



RAPPORT

Utredning av skredfare for Skibakkveien (Lørenfallet) og Tømmereggen (Frogner)

GEOTEKNISK DATARAPPORT, SKIBAKKVEIEN,
LØRENFALLET

DOK.NR. 20230480-01-R
REV.NR. 1 / 2024-03-06

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: Utredning av skredfare for Skibakkveien (Lørenfallet) og Tømmereggen (Frogner)
Dokumenttittel: Geoteknisk datarapport, Skibakkveien, Lørenfallet
Dokumentnr.: 20230480-01-R
Dato: 2023-12-19
Rev.nr. / Rev.dato: 1/ 2024-03-06

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Lillestrøm kommune
Kontaktperson: Kjersti Mikalsen, Solveig Tveter Bratlie
Kontraktreferanse: Kontrakt signert 2023-09-19

for NGI

Prosjektleder: Laura Rødvand
Utarbeidet av: Hallvard Skrede
Kontrollert av: Håkon Heyerdahl

Sammendrag

NGI har på oppdrag for Lillestrøm kommune utført geotekniske grunnundersøkelser ved Skibakkveien på Lørenfallet, Lillestrøm kommune. Resultatene fra grunnundersøkelsene er presentert i foreliggende datarapport. Grunnundersøkelsene inngår i utredning av skredfare i området.

Feltundersøkelser er utført i november 2023. Totalt er det utført 5 dreietrykksonderinger, og 4 trykksonderinger. Det er i tillegg tatt opp 19 sylinderprøver og 6 poseprøver fordelt på 4 borpunkter, hvorpå det er utført rutineundersøkelser i laboratorium på alle prøvene. Ytterligere er det utført ett treaksialforsøk for å måle styrkeegenskaper til leiren, og ett ødometerforsøk for å undersøke deformasjonsegenskapene til leiren. Laboratoriearbeidet er utført på NGIs løsmasselaboratorium i november 2023.

Det er påvist sprøbruddmateriale, derunder kvikkleire, i enkelte av de undersøkte prøvene.¹

¹ Begrepet sprøbruddmateriale og kvikkleire tilskrives jordarter med omrørt skjærfasthet $s_{ur,fc}$ hhv. ≤ 1.27 og ≤ 0.33 kPa iht. /1/-/2/.

Innhold

1	Innledning	6
2	Feltundersøkelser	7
2.1	Generelt	7
2.2	Dreietrykksondering	8
2.3	Trykksondering	8
2.4	Prøvetaking	8
2.5	Poretrykksmålinger	10
3	Laboratorieundersøkelser	10
3.1	Generelt	10
3.2	Rutineundersøkelser	10
3.3	Treaksialforsøk	11
3.4	Ødometerforsøk	11
4	Referanser	11

Bilag

Bilag 1 Tegnforklaring plan- og profiltegninger

Tegning

Tegning nr. 001 Borplan

Vedlegg

Vedlegg A	Dreietrykksonderinger
Vedlegg B	Trykksonderinger
Vedlegg C	Rutineundersøkelser
Vedlegg D	Treaksialforsøk
Vedlegg E	Ødometerforsøk
Vedlegg F	Poretrykksmålinger

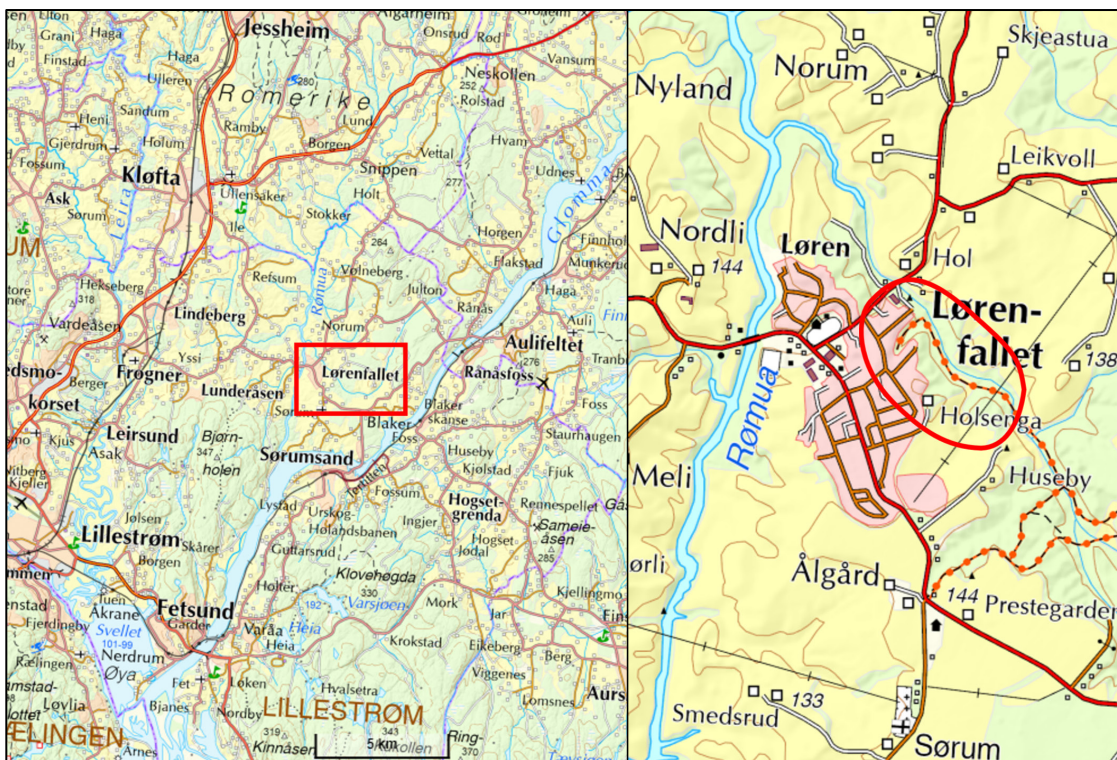
Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Lillestrøm kommune ønsker å undersøke om eksisterende bebyggelse ved Skibakkveien er utsatt for skredfare, og om det eventuelt er behov for stabiliserende tiltak for å sikre eksisterende bebyggelse. I den forbindelse har Lillestrøm kommune engasjert NGI til å utrede skredfaren. Som et av de første leddene i utredningen skal det utføres grunnundersøkelser for å kartlegge grunnforholdet.

NGI har utarbeidet et forslag til borplan, og revidert denne etter innspill fra kommunen. Grunnundersøkelsene er utført i tråd med omforent borplan og er presentert i foreliggende geotekniske datarapport. Borede dybder for CPTU, antall prøver osv. er tilpasset underveis i feltarbeidene, basert på sonderingsresultatene.

Undersøkellesområdet er vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Venstre: Oversiktskart med plassering av prosjektområdet. Høyre: Undersøkellesområdet for den pågående skredfareutredningen.

2 Feltundersøkelser

2.1 Generelt

Feltundersøkelser er utført i november 2023. Grunnundersøkelsene er utført av NGI ved boreledere Tor Overskeid og Trond Inge Andersen. Undersøkelsene ble gjennomført med beltegående geoteknisk borerigg av typen Geomachine 85 (2019-modell).

Borplan er vist på tegning nr. 001. Borpunktene er innmålt av NGI med GNSS (antenne SP60, målebok TDC600, programvare "Trimble access" inkludert tjenesten "Trimble® VRS now™" fra Trimble og kartverket) i koordinatsystem EUREF89 UTM-sonen 32, høydesystem NN2000. Innmålingene har en nøyaktighet på 2 cm i horisontal- og vertikalplanet.

Borpunktene er indeksert etter boreentreprenør (se fotnote 1 i Tabell 2-1) og årstall for året da grunnundersøkelser først ble utført i borpunktet. Deretter følger borpunktnummeret i det tilhørende grunnundersøkelsesprogrammet. Det innebærer at nye undersøkelser utført ved tidligere undersøkte borpunkter «arver» det tidligere borpunktnavnet (ref. /3/-/3/) gir en oversikt over nye feltundersøkelser i de forskjellige borpunktene, utført i forbindelse med den pågående skrefareutredningen.

Tabell 2-1 gir en oversikt over nye feltundersøkelser i de forskjellige borpunktene, utført i forbindelse med den pågående skrefareutredningen.

Tabell 2-1 Oversikt over utførte boringer og tilhørende koordinater.

Borpunkt ¹	Koordinat ²			Metode ³			
	Nord	Øst	Z	DRT	CPTU	PZ ⁴	PR
NG23-1	6655941.98	624568.62	112.19	1	1	-	X
NG23-2	6655820.86	624636.33	112.48	1	-	-	-
NG23-3	6655763.80	624499.74	136.65	1	-	-	-
NG23-4	6655674.36	624606.89	138.73	1	1	-	X
NG23-5	6655685.32	624734.99	114.49	1	1	-	X
RA20-1	6656050.72	624458.58	122.27	-	1	-	X
RA20-2	6656046.17	624520.72	111.81	-	-	1	-
VS21-3	6655923.02	624485.00	129.41	-	-	1	-

1 NG = NGI, RA = Rambøll, VS = VSO Consulting
 2 Koordinatsystem EUREF89, UTM-sonen 32, høydesystem NN2000
 3 DRT = Drietrykksondring, CPTU = Trykksondring, PZ = Piezometer (poretrykksmåler), PR = Prøvetaking
 4 Avlesning av eksisterende piezometere

2.2 Dreietrykksondering

Det er utført dreietrykksonderinger (DRT) i 5 borpunkter for å kartlegge grunnens relative fasthet, eventuelle laggrenser, og for å anskaffe eventuelle indikasjoner på forekomst av kvikkleire og sprøbruddmateriale, jfr. Tabell 2-1.

Det er generelt stor mektighet av løsmasser i området. Det ble boret fra terrengoverflaten, som varierer mellom 140-110 moh. og ned til et laveste høydenivå lik ca. 90 moh. Dypeste borer er 35 meter dype. Alle boreintervaller var gjennom løsmasser, dvs. at faste (ikke-penetrerbare) masser eller eventuell bergoverflate ikke ble påtruffet i noen av boringene. Resultatene fra sonderingene er vist som enkeltboringer i vedlegg A.

2.3 Trykksondering

Det er utført trykksonderinger med poretrykksmåliger (CPTU) i 4 borpunkter, jfr. Tabell 2-1. Resultatene fra trykksonderingene kan benyttes til en mer nøyaktig kartlegging av laggrenser og mulig identifisering av kvikkleire/sprøbruddmateriale, samt benyttes som grunnlag for estimering av geotekniske jordparametere, herunder konsoliderings- (historisk overlaging), deformasjons- og styrkeparametere.

For alle sonderingene ble det forboret gjennom faste lag under terrengoverflaten. Det gjøres for å opprettholde fullstendig metning av sonden og dermed sikre pålitelige poretrykksmåliger. Sonderingene ble utført til dyp oppimot 35 meter, med terrengoverflate varierende mellom 110-140 moh., og sondering ned mot laveste høydenivå lik 90 moh. Faste ikke-penetrerbare masser eller eventuell bergoverflate (ikke påvisbar med metoden) ble ikke påtruffet i noen av boringene.

Ytterligere detaljer om bormetoden og sonderingsprofiler er presentert i vedlegg B.

2.4 Prøvetaking

Det ble tatt opp prøveserier i 4 borpunkter, jfr. Tabell 2-1. For prøvetaking er det benyttet $\phi 72$ mm sylindreprøvetaker med tynnveggede stålsylindre (uforstyrrede prøver), og skovl/naver for opptak av poseprøver (forstyrrede prøver). Det har blitt tatt opp totalt 19 sylindreprøver og 6 poseprøver. En oversikt over prøvetakingsintervallene er gitt i Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Oversikt over prøvetaking med dybder.

Borpunkt	Indeks, sylinderprøve eller [poseprøve]; Prøvedybde													
NG23-1	1	2.0 - 2.8m	2	5.0 - 5.8m	3	7.0 - 7.8m	4	11.0 - 11.8m	5	15.0 - 15.8m				
NG23-4	[1]	1.0 - 2.0m	[2]	4.0 - 5.0m	3	7.0 - 7.8m	4	10.0 - 10.8m	5	13.0 - 13.8m	6	15.5 - 16.3m	7	19.0 - 19.8m
NG23-5	[1]	1.0 - 2.0m	[2]	3.0 - 4.0m	3	5.0 - 5.8m	4	7.0 - 7.8m	5	11.0 - 11.8m	6	14.0 - 14.8m		
RA20-1	[1]	2.0 - 3.0m	[2]	4.0 - 5.0m	3	7.0 - 7.8m	4	9.0 - 9.8m	5	12.0 - 12.8m	6	16.0 - 16.8m	7	18.0 - 18.8m
											Fargekoder - Status, prøvetaking:			
											Manglet liten andel (≤ 10 cm)			
											Manglet større andel (≥ 10 cm)			

2.5 Poretrykksmålinger

Som del av grunnundersøkelsene er poretrykket målt i eksisterende installerte piezometre i undersøkelsesområdet (ref. /3/, /3/). Begge piezometerne er hydrauliske. En oversikt over piezometerne er presentert i Tabell 2-3. I vedlegg F presenteres resultatene ledsaget av detaljer om metoden.

Tabell 2-3 Oversikt over installerte piezometre.

Borpunkt, referanse	Installasjonsdato	Terrengnivå (moh)	Dybde, målespiss (m)	Nivå, målespiss (moh)
RA20-2, /3/	Ukjent, men før 20.11.2020	111.8	10.0	101.8
VS21-3, /3/	23.09.2021	129.4	5.0	124.4

3 Laboratorieundersøkelser

3.1 Generelt

Laboratorieprogrammet er utarbeidet av NGI og alle laboratorieforsøk er utført ved NGIs løsmasselaboratorium i Oslo. Det er gjennomført standard rutineundersøkelser på 19 sylinderprøver og 6 poseprøver, fordelt på 4 borpunkter. I tillegg er det utført enkelte avanserte laboratorieforsøk (treaksialforsøk og ødometerforsøk) for å kartlegge styrke- og deformasjonsparametere av leirprøver.

3.2 Rutineundersøkelser

Det er utført standard rutineundersøkelser på alle de opptatte sylinder- og poseprøvene.

Rutineundersøkelser (indeksforsøk) innebærer prøveåpning med visuell materialbeskrivelse, bestemmelse av naturlig vanninnhold (w), romvekt (γ), og uforstyrret skjærfasthet (s_u) ved enaksialt trykkforsøk og ved konusforsøk, samt omrørt skjærfasthet ($s_{u,r}$) ved konusforsøk. Det er også utført bestemmelse av Atterbergs konsistensgrenser ($w_p + w_L$) for utvalgte prøver og kornfordelingsanalyser for et par av prøvene. Resultater er vist i vedlegg C.

En oversikt over funn av kvikkleire og øvrig sprøbruddmateriale i prøvene er presentert i Tabell 3-1.²

² Begrepet sprøbruddmateriale og kvikkleire tilskrives jordarter med omrørt skjærfasthet $s_{u,fc}$ hhv. ≤ 1.27 og ≤ 0.33 kPa iht. /1/ og /2/.

Tabell 3-1 Oversikt over undersøkte sylindrerprøver med påvist forekomst av sprøbruddmateriale.

Borpunkt	Kvikkleire	Øvrig sprøbruddmateriale
NG23-4	13-14 m, 15.5-16.5 m, 19-20 m	10-11 m
RA20-1	12-13 m, 16-17 m	18-19 m

3.3 Treksialforsøk

Hensikten med treksialforsøkene er å bestemme styrkeparameterne til jordmaterialet. Det er utført ett treksialforsøk av typen: anisotrop konsolidert aktivt udrenert treksialforsøk (CAUA), (eng. CAUC). Prøven er fra borhull NG23-4. Prøven er konsolidert til anslått in-situ spenningsnivå før udrenert skjæring (dvs. før belastning til brudd). Detaljer om metodikk er beskrevet i vedlegg D, etterfulgt av forsøksresultatene.

3.4 Ødometerforsøk

Hensikten med ødometerforsøk er å måle grunnens konsoliderings- og deformasjonsegenskaper, samt å estimere prekonsolideringsspenningen (p'_c). Det er utført ett kontinuerlig ødometerforsøk av typen CRS (Constant Rate of Strain) på en prøve fra borhull NG23-4. Detaljer om metodikk er beskrevet i vedlegg E, etterfulgt av forsøksresultatene.

4 Referanser

- /1/ Standard Norge AS (SN) (2017) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 6: Konusprøving*. NS-EN ISO 17892-6:2017, dato: (06.2017).
 - /2/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (2020) *Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*. NVE veileder nr. 1/2019, dato: (12.2020). Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf.
 - /3/ Rambøll Norge AS (2021) *Datarapport fra grunnundersøkelse. Lillestrøm kommune PA715 Holsbekken*. Oppdragsnr. 1350041635, rapport nr. 1, dato: (17.03.2021).
- VSO Consulting AS (2021) *Skibakkveien 12, Lillestrøm kommune. Geoteknisk Undersøkelsesrapport*. Datert 08.11.2023.

Plantegninger

Symbol	Metode	Symbol	Metode
○	Enkel sondering	▽	Trykksondering (CPTU)
●	Dreiesondering	⊖	Poretrykksmåling
◊	Dreietrykksondering	■	Setningsmåling
▼	Ramsondering	▣	Helningsmåling
☆	Fjellkontrollboring	⊗	In situ permeabilitetsmåling
⊕	Totalsondering	⊙	Prøveserie
+	Vingeboring	□	Prøvegrop

Nivåer og dybder (m)

118 ☆ $\frac{12,8}{-5,7}$ 18,5+3,0

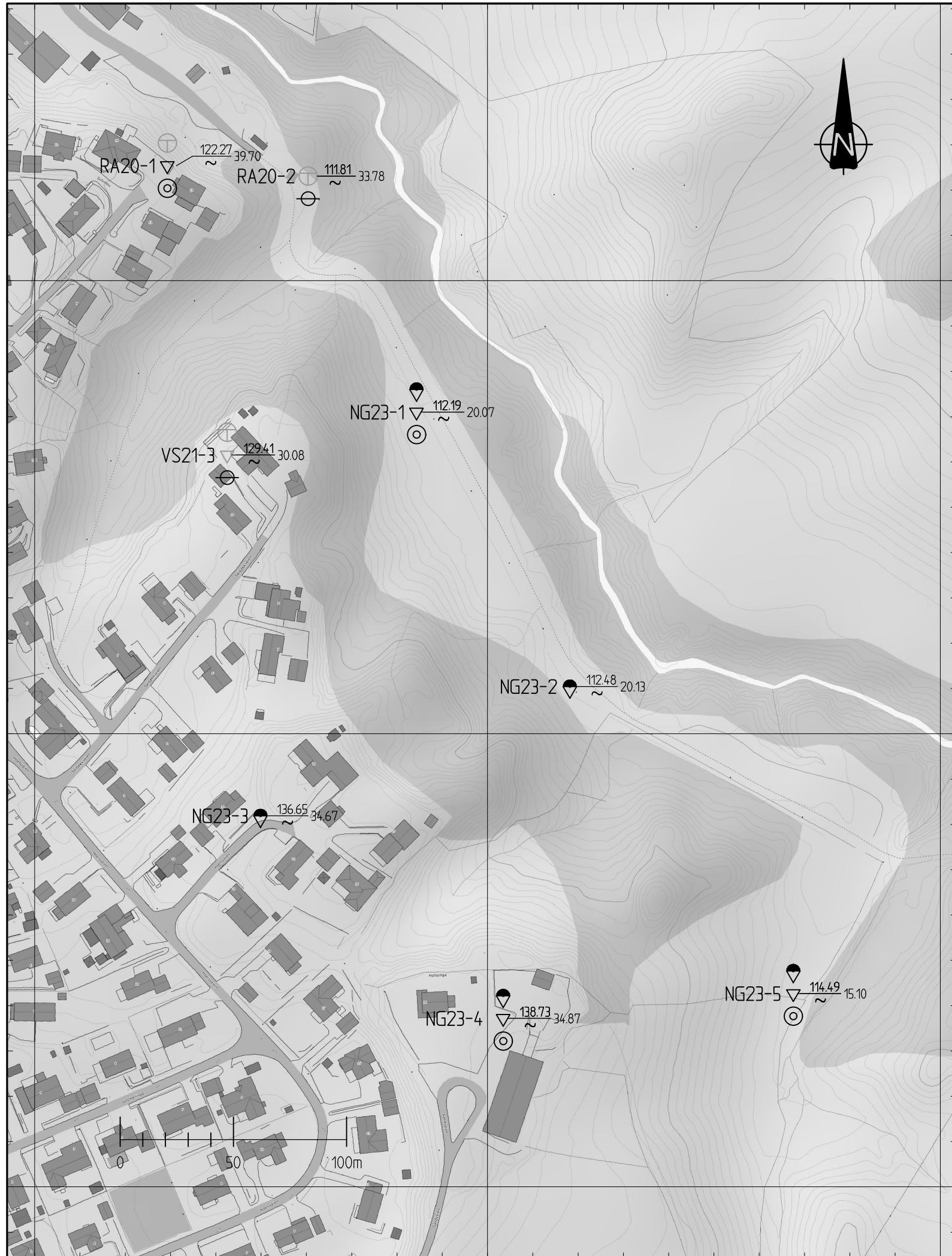
Foran symbol: Punkt nr. (118)
 Over linjen: Kote terreng (12,8) eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann
 Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5) + boret dybde i fjell (+3,0).
 Under linjen: Kote antatt fjell (-5, 7). Antas at fjell ikke er påtruffet angis ~.

Profiltegninger

Konturlinjer	
	Terreng
	Berg
	Vannstand
	Grunnvannsspeil

Forboring	
	Forboret
	Forboret med grovere utstyr

Avslutning av boring	
	Boring avsluttet (årsak ikke angitt)
	Antatt stein, blokk eller fast grunn
	Boret i berg



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◊ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- +
- ⊖ Poretrykksmåling
- ⋈ Fjell i dagen

Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Beskrivelse:

Grunnundersøkelser som ikke er utført som del av dette grunnundersøkelsesprogrammet er tegnet med svak gråfarge.

00	Originalt dokument	01.12.2023	HSk	HHe	LaH
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Lillestrøm kommune Utredning av skredfare for Skibakkveien (Lørenfallet) og Tømmereggen (Frogner)		Status			
		Original format A3			
20230480-01-R Borplan, oversiktskart Utførte grunnundersøkelser 02.11.-30.11.23		Tegningens filsti G:\geoteknisk\20230480\AUTOGRAF\12 - Plantegninger\Borplan\20230480-01-R_Skibakkveien.dwg			
		Målestokk 1:2000			
NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		01.12.2023	HSk	HHe	LaH
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20230480	001	00	

Vedlegg A

DREIETRYKKSONDERINGER

Innhold

A1 Metode	2
A2 Resultater	2
A3 Referanser	2

Figurer

Figur A1 – A5 Dreietrykksønderinger

A1 Metode

Grunnundersøkellesmetoden dreietrykksondering benyttes for å bestemme lagdeling i løsmasser og dybde til fast grunn. Metoden er ikke egnet for sikker påvisning av berg. Resultatene gir grunnlag for å identifisere jordarter og vurdere relativ fasthet i grunnen. Metoden gir indikasjon på sensitiviteten til bløte leirer.

Borstengene som bores ned har diameter $\phi 36$ mm og er enten 1, 1,3 eller 2 meter lange. For hver stanglengde som bores ned, monteres en ny stang. Spissen av borstrengen (samlingen av stenger) er utstyrt med en borspiss med diameter $\phi 55$ mm.

Sonderingen utføres ved å trykke borstrengen ned i grunnen med konstant nedpressingshastighet (v) og rotasjonshastighet (n), hhv. $3\pm 0,5$ m/min og 25 ± 5 omdreininger/min. Nedpressingskraften (F_{DT}) må justeres for å oppnå den spesifiserte hastigheten, med krav om nedpressings-kapasitet minst lik 30 kN. For å tilfredsstille dette kravet må boreriggen ha tilstrekkelig egenvekt eller forankres. Ved økt sonderingsmotstand benyttes økt rotasjon for å opprettholde borhastigheten, dette markeres i så fall i kolonnen lengst til høyre i sonderingsprofilen. /A1/

Nedpressingskraften måles ved boreriggen, det innebærer at sonderingsmotstanden (F_{DT}) som registreres er dermed summen av spissmotstand og sidefriksjon langs hele borstrengen. Skalaen er todelt, nærmere bestemt er skalaen lineær med ulik faktor mellom 0-10 kN og 10-30 kN.

Dreietrykksonden vil stoppe i møte med fastere lag, slik som: blokker, stein, fjell eller hardpakket morene. Metoden kan følgelig ikke benyttes til pålitelig bergpåvisning.

A2 Resultater

Resultater fra sonderingene vises som enkeltboringer i figur A1-A5.

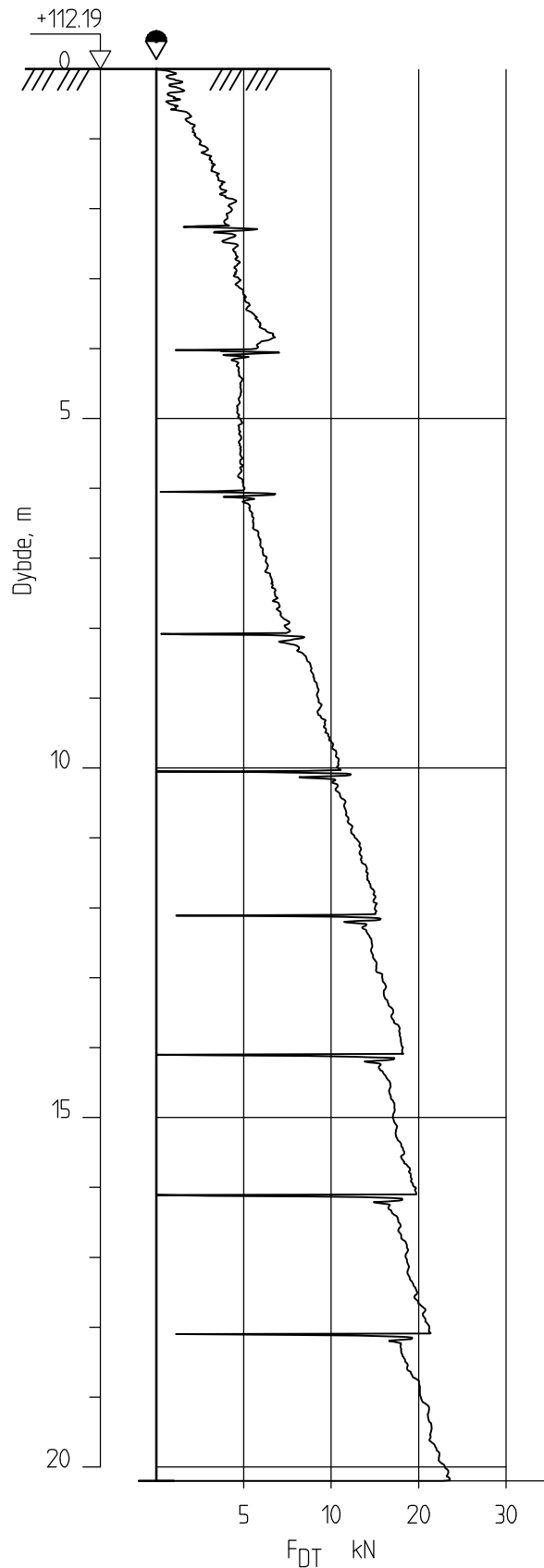
Det ble boret fra terrengoverflaten som varierte mellom ca. 110-140 moh., ned til dybder oppimot 35 meter, hvor laveste høydenivå var lik ca. 90 moh.

A3 Referanser

/A1/ Norsk Geoteknisk Forening (NGF) (1982) *Veiledning for utførelse av dreietrykksondering*. NGF melding nr. 7, rev. 1, dato: (1989). Tilgjengelig fra: <https://ngf.no/publikasjoner/melding-nr-7-veiledning-for-utforelse-av-dreietrykksondering-1982/>.

/A2/ Statens vegvesen (SVV) (1997) *Feltundersøkelser: Retningslinjer*. SVV håndbok R211, rev. 3, dato: (03.2021). Tilgjengelig fra: <https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/handle/11250/2733633>.

NG23-1



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

Dreietrykkssondering
M = 1 : 100

Dato.
01.12.2023

Figur nr.
A1

Tegn.
Hsk

Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

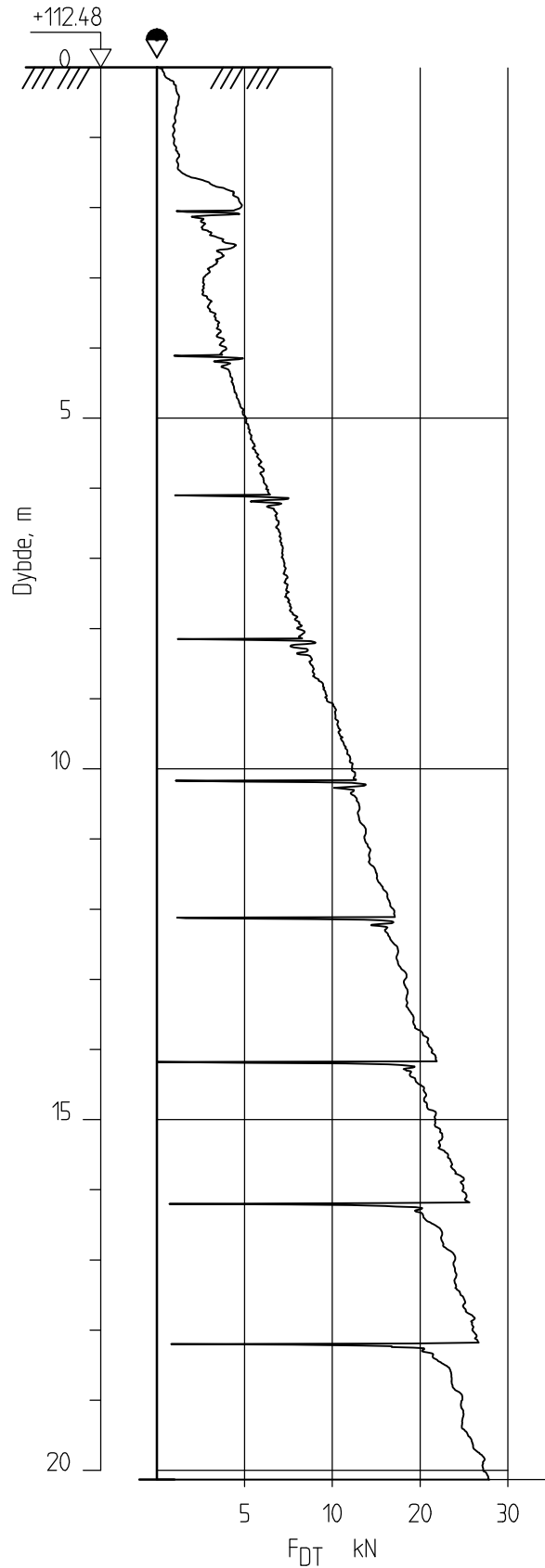
Borhull: NG23-1

Posisjon: X 665594.198 Y 624568.62

Dato boret: 07.11.2023



NG23-2



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

Dreietrykkssondering
M = 1 : 100

Dato.
01.12.2023

Figur nr.
A2

Tegn.
Hsk

Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

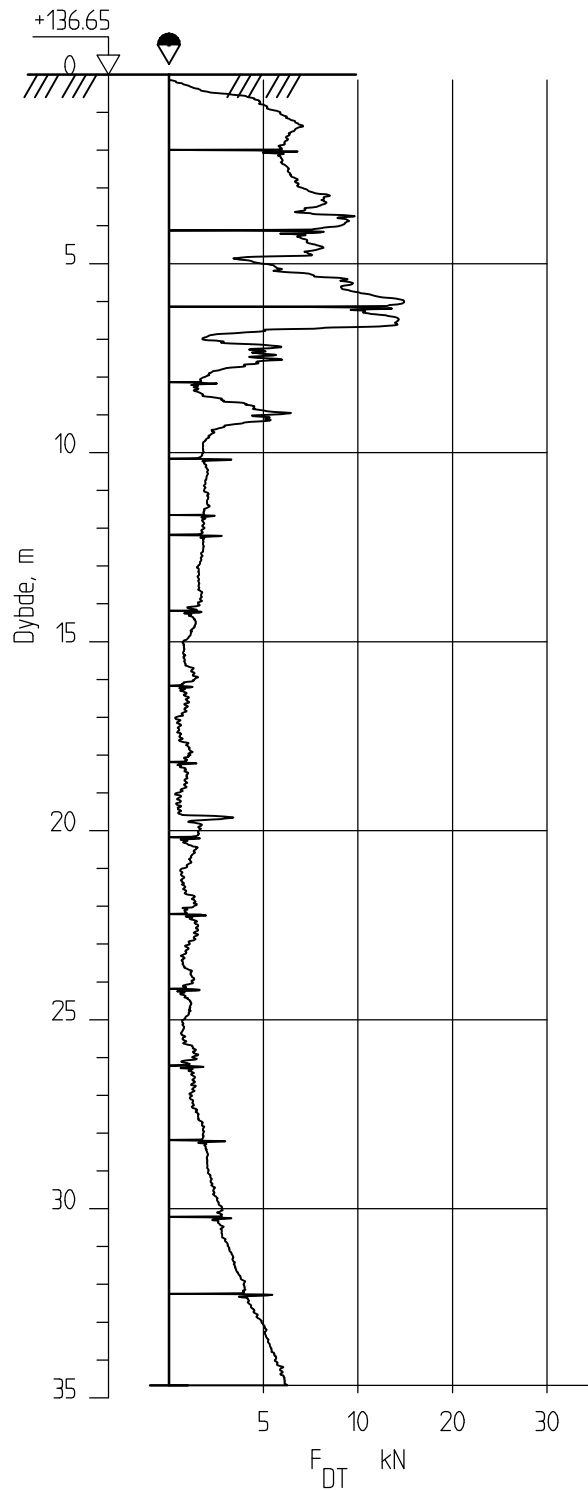
Borhull: NG23-2

Posisjon: X 6655820.86 Y 624636.33

Dato boret: 07.11.2023



NG23-3



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Dato.
01.12.2023

Figur nr.
A3

Tegn.
Hsk

Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

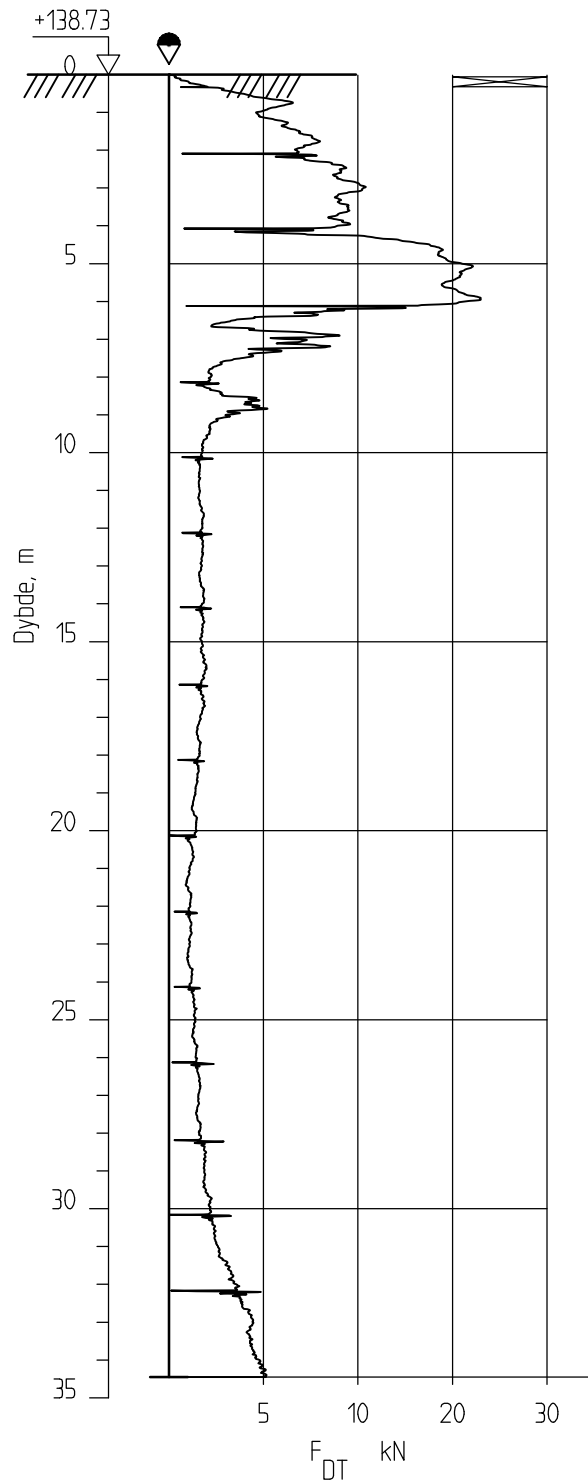
Borhull: NG23-3

Posisjon: X 6655763.80 Y 624499.74

Dato boret: 02.11.2023



NG23-4



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

Dreietrykkssondering
M = 1 : 200

Dato.
01.12.2023

Figur nr.
A4

Tegn.
Hsk

Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

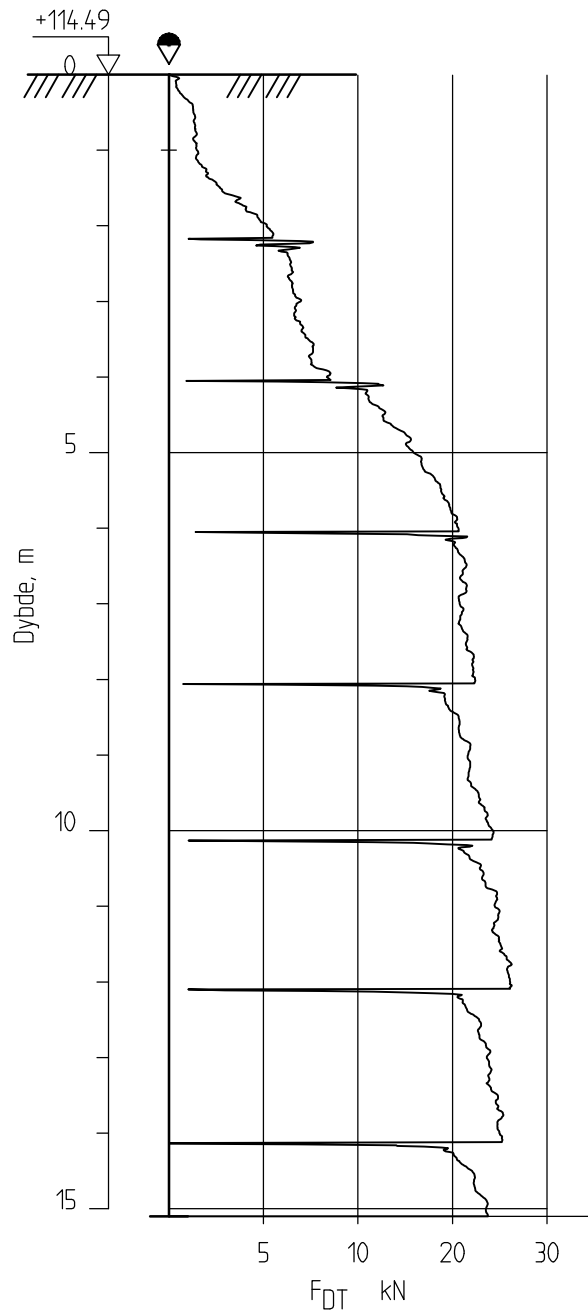
Borhull: NG23-4

Posisjon: X 6655674.36 Y 624606.89

Dato boret: 02.11.2023



NG23-5



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

Dreietrykkssondering
M = 1 : 100

Dato.
01.12.2023

Figur nr.
A5

Tegn.
Hsk

Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

Borhull: NG23-5
Posisjon: X 6655685.32 Y 624734.99 Dato boret: 08.11.2023



Vedlegg B

TRYKKSONDERINGER

Innhold

B1	Metode	2
B2	Utstyr	2
B3	Resultater	2
	B3.1 Nullpunktsavvik (NPA) og anvendelsesklasse (AK)	3
B4	Referanser	5

Bilag

Bilag B1 Kalibreringsark trykksonde 52008

Figurer

Figur B1 – B4 Trykksonderinger

B1 Metode

Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) benyttes for å tolke lagdelinger, jordart, lagringsbetingelser og jordartens mekaniske egenskaper.

Målinger gjøres ved at trykksonden presses ned i grunnen med konstant hastighet (20 ± 5 mm/s) /C1/, mens sonden avleser tre parametere: spissmotstand (q_c), sidefriksjon (f_s) og poretrykk (u_2). Disse målingene gjøres hhv. på konusen, friksjonshylsen og porefilterlokasjon 2 for standard trykksonder. Poretrykket i filteret bak sondespissen gir et trykkbidrag på sondespissen og korrigeres etter sammenhengen:

$$(q_t = q_c + (1-a) \cdot u_2)$$

Der (q_t) er den «korrigerte spissmotstanden» og (a) er arealfaktoren til sondespissen. Sammenhengen er gyldig såfremt trykknivået er likt i filteret bak spissen og kammeret innad filteret hvor poretrykksensoren er lokalisert. Dvs. ved ufullstendig metning av sonden kan sammenhengen være feilaktig.

Metoden egner seg ikke for bergkontroll eller for penetrasjon gjennom svært fast materiale. For fast (ikke-penetrerbart) materiale mellomliggende mindre faste masser vil det være behov for forboring for videre trykksondering. For å anskaffe pålitelige poretrykksmålinger (u_2) er det også normal praksis å forbore gjennom faste lag under terrengoverflaten. Faste lag vil typisk inneha dilatant materialøppførsel som under penetrasjon skaper et undertrykk som trekker porefiltervæsken ut av sonden. Forboring bidrar dermed til å opprettholde fullstendig metning av sonden under sondering /C2/. Eventuell forboring fremkommer i grafene (Figur B1-B4).

B2 Utstyr

Trykksonderingene er utført med trykksonde av typen ENVI Memocone med innebygget minnebrikke. Tabell 1 viser en oversikt over trykksondennummer, tilhørende arealfaktor og siste kalibreringsdato for den aktuelle sonden. Kalibreringsarket til sonden er vist i bilag B1.

Tabell 1 Sondenummer, -type, tilhørende arealfaktor og siste kalibreringsdato før sonden.

Sondenummer	Sondetype	Arealfaktor (a)	Kalibreringsdato
52008	ENVI Memocone	0.70	07.03.2023

B3 Resultater

Resultatene fra trykksonderingene er vist i figur B1-B4, med diagrammer av parameterne (q_t), (u_2) og (f_s). Merk at skalaen for de ulike parameterne varierer per boring.

CPTU-profilen er presentert i vertikal skala 1:100 for borhull NG23-1 og NG23-5 og 1:200 for NG23-4 og RA20-1.

Sonderingene ble utført til dyp oppimot 35 meter, med terrengoverflate varierende mellom 110-140 moh. og største dybde ved høydenivå 90 moh. Faste masser eller antatt/mulig bergoverflate (ikke påvisbar med metoden) ble ikke påtruffet i noen av boringene.

Merknader

Ved borpunkt NG23-5 ble målt poretrykk negativt kort tid etter sonderingen var påbegynt, trolig som følge av dilatant materialoppførsel og/eller ufullstendig mettet jord. Påfølgende poretrykksrespons tyder på ufullstendig metning av poretrykksfilteret og -kammeret frem til 6 meters dybde, hvorpå metningen økte under pause (stangskifte). Responsen er fremdeles tydelig påvirket ned til 8 meters dybde, hvorpå påvirkningen avtar. Poretrykksmålingene må anses som upålitelige for hele boringen: 1) «oppnåelig» (u_2) underestimeres og 2) formelen for (q_t) kan være ugyldig, se kap. **Feil! Fant ikke referanse-kilden..**

B3.1 Nullpunktsavvik (NPA) og anvendelsesklasse (AK)

I Tabell 2 presenteres påløpt målt nullpunktsavvik mellom start og slutt for hver sondering, sammen med maksimal helning, maksimal temperaturforskjell (maks-min), horisontalt avvik og eventuelle kommentarer. Iht. standard for CPTU (CEN, 2012 /C1/) skal applikasjonsklasse for trykksonderingene oppgis. Applikasjonsklasse (AK) er teknisk sett relatert til ethvert målepunkt (dvs. hver registrering), og ikke til sonderinger i sin helhet. Det innebærer at man for sonderinger hvor målingene omfattes av flere applikasjonsklasser behøver å differensiere applikasjonsklasse med dybden. Ettersom programvaren for opptegning av resultater ikke inkluderer en slik funksjon, oppgis spekteret av applikasjonsklasser per sondering. For sonderinger med AK annet enn klasse 1, kan det være nødvendig å hensynta nullpunktsavvik i tolkning av materialparametere avhengig av hvilken type materiale som evalueres. Applikasjonsklasse baseres på enten:

- 1) prosentandel av målt verdi, eller
- 2) fastsatt grenseverdi, per parameter.

Både prosentandel og grenseverdi er oppgitt i tabell 2 i standarden /C1/. Verdien som er størst av 1) eller 2) benyttes som grunnlag for anvendelsesklasse, jmfør kommentar a) i tabellen /C1/.

Nøyaktigheten for helningsmåleren skal alltid være iht. anvendelsesklasse 1 og er oppgitt i kalibreringsarket til hver enkelt sonde. Imidlertid oppgis det i kap. 5.8 /C1/ at maksimal helning ikke skal overskride 15° under sonderinger. Målerkapasiteten til de ulike sondekomponentene er oppgitt i kalibreringsarkene.

Tabell 2 Nullpunktsavvik og momenter som eventuelt påvirker resultater.

Borhull	Nullpunktsavvik og applikasjonsklasse			Maksimal helning [°]	Temperaturforskjell [C°] (maks-min)	Horisontalt avvik; dybdeavvik; penetrasjonsdybde	Eventuelle kommentarer
	Spissmotstand [MPa]	Sidefriksjon [kPa]	Poretrykk [kPa]				
NG23-1	-0.024 AK 1	-0.40 AK 1	6.30 AK 1	14.1	2.4	$\Delta x=2.21\text{m};$ $\Delta z=0.18\text{m}; z=19.89\text{m}$	
NG23-4	-0.006 AK 1	-0.40 AK 1	-2.90 AK 1	15.0	4.1	$\Delta x=3.24\text{m};$ $\Delta z=0.22\text{m}; z=34.65\text{m}$	
NG23-5	-0.034 AK 1	0.30 AK 1	-6.60 AK 1	15.6	3.5	$\Delta x=2.16\text{m};$ $\Delta z=0.19\text{m}; z=14.9\text{m}$	Helning > 15° ved 14.3m.
RA20-1	0.012 AK 1	-0.50 AK 1	-3.70 AK 1	13.4	4.7	$\Delta x=2.6\text{m};$ $\Delta z=0.19\text{m}; z=24.85\text{m}$	
Fargekode nullpunktsavvik:						Fargekode - applikasjonsklasse	
Positivt						Klasse 1	
Ingen						Klasse 2	
Negativt						Klasse 3	
						Klasse 4	
						TIK = Tilfredsstillende ikke krav	

Merknader

Alle målinger faller innunder anvendelsesklasse 1.

Merk at helningen økte oppimot 10-15° for samtlige boringer, hvor NG23-5 overgikk 15° omtrent ved slutten.

B4 Referanser

- /C1/ European committee for standardization (CEN) (2012) *Geotechnical investigation and testing: Field testing: Part 1: Electrical cone and piezocone penetration test*. EN ISO 22476-1:2012.
- /C2/ G. De Backer, R.D. Verastegui-Flores, W. Vervaele, L. Vincke & K. Haelterman (2022) Evaluation of parameters inducing desaturation of a piezocone: Saturation liquid viscosity and exposure to dry sand. In: Gottardi, G., Tonni, L. (eds.) *Proceedings of the 5th International Symposium on Cone Penetration Testing (CPT'22)*, 8-10 June, 2022, Bologna, Italia. Available at: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/oa-edit/10.1201/9781003308829-10/evaluation-parameters-inducing-desaturation-piezocone-saturation-liquid-viscosity-exposure-dry-sand-de-backer-verastegui-flores-vervaele-vincke-haelterman>.
- /C3/ Norsk Geoteknisk Forening (NGF) (1982) *Veiledning for utførelse av trykksondering*. NGF melding nr. 5, rev. 3, dato: (2010). Tilgjengelig fra: https://ngf.no/wp-content/uploads/2015/03/5_NGF-Melding-5-CPTU-revisjon-3.pdf.

Kalibreringscertifikat

Environmental Mechanics AB intygar att CPT sonden av typ Memocone, med det serienummer som anges nedan, har blivit kalibrerad i vårt laboratorie samt passerat vår kvalitetskontroll.

Serienummer:	52008	Visad last/crosstalk:	
Kalibreringsdatum:	07-mars-2023	Q när F lastas:	0.0 %FSO
Max tillåten belastning:	50 kN	F när Q lastas:	<0.3 %FSO
Area faktor:	$a=0.70b=0.006$	U när Q lastas ($Q \leq 7 \text{MPa}$):	<0.1 %FSO

ISO 22476-1 användningsklass 1 godkännande

ASTM D 5778 godkännande

ISO 22476-1 användningsklass 0 godkännande

För klass 0 får maximal belastning på Q inte överstiga 10MPa (10kN)!

Envi 

Memocone calibration

Date: 07-mars-2023

Serial No: 52008

Q (MPa)

Applied load	Reading
0.00	0.00
5.00	5.00
15.00	14.98
30.00	29.96
50.00	49.96
30.00	29.98
15.00	15.00
5.00	5.01
0.00	0.01

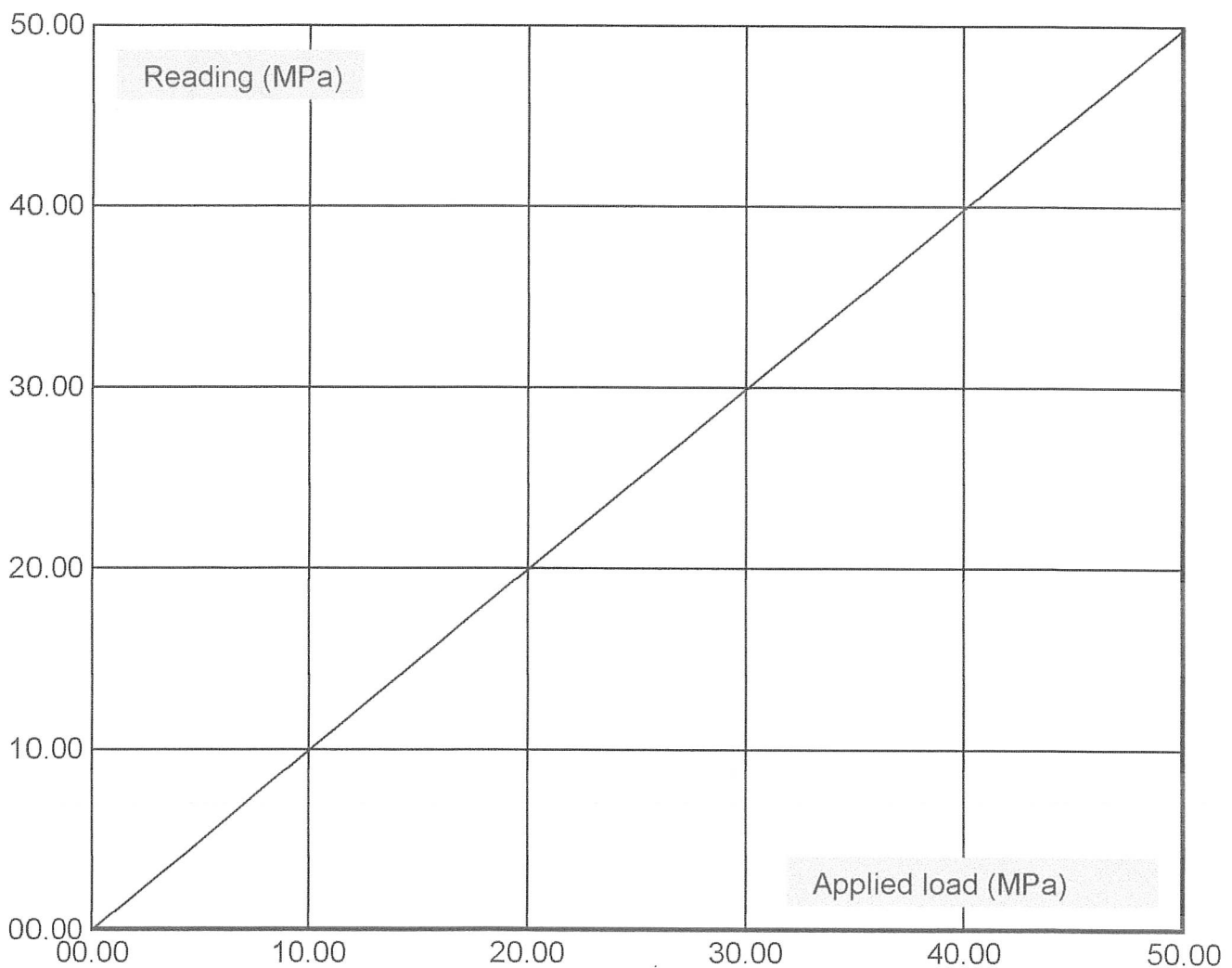
Calibration error: -0.09 % MO @ $\geq 20\%$ FSO

Calibration error: -0.09 % FSO

Nonlinearity: 0.03 % FSO

Hysteresis: 0.04 % FSO

Zero load error: 0.02 % FSO



Memocone calibration

Date: 07-mars-2023

Serial No: 52008

F (MPa)

Applied load	Reading
0.000	0.000
0.200	0.200
0.400	0.399
0.600	0.599
1.000	0.998
0.600	0.604
0.400	0.400
0.200	0.199
0.000	0.000

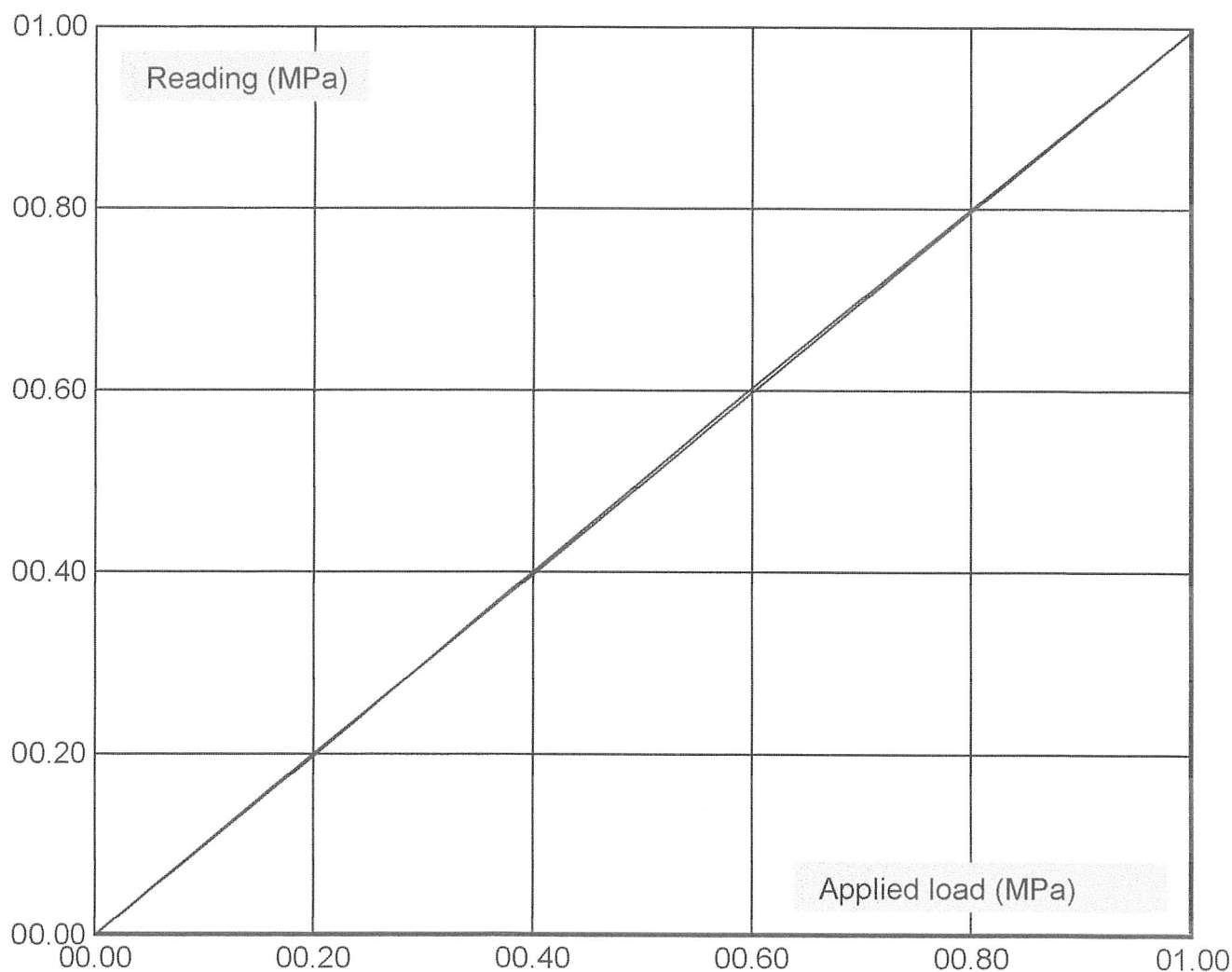
Calibration error: -0,04 % MO @ $\geq 20\%$ FSO

Calibration error: -0,04 % FSO

Nonlinearity: 0,42 % FSO

Hysteresis: 0,50 % FSO

Zero load error: 0,00 % FSO



Environmental Mechanics AB
Service Report

Case No 1701

2023-03-07

Customer Leonor, Oslo, Norge Postboks 99 Røa, 0701 Oslo (Grinidammen 10, E Ingvall Leine)

Product MEMOCONE 52008

Error Kalibrering och reparation av filterspets som kommit på sned

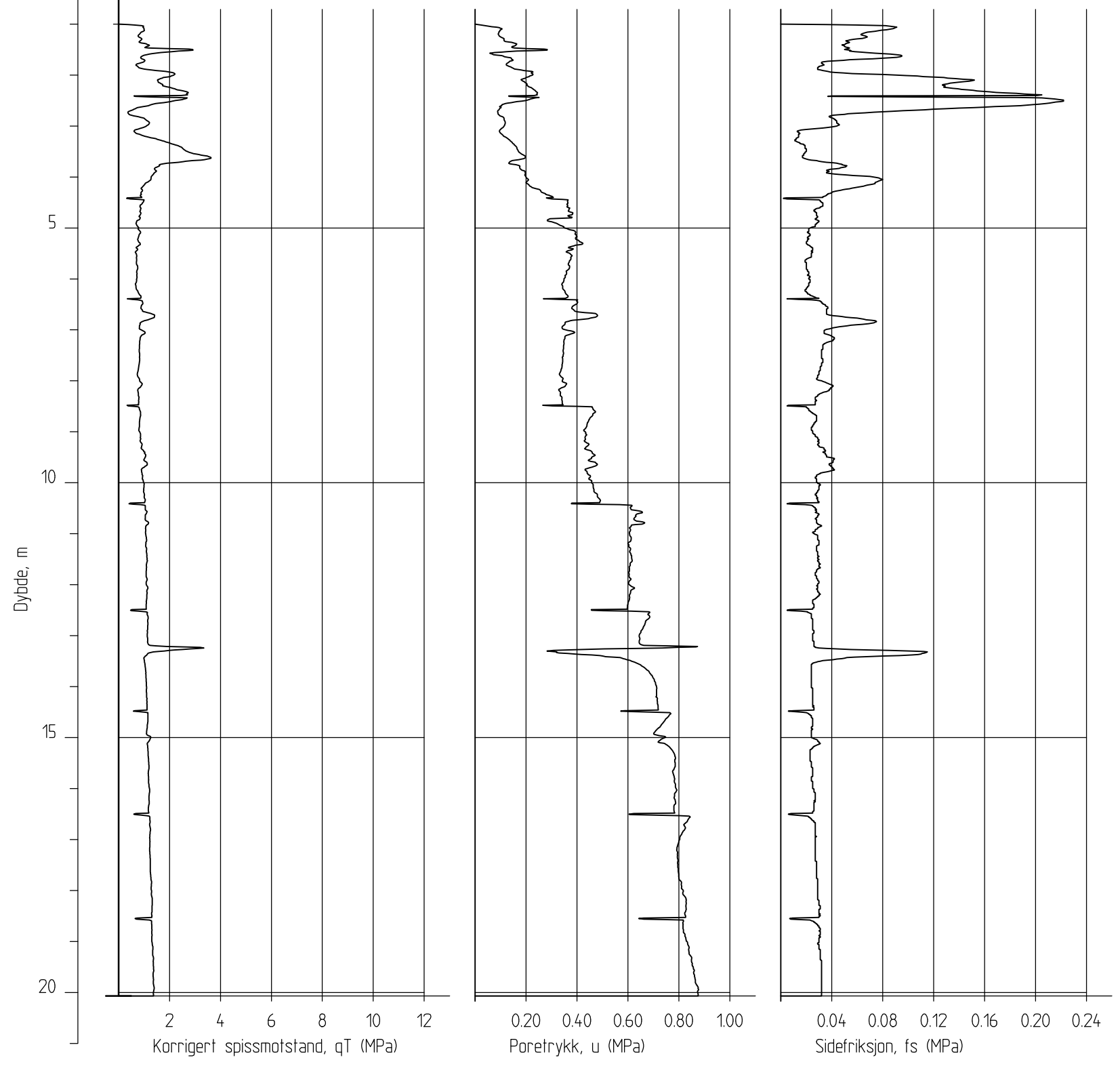
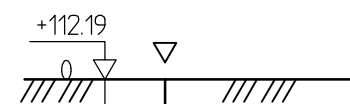
Action Reparation
Byte av sliten friktionshylsa
Kalibrering

Result Ok

Spare parts Friktionshylsa
Spaltfilter
Förlängningsrör

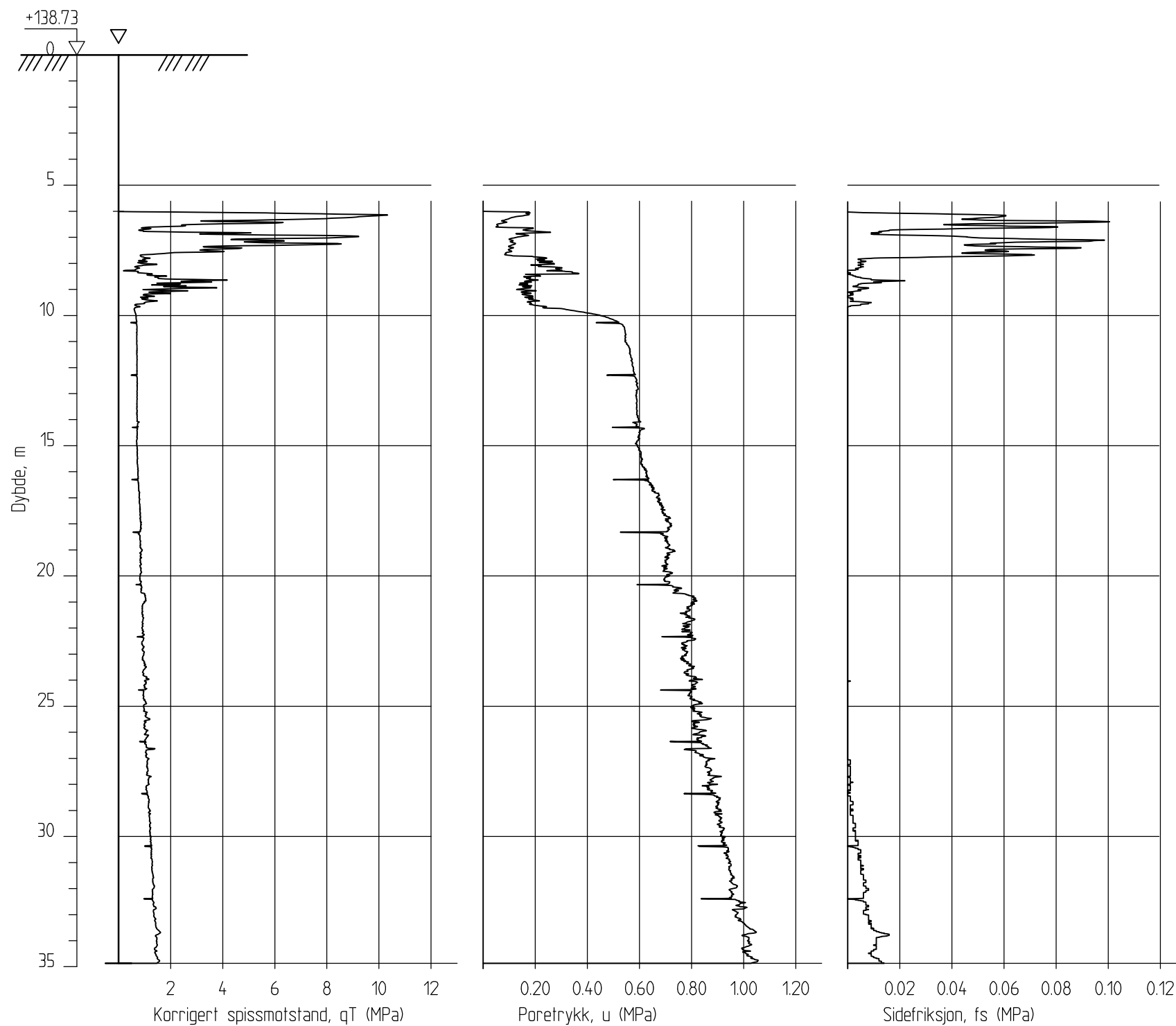
Engineer JN


NG23-1

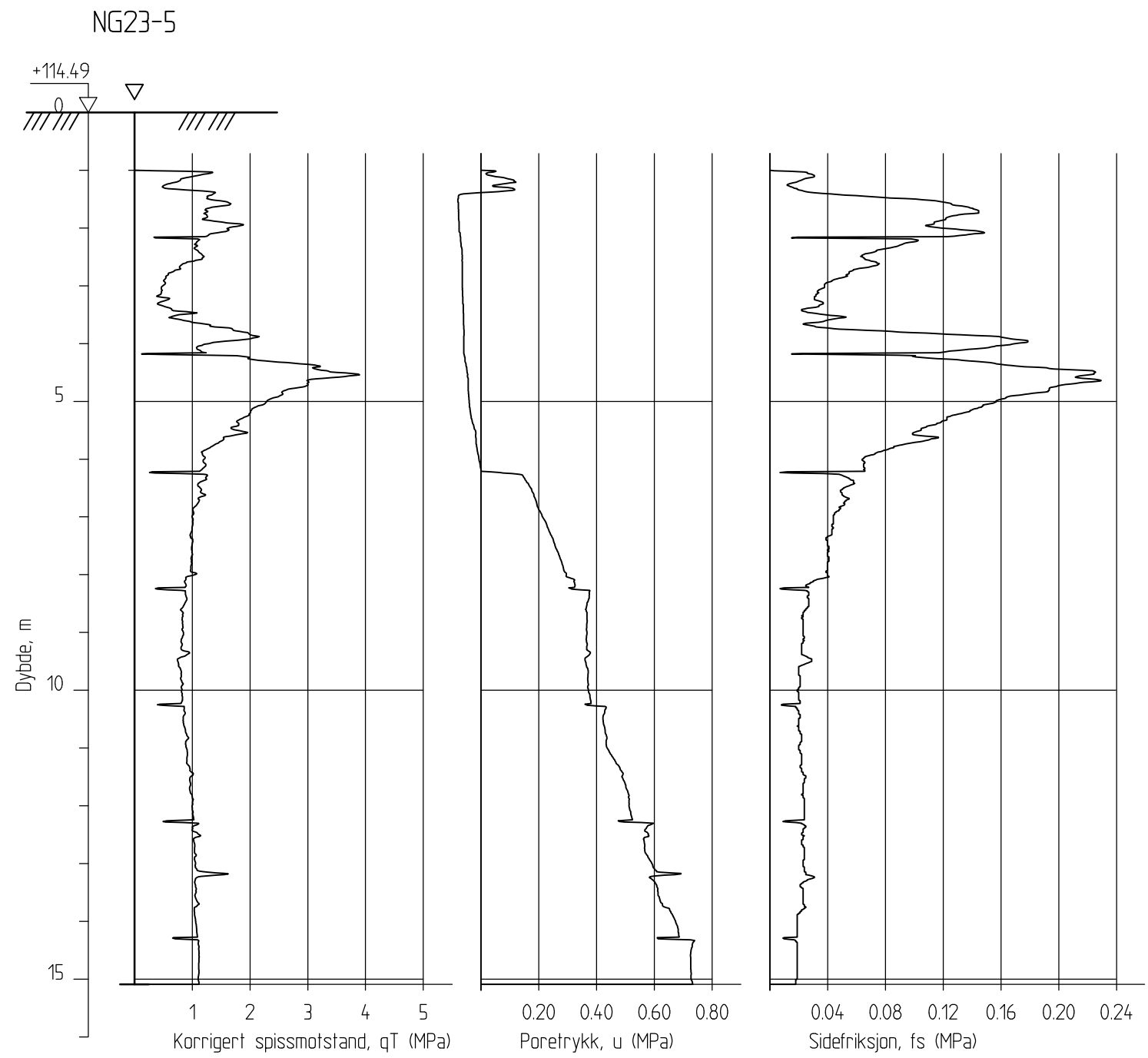


Skibakkveien og Tømmereggen		Rapport nr. 20230480-01-R	
		Dato. 01.12.2023	Figur nr. B1
Tegn. Hsk	Kontr. HHe	Godkj. LaH	
Borhull: NG23-1 Posisjon: X 6655941.98 Y 624568.62		Sondennummer: 52008 Dato boret: 10.11.2023	

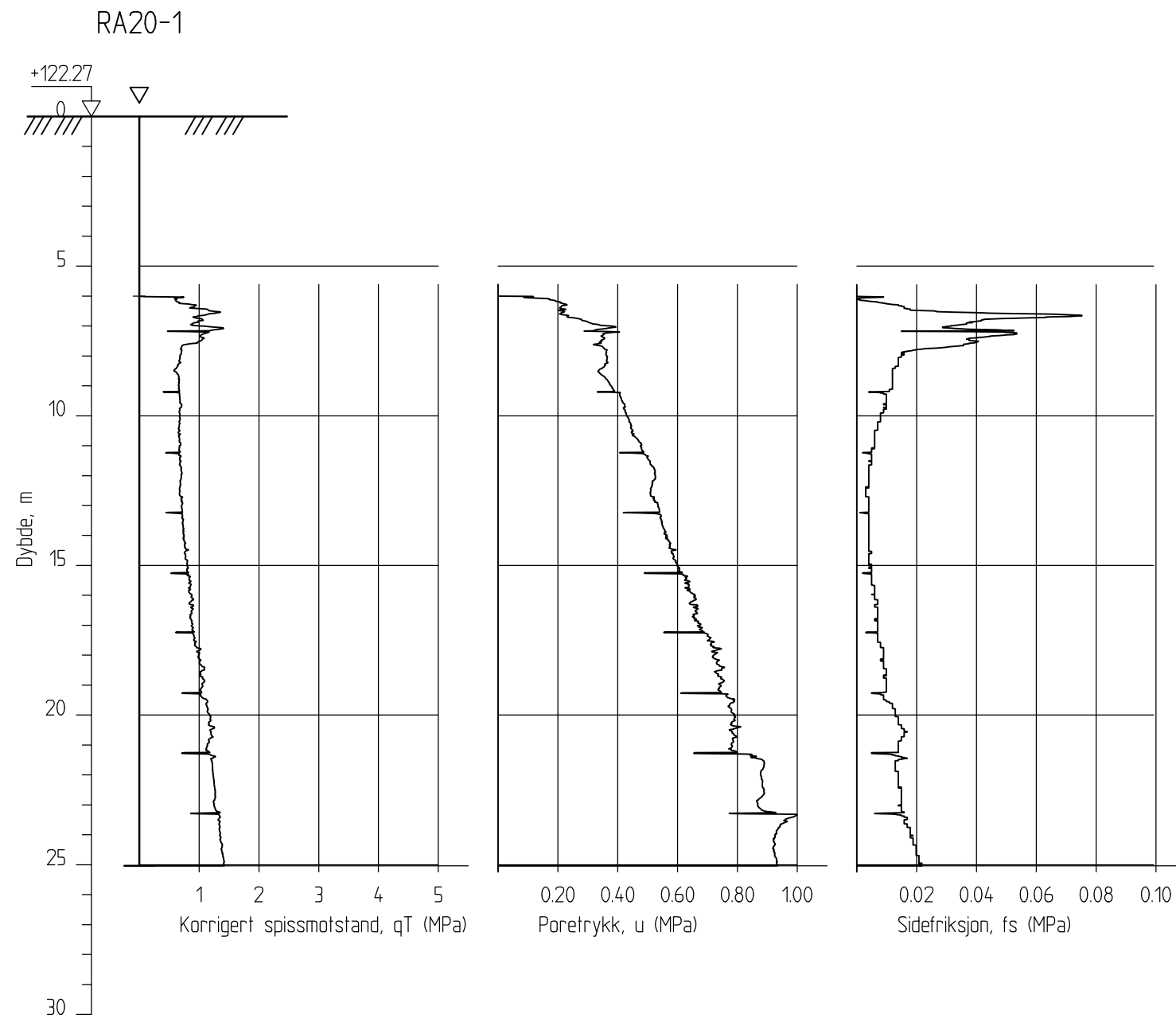
NG23-4



Skibakkveien og Tømmereggen		Rapport nr. 20230480-01-R	
		Dato. 01.12.2023	Figur nr. B2
CPT-sondering M = 1 : 200	Tegn. Hsk	Kontr. HHe	Godkj. LaH
Borhull: NG23-4 Posisjon: X 6655674.36 Y 624606.89	Sondenummer: 52008 Dato boret: 03.11.2023		



Skibakkveien og Tømmereggen		Rapport nr. 20230480-01-R	
		Dato. 01.12.2023	Figur nr. B3
CPT-sondering M = 1 : 100	Tegn. Hsk	Kontr. HHe	Godkj. LaH
Borhull: NG23-5 Posisjon: X 6655685.32 Y 624734.99	Sondennummer: 52008 Dato boret: 08.11.2023		



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

CPT-sondering
M = 1 : 200

Dato.
01.12.2023

Figur nr.
B4

Tegn.
Hsk

Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

Borhull: RA20-1
Posisjon: X 6656050.72 Y 624458.58

Sondennummer: 52008
Dato boret: 06.11.2023



Vedlegg C

RUTINEUNDERSØKELSER

Innhold

C1	Generelt om rutineundersøkelser	2
C2	Prøveåpning og materialbeskrivelse	2
C3	Rutineforsøk	2
C3.1	Vanninnhold (w)	2
C3.2	Total romvekt (γ)	3
C3.3	Kornfordeling	3
C3.4	Udrenert og omrørt skjærfasthet (s_u) ved konusforsøk	3
C3.5	Udrenert skjærfasthet (s_u) ved enaksialt trykkforsøk	4
C3.6	Utrullings- (w_p) og flytegrense (w_L)	4
C4	Referanser	5

Figurer

Figur C1-C50 Borprofil, visuell beskrivelse, enaksialt trykkforsøk, kornfordelingsanalyse

C1 Generelt om rutineundersøkelser

Rutineundersøkelser utført i NGIs laboratorium inkluderer prøveåpning med visuell materialbeskrivelse, bestemmelse av naturlig vanninnhold (w), romvekt (γ), og uforstyrret skjærfasthet (s_u) ved enaksialt trykkforsøk og ved konusforsøk, samt omrørt skjærfasthet ($s_{u,r}$) ved konusforsøk.

For hvert borpunkt blir figurene presentert kronologisk med tilhørende resultater i følgende rekkefølge: Borprofil, visuell beskrivelse, enaksialt trykkforsøk og kornfordelingskurve. Ikke alle typer undersøkelser er gjort i alle borpunkt, så ovennevnte data er ikke nødvendigvis vist for hvert borpunkt. Inndeling av figurer er vist i Tabell 1-1.

Tabell 1-1 Liste med figurer for hvert borpunkt.

Borpunkt	Figurer
NG23-1	C1 - C11
NG23-4	C12 - C26
NG23-5	C27 - C37
RA20-1	C38 - C50

Alle prøvetakinger var vellykkede, dvs. ingen sylinderprøver ble mistet. Det var tilstrekkelig prøvemateriale i alle prøvesylindre til at alle rutineundersøkelser kunne gjennomføres.

En detaljert oversikt over prøvetakingen er presentert i Tabell 2-2 i hoveddelen av rapporten.

C2 Prøveåpning og materialbeskrivelse

Prøver som undersøkes i laboratoriet gjennomgår registrering og åpning, og det foretas deretter visuell klassifisering og beskrivelse av materialtype 5.

C3 Rutineforsøk

C3.1 Vanninnhold (w)

For hver poseprøve og prøvesylinder tas det ut henholdsvis en og to prøver for bestemmelse av naturlig vanninnhold (w) (gravimetrisk vanninnhold). Vanninnholdet defineres som forholdet mellom massen av porevann i en prøve (m_w) og massen av fast stoff i en prøve (m_s), og oppgis i prosent. Naturlig vanninnhold bestemmes i henhold til NS-EN ISO 17892-1:2014 /C3/.

C3.2 Total romvekt (γ)

Bestemmelse av total romvekt (γ) for jordprøve med kjent form utføres iht. NS-EN ISO 17892-2:2014 /C4/. Med total romvekt menes vekten av både fast stoff og porevann. Romvekten baseres på kjent volum (V) og masse (m), og representerer gjennomsnittsverdien for hele romvektsprøven.

C3.3 Kornfordeling

Det er utført kornfordelingsanalyse for et par prøvesylindre, i henhold til NS-EN ISO 17892-4:2016 /C6/. Kornfordelingen angir den gravimetriske andelen ulike kornfraksjoner utgjør av et jordmateriale. For analyse av kornfordeling for materiale med kornstørrelse mindre enn $63 \mu\text{m}$ (silt- og leirfraksjoner) benyttes "Falling drop"-prosedyren etter [akkreditert](#) intern standard LLP008 /C5/ som baserer seg på metodikken utviklet av Moun (1965) /C8/. Kornstørrelse- og jordartbenevnelse er iht. NS-EN ISO 14688-1:2018 /C9/, hvorav jordartbenevnelse mer spesifikt følger de nasjonale retningslinjene i NGF-melding nr. 2 /C10/. Klassifisering av jordart for de ulike prøvene er oppgitt sammen med kornfordelingskurvene.

C3.4 Udrenert og omrørt skjærfasthet (s_u) ved konusforsøk

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut to prøver for bestemmelse av uforstyrret- og omrørt udrenert skjærfasthet ved konusforsøk, hhv. ($s_{u,fc}$) og ($s_{ur,fc}$). Omrørt skjærfasthet ($s_{ur,fc}$) er angitt som målt skjærfasthet til en fullstendig omrørt prøve. Forholdet mellom ($s_{u,fc}$) over ($s_{ur,fc}$) angis som prøvens sensitivitet (S_i). Det er ikke utført konusforsøk for poseprøver.

Konusforsøkene er utført i henhold til NS-EN ISO 17892-6:2017 /C10/. Resultatene som vises i borprofilene er beregnet jamfør denne standarden /C10/, herunder sensitivitet, og uforstyrret- samt omrørt udrenert skjærfastheten ved konusforsøk.

En oversikt over påviste funn av kvikkleire og øvrig sprøbruddmateriale er presentert i Tabell 3-1.¹

Tabell 3-1

Borpunkt	Kvikkleire	Øvrig sprøbruddmateriale
NG23-4	13-14 m, 15.5-16.5 m, 19-20 m	10-11 m
RA20-1	12-13 m, 16-17 m	18-19 m

¹ Begrepet sprøbruddmateriale og kvikkleire tilskrives jordarter med omrørt udrenert skjærfasthet $s_{ur,fc}$ hhv. ≤ 1.27 og ≤ 0.33 kPa iht. /C9/ og /C10/.

C3.5 Udrenert skjærfasthet (s_u) ved enaksialt trykkforsøk

Fra hver prøvesylinder er det tatt ut én prøve for bestemmelse av udrenert skjærfasthet med enaksialt trykkforsøk. Enaksialt trykkforsøk utføres i henhold til NS-EN ISO 17892-7:2017 /C11/. I etterkant av forsøkene tas det én prøve fra enaks-prøvestykkene for bestemmelse av vanninnhold.

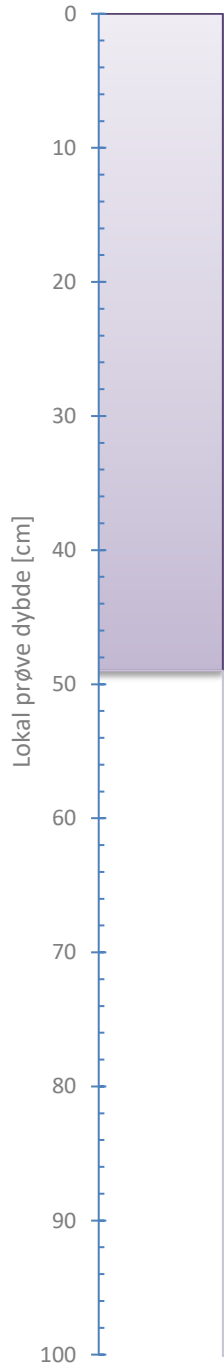
C3.6 Utrullings- (w_p) og flytegrense (w_L)

For utvalgte sylinderprøver er det utført laboratorieforsøk for å bestemme jordartens konsistensgrenser eller synonymt Atterbergs grenser. Dette omfatter bestemmelse av plastisitetsgrensen eller tilsvarende utrullingsgrensen (w_p) samt flytegrensen (w_L) i henhold til NS-EN ISO 17892-12:2018 /C12/.

Labforsøkene utføres for å beskrive hvordan jordprøvens konsistens varierer relativt med prøvens vanninnhold i bearbeidet tilstand. Plastisitetsgrensen (w_p) beskriver overgangen hvor prøvemateriale går fra halvfast og smuldrende, til plastisk formbar. Tilsvarende beskriver flytegrensen (w_L) overgangen hvor prøvemateriale går fra plastisk formbar til flytende. Differansen i vanninnhold mellom de to grensene angis som plastisitetsindeksen (I_p), $I_p = w_L - w_p$.

C4 Referanser

- /C1/ Statens vegvesen (01.06.2014) *Håndbok R210: Laboratorieundersøkelser*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r210-laboratorieundersokelser-2016.pdf>.
- /C2/ Statens vegvesen (01.06.2014) *Håndbok R210: Laboratorieundersøkelser*. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-r210-laboratorieundersokelser-2016.pdf>.
- /C3/ Standard Norge AS (SN) (2015) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 1: Bestemmelse av vanninnhold*. NS-EN ISO 17892-1:2014, dato: (03.2015).
- /C4/ SN (2017) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 4: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling*. NS-EN ISO 17892-4:2016, dato: (02.2017).
- /C5/ Norges Geotekniske Institutt (NGI) (2000) *Bestemmelse av kornfordeling ved "Falling Drop"-metoden*. NGI intern laboratorie-metodedokument LLP008, rev. 08, dato: (18.06.2018).
- /C6/ Moun, J. (1965) Falling Drop used for Grain-Size Analysis of Fine Grained Materials. *Sedimentology*, Vol. 5, Nr. (4), s. 343-347. Også publisert i: Norges Geotekniske Institutt, publikasjon 70, 1966.
- /C7/ SN (2018) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Identifisering og klassifisering av jord: Del 1: Identifisering og beskrivelse*. NS-EN ISO 14688-1:2018, dato: (05.2018).
- /C8/ Norges geotekniske forening (NGF) (1986) *Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk: identifisering og klassifisering av jord*. NGF melding nr. 2, rev. 2, dato: (2011). Tilgjengelig fra: <https://ngf.no/publikasjoner/melding-nr-2-veiledning-for-symboler-og-definisjoner-i-geoteknikk-1982/>.
- /C9/ SN (2017) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 6: Konusprøving*. NS-EN ISO 17892-6:2017, dato: (06.2017).
- /C10/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) (2020) *Sikkerhet mot kvikkleireskred: Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper*. NVE veileder nr. 1/2019, dato: (12.2020). Tilgjengelig fra: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf.
- /C11/ SN (2018) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 7: Enaksial trykkprøving*. NS-EN ISO 17892-7:2017, dato: (05.2018).
- /C12/ SN (2018) *Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 12: Bestemmelse av flyte- og plastisitetsgrenser*. NS-EN ISO 17892-12:2018, dato: (10.2018)



LEIRE, fast konsistens, middels til høy skjærfasthet med noe organisk materiale, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

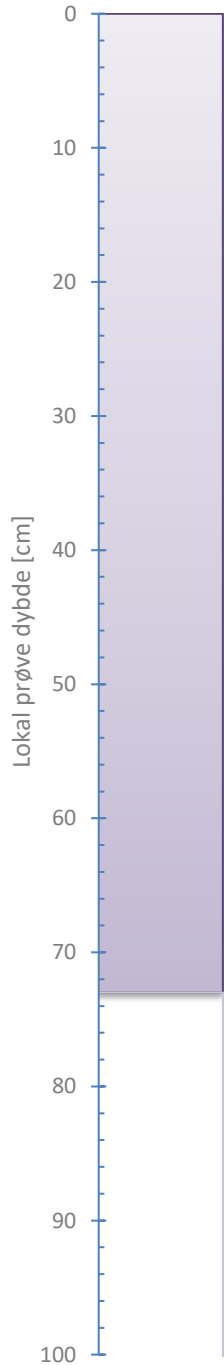


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C2	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-1	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	1		
Dybde [m]:	2.00		
		Prøvetype:	Sylinder
		Åpningsdato	2023-11-21
		Åpnet av:	SfA



LEIRE, bløt konsistens, lav skjærfasthet med noe sand, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

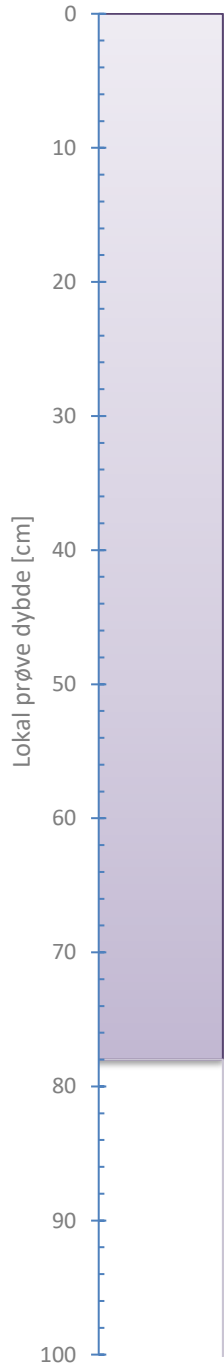


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C3	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-1	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	2		
Dybde [m]:	5.00		
		Prøvetype:	Sylinder
		Åpningsdato	2023-11-21
		Åpnet av:	SfA



LEIRE, bløt konsistens, middels skjærfasthet, mørk grå

Foto 1: Hel prøve

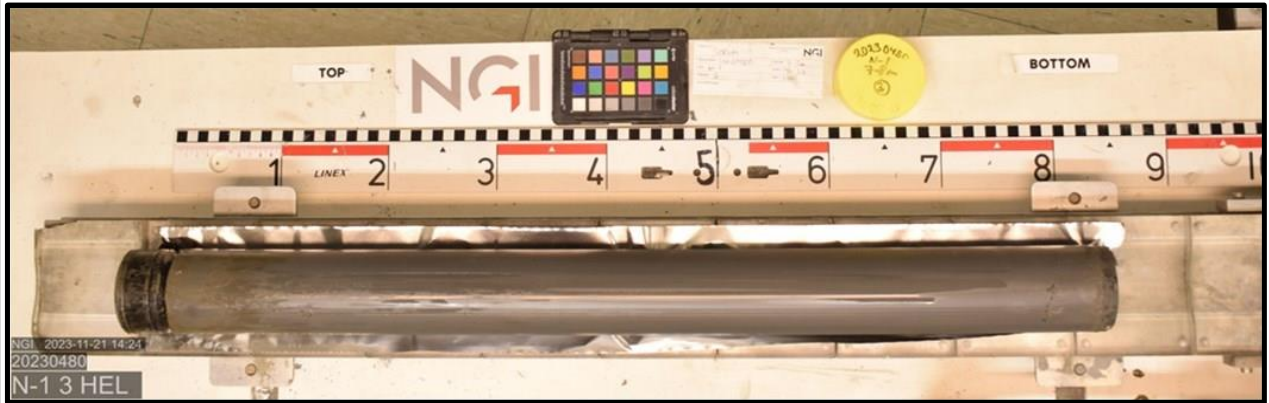
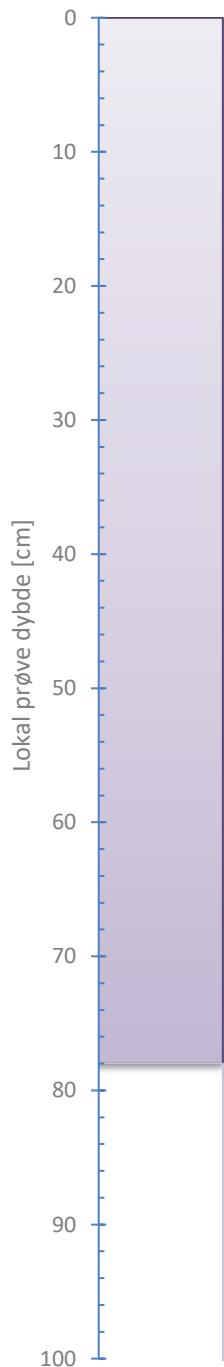


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C4	
Boring: NG23-1	Prøvetype: Sylinder	Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Sylinder: 3	Åpningsdato 2023-11-21		
Dybde [m]: 7.00	Åpnet av: SFA		



LEIRE, bløt konsistens, middels skjærfasthet, mørk grå

Foto 1: Hel prøve



Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C5	
Boring: NG23-1	Prøvetype: Sylinder	Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Sylinder: 4	Åpningsdato 2023-11-21		
Dybde [m]: 11.00	Åpnet av: Sfa		

Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

50 kPa

Enaksial trykkstyrke

100 kPa

Aksial tøyning

10.9 %

Romvekt

20.2 kN/m³

Romdensitet

2.06 Mg/m³

Tørrdensitet

1.67 Mg/m³

Vanninnhold

23.2 %

Initial høyde

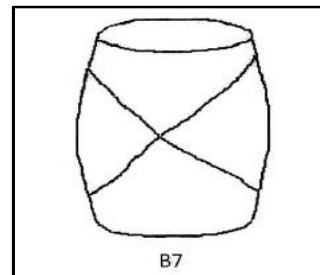
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

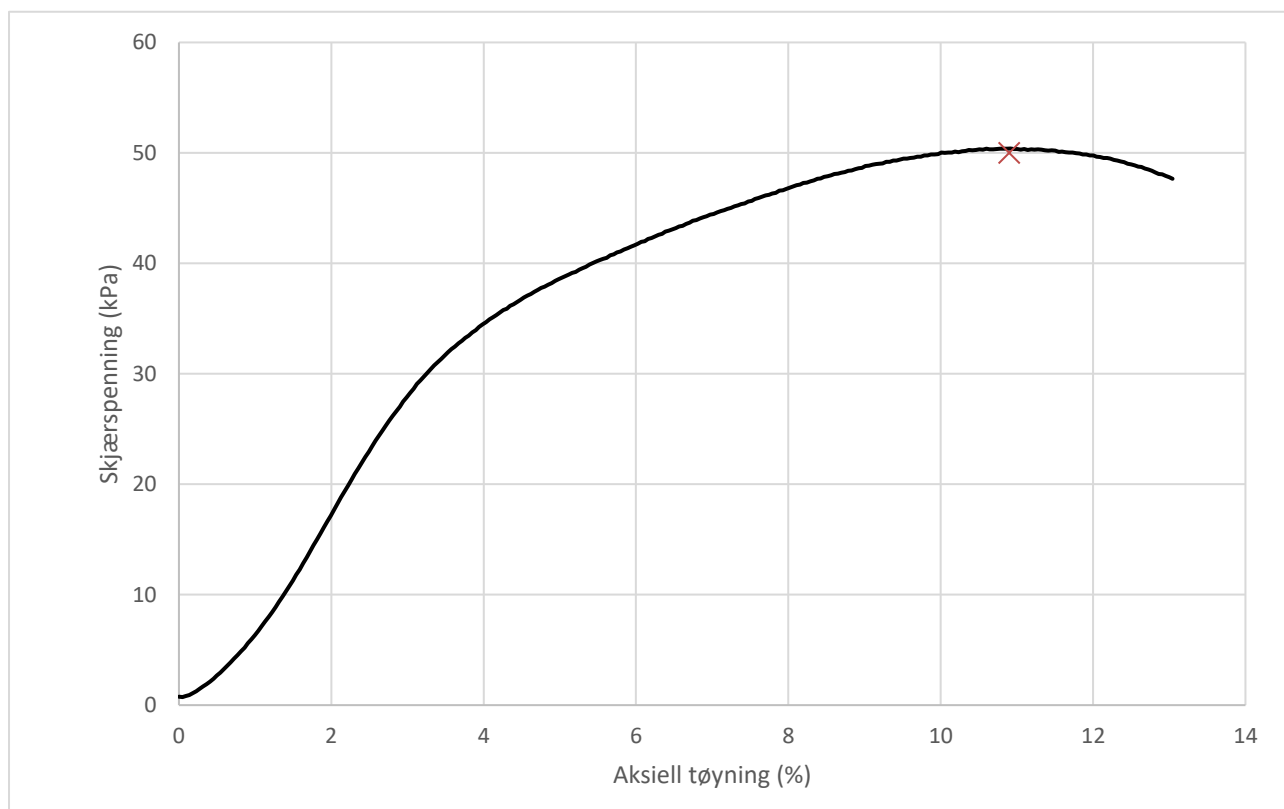
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-1	Dybde	2.28	m
Sylinder	1			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C7

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

27 kPa

Enaksial trykkstyrke

54 kPa

Aksial tøyning

15 %

Romvekt

19 kN/m³

Romdensitet

1.94 Mg/m³

Tørrdensitet

1.49 Mg/m³

Vanninnhold

30 %

Initial høyde

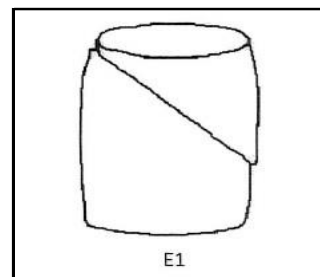
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

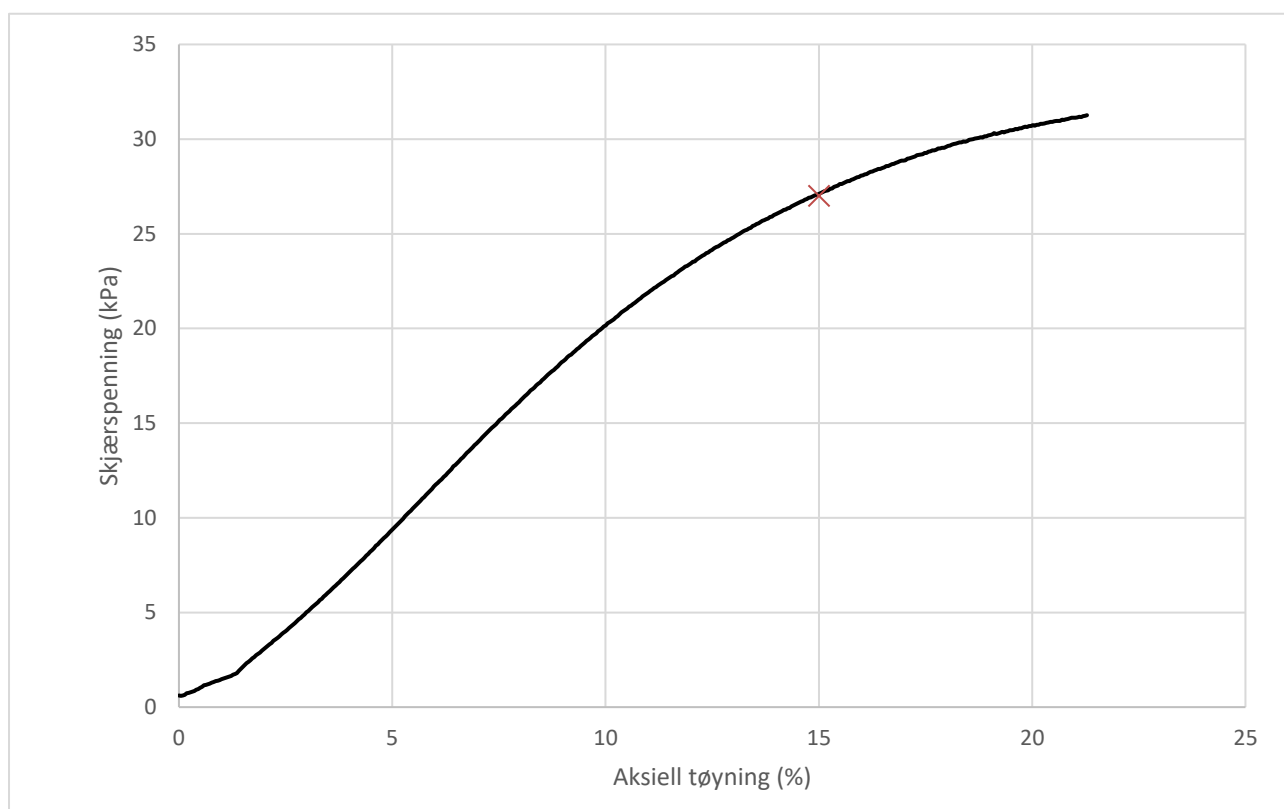
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-1	Dybde	5.33	m
Sylinder	2			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C8

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

41 kPa

Enaksial trykkstyrke

82 kPa

Aksial tøyning

15 %

Romvekt

19.5 kN/m³

Romdensitet

1.99 Mg/m³

Tørrdensitet

1.53 Mg/m³

Vanninnhold

30 %

Initial høyde

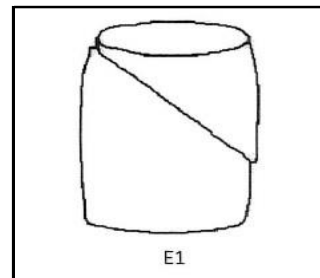
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

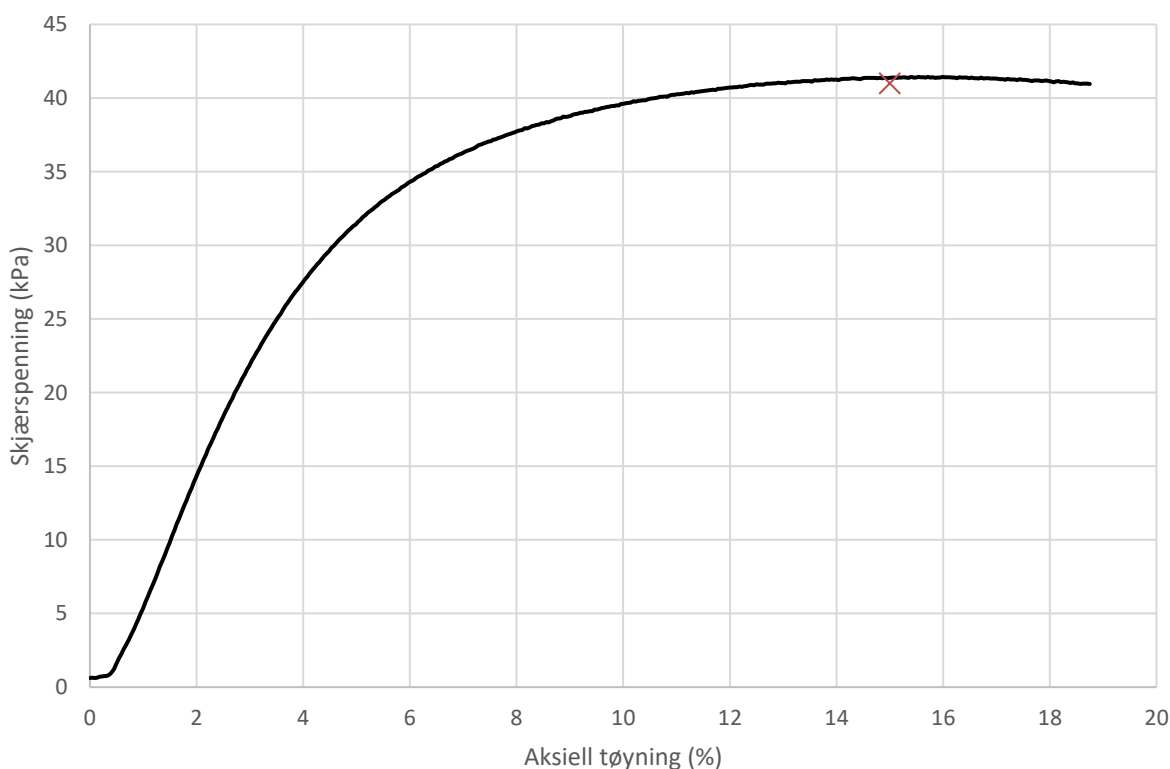
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-1	Dybde	7.33	m
Sylinder	3			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C9

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

56 kPa

Enaksial trykkstyrke

112 kPa

Aksial tøyning

7.4 %

Romvekt

19.9 kN/m³

Romdensitet

2.03 Mg/m³

Tørrdensitet

1.59 Mg/m³

Vanninnhold

27.5 %

Initial høyde

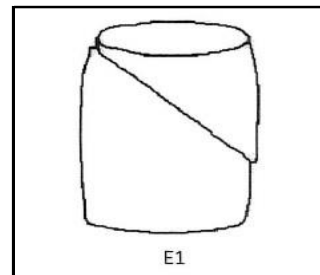
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

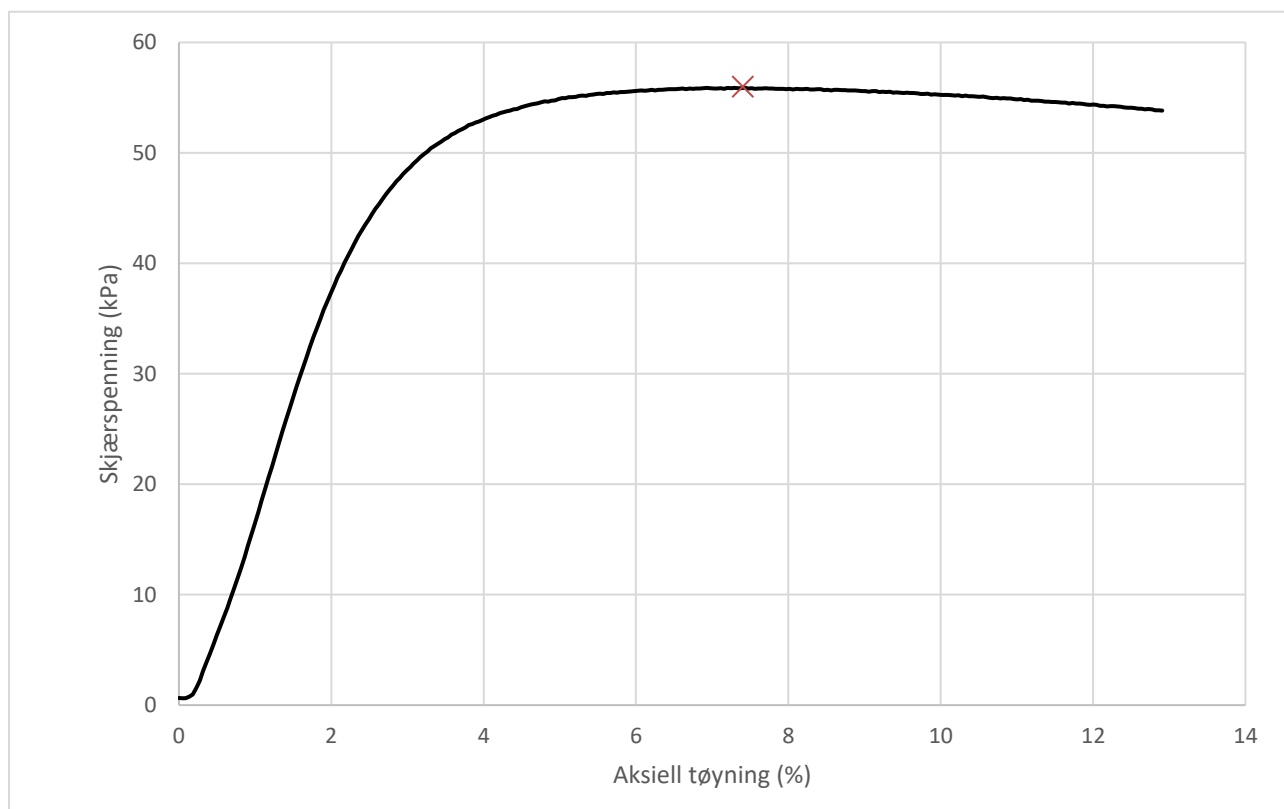
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-1	Dybde	11.33	m
Sylinder	4			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C10

Dato

2023-11-30

Tegnet av

EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksiall tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksiall tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

74 kPa

Enaksial trykkstyrke

148 kPa

Aksiall tøyning

5.1 %

Romvekt

19.3 kN/m³

Romdensitet

1.97 Mg/m³

Tørrdensitet

1.5 Mg/m³

Vanninnhold

31 %

Initial høyde

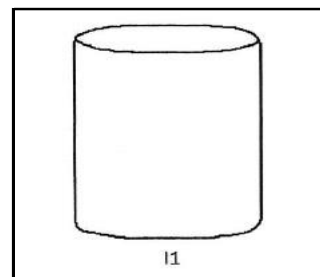
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

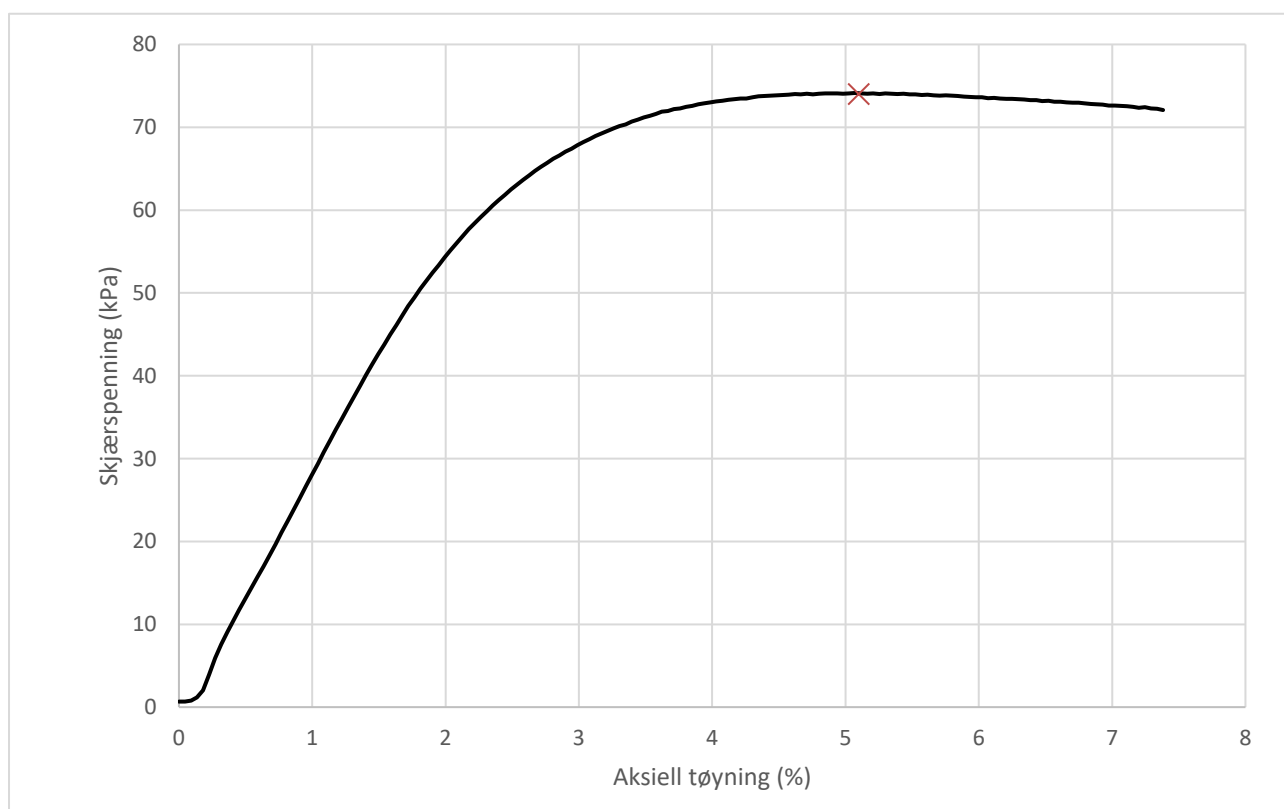
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-1	Dybde	15.33	m
Sylinder	5			
Part	A			
Test				

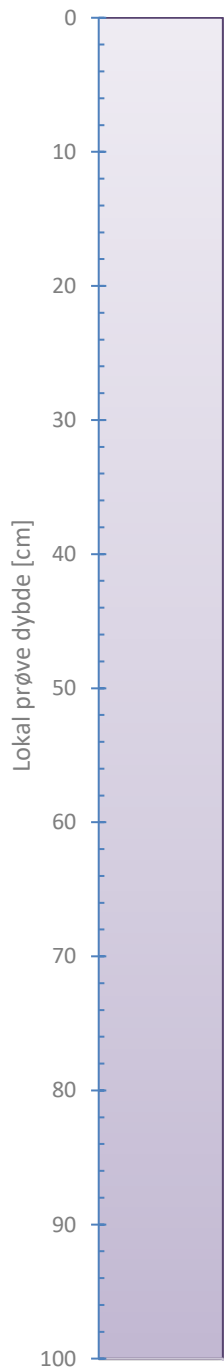
Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C11

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV





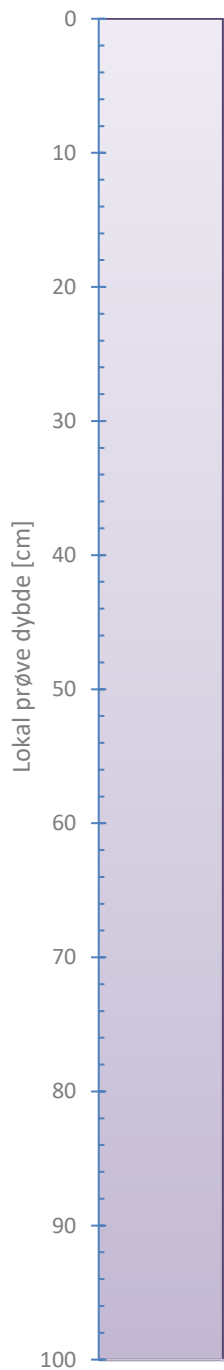
SAND, middels til grov, mørk brun

Foto



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
		Dokumentnr. 20230480-01-R	
Visuell beskrivelse		Figurnr. C13	
		Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Boring:	NG23-4	Prøvetype:	Pose
Sylinder:	1	Åpningsdato	2023-11-16
Dybde [m]:	1.00	Åpnet av:	ATe



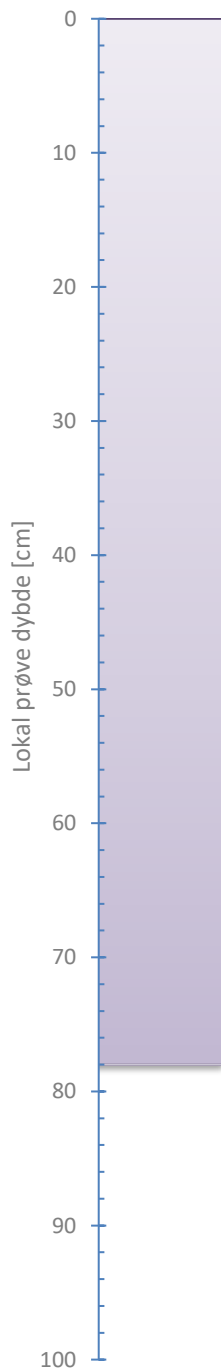
SAND, fin, mørk gråbrun

Foto



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
		Dokumentnr. 20230480-01-R	
Visuell beskrivelse		Figurnr. C14	
		Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Boring: NG23-4	Prøvetype: Pose		
Sylinder: 2	Åpningsdato 2023-11-16		
Dybde [m]: 4.00	Åpnet av: ATe		



SILT, leirig, bløt konsistens, lav skjærfasthet med meget tett fordelte tynne lamina av sand/silt, grå

Foto 1: Hel prøve

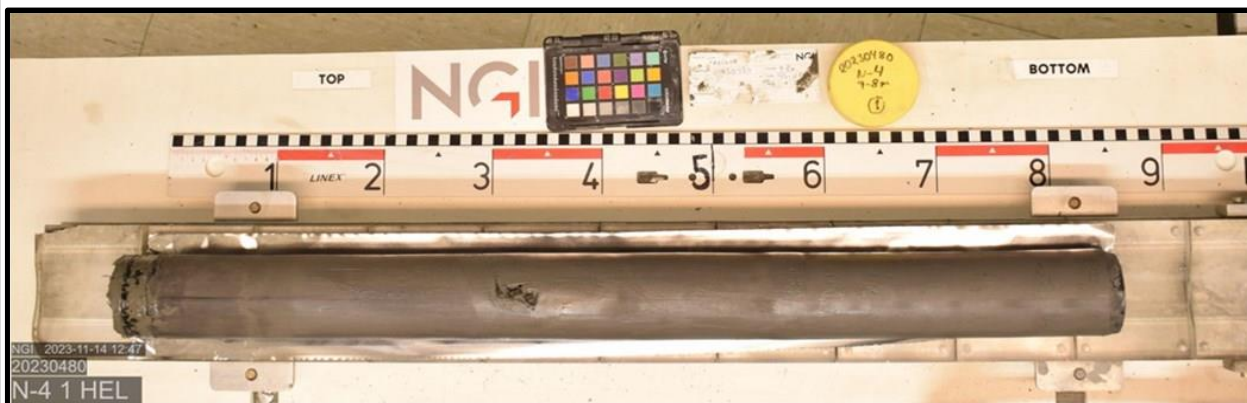
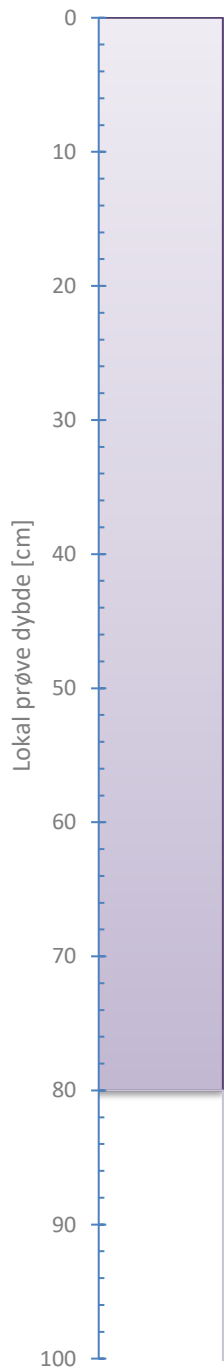


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C15	
Boring: NG23-4	Prøvetype: Cylinder	Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Sylinder: 3	Åpningsdato 2023-11-14		
Dybde [m]: 7.00	Åpnet av: Sfa		



LEIRE, SPRØBRUDDMATERIALE,
bløt konsistens, lav
skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

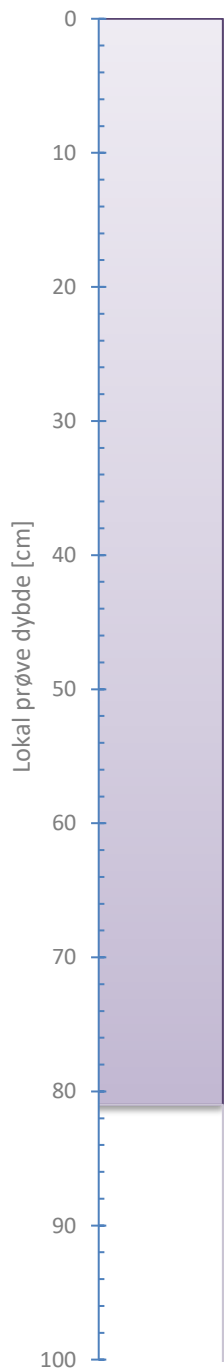


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C16	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-4	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	4		
Dybde [m]:	10.00		
	Prøvetype:	Sylinder	
	Åpningsdato	2023-11-12	
	Åpnet av:	SfA	



LEIRE, KVIKK, meget bløt, lav skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

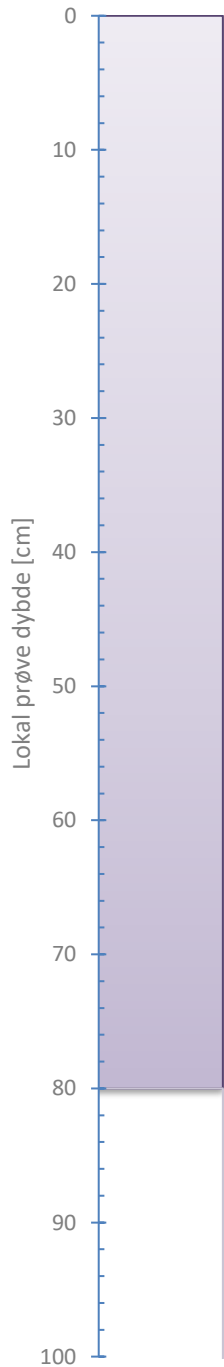


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
		Dokumentnr. 20230480-01-R	
Visuell beskrivelse Boring: NG23-4 Prøvetype: Cylinder Sylinder: 5 Åpningsdato 2023-11-14 Dybde [m]: 13.00 Åpnet av: Sfa		Figurnr. C17	
		Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
			

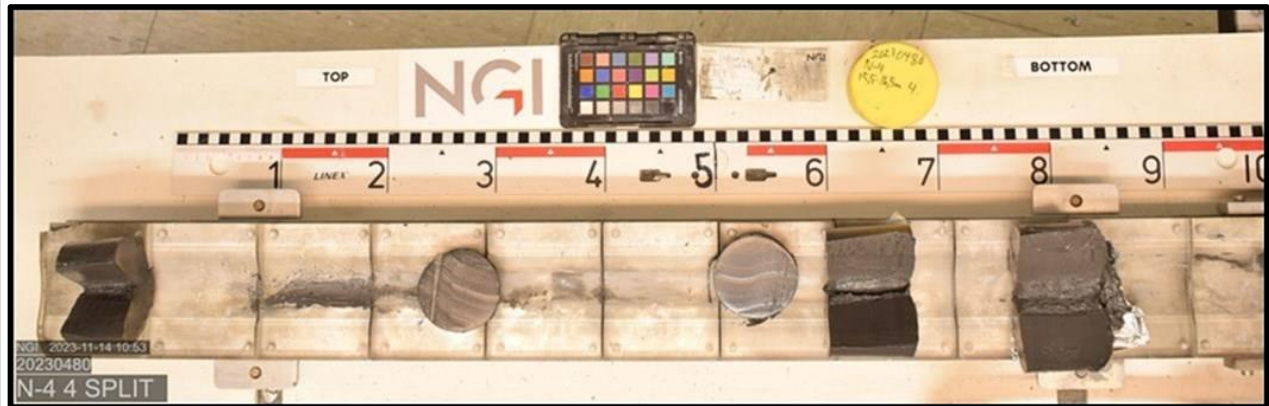


LEIRE, KVIKK, meget bløt konsistens, lav til middels skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

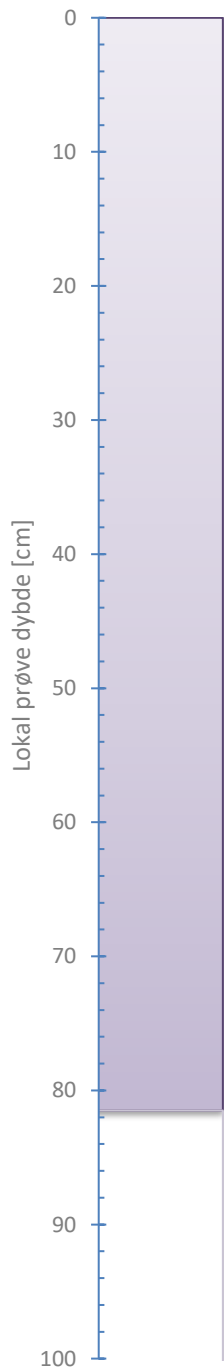


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C18	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-4	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	6		
Dybde [m]:	15.50		
		Prøvetype:	Sylinder
		Åpningsdato	2023-11-14
		Åpnet av:	SfA

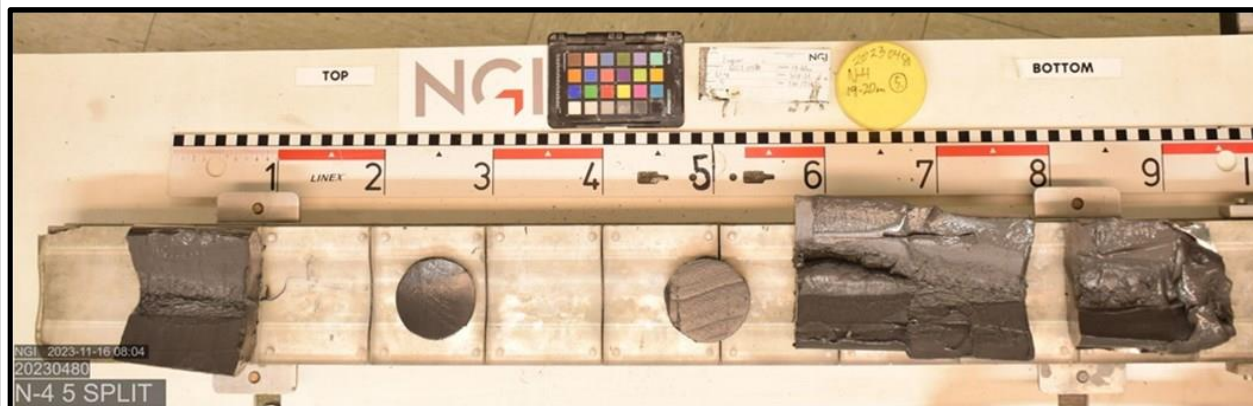


LEIRE, KVIKK, meget bløt konsistens,
lav skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve



Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C19	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-4	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	7		
Dybde [m]:	19.00		
	Prøvetype: Sylinder		
	Åpningsdato: 2023-11-14		
	Åpnet av: Sfa		

Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

28 kPa

Enaksial trykkstyrke

56 kPa

Aksial tøyning

7.6 %

Romvekt

18.2 kN/m³

Romdensitet

1.86 Mg/m³

Tørrdensitet

1.45 Mg/m³

Vanninnhold

28.2 %

Initial høyde

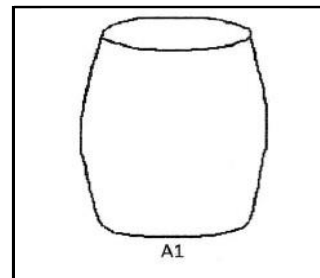
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

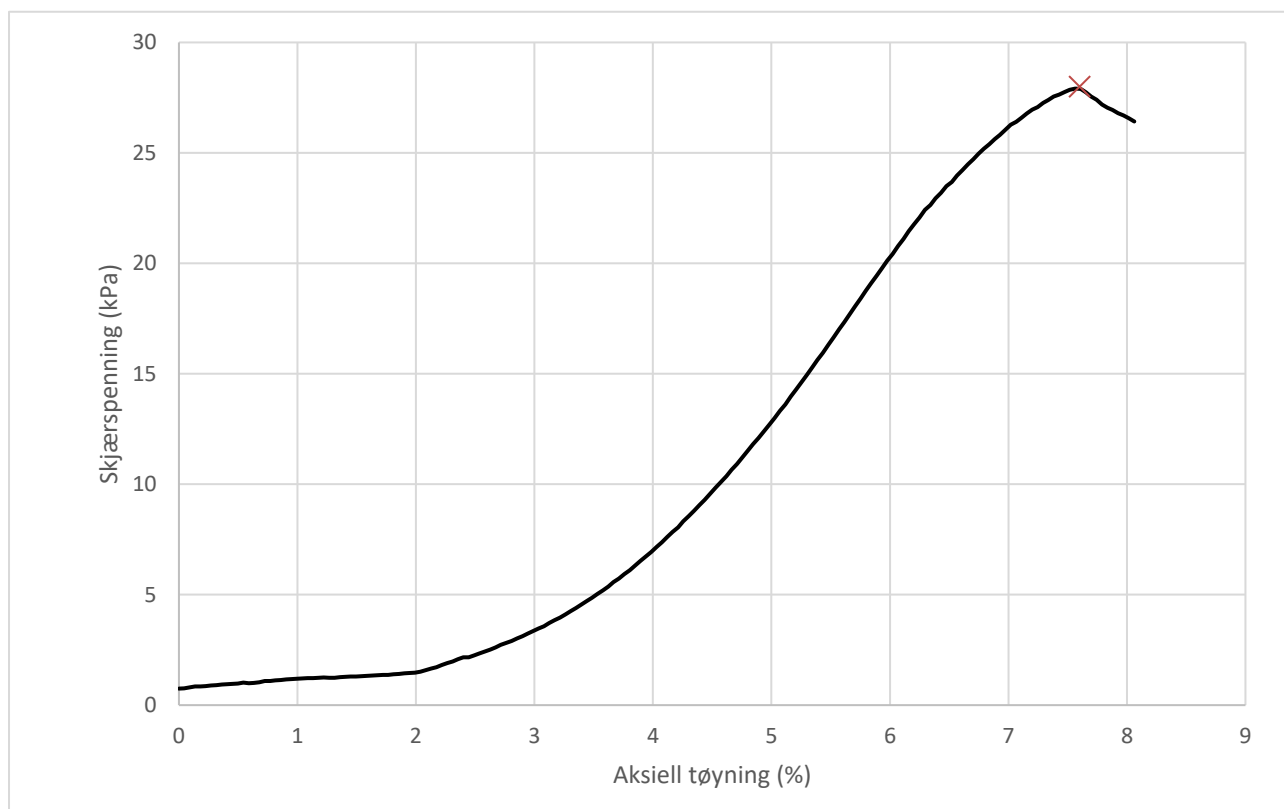
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring NG23-4

Dybde

7.33

m

Sylinder

3

Part

A

Test

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C20

Dato

2023-11-30

Tegnet av

EvS/ThV

NGI

Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

25 kPa

Enaksial trykkstyrke

50 kPa

Aksial tøyning

3 %

Romvekt

17 kN/m³

Romdensitet

1.73 Mg/m³

Tørrdensitet

1.17 Mg/m³

Vanninnhold

48 %

Initial høyde

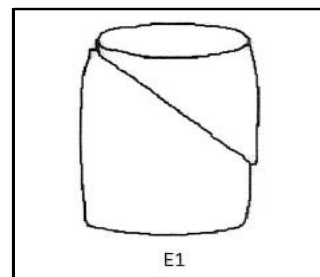
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

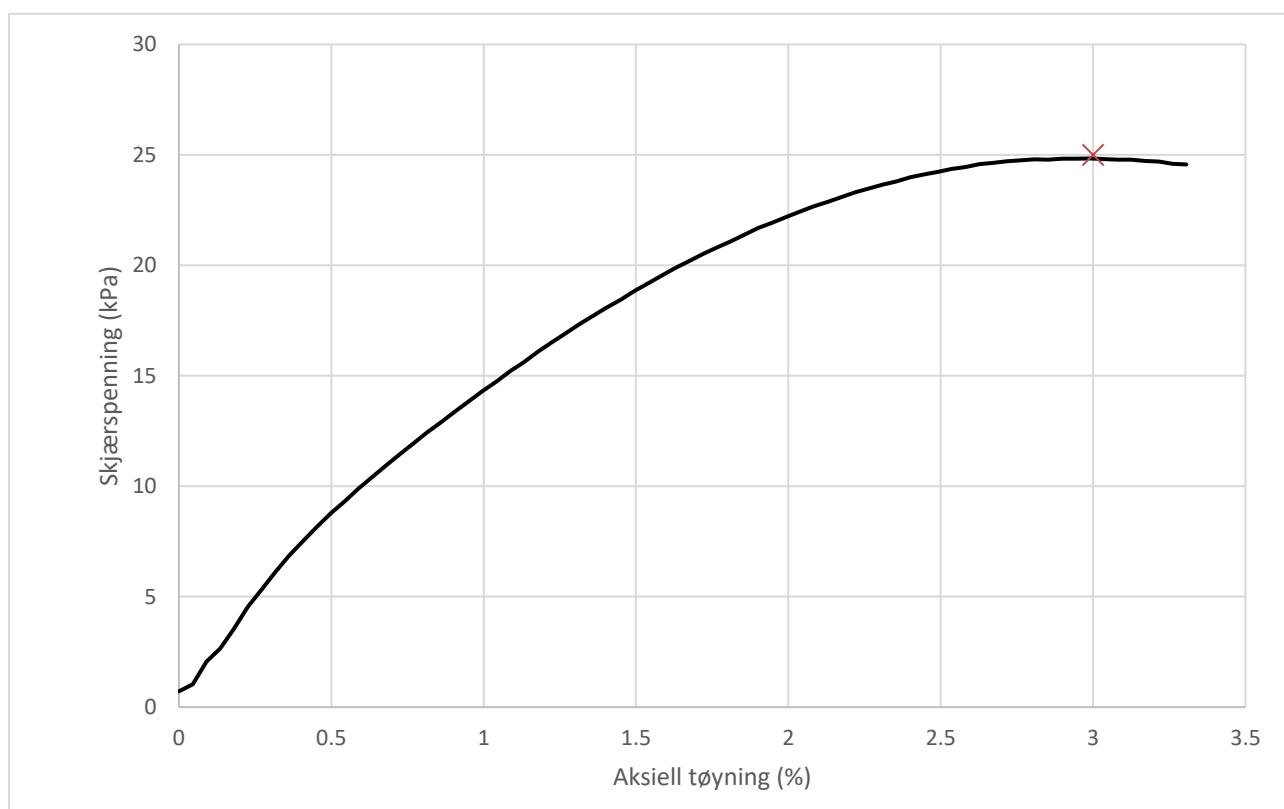
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-4	Dybde	10.48	m
Sylinder	4			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C21

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksial trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

37 kPa

Enaksial trykkstyrke

74 kPa

Aksial tøyning

3.1 %

Romvekt

16.4 kN/m³

Romdensitet

1.67 Mg/m³

Tørrdensitet

1.13 Mg/m³

Vanninnhold

47.6 %

Initial høyde

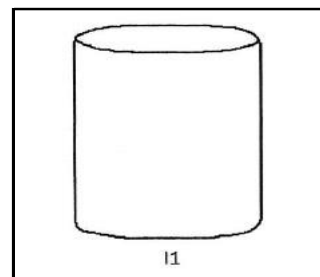
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

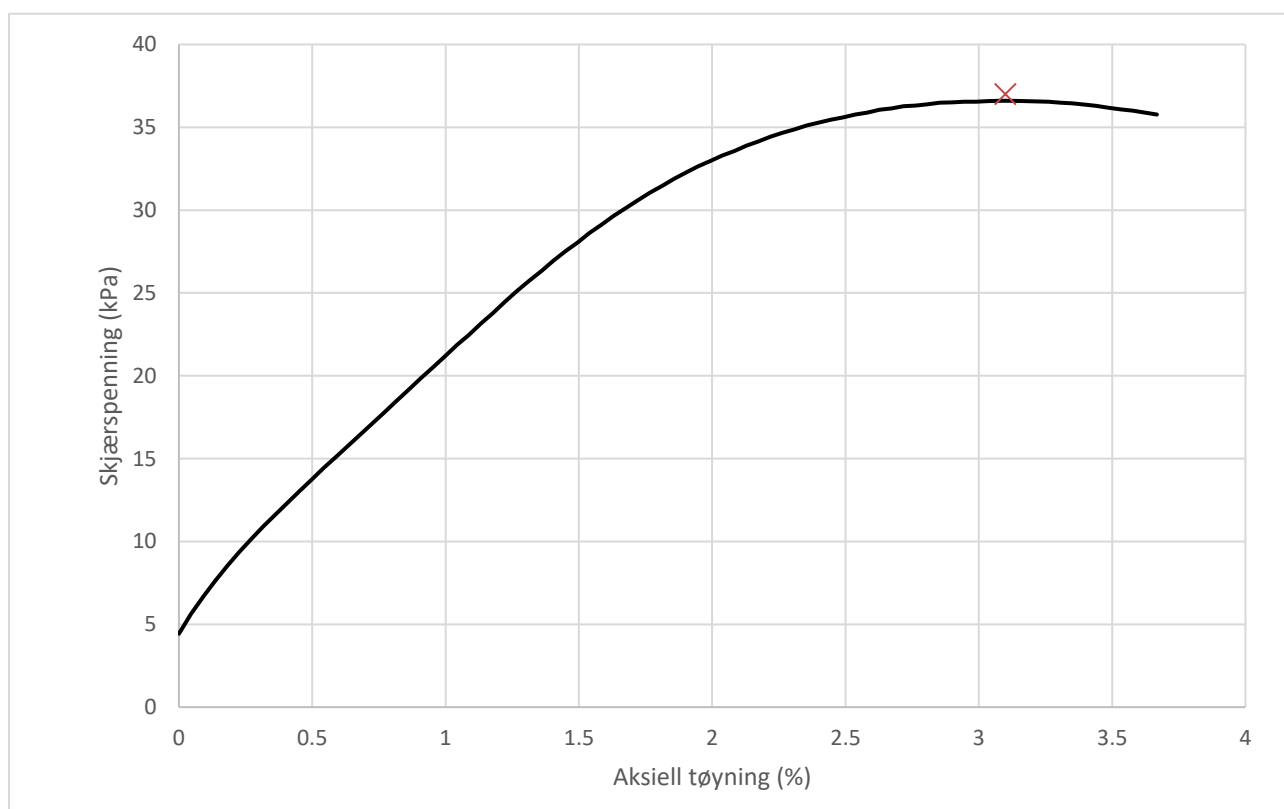
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-4	Dybde	13.33	m
Sylinder	5			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C22

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV

NGI

Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

43 kPa

Enaksial trykkstyrke

86 kPa

Aksial tøyning

2.7 %

Romvekt

16.4 kN/m³

Romdensitet

1.67 Mg/m³

Tørrdensitet

1.13 Mg/m³

Vanninnhold

47.8 %

Initial høyde

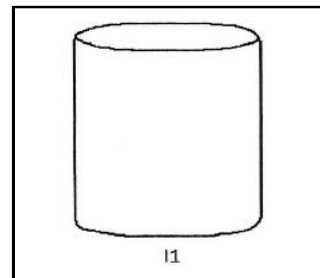
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

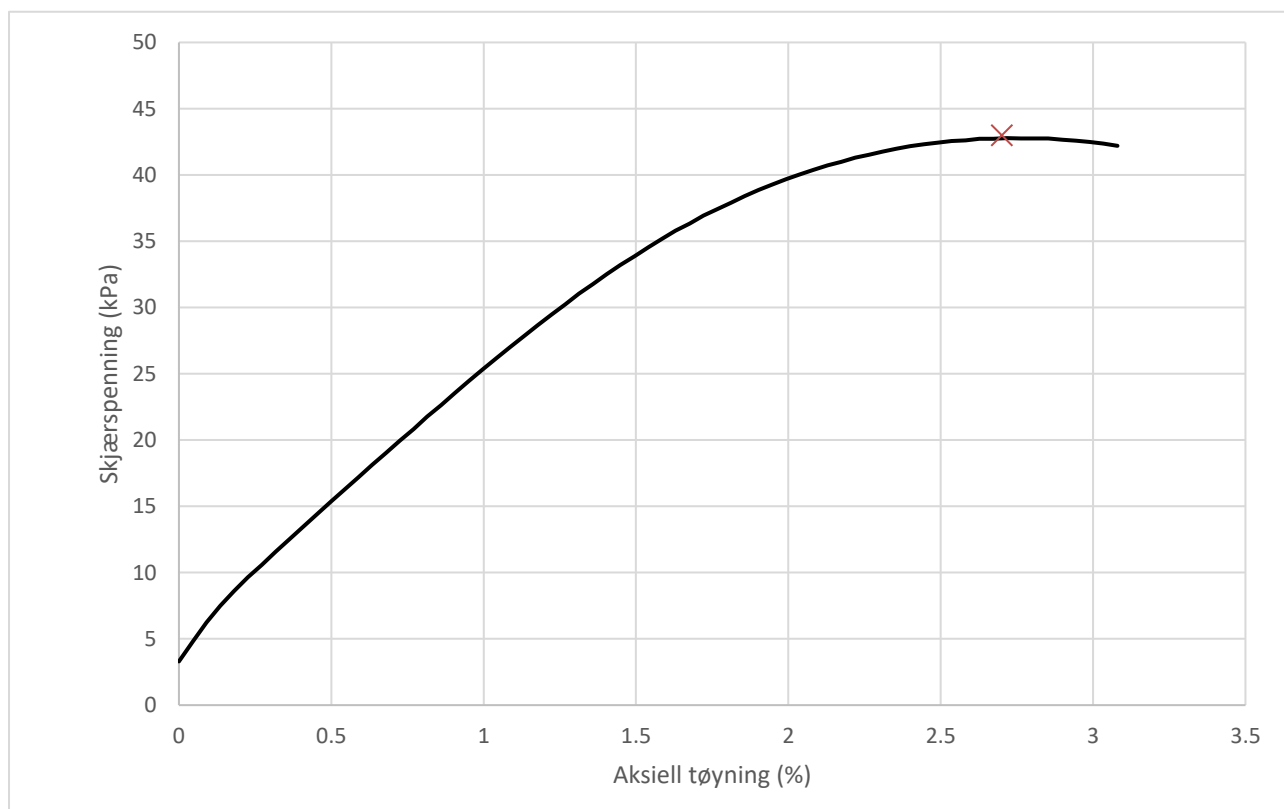
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-4	Dybde	15.93	m
Sylinder	6			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C23

Dato

2023-11-30

Tegnet av

EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

34 kPa

Enaksial trykkstyrke

68 kPa

Aksial tøyning

2.4 %

Romvekt

16.9 kN/m³

Romdensitet

1.72 Mg/m³

Tørrdensitet

1.22 Mg/m³

Vanninnhold

41.5 %

Initial høyde

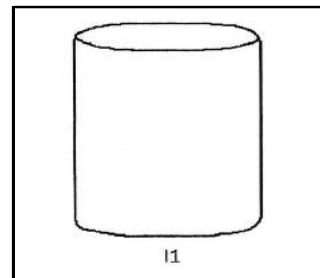
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

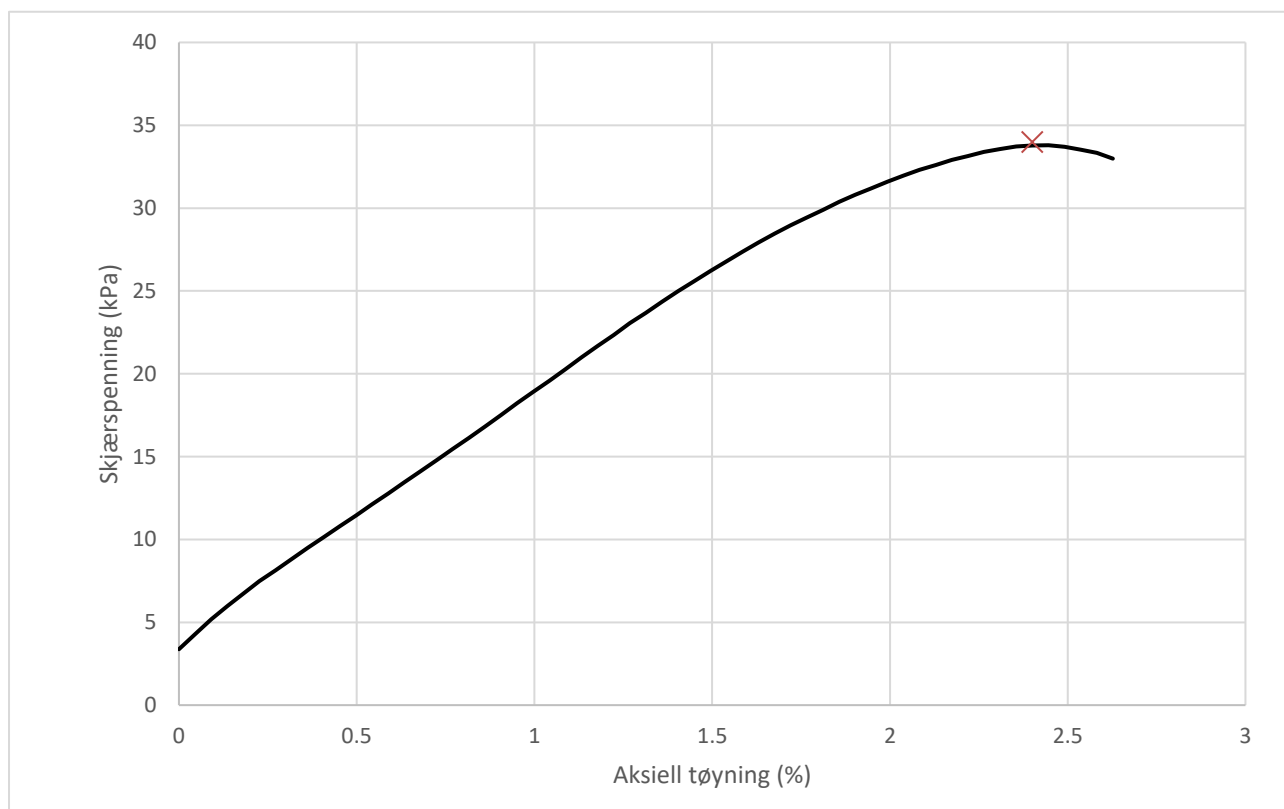
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-4	Dybde	19.33	m
Sylinder	7			
Part	A			
Test				

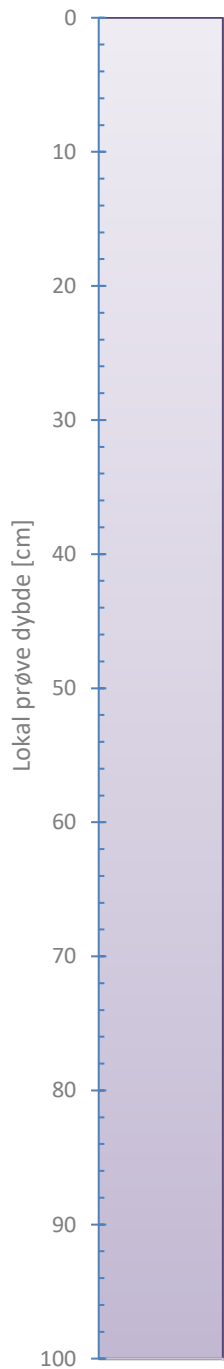
Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C24

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV





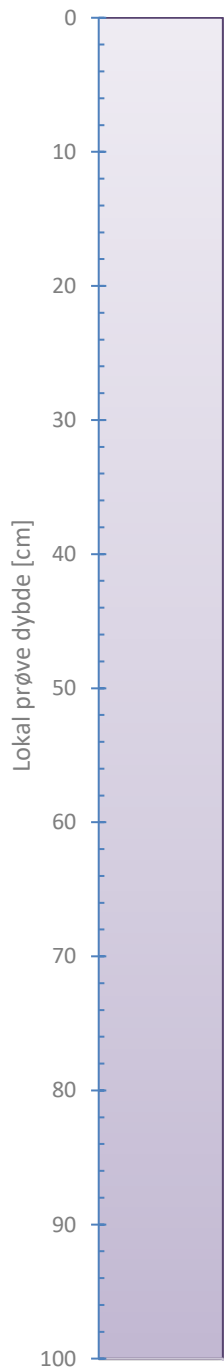
LEIRE, siltig, mørk grå

Foto



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C28	
Boring: NG23-5	Prøvetype: Pose	Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Sylinder: 1	Åpningsdato 2023-11-29		
Dybde [m]: 1.00	Åpnet av: EvS		



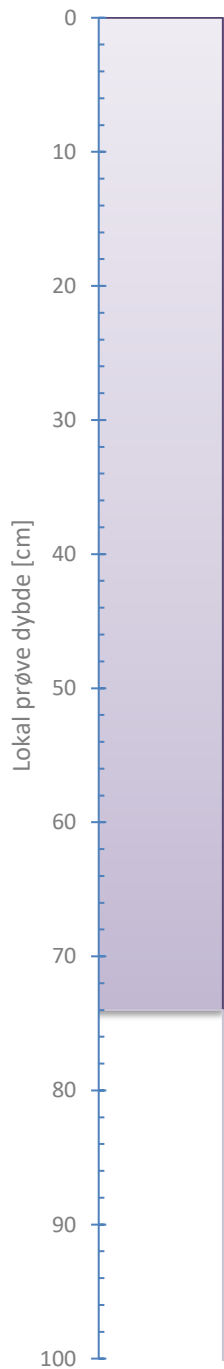
LEIRE, sandig med enkelte organiske rester, mørk grå

Foto



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C29	
Boring: NG23-5	Prøvetype: Pose	Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Sylinder: 2	Åpningsdato 2023-11-29		
Dybde [m]: 3.00	Åpnet av: EvS		



LEIRE, middels fast til fast konsistens, meget høy skjærfasthet med blokkstruktur, grå


Foto 1: Hel prøve

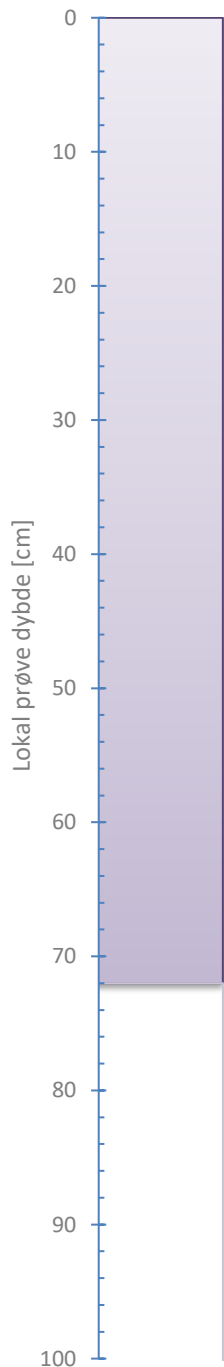


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
		Dokumentnr. 20230480-01-R	
Visuell beskrivelse Boring: NG23-5 Prøvetype: Sylinder Sylinder: 3 Åpningsdato 2023-11-28 Dybde [m]: 5.00 Åpnet av: Sfa		Figurnr. C30	
		Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
			



LEIRE, middels fast konsistens, middels skjærfasthet med meget tett fordelt tynne lamina av silt, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

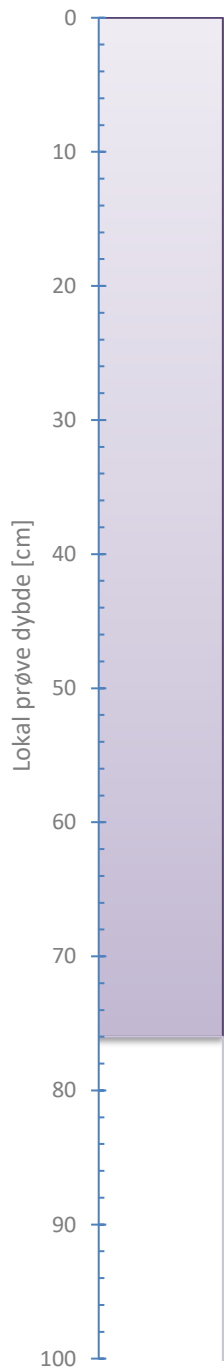


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C31	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-5	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	4		
Dybde [m]:	7.00		
		Prøvetype:	Sylinder
		Åpningsdato	2023-11-25
		Åpnet av:	SfA



LEIRE, bløt konsistens, middels skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

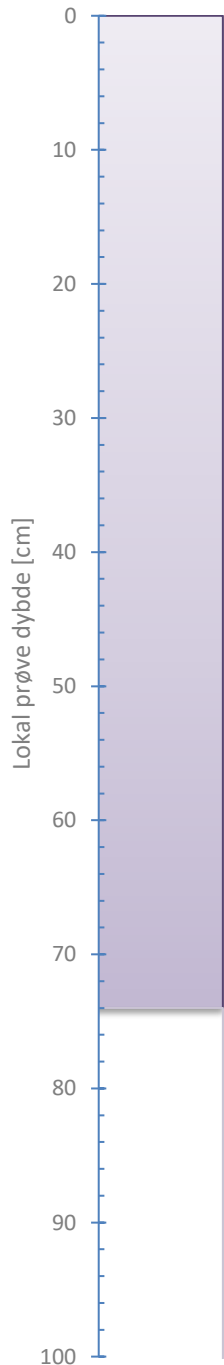


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C32	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-5	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	5		
Dybde [m]:	11.00		
		Prøvetype:	Sylinder
		Åpningsdato	2023-11-28
		Åpnet av:	SfA



LEIRE, siltig, bløt konsistens, middels skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve



Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C33	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	NG23-5	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	6		
Dybde [m]:	14.00		
	Prøvetype:	Sylinder	
	Åpningsdato	2023-11-28	
	Åpnet av:	SfA	

Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

200 kPa

Enaksial trykkstyrke

400 kPa

Aksial tøyning

7.6 %

Romvekt

20 kN/m³

Romdensitet

2.04 Mg/m³

Tørrdensitet

1.64 Mg/m³

Vanninnhold

24.3 %

Initial høyde

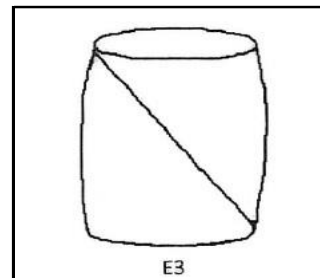
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

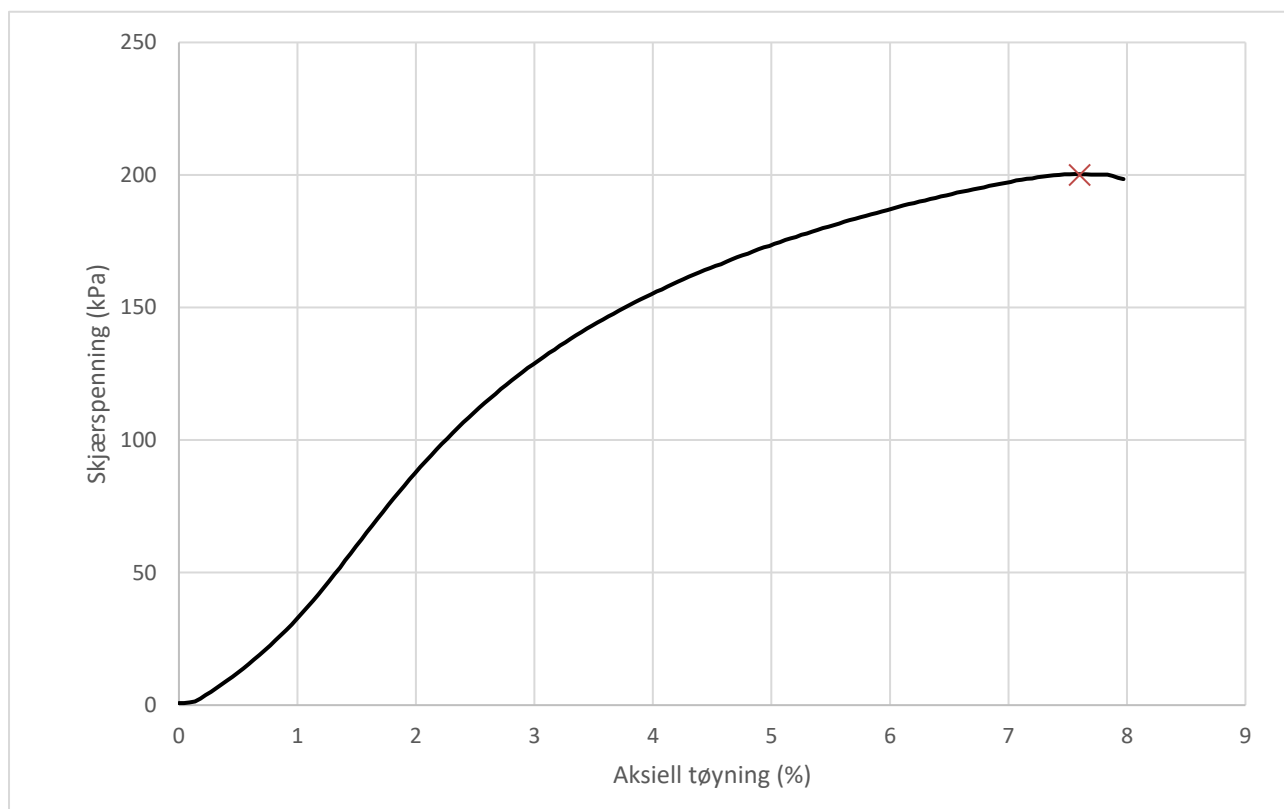
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-5	Dybde	5.33	m
Sylinder	3			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C34

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

61 kPa

Enaksial trykkstyrke

122 kPa

Aksial tøyning

15 %

Romvekt

20 kN/m³

Romdensitet

2.04 Mg/m³

Tørrdensitet

1.6 Mg/m³

Vanninnhold

27.3 %

Initial høyde

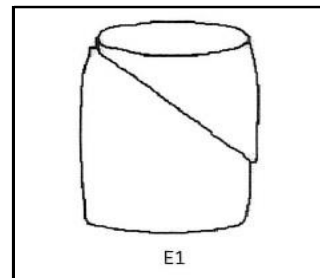
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

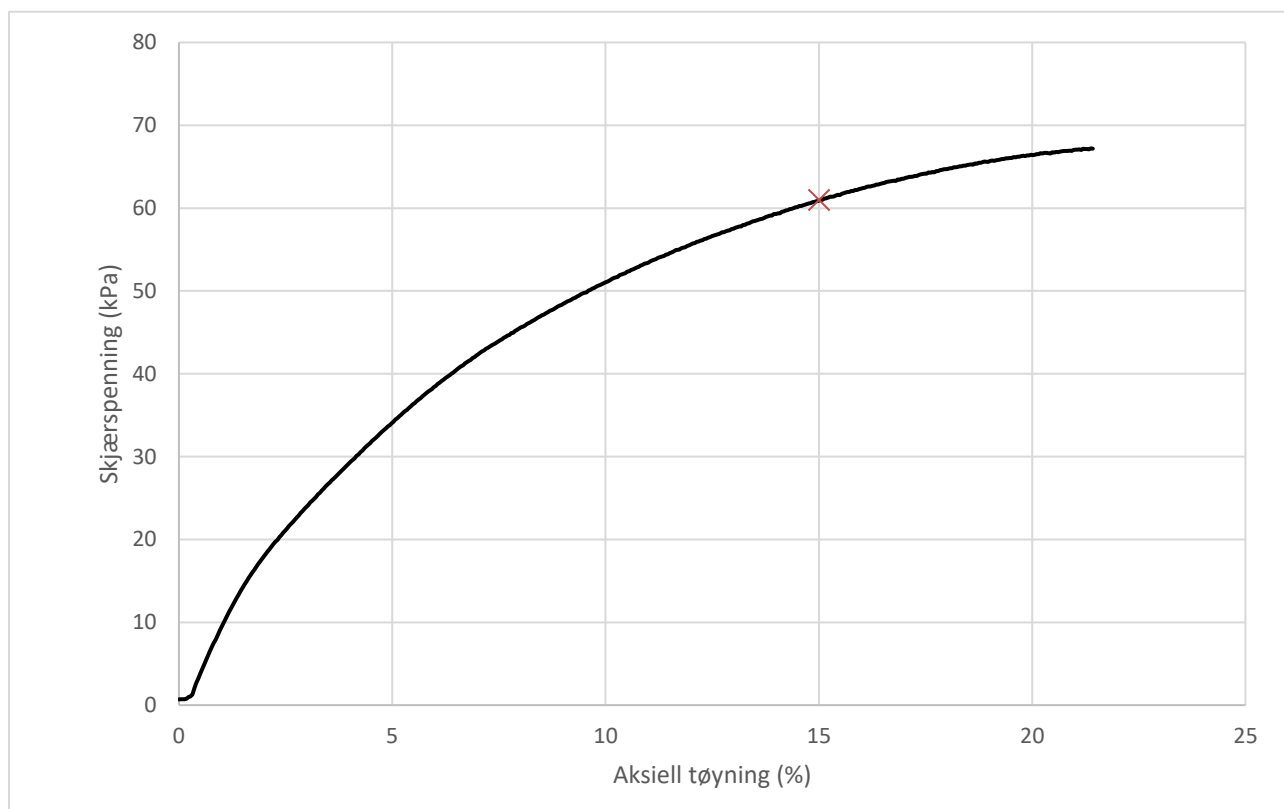
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-5	Dybde	7.33	m
Sylinder	4			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C35

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

66 kPa

Enaksial trykkstyrke

132 kPa

Aksial tøyning

4.4 %

Romvekt

19.3 kN/m³

Romdensitet

1.97 Mg/m³

Tørrdensitet

1.5 Mg/m³

Vanninnhold

31.5 %

Initial høyde

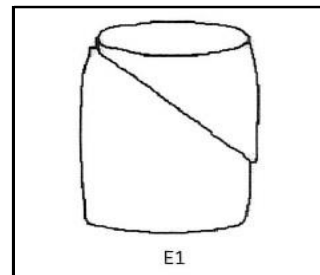
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

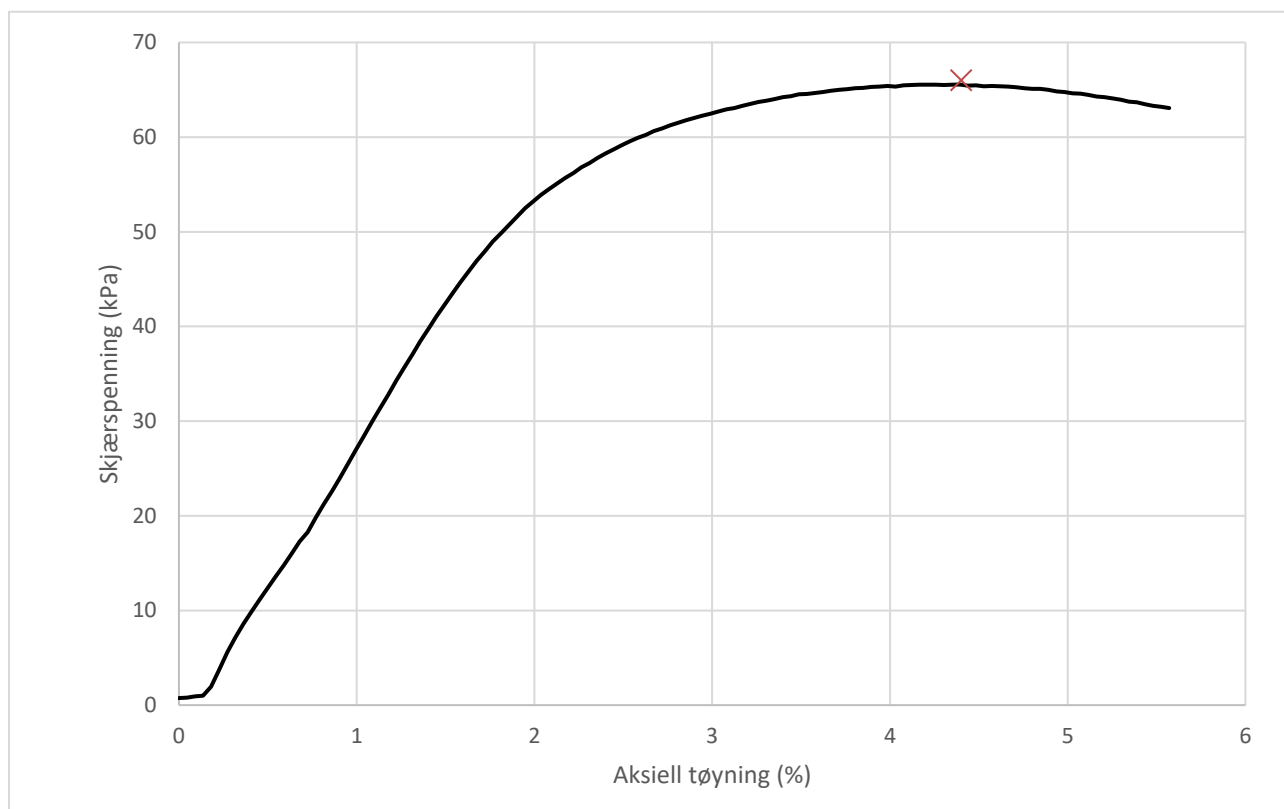
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-5	Dybde	11.33	m
Sylinder	5			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C36

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksiall tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksiall tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

67 kPa

Enaksial trykkstyrke

134 kPa

Aksiall tøyning

4.7 %

Romvekt

19.2 kN/m³

Romdensitet

1.96 Mg/m³

Tørrdensitet

1.48 Mg/m³

Vanninnhold

32.3 %

Initial høyde

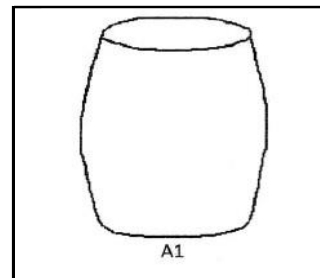
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

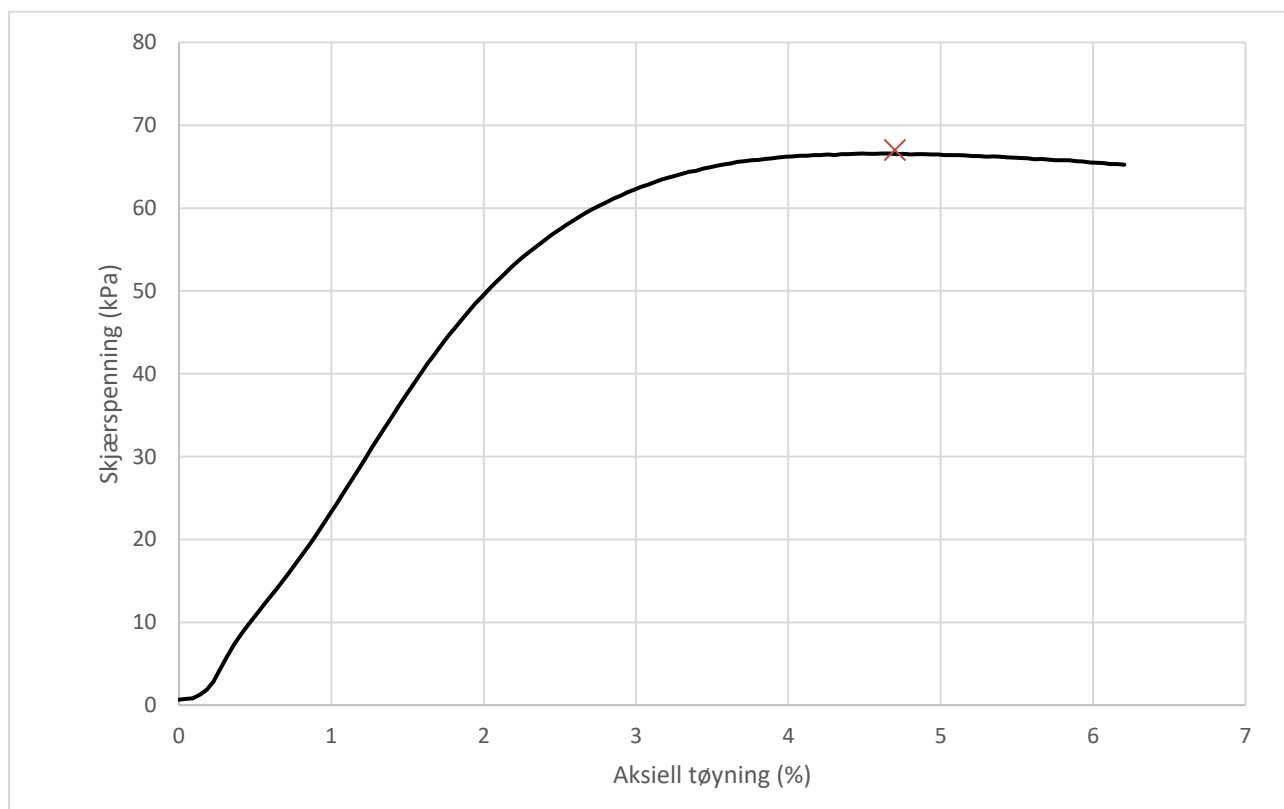
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	NG23-5	Dybde	14.33	m
Sylinder	6			
Part	A			
Test				

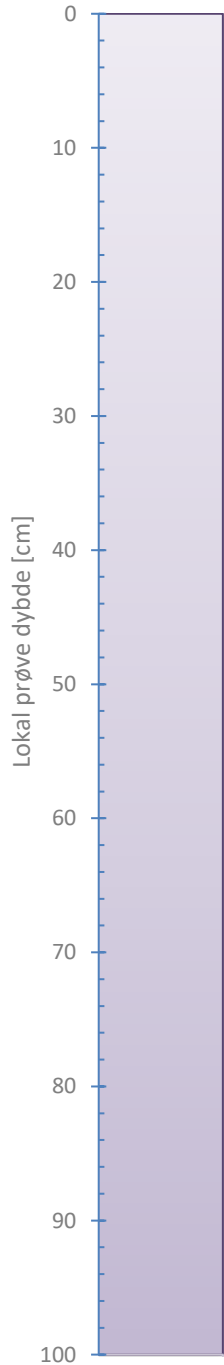
Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C37

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV





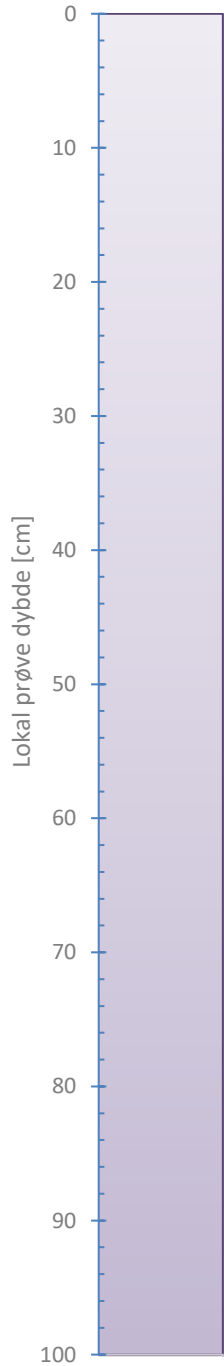
LEIRE, sandig, siltig, gråbrun

Foto



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C39	
Boring: RA20-1	Prøvetype: Pose	Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Sylinder: 1	Åpningsdato 2023-11-29		
Dybde [m]: 2.00	Åpnet av: EvS		




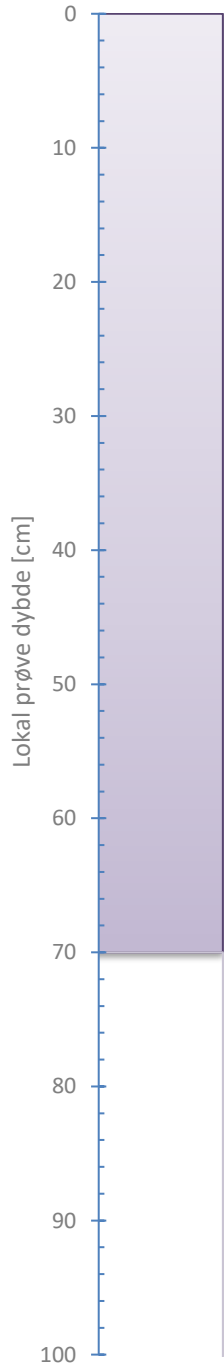
LEIRE, sandig, gråbrun

Foto



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
		Dokumentnr. 20230480-01-R	
Visuell beskrivelse		Figurnr. C40	
		Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Boring: RA20-1	Prøvetype: Pose		
Sylinder: 2	Åpningsdato 2023-11-29		
Dybde [m]: 4.00	Åpnet av: EvS		



LEIRE, middels fast konsistens, middels til høy skjærfasthet med ekstremt tett fordelte tynne lamina av silt, noe sand i topp av prøven, mørk grå

Foto 1: Hel prøve

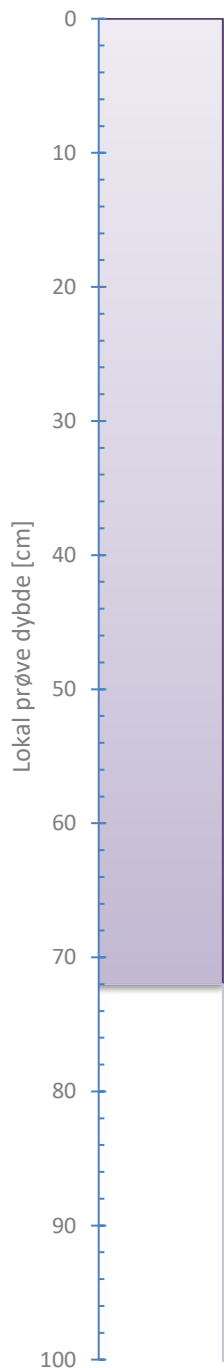


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C41	
Boring: RA20-1	Prøvetype: Sylinder	Dato 2023-11-30	Tegnet av EvS/ThV
Sylinder: 3	Åpningsdato 2023-11-28		
Dybde [m]: 7.00	Åpnet av: SFA		



LEIRE, bløt konsistens, lav til middels skjærfasthet, mørk grå

Foto 1: Hel prøve

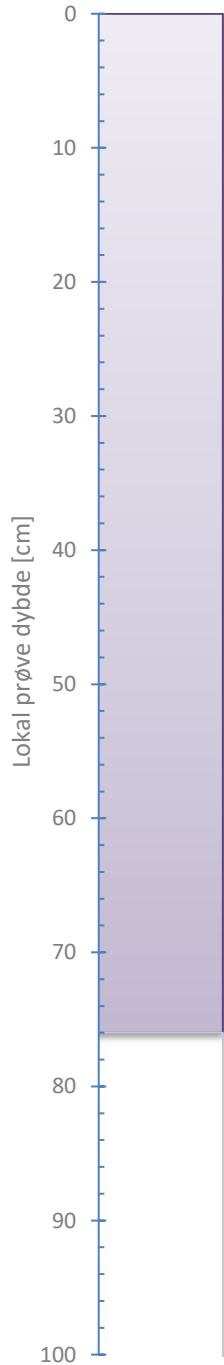


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Rev. 7 / Dato 2023-02-08 / Sign. SIM/Klo	
Visuell beskrivelse		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C42	
Boring:	RA20-1	Prøvetype:	Sylinder
Sylinder:	4	Åpningsdato	2023-11-28
Dybde [m]:	9.00	Åpnet av:	SfA
		Dato	Tegnet av
		2023-11-30	EvS/ThV



LEIRE, KVIKK,
meget bløt konsistens, lav
skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

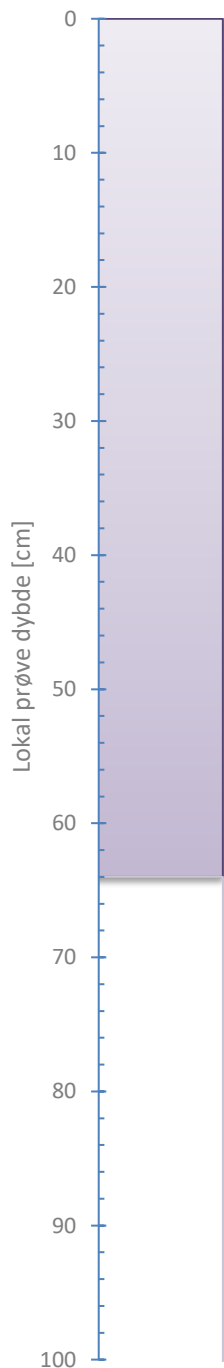


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C43	
Boring: RA20-1		Prøvetype: Cylinder	
Sylinder: 5		Åpningsdato 2023-11-28	
Dybde [m]: 12.00		Åpnet av: Sfa	
		Dato 2023-11-30	
		Tegnet av EvS/ThV	
			



LEIRE, KVIKK, meget bløt konsistens, meget lav til lav skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve

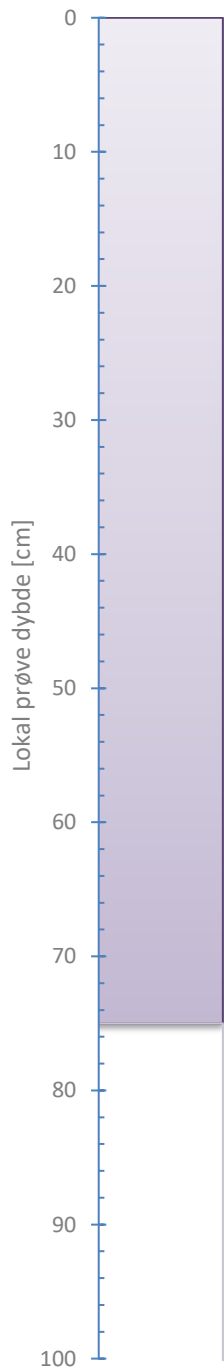


Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C44	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	RA20-1	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	6		
Dybde [m]:	16.00		
		Prøvetype:	Sylinder
		Åpningsdato	2023-11-28
		Åpnet av:	SfA



LEIRE, SPRØBRUDDMATERIALE
meget bløt konsistens, lav til
middels skjærfasthet, mørk grå


Foto 1: Hel prøve



Foto 2: Splittet



Tilleggsopplysninger

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen		Dokumentnr. 20230480-01-R	
		Figurnr. C45	
Visuell beskrivelse		Dato	Tegnet av
Boring:	RA20-1	2023-11-30	EvS/ThV
Sylinder:	7		
Dybde [m]:	18.00		
		Prøvetype:	Sylinder
		Åpningsdato	2023-11-28
		Åpnet av:	Sfa

Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksiall tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksiall tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

57 kPa

Enaksial trykkstyrke

114 kPa

Aksiall tøyning

15 %

Romvekt

18.5 kN/m³

Romdensitet

1.89 Mg/m³

Tørrdensitet

1.37 Mg/m³

Vanninnhold

37.5 %

Initial høyde

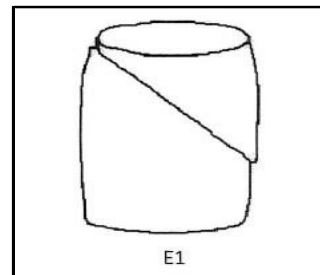
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

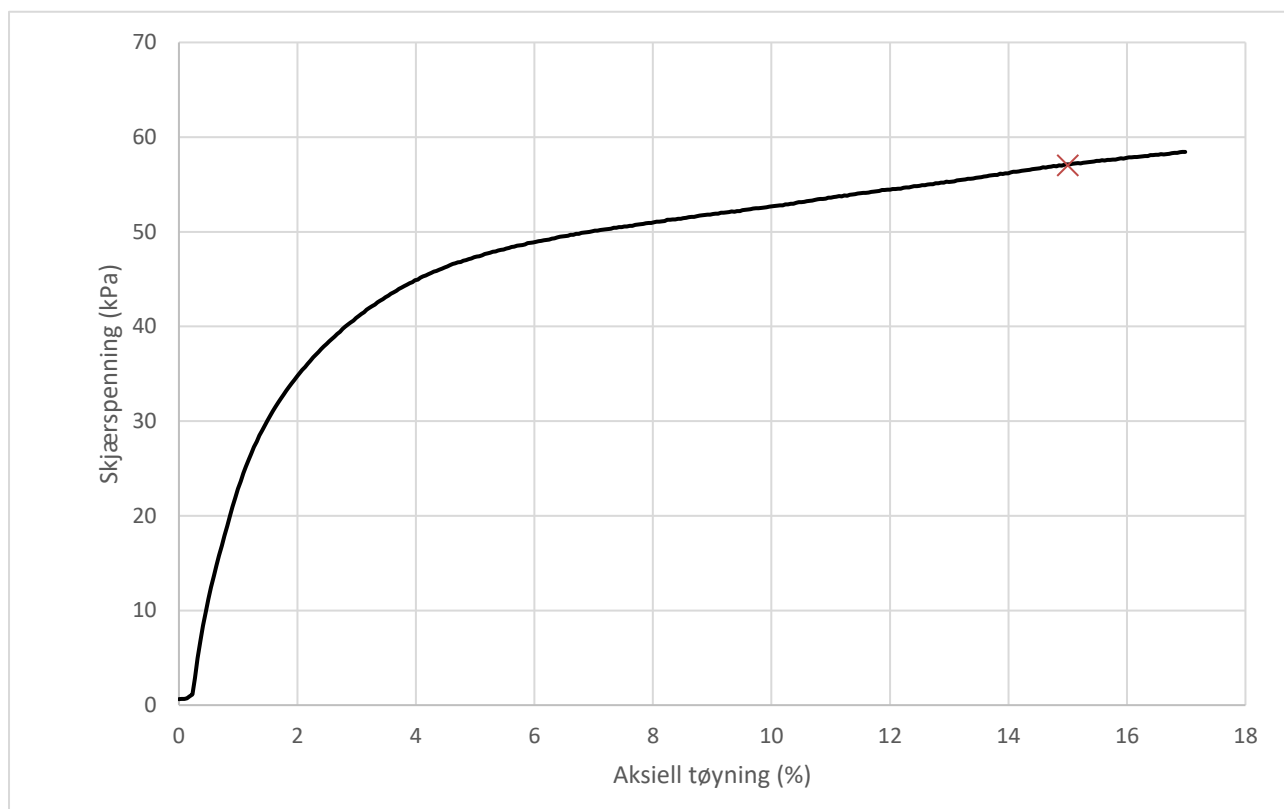
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	RA20-1	Dybde	7.33	m
Sylinder	3			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C46

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

46 kPa

Enaksial trykkstyrke

92 kPa

Aksial tøyning

4.6 %

Romvekt

19.5 kN/m³

Romdensitet

1.99 Mg/m³

Tørrdensitet

1.53 Mg/m³

Vanninnhold

30 %

Initial høyde

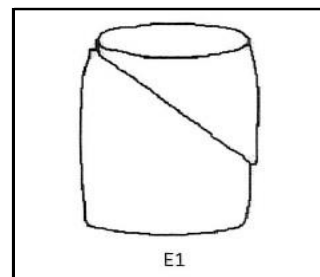
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

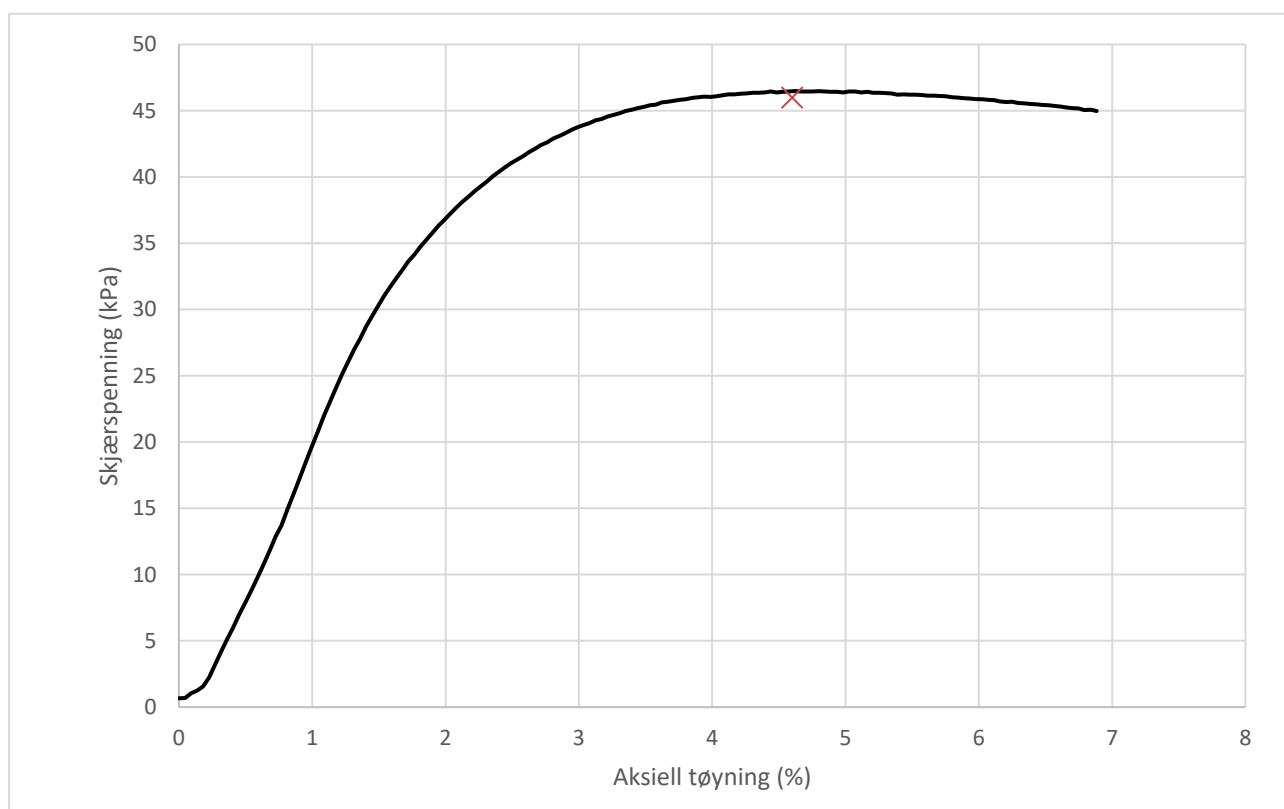
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	RA20-1	Dybde	9.33	m
Sylinder	4			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C47

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

32 kPa

Enaksial trykkstyrke

64 kPa

Aksial tøyning

4.5 %

Romvekt

18 kN/m³

Romdensitet

1.84 Mg/m³

Tørrdensitet

1.43 Mg/m³

Vanninnhold

29 %

Initial høyde

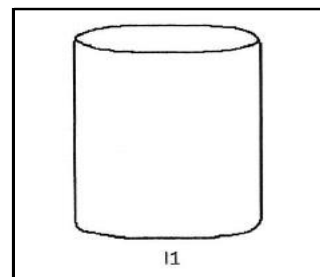
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

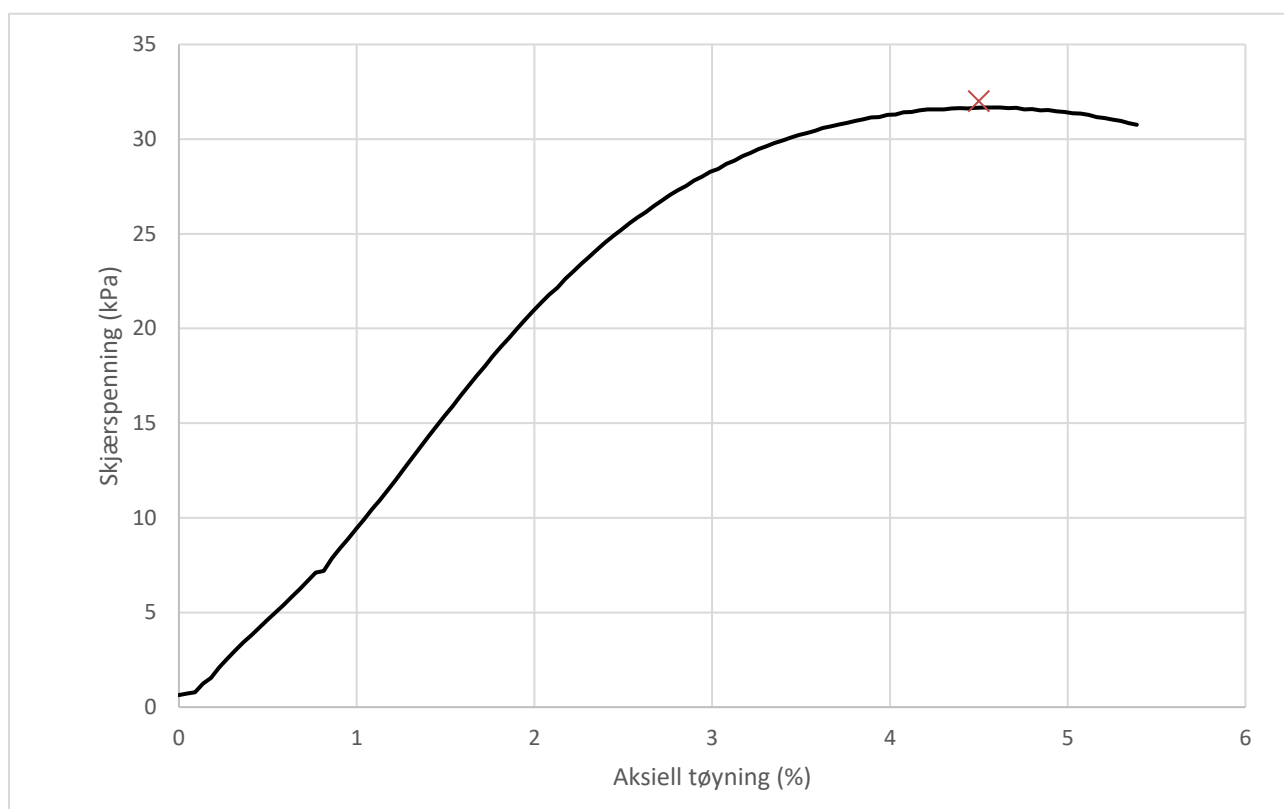
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	RA20-1	Dybde	12.33	m
Sylinder	5			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C48

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksial tøyning(ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksial tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

23 kPa

Enaksial trykkstyrke

46 kPa

Aksial tøyning

5.9 %

Romvekt

18 kN/m³

Romdensitet

1.84 Mg/m³

Tørrdensitet

1.42 Mg/m³

Vanninnhold

29.6 %

Initial høyde

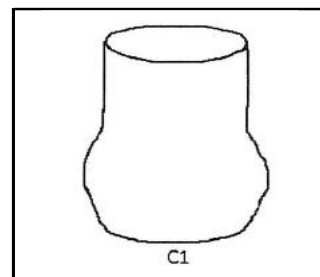
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

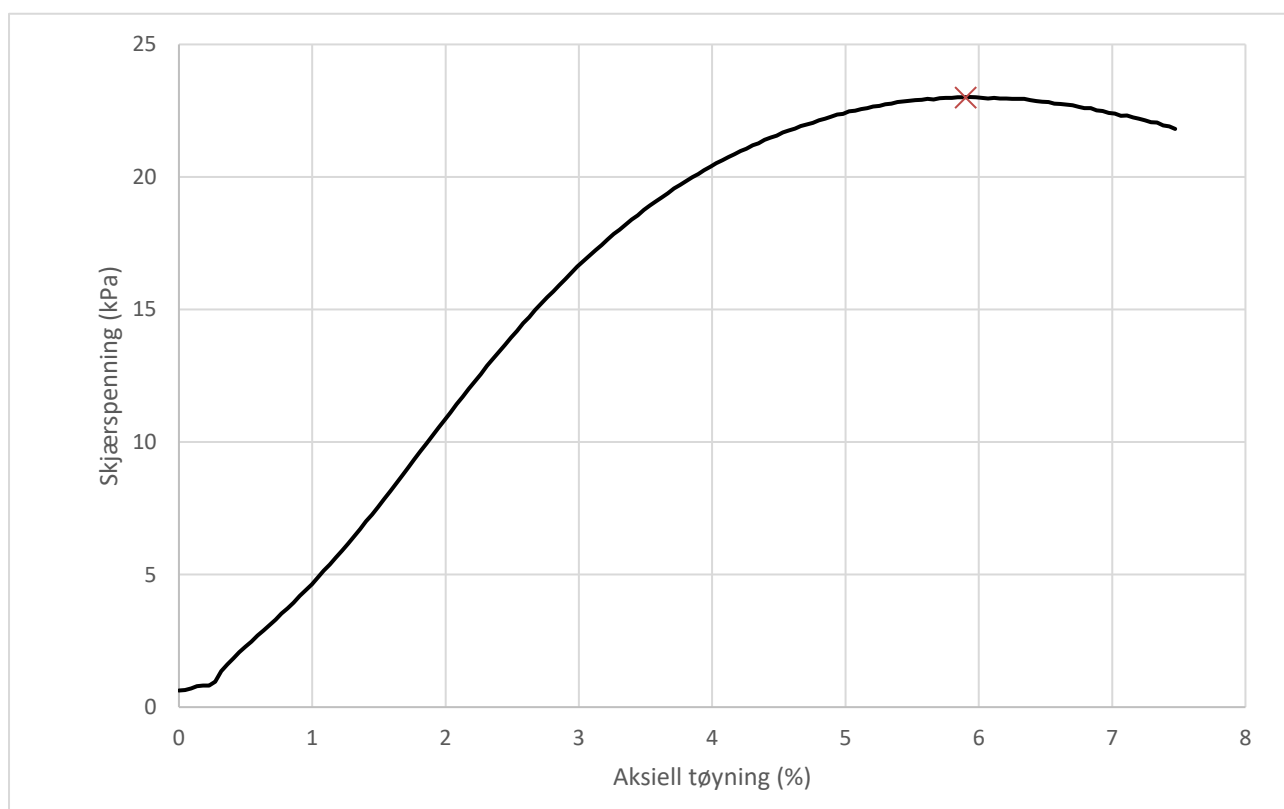
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	RA20-1	Dybde	16.33	m
Sylinder	6			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C49

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Enaksialt trykkforsøk

Generell info

Bestemmelse av udrenert skjærstyrke (C_u), enaksialt trykkstyrke (q_u) og aksiall tøyning (ϵ) av jordmateriale med lav permeabilitet ved enaksial trykkprøving utført i hht. NS-EN ISO 17892-7:2017. Vanninnhold (w) er beregnet i hht ISO 17892-1. Romvekt (γ), romdensitet (ρ) og tørrdensitet (ρ_d) er beregnet i hht ISO 17892-2 (Lineær metode). Dersom maksimum udrenert skjærstyrke ikke finnes ved aksial sammentrykning mindre enn 15 % aksiall tøyning, velges udrenert skjærstyrke som verdien av aksial sammentrykning 15 %.

Mal: UCS Output

Dato/Rev nr.: 2020-10-08/04

Ansvarlig: FI

Kontrollert av: MAS

Ved brudd

Udrenert skjærstyrke

49 kPa

Enaksial trykkstyrke

98 kPa

Aksiall tøyning

3.8 %

Romvekt

19.9 kN/m³

Romdensitet

2.03 Mg/m³

Tørrdensitet

1.59 Mg/m³

Vanninnhold

27.4 %

Initial høyde

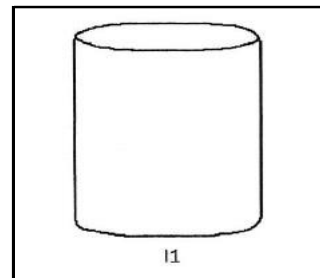
138.0 mm

Initial areal

40.72 cm²

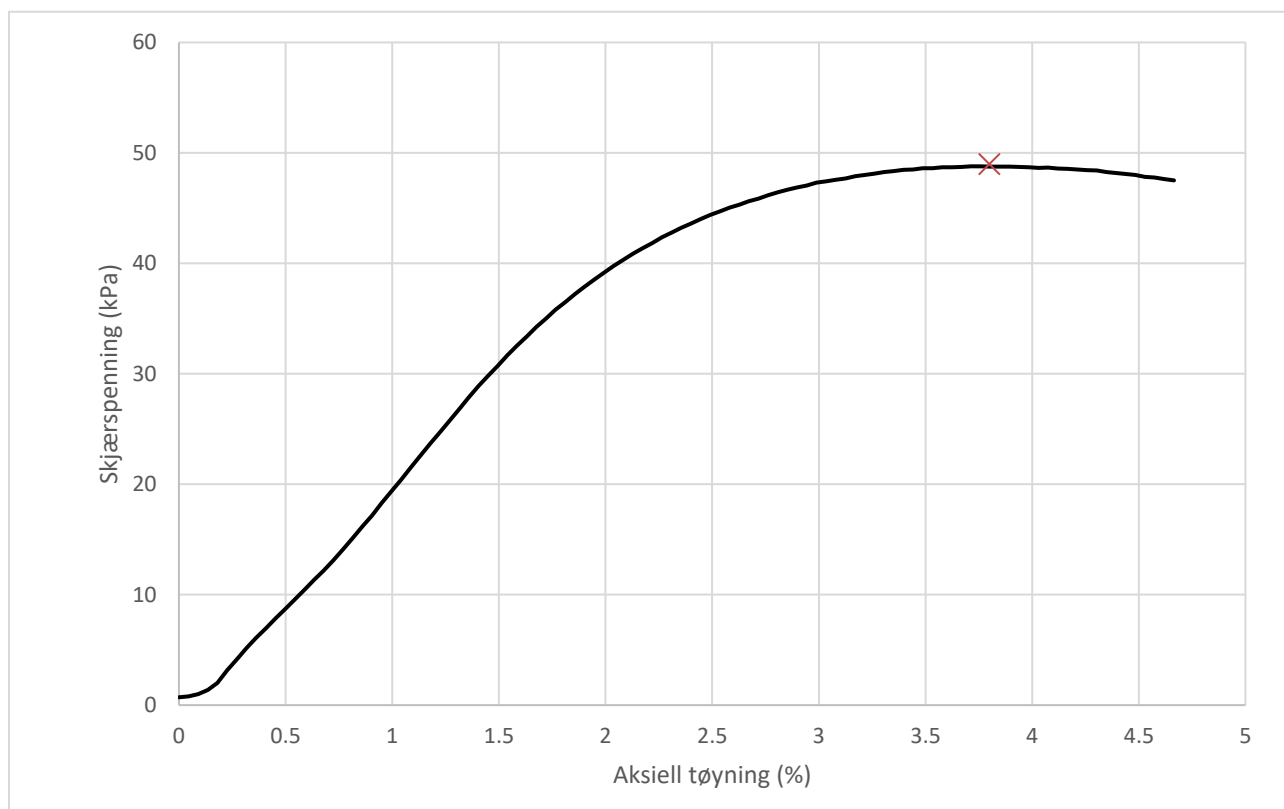
Tøyningsrate

2.7 %/min



Skisse ved brudd

Test preparering



Anmerkning

Tøyningsraten for dette forsøket er større enn anbefalinger fra ISO 17892-7.

Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmereggen

Boring	RA20-1	Dybde	18.33	m
Sylinder	7			
Part	A			
Test				

Dokumentnr.
20230480-01-R

Figurnr.
C50

Dato
2023-11-30

Tegnet av
EvS/ThV



Vedlegg D

TREAKSIALFORSØK

Innhold

D1 Metode	2
D2 Innbygging av prøver	2
D2.1 Merknader til laboratorieprogram	3
D3 Resultater	3
D3.1 Prøvekvalitet	3
D4 Referanser	4

Tabell

Tabell D1 Sammenstilling treaksialforsøk

Figurer

Figur D1-D3 Resultater fra treaksialforsøk

D1 Metode

Forsøkene er utført iht. NS-EN ISO 17892-9:2018 /D1/. Prosedyrer for utførelse av treksialforsøk ved NGI er beskrevet i rapportene /D2/-/D3/. Tabellen under viser en oversikt over utførte treksforsøk for borpunktene.

Tabell 1 Dybde på treksialforsøk.

Borhull	Dybde [m]	Type forsøk
NG23-4	10.28	CAUA
NG23-4*	15.4	CAUA

* Treksforsøket ble avbrutt tidlig, da den umiddelbart ble omrørt under konsolidering. Trolig var prøvestykket «altfor» forstyrret før forsøket ble satt i gang.

Akronymene for forsøksmetodene er engelske og betegner følgende:

CAUA/CAUC - anisotropically consolidated undrained triaxial active/compression test

På norsk er dette:

"anisotropt konsolidert aktivt udrenert treksialforsøk"

For konsoliderte forsøk konsolideres prøvestykket til antatte in-situ spenninger før prøven utsettes for lastpåkjenning. Dette gjøres for å simulere spenningstilstanden prøvestykket har i naturlig tilstand. Konsolideringen blir etterfulgt av selve skjærtesten. Ved aktiv skjæring påfører man prøvestykket trykkøkning i aksial retning, mens det radielle (omsluttende) trykket holdes konstant.

D2 Innbygging av prøver

Prøvene monteres i celler med 72 mm diameter og høyde 140 mm. Filter og slanger mettes opp når prøvene er påført en isotrop spenning tilsvarende antatt svelletrykk. Svulletrykket oppnås ved en inkrementell fremgangsmåte, hvor man igangsetter metning av filter og slanger mens man inspiserer om det foregår eventuell vertikal tøyning. Ved påført vertikal tøyning stanses metningen og prøven belastes isotropisk til et nytt lasttrinn, etterfulgt av ny metning med inspeksjon. Den inkrementelle prosessen er ferdig når metning av systemet ikke medfører vertikal tøyning. Da skal svulletrykket være oppnådd og systemet mettes fullstendig. Prøvene blir deretter belastet isotropt ved å øke celletrykket til den antatte horisontale effektivspenningen in-situ ($\sigma'_{h,0}$). Prøven står da vanligvis en natt og konsoliderer før et mottrykk blir påført for å øke metningen. Etter mottrykket er påført, om konsolideringen er anisotrop med K'_0 under 1, vil prøven belastes vertikalt i trinn vha. sokkelstampelet til antatt vertikal effektspenning in-situ ($\sigma'_{v,0}$).

Når forbelastningen av prøven er ferdig og prøven konsolidert starter skjæringen. Det benyttes en standard skjæringshastighet på omtrent 1,4 % per time. Forsøket kjøres frem til den aksielle tøyningen (ϵ_a) har nådd 20%.

D2.1 Merknader til laboratorieprogram

Det ene tiltenkte forsøket ved 15.5 meters dybde i NG23-4 ble avbrutt som følge av omrøring ved konsolidering, trolig grunnet prøveforstyrrelse før igangsetting.

D3 Resultater

Sammenstilling av resultater er vist i Tabell D1. Detaljer om prøve kvalitet presenteres i neste underkapittel D3.1.

Resultatene er presentert i Figur D1-D3. For begge forsøk vises tre diagrammer som inkluderer parameterne som er listet opp nedenfor:

- ↗ Skjærspenning (τ) som funksjon av aksiell tøyning (ϵ_a)
- ↗ Poretrykket (u) som funksjon av aksiell tøyning (ϵ_a)
- ↗ Skjærspenning (τ) mot effektiv gjennomsnittsspenning ($p' = \frac{\sigma'_a + \sigma'_r}{2}$)

I tillegg presenteres prøvestykket etter fullført test.

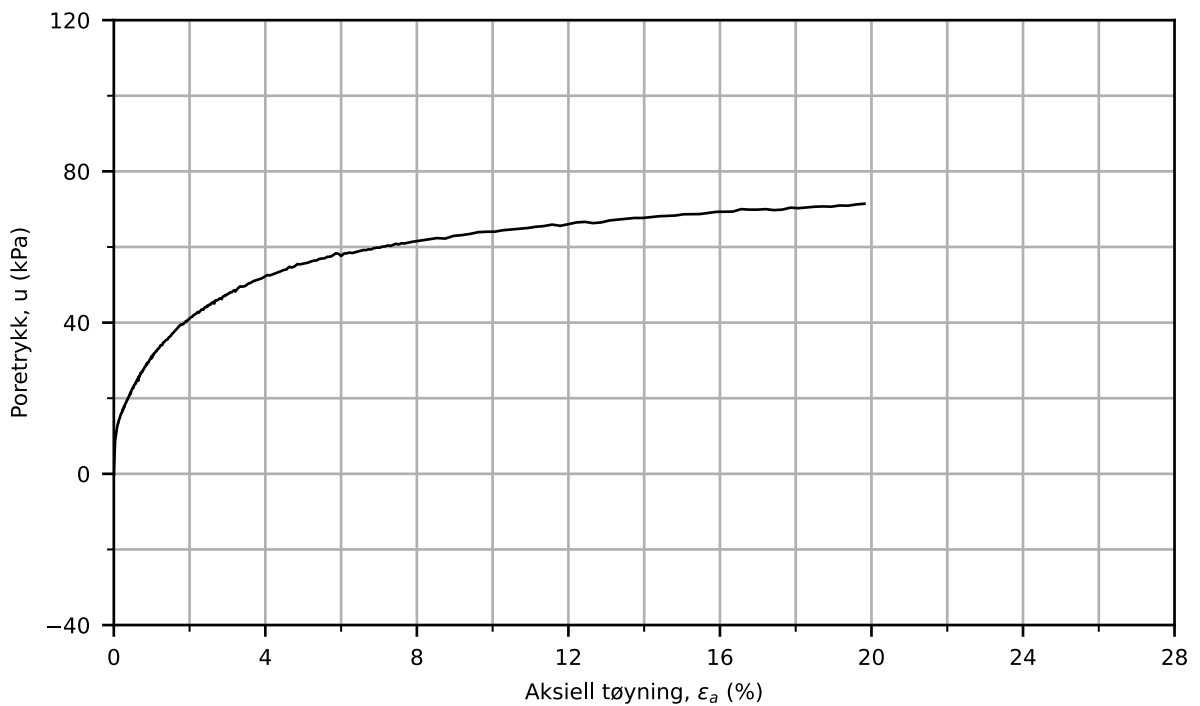
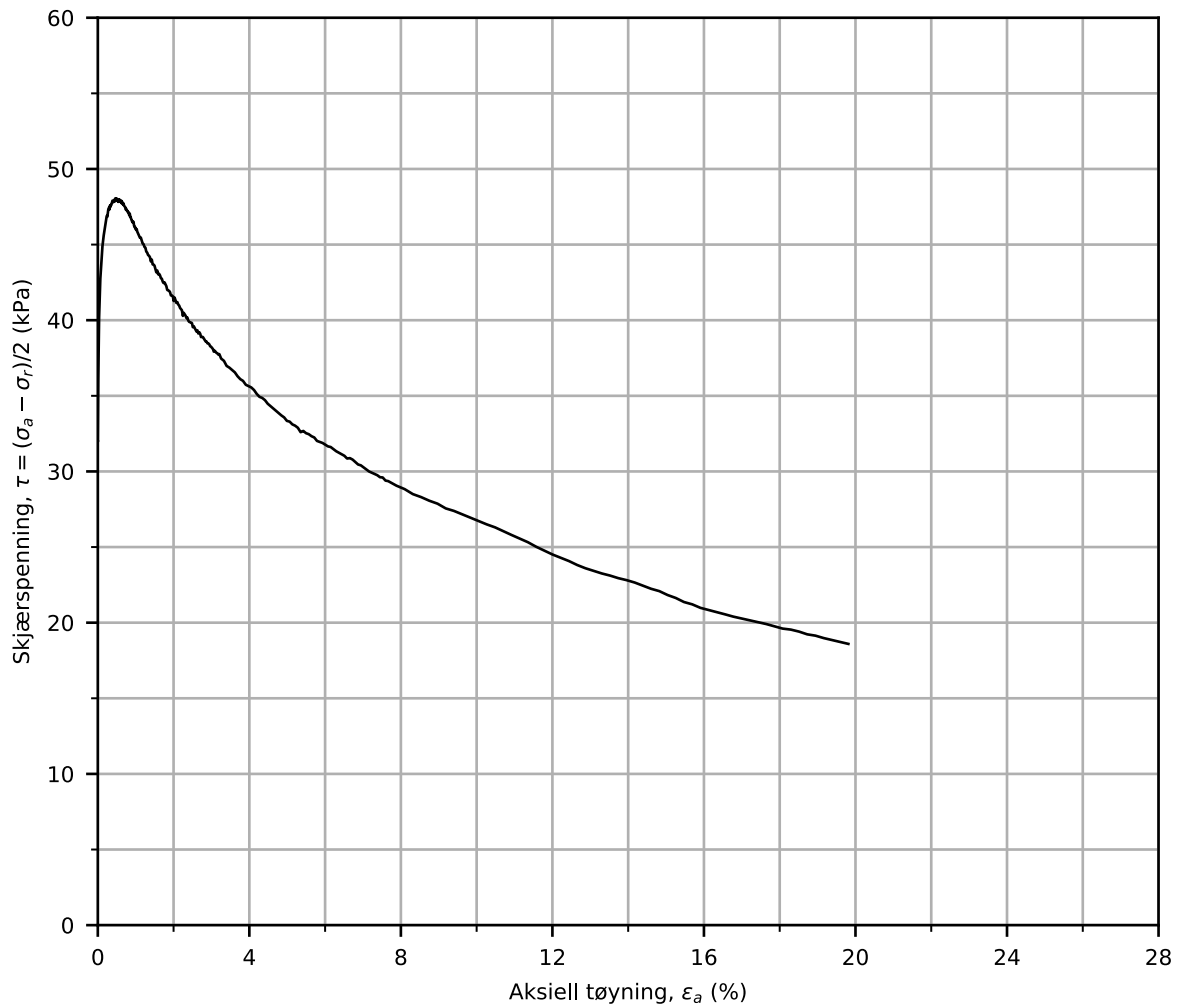
For prøvestykket 3A (6 meters dybde) er det inkludert en figur som viser aksiell- og volumetrisk tøyning under konsolideringsfasen med hensyn på tiden.

D3.1 Prøvekvalitet

For å bedømme kvaliteten til laboratorieforsøkene med hensyn til prøveforstyrrelse refereres det til anerkjente foreslåtte kvalitetskriterier /D4/-/D6/. Kriteriene baserer seg på volumetrisk endring uttrykt ved enten volumetrisk tøyning (ϵ_{vol}) eller poretallet (e) i konsolideringsfasen.

D4 Referanser

- /D1/ Standard Norge (07.2018) Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser: Laboratorieprøving av jord: Del 9: Konsolidert treaksial trykkprøving av mett jord. NS-EN ISO 17892-9:2018.
- /D2/ Andersen, A., Berre, T., Kleven, A. og Lunne, T. (1979) Procedures used to obtain soil parameters for foundation engineering in the North Sea. *Marine Geotechnology*, vol. 3, nr. (3), s. 201-266. Også publisert i: Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 129.
- /D3/ Berre, T. (1982) Triaxial testing at the Norwegian Geotechnical Institute. *Geotechnical Testing Journal*, vol. 5, nr. (1/2) s. 3-17. Også publisert i: Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 134 (1981), s. 7-23.
- /D4/ Berre, T. (1985) Suggested international procedure for triaxial compression tests on soils. NGI rapport 56103-30.
- /D5/ Kleven, A., Lacasse, S., Andersen, K.H. (1986) Foundation engineering criteria for gravity platforms soil parameters for offshore foundation design: Part II, Appendix IV. NGI rapport 40013-34.
- /D6/ Paniagua, P., L'Heureux, J.S., Yang, S.Y., Lunne, T.L. (2016) Study on the practices for preconsolidation stress evaluation from oedometer tests. *In Proceedings of the 17th Nordic Geotechnical Meeting (NGM)*, Iceland, Reykjavik, 25-28 May 2016, s. 547 - 555.



Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmerveggen

Dokument nr.
20230480-01-R

Test type: CAUC

Borehull: NG23-4

Figur nr.
D1

Sylinder: 4

Dybde = 10.28 m

Konsolideringsspenninger

Dato
2023-11-27

Tegnet av
ThS

Del: A

p_0' = 152.5 kPa

(kPa) Max. Min. End.

Test: 1

w_i = 46.1 %

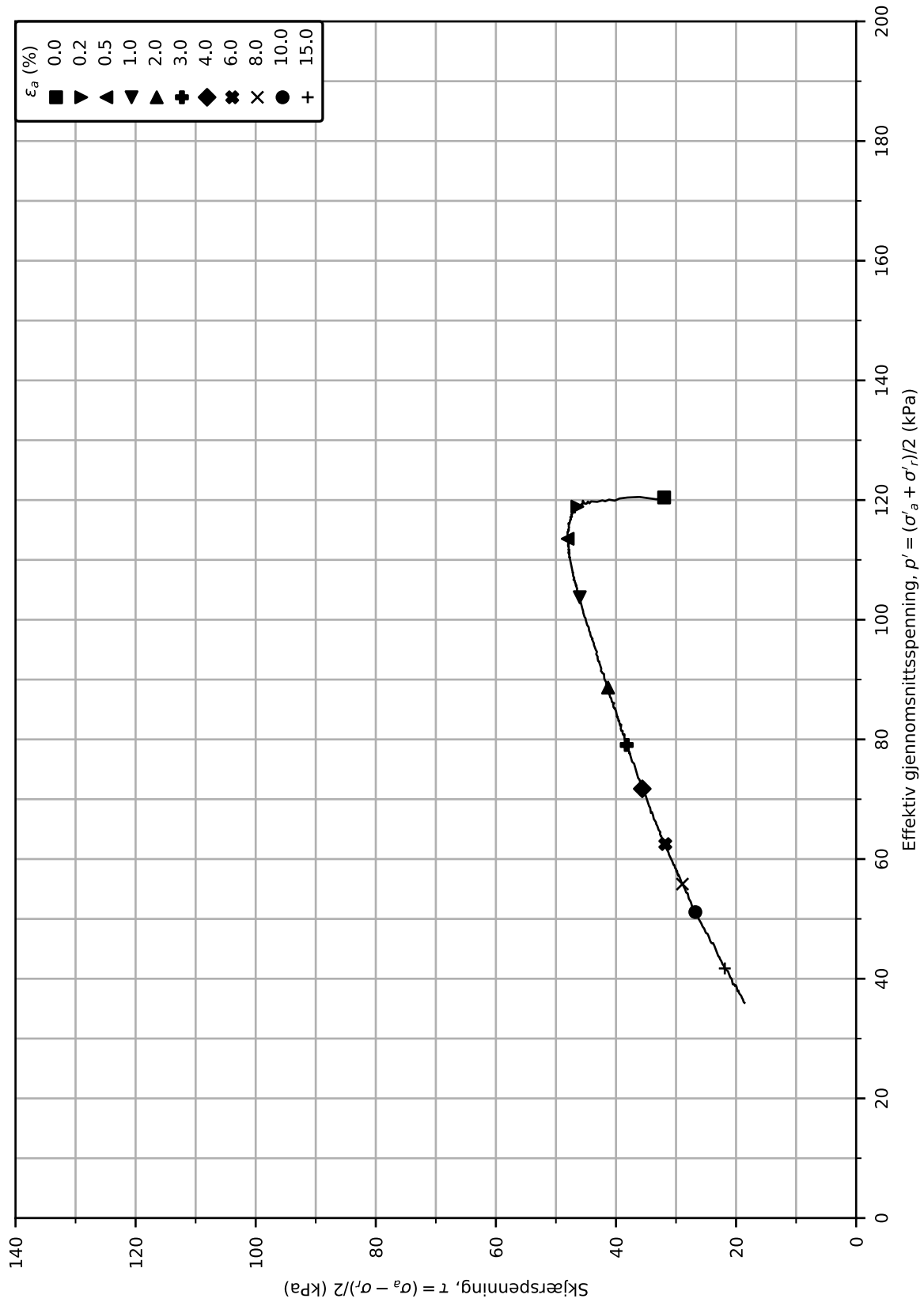
σ'_{ac} - - 152.2

Lab: NGI Oslo

w_c = 44.3 %

σ'_{rc} - - 88.5





Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmerveggen

Dokument nr.
20230480-01-R

Test type: CAUC

Borehull: NG23-4

Figur nr.
D2

Sylinder: 4
Del: A
Test: 1
Lab: NGI Oslo

Dybde = 10.28 m
 p_0' = 152.5 kPa
 w_i = 46.1 %
 w_c = 44.3 %

Konsolideringsspenninger
(kPa) Max. Min. End.
 σ'_{ac} - - 152.2
 σ'_{rc} - - 88.5

Dato
2023-11-27

Tegnet av
ThS



Post-test bilde 1



Post-test bilde 2



Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmerveggen

Dokument nr.
20230480-01-R

Test type: CAUC

Borehull: NG23-4

Figur nr.
D3

Sylinder: 4

Dybde = 10.28 m

Konsolideringsspenninger

Dato
2023-11-27

Tegnet av
ThS

Del: A

p_0' = 152.5 kPa

(kPa) Max. Min. End.

Test: 1

w_i = 46.1 %

σ'_{ac} - - 152.2

Lab: NGI Oslo

w_c = 44.3 %

σ'_{rc} - - 88.5



Vedlegg E

ØDOMETERFORSØK

Innhold

E1	Metode	2
E2	Innbygging av prøve	2
E3	Resultater	2
	E3.1 Prøvekvalitet	3
	E3.2 Merknader til resultater	3
E4	Referanser	3

Tabell

Tabell E1 Sammenstilling ødometerforsøk

Figurer

Figur E1-E4 Resultater fra ødometerforsøk

E1 Metode

Det er gjennomført ett ødometerforsøk av typen CRS (konstant tøyningshastighet), se Tabell 1-1. CRS-forsøk utføres for å bestemme materialets konsoliderings- og deformasjonsegenskaper, samt å gi anslag på prekonsolideringsspenning (p_c') og tilhørende overkonsolideringsforhold (OCR).

Tabell 1-1 Dybde på ødometerprøve.

Borhull	Dybde [m]	Type forsøk
NG23-4	10.38	CRS

Forsøket er utført iht. NS 8018:1993 /E1/. Prosedyrer for ødometerforsøk ved NGI er beskrevet i rapportene /E2/-/E3/.

E2 Innbygging av prøve

Prøven bygges inn i en 35 cm² celle med høyde 20 mm. Forsøket kjøres med konstant deformasjonshastighet samtidig som last, deformasjon og poretrykk logges kontinuerlig.

Prøven kan drenere fritt på toppen, men er tett i bunn. Deformasjons hastigheten velges slik at poretrykket som måles i bunn av prøven ikke overstiger 5 – 10 % av spenningen som blir påført.

E3 Resultater

Sammenstilling av resultater er vist i Tabell E1. Detaljer om prøve kvalitet presenteres under kapittel E3.1.

Resultater er presentert i figur E1-E4 og inneholder totalt sju diagrammer, for parameterne oppgitt i listen under. Det gjøres oppmerksom på at noen av disse grafene viser samme parametere, men med forskjellige skalaer:

- ↗ Aksiell tøyning (ϵ_a) som funksjon av effektiv aksiell spenning (σ_a'); og deformasjonsmodul (M) som funksjon av effektiv aksiell spenning (σ_a')
- ↗ Konsolideringskoeffisient (c_v) som funksjon av effektiv aksiell spenning (σ_a')
- ↗ Aksiell tøyning (ϵ_a) som funksjon av effektiv aksiell spenning (σ_a'); Aksiell tøyning (ϵ_a) som funksjon av permeabilitetskoeffisient (k)
- ↗ Poretrykksforhold (U_b / σ_a) som funksjon av effektiv aksiell spenning (σ_a')
- ↗ Permeabilitetsforhold (k) som funksjon av effektiv aksiell spenning (σ_a')

E3.1 Prøvekvalitet

For å bedømme kvaliteten til laboratorieforsøket mht. prøveforstyrrelse refereres det til anerkjente foreslåtte kvalitetskriterier /E4/-/E7/. Kriteriene baserer seg på volumetrisk endring uttrykket ved enten volumetrisk tøyning (ϵ_{vol}) eller poretallet (e) i konsolideringsfasen /E4/-/E6/, eller ved forholdet mellom maksimal gjenlastningsødometermodul (M_0) og minstenivået av ødometermodulen (M_L) /E7/.

E3.2 Merknader til resultater

Kvaliteten på utført forsøk anses å være god jf. kvalitetskriterier.

E4 Referanser

- /E1/ Standard Norge (1993) *Geoteknisk prøving: Laboratoriemetoder. Bestemmelse av endimensjonale konsolideringsegenskaper ved ødometer-prøving: Metode med kontinuerlig belastning*. NS 8018:1993. Tilgjengelig fra: <https://online.standard.no/ns-8018-1993>.
- /E2/ Lacasse, S., Berre, T., and Lefebvre, G. (1985) Block sampling of sensitive clays. *Proceedings, 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, San Francisco, California*, Vol. 2, pp. 887-892. Også publisert ved Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 163, 1986. NGI rapport 52150-03.
- /E3/ Sandbækken, G., Berre, T., and Lacasse, S. (1986) Oedometer testing at the Norwegian Geotechnical Institute. *Consolidation of soils: testing and evaluation: a symposium*, Florida, Fort Lauderdale, 1985, American Society for Testing and Materials, Special Technical Publication, 892, pp. 329-353. Også publisert ved Norges Geotekniske Institutt, Publikasjon 168, 1987. NGI rapport, 56300-09.
- /E4/ Berre, T. (1985) *Suggested international procedure for triaxial compression tests on soils*. NGI rapport 56103-30.
- /E5/ Paniagua, P., L'Heureux, J.S., Yang, S.Y., Lunne, T.L. (2016) Study on the practices for preconsolidation stress evaluation from oedometer tests. *In Proceedings of the 17th Nordic Geotechnical Meeting (NGM), Iceland, Reykjavik, 25-28 May 2016*, pp. 547 - 555.
- /E6/ Berre, T., Lunne, T., L'Heureux, J.-S. (2021) Quantification of sample disturbance for soft, lightly overconsolidated, sensitive clay samples. *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 59, nr. (2), s. 300-303. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1139/cgj-2020-0551>.
- /E7/ Karlsrud, K., Hernandez-Martinez, F.G. (2013) Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high quality block samples. *Canadian Geotechnical Journal*, vol. 50, nr. (12), s. 1273-1293. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1139/cgj-2013-0298>.

Geoteknisk datarapport, Skibakkveien, Lørenfallet

SAMMENSTILLING AV ØDOMETERFORSØK

Prøveidentifisering					Klassifisering						Konsolidering						Prøvekvalitet						
Borhull-nr.	Prøve-diameter mm	Sylinder-del, test	Dybde m	Jordart	w _i %	w _p %	w _L %	I _p %	γ _T kN/m ³	Leir-innhold %	p' _{vo} (antatt) kPa	p' _c (tolket) kPa	OCR f(p' _c ; p' _{vo})	ΔV/V ₀ =ε _{vol} %	Δe/e ₀ f(w _i ; ε _{vol})	Δe(p'=p' _{vo})	e ₀ (p'=p' _{vo})	Δe/e ₀ f(Δe; e ₀)	M ₀ /M _L	[1]	[2]	[3]	[0]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	23
NG23-4	72	4A	10.38	Leire, SBM	49.2	24.0	45.0	21.0	17.0	70.9	130.0	210.0	1.6	2.90	0.0504	0.069	1.199	0.0576	2.5	Akseptabel	Meget god	God	Akesptabel

Forklaringer:

- w_i Initielt vanninnhold, prøve
- w_p Plastisitetsgrense
- w_L Flytegrense
- I_p Plastisitetsindeks, I_p = w_L - w_p
- γ_T Total romvekt
- p'_{vo} Effektiv vertikalspenning in-situ
- p'_c Tilsynelatende prekonsolideringsspenning
- OCR Overkonsolideringsforholdet, OCR = p'_c/p'_{vo}
- ε_{vol} Volumetriske tøying, ved endt konsolidering (p'_{vo})
- V₀ Initielt volum av prøve
- ΔV Volumendring av prøve, ved endt konsolidering (p'_{vo})
- Δe/e₀ Normalisert endring av porevolum, ved endt konsolidering (p'_{vo})
Δe = ε_{vol} (1+e₀) og e₀ = 2.75 * w_i <= Empirisk
- M₀ Maksimum ødometermodul
- M_L Minstenivå ødometermodul
- KL Kvikkleire (s_{u,r} ≤ 0,33 kPa) [4,5]
- SBM *Øvrig sprøbruddmateriale (0,33 kPa < s_{u,r} ≤ 1,27 kPa) [4,5]

Prøvekvalitet iht. [0]:
(Onshore 0-20m dybde)

ΔV/V ₀ =ε _{vol}	Kvalitetsklasse
<1%	Veldig god/utmerket
1-2%	God
2-4%	Akseptabel
4-8%	Dårlig
>8%	Meget dårlig

Prøvekvalitet iht. [2]:

M ₀ /M _L	Kvalitetsklasse
<1	Meget dårlig
1-1,5	Dårlig
1,5-2	God
2-4	Meget god
>4	Særdeles god

Prøvekvalitet iht. [1]:

Dybde-intervall	OCR	Kvalitetsklasse basert på volumtøying ΔV/V ₀ =ε _{vol} [%]		
		Meget god	Akseptabel	Forstyrret
0-10 m	1-1,2	<3,0	3,0-5,0	>5,0
	1,2-1,5	<2,0	2,0-4,0	>4,0
	1,5-2	<1,5	1,5-3,5	>3,5
	2-3	<1,0	1,0-3,0	>3,0
	3-8	<0,5	0,5-1,0	>1,0
	>8	(<0,25)	(0,25-0,5)	(>0,5)
10-50 m	1-1,2	<2,0	2,0-4,0	>4,0
	1,2-1,5	<1,0	1,0-3,0	>3,0
	1,5-2	<1,0	1,0-2,5	>2,5
	2-3	<0,75	0,75-2,0	>2,0
	3-8	<0,5	0,5-2,0	>2,0
	>8	-	-	-

Prøvekvalitet iht. [3]:

OCR	Kvalitetsklasse (Δe/e ₀)			
	Meget god	God	Dårlig	Meget dårlig
1-2	<0,04	0,04-0,07	0,07-0,14	>0,14
2-4	<0,03	0,03-0,05	0,05-0,10	>0,10
4-6	<0,02	0,02-0,035	0,035-0,07	>0,07

Dato: 2023-12-07	Utført: HSK
Rapportnummer: 20230480-01-R	Kontrollert: HHe
Vedlegg E Tabell E1	Godkjent: LaH
	

[0] - Berre (1985); Oppdatering/supplering av tidligere verdier fra Andresen & Kolstad (1979)

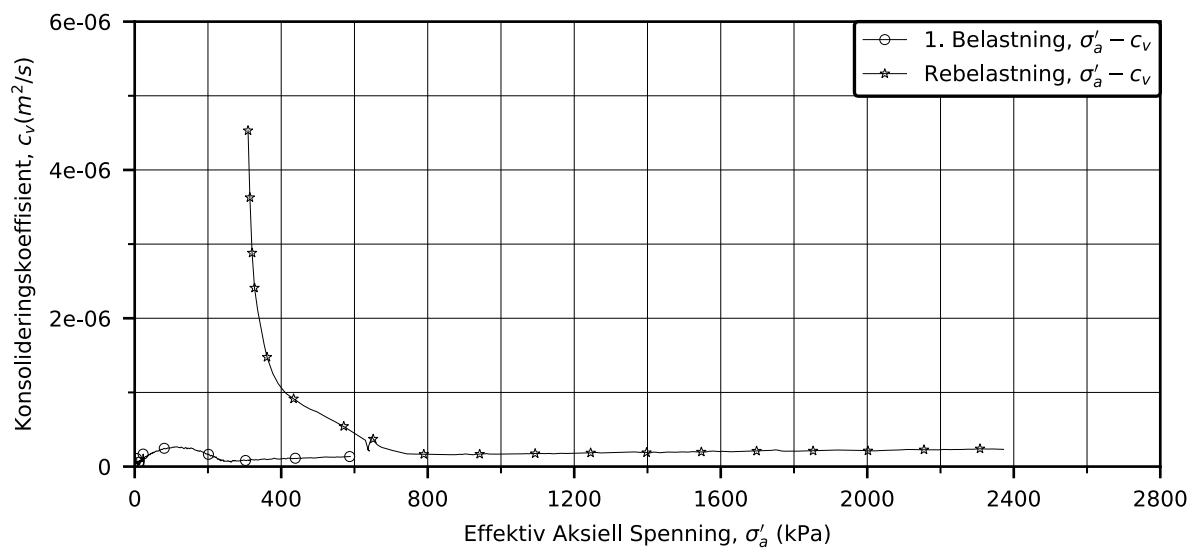
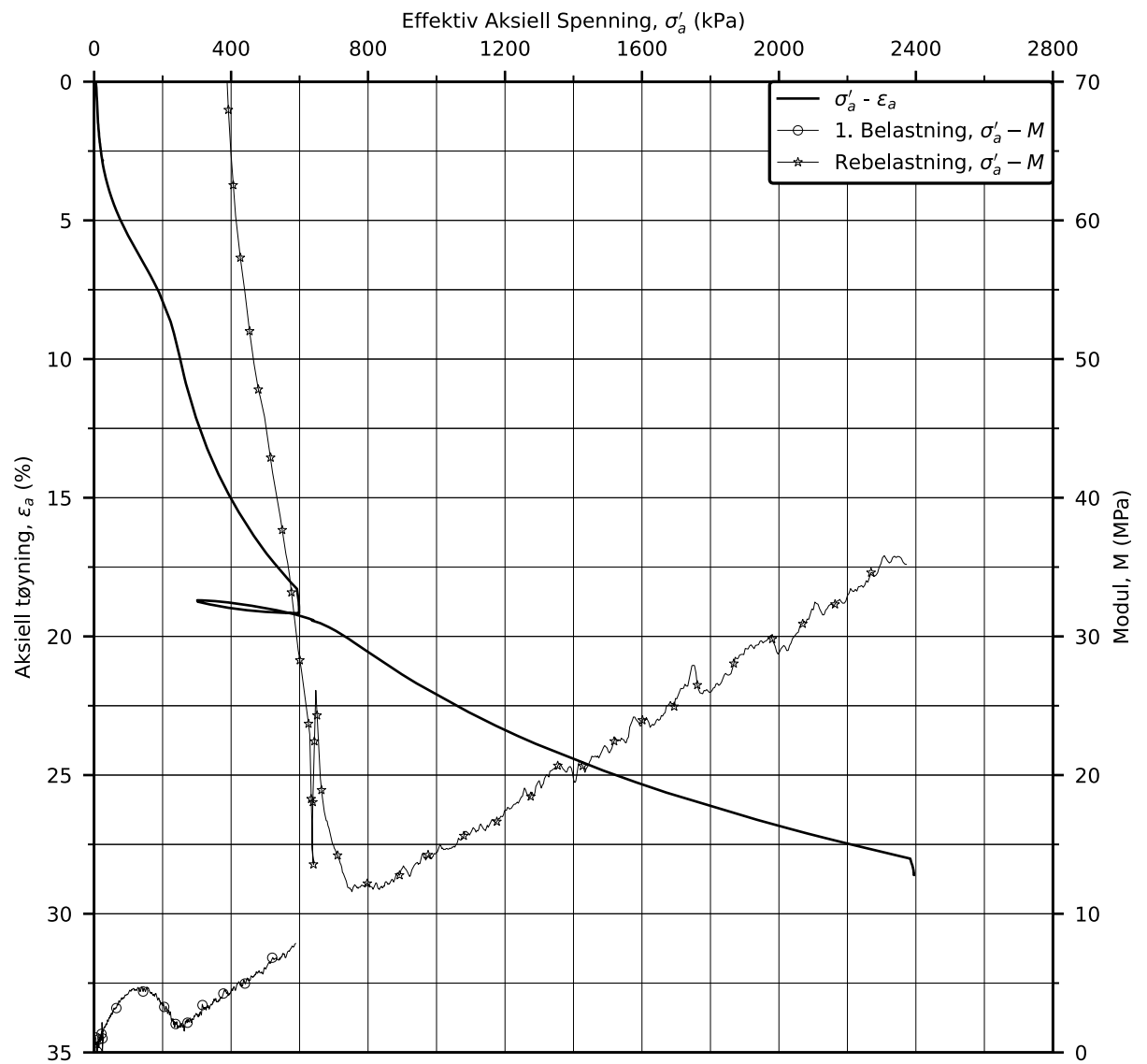
[1] - Kleven, Lacasse & Andersen (1986); Oppdatering/supplering av tidligere verdier fra Andresen & Kolstad (1979)

[2] - Karlsrud & Hernandez-Martinez (2013)

[3] - Paniagua, L'Heureux, Yang, Lunne (2016); Oppdatering/supplering av tidligere verdier fra Lunne, Berre & Strandvik (1997)

[4] - SN (2017) NS-EN ISO 17892-6:2017

[5] - NVE (2020) veileder nr. 1/2019



Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmerveggen

Dokument nr.
20230480-01-R

Test type: CRS

Borehull: NG23-4

Figur nr.
E1

Sylinder: 4

Dybde = 10.38 m

Dato
2023-11-22

Tegnet av
EvS

Del: A

p_0' = 153.4 kPa

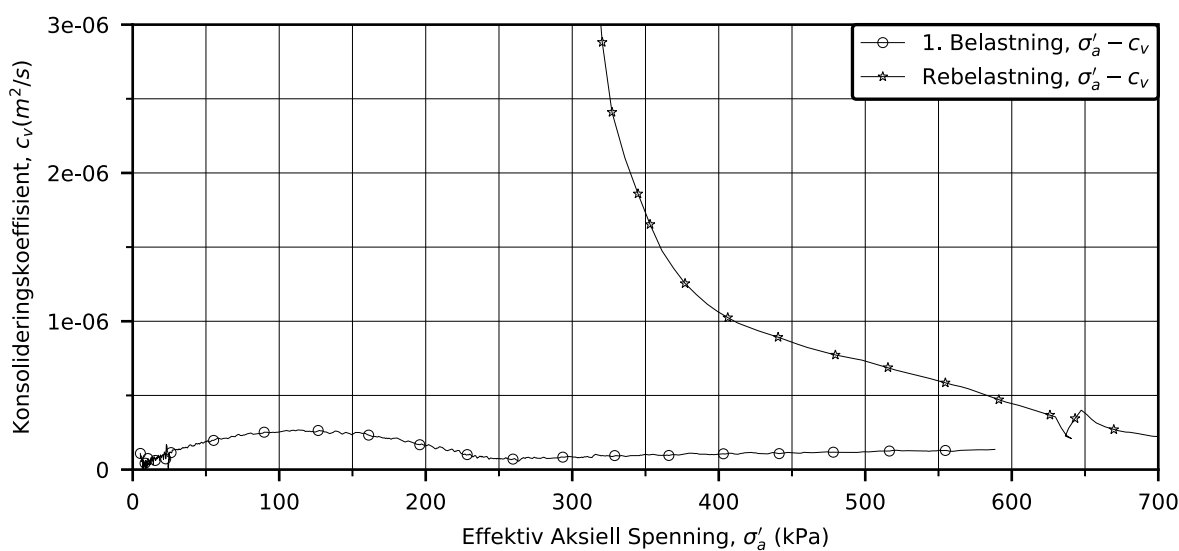
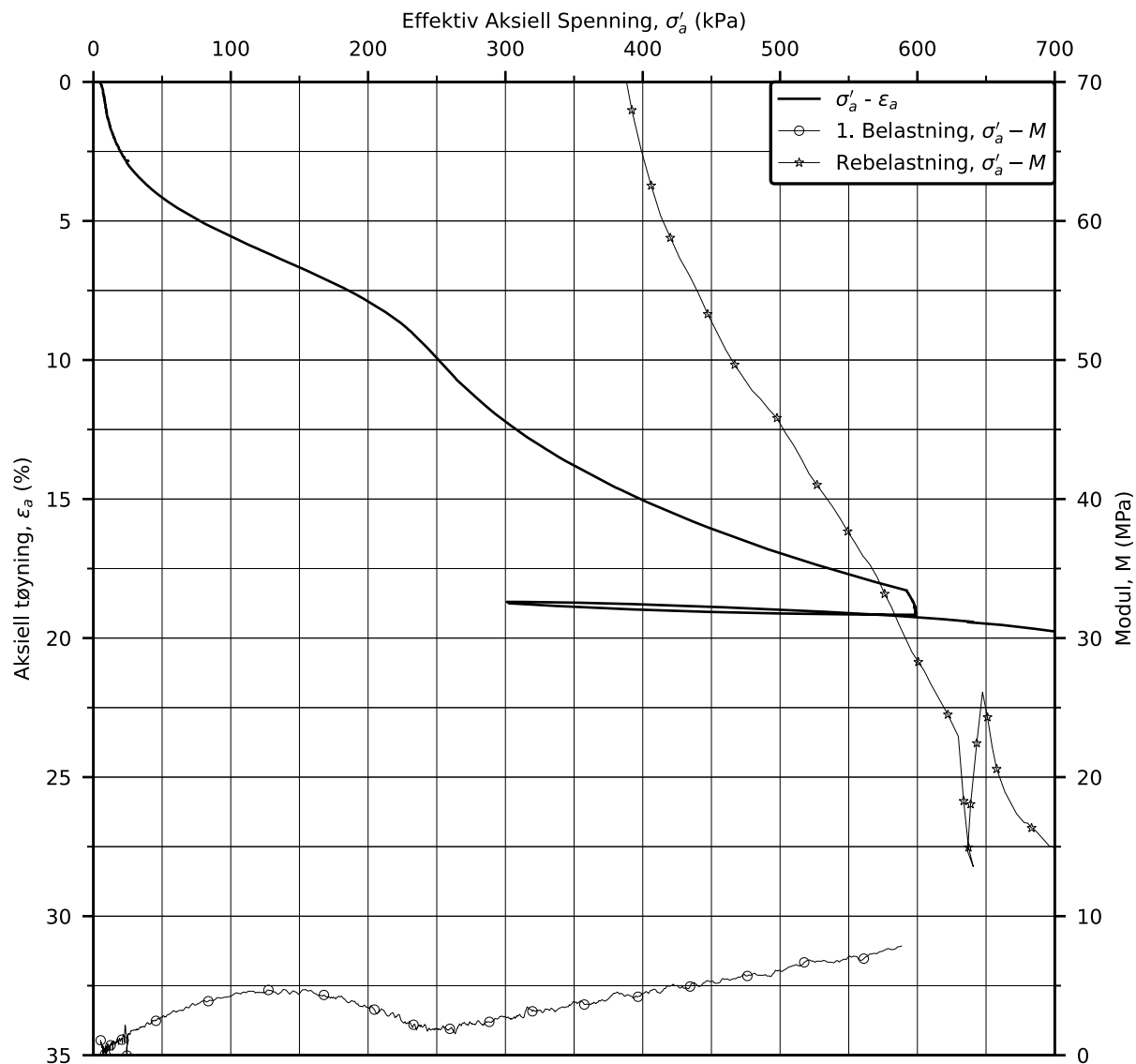
Test: 2

w_i = 49.2 %

Lab: NGI Oslo

γ_i = 17.2 kN/m³





Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmerveggen

Dokument nr.
20230480-01-R

Test type: CRS

Borehull: NG23-4

Figur nr.
E2

Sylinder: 4

Dybde = 10.38 m

Dato
2023-11-22

Tegnet av
EvS

Del: A

p_0' = 153.4 kPa

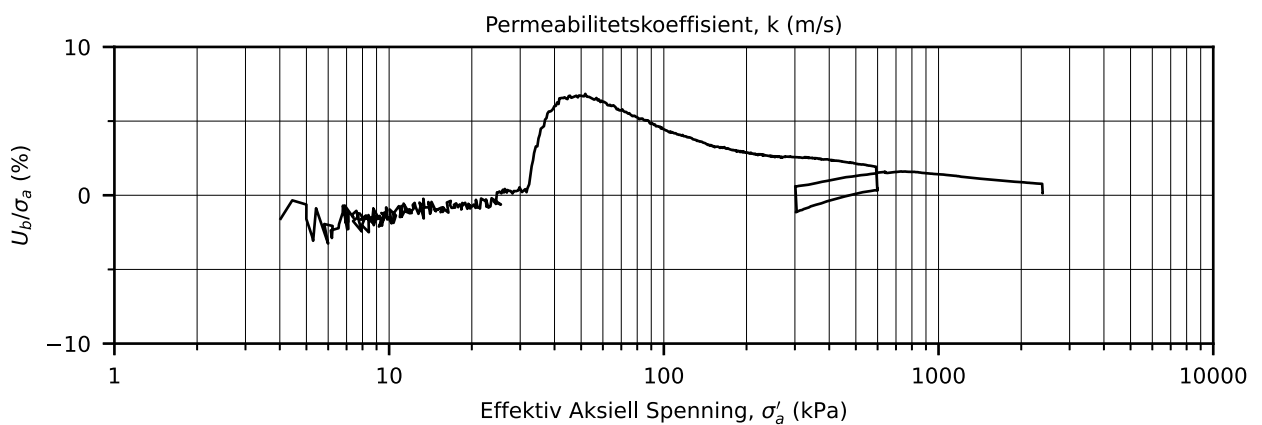
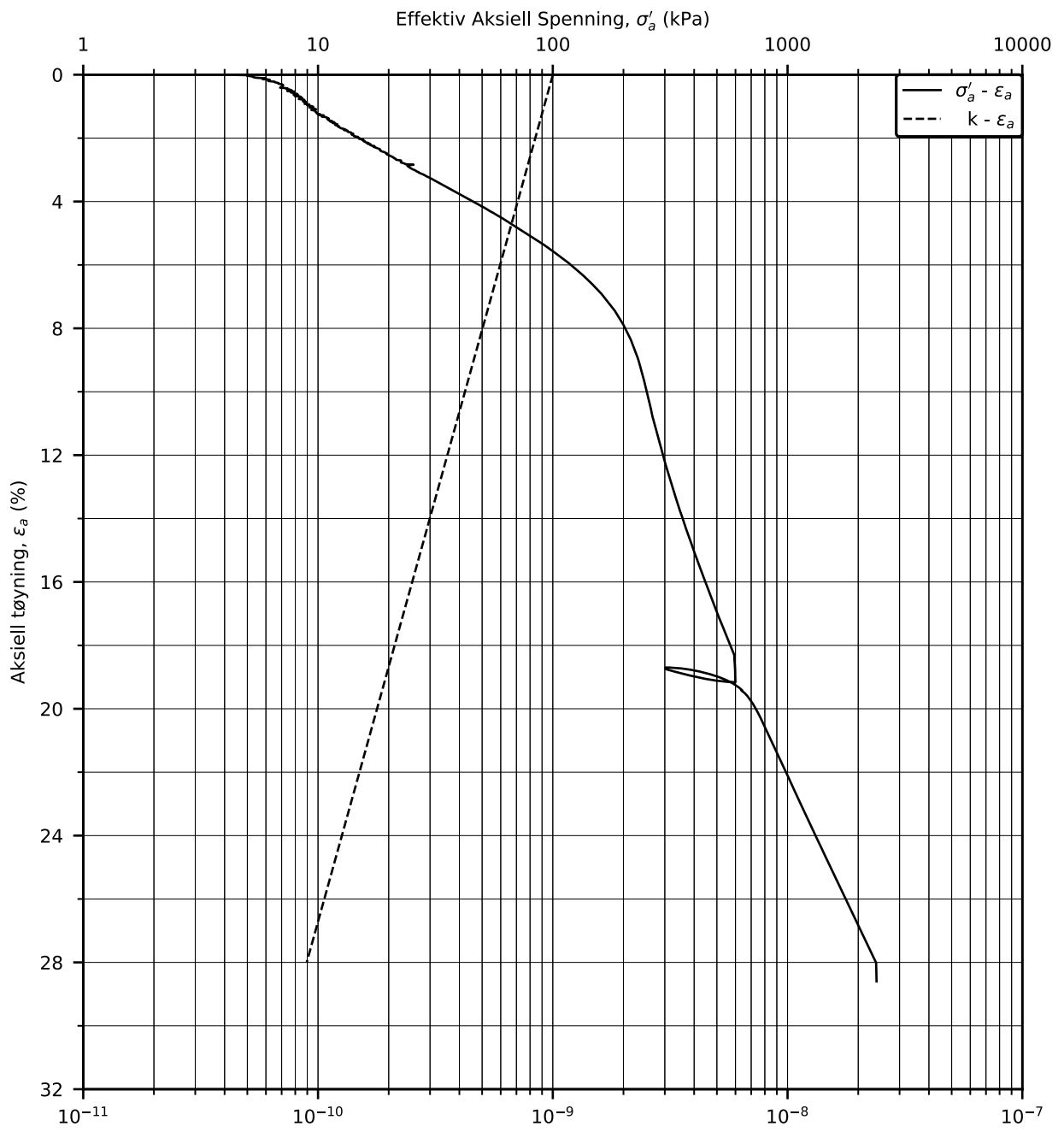
Test: 2

w_i = 49.2 %

Lab: NGI Oslo

γ_i = 17.2 kN/m³





Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmerveggen

Dokument nr.
20230480-01-R

Test type: CRS

Borehull: NG23-4

Figur nr.
E3

Sylinder: 4

Dybde = 10.38 m

Dato
2023-11-22

Tegnet av
EvS

Del: A

p_0' = 153.4 kPa

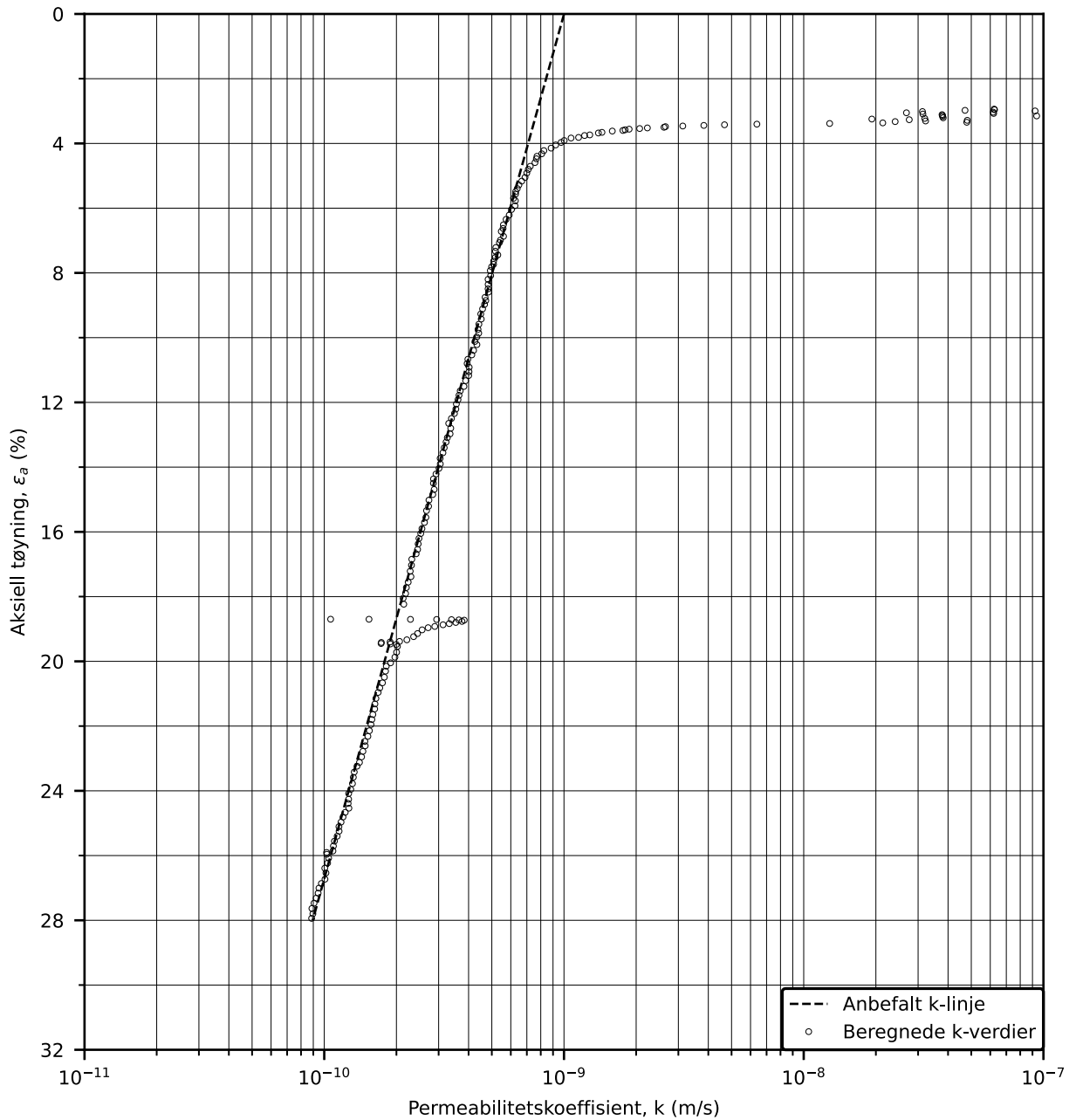
Test: 2

w_i = 49.2 %

Lab: NGI Oslo

γ_i = 17.2 kN/m³





Utredning av skredfare for Skibakkveien og Tømmerveggen

Dokument nr.
20230480-01-R

Test type: CRS

Borehull: NG23-4

Figur nr.
E4

Sylinder: 4

Dybde = 10.38 m

Dato
2023-11-22

Tegnet av
EvS

Del: A

p_0' = 153.4 kPa

Test: 2

w_i = 49.2 %

Lab: NGI Oslo

γ_i = 17.2 kN/m³



Vedlegg F

PORETRYKKS MÅLINGER

Innhold

F1	Metode	2
F2	Eksisterende målere ved Lørenfallet	2
F3	Utstyr	2
F4	Resultater	3
F5	Referanser	3

Figurer

Figur F1 – F2 Hydrostatisk stighøyde fra piezometerspiss: RA20-2 og VS21-3

F1 Metode

Piezometre (poretrykksmålere) benyttes for å kartlegge grunnvannsforhold, ved at man måler poretrykket (grunnvannstrykket) ved installasjonsdybden enten som enkeltmålinger eller ved hjelp av elektrisk sensor med logg slik at man får målt poretrykksnivået med jevne intervall. Målingene brukes til beregninger av in-situ spenninger og estimering av grunnvannstand.

F2 Eksisterende målere ved Lørenfallet

Ved Lørenfallet/Skibakkvegen er det enkelte poretrykksmålere installert som del av tidligere prosjekter /F1/, /F2/. Det foreligger ikke informasjon om installasjonsmetode i rapportene. Overordnet informasjon om installerte piezometre er presentert i Tabell 2-1:

Tabell 2-1 Oversikt over eksisterende piezometre.

Borpunkt, referanse	Kote terreng [moh.]	Topp standrør [moh.]	Kote spiss [moh.]	Dybde spiss [m]
RA20-2, /F1/	111.8	112.8	101.8	10.0
VS21-3, /F2/	129.4	130.5	124.4	5.0

F3 Utstyr

De avleste/undersøkte piezometerne er av typen hydraulisk piezometer. Avlesninger må gjøres manuelt, og gir et begrenset datagrunnlag med hensyn til variasjoner som følge av nedbørmengde, årstid og annet som påvirker poretrykket.

F4 Resultater

I Tabell 4-1 presenteres historiske og nye målinger av målt poretrykket fra aktuelle piezometre. Resultatene er også presentert i Figur F1 og F2 i slutten av vedlegget, presentert ved målt hydrostatisk stighøyde fra piezometerspiss.

Tabell 4-1 Målinger fra installerte piezometre.

Borpunkt, referanse	Målt poretrykk [kPa]	Kote GVS* [moh.]	Dybde GVS (fra terreng) [m]	Dato avlest
RA20-2, /F1/	-	-	-	Ukjent
	85.3	110.5	1.3	20.11.2020
	84.2	110.4	1.4	30.11.2023
VS21-3, /F2/	60.8	130.6	-1.2	23.09.2021
	24.5	126.9	2.5	04.10.2021
	13.4	125.8	3.6	30.11.2023
Ev. merknader: -			Fargekode:	
			Installasjonsdato	

F5 Referanser

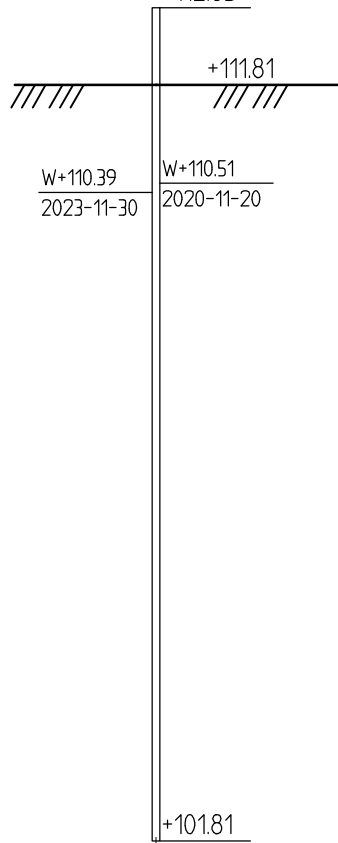
- /F1/ Rambøll Norge AS (2021) *Datarapport fra grunnundersøkelse. Lillestrøm kommune PA715 Holsbekken*. Oppdragnr. 1350041635, rapport nr. 1, dato: (17.03.2021).
- /F2/ VSO Consulting AS (2023) *Skibakkveien 12, Lillestrøm kommune. Geoteknisk Undersøkelserapport*. Dato: (08.11.2023).
- /F3/ Norsk Geoteknisk Forening (NGF) (1982) *Veiledning for måling av grunnvannstand og poretrykk*. NGF melding nr 6, rev.2, dato: (2017). Tilgjengelig fra: <https://ngf.no/publikasjoner/veiledning-for-maling-av-grunnvannsstand-og-poretrykk-1982/>.

RA20-2

2020-11-20

2023-11-30

+112.83



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

M = 1 : 100

Data.
07.12.2023

Figur nr.
F1

Tegn.
Hsk

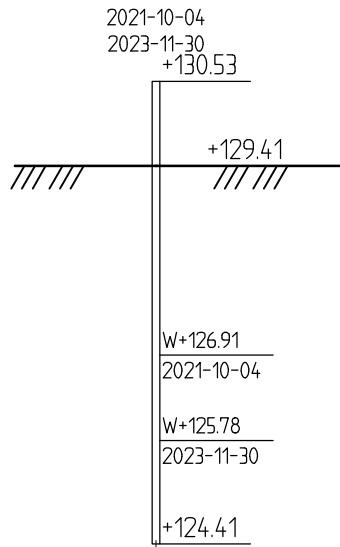
Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

Borhull: RA20-2
Posisjon: X 6656046.17 Y 624520.72



VS21-3



Skibakkveien og Tømmereggen

Rapport nr.
20230480-01-R

M = 1 : 100

Data.
07.12.2023

Figur nr.
F2

Tegn.
Hsk

Kontr.
HHe

Godkj.
LaH

Borhull: VS21-3
Posisjon: X 6655923.01 Y 624485.00



Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Geoteknisk datarapport, Skibakkveien, Lørenfallet		Dokumentnr./Document no. 20230480-01-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Lillestrøm kommune	Dato/Date 2023-12-19
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 1 / 2024-03-06
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Datarapport, grunnundersøkelser, kvikkleire, sprøbruddmateriale		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Viken	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Lillestrøm	Felt navn/Field name
Sted/Location Skibakkveien, Lørenfallet	Sted/Location
Kartblad/Map Kart 10035 i Norges-serien	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 32 Øst: 624500 Nord: 6655950	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2023-12-13 Hallvard Skrede	2023-12-13 Håkon Heyerdahl		
1	Rettet på Tabell 2-3 og Vedlegg E og F	2024-02-28 Laura Rødvand	2024-02-28 Håkon Heyerdahl		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 6. mars 2024	Prosjektleder/Project Manager Laura Rødvand
----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------------------------

NGI – Norges Geotekniske Institutt - er et uavhengig forskningsinstitutt innen geoteknikk og andre ingeniørrettede geofag.

Vi kombinerer geokunnskap og teknologi for å utvikle smarte og bærekraftige løsninger innen infrastruktur på land og til havs, innen miljøteknologi, forurenset grunn og naturfarer som jord- og snøskred. Forskningen vår leverer kunnskap som bidrar til å løse noen av de viktigste utfordringene verden står overfor innenfor klima, miljø, energi og samfunnsikkerhet.

Samfunnsoppgaven vår er å utvikle geofagene og fremskaffe kunnskapsgrunnlaget for å bygge, bo og ferdes på sikker grunn. Dette løser vi ved å la forskning og rådgivning gå "hånd i hånd" og være brobygger mellom akademia, næringsliv og det offentlige.

Vi har kontorer i Norge, USA og Australia og vi har internasjonalt anerkjente laboratorier.

www.ngi.no

NGI – The Norwegian Geotechnical Institute – is an independent research centre in the field of geotechnical engineering and the engineering geosciences.

We combine geotechnical knowledge and technology to develop smart and sustainable solutions in infrastructure on land and at sea, in environmental technology, contaminated soil and natural hazards such as landslides and avalanches. Our research provides knowledge that contributes to solve some of the most important challenges the world faces with regards to climate, the environment, energy and societal security.

Our societal mission is to develop the geosciences and produce the knowledge basis to build, live and travel on safe ground. We solve this by combining research and consulting hand-in-hand and being a bridge-builder between academia, industry and the public sector.

We have offices in Norway, the US and Australia, including internationally recognised laboratories.

www.ngi.no

