
RAPPORT

Holtheflata, Ler

OPPDRAKSGIVER
Aune Utvikling AS

EMNE
Datarapport – Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 21. september 2018 / 01
DOKUMENTKODE: 10205840-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	Holtheflata, Ler	DOKUMENTKODE	10205840-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Aune Utvikling AS	OPPDRAGSLEDER	Håvard Narjord
KONTAKTPERSON	Trond Rønningen	UTARBEIDET AV	Sivert Eidsmo Jonas G. Bjørklimark
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 5660 NORD: 700833	ANSVARLIG ENHET	10234011 Seksjon Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	135 / 4 / - / Melhus		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Aune Utvikling AS til å utføre geotekniske grunnundersøkelser og geoteknikk prosjektering for utbygging av boliger på Holtheflata på Ler i Melhus kommune.

Utførte grunnundersøkelser i felt omfatter dreietrykksonderinger i 6 borpunkter, opptak av uforstyrrede 54 mm sylindrerprøver og representative poseprøver samt nedsetting av piezometer. De opptatte prøvene er undersøkt ved vårt geotekniske laboratorium i Trondheim. Undersøkelsen omfatter klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Undersøkelsesområdet ligger på et jorde i utkanten av et boligområde i Ler sentrum. Terrenget har en helning på ca. 1:20 mot sør-vest. Nord-vest for området ligger en bekkedal som ved grunnundersøkelsene hadde tilnærmet ingen vannføring; Multiconsult har i ettertid fått opplyst at denne er lagt i rør. Sør for tomta ligger elva Kaldvella.

Det er tykke leiravsetninger i området. Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene består av ett topplag av tørrskorpeleire med innslag av humus over siltig leire. Leira er lagdelt med tynne silt- og finsandlag. Leira er middels fast til fast, og har sprøbruddegenskaper fra ca. 4 m dybde. Videre er det påvist kvikkleire mellom 5 og 6 m dybde i borpunkt 1, og i et tynt lag ved 4,6 m dybde i borpunkt 5.

Naturlig vanninnhold i leira varierer fra 20 til 40 %.

Foreliggende revidert rapport er supplert med resultater fra den supplerende grunnundersøkelsen.

			JONASBJ	KOUK	HAN
01	21.09.2018	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	Jonas G. Bjørklimark	Konstantinos Kalomoiris	Håvard Narjord
00	13.07.2018	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Sivert Eidsmo	Konstantinos Kalomoiris	Olav Årbogen
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	Undersøkelles- og prøvekvalitet	13
5.4	Måling av poretrykk	13
5.5	Påvisning av bergnivå	13
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	14
7	Referanser	15

TEGNINGER

10205840-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-200	Geotekniske data, PR1
	-201	Geotekniske data, PR5
	-202	Geotekniske data, PR1 (supplerende)
	-300	Korngradering, PR1, d=3,40 m
	-301	Korngradering, PR5, d=1,35 m og d=4,60 m
	-350.1, 2	Poretrykksmålinger, BP. 1
	-450.1, 4, 5	Treksialforsøk, PR1, d=3,17 m
	-451.1, 4, 5	Treksialforsøk, PR1, d=5,21 m
	-600	Profil A-A
	-601	Profil B-B
	-602	Profil C-C

BILAG

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

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

Aune Utvikling AS planlegger å bygge leiligheter på Holtheflata på Ler i Melhus kommune. Eiendommen har gnr/bnr 135/4. Prosjektet omfatter 7 leilighetsbygg med to etasjer, med til sammen 36 leiligheter.

Multiconsult er engasjert av Aune Utvikling AS til å utføre grunnundersøkelser og geoteknikk prosjektering av fundamentering iht. gjeldende regelverk.

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser.

1.2 Utførelse

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

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

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen 607D i uke 23/2018. Alle kotehøyder refererer til NN 2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 UTM 32V av borleder Bård Einar Krogstad med DGPS utstyr (Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR).

Laboratorieundersøkelsene ble utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 27/2018.

Supplerende feltundersøkelser ble utført i uke 34/2018 på grunnlag av resultater fra opprinnelige grunnundersøkelser. Opptatte prøver fra supplerende grunnundersøkelser ble undersøkt ved geoteknikk laboratorium i Trondheim i uke 36/2018.

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 Geoteknikk Forening [3].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [3] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknikk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

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

Geoteknikk 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

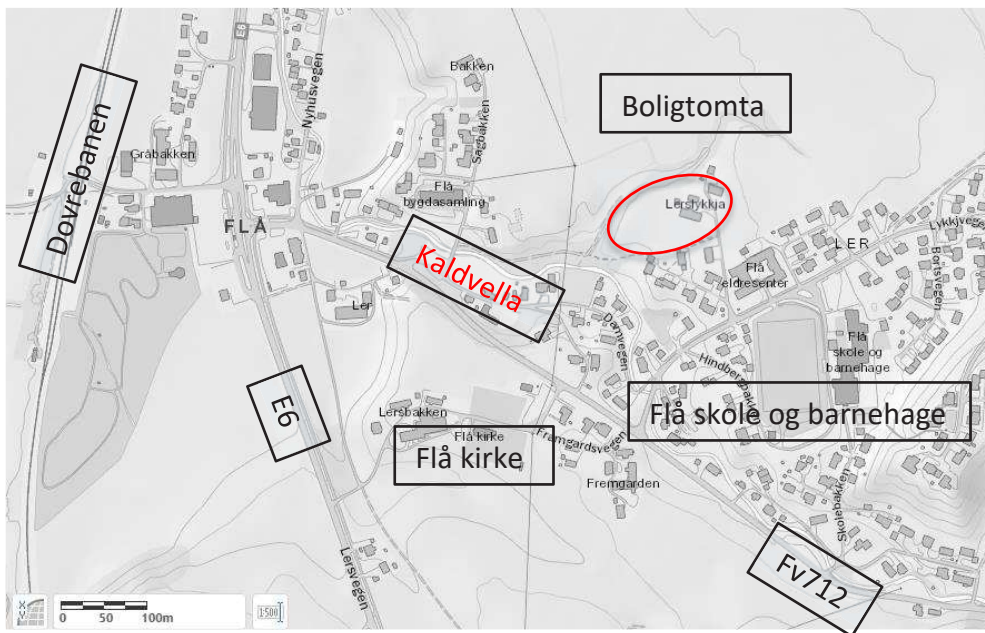
2.1 Befaring

Det er ikke gjennomført befaring på området i forkant av utførte grunnundersøkelser.

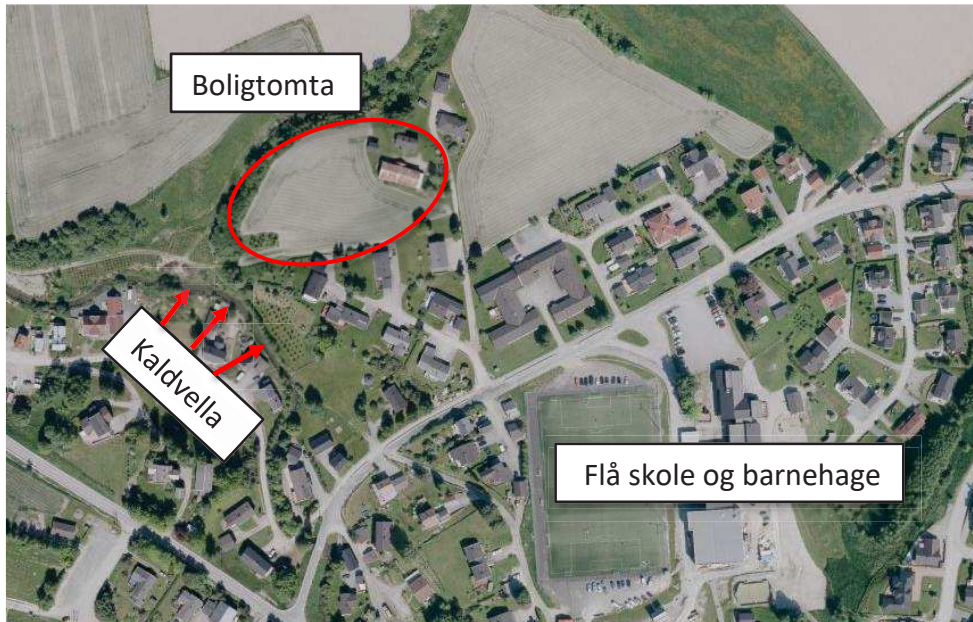
2.2 Området og topografi

Området som er undersøkt ligger på et jorde i utkanten av et boligområde i Ler sentrum. Terrenget har en helning på ca. 1:20 mot sør-vest. Nord-vest for området ligger en bekkedal som ved grunnundersøkelsene hadde tilnærmet ingen vannføring. Multiconsult har i ettertid fått opplyst at denne bekken er lagt i rør. Bekkedalen skråner opp mot tomta med en helning som varierer mellom 1:2 og 1:3. Sør for tomta ligger elva Kaldvella.

Byggetomta har tidligere vært benyttet til jordbruksformål, og ligger om lag 200 meter nordvest for Flå skole og barnehage. Figur 2-1 og Figur 2-2 viser boligtomtas beliggenhet.



Figur 2-1 Oversiktskart med undersøkt område [5]



Figur 2-2 Flyfoto over undersøkelsesområdet [6]

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
-	6090686-1	Rambøll AS	2009	Melhus kommune	Utbygging Flå barnehage	Nei
-	81075-2	NGI	1990	Statens naturskadefond	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred	Nei
[7]	417991-RIG- Rap-001	Multiconsult Norge AS	2016	Melhus kommune	Områderegulering Ler sentrum, Melhus kommune	Nei

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Multiconsult har utført grunnundersøkelser på Holtheflata i to omganger.

Utførte grunnundersøkelser 07.06.2018 omfatter:

- 6 stk. dreietrykksonderinger
- 2 stk. prøveserier med poseprøver og 54 mm sylindrerprøver (stål)

Supplerende grunnundersøkelser 21.08.2018 omfatter:

- 1 stk. prøveserie med opptak av 3 stk. 54 mm sylindrerprøver
- Nedsetting av 2 stk. hydrauliske piezometer

Dreietrykksondering brukes til sondering i finkornede jordarter. Metoden har forholdsvis god evne til å trenge ned i og gjennomføre fastlagrede jordarter, men vil stoppe mot stein og blokk. Resultatene gir grunnlag for å tolke jordart og lagdeling ut fra sonderingsmotstand.

Piezometer måler poretrykk i grunnvannet og kan gi informasjon om poretrykksforhold i grunnen.

Borpunktens plassering er vist på borplan, se tegning 10205840-RIG-TEG-001. Sonderingsresultater er vist på geotekniske profiler på tegning 10205840-RIG-TEG-600 t.o.m. -602.

Alle høyder og koordinater er oppgitt i henhold til Tabell 3-2.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32V

Tabell 3-3 viser en oversikt over utførte feltundersøkelser og koordinatliste.

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]	
1	7008343,5	565967,0	42,2	DTR, PR, PZ	20,2	-	20,2	PZ satt ned ca. 4 m vest for DTR
2	7008351,2	565996,7	42,8	DTR	20,2	-	20,2	
3	7008362,7	566016,1	43,4	DTR	20,2	-	20,2	
4	7008306,7	565980,1	41,1	DTR	20,1	-	20,1	
5	7008313,7	566013,5	41,6	DTR, PR	20,3	-	20,3	
6	7008321,8	566044,2	42,4	DTR	20,4	-	20,4	

DTR=Dreietrykksondering; PR=Prøveserie; PZ=Piezometer

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene fra første grunnundersøkelser er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 27 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 uomrørt og omrørt udrenert skjærfasthet i massene.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 3 poseprøver
- Rutineundersøkelser av 5 sylinderprøver (54 mm)
- Kornfordelingsanalyser av 3 prøver

Supplerende laboratorieundersøkelser er utført i uke 36/2018 og omfatter følgende:

- Rutineundersøkelser av 2 sylinderprøver (54 mm)
- Aktive treaksialforsøk på 2 prøver

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning 10205840-RIG-TEG-200 til -202.

Resultatene fra korngraderingsanalysene er presentert i tegning 10205840-RIG-TEG-300 til -301.

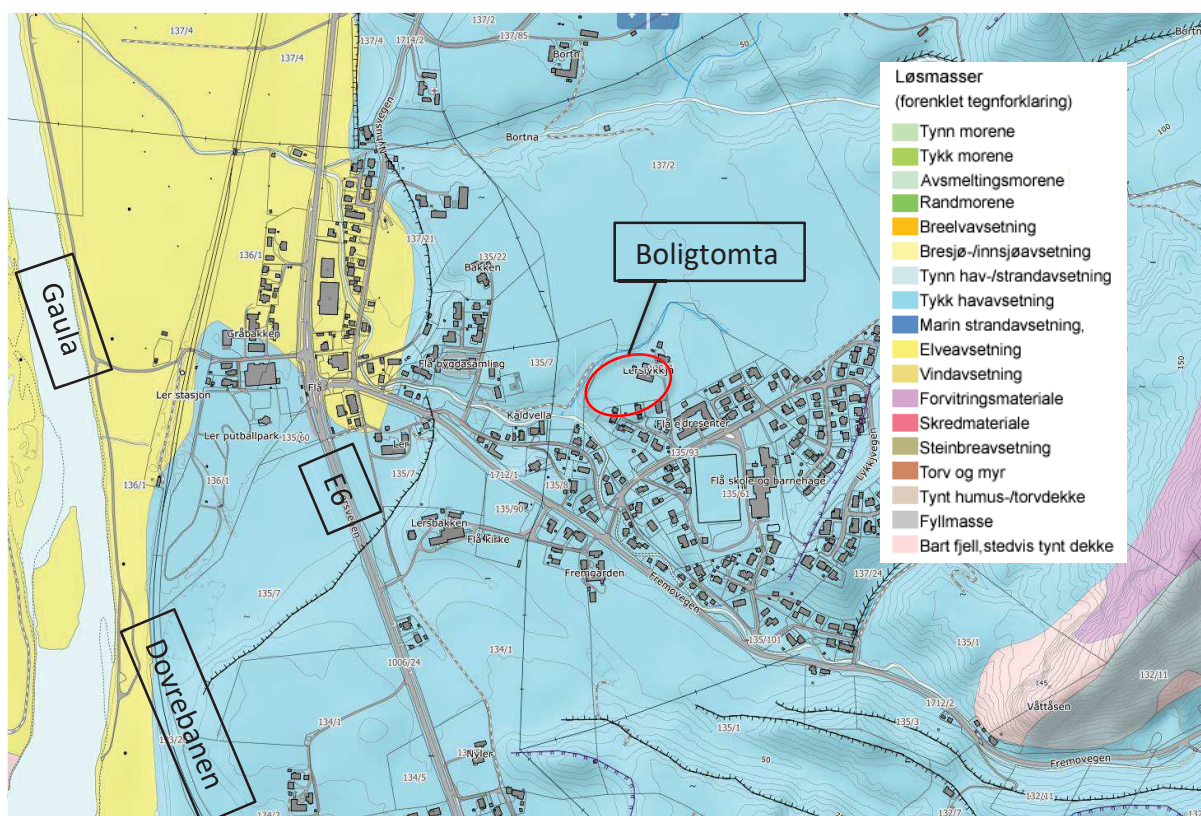
Resultater fra aktive treaksialforsøk er presentert i tegning 10205840-RIG-TEG-450 og -451.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kwartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene i området består av tykk havavsetning. Tykk havavsetning forventes å bestå av silt og leirholdige løsmasser.

Det kvartærgeologiske kartgrunlaget 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 til www.ngu.no.

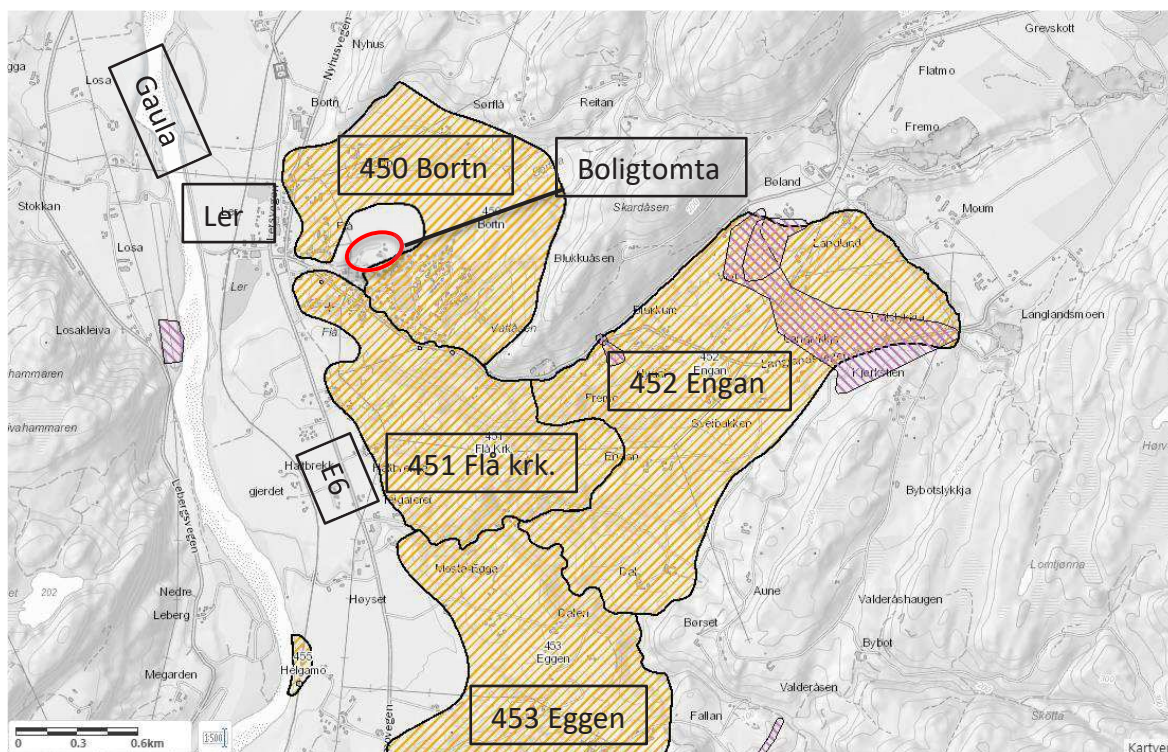


Figur 4-1 Kwartærgeologisk kart

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [5] grenser området til faresone 450 Bortn. Sonen har:

- Faregradsklasse middels
- Konsekvensklasse meget alvorlig
- Risikoklasse 4



Figur 4-2 Registrerte faresoner for kvikkleireskred [5]

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Sonderingsresultatene indikerer jevne grunnforhold for hele undersøkelsesområdet og horisontal lagdeling. De ulike lagene ligger i stor grad på ca. samme kotenivå.

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

4.3.2 Dybde til berg

Samtlige sonderinger er avsluttet på ca. 20 m dybde under terreng uten å ha påtruffet berg.

4.3.3 Løsmasser

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassene består av ett topplag av tørrskorpeleire med innslag av humus over siltig/finsandig leire. Leira er lagdelt med tynne silt- og finsandlag.

Enaksial- og konusforsøk viser udrenert skjærfasthet fra 45-140 kPa. Leira kan dermed i hovedsak karakteriseres som middels fast til fast. Leira har sprøbruddegenskaper fra ca. 4 m dybde da konusforsøk på omrørte prøver viser at flere prøver under den dybden har omrørt skjærfasthet under 2 kPa og sensitivitet over 15. Videre er det påvist kvikkleire mellom 5 og 6 m dybde i borpunkt 1, og i et tynt lag ved 4,6 m dybde i borpunkt 5.

Basert på resultatene fra borhull 1 og 5 har leira et naturlig vanninnhold i intervallet 20-40 %.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er gjennomført poretrykksmålinger i området. To stk. hydrauliske piezometer ble satt ned ca. 4 meter vest for borpunkt 1 den 21.08.2018. Avlesninger av poretrykksmålerne er vist i Tabell 4-1 samt tegning nr. 10205840-RIG-TEG-350.1 og -350.2.

Tabell 4-1 Avlesninger av poretrykksmålerne ved borpunkt 1

Borpunkt	Piezometer	Kote terreng	Kote piezometerspiss	Grunnvannsnivå [kote]		
				22.08.2018	31.08.2018	19.09.2018
1	Østre*	+42,2	+38,2	+38,55	+38,55	+38,73
1	Vestre**	+42,2	+34,2	+39,9	+35,85	+35,96

* østre piezometer ble satt 4 meter under terreng

** vestre piezometer ble satt 8 meter under terreng

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det var ingen avvik fra standard ved utførelsen av grunnundersøkelsene.

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.

Enaksiale trykkforsøk utført på prøveseriene i borpunkt 1 og 5 viser relativt lav bruddtøyning (4,8-6,7%), hovedsakelig rundt 5 %, noe som indikerer tilstrekkelig god prøve kvalitet.

Treaksialforsøk utført på prøver fra borpunkt 1 er vurdert basert på endring i poretrykk i henhold til NGF melding nr. 11 [3]. Prøve kvaliteten klassifiseres som «god til brukbar» og «veldig god til utmerket».

5.4 Måling av poretrykk

Det er gjennomført poretrykkmålinger med hydrauliske piezometer.

Det er viktig å bemerke at grunnvannsstand og poretrykkssituasjonen vil kunne variere med nedbør og årtidsvariasjoner (f.eks. snøsmelting eller tørkeperioder).

5.5 Påvisning av bergnivå

Det er ikke påtruffet berg i noen av sonderingene.

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)

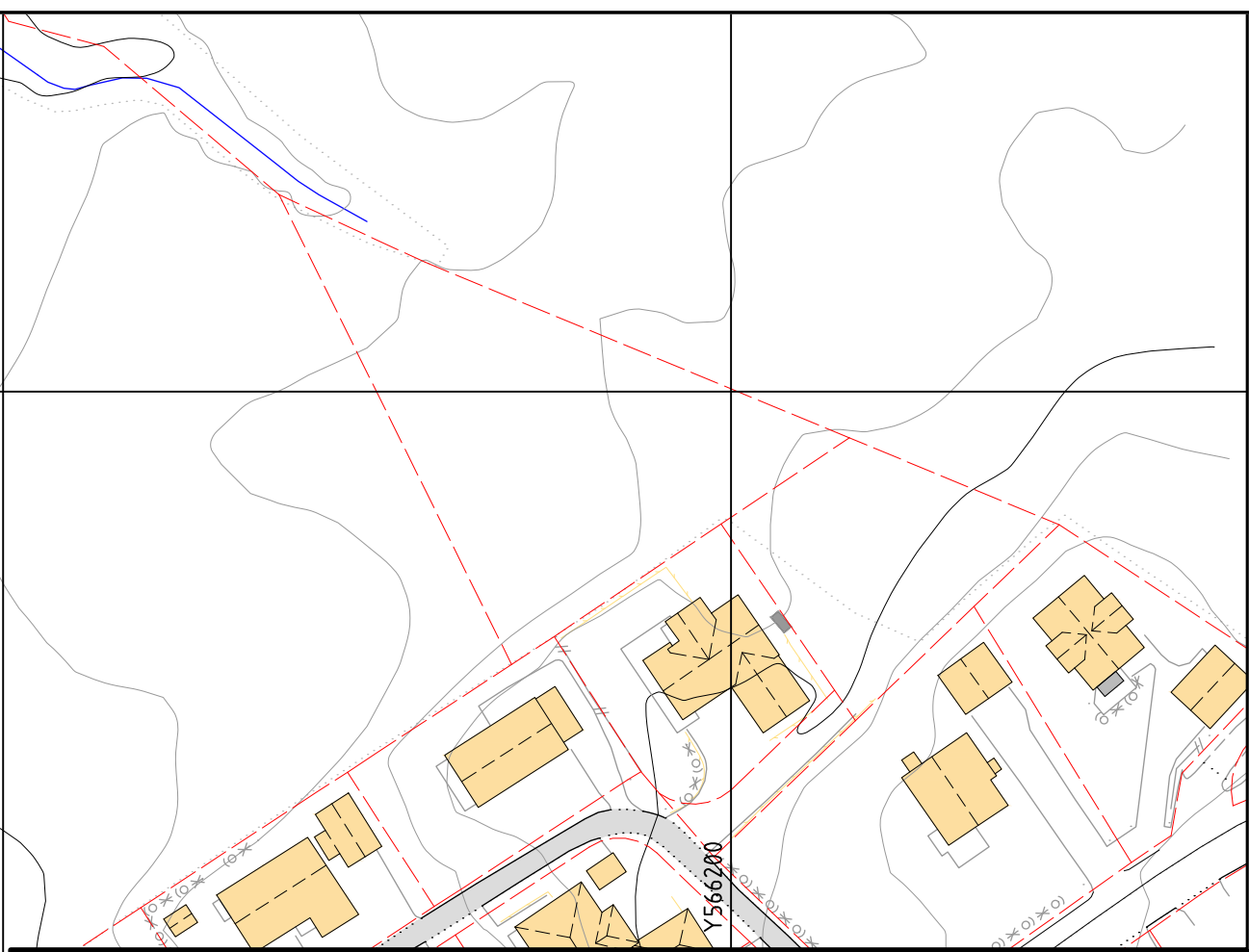
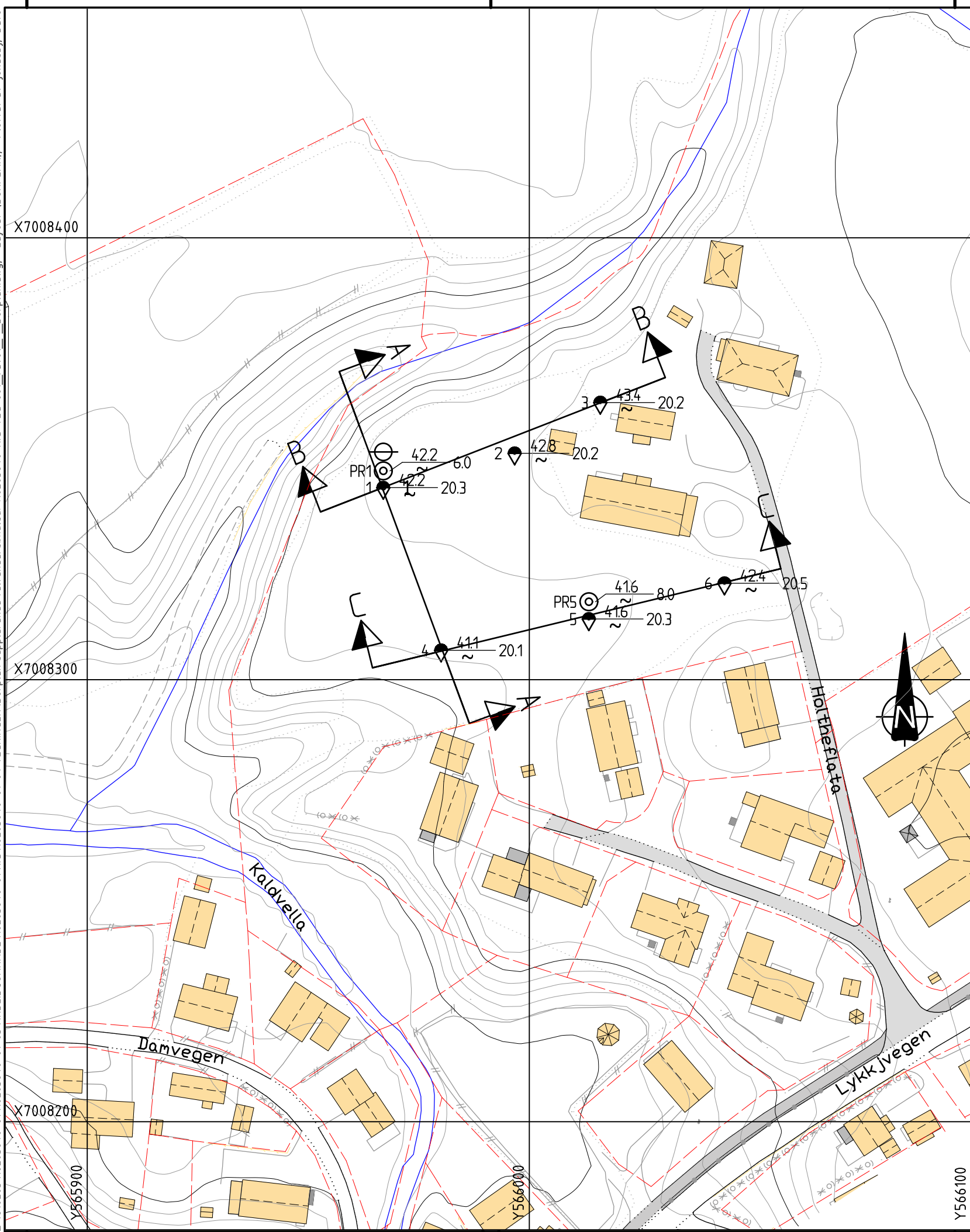
Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene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

Ettersom det ble påvist sprøbruddleire/kvikkleire i området, stiller NVEs veileder 7/2014 krav til at det må gjennomføres mer detaljerte undersøkelser av jordas egenskaper. Dette kan eksempelvis omfatte treaksialforsøk og poretrykksmålinger. Resultater av disse undersøkelsene vil brukes i stabilitetsberegninger, og ved vurdering av eventuelle sikringstiltak.

7 Referanser

- [1] Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015),» Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016),» Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016.
- [3] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), *NGF-Melding nr. 1-11..*
- [4] N. Standard, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007),» Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mars 2007.
- [5] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE) , *atlas.nve.no*.
- [6] Kartverket, *www.norgeskart.no*.
- [7] Multiconsult Norge AS, «417991-RIG-RAP-001 Områderegulering Ler sentrum, Melhus kommune,» Trondheim, 2016.

Z:\10205\10205840-01\10205840-01-03 ARBEIDSOmrÅDE\10205840-01 RIG\10205840-01-04 TEGNINGER\Borplan supplerende feltundersøkelser\10205840-RIG-TEG-001 rev01 - Borplan.dwg - Layout: (BORPLAN); - Plottet av: jonasbj. Dato: 2018



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREI TRYKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYK MÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⚡ BERG I DAGEN

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

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

EKSEMPEL
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ — 14.8 +24 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE

01	Revidert ved supplerende grunnundersøkelser	19.09.2018	JONASBJ	KONK	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Aune Utvikling AS
Holthe flata Ler

Borplan
 Grunnundersøkelser

Fag	Format
Geoteknikk	A3
Dato	19.09.2018
Format/Målestokk:	1:1000

Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Utsendt	SIE	KONK	OAA
Oppdragsnr.	Tegningsnr.			Rev.
10205840	RIG-TEG-001			01

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)										St (-)	
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	60	70	80	90			
5	TØRRSKORPELEIRE, noe siltig enk små humusrester	K	K						1,94	47													5 6
	LEIRE, tørrskorpeflekker																						
5	LEIRE, siltig	K	K						2,06	43													20 110
	KVIKKLEIRE v/4,55-4,65m																						
10	LEIRE, tynne siltlag								2,12	38													27 41
15																							
20																							

Symboler:



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

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

┌ Plastisitetssindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok:

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

5

Aune Utvikling AS

Dato:

2018-07-06

Holtheplata Ler

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

vt

Kontrollert:

mash

Godkjent:

OAA

Oppdragsnummer:

10205840

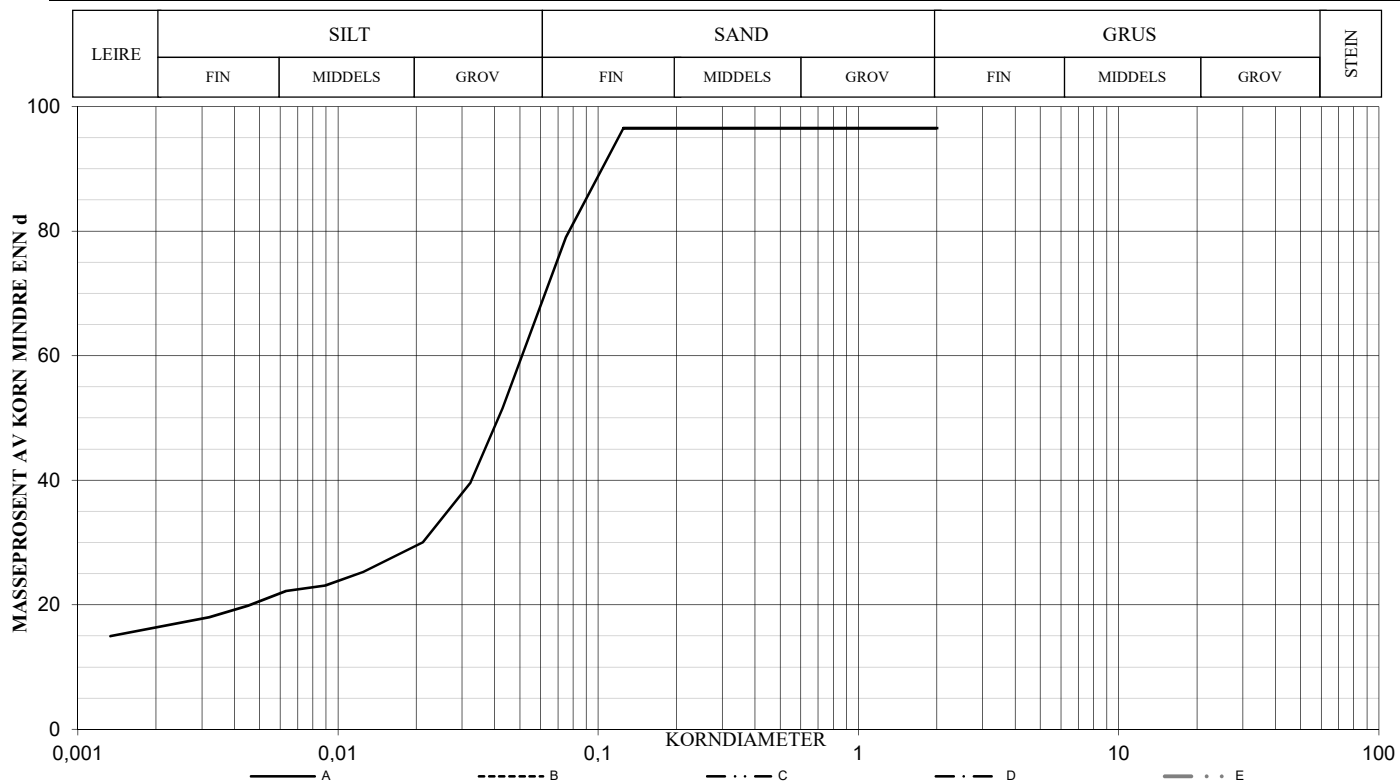
Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00

SYMBOL OL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	1	3,40	LEIRE, siltig, finsandig		X		X
B							
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m ²	Su r 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		24,6									0,0210	0,0415	0,0583
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Aune Utvikling AS
Holtheplata Ler
Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet
vt

Kontrollert
mash

Godkjent
OAA

Dato
05.07.18

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

10205840

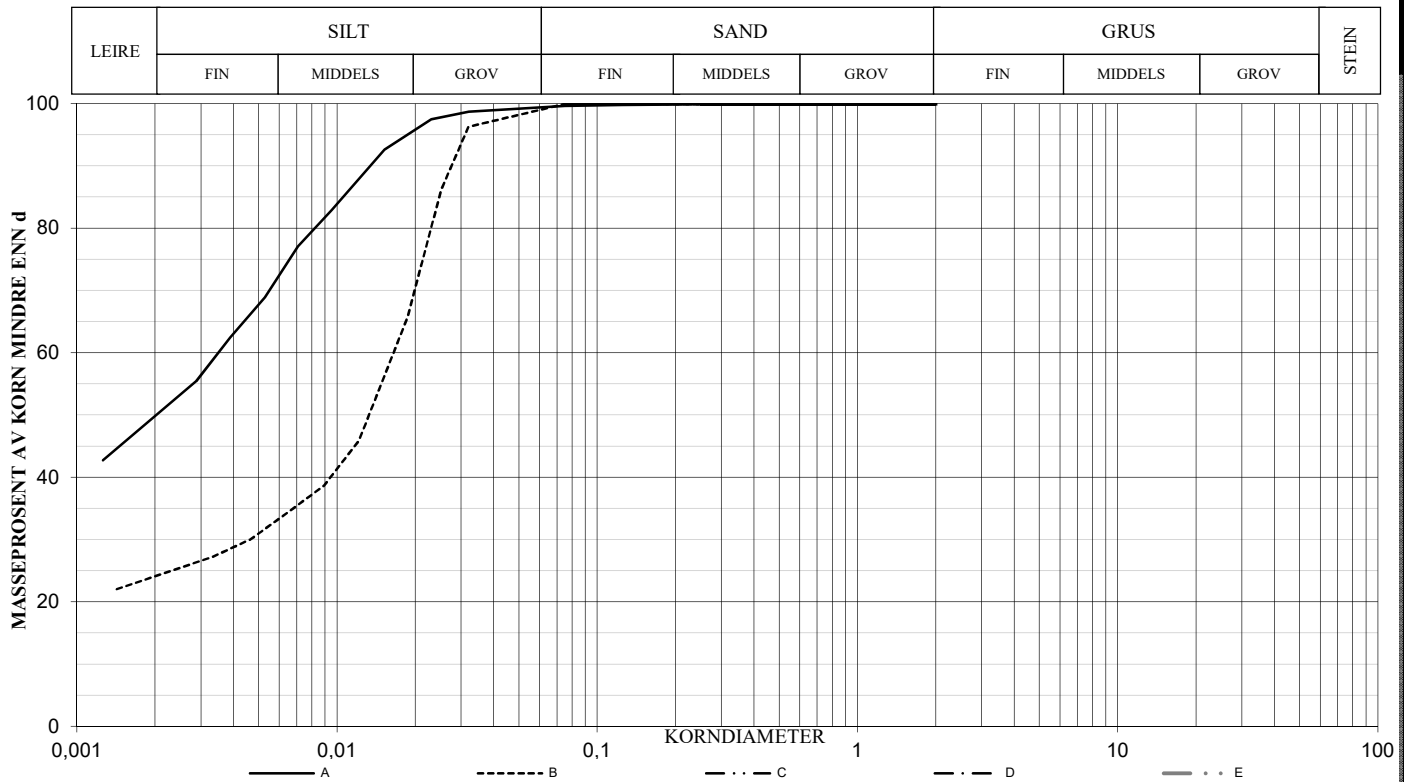
TEGN.NR.

RIG-TEG-300

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	5	1,35	LEIRE		X		X
B	5	4,60	LEIRE, siltig	KVIKKLEIRE	X		X
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m ²	Su r 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		36,4										0,0022	0,0035
B		27,0									0,0046	0,0135	0,0168
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Aune Utvikling AS
Holtheplata Ler
Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet
vt

Kontrollert
mash

Godkjent
OAA

Dato
05.07.18

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAG NR.

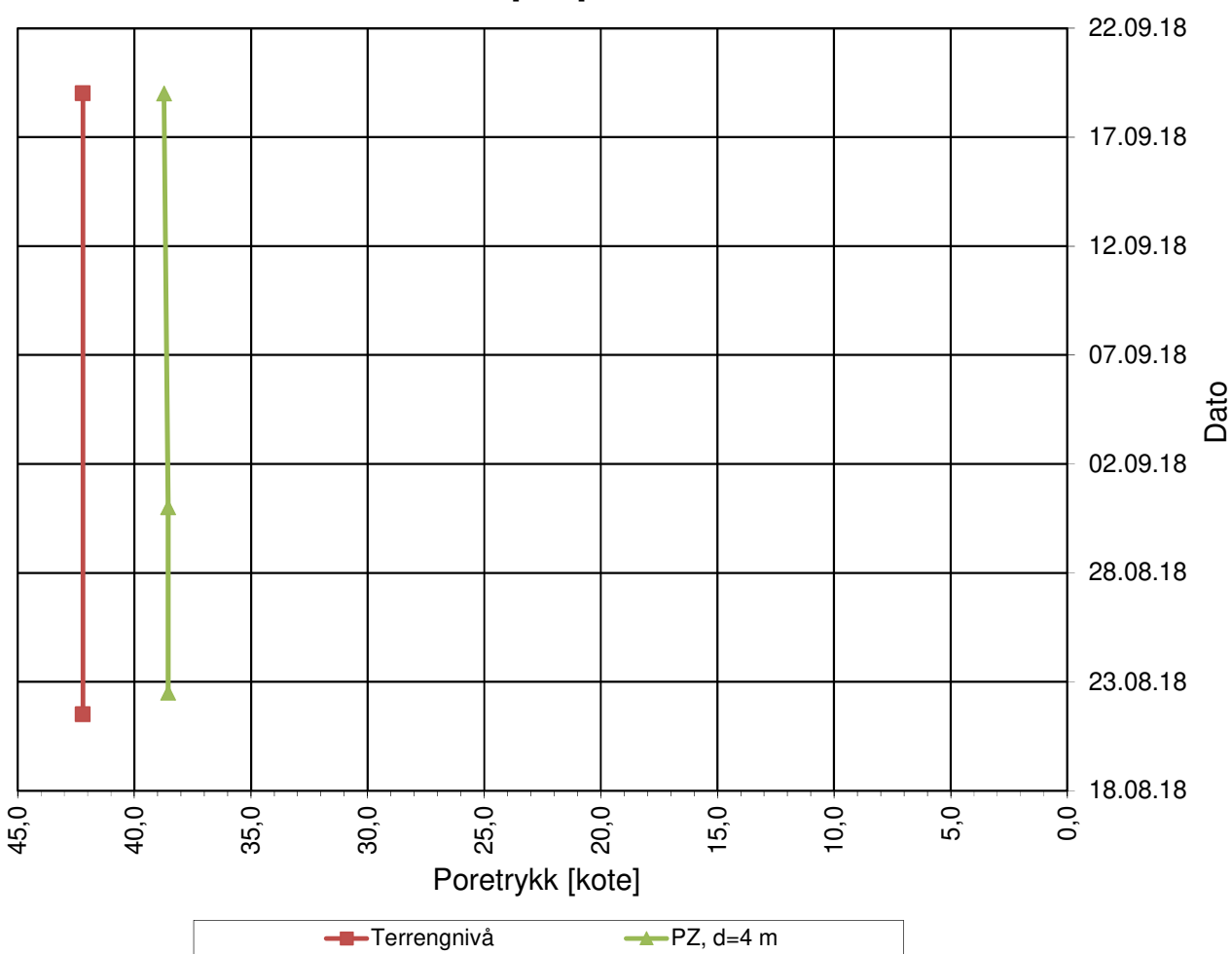
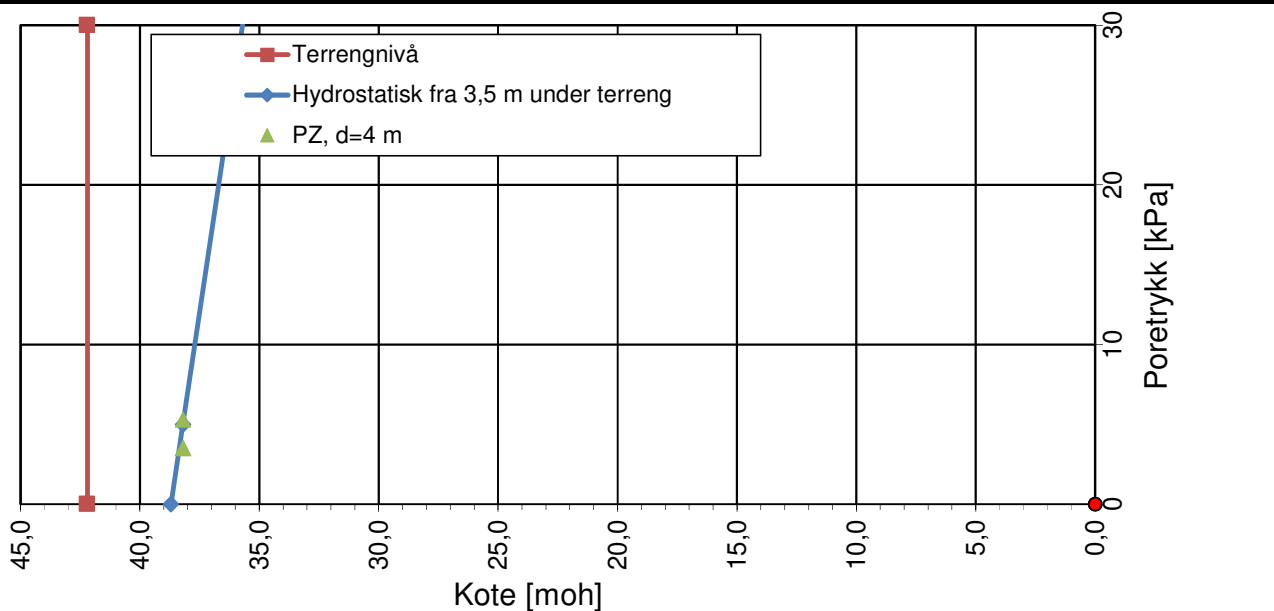
10205840

TEGN.NR.

RIG-TEG-301

REV.

00



PORETRYKKSMÅLING

Hydraulisk poretrykksmåler, BP. 1 (østre)

Aune Utvikling AS

Holtheflata, Ler

Konstr./Tegnet

JONASBJ

Kontrollert

KONK

Dato

20.09.18

Godkjent

HAN



MULTICONSULT NORGE AS

OPPDRAK NR.

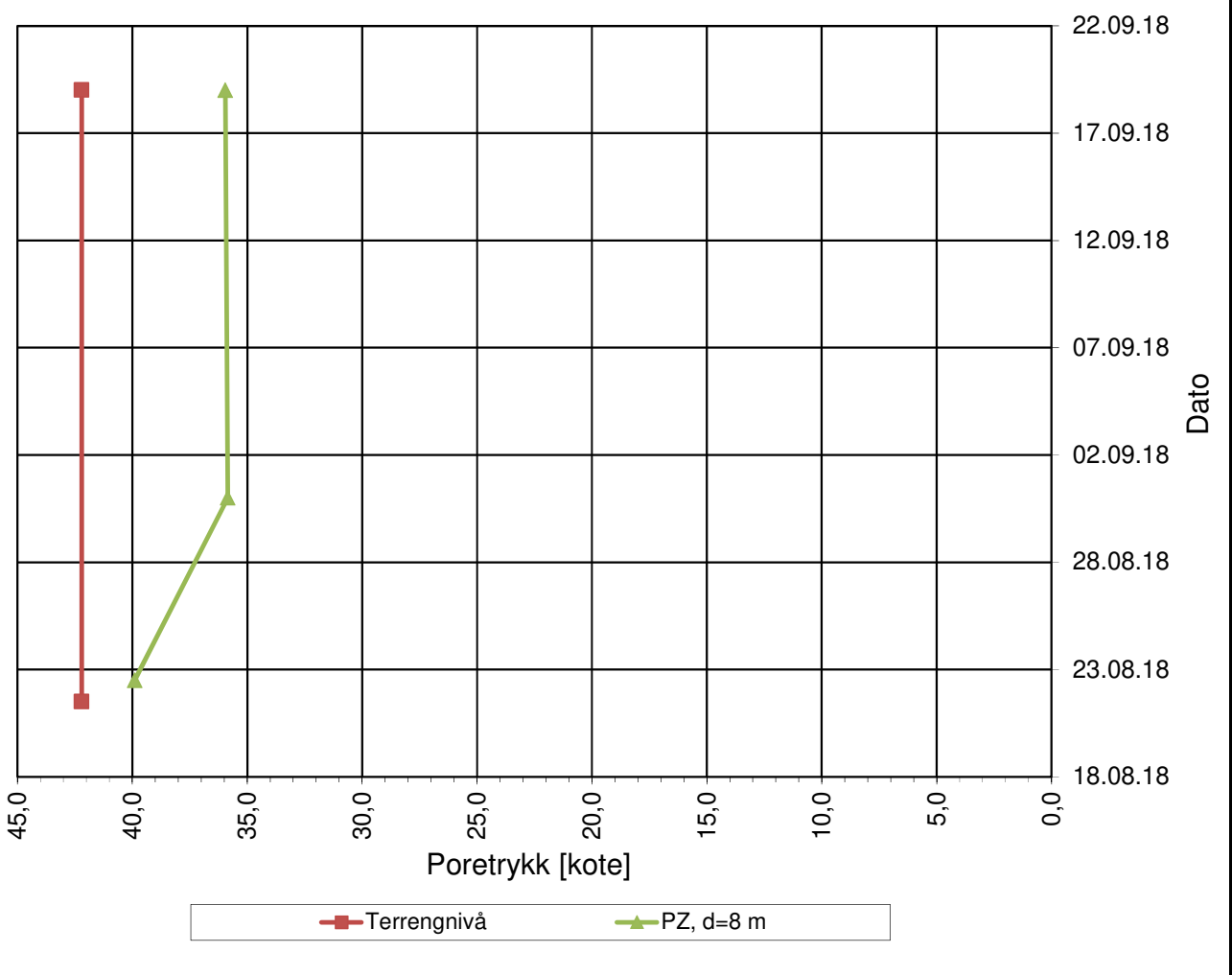
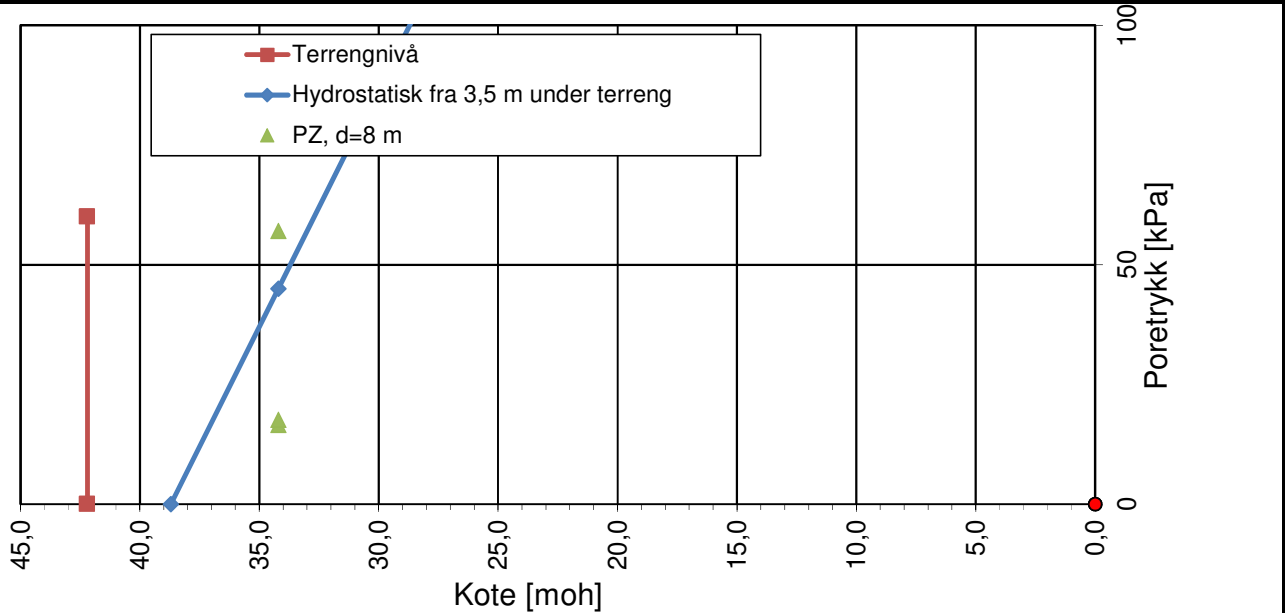
10205840

TEGN.NR

RIG-TEG-350.1

REV.

00



PORETRYKKSMÅLING

Hydraulisk poretrykksmåler, BP. 1 (vestre)

Aune Utvikling AS

Holtheplata, Ler

Konstr./Tegnet

JONASBJ

Kontrollert

KONK

Dato

20.09.18

Godkjent

HAN

Multi
consult

MULTICONSULT NORGE
AS

OPPDRAG NR.

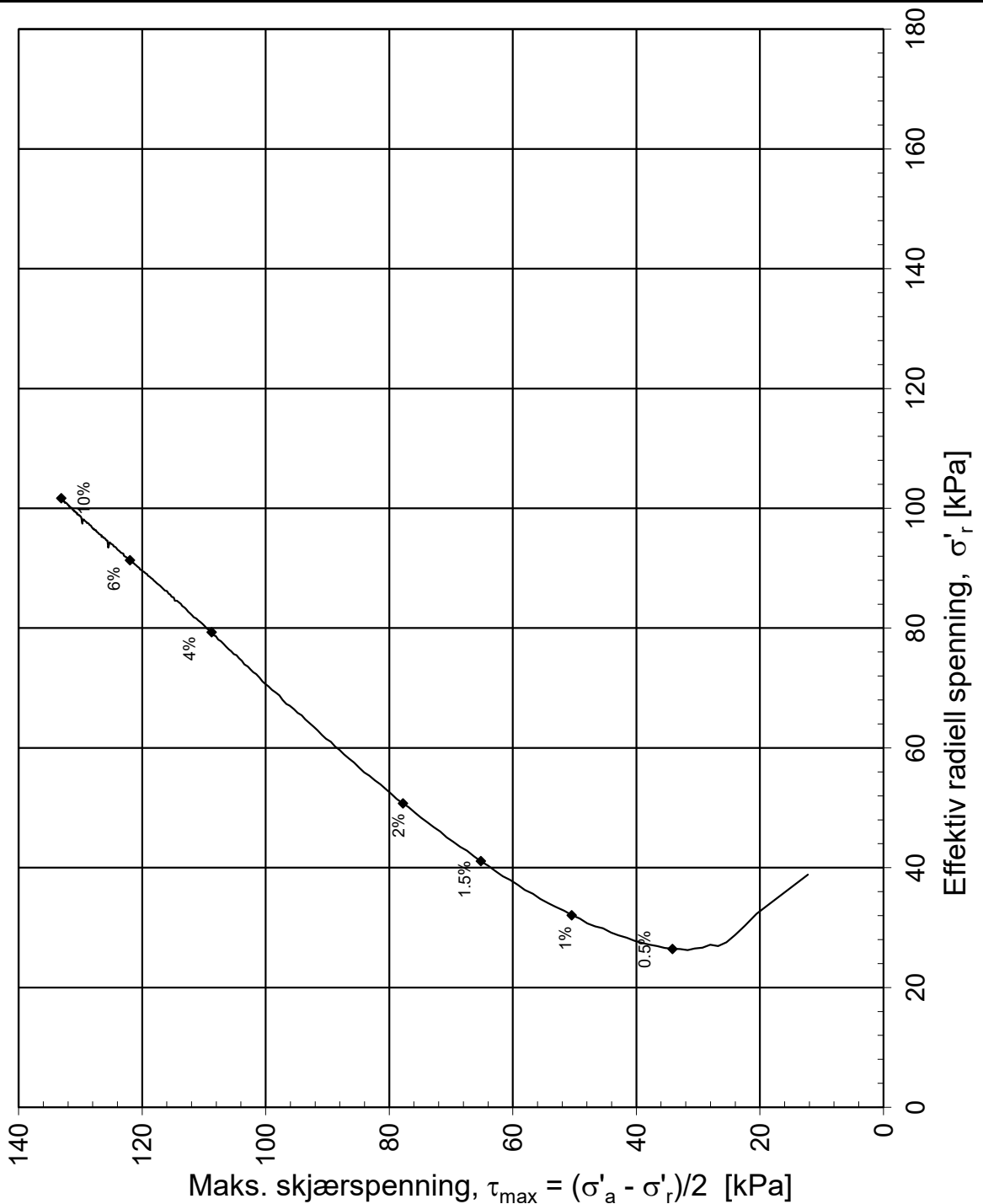
10205840

TEGN.NR

RIG-TEG-350.2

REV.

00



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	63,31	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	38,85	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,02	$\Delta e/e_o$ (-): 0,06
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	1,02
Vanninnhold w_i (%):	24,07	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,07

Aune Utvikling AS

Holtheflata, Ler

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

**MULTICONSULT
NORGE AS**
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM

Forsøksdato:
27.08.2018

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
10205840

Dybde, z (m):
3,17

Tegnet/kontrollert lab:
mash

Tegning nr.:
RIG-TEG-450.1

Borpunkt nr.:
1

Kontrollert:
vt

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

10205840-RIG-TEG-450_hX1, d3,17

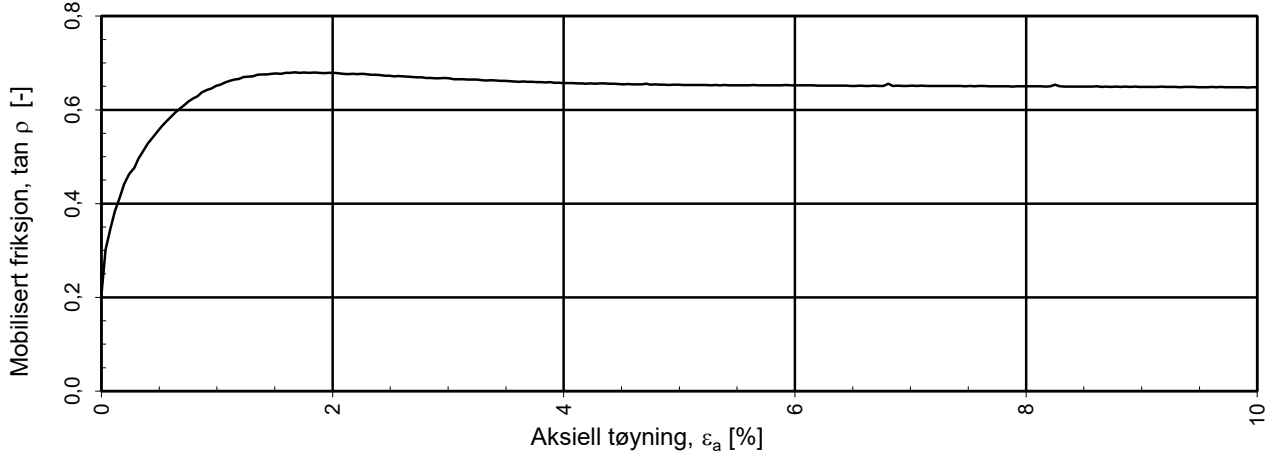
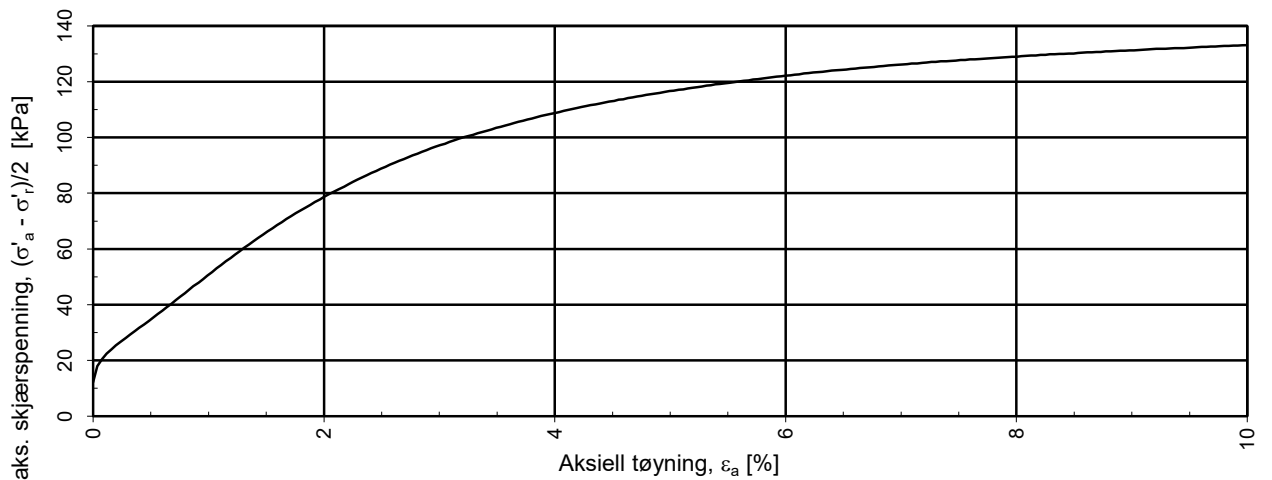
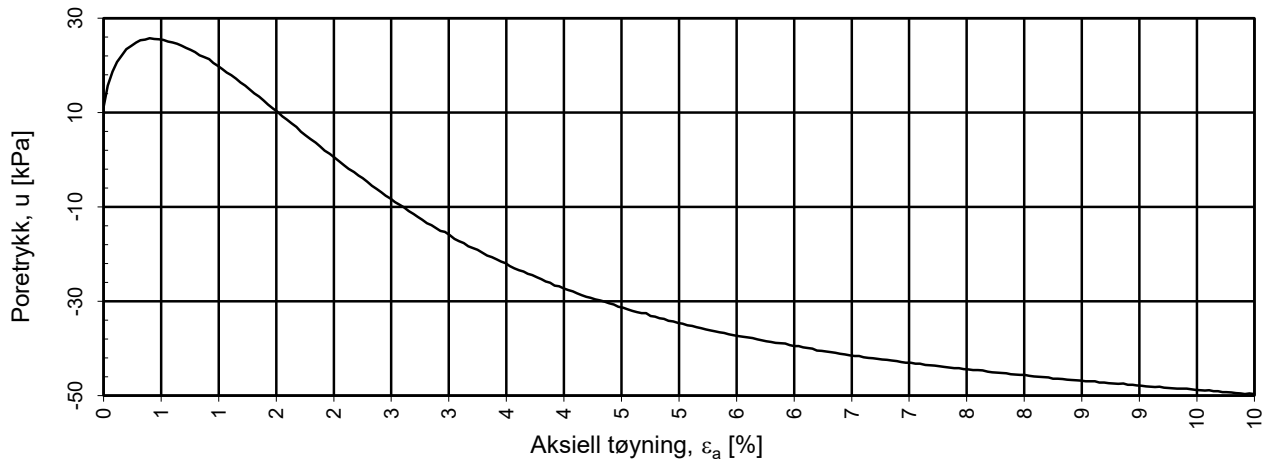
**Multi
consult**

Godkjent:

HAN

Programrevisjon:

15.12.2014



a = 10 kPa benyttet for tolkning av tan ρ

Aune Utvikling AS

Holtheplata, Ler

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

10205840-RIG-TEG-450_hX1, d3,17

Multi
consult

MULTICONSULT
NORGE AS

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

Forsøksdato:
27.08.2018

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
10205840

Dybde, z (m):
3,17

Tegnet/kontrollert lab:
mash

Tegning nr.:
RIG-TEG-450.4

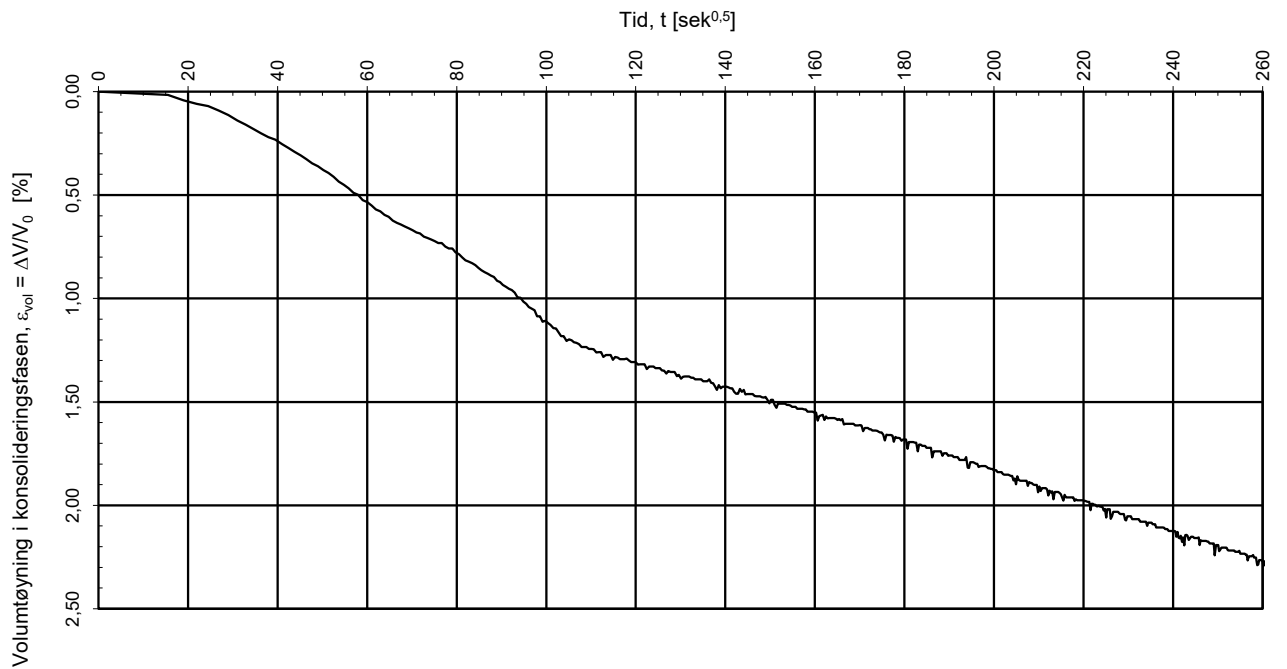
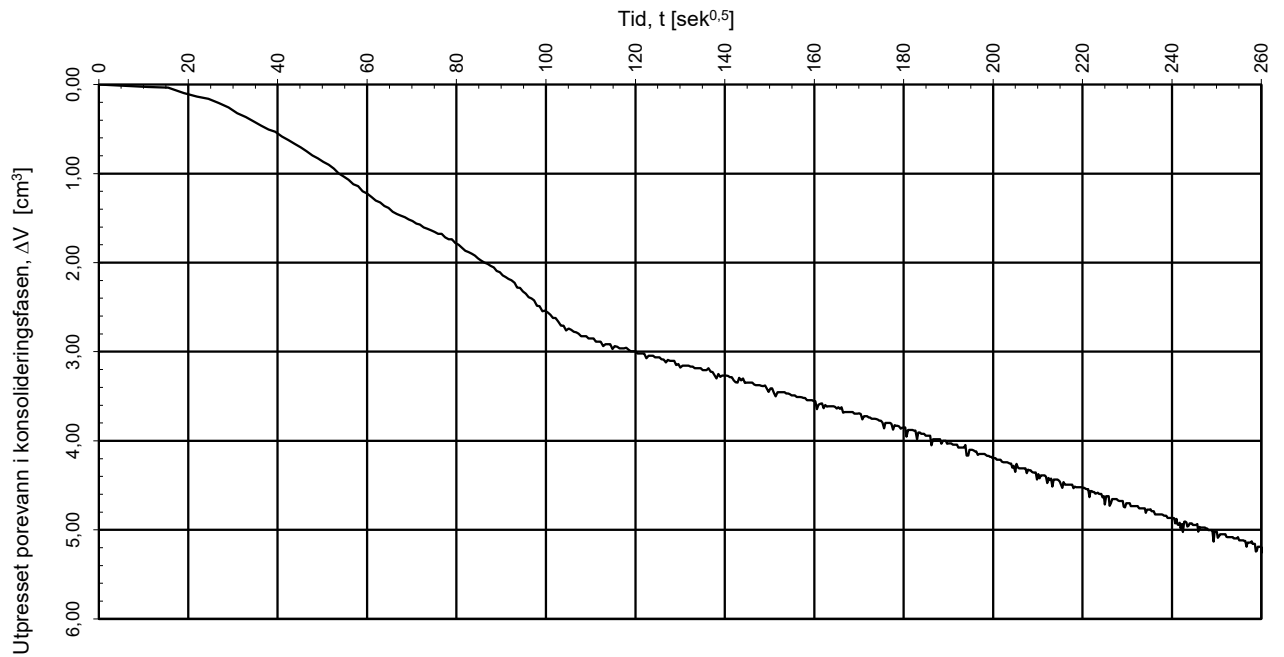
Borpunkt nr.:
1

Kontrollert:
vt

Prosedyre:
CAUa

Godkjent:
HAN

Programrevisjon:
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	63,31	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	38,85	$\Delta e/e_0$ (-): 0,06
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,02	
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	1,02
Vanninnhold w_i (%):	24,07	Densitet ρ_i (g/cm ³):	2,07

Aune Utvikling AS

Holtheflata, Ler

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:

10205840-RIG-TEG-450_hX1, d3,17

Multi
consult

MULTICONSULT NORGE AS

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

Forsøksdato:
27.08.2018

Dybde, z (m):
3,17

Borpunkt nr.:
1

Forsøk nr.:
1

Tegnetkontrollert lab:
mash

Kontrollert:
vt

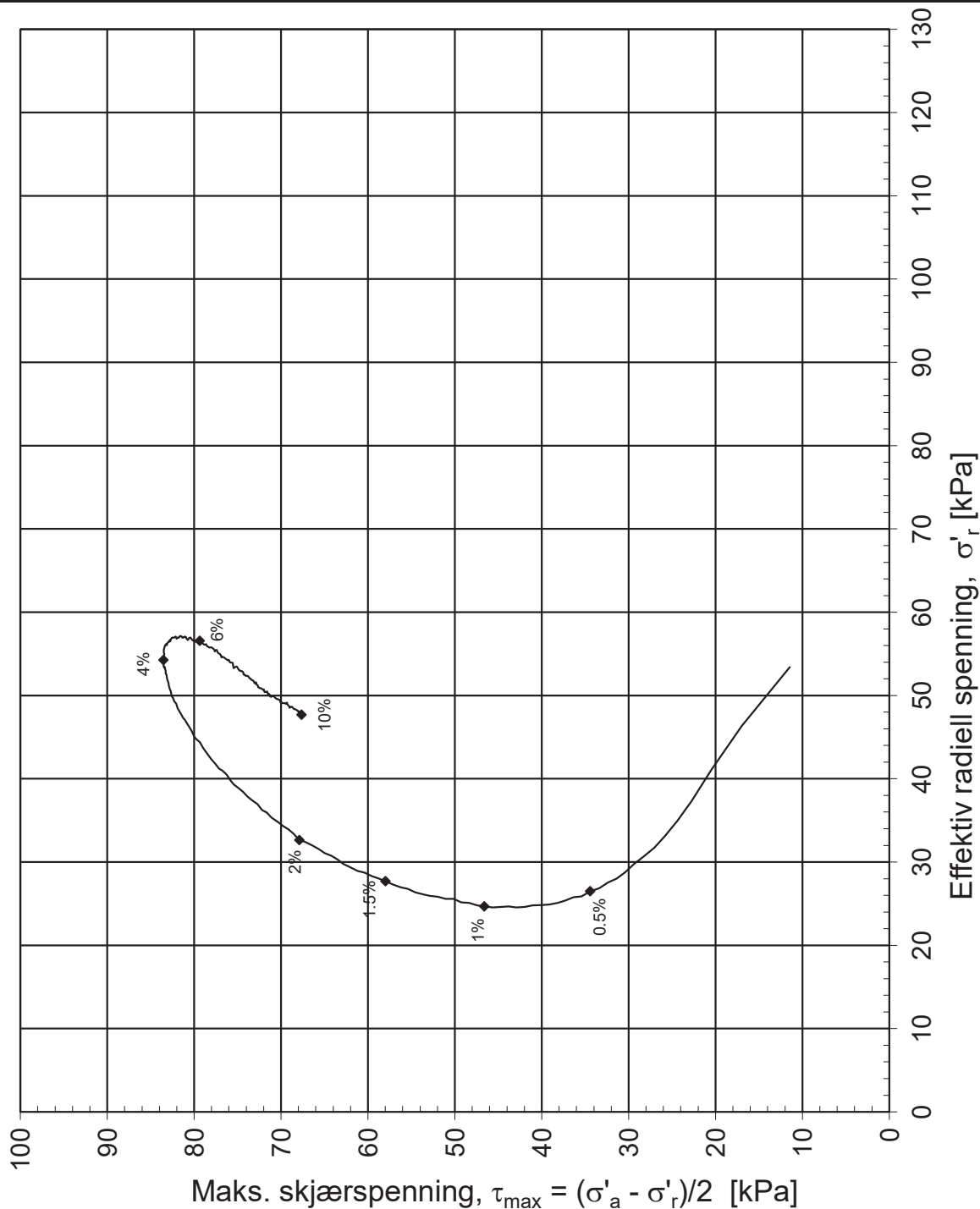
Godkjent:
HAN

Oppdrag nr.:
10205840

Tegning nr.:
RIG-TEG-450.5

Prosedyre:
CAUa

Programrevisjon:
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	76,32	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	53,41	
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	1,33	$\Delta e/e_o$ (-): 0,03
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,88
Vanninnhold w_i (%):	30,83	Densitet ρ_i (g/cm ³):	1,97

Aune Utvikling AS

Holtheflata, Ler

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

**MULTICONSULT
NORGE AS**
Sluppenvegen 15,
7486 TRONDHEIM

Forsøksdato:
27.08.2018

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
10205840

Dybde, z (m):
5,21

Tegnet/kontrollert lab:
mash

Tegning nr.:
RIG-TEG-451.1

Borpunkt nr.:
1

Kontrollert:
vt

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

10205840-RIG-TEG-451_h1, d5,21m

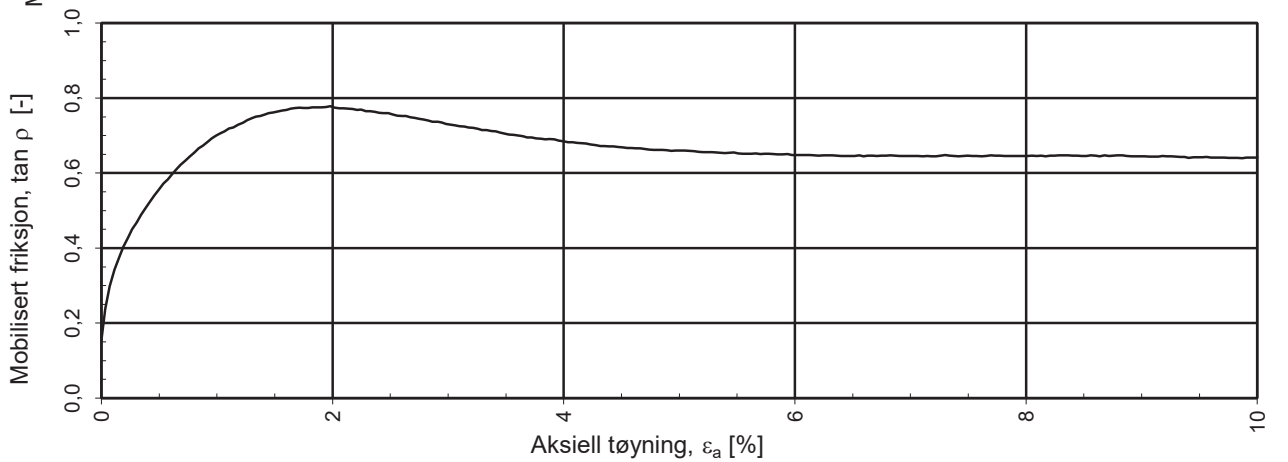
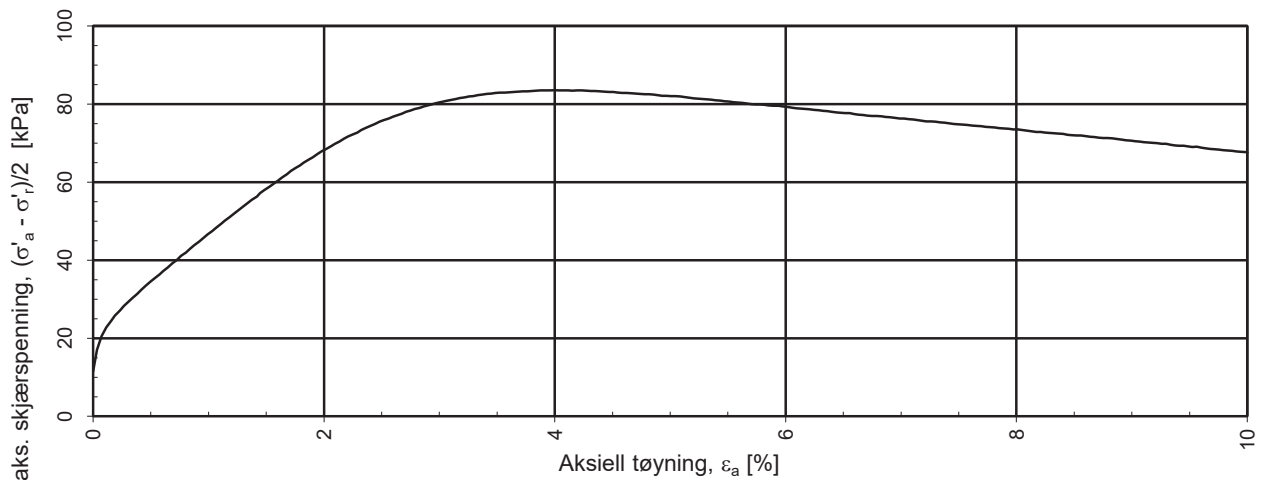
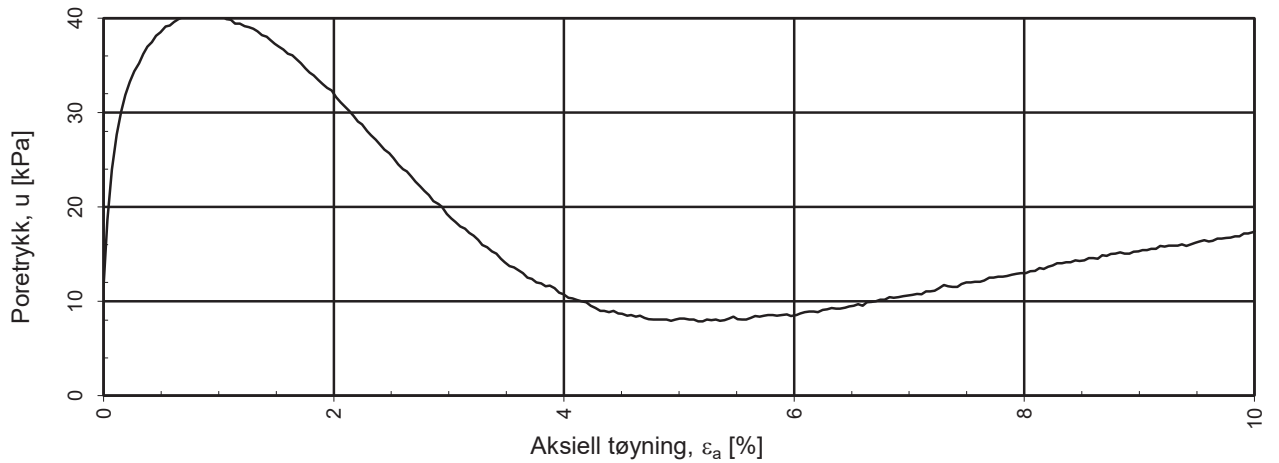
**Multi
consult**

Godkjent:

HAN

Programrevisjon:

15.12.2014



$a = 10$ kPa benyttet for tolkning av $\tan \rho$

Aune Utvikling AS

Holtheplata, Ler

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

10205840-RIG-TEG-451_h1, d5,21m

Multi
consult

**MULTICONSULT
NORGE AS**

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

Forsøksdato:
27.08.2018

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
10205840

Dybde, z (m):
5,21

Tegnet/kontrollert lab:
mash

Tegning nr.:
RIG-TEG-451.4

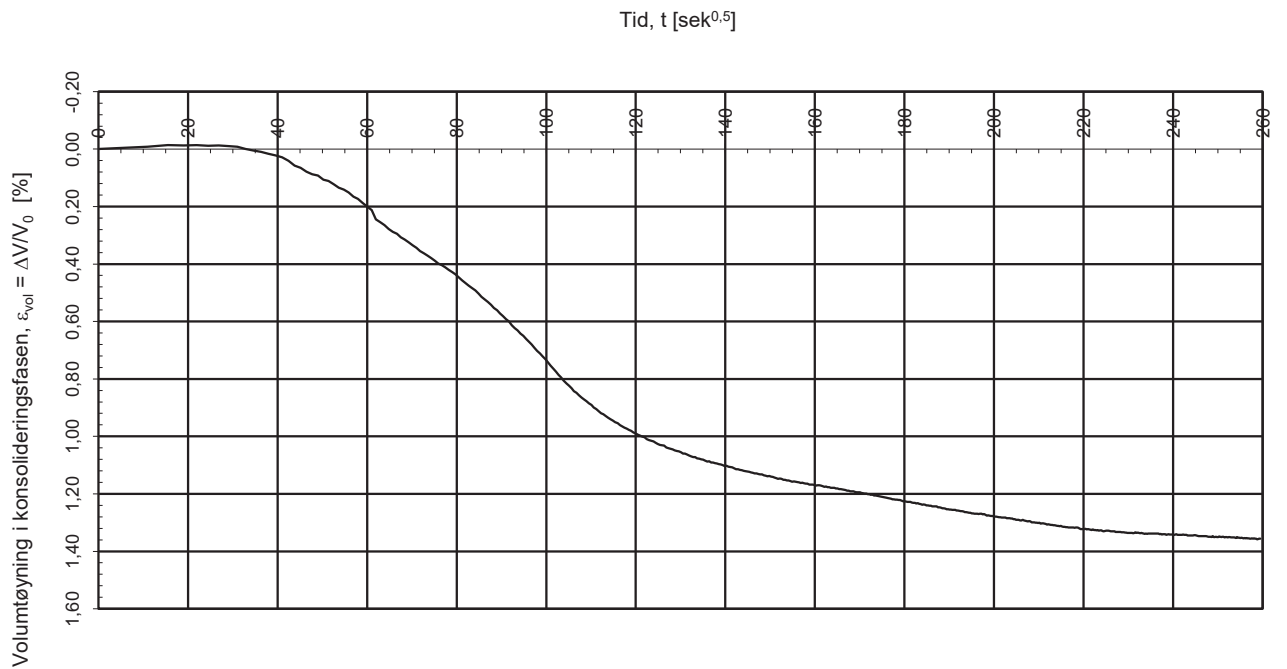
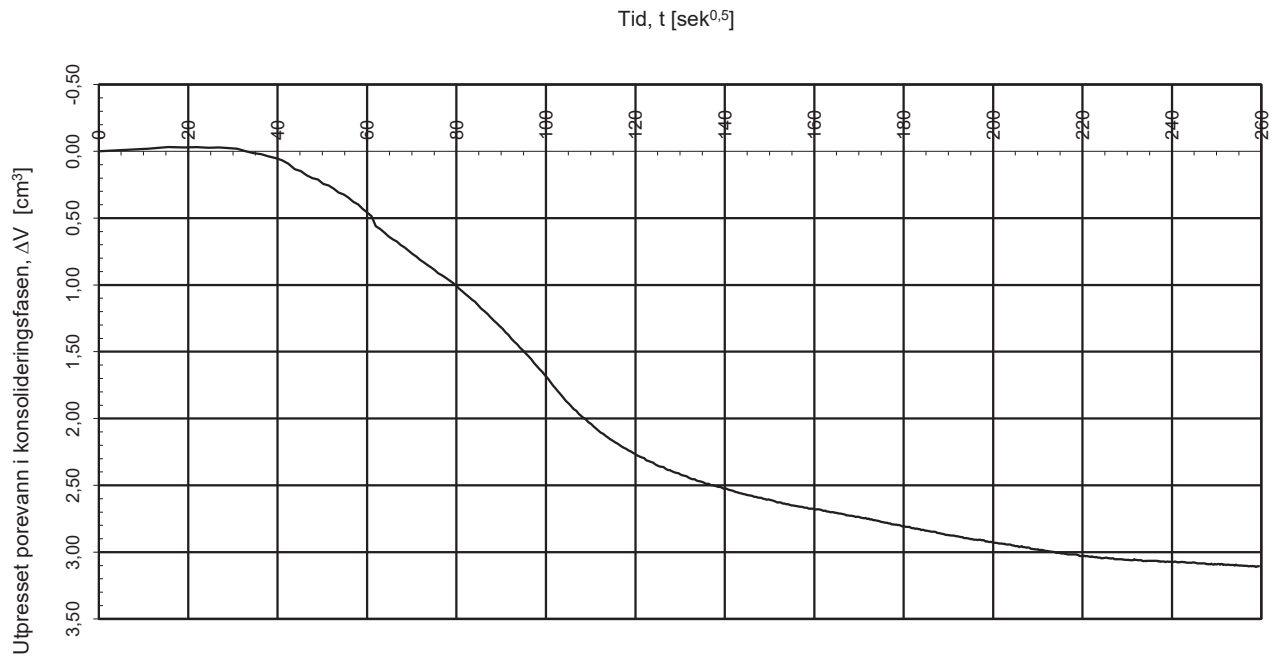
Borpunkt nr.:
1

Kontrollert:
vt

Prosedyre:
CAUa

Godkjent:
HAN

Programrevisjon:
15.12.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	76,32	
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	53,41	$\Delta e/e_0$ (-): 0,03
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	1,33	
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-):	0,88
Vanninnhold w_i (%):	30,83	Densitet ρ_i (g/cm ³):	1,97

Aune Utvikling AS

Holtheplata, Ler

Treaksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

MULTICONSULT NORGE AS

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

Forsøksdato:
27.08.2018

Forsøk nr.:
2

Oppdrag nr.:
10205840

Dybde, z (m):
5,21

Tegnetkontrollert lab:
mash

Tegning nr.:
RIG-TEG-451.5

Borpunkt nr.:
1

Kontrollert:
vt

Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:

10205840-RIG-TEG-451_h1, d5,21m

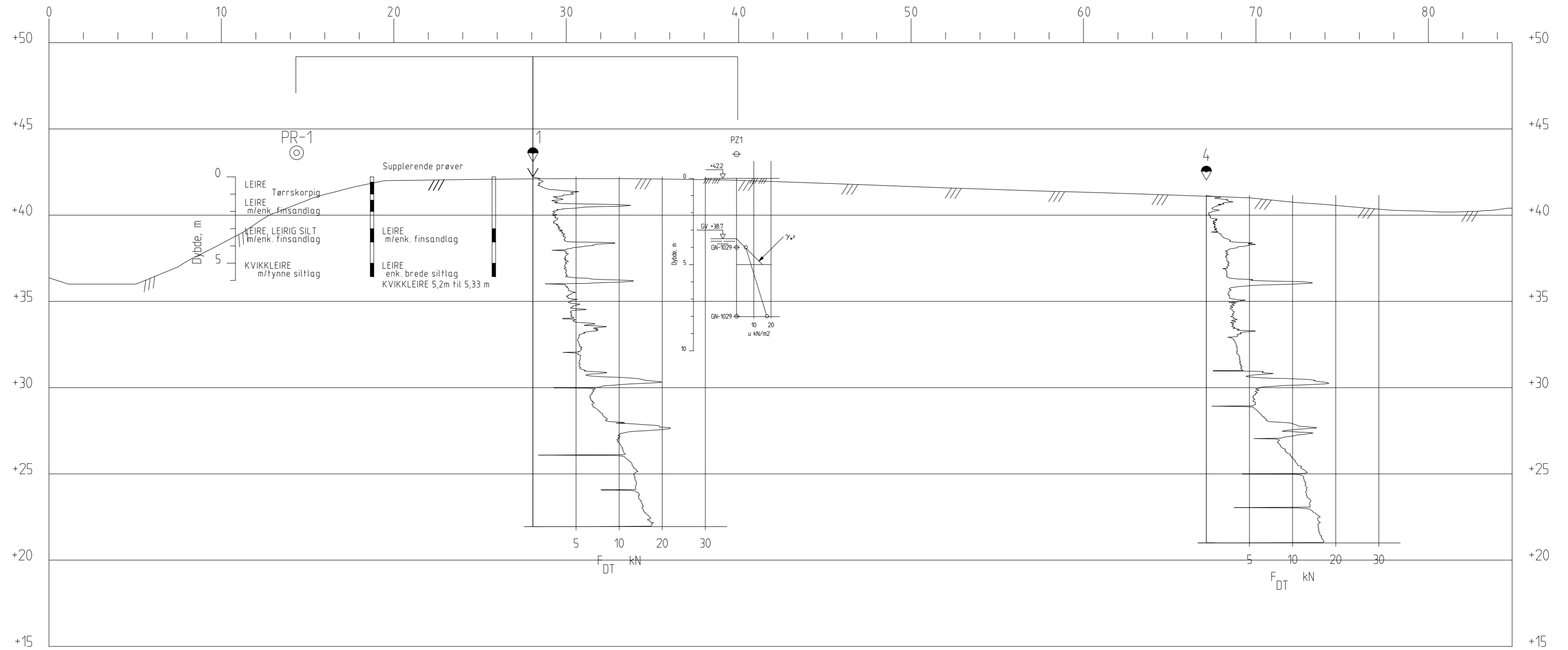
Multi
consult

Godkjent:

HAN

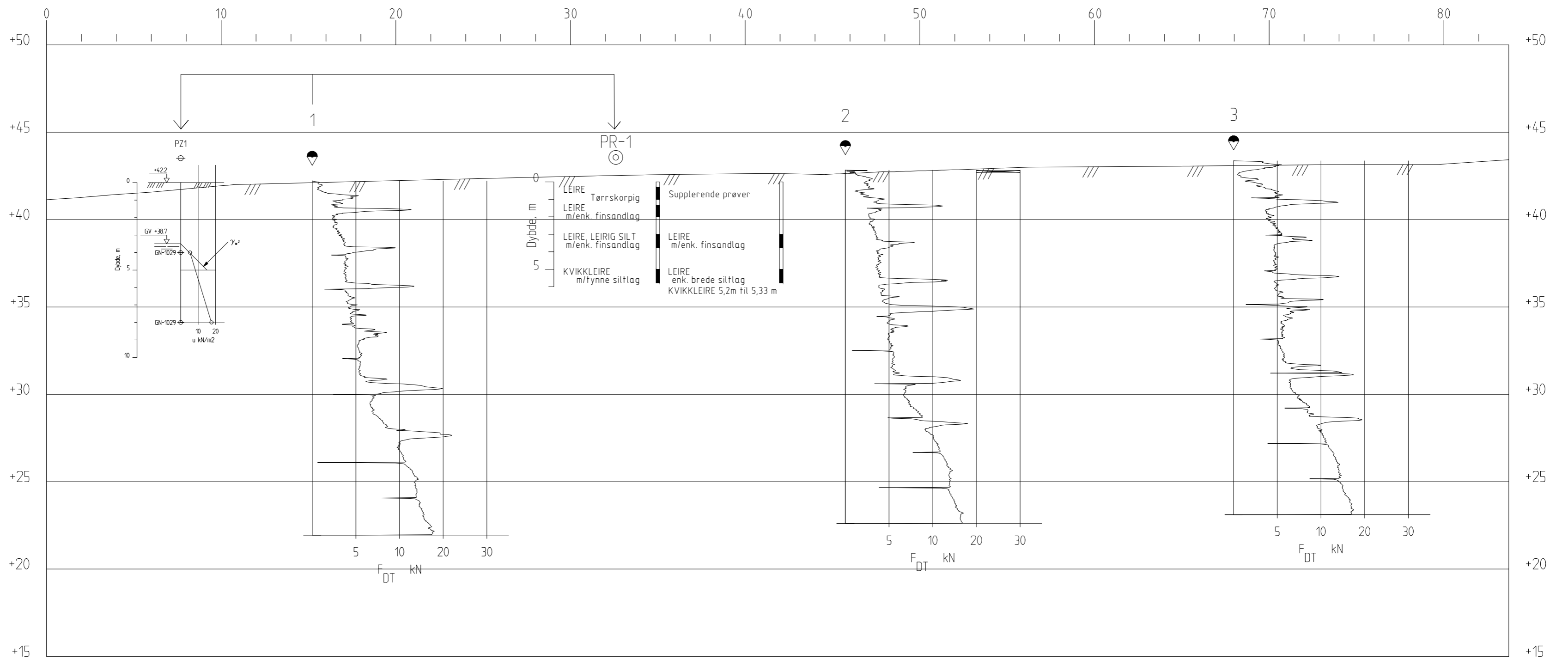
Programrevisjon:

15.12.2014



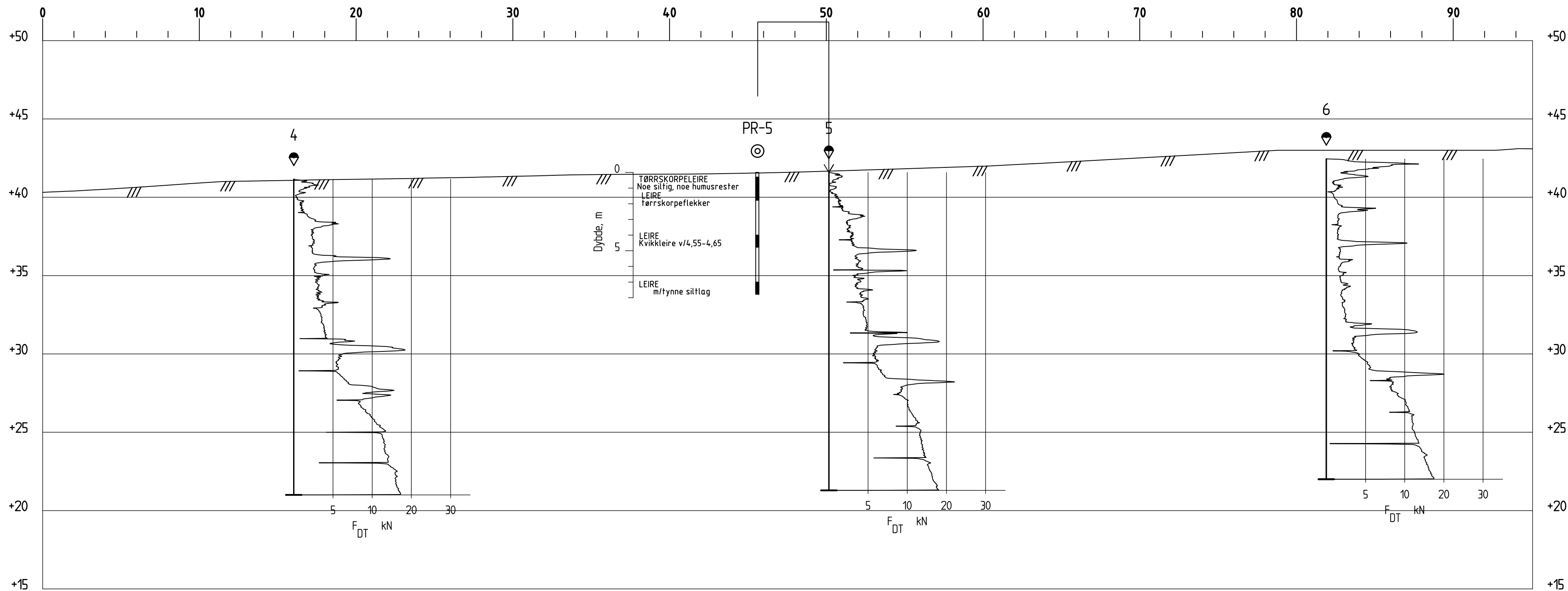
Profil A-A

01	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	20.09.2018	JONASBJ	KONK	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Aune Utvikling AS Holtheplata Ler			Fag Geoteknikk	Format A3L	
Profil A-A			Dato 10.07.2018		
			Format/Målestokk: 1:200		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet SIE	Kontrollert KONK	Godkjent OAA
Oppdragsnr. 10205840		Tegningsnr. RIG-TEG-600		Rev. 01	



Profil B-B

01	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	20.09.2018	JONASBJ	KONK	OAA
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Aune Utvikling AS Holtheplata Ler			Fag Geoteknikk	Format A3L	
Profil B-B			Dato	10.07.2018	
			Format/Målestokk:	1:200	
Multiconsult www.multiconsult.no	Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
	Oppdragsnr.	SIE	KONK	OAA	
	10205840	Tegningsnr. RIG-TEG-601		Rev.	01





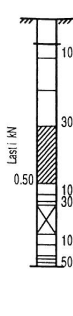

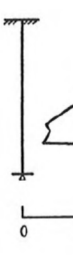


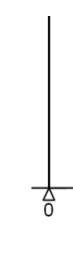
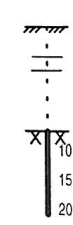
Profil C-C

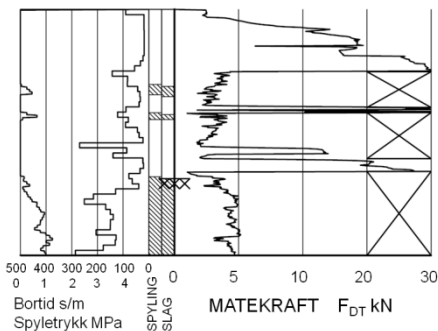
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Aune Utvikling AS Holtheplata Ler		Fag Geoteknikk	Format A3L	
	Profil C-C		Dato 10.07.2018		
			Format/Målestokk: 1:200		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status	Konstr./Tegnet SIE	Kontrollert KONK	Godkjent OAA
Oppdragsnr. 10205840		Tegningsnr. RIG-TEG-602		Rev. 00	

BILAG 1

Geotekniske bilag - 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</p> <p>Middels stor motstand</p> <p>Meget liten motstand</p> <p>Meget stor motstand</p> <p>Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>  <p>Forboret</p> <p>Slått med slegge</p> <p>Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p>DREIESONDERING</p> <p>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 1/2-omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.</p> <p>Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 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</p> <p>Liten motstand</p> <p>Stor motstand</p> <p>0 50 100 150 kNm/m</p>  <p>0 50 Q₀ kNm/m</p>	<p>RAMSONDERING</p> <p>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.</p> <p>$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$</p>
<p>CPT2</p>  <p>5</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>2 4 6 8 10 0.20 0.40 0.60 0.80</p> <p>0.02 0.04 0.06 0.08 0.10</p> <p>Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p>TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p>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.</p> <p>Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.</p>
 <p>Stein</p> <p>10</p> <p>15</p> <p>20</p> <p>Borsynk i berg cm/min.</p>	<p>BERGKONTROLLBORING</p> <p>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.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

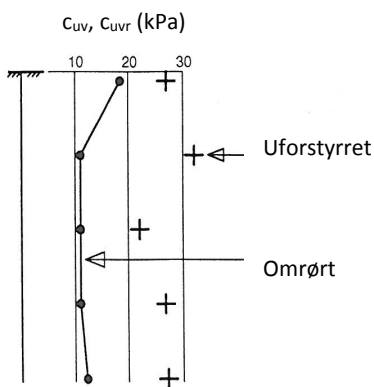
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjull 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):

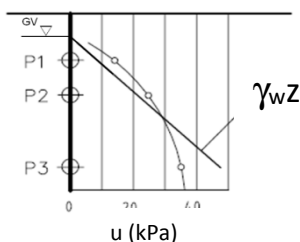
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der 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 stighøyde 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). 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
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> Delvis fibrig torv, mellomtorv 	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> 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.

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

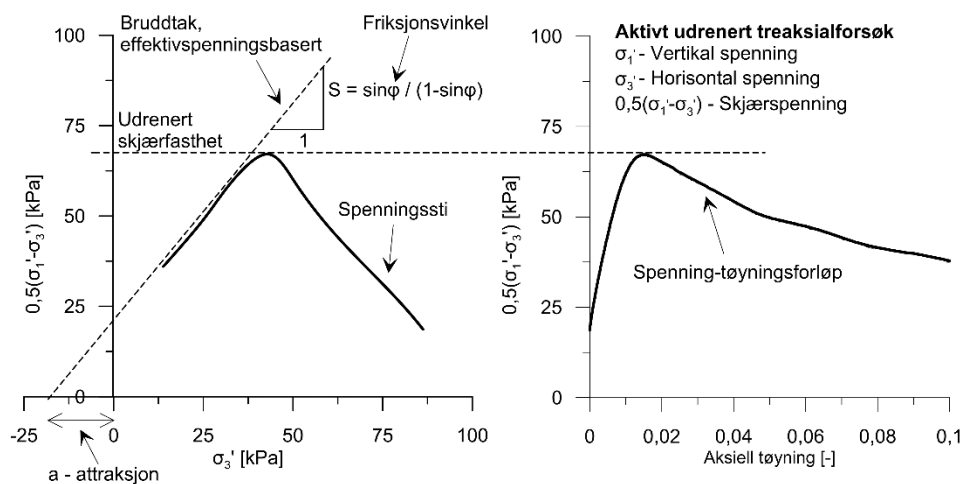
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet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

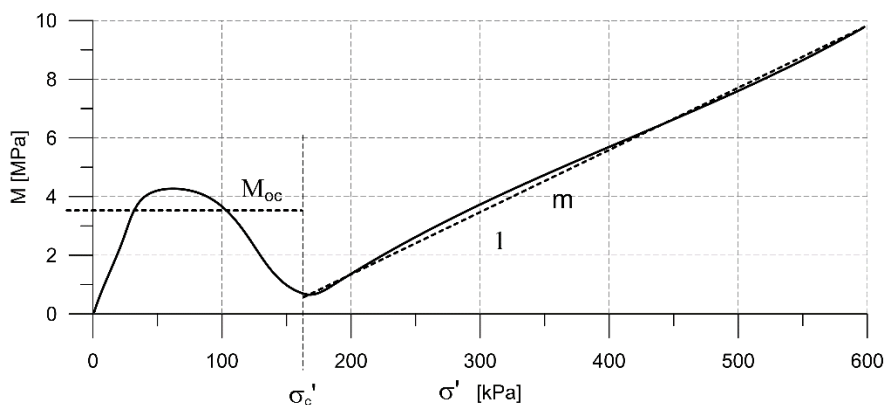


SENSITIVITET

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), 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

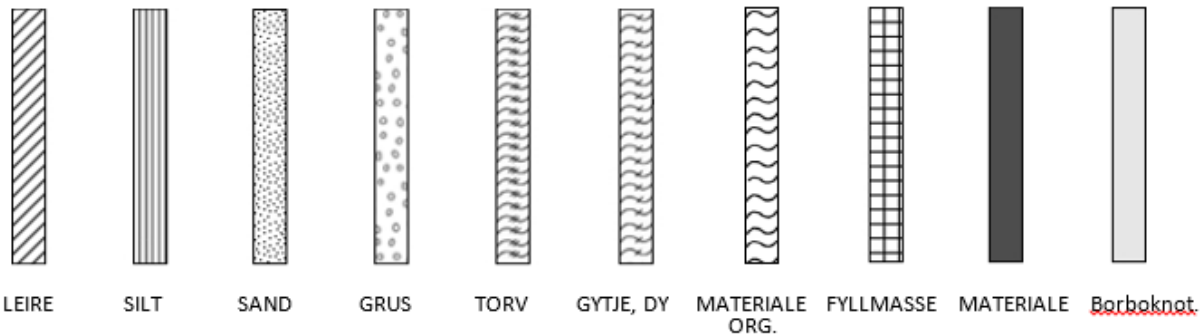
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering 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 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_{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
NS8015	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser