
Rapport

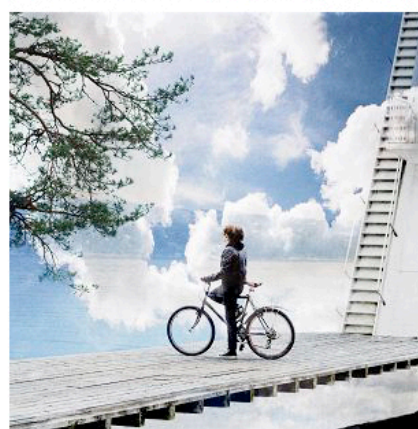
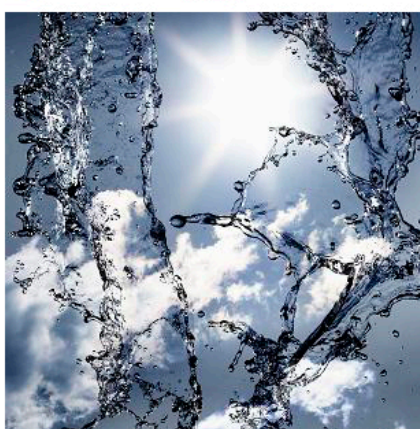
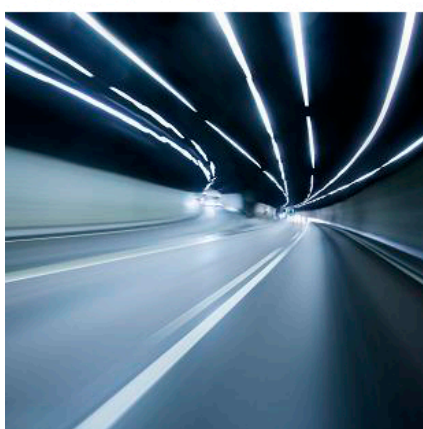
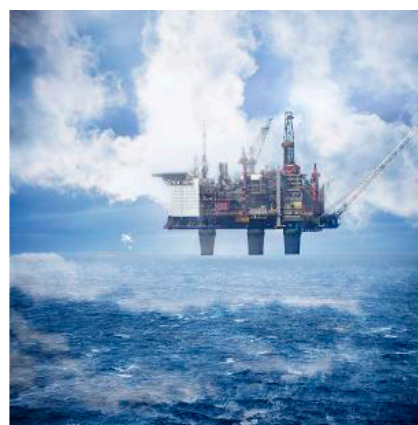
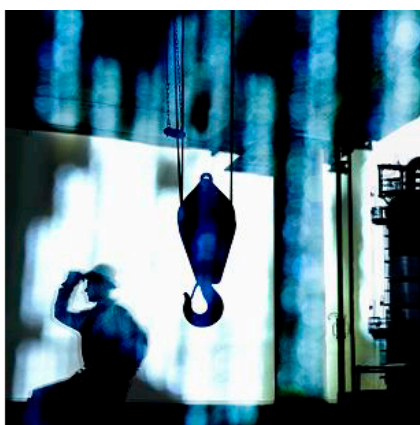
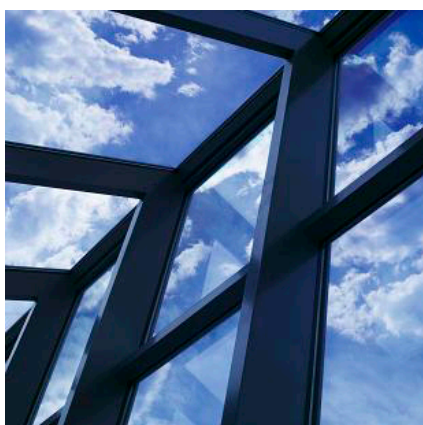
Boligfelt Hovin

OPDRAGSGIVER
Cervus Eiendom AS

EMNE
Grunnundersøkelser, datarapport

DATO: 06.06.2014

DOKUMENTKODE: 416174-RIG-RAP-001



Med mindre annet er skriftlig avtalt, tilhører alle rettigheter til dette dokument Multiconsult.

Innholdet – eller deler av det – må ikke benyttes til andre formål eller av andre enn det som fremgår av avtalen. Multiconsult har intet ansvar hvis dokumentet benyttes i strid med forutsetningene. Med mindre det er avtalt at dokumentet kan kopieres, kan dokumentet ikke kopieres uten tillatelse fra Multiconsult.

RAPPORT

OPPDRAG	Boligfelt Hovin	DOKUMENTKODE:	416174-RIG-RAP-001
EMNE	Grunnundersøkelser, datarapport	TILGJENGELIGHET:	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Cervus Eiendom AS	OPPDRAGSLEDER	Arne Vik
KONTAKTPERSON	Bent Ramberg	SAKSBEHANDLER	Lise Føsund Christiansen
		ANSVARLIG ENHET	3012 Geoteknikk Multiconsult AS

SAMMENDRAG

Multiconsult AS er i forbindelse med planlagt boligfelt på Hovin i Melhus kommune engasjert av Cervus Eiendom AS til å utføre grunnundersøkelser og orienterende geoteknisk vurdering. Undersøkelsene i foreliggende rapport vil danne grunnlag for geoteknisk vurdering av fundamenteringsforholdene på tomteområdet og av stabiliteten i området.

Feltundersøkelsene har bestått av 2 dreietrykkssonderinger, 13 totalsonderinger, 1 trykksondring (CPTU), innstilling av 2 poretrykksmålinger og opptak av 3 prøveserier. Laboratorieundersøkelsene omfatter rutineundersøkelser på samtlige prøver. I tillegg er det utført et ødometer- og et treaksialforsøk på opptatte prøver.

Sonderingene på selve tomteområdet indikerer et fast topplag av grovere masser med mektighet mellom 2 og 6 m. Under det faste laget er det et mektig lag med relativt liten og konstant sonderingsmotstand i dybden. Opptatte prøver viser at laget med liten sonderingsmotstand består av leire med silt- og finsandlag. Leiren er meget fast i uomrørt tilstand. Samtidig er leiren meget sensitiv og defineres som sprøbruddmateriale og delvis som kvikkleire. Sondring oppe i skråningen nordvest for tomteområdet har påvist berg på ca. 2 m dybde under terreng.

På selve tomteområdet nedenfor foten av skråningen er dybde til faste masser / antatt berg i størrelsesorden 20 – 30 m. Generelt øker løsmassemekktigheten fra foten av skråningen i nordvest mot elven i sør.

Grunnvannsstanden er registrert 3 – 4 m under terreng.

00	06.06.2014	Geoteknisk datarapport	Lise Føsund Christiansen	Arne Vik	Olav Årbogen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Formål og omfang	5
1.1	Formål og bakgrunn.....	5
1.2	Myndighetskrav.....	5
2	Grunnundersøkelser	5
2.1	Feltundersøkelser.....	5
2.2	Laboratorieundersøkelser.....	5
3	Topografi og grunnforhold	6
3.1	Topografi.....	6
3.2	Grunnforhold.....	6
3.3	Grunnvannsstand.....	7
3.4	Seismisk klasse.....	7
4	Referanser	7

Tegninger

416174-RIG-TEG	- 000	Oversiktskart
	- 001	Borplan
	- 010	Geotekniske data PR.5
	- 011	Geotekniske data PR.9
	- 012	Geotekniske data PR.12
	- 060	Korngradering, PR.5 og 9
	- 040.1	CPTU i BP.12. Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i
	- 040.2	CPTU i BP.12. Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2
	- 040.3	CPTU i BP.12. Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f
	- 040.4	CPTU i BP.12. Jordartsidentifikasjon fra CPTU data – q_t og B_q
	- 040.5	CPTU i BP.12. Dokumentasjon måledata
	- 075.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, PR.12 dybde 10,50m, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_{av}$, M og C_v
	- 075.2	Kontinuerlig ødometerforsøk, PR.12 dybde 10,50m, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \epsilon_{av}$, k og u_b / σ
	- 090.1	Aktivt treaksialforsøk, PR.12, dybde 8,38m, Deviatorspenningssti. NTNU-plott
	- 090.2	Aktivt treaksialforsøk, PR.12, dybde 8,38m, Poretrykks- og mobiliseringsforløp
	- 090.3	Aktivt treaksialforsøk, PR.12, dybde 8,38m, Vannutpressing – tid, konsolideringsfase
	- 150	Sonderingsresultater, BP.1 - 5
	- 151	Sonderingsresultater, BP.6 – 10
	- 152	Sonderingsresultater, BP.11 - 14

Geoteknisk bilag

1. Geoteknisk informasjon: Terminologi for feltundersøkelser
2. Geoteknisk informasjon: Terminologi for laboratorieundersøkelser
3. Oversikt over metodestandarder – felt- og laboratorieundersøkelser

1 Formål og omfang

1.1 Formål og bakgrunn

I forbindelse med planlagt boligfelt på Hovin i Melhus kommune er Multiconsult AS engasjert av Cervus Eiendom AS til å utføre grunnundersøkelser og orienterende geoteknisk vurdering av fundamenteringsforholdene på tomteområdet og av områdestabiliteten.

De utførte grunnundersøkelsene skal i første omgang avklare stabilitets- og fundamenteringsforholdene på tomten.

Foreliggende rapport inneholder resultater fra felt- og laboratorieundersøkelsene.

1.2 Myndighetskrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2008 /1/.

Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode 7 – Del 2 /2/ og tilhørende tilgjengelige metodestandarder. Seismisk grunntype er evaluert ut i fra Eurokode 8 /3/. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger. Se for øvrig bilag 3 for samlet oversikt over utvalgte metodestandarder.

2 Grunnundersøkelser

2.1 Feltundersøkelser

Geoteknisk grunnundersøkelse ble utført uke i uke 39 / 2013 med borerigg av typen Geotech 607H under ledelse av borleder Stian Langolf og supplerende grunnundersøkelser i uke 1 og 3 / 2014 under ledelse av borleder Bård Einar Krogstad.

Borplan med plassering av borpunkter er vist på tegning 416174-RIG-TEG-001. Resultater fra sonderingene samt prøveseriene er vist i tegningene -150 og -152.

Resultater fra CPTU i BP. 12 er vist i tegningene -040.1 – 5.

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- Dreietrykksondering i 2 punkter (BP.8 og 9)
- Totalsonderinger i 13 punkter (BP.1-8 og BP.10-14)
- CPTU-sondering i BP.12
- Prøveserie i 3 punkter (BP.5, BP.9 og BP.12)
- Poretrykkmåling i BP.5 og BP.12

Utførte undersøkelser gir grunnlag for orienterende geoteknisk vurdering av fundamenteringsforholdene på tomteområdet og områdestabiliteten.

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

2.2 Laboratorieundersøkelser

De opptatte prøvene er undersøkt i vårt geotekniske laboratorium i Trondheim med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Det er utført rutineundersøkelser samt noen korngraderinger i BP.5 og 9 og ødometerforsøk og treksforsøk i BP.12.

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geoteknisk data i borprofil, se tegning 416174-RIG-TEG-010 - 012. Korngraderingene er presentert i tegning -060. Resultatene fra ødometerforsøk er presentert i tegning -075.1 - 2 og resultatene fra treksforsøk i tegning -090.1 - 3.

Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2, mens en oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Topografi

Tomten ligger ca. 1 km vest for Hovin sentrum og planområdet er på ca. 40 daa. Planområdet grenser til eksisterende boligbebyggelse i nord, øst og sør. Nordvest for planområdet er det et skogkledd området der terrenget faller av fra vest mot øst og ligger mellom ca. kote +120 og +70. Det bratteste partiet ligger i vestre del av planområdet. Selve området hvor det planlegges boliger er tilnærmet flatt og ligger mellom ca. kote +70 og +65. Sør og øst for planområdet renner elven Gaua.

I elveløpet og i elveskråningene er det registrert grove masser av grus og stein. Elven er grunn på det aktuelle partiet og det er også liten avstand mellom topp elveskråning og selve elveløpet.

Alle kotehøyder refererer til NN 2000.

3.2 Grunnforhold

I henhold til kvartærgeologisk kart består øvre løsmasselag på tomten av breelvavsetning i vestre del og elveavsetninger i østre del.

Sonderingene indikerer liten løsmassedekning i skråning i vest. Det er påvist berg på ca. 2 m dybde i BP.1. Nede på flaten og ned mot elven viser sonderingene et fast topplag på ca. 2 – 6 m, i BP.2 - 14.

I BP.2 er det middels til faste masser med økende sonderingsmotstand med dybden. I BP.3 - 14 er motstanden lav til middels og relativt konstant med dybden, med unntak av de siste meterne i noen av borpunktene der motstanden øker. Den konstante sonderingsmotstanden indikerer sensitive masser. Sondering i BP.3, 6 og 13 viser middels motstand, mens de resterende har lav sonderingsmotstand. I BP.2 – 9 på tomten treffer en faste masser etter ca. 15 til 25 m boring, mens BP.10 – 14 nede ved elven viser faste masser etter ca. 10 m i sør og 30 m i nord. Dybden til faste masser øker med avstand fra skråningen i vest og mot nord i området.

Laboratorieundersøkelsene fra BP.5 viser en lagdeling av leire og kvikkleire som inneholder tynne siltlag / finsandlag. Kvikkleire er påvist på 7,1 og 10,5 m dybde og sprøbruddmateriale på dybde 7,0 og 10,0 m.

I BP.9 viser prøveserien leire, klassifisert som sprøbruddmateriale, over kvikkleire på 7,0 m dybde.

BP.12 viser lagdelt leire og kvikkleire som inneholder tynne siltlag / finsandlag. Det er påvist kvikkleire på 6,0 og 10,0 m dybde. Fra 4,0 m og ned er leiren klassifisert som sprøbruddmateriale og meget sensitiv på 8,0 og 13,0 m dybde.

Ved å sammenholde sonderings- og laboratorieresultater, må det påregnes at det er et sammenhengende og mektig lag med kvikkleire og leire med sprøbruddsegenskaper på store deler av planområdet. Den sensitive leiren og kvikkleiren er generelt meget fast i uomrørt tilstand, med målte skjærfastheter på 50-150 kPa.

3.3 Grunnvannsstand

Det er utført poretrykksmåling i BP.5 og 12 som viser at grunnvannsstanden avtar ned mot elven, se Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Grunnvannsstand.

BP.	Dato for avlesning	Løsmasser	Grunnvannsstand	
			Under terreng [m]	Kote
5	23.01.2014	Leire, antatt kvikkleire	3,0	+66,6
12	23.01.2014	Leire	3,7	+64,4

Avlesning av poretrykksmåling er utført etter en periode med lite / ingen nedbør hvor det har vært kuldegrader og snø. Poretrykksmåler bør avleses flere ganger for å få med variasjoner.

3.4 Seismisk klasse

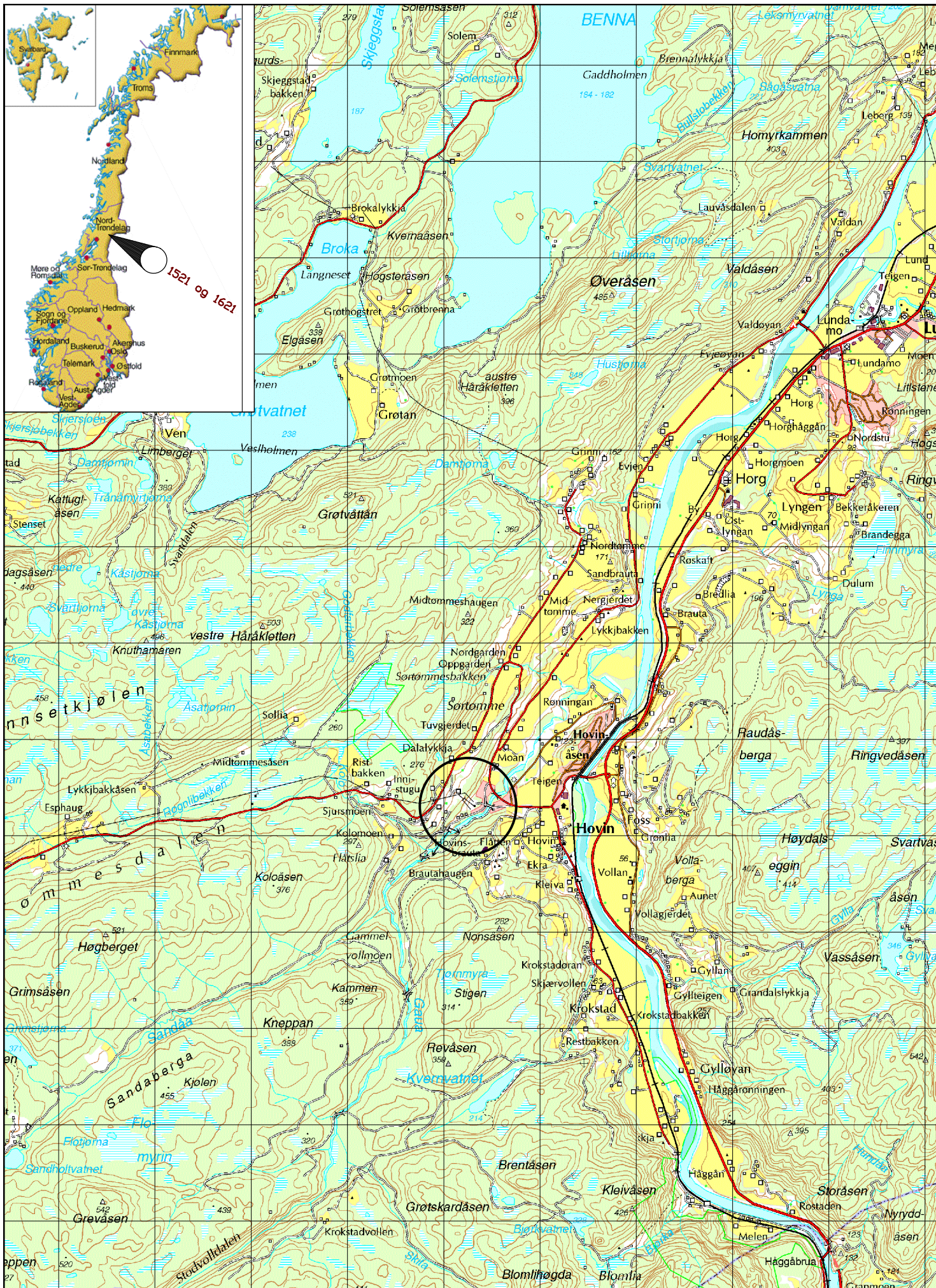
Etter NS-EN 1998-1:2004+NA:2008 Eurokode 8: *Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning* vurderes tomten å ligge i klasse S₂.

4 Referanser

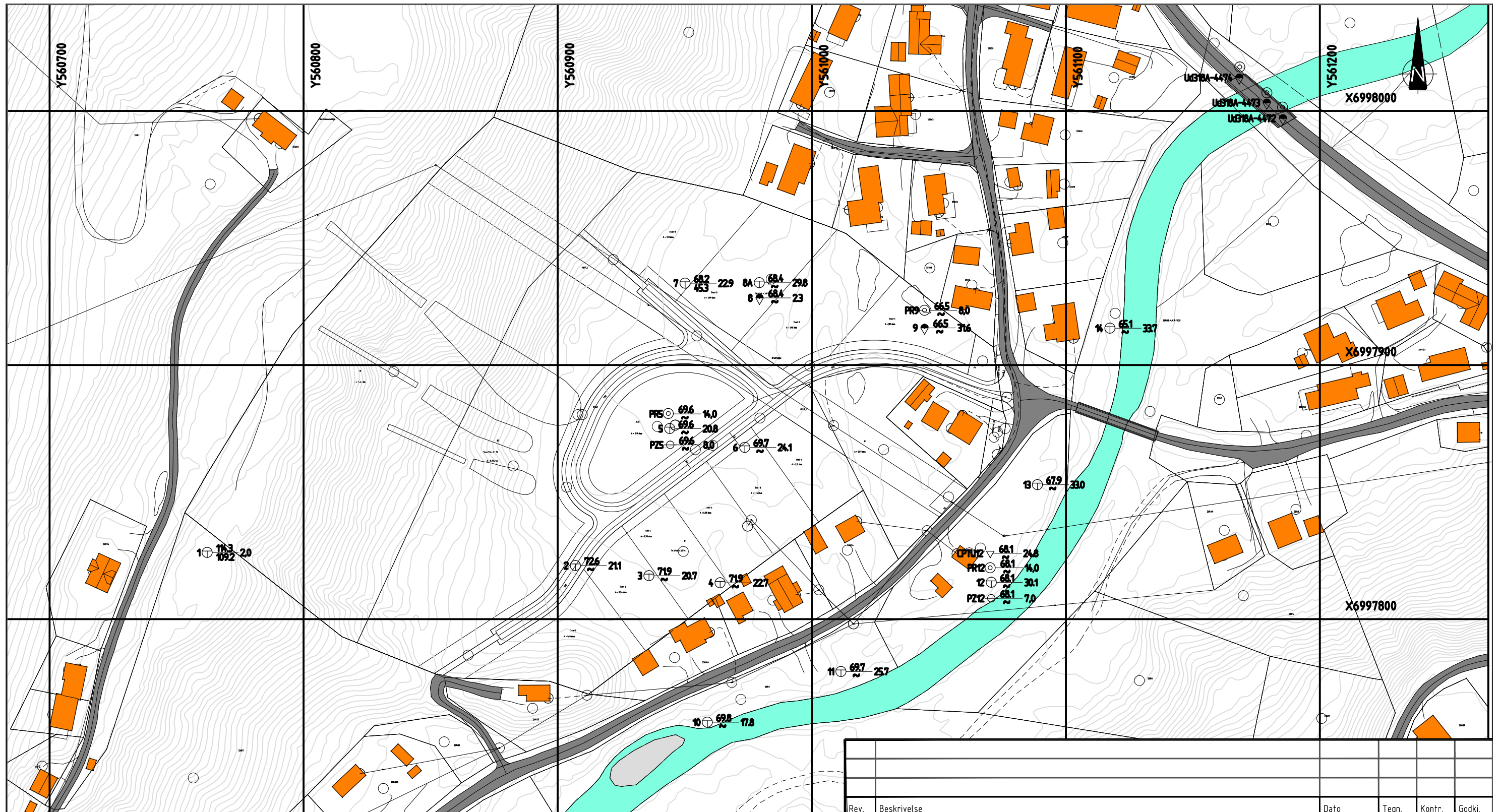
/1/ Standard Norge, «Systemer for kvalitetsstyring – Krav», Standard Norge, Norsk standard (ISO) NS-EN ISO 9001:2008, Des. 2008

/2/ Standard Norge (2004). Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008

/3/ Standard Norge (2004) Eurokode 8 – *Prosjektering av konstruksjoner for seismiskpåvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger.* NS-EN1998-1:2004+NA:2008



Multiconsult www.multiconsult.no	Hovin boligfelt Oversiktskart	Status Konstr./Tegnet Oppdragsnr.	Fag Geoteknikk Kontrollert Tegningsnr.	Original format Godkjent OAA	Dato 10.03.2014 Målestokk 1:50 000 Rev.
		LFC	ARV	OAA	
	416174	RIG-TEG-000			

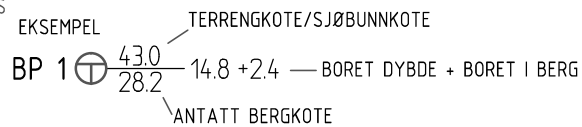


TEGNFORKLARING:

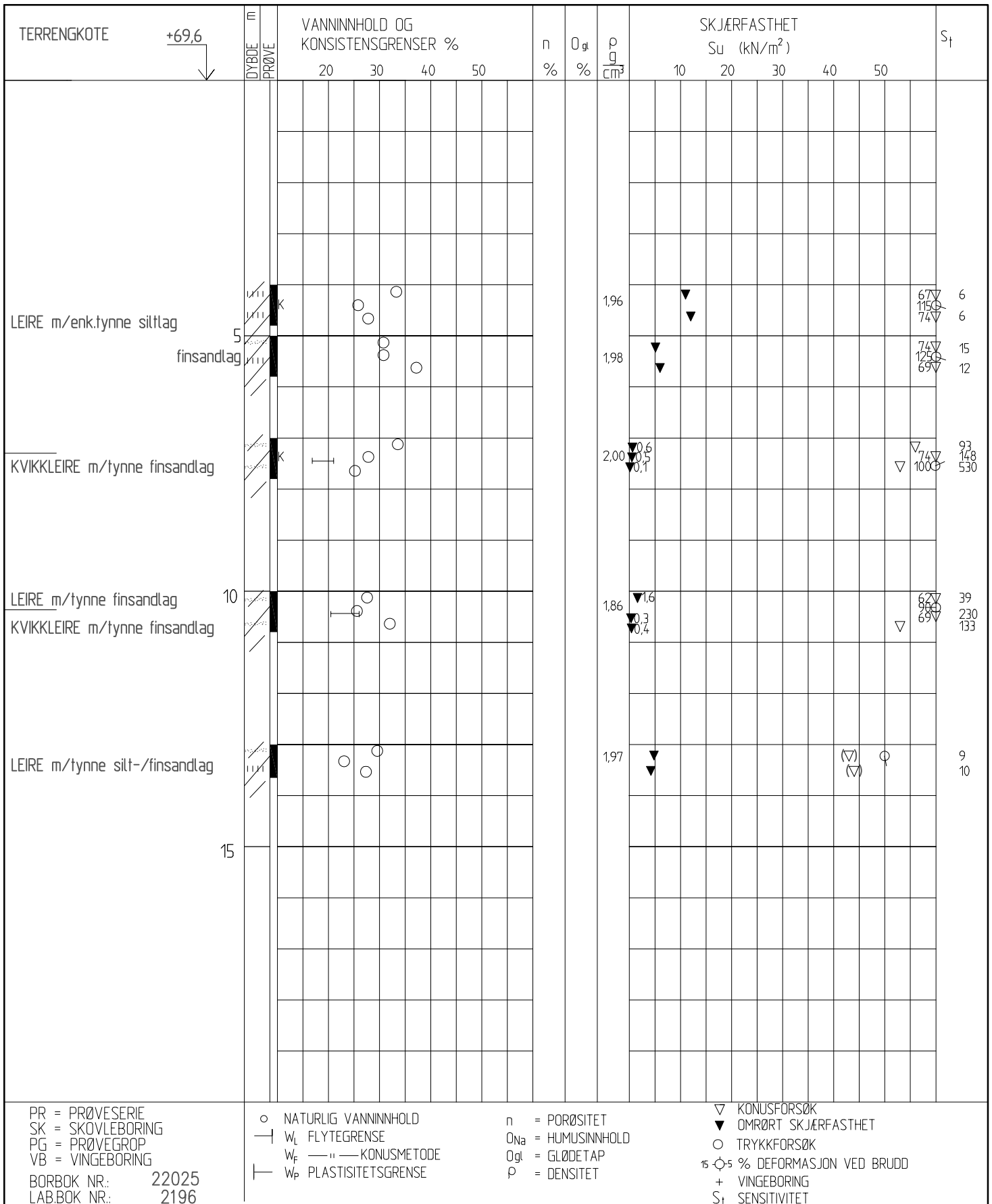
- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREITRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊗ FJELLKONTROLLBORING
- ⋈ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
 KOORDINATSYSTEM:
 HØYDEREFERANSE:
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
 BORBOK NR:
 LABBOK NR:

Digitalt kart fra Cervus Eiendom AS
 UTM Sone 32V
 NN 2000
 GPS GLONAS CPOS
 20741 og 22025
 2069 og 2196



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Cervus Eiendom AS			Fag	Format	
Boligfelt Hovin			Geoteknikk	A3	
			Dato	03.06.2014	
Borplan			Format/Målestokk:	1:1500	
Grunnundersøkelser					
Status		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent	
Utsendt		LFC	ARV	OAA	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.	Rev.		
416174		RIG-TEG-001	00		
www.multiconsult.no					



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBØRING

BORBOOK NR.: 22025
LABBOOK NR.: 2196

○ NATURLIG VANNINNHold
— W_L FLYTEGRENSE
— W_F — KONSUMMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHold
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET
○ TRYKKFORSØK
15-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBØRING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Cervus Eiendom AS
Boligfelt Hovin
Grunnundersøkelser

Boring nr. 5
Tegningens filnavn 416174-RIG-TEG-010_h5.dwg

Borplan nr. -1
Boret dato: 26.09.2013

Multi
consult

Multiconsult

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato 05.11.2013

Tegnet truk

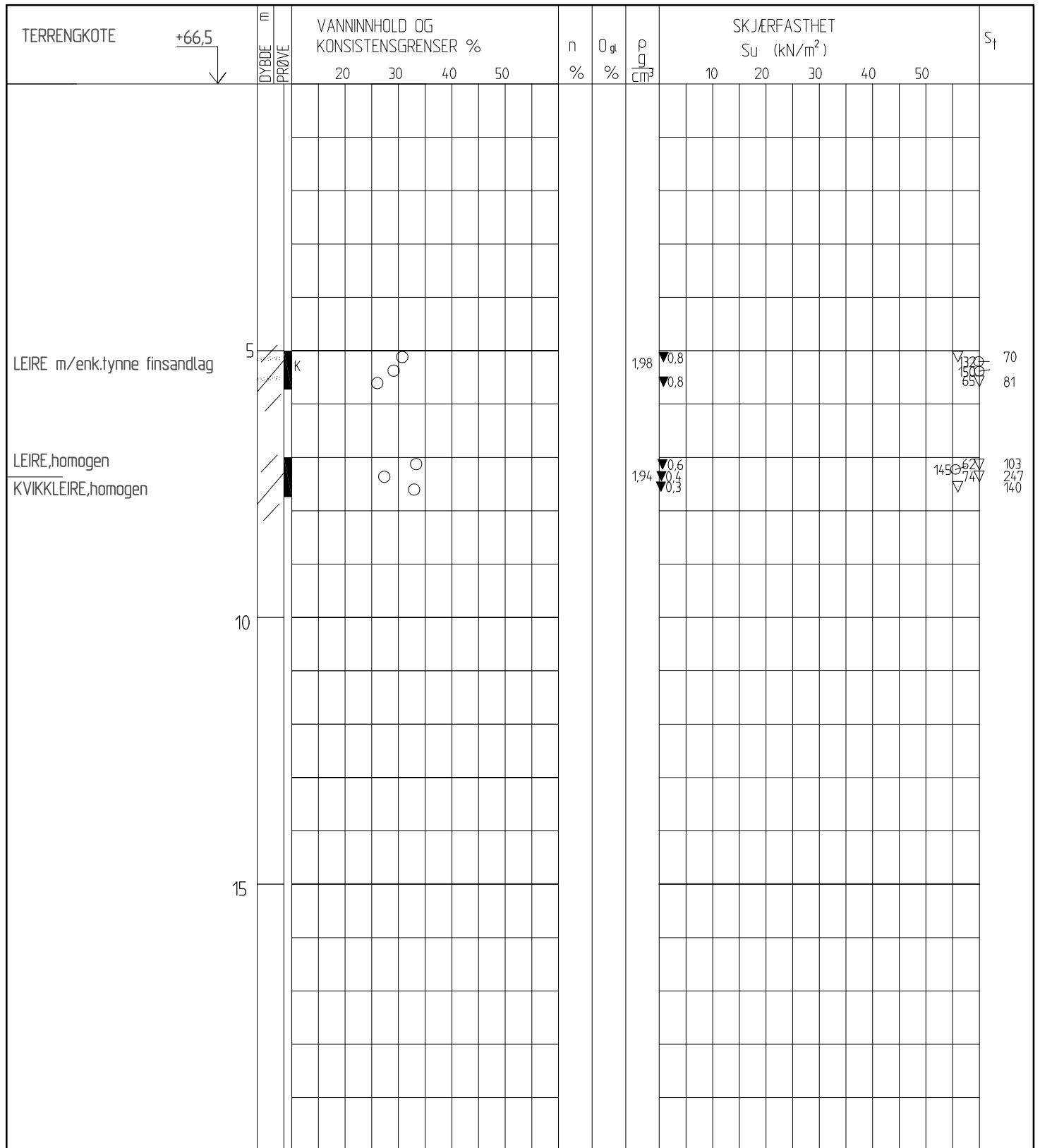
Kontrollert arv

Godkjent oaa

Oppdragsnr. 416174

Tegningsnr. RIG-TEG-010

Rev. 00





PR = PRØVESERIE
 SK = SKØVLEBORING
 PG = PRØVEGRUPP
 VB = VINGEBORING
 BORBOK NR.: 22025
 LABBOK NR.: 2196

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
 — W_L FLYTEGRENSE
 — W_F — KONSUSMETODE
 — W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
 O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
 O_{gl} = GLØDETAP
 ρ = DENSITET

▼ KONUSFORSØK
 ▼ OMRØRT SKJÆRFASHTHET
 ○ TRYKFORFORSØK
 15-5 % DEFORMASJON VED BRUDD
 + VINGEBORING
 S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA		Boring nr.	9	Tegningens filnavn	416174-RIG-TEG-011_h9.dwg
		Borplan nr.	-1		
Cervus Eiendom AS Boligfelt Hovin Grunnundersøkelser		Boret dato:	26.09.2013		Godkjent oaa
		Dato 05.11.2013 Oppdragsnr. 416174		Tegnet truk Tegningsnr. RIG-TEG-011	
				Rev. 00	

TERRENGKOTE	+68,1	DYBDE PRØVE	VANNINNHOOLD OG KONSISTENSGRENSER %				ρ_s g/cm ³	0 _{gl} %	ρ g/cm ³	SKJÆRFESTHET Su (kN/m ²)					S _t	
			20	30	40	50				10	20	30	40	50		
LEIRE,siltig																
LEIRE,enk.tynne silt-/finsandlag									2,03 (2,02)	▼					88 140 99	16 19
LEIRE,enk.meget tynne finsandlag									1,97 (1,97)	▼0,7 ▼0,8					62 130 74	78 106
KVIKKLEIRE,enk.tynne siltlag									1,93 (1,96)	▼0,4 ▼0,4					60 125 150 72	150 180
LEIRE, meget sensitiv enk. tynne siltlag									2,00 (2,02)	▼0,4 ▼0,8 ▼1,0					100 60 74 74	150 93 74
KVIKKLEIRE,tette tynne silt-/ finsandlag									1,99 (1,96)	▼0,4 ▼0,3					74 150	185 187
?																
LEIRE, meget sensitiv enk. tynne siltlag									1,92 (1,93)	▼0,6 ▼0,8					99 112 75	165 94

PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING

BORBOOK NR.: 20741
LABBOOK NR.: 2069

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
— W_L FLYTEGRENSE
— W_F — " — KONUSMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRFESTHET
○ TRYKKFORSØK
15 ○ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Cervus Eiendom AS
Boligfelt Hovin
Grunnundersøkelser

Boring nr. 12
Tegningens filnavn 416174-RIG-TEG-012_h12.dwg

Borplan nr. -1
Boret dato: 14.01.2014

Multi
consult

Multiconsult

Dato 03.03.2014

Tegnet truk

Kontrollert arv

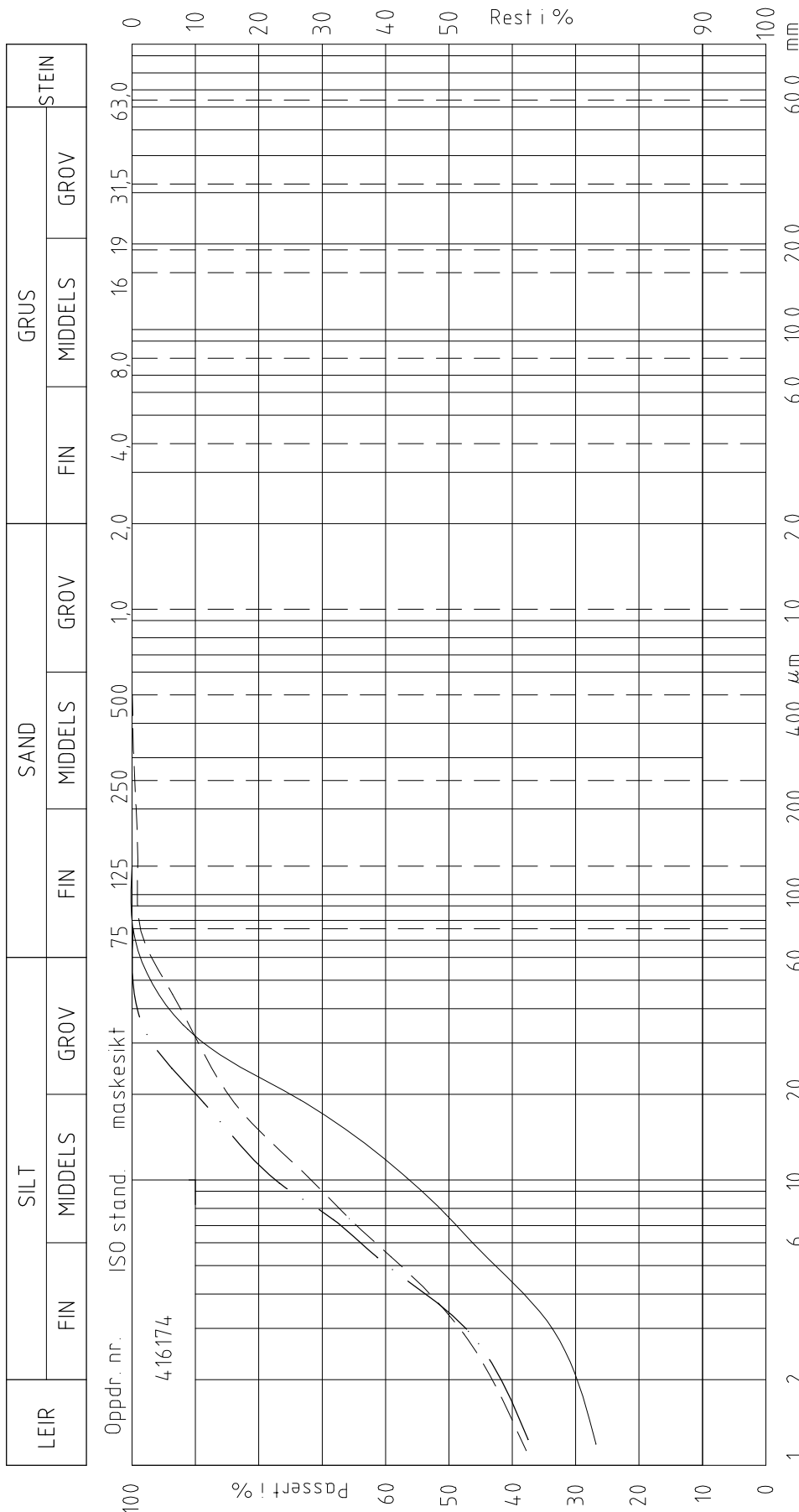
Godkjent oaa

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Oppdragsnr. 416174

Tegningsnr. RIG-TEG-012

Rev. 00



Symb.	PR.seriernr.	Dybde	Jordartsbetegnelse	Anmerkning		Metode	
				Tørrsikt	Hydr. F.Drop	Våt + Torr Sikt	
	5	4,35 m	LEIRE, siltig		X		
	5	7,3 m	LEIRE		X		
	9	5,4 m	LEIRE		X		

KORNGRADERING

Cervus Eiendom AS
Boligfelt Hovin

Boring nr.
5 og 9

Borplan nr.
Boret dato:
27.09.2013



Multiconsult

7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato 05.11.2013

Oppdragsnr. 416174

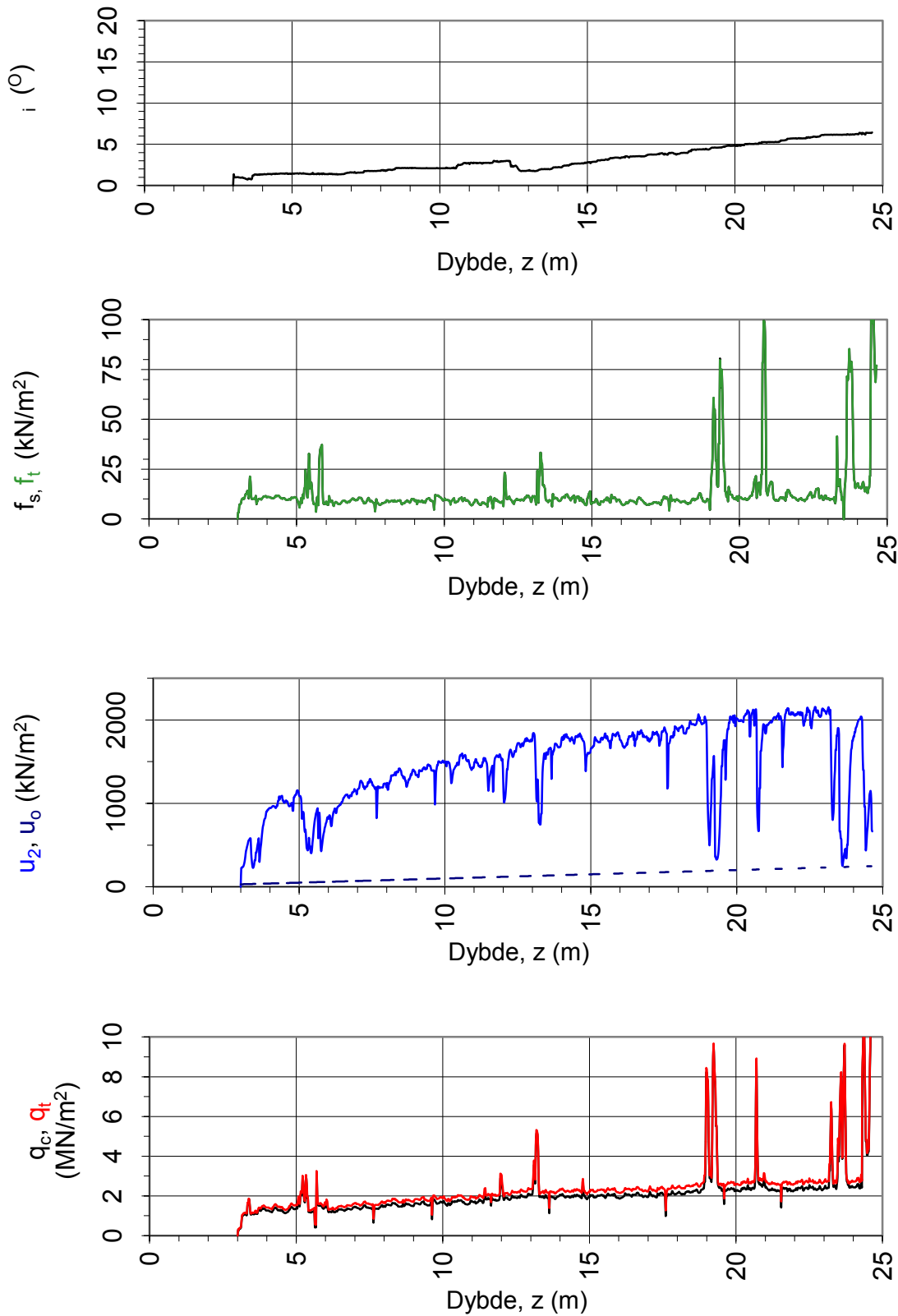
Konstr./Tegnet truk

Tegningsnr. RIG-TEG-060

Kontrollert arv

Godkjent oaa

Rev.



Oppdragsgiver:

Cervus Eiendom AS

Oppdrag:

Boligfelt Hovin

Tegningens filnavn:

416174_CPTU_Extra

Spissmotstand $q_{c,t}$, poretrykk u_2 , sidefriksjon $f_{s,t}$ og helning i .

Multiconsult

CPTU id.:

BP12.cpt

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

07.01.2014

Tegnet:

LFC

Kontrollert:

ARV

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

416174

Tegning nr.:

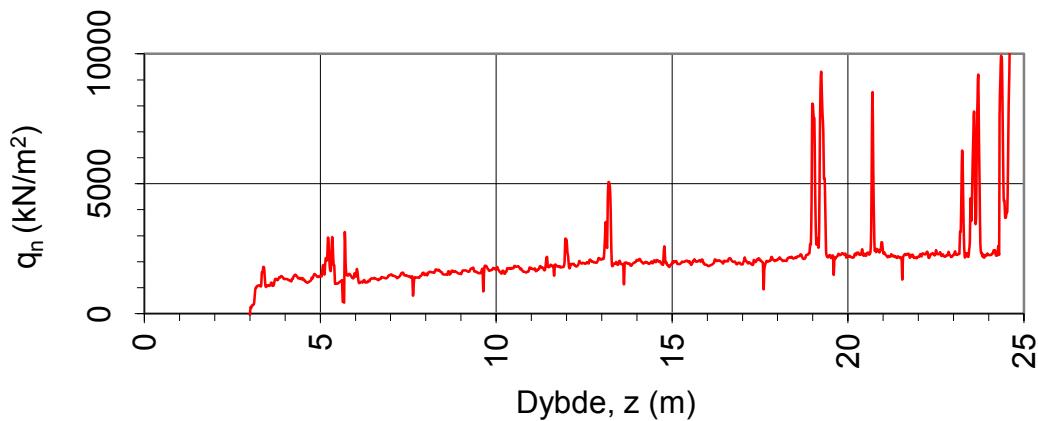
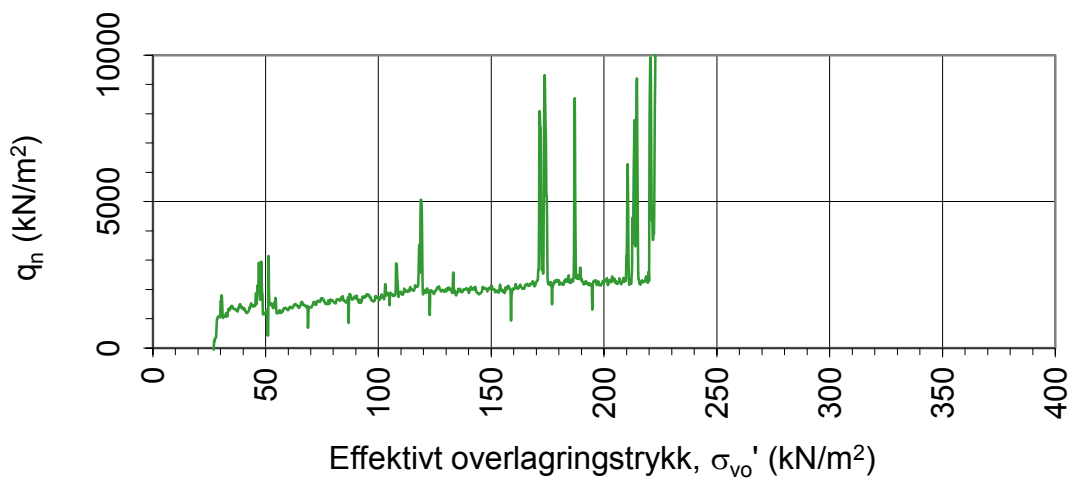
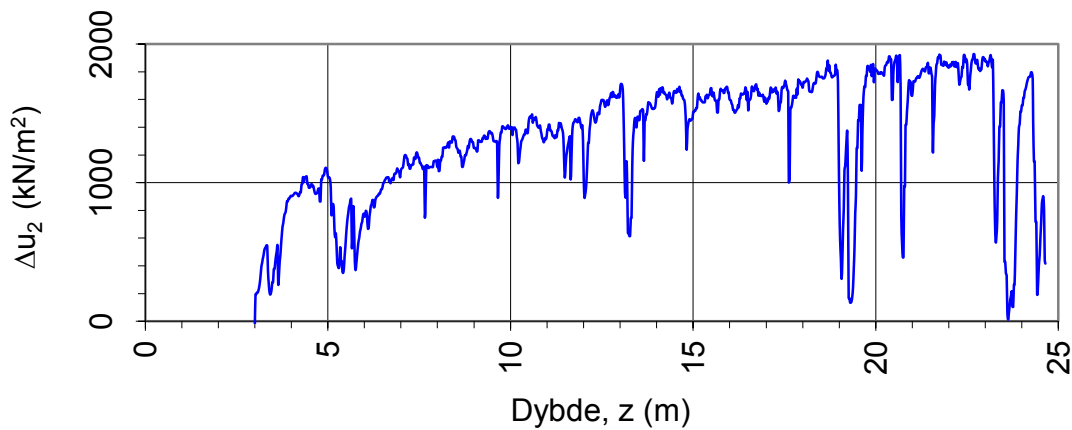
40.1

Versjon:

28.11.2013

Revisjon:

0



Oppdragsgiver:

Cervus Eiendom AS

Oppdrag:

Boligfelt Hovin

Tegningens filnavn:

416174_CPTU_Extra

Netto spissmotstand q_n og poreovertrykk Δu_2 .

Multiconsult

CPTU id.:

BP12.cpt

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

07.01.2014

Tegnet:

LFC

Kontrollert:

ARV

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

416174

Tegning nr.:

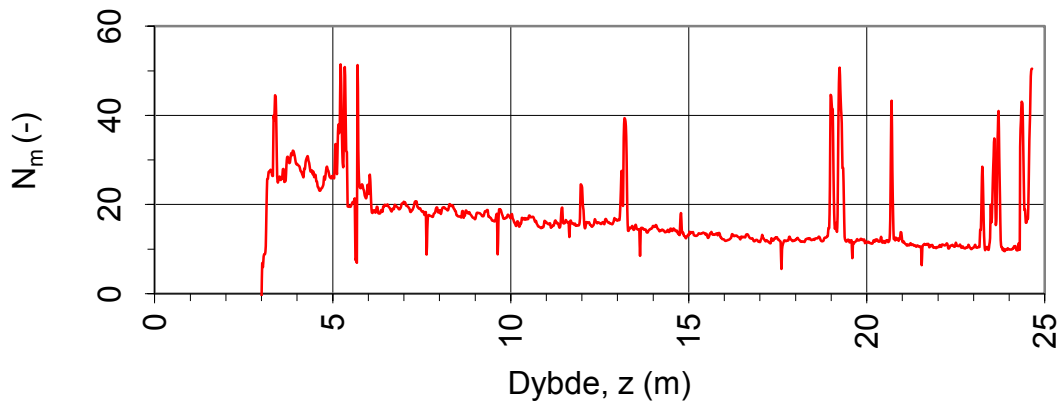
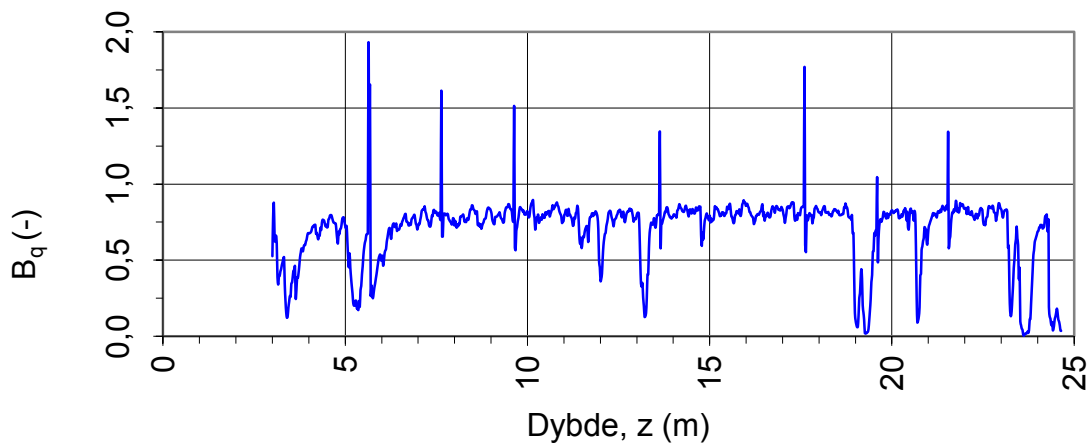
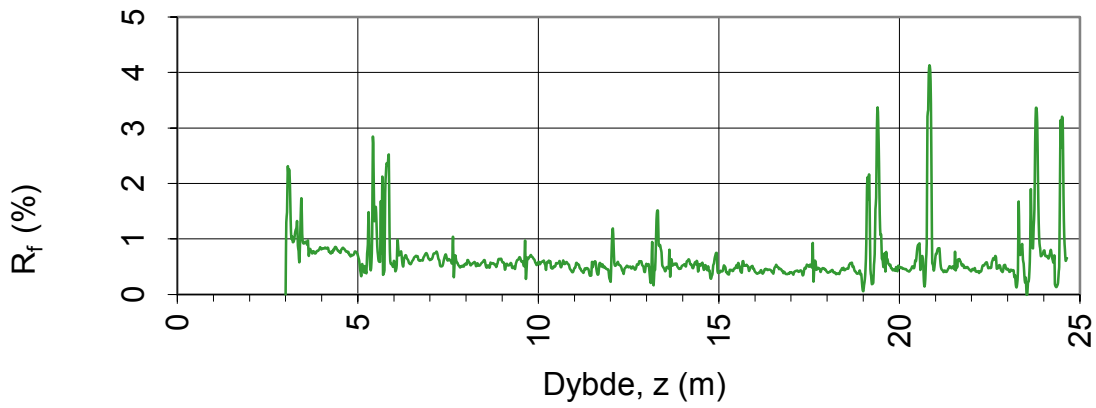
40.2

Versjon:

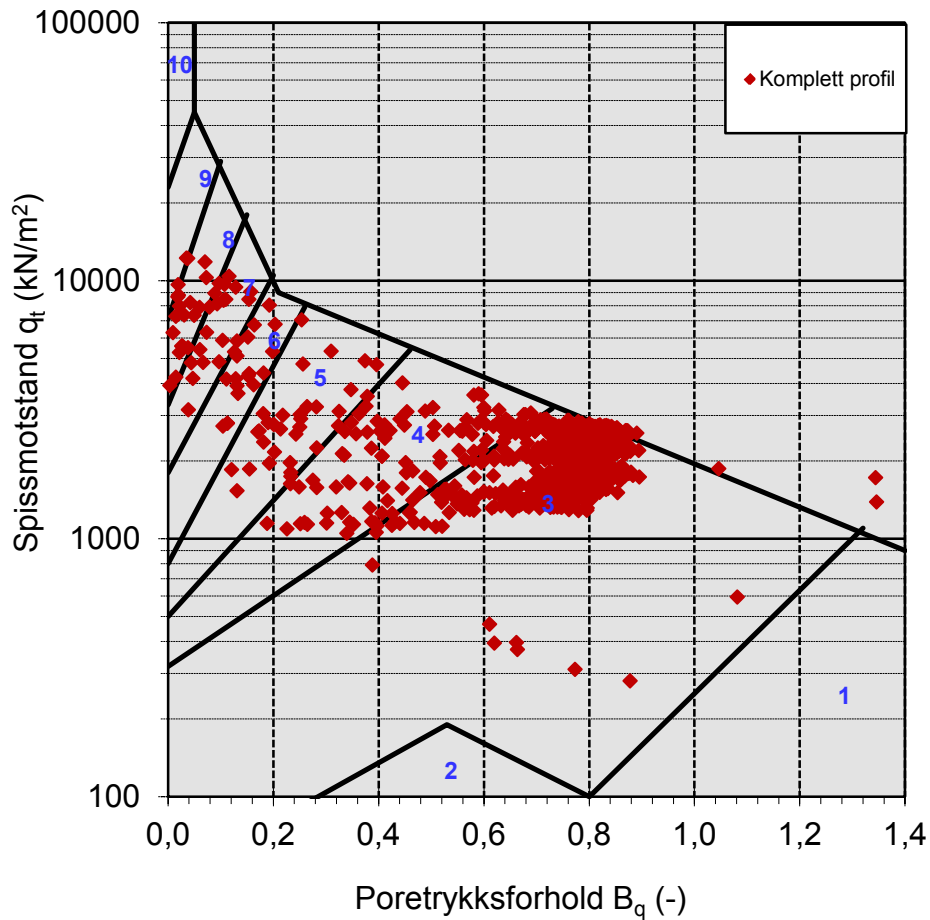
28.11.2013

Revisjon:

0



Oppdragsgiver: Cervus Eiendom AS		Oppdrag: Boligfelt Hovin		Tegningens filnavn: 416174_CPTU_Extra
Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .				Multiconsult
CPTU id.:	BP12.cpt	Sonde:	4354	
MULTICONSULT AS	Dato: 07.01.2014	Tegnet: LFC	Kontrollert: ARV	Godkjent: OAA
	Oppdrag nr.: 416174	Tegning nr.: 40.3	Versjon: 28.11.2013	Revisjon: 0



Jordartsid.	Beskrivelse	Identifikasjon
1	Sensitivt, finkornig materiale	
2	Organisk materiale	
3	Leire	Ved variasjon i jordartgruppe brukes begge Id-boksene for å beskrive materialet (eks. 5-7)
4	Leire - siltig leire	
5	Leirig silt - siltig leire	
6	Sandig silt - leirig silt	
7	Siltig sand - sandig silt	
8	Sand - siltig sand	
9	Sand	
10	Grusig sand - sand	
11	Meget fast, finkornig materiale	
12	Sand - leirig sand	

Oppdragsgiver:

Cervus Eiendom AS

Oppdrag:

Boligfelt Hovin

Tegningens filnavn:

416174_CPTU_Extra

Jordartsidentifikasjon fra CPTU data - q_t og B_q .

Multiconsult

CPTU id.:

BP12.cpt

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

07.01.2014

Tegnet:

LFC

Kontrollert:

ARV

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

416174

Tegning nr.:

40.4


Versjon:

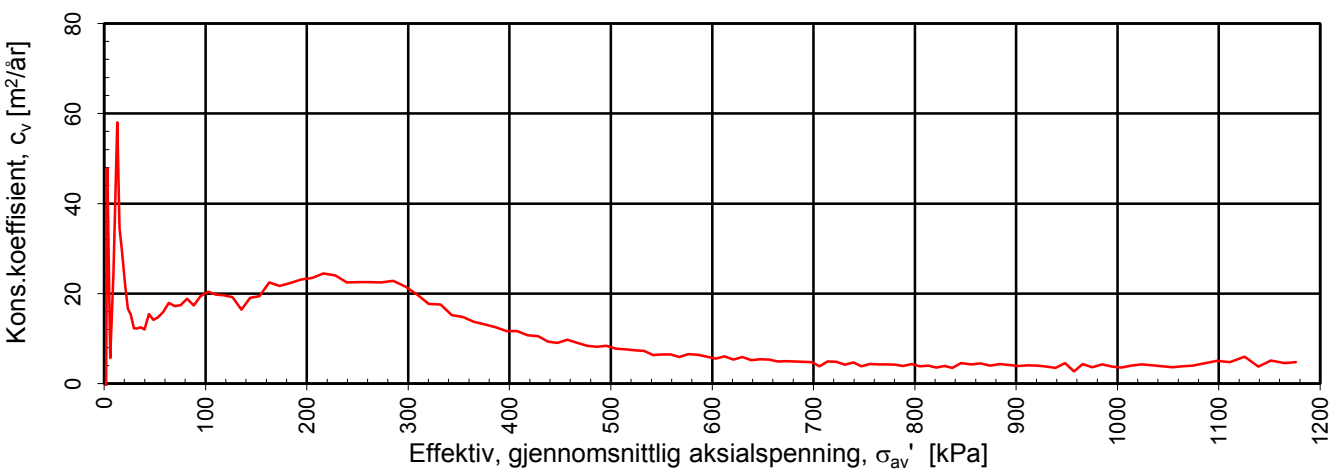
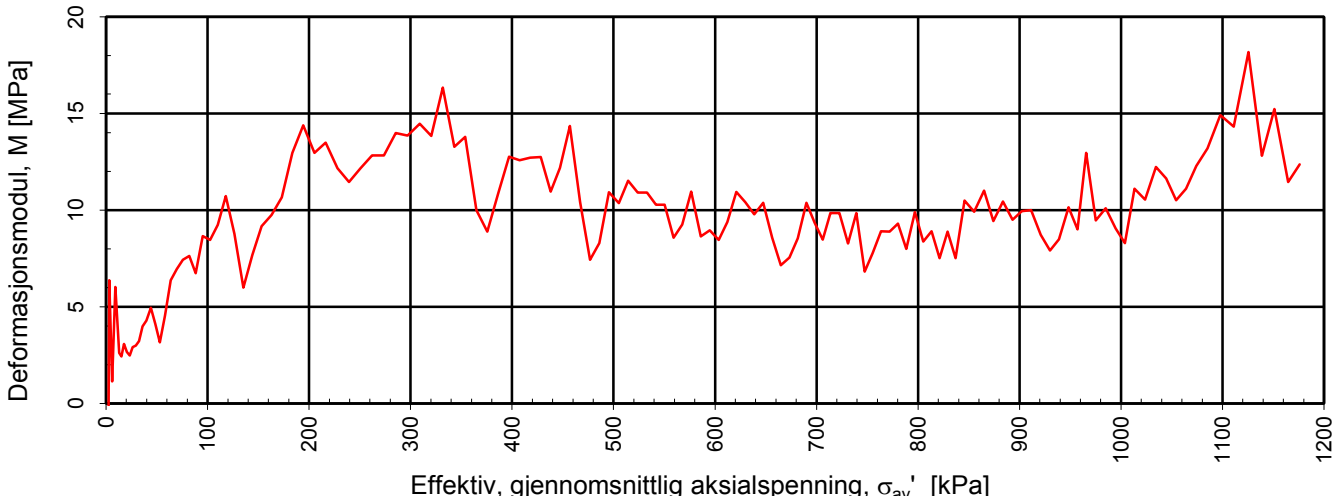
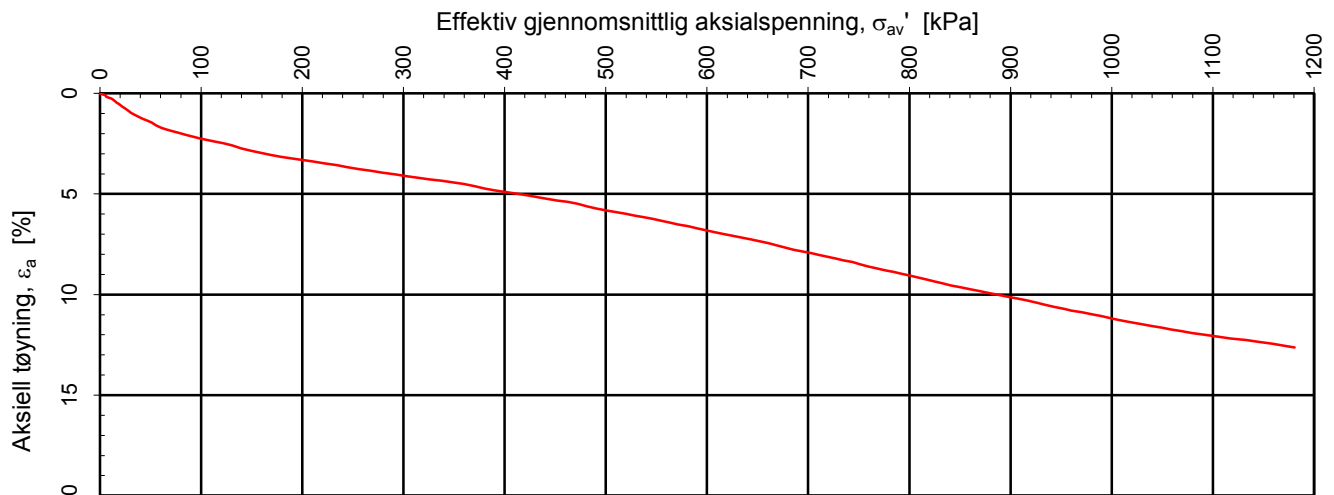
28.11.2013

Revisjon:

0

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4354	Sondetype:	Nova
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,842	Arealforhold, b:	0,000
Kalibreringsdato:	30.06.2010	Utførende:	Geotech AB
EGENSKAP (fra kalibreringsark)	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimum spenning (MPa):	50,0	0,5	2,0
Måleområde (MPa):	50,0	0,5	2,0
Oppløsning, 2 ¹² bit (kPa):	0	0	0
Oppløsning, 2 ¹⁸ bit (kPa):	0,65	0,01	0,02
Max. temp. effekt, ubelastet (kPa):	21,58	0,50	1,15
Temperaturområde (°C):	0-40	0-40	0-40
Merknad 1:			
Merknad 2:			
UTFØRELSE			
Borleder:	Bård Einar Krogstad	Assistent:	
Filtertype:		Mettemedium:	
Mettemetode:		Lufttemperatur (°C):	6,0
Forankring:		Max. helning (°):	6,4
Merknad 1:			
MÅLEVARIALE			
EGENSKAP	SPISSMOTSTAND	SIDEFRIKSJON	PORETRYKK
Maksimal temperatureffekt (kPa):	0,00	0,00	0,00
NULLPUNKTKONTROLL			
Faktor	NA (q)	NB (f)	NC (u)
Før sondering (DOS):			
Etter sondering (DOS):			
Avvik (DOS) (kPa):	0,0	0,0	0,0
Før sondering (Windows):	7,358	121,300	239,700
Etter sondering (Windows):	-0,008	0,200	0,500
Avvik (Windows) (kPa):	-7,6	0,2	0,5
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
Målestørrelse	Spissmotstand	Friksjon	Poretrykk
Samlet nøyaktighet, Δ_{TOT} (kPa)	8,25	0,21	0,52
Tillatt nøyaktighet A1, Δ_k (kPa)	35,0	5,0	10,0
Tillatt nøyaktighet A2, Δ_k (kPa)	100,0	15,0	25,0
Tillatt nøyaktighet A3, Δ_k (kPa)	200,0	25,0	50,0
Vurdering profil			
ANVENDELSESKLASSE	1	1	1
Oppdragsgiver:	Oppdrag:		
Cervus Eiendom AS	Boligfelt Hovin		
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet.			
CPTU id.:	BP12.cpt	Sonde:	4354
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:
	07.01.2014	LFC	ARV
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:
	416174	40.5	28.11.2013



Densitet ρ (g/cm³): **1,97**
 Vanninnhold w (%): **31,40**
 Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **129,75**

Cervus Eiendom AS
Boligfelt Hovin

Tegningens filnavn:
 416174-RIG-TEG-075_h12, 10.5m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

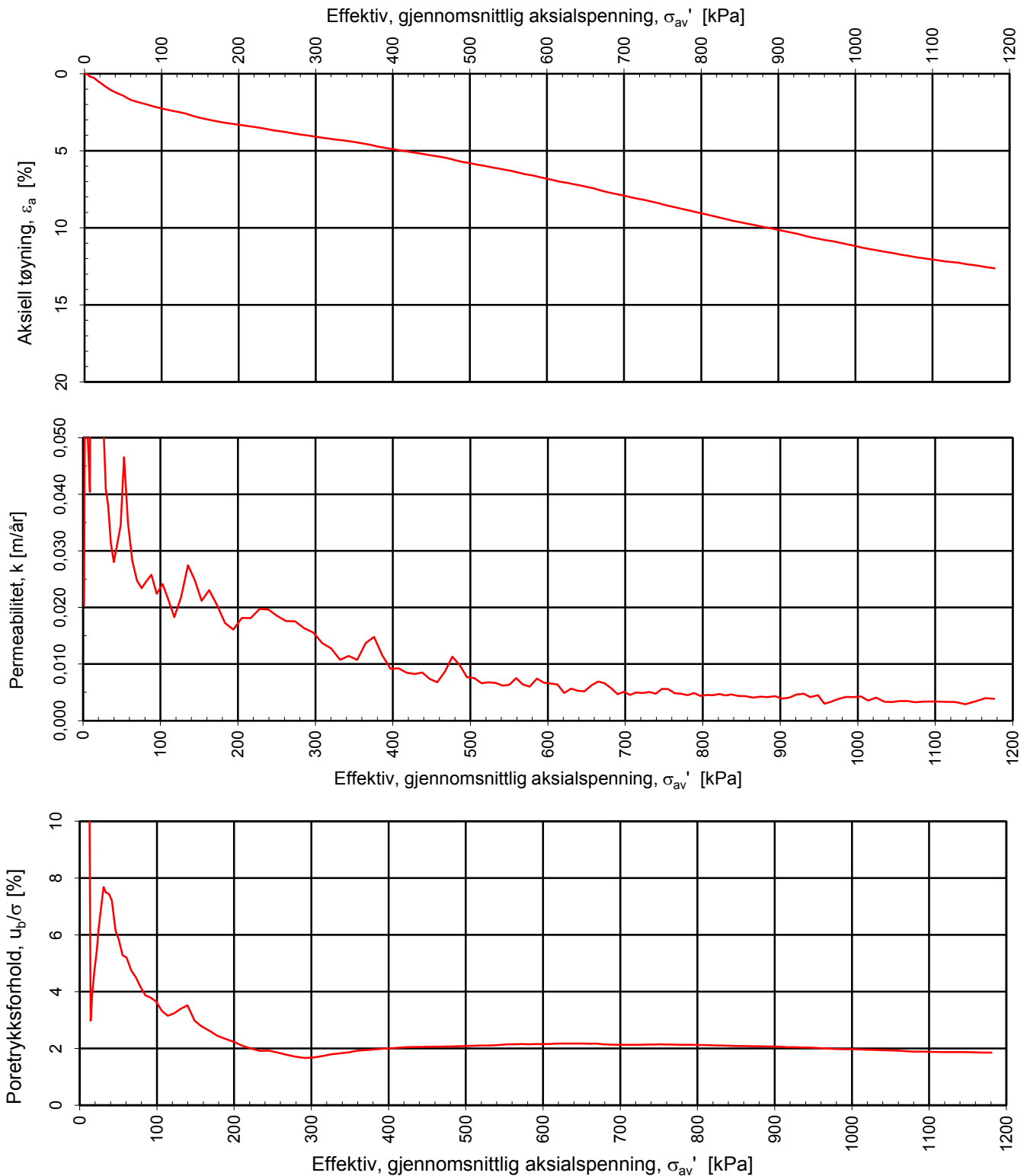
Multiconsult
 Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato: 27.02.2014	Dybde, z (m): 10,50	Borpunkt nr.: 12
Forsøksnr.: 1	Tegnet av: truk / kjt	Kontrollert: arv
Oppdrag nr.: 416174	Tegning nr.: RIG-TEG-075.1	Prosedyre: CRS

**Multi
consult**

Godkjent:
oaa

Programrevisjon:
07.01.2014



Densitet ρ (g/cm³):

1,97

Vanninnhold w (%):

31,40

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

129,75

Cervus Eiendom AS

Boligfelt Hovin

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

416174-RIG-TEG-075_h12, 10.5m.xlsx

Multiconsult

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00

Forsøksdato:

27.02.2014

Dybde, z (m):

10,50

Borpunkt nr.:

12

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

truk / kjt

Kontrollert:

arv

Oppdrag nr.:

416174

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.2

Prosedyre:

CRS

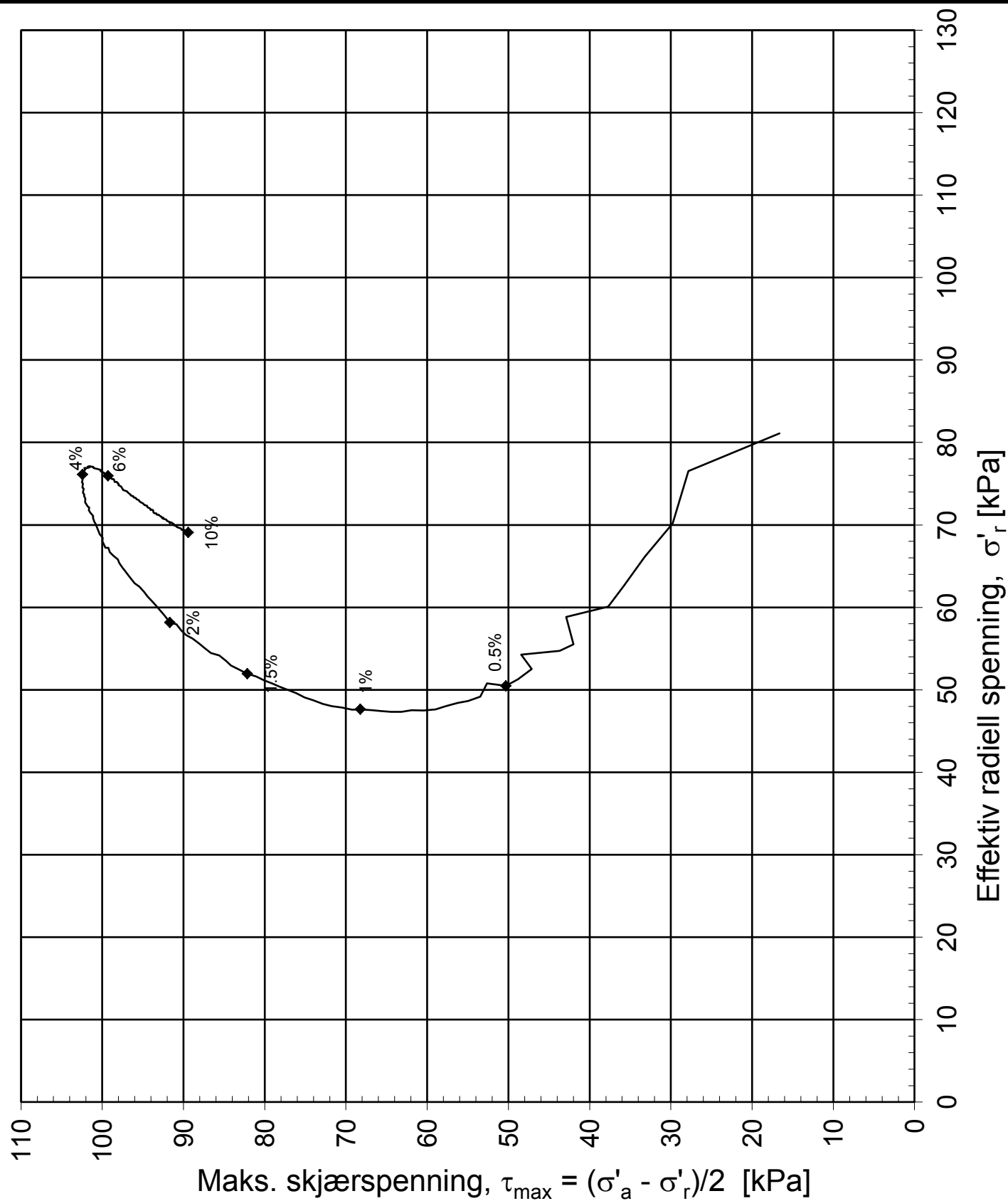
Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

07.01.2014

Multiconsult



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	114,35
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	81,10
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ϵ_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,02
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta\sigma_c$ (-): 0,52
Vanninnhold w_i (%):	30,69	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2,00

Cervus Eiendom AS

Boligfelt Hovin

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NTNU-plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato: 31.01.2014	Dybde, z (m): 8,38	Borpunkt nr.: 12
Forsøk nr.: 1	Tegnet: truk / kjt	Kontrollert: arv
Oppdrag nr.: 416174	Tegning nr.: RIG-TEG-90.1	Prosedyre: CAUa

Tegningens filnavn:

416174-RIG-TEG-090_h12_8.38m.xlsx

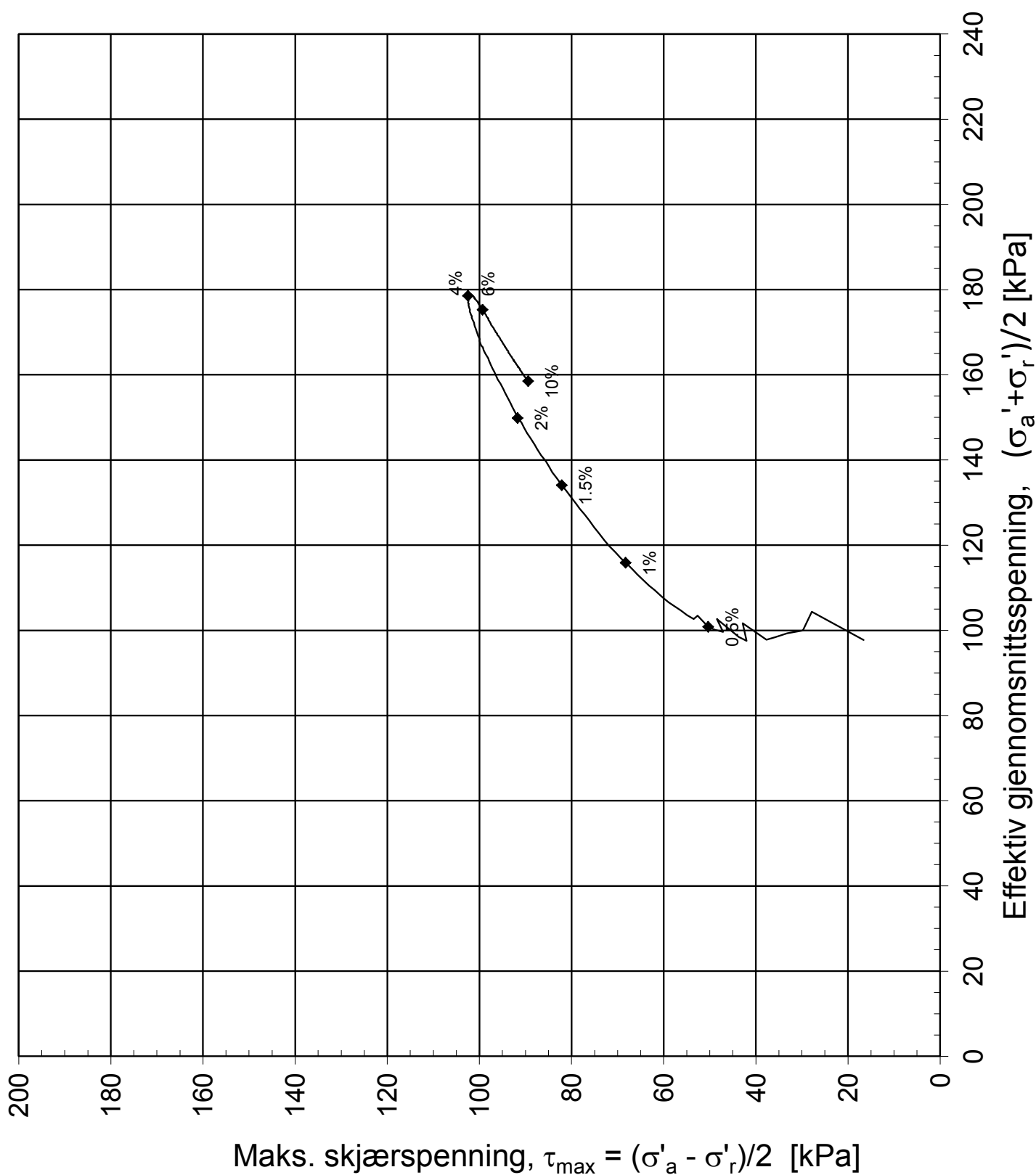
Multi
consult

Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	114,35
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	81,10
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,02
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,52
Vanninnhold w_i (%):	30,69	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2,00

Cervus Eiendom AS

Boligfelt Hovin

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. NGI-plott.

Tegningens filnavn:

416174-RIG-TEG-090_h12, 8.38m.xlsx



MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

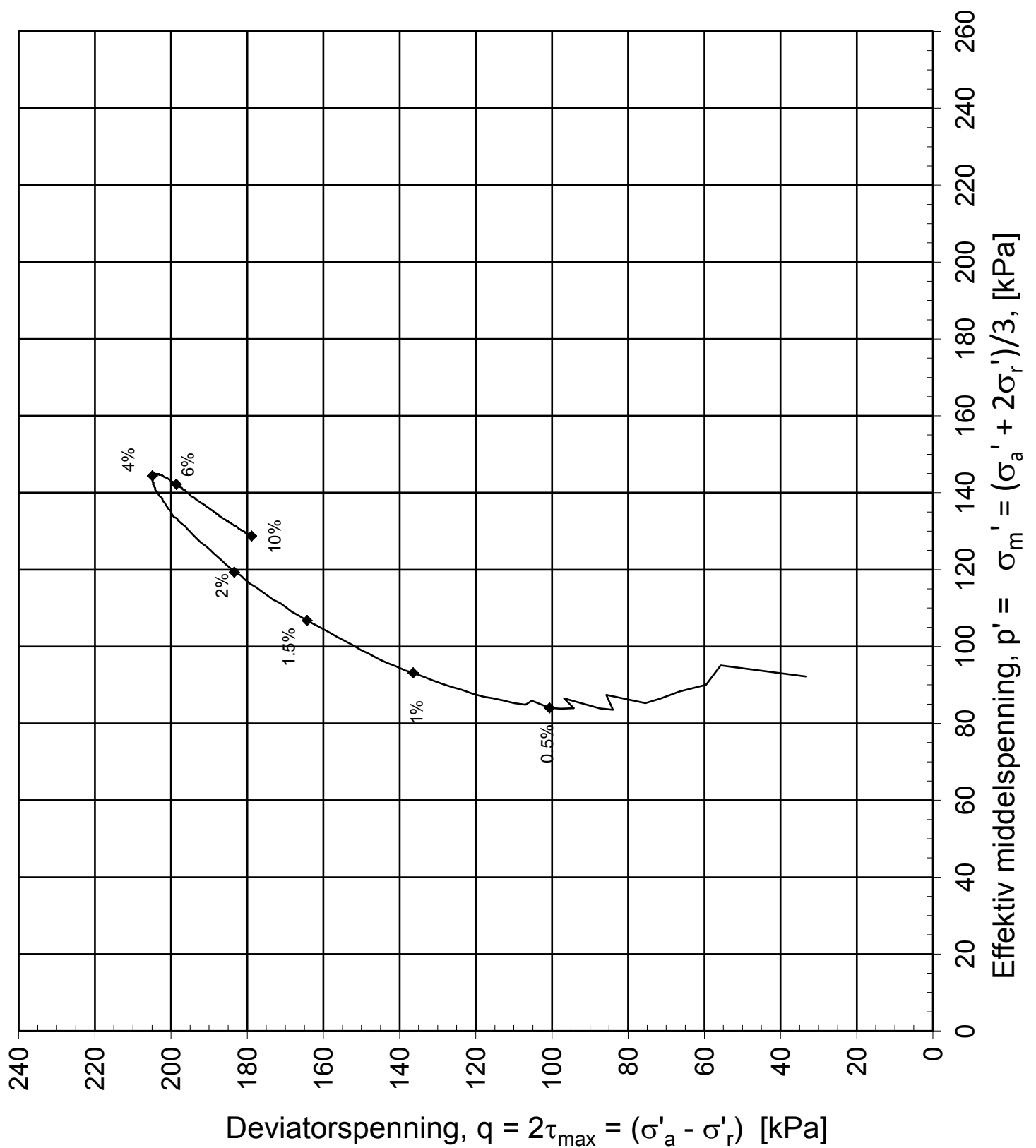
Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
31.01.2014	8,38	12
Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:
1	truk / kjt	arv
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:
416174	RIG-TEG-90.2	CAUa

Godkjent:

oaa

Programrevisjon:

05.01.2014



Konsolideringsspenning, aksial:	σ'_{ac} (kPa):	114,35
Konsolideringsspenning, radial:	σ'_{rc} (kPa):	81,10
Volumtøyning i konsolideringsfase:	ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$:	2,02
Baktrykk u_b (kPa):	500	B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,52
Vanninnhold w_i (%):	30,69	Densitet ρ_i (g/cm ³): 2,00

Cervus Eiendom AS

Boligfelt Hovin

Treaksialforsøk. Deviatorspenningssti. q - p'- plott.

MULTICONSULT AS

Sluppenvegen 23,
7486 TRONDHEIM
Tlf.: 73 10 62 00
Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
31.01.2014

Forsøk nr.:
1

Oppdrag nr.:
416174

Dybde, z (m):
8,38

Tegnet:
truk / kjt

Tegning nr.:
RIG-TEG-90.3

Borpunkt nr.:
12

Kontrollert:
arv

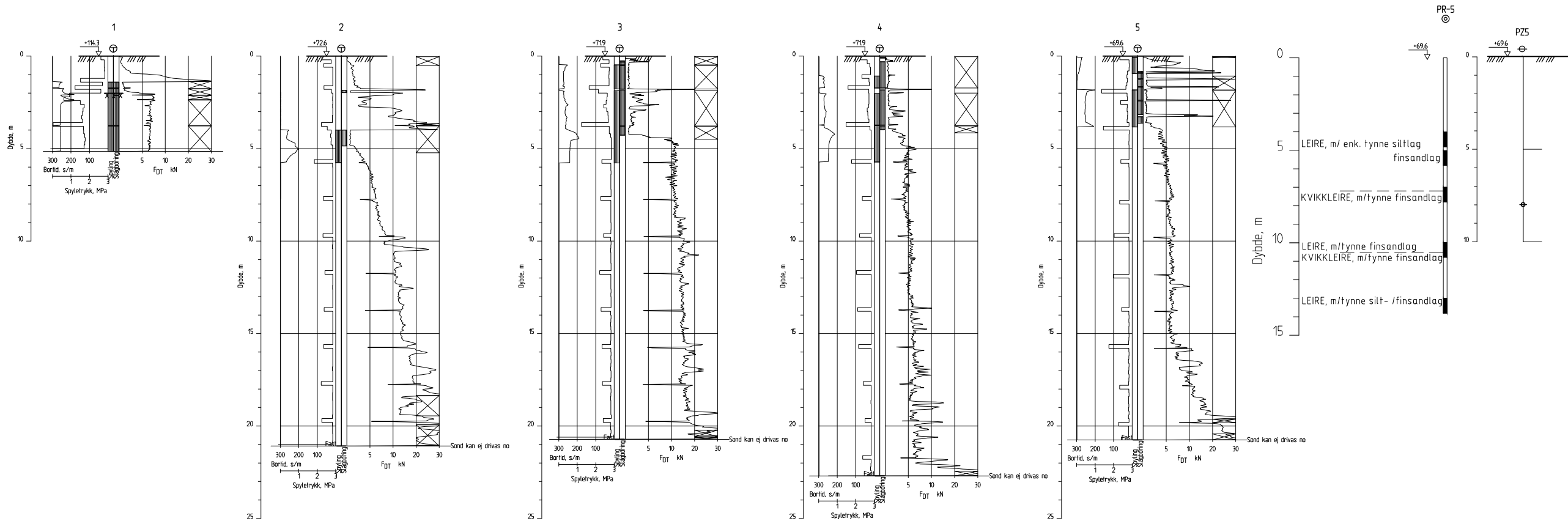
Prosedyre:
CAUa

Tegningens filnavn:
416174-RIG-TEG-090_h12, 8.38m.xlsx

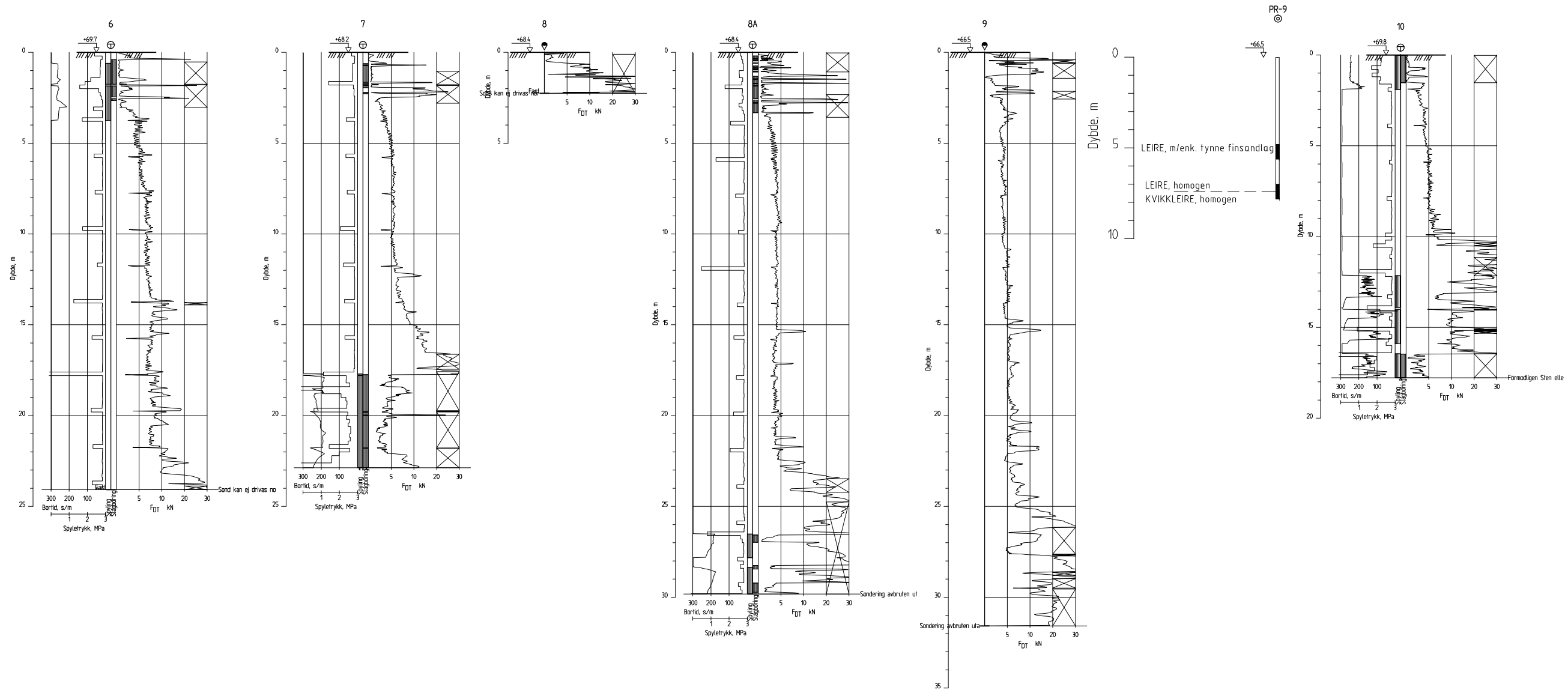


Godkjent:
oaa

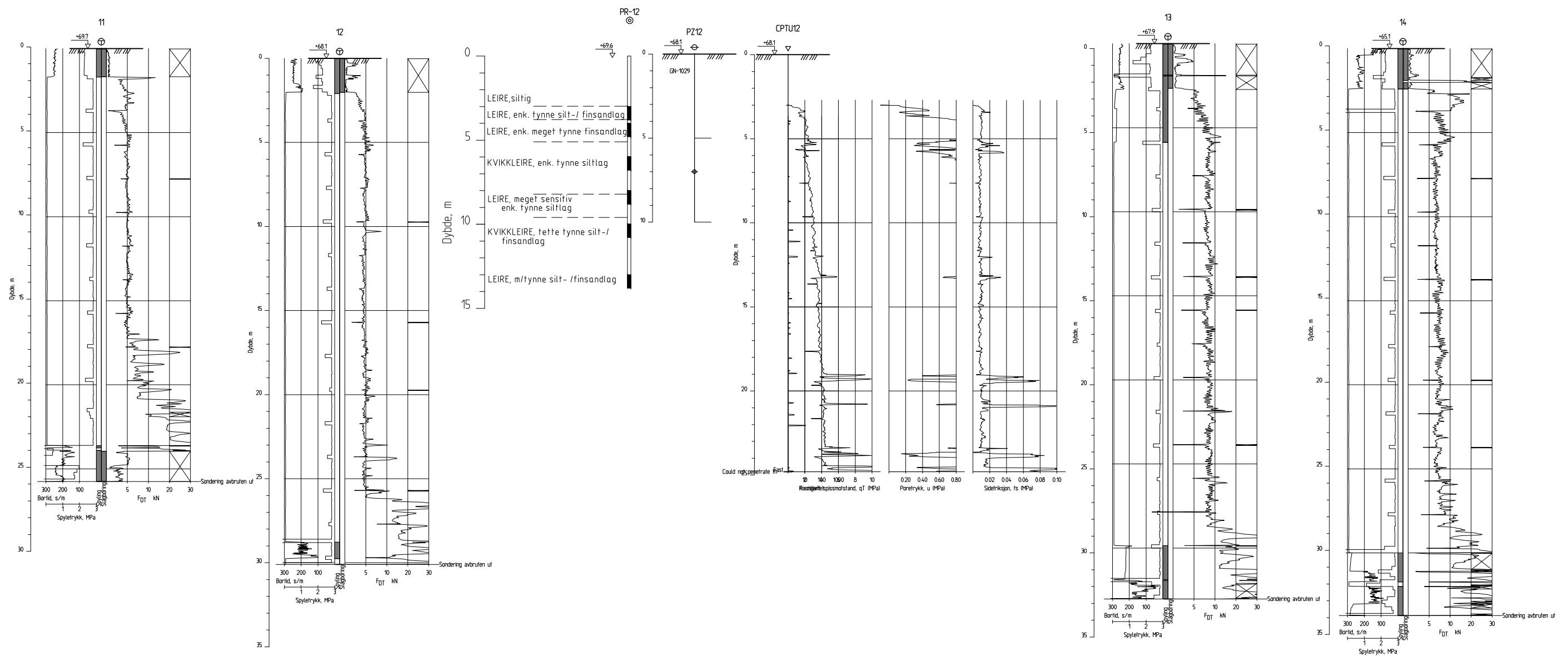
Programrevisjon:
05.01.2014



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Cervus Eiendom AS		Fag		Format
	Boligfelt Hovin		Geoteknikk		A3
			Dato		10.03.2014
	Grunnundersøkelser		Format/Målestokk:		1:250
	Sonderingsresultater og prøveserie				
	BP.1 - 5				
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	LFC	ARV	OAA
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		416174	RIG-TEG-150		00



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Cervus Eiendom AS		Fag		Format
	Boligfelt Hovin		Geoteknikk		A3
	Grunnundersøkelser		Dato		10.03.2014
	Sonderingsresultater og prøveserie		Format/Målestokk:		1:250
	BP.6 - 10				
Multiconsult		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	LFC	ARV	OAA
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		416174	RIG-TEG-151		00

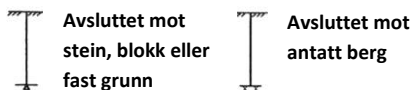


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Cervus Eiendom AS		Fag		Format
	Boligfelt Hovin		Geoteknikk		A3
		Dato	10.03.2014		
	Grunnundersøkelser	Format/Målestokk:	1:250		
	Sonderingsresultater og prøveserie				
	BP.11 - 14				
		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		Utsendt	LFC	ARV	OAA
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		416174	RIG-TEG-152	00	

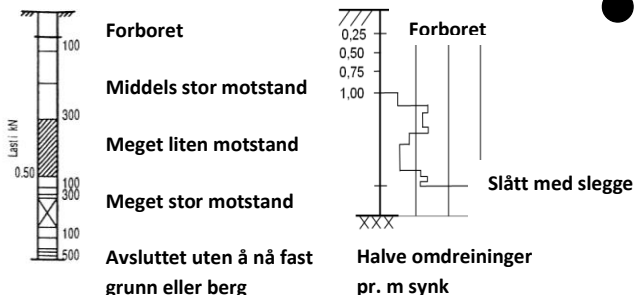
BILAG 1

Geotekniske bilag - feltundersøkelser

(2 sider)



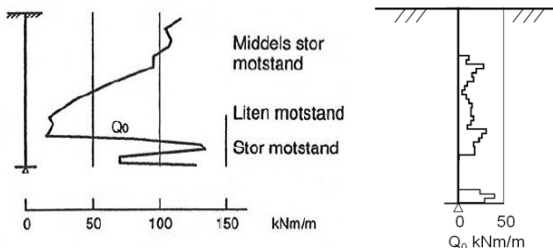
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



DREIESONDERING (NGF MELDING 3)

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybdeskala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikalast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

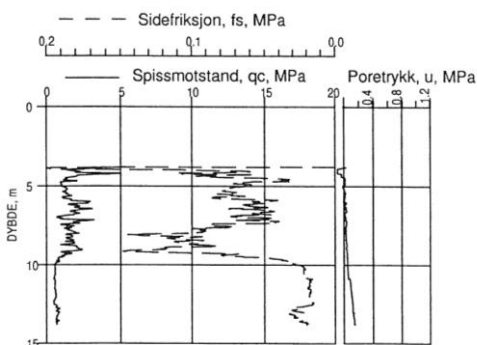


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

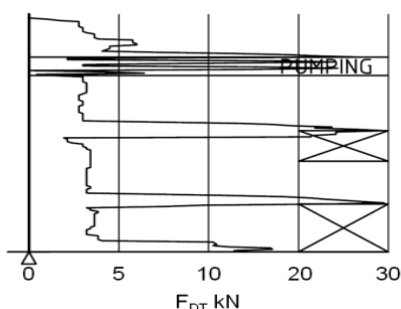
$Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU) (NGF MELDING 5)

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).

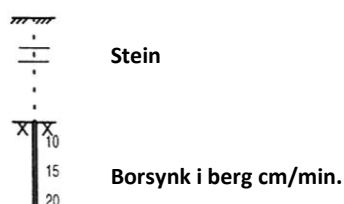


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

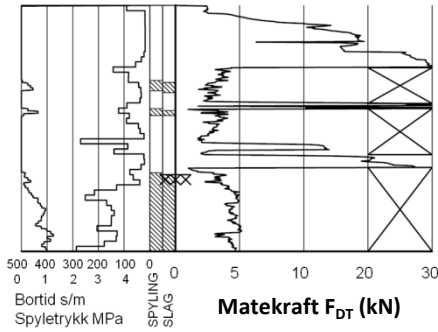
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



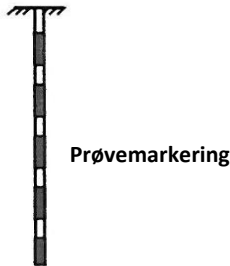
T TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

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



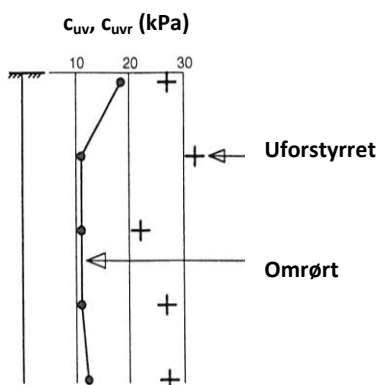
⊙ MASKINELL NAVERBORING

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhigg 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.



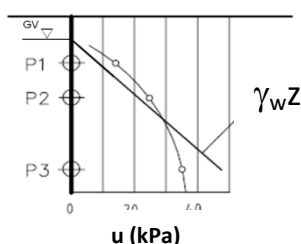
⊙ PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylindren kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylindren presset ned mens innerstangen med stempelet holdes i ro. Det skjæres derved 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. Stempelprøvetaking gir vanligvis prøver i Kvalitetsklasse 1-2 for leire.



+ VINGEBORING (NGF MELDING 4)

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.



⊖ PORETRYKKSÅLING (NGF MELDING 6)

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

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieundersøkelser

(2 sider)

MINERALSKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

Ved prøveåpning klassifiseres og identifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjoner 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 leire til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER (NS-EN ISO 14688-1 & 2)

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

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet.
• <i>Fibrig torv</i>	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke.
• <i>Delvis fibrig torv, mellomtorv</i>	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene.
• <i>Amorf torv, svarttorv</i>	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 omvandlet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget.

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten uttrykkes ved jordens skjærfasthetsparametre a, c, ϕ (tan ϕ) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

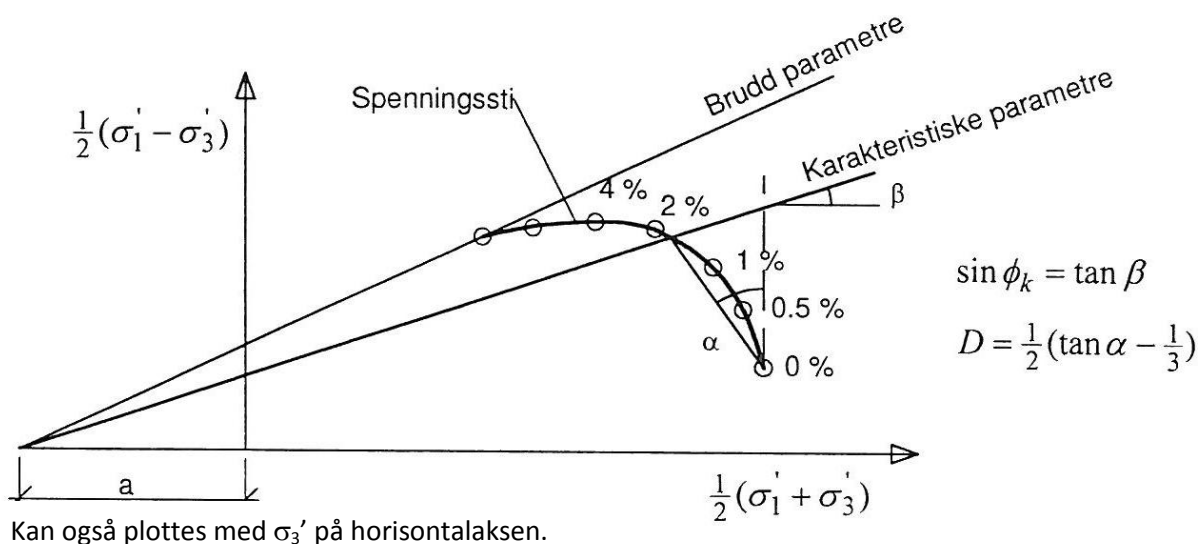
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a, c, ϕ (tan ϕ) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), tan ϕ (friksjon) og eventuelt $c = a \tan \phi$ (kohesjon) 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 tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

For korttids effektivspenningsanalyse kan også poretrykkparametrene A, B og D bestemmes fra forsøksresultatene.

Totalspenningsanalyse: Udrenert skjærfasthet, c_u (kPa)

Udrenert skjærfasthet bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen. Denne skjærfastheten representerer en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}) (NS8016), konusforsøk (c_{uk} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykkmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uv} , c_{ur}).



SENSITIVITET S_t (-)

Sensitiviteten $S_t = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet (NS 8015) eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet c_r ($s_r < 0,5$ kPa), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

VANNINNHOLD (w %) (NS 8013)

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 – FLYTEGRENSE (w_l %) OG PLASTISITETSGRENSE (w_p %) (NS 8002 & 8003)

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. Plastisiteten $I_p = w_l - w_p$ (%) 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).

DENSITETER (NS 8011 & 8012)

Densitet (ρ , g/cm ³)	Masse av prøve pr. volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del.
Korndensitet (ρ_s , g/cm ³)	Masse av fast stoff pr. volumenhet fast stoff
Tørr densitet (ρ_d , g/cm ³)	Masse av tørt stoff pr. volumenhet

TYNGDETETHETER

Tyngdetetthet (γ , kN/m ³)	Tyngde av prøve pr. volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der $g = 10 \text{ m/s}^2$)
Spesifikk tyngdetetthet (γ_s , kN/m ³)	Tyngde av fast stoff pr. volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet (γ_d , kN/m ³)	Tyngde av tørt stoff pr. volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)

PORETALL OG PORØSITET (NS 8014)

Poretall e (-)	Volum av porer dividert med volum fast stoff ($e = n/(100-n)$) der n er porøsitet (%)
Porøsitet n (%)	Volum av porer i % av totalt volum av prøven

KORNFORDELINGSANALYSER (NS 8005)

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.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER (NS 8017 & 8018)

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved setningsberegning og bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon og belastes vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last. Sammenhengende verdier for last og deformasjon (tøyning ϵ) registreres, og materialets deformasjonsmodul (stivhet) kan beregnes som $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen σ' . Deformasjonsmodulen viser en systematisk oppførsel for ulike jordarter og spenningstilstander, og oppførselen kan hensiktsmessig beskrives med modulfunksjoner og inndeles i tre modeller:

Modell	Moduluttrykk	Jordart - spenningsområde
Konstant modul	$M = m_{oc}\sigma_a$	OC leire, $\sigma' < \sigma'_c$ (σ'_c = prekonsolideringsspenningen)
Lineært økende modul	$M = m(\sigma'(\pm \sigma_r))$	Leire, fin silt, $\sigma' > \sigma'_c$
Parabolisk økende modul	$M = m\sqrt{\sigma'\sigma_a}$	Sand, grov silt, $\sigma' > \sigma'_c$

PERMEABILITET (k cm/sek eller m/år)

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.

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_r 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}).

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).

HUMUSINNHOLD

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

BILAG 3

Metodestandarder og retningslinjer – felt- og laboratorieundersøkelser

(2 sider)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende norske veiledninger fra NGF (Norsk Geoteknisk Forening), norske standarder (NS) og andre referansedokumenter:

NGF Veiledninger Norske standarder NS	Tema
NGF 1 (1982)	SI Enheter
NGF 2, rev.1 (2012)	Symboler og terminologi
NGF 3, rev. 1 (1989)	Dreiesondering
NGF 4 (1981)	Vingeboring
NGF 5, rev.3 (2010)	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF 6 (1989)	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF 7, rev. 1 (1989)	Dreietrykksondering
NGF 8 (1992)	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF 9 (1994)	Totalsondering
NGF 10, rev.1 (2009)	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF 11 rev.1 (2012) NS-EN ISO 22475-1 (2006)	Prøvetaking
Statens vegvesen Geoteknisk felthåndbok 280 (2010)	Feltundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Norske standarder NS	Tema
NS8000 (1982)	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001 (1982)	Støtflytegrense
NS8002 (1982)	Konusflytegrense
NS8003 (1982)	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004 (1982)	Svinngrense
NS8005 (1990)	Kornfordelingsanalyse
NS8010 (1982)	Jord – bestanddeler og struktur
NS8011 (1982)	Densitet
NS8012 (1982)	Korndensitet
NS8013 (1982)	Vanninnhold
NS8014 (1982)	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS8015 (1987)	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016 (1987)	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017 (1991)	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018 (1993)	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS14688-1 og -2 (2009)	Klassifisering og identifisering av jord
NS-EN ISO/TS 17892-8 + -9 (2005)	Treaksialforsøk (UU, CU)
Statens vegvesen Håndbok 015 (2005)	Laboratorieundersøkelser