RAPPORT

Sanna Østre, Skaun

OPPDRAGSGIVER

TOBB

EMNE

Datarapport – Supplerende geotekniske grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 9. februar 2022 / 00

DOKUMENTKODE: 10240199-RIG-RAP-001

Multiconsult

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

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

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	**Sanna Østre, Skaun**			DOKUMENTKODE	10240199-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Supplerende geotekniske grunnundersøkelser			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**TOBB**			OPPDRAGSLEDER	Tor-Helge Antonsen
KONTAKTPERSON	Jarle Skjulsvik			UTARBEIDET AV	Emil Trones
KOORDINATER	SONE: 32	Øst: 558747	Nord: 7020499	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR.	9/22 Skaun				

SAMMENDRAG

Trondheim og omegn boligbyggerlag (TOBB) planlegger to leilighetsbygg med felles kjeller, på tomt gnr./bnr. 9/22 i Buvika, Skaun kommune. Multiconsult er i den forbindelse engasjert for å utføre supplerende geotekniske grunnundersøkelser og presentere resultatene i en rapport med beskrivelse av grunnforholdene.

Undersøkelsesområdet ligger i Buvika i Skaun kommune. Tomta ligger på ca. kote +26, og har en gjennomsnittlig helning mot sjøen i nord på ca. 1:11. Det er boliger nord for området og Europavei 39 går ca. 100 m sør for undersøkelsesområdet.

Utførte feltundersøkelser omfatter:

- 3 stk. dreietrykksonderinger, avsluttet i løsmasser
- 2 stk. prøveserier med pose- og sylinderprøver i borpunkt 10 og 20
- 1 stk. trykksondering (CPTU) i borpunkt 20
- 1 stk. elektrisk poretrykksmåling i dybde 10 m under terreng i borpunkt 30

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper. Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Utførte supplerende grunnundersøkelser eller tidligere grunnundersøkelser påtreffer ikke berg. Det er boret inntil 44 m under terreng. Poretrykketet er antatt tilnærmet hydrostatisk fordelt, og grunnvannsspeil er tolket på dybde 5,6 m og 2,8 m under terreng i hhv. borpunkt 5 og 30.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene generelt består av middels fast leire over kvikkleire. Mot vest blir mektigheten av den middels faste leira i toppen mindre, og overgang til kvikkleira tolkes helt vest på tomta å ligge kun ca. 1 – 2 m under terrengnivå. Det er ikke påtruffet noen vesentlig fastere løsmasselag i dybden i noen borhull.

00	09.02.2022	Sanna Østre, Skaun – Datarapport – Supplerende geotekniske grunnundersøkelser	Emil Trones	Tor-Helge Vehn Antonsen	Tor-Helge Vehn Antonsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 5
1.1 Formål og bakgrunn 5
1.2 Utførelse 5
1.3 Kvalitetssikring og standardkrav 5
1.4 Innhold og bruk av rapporten 5
2 Områdebeskrivelse 6
2.1 Befaring 6
2.2 Området og topografi 6
3 Geotekniske grunnundersøkelser 8
3.1 Tidligere grunnundersøkelser 8
3.2 Utførte grunnundersøkelser 8
3.2.1 Feltundersøkelser 8
3.2.2 Laboratorieundersøkelser 9
4 Grunnforholdsbeskrivelse 10
4.1 Kvartærgeologisk kart 10
4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred 10
4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser 11
4.3.1 Generelt 11
4.3.2 Dybde til berg 11
4.3.3 Løsmasser 11
4.3.4 Poretrykk og grunnvann 12
5 Geoteknisk evaluering av resultatene 13
5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder 13
5.2 Viktige forutsetninger 13
5.3 Undersøkelses- og prøvekvalitet 13
5.4 Måling av poretrykk 13
5.5 Påvisning av bergnivå 13
6 Behov for supplerende grunnundersøkelser 15
7 Referanser 15

TEGNINGER

10240199-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-200 til -201	Geotekniske data, borpunkt 10 og 20
	-350	Piezometeravlesning, borpunkt 30
	-400.1 til 401.2	Ødometerforsøk, borpunkt 20 m, dybde: 3,8 m
	-450.1 til 451.5	Treaksialforsøk, borpunkt 10, dybde: 4,45 m
	-500.1 til -500.4	Trykksondering (CPTU), borpunkt 20, dybde: 25 m

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde
2. Kalibreringsskjema poretrykksmåler

BILAG

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

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

Trondheim og omegn boligbyggerlag (TOBB) planlegger to leilighetsbygg med felles kjeller, på tomt gnr./bnr. 9/22 i Buvika, Skaun kommune. Multiconsult er i den forbindelse engasjert for å utføre supplerende geotekniske grunnundersøkelser, samt geoteknisk prosjektering for tiltaket.

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra de supplerende geotekniske grunnundersøkelsene. Geoteknisk prosjektering dokumenteres i form av egne notater/rapporter

1.2 Utførelse

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

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

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen 607 H i desember 2021, under ledelse av Jan-Arne Hegglund. Alle kotehøyder refererer til NN 2000, og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 UTM 32, med CPOS nøyaktighet.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 3/2021.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [2] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [3].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [4] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [5].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

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

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

2 Områdebeskrivelse

2.1 Befaring

Befaring på området ble foretatt av geotekniker Emil Trones 25.01.2022.

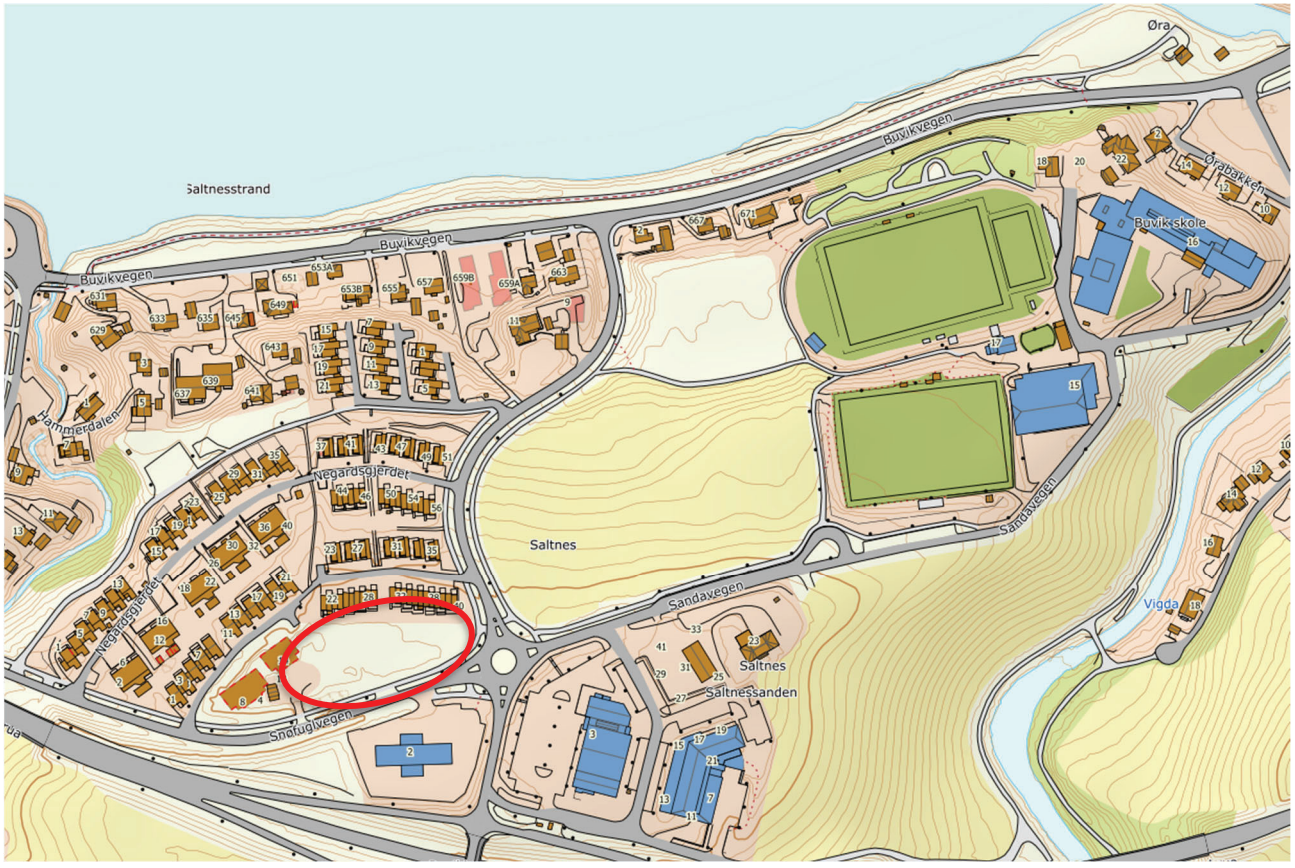
2.2 Området og topografi

Figur 2-1 og Figur 2-2 viser hhv. oversiktskart og flyfoto over undersøkelsesområdet.

Tomta ligger på ca. kote +26, og har en gjennomsnittlig helning mot sjøen i nord på ca. 1:11.

Det er boligbebyggelse nord og vest for undersøkelsesområdet. Snøfuglveien og en bensinstasjon grenser til området i sør. Ca. 100 m sør for planområdet ligger Europavei 39, med tilhørende på- og avkjøringsramper.

Iht. NVE atlas [6] er det registrert en skredhendelse på aktuell tomt, fra år 1702, som tok hus og flere menneskeliv. Antatt skredkant går gjennom vestlig del av tomta, og er synlig på gamle flyfoto (se Figur 2-3). Antatt skredkant er ikke synlig i dagens terreng, og antas planert. Det antas derav videre at østlig del av tomta er fylt opp.



Figur 2-1: Oversiktskart med undersøkt område [Kilde: kartverket]

Figur 2-2: Flyfoto over undersøkelsesområdet, tatt i 2020. Hvit stiplet linje angir omtrentlig plassering av tidligere skredkant, som ses i Figur 2-2 [Kilde: kartverket]

Figur 2-3: flyfoto fra 1947. Hvit stiplet linje viser antatt skredkant gjennom undersøkelsesområdet [Kilde: kartverket]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Tidligere relevante grunnundersøkelser er presentert i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
[7]	416021-RIG-RAP-001	Multiconsult	2014	TOBB	Grunnundersøkelser – Datarapport. Sanna Østre, Buvika.	Ja
[8]	UD547B-16B	Statens vegvesen	2000	Statens vegvesen	E 39 Øysand-Thamshavn. Datarapport 3 massedeponi i buvika	Ja

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Benyttet koordinat og høydesystem er presentert i Tabell 3-2. Koordinater for utført feltundersøkelser er presentert i Tabell 3-3.

Borpunktenes (BP.) plassering er vist på borplan, se tegning -010. Utskrifter av sonderinger er vist i profil i tegning -600 t.o.m. 601. Utskrift av CPTu er presentert i tegning 500.1-500.4.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs-masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
10	7020473,3	558727,8	25,7	DTR	25,0	-	25,0	
				PR	10,0	-	10,0	
20	7020489,8	558727,1	26,3	DTR	25,0	-	25,0	
				CPTU	25,0	-	25,0	
				PR	7,5	-	7,5	Vannspeil observert ca. 0,8 m under terreng
30	7020493,2	558708,8	26,5	DTR	25,0	-	25,0	
				PZ	10	-	11	Rør stikker 1 m over terreng

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

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

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

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

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 2 poseprøver
- Rutineundersøkelser av 4 sylinderprøver (54 mm)
- Konsistensgrenser i en poseprøve og en sylinderprøve
- Ødometerforsøk og korndensitet i en sylinderprøve
- Treaksialforsøk og korndensitet i en sylinderprøve

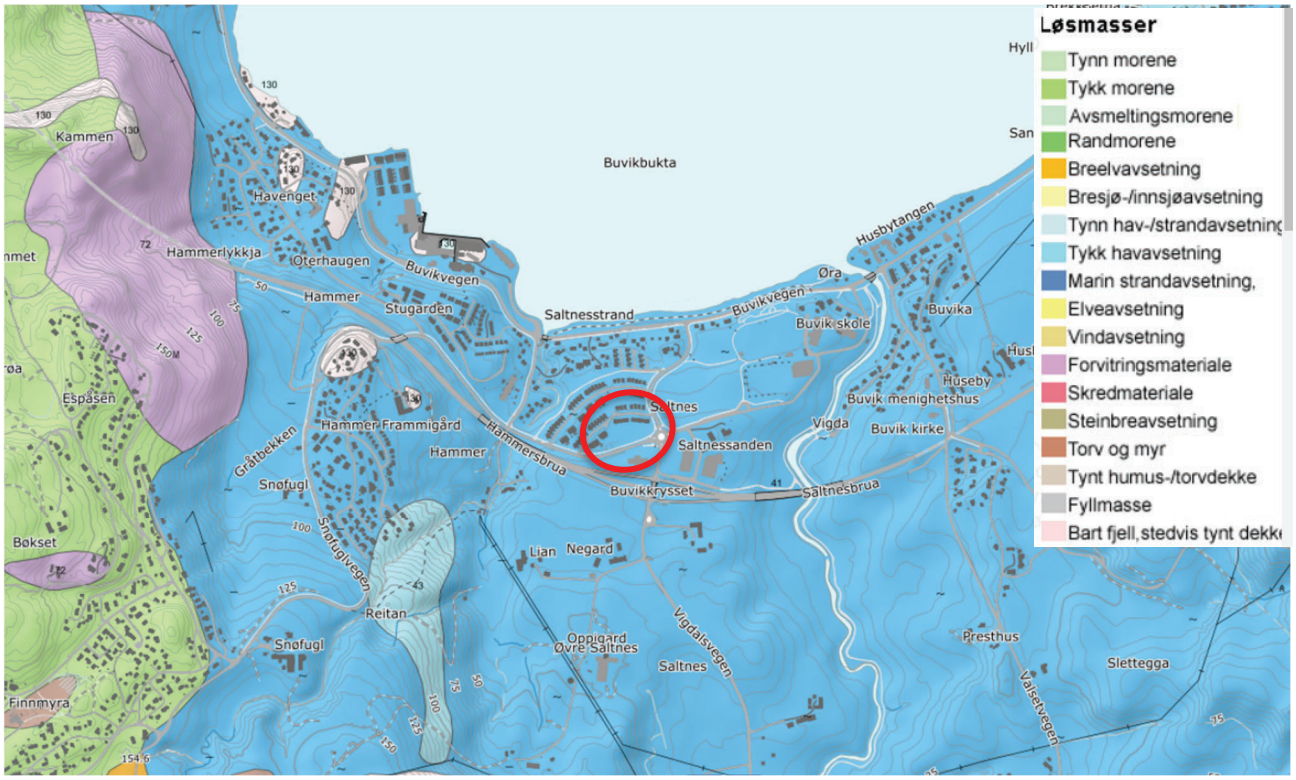
Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning 200 og 201. Resultatene fra ødometerforsøket er presentert i tegning 400.1-400.2. Resultatene fra treaksialforsøket er presentert i tegning 450.1-450.5.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at området er dominert av hav- og fjordavsetning. Avsetningene er typisk finkornige med mektighet fra 0,5 m til flere ti-tall meter. Det er få eller ingen bergblotninger i slike områder.

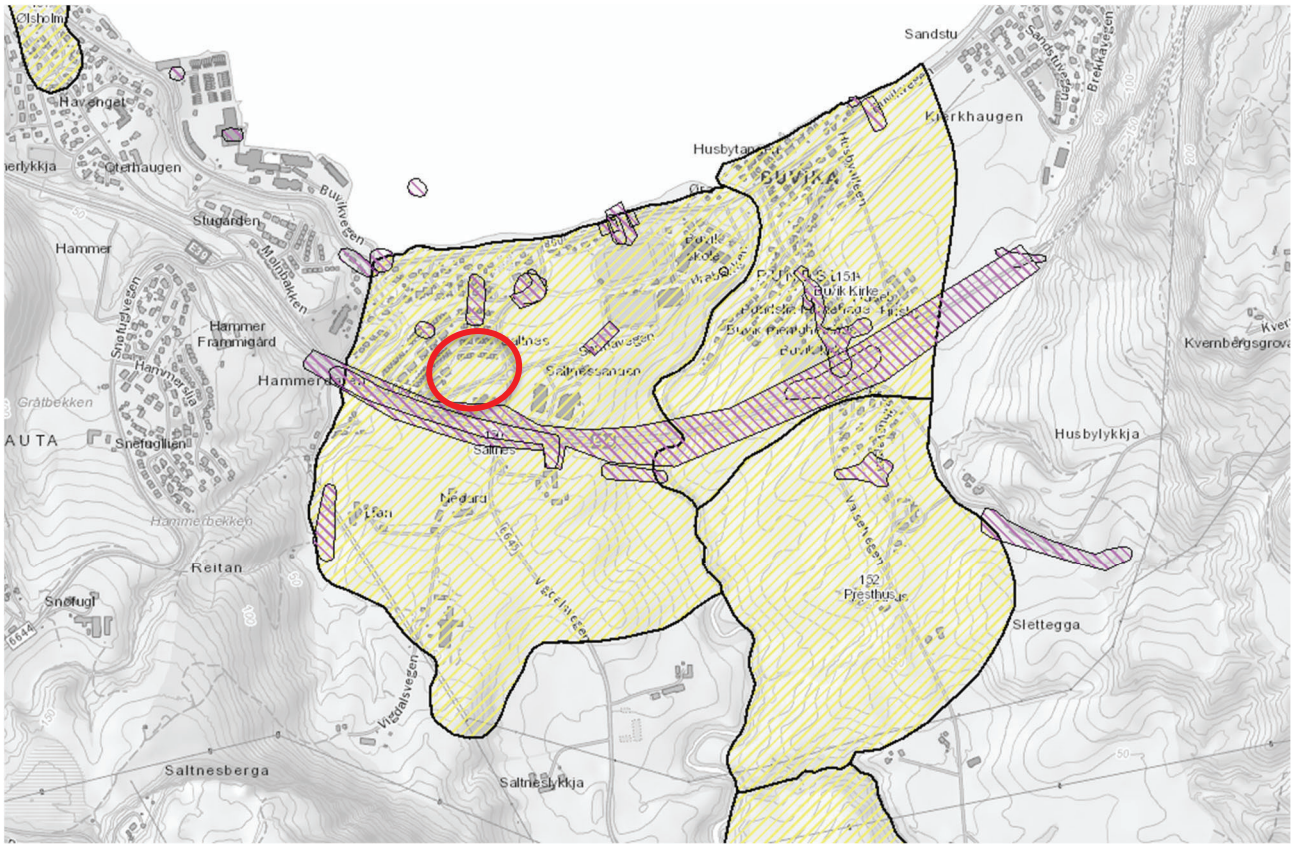
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen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



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

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

Figur 4-2 viser utklipp fra registrerte kvikkleiresonder i NVE atlas [6]. I henhold til kartet ligger området i kvikkleiresone nr. 150 Saltnes, med lavfaregrad, konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3. Kvikkleiresonen henger sammen med andre kvikkleiresoner som til sammen utgjør et areal på 3,1 km^2. Statens vegvesen har et kvikkleireområde ca. 40 m sør for undersøkelsesområdet. Opptatte prøver fra tidligere grunnundersøkelser [7] på aktuell tomt, påviser kvikkleire.



Figur 4-2: Registrerte faresoner for kvikkleireskred [Kilde: NVE-Atlas]. Gul skravur: kvikkleiresone middels faregrad, lilla skravur: SVV kvikkleireområder. Undersøkelsesområdet er markert med rød sirkel.

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

Det er boret 25 m under terrengnivå (kote +0,7) uten at bergoverflate er påtruffet. Borpunkt 6 fra tidligere grunnundersøkelser i 2014 [7] er avsluttet 44 m under terreng (kote -18,4) uten at bergoverflate er påtruffet.

4.3.3 Løsmasser

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene generelt består av middels fast leire over kvikkleire. Mot vest blir mektigheten av den middels faste leira i toppen mindre, og overgang til kvikkleira tolkes helt vest på tomta å ligge kun ca. 1 – 2 m under terrengnivå. Det er ikke påtruffet noen vesentlig faste løsmasselag i dybden i noen borhull.

Løsmassefordelingen er gjenkjennbar mellom de ulike sonderingene, se tegning -600 og -601. De tre supplerende sonderingene (BP. 10, 20 og 30) viser et fastere lag i toppen, med tykkelse mellom 1,2 m til 2,5 m, tynnest i vest. Sonderingskurvene er relativt jevne, noe som indikerer homogene kohesive løsmasser (leire og silt) med lite innhold av sand/grus. Under fastere topplag varierer sonderingsmotstanden mellom konstant og svakt økende med dybden.

Opptatte prøver fra *BP. 10* mellom 4-5 m og 9-10 m har omrørt skjærstyrke mellom 0,09 og 0,18 kPa, og uomrørt skjærstyrke mellom 18-45 kPa. Leiren klassifiseres dermed som kvikkleire og bløt til

middels fast. Sensitiviteten er mellom 100-283, og leiren klassifiseres derav som meget sensitiv. Vanninnholdet er mellom ca. 30-35 %, og plastisitetsindeksen er ca. 8. Densiteten er målt til 1,90 g/cm^3 og 1,96 g/cm^3 for hhv. dybde 4 og 9 m under terreng.

Opptatte prøver fra *BP. 20* i dybdeintervallet 1-2 m under terreng viser omrørt skjærstyrke ca. 45 kPa, og leiren regnes dermed som middels fast til fast. Vanninnholdet i dybdeintervallet er ca. 23 %. Mellom dybde 3-4,5 m viser opptatte prøver uomrørt skjærstyrke ca. 32 kPa og omrørt skjærstyrke ca. 2-3 kPa. Sensitiviteten er mellom 10-14 og plastisitetsindeksen er ca. 11. Leiren klassifiseres dermed som middels sensitiv og middels plastisk. I dybdeintervallet 6,5-7,5 m under terreng klassifiseres leira som kvikkleire, med en omrørt skjærstyrke 0,07 kPa, og uomrørt skjærstyrke mellom 14-16 kPa. Sensitiviet er mellom 185-206, og leira regnes dermed som meget sensitiv. Vanninnholdet mellom dybde 2-7 m under terreng er mellom 30%-40%, og densiteten er 1,94 g/cm^3 og 1,87 g/cm^3 for hhv. dybde 3,5 m og 7,5 m under terreng.

Utførte supplerende grunnundersøkelser stemmer bra overens med tidligere utførte grunnundersøkelser [7] [8]. Tidligere grunnundersøkelser viser også en middels fast til fast leire over kvikkleire/bløt leire. Mektigheten av den faste leira i toppen er størst i øst.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er foretatt måling med elektrisk piezometer på tomta i BP. 30. Ut fra dette er grunnvannsspeilet tolket å ligge på ca. kote +23,65, som tilsvarer ca. dybde 2,85 m under terrengnivå.

Grunnvannsspeil er også tolket fra avlesning av poretrykksmålere etablert i BP. 5, i forbindelse med grunnundersøkelser utført på tomta i 2014 [7]. Resultat fra avlesninger er presentert i Tabell 4-1. Basert på dette tolkes det å være tilnærmet hydrostatisk fordeling av poretrykk videre ned i dybden, fra ca. 5,7 m under terrengnivå i BP. 5.

Tabell 4-1: Resultat fra poretrykksmåling i BP.5.

Dybde under terreng [m]	Løsmasser ved måledybde	Tolket grunnvannstand under terreng [m]				
		Dato for avlesning				
		16.01.14	18.02.14	20.12.21	07.01.22	24.01.22
6,0	Tørrskorpig leire med enkelte siltlag og finsandlinser	5,65	5,7	5,6	5,6	5,6
12,0	Leire med enkelte gruskorn	5,85	5,96	5,8	5,9	5,6

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er ikke samsvar mellom koter fra utførte sonderinger og terrengmodell. Terrengmodellen er fra 2014 og det er utført terrengendringer på tomta siden det.

5.2 Viktige forutsetninger

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

5.3 Undersøkelses- og prøvekvalitet

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

Enaksielle trykkforsøk i BP. 10 og BP. 20 på hhv. dybde 9,4 m og 3,9 m, har bruddtøyning lavere enn 5% og prøvekvaliteten regnes derav som god. Enaksielle trykkforsøk i BP. 10 og BP. 20 på hhv. dybde 6,9 m og 4,4 m har noe høyere bruddtøyning. Noe som indikerer at disse prøvene er noe mer forstyrret. Prøvekvaliteten vurderes likevel som akseptabel i sistnevnte dybdeintervaller, basert på visuell inspeksjon av spennings-tøyningsdiagram.

Prøvekvaliteten på ødometer i BP. 20 vurderes som god.

Treaksialforsøk fra BP. 10 viser utpresset porevann 1,7 % og endring i poretall 0,04. Dette klassifiserer forsøket som meget godt [9].

5.4 Måling av poretrykk

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Registreringene i borpunkt 30 viser lite variasjon over måleperioden på ca. to måneder, men dette er en relativt kort måleperiode. Registreringene i borpunkt 5 gjelder kun for de tidspunktene det ble målt. Det kan derfor ikke utelukkes at variasjonen over året eller i nedbørsintensive perioder er større enn det som er påvist ved måling i denne omgang. Behov for nye avlesninger må vurderes fortløpende av RIG i både prosjekterings- og utførelsesfasen. Ingen av de etablerte poretrykksmålerne kan fjernes uten at samtykke til dette først er innhentet fra RIG.

5.5 Påvisning av bergnivå

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

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

3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

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

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

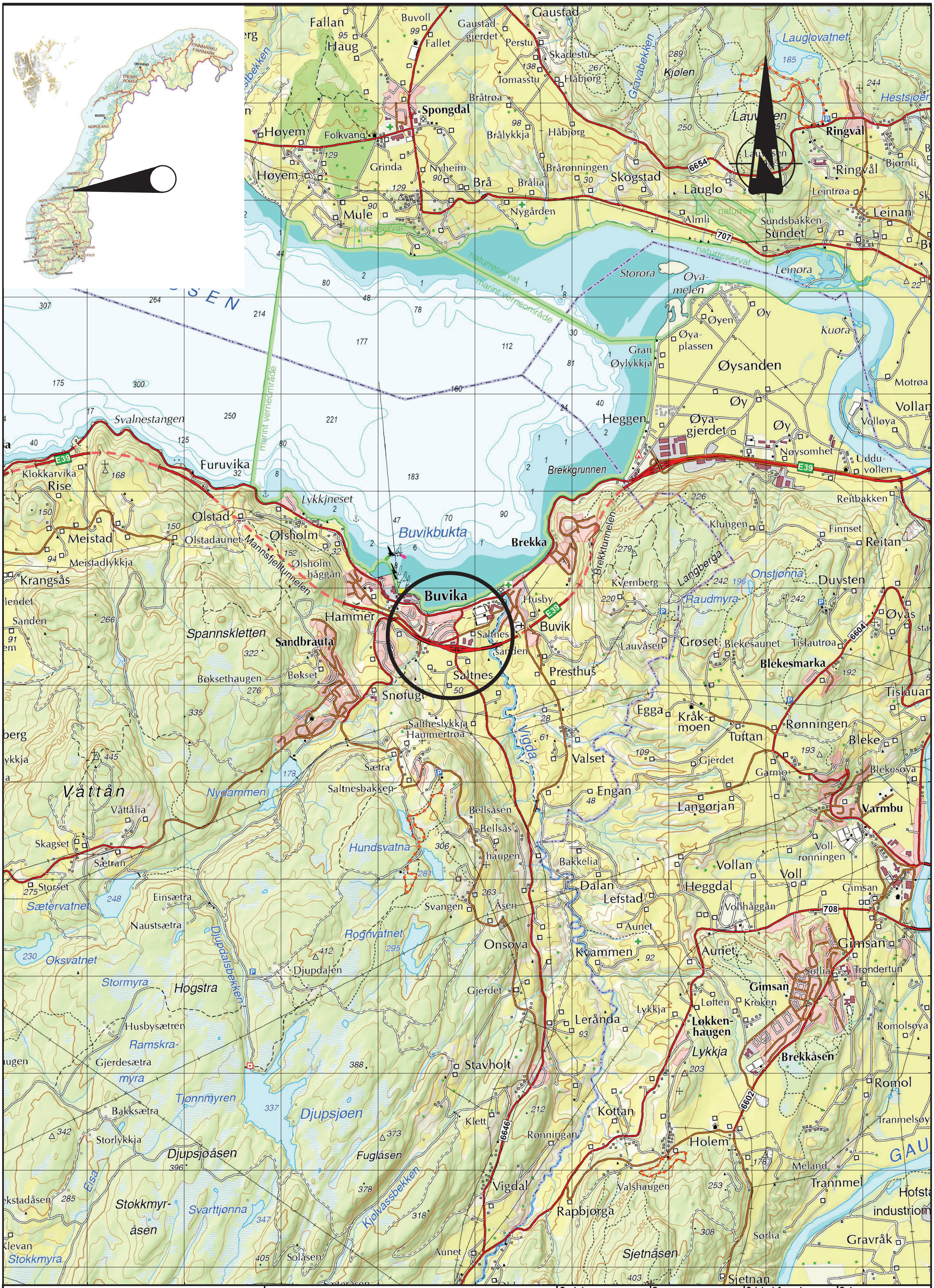
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

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

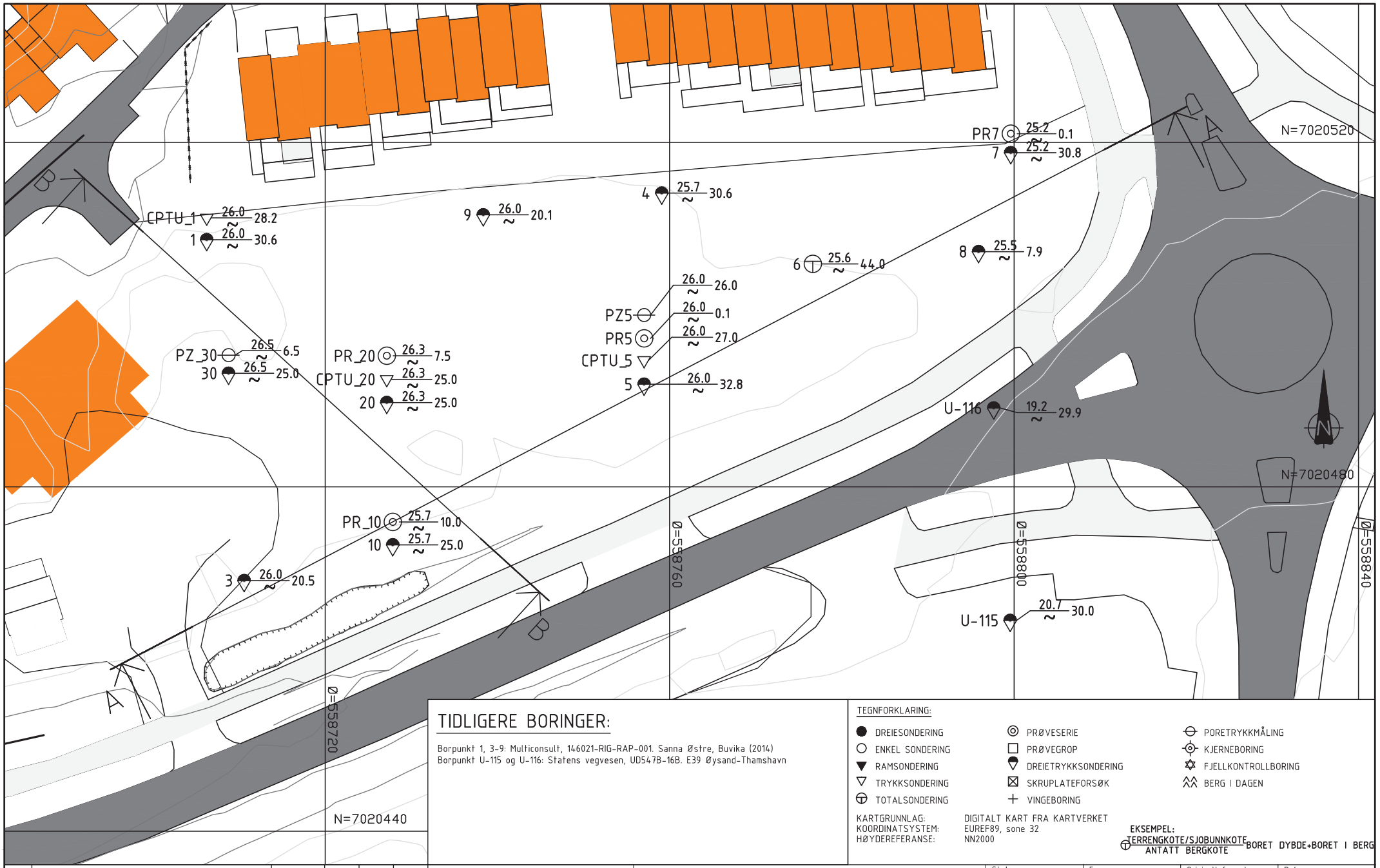
Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene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

7 Referanser

[1] Standard Norge, "Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)."
[2] Standard Norge, "Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)," Jun. 2016.
[3] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), "NGF-Melding nr. 1-11."
[4] NGF, "Melding nr. 2. Veiledning for symboler og efinisjoner i geoteknikk. Identifisering og klassifisering av jord.," revidert 2011 1982.
[5] Standard Norge, "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)," Sep. 2010.
[6] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE), "atlas.nve.no." [Online]. Available: atlas.nve.no
[7] Multiconsult, "416021-RIG-RAP-001. Grunnundersøkelser – Datarapport. Sanna Østre, Buvika.," Mar. 2014.
[8] Statens Vegvesen, "UD547B-16B. E 39 Øysand-Thamshavn. Datarapport 3 massedeponi i buvika," Jun. 2000.
[9] Statens Vegvesen, *Geoteknikk i vegbygging, Håndbok V220*. 2018.



Multiconsult www.multiconsult.no	Boligbyggelaget TOBB SANNA ØSTRE, SKAUN Oversiktskart	Revisjon: 00	Fag: RIG	Original format: A4	Dato: 2022-01-06
		Konstr./Tegnet: EMT	Kontrollert: THVA	Godkjent: THVA	Målestokk: 1:50000
		Oppdragsnr.: 10240199		Tegningsnr.: RIG-TEG-000	



TIDLIGERE BORINGER:

Borpunkt 1, 3-9: Multiconsult, 146021-RIG-RAP-001. Sanna Østre, Buvika (2014)
Borpunkt U-115 og U-116: Statens vegvesen, UD547B-16B. E39 Øysand-Thamshavn

TEGNFORKLARING:

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

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32
HØYDEREFERANSE: NN2000

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

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Utarbeidelse	2022-02-02	EMT	THVA	THVA

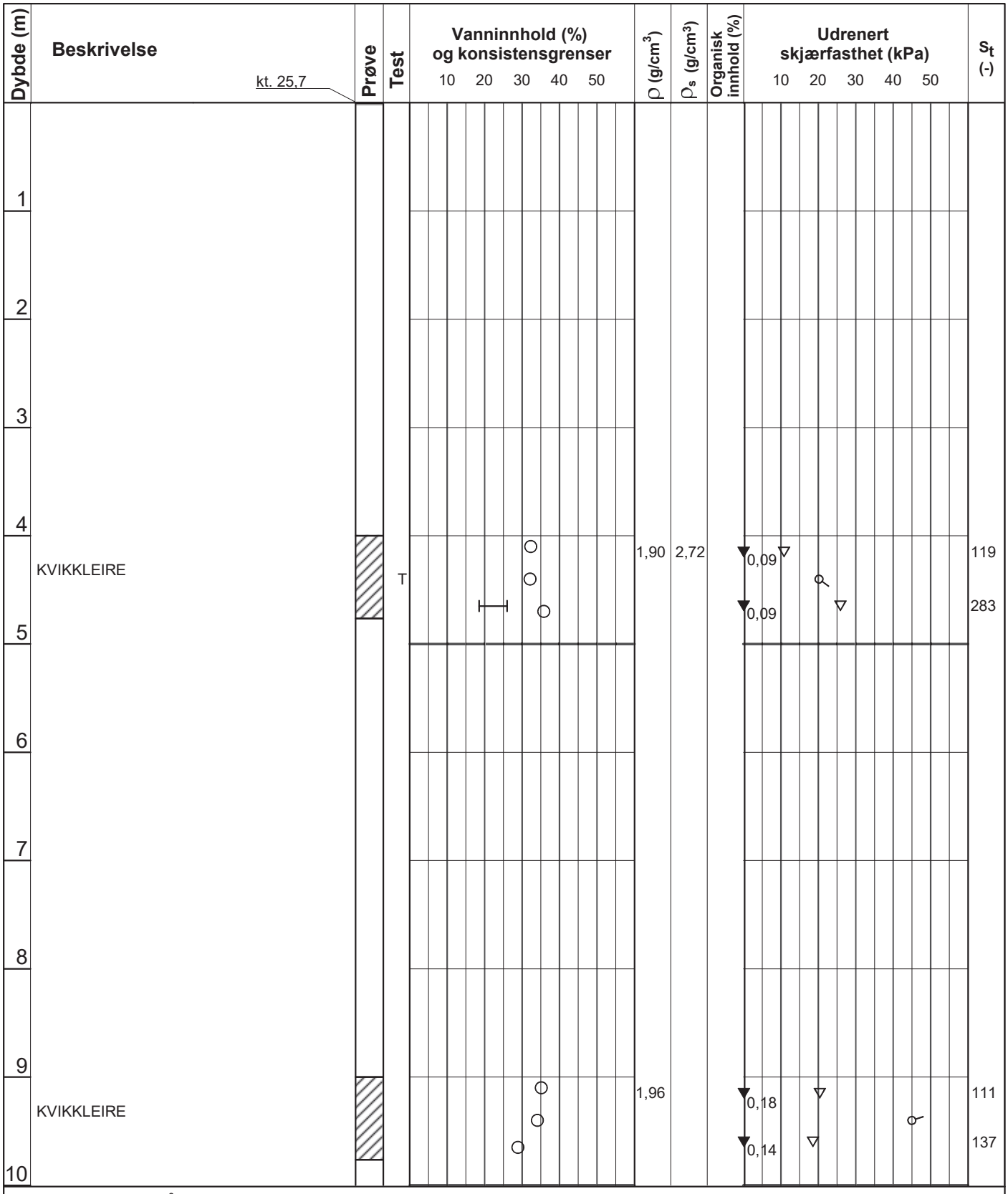
Multiconsult
www.multiconsult.no

Boligbyggelaget TOBB
SANNA ØSTRE, SKAUN
Borplan

Status	Fag	Originalt format	Dato
Godkjent	RIG	A3	2022-02-02
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
EMT	THVA	THVA	1:400

Oppdragsnr.: 10240199
Tegningsnr.: RIG-TEG-001
Rev.: 00

\\trh-nasuni-01\TRH_Prosjekt\010240\10240199-01\10240199-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10240199-01 RIG\10240199-01-04 TEGNINGER\10240199-RIG-TEG-001 Borlan.dwg, - Layout: (001 (A3 liggende)), - Plottet av: emt, Dato: 2022.02.02 kl 19:04



Symboler:

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

Vanninnhold

Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017

Omrørt konus

Uomrørt konus

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

Ø = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok:

PRØVESERIE

Borhull: 10

Boligbyggelaget TOBB

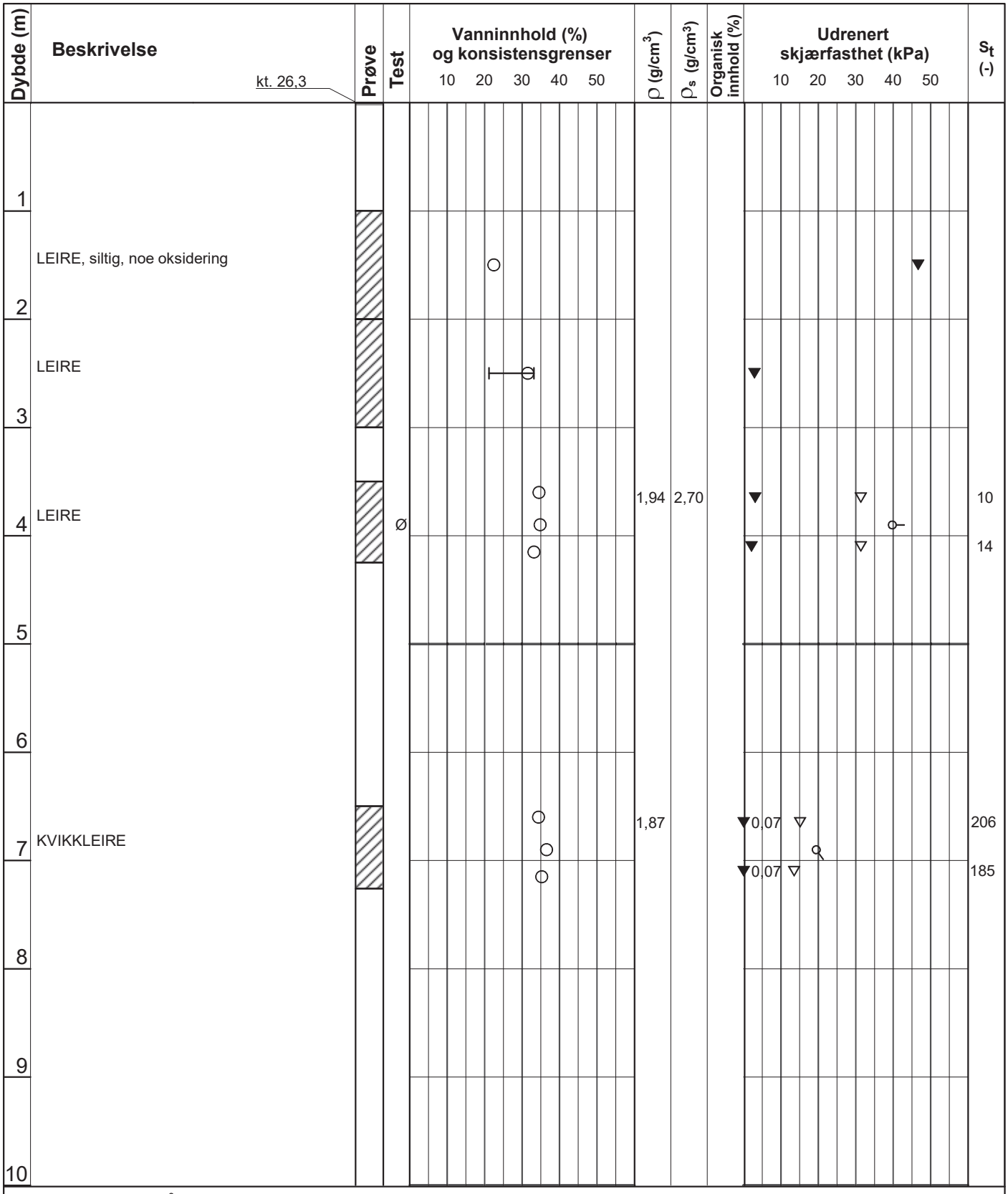
Sanna Østre, Skaun

Dato: 2022-01-18

Multiconsult

www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
mash/vt	vt	THVA
Oppdragsnummer:	**Tegningsnr.:**	**Rev. nr.:**
10240199	RIG-TEG-200	00



Symboler:

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

Vanninnhold
Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017
Omrørt konus
Uomrørt konus

ρ = Densitet
ρ_s = Korndensitet
S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok:

PRØVESERIE

Borhull: 20

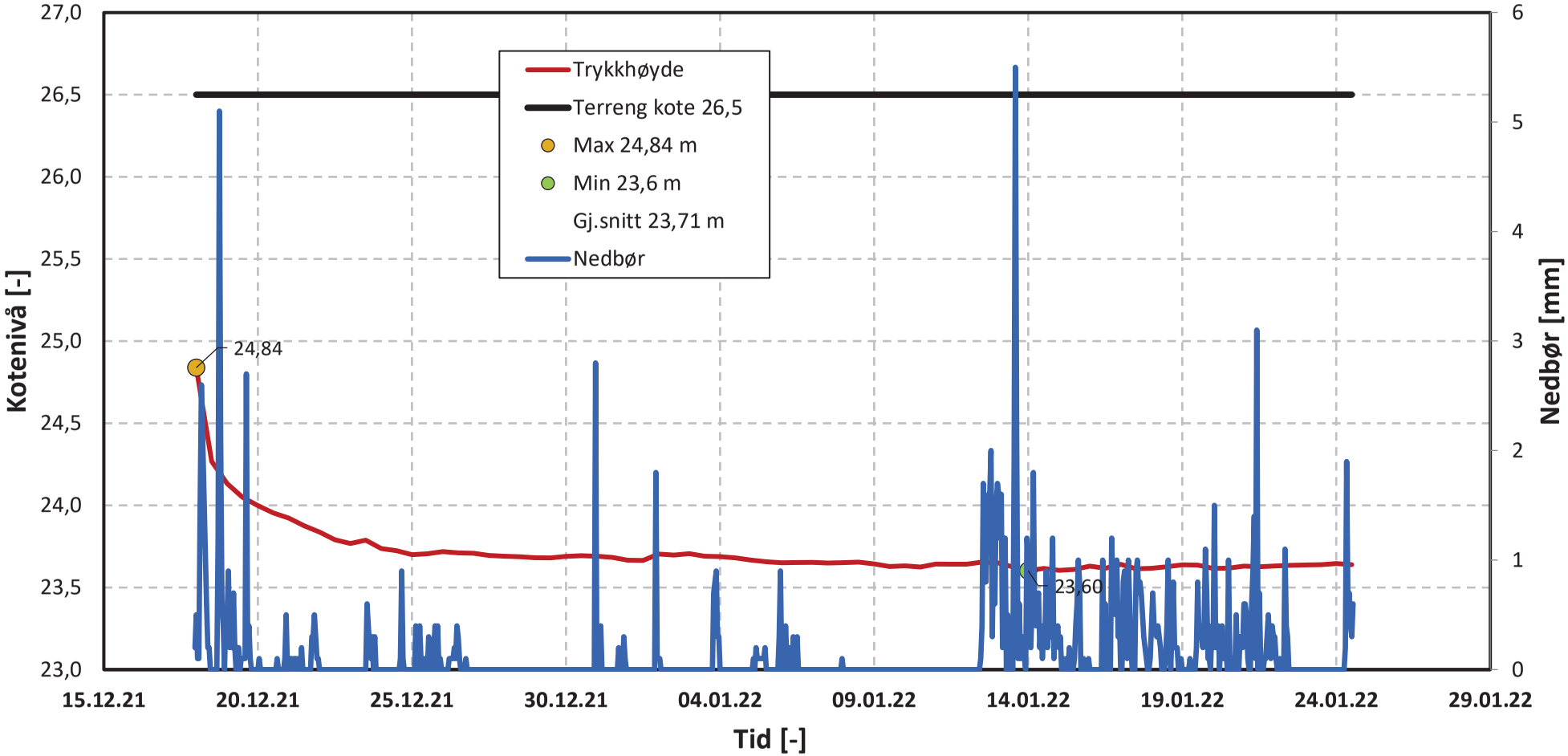
Boligbyggelaget TOBB

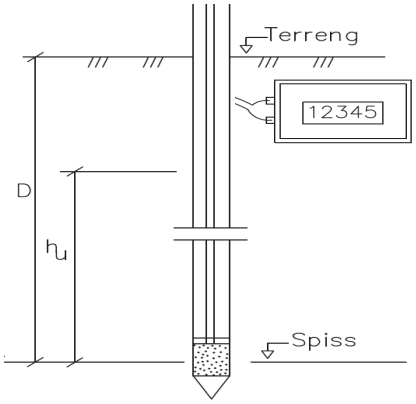
Sanna Østre, Skaun

Dato: 2022-01-20

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
mash/vt	vt	THVA
Oppdragsnummer:	**Tegningsnr.:**	**Rev. nr.:**
10240199	RIG-TEG-201	00

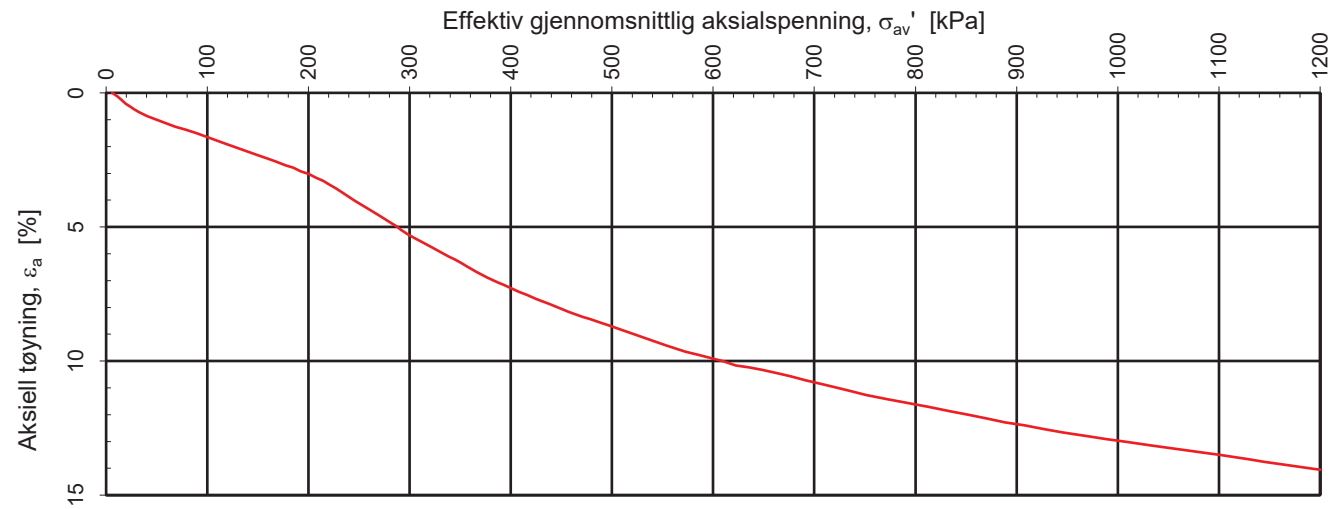


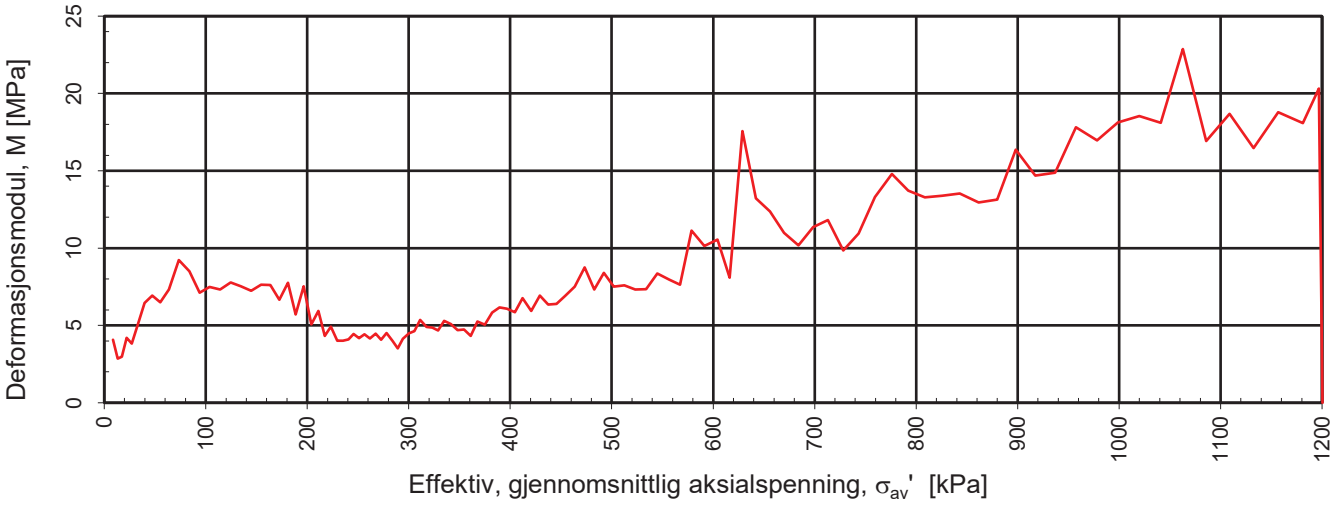


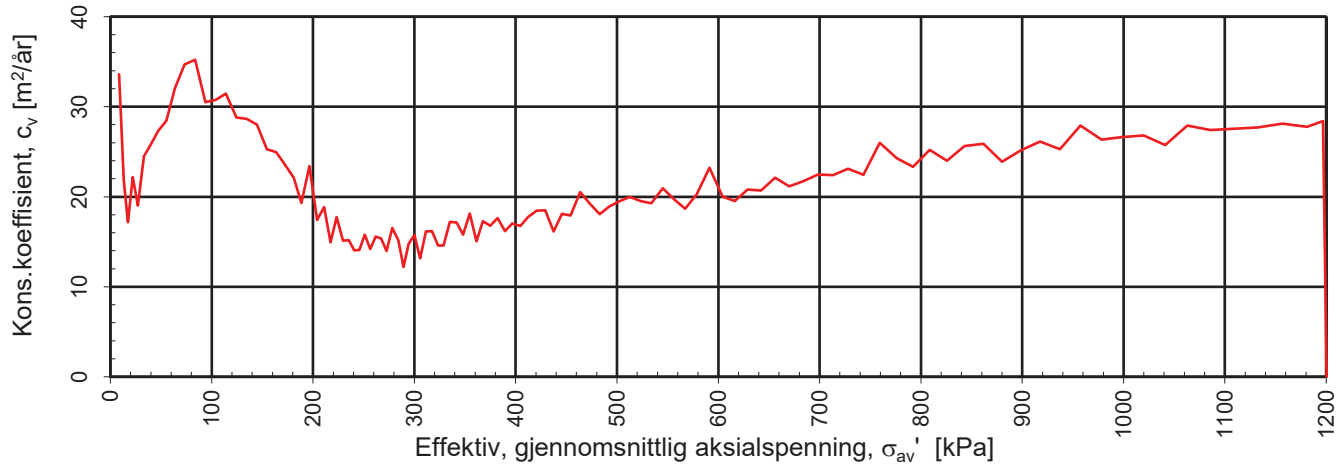
Koordinat NORD (X)	7020489,8
Koordinat ØST (Y)	558727,1
Merknad	-
Korrigert for lufttrykk	Ja
Dybde under terreng (D)	10 m
Filterspiss kote	16,5

Multiconsult
www.multiconsult.no

Type: Elektriske poretrykksmålere	Borpunkt: BR20	Id: 30243	Installert dato: 18.12.21	Borbok nr.: Digital
Boligbyggerlaget TOBB	Status: Godkjent	Fag: RIG	Originalt format: A4	Dato: 02.02.22
Sanna Østre, Skaun	Konstr./Tegnet: EMT	Kontrollert: THVA	Godkjent: THVA	Målestokk: A4
Poretrykksregistrering	Oppdragsnr.: 10240199	Tegningsnr.: RIG-TEG-350		Rev.: 00







Densitet ρ (g/cm^3): **1,94**
Vanninnhold w (%): **34,90**

Boligbyggelaget TOBB

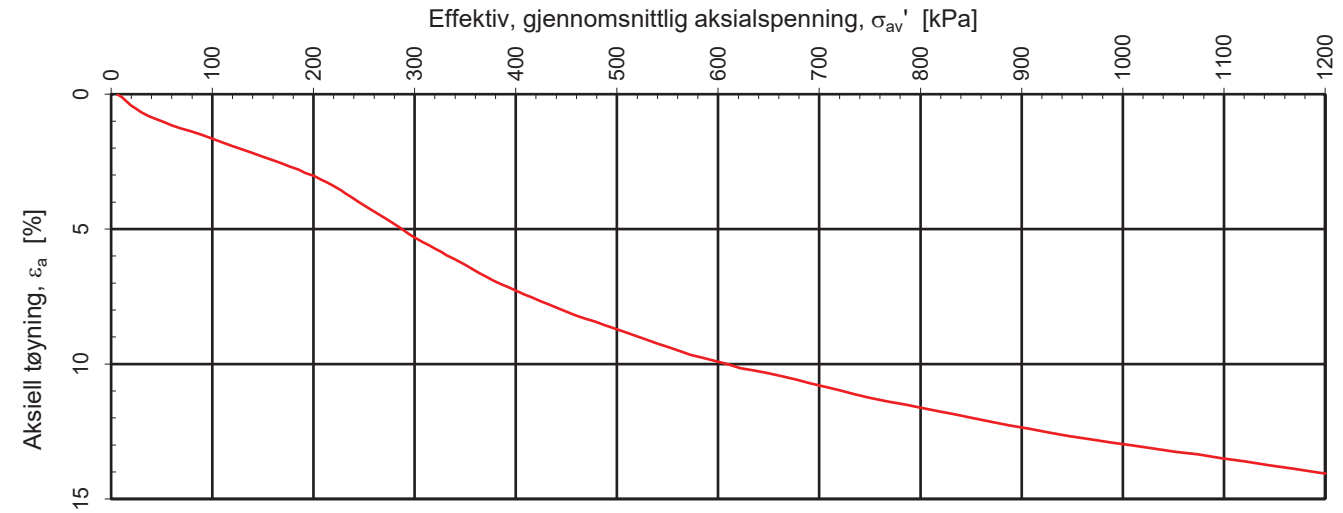
Sanna Østre, Skaun

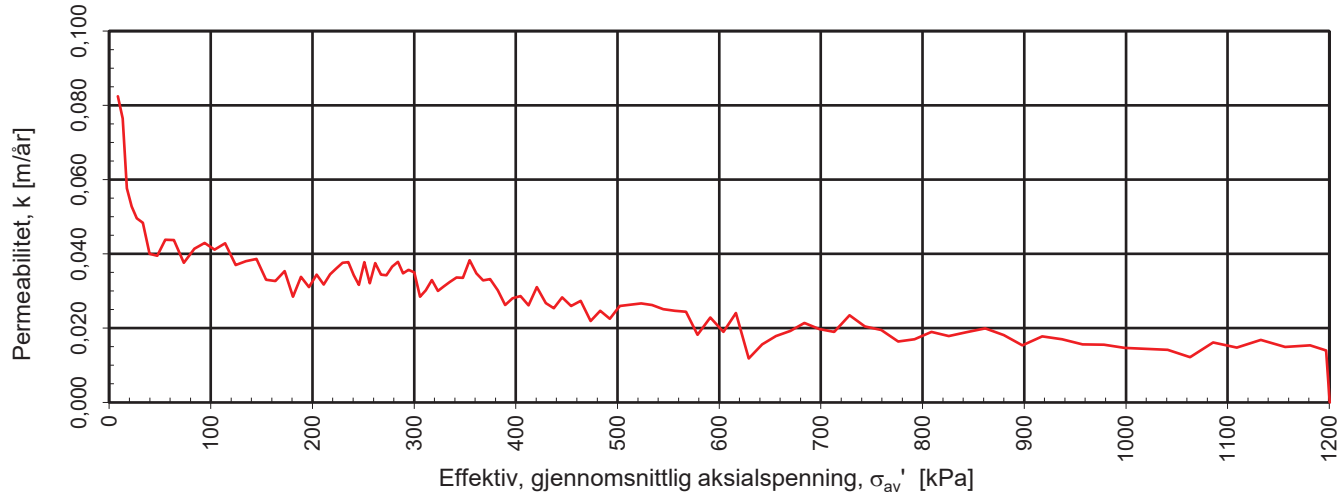
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

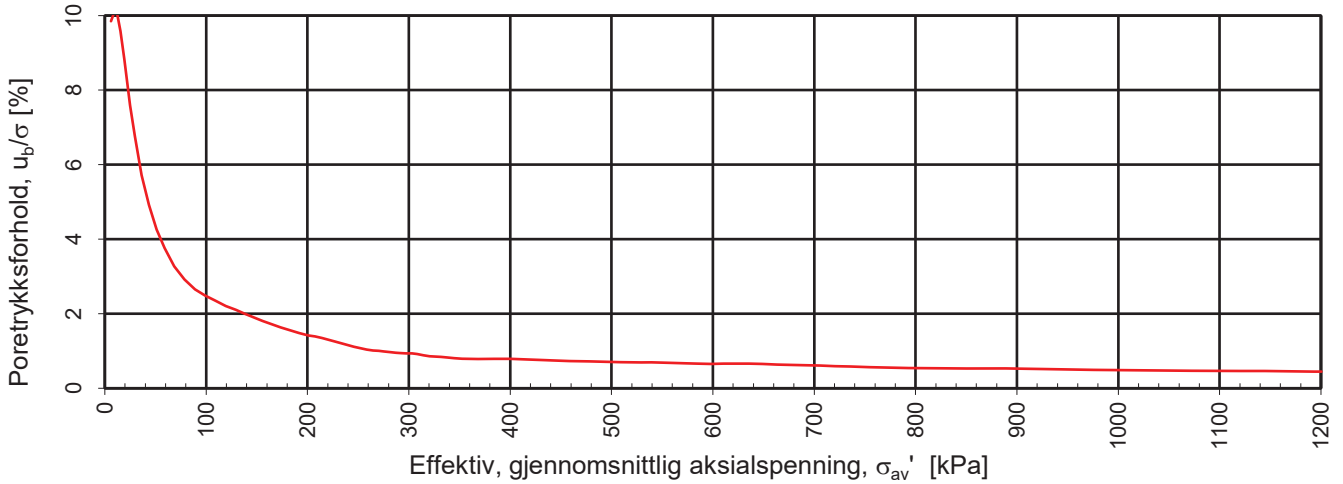
Tegningens filnavn: 10240199-RIG-TEG-400_h20, d3,80m

MULTICONSULT NORGE AS
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
06.01.2022	3,80	20	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
1	mash	vt	THVA
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10240199	RIG-TEG-400.1	CRS	16.07.2018







Densitet ρ (g/cm^3): 1,94

Vanninnhold w (%): 34,90

Boligbyggelaget TOBB

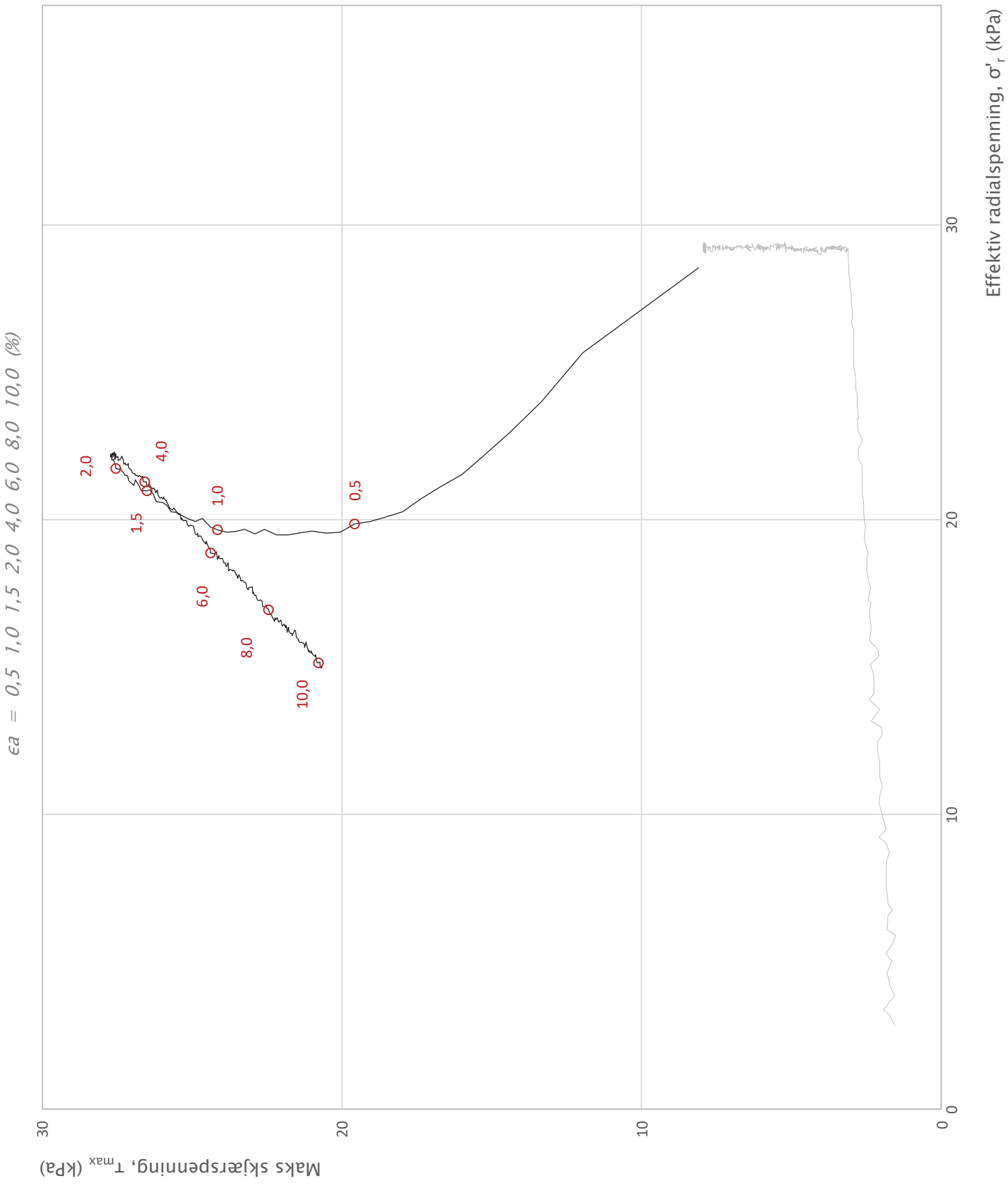
Sanna Østre, Skaun

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: σ_{av}' - ε_a, k og u_b/σ.

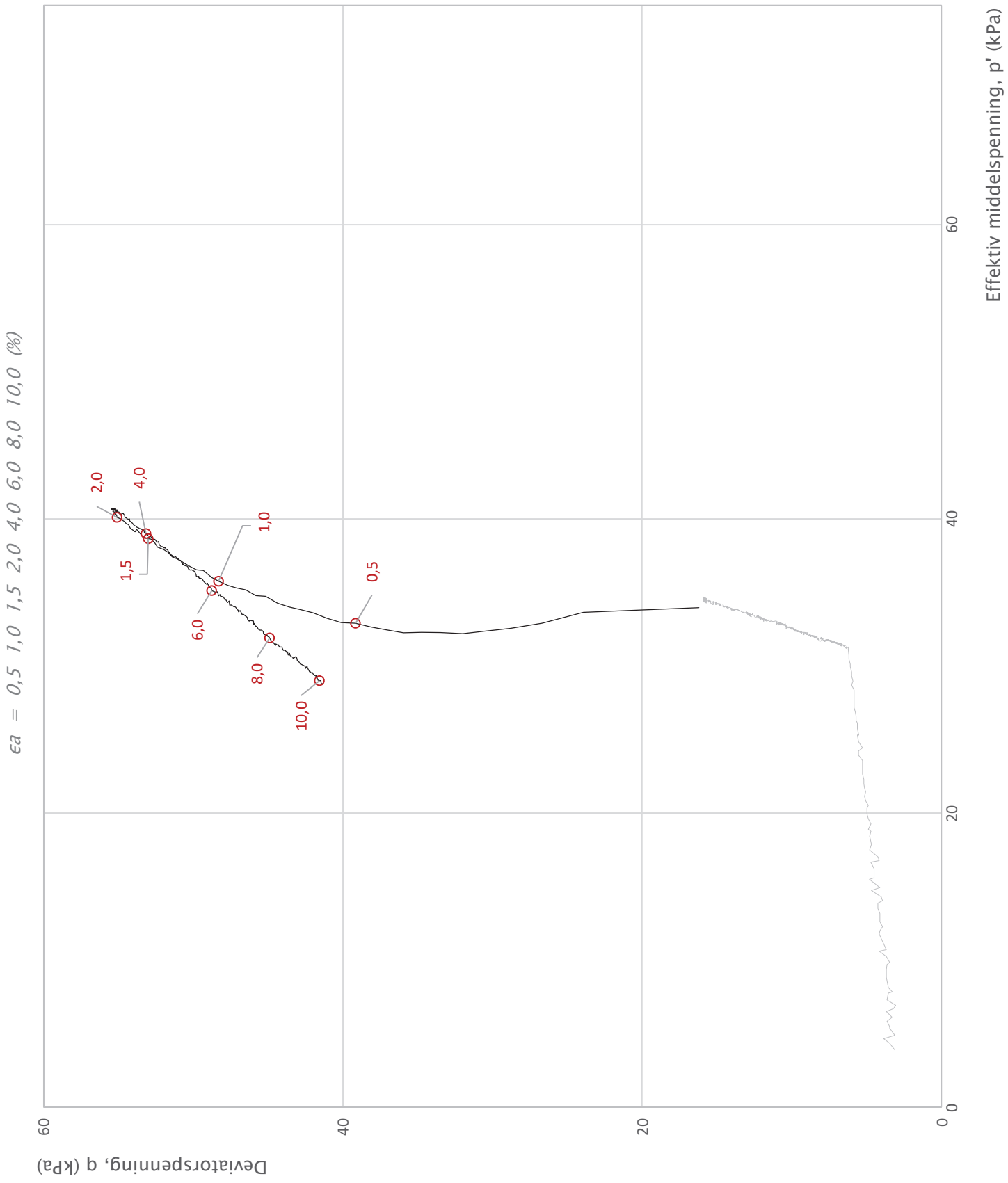
Tegningens filnavn: 10240199-RIG-TEG-400_h20, d3,80m

MULTICONSULT NORGE AS
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

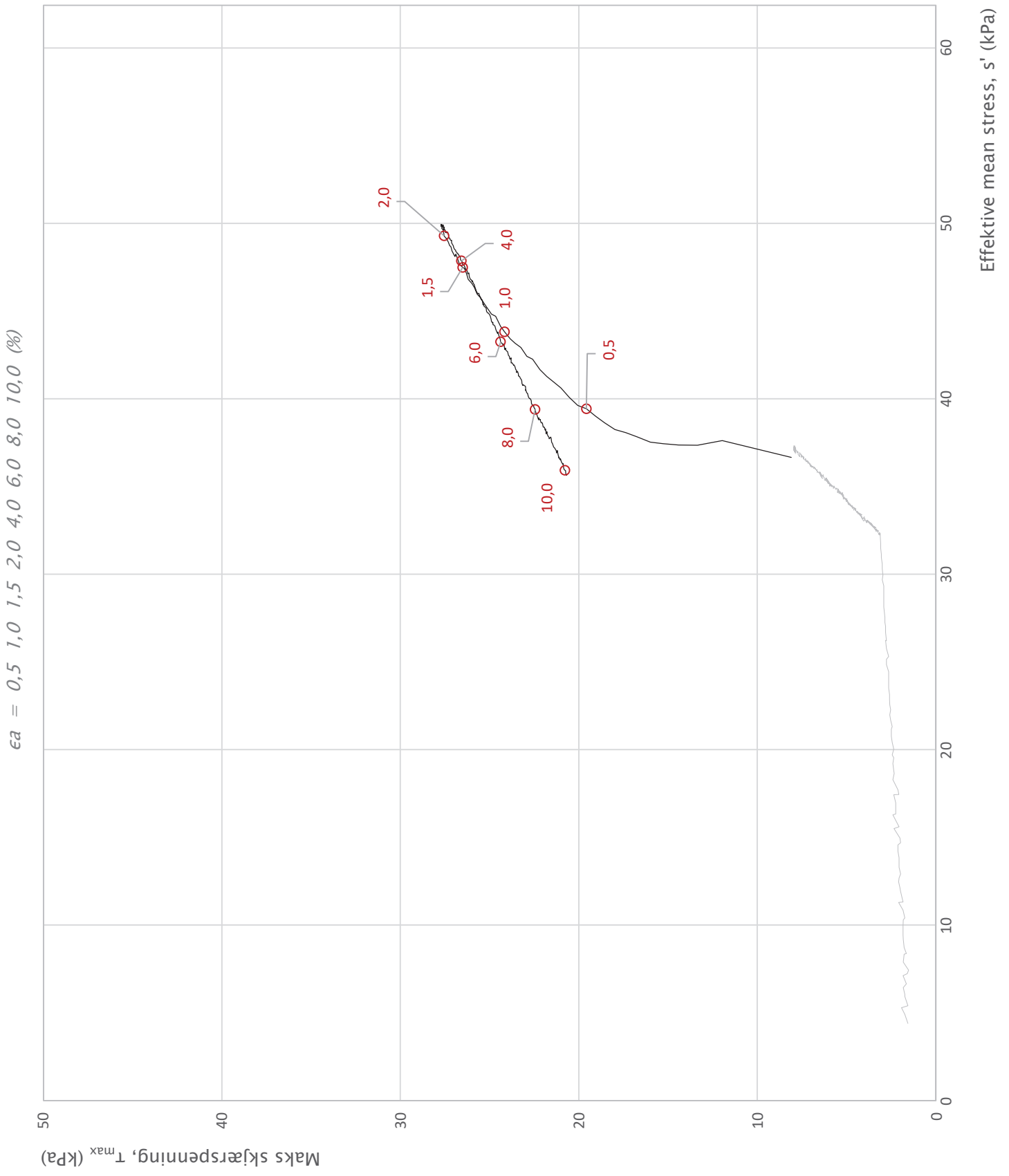
Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
06.01.2022	3,80	20	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
1	mash	vt	THVA
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10240199	RIG-TEG-400.2	CRS	16.07.2018



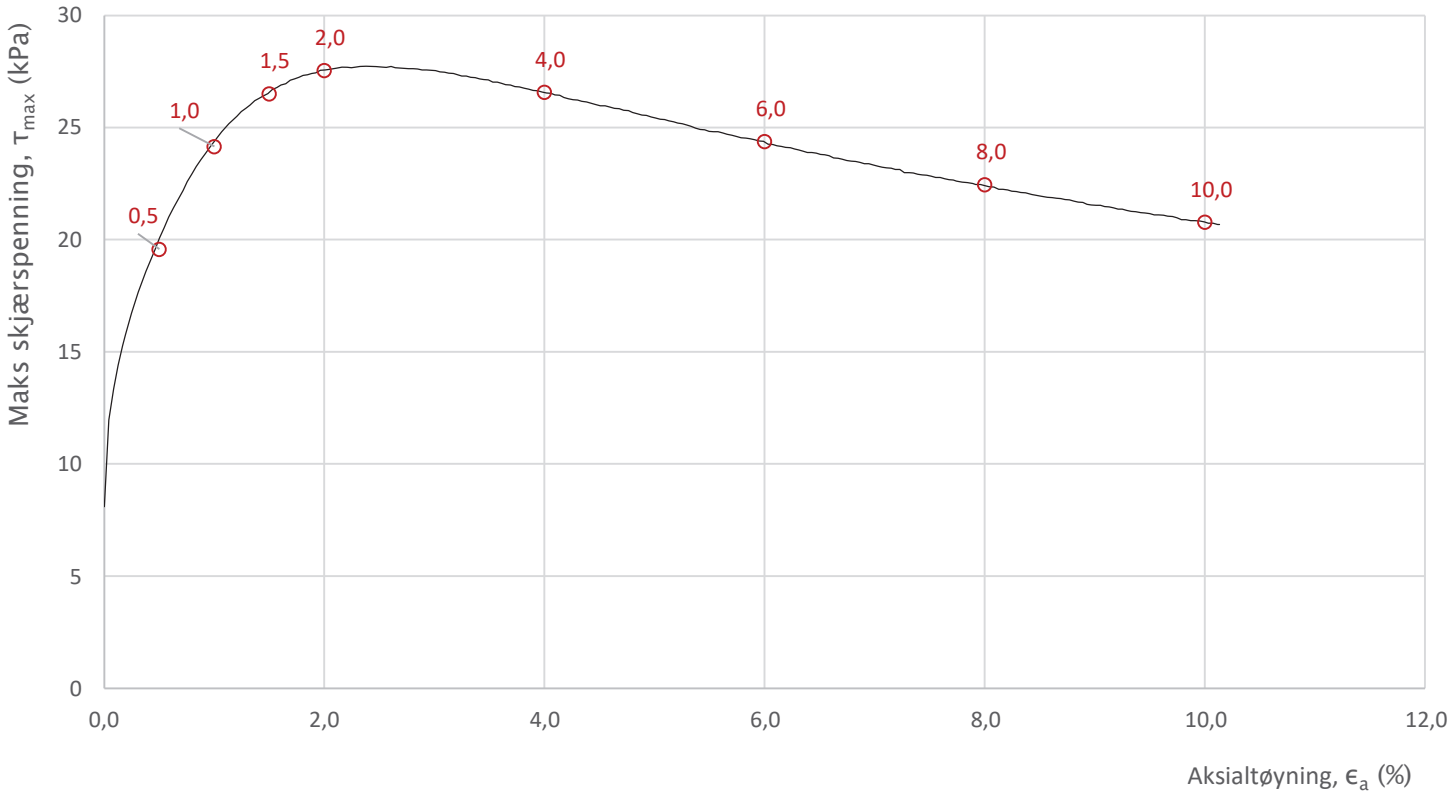
Prosjekt: **Sanna Østre , Skaun** — Prosjektnummer: 10240199. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				Borhull: **10**
Innhold: Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				Dybde (m): **4,45**
Multiconsult	Utført: mash	Kontrollert: vt	Godkjent: THVA	Forsøkstype: **CAUc**
	Region: Midt	Dato utført: 13.01.2022	Revisjon: 0 Rev. dato:	Figur: **450.1**

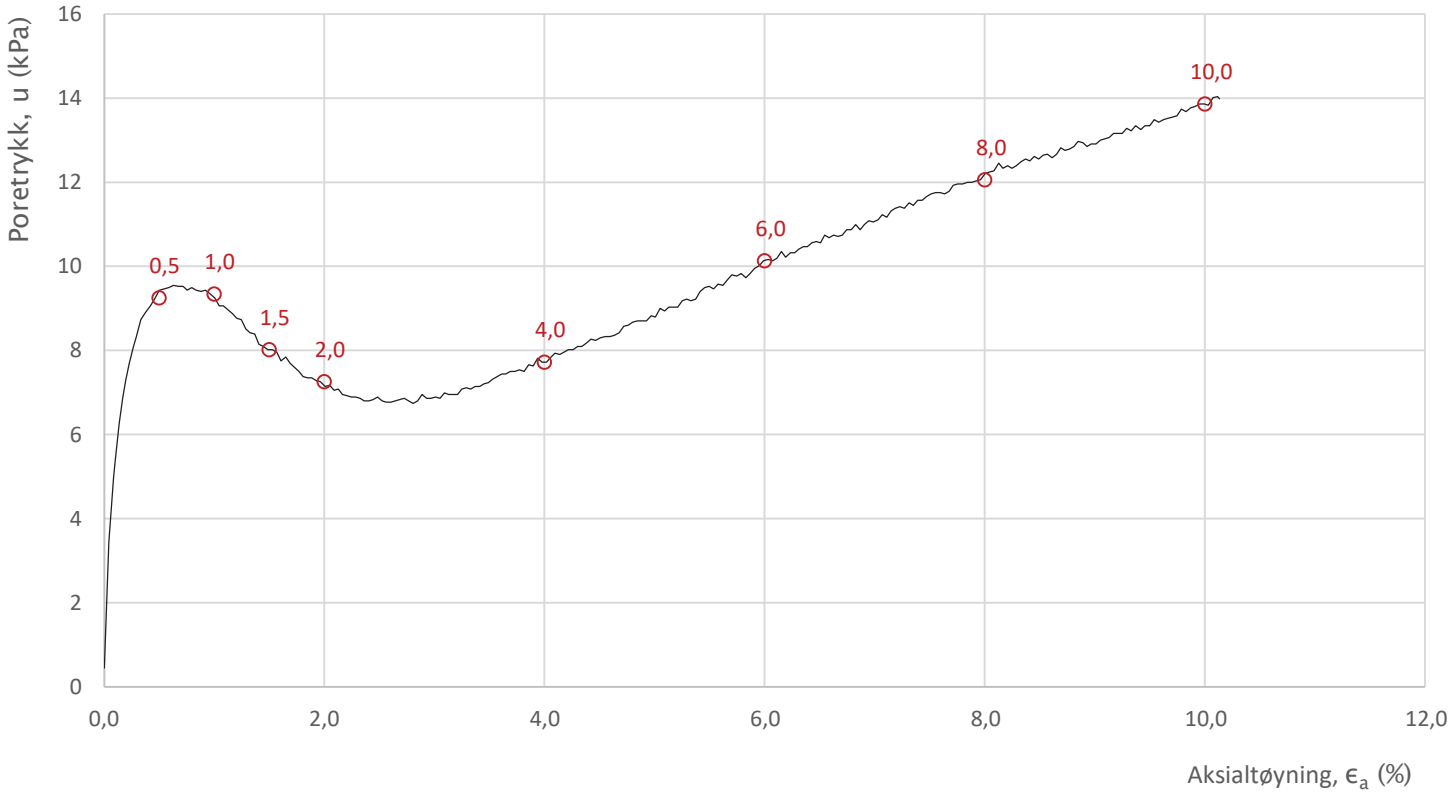


Prosjekt: **Sanna Østre , Skaun** — Prosjektnummer: 10240199. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				Borhull: **10**
Innhold: Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				Dybde (m): **4,45**
Multiconsult	Utført: mash	Kontrollert: vt	Godkjent: THVA	Forsøkstype: **CAUc**
	Region: Midt	Dato utført: 13.01.2022	Revisjon: 0 / Rev. dato:	Figur: **450.2**

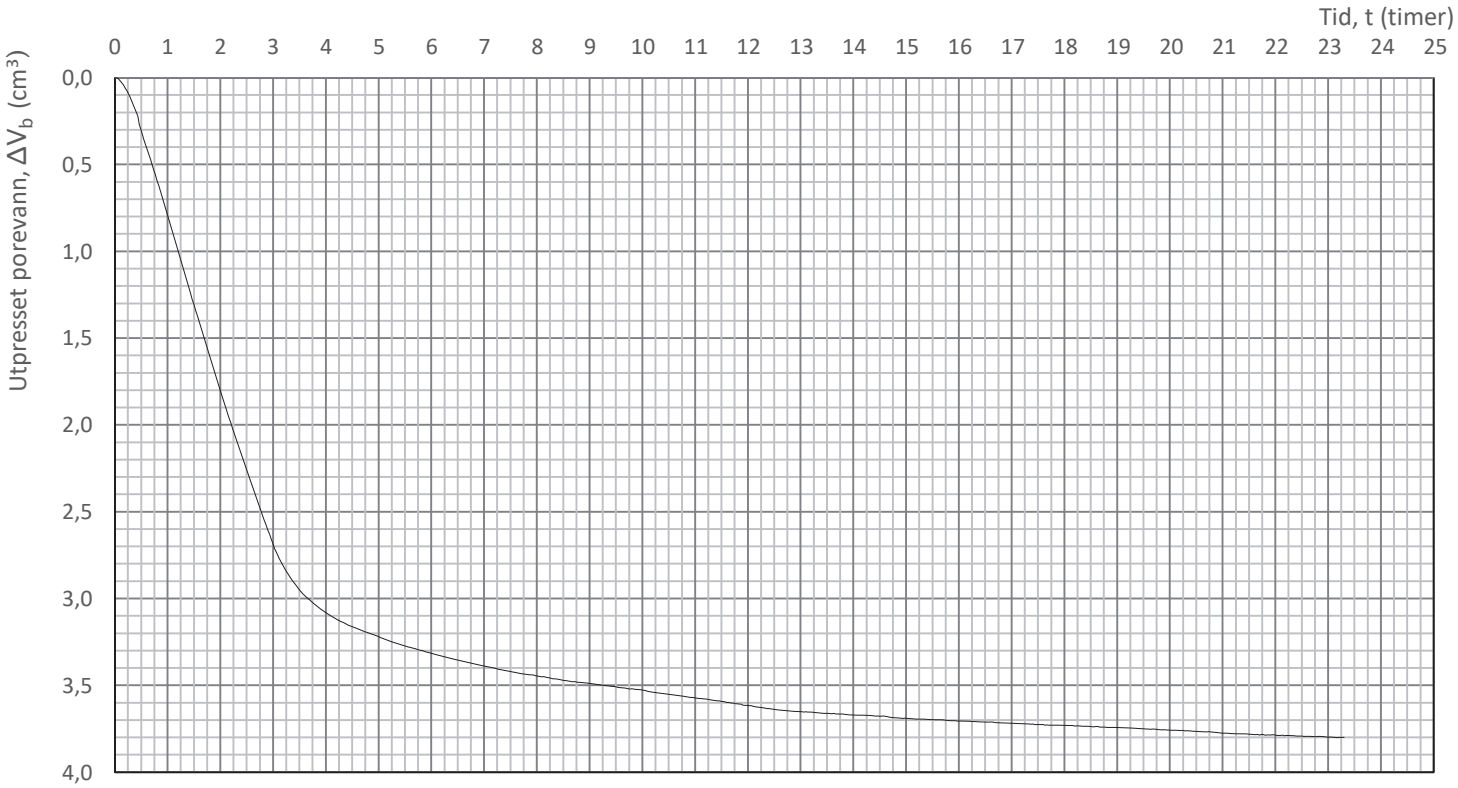


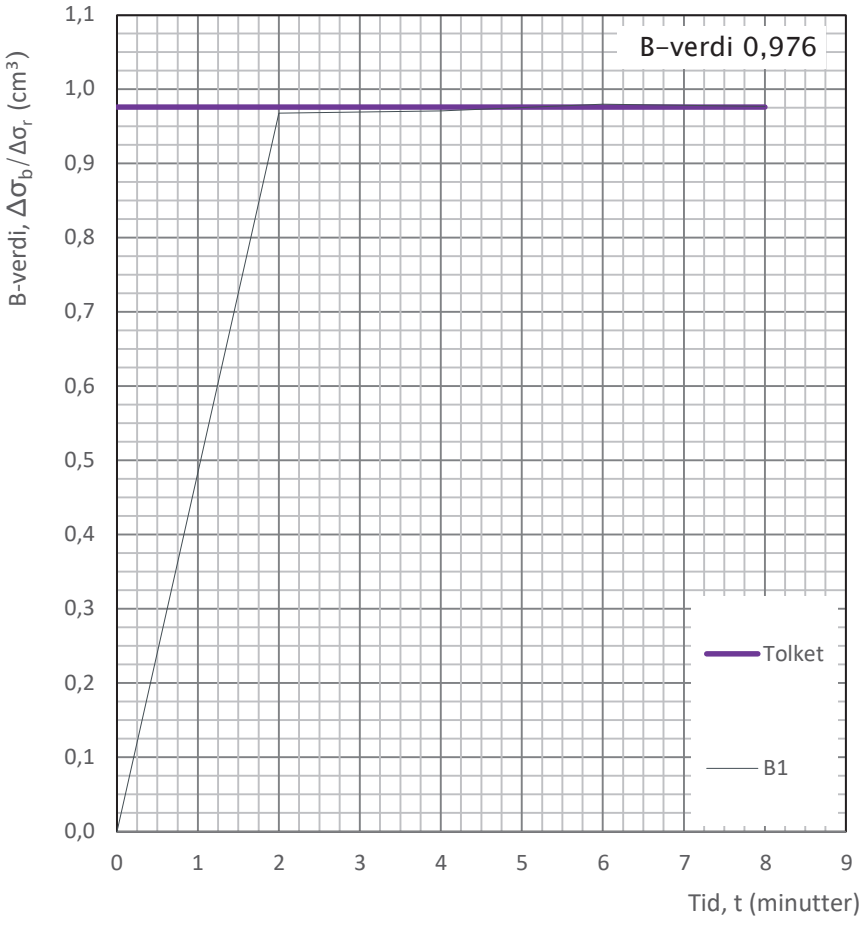
Prosjekt: Sanna Østre , Skaun	Prosjektnummer: 10240199. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull: 10
Innhold: Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)				Dybde (m): 4,45
Multiconsult	Utført: mash	Kontrollert: vt	Godkjent: THVA	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 13.01.2022	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 450.3





Prosjekt	Prosjektnummer: 10240199. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull
Sanna Østre , Skaun				10
Innhold				Dybde (m)
Bruddutvikling i skjærfase, ϵa-τ og ϵa-u plott				4,45
Multiconsult	Utført: mash	Kontrollert: vt	Godkjent: THVA	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 13.01.2022	Revisjon: 0 Rev. dato:	Figur: 450.4





Prosjekt: **Sanna Østre , Skaun** — Prosjektnummer: 10240199. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				Borhull: **10**
Innhold: Konsolidering				Dybde (m): **4,45**
Multiconsult	Utført: mash	Kontrollert: vt	Godkjent: THVA	Forsøkstype: **CAUc**
	Region: Midt	Dato utført: 13.01.2022	Revisjon: 0 / Rev. dato:	Figur: **450.5**

Sonde og utførelse

Sondenummer	5288	Boreleder	Jan Arne
Type sonde	Nova	Temperaturendring (°C)	8,3
Kalibreringsdato	22.04.2021	Maks helning (°)	2,7
Dato sondering	17.12.2021	Maks avstand målinger (m)	0,02
Filtertype	Spaltefilter		

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	0,5	2
Måleområde (MPa)	50	0,5	2
Skaleringsfaktor	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)	10,965	0,316	2,168
Temperaturområde (°C)	40		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	8183,0	112,7	232,8
Registrert etter sondering (kPa)	14,7	-0,5	1,2
Avvik under sondering(kPa)	14,7	0,5	1,2
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,3	0,1	0,4
Maksverdi under sondering (kPa)	4192,2	117,3	1102,3

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

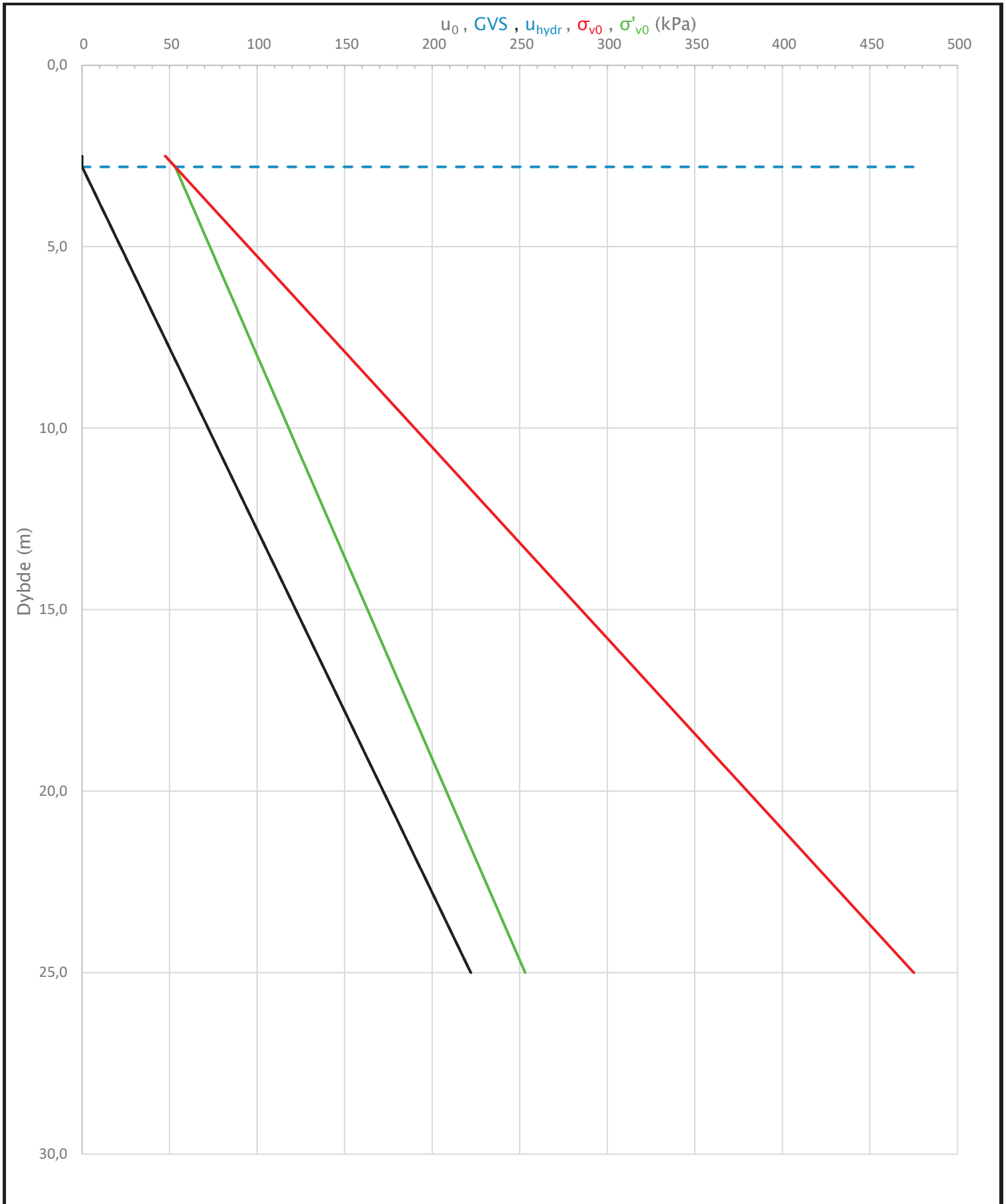
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**17,6**	**0,4**	**0,6**	**0,5**	**1,7**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	OK

Kommentarer:

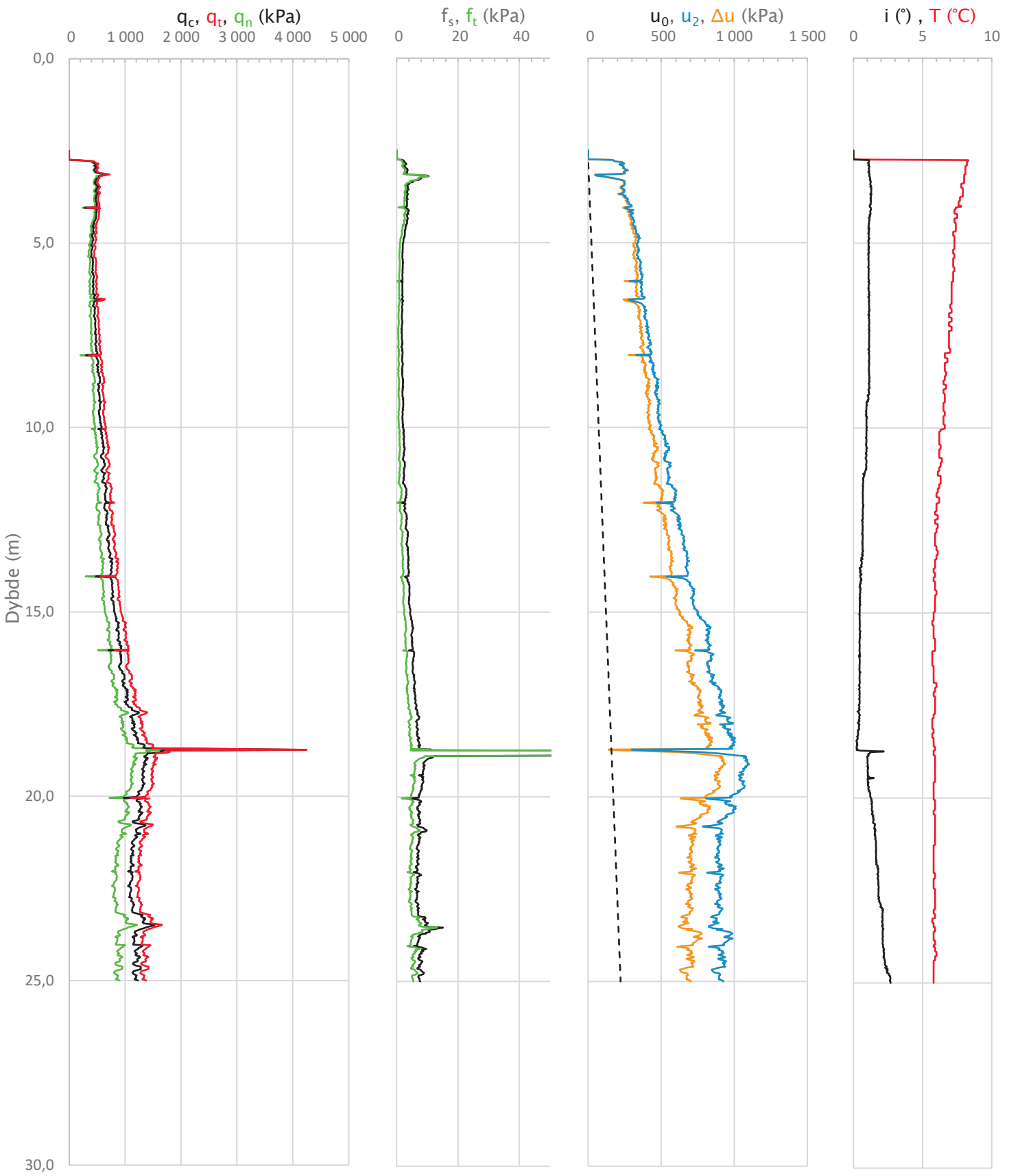
Prosjekt: **Sanna Østre, Skaun**		Prosjektnummer: 10240199		Borhull: 20 (Kote +26,3)
Innhold: Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer: 5288
Multiconsult	Tegnet: EMT	Kontrollert: THVA	Godkjent: THVA	Anvend.klasse: 1
	Utførende: Multiconsult	Dato sondering: 17.12.2021	Revisjon: 0 Rev. dato: 02.02.2022	RIG-TEG: 500.1



Prosjekt **Sanna Østre, Skaun**		Prosjektnummer: 10240199		Borhull Kote +26,3 **20**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **5288**
Multiconsult	Tegnet EMT	Kontrollert THVA	Godkjent THVA	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 17.12.2021	Revisjon 0 Rev. dato 02.02.2022	RIG-TEG 500.2

\\trh-nasuni-01\TRH_Prosjekt\O10240\10240199-01\10240199-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10240199-01 RIG\10240199-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU BP200

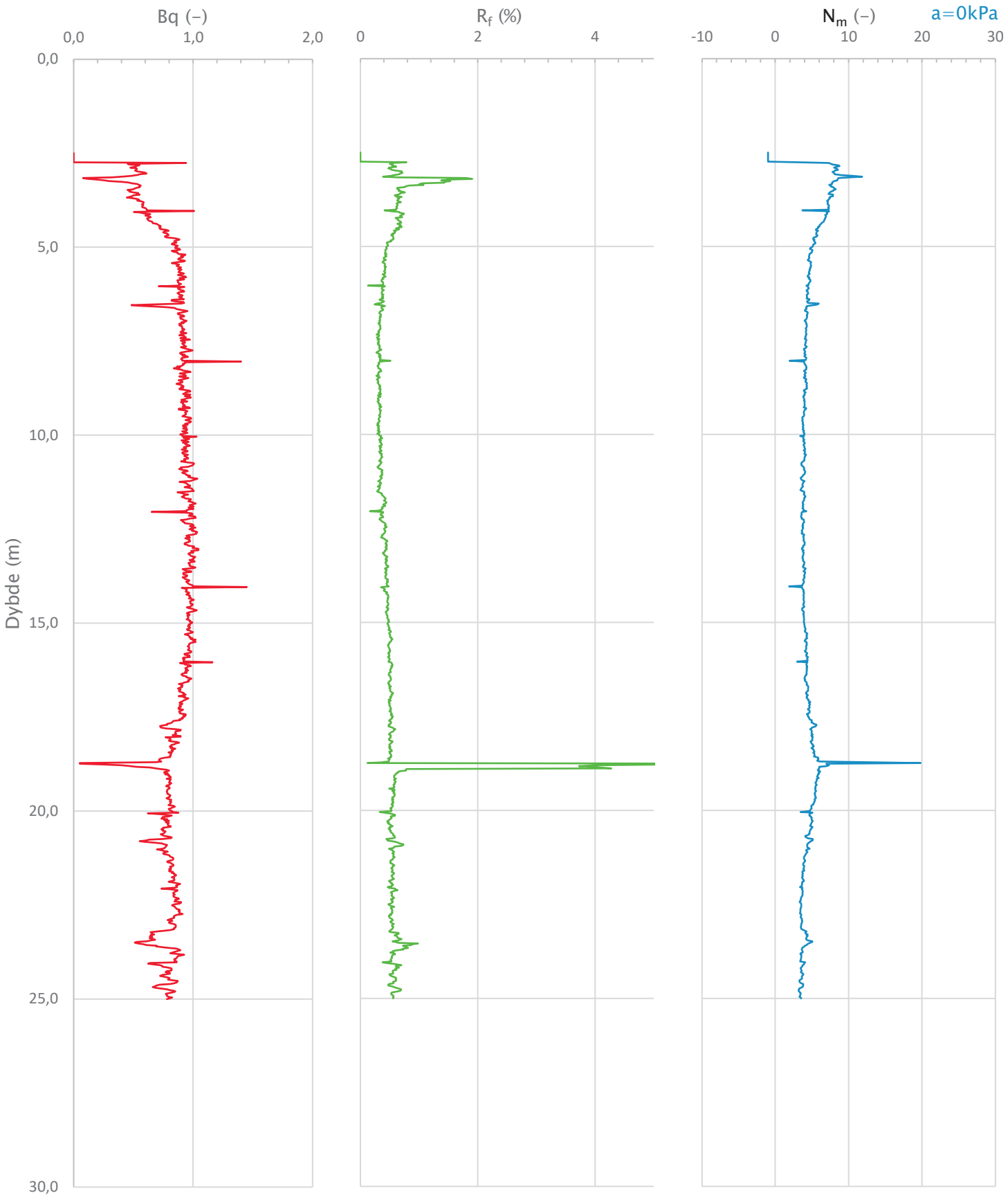
CPTu v.2020.01



Prosjekt **Sanna Østre, Skaun**		Prosjektnummer: 10240199		Borhull 20	Kote +26,3
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer 5288	
Multiconsult	Tegnet EMT	Kontrollert THVA	Godkjent THVA	Anvend.klasse 1	
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 17.12.2021	Revisjon 0 Rev. dato 02.02.2022	RIG-TEG 500.3	

\\trh-nasuni-01\TRH_Prosjekt\O10240\10240199-01\10240199-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10240199-01 RIG\10240199-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU BP200

CPTu v.2020.01

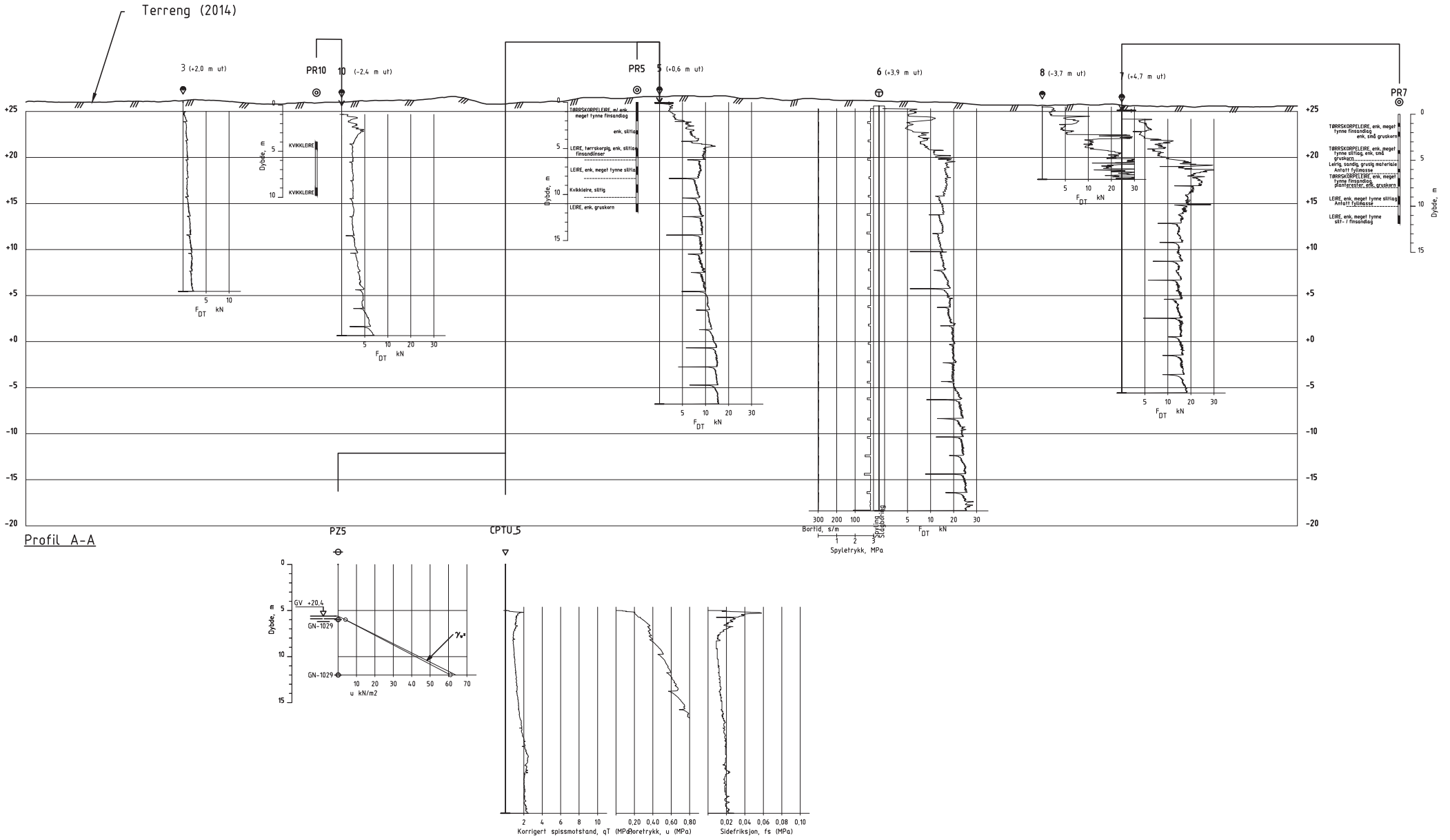


Prosjekt **Sanna Østre, Skaun**		Prosjektnummer: 10240199		Borhull Kote +26,3 20
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer 5288
Multiconsult	Tegnet EMT	Kontrollert THVA	Godkjent THVA	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 17.12.2021	Revisjon 0 Rev. dato 02.02.2022	RIG-TEG 500.4

\\trh-nasuni-01\TRH_Prosjekt\O10240\10240199-01\10240199-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10240199-01 RIG\10240199-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU BP200

CPTu v.2020.01

\\trh-nasuni-01\TRH_Prosjekt\010240\10240199-01\10240199-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10240199-01 RIG\10240199-01-04 TEGNINGER\Profiler\10240199-RIG-TEG-600 Profil A-A.dwg, - Layout: (600 (A3)), - Plottet av: emt, Dato: 2022.02.02 kl 13:10



Profil A-A

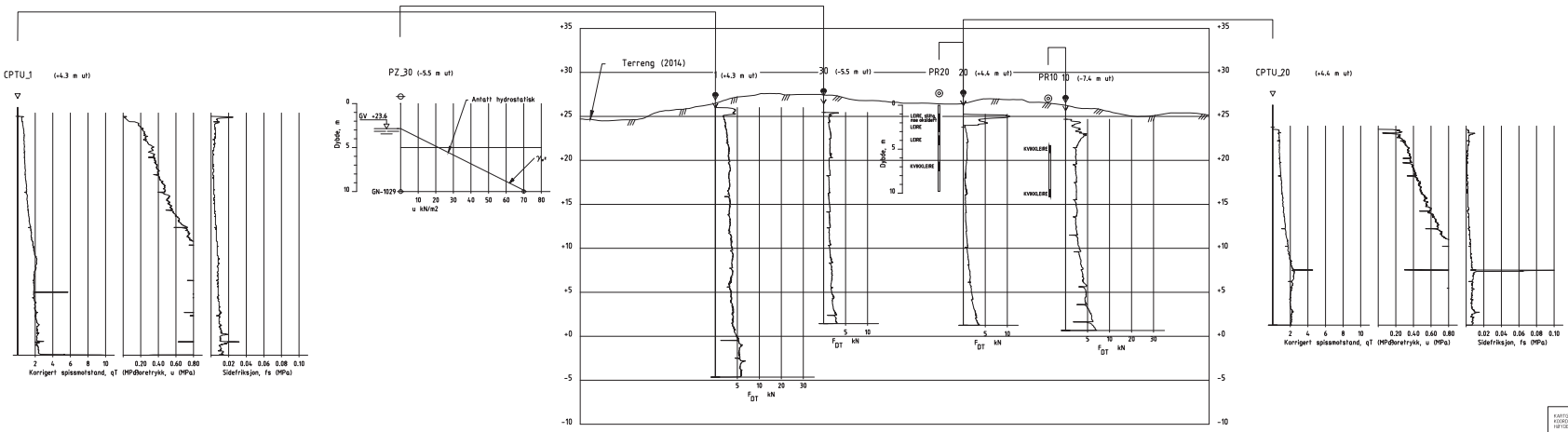
KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32
HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Utarbeidelse	2022-02-02	EMT	THVA	THVA

Multiconsult
www.multiconsult.no

Boligbyggelaget TOBB
SANNA ØSTRE, SKAUN
Profil A-A

Status	Fag	Originalt format	Dato
Godkjent	RIG	A3	2022-02-01
Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
EMT	THVA	THVA	1:400
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
10240199	RIG-TEG-600		00



Profil B-B

00	Utarbeidelse	2022-02-01	EMT	THVA	THVA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

Boligbyggerlabet TOBB
SANNA ØSTRE, SKAUN
Profil B-B

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA KARTVERKET
KOORDINATSYSTEM: EUREFEN, sone 32
HØYDEREFERANSE: NN2000

Status: Godkjent	Fag: RIG	Original format: A3LLL	Dato: 2022-02-01
Kontr./Tegnet: EMT	Kontrollert: THVA	Godkjent: THVA	Målestokk: 1:200
Oppdrag.nr.: 10240199		Tegningsnr.: RIG-TEG-601	Rev.: 00

Göteborg:2021-04-22

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

GEOTECH

Gothenburg 2021-09-28

Calibration certificate for piezometer

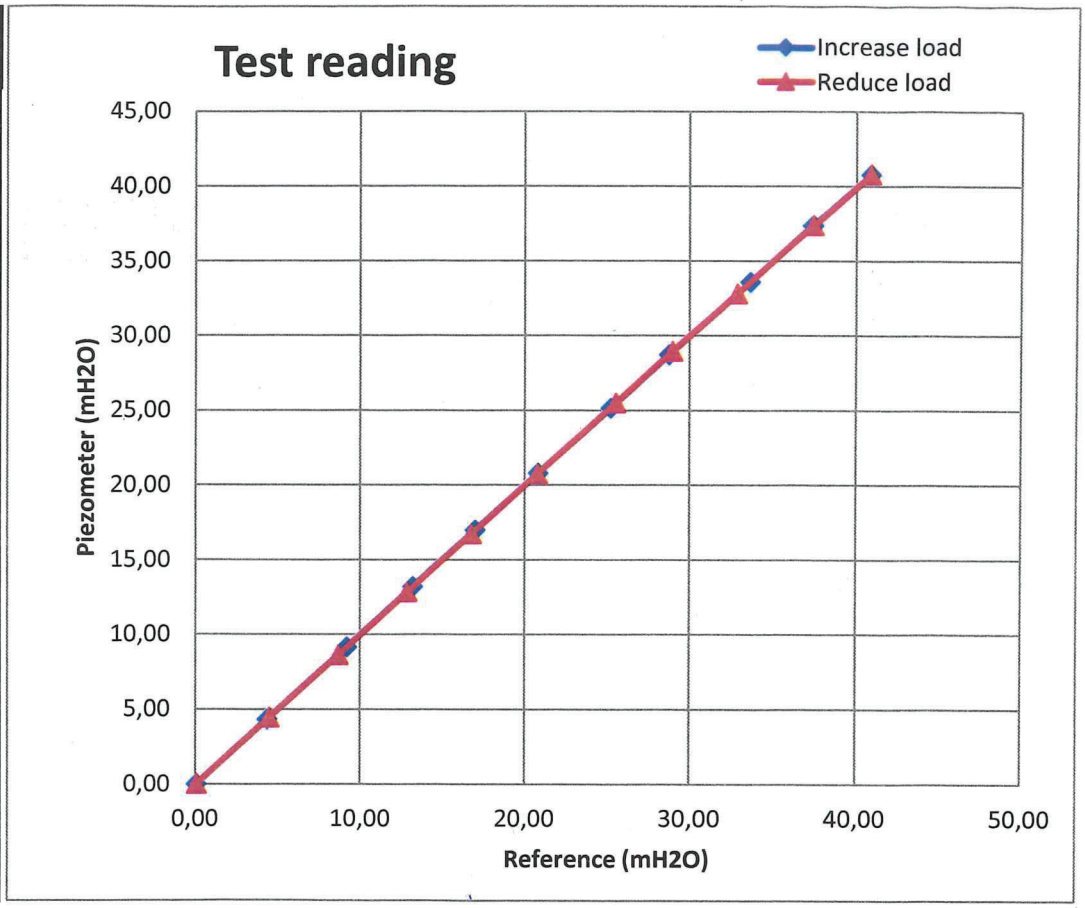
PM Serial number: 30243 (with memory)

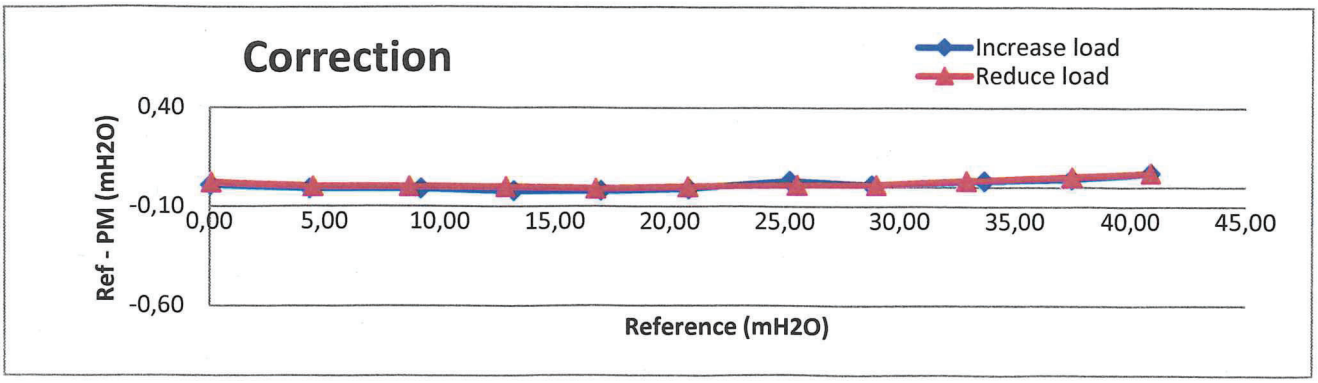
Calibration day: 20210921 Calibrated by: .....

Mikael Engdahl

Reference equipment: GE Druck PACE 1000 S/N: 4393171

Ref mH2O	PM mH2O	Corr mH2O
0,01	0,00	0,01
4,32	4,33	-0,01
9,14	9,15	-0,01
13,18	13,20	-0,02
16,96	16,98	-0,02
20,78	20,79	-0,01
25,18	25,15	0,03
28,74	28,73	0,01
33,60	33,57	0,03
37,40	37,36	0,04
40,85	40,78	0,07
37,41	37,36	0,05
32,81	32,78	0,03
28,94	28,93	0,01
25,49	25,48	0,01
20,74	20,74	0,00
16,72	16,73	-0,01
12,82	12,82	0,00
8,62	8,62	0,00
4,44	4,44	0,00
0,02	0,00	0,02





Sanna östre Burvika

BP 30. Dybde 10m under terreng.

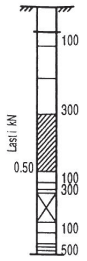
Geotekniske bilag 1
Feltundersøkelser

Multiconsult

Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn

Avsluttet mot antatt berg

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



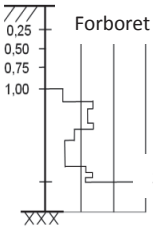
Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg



Forboret

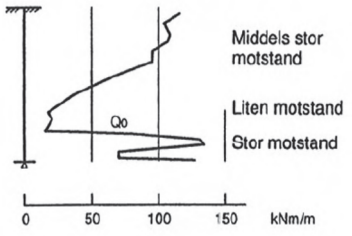
Slått med slegge

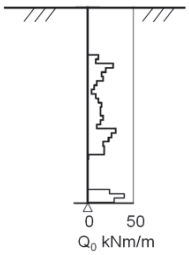
Halve omdreininger pr. m synk

DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare ϕ22 mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall ½-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

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

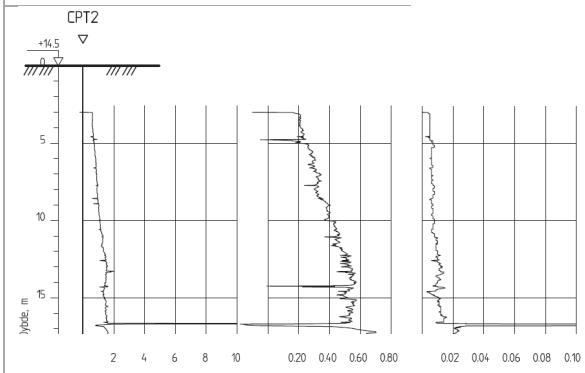




RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare ϕ32 mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_o pr. m nedramming.

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

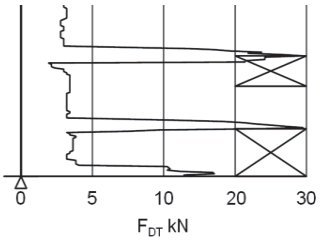


Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]

TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

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

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

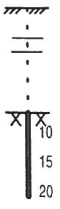


DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare ϕ36 mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.

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

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

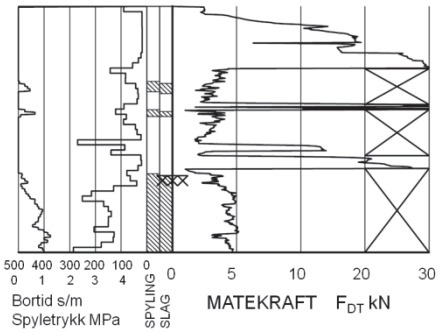


Stein

Borsynk i berg cm/min.

BERGKONTROLLBORING

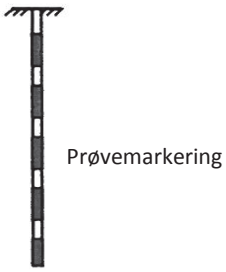
Utføres med skjøtbare ϕ45 mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykksondering og berg-kontrollboring. Det benyttes ϕ45 mm borstenger og ϕ57 mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

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



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

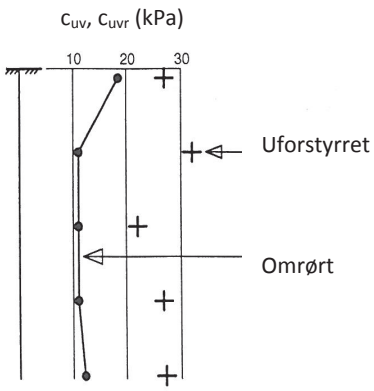
<u>Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):</u>

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

<u>Sylinder/blokkprøvetaing (Uforstyrrede prøver):</u>

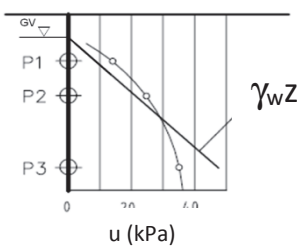
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der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

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



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekors med dimensjoner b x h = 55x110 mm eller 65x130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagringstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKKSMÅLING

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

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

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

MINERALSKE JORDARTER

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

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

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

ORGANISKE JORDARTER

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

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

KORNFORDELINGSANALYSER

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

VANNINNHOLD

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

KONSISTENSGRENSER

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

HUMUSINNHOLD

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

DENSITET, TYNGDETETTHET, PORETALL OG PORØSITET

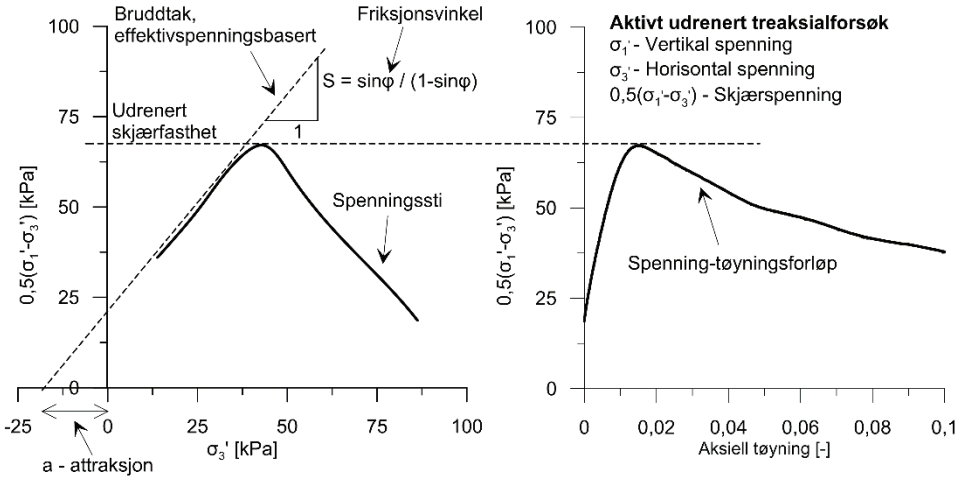
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet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

SKJÆRFASTHET

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

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

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

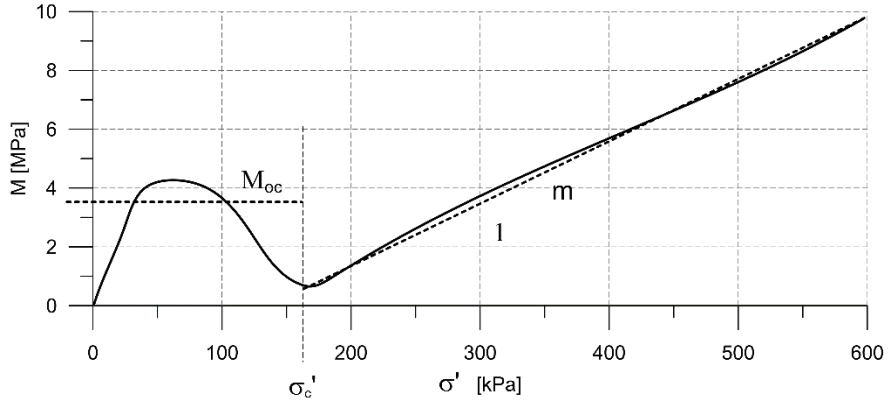


SENSITIVITET

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

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



TELEFARLIGHET

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

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

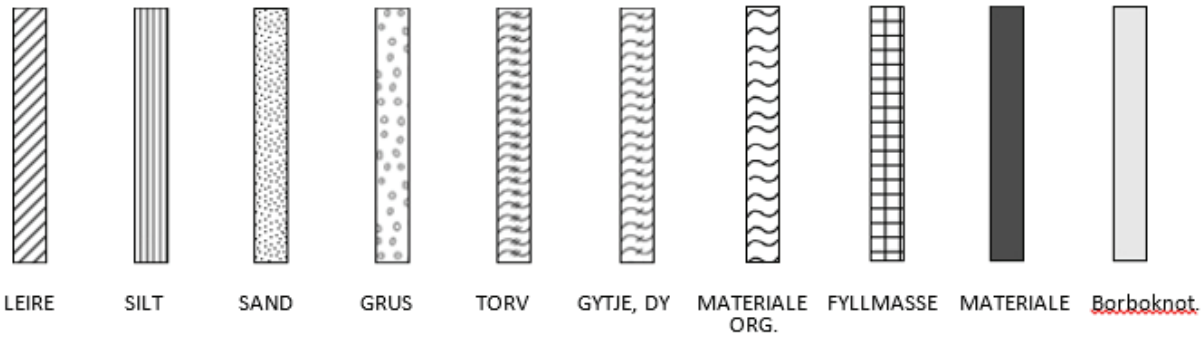
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

PERMEABILITET

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

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



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

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

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

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

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

Vanninnhold w	○	Plastisitetsgrense w_p	⊢
		Flytegrense w_f	⊣

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

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

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

Geotekniske bilag 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

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

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

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

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