Ringerike. Muninveien

Geoteknisk Notat

1053-RIG-N-01-01_Vurdering av områdestabilitet

Postboks 69 Røa, 0701 Oslo | post@geokonsept.no | www.geokonsept.no | 930 011 940

Geoteknisk notat

Ringerike. Muninveien Muninveien utvikling AS v/ Martin Holthe	Dokumentnr.: 1053-RIG-N-01-01 Dato: 04.05.2023 Antall sider: 2 av 15
Utarbeidet og egenkontroll utført av: Tonje Roås Mikalsen Dato: 04.05.2023	
Kontrollert av: Jonas Hjelme Dato: 10.05.2023	
Godkjent av: Jonas Hjelme Dato: 10.05.2023	

Rev. Nr.	Dato	Bakgrunn	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av
00	30.09.2022	Første utgave	JH	JH	JH
01	04.05.2023	Utført grunnundersøkelse	TRM	JH	JH

Sammendrag

GeoKonsept AS har på oppdrag fra Muninveien utvikling AS, utført en vurdering av områdestabilitet for eiendommene Muninveien 58, 60 og 62 på Heradsbygda i Ringerike kommune, i forbindelse med reguleringsarbeid.

Tidligere utførte undersøkelser langs RV7 viser at tiltaket ikke ligger i et potensielt løsneområde for områdeskred. Utført grunnundersøkelse på, og utenfor, tiltaksområdet viser at tiltaksområdet ikke ligger i en utløpssone, da det ikke er påvist masser med sprøbruddegenskaper.

Resultater fra grunnundersøkelsen er presentert i datarapporten [1].

Vurderinger fremgår av notatet.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning 4
2. Topografi og grunnforhold 4
3. Geotekniske forhold 6
3.1. Grunnundersøkelser 6
3.2. Grunnforhold 6
4. Regelverk og krav 7
4.1. Myndighetskrav 7
5. Vurdering av områdestabilitet 8
5.1. Undersøke om det finnes registrerte faresoner i området 9
5.2. Avgrens områder med mulig marin leire 9
5.3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred 9
5.4. Bestem tiltakskategori 10
5.5. Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde 12
5.6. Befaring 14
5.7. Gjennomfør grunnundersøkelser 14
6. Kontroll 15
7. Konklusjon 15
8. Referanser 15

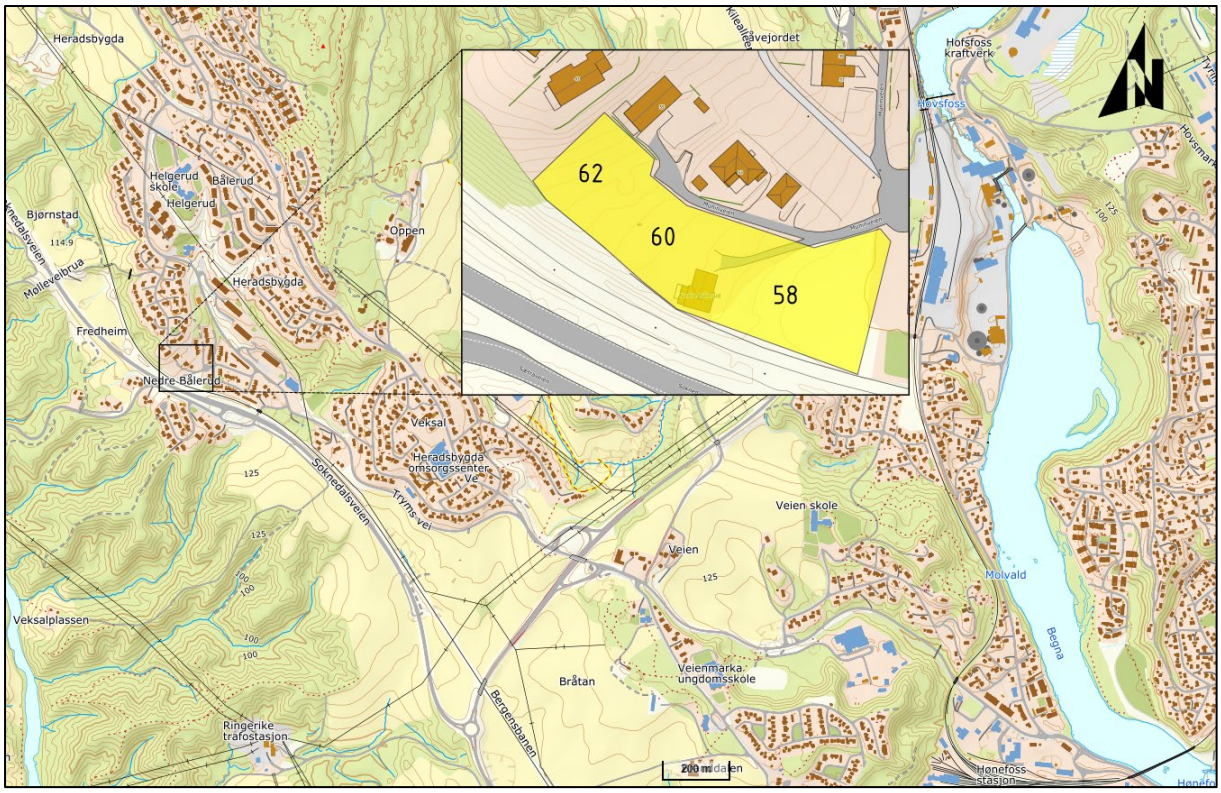
1. Innledning

GeoKonsept AS er engasjert av Muninveien utvikling AS for å utføre geoteknisk vurdering av områdestabiliteten, i forbindelse med regulering av eiendommer i Muninveien i Ringerike kommune. Eiendommene har gård- og bruksnummer 56/3, 56/166 og 56/164.

Vurderingen er utført i henhold til NVE Veileder 1/2019 (1).

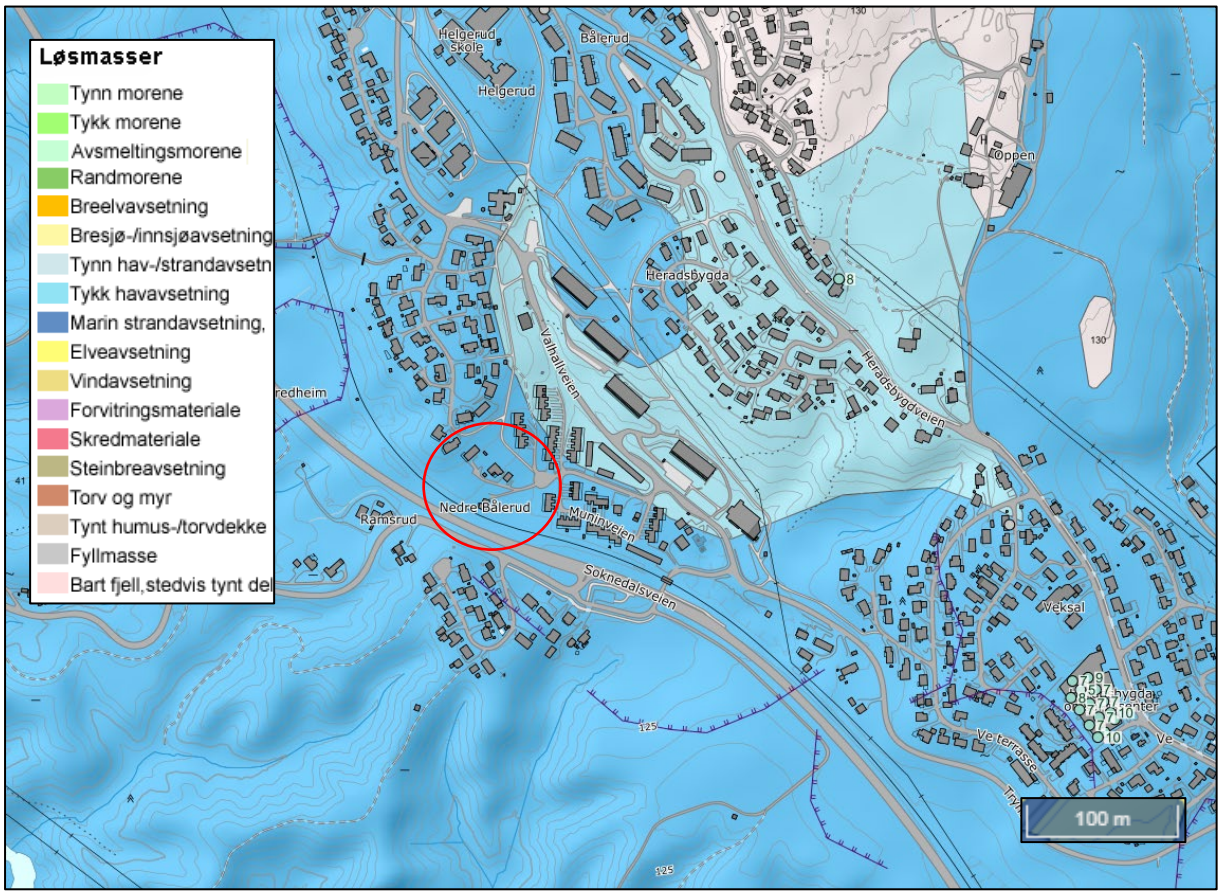
2. Topografi og grunnforhold

Eiendommene ligger på Heradsbygda i Ringerike kommune. Området er for det meste bebygget med småhusbebyggelse, rekkehus og boligblokker. Topografien rundt Hønefoss er ellers preget av ravinerte landskapsformer og rasgroper i forbindelse med avsetning fra, og erosjon av Begna, Randselva og Storelva.



Figur 2-1. Kart over området. Eiendommene er markert med gul skravur. (2)

Eiendommene ligger fra ca. kote +127 til +137 og under den marine grense, som er på ca. 200 moh. i området. Terrenget på tomtene er generelt skrånende mot øst, og har et gjennomsnittlig fall på ca. 1:9. Terrenget er forholdsvis variert, med flere områder som er planert/oppfylt, veier og underganger og flere fjellblotninger. NGUs løsmassekart (Figur 2-2) indikerer at området er preget av tykke og tynne havavsetninger og berg i dagen.



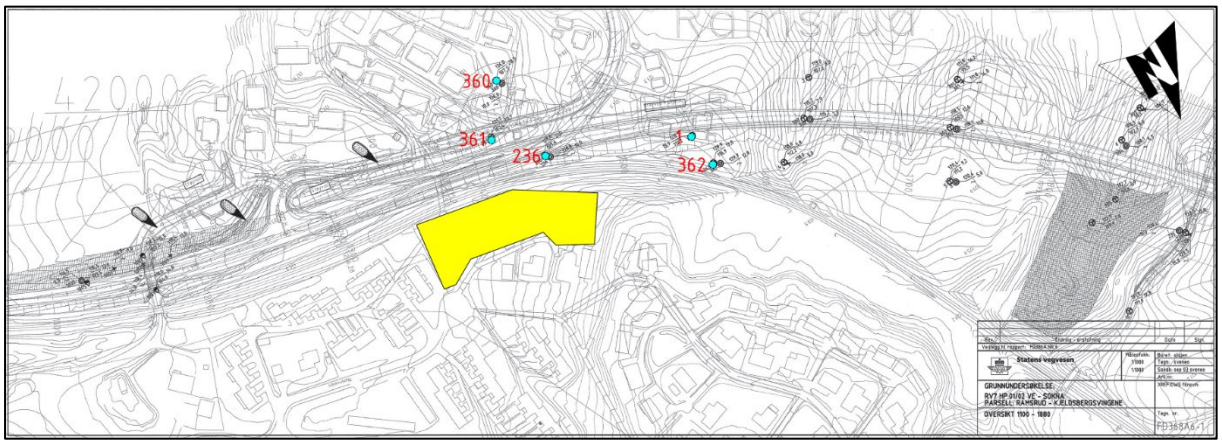
Figur 2-2. NGUs løsmassekart. Tiltaksområdet innsirklet i rødt. (3)

3. Geotekniske forhold

3.1. Grunnundersøkelser

Det er utført geotekniske undersøkelser i flere omganger nede langs RV7. Aktuelle rapporter, sonderinger og prøvetaking er vist i Figur 3-1.

I samtlige borpunkter er det utført totalsonderinger (uten sikker påvisning av berg), samt uforstyrret prøvetaking i borpunkt 360, 236 og 362.



Figur 3-1. Borplan fra SVV med aktuelle borpunkter og eiendommer markert.

3.2. Grunnforhold

SVV sine grunnundersøkelser (4) viser middels fast til fast leire og siltig leire. Ingen av sonderingene er innboret i berg, men antatt avsluttet i faste masser. Det er ikke påvist kvikk- eller sprøbruddleire i opptatte prøver, og sonderingskurver har jevnt økende bormotstand med dybden.

4. Regelverk og krav

4.1. Myndighetskrav

Følgende er en liste over regelverk, veiledere og standarder som ligger til grunn for geoteknisk vurdering av områdestabilitet.

Forskrifter:

- TEK 17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- TEK 17 §10-2 Konstruksjonssikkerhet
- SAK 10 Byggesaksforskriften

Prosjekteringsstandarder:

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler
- NS-EN 1997-2:2007+Na:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver.
- NS-EN 1998-5:2004+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning, Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold

Håndbøker og veiledninger:

- Vegvesenets håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging
- NVE Veileder 1/2019 – Sikkerhet mot kvikkleireskred

5. Vurdering av områdestabilitet

NVEs kvikkleireveileder (1), gir føringer på hvordan et tiltak kan planlegges og bygges, slik at tilstrekkelig sikkerhet mot kvikkleireskred kan ivaretas.

For at et tiltak skal være utsatt for et områdeskred, må betingelser som topografi og kvikk- eller sprøbruddleire være til stede. Terrengkriteriet som legges til grunn for mulig løsneområde, er enten en total skråningshøyde over 5 meter, eller jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter.

For utløpsområde er kriteriet tre ganger løsneområdets lengde, kartlagt faresone eller kartlagt utløpssone.

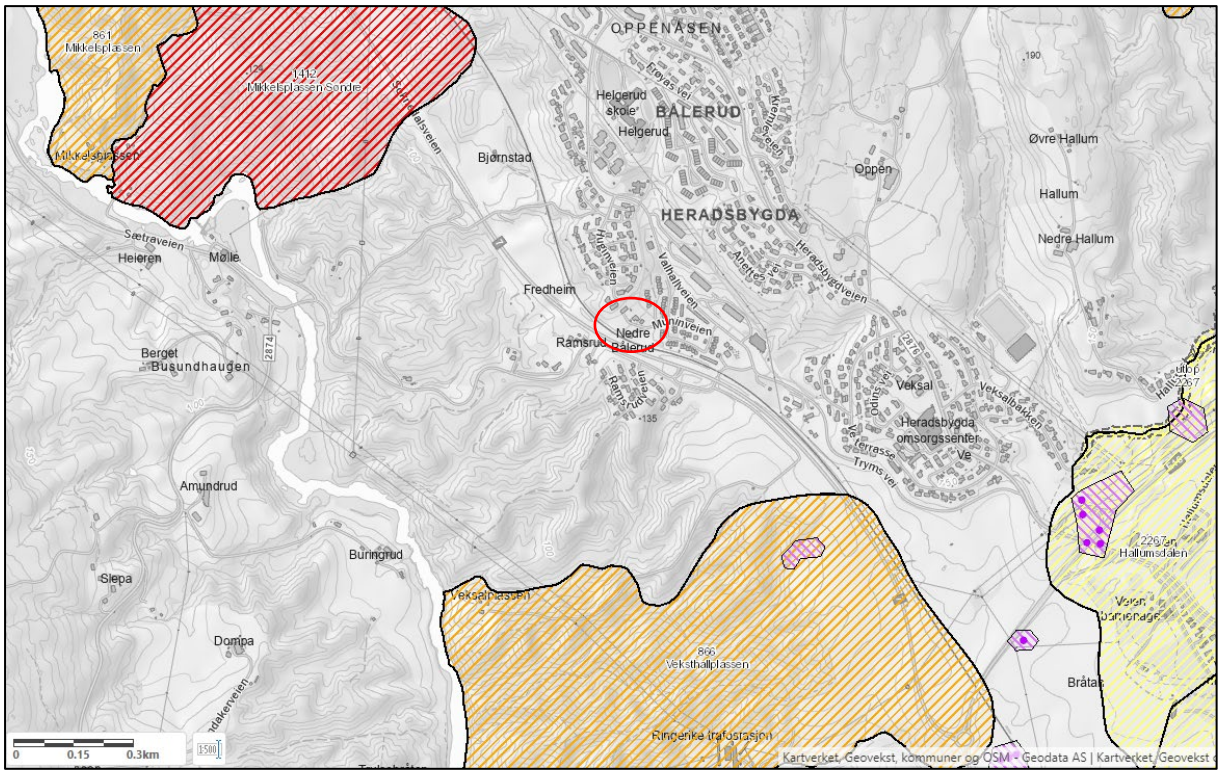
I veilederen er det laget en egen prosedyre for utredning av områdeskredfare, vist i Tabell 5-1. Videre vurdering av områdestabilitet i dette notatet, følger prosedyren gitt i kvikkleireveilederen.

Tabell 5-1. Prosedyre for utredning av områdeskredfare iht. NVE Veileder 1/2019 (1)

Prosedyre for utredning av områdeskredfare		
Nr.	**Aktivitet**	**Kommentar**
1	**Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området**	Tiltaket ligger ikke i en kartlagt faresone, men det er flere faresoner i området rundt Hønefoss, Heradsbygda.
2	**Avgrens områder med mulig marin leire**	Tidligere undersøkelser nede ved RV7 viser at man kan forvente marin leire i området. Det er ingen bergblotninger på eiendommene.
3	**Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.**	Hele området er generelt brattere enn 1:20 og det er flere skråninger over 5 meters høyde.
4	**Bestem tiltakskategori**	Tomtene skal reguleres for rekkehus, K4
5	**Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde**	Kritiske skråninger kartlagt. Undersøkelser langs RV7 påviser ikke kvikkleire, og eiendommene ligger ikke i et løsneområde. Det kan ikke utelukkes at eiendommene ligger i et utløpsområde for skred.
6	**Befaring**	Utført 29.09.22
7	**Gjennomfør grunnundersøkelser**	Utført, ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale.
8	**Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder**	Ikke utført
9	**Klassifiser faresoner**	Ikke utført
10	**Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet**	Ikke utført
11	**Meld inn faresoner og grunnundersøkelser**	Ikke utført

5.1. Undersøke om det finnes registrerte faresoner i området

Det er registrert flere faresoner i området rundt Heradsbygda, både mot nord og sør. De nærmeste faresonene er Mikkelsplassen Søndre og Veksthallplassen med henholdsvis faregrad høy og middels.



Figur 5-1. Kartlagte faresoner i Hønefoss vest. Tiltaksområdet er markert med rød sirkel. (6)

5.2. Avgrens områder med mulig marin leire

Som vist i avsnitt 3.2, er det påvist marin leire langs RV7. Det er ingen synlige bergblotninger på eiendommen, og NGUs løsmassekart (Figur 2-2) indikerer at eiendommene er dekket av tykke havavsetninger.

Det antas at grunnforholdene på eiendommene preges av marin leire.

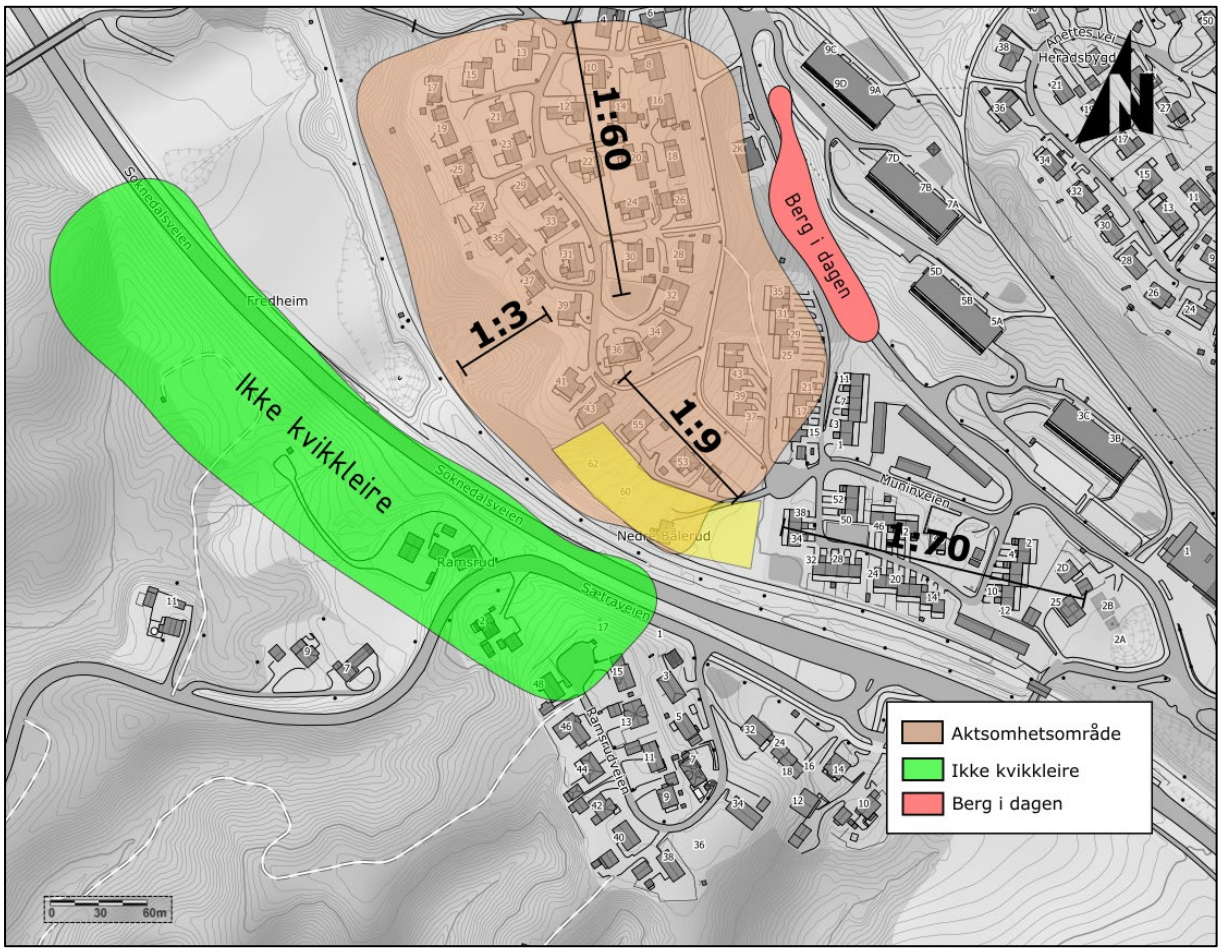
5.3. Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Området rundt Heradsbygda er stort sett kupert, hvor de aller fleste områdene kan klassifiseres som aktsomhetsområde for skred. I og med at tidligere utførte grunnundersøkelser langs RV7 ikke

påviser kvikk- eller sprøbruddleire, inkluderes ikke området syd for RV7 som et aktsomhetsområde for skred.

Ettersom eiendommene ligger nedenfor, og i foten av skråningen opp mot platået ved Huginveien, anses det som at det planlagt regulerte området ligger i et mulig utløpsområde for skred. Det antas at de stedlige massene består av marine avleiringer, og det kan ikke utelukkes kvikk- eller sprøbruddleire i dette området. Langs Valhallaveien er det påvist berg i dagen, og aktsomhetsområdet avgrenses naturlig mot øst.

Aktsomhetsområdet er ikke avgrenset nordover, da skråningen langs jernbanelinjen fortsetter flere km. nord-vest. Det anses ikke som hensiktsmessig å vurdere hele aktsomhetsområdet i denne fasen, da den mest kritiske skråningen for eiendommene ligger helt i sydenden av dette aktsomhetsområdet.



Figur 5-2. Oversikt over området rundt eiendommene.

5.4. Bestem tiltakskategori

Valg av tiltakskategori bestemmes av tabell 3.2, ref. (1), og er vist i tabell 5.2 under.

Det skal reguleres for mer enn to boenheter, og tiltaket faller inn under tiltakskategori K4.

Tabell 5-2. Beskrivelse av tiltakskategori, hentet fra (1)

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	**Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	**Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	**Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting** Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	**Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi** Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	**Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner** Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Sikkerhetskravene for tiltakskategori K4 avhenger av hvorvidt tiltaket forverrer eller ikke forverrer stabiliteten. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten, kreves det en absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40 * f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1{,}25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

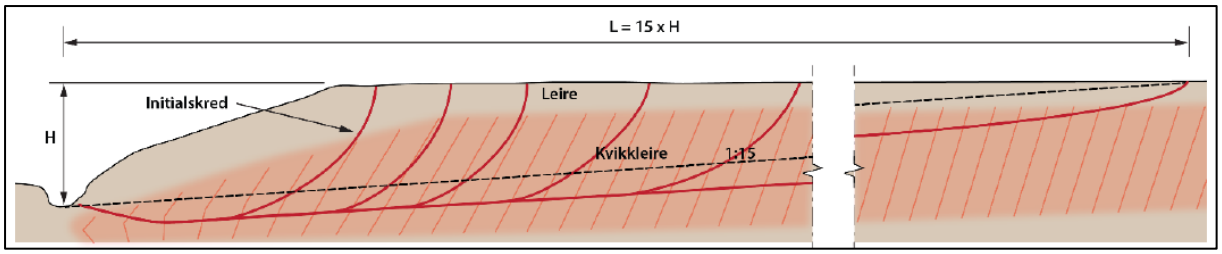
Hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten, er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1{,}40$ og $F_{c\phi} \geq 1{,}25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis.

Tabell 5-3. Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor. (1)

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring	Vesentlig forbedring	

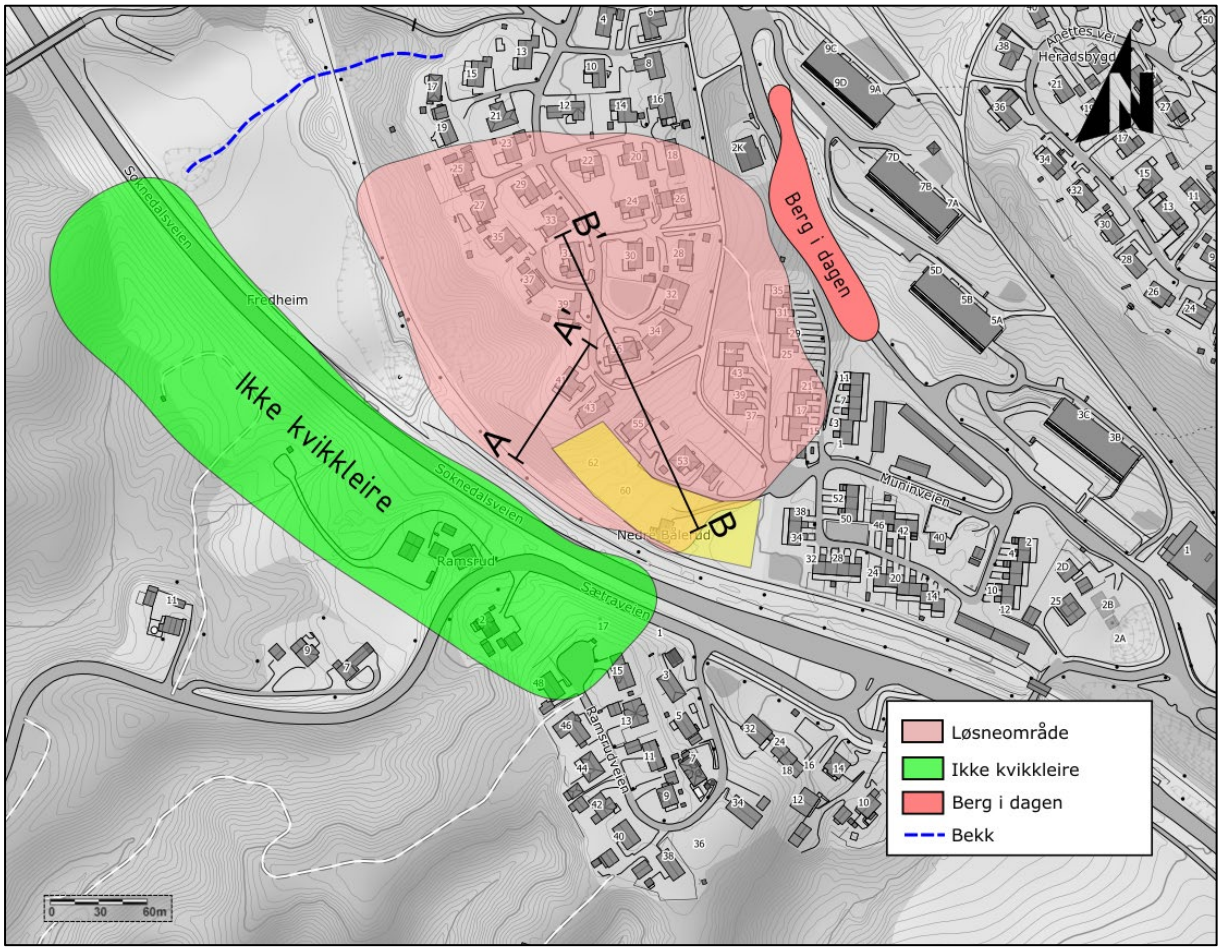
5.5. Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

For å avgrense maksimalt løsneområde, anbefaler NVEs kvikkleireveileder å sette lengden på løsneområdet bakover i forhold til skråningsfoten L=15*H.



Figur 5-3 Metode for å finne maksimalt løsneområde /1/

Løsneområdet vil også påvirkes av hvor det er tynne løsmassedekker eller berg i dagen. Ut fra topografi og løsmassemektighet er det definert to kritiske snitt, A-A' og B-B' (Figur 5-4), som også definerer maksimal utbredelse av potensielt løsneområde. Lengde og størrelse på mulig løsneområde er begrenset av berg i dagen mot øst, men mot nord er løsneområdet potensielt lengre.

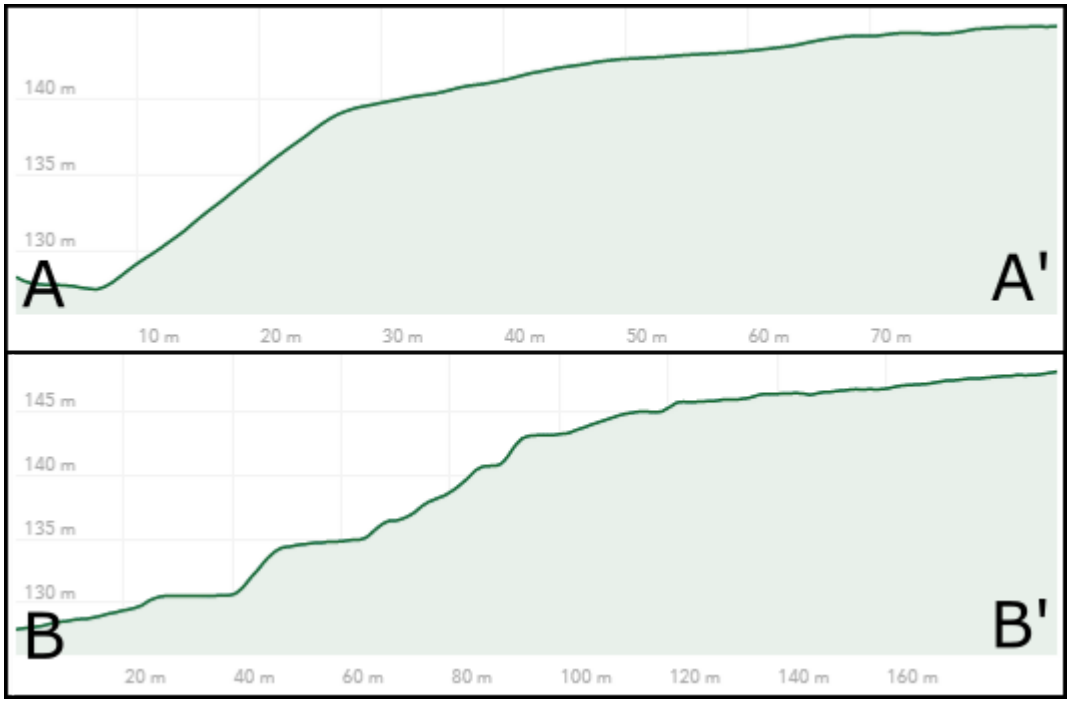


Figur 5-4. Kritiske snitt A-A' og B-B' vist sammen med funn av berg i dagen. De kritiske snittene danner grunnlag for potensielt løsneområde (rosa skravur). Bakgrunnskart: www.hoydedata.no

Under, i Tabell 5-4, er mulig løsneområde for de antatte kritiske skråningene listet opp. Hele det regulerte området ligger altså i et potensielt utløpsområde for skred.

Tabell 5-4. Lengde på mulige løsne- og utløpsområder for skråninger i snitt A-A' til B-B'.

Skråning	**Høyde (m)**	**Løsneområde/ Utløpsområde**	**Løsnelengde L=15*H (m)**
A-A'	14	L	210
B-B'	13	L	195



Figur 5-5. Opptegnede snitt A-A' og B-B'. Kilde: www.hoydedata.no

5.6. Befaring

Befaring ble utført av geotekniker Jonas Hjelme den 29.09.22

Befaringen avdekket berg i dagen som vist i Figur 5-4, samt en bekk beliggende på nordsiden av løsneområdet. Erosjonsforholdene i bekken ble ikke undersøkt.

På bakgrunn av tidligere utførte grunnundersøkelser og befaring, kan det konkluderes med at eiendommene ikke ligger i et potensielt løsneområde for skred. Det kan derimot ikke utelukkes at eiendommene ligger i et potensielt utløpsområde for skred, da det ikke foreligger data som kan stadfeste at massene på platået (løsneområdet) ikke er kvikke. Det må derfor utføres en grunnundersøkelse i dette området.

5.7. Gjennomfør grunnundersøkelser

I april 2023 ble det gjennomført en grunnundersøkelse på, og rundt, tiltaksområdet. Resultater fra dette er presentert i utsendt datarapport, ref. [6].

Resultater fra utførte undersøkelser viser at det ikke er kvikk- eller sprøbruddmateriale i opptatte prøver.

6. Kontroll

Da grunnundersøkelsen entydig viste at det ikke er sprøbrudd- eller kvikkleire i området, bortfaller kravet om uavhengig kvalitetssikring iht. [1].

7. Konklusjon

Basert på tidligere utførte grunnundersøkelser, samt utført grunnundersøkelse i april 2023, er det ikke avdekket sprøbrudd- eller kvikkleire. Tiltaksområdet ligger dermed verken i et løsne- eller utløpsområde.

Områdestabiliteten er ivaretatt iht. NVE Veileder 1/2019 og kravene i TEK 17 §7-3 er tilfredsstilt.

8. Referanser

[1] GeoKonsept AS, «1053-RIG-R-01-00_Datarapport,» 2023.

[2] NVE, «Sikkerhet mot Kvikkleireskred (NVE-Veileder 1/2019),» 2020.

[3] Kartverket, «Norgeskart,» [Internett]. Available: www.norgeskart.no.

[4] Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmassekart,» [Internett]. Available: www.geo.ngu.no/kart/losmasse.

[5] Statens Vegvesen, «Oppdrag Fd368A Rapport nr. 6. Geoteknisk rapport for reguleringsplan,» 2003.

[6] «NVE Atlas,» [Internett]. Available: https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#.

Ringerike. Muninveien

Geoteknisk datarapport

1053-RIG-R-01-00_Datarapport

Geoteknisk notat

Ringerike. Muninveien Muninveien utvikling AS v/ Martin Holthe	Dokumentnr.: 1053-RIG-R-01-00 Dato: 03.05.2023 Antall sider: 2 av 9
Utarbeidet og egenkontroll utført av: Tonje Roås Mikalsen Dato: 03.05.2023	
Kontrollert av: Jonas Hjelme Dato: 03.05.2023	
Godkjent av: Jonas Hjelme Dato: 03.05.2023	

Rev. Nr.	Dato	Bakgrunn	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av
00	03.05.2023	Første utgave	TRM	JH	JH

Sammendrag

GeoKonsept AS er engasjert av Muninveien utvikling AS ved Martin Holthe for vurdering av områdestabiliteten i Muninveien 58, 60 og 62 i Ringerike kommune. I den forbindelse er det gjort en grunnundersøkelse.

En beskrivelse av grunnforholdene og opptegning av utførte boringer fremgår av datarapporten. Datarapporten inneholder ikke geotekniske vurderinger eller anbefalinger.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning 3
2. Topografi og grunnforhold 4
3. Grunnundersøkelser 5
3.1. Tidligere grunnundersøkelser 5
3.2. Utførte undersøkelser 6
3.2.1. Feltundersøkelser 6
3.2.2. Laboratorieundersøkelser 7
3.3. Resultater fra utførte grunnundersøkelser 7
3.3.1. Totalsonderinger 7
3.3.2. Dybde til antatt berg 7
3.4. Resultater fra laboratorieundersøkelser 7
3.5. Grunnvann 8
4. Referanser 9

Tegninger

1053	**- 1**	**Borplan**	**1:400**
	- 20 til 23	**Totalsonderinger**	**1:200**

Vedlegg

1.	**Laboratorieresultater fra Multiconsult AS**	**21 sider**
2.	**Geoteknisk bilag, felt- og laboratorieundersøkelser**	**4 sider**
3.	**Sertifikat CPTu**	**7 side**

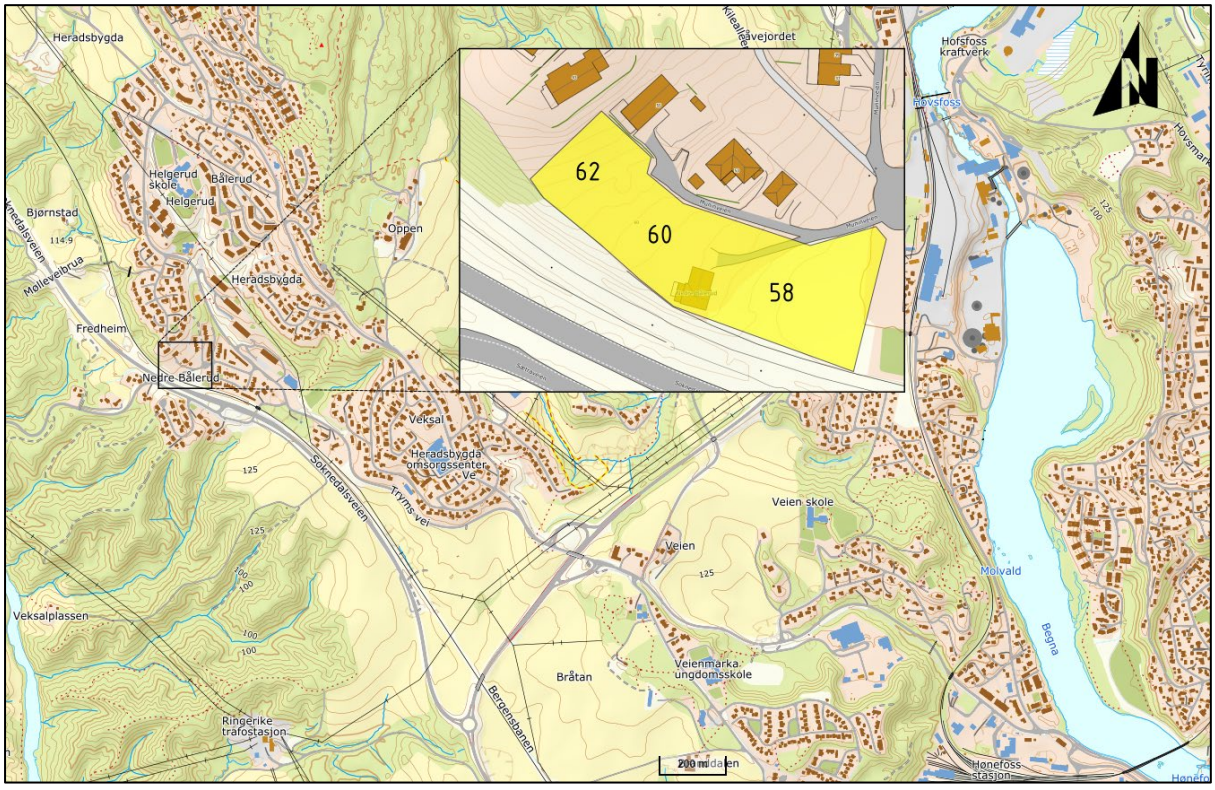
2. Innledning

GeoKonsept AS er engasjert av Muninveien utvikling AS for å utføre en vurdering av områdestabiliteten i Muninveien 58, 60 og 62 i Ringerike kommune. Gnr./bnr. er hhv. 56/3, 56/166 og 56/164. I forbindelse med vurderingen er det gjennomført en grunnundersøkelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra felt- og laboratorieforsøkene, og er en ren datarapport. Det vil si at den ikke inneholder geotekniske vurderinger rundt byggeplassens egnethet, fundamentering, stabilitet mm.

3. Topografi og grunnforhold

Eiendommen ligger på Heradsbygda i Ringerike kommune. Området er for det meste bebygget med småhusbebyggelse, rekkehus og boligblokker. Topografien rundt Hønefoss, er ellers preget av ravinerte landskapsformer og rasgroper i forbindelse med avsetning fra, og erosjon av Begna, Randselva og Storelva.



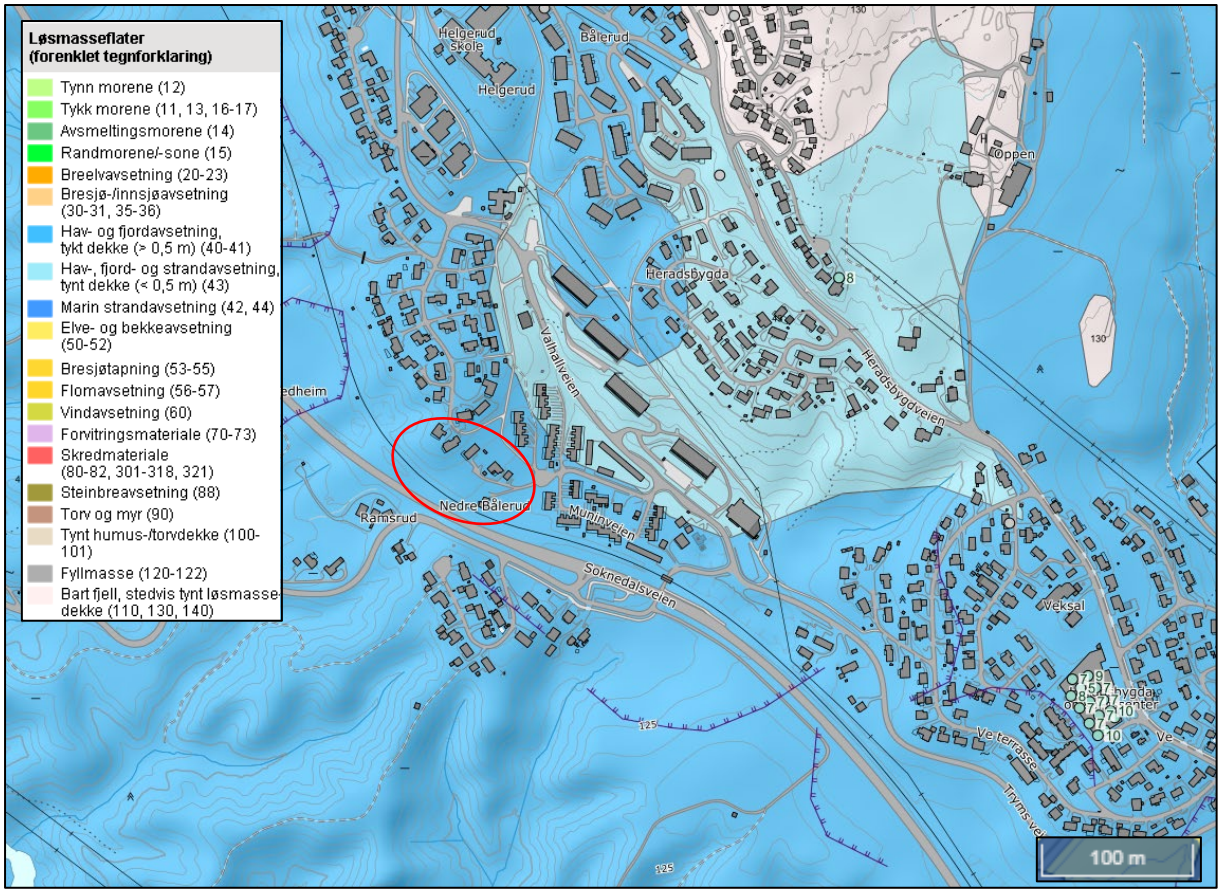
Figur 2-1. Oversiktsbilde fra 1881.no sin kartløsning, Aktuell tomt er vist med rødt, ref. [1].

Eiendommene ligger fra ca. kote +127 til +137 og er under den marine grense, som er på ca. 200 moh. i området. Terrenget på tomtene er generelt skrånende mot øst, og har et gjennomsnittlig fall på ca. 1:9. Terrenget er forholdsvis variert, med flere områder som er planert/oppfylt, veier og underganger og flere fjellblotninger.

NGUs løsmassekart (Figur 2-2) indikerer at området er preget av tykke og tynne havavsetninger og berg i dagen.

NGUs berggrunnskart viser til metagråvakke som hovedbergart i området, ref. [2].

Det kvartærgeologiske kartet viser kun løsmasser i overflaten, det kan derfor befinne seg andre sedimenter under. Løsmassegrensene er ikke eksakte og må derfor betraktes sammen med befaring, foto og/eller grunnundersøkelser.



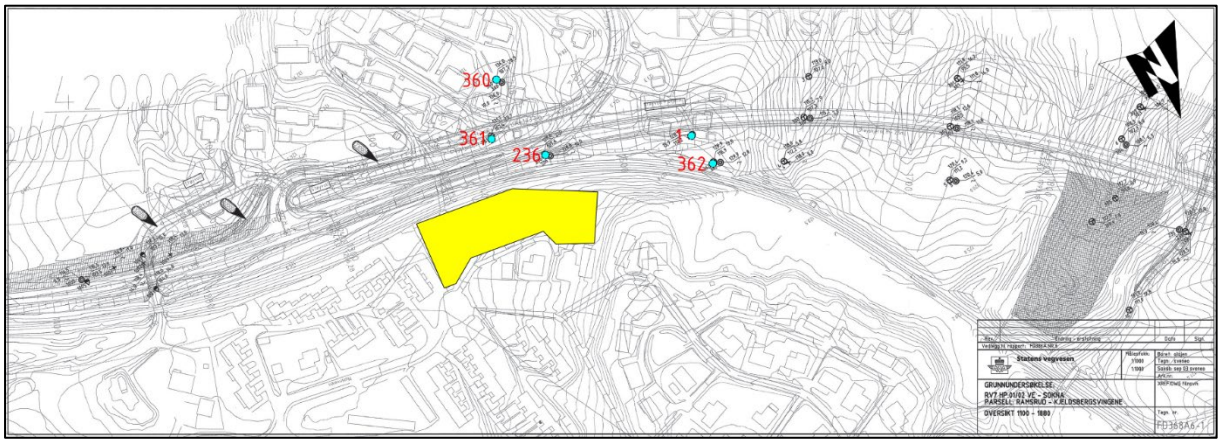
Figur 2-2. NGUs løsmassekart. Omtrentlig plassering er vist med rødt, ref. [3]

4. Grunnundersøkelser

4.1. Tidligere grunnundersøkelser

Det er utført geotekniske undersøkelser i flere omganger langs RV7. Aktuelle rapporter, sonderinger og prøvetaking er vist i Figur 3-1, ref. [4].

I samtlige borpunkter er det utført totalsonderinger, samt uforstyrret prøvetaking i punkt 236, 360 og 362. SVV sine grunnundersøkelser, ref. [4], viser til middels fast til fast leire og siltig leire. Ingen av sonderingene er innboret i berg, men avsluttet i antatt faste masser. Det er ikke påvist kvikk- eller sprøbruddleire i opptatte prøver, og sonderingskurver har jevnt økende bormotstand med dybden.



Figur 3-1 Borplan fra SVV med aktuelle borpunkter og eiendommer markert, ref. [4].

4.2. Utført undersøkelse

4.2.1. Feltundersøkelse

Grunnundersøkelsen ble utført av Brødrene Myhre AS med hydraulisk borerigg i april 2023. Borplanen er utarbeidet av GeoKonsept AS med bakgrunn i mottatte planer. Tabell 3-1 viser utførte bormetoder.

Tabell 3-1. Utført grunnundersøkelse, april 2023.

Bormetode	Hensikt	Antall punkter
Totalsondering	Fastlegge dybde til antatt berg og registrere lagdeling i løsmasser	4
54 mm prøveserie	Jordartsklassifisering, bestemme vanninnhold og geotekniske parametere	2
CPTu	Kartlegging av laggrenser og jordart og gir grunnlag for tolkning av geotekniske parametere	2

Borpunktene er målt inn av Berntsen Plan og Oppmåling AS med GPS landmålingsutstyr. Koordinatene og kotehøyde er presentert i Tabell 3-2. Følgende koordinat- og høydesystem er benyttet:

Koordinatsystem: EUREF-89, UTM Sone 32
Høydesystem: NN2000

Tabell 3-2. Koordinatliste.

Borpunkt	Nord	Øst	Høyde	Metode
1	6671867.6	566450.4	129.8	Totalsondering, CPTu, PR
2	6671904.9	566431.6	134.6	Totalsondering
3	6671943.8	566409.9	144.3	Totalsondering, CPTu, PR
4	6671917.9	566382.3	140.1	Totalsondering
PR: 54 mm prøveserie, CPTu: Trykksondering med poretrykksregistrering				

4.2.2. Laboratorieundersøkelse

Følgende undersøkelser er utført:

Rutineundersøkelse av 54 mm sylinder, bestemmelse av konsistensgrenser og kornfordeling.

4.3. Resultater fra utført grunnundersøkelse

Borplan med utførte grunnundersøkelser er vist på tegning nr. -1, total- og trykksonderingene er vist på tegning nr.-20 til -23.

4.3.1. Totalsonderinger

Borede dybder i løsmasser og berg er oppsummert i Tabell 3-3.

Tabell 3-3. Borede dybder i løsmasser og antatt berg.

Totalsondering	Boret dybde		Kommentar
	Løsmasser [m]	Berg [m]	
1	18,0	3,0	Avsluttet i antatt berg
2	20,4	3,0	Avsluttet i antatt berg
3	24,6	2,9	Avsluttet i antatt berg
4	20,9	2,9	Avsluttet i antatt berg

4.3.2. Dybde til antatt berg

Alle totalsonderingene er boret tre meter inn i berg. Berg er påtruffet i en dybde varierende fra 18,0 til 24,6 meter under terreng.

4.4. Resultater fra laboratorieundersøkelsen

Resultatene fra laboratoriearbeidene er vist i detalj i vedlegg 1.

I Tabell 3-4 er en oversikt over klassifiserte jordarter vist.

Tabell 3-4. Jordartsbeskrivelse av opptatte prøver.

Borhull	Dybdeintervall, [m]	Klassifisering	Prøvemetode
1	5,0-6,0	Leire, siltig	54 mm sylinder
	10,0-11,0	Leire, siltig	54 mm sylinder
2	3,0-4,0	Tørrskorpeleire	54 mm sylinder
	7,0-8,0	Leire, siltig	54 mm sylinder
	12,0-13,0	Leire, siltig	54 mm sylinder
	14,0-15,0	Leire, siltig	54 mm sylinder
	18,0-19,0	Leire, siltig	54 mm sylinder

I Tabell 3-5 er laveste og høyeste målte verdi på utvalgte resultater fra laboratorieundersøkelsen presentert.

Tabell 3-5. Oppsummering av resultater fra laboratorieundersøkelsen.

Beskrivelse	Verdi	Enhet
Vanninnhold	26,1-33,3	%
Densitet	1,96-2,05	kN/m^3
Uomrørt skjærfasthet (konus)	25,9->200,0	kN/m^2
Omrørt skjærfasthet (konus)	1,8-40,5	kN/m^2
Sensitivitet	4,0-18,0	-
Flytegrense	30,7-34,0	-
Utrullingsgrense	19,2-22,5	%
Plastisitetsindeks	10,2-12,5	-

4.5. Grunnvann

Grunnvannet er ikke målt.

5. Referanser

[1] 1881, «1881.no,» 2022. [Internett]. Available: https://www.1881.no/.

[2] Norges Geologiske Undersøkelse, «NGU Berggrunnskart,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/.

[3] Norges Geologiske Undersøkelse, «Løsmassekart,» [Internett]. Available: www.geo.ngu.no/kart/losmasse.

[4] Statens Vegvesen, «Oppdrag Fd368A Rapport nr. 6. Geoteknisk rapport for reguleringsplan.,» 2003.

TEGNFORKLARING :

▽ CPT sondering ⊕ Totalsondering ◎ Prøveserie ⩓ Fjell i dagen

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

Kartgrunnlag : Bakgrunnskart fra Kartverket (kartkatalog Geonorge)

Borpunkter målt inn med GPS av Berntsen Plan og Oppmåling AS (UTM 32, NN2000)

Borplan

Muninveien utvikling AS

Ringerike. Muninveien

0 5 10m

12.04.2023

Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
03.05.2023	TRM	JH	JH

Målestokk: M = 1 : 400

Orginalformat: A3

Status:

Tegningsnummer: 1053-1

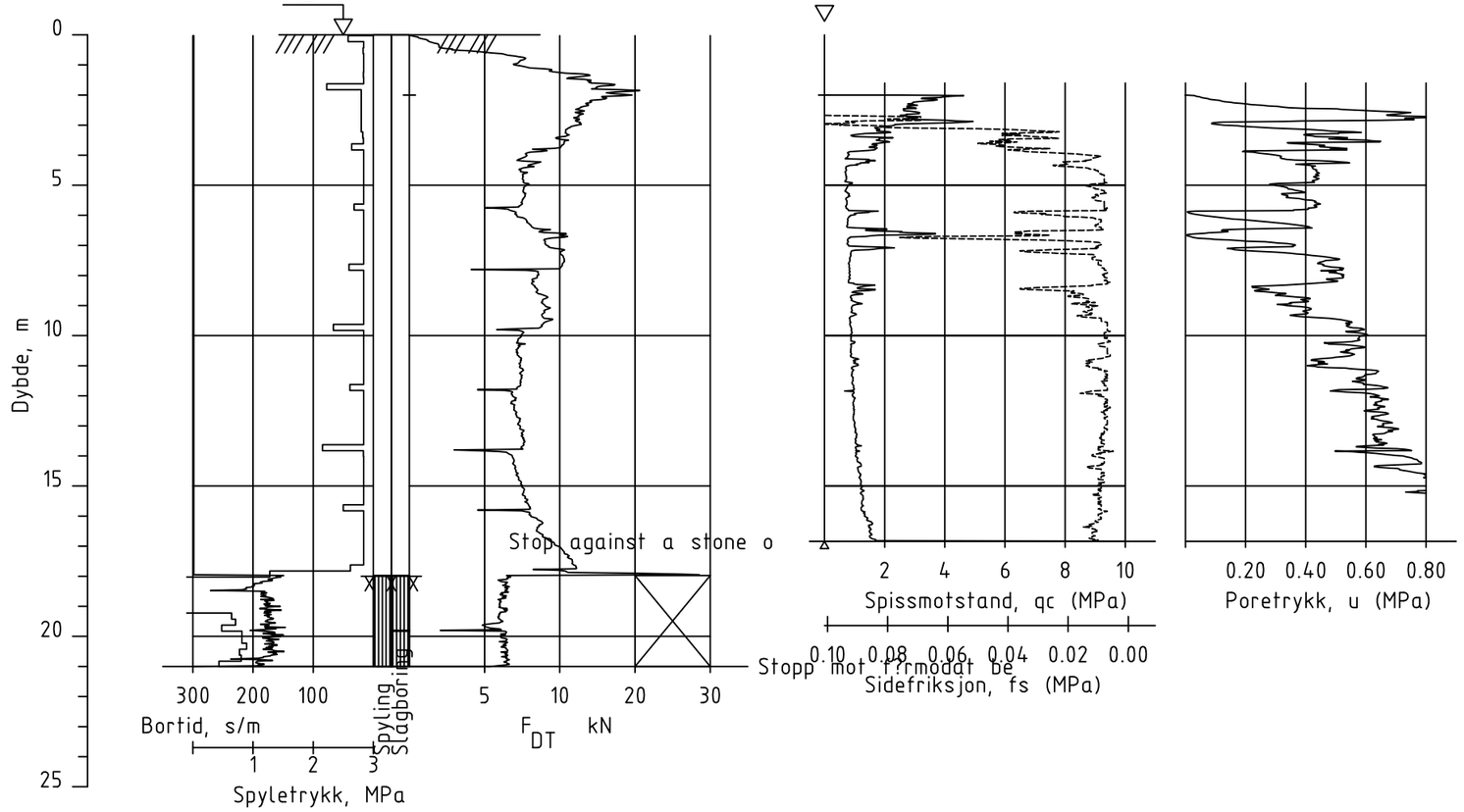
Rev.: 00

GEO KONSEPT
Postboks 69, 0701 Oslo
post@geokonsept.no

X=6671867.6
Y=566450.4

1

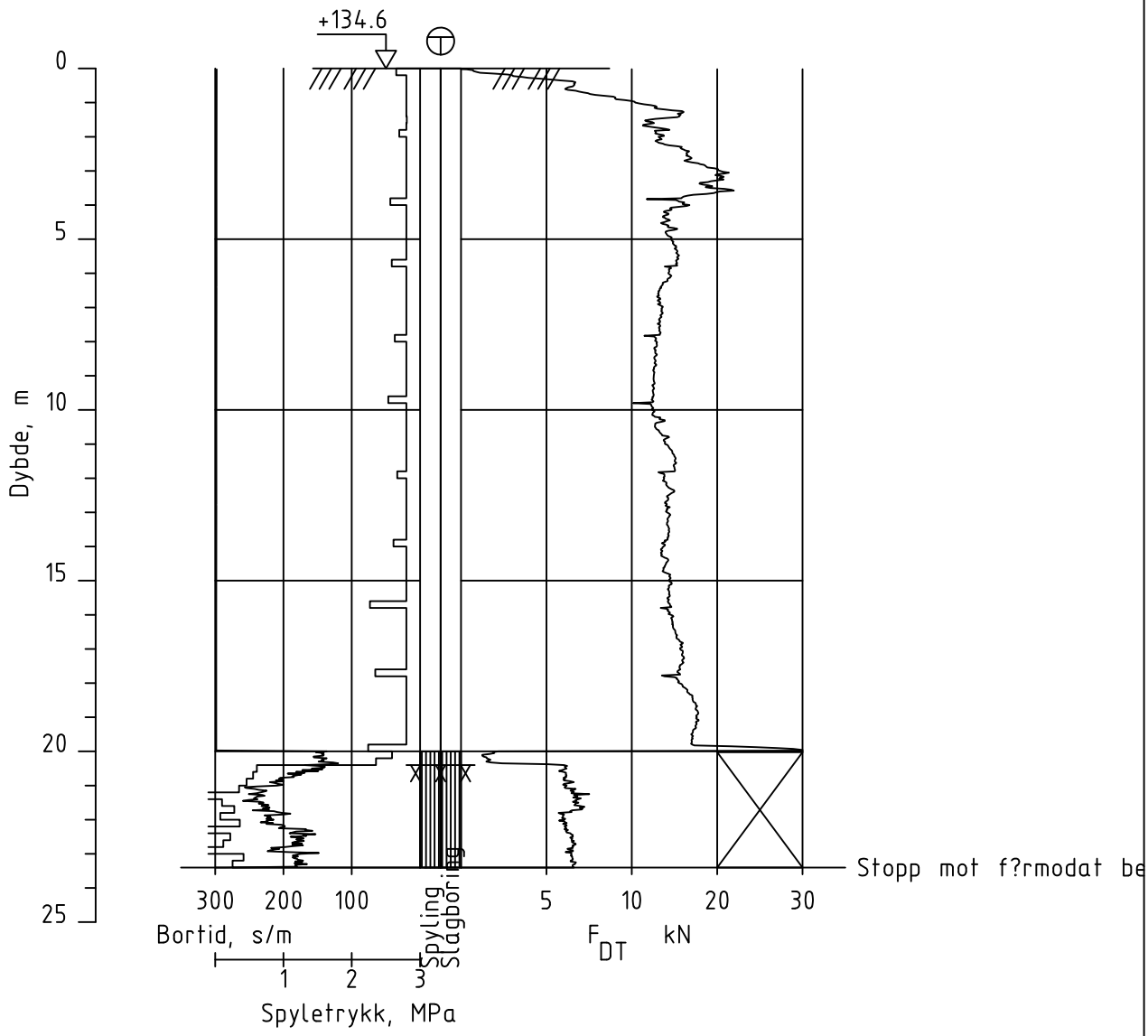
+129.8



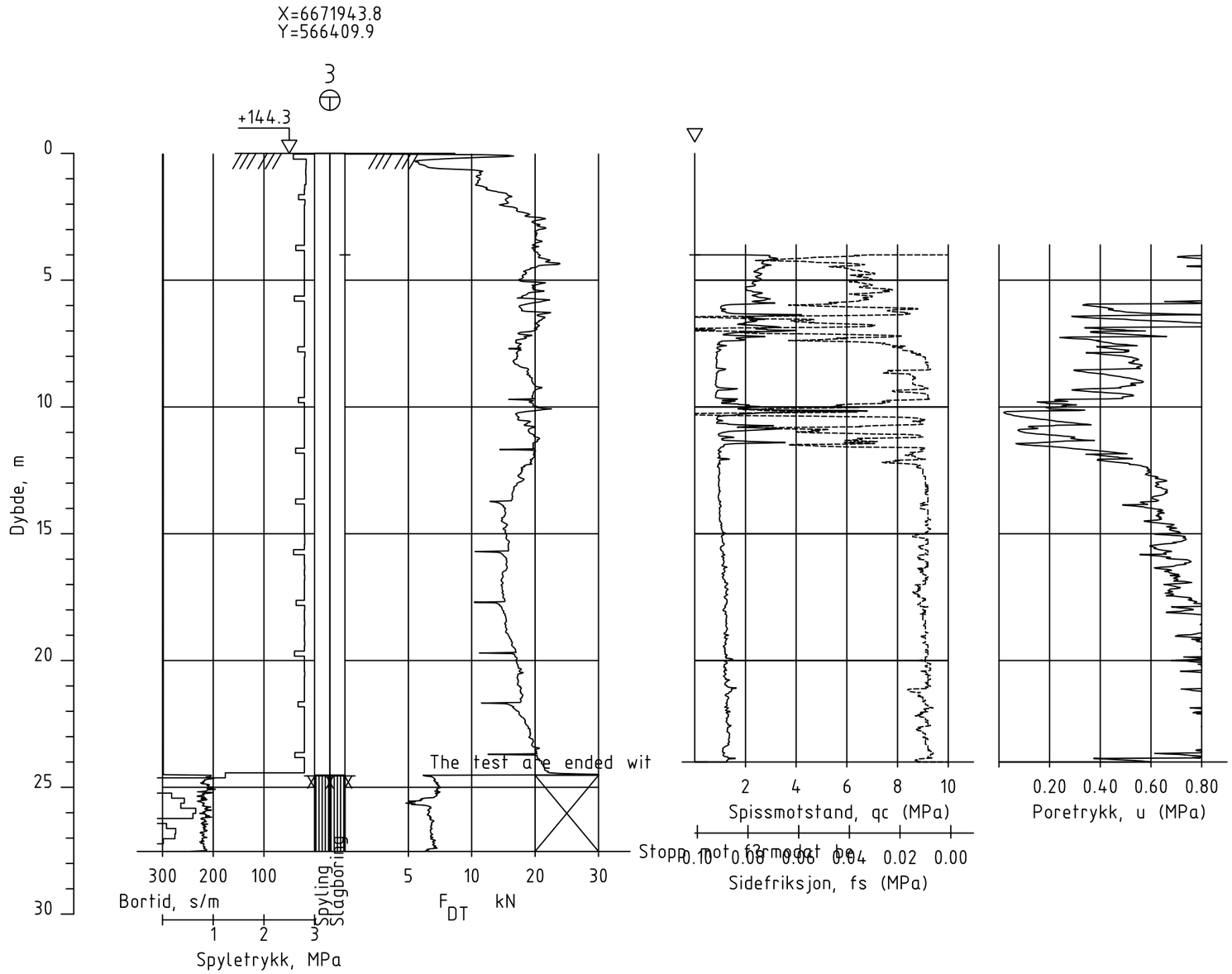
Totalsondering CPT-sondering	Dato: 03.05.2023	Tegnet: TRM	Kontrollert: JH	Godkjent: JH
Muninveien utvikling AS Ringerike. Muninveien	Målestokk: M = 1 : 200		Orginalformat: A3	
	Status:		GEO KONSEPT	
Borhull 1 Dato boret :12.04.2023 Posisjon: X 6671867.63 Y 566450.42	Tegningsnummer: 1053-20	Rev.: 00	Postboks 69, 0701 Oslo post@geokonsept.no	

X=6671904.9
Y=566431.6

2



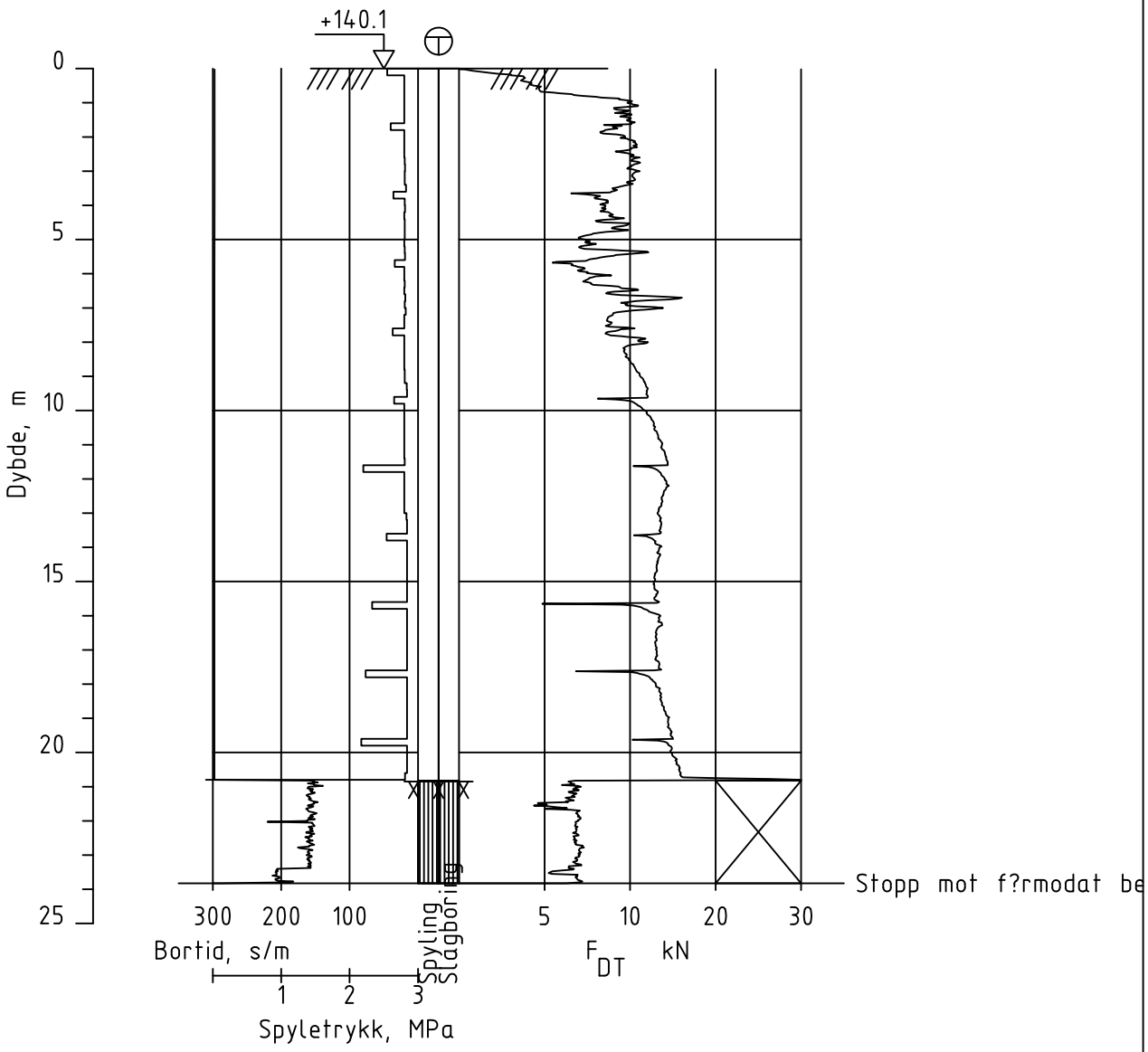
Totalsondering	Dato: 03.05.2023	Tegnet: TRM	Kontrollert: JH	Godkjent: JH
Muninveien utvikling AS Ringerike. Muninveien	Målestokk: M = 1 : 200		Orginalformat: A4	
	Status:		GEO KONSEPT	
Borhull 2 Dato boret :12.04.2023 Posisjon: X 6671904.91 Y 566431.59	Tegningsnummer: 1053-21	Rev.: 00	Postboks 69, 0701 Oslo post@geokonsept.no	



Totalsondering CPT-sondering	Dato: 03.05.2023	Tegnet: TRM	Kontrollert: JH	Godkjent: JH
Muninveien utvikling AS Ringerike. Muninveien	Målestokk: M = 1 : 200	Orginalformat: A3		
	Status:			
Borhull 3 Dato boret :12.04.2023 Posisjon: X 6671943.80 Y 566409.93	Tegningsnummer: 1053-22	Rev.: 00	GEO KONSEPT Postboks 69, 0701 Oslo post@geokonsept.no	

X=6671917.9
Y=566382.3

4



Totalsondering	Dato: 03.05.2023	Tegnet: TRM	Kontrollert: JH	Godkjent: JH
Muninveien utvikling AS	Målestokk: M = 1 : 200		Orginalformat: A4	
Ringerike. Muninveien	Status:			
Borhull 4 Dato boret :12.04.2023 Posisjon: X 6671917.92 Y 566382.30	Tegningsnummer: 1053-23	Rev.: 00	GEO KONSEPT Postboks 69, 0701 Oslo post@geokonsept.no	

Vedlegg 1

RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAGSGIVER

Brødrene Myhre AS

OPPDRAG

Muninveien utvikling

DATO / REVISJON: 26. april 2023 / 00

DOKUMENTKODE: 10251347-RIG-LAB-RAP

Multiconsult

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

Multiconsult

RAPPORT

RAPPORT	**Laboratorieundersøkelser**	DOKUMENTKODE	10251347-RIG-LAB-RAP
OPPDRAG	Muninveien utvikling	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Brødrene Myhre AS**	OPPDRAGSLEDER	Anna Molnes
KONTAKTPERSON	Guro Myhre	UTARBEIDET AV	Silje Skibeli Johannessen
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	/ /		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Brødrene Myhre AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av oppdragsgiver.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	26.04.2023	Første utsendelse av rapport	Silje Skibeli Johannessen	Grete Olaussen	Anna Molnes
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Bakgrunn 5
2 Omfang av laboratorieundersøkelsen 5
3 Prosedyrer for gjennomføring 5
4 Resultater 5
4.1 Borpunkt 1 5
4.2 Borpunkt 2 6
5 Tegningsliste 6
6 Vedlegg 6
6.1 Geotekniske bilag 6

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra Brødrene Myhre AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag Muninveien utvikling. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 18.04.2023 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av oppdragsgiver og prøvene ble levert til vårt laboratorium som 54 mm sylinderprøver den 18.04.2023. Multiconsult har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 20.04-25.04.2023 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	7	
Konsistensgrenser	wf/wp	5	
Kornfordeling	Hydrometeranalyse	2	

3 Prosedyrer for gjennomføring

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

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

4 Resultater

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

4.1 Borpunkt 1

Borpunkt: 1	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse	z [m]		w [%]	ρ [g/m³]	ρ_s [g/cm³]	Org. [%]	w_l	w_p [%]	I_p	ε_f [%]	c_{uuc} [kPa]	c_{ufc} [kPa]	c_{urfc} [kPa]	S_t	
	5,0-6,0	5,20	30,2									31,4	1,76	18	
LEIRE, siltig		5,40	28,6	1,99						7	44,2				
siltsjikt		5,60	29,3				30,7	19,2	11,5			25,9	2,48	10	
		-													
	10,0-11,0	10,20	28,5									37,1	4,27	9	
LEIRE, siltig		10,40	26,3	2,05						4	53,0				
siltsjikt		10,60	33,3				31,9	19,4	12,5			40,5	5,07	8	
		-													

4.2 Borpunkt 2

Borpunkt: 3	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Flyte - grense	Utrullings - grense	Plastisitets -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Uomrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse	z [m]		w [%]	ρ [g/m³]	ρ_s [g/cm³]	Org. [%]	w_l	w_p [%]	I_p	ε_f [%]	c_{uuc} [kPa]	c_{ufc} [kPa]	c_{urfc} [kPa]	S_t	
	3,0-4,0	3,20	26,1									>200	40,54		
TØRRSKORPELEIRE		3,40	28,2	1,97						8	276,6				K
enk. siltsjikt		3,60	27,5									>200	25,03		
		-													
	7,0-8,0	7,20	26,5									74,3	8,60	9	
LEIRE, siltig		7,40	26,9	2,00						8	42,8				
siltsjikt		7,60	28,9				31,3	21,1	10,2			31,4	4,41	7	
		-													
	12,0-13,0	12,20	27,3									34,8	9,93	4	
LEIRE, siltig		12,40	28,5	1,99						6	52,0				K
enk. siltsjikt		12,60	30,2									44,5	3,24	14	
		-													
	14,0-15,0	14,20	32,1									31,4	4,72	7	
LEIRE, siltig		14,40	28,9	1,98						4	62,0				
siltsjikt		14,60	28,7				34,0	22,5	11,5			42,4	6,36	7	
		-													
	18,0-19,0	18,20	28,1									49,1	9,17	5	
LEIRE, siltig		18,40	29,3	1,96						8	63,1				
siltsjikt, enk. gruskorn		18,60	26,9				31,7	19,2	12,5			49,1	9,17	5	
		-													

5 Tegningsliste

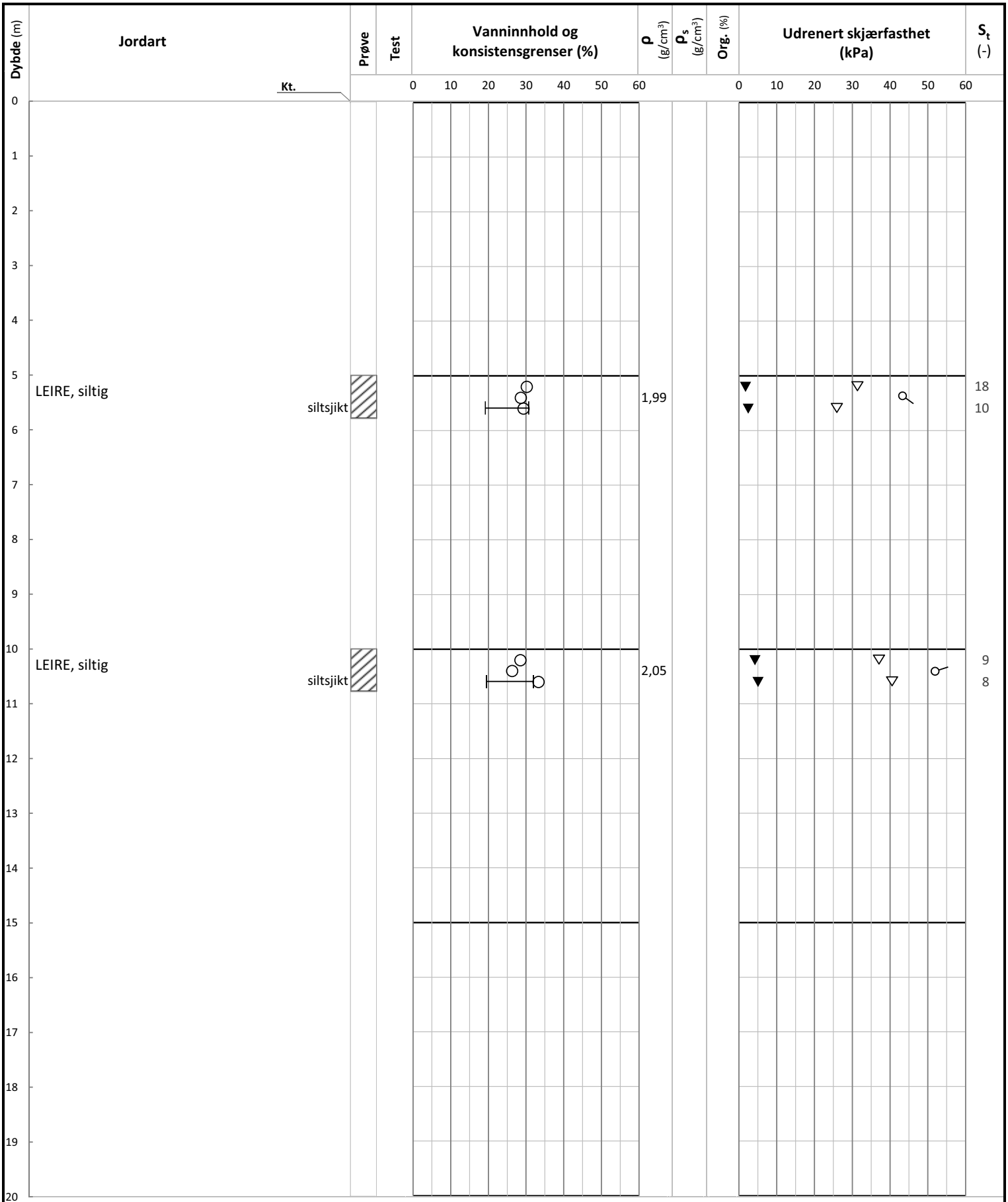
10251347-RIG-TEG-200	Geotekniske data, borpunkt 1
10251347-RIG-TEG-201	Geotekniske data, borpunkt 3
10251347-RIG-TEG-250.1-2	Enaksialforsøk, borpunkt 1
10251347-RIG-TEG-251.1-5	Enaksialforsøk, borpunkt 3
10251347-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt 3

6 Vedlegg

6.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk

2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer



Symboler:

Grunnvannstand:

Borbok: **Br. Myhre**

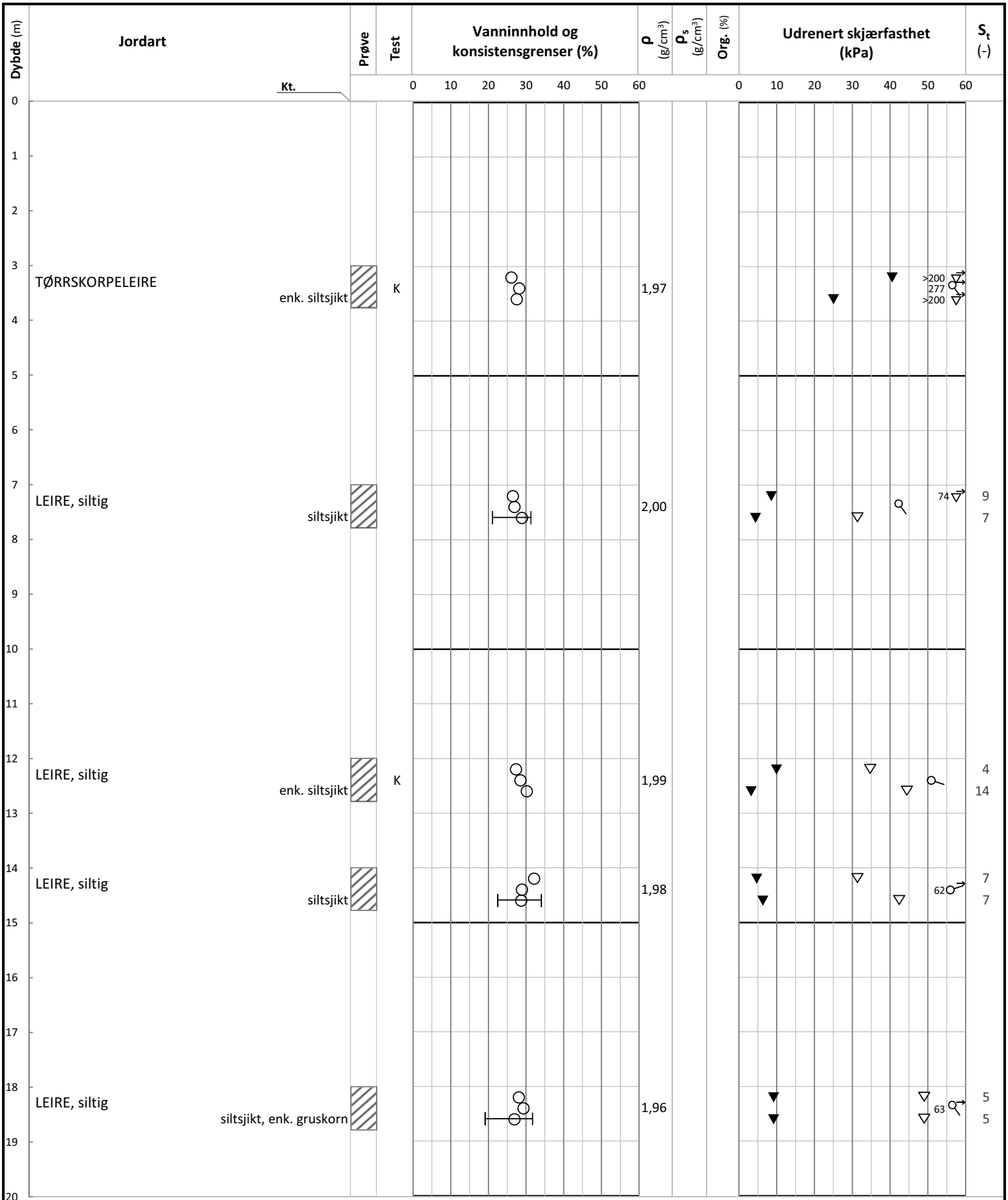
T: Treaksialforsøk
Ø: Ødometerforsøk
K: Korngradering

ρ Densitet
ρ_s Korndensitet
Org. Organisk innhold
S_t Sensitivitet

Vanninnhold
Plastisitetsindeks (I_p)

Uomrørt konus
Omrørt konus
Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

Brødrene Myhre AS	Utarbeidet: **GEO**	Kontrollert: **SISJ**	Godkjent: **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **1**	Dato: **25.04.2023**	Revisjon: **00**
Multiconsult	**Prøveserie** V.1.11.1 12.04.2023	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-200**



Symboler:

Grunnvannstand:

Borbok: **Br. Myhre**

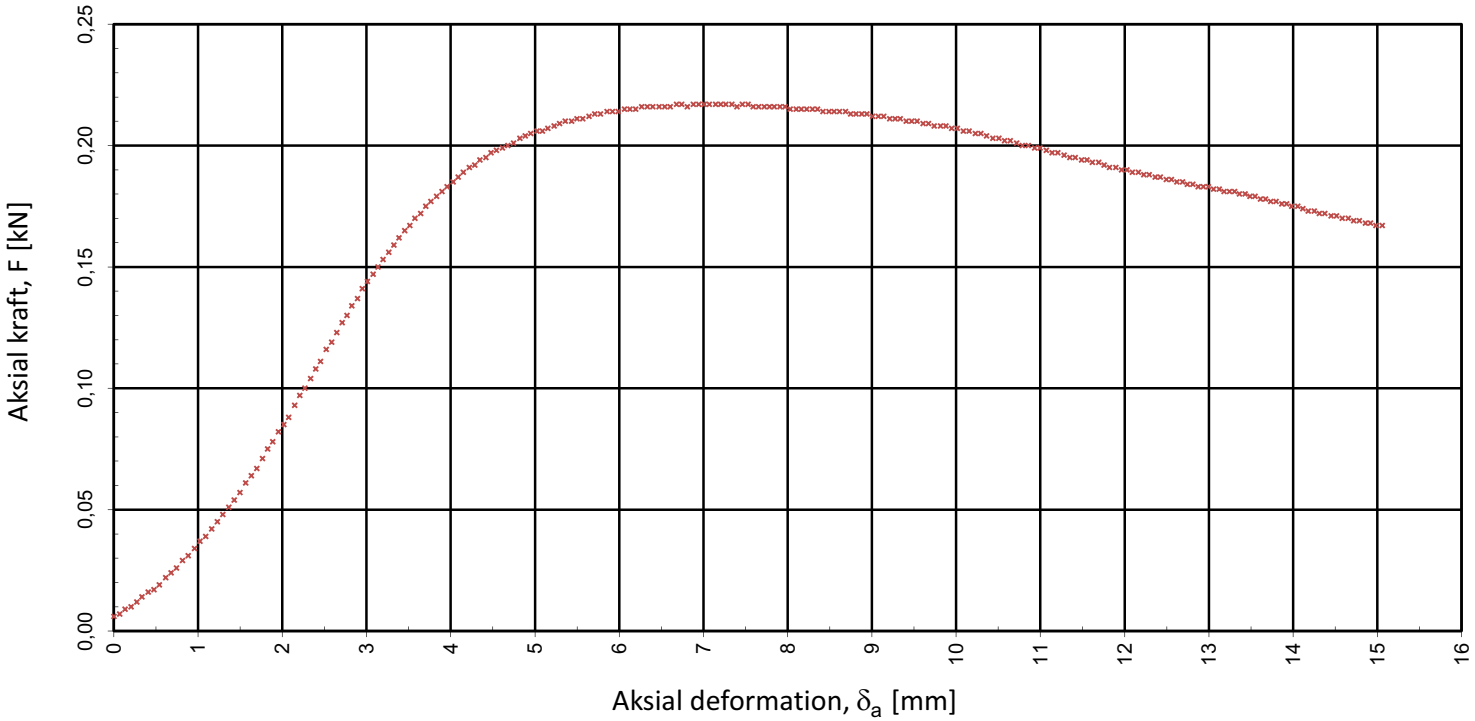
T: Treaksialforsøk
Ø: Ødometerforsøk
K: Korngradering

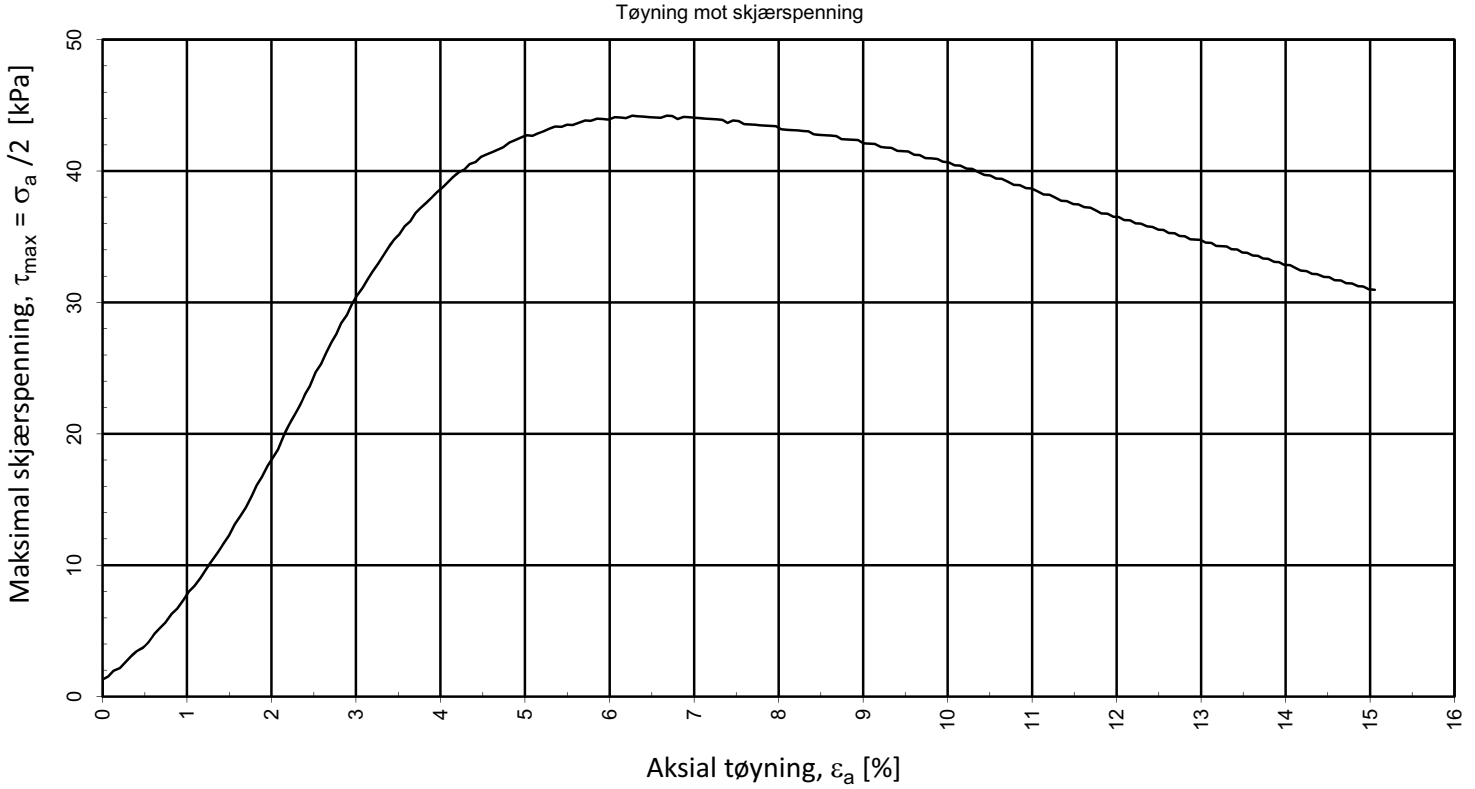
ρ Densitet
ρs Korndensitet
Org. Organisk innhold
St Sensitivitet

Vanninnhold
Plastisitetsindeks (I_p)

Uomrørt konus
Omrørt konus
Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

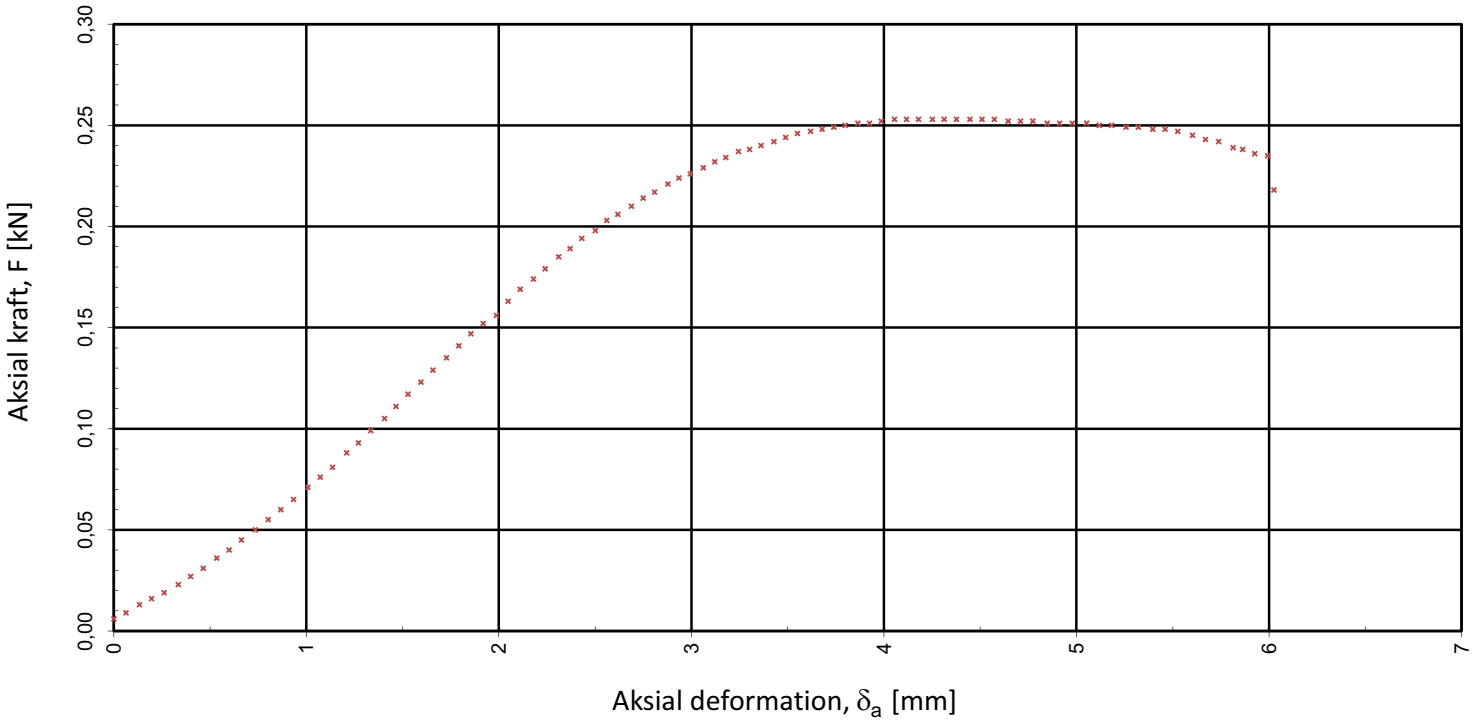
Brødrene Myhre AS	Utarbeidet: **GEO**	Kontrollert: **SISJ**	Godkjent: **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **3**	Dato: **26.04.2023**	Revisjon: **00**
Multiconsult	**Prøveserie** V.1.11.1 12.04.2023	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-201**

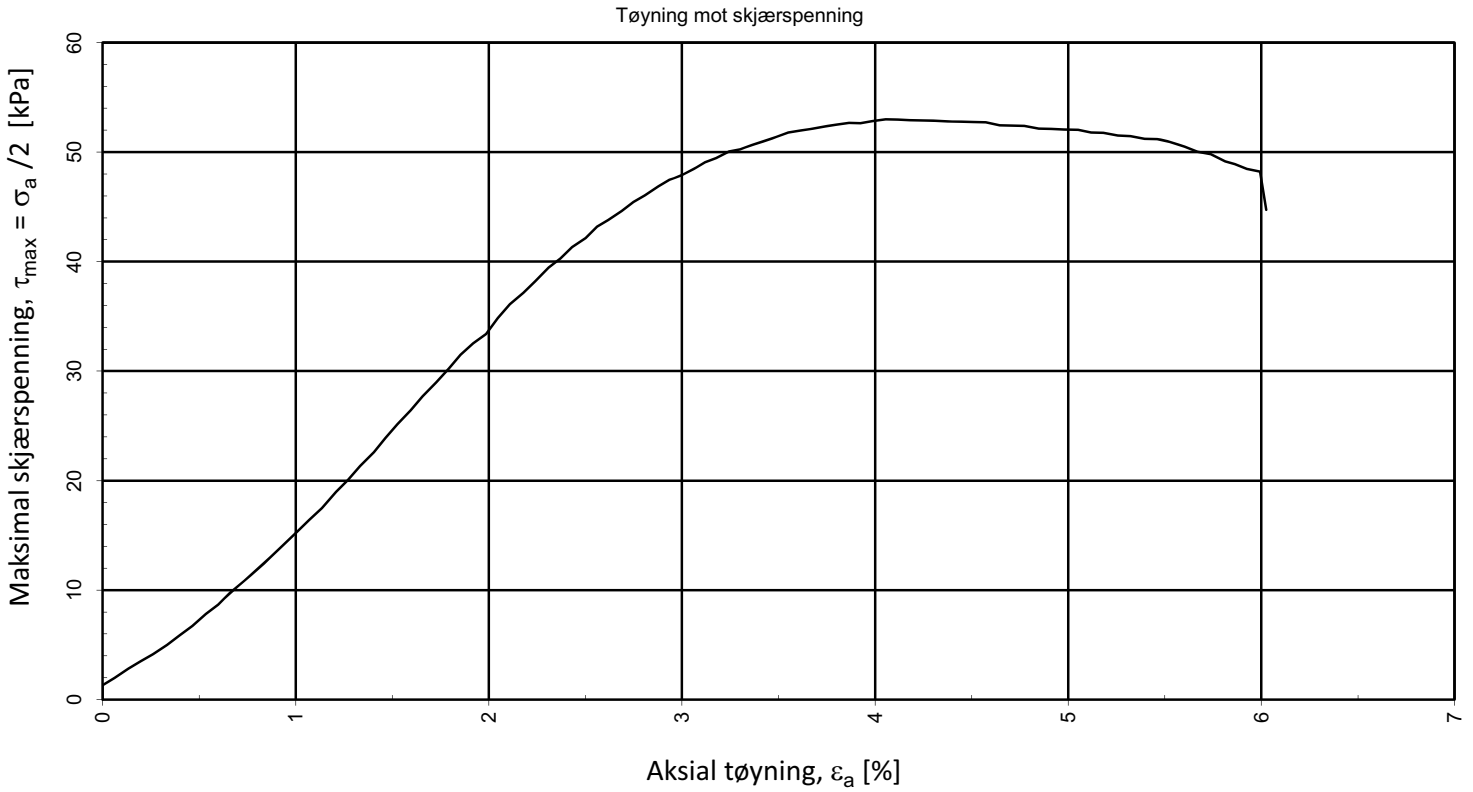




Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	**100,0**	**5,4**	

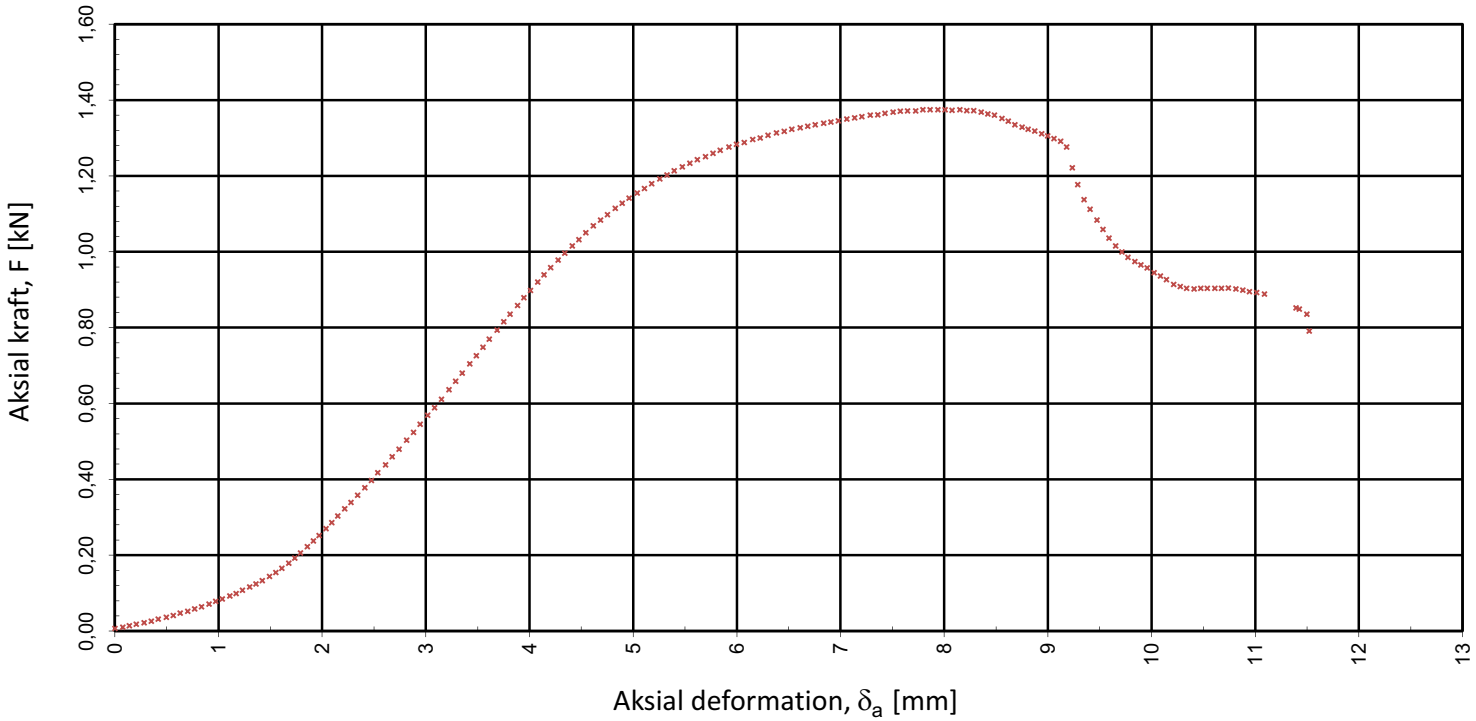
Brødrene Myhre AS	Utarbeidet: **CHPS**	Kontrollert: **RHS**	Godkjent: **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **1**	Dato: **20.04.2023**	Revisjon: **00**
Multiconsult	**Enaksforsøk**	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-250.1**

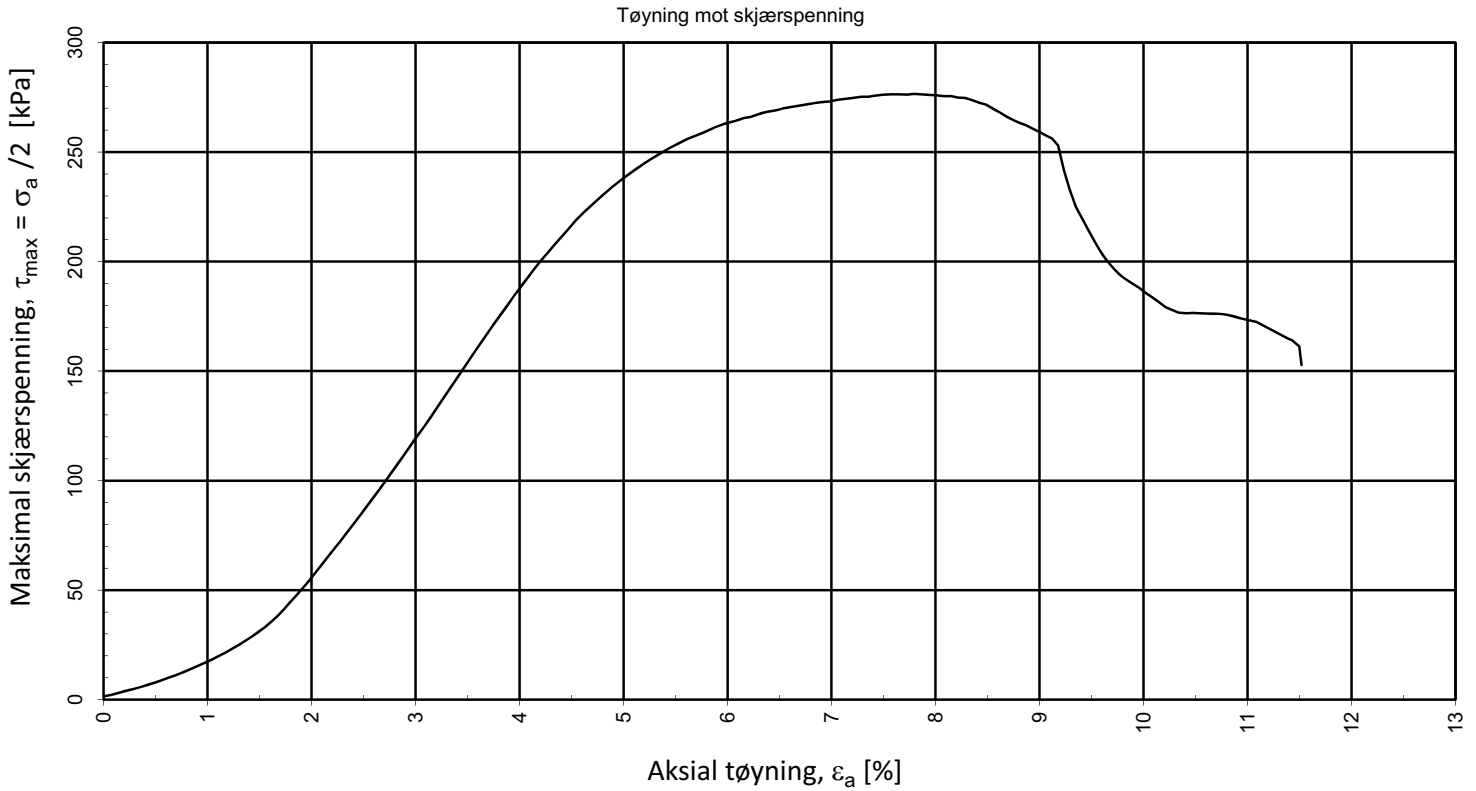




Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	**100,0**	**10,4**	

Brødrene Myhre AS	Utarbeidet: **CHPS**	Kontrollert: **RHS**	Godkjent: **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **1**	Dato: **20.04.2023**	Revisjon: **00**
Multiconsult	**Enaksforsøk**	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-250.2**

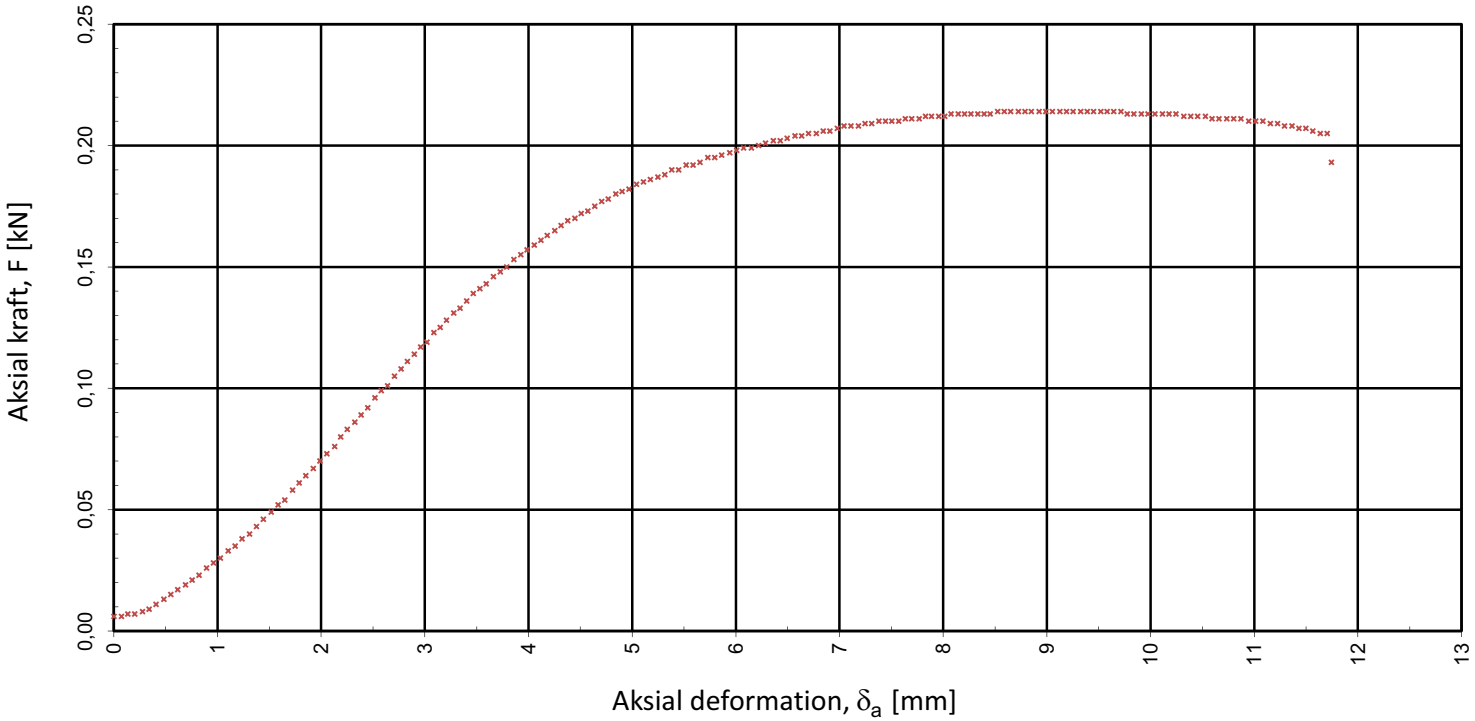


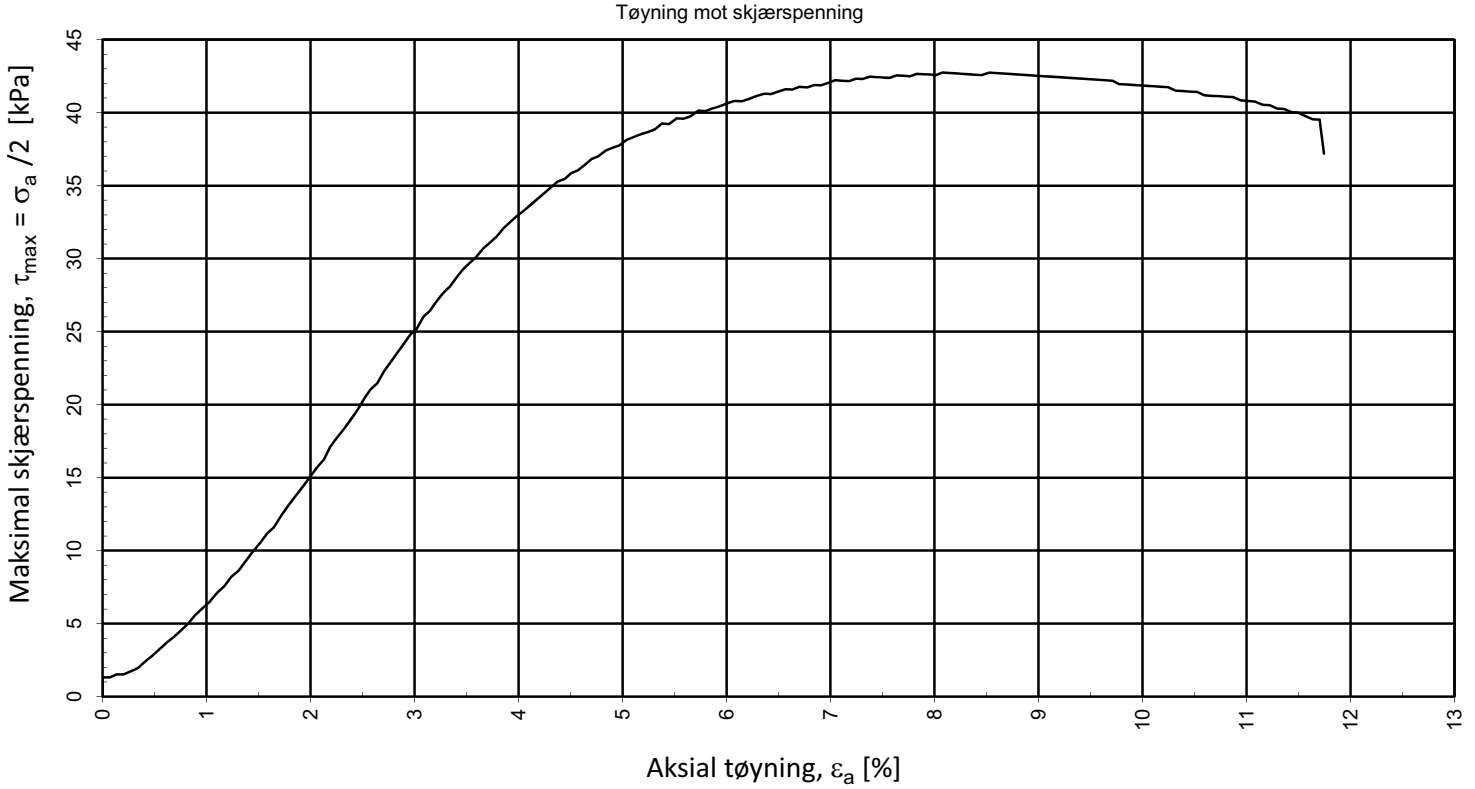


Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	**100,0**	**3,4**	

	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Brødrene Myhre AS	**CHPS**	**RHS**	**ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **3**	Dato: **20.04.2023**	Revisjon: **00**

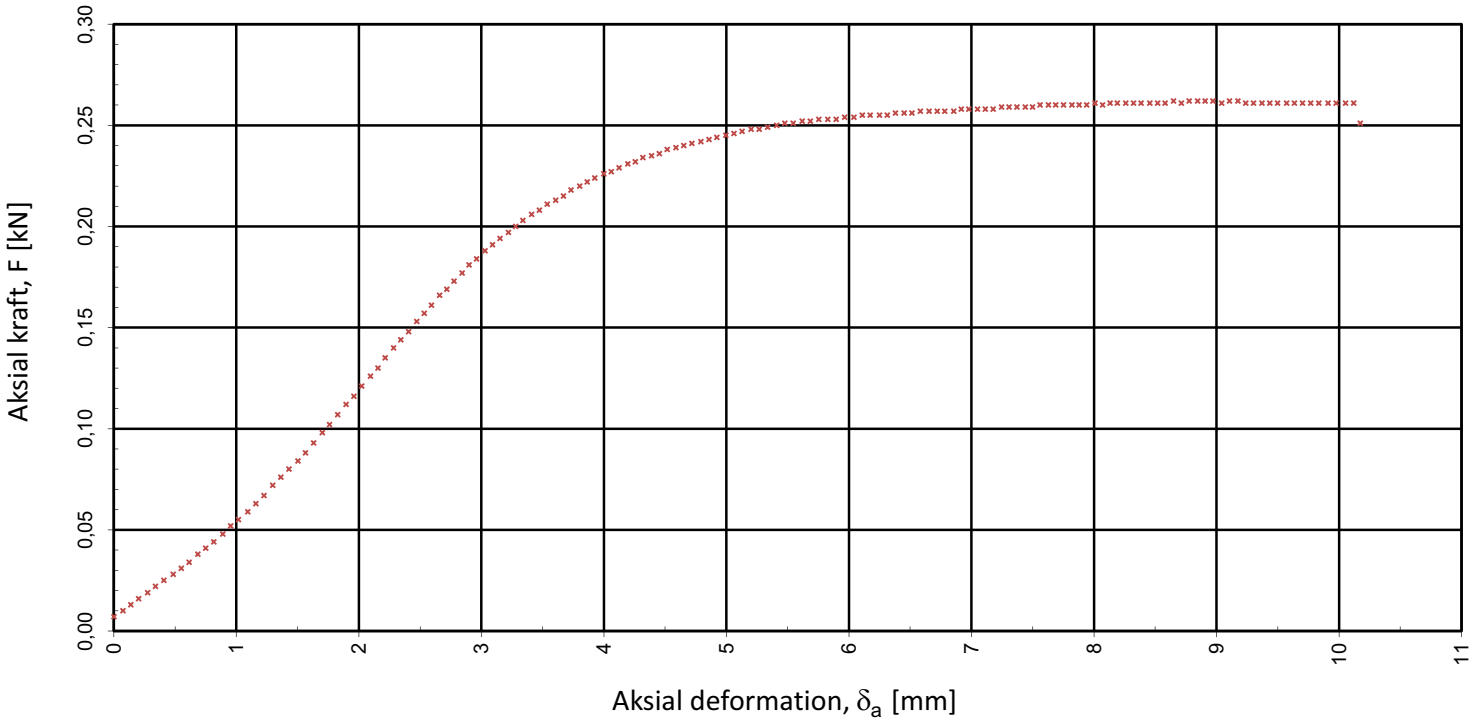
Multiconsult	**Enaksforsøk**	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-251.1**

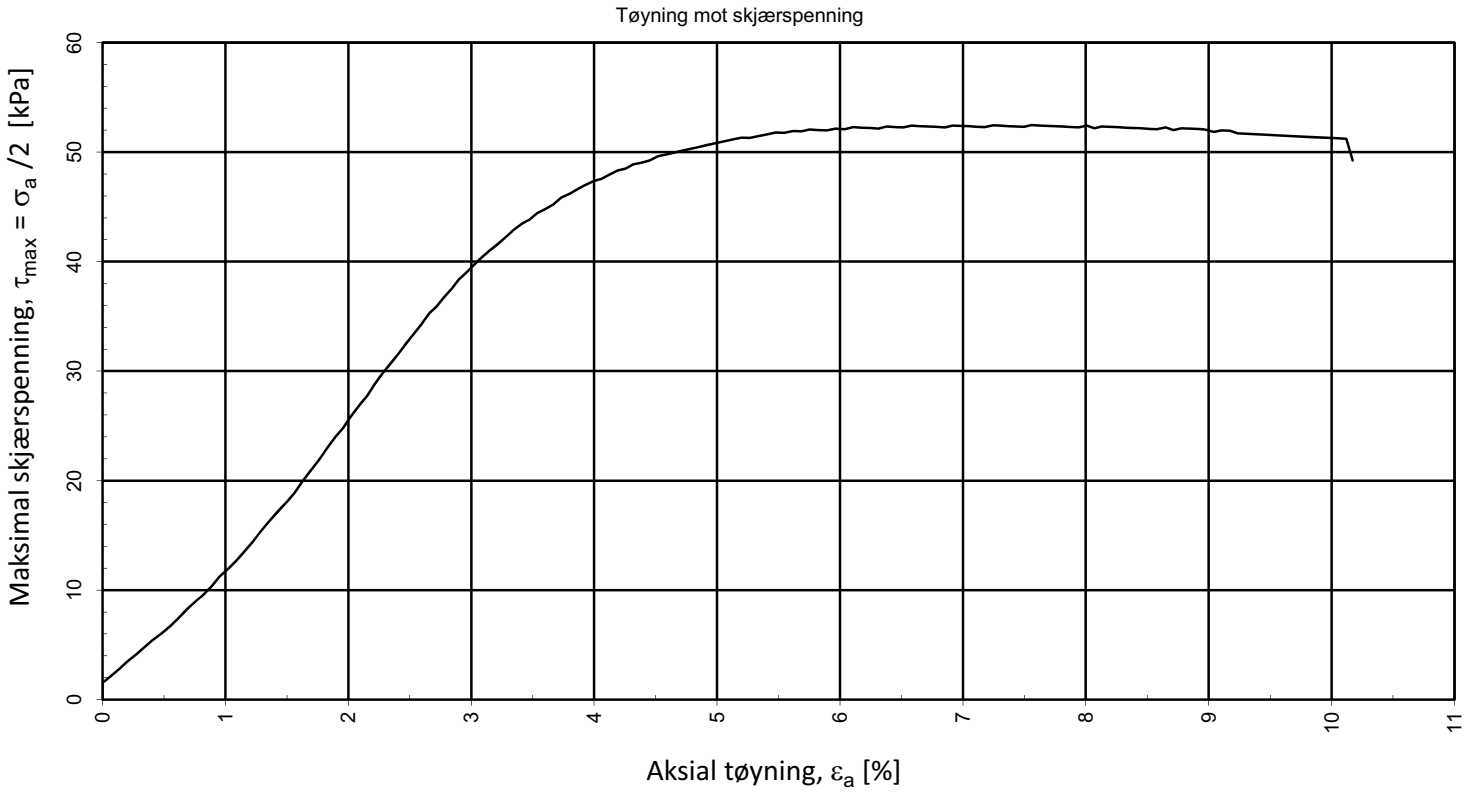




Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	**100,0**	**7,4**	

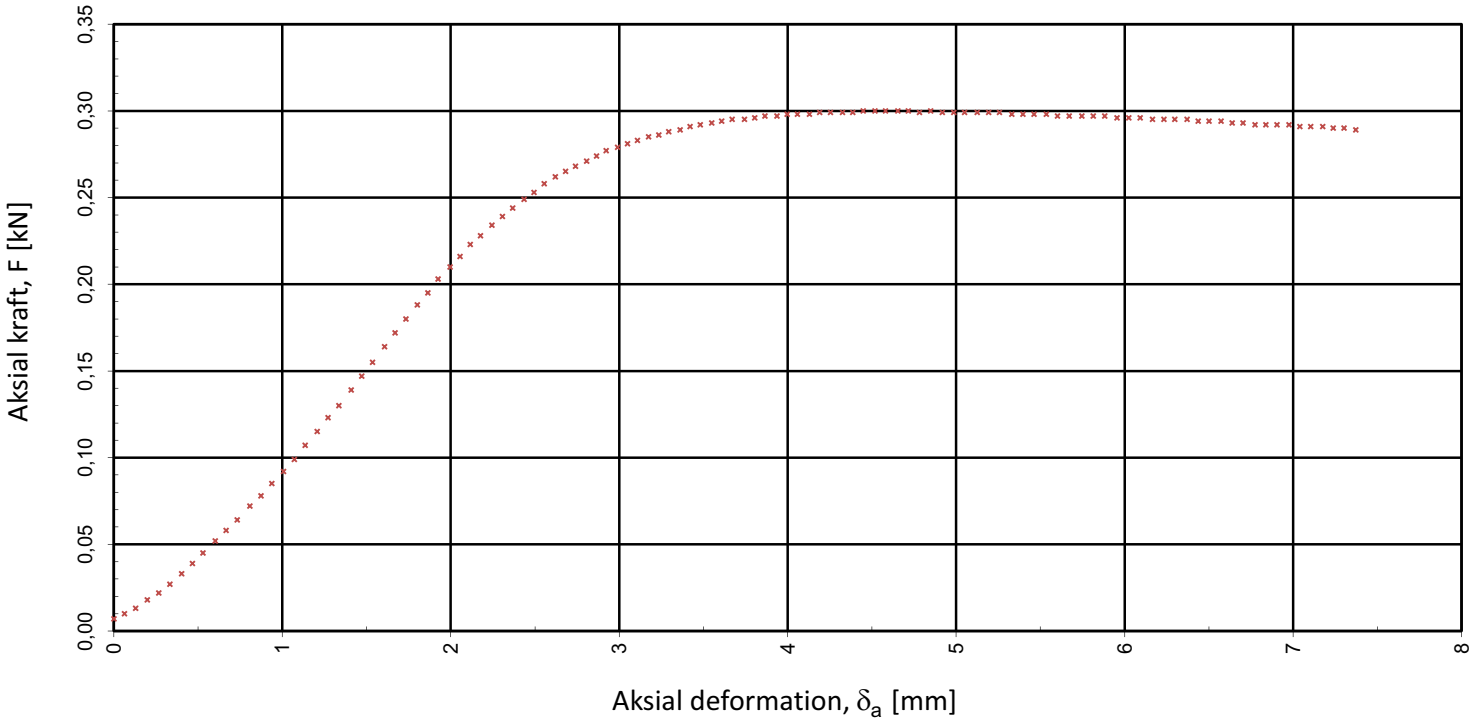
Brødrene Myhre AS	Utarbeidet: **CHPS**	Kontrollert: **RHS**	Godkjent: **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **3**	Dato: **20.04.2023**	Revisjon: **00**
Multiconsult	**Enaksforsøk**	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-251.2**

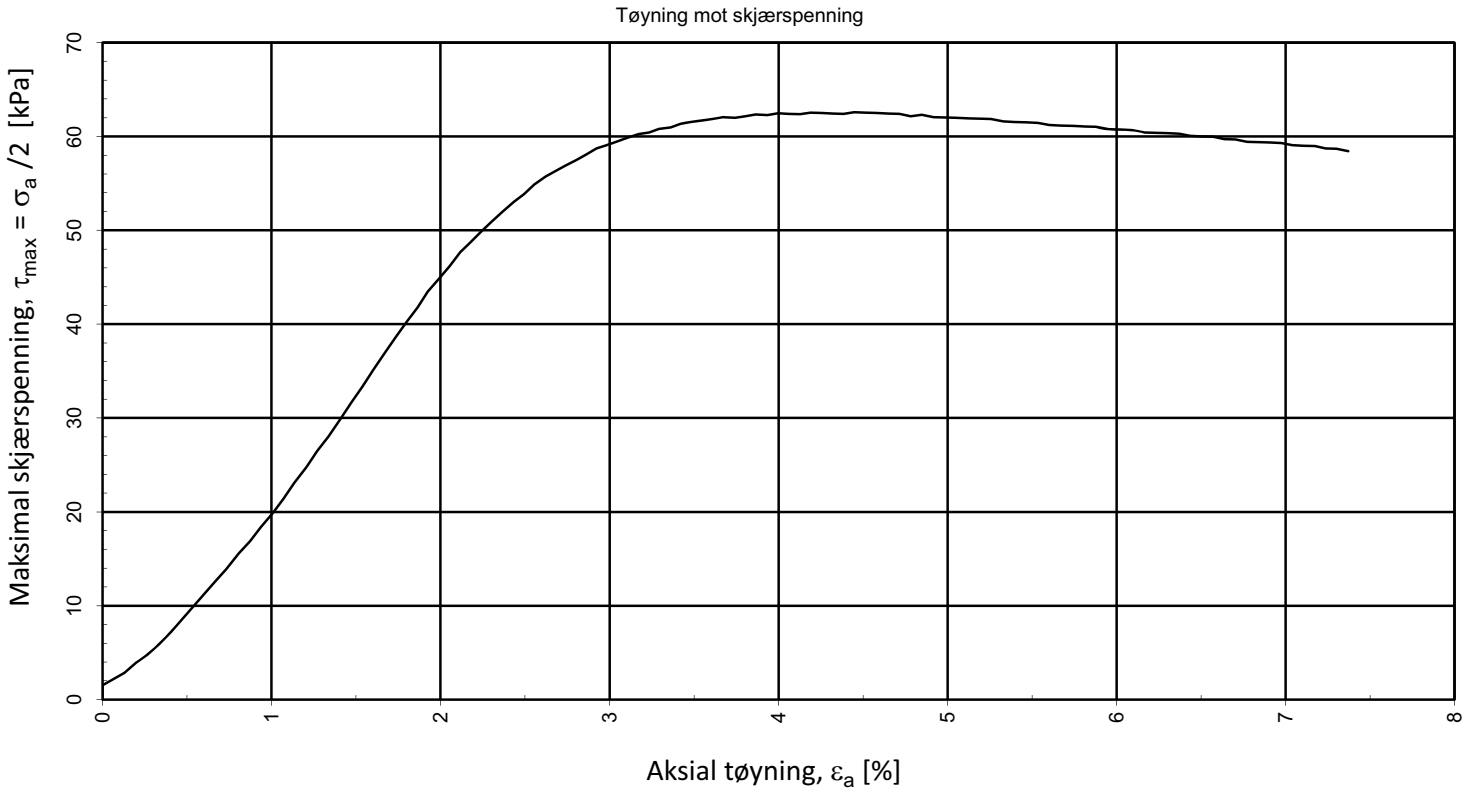




Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	**100,0**	**12,4**	

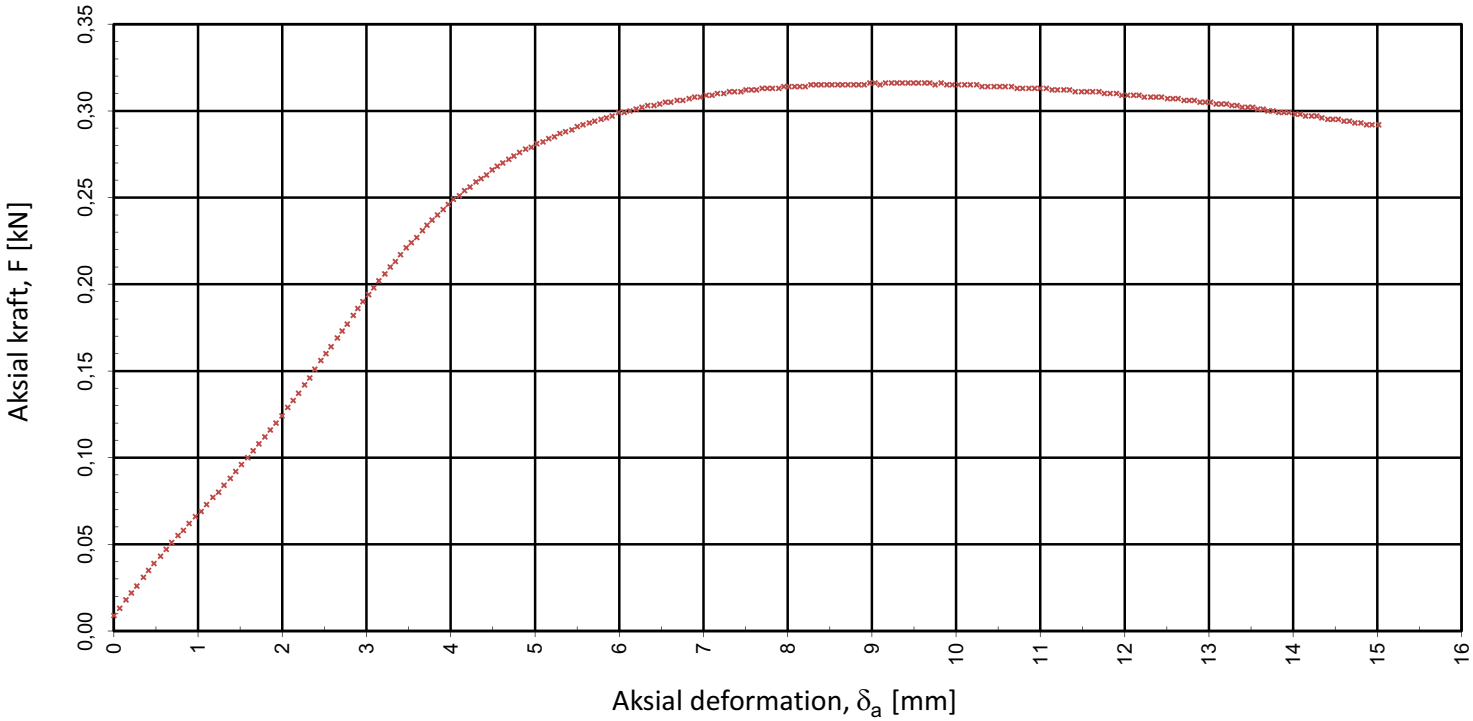
Brødrene Myhre AS	Utarbeidet **CHPS**	Kontrollert **RHS**	Godkjent **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt **3**	Dato **20.04.2023**	Revisjon **00**
Multiconsult	**Enaksforsøk**	Oppdragsnummer **10251347**	Tegningsnummer **RIG-TEG-251.3**

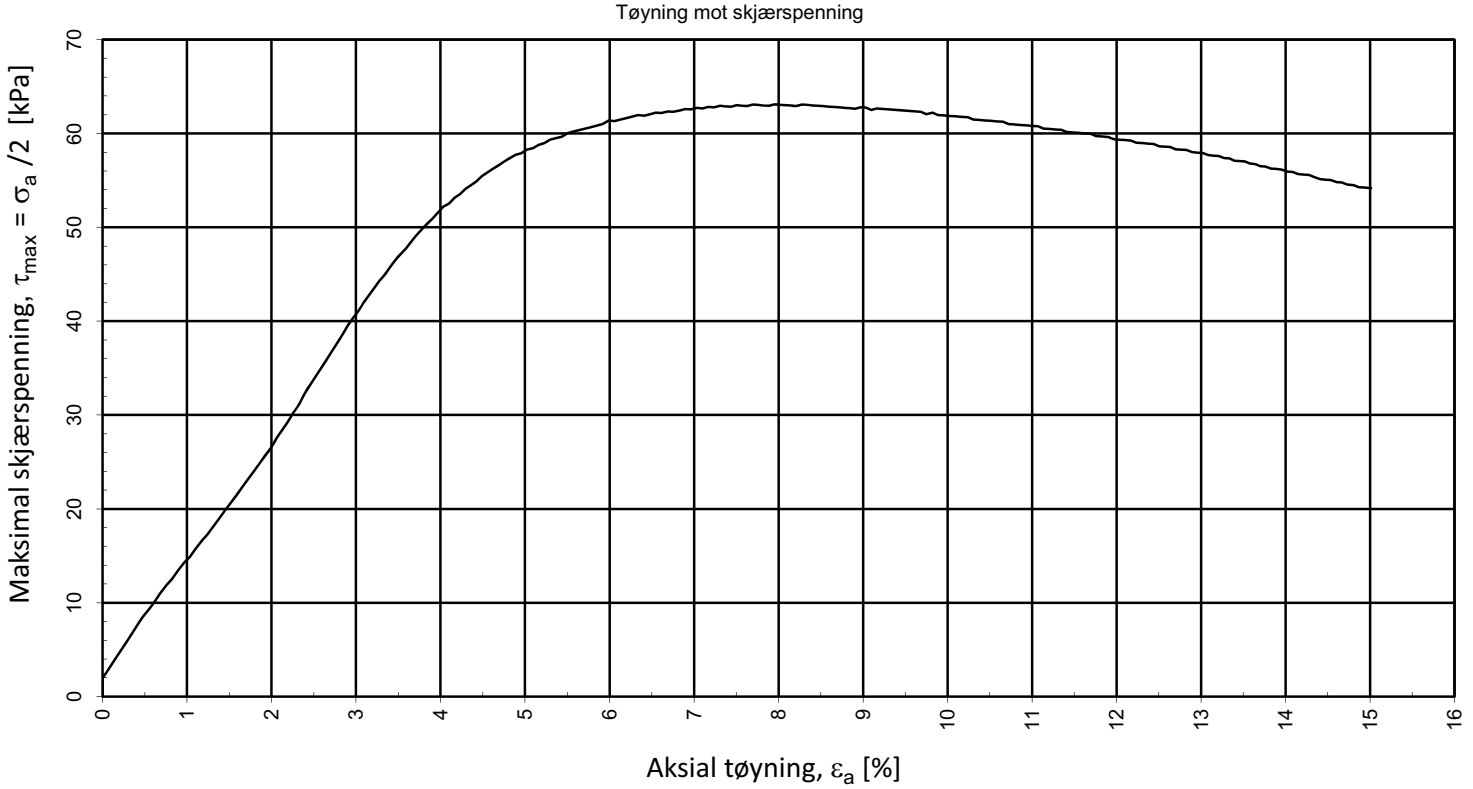




Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	**100,0**	**14,45**	

	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
Brødrene Myhre AS	**CHPS**	**RHS**	**ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **3**	Dato: **20.04.2023**	Revisjon: **00**
Multiconsult	**Enaksforsøk**	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-251.4**

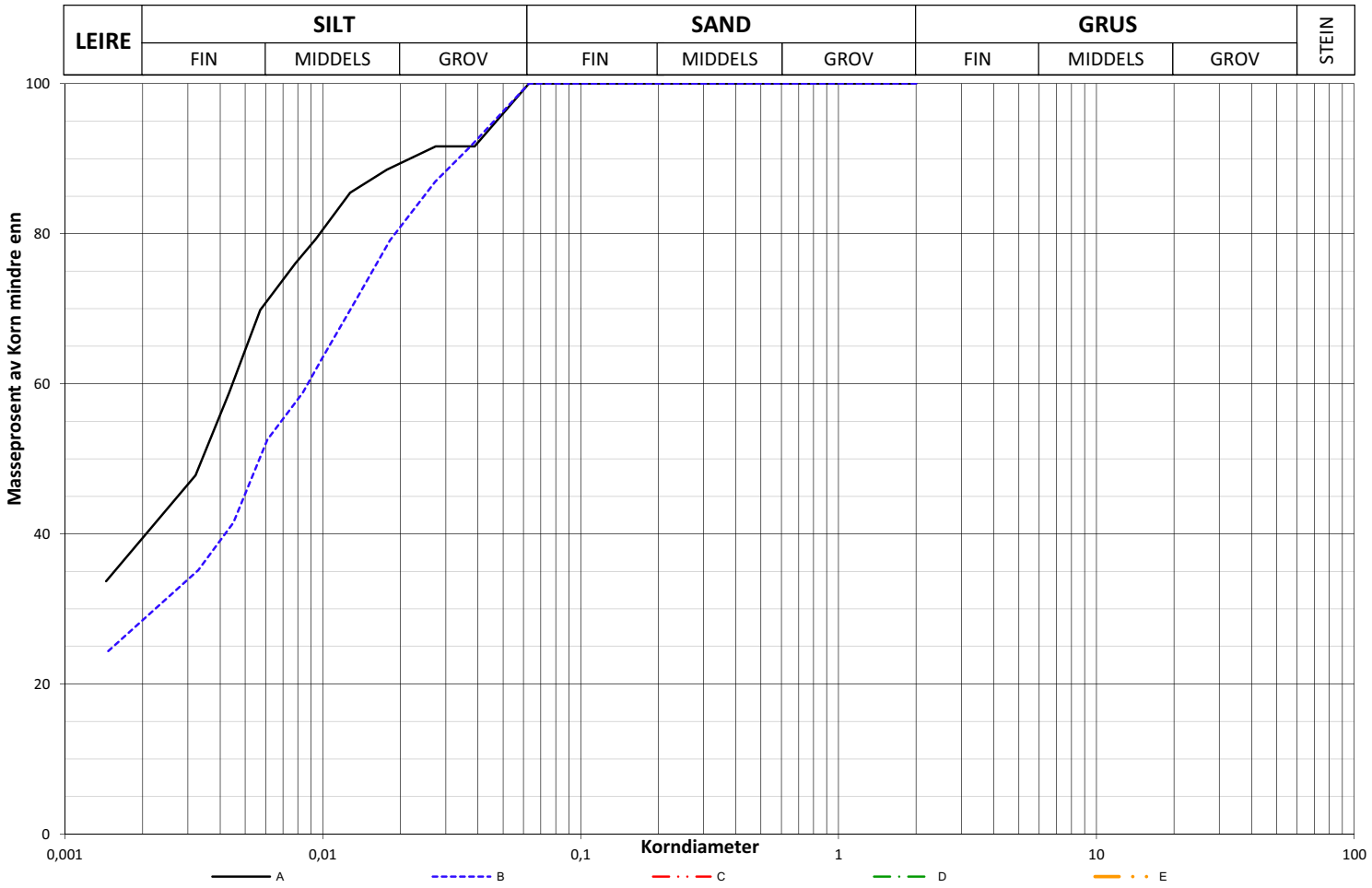




Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)	Forsøk nr
54,0	**100,0**	**18,4**	**1**

Brødrene Myhre AS	Utarbeidet: **EIVSO**	Kontrollert: **CHPS**	Godkjent: **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **3**	Dato: **21.04.2023**	Revisjon: **00**
Multiconsult	**Enaksforsøk**	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-251.5**

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	3	3,0-4,0	LEIRE				X
B	3	12,0-13,0	LEIRE, siltig				X
C							
D							
E							



METODE:

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

*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Gløde-tap %	**Tele gruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	D_{10} mm	D_{30} mm	D_{50} mm	D_{60} mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A			T4	38,1	89,3	100,0	60,3	0,7				0,0034	0,0045
B			T4	27,5	80,6	100,0	71,2	0,7			0,0024	0,0057	0,0088
C													
D													
E													

Brødrene Myhre AS	Utarbeidet: **GEO**	Kontrollert: **SISJ**	Godkjent: **ANNM**
Muninveien utvikling	Borpunkt: **-**	Dato: **26.04.2023**	Revisjon: **0**
Multiconsult	**Korngradering** V.1.17.4 16.02.2023	Oppdragsnummer: **10251347**	Tegningsnummer: **RIG-TEG-300**

Geotekniske bilag 2

Laboratorieforsøk

Multiconsult

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

MINERALSKE JORDARTER

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

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

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

ORGANISKE JORDARTER

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

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

KORNFORDELINGSANALYSER

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

VANNINNHOLD

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

KONSISTENSGRENSER

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

HUMUSINNHOLD

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

DENSITET, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET

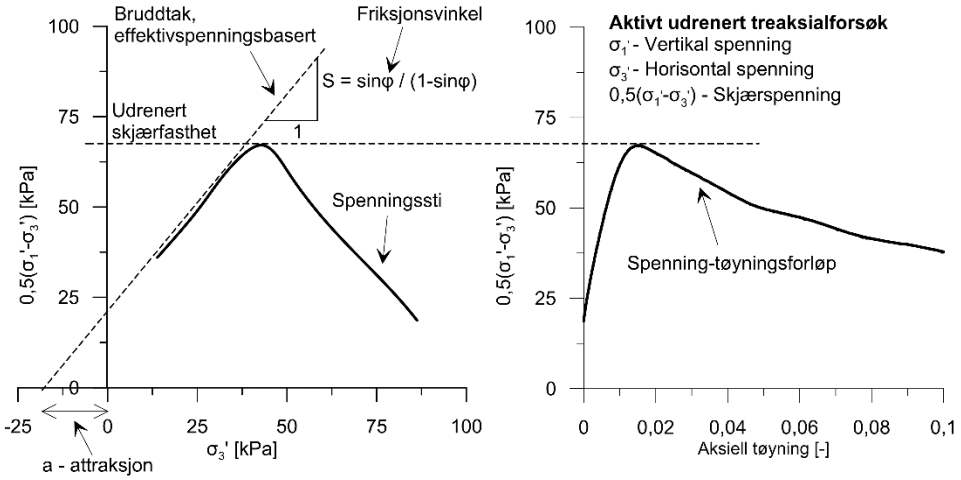
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma=\rho g= \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m^3	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s= \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m^3	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d=\rho_d g= \gamma_s$(1-n/100))
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e=n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n=e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre *a* (attraksjon) og *tan φ* (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc}, omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA}, avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv}, omrørt c_{uvr}).

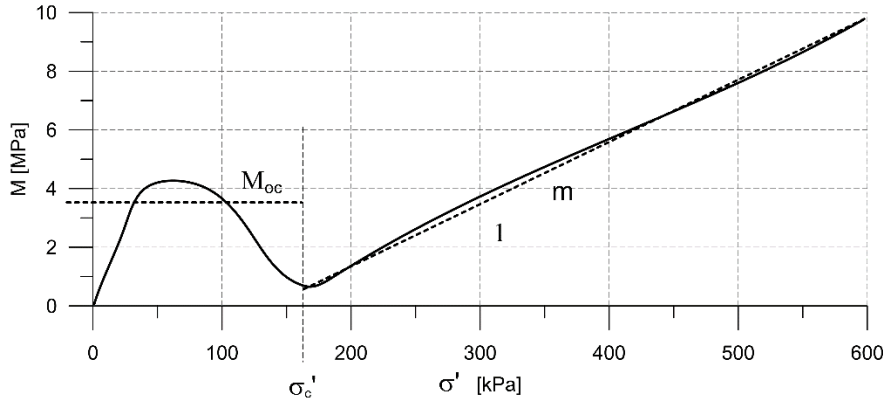


SENSITIVITET

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

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



TELEFARLIGHET

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

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

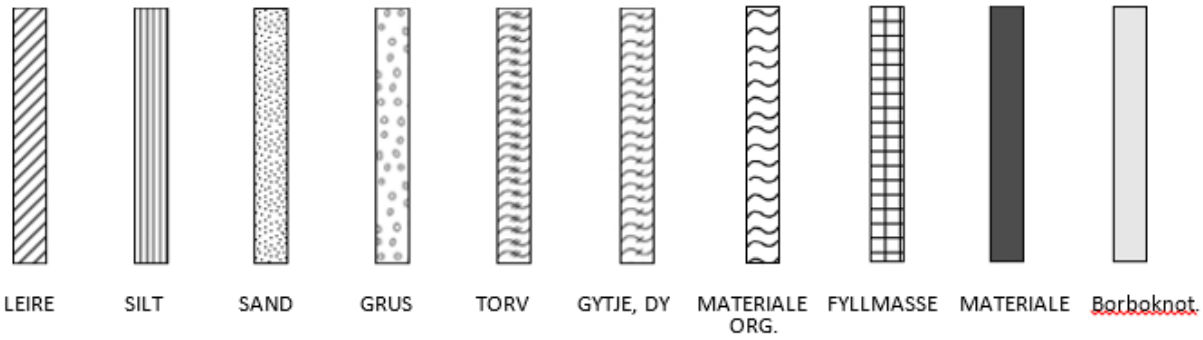
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

PERMEABILITET

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

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



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

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %
SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %
MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelsene kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse
TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester
GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske
MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur
FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)
Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

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

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

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

Vanninnhold w	○	Plastisitetsgrense w_p	⊢
		Flytegrense w_f	⊣

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

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

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

Geotekniske bilag 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Dokument	**Tema**
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2:2018	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser

Statens vegvesen Blankett nr. 497	TEGNINGSFORKLARING for geotekniske kart og profiler	Vedlegg 2

Opptegning i plan / på oversiktskart.

TEGNINGSSYMBOLER

Nummerering i henhold til borpunktliste GeoPlot.

Symbol	Metode	Anmerkning
●	2401 Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.
◎	2402 Prøveserie	Prøvene tatt med borings-redskap (skovlbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)
□	2403 Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.
⊠	2404 Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.
○	2405 Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyleboring, slagboring m.m.
◒	2406 Dreietrykk-sondering	Maskinsondering med automatisk registrering.
▽	2407 CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing
⊗	2408 Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.
▼	2409 Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q_0 registreres.

Symbol	Metode	Anmerkning
■	2410 Setningsmåling	Nivellementspunkt.
⊽	2411 S.P.T.	Standard Penetration Test
✡	2412 Fjellkontroll-boring	Boring ned til og i fjell.
⊖	2413 Poretrykks-måling	Inkludert måling av grunn-vannstand.
◒	2414 In situ permeabilitets-måling	Infiltrasjonsforsøk, prøve-pumping m.m.
+	2415 Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
∩	2416 Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korro-sivitet etc.
⊟	2417 Helnings-måling	Inklinometer.
⊕	2418 Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

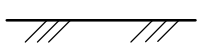
NIVÅER OG DYBDER (i meter)

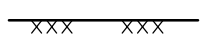
✡ $\frac{12,8}{-5,7}$ 18,5+3,0

Over linjen : kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann (12,8).
Ut for linjen : boret dybde i løsmasser (18,5). Evt. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0).
Under linjen : sikker fjellkote.

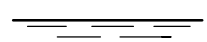
OPPTEGNING I PROFIL

Generelt

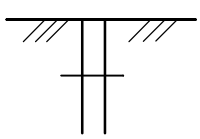

Terreng

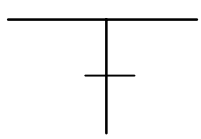


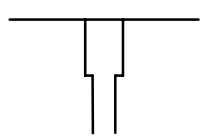
Fjell

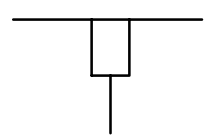

Vannstand

FORBORING (Gjelder alle sonderingstyper)

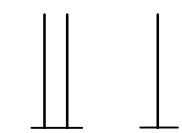


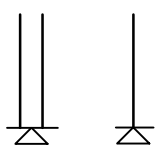

Forboret

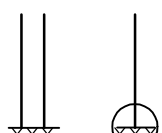



Forboret med tyngre utstyr

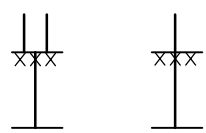
AVSLUTNING AV BORING (Gjelder alle sonderingstyper)

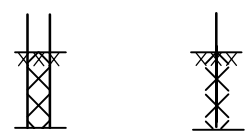

Boring avsluttet


Ant. stein, blokk eller fast grunn.

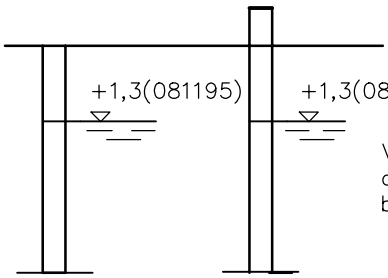


Ant. fjell, berg. Ring=bergindikator


Boret i ant. fjell


Boret i fjell og kjerne opptatt

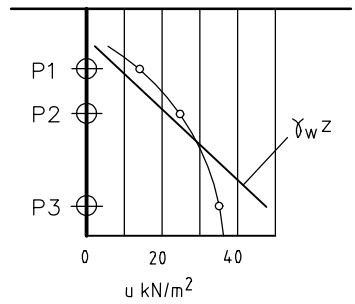
GRUNNVANNSTAND



Vannstand målt i
a) Åpent hull og
b) rør beskyttet mot overflatevann.

Angivelse av kote og måledato.

PORETRYKK

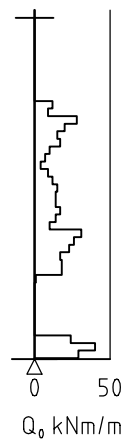


Poretrykk, u, fremstilles i et diagram. En teoretisk linje for hydrostatisk trykkfordeling $\gamma_w z$ kan vises.

VANNSTAND

HFV	Høyeste flomvannstand
HRV	Høyeste regulerte vannstand
LRV	Laveste regulerte vannstand
HHV	Høyeste høyvannstand
LLV	Laveste lavvannstand
HV	Normal høyvannstand
LV	Normal lavvannstand
MV	Normal middelvannstand
V	Vannstand (dato angis)
GV	Grunnvannstand (dato angis)

RAMSONDERING



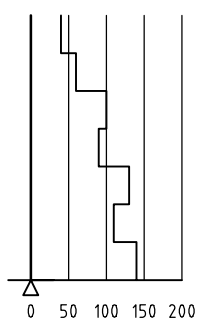
Rammemotstanden Q_0 angis som brutto rammeenergi i kNm pr. m synk av boret.

$$Q = \frac{W \times H}{s}$$

der W = Tyngde av lodd (kN)
H = Fallhøyde (m)
s = Synk i m pr. slag

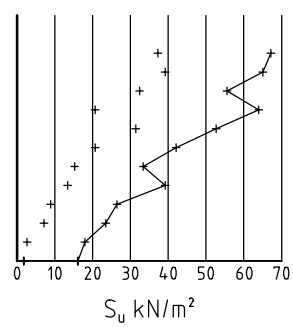
ENKEL SONDERING

Boringer som bare har til hensikt å registrere dybder til fjell eller fast lag, uten registrering av neddrivingsmotstand.



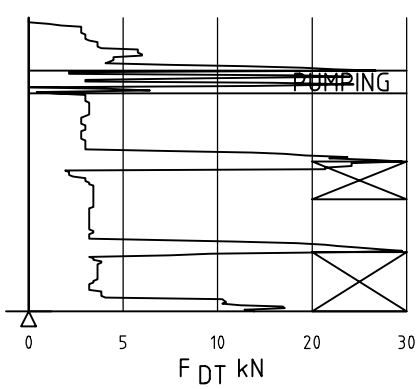
Ved enkel sondering med slagbormaskin og sondering med fjellrigg kan synk vises som sek/m.

VINGEBORING



Borhullet markeres med enkel tykk strek. Skjærstyrken s_u og s'_u angis i kN/m² med tegnet +. Verdier merka (+) ansees ikke representative. Verdien som angis er den kalibrerte omrørte og uomrørte skjærstyrke.

DREIETRYKKSONDERING



Vanlig boring med 25 omdr./min.

Pumping

Økt rotasjon

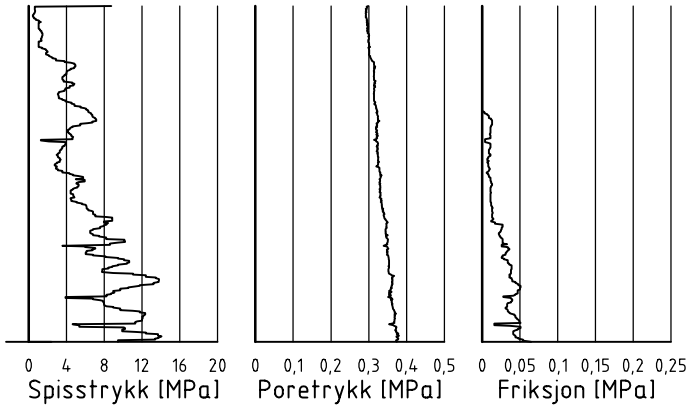
Borhullet markeres med en enkel tykk strek.
Målt nedpressingskraft er vist som funksjon av dybden. Kraften er registrert ved automatisk skriver.

DREIESONDERING

Forboringsdybde markeres og diameter angis i mm. Vertikallasten i kN angis på borhullets v. side. Endring i belastning vises ved tverrstrek. Synk uten dreining markeres med skyggelegging eller raster.

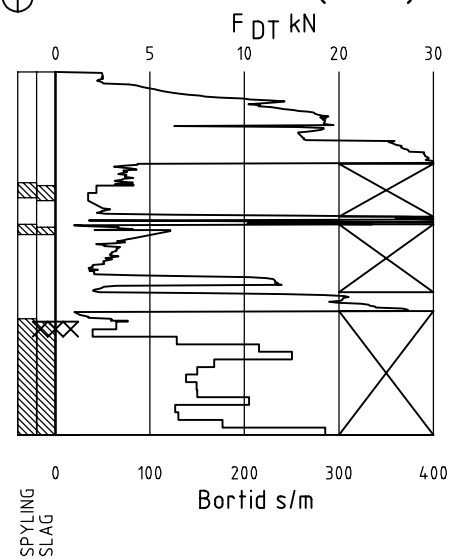
Hel tverrstrek for hver 100 halvomdreining. Halv tverrstrek for hver 25 halvomdreining. Mindre enn 100 halvomdreininger vises ved å skrive ant. halvomdr. på h. side. Neddriving ved slag på boret vises m. kryss, slagant. og redskap kan angis. Endret neddrivingsmåte vises m. hel tverrstr.

▽ CPT / TRYKKSONDERING



Trykksondering med poretrykksmåling og friksjonsmåling. Borhullet markeres med en tykk strek hvor spiss– motstandskurven tegnes inn.
Poretrykkskurven og friksjonskurven tegnes inn i høvelig nærhet til spissmotstandskurven.
Skala velges etter (opptredende) målte spenninger.

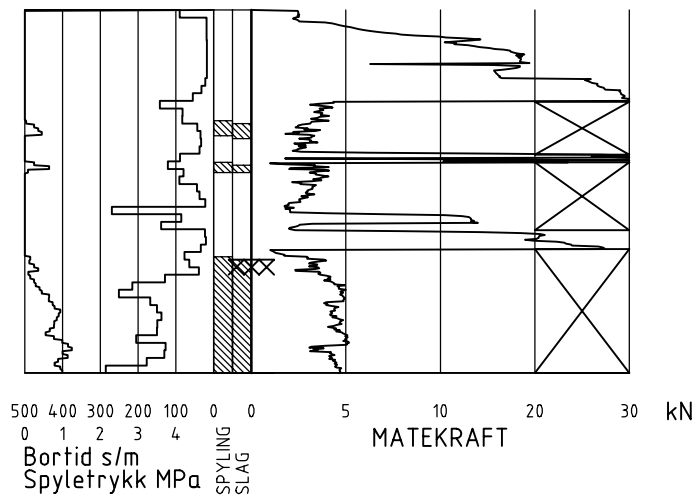
⊕ TOTALSONDERING (alt. 1)



Metoden er en kombinasjon av dreietrykksondering og fjellkontrollboring, med 57 mm borkrone.

Målt nedpressingskraft vises som funksjon av dybden der hvor boringen er utført med prosedyre som for dreietrykksondering. Økt rotasjonshastighet vises med kryss for denne delen av boringen.

⊕ TOTALSONDERING (alt. 2)



Ved boring med slag og spyling markeres dette med skravur. Bortid tegnes i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m (alternativ 1). Alternativt kan nedpressingskraft tegnes også for denne delen av boringen. Bortid tegnes da i blokker for hver 0,2m, evt. 1,0m, på motsatt side av diagrammet (alt. 2).

KODELISTE

Data som registreres kan kompletteres med borlederens egne inntrykk. For å hjelpe borlederen finnes det en kodeliste som anbefales brukt. Kodene kan om ønskelig tegnes til høyre for bordiagrammet. Disse koder benyttes:

GENERELLE KODER

00 Foreg. kode feil, skal være kode...
01 Startnivå for følgende kode
02 Metodebytte ved fortsatt sondering i samme hull (komb. m. ang. ny met.)
03 Ytterligere info. finnes

ANMERKNINGSKODER

10 Stoppnivå for tidligere forsøk (komb. m. stoppkode).
11 Lengre opphold i sond. (mer enn 5min.)
12 Dreining ikke utført fra det markerte nivå.
13 Sonden synker uten loddets vekt (ramsond.).
14 Sonden synker med loddets tyngde.
15 Sonderingsmotstand registreres ikke.
16 Stopp for poretrykksutjevning (CPT).
17 Poretrykksutjevning avsluttet.

FRIE KODER (EKSEMPEL)

60 Borstangen bøyer seg.
61 Trolig grunnvannsnivå.
62 Markert mottrykk under oppbygging.
63 Slutt mottrykk.

BEDØMMELSESKODER

30 Fyllmasse
31 Tørrskorpe
32 Leire
33 Silt
34 Sand
35 Grus
36 Morene
37 Torv
38 Gytje
40 Forekomst av stein
41 Stein, blokk eller berg.
42 Sluttnivå for stein eller blokk.

MASKINTEKNISKE KODER

70 Økt rotasjon begynner
71 Økt rotasjon avsluttet
72 Spyling begynner
73 Spyling slutter
74 Slag starter
75 Slag slutter
76 Slag og spyling starter samt.
77 Slag og spyling slutter samt.
78 Pumping starter
79 Pumping slutter

STOPPKODER

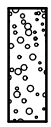
90 Sondering avsl. uten å ha oppnådd stopp.
91 Fast grunn, sond. kan ikke drives videre etter norm. pros.
92 Ant. stein eller blokk
93 Ant. berg
94 Avsl. etter boret ønsket dybde i fjell.
95 Brudd i borstenger eller spiss.
96 Annen material– eller mask.feil
97 Boring avsl. (årsak notert)

◎ PRØVESERIE

Materialsignatur (iht. NGF)

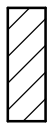
Fjell

Stein og blokk

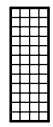

Grus

Sand

Silt


Leire

Skjell


Fyllmasse

Trerester
Sagflis

Matjord

Torv
Planterester

Gytje, dy
(vannavsatt)

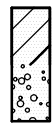
Anmerkning

Leire: T = tørrskorpe
R = resedimenterte masser
K = kvikkleire

Ved blandingsjordarter kombineres signaturene.

Morene vises ved skyggelegging.

Eks.:


Moreneleire

Grusig morene

For konkresjoner kan bokstavsymboler settes inn i materialsignaturen.

Ca = kalkkonkresjoner
Fe = jernkonkresjoner
AH = aurhelle

SYMBOLER FOR LABORATORIEDATA

Laboratoriebestemmelser	Bokstav–symbol	Tegn–symbol	Anmerkninger
Materiale			Jordarter beskrives i samsvar med retningslinjer gitt av NGF. Hovedbetegnelsen skrives med store bokstaver.
Vanninnhold			Angis i masseprosent av tørrstoff.
Naturlig vanninnhold	w	●	
Plastisitetsgrense	w_P	⊢	
Flytegrense	w_L	—⊣	Metode skal angis.
Flytegrense konus	w_F	—▼	
Tyngdetthet / densitet			Tyngdetetthet kN/m^3. Densitet t/m^3.
Tyngdetetthet	γ		γ (kN/m^3)
Densitet	ϱ		
Tørr densitet	ϱ_d		
Korndensitet	ϱ_s		
Porøsitet	n		
Poretall	e		
Skjærstyrke, udrenert			
Konusforsøk, uomrørt	s_{uk}	▼	Symbolet settes i ( ) hvis verdien ikke ansees representativ.
Konusforsøk, omrørt	$s_{u'k}$	▼	
Enkelt trykkforsøk	s_{ut}	⌕	Aksialdeformasjon ved brudd (ε_f) angis i % slik: $^{15}_{10}$—○—5%
Sensitivitet	S_t		Metode bør angis.
Organisk materiale			Angis i masseprosent av tørrstoff før forsøk.
Innhold av organisk karbon	O_c		
Glødetap	O_{gl}		
Humusinnhold	O_{Na}		Bestemt ved NaOH–metoden.
Formuldingsgraden	vP		Klassifisering etter von Post skala H_1 – H_{10}

Forøvrig benyttes bokstavsymboler vedtatt av The International Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

Göteborg:2022-09-27

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 5342

Probe No	5342
Date of Calibration	2022-09-27
Calibrated by	Alexander Dahlin……
Run No	2330
Test Class:	ISO 1

Point Resistance — Tip Area 10cm²

Maximum Load	100	MPa
Range	100	MPa
Scaling Factor	**841**	
Resolution	0,9072	kPa
Area factor (a)	0,873	
Zero	11,222 MPa	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 15,413 kPa
Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction — Sleeve Area 150cm²

Maximum Load	1	MPa
Range	1	MPa
Scaling Factor	**4302**	
Resolution	0,0089	kPa
Area factor (b)	0,003	
Zero	109,83 kPa	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,292 kPa
Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	**3999**	
Resolution	0,0191	kPa
Zero	230,77 kPa	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,029 kPa
Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle

Scaling Factor	**0,94**	
Range	0 - 40	Deg.

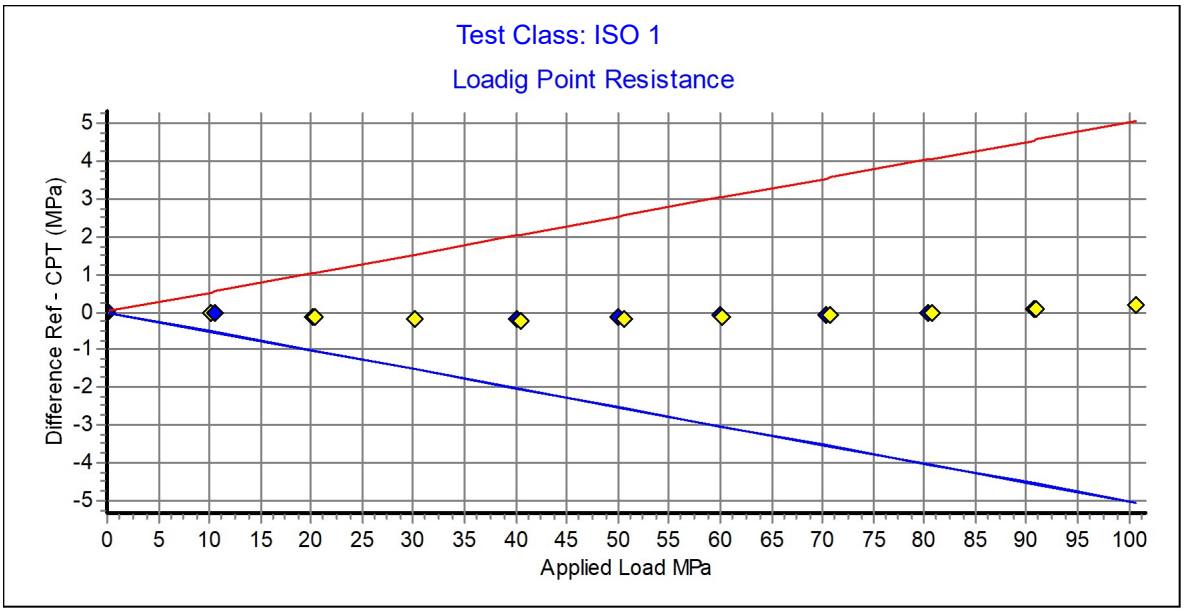
Backup memory

Temperature sensor

Calibration Certificate. **Loading Point Resistance** Göteborg:2022-09-27

Probe No: **5342**
Date of Calibration: **2022-09-27**
Calibration Run No: **2330**
Calibrated by: **Alexander Dahlin**
Scaling Factor: 841
Reference Cell: 58604

Applied Load MPa	PointRes. MPa	Difference MPa	Accuracy %/MV	Friction MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10,119	10,128	-0,009	-0,088	0,000	0,000
20,374	20,488	-0,114	-0,559	0,000	0,000
30,182	30,365	-0,183	-0,606	0,000	0,000
40,372	40,588	-0,216	-0,535	0,000	-0,001
50,633	50,832	-0,199	-0,393	0,001	-0,001
60,194	60,343	-0,149	-0,247	0,001	-0,001
70,848	70,930	-0,082	-0,115	0,002	-0,002
80,794	80,795	-0,001	-0,001	0,003	-0,003
90,835	90,747	0,088	0,096	0,003	-0,003
100,668	100,467	0,201	0,199	0,004	-0,003
90,621	90,536	0,085	0,093	0,002	-0,003
80,285	80,286	-0,001	-0,001	0,001	-0,003
70,430	70,488	-0,058	-0,082	0,001	-0,002
60,087	60,191	-0,104	-0,173	0,000	-0,002
50,114	50,257	-0,143	-0,285	0,000	-0,001
40,089	40,261	-0,172	-0,429	0,000	-0,001
30,072	30,236	-0,164	-0,545	0,000	0,000
20,212	20,327	-0,115	-0,569	0,000	0,000
10,611	10,632	-0,021	-0,197	0,000	0,000
0,012	-0,018	0,030	0,000	0,000	0,000



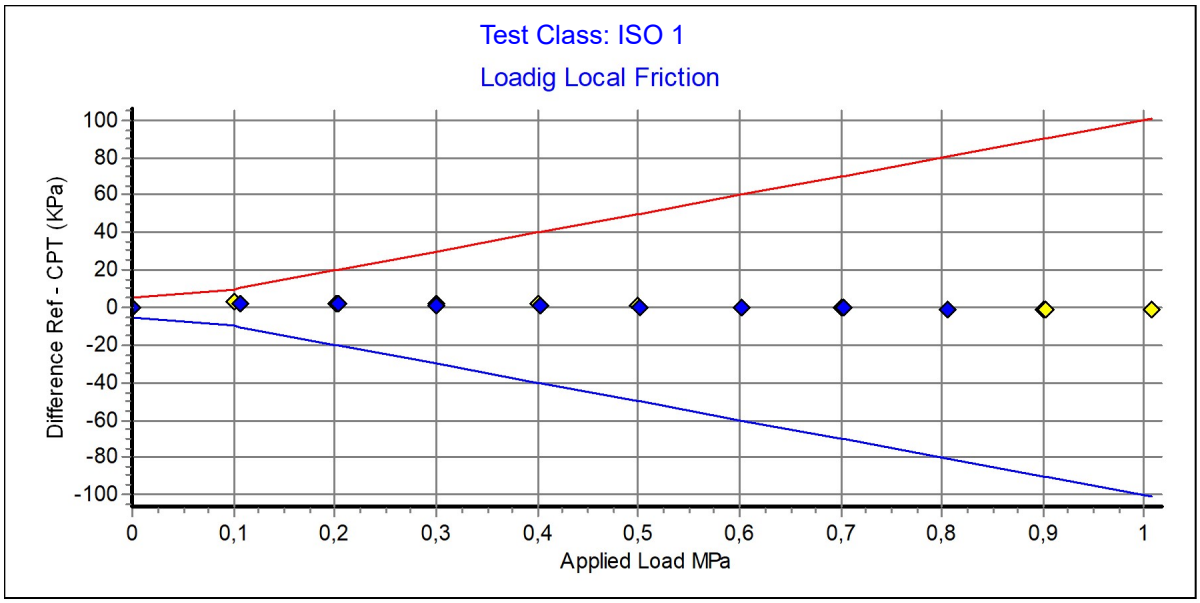
GEOTECH Specialists in Geotechnical Field Equipment

Ingenjörsfirman Geotech AB +46 (0)31-28 99 20 www.geotech.se
Datavägen 53 +46 (0)31-68 16 39 VAT No.
SE-436 32 ASKIM, Sweden SE556098559901

Calibration Certificate. **Loading Local Friction** Göteborg:2022-09-27

Probe No:	**5342**
Date of Calibration:	**2022-09-27**
Calibration Run No:	**2330**
Calibrated by:	**Alexander Dahlin**
Scaling Factor:	**4302**
Reference Cell:	50598

Ref MPa	Friction MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,100	0,097	2,696	0,000	0,008	0,000
0,202	0,200	2,471	1,233	0,008	0,000
0,300	0,298	2,217	0,742	0,009	0,000
0,401	0,399	1,712	0,428	0,011	0,000
0,499	0,498	1,177	0,236	0,012	0,000
0,603	0,603	0,460	0,076	0,012	0,000
0,700	0,700	-0,107	-0,015	0,014	0,000
0,805	0,806	-0,641	-0,079	0,014	0,000
0,902	0,903	-1,082	-0,119	0,015	0,000
1,007	1,008	-1,494	-0,148	0,014	0,000
0,900	0,901	-1,098	-0,121	0,013	0,000
0,805	0,806	-0,869	-0,107	0,012	0,000
0,702	0,702	-0,498	-0,070	0,010	0,000
0,603	0,603	-0,095	-0,015	0,011	0,000
0,502	0,502	0,366	0,072	0,010	0,000
0,402	0,401	0,975	0,243	0,010	0,000
0,300	0,298	1,503	0,503	0,010	0,000
0,203	0,201	1,868	0,927	0,009	0,000
0,107	0,104	2,228	0,000	0,009	0,000
0,000	0,000	0,137	0,000	0,008	0,000



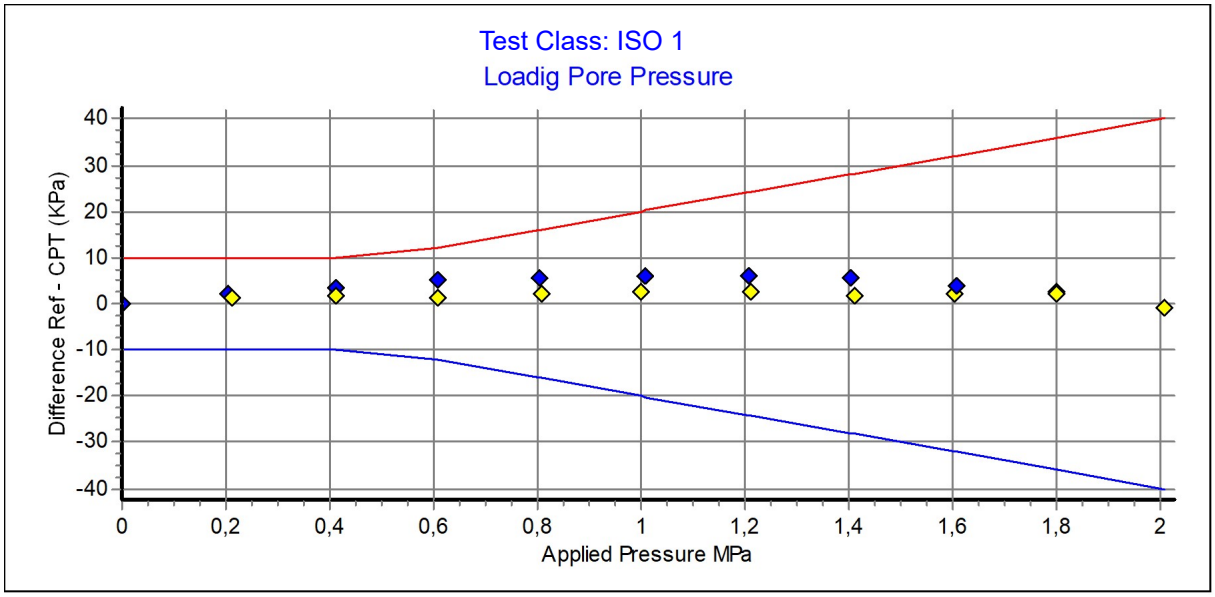
GEOTECH Specialists in Geotechnical Field Equipment

Ingenjörsfirman Geotech AB +46 (0)31-28 99 20 www.geotech.se
Datavägen 53 +46 (0)31-68 16 39 VAT No.

Calibration Certificate. **Loading Pore Pressure** Göteborg:2022-09-27

Probe No:	**5342**
Date of Calibration:	**2022-09-27**
Calibration Run No:	**2330**
Calibrated by:	**Alexander Dahlin**
Scaling Factor:	**3999**
Reference Cell:	153810109

Appl. Press MPa	PorePress MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	Friction MPa	Area Factor A = PR/PP	Area Factor B = LF/PP
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,212	0,211	1,238	0,586	0,175	0,001	0,829	0,004
0,413	0,411	1,703	0,414	0,351	0,002	0,854	0,004
0,609	0,607	1,471	0,242	0,525	0,002	0,864	0,003
0,809	0,807	2,168	0,268	0,701	0,003	0,868	0,003
0,999	0,997	2,709	0,271	0,867	0,004	0,869	0,004
1,212	1,210	2,552	0,210	1,057	0,004	0,873	0,003
1,411	1,409	1,708	0,121	1,234	0,004	0,875	0,002
1,606	1,604	2,105	0,131	1,404	0,005	0,875	0,003
1,803	1,801	2,138	0,118	1,577	0,005	0,875	0,002
2,009	2,010	-0,743	-0,037	1,763	0,005	0,877	0,002
1,802	1,799	2,587	0,143	1,578	0,005	0,877	0,002
1,608	1,604	3,936	0,245	1,407	0,004	0,877	0,002
1,406	1,400	5,474	0,390	1,232	0,004	0,880	0,002
1,210	1,204	5,854	0,486	1,066	0,003	0,885	0,002
1,007	1,002	5,843	0,583	0,883	0,003	0,881	0,003
0,805	0,799	5,740	0,717	0,703	0,002	0,879	0,002
0,610	0,604	5,171	0,855	0,533	0,002	0,882	0,003
0,410	0,407	3,628	0,891	0,357	0,001	0,877	0,002
0,203	0,201	2,070	1,029	0,177	0,000	0,880	0,000
0,000	0,000	0,110	0,000	0,001	0,000	0,000	



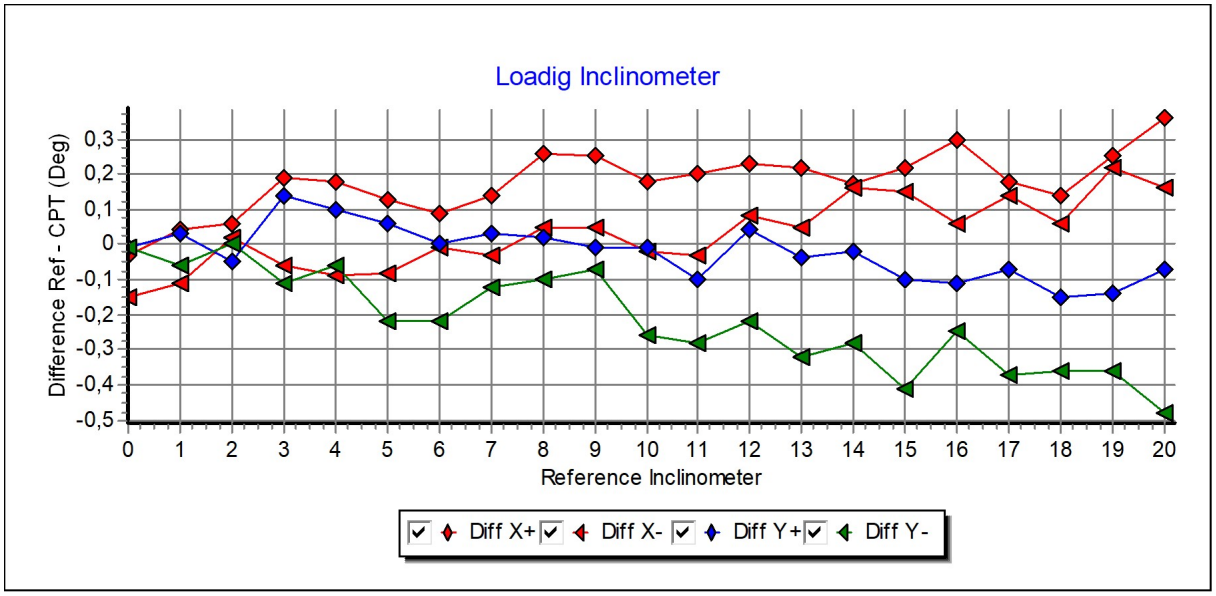
GEOTECH Specialists in Geotechnical Field Equipment

Ingenjörsfirman Geotech AB +46 (0)31-28 99 20 www.geotech.se
Datavägen 53 +46 (0)31-68 16 39 VAT No.

Calibration Certificate. **Loading Inclinometer** Göteborg:2022-09-27

Probe No: **5342**
Date of Calibration: **2022-09-27**
Calibration Run No: **2330**
Calibrated by: **Alexander Dahlin**
Scaling Factor: 0,94

Appl. Incin. Deg	X+ Deg	X- Deg	Y+ Deg	Y- Deg	Diff X+ Deg	Diff X- Deg	Diff Y+ Deg	Diff Y- Deg
0,00	0,03	0,15	0,01	0,01	-0,03	-0,15	-0,01	-0,01
1,00	0,96	1,11	0,97	1,06	0,04	-0,11	0,03	-0,06
2,00	1,94	1,98	2,05	2,00	0,06	0,02	-0,05	0,00
3,00	2,81	3,06	2,86	3,11	0,19	-0,06	0,14	-0,11
4,00	3,82	4,09	3,90	4,06	0,18	-0,09	0,10	-0,06
5,00	4,87	5,08	4,94	5,22	0,13	-0,08	0,06	-0,22
6,00	5,91	6,01	6,00	6,22	0,09	-0,01	0,00	-0,22
7,00	6,86	7,03	6,97	7,12	0,14	-0,03	0,03	-0,12
8,00	7,74	7,95	7,98	8,10	0,26	0,05	0,02	-0,10
9,00	8,75	8,95	9,01	9,07	0,25	0,05	-0,01	-0,07
10,00	9,82	10,02	10,01	10,26	0,18	-0,02	-0,01	-0,26
11,00	10,80	11,03	11,10	11,28	0,20	-0,03	-0,10	-0,28
12,00	11,77	11,92	11,96	12,22	0,23	0,08	0,04	-0,22
13,00	12,78	12,95	13,04	13,32	0,22	0,05	-0,04	-0,32
14,00	13,83	13,84	14,02	14,28	0,17	0,16	-0,02	-0,28
15,00	14,78	14,85	15,10	15,41	0,22	0,15	-0,10	-0,41
16,00	15,70	15,94	16,11	16,25	0,30	0,06	-0,11	-0,25
17,00	16,82	16,86	17,07	17,37	0,18	0,14	-0,07	-0,37
18,00	17,86	17,94	18,15	18,36	0,14	0,06	-0,15	-0,36
19,00	18,75	18,78	19,14	19,36	0,25	0,22	-0,14	-0,36
20,00	19,64	19,84	20,07	20,48	0,36	0,16	-0,07	-0,48



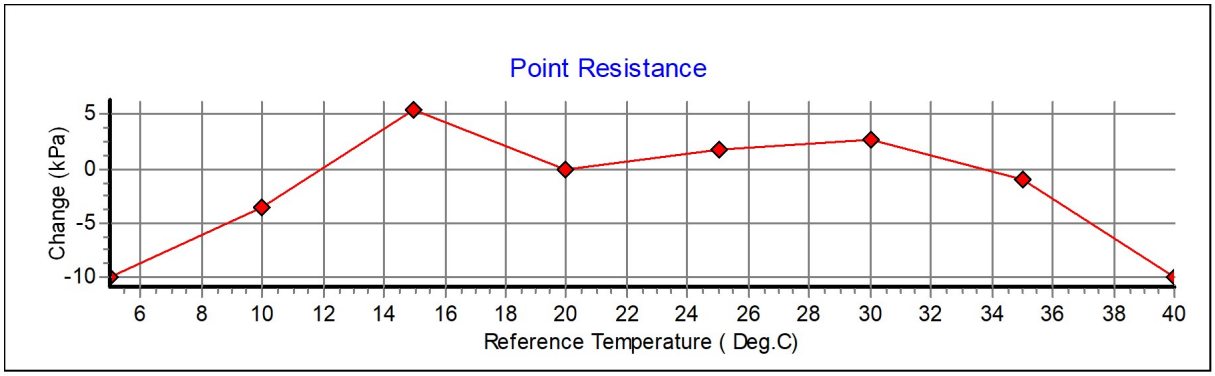
GEOTECH Specialists in Geotechnical Field Equipment

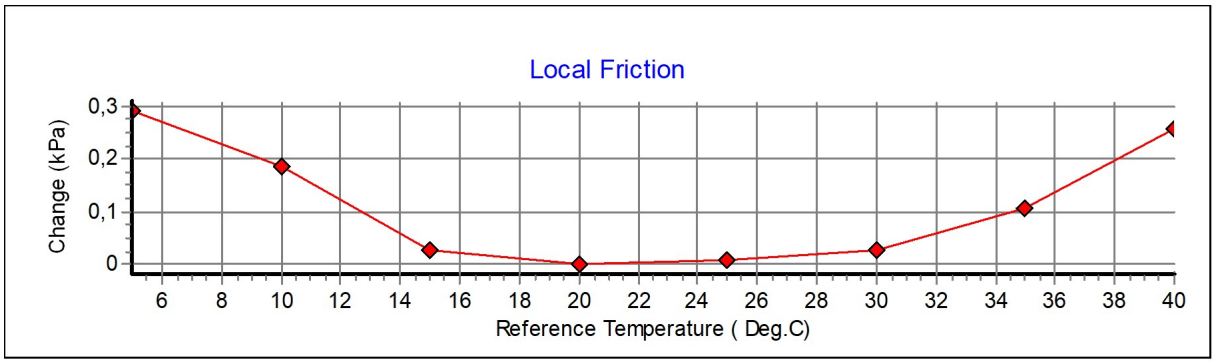
Ingenjörsfirman Geotech AB +46 (0)31-28 99 20 www.geotech.se
Datavägen 53 +46 (0)31-68 16 39 VAT No.

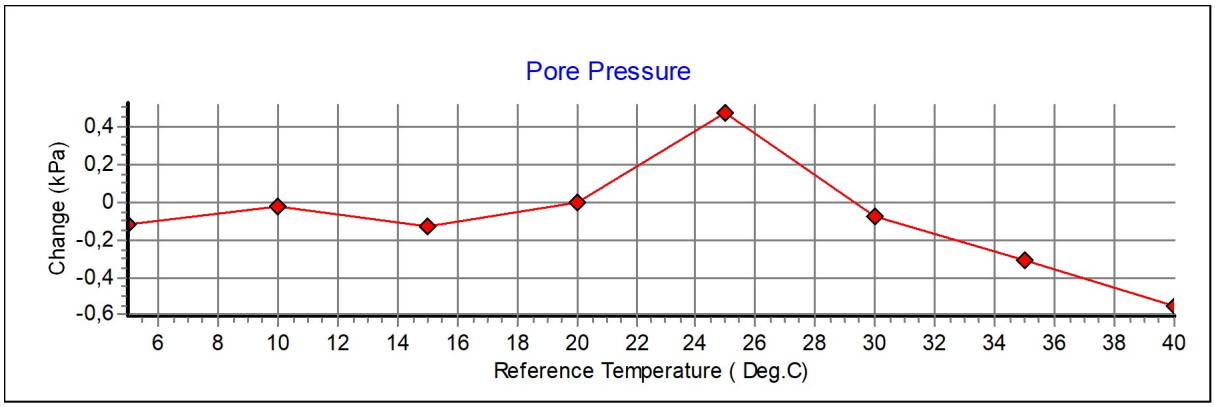
Calibration of temperature effect when not loaded.

Göteborg:2022-09-27

Probe No:	**5342**
Date of Calibration:	**2022-09-27**
Calibration Run No:	**2330**
Calibrated by:	**Alexander Dahlin**







GEOTECH Specialists in Geotechnical Field Equipment

Ingenjörsfirman Geotech AB +46 (0)31-28 99 20 www.geotech.se
Datavägen 53 +46 (0)31-68 16 39 VAT No.

Calibration procedure.

Göteborg: 2022-09-27

Upon delivery, the equipment complies with ISO 22476-1:2012, including Technical Corrigendum 1 (ISO 22476-1:2012/Cor 1:2013)

Point resistance.

The point resistance is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down.
Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Local friction.

A special adapter unit substitutes the cone and transfers the axial forces to the lower end of the friction sleeve. The friction is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down then the sleeve is turned 90 degrees and the calibration repeated.
Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

Pore pressure & Area ratio a and b.

The completed probe is installed in a special chamber and the pore pressure sensor are calibrated from 0 to maximum range in 10 step up and down.
Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.
At half range the pressure of the point and friction is registered and used for calculation of the area factor.

Tilt inclination.

The tilt sensor is calibrated +/- 20deg. from vertical line in steps of 1 deg.
This will be done in 2 orthogonal directions.

Temperature.

The temperature sensor is calibrated in steps of 5**°C** from 5 to 40 **°C**.

Temperature compensation.

The Point, Friction and the Pore pressure sensors in the probe is temperature compensated and tested in the range 5 to 40 **°C.**

The reference sensors are connected to the Geotech black box together with the CPT probe. The measuring data from the reference sensors are simultaneously send to the computer and stored in the Geotech calibration software. The completed systems are recalibrated at RISE Research Institutes of Sweden once a year.

Environment.
Air pressure: 996,2 hPa.
Temperature: 22,5 °C.

Ingenjörsfirman Geotech AB +46 (0)31-28 99 20 www.geotech.se
Datavägen 53 +46 (0)31-68 16 39 VAT No.
SE-436 32 ASKIM, Sweden SE556098559901