RAPPORT

Pelagia - Vestre sjøfylling

OPPDRAGSGIVER

Nordplan AS

EMNE

Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2022-08-12 / 00

DOKUMENTKODE: 10244467-RIG-RAP-001

Multiconsult

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

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	**Pelagia - Vestre sjøfylling**	DOKUMENTKODE	10244467-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Nordplan AS**	OPPDRAGSLEDER	Markus Glad Nilssen
KONTAKTPERSON	Arild Rindal	UTARBEIDET AV	Jin Kjellsdatter Melhus
KOORDINATER	SONE: UTM 32V ØST: 309888 NORD: 6882351	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Stad kommune		

SAMMENDRAG

Nordplan AS planlegger en mulig utvidelse av sjøfylling ved Pelagia AS sitt anlegg ved Moldestad, Moldefjorden, Selje i Stad kommune.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Nordplan AS til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk rapport med beskrivelse av grunnforholdene. Denne rapporten danner grunnlag for videre geotekniske vurderinger av grunn- og stabilitetsforhold i området og nødvendige geotekniske beregninger.

Utførte grunnundersøkelser på land:

- 4 stk. totalsonderinger med bergkontrollboring, borpunkt 1-4.
- Opptak av poseprøver, PR. 4

Utførte sonderinger viser at løsmassene i hovedsak består av ett topplag av torv og jordmasser med en mektighet i dybder mellom 0 til 1,6 m over stein, grus og sand før antatt berg ble påtruffet. Borpunkt 4 har ett topplag med myr ned til dybde 0,6 m over sand, silt, grus og stein før antatt berg ble påtruffet.

Utførte grunnundersøkelser i sjø:

- 9 stk. totalsonderinger med bergkontrollboring, borpunkt 5-13.
- Opptak av 54 mm sylinderprøver, PR. 7, PR. 9 og PR. 13

Utførte sonderinger viser at løsmassene i hovedsak består av sand med innslag av silt og stein før antatt berg ble påtruffet. I borpunkt 9 ble det påtruffet lagdelte masser av leire, silt og sand over antatt berg.

Basert på resultatene fra analyser og forsøk i laboratoriet, er det fra de lagdelte massene av leire, silt og sand i PR.9 påvist sprøbruddmateriale i dybder 2,35-2,6 og 3,45-3,8 m under terreng. Organisk innhold i PR.9 viser mellom 0,4 til 2,0 %.

00	2022-08-12	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Jin Kjellsdatter Melhus	Ida Elise Overgård	Markus Glad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 6
1.1 Formål og bakgrunn 6
1.2 Utførelse 6
1.3 Kvalitetssikring og standardkrav 6
1.4 Innhold og bruk av rapporten 7
2 Områdebeskrivelse 8
2.1 Området og topografi 8
3 Geotekniske grunnundersøkelser 9
3.1 Tidligere grunnundersøkelser 9
3.2 Utførte grunnundersøkelser 9
3.2.1 Feltundersøkelser 9
3.2.2 Laboratorieundersøkelser 10
4 Grunnforholdsbeskrivelse 11
4.1 Kvartærgeologisk kart 11
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 12
4.3.4 Poretrykk og grunnvann 12
5 Geoteknisk evaluering av resultatene 13
5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder 13
5.2 Viktige forutsetninger 13
5.3 Undersøkelses- og prøvekvalitet 13
5.4 Påvisning av bergnivå 13
6 Behov for supplerende grunnundersøkelser 14
7 Referanser 15

TEGNINGER

10244467-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Sonderingsresultat på land, borpunkt 1-4
	-011	Sonderingsresultat i sjø, borpunkt 5-13
	-200	Geotekniske data, PR. 4, dybde 5,0 m
	-201	Geotekniske data, PR. 7, dybde 4,8 m
	-202	Geotekniske data, PR. 9, dybde 3,8 m
	-203	Geotekniske data, PR. 13, dybde 1,2 m
	-300	Korngraderingsanalyse, PR. 4, dybde 3,0-4,0 m og 4,0-5,0 m
	-301	Korngraderingsanalyse, PR. 7, dybde 1,5 m og 4,4 m
	-302	Korngraderingsanalyse, PR. 9, dybde 1,3 m, 2,4 og 3,5 m
	-303	Korngraderingsanalyse, PR. 13, dybde 1,1 m
	-450.1	Aktivt treaksialforsøk, PR. 9, dybde 3,35 m, spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)
	-450.2	Aktivt treaksialforsøk, PR. 9, dybde 3,35 m, spenningssti i skjærfase p'-q plott
	-450.3	Aktivt treaksialforsøk, PR. 9, dybde 3,35 m, spenningssti i skjærfase, s'-τ plott, (MIT)
	-450.4	Aktivt treaksialforsøk, PR. 9, dybde 3,35 m, bruddutvikling i skjærfase, εa-τ og εa-u plott
	-450.5	Aktivt treaksialforsøk, PR. 9, dybde 3,35 m, konsolidering

-500.1 CPTU 9, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
-500.2 CPTU 9, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
-500.3 CPTU 9, Måledata og korrigerte måleverdier
-500.4 CPTU 9, Avledede dimensjonsløse forhold

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU sonde

BILAG

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

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Pelagia – Vestre sjøfylling i Stad kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Nordplan AS planlegger en mulig utvidelse av sjøfylling ved Pelagia AS sitt anlegg ved Moldestad, Moldefjorden, Selje i Stad kommune.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Nordplan AS til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk rapport med beskrivelse av grunnforholdene. Denne rapporten danner grunnlag for videre geotekniske vurderinger av grunn- og stabilitetsforhold i området og nødvendige geotekniske beregninger.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra de geotekniske grunnundersøkelsene.

Resultater fra geotekniske vurderinger bli dokumentert i en egen rapport.

1.2 Utførelse

Alle kotehøyder refererer til NN2000 og koordinatsystemet er Euref 89, UTM sone 32V.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 27/2022.

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

Feltundersøkelsene på land:

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech 607H i mai 2022, under ledelse av borleder Jan Arne Hegglund. Borpunktene er målt inn med Trimble GPS CPOS. Alle kotehøyder refererer til NN2000 og koordinatsystemet er Euref 89, UTM sone 32V.

Feltundersøkelsene i sjø:

Feltundersøkelsene på sjø ble utført av Multiconsult Norge AS med borebåt Geo Cat i juni 2022, under ledelse av boreledere Johan Arnt Myraunet og Jan Tore Johansen. Borpunktene er målt inn og korrigert for tidevannsvariasjoner basert på vannstandsmålinger. Alle kotehøyder refererer til NN2000 og koordinatsystemet er Euref 89, UTM sone 32V.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 1 for geoteknisk prosjektering [2] og – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [3] samt gjeldende metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og 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 forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Det aktuelle området ligger ved Pelagia AS sitt anlegg ved Moldestad, Moldefjorden, Selje i Stad kommune. Området på land består i hovedsak av dyrket mark. Viser til Figur 2-1 og Figur 2-2.

Terrenghøyden og dybde på sjøbunn ligger på koter mellom +8,7 til -23,0.

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

Figur 2-2: Flyfoto. Grunnundersøkelse området er markert med rødt. Kilde: https://kart.finn.no

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult har tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med sjøfylling i den østre delen av området. Resultater fra undersøkelsene er ikke medtatt i denne rapporten, men borpunktene er vist på borplan 10244467-RIG-TEG-001. Nivå for de tidligere sonderingene, er i høydesystem NN 2000. Henviser til relevant rapport i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Indeks	Rapport-nummer	Utført av	Dato	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn
[10]	MCX	10221253-RIG-RAP-001	Multiconsult	2021	Pelagia AS	Pelagia dypvannskai

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Borplan med plassering av grunnundersøkelsene er vist på tegning nr. 10244467-RIG-TEG-001

Sonderingsresultat på land, er vist på tegning nr. -010.

Sonderingsresultat i sjø, er vist på tegning nr. -011.

Trykksondering (CPTU), er vist på tegning nr. -500.1 -500.4.

Koordinater og høydesystem benyttet ved grunnundersøkelsene er vist i

Tabell *3-2*.

Utførte feltundersøkelser er presentert i Tabell 3-3.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem.

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32V

Tabell 3-3: *Utførte feltundersøkelser.*

Bp.	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR	Kommentar
	X	Y	Z		Løs-masse	Ant. Berg	Totalt		
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
Sonderinger på land									
1	6882181,3	309972,4	5,8	TOT	3.2	3.0	6,2		
2	6882169,2	309823,7	8,7	TOT	12.2	3.0	15,2		
3	6882295,8	309779,2	6,8	TOT	2.9	2.9	5,8		
4	6882245,4	310214,1	3,1	TOT	9.6	3.1	12,7		
				PR				5,0	
Sonderinger i sjø									
5	6882339,1	310162,6	-8,4	TOT	1,5	3,0	4,5		
6	6882384,0	310146,6	-18,5	TOT	4,3	3,0	7,3		
7	6882262,0	309915,1	-9,6	TOT	11,5	2,8	14,3		

Bp.	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR	Kommentar
	X	Y	Z		Løs-masse	Ant. Berg	Totalt		
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	[m]	
				PR				4,8	
8	6882351,4	309887,8	-12,1	TOT	2,5	3,0	5,5		
9	6882355,1	309963,2	-20,0	TOT	4,4	3,0	7,4		
				PR				3,8	
				CPTU	4,5	-	4,5		
10	6882282,6	309999,4	-11,6	TOT	7,7	2,9	10,6		
11	6882409,8	309885,0	-11,4	TOT	0,1	3,0	3,1		
12	6882392,1	309995,2	-23,0	TOT	1,7	2,9	4,6		
13	6882317,3	310045,0	-16,7	TOT	3,4	3,0	6,4		
				PR				1,2	

TOT=TotalsonderinG; CPTU=Trykksondering; PR=Prøveserie.

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim 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, korndensitet, organisk innhold, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene. Det er også utført korngraderingsanalyse og treaksialforsøk.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 6 sylinderprøver
- Rutineundersøkelser av 5 poseprøver
- Kornfordelingsanalyse på 8 utvalgte prøver
- Treaksialforsøk på 1 utvalgt prøve

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning nr.10244467-RIG-TEG- 200 t.o.m. -203.

Kornfordelingsanalysene er vist på tegning nr. -300 t.o.m. -303.

Treaksialforsøk er vist på tegning nr. -450.1 - t.o.m. -450.5.

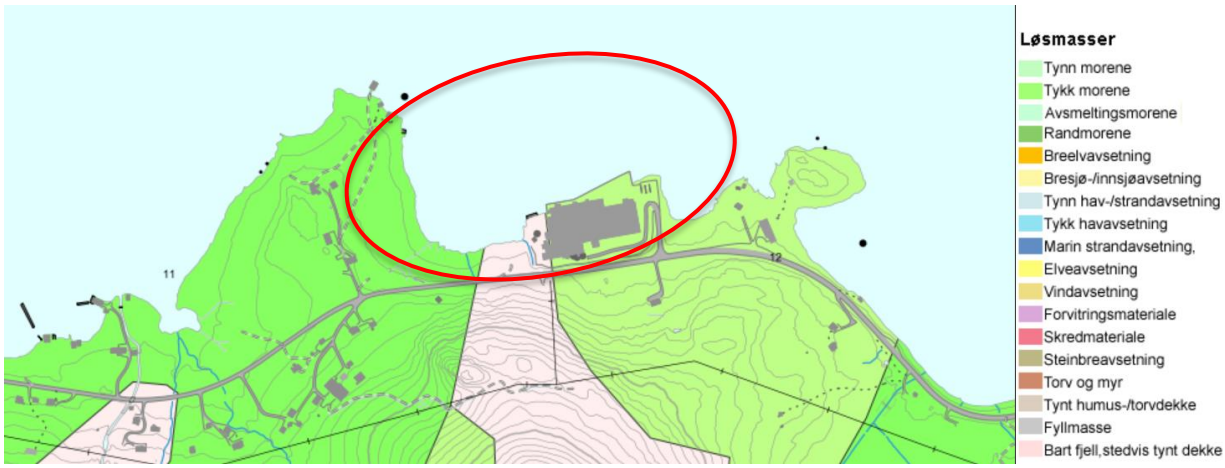
4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser tynn og tykk morene i det undersøkte området på land. Se Figur 4-1.

Morene er usortert løsmateriale og kan inneholde alt fra leire, stein og blokk, avsatt av isbre.

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



Figur 4-1: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser. Grunnundersøkelse området er markert med rødt. Kilde: www.ngu.no.

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas, er det ingen kjente faresoner for kvikkleire i/i nærheten av grunnundersøkelse området. Iht. NVE Atlas, ligger marin grense på ca. 10,0 moh.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

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

4.3.2 Dybde til berg

Totalsonderinger gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold samtidig som metoden har god nedtrengningsevne og kan benyttes til bergpåvisning.

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

Grunnundersøkelser på land

Berg er ved bergkontrollboring påtruffet i dybder mellom 2,9 til 12,2 m under terrengnivå.

Grunnundersøkelser i sjø

Berg er ved bergkontrollboring påtruffet i dybder mellom 0,1 til 11,5 m under sjøbunnen.

4.3.3 Løsmasser

Grunnundersøkelser på land

Utførte sonderinger viser at løsmassene i hovedsak består av ett topplag av torv og jordmasser med en mektighet i dybder mellom 0 til 1,6 m over stein, grus og sand før antatt berg ble påtruffet. PR. 4 har ett topplag med myr ned til dybde 0,6 m over sand, silt, grus og stein før antatt berg ble påtruffet. Organisk innhold ved dybde 1,5 i PR.4 viser 8,8 %, og massene betegnes som organisk materiale.

Grunnundersøkelser i sjø

Utførte sonderinger viser at løsmassene i hovedsak består av sand med innslag av silt og stein før antatt berg ble påtruffet. I borpunkt 9 ble det påtruffet lagdelte masser av leire, silt og sand over antatt berg.

Basert på resultatene fra analyser og forsøk i laboratoriet, er det fra de lagdelte massene av leire, silt og sand i PR.9 påvist sprøbruddmateriale i dybder 2,35-2,6 og 3,45-3,8 m under terreng. Organisk innhold i PR.9 viser mellom 0,4 til 2,0 %.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er ikke satt med piezometer for måling av grunnvann og poretrykk som del av denne grunnundersøkelsen.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er ikke registrert avvik fra standard utførelsesmetoder.

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 prøvekvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold.

Trykksonderingen har anvendelsesklasse 1.
Prøvetaking av sjøbunn er utfordrende, særlig i masser med noe silt og sand slik som her. Trykk/spenningsendringer når prøven tas opp av bakken og opp av sjøen medfører noe svelling av prøvene som igjen medfører at prøvene mister noe av sin «geologiske historie». Dette betegnes prøveforstyrrelse. Samtidige av de opptatte prøvene har vist tegn til prøveforstyrrelse.

Graden av prøveforstyrrelse vurderes å være akseptabel og på linje med erfaringer fra tilsvarende forhold.

5.4 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 (2015). Systemer for kvalitetsstyring. Krav. (ISO 9001:2015). NS-EN ISO 9001:2015. September 2015.

[2] Standard Norge (2020) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA2020.

[3] Standard Norge (2008) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.

[4] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.

[5] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), https://atlas.nve.no

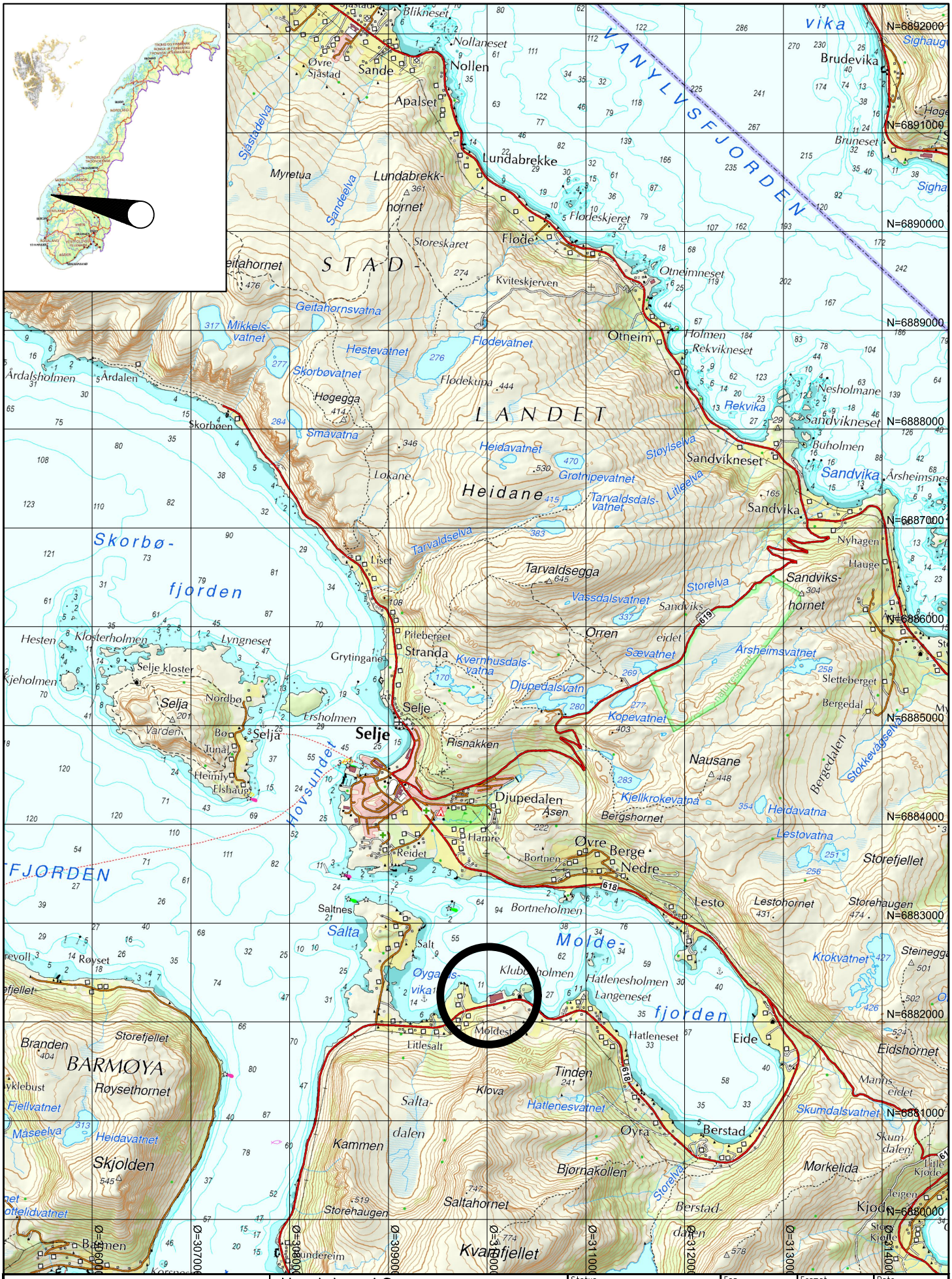
[6] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase – Kvartærgeologisk kart»: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/

[7] Statens kartverk, www.norgeskart.no

[8] FINN.no AS, https://kart.finn.no/

[9] CPTU- regneark er utviklet av Statens vegvesen, versjon v.2019.05.

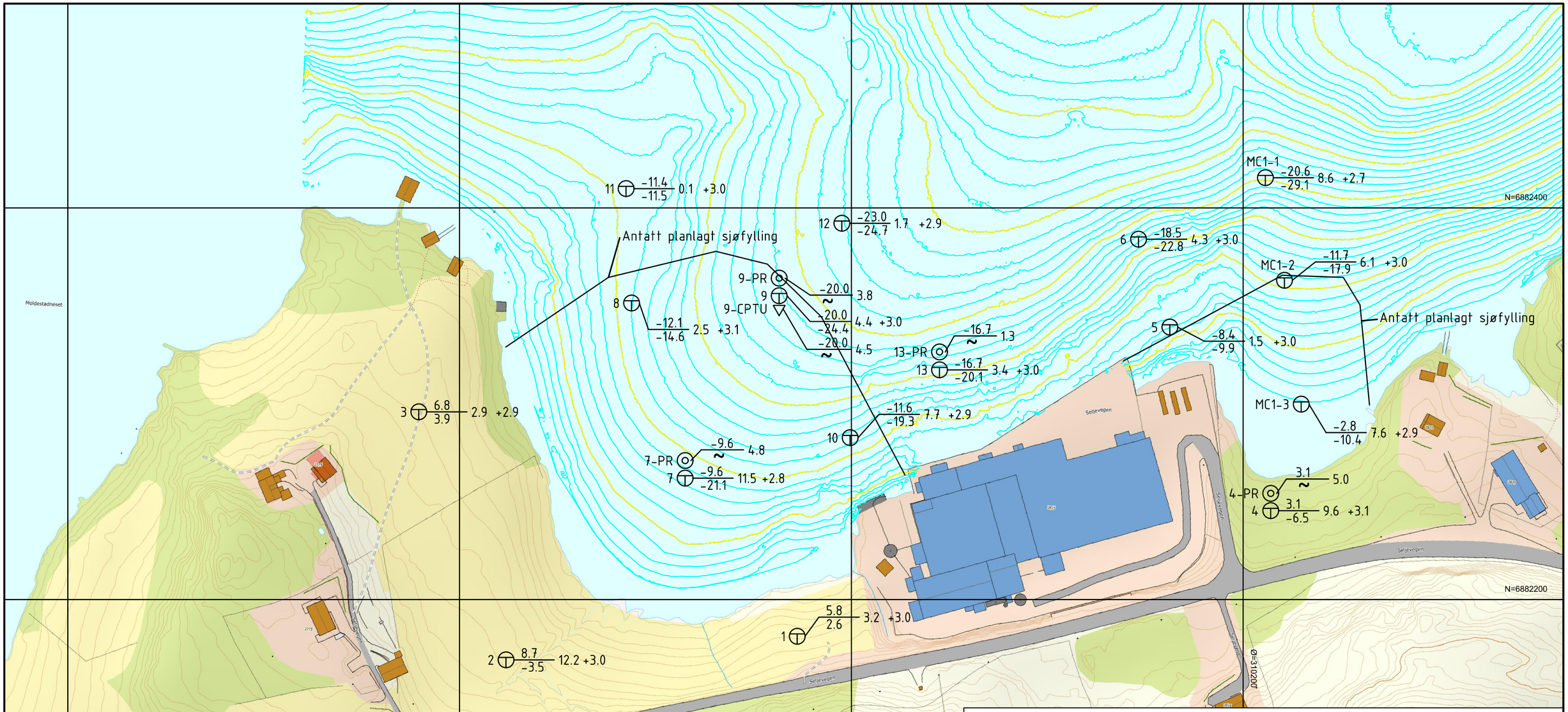
[10] Rapport 10221253-RIG-RAP-001, utført av Multiconsult i 2021 på vegne av Pelagia AS »Pelagia dypvannskai»



Multiconsult
www.multiconsult.no

Nordplan AS	Status	Fag: RIG	Format: A4	Dato: 2022-07-05
PELAGIA - VESTRE SJØFYLLING Oversiktskart	Konstr./Tegnet: JKM	Kontrollert: IEO	Godkjent: MGN	Målestokk: 1:50 000
	Oppdragsnr.: 10244467	Tegningsnr.: RIG-TEG-000		Rev.: 00

Z:\01024\10244467-01\10244467-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10244467-01 RIG\10244467-01-04 TEGNINGER\10244467-RIG-TEG-000_rev00 OVERSIKTSKART.dwg, - Layout: (000 (A4)); - Plottet av: jkm, Dato: 2022.07.05 kl 13:11



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: WMS kart og sjøbunnskart
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, UTM, sone 32V
HØYDEREFERANSE: NN2000

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

HENVISNINGER:
BP1-BP4 Boringer på land
BP5-BP13 Boringer i sjø

TIDLIGERE BORINGER:
MCX: Tidligere boringer er utført av Multiconsult. Rapport nr. 10221253-RIG-RAP-001 (2021)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

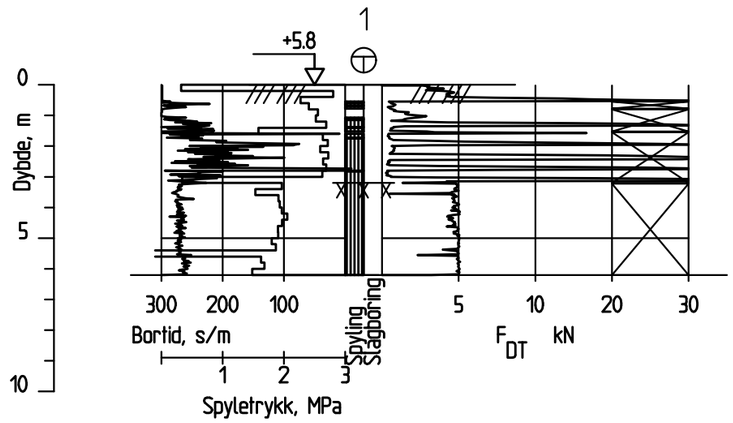
Multiconsult
www.multiconsult.no

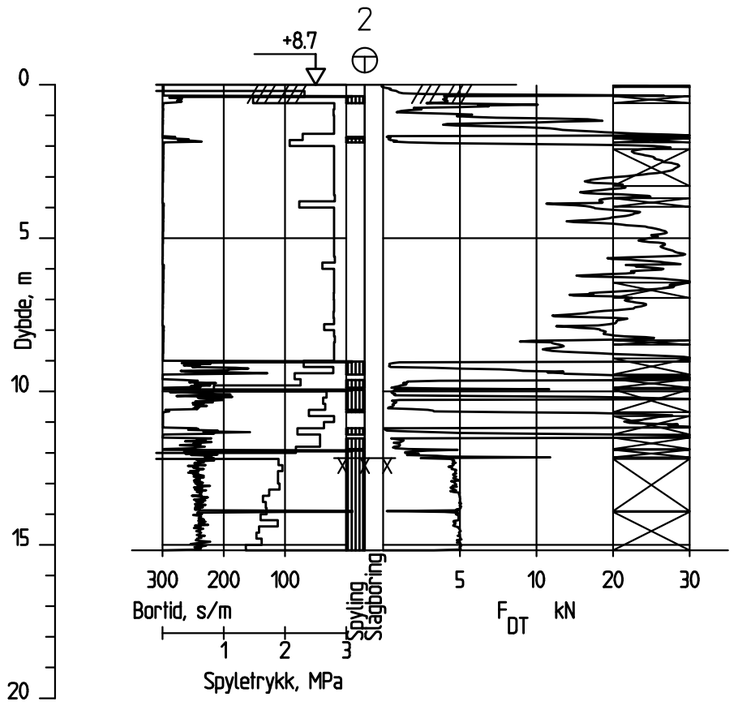
Nordplan AS
PELAGIA - VESTRE SJØFYLLING
Borplan

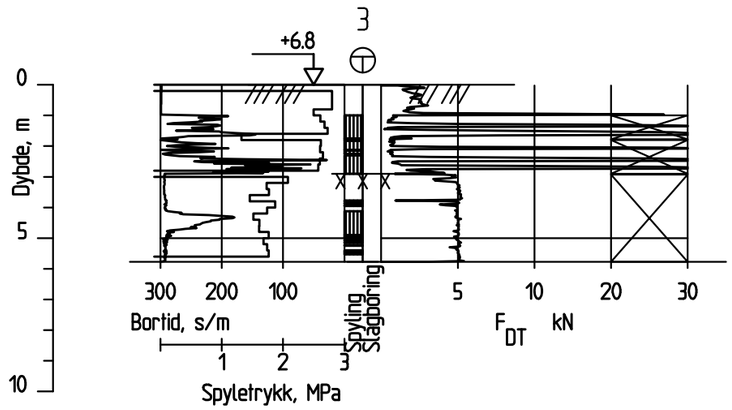
Status	Fag	Originalt format	Dato
-	RIG	A3	2022-07-06
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
JKM	IEO	MGN	1:2000

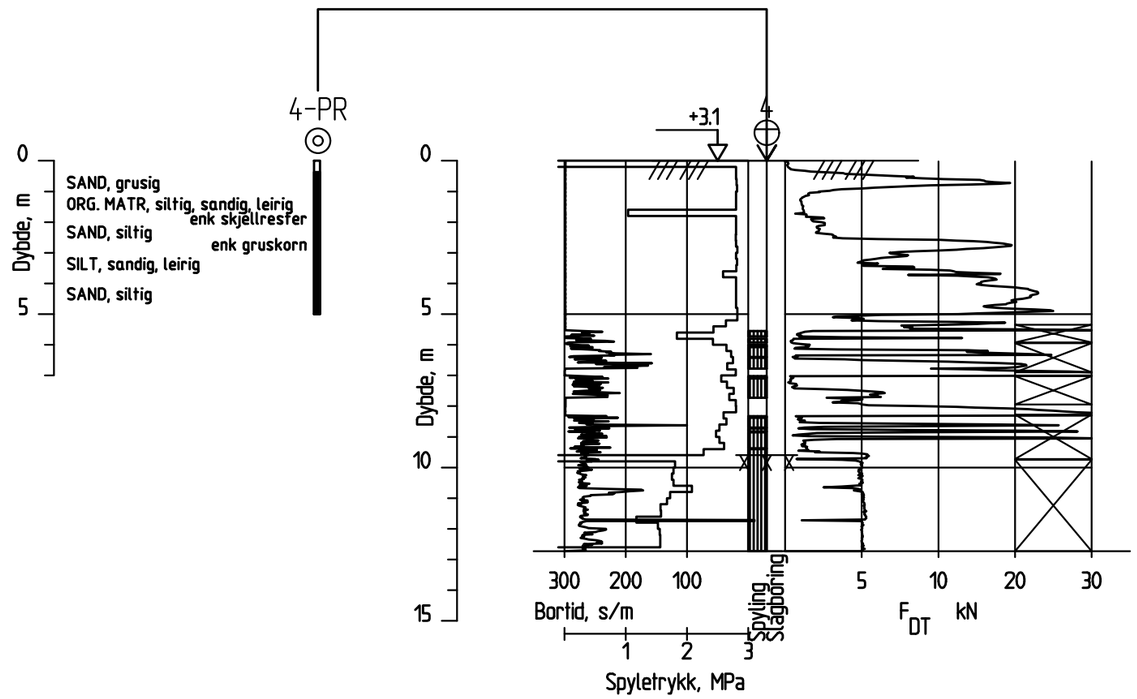
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10244467	RIG-TEG-001	00

\\TRH-Nasuni-01\TRH_Prosjekt\010244\10244467-01\10244467-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10244467-01 RIG\10244467-01-04 TEGNINGER\10244467-RIG-TEG-001_rev00 BORPLAN.dwg, - Layout: (001 (A3 liggende)); - Plottet av: jkm, Dato: 2022.07.07 kl 10:03









Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Multiconsult
www.multiconsult.no

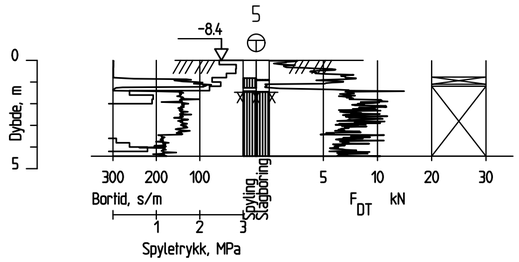
Nordplan AS

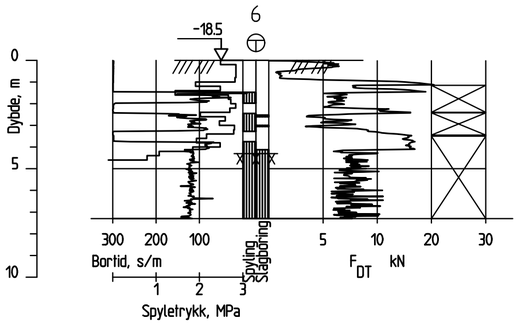
PELAGIA - VESTRE SJØFYLLING
Sonderingsresultat på land
Borpunkt 1-4

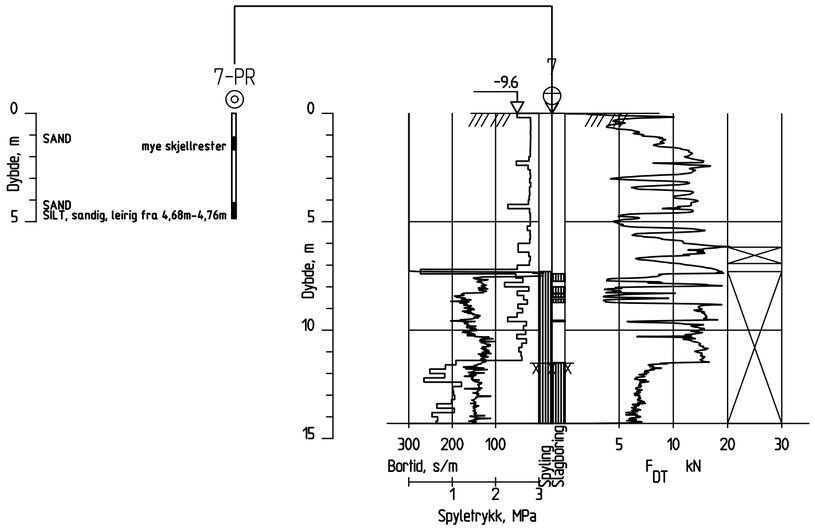
Status	Fag	Originalt format	Dato
-	RIG	A3	2022-07-05
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
JKM	IEO	MGN	1:200

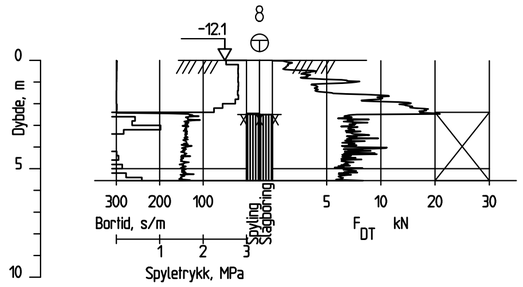
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10244467	RIG-TEG-010	00

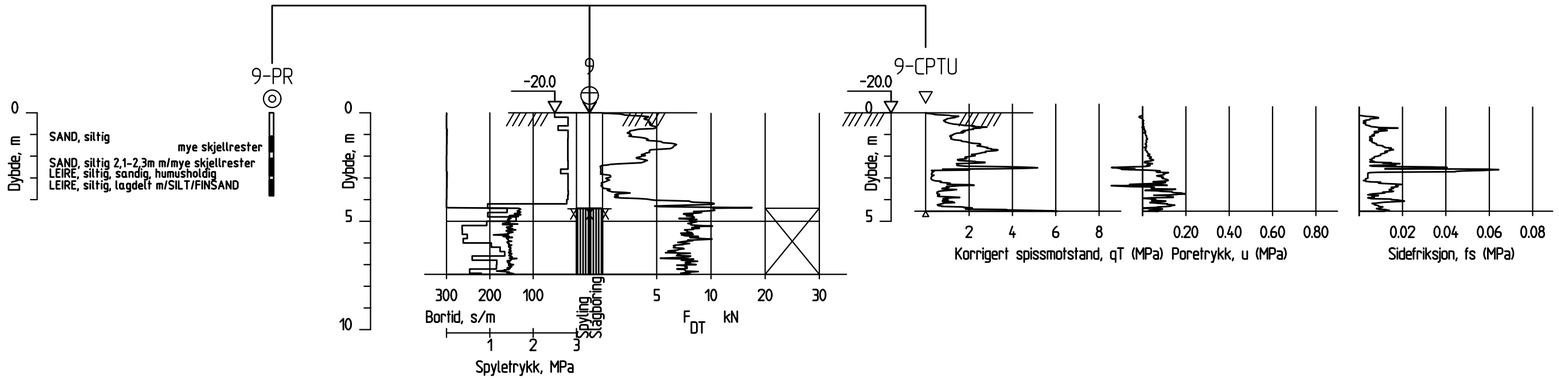
\\TRH-Nasuni-01\TRH_Prosjekt\010244\10244467-01\10244467-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10244467-01 RIG\10244467-01-04 TEGNINGER\10244467-RIG-TEG-010_rev00 SONDERINGSRESULTAT.dwg, - Layout: (010-på land (A3 liggende)), - Plottet av: jkm, Dato: 2022.07.07 kl 10:05

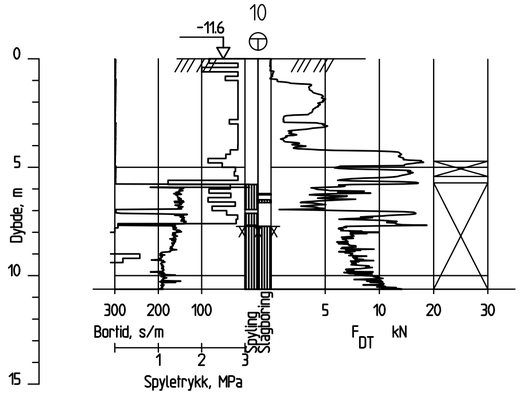


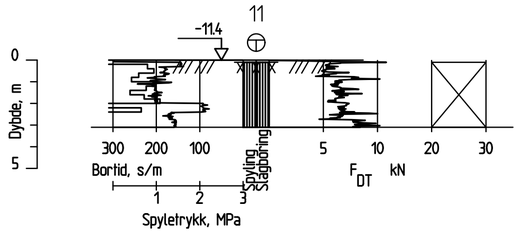


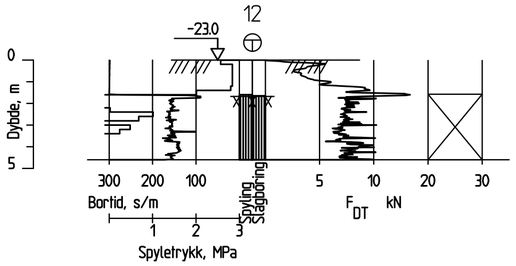


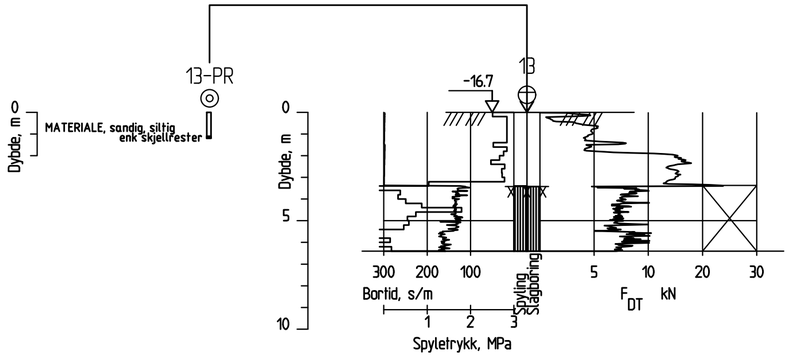












Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Nordplan AS

PELAGIA - VESTRE SJØFYLLING

Sonderingsresultat i sjø

Borpunkt 5-13

Fag	Format
RIG	A2

Dato: 2022-07-05

Målestokk: 1:200

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
-	JKM	IEO	MGN

Multiconsult

www.multiconsult.no

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10244467	RIG-TEG-011	00

\\TRH-Nasuni-01\TRH_Prosjekt\010244\10244467-01\10244467-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10244467-01 RIG\10244467-01-04 TEGNINGER\10244467-RIG-TEG-010_rev00 SONDERINGSRESULTAT.dwg, - Layout: (011 i sjø (A2)), - Plottet av: jkm, Dato: 2022.07.05 kl 13:54

Dybde (m)	Beskrivelse (kt. +3,1)	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser (10 20 30 40 50)	ρ (g/cm³)	ρs (g/cm³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa) (10 20 30 40 50)	St (-)
	SAND, grusig			○ (~20)					
	ORG. MATR., siltig, sandig, leirig enk skjellrester			78 Ø			8,8		
	SAND, siltig enk gruskorn			○ (~30)					
	SILT, sandig, leirig		K	○ (~25)				(▼)	
5	SAND, siltig		K	○ (~20)					
10									
15									
20									

Symboler:

15 ⊕ 5 (10) Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

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

ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE		Borhull: 4	
Nordplan AS			Dato: 2022-07-04
Pelagia - Vestre sjøfylling			
Multiconsult www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: mk/mash	Kontrollert: vt	Godkjent: MGN
	Oppdragsnummer: 10244467	Tegningsnr.: RIG-TEG-200	Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse (kt. -9,6)	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser (10 20 30 40 50)	ρ (g/cm³)	ρs (g/cm³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa) (10 20 30 40 50)	St (-)
	SAND mye skjellrester		K		1,96				
	SAND		K		2,03				
5	SILT, sandig, leirig fra 4,68m- 4,76m							(▼) (ø) (▽)	(11)
10									
15									
20									

Symboler:

15 ρ 5 10 Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

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

ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE	Borhull: 7		
Nordplan AS	Dato: 2022-07-04		
Pelagia - Vestre sjøfylling			
Multiconsult www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: mk/mash	Kontrollert: vt	Godkjent: MGN
	Oppdragsnummer: 10244467	Tegningsnr.: RIG-TEG-201	Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse (kt. -20)	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser (10 20 30 40 50)	ρ (g/cm³)	ρs (g/cm³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa) (10 20 30 40 50)	St (-)
	SAND, siltig mye skjellrester		K		2,03		0,4		
	SAND,siltig 2,10-2,30m, m/mye skjellrester LEIRE, siltig, sandig, humusholdig		K		1,75		2,0	▼1,00 ▼0,93	
	LEIRE, siltig, lagdelt m/SILT/FINSAND		K T		1,99	2,75		▼0,42 ▼(▽) 0,40	(14)
5									
10									
15									
20									

Symboler:

15 0 5 10 Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

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

ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE	Borhull: 9		
Nordplan AS	Dato: 2022-07-04		
Pelagia - Vestre sjøfylling			
Multiconsult www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: mk/mash	Kontrollert: vt	Godkjent: MGN
	Oppdragsnummer: 10244467	Tegningsnr.: RIG-TEG-202	Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse (kt. -16,7)	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser (10 20 30 40 50)	ρ (g/cm³)	ρs (g/cm³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa) (10 20 30 40 50)	St (-)
	MATERIALE, sandig, siltig enk skjellrester		K	○					
5									
10									
15									
20									

Symboler:

15 ⊕ 5 (10) Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

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

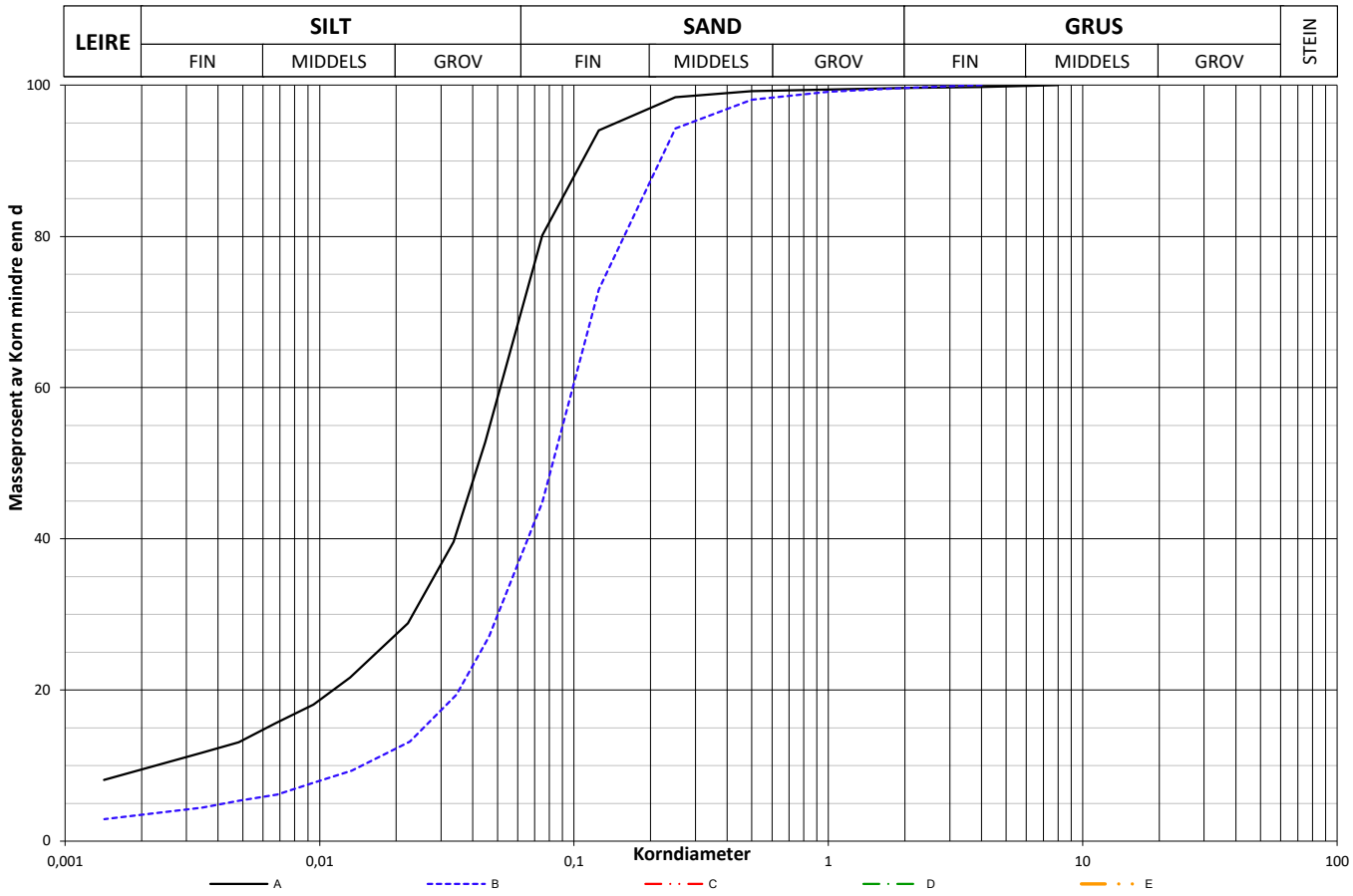
ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE		Borhull: 13	
Nordplan AS			Dato: 2022-07-04
Pelagia - Vestre sjøfylling			
Multiconsult www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: mk/mash	Kontrollert: vt	Godkjent: MGN
	Oppdragsnummer: 10244467	Tegningsnr.: RIG-TEG-203	Rev. nr.: 00

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	Jordarts Betegnelse	Anmerkinger	Metode TS	Metode VS	Metode HYD
A	4	3,0-4,0	SILT, sandig, leirig		X		X
B	4	4,0-5,0	SAND, siltig		X		X
C							
D							
E							



METODE:

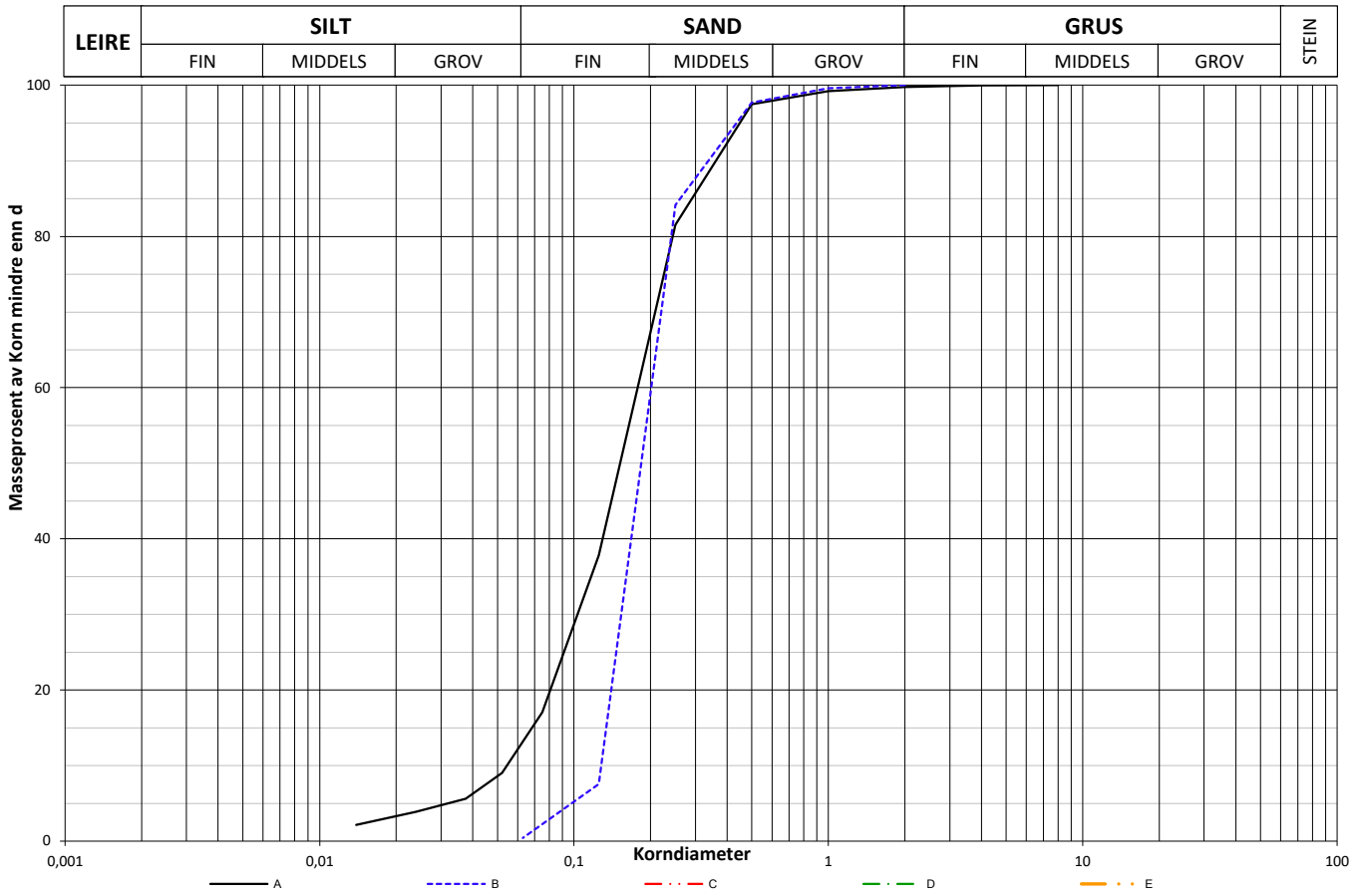
TS = Tørrsikt **VS** = Våtsikt **HYD** = Hydrometer

Prøve	Tele gruppe	w (%)	C_u kN/m^2	C_{ur} kN/m^2	Plastisitet Wf	Plastisitet Wp	Gløde-tap %	< 0.02 mm %	Densitet g/cm$_3$	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A		24,7						27,08		0,0025	0,0234	0,0424	0,0527
B		22,5						12,09		0,0150	0,0510	0,0842	0,1020
C													
D													
E													

	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Nordplan AS	**mk**	**vt**	**MGN**
	Borpunkt	Dato	Revisjon
Pelagia - Vestre sjøfylling	**4**	**30.06.2022**	**0**

		Oppdragsnummer	Tegningsnummer
Multiconsult	**Korngradering**	**10244467**	**RIG-TEG-300**

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	Jordarts Betegnelse	Anmerkinger	Metode TS	Metode VS	Metode HYD
A	7	1,5	SAND		X		X
B	7	4,4	SAND		X		
C							
D							
E							



METODE:

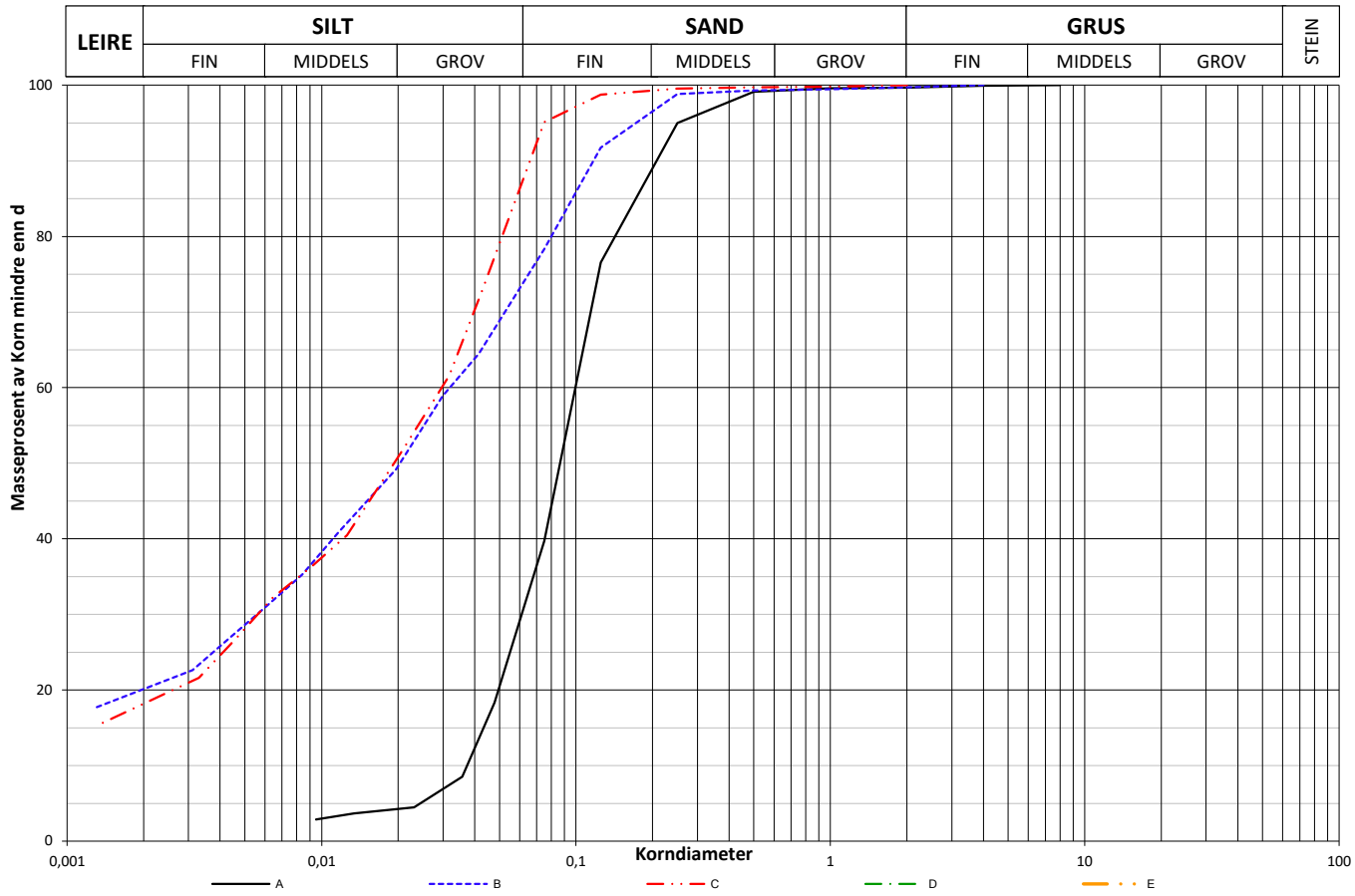
TS = Tørrsikt **VS** = Våtsikt **HYD** = Hydrometer

Prøve	Tele gruppe	w (%)	C_u kN/m^2	C_{ur} kN/m^2	Plastisitet Wf	Plastisitet Wp	Gløde-tap %	< 0.02 mm %	Densitet g/cm$_3$	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A		24,5								0,0549	0,1062	0,1599	0,1884
B		30,2								0,1290	0,1616	0,1943	0,2106
C													
D													
E													

	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Nordplan AS	**mk**	**vt**	**MGN**
	Borpunkt	Dato	Revisjon
Pelagia - Vestre sjøfylling	**7**	**01.07.2022**	**0**

		Oppdragsnummer	Tegningsnummer
Multiconsult	**Korngradering**	**10244467**	**RIG-TEG-301**

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	Jordarts Betegnelse	Anmerkinger	Metode TS	Metode VS	Metode HYD
A	9	1,3	SAND, siltig		X		X
B	9	2,4	LEIRE, siltig, sandig		X		X
C	9	3,5	LEIRE, siltig		X		X
D							
E							



METODE:

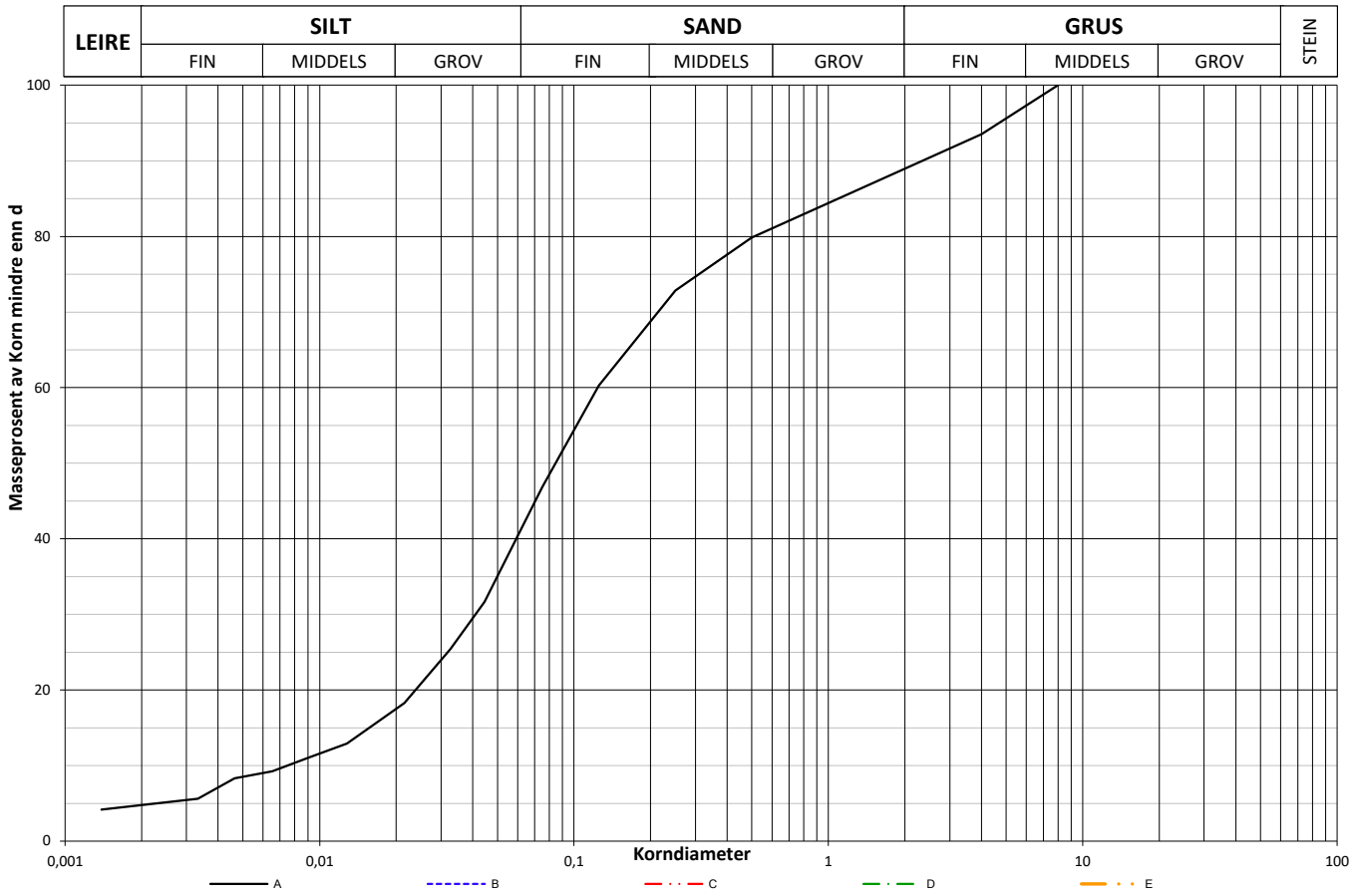
TS = Tørrsikt **VS** = Våtsikt **HYD** = Hydrometer

Prøve	Tele gruppe	w (%)	C_u kN/m^2	C_{ur} kN/m^2	Plastisitet Wf	Plastisitet Wp	Gløde-tap %	< 0.02 mm %	Densitet g/cm$_3$	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A		25,1					**0,4**			0,0375	0,0626	0,0890	0,1025
B		45,6					**2**				0,0056	0,0205	0,0322
C		30,2									0,0057	0,0195	0,0299
D													
E													

	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Nordplan AS	**mk**	**vt**	**MGN**
	Borpunkt	Dato	Revisjon
Pelagia - Vestre sjøfylling	**9**	**01.07.2022**	**0**

		Oppdragsnummer	Tegningsnummer
Multiconsult	**Korngradering**	**10244467**	**RIG-TEG-302**

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	Jordarts Betegnelse	Anmerkinger	Metode TS	Metode VS	Metode HYD
A	13	1,1	MATERIALE, sandig, siltig		X		X
B							
C							
D							
E							



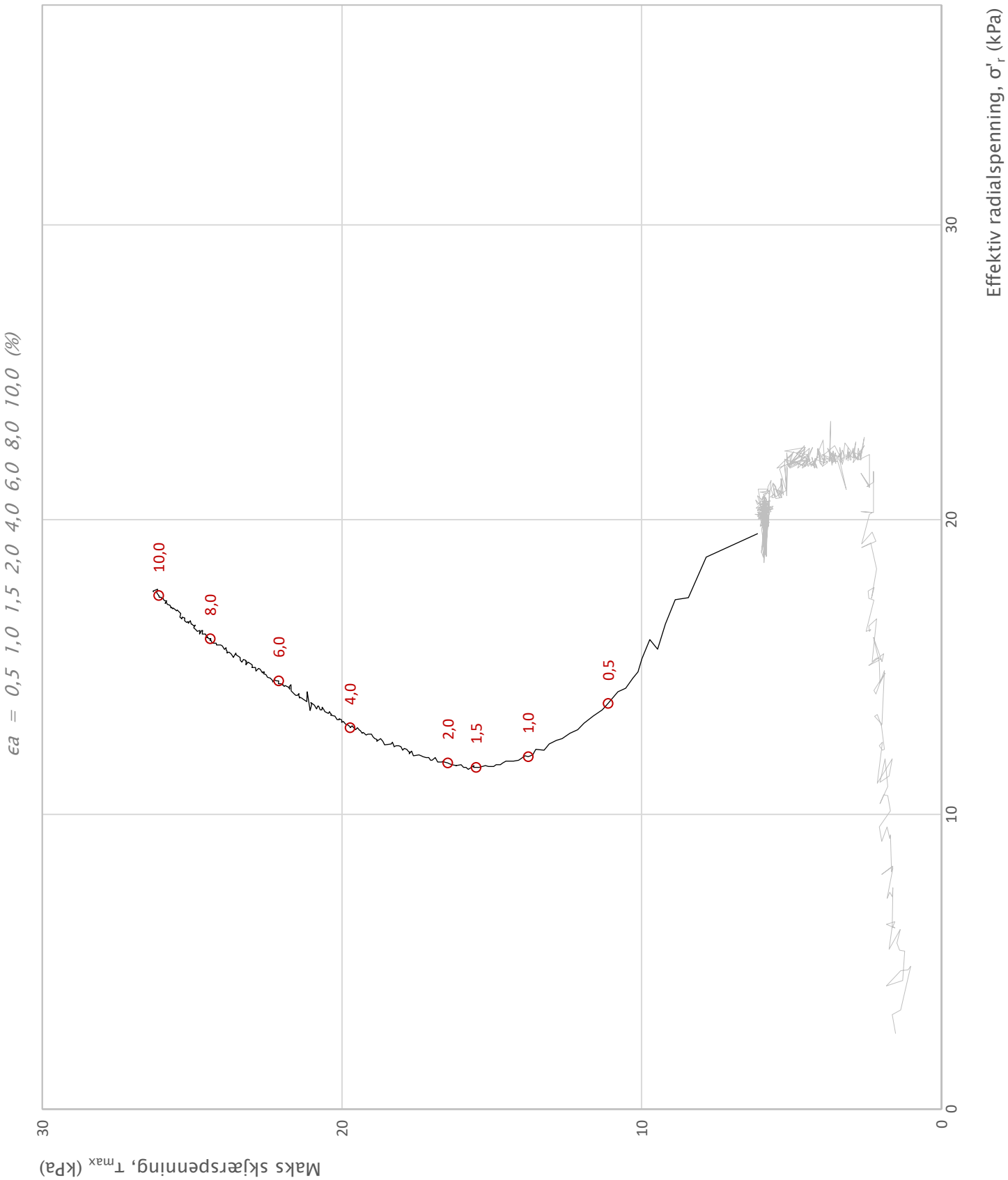
METODE:

TS = Tørrsikt **VS** = Våtsikt **HYD** = Hydrometer

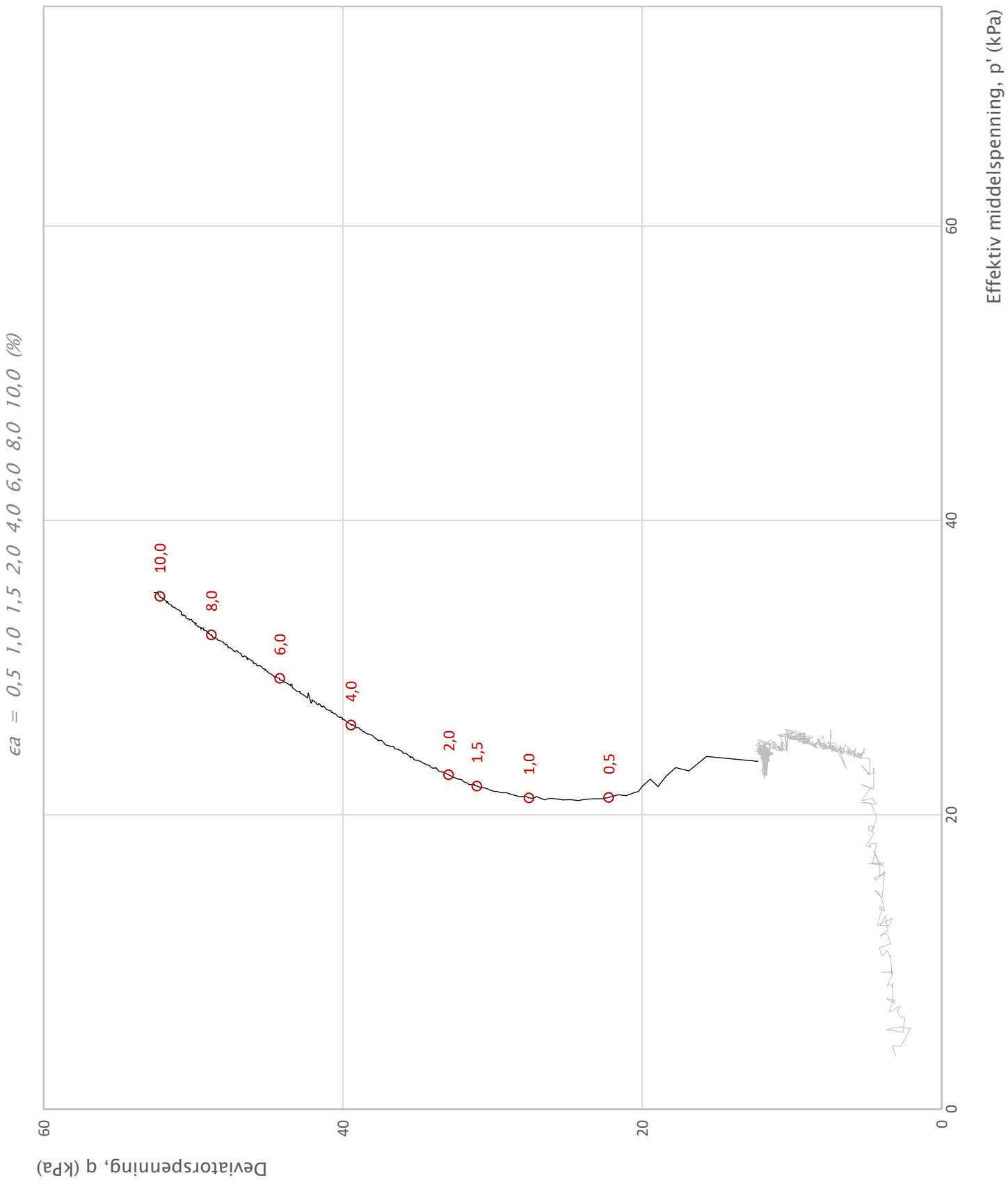
Prøve	Tele gruppe	w (%)	C_u kN/m^2	C_{ur} kN/m^2	Plastisitet Wf	Plastisitet Wp	Gløde-tap %	< 0.02 mm %	Densitet g/cm$_3$	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
A		14,3								0,0076	0,0413	0,0868	0,1239
B													
C													
D													
E													

	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Nordplan AS	**mk**	**vt**	**MGN**
	Borpunkt	Dato	Revisjon
Pelagia - Vestre sjøfylling	**13**	**01.07.2022**	**0**

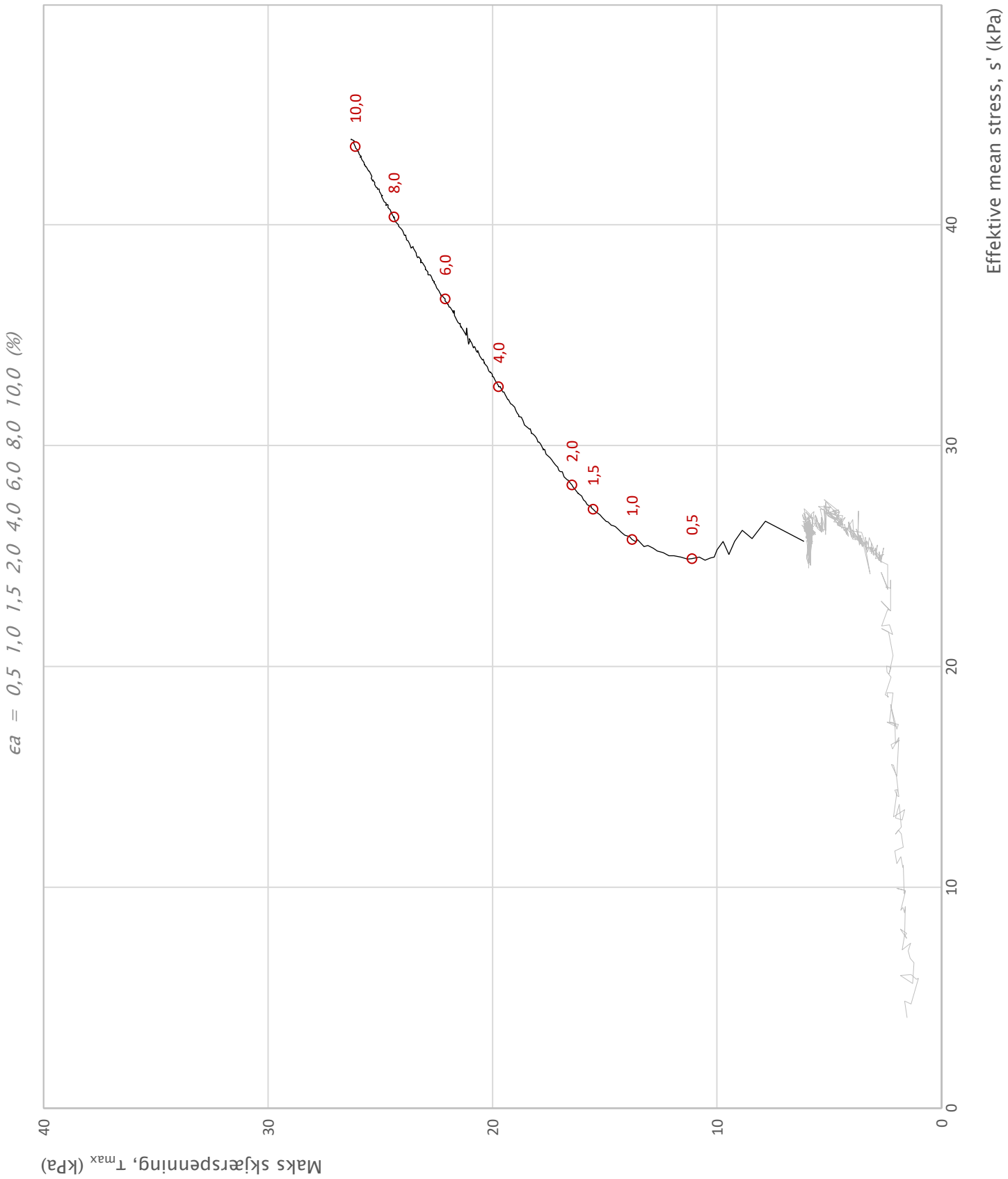
		Oppdragsnummer	Tegningsnummer
Multiconsult	**Korngradering**	**10244467**	**RIG-TEG-303**



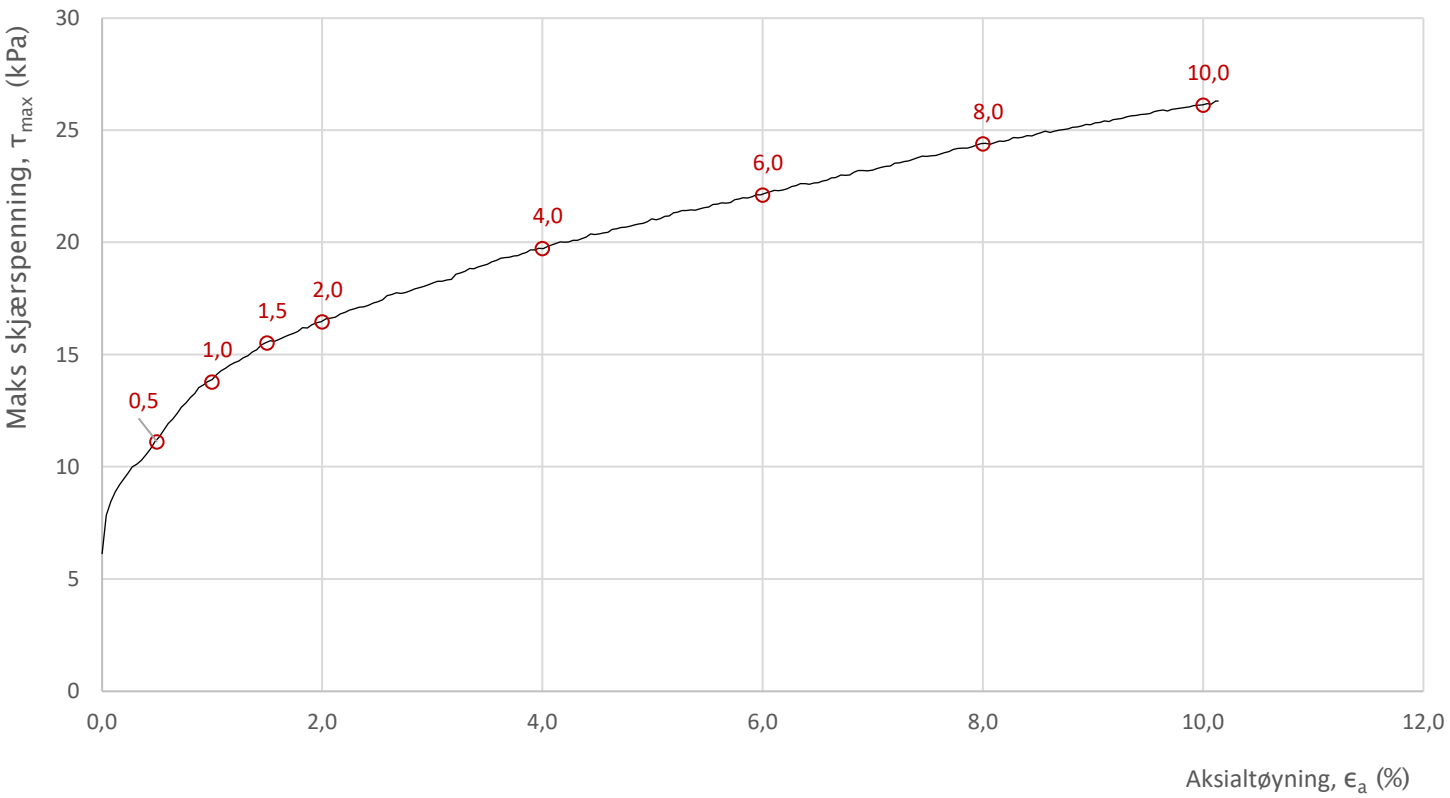
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10244467. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				9
Pelagia – Vestre sjøfylling				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r–τ plott (NTNU)				3,35
Multiconsult	Utført: vt	Kontrollert: mash	Godkjent: MGN	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 28.06.2022	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 450.1

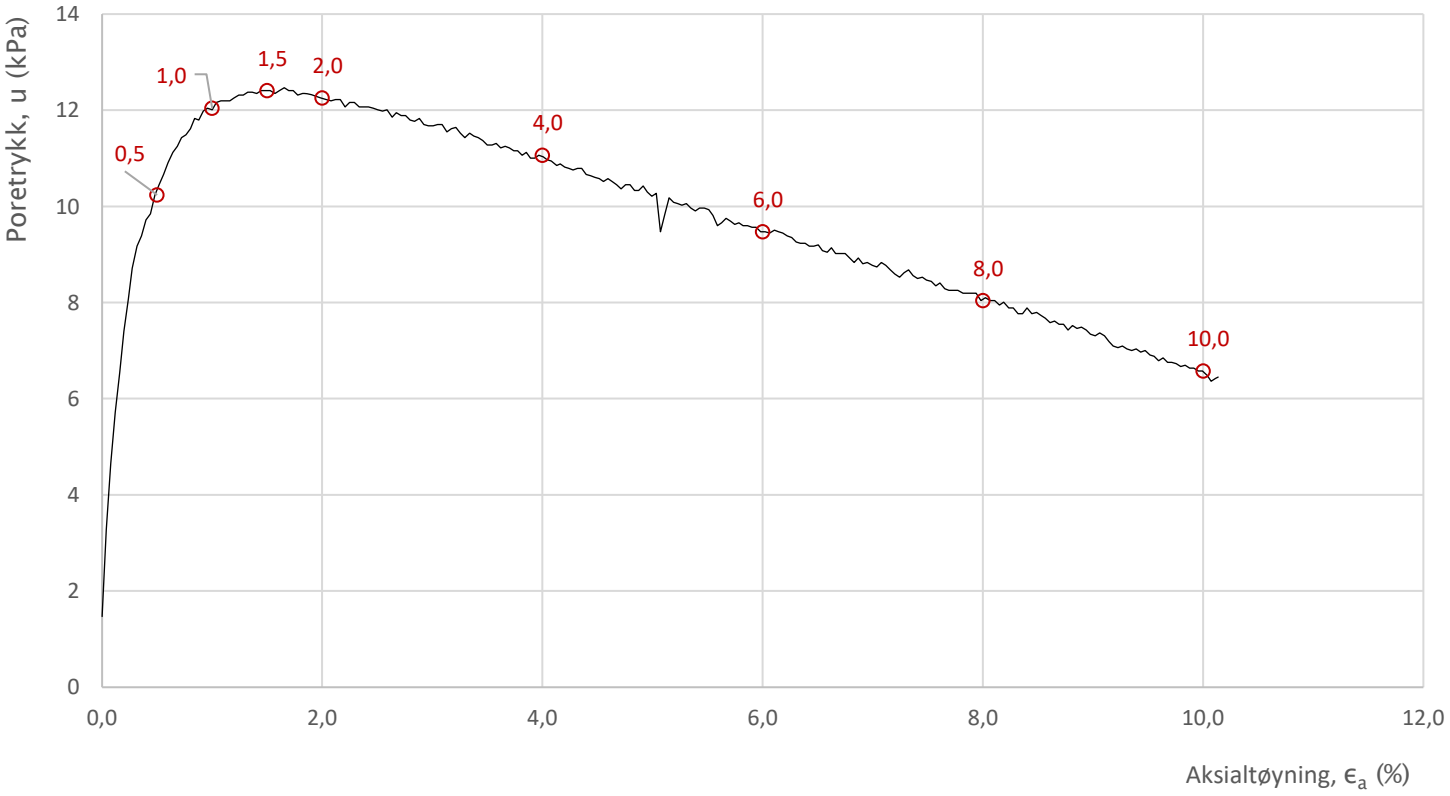


Prosjekt **Pelagia – Vestre sjøfylling**	Prosjektnummer: 10244467. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **9**
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				Dybde (m) **3,35**
Multiconsult	Utført vt	Kontrollert mash	Godkjent MGN	Forsøkstype **CAUc**
	Region Midt	Dato utført 28.06.2022	Revisjon 0 Rev. dato	Figur **450.2**

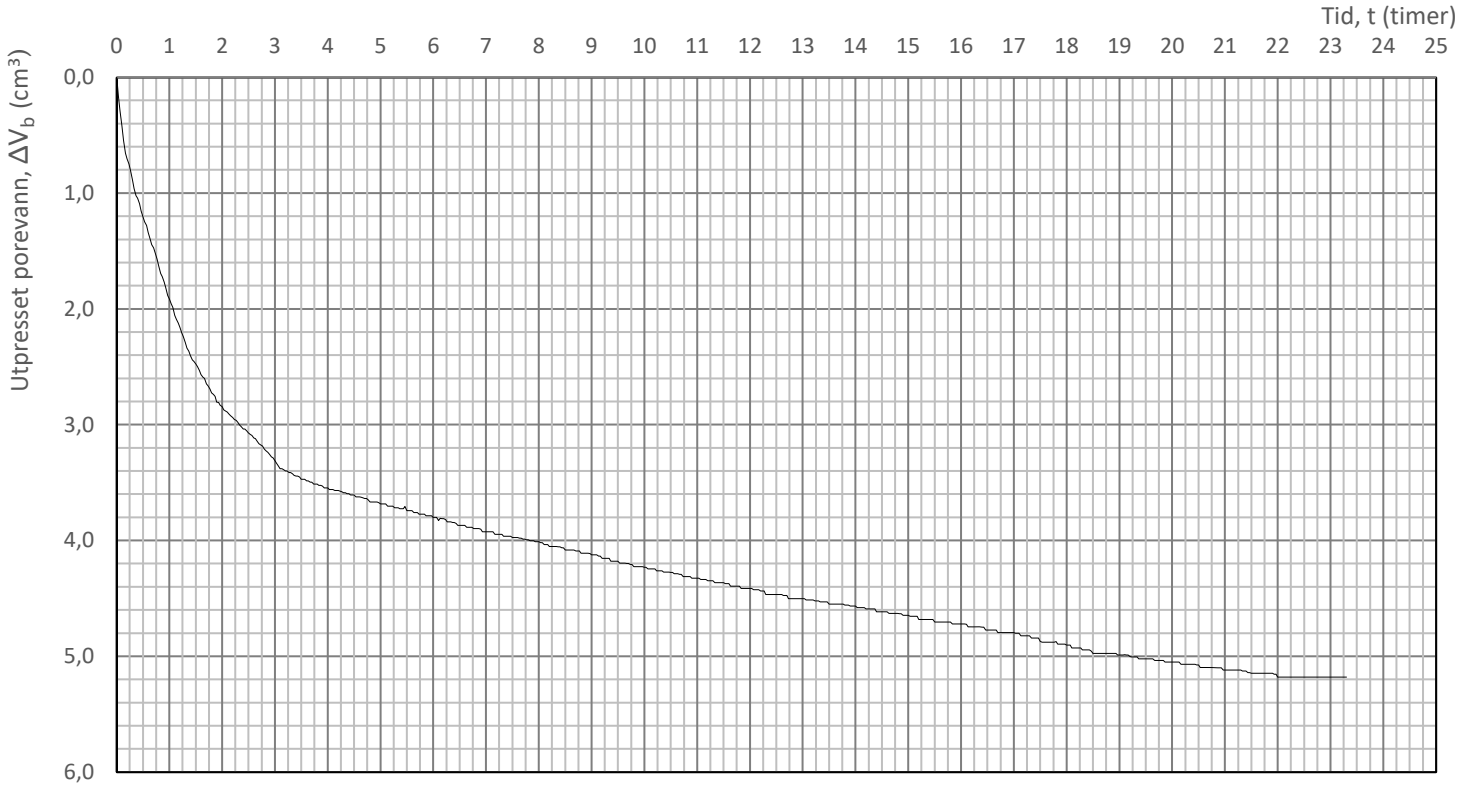


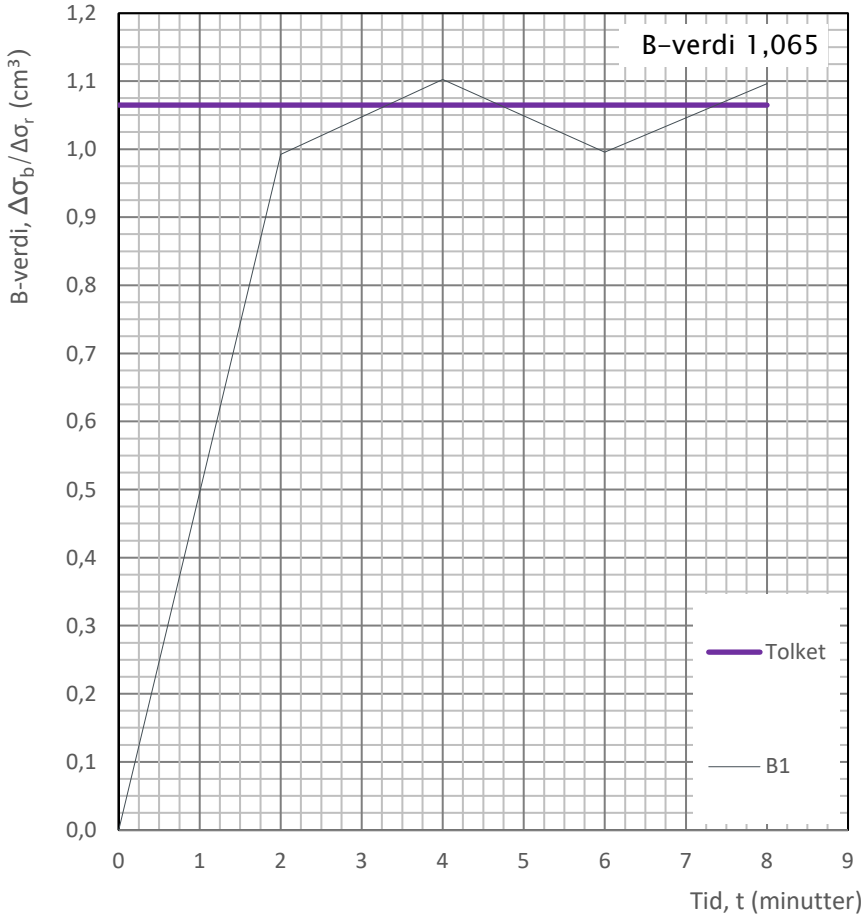
Prosjekt	Prosjektnummer: 10244467. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull
Pelagia – Vestre sjøfylling				9
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)				3,35
Multiconsult	Utført: vt	Kontrollert: mash	Godkjent: MGN	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 28.06.2022	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 450.3





Prosjekt **Pelagia – Vestre sjøfylling**	Prosjektnummer: 10244467. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull 9
Innhold Bruddutvikling i skjærfase, εa-τ og εa-u plott				Dybde (m) 3,35
Multiconsult	Utført vt	Kontrollert mash	Godkjent MGN	Forsøkstype CAUc
	Region Midt	Dato utført 28.06.2022	Revisjon 0 Rev. dato	Figur 450.4





Prosjekt **Pelagia – Vestre sjøfylling**	Prosjektnummer: 10244467. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **9**
Innhold Konsolidering				Dybde (m) **3,35**
Multiconsult	Utført vt	Kontrollert mash	Godkjent MGN	Forsøkstype **CAUc**
	Region Midt	Dato utført 28.06.2022	Revisjon 0 Rev. dato	Figur **450.5**

Sonde og utførelse

Sondenummer	4443	Boreleder	JAM
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	0,9
Kalibreringsdato	05.02.2021	Maks helning (°)	3,5
Dato sondering	06.06.2022	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	1300	3930	3851
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	0,5869	0,0097	0,0198
Arealforhold	0,8500	0,0000	
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	5,278	0,145	0,594
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	7810,3	106,7	438,5
Registrert etter sondering (kPa)	0,0	0,1	-0,4
Avvik under sondering(kPa)	0,0	0,1	0,4
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,1	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	6000,3	65,1	198,0

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

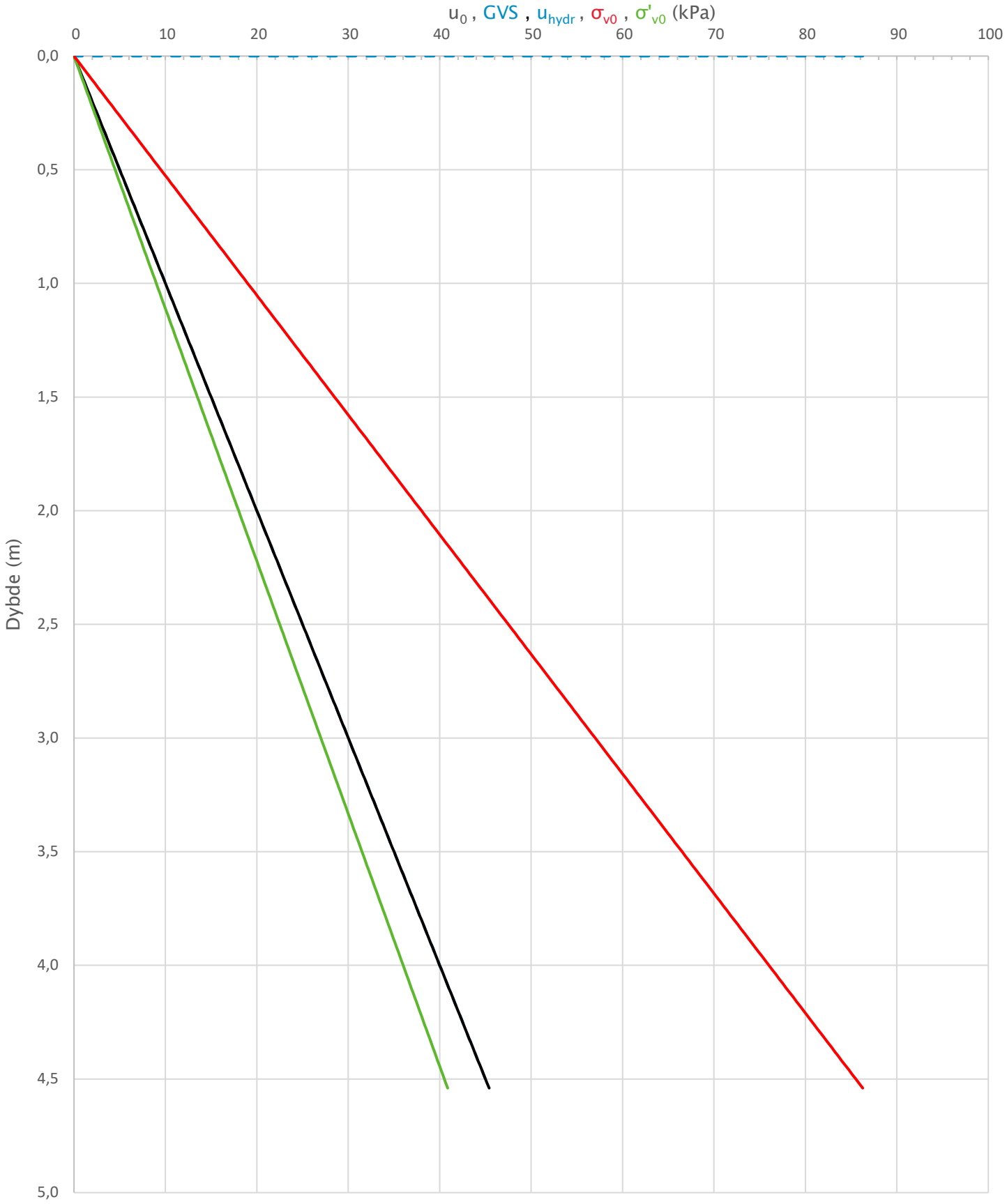
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**0,7**	**0,0**	**0,1**	**0,2**	**0,4**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

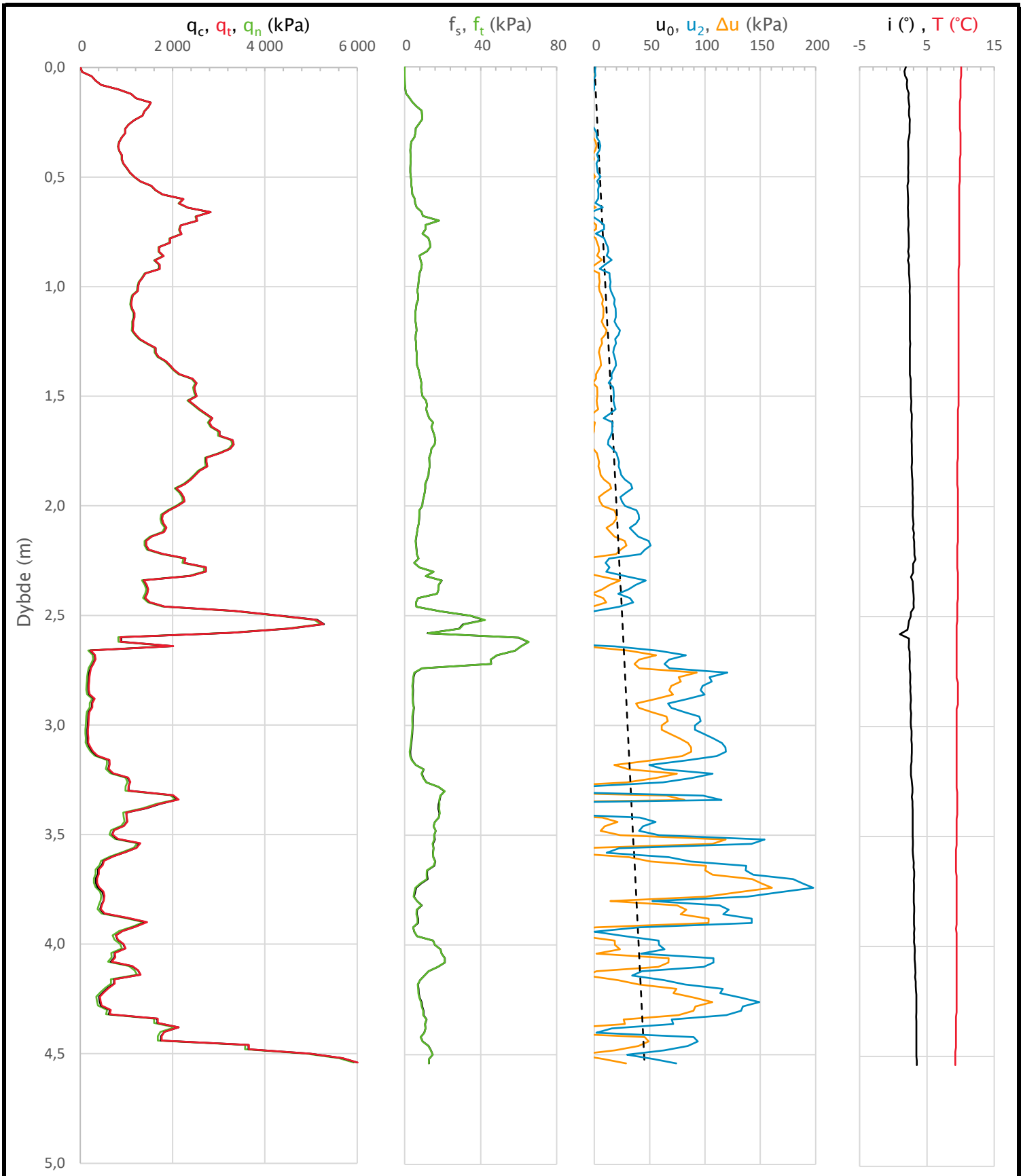
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

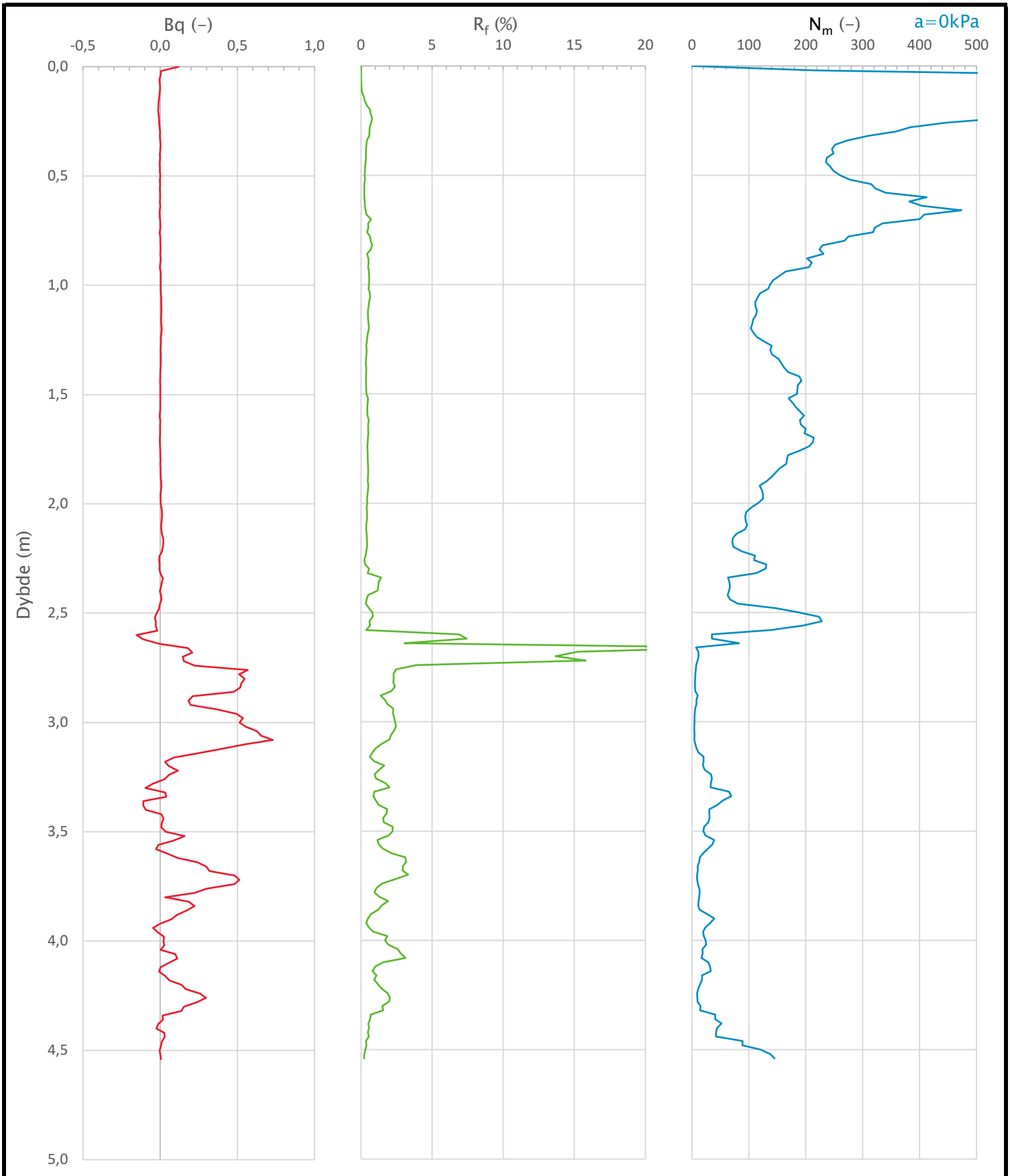
Prosjekt **Pelagia - Vestre sjøfylling**	Prosjektnummer: 10244467	Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull Kote -20 **9**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **4443**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert IEO	Godkjent MGN	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 06.06.2022	Revisjon Rev. dato 06.07.2022	RIG-TEG **500.1**



Prosjekt **Pelagia – Vestre sjøfylling**	Prosjektnummer: 10244467 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull Kote -20 **9**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **4443**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert IEO	Godkjent MGN	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 06.06.2022	Revisjon Rev. dato 06.07.2022	RIG-TEG **500.2**



Prosjekt **Pelagia – Vestre sjøfylling**	Prosjektnummer: 10244467 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull Kote -20 **9**
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer **4443**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert IEO	Godkjent MGN	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 06.06.2022	Revisjon Rev. dato 06.07.2022	RIG-TEG **500.3**



Prosjekt **Pelagia – Vestre sjøfylling**	Prosjektnummer: 10244467 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull 9 Kote -20
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer 4443
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert IEO	Godkjent MGN	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 06.06.2022	Revisjon Rev. dato 06.07.2022	RIG-TEG 500.4

Multiconsult

VEDLEGG 1

Kalibreringsskjema CPTU-sonde

(1 side)

Göteborg:2021-02-05

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4443

Probe No	4443
Date of Calibration	2021-02-05
Calibrated by	Alexander Dahlin. Alexander Dahlin
Run No	1587
Test Class:	ISO 1

Point Resistance — Tip Area 10cm²

Maximum Load	50	MPa
Range	50	MPa
Scaling Factor	**1300**	
Resolution	0,5869	kPa
Area factor (a)	0,85	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 5,278 kPa

Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction — Sleeve Area 150cm²

Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	**3930**	
Resolution	0,0097	kPa
Area factor (b)	0	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,145 kPa

Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	**3851**	
Resolution	0,0198	kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,594 kPa

Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle. — Scaling Factor: 0,94

Range	0 - 40	Deg.

Backup memory

Temperature sensor

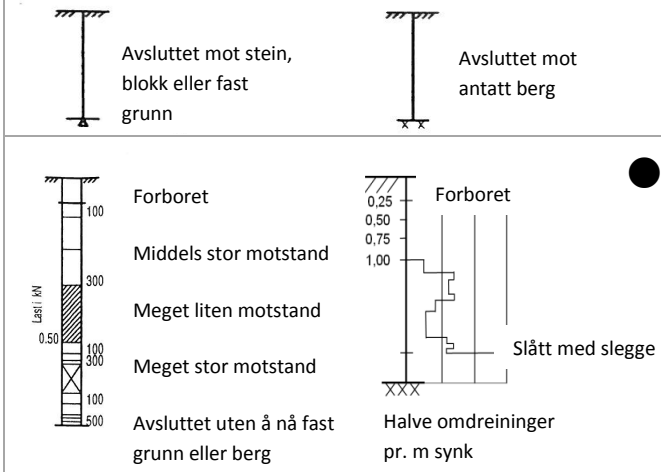
Multiconsult

BILAG 1

Feltundersøkelser

(2 sider)

Multiconsult

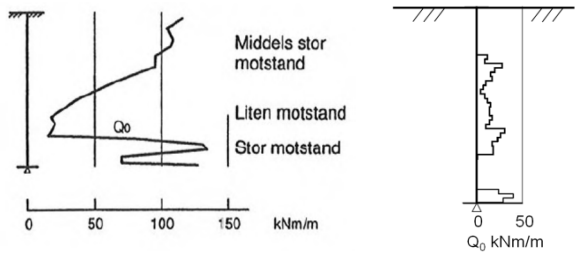


Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare ϕ22 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 ½-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

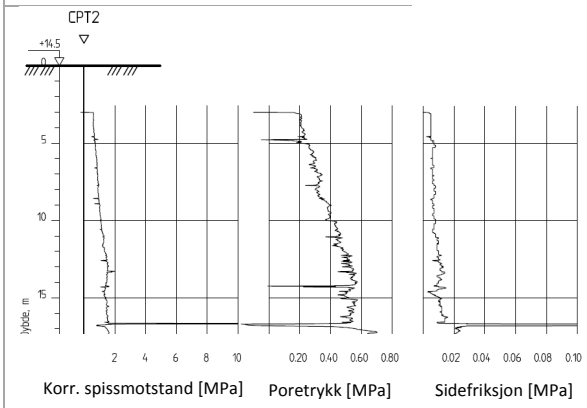
Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybde-skala og tverrstrek for hver 100 ½-omdreininger. Skravur angir synk uten dreiing, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.



RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare ϕ32 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_o pr. m nedramming.

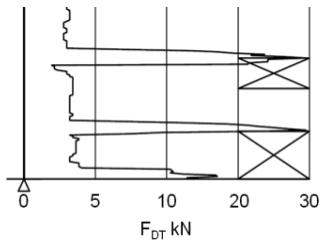
Q_o = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

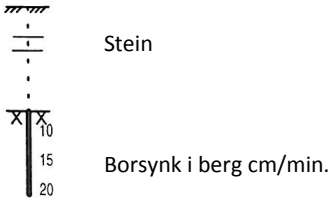
Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjons-hastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles 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).



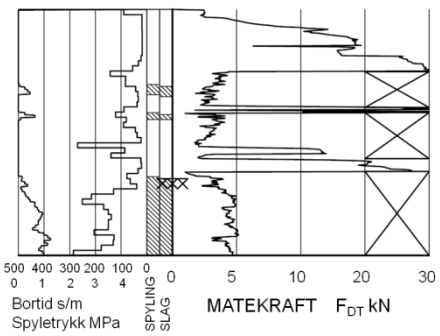
DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare ϕ36 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.



BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare ϕ45 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 dreietrykksondering og berg-kontrollboring. Det benyttes ϕ45 mm borstenger og ϕ57 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.

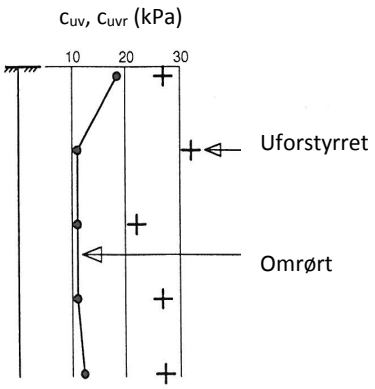
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stigehøyde (auger). Med borrigg 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/blokkprøvetaing (Uforstyrrede prøver):

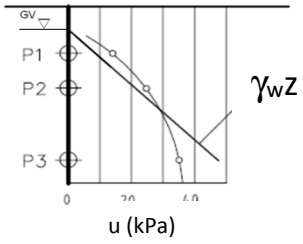
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom ϕ54 mm (vanligst) og ϕ95 mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

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



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekors med dimensjoner b x h = 55x110 mm eller 65x130 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 overlagringstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKKSMÅLING

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 stigehøyde 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.

Multiconsult

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 ovre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

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

VANNINNHOLD

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

KONSISTENSGRENSER

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

HUMUSINNHOLD

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

DENSITET, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET

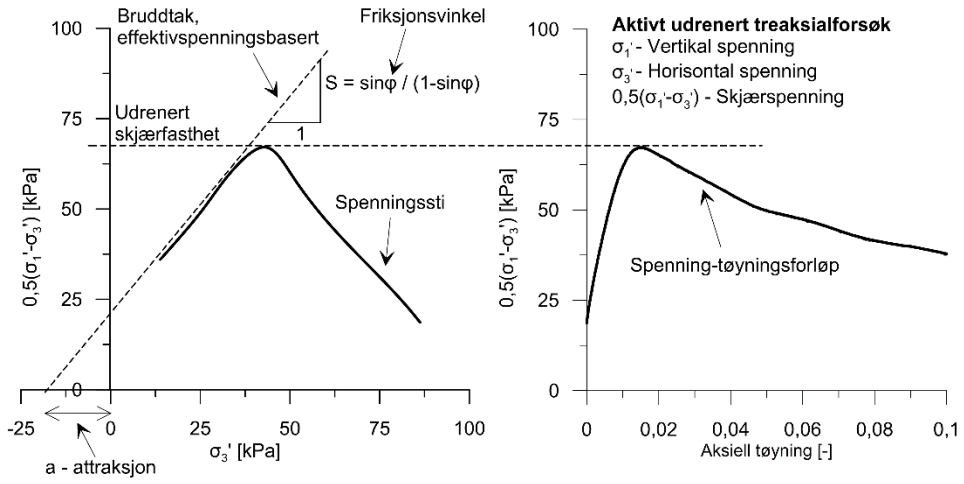
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet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

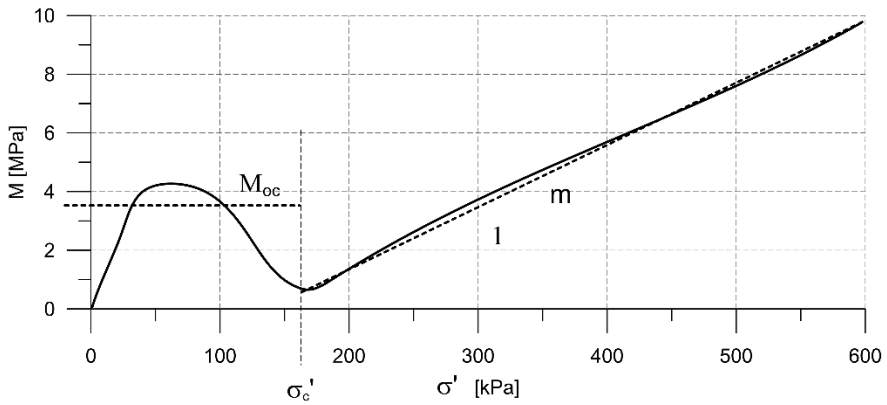


SENSITIVITET

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 overlagring 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 stigehøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

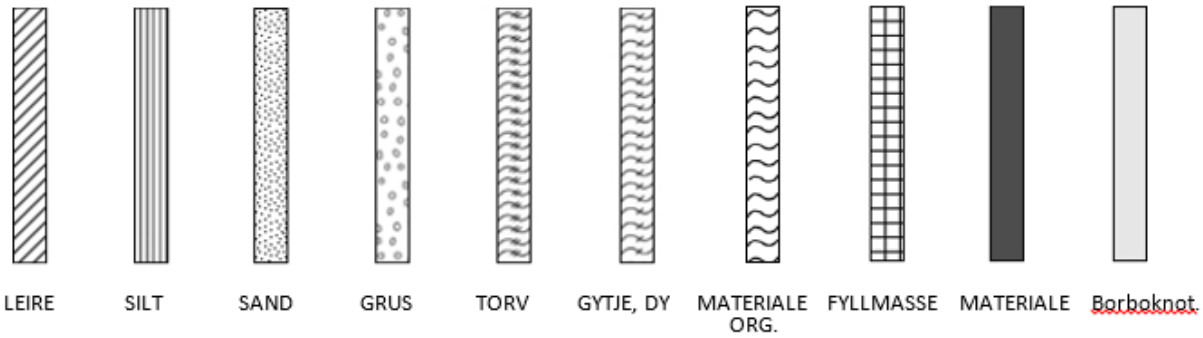
KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

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

PERMEABILITET

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

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



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

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %
SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelsene 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) / Treaksialforsøk (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 maksgrense 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 maksgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}	▽	Omrørt konus c_{urfc}	▼
Enaksialt trykkforsøk *Strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd*	0 / 15 / 5 / 10	Omrørt konus c_{urfc} ≤2,0kPa	▼ 0,9

Multiconsult

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
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser