

NOTAT

OPPDRAAG	Skisseprosjekt Gangbru Stokkbekken	DOKUMENTKODE	10226869-RIG-NOT-001
EMNE	Geoteknisk vurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Trondheim Kommunalteknikk	OPPDRAAGSLEDER	Lars Andreas Solås
KONTAKTPERSON	Ole Iver Folstad	SAKSBEHANDLER	Lars Andreas Solås
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) av Trondheim Kommunalteknikk i forbindelse med innledende skisseprosjekt for ca. 70 meter lang ny gangbru over Stokkbekken. Det er i den sammenheng utført grunnundersøkelser, og det vises til datarapport 10226869-RIG-RAP-001 for nærmere beskrivelse av utførelse og resultater. Generelt viser grunnundersøkelsene original grunn av fast, og meget fast leire. Deler av området består av fyllmasser, med varierende innhold av organiske masser og søppel.

Det foreligger ingen informasjon om brutype, laster, antall akser eller vegmodell. Disse data må ligge til grunn i videre planarbeid og konseptvalg, samt prosjektering av bruløsning. Som utgangspunkt er det antatt en tradisjonell gangbru med begrensede laster. Foreløpig forslag til klassifisering er tiltaksklasse 2, geoteknisk kategori 2 og CC/RC2.

Vi anbefaler å ta utgangspunkt i direktefundamentering av brua. For direktefundamentering er det forutsatt at forkant landkar legges bakom en 1:2,5 linje, trukket fra skråningsfot.

Detaljprosjektering må avklare beskaffenhet av fyllmasser samt fastslå mengden organiske masser og søppel. Dette for å avklare potensiale for skadelige setninger under landkar. Masseutskiftning ned til fast leire er ett sannsynlig alternativ. Grunnundersøkelser i senere planfase vil være med å gi tilstrekkelig grunnlag til prosjekteringen.

I så tilfelle må detaljer for byggegrop og graveutslag avklares med hensyn til nærliggende boliger.

Avhengig av behov for oppstøttingsløsning og kostnad rundt byggegrop, kan det vurderes å pele gjennom fyllmassene og tilstrekkelig ned i den faste leira for ønsket kapasitet. Det vil være flere pelealternativ som kan benyttes, avhengig av lastbildet. I utgangspunktet kan det være prisgunstig å benytte betongpeler.

Det er vurdert mulighet for etablering av søylefundament nede i bekkedalen.

For direktefundamentering må både landkar og evt. søylefundament ha tilstrekkelig størrelse og nedgravningsdybde for opptak av og fordeling av krefter. Når laster er kjent kan det medføre at peler må velges som alternativ til direktefundamentering. Dette gjelder både landkar og søylefundament. Valg av fundamenteringsmetode har ingen nevneverdig påvirkning for plasseringen av brua.

00	25.08.2021	Skisseprosjekt	Lars Andreas Solås	Joar S Gloppestad	Joar S Gloppestad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

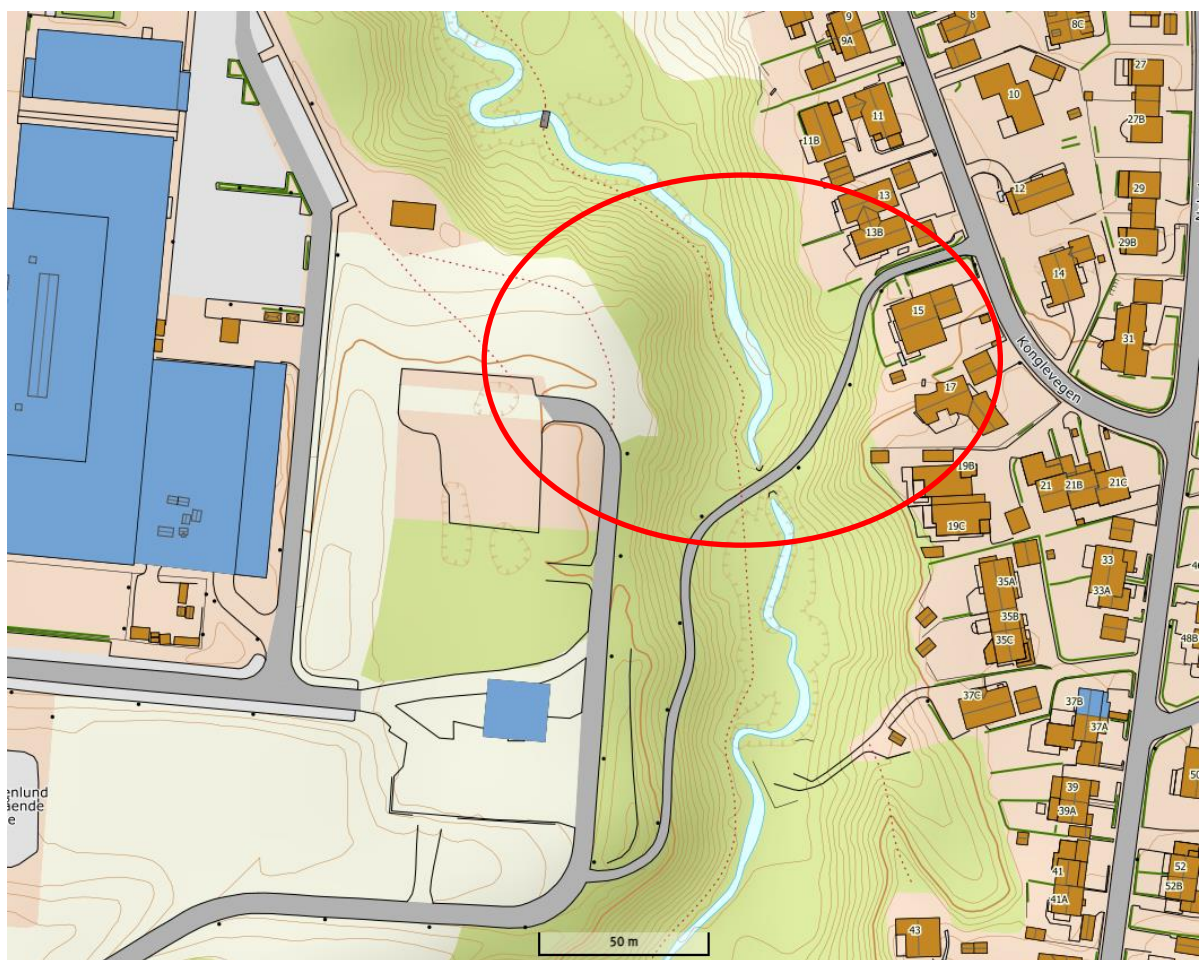
1	Innledning	3
2	Myndighetskrav	4
2.1	Overordnede myndighetskrav	4
3	Grunnlag	5
3.1	Grunnundersøkelser	5
3.2	Øvrig grunnlag	5
4	Topografi og grunnforhold	6
4.1	Områdebeskrivelse	6
4.2	Grunnforhold	7
4.3	Grunnvanns- og poretrykksforhold	7
4.4	Berg.....	7
5	Planlagt gangbru	8
6	Geoteknisk vurdering.....	8
6.1	Valg av fundamenteringsmetode	8
6.1.1	Generelt	8
6.1.2	Fundamenteringsløsning landkar	9
6.1.3	Fundamenteringsløsning søyle brukar	9
6.2	Områdestabilitet – sikkerhet mot skred.....	9
6.3	Lokalstabilitet	9
6.4	Erosjonssikring.....	10
6.5	Graving og fylling	10
7	Naboforhold.....	10
8	Videre arbeider	10
9	Referanser.....	11

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) av Trondheim Kommunalteknikk i forbindelse med skisseprosjekt ny gangbru over Stokkbekken. Det er i den sammenheng utført grunnundersøkelser, og det vises til datarapport 10226869-RIG-RAP-001 for beskrivelse av utførelse og resultater.

Ny gangbru er planlagt å krysse Stokkbekken og effektivt koble sammen området. Skisseprosjektet skal se på muligheten for å etablere brua i planlagt trase, samt anbefale fundamenteringsløsninger. Figur 1-1 viser kartutsnitt over område for planlagt ny bru.

Foreliggende notat omhandler vurdering på skissnivå. I notatet vurderes gjennomførbarhet av anbefalt løsning. Det foreligger ingen informasjon om brutype, laster, antall akser eller vegmodell. Disse data må ligge til grunn i videre planarbeid og konseptvalg, samt prosjektering av bruløsning. Som utgangspunkt er det antatt en tradisjonell gangbru med begrensede laster.



Figur 1-1: Kartutsnitt med område for ny bru markert i rødt [norgeskart.no]

2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygd opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015. Oppdraget bygger på Eurokode 0, ref. /2/ og Eurokode 7, ref. /3/, samt tilhørende tilgjengelige metodestandarder.

I tillegg og i den grad det er relevant, benyttes supplement og støtte til standardverket:

- Statens Vegvesens håndbok V220.

2.1 Overordnede myndighetskrav

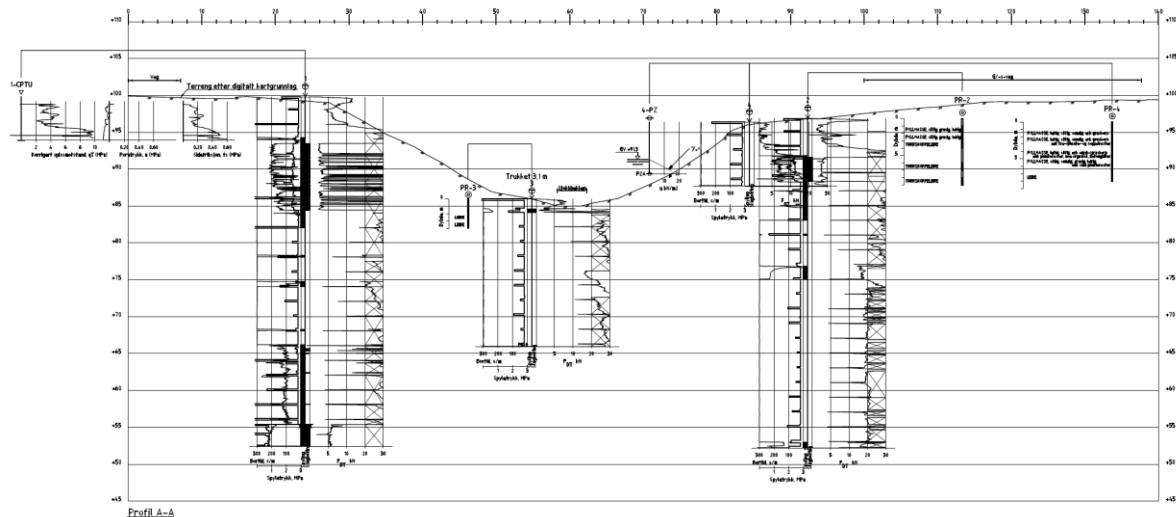
Forutsatt at det bygges en tradisjonell gangsykkel bru med begrensede laster anbefales følgende klassifisering for videre planfaser og detaljprosjektering:

- Tiltaksklasse for geoteknisk del av fundamentering (PBL): 2
- Sikkerhetsklasse for skred mot konstruksjoner (TEK17): S3
- Geoteknisk kategori (Eurokode): 2
- Pålitelighetsklasse (Eurokode): 2
- Kontroll prosjektering og utførelse, PKK/UKK (Eurokode): 2
- Seismisk grunntype (Eurokode): C

Geoteknisk vurdering

3 Grunnlag**3.1 Grunnundersøkelser**

Multiconsult utførte grunnundersøkelser for tiltaket i juni 2021. Grunnundersøkelsene omfattet fire totalsonderinger, hvorav en stk. inn i antatt berg samt en CPTU og tre prøveserier. Det er sondert på begge sider av bekkedalen, samt i bunn av dalen. Resultatene er oppsummert i Multiconsult rapport 10226869-RIG-RAP-001, ref. /1/.



Figur 3-1: Utsnitt av profil for bekkedal med sonderinger. Tegning fra datarapport 10226869-RIG-RAP-001.

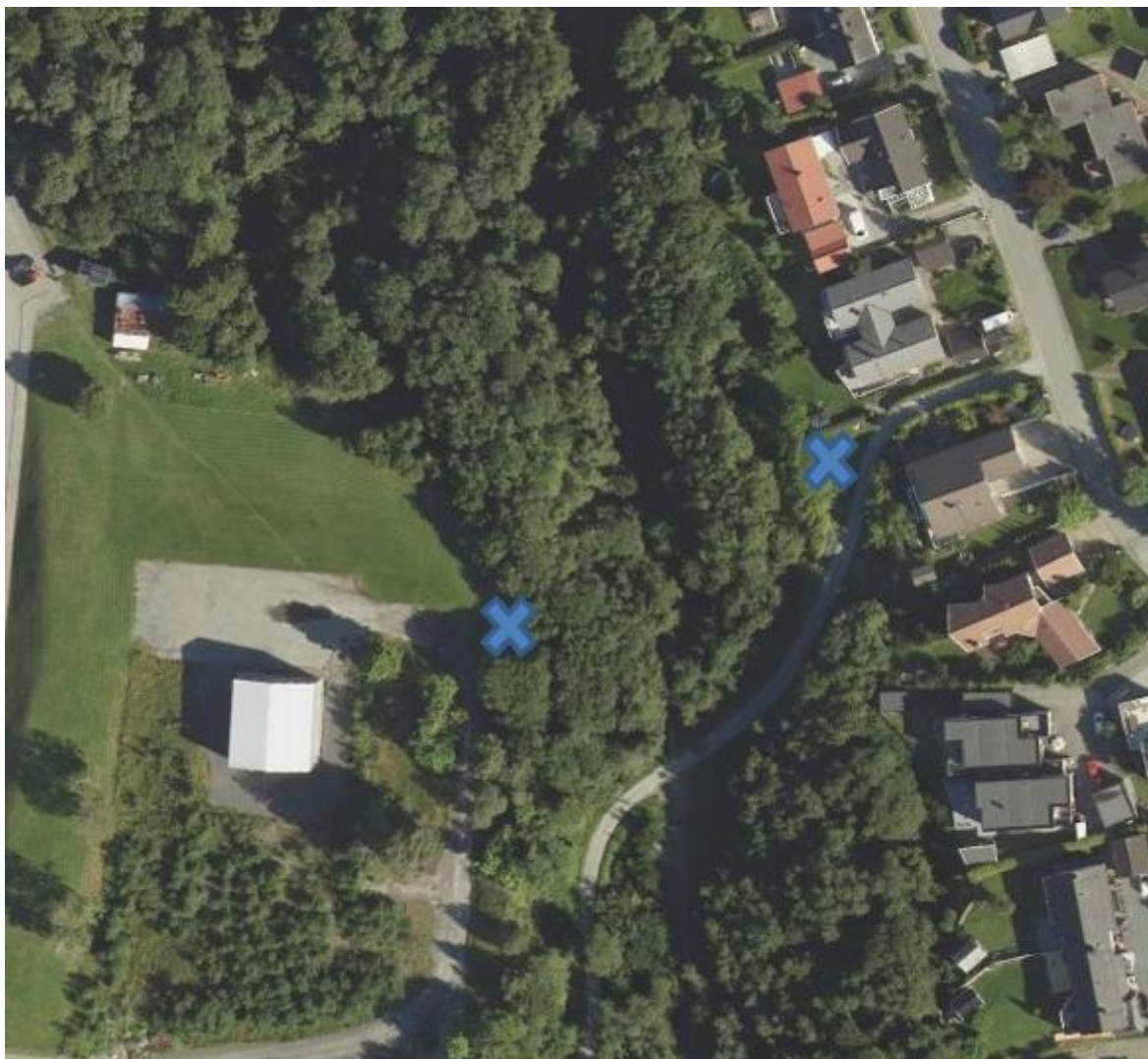
3.2 Øvrig grunnlag

Øvrig grunnlag som er brukt i den geotekniske vurderingen er vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Grunnlagsdokumenter.

Nr.	Tegning/dokument	Utført av	Tittel/kommentar	Datert
1	Notat 20/72925-3	Trondheim kommune	Notat Stokkbekken gangbru. Grunnforhold og forslag til videre arbeider.	04.12.2020
2	Tegningsnr. TD001	Asplan Viak	Ny gangbro over Stokkbekken, skisse	29.10.2020

4 Topografi og grunnforhold



Figur 4-1: Oversiktsbilde av området. Ca. plassering av påkobling ved platå i øst og vest er vist med blå kryss (Norgebilder)

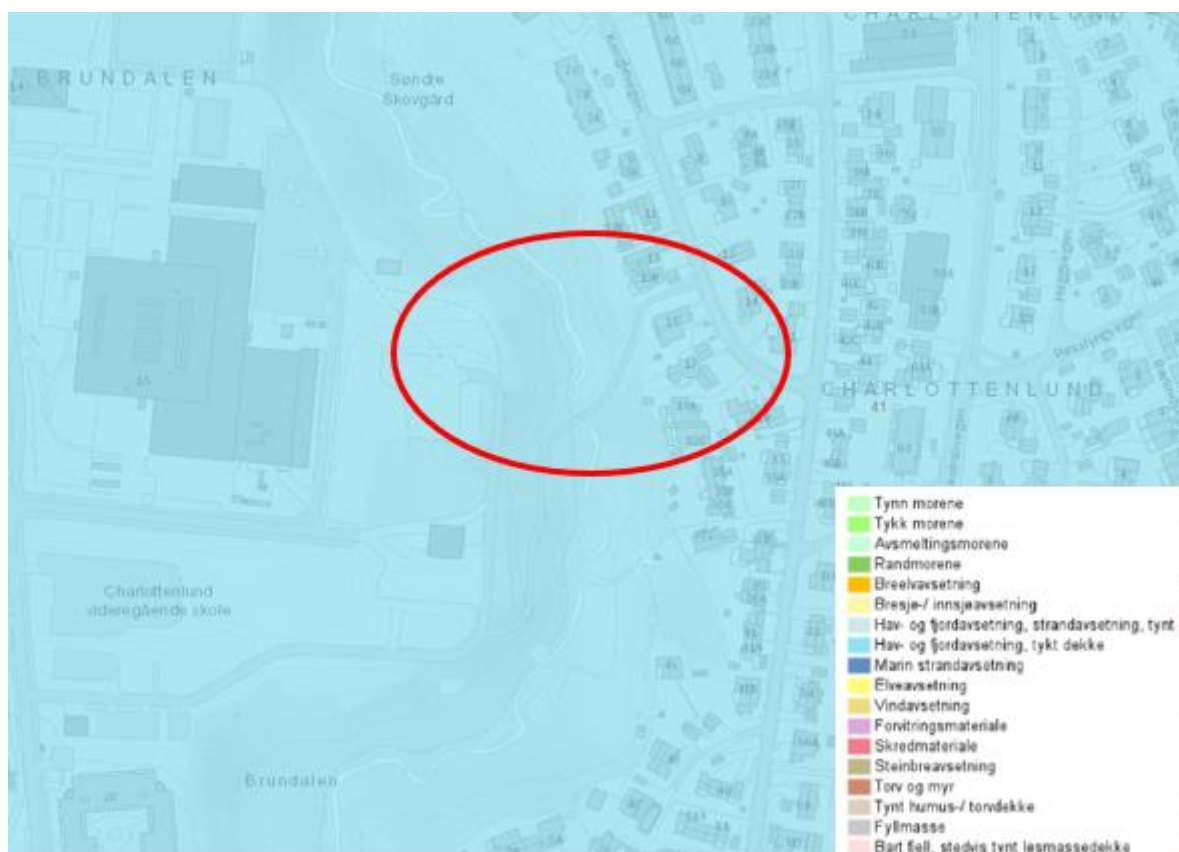
4.1 Områdebeskrivelse

Planområdet ligger i Trondheim kommune, ved Charlottenlund. Ny gangbru er planlagt å krysse Stokkbekken. Ved krysningspunkt renner bekken omtrent i retning sør mot nord.

På toppen av bekkedalen, mot øst og vest er det relativt flatt platå. Mot vest ligger platået på kote ca. +99,5 moh, mot øst kote ca. +96,5 moh. Bekken ligger på ca. kote +85 moh.

Skråningene i bekkedalen er 11-14 meter høye og relativt bratte. På vestsiden av bekken har skråningen nedenfor det planlagte brufundamentet en gjennomsnittlig helning på 1:1,6. Lokalt er skråningen noe brattere. På østsiden av bekken har skråningen nedenfor det planlagte brufundamentet en gjennomsnittlig helning på 1:1,5 og mot toppen av skråningen så bratt som 1:1,1. Mot øst er det familieboliger, mot vest er det jorde/industrialområde. Figur 4-1 viser området slik det ser ut i dag.

4.2 Grunnforhold



Figur 4-2: Kvartærgeologisk kart. Tiltaksområdet er markert med rødt. Fra NGU.no.

Fra kvartærgeologisk kart avleses tykt dekke av hav- og fjordavsetninger. Dette stemmer med utførte grunnundersøkelser som viser fast, til meget fast leire over berg. Området ligger under marin grense slik at det er potensiale for kvikkleire. Fra sonderinger og prøver er det ikke avdekket forhold som tyder på at leira er kvikk. Fra NVE Atlas finnes nærmeste påviste kvikkleiresone (SVV) over en kilometer unna prosjektområdet.

Totalsonderingene viser at opprinnelig grunn består av fast, til meget fast leire. Mot øst er det fylt opp masser i forbindelse med etablering av gangveg ned i dalen. Sonderingene viser at mektigheten av fyllmasser varierer fra 3-7 meter. Fyllmassene er blandingsmasser av leire, grus og stein. Det er også iblandet tre-, plante- og søppelrester.

For borpunkt 1 og 2 er det ved 5 meters dybde overgang til en knallfast leire med ca. 10 meters mektighet. Deretter går det over til meget fast leire ned til 44,5 m dybde hvor det er antatt fjell.

Borpunkt 3, nede i bekkedalen, viser ca. 2 meter sand over meget fast leire.

4.3 Grunnvanns- og poretrykksforhold

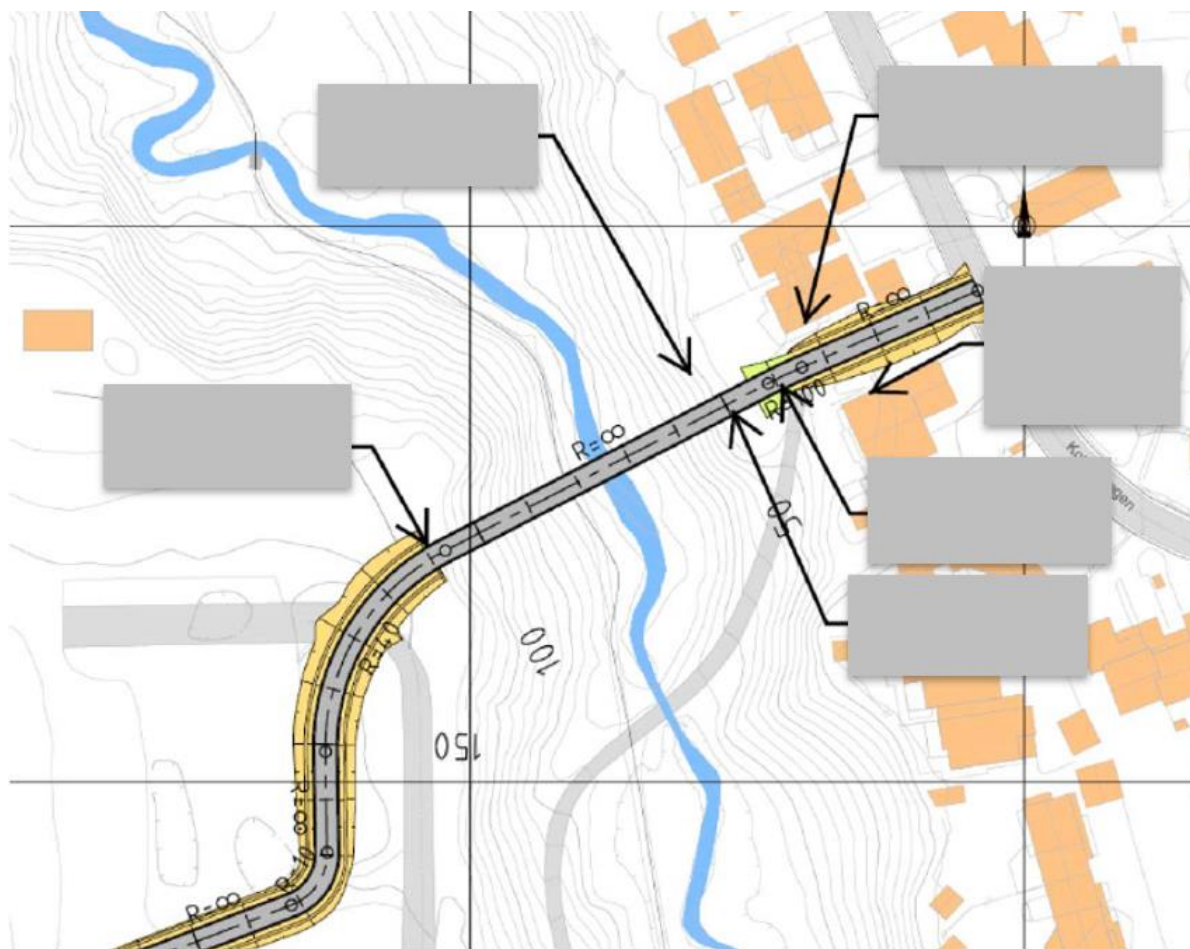
Grunnvannstand er registrert på toppen av skråning mot øst (bp. 4), og avlest til 5m under terreng. Grunnvannstanden forventes å variere med årstider og nedbør og kan i perioder med nedbør og snøsmelting stå høyere.

4.4 Berg

Bergdybden er antatt å ligge ved ca. 44,5 m dybde for bp. 1 og 2 (boret på begge sider av dalen). Det er ikke observert fjell i dagen.

5 Planlagt gangbru

Grunnlaget vi besitter er et plankart med vegmodell av planlagt bru. Tegningen er utarbeidet av Asplan Viak og er vist i figur 5-1. Gangbrua er ca. 70 meter lang med det som kan se ut som det foreløpig er illustrert ett spenn. Det vanlige for bruer av denne lengden er tre spenn. Det er i den sammenheng vurdert mulighet for etablering av søylefundament også nede i bekkedalen.



Figur 5-1: Utsnitt av planlagt gangbru, tegning TD001, datert 29.10.2020. Kilde: Asplan Viak. Påskrift er fjernet, fordi Multiconsult ikke har kontrollert riktigheten av teksten.

6 Geoteknisk vurdering

6.1 Valg av fundamenteringsmetode

6.1.1 Generelt

Med bakgrunn i resultatene fra grunnundersøkelsene er det anbefalt å ta utgangspunkt i direktefundamentering av brua i den videre planleggingen.

Brutype og utforming av brua er pr nå ukjent, og vi har ingen informasjon om lastbildet. Når laster er kjent kan det medføre at peler må velges som alternativ til direktefundamentering. Dette gjelder både landkar og søylefundament. Valg av fundamenteringsmetode har ingen nevneverdig påvirkning for plasseringen av brua. Bergnivået er også lokalisert og synes å ligge innenfor dybde som gjør det mulig med både friksjonspeler og spissbærende peler til berg.

Geoteknisk vurdering

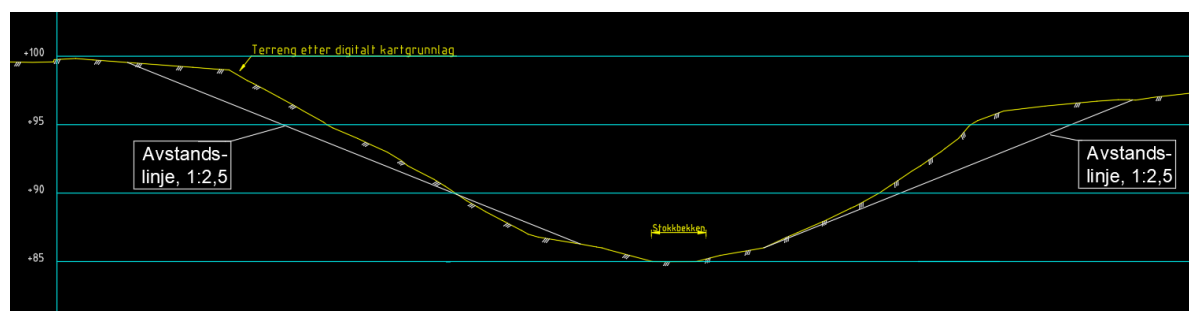
Setninger er i utgangspunktet ikke vurdert som ett problem i tilfellet med direktefundamentering, men er selvsagt avhengig av lastbildet. Den faste, overkonsoliderte leira har høy stivhet og vil derfor være mindre utsatt for å kunne gi potensielt skadelige setninger. I videre planfaser, når laster er kjent, må det utføres setningsberegninger som grunnlag for detaljprosjekteringen og endelig valg av løsning.

6.1.2 Fundamenteringsløsning landkar

Direktefundamentering er forutsatt at forkant landkar legges bakom en 1:2,5 linje trukket fra skråningsfot. Dette er vist i figur 6-1. Landkaret må ha tilstrekkelig størrelse for fordeling av krefter. Usikkerhet knyttet til beskaffenhet av fyllmasser, mengden organiske masser og søppel, med påfølgende potensiale for skadelige setninger, må avklares i senere planfase. Masseutskifting ned til fast leire er ett sannsynlig alternativ.

I tilfelle masseutskifting må detaljer for byggegrop og graveutslag avklares med hensyn til nærliggende boliger.

Avhengig av behov for oppstøttingsløsning og kostnad rundt byggegrop, kan det vurderes å pele gjennom fyllmassene og tilstrekkelig ned i den faste leira. Det vil være flere pelealternativ som kan benyttes, avhengig av lastbildet. Med antagelse om moderate fundamentlaster, ikke grove steinmasser, og tilstrekkelig stabilitet vil det være prisgunstig å benytte betongpeler. Dette er mye brukt peletype som rammes med fallodd.



Figur 6-1: Skissetegning for plassering av landkar bru ved direktefundamentering.

6.1.3 Fundamenteringsløsning søyle brukar

Søylefundament plasseres i bekkedalen og direktefundamenteres på den faste leira.

Dimensjonering, samt fundamenteringsnivå (gravedybde), må bestemmes når bruløsning og laster foreligger. Søylefundamentet må ha tilstrekkelig størrelse for fordeling av krefter.

6.2 Områdestabilitet – sikkerhet mot skred

I henhold til NVE Atlas ligger ikke tiltaket innenfor registrert aktsomhetsområder for skred. Det er heller ikke påvist sprøbruddsmateriale (kvikkleire) i området. Det er derfor ikke behov for utredning av områdestabilitet.

6.3 Lokalstabilitet

Det er gjort innledende vurdering av stabilitet for bekkedalen. Med stedvis bratte partier er overflatestabiliteten anstrengt. Det er tidligere rapportert om overflateglidninger i skråninga, like ved planlagt bru. Utglidningsmekanismen omfavner relativt grunne bruddflater som oppstår i front/overflata av skråninga.

Geoteknisk vurdering

Som tiltak er det anbefalt å trekke landkar en viss avstand fra skråningskant. Anbefalt avstand er 1:2,5-linje fra skråningsfot. Beregninger viser at dette gir tilstrekkelig stabilitet. Avstandslinje fra skråningskant er vist i figur 6-1. Det må sikres at evt. søylefundamenter står skredsikkert.

Ved eventuell ramming av peler vil økt poretrykk være destabiliserende. Det må vurderes behov for grenseverdier og overvåkning i detaljprosjekteringen.

6.4 Erosjonssikring

Det er ikke gjort noen detaljert vurdering av Stokkbekken mht. vannføring og erosjon. Dette må utføres av hydrologer, eventuelt i senere, fase og eventuelle tiltak avklares.

6.5 Graving og fylling

Plassering av landkar kan havne noen meter fra nærmeste hus. Når endelig plassering av landkar og kote underkant fundament foreligger, må det vurderes løsning for byggegrop og/eller masseutskiftning. Parallelt må det innhentes data om fundamentering av nærliggende hus.

Generelt kan midlertidige graveskråninger etableres med helning 1:1,5 i inntil 3 m høyde. Høyere utgraving enn 3 m må avklares med RIG dersom det blir aktuelt.

7 Naboforhold

Det er flere naboer til tiltaket. For etablering av østre landkar må grave-, pele- og komprimeringsarbeider risiko-vurderes mht. rystelser som kan føre til skader på byggene.

Ved eventuell ramming av peler kan økt poretrykk være destabiliserende samt kan rystelser påvirke nærliggende bygg. Dette må ivaretas under detaljprosjektering. Eventuelle rystelseskrav, poretrykkgrenser og behov for målinger avklares da.

8 Videre arbeider

Generelt gjelder det at når valgt brukonsept foreligger må løsning prosjekteres. Dette gjøres iht. gjeldende reglement og standarder.

9 Referanser

- /1/ Multiconsult Norge AS, «10226869-RIG-RAP-001, Gangbru Stokkbekken Datarapport geotekniske grunnundersøkelser». 18.08.2021.
- /2/ Standard Norge, «Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner», NS-EN 1990:2002+NA:2008, 2008.
- /3/ Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1 – Allmenne regler», NS-EN 1997:2004+NA:2008, 2008.
- /4/ Standard Norge, Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning – Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger», NS-EN 1998-1:2004+A1:2006+Na:2014, 2014.
- /5/ Standard Norge, «Eurocode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger,» NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014.
- /6/ Den Norske Pelekomité, Peleveiledningen 2019, Norsk Geoteknisk Forening (NGF), 2019.

RAPPORT

Gangbru Stokkbekken

OPDRAGSGIVER

Trondheim kommune

EMNE

Datarapport - Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2021-08-18/ 00

DOKUMENTKODE: 10226869-RIG-RAP-001



Multiconsult

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

RAPPORT

OPPDRAG	Gangbru Stokkbekken	DOKUMENTKODE	10226869-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Trondheim kommune	OPPDRAGSLEDER	Lars Andreas Solås
KONTAKTPERSON	Ole Iver Folstad	UTARBEIDET AV	Jin Kjellsdatter Melhus
KOORDINATER	SONE: UTM, 32V ØST: 574418 NORD: 7033256	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	-/-/- Trondheim kommune		

SAMMENDRAG

Foreliggende rapport presenterer resultater fra de utførte feltundersøkelsene for gangbru på Brundalen i Trondheim kommune.

Trondheim kommune planlegger i forbindelse med reguleringsplan for Yrkesskolevegen 18 ei gangbru over Stokkbekken. Bruspenet er ca. 65 meter.

Multiconsult Norge AS er engasjert til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk rapport med beskrivelse av grunnforholdene. Basert på de utførte grunnundersøkelsene skal det gjøres geotekniske vurderinger av grunnforhold og geoteknisk skisseprosjekt i forbindelse med gjennomførbarhet av gangbrua.

Utførte feltundersøkelser omfattet:

- 4 stk. totalsonderinger, borpunkt 1-4
- 1 stk. trykksondring (CPTU), borpunkt 1
- Elektrisk poretrykkmåling (PZ) i borpunkt 4
- Opptak av poseprøver i borpunkt 2, 3 og 4

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene domineres av fast leire. I PR-2 og PR-4 er det et topplag med fyllmasser (leire, sand og grus) med en mektighet i dybder mellom 1,0 m til 6,0 meter under terreng over leire. Det er også iblandet enkelt tre-, plante- og søppelrester. I PR-2 er det antatt fyllmasser over tørrskorpeleire i dybder mellom 3,0 m til 9,0 meter under terreng.

Poretrykkmålinger indikerer at grunnvannet ligger på ca. 5,1 meter under terreng i borpunkt 4.

			JRM	Lars A. Solås	Joar S. Gloppstad
00	2021-08.18	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Jin Kjellsdatter Melhus	Lars Andreas Solås	Joar Spencer Gloppstad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Formål og bakgrunn	6
1.2	Utførelse	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	7
1.4	Innhold og bruk av rapporten	7
2	Områdebeskrivelse	8
2.1	Befaring	8
2.2	Området og topografi	8
3	Geotekniske grunnundersøkelser	10
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	10
3.2	Utførte grunnundersøkelser	10
3.2.1	Feltundersøkelser	10
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	11
4	Grunnforholdsbeskrivelse	12
4.1	Kvartærgeologisk kart	12
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	12
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	12
4.3.1	Generelt	12
4.3.2	Dybde til berg	12
4.3.3	Løsmasser	13
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	13
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	14
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	14
5.2	Viktige forutsetninger	14
5.3	Undersøkelses- og prøvекvalitet	14
5.4	Måling av poretrykk	14
5.5	Generell kommentar om påvisning av bergnivå	14
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	15
7	Referanser	16

TEGNINGER

10226869-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-200	Geoteknisk data, PR-2, dybde 9,0 m
	-201	Geoteknisk data, PR-3, dybde 4,0 m
	-202	Geoteknisk data, PR-4, dybde ,8,0 m
	-300	Korngraderingsanalyser, PR-2, dybder 2,0-3,3 m og 6,0-7,0 m
	-301	Korngraderingsanalyser, PR-3, dybder 3,0-4,0 m
	-302	Korngraderingsanalyser, PR-4, dybder 2,0-3,0 m, 4,0-5,0 m, 5,0-6,0 m og 7,0-8,0 m
	-350	Elektriske poretrykksavlesninger, PZ-4, dybde 7,0 m
	-500.1	CPTU 1, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-500.2	CPTU 1, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
	-500.3	CPTU 1, Måledata og korrigererte måleverdier
	-500.4	CPTU 1, Avledede dimensjonsløse forhold
	-600	Profil A-A

VEDLEGG

1. Kalibrerings skjema CPTU sonde
2. Kalibrerings skjema poretrykk

BILAG

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

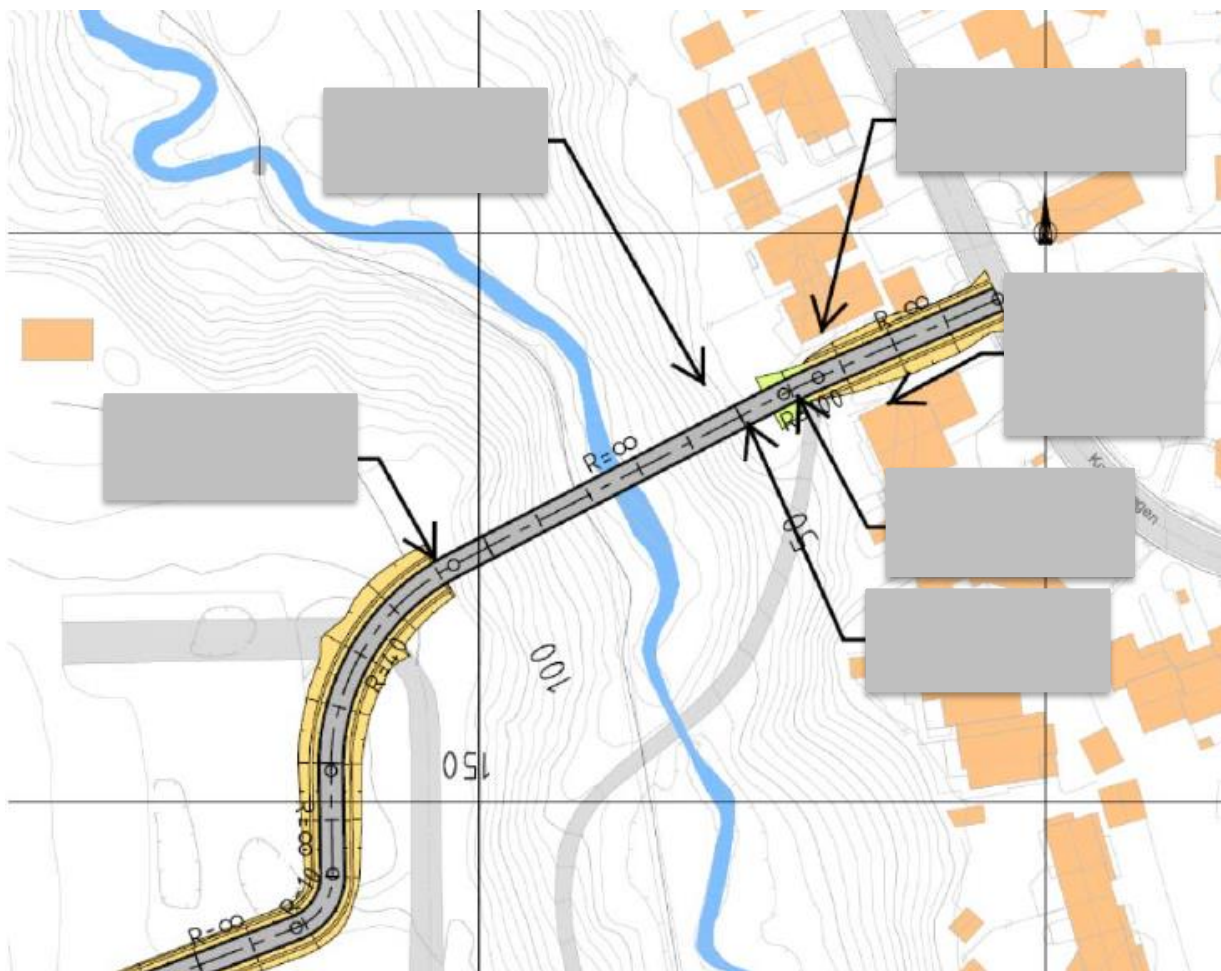
1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra de utførte feltundersøkelsene for gangbru på Brundalen i Trondheim kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Trondheim kommune planlegger i forbindelse med reguleringsplan for Yrkesskolevegen 18 ei gangbru over Stokkbekken. Bruspannet er ca. 65 meter. Se Figur 1-1.

Multiconsult Norge AS er engasjert til å utføre grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk rapport med beskrivelse av grunnforholdene. Basert på de utførte grunnundersøkelsene skal det gjøres geotekniske vurderinger av grunnforhold og geoteknisk skisseprosjekt i forbindelse med gjennomførbarhet av gangbrua.



Figur 1-1: Utsnitt av planlagt gangbru, tegning TD001, datert 29.10.2020. Kilde: Asplan Viak. Påskrift er fjernet, fordi Multiconsult ikke har kontrollert riktigheten av teksten.

1.2 Utførelse

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech 607H i juni 2021 under ledelse av borleder Jan Arne Heggland. Borpunktene er målt inn med Trimble GPS CPOS. Alle kotehøyder refererer til NN2000 og koordinatsystemet er Euref 89, UTM sone 32V. Borpunkt 3 hadde vanskelige innmålingsforhold på GPS. Koordinater og høyde kan ha noe avvik. Høyde er manuelt justert etter terreng.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 26/2021.

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

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

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1].

Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 1 for geoteknisk prosjektering [2] og – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [3] samt gjeldende metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringsammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak.

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

2 Områdebeskrivelse

2.1 Befaring

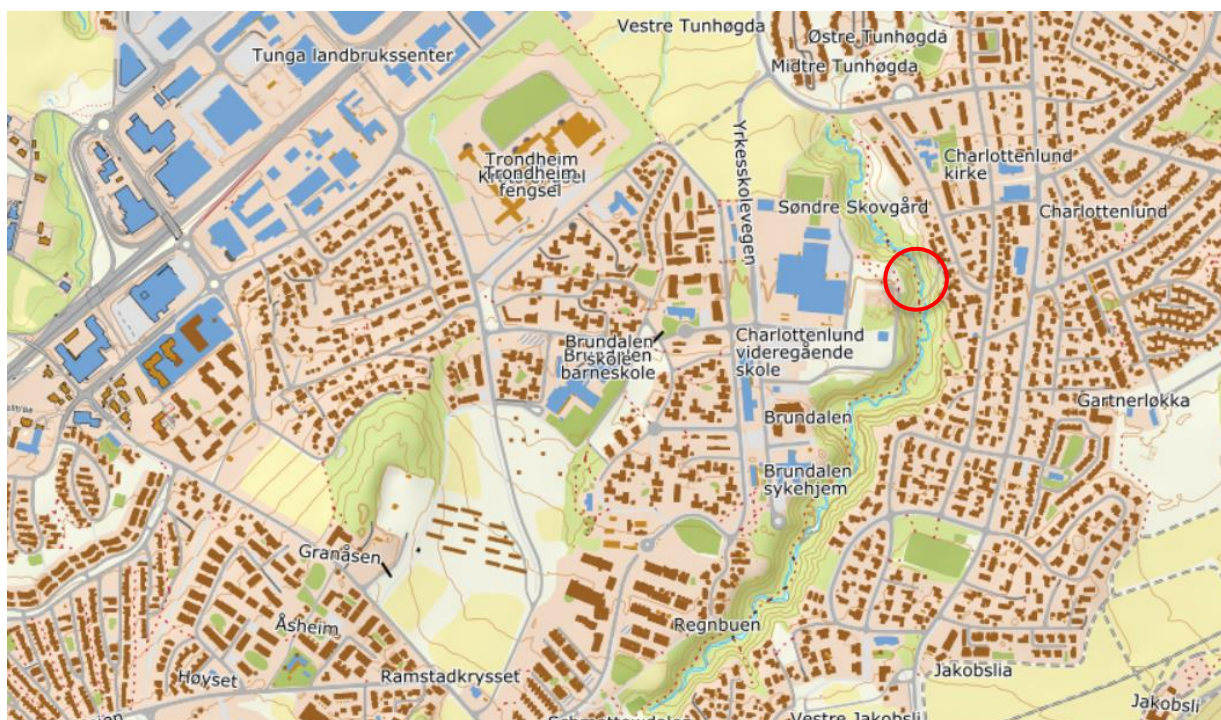
Det er ikke utført egen befaring i regi av geotekniker.

2.2 Området og topografi

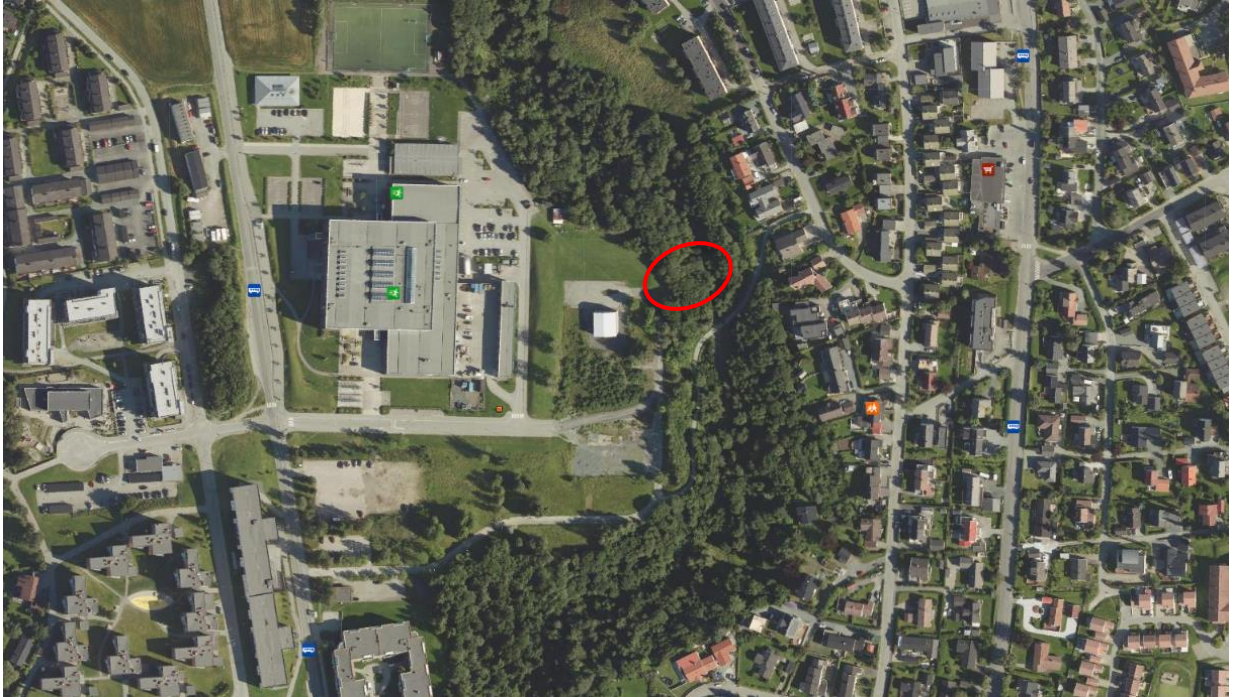
Det undersøkte området ligger mellom Charlottenlund videregående skole og Konglevegen på Brundalen i Trondheim kommune. Se Figur 2-1 og Figur 2-2.

Området består av skog og en bekkedal (Stokkbekken). Skåningene i bekkedalen er ca. 12-15 meter høye og relativt bratte. På vestsiden av bekken har skråningen nedenfor det planlagte brufundamentet en gjennomsnittlig helning på 1:1,6. Lokalt er skråningen noe brattere. På østsiden av bekken har skråningen nedenfor det planlagte brufundamentet en gjennomsnittlig helning på 1:1,5 og mot toppen av skråningen så bratt som 1:1,1. Leira står med naturlig rasvinkel eller brattere.

På østsiden av bekkedalen, nedenfor Konglevegen 13B, er det rapportert om en overflateglidning i 2012. Grunnundersøkelsene ligger på koter mellom ca. +96,4 til +99,8.



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



Figur 2-2: Flyfoto. Grunnundersøkelsesområdet er markert med rødt. Kilde: www.kart/finn.no.

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Rambøll har tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser vest for planlagt gangbru. Resultater fra undersøkelsene er ikke medtatt i denne rapporten, men henviser til relevant rapport i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsnavn/ rapportnavn
[10]	00441	Kummeneje/Rambøll	-	Brundalen

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Borplan med plassering av grunnundersøkelsene er vist på tegning nr. 10226869-RIG-TEG-001.

Elektrisk poretrykksmåling for PZ-4, er vist på tegning nr. RIG-TEG-350.

Trykksonderingen, CPTU-1, er vist på tegning nr. RIG-TEG-500.1 t.o.m. -500.4.

Profil A-A med sonderinger er vist på tegning nr. RIG-TEG-600.

Koordinatsystem og høydesystem benyttet ved grunnundersøkelsene er vist i Tabell 3-2.

Utførte feltundersøkelser er presentert i Tabell 3-3.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem.

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32V

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser.

BP.	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR og PZ	Kommentar
	X	Y	Z		Løsmasse	Ant. berg	Totalt		
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]		
1	7033239,5	574392,5	99,8	TOT	44,4	3,0	47,4		
				CPTU	5,9	-	5,9		
2	7033270,6	574453,3	96,9	TOT	44,7	-	44,7		
				PR				9,0 m	
3	7033256,3	574418,5	86,0	TOT	20,0	-	20,0		Høyde er tatt fra terreng
				PR				4,0 m	
4	7033265,7	574446,9	96,4	TOT	8,7	-	8,7		
				PR				8,0 m	
				PZ				7,0 m	A

TOT=Totalsondering; CPTU=Trykksondering; PZ=Poretrykksmåling; PR=Prøveserie.

A: 4-PZ, elektrisk piezometer nr. 13139, dybde 7,0 m under terreng + 1,0 m over terreng.

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, konsistensgrenser og omrørt konus. Det er også utført korngraderingsanalyse.

Følgende laboratorieundersøkelser som er utført:

- Rutineundersøkelser av 12 poseprøver
- Konsistensgrenser på 4 utvalgte prøver
- Korngraderingsanalyse på 7 utvalgte prøver

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning nr. 10226869-RIG-TEG-200 t.o.m. -202.

Korngraderingsanalysene er vist på tegning nr. RIG-TEG-300 t.o.m. -302.

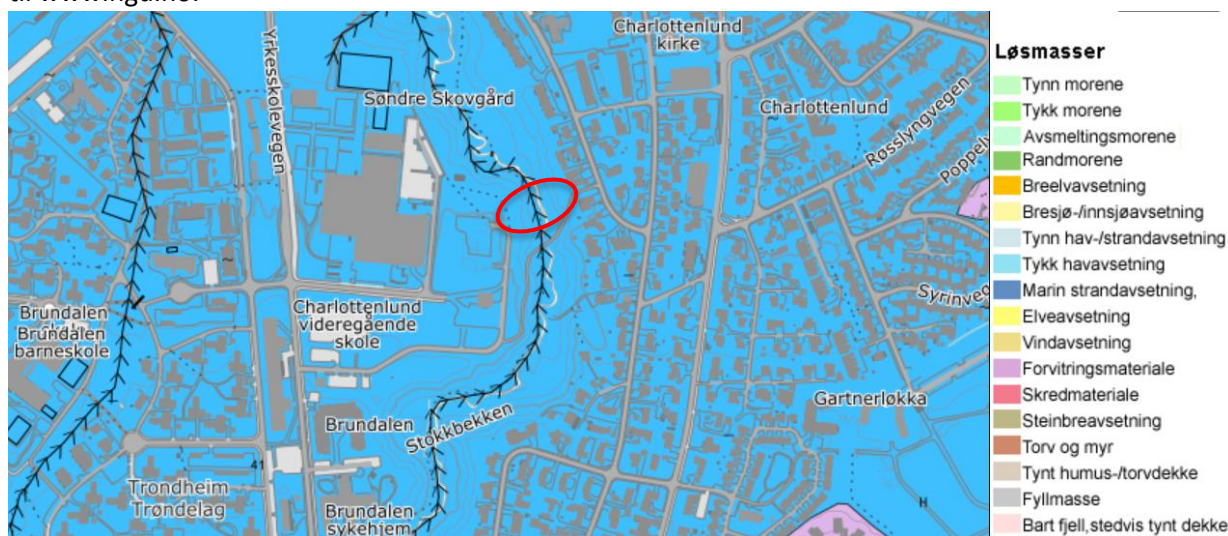
4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser tykk havavsetning ved det undersøkte området. Se Figur 4-1.

Kvikkleire og sprøbruddmateriale kan finnes i områder med marine avsetninger, herunder marin leire. Marine avsetninger er løsmasser som opprinnelig er avsatt i saltvann, og som på grunn av landheving etter istiden finnes nær eller over havnivå.

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



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

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [<https://atlas.nve.no>] er det ingen kjente og utredede faresoner for kvikkleireskred i/nærliggende den planlagte gangbrua.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

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

4.3.2 Dybde til berg

Berg er ved bergkontrollboring påtruffet ved 44,4 meter dybde under terreng i borpunkt 1 og borpunkt 2 er stoppet i antatt påtruffet berg i dybde 44,6 meter under terreng. Borpunkt 3 og 4 er stoppet i antatt fast leire i dybder henholdsvis 20 m og 8,6 meter under terreng.

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

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

4.3.3 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene domineres av fast leire. I PR-2 og PR-4 er det et topplag med fyllmasser (leire, sand og grus) med en mektighet i dybder mellom 1,0 m til 6,0 meter under terreng over fast leire. Det er også iblandet enkelt tre-, plante- og søppelrester.

I PR-2 er det antatt fyllmasser over fast leire i dybder mellom 3,0 m til 9,0 meter under terreng.

Basert på resultatene fra laboratorieanalyser på prøvene, har prøvene et vanninnhold mellom ca. 11-23 %. Plastisitetsindeksen (I_p), ligger mellom ca. 11-13 % og omrørt skjærfasthet ligger i området $c_{u,r}=12-46$ kPa.

For ytterlige opplysninger om grunnforholdene vises det til rapportens tegninger.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er utført poretrykksmålinger med elektrisk piezometer med minne i borpunkt 4.

- Borpunkt 4:

Det er satt ned elektrisk piezometer i borpunkt 4. Nr. 13139 med registrering 1 ganger i døgnet. Piezometerne er installert i dybde 7,0 meter under terreng. Måling av poretrykket indikerer en grunnvannstand på ca. 5,1 m under terreng med hydrostatisk fordeling med dybden. Det vises til tegning nr. -350 for detaljer vedr. de enkelte målepunkter og avlesninger.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er ikke registrert avvik fra standard utførelsesmetoder, men borpunkt 3 hadde vanskelige innmålingsforhold på GPS. Koordinater og høyde kan ha noe avvik. Høyde er manuelt justert etter terreng.

5.2 Viktige forutsetninger

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

5.3 Undersøkelles- og prøve kvalitet

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

Trykksonderingene (CPTU) har anvendelsesklasse 1, men sidefriksjonen ble betegnet som «ikke OK». Trolig på grunn av møte med grusfraksjoner og grovere stein i dybde ca. 5,2 meter under terreng.

5.4 Måling av poretrykk

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Registreringene i borpunkt 4 er målt over 7 uker, men det kan ikke utelukkes at variasjonen over året eller i nedbørsintensive perioder er større enn det som er påvist ved måling i denne omgang. Vi anbefaler at måling av poretrykk fortsetter månedlig fram til byggestart.

5.5 Generell kommentar om påvisning av bergnivå

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

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

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

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

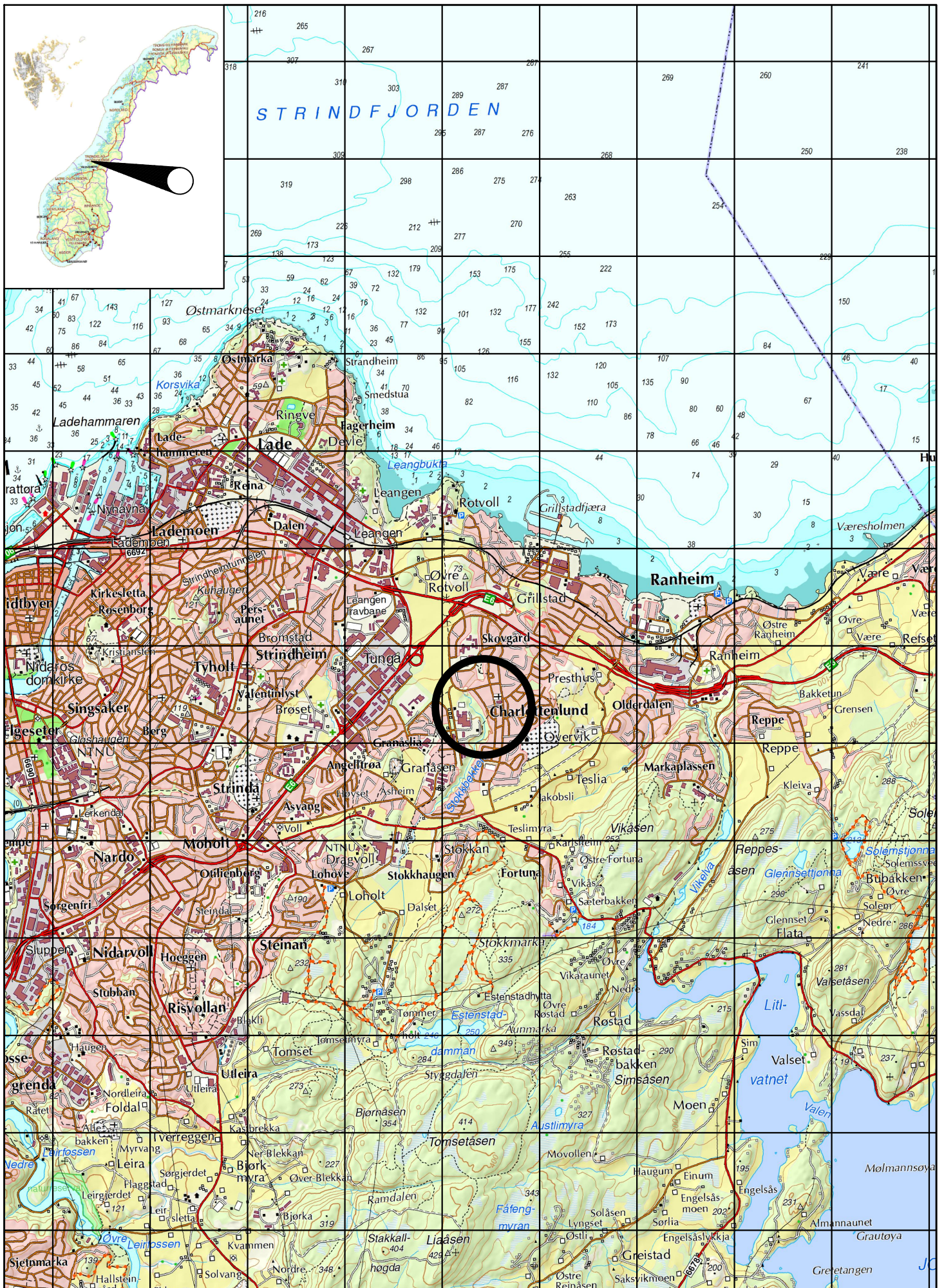
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

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

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

7 Referanser

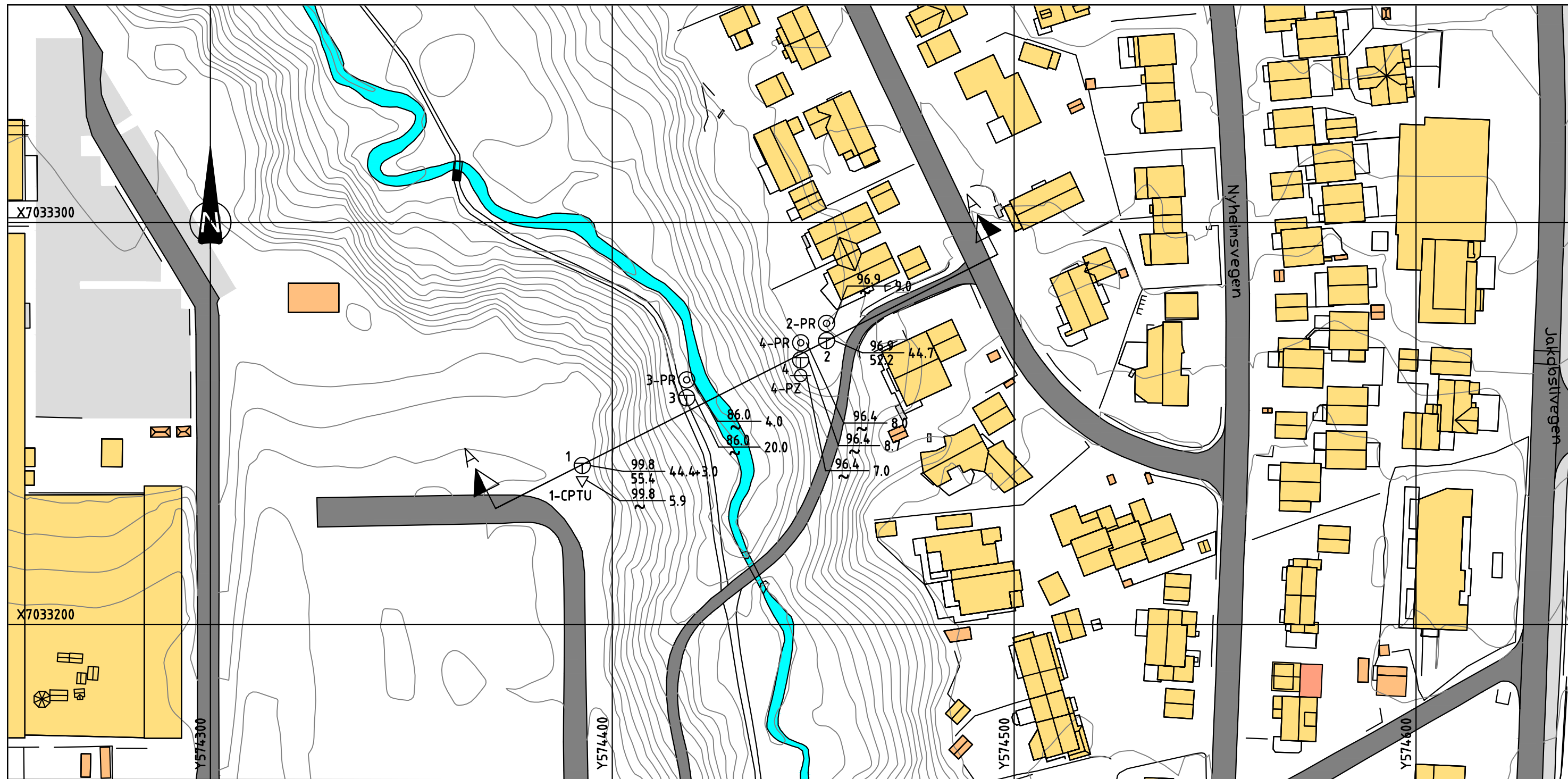
- [1] Standard Norge (2015). Systemer for kvalitetsstyring. Krav. (ISO 9001:2015). NS-EN ISO 9001:2015. September 2015.
- [2] Standard Norge (2020) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA2020.
- [3] Standard Norge (2008) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.
- [4] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [5] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), <https://atlas.nve.no>
- [6] FINN.no AS, <https://kart.finn.no/>
- [7] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase – Kvartærgeologisk kart»: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- [8] Statens kartverk, www.norgeskart.no
- [9] CPTU-regneark er utviklet av Statens vegvesen, versjon v.2019.05.
- [10] Rapport 00441, utført av Kummeneje/Rambøll «Brundalen»



TRONDHEIM KOMMUNE

Gangbru Stokkbekken
Oversiktskart

Revisjon	00	Fag	RIG	Original format	A4	Dato	2021-08-12
Konstr./Tegnet	JKM	Kontrollert	LaAS	Godkjent	JSG	Målestokk	1:50000
Oppdragsnr.	10226869			Tegningsnr.	RIG-TEG-000		

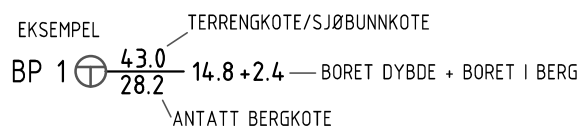


TEGNFORKLARING:

- | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| ● DREIESONDERING | ⊙ PRØVESERIE | ⊖ PORETRYKKMÅLING |
| ○ ENKEL SONDERING | □ PRØVEGROP | ⊕ KJERNEBORING |
| ▼ RAMSONDERING | ⦿ DREIETRYKKSONDERING | ★ FJELLKONTROLLBORING |
| ▽ TRYKKSONDERING | ⊠ SKRUPLATEFORSØK | ⚡ BERG I DAGEN |
| ⊕ TOTALSONDERING | + VINGEBORING | |

KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORBOOK NR:
 LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra sosi
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CPOS
 Digital
 Digital



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Trondheim kommune Gangbru Stokkbekken			Fag Geoteknikk	Format A3	
Borplan			Dato 12.08.2021	Format/Målestokk: 1:1000	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet JKM	Kontrollert LaAS	Godkjent JSG
Oppdragsnr. 10226869		Tegningsnr. RIG-TEG-001		Rev. 00	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2	FYLLMASSE, siltig, grusig, leirig																
3	FYLLMASSE, siltig, grusig, leirig		K														
4	TØRRSKORPELEIRE																
5																	
6																	
7	TØRRSKORPELEIRE		K														
8																	
9	TØRRSKORPELEIRE																
10																	

Symboler:



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

○ Vanninnhold
 |—| Plastisitetsindeks, I_p

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

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngradering

Grunnvannstand: m
 Borbok:

PRØVESERIE

Borhull: 2

Trondheim kommune
 Gangbru Stokkbekken

Dato: 2021-07-01

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:
 vt

Kontrollert:
 mash

Godkjent:
 LAAS

Oppdragsnummer:
 10226869-01

Tegningsnr.:
 RIG-TEG-200

Rev. nr.:
 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2																	
3	LEIRE																
4	LEIRE		K														
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	

Symboler:



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

○ Vanninnhold
 |—| Plastisitetsindeks, I_p

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

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngradering

Grunnvannstand: m
 Borbok:

PRØVESERIE

Borhull:

3

Trondheim kommune

Dato:

2021-07-02

Gangbru Stokkbekken

Multiconsult
 www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt

Kontrollert:

mash

Godkjent:

LAAS

Oppdragsnummer:

10226869

Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
1																	
2	FYLLMASSE, leirig, siltig, sandig, enk gruskorn																
3	FYLLMASSE, leirig, siltig, sandig, enk gruskorn enk tre-/plante- og søppelrester		K														
4																	
5	FYLLMASSE, leirig, siltig, enk sand-/gruskorn enk planterester, noe organisk, betongbiter		K														
6	FYLLMASSE, siltig, sandig, grusig, leirig enk små planterester		K														
7																	
8	LEIRE		K														
9																	
10																	

Symboler:



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

○ Vanninnhold
|—| Plastisitetsindeks, I_p

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

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE

Borhull: 4

Trondheim kommune
Gangbru Stokkbekken

Dato: 2021-07-02

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:
vt

Kontrollert:
mash

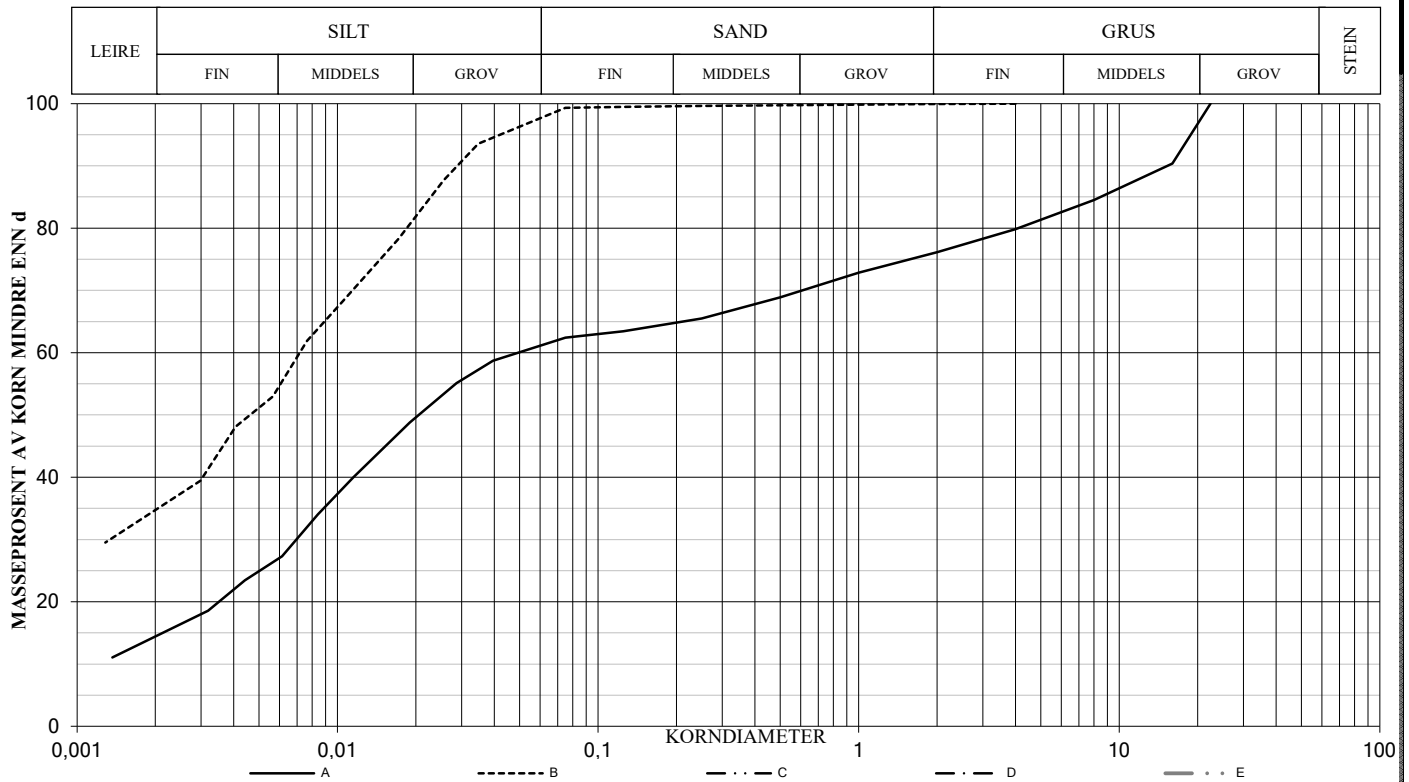
Godkjent:
LAAS

Oppdragsnummer:
10226869

Tegningsnr.:
RIG-TEG-202

Rev. nr.:
00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	2	2,0-3,3	SILT, grusig, leirig	FYLLMASSE	X		X
B	2	6,0-7,0	LEIRE	TØRRSKORPELEIRE	X		X
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

SYM	Tele gruppe	W %	S _u kN/m ²	S _{ur} kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A		17,4									0,0070	0,0208	0,0521
B		13,6									0,0014	0,0047	0,0072
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Trondheim kommune
Gangbru Stokkbekken

Konstr./Tegnet
vt

Kontrollert
mash

Godkjent
LAAS

Dato
29.06.21

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

10226569

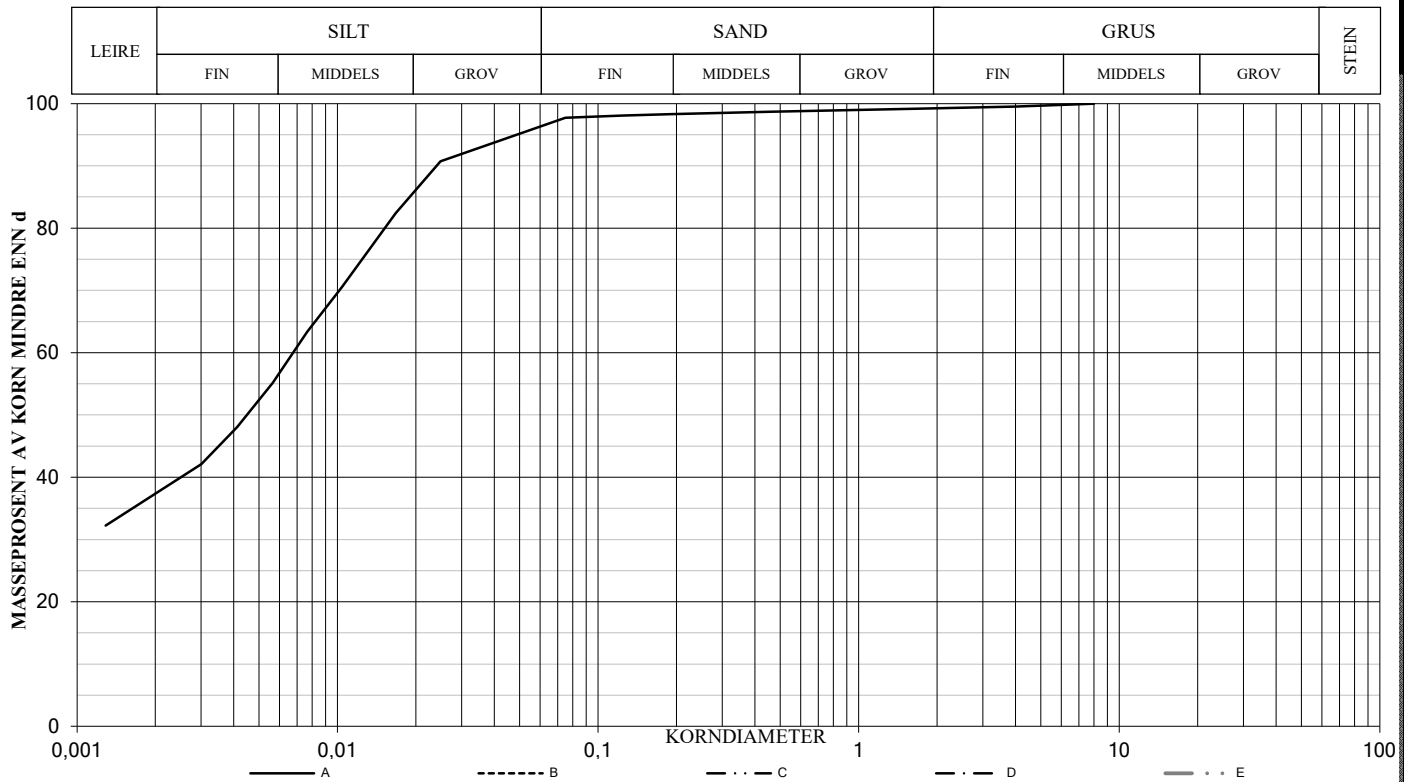
TEGN. NR.

RIG-TEG-300

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	3	3,0-4,0	LEIRE		X		X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S _u kN/m ²	S _{ur} kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A		13,2										0,0045	0,0068
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Trondheim kommune
Gangbru Stokkbekken

Konstr./Tegnet
vt

Kontrollert
mash

Godkjent
LAAS

Dato
30.06.21

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

10226569

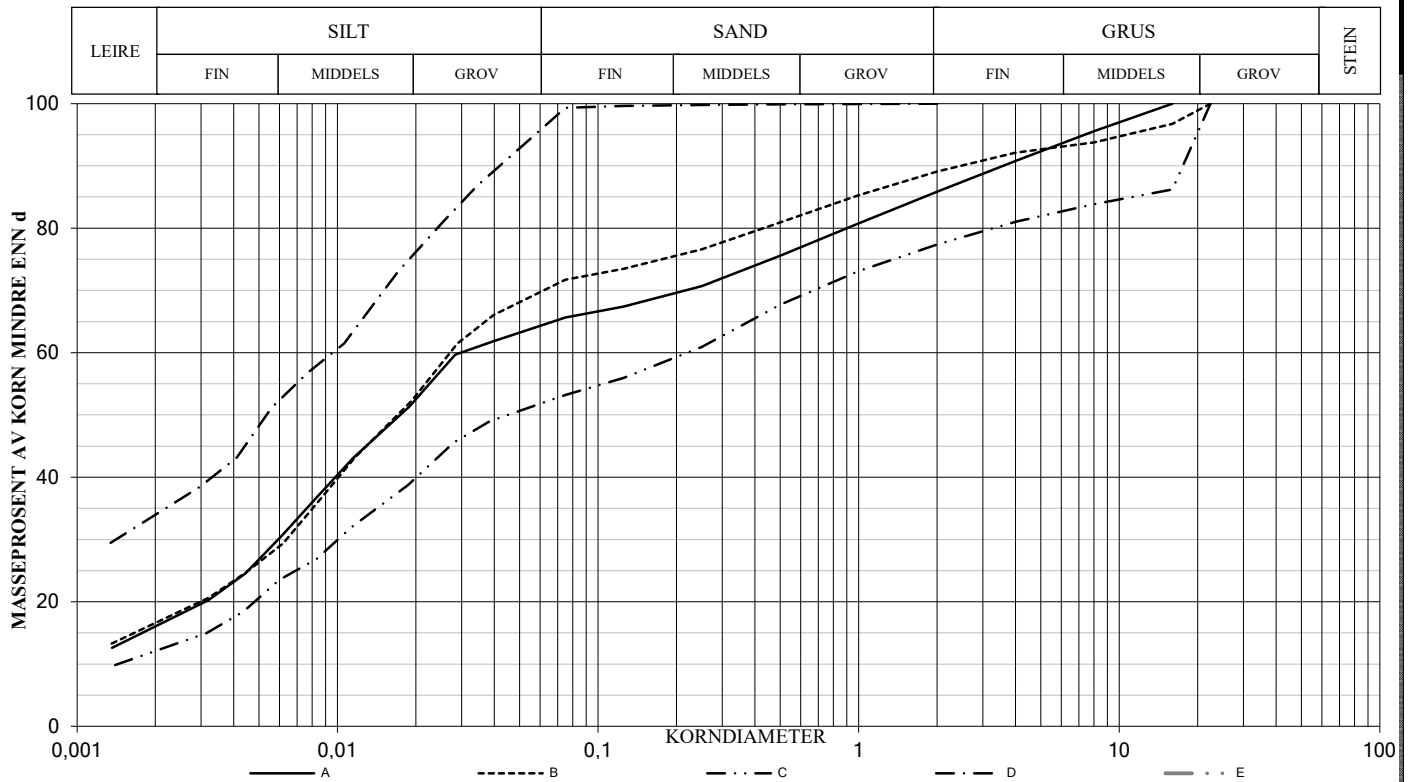
TEGN. NR.

RIG-TEG-301

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	4	2,0-3,0	LEIRE, siltig, sandig	FYLLMASSE		X	X
B	4	4,0-5,0	LEIRE, siltig	FYLLMASSE		X	X
C	4	5,0-6,0	MATERIALE, siltig, sandig, grusig, leirig	FYLLMASSE		X	X
D	4	7,0-8,0	LEIRE		X		X
E							



SYMBOL:

- Ogl. = Glødetap (%)
- Ona. = Humusinnhold (%)
- Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:


- TS = Tørr sikt
- VS = Våt sikt
- HYD = Hydrometer

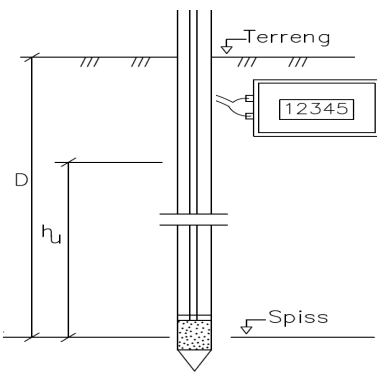
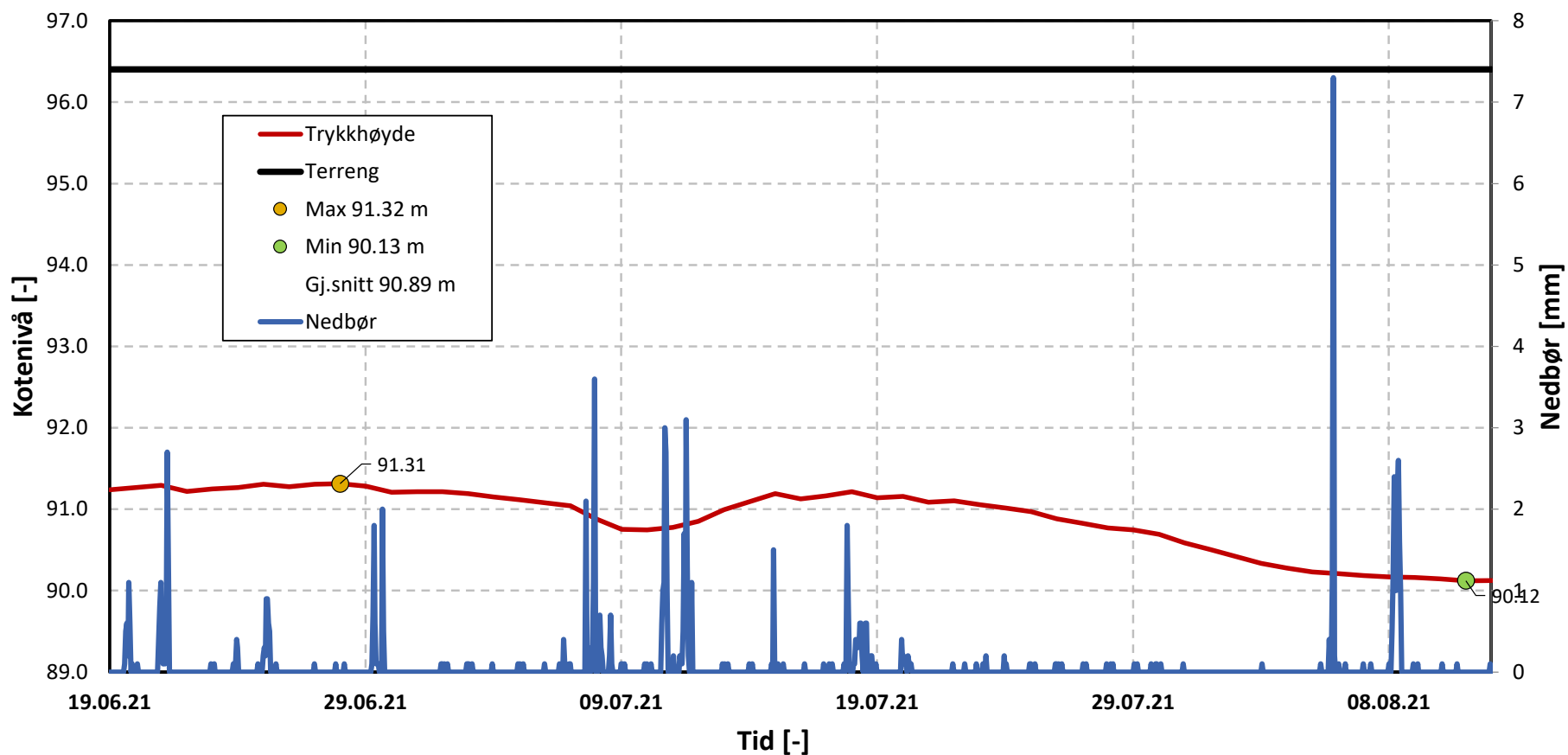
$$C_z = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S _u kN/m ²	S _{ur} kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A		22,6									0,0059	0,0177	0,0300
B		23,4									0,0064	0,0174	0,0274
C		20,0								0,0015	0,0102	0,0470	0,2265
D		10,8									0,0015	0,0054	0,0097
E													

KORNGRADERING

Trondheim kommune Gangbru Stokkbekken		Konstr./Tegnet vt	Kontrollert mash
		Godkjent LAAS	Dato 30.06.21
 www.multiconsult.no		OPPDRAG NR. 10226569	TEGN. NR. RIG-TEG-302
		REV. 00	

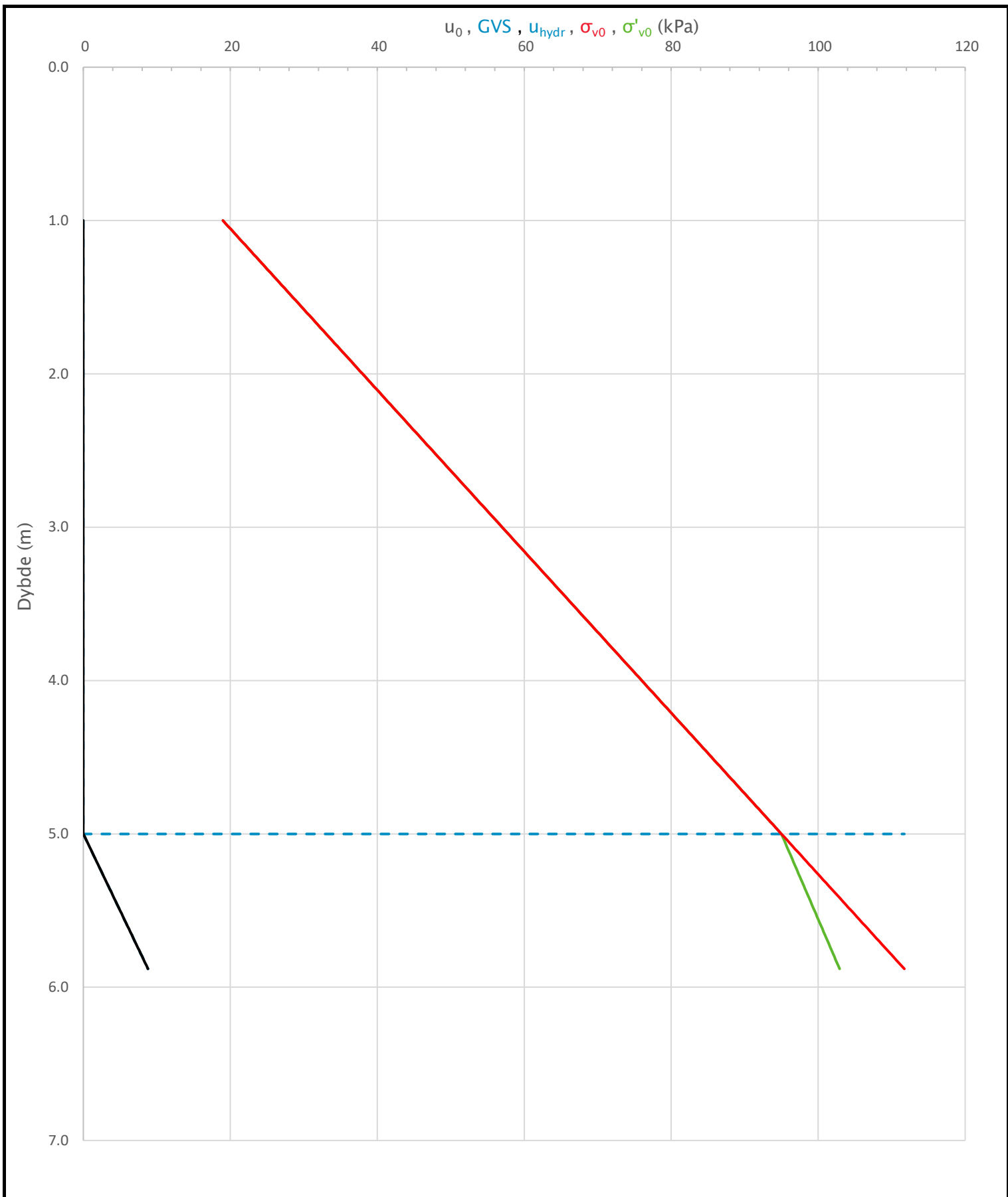


Koordinat NORD (X) 7033265
 Koordinat ØST (Y) 574446
 Merknard Kalibert
 Korrigert for lufttrykk Ja
 Dybde under terreng (D) 7 m

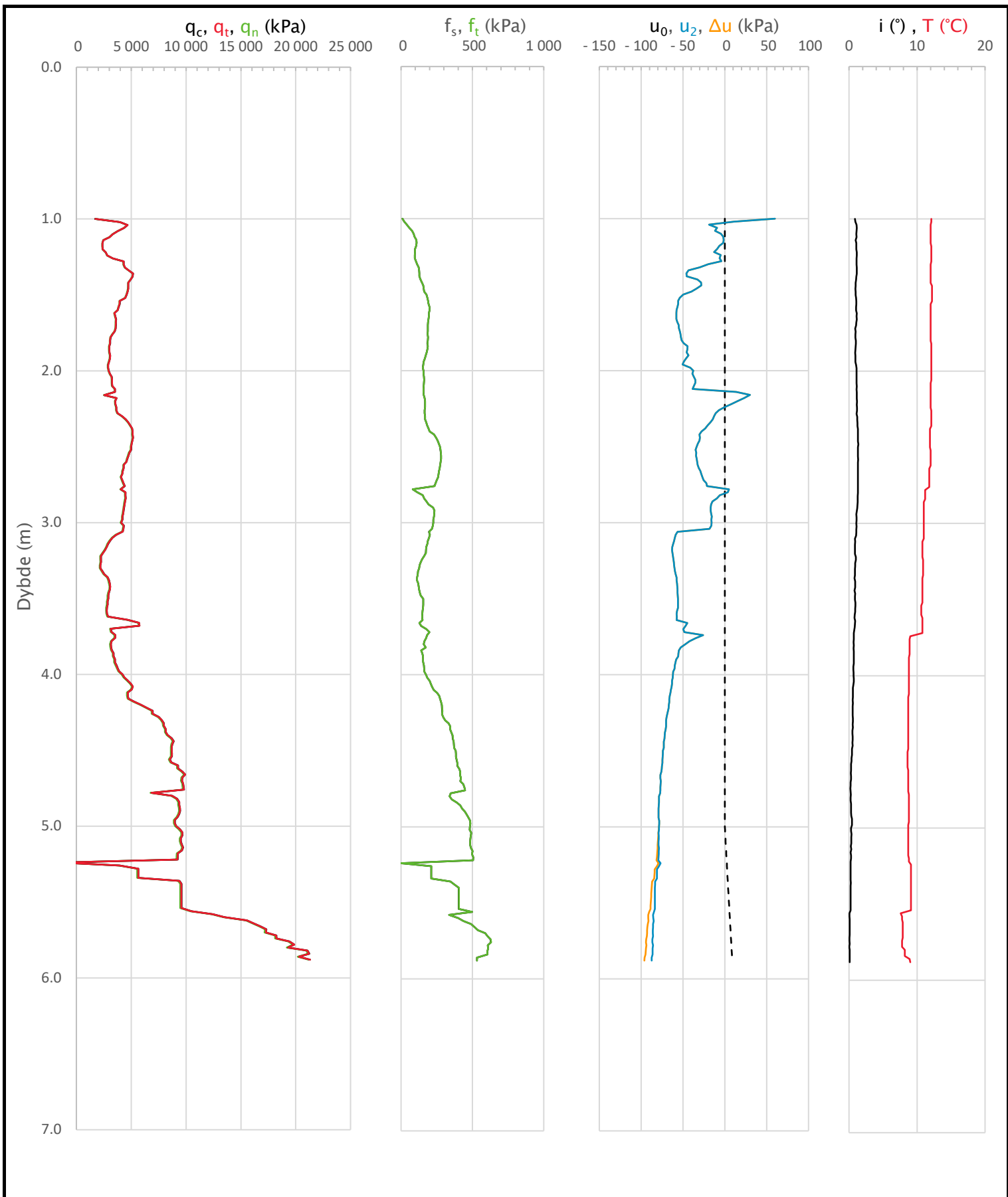
Multiconsult
 www.multiconsult.no

Type	Borpunkt	Id	Installert dato	Borboek nr.
Elektriske poretrykksmålere m/minne	4	13139	19.06.2021	Digital
Trondheim kommune	Status	Fag	Originalt format	Dato
Gangbru Stokkbekken	-	RIG	A4	12.08.2021
Poretrykksregistrering - 13139	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Plateskikk
	JKM	LaAS	JKM	A4
	Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
	10226869	RIG-TEG-350		00

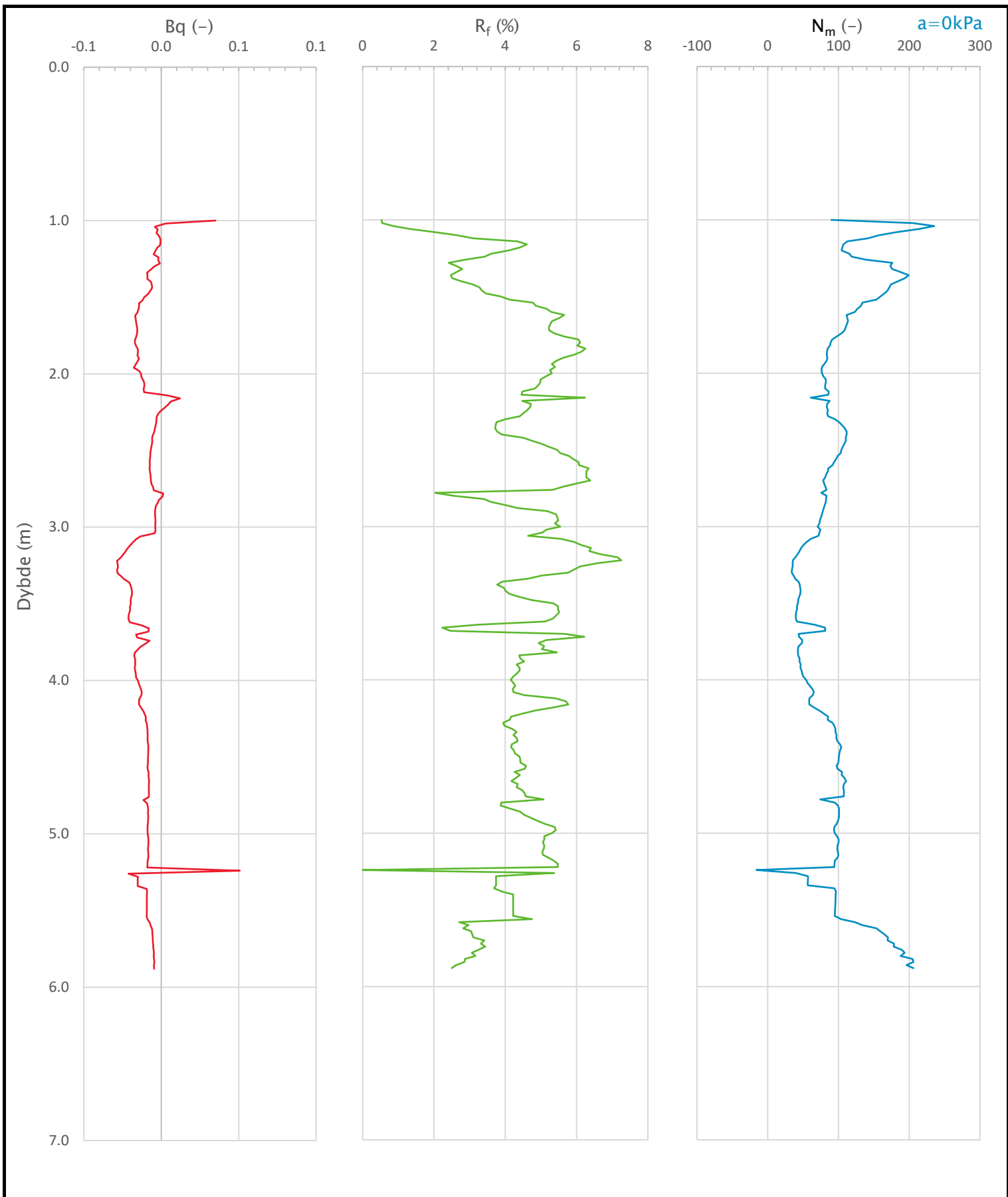
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5288		Boreleder	jan arne		
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)	4,6		
Kalibreringsdato	22.04.2021		Maks helning (°)	1,4		
Dato sondering	21-06-15		Maks avstand målinger (m)	0,02		
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1193		3857		3974	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,6395		0,0099		0,0192	
Arealforhold	0,8440		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	10,865		0,316		2,168	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7915,2		120,0		230,6	
Registrert etter sondering (kPa)	-65,2		0,2		0,1	
Avvik under sondering (kPa)	65,2		0,2		0,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,2		0,0		0,2	
Maksverdi under sondering (kPa)	21311,7		630,4		59,8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	67,1	0,3	0,2	0,0	0,4	0,6
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk	Helning	Temperatur	
OK	Ikke OK		OK	OK	OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10226869 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote 99,8
Gangbru Stokkbekken					1	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5288	
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JKM		LaAS	JSG	1	
	Utførende		Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult Norge AS		21-06-15	0	500.1		
			Rev. dato	12.08.2021		



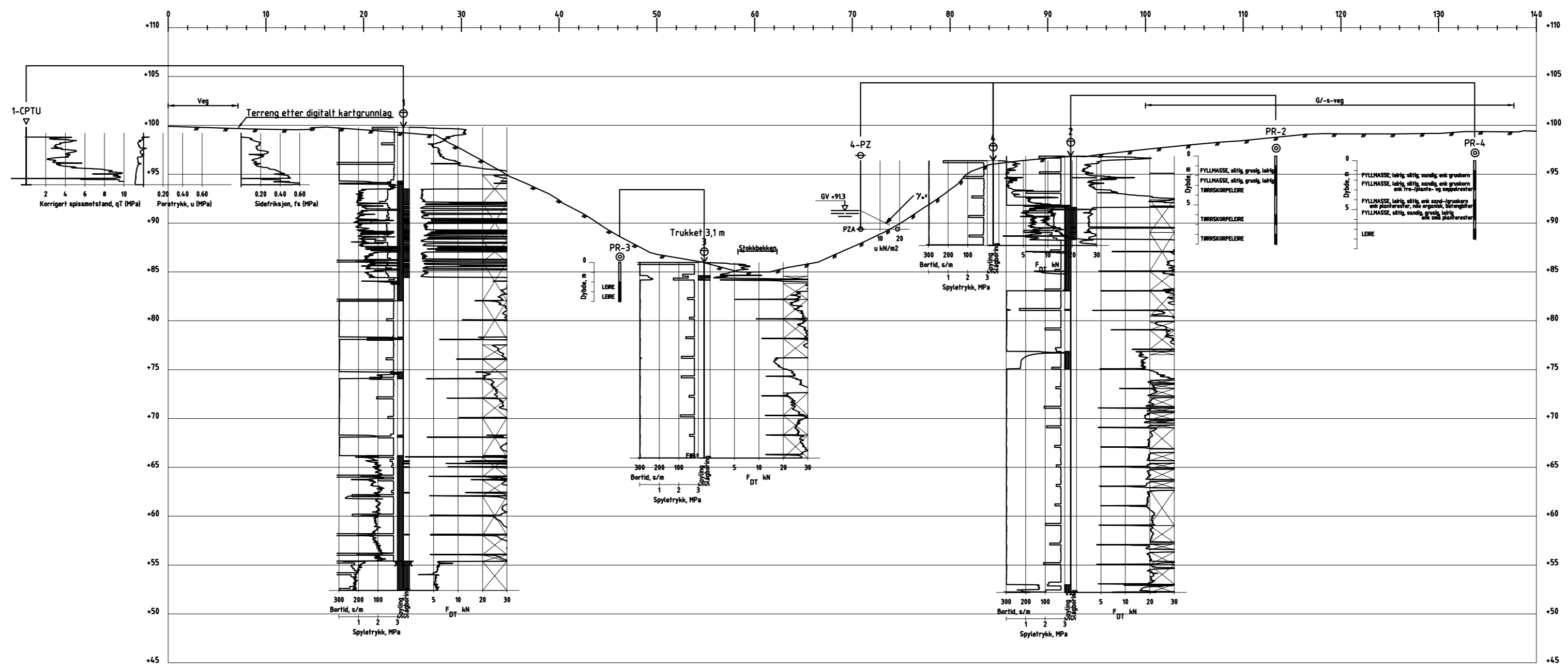
Prosjekt		Prosjektnummer: 10226869 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote 99,8
Gangbru Stokkbekken				1	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JKM	LaAS	JSG	RIG-TEG	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	500.2	
Multiconsult Norge AS	21-06-15	Rev. dato	0	12.08.2021	



Prosjekt		Prosjektnummer: 10226869 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote 99,8
Gangbru Stokkbekken				1	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JKM	LaAS	JSG	RIG-TEG	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	500.3	
Multiconsult Norge AS	21-06-15	Rev. dato	0 12.08.2021		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10226869 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote 99,8
Gangbru Stokkbekken				1	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JKM	LaAS	JSG	RIG-TEG	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	500.4	
Multiconsult Norge AS	21-06-15	Rev. dato	0	12.08.2021	



Profil A-A

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-
Trondheim kommune Gangbru Stokkbekken			Fag Geoteknikk	Format A2	
Profil A-A			Dato 12.08.2021	Format/Målestokk: 1:400	
Multiconsult www.multiconsult.no		Status Oppdragsnr. 10226869	Konstr./Tegnet JKM	Kontrollert LaAS	Godkjent JSG
			Tegningsnr. RIG-TEG-600	Rev. 00	

VEDLEGG 1

Kalibrerings skjema CPTU-sonde

(1 side)

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 5288

Probe No 5288
 Date of Calibration 2021-04-22
 Calibrated by Alexander Dahlin.....
 Run No 1422
 Test Class: ISO 1

Point Resistance Tip Area 10cm²

Maximum Load 50 MPa
 Range 50 MPa
 Scaling Factor **1193**
 Resolution 0,6395 kPa
 Area factor (a) 0,844

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 10,865 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction Sleeve Area 150cm²

Maximum Load 0,5 MPa
 Range 0,5 MPa
 Scaling Factor **3857**
 Resolution 0,0099 kPa
 Area factor (b) 0

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,316 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure

Maximum Load 2 MPa
 Range 2 MPa
 Scaling Factor **3974**
 Resolution 0,0192 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 2,168 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle. Scaling Factor: 0,93

Range 0 - 40 Deg.

Backup memory
Temperature sensor



Specialists in
 Geotechnical
 Field Equipment

VEDLEGG 2

Kalibrerings skjema poretrykksmåler

(1 side)

Calibration certificate for piezometer

PM Serial number: 13139 (with memory).

Calibration day: 20171129

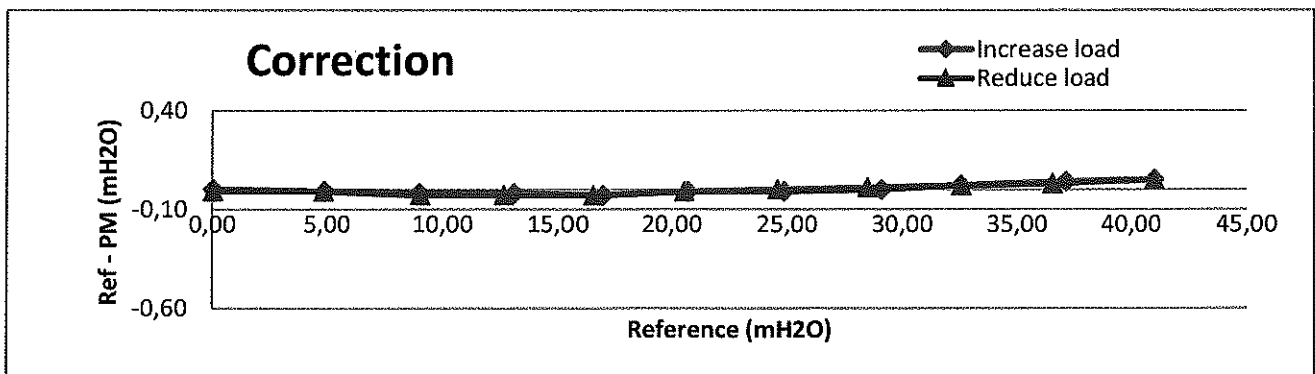
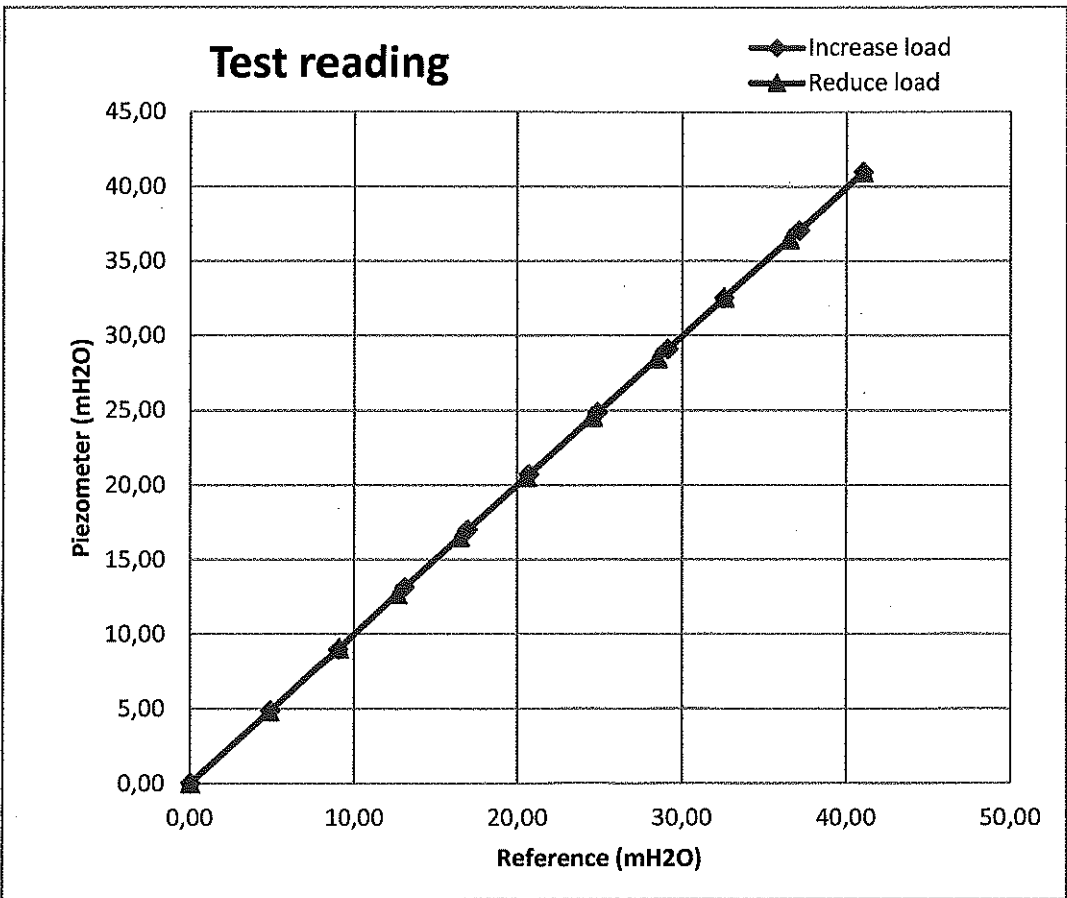
Calibrated by: *Mikael Engdahl*

Mikael Engdahl

Reference equipment: GE Druck PACE 1000

S/N: 4393171

Ref mH2O	PM mH2O	Corr mH2O
0,00	0,00	0,00
4,86	4,87	-0,01
8,95	8,97	-0,02
13,09	13,11	-0,02
16,95	16,98	-0,03
20,67	20,68	-0,01
24,83	24,84	-0,01
29,07	29,07	0,00
32,52	32,50	0,02
37,07	37,03	0,04
41,00	40,95	0,05
36,50	36,47	0,03
32,55	32,53	0,02
28,47	28,46	0,01
24,56	24,56	0,00
20,52	20,53	-0,01
16,48	16,51	-0,03
12,64	12,67	-0,03
9,01	9,04	-0,03
4,82	4,83	-0,01
0,00	0,01	-0,01

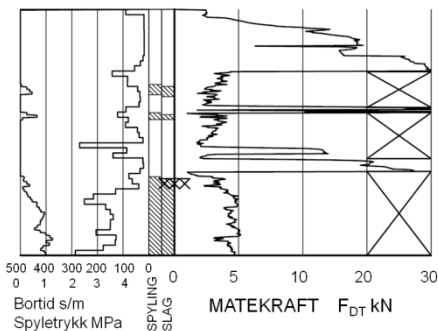


BILAG 1

Feltundersøkelser

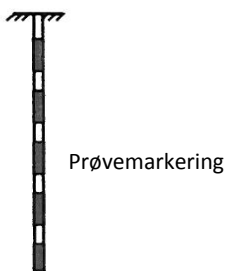
(2 sider)

<p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	<p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».</p>
<p>Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>	<p>Forboret 0,25 0,50 0,75 1,00 Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p>DREIESONDERING Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$-omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.</p>
<p>Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand 0 50 100 150 kNm/m</p>	<p>0 50 Q₀ kNm/m</p>	<p>RAMSONDERING Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming. $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$</p>
<p>CPT2 +18,5 5 10 15 Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene. Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).</p>	
<p>0 5 10 20 30 F_{DT} kN</p>	<p>DREIETRYKKSONDERING Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene. Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>	
<p>Stein Borsynk i berg cm/min. 10 15 20</p>	<p>BERGKONTROLLBORING Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.</p>	



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykksondring og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

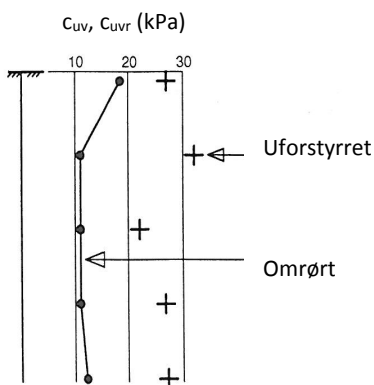
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

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

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

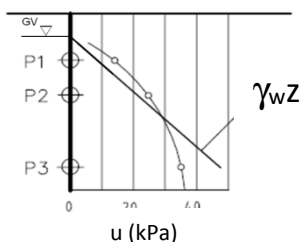
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der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

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



VINGEBORING

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



PORETRYKSMÅLING

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

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

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

MINERALSKE JORDARTER

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

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

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinholdet 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
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv Delvis fibrig torv, mellomtorv Amorf torv, svarttorv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene 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.

VANNINNHOOLD

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).

HUMUSINNHOOLD

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

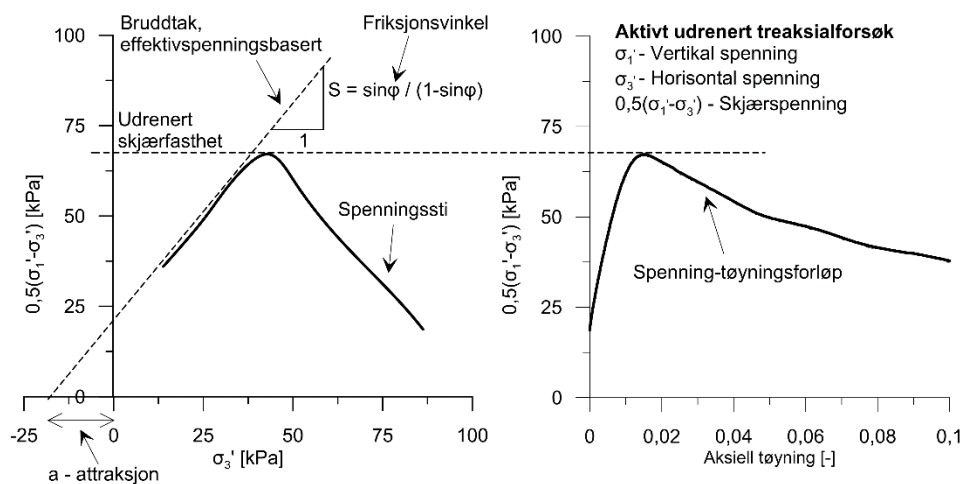
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet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

SKJÆRFASTHET

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

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

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

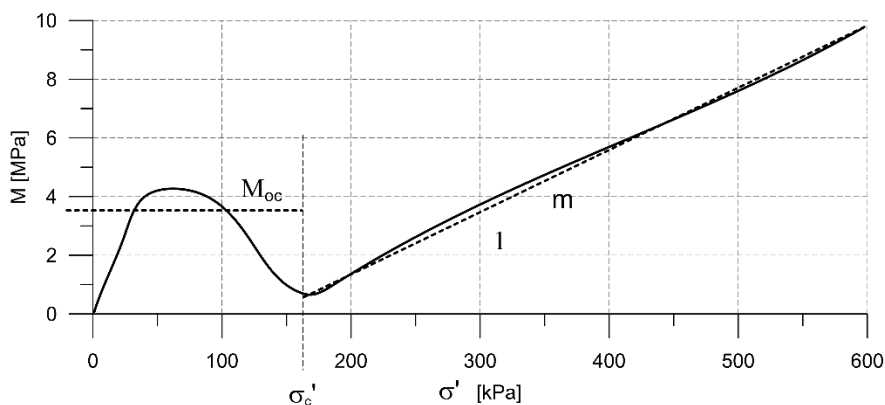


SENSITIVITET

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 $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .

**TELEFARLIGHET**

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

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

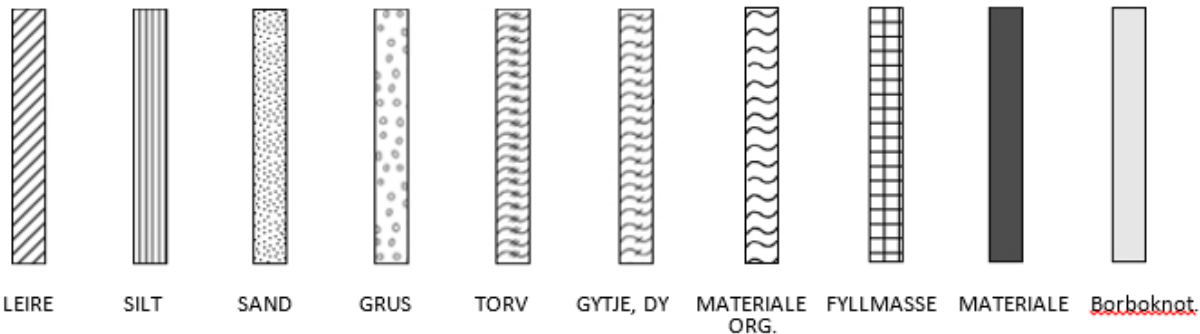
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved 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 betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

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

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

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

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

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

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

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

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

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

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

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser