

Rapport

Oppdragsgiver: **Levanger kommune**

Oppdrag: **Kjønstadmarka 2**

Emne: **Grunnundersøkelser**

Dato: **4. januar 2013**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **415524 - RIG-RAP-01-REV0**

Oppdragsleder: **Erling Romstad**

Sign Erling Romstad
Sign K. Fiakes

Saksbehandler: **Henning Tiarks**

Sign *R. Fiakes*

Kontaktperson
hos Oppdragsgiver: **Bjørn Sandvik**



00		Utsendt for 1. gangs uavhengig kontroll	13	HET	ER	ARV
Rev	Dato	Beskrivelse	Ant. sider	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent

Sammendrag og konklusjoner

Levanger kommune planlegger utvidelse av byggefeltet i Kjønstadmarka på Levangernesset. Planområdet grenser mot kvikkeiresone 884 Nordvik. Skredfaren og grunnforholdene for utbyggingsområdet Kjønstadmarka 2 må derfor vurderes ved hjelp av grunnundersøkelser i kvikkleirefaresonen og innenfor planområdet.

Resultatene fra felt- og laboratorieundersøkelser viser at løsmassene i undersøkelsesområdet er ikke kvikke. Det er ikke påtruffet kvikkleire verken i faresone 884 eller i planområdet Kjønstadmarka 2.

Ut fra topografi og løsmassemektighet er planområdet ikke utsatt for skredfare. Utbredelsen av kvikkleirefaresonen 884 må revurderes. Med foreliggende datagrunnlaget kan området i kvikkleiresonen friskmeldes for kvikkleire og faresonen slettes.

Løsmassenmektigheten er varierende og det er til dels grunt til berg. Det er påvist høyt grunnvannsnivå og permeable masser i planområdet. Det anbefales geoteknisk prosjektering for de enkelte tiltakene som veg- og boligbygging.

Planområdet vurderes som egnet for bygg formål og settes til geoteknisk kategori 2.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	5
2.	Myndighetskrav	5
3.	Arbeidsgrunnlag.....	6
3.1	Plangrunnlag	6
3.2	Kunnskap fra tidligere grunnundersøkelser.....	6
4.	Resultater fra grunnundersøkelser 2012.....	7
4.1	Feltundersøkelser.....	7
4.2	Laboratorieundersøkelser	7
5.	Beskrivelse av terreng og grunnforhold.....	8
5.1	Terreng og dybde til berg	8
5.2	Grunnforhold og lagdeling	10
5.3	Grunnvann	11
6.	Geoteknisk kategori	11
7.	Avgrensning og klassifisering av kvikkleiresone 884 Nordvik	12
7.1	Generelt	12
7.2	Avgrensning av kvikkleiresone 884 Nordvik	12
7.3	Tiltaksklasse jfr. NVE retningslinjer: Flom- og skredfare i arealplaner (Ref./1/)	12
8.	Referanser	13

Tegninger

415524-RIG-TEG-0	Oversiktskart
-001	Situasjonsplan med boringer
-002	Avgrensning av kvikkleiresone
-003	Løsmassekart med boringer
-010	Geotekniske data 2-MC12
-011	Geotekniske data 3-MC12
-012	Geotekniske data 4-MC12
-013	Geotekniske data 8-MC12
-060	Korngradering 2-MC12
-061	Korngradering 4-MC12
-062	Korngradering 8-MC12
-75.1	Ødometerforsøk 8-MC12, d= 3,20 m
-76.1	Ødometerforsøk 8-MC12, d= 4,50 m
-101	Lagdeling snitt Kjønstad
-102	Lagdeling snitt Nordvik
-103	Lagdeling snitt Vikan
-151	Borutskrift 1MC12 – 7MC12
-152	Borutskrift 8MC12 – 11MC12

Vedlegg

Vedlegg A:	Boring 18A NGI 1983
Vedlegg B:	Boringer Multiconsult 413237-1, 2008

Bilag

- Geotekniske bilag – Feltundersøkelser (2 sider)
- Geotekniske bilag – Laboratorieundersøkelser (2 sider)
- Geotekniske bilag – Oversikt over metodestandarder fel og lab (2 sider)

1. Innledning

Multiconsult AS er engasjert av Levanger kommune for å gjøre en geoteknisk vurdering av utbyggingsområde Kjønstadmarka 2 og utredning av kvikkleiresone 884 Nordvik som utgjør den del av planlagt utbyggingsområde.

All ny byggevirksomhet innenfor en faresone for kvikkleire, samt bygg som kan påvirkes av skred fra nærliggende faresoner, er underlagt krav i henhold til NVEs Retningslinjer 2/2011 Ref./1/. Sikkerhetskravet gjelder ikke bare kvikkleireskred som kan utløses innenfor tiltaksområdet, men også dersom tiltaket ligger i utløpsområdet (skredbanen) for kvikkleireskred utløst i tilgrensende områder.

Denne rapporten inneholder en vurdering av grunnforholdene i området med hensyn på følgende forhold:

- Kartlegging av grunnforhold, kritiske forhold
- Vurdere behov for soneendring 884 Nordvik
- Bestemmelse av tiltaksklasse
- Geoteknisk kategori

Vurderingene baserer seg på resultater fra tidligere og nyere grunnundersøkelser i det aktuelle området, og inkluderer tilgjengelige data for skjærfasthet, konsolideringsparametre og poretrykk.

2. Myndighetskrav

Dette prosjektet er underlagt følgende standarder og retningslinjer:

NVEs Retningslinjer nr 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplaner	/1/
Eurokode 0, Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner	/2/
Eurokode 7, Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler	/3/

3. Arbeidsgrunnlag

3.1 Plangrunnlag

I prosjektet har vi mottatt/anskaffet følgende plangrunnlag.

Tegning/dokument	Tittel/kommentar	Mottatt dato	
langnes.sos	Digitalt kartgrunnlag, flere filer. SOSI 3.4	08.10.2008	

3.2 Kunnskap fra tidligere grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området. Relevante, tidligere grunnundersøkelser er listet opp i tabell 1. Resultatene er vist i vedlegg A og vedlegg B.

Tabell 1: Tidligere geotekniske grunnundersøkelser i tillegg til prosjektspesifikk undersøkelser

Rapport nr.	Firma	År	Oppdragsnavn	
950065-1	NGI	1996	Kartlegging av kvikkleireområder	/ 4/
413237	Multiconsult AS	2008	Kjønstadmarka, ledningsanlegg	/ 5 /

Det var utført ei dreitrykksondering av NGI i 1983 jfr. i vedlegg A. Boreresultater i punkt 18A var grunnlaget for etablering av kvikkleiresone 884 Nordvik. Under henvisning til sonderingsprofilen ble grunnforholdene tolket som meget sensitiv leire i 5 m til 6 m dybde. Det ble ikke tatt opp prøver den gangen. Materialet var beskrevet som *sandig, meget sensitiv leire, rant av strengene*.

4. Resultater fra grunnundersøkelser 2012

4.1 Feltundersøkelser

Grunnundersøkelsene er fokusert på det nordlige planområdet og i kvikkleiresonen 884 Nordvik.

Det er utført grunnundersøkelser i september 2012 med følgende omfang:

- Dreietrykksonderinger: 9 punkt
- Prøveserier: 4 punkt
- Poretrykksmålninger: 2 punkt
- Totalsondering: 2 punkt

Tabell 2 viser nøkkeldata for borepunktene. Tegning RIG-TEG 01 viser posisjonering av boringer fra 2012 (-MC12) og borepunktene fra tidligere grunnundersøkelser (-MC08). Det henvises til geotekniske bilag for nærmere beskrivelse av feltundersøkelser.

Tabell 2: Utførte feltarbeider 2012.

Borepunkt BP		Koordinater			Boret i løsmasse	Boret i fjell
Betegnelse	Metode	Nord (m)	Øst (m)	Høyde (m.o.h.)	(m)	(m)
1-MC12	DrT	7072418	612025	27,9	4,2	-
2-MC12	DrT	7072459	611808	11,0	4,2	-
3-MC12	DrT	7072500	611753	5,0	8,5	-
4-MC12	DrT	7072610	611783	3,0	5,5	-
5-MC12	DrT	7072567	611874	8,3	1,9	-
6-MC12	DrT	7072578	612197	12,9	4,1	-
7-MC12	DrT	7072527	612180	22,0	1,0	-
8-MC12	DrT	7072440	612152	35,6	7,8	-
9-MC12	DrT	7072502	612252	25,6	3,0	-
10-MC12	Total	7072331	611996	44,8	4,5	3,5
11-MC12	Total	7072313	611886	35,9	1,6	3,2

Borerresultatene er framstilt i tegningene RIG-TEG151 og 152 og ved RIG-TEG 101 – 103.

4.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene som ble tatt opp, er rutineundersøkt i Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim. Resultater og klassifisering er sammenstilt i geotekniske data i tegninger RIG-TEG 10-13.

Kornfordelingsanalyser av finkornige masser er utført i borepunkt 2-MC12, 4-MC12 og 8-MC12 (RIG-TEG-60-62).

Av sylinderprøvene ble det gjennomført i alt 2 stk ødometerforsøk i prøver ved borepunkt 8MC12. Resultater fra spesialforsøkene er framstilt i tegninger RIG-TEG 75 – 76..

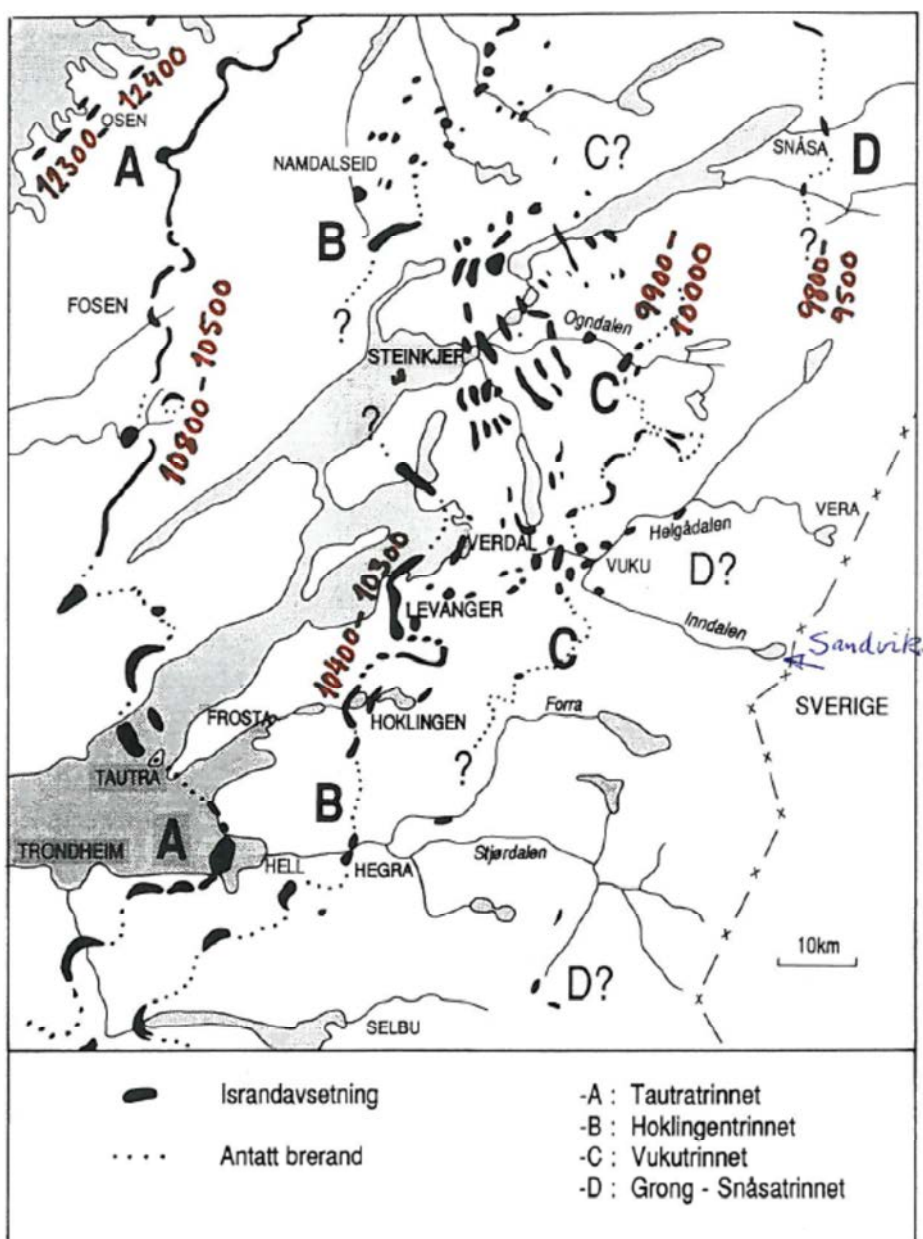
Det henvises til geotekniske bilag for nærmere beskrivelser av laboratorieundersøkelser og metodestandarder.

5. Beskrivelse av terreng og grunnforhold

5.1 Terreng og dybde til berg

Kjønstadmarka er preget av en liten fjellås (kote +75) som stryker i vest-øst retning i ca. 800 m. Ved den sørlige bratte skråningen dominerer kalkstein og mot nord ned til Trondheimsfjorden består bergarter av leirskifer og grønnstein. Terrenghelning mot nord er moderat med ca. 1:10. Det er ingen vann eller bekk i undersøkelsesområdet. Hele området ligger under marin grense som er i Levangerområdet på kote +180.

Løsmassene i undersøkelsesområdet Kjønstadmarka er dannet ved israndavsetninger av Hoklingentrinnet Ref./7/ som vist i figur 1. Løsmassemektheten ligger generelt rund 1,0 til 10 m. Størst mektighet i borpunktene er påvist med 12,9 m i punkt 2-MC08. Løsmassene består stort sett av friksjonsmaterialer som sand og morenematerialer og stedvis av kohesive masser som leire som forekommer til dels i tynne og tykke avsetninger.



Figur 1: Randtrinn for indre Trondheimsfjord (Ref./7/).

Spesielt i sørlige delen av planområdet er det bart fjell og områder med lite løsmasser (Ref./6/). Boliger ved Nordvik og Øra står også på berg og det antas soner hvor det er grunt til berg som stryker i vest/øst retning. Dybde til fjell er dermed varierende. De skogkledte arealer i planområdet indikerer lite løsmassemektighet. Figur 2 illustrer skog- og jordbruk i forhold til løsmassegrensene.



Figur 2: Ortofoto Kjønstadmarka, Nordvik og Vikan, tynne linjer viser løsmassegrensene, (www.ngu.no).

5.2 Grunnforhold og lagdeling

Grunnforholdene er varierende med forekomster av berg, friksjonsmateriale og kohesive masser.

Lagdelingen er utledet fra boremotstand supplert med prøveresultatene. Lagdelingen er generalisert langs tre terrengprofiler. Sonderingsresultater er trukket inn i geologisk snitt for Kjønstad, Nordvik og Vikan (RIG-TEG 101 – 103).

Det sørvestlige planområde

Snitt Kjønstad (RIG-TEG 101) representerer det sørvestlige planområdet. Det er stort sett grunt til berg og løsmassemektheten antas å være mindre enn 5 m. Det er ikke påvist bløte masser. Lengst sør i profilet ved borpunkt 10-MC12 er terrenget brattere (helning 1:2). Der er det varierende løsmassemekthet og påvist faste til meget faste masser. Ved bygging i bratt terreng representerer dette en potensielt kritisk situasjon som er karakteristisk for den kartlagte overgangen fra løsmasser til berg som vist på løsmassekart (RIG-TEG-003). Ved bygging i denne delen av området må det spesielt tas hensyn til evt. skrånende bergoverflater.

Det nordlige planområde

Snitt Nordvik og snitt Vikan (RIG-TEG 102 og 103) representerer det område med størst løsmassemekthet langs kommunal veg kv36, att ved Nordvik (12,9 m i 2-MC08). Lagdelingen her viser friksjonsmaterialer med lav sonderingsmotstand. Sonderingsprofil i boringer 1-MC08 og 3-MC08 viser sammenlignbare grunnforhold. Lagdelingen kan generaliseres med et topplag bestående av sand og tørrskorpeleire over leire fulgt av fast morene over fjell. Løsmassemekthet er avtakende mot fjæra som påvist i borpunkt 3-MC12 og 4-MC12.

Lengst sør i profilet ved borpunkt 8-MC12, som ligger på et platå, er det påvist 8 m løsmassemekthet. Sonderingsprofilet viser en karakteristisk lagrekke med strandavsetninger på toppen og tørrskorpeleire/leire fra 2 – 5 m dybde, som blir fulgt av fast morene over berg.

Leira er undersøkt på deformasjonsegenskaper (RIG-TEG75 og 76) og ødometerforsøk viser at massene i borpunkt 8-MC12 er ikke spesielt setningsømfintlige. Resultater indikerer noe overkonsolidering i materialer i 4,5 m dybde, i motsetning til materialet i 3,2 m dybde. Konsolideringsgraden antas med $OCR = 1,2$ dvs. leira var utsatt for større spenninger enn dagens situasjon.

Det er påvist varierende løsmassemekthet og lokale fjellblotninger også i det nordlige området. Grunnforholdene er uensartet. Her er det viktig å skape homogene fundamenteringsforhold for å unngå skjevsetninger av bygningene.

Det sørlige planområde

Det sørlige området viser bart fjell og stort sett forvittringsmaterialer som topplag. Her er det foretatt en befaring og to totalsonderinger. Ut fra sammenlignbar lokal erfaring er skiferbergartene i området sterk oppsprukket. Dette indikerer dårlig fjellkvalitet i toppen og relativt sterkt vannføring i sprekkesystemet. Totalsonderinger 10-MC12 og 11-MC12 som er plassert ved overgang til strandavsetningene viser fast fjell.

Før anleggsarbeider i fjell planlegges må bergmasser vurderes med hensyn på lagdelingsflater, sprekker og skjærsoner.

5.3 Grunnvann

Området er dominert av permeable masser i toppen. I overgang til leire og bergoverflaten forventes det derfor grunnvannsførende lag.

Det er målt poretrykket i to posisjoner:

- på det høye platå i ved borpunkt 8-MC12
- ned mot fjæra ved Trondheimsfjorden i borpunkt 3-MC12 som vist i tabell 3.

Tabell 3: Poretrykksmålinger ved BP 3MC12, 8MC12, 29.09.2012

Borepunkt 3 MC 12	Piezometertopp [kote]	Piezometertopp [m terreng]	Piezometerspiss [kote]	Avlesning 29.09.12 Piezometertopp [m]	Trykknivå [m terreng.]	Trykknivå [kote]
3 MC 12 7 m dybde	+6,0	+1,00	- 1,0	-1,5	-0,5	+5,5
8 MC 12 5 m dybde	+36,5	+1,00	31,5	-2,5	-1,5	+35,0

Målinger viser at det er høyt grunnvannsnivå i planområdet. Det bør utføres flere avlesninger for å vurdere årstidsvariasjoner i grunnvannsnivå.

6. Geoteknisk kategori

Tiltak i planområdet settes til geoteknisk kategori 2 jfr. Eurokode 7 (Ref./3/). Geoteknisk kategori må vurderes fortløpende under arbeidene og tilpasses aktuelle konstruksjoner og nye opplysninger om grunnforhold.

7. Avgrensning og klassifisering av kvikkleiresone 884 Nordvik

7.1 Generelt

Den nordlige delen av planområdet er en del av kvikkleiresonen 884 Nordvik som vist på tegning RIG-TEG-002. Grunnforholdene ble undersøkt i 1983 med ei dreietrykkssondering (Vedlegg A).

Kvikkleiresonen er kategorisert som følgende jfr. NVE sin rapport (Ref./8/):

Skredområde – ID:	884
Faresone:	Nordvik
Skredfaregrad:	Lav
Konsekvensklasse:	2
Konsekvens:	Alvorlig
Skredrisiko:	2
Areal:	0,06 km ² (0,02 km ² av planområdet er en del av kvikkleiresonen).

7.2 Avgrensning av kvikkleiresone 884 Nordvik

Grunnundersøkelser som er gjennomført i kvikkleiresonen, skal gi et grunnlag for å vurdere kvikkleirens utbredelse og sannsynliggjøre en ny avgrensning av kvikkleiresonen.

Basert på utførte grunnundersøkelser og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av utbredelse av kvikkleire i området.

Følgende forhold tyder på at det ikke er kvikkleire i sonen 884:

- Prøveserier ved borpunkt 1-MC08 og 3-MC08 avkrefter forekomster av kvikkleire langs kv36.
- Sonderingsprofilen i 1-MC08 viser spesielt lavt sonderingsmotstand som kunne indikere sensitivt materiale i 3 til 4 m dybde. Ved prøvematerialet fra denne dybden er det påvist siltig, lagdelt leire, som er ikke sensitiv (st = 7; vanninnhold på 30%). Dette laget kan korreleres med den antatte kvikkleire i boring 18A (NGI).
- Sonderingsprofilene fra de øvrige boringer i kvikkleiresonen indikerer ikke forekomster av bløt eller sensitivt materiale.
- Løsmassemektheten er stort sett mindre enn 10 m og geologisk snitt indikerer at tykkere leireavsetningene (2-MC12) ikke forekommer i sammenhengende dekke.

Med foreliggende datagrunnlaget kan området i kvikkleiresonen frisk meldes og faresonen slettes.

7.3 Tiltaksklasse jfr. NVE retningslinjer: Flom- og skredfare i arealplaner (Ref./1/)

Det er ikke påtruffet kvikkleire i utbyggingsområde Kjønstadmarka 2 og kravene som stilles i NVE's retningslinjer er derfor ikke relevant.

8. Referanser

- /1/ Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE (2011-2). *Flaum- og skredfare i arealplanar*. Inkludert vedlegg. Sist revidert 15.april 2011.
- /2/ NS-EN 1990-1:2002 + NA:2008 (Eurocode 0)
- /3/ NS-EN 1997-1:2004 + NA:2008 (Eurocode 7)
- /4/ NGI (1996). rapport nr. 950065-1: Kartlegging av kvikkleire.
- /5/ Multiconsult (2008): *Ledningsanlegg Kjønstadmarka –grunnundersøkelser - 413237 RIG- - 01* 14. november 2008..
- /6/ Sveian, H.(1981): *Levanger*, kvartærgeologisk kart CST 133,134-20. Norges geologiske undersøkelse
- /7/ Bargel, T.H.; Bergstrøm, B.; Hilmo, B.H.; Olsen, L.; Størro, G.; Sveian, H. (1994): *Kvartærgeologi og miljøgeologi i Midt Norge*. NGU rapport nr. 94071. Norges geologiske undersøkelse.

Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk	Kartblad:	1722 IV
Stikkord:	kvikkleire	UTM koordinater, Sone:	32
Land/Fylke:	Nord Trøndelag	Øst: 612025	Nord: 7072420
Kommune:	Levanger		
Sted:	Kjønstad		

Distribusjon:

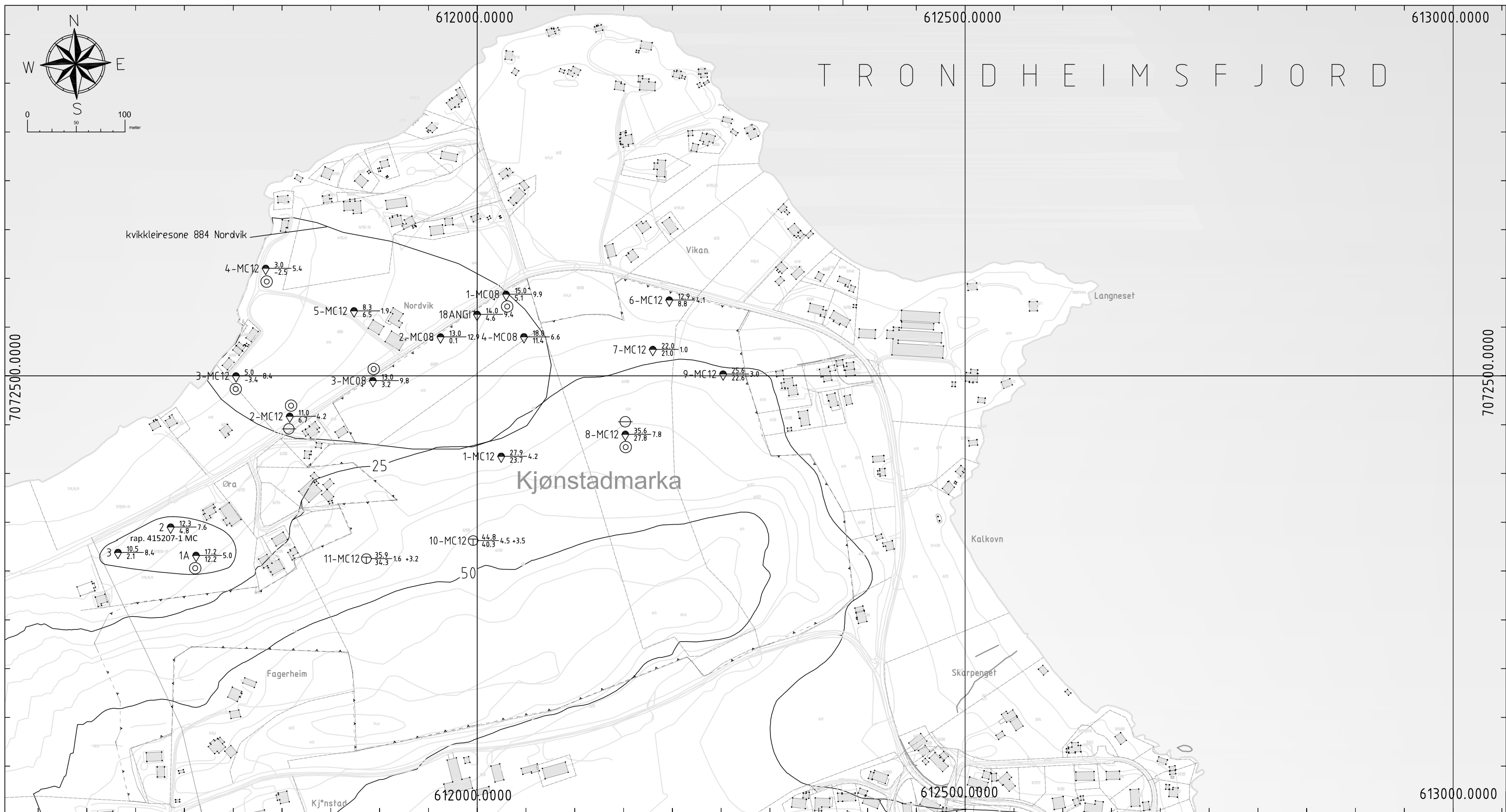
- ☒ Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
☐ Intern
☐ Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 4. januar 2013		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	02.01.13	HET						
	Kontrollert	03.01.13	ER						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	02.01.13	HET						
	Kontrollert	03.01.13	ER						
Teknisk innhold	Utarbeidet	02.01.13	HET						
	Kontrollert	03.01.13	ER						
Format	Utarbeidet	02.01.13	HET						
	Kontrollert	03.01.13	ER						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)					Dato: 04.01.13	Sign.: Arne Vik			



OVERSIKTSKART		Borplan nr. 001	
Levanger kommune Kjønsstadmarka 2		Målestokk 1:50 000	
MULTICONSULT AS 7486 Trondheim Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70	Dato 04.01.2012	Tegnet HET	Kontrollert ERR
	Oppdragsnr. 415524	Tegningsnr. RIG-TEG-00	Godkjent ARV Rev. 0



TEGNFORKLARING

- ⊕ PORETRYKKMÅLING
 - ⌘ FJELL I DAGEN
 - ⊙ PRØVESERIE
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⬮ DREIETRYKKSONDERING
 - ⊕ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 - ⊕ ANTATT FJELLKOTE
- BØRET DYBDE + (BØRET I FJELL)

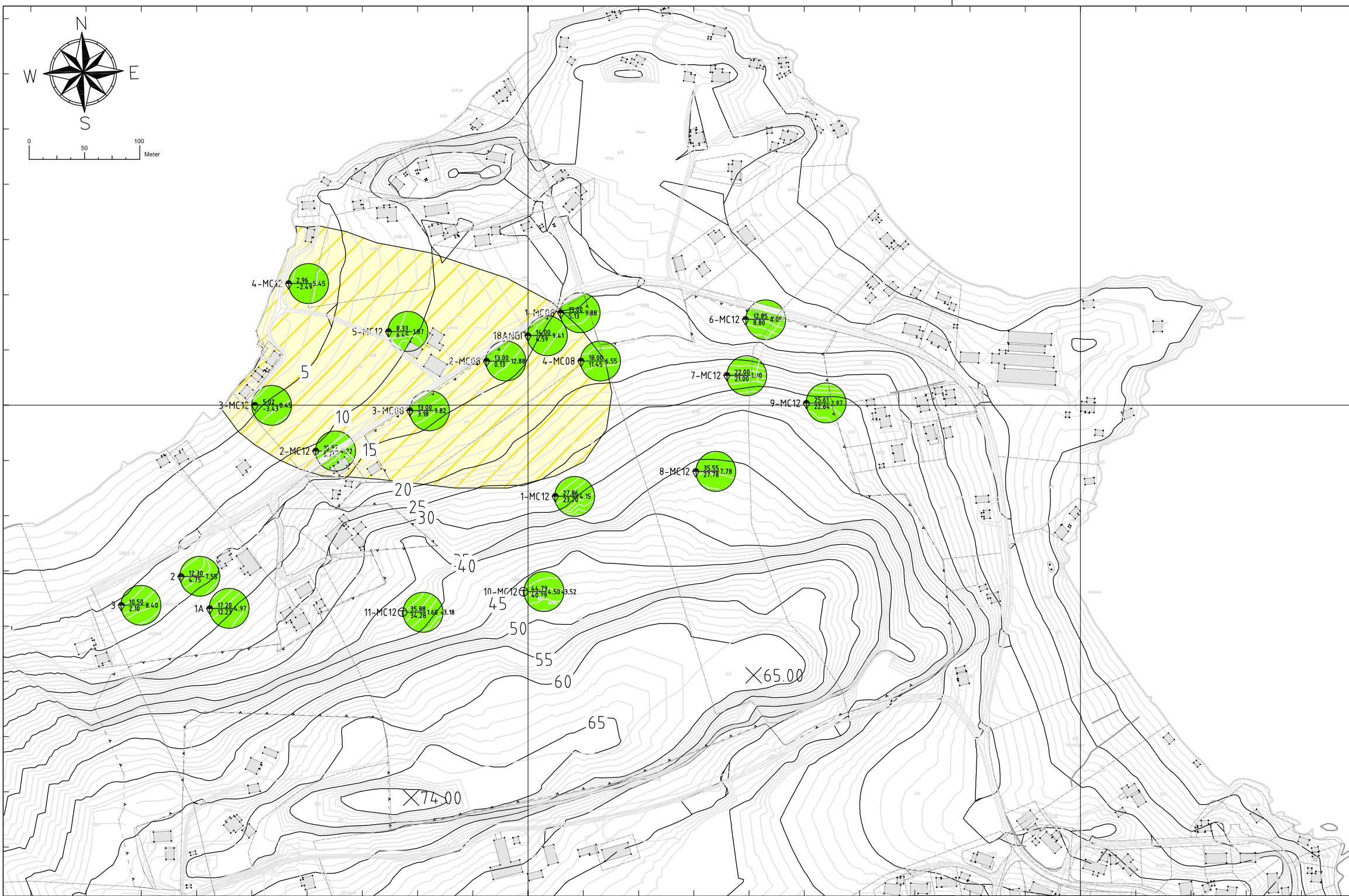
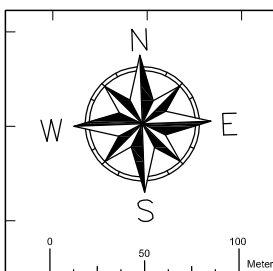
KARTGRUNNLAG: langnes.sos
KORDINATSYSTEM: EUREF 84 UTM32
HØYDEREFERANSE: NN2000

BORBOK NR: 23367
LAB.BOK NR: 2196

⬮ kvikkleiresone 884 Nordvik
⋯ Planområde utbyggingstrinn 2

Rev.		Beskrivelse	Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Levanger kommune Kjønsstadmarka 2	Original format A3		Fag Geoteknikk		
		Situasjonsplan med boringer	Tegningens filnavn RIG-MOD03.dwg		Underlagets filnavn langnes.sos		
			Målestokk 1:4000				
MULTICONSULT AS		Dato 19.12.2012	Konstr./Tegnet HET		Kontrollert ER		Godkjent ARV
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 415524	Tegningsnr. RIG-TEG-001		Rev. 0		

7072500



7072500

612000

612500

613000

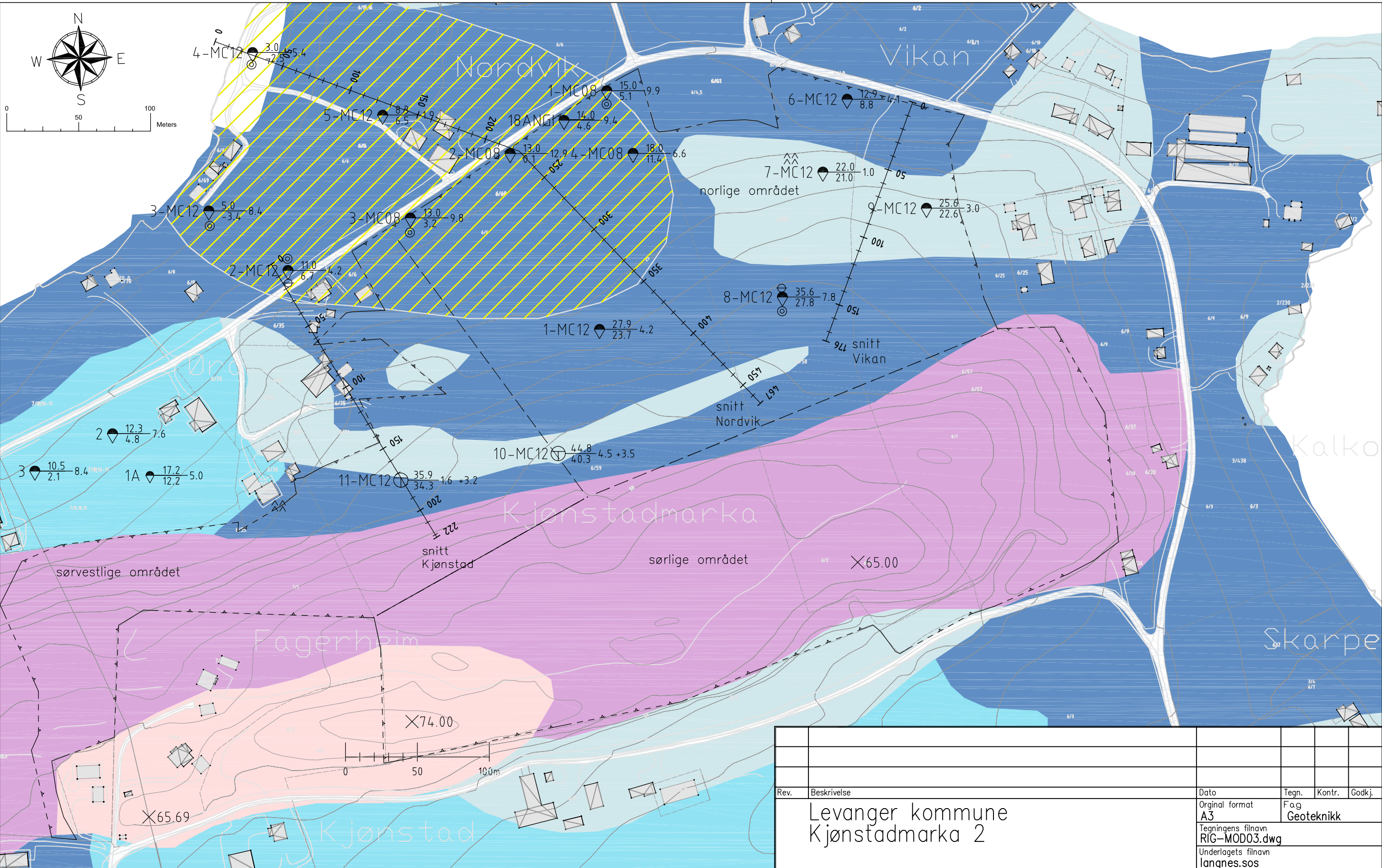
TEGNFORKLARING

- ⊖ PORETRYKKMALING
⌘ FJELL I DAGEN
⊙ PRØVESERIE
⊕ TOTALSONDERING
⬇ DREIETRYKKSONDERING
⬆ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
⬆ ANTATT FJELLKOTE
- KARTGRUNNLAG: langnes.sos
KOORDINATSYSTEM: EUREF 84 UTM32
HØYDEREFERANSE: NN2000
⋯ Planområde utbyggingstrinn 2
BORET DYBDE <BORET I FJELL>

klassifisering av borpunktene

- ⬢ ikke kvikkleire
⬢ antatt sprøbrudmateriale
⬢ kvikkleire påvist
- ⌘ dagens kvikkleiresone 884 Nordvik

Rev.		Beskrivelse	Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
Levanger kommune Kjønsstadmarka 2			Original format A3		Fag Geoteknikk		
Avgrensning av kvikkleiresonen			Tegningens filnavn RIG-MOD03.dwg		Underlagets filnavn langnes.sos		
			Målestokk 1:4000				
MULTICONCONSULT AS		Dato 19.12.2012	Konstr./Tegnet HET	Kontrollert ER	Godkjent ARV		
7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr. 415524	Tegningsnr. RIG-TEG-002		Rev. 0		



TEGNFORKLARING

- ⊕ PORETRYKKMALING
 - ⌘ FJELL I DAGEN
 - ⊙ PRØVESERIE
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊖ DREIETRYKKSONDERING
 - TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 - ANTATT FJELLSKOTE
- KARTGRUNNLAG: langnes.sos
KOORDINATSYSTEM: EUREF 84 UTM32
HØYDEREFERANSE: NN2000
- Planområde utbyggingstrinn 2
- BORET DYBDE <BORET I FJELL>

løsmassetyper etter løsmassekart fra NGU

- Strandavsetninger
- hav- og fjordavsetninger, usammenhengende dekke
- hav- og fjordavsetninger, tykt dekke
- uspesifisert morenemateriale
- morene, sammenhengende dekke
- forvittringsmateriale, tynt dekke over berg
- bergoverflate, mer enn 50% bart fjell
- Kvikkleirefarezone, lav faregrad

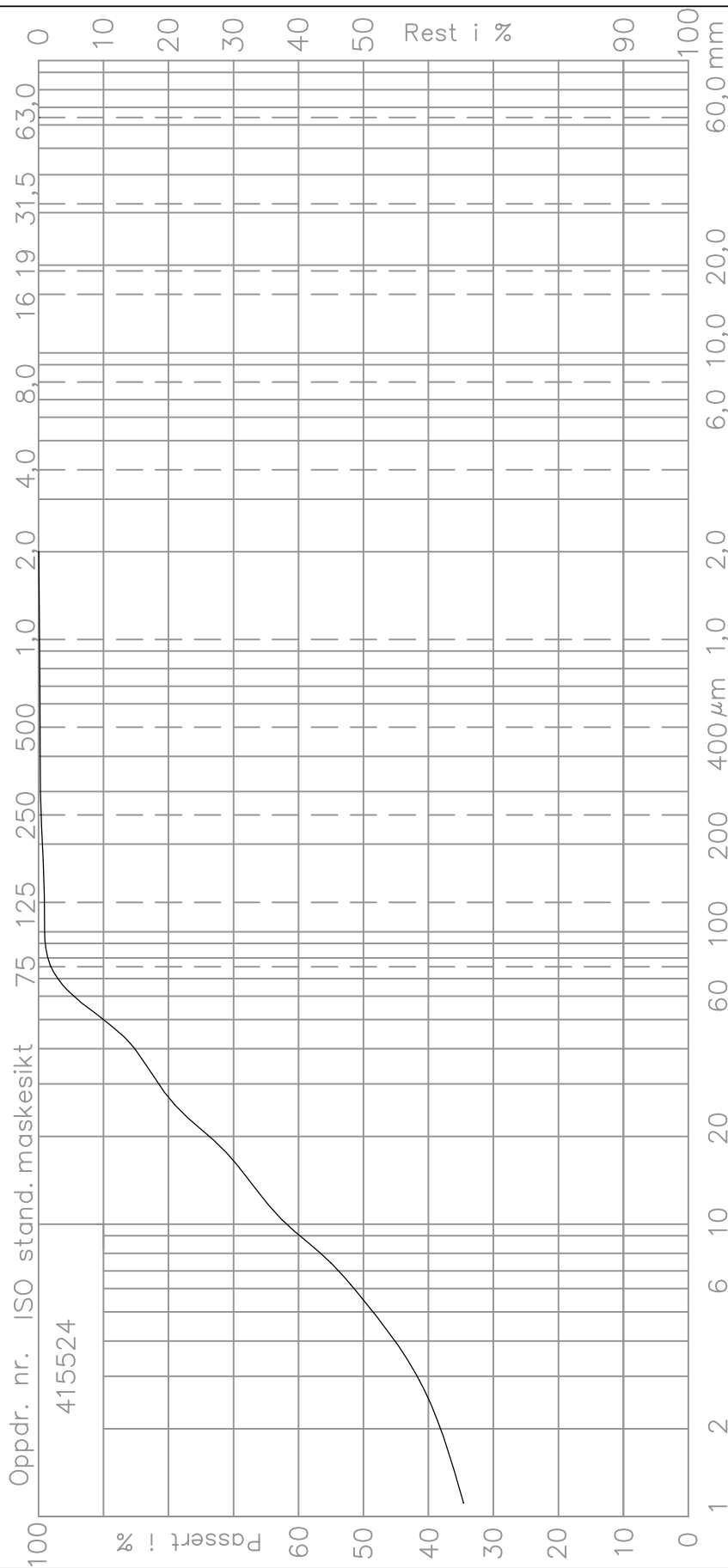
Rev.		Beskrivelse	Dato		Tegn.	Kontr.	Godkj.
		Levanger kommune Kjønstadmarka 2	Original format A3		Fag Geoteknikk		
		Snittlinjer og løsmassekart	Tegningens filnavn RIG-MOD03.dwg		Underlagets filnavn langnes.sos		
			Målestokk		1:2500		
			Dato		Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
			19.12.2012		HET	ER	ARV
			Oppdragsnr.		Tegningsnr.		Rev.
			415524		RIG-TEG-003		0
			7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70				

TERRENGKOTE	11,0 ↓	DYBDE m	PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %					n %	O _{gl} %	ρ _g g/cm ³	SKJÆRFESTHET S _u (kN/m ²)					S _t			
				20	30	40	50	10				20	30	40	50					
LEIRE, enk. gruskorn		5																		
				PR = PRØVESERIE SK = SKOVLEBORING PG = PRØVEGROP VB = VINGEBORING BORBOK NR.: 23367 LAB.BOK NR.: 2196				○ NATURLIG VANNINNHold — W _L FLYTEGRENSE — W _F — KONUSMETODE — W _P PLASTISITETSGRENSE				n = PORØSITET O _{Na} = HUMUSINNHold 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												Boring nr. 2		Tegningens filnavn 415524-RIG-TEG-010_h2.dwg						
												Borplan nr. -1								
Levanger kommune Kjønstadmarka 2 Grunnundersøkelser												Boret dato: 26.09.2012								
												MULTICONSULT AS				Dato 26.11.2012		Tegnet truk		Kontrollert er
Oppdragsnr. 415524		Tegningsnr. RIG-TEG-010		Rev. 00																

TERRENGKOTE	5,0 ↓	m DYBDE PRØVE	VANNINNHold OG KONSISTENSGRENSER %												n %	O _{gl} %	ρ _g cm ³	SKJÆRFESTHET S _u (kN/m ²)										S _t				
			20				30				40							50				10		20		30			40		50	
Sandig, grusig materiale		2,4																														
Sandig, grusig, leirig materiale		2,4																														
SAND, siltig		5																														
Siltig, sandig, grusig materiale		9,6																														
		10																														
		15																														
PR = PRØVESERIE SK = SKOVLEBORING PG = PRØVEGRUPP VB = VINGEBORING BORBOK NR.: 23367 LAB.BOK NR.: 2196			○ NATURLIG VANNINNHold — W _L FLYTEGRENSE — W _f — " — KONUSMETODE — W _p PLASTISITETSGRENSE												n = PORØSITET O _{Na} = HUMUSINNHold 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 Levanger kommune Kjønsdamarka 2 Grunnundersøkelser															Boring nr. 3					Tegningens filnavn 415524-RIG-TEG-011_h3.dwg												
															Borplan nr. -1																	
Boret dato: 26.09.2012					Godkjent er					Godkjent arv																						
MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70															Dato 26.11.2012 Oppdragsnr. 415524					Tegnet truk Tegningsnr. RIG-TEG-011					Rev. 00							

[illegible]

LEIR	SILT			SAND			GRUS			STEIN
	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	



Symb. PR.serienr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Anmerkning	Metode		
				Tørrsikt	Hydr. F.Drop	Våt + Tørr Sikt
2	3,3 m	LEIRE			X	

KORNGRADERING

Levanger kommune
Kjønstadmarka 2

MULTICONSULT AS

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

Dato 26.11.2012

Oppdragsnr. 415524

Konstr./Tegnet
truk

Tegningsnr.

RIG-TEG-060

Boring nr.
2

Borplan nr.

Boret dato:
26.09.2012

Kontrollert
err

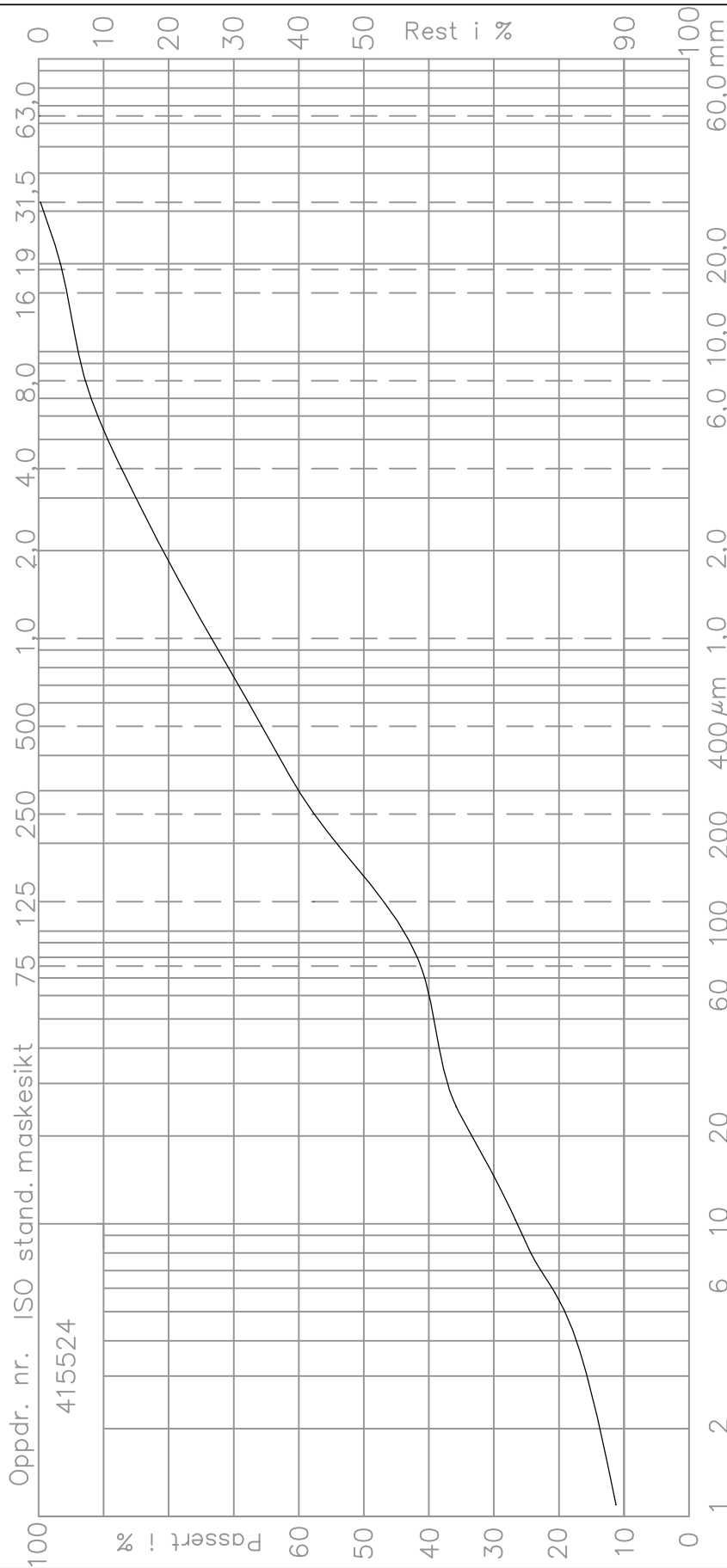
Godkjent
arv

Rev.



0

LEIR		SILT		SAND		GRUS		STEIN
FIN	MIDDELS	FIN	MIDDELS	FIN	MIDDELS	FIN	MIDDELS	GROV



Symb. PR.serienr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Anmerkning	Metode		
				Tørrsikt	Hydr. F.Drop	Våt + Tørr Sikt
4	4-5 m	Leirig, siltig, sandig, grusig materiale			X	X

KORNGRADERING

Levanger kommune
Kjønstadmarka 2

MULTICONSULT AS

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

Dato 26.11.2012

Oppdragsnr. 415524

Konstr./Tegnet
truk/ kjt

Tegningsnr. RIG-TEG-061

Boring nr.
4

Borplan nr.

Boret dato:
26.09.2012

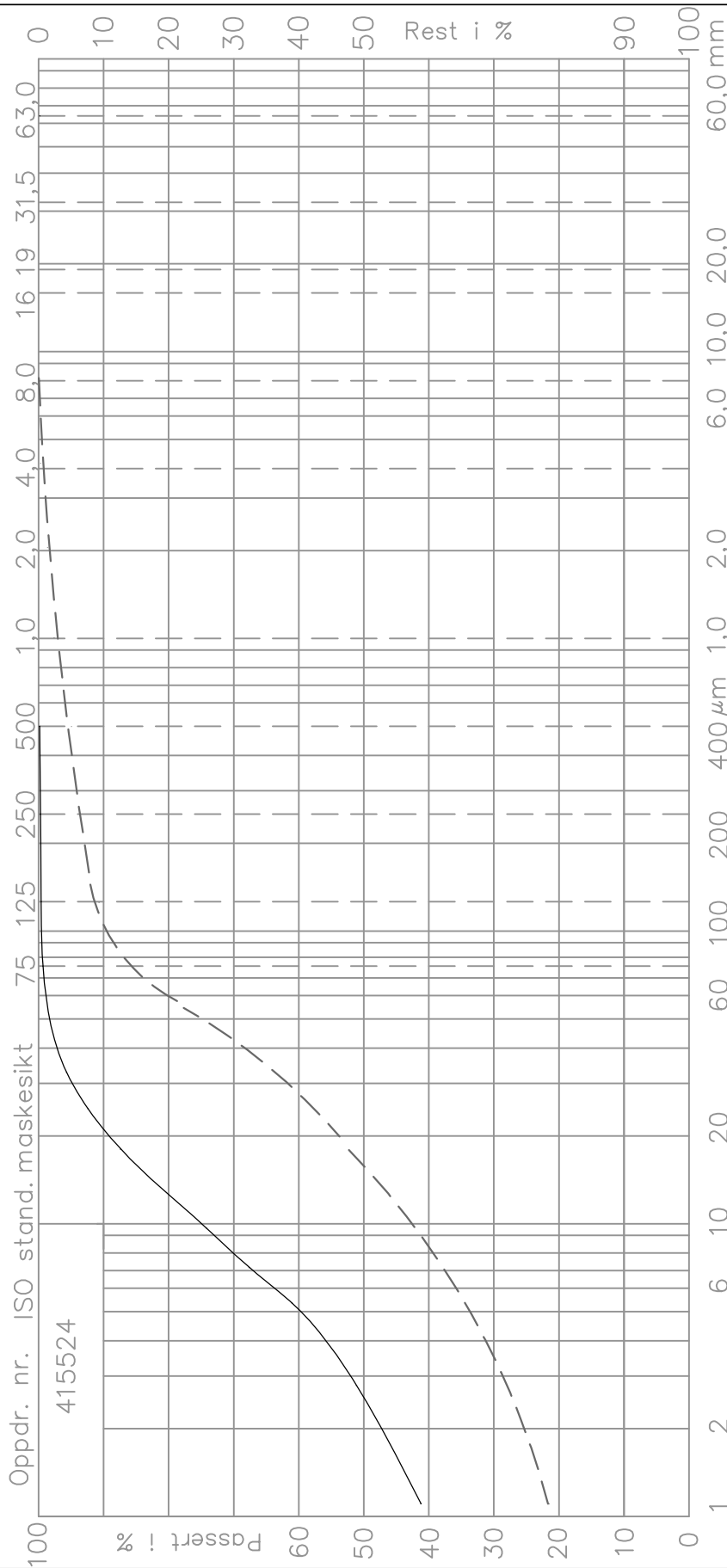
Kontrollert
er

Godkjent
arv

Rev. 0



LEIR			SILT			SAND			GRUS			STEIN
FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	FIN	MIDDELS	GROV	



Symb. PR.serienr	Dybde	Jordartsbetegnelse	Anmerkning	Metode		
				Tørresikt	Hydr. F.Drop	Våt + Tør Sikt
8	3,1 m	LEIRE	tørreskorpeleire m/enk.siltlag		X	
8	4,62m	LEIRE, siltig, finsandig		X	X	

KORNGRADERING

Levanger kommune
Kjønstadmarka 2

MULTICONSULT AS

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

Dato 26.11.2012

Oppdragsnr. 415524

Konstr./Tegnet
truk/kjt

Tegningsnr. RIG-TEG-062

Boring nr.
8

Borplan nr.

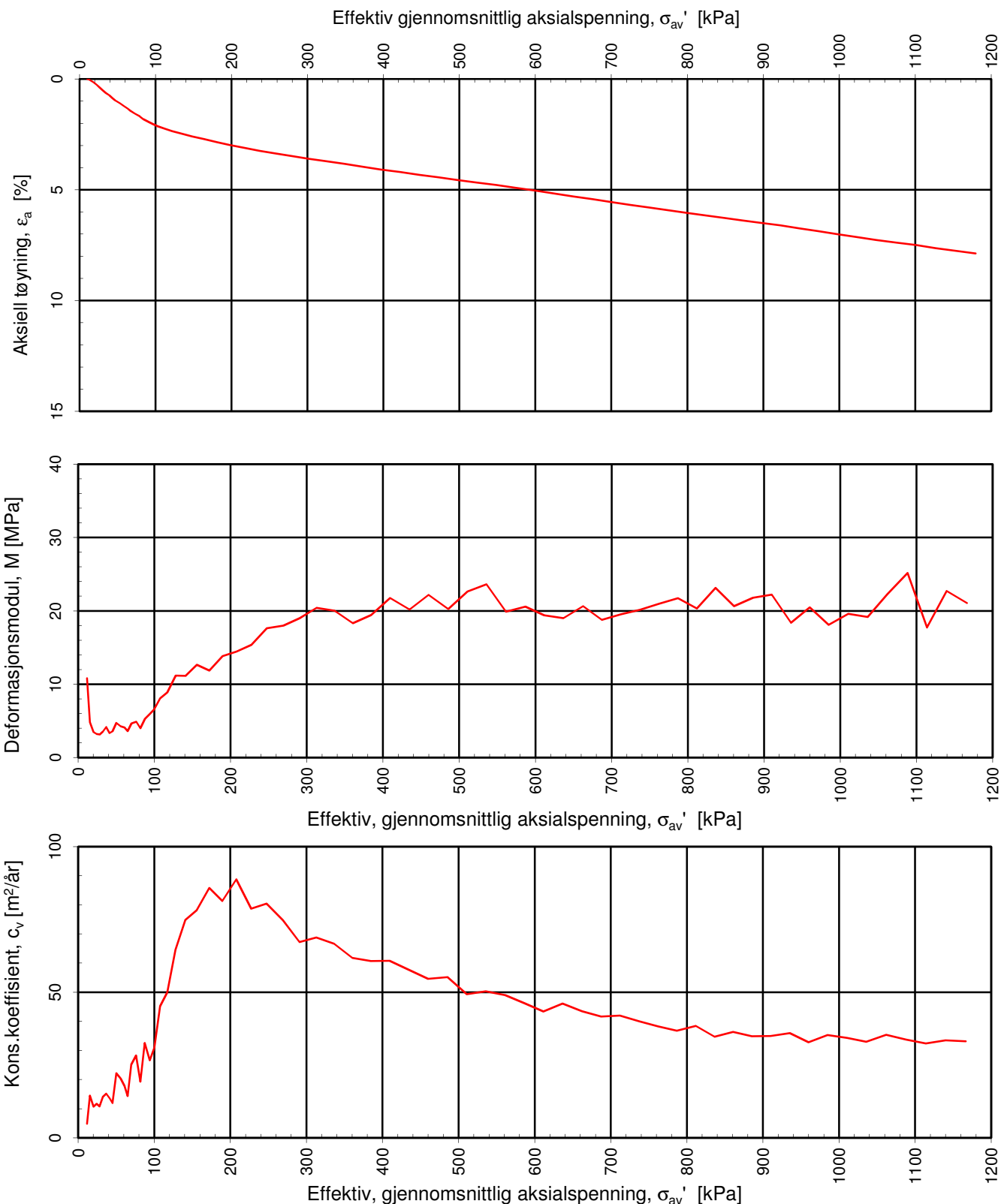
Boret dato:
26.09.2012

Kontrollert
er

Godkjent
arv

Rev. 0





Levanger kommune
Kjønstadmarka 2

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

Tegningens filnavn:

415524-RIG-TEG-090-h8-d3,2m.xlsx



Godkjent:

arv

Programrevisjon:

01.06.2011

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

19.11.2012

Forsøknr.:

1

Oppdrag nr.:

415524

Dybde, z (m):

3,20

Tegnet av:

truk

Tegning nr.:

RIG-TEG-075.1

Borpunkt nr.:

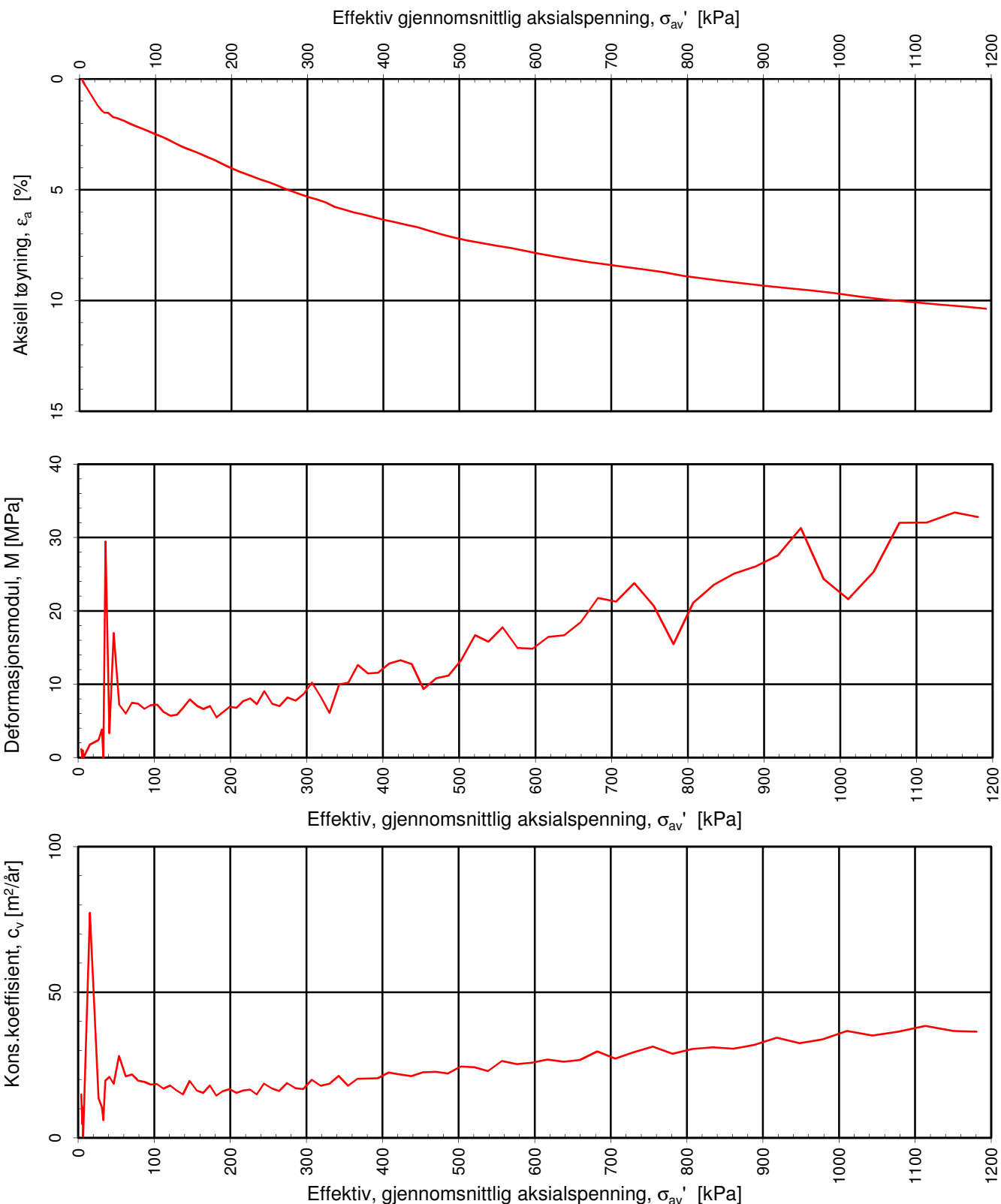
8

Kontrollert:

er

Prosedyre:

CRS



Levanger kommune
Kjønstadmarka 2

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

Tegningens filnavn:

415524-RIG-TEG-076-h8-d4,5m.xlsx

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

29.11.2012

Dybde, z (m):

4,50

Borpunkt nr.:

8

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

er

Oppdrag nr.:

415524

Tegning nr.:

RIG-TEG-076.1

Prosedyre:

CRS

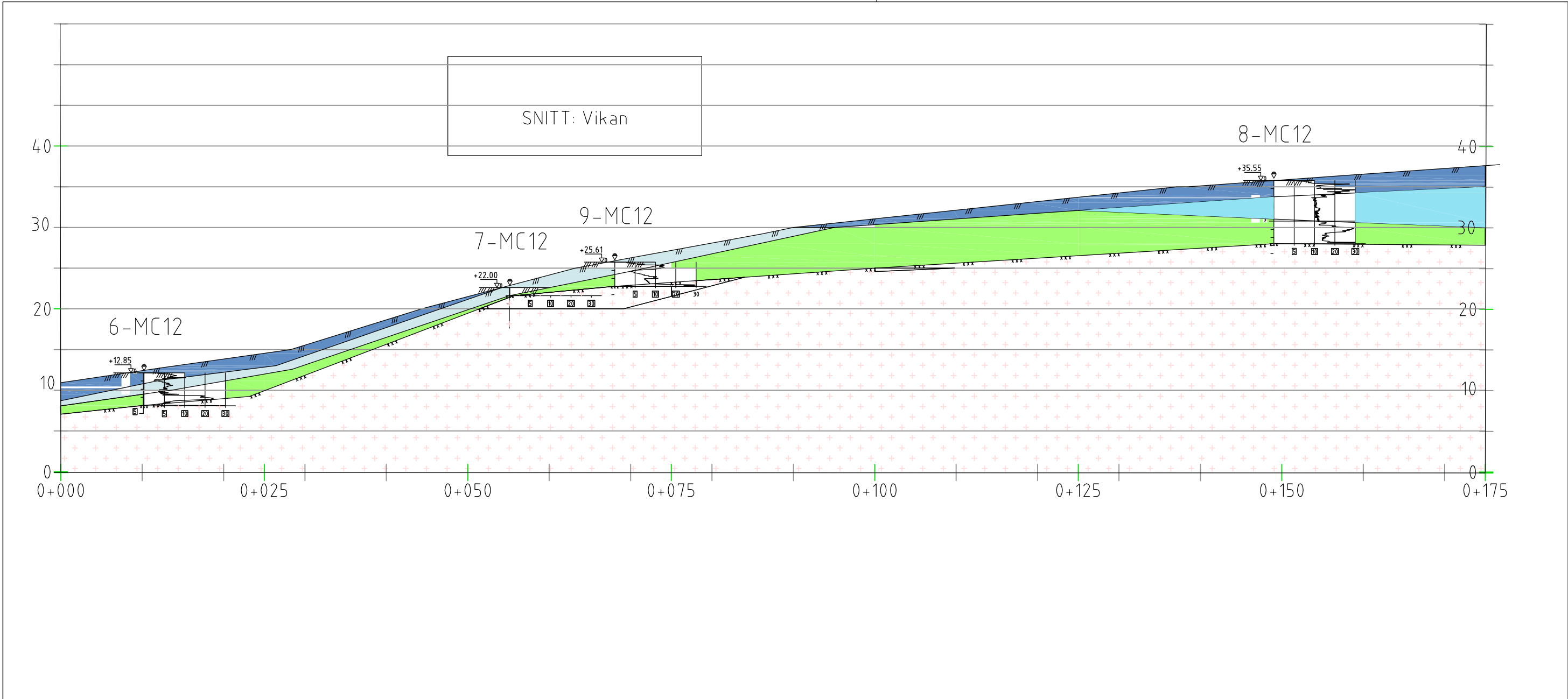
Godkjent:

arv

Programrevisjon:

01.06.2011



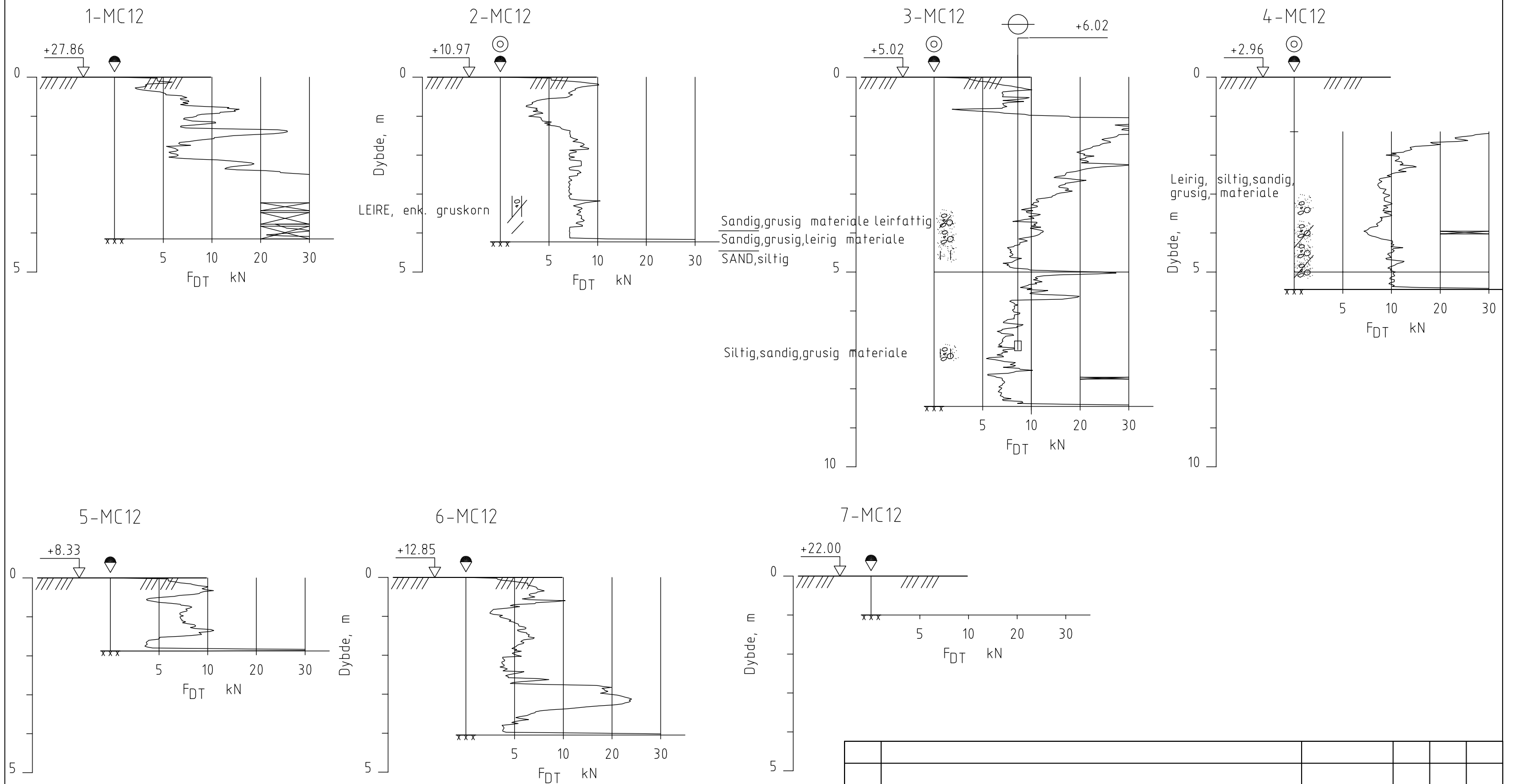


TEGNFORKLARING

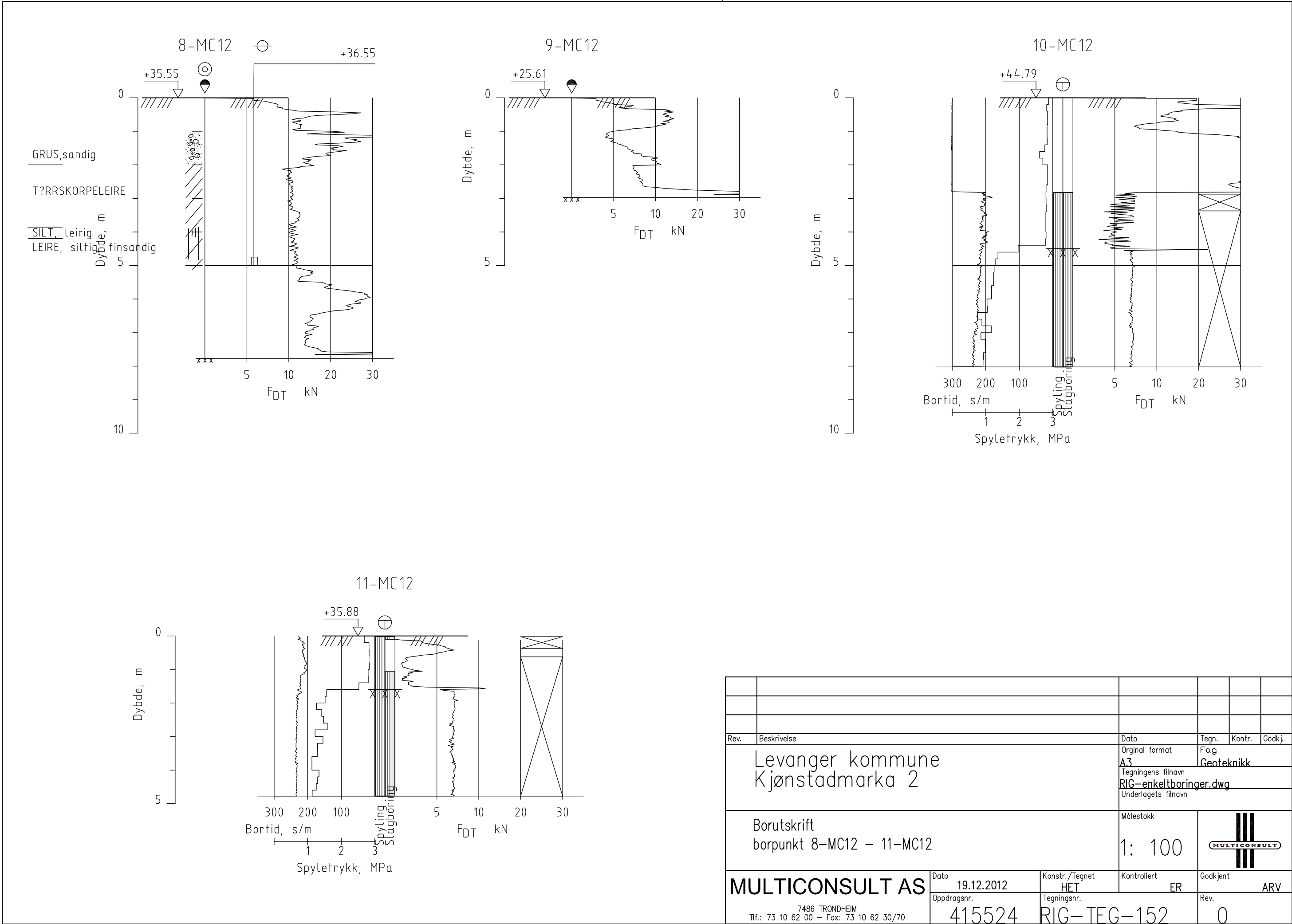
KARTGRUNNLAG: langnes.sos
KOORDINATSYSTEM: EUREF 84 UTM32
HØYDEREFERANSE: NN2000

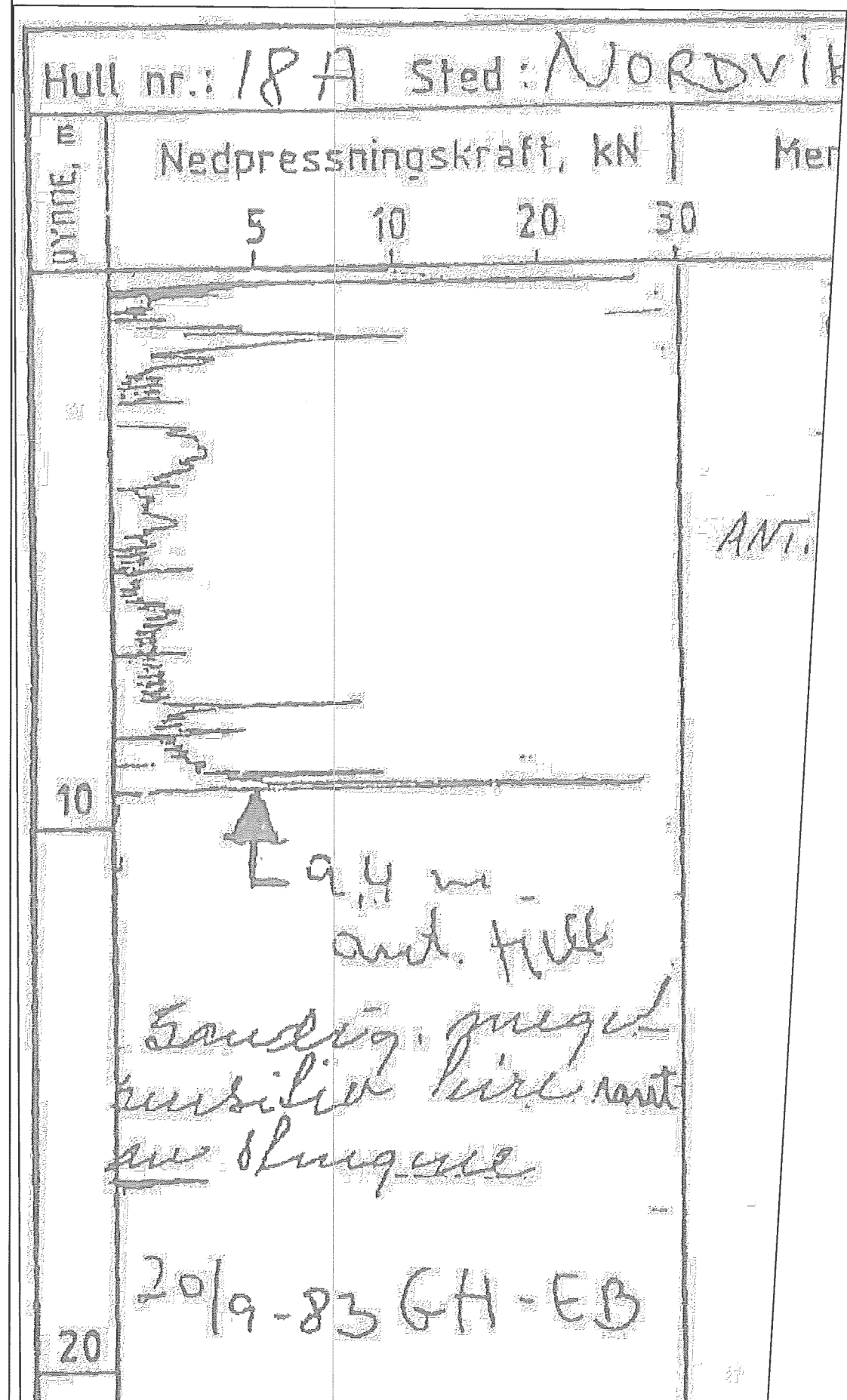
- marine strandvaskede sedimenter, dannet av bølge- og strømaktivitet i strandsonen. Materialet er ofte rundet og godt sortert. Kornstørrelsen varierer fra sand til blokk, stort sett sand og grus, (Strandavsetninger)
- Løsmasser dannet på stedet ved fysisk/kjemisk nedbryting av berggrunne, (forvittringsmaterialet)
- siltig, leirig, sandig materiale, steinig (hav- og fjordavsetninger)
- silt og leire, (finkornige hav- og fjordavsetninger)
- Dårlig sortert materiale, kornstørrelse fra leir til stein og blokk, (morenemateriale, uspesifisert)
- Dårlig sortert materiale, kornstørrelse fra leir til stein og blokk, (morenemateriale, sammenhengende dekke)
- fjell, bergoverflate

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Levanger kommune Kjønstadmarka 2	Original format A3	Fag Geoteknikk		
	Snitt Vikan lagdeling	Tegningens filnavn RIG-MOD03.dwg Underlagets filnavn langnes.sos Målestokk 1: 500			
	MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70	Dato 19.12.2012 Oppdragsnr. 415524	Konstr./Tegnet HET Tegningsnr. RIG-TEG-103	Kontrollert ER	Godkjent ARV

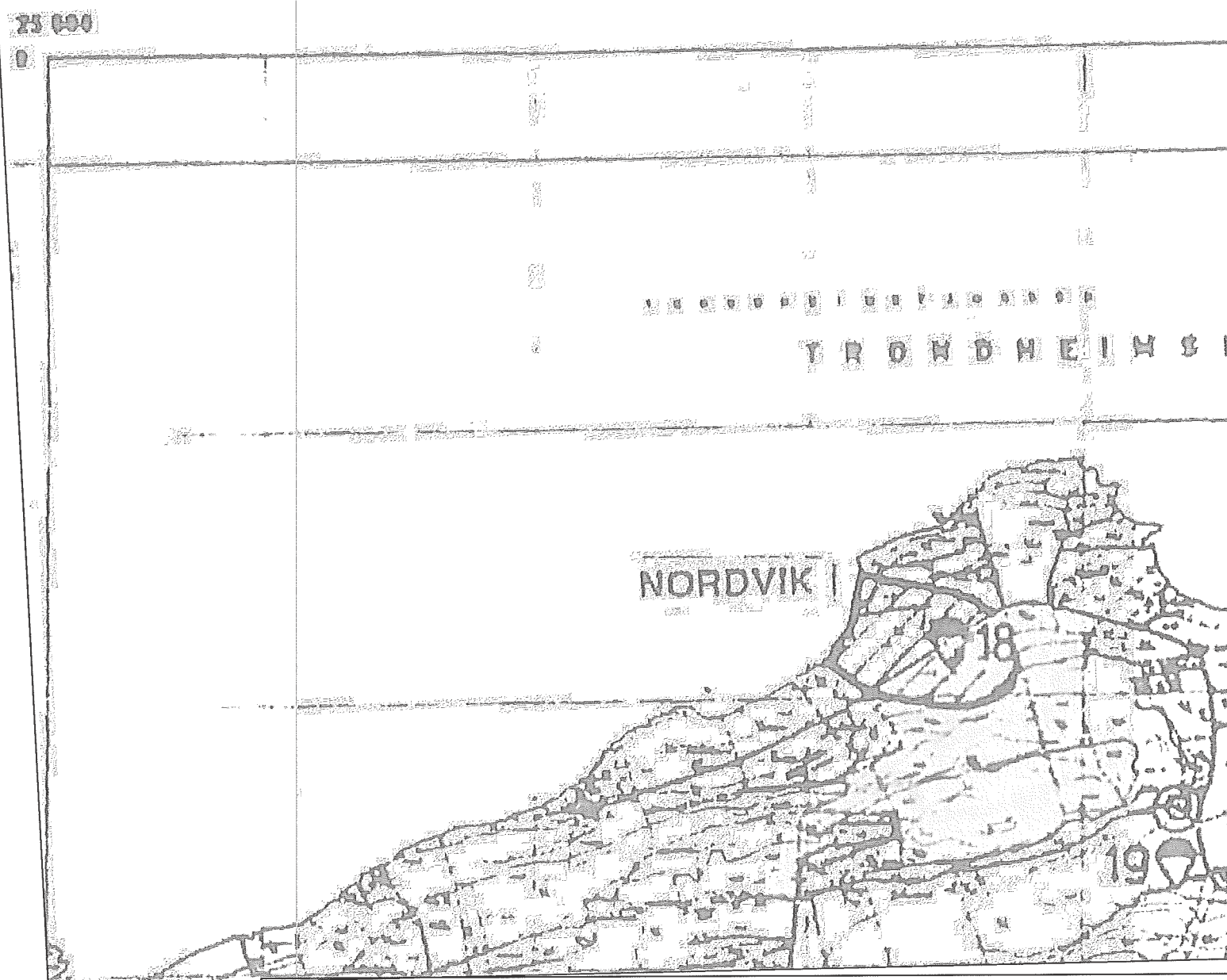


Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Levanger kommune Kjønstadmarka 2		Original format	Fag		
		A3	Geoteknikk		
		Tegningens filnavn	RIG-enkelboringer.dwg		
		Underlagets filnavn			
Borutskrift bopunkt 1-MC12 – 7-MC12		Målestokk			
		1: 100			
MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 – Fax: 73 10 62 30/70		Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		19.12.2012	HET	ER	ARV
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		415524	RIG-TEG-151	0	

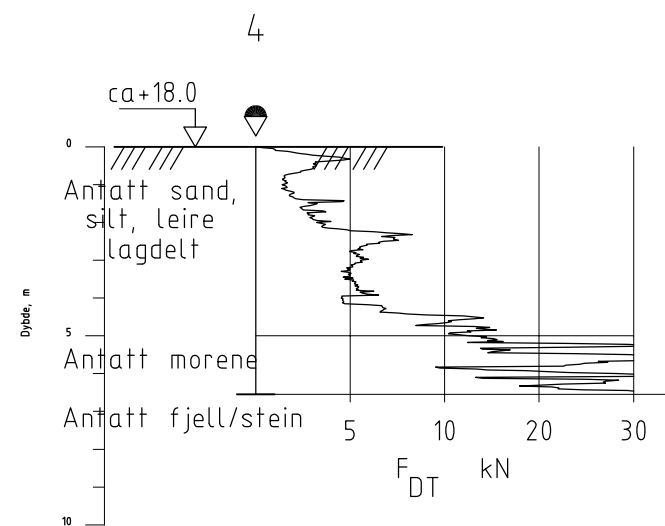
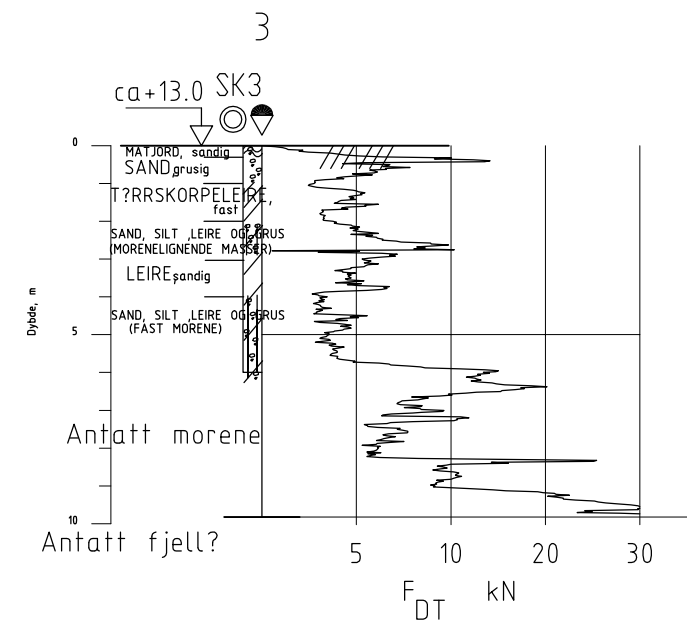
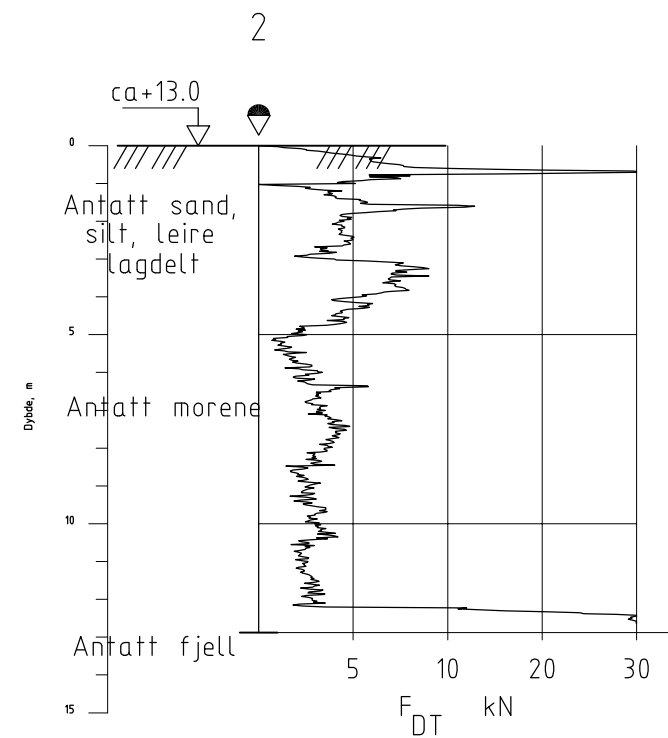
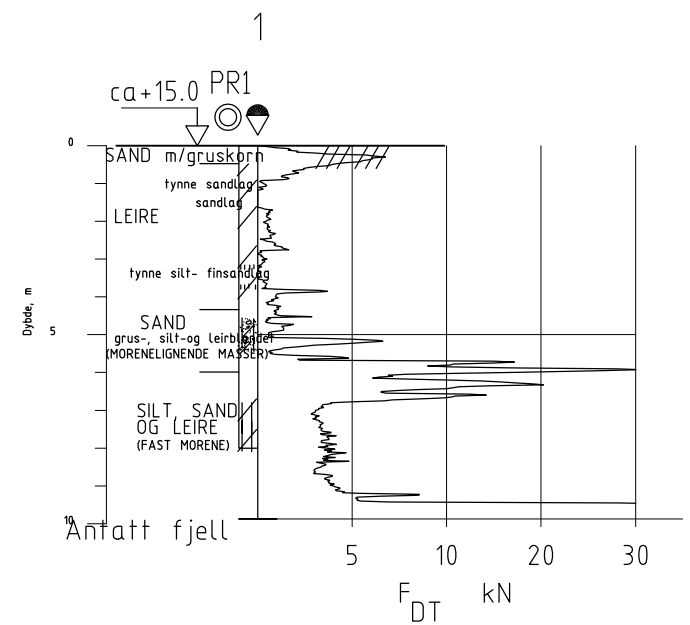




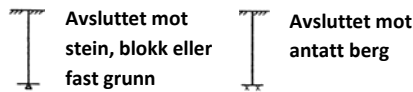
Norges Geotekniske Institutt NGI



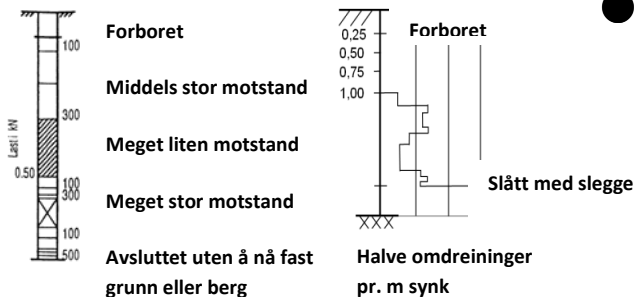
Vedlegg A:
Dreietrykksondering 18A



Vedlegg B: Borutskrift
tidligere
grunnundersøkelser 2008



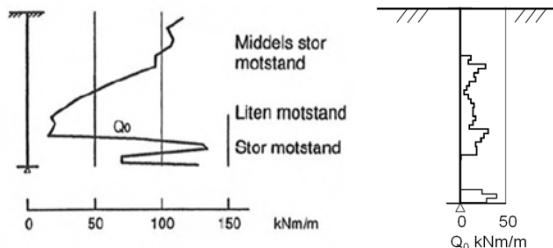
Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn.



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 dybde-skala 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.

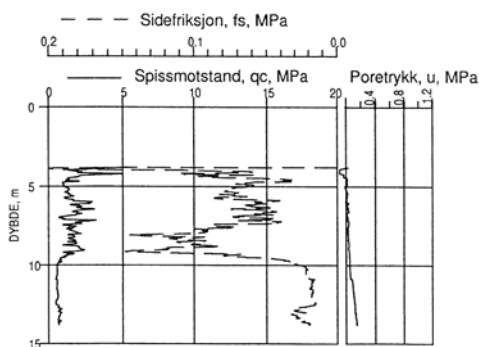


RAMSONDERING (NS-EN ISO 22476-2)

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.

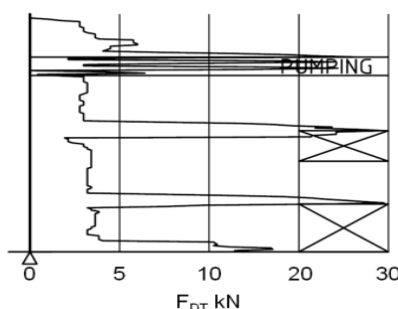
Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)



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).

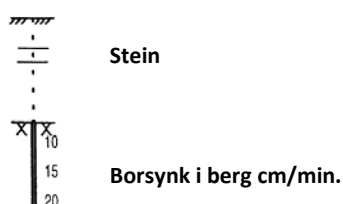


DREIETRYKKSONDERING (NGF MELDING 7)

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.

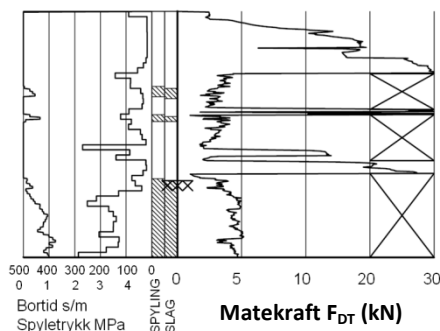
Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig. Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

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



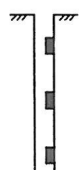
BERGKONTROLLBORING

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.



TOTALSONDERING (NGF MELDING 9)

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm skjøtbare borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag benyttes dreietrykksmodus, og boret presses ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreining/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten. 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



MASKINELL NAVERBORING

Utføres med hul borstang påsveis et metallspiral med fast stighøyde (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.



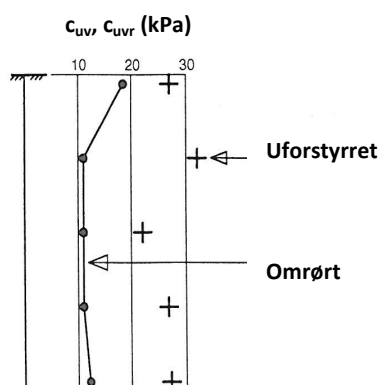
Prøvemarkering



PRØVETAKING (NGF MELDING 11)

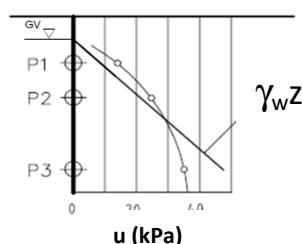
Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet. Vanligvis benyttes stempelprøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde blir prøvesylinderen 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 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 borchullet.

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 ($\tan\phi$) (effektivspenningsanalyse) eller c_u (c_{uA} , c_{uD} , c_{uP}) (totalspenningsanalyse).

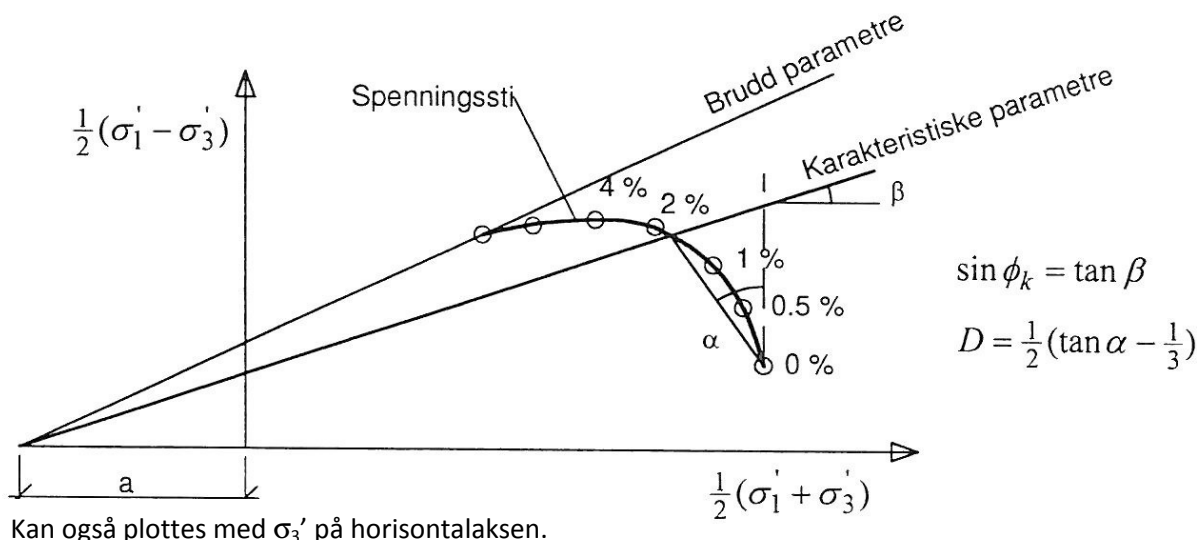
Effektivspenningsanalyse: Effektive skjærfasthetsparametre a , c , ϕ ($\tan\phi$) (kPa, kPa, °, (-))

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon), $\tan\phi$ (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_{ukr} , c_{ukr}) (NS8015), udrenerte treaksialforsøk (c_{uA} , c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{uD}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksøndering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (c_{uvr} , 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

TYNGDETETTHETER

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 $d > 0,063 \text{ mm}$. 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. Sammenhørende 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 mineral-kornene. 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 spesifisering 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-oksidasjon med hydrogenperoksyd, kan også benyttes.

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