

# Rapport

Oppdragsgiver: **Flatanger kommune**

Oppdrag: **Vurdering av områdestabilitet, Lauvsnes**

Emne: **Geoteknisk vurdering.  
Stabilitet og fundamentering.**

Dato: **5. november 2010**

Rev. - Dato: **10. mars 2011, 20. juni 2011**

Oppdrag- / Rapportnr.: **413941 - 2**

Oppdragsleder: **Erling Romstad** Sign.:

Saksbehandlere: **Rolf Sandven, Erik Schiøtz** Sign.:

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Hans Petter Haukø**

## Sammendrag:

Etter oppdrag fra Flatanger kommune har Multiconsult AS utført grunnundersøkelser på Lauvsnes for kartlegging av grunnforholdene på land og i sjøen, med spesiell vekt på forekomst og mektighet av kvikkleire i grunnen. Lauvsnes sentrum er foreslått inndelt i fire delområder på bakgrunn av grunnforholdene med omfang av kvikkleire, bebyggelsesgrad og beliggenhet i forhold til videre utvikling. Grunnundersøkelsene har gitt grunnlag for en vurdering av lokal- og områdestabilitet i utvalgte profiler, samt for vurdering av stabiliserende tiltak.

Denne reviderte rapporten oppsummerer resultater fra stabilitetsberegninger med basis i data fra grunnundersøkelsen. Stabilitetsberegningene viser at udrenert korttidsstabilitet i området ved SPAR-butikken (Faresone 1) er meget dårlig, og at det er behov for sikring av dette området før det tillates nye tiltak. Sikkerheten blir gradvis bedre sørover langs stranden, men også her kan korttidsstabiliteten lokalt være for dårlig slik at sikringstiltak må gjennomføres.

I revisjonen er sentrumsområdet delt inn i 5 faresoner med separat klassifisering av faregrad, skadekonsekvens- og risikoklasse for hver sone. Hensikten er å tydeliggjøre områdene med høyest faregrad og risiko for bruk i kommunens plan- og byggesaksbehandling. Faregraden i de fem faresonene varierer mellom Lav og Middels, skadekonsekvensklassen mellom Alvorlig og Mindre alvorlig, mens høyeste Risikoklasse er 4.

Revisjonen omfatter også forslag til sikringstiltak for reduksjon av skredrisiko, og det er gjort orienterende stabilitetsanalyser for å vurdere gjennomførbarhet og effekt av tiltakene. Aktuelle tiltak inkluderer blant annet utlegging av støttefylling i strandsonen og lokal terrengavlastning i de mest skredutsatte områdene. Beregningene viser at det kan være mulig å gjennomføre sikringstiltak i de mest skredutsatte områdene, men at dette krever detaljerte analyser og tett oppfølging av geotekniker i byggefasen. Undersøkelser og vurderinger er ikke knyttet opp mot konkrete byggeprosjekter, men skal gi utbyggere og beslutningstakere et sikrere grunnlag for utvikling av reguleringsplaner og håndtering av byggesaker innenfor det aktuelle området.

2	20.06.11	Revisjon 2	rols/eris	err	oaa
1	10.03.11	Revisjon 1	rols/eris	err	oaa
0	05.11.10	Utsendt for tredjepartskontroll, 1.gang	rols/eris	err	oaa
<b>Utg.</b>	<b>Dato</b>	<b>Tekst</b>	<b>Utarb.av</b>	<b>Kontr.av</b>	<b>Godkj.av</b>

## Innholdsfortegnelse

1.	Innledning .....	6
2.	Grunnlag.....	6
3.	Topografi og grunnforhold.....	7
3.1	Generelt .....	7
3.1.1	Terrengforhold på land .....	7
3.1.2	Sjøbunnstopografi.....	8
3.1.3	Grunnforhold .....	8
3.2	Delområde A.....	8
3.2.1	Topografi og grunnforhold .....	8
3.2.2	Rutinedata og lagdeling .....	9
3.2.3	Grunnvann .....	9
3.3	Delområde B.....	10
3.3.1	Topografi og grunnforhold .....	10
3.3.2	Rutinedata og lagdeling .....	11
3.3.3	Grunnvann .....	11
3.4	Delområde C.....	11
3.4.1	Topografi og grunnforhold .....	11
3.4.2	Rutinedata og lagdeling .....	11
3.4.3	Grunnvann .....	12
3.5	Delområde D.....	12
3.5.1	Topografi og grunnforhold .....	12
3.5.2	Rutinedata og lagdeling .....	12
3.5.3	Grunnvann .....	12
3.6	Utbredelse av kvikkleire .....	13
4.	Faregradsevaluering .....	13
4.1	Generelt .....	13
4.2	Inndeling i faresoner .....	14
4.3	Evaluering av skadekonsekvens .....	15
4.4	Evaluering av risiko.....	16
4.5	Bestemmelse av tiltakskategori .....	17
5.	Skredtype og maksimal utbredelse av skred .....	18
5.1	Generelt .....	19
5.2	Beregningsprofiler .....	18
5.3	Skredtype .....	19
5.4	Utbredelse av skred .....	19
6.	Sikkerhetsprinsipper.....	20

6.1	Geotekniske problemstillinger .....	20
6.2	Geoteknisk prosjektklasse .....	21
6.3	Dimensjonerende laster og lastfaktorer .....	21
6.3.1	Nyttelaster.....	21
7.	Valg av materialparametre .....	22
7.1	Tolkning av beregningsparametre .....	22
7.1.1	Kvalitet av undersøkelser .....	22
7.1.2	Bestemmelse av tyngdetetthet .....	22
7.1.3	Poretrykksvurderinger i tolkning av CPTU .....	22
7.1.4	Bestemmelse av udrenerte skjærfasthetsparametre .....	23
7.1.5	Bestemmelse av deformasjonsegenskaper.....	25
7.1.6	Bestemmelse av anisotropiforhold .....	26
7.1.7	Bestemmelse av effektive skjærfasthetsparametre .....	27
8.	Stabilitetsberegninger.....	28
8.1	Beregningsverktøy.....	28
8.2	Utførte beregninger, kritisk profil CC-1 .....	30
8.3	Utførte beregninger, kritisk profil CC-2.....	30
8.4	Utførte beregninger, kritisk profil DD-1 .....	30
8.5	Utførte beregninger, kritisk profil EE-1 .....	31
9.	Vurdering av områdestabilitet med anbefalte tiltak .....	31
9.1	Generell stabilitetsvurdering.....	31
9.1.1	Stabilitet i Faresone 1 .....	31
9.1.2	Stabilitet i Faresone 2 .....	31
9.1.3	Stabilitet i Faresone 3 .....	31
9.1.4	Stabilitet i Faresone 4 .....	31
9.1.5	Stabilitet i Faresone 5 .....	31
9.2	Anbefalte retningslinjer for behandling av nye tiltak .....	32
9.2.1	Tiltak i Faresone 1 .....	32
9.2.2	Tiltak i Faresone 2 .....	33
9.2.3	Tiltak i Faresone 3 .....	33
9.2.4	Tiltak i Faresone 4 .....	33
9.2.5	Tiltak i Faresone 5 .....	34
9.3	Prinsipper for stabilitetsforbedring .....	34
9.3.1	Motfyllinger i strandsonen.....	35
9.3.2	Lokal grunnforsterkning .....	35
9.3.3	Vurdering av gjennomførbarhet og effekt av tiltak .....	36
9.3.4	Behov for supplerende grunnundersøkelser .....	38
9.4	Anbefalt utførelse av bygge- og anleggsarbeider .....	38
9.4.1	Fundamentering av byggverk .....	38
9.4.2	Oppbygging og fundamentering av fyllinger.....	38

9.4.3	Utførelse av skjæringer og ledningsgrøfter .....	39
9.4.4	Mellomlagring av masse.....	40
10.	Kritiske momenter.....	40
11.	Referanser .....	42

## Tegninger

413941 -0	Oversiktskart
-1	Borplan med nye og tidligere boringer
-2	Sjøbunnskart for sjøområdet utenfor Lauvsnes sentrum
-3	Situasjonsplan med markering av kvikkleiresoner og delområder
-4	Situasjonsplan med inndeling av faresoner 1-5
-5	Situasjonsplan med klassifisering av Faregrad, faresoner 1-5
-6	Situasjonsplan med inndeling av Skadekonsekvensklasse, faresoner 1-5
-7	Situasjonsplan med inndeling av Risikoklasse, faresoner 1-5
-40.8	CPTU, borpunkt BP206, designverdier for aktiv udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$
-40.9	CPTU, borpunkt BP206, prekonsolideringsspenning, $p_c'$
-40.10	CPTU, borpunkt BP206, overkonsolideringsgrad, $OCR$
-40.11	CPTU, borpunkt BP206, friksjonsvinkel, $\phi_k$
-41.8	CPTU, borpunkt BP214, designverdier for aktiv udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$
-41.9	CPTU, borpunkt BP214, prekonsolideringsspenning, $p_c'$
-41.10	CPTU, borpunkt BP214, overkonsolideringsgrad, $OCR$
-41.11	CPTU, borpunkt BP214, friksjonsvinkel, $\phi_k$
-42.8	CPTU, borpunkt BP215, designverdier for aktiv udrenert skjærfasthet, $s_{uA}$
-42.9	CPTU, borpunkt BP215, prekonsolideringsspenning, $p_c'$
-42.10	CPTU, borpunkt BP215, overkonsolideringsgrad, $OCR$
-42.11	CPTU, borpunkt BP215, friksjonsvinkel, $\phi_k$
-76	Kontinuerlig ødometerforsøk, borpunkt BP219, $d=6,25$ m
-77	Trinnvis ødometerforsøk, borpunkt BP204, $d= 8,45$ m
-78	Trinnvis ødometerforsøk, borpunkt BP214, $d= 7,20$ m
-79	Samleplott treaksialforsøk, spenningssti
-80	Samleplott treaksialforsøk, arbeidskurve
-81	Treaksialforsøk, borpunkt BP204, $d= 8,55$ m, spenningssti med tolket skjærfasthet, NTNU-plott
-82	Treaksialforsøk, borpunkt BP204, $d=8,55$ m, spenningssti med tolket skjærfasthet, NGI-plott
-83	Treaksialforsøk, borpunkt BP204, $d= 8,55$ m, arbeidskurve
-84	Treaksialforsøk, borpunkt BP204, $d= 8,55$ m, utpresset porevann og volumtøyning
-85	Treaksialforsøk, borpunkt BP214, $d=5,30$ m, spenningssti med tolket skjærfasthet, NTNU-plott

- 86 Treaksialforsøk, borpunkt BP214, d=5,30 m, spenningssti med tolket skjærfasthet, NGI-plott
- 87 Treaksialforsøk, borpunkt BP214, d= 5,30 m, arbeidskurve
- 88 Treaksialforsøk, borpunkt BP214, d= 5,30 m, utpresset porevann og volumtøyning
- 89 Treaksialforsøk, borpunkt BP219, d=6,05 m, spenningssti med tolket skjærfasthet, NTNU-plott
- 90 Treaksialforsøk, borpunkt BP219, d=6,05 m, spenningssti med tolket skjærfasthet, NGI-plott
- 91 Treaksialforsøk, borpunkt BP219, d= 6,05 m, arbeidskurve
- 92 Treaksialforsøk, borpunkt BP219, d= 6,05 m, utpresset porevann og volumtøyning
- 150 Beregningsprofil CC-2, tolket lagdeling med boreresultater
- 151 Beregningsprofil DD-1, tolket lagdeling med boreresultater
- 152 Beregningsprofil EE-1, tolket lagdeling med boreresultater
- 153 Beregningsprofil CC-3, tolket lagdeling med boreresultater
- 310 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsberegning, dagens situasjon, *ADP*-analyse
- 311 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsberegning, dagens situasjon,  $a\phi$ -analyse
- 312 Beregningsprofil DD-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon, *ADP*-analyse
- 313 Beregningsprofil DD-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon,  $a\phi$ -analyse
- 314 Beregningsprofil EE-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon, *ADP*-analyse
- 315 Beregningsprofil EE-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon,  $a\phi$ -analyse
- 316 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsvurdering land/sjø, situasjon med støttefylling i strandsonen, *ADP*-analyse.
- 317 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsvurdering land, situasjon med omlegging av veg og lokal terrengavlastning, *ADP*-analyse
- 318 Beregningsprofil DD-1, stabilitetsvurdering land/sjø, situasjon med støttefyllinger i strandsonen, *ADP*-analyse
- 319 Beregningsprofil DD-2, stabilitetsvurdering land/sjø, referanseprofil Faresone 2, *ADP*-analyse
- 320 Beregningsprofil CC-3, stabilitetsvurdering land/sjø, referanseprofil Faresone 1, *ADP*-analyse

## Vedlegg

1. Utvalgte resultater fra tidligere grunnundersøkelser i området.
2. Tabeller for evaluering av Faregrad – Faresone 1-5
3. Tabeller for evaluering av Skadekonsekvensklasse – Faresone 1-5
4. Sluttrapport fra uavhengig kontroll, NGI 20100105-00-6-TN og videre aksjoner planlagt av Multiconsult.

## 1. Innledning

Etter oppdrag fra Flatanger kommune har Multiconsult AS utført grunnundersøkelser på Lauvsnes for kartlegging av grunnforholdene, med spesiell vekt på forekomst og mektighet av kvikkleire i grunnen. Det er også utført tilsvarende undersøkelser med borefartøyet Frøy i sjøbunnen utenfor Lauvsnes sentrum. Undersøkelsene har sitt tyngdepunkt innenfor sentrumsbebyggelsen og langs strandlinjen, men det er også plassert noen borpunkter utenfor disse områdene, blant annet i området sør for broen og i boligområdet langs fylkesvegen. De fleste borpunkter er avsluttet mot berg eller i fast grunn. Resultater fra disse undersøkelsene er presentert i rapport r413941-1 /14/. Tolkning av geotekniske parametere for stabilitetsberegningene er gitt i vårt notat n413941-1 /15/.

Da det er påtruffet kvikkleire i deler av det undersøkte området må skredfaren utredes iht. NVE's Retningslinjer nr. 1/2008 "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag" /7/.

Utredning av skredfaren utføres stegvis iht. følgende punkter:

### 1. *Faregradsevaluering*

Faregradsevalueringen omfatter identifikasjon av fareutsatt areal med utstrekning av faresone (r), samt en vurdering av sannsynlighet for skred for hver sone.

### 2. *Vurdering av bruddtype og maksimal utbredelse av skred*

Vurdering av skredtype og utløsende skredfaktor, for eksempel initialscred og progressiv utvikling av skredforløp (retrogressivt skred) eller flakskred utløst ved omfattende bruddutvikling i sprøbruddmateriale. Utredningen omfatter videre vurdering av både løsneområder og potensielle utløpsområder for skredmassene.

### 3. *Stabilitetsanalyser*

Beregning av sikkerheten mot utglidning, både for dagens situasjon og etter eventuell utbygging.

### 4. *Eventuell utredning av stabilitetsforbedrende tiltak*

Utredning og analyse av stabiliserende tiltak som eventuelt må gjennomføres i og utenfor planområdet for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet.

Grunnundersøkelsene har samlet gitt grunnlag for en oversikt over kvikkleireforekomster i området og en vurdering av lokal- og områdestabiliteten med fokus på tettbebyggelsen og området langs stranden. Undersøkelsene og utredningen som er beskrevet i denne rapporten er imidlertid ikke knyttet opp mot konkrete byggeprosjekter, men skal gi utbyggere, planleggere og beslutningstakere et sikrere grunnlag for håndtering av byggesaker innenfor det aktuelle området.

Sentrum og nærområdene er inndelt i 5 ulike faresoner med individuell fastsettelse av faregrad, skadekonsekvens- og risikoklasse. Forslag til generelle tiltak for reduksjon av skredrisiko er også foreslått og vurdert med hensyn på gjennomførbarhet og effekt på stabiliteten. Dette inkluderer blant annet utlegging av støttefylling i strandsonen og lokal terrengavlastning i de mest skredutsatte områdene.

## 2. Grunnlag

Det er tidligere utført flere grunnundersøkelser i Lauvsnes sentrum i forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan og for enkeltbygg, hovedsakelig i tettbebyggelsen nede ved stranden. Kummeneje AS har undersøkt grunnforholdene for regulering av et område som ligger på utsiden av hovedvegen gjennom sentrum. Området strekker seg fra det tidligere banklokalet i sør til ca. 50 m nord for kaien. Kummeneje AS har i tillegg utført

enkeltundersøkelser for Miljøbygg Lauvsnes, Alfred Sørgaard efft., Aakervik overnattingsbygg og Flatanger sparebank i strandområdet. Samme firma har undersøkt grunnforholdene for Nord-Trøndelag E-verk og Lauvsnes syke- og aldersheim øst for strandområdet. Rambøll AS har utført grunnundersøkelser og geoteknisk prosjektering for Flatangerhallen på høydedraget ved Lauvsnes skole.

Resultater fra de tidligere grunnundersøkelsene i området er oppsummert i *Tabell 2.1*.

*Tabell 2.1 Tidligere grunnundersøkelser i området.*

Rapport nr.	Firma	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn
O6060415-1	Rambøll AS	2006	Flatanger kommune	Flatangerhallen.
O.6445-1	Kummeneje AS	1988	Pål Aakervik, Lauvsnes	Tomt for overnattingsbygg. Poretrykksmåling. Grunnundersøkelser. Geoteknisk vurdering.
O.6445	Kummeneje AS	1987	Flatanger kommune	Reguleringsplan. Stranda.
O.3202-2	Kummeneje AS	1983	Flatanger kommune	Syke- og aldersheim.
O.3202-3	Kummeneje AS	1983	Flatanger kommune	Syke- og aldersheim.
O.3786	Kummeneje AS	1982	Alfred Sørgaards Eftf., Lauvsnes	Geoteknisk undersøkelse for nytt forretningsbygg.
O.3200	Siv.ing. Ottar Kummeneje AS	1979	Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk	Nybygg på Lauvsnes.

Resultater fra disse undersøkelsene er delvis innarbeidet i datarapport nr. 413941-1, men utvalgte resultater er også vedlagt denne rapporten (vedlegg 1). Tabell 2.2 oppsummerer dokumenter/tegninger benyttet som grunnlag:

*Tabell 2.2 Grunnlagsdokumenter.*

Nr.	Tegning/dokument	Tittel/Kommentar	Mottatt dato
1	100415	Aqua kompetanse, transformert bunnkotekart	20.01.2010
2	Lauvsnes1.sos	Digitalt kart, Lauvsnesodden	07.12.2009
3	GRBORLauvsns.kof	Koordinater og høyder for innmålte borpunkt	27.05.2010
4	1749-191899	Kabelkart Lauvsnes sentrum	22.12.2009

Som høydereferanse i beregninger og på tegninger benyttes NGOs høydesystem.

### 3. Topografi og grunnforhold

#### 3.1 Generelt

##### 3.1.1 Terrenghorhold på land

Lauvsnes ligger på en terrenngrygg av løsmasse og berg, Lauvsnesodden, som heller ned mot sjøen på begge sider. Bebyggelsen i Lauvsnes sentrum er konsentrert langs stranden av odden i

vest og oppover mot toppen av terrengryggen i øst. For øvrig er det spredt eller klyngevis bebyggelse i området, men store deler er også dekket av kulturlandskap og friareal. Terrenget langs strandlinjen ligger hovedsakelig mellom kote +2-+3, med lokale høyere og lavere partier. Den høyeste del av ryggen ligger på ca. kote +36 sør for Kleppan.

I området ved Lauvsnes kai og utenfor SPAR-butikken/postkontoret er det tidligere fylt masse utover i strandsonen og ut i sjøen, delvis avsluttet med bratt skråning. For tiden pågår det også noe utfylling sør for broen (ved borpunkt BP 203). Dette er av spesiell interesse ved vurdering av nye sikringstiltak i området, se kap. 9.3.

### 3.1.2 Sjøbunnstopografi

Sjøbunnen faller slakt utover nær land med helning 1:10 og 1:20. Nord for kaien faller sjøbunnen brattere, og det er her påvist berg i dagen. Nord for tettbebyggelsen er det et grunnere parti, der sjødybden på det grunneste bare er ca. 2 m. Det er påvist flere grunne partier med sjødybde ned mot 0,1 m lenger sør, og ved skjæret ligger terrenget over vann ved lavvann. De grunne partiene ligger omtrent midtveis ute i sjøen.

De flater partier av sjøbunnen tilsvarer sjødybder mellom 13 m og 34 m, mens sjødybder ned mot 100 m er registrert i en dypål mot Sjøvika i nordvest.

Leira er stedvis kvikk, og områder med påvist kvikkleire er vist på situasjonsplan i tegning 413941-4.

### 3.1.3 Grunnforhold

For beskrivelse av grunnforhold, spesielt med hensyn på forekomst av kvikkleire og omfang av bebyggelse er Lauvsnes sentrum foreslått inndelt i 4 delområder:

- **Delområde A:** Området strekker seg fra bebyggelsen like nord for postkontoret/SPAR-butikken langs stranden og frem til krysset mellom fylkesvegen og vege østover mot skolen og Flatangerhallen. Dette utgjør ca. 570 m langs strandlinjen, mens bredden er ca. 120-170 m, smalest i nord.
- **Delområde B:** Området strekker seg fra søndre avgrensning av Delområde A, forbi brostedet med østre landkar og videre sørover langs stranden. Delområdet inneholder også en kile oppover mot fjellet sør for Kleppan.
- **Delområde C:** Dette delområdet omfatter området ved skolen/Flatangerhallen og nordøstover mot Nordheim og sjøen. Området er ca.300-350 m i diameter
- **Delområde D:** Dette området omfatter den resterende del av sentrumsområdet på Lauvsnes og avgrensner dagens bebyggelse mot nord/nordøst.

Figur 3.1 viser flyfoto over det aktuelle området der delområdene A-D er tegnet inn. Det presiseres at delområdene primært beskriver geologiske forhold og forekomst av kvikkleire i grunnen. De er ikke vurdert med hensyn på faregrad, skadekonsekvens- eller Risikoklasse, se faresoneinndeling i kap.4.2.

## 3.2 Delområde A

### 3.2.1 Topografi og grunnforhold

Delområdet er dominert av fylkesvegen og bebyggelsen langs stranden, men også noe dyrket mark/kulturlandskap, se figur 3.1. Terrenget i delområdet heller svakt i vestlig/sørvestlig retning ned mot sjøen. Skråningshelningen varierer mellom ca. 1: 9 og 1:12.



Løsmasseykkelsen varierer mellom 3 m og 15 m, men ligger gjennomgående i underkant av 10 m. Det er påvist bart fjell i strandsonen, både sør og nord for flytebryggen ved Zanzibar Inn.

Kvikkleiremekktigheten er generelt størst innenfor dette delområdet, men viser en variasjon mellom ca. 2,5 m og 12 m. Delområdet må likevel antas å ha kontinuerlige, og delvis mektige kvikkleirelag som stedvis strekker seg fra nær overflaten og ned til fast grunn.

### 3.2.2 Rutinedata og lagdeling

Prøvetakingen i hull 214 i delområdet viser at løsmassene i hovedsak består av 0-3 m tørrskorpeleire over leire, til dels sensitiv og kvikk leire. Mot berg er det påvist grovere masser med morenekarakter. Vanninnholdet i både tørrskorpeleiren og leiren varierer mellom ca. 20 og 25 %, som indikerer en forholdsvis grov leire. Udrenert skjærfasthet varierer mellom 12 og 41 kN/m<sup>2</sup>, noe økende med dybden. Densiteten ligger mellom 2,08 og 2,22 g/cm<sup>3</sup>. Omrørt skjærfasthet varierer mellom 0,3 kN/m<sup>2</sup> og 0,8 kN/m<sup>2</sup> i de sensitive/kvikke lagene, for øvrig er variasjonen mellom 2 kN/m<sup>2</sup> og 16 kN/m<sup>2</sup>.

Løsmassene kan deles inn i tre lag:

- Lag 1: Tørrskorpeleire
- Lag 2: Middels fast, lite sensitiv leire
- Lag 3: Kvikkleire

### 3.2.3 Grunnvann

Det er satt ned to hydrauliske poretrykksmålere i BP 212. Disse er satt ned til dybder 3,0 m og 5,5 m under terreng. Tabell 3.1 viser målt poretrykk og tilsvarende grunnvannsnivå. Målt poretrykk fram til 30.05.2010, samt valgt designlinje for poretrykket, er inntegnet på relevante beregningsprofiler. Det antas tilnærmet hydrostatisk poretrykksfordeling, men med en svak artesisk komponent med dybden.

Tabell 3.1 Poretrykksavlesning for poretrykksmålere i borpunkt BP 212.

Borpunkt Dybde (m)	Kote terreng (moh)	Kote piezometerspiss (moh)	Løsmasser ved pz- spiss	Høyeste avleste poretrykk (kPa)	Grunnvannsnivå fra poretrykk [kote]* (moh)
212 3,0	+0,97	-2,03	Leire	18,6	-0,17
212 5,5	+0,97	-4,53	Leire	49,9	+0,46

\* Hydrostatisk poretrykksfordeling

Grunnvannstanden varierer normalt med årstid og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

Poretrykksmålingene bør videreføres for å dokumentere poretrykksvariasjoner over tid.



Figur 3.1 Flyfoto over utbyggingsområdet med inntegnet forslag til delområder (kilde: [www.finn.no](http://www.finn.no))

Etter at notat n413941-1 med forslag til parametervalg /15/ var gitt ut ble det besluttet å ikke utføre stabilitetsanalyser for profil CC-1. Dette skyldes at CC-1 er det profilet med færrest sonderinger, samt at både profil CC-2 og DD-1 er vurdert til å være mer ugunstig med tanke på mektighet av kvikkleire. For å dekke et større område ble det videre besluttet å analysere profil EE-1. Designparametere for dette profilet er ikke inkludert i n413941-1 /15/ men vurdert i etterkant. Designparameter for samtlige profiler er gitt i kapittel 7. Samtlige profiler er vist i Figur 8.1.

### 3.3 Delområde B

#### 3.3.1 Topografi og grunnforhold

I nord er også dette området dominert av fylkesvegen og noe bebyggelse, se figur 3.1. Denne delen omfatter også en løsmassekile med kulturmark som strekker seg opp mot fjellet i øst, sør for Kleppan. For øvrig består området av kulturlandskap/friland uten nevneverdig bebyggelse. Terrenget innenfor delområdet heller svakt i vestlig/sørvestlig retning ned mot sjøen. Skråningshelningen er i gjennomsnitt ca. 1:10. I løsmassekilen opp mot fjellet har terrenget en gjennomsnittlig helning på ca. 1:12,5.

Løsmasseoverdekningen varierer mellom 4 m og 24 m, men ligger gjennomgående i overkant av 10 m. Det er påvist bart fjell i området ved østre landkar på brostedet. Kvikkleiremektigheten er generelt mindre enn for Delområde A, og er stort sett begrenset til tynnere lag med mektighet mellom 2 m og 5 m. Delområdet må likevel antas å ha kontinuerlige kvikkleirelag som kan strekke seg over store deler av området.

### 3.3.2 Rutinedata og lagdeling

Prøvetakingen i borpunkt BP 204 i delområdet viser at løsmassene i hovedsak består av 0-3 m tørrskorpeleire over vekslende lag med silt og leire, som i tynnere lag kan være sensitiv eller kvikk. Mot berg er det påvist grovere masser med morenekarakter. Vanninnholdet i både tørrskorpeleiren og leiren varierer mellom ca. 20 og 25 %, som indikerer en forholdsvis grov leire. Vanninnholdet ligger ned mot 15 % i siltlagene. Udrenert skjærfasthet er målt mellom 20 og 35 kN/m<sup>2</sup>, noe økende med dybden og større i siltlagene. Densiteten ligger mellom 2,10 og 2,14 g/cm<sup>3</sup>. Omrørt skjærfasthet varierer mellom 1,9 og 5 kN/m<sup>2</sup> i de mest sensitive lagene, for øvrig er variasjonen mellom 5 og 13 kN/m<sup>2</sup>.

Løsmassene kan deles inn i to lag:

Lag 1: Tørrskorpeleire

Lag 2: Middels fast, lite sensitiv leire, lagdelt med siltlag og enkelte grove korn

### 3.3.3 Grunnvann

Det er ikke utført poretrykksmålinger i noen borpunkt innenfor dette delområdet. Det antas imidlertid at poretrykksmålingene i borpunkt BP 212 fra Delområde A også er representative for dette punktet.

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

## 3.4 Delområde C

### 3.4.1 Topografi og grunnforhold

Området består av et relativt flatt platå mellom ca. kote +35 og +40 på toppen av løsmasseryggen ved skolen og Flatangerhallen, se figur 3.1. Området brer seg videre nordøstover mot utløpet av Lauvsneselva. I sørvestre del er delområdet dominert av skole med idrettsanlegg og åpne plasser, mens det øvrige arealet for det meste består av dyrket mark og kulturlandskap. Terrenget innenfor delområdet heller svakt i nordlig/nordøstlig retning. Skråningshelningen er i gjennomsnitt ca. 1:34 fra toppen av platået og ned til delområdets begrensning i nordøst. Fra platået ved skolen er gjennomsnittlig terrenghelning ned mot stranden i vest ca. 1:23.

Løsmasseoverdekningen varierer mellom 10 m og 15 m, mens kvikkleiremektigheten varierer mellom 5 m og 10 m og ser ut til å avta mot delområdets begrensning i nord/nordøst. Kvikkleiremektigheten antas generelt å være mindre enn for Delområde A, men større enn for Delområde B. Delområdet må antas å ha kontinuerlige kvikkleirelag som strekker seg over store deler av delområdet. Det synes imidlertid ikke å være direkte sammenheng mellom kvikkleiren i dette området og kvikkleiresonen nede ved stranden, men dette kan ikke helt utelukkes. Det eksisterer imidlertid få borpunkter innenfor dette området og vurderingene er derfor noe mer usikre enn for de øvrige delområdene.

### 3.4.2 Rutinedata og lagdeling

Det er ikke tatt uforstyrrede prøver fra borhull i dette området. Det antas omtrent tilsvarende grunnforhold og egenskaper som for Delområde A.

Løsmassene kan deles inn i tre lag:

Lag 1: Tørrskorpeleire

Lag 2: Middels fast, lite sensitiv leire

Lag 3: Kvikkleire

### 3.4.3 Grunnvann

Det er ikke satt ned poretrykksmålere i dette delområdet. Basert på observasjoner og befaring forut for grunnundersøkelsene vurderes grunnvannstanden å ligge noe lavere oppe på platået sammenlignet med de øvrige delområdene.

Grunnvannstanden varierer normalt med årstid og nedbørsmengde. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med mye nedbør og/eller snøsmelting.

## 3.5 Delområde D

### 3.5.1 Topografi og grunnforhold

Delområdet er i nordre del dominert av bebyggelse og infrastruktur langs stranda og et stykke oppover i skråningen, se figur 3.1. I midtre del, nord for sekundærvegen opp mot skolen, består området av kulturmark, mens det i søndre del i hovedsak består av småkupert, delvis skogkledd terreng med berg i dagen. Løsmasseoverdekningen er således liten ( $< 5$  m), mens den i midtre del ligger mellom 9 m og 11 m. I denne del av området domineres løsmassene av ikke-sensitiv leire med siltlag ned til fast grunn.

I den midtre del av sonen, som har forekomster av leire, heller terrenget innenfor delområdet svakt i vestlig/sørvestlig retning ned mot stranden. Skråningshelningen varierer mellom ca. 1:9 og 1:12.

Det er ikke påvist mektige kvikkleirelag innenfor området, men det kan forekomme tynne, ikke-sammenhengende lag med kvikk eller sensitiv leire lokalt.

I den nordre delen av sonen er det i hovedsak bart fjell eller fjell i liten dybde. Dette gjelder også for den søndre delen av sonen.

### 3.5.2 Rutinedata og lagdeling

Prøvetakingen i borpunkt BP 219 i delområdet viser at løsmassene i hovedsak består av 0-3 m sandig tørrskorpeleire over lite sensitiv leire. Mot berg er det påvist grovere masser med morenekarakter. Vanninnholdet i leiren varierer mellom ca. 20 og 25 %, som indikerer en forholdsvis grov leire. Udrenert skjærfasthet er målt mellom  $10 \text{ kN/m}^2$  og  $40 \text{ kN/m}^2$  mens densiteten varierer mellom  $2,08 \text{ g/cm}^3$  og  $2,18 \text{ g/cm}^3$ . Omrørt skjærfasthet varierer mellom  $2,5 \text{ kN/m}^2$  og  $5,0 \text{ kN/m}^2$  i de mest sensitive lagene, men kan stige opp mot  $10 \text{ kN/m}^2$  i det faste topplaget.

Løsmassene kan deles inn i to lag:

Lag 1: Tørrskorpeleire

Lag 2: Middels fast, lite sensitiv leire

### 3.5.3 Grunnvann

Det er ikke satt ned poretrykksmålere i dette delområdet, men forholdene i nedre del av området antas å tilsvare forholdene i borpunkt BP 212 i Delområde A. Basert på observasjoner og befaring forut for grunnundersøkelsene vurderes grunnvannstanden å ligge noe lavere i den delen av området som ligger oppe på platået.

Grunnvannstanden varierer normalt med årstid og nedbørsmengde. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med mye nedbør og/eller snøsmelting.

### 3.6 Utbredelse av kvikkleire

Basert på utførte grunnundersøkelser, registrert berg i dagen og topografiske forhold, er det gjort en vurdering av kvikkleirens utbredelse. Forslaget til kvikkleireavgrensning med tilhørende 4 delområder er vist i figur 3.1, mens forslag til inndeling av faresoner er vist på tegning 413941-4.

Følgende vurderinger ligger til grunn for bestemmelse av delområdene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderingen. Plassering av alle borpunkt er vist på borplanen i tegning 413941-1.
- Boringer der det er antatt eller påvist kvikkleire eller sprøbruddmaterialer er vist med rød farge, mens boringer uten slike materialer er vist med grønn farge, se tegning 413941-4.
- Grenser mellom delområder og faresoner er trukket på bakgrunn av mektighet og kontinuitet av kvikkleire innenfor området, graden av bebyggelse og topografiske forhold.

Videre er delområdene avgrenset mot områder med oppstikkende berg og områder med liten løsmasseoverdekning. De foreslåtte kvikkleiresonene definerer grensene for potensielle løseområder for mulige kvikkleireskred innenfor det undersøkte området.

## 4. Faregradsevaluering

### 4.1 Generelt

NVEs retningslinjer /7/ krever at det foretas en faregradsevaluering av områder der det er påvist kvikkleire i grunnen. Faregradsevalueringen gjennomføres etter anbefalte retningslinjer utarbeidet av Norges Geotekniske Institutt, se tabell 4.1. Tabellen er hentet fra NGI-rapport 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire" som beskriver detaljerte retningslinjer for evalueringen.

Tabell 4.1 Grunnlag for evaluering av faregrad.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				
		3	2	1	0	
Tidl. Skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 – 30	15 – 20	< 15	
Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0	
Poretrykk	Overtrykk, kPa	+3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	Undertrykk, kPa	-3	> -50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 – H/4	< H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	1	> 100	30 – 100	20 – 30	< 20	
Erosjon	3	Aktiv/ glidning	Noe	Lite	Ingen	
Inngrep	Forverring	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
<b>Sum poeng</b>			<b>51</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>0</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>			<b>100 %</b>	<b>67 %</b>	<b>33 %</b>	<b>0 %</b>

Etter dette inndeles klassifiseringen av faregrad etter følgende poengsummer:

Lav faregrad:	0-17 poeng
Middels faregrad:	18-25 poeng
Høy faregrad:	26-51 poeng

## 4.2 Inndeling i faresoner

Det er tidligere ikke gjennomført faresonekartlegging med faregradsevaluering av Lauvsnes sentrum. På grunn av topografiske og geologiske forhold anses det imidlertid som usannsynlig at alle delområdene med forekomst av kvikkleire kan rase ut i ett og samme skred. Det er derfor hensiktsmessig å dele inn området i ulike faresoner, der en faresone i prinsippet gjenspeiler maksimal lokal utbredelse av ett enkeltstående skred. Lauvsnes sentrum er etter dette inndelt i fem faresoner, se tegning 413941-4, der det er utført klassifisering av Faregrad, Skadekonsekvens- og Risikoklasse for alle faresonene, se tegningene 413941-5 - -7. Inndeling av faresonene er basert på forekomst av kvikkleire, barrierer i form av oppstikkende berg eller bergterskler, raviner, terrengformasjoner o.l. Klassifisering av sonene med hensyn på faregrad, skadekonsekvens- og risikoklasse er utført for hver sone etter prinsippene beskrevet i tabellene 4.1 (faregrad), 4.3 (skadekonsekvens) og 4.5 (risiko), med referanse til NGI rapport 20001008-2 /12/.

Utstrekning av faresonene kan beskrives som følger:

Faresone 1: Strekker seg som en ca. 120 m bred sone fra nordre begrensning av Delområde A i sørvestlig retning langs stranden, bort til kaiutstikkeren og sekundærvegen opp mot Nordheim.

Faresone 2: Faresonen defineres som området på vestsiden av høydedraget mellom hovedvegen, sekundærvegen opp mot Nordheim og sekundærvegen opp mot skolen lenger sør.

Faresonen inneholder et belte der det ikke er påvist kvikkleire i borer (Delområde D), se område med grønn skravur i tegning 413941-4. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det finnes isolerte lag eller lommer med kvikkleire i dette beltet, som eventuelt kan forbinde kvikkleirelagene innenfor delområdene A og D.

Faresone 3: Sonen ligger på nordsiden av sekundærvegen opp mot Nordheim og øst for bebyggelsen her. Faresonen går ikke helt ned til Lauvsneselven på nordsiden av åsryggen, da det er påvist en barriere i form av en oppstikkende bergterskel ned mot elven.

Faresone 4: Sonen strekker seg fra strandlinjen på sørsiden av vege opp mot skolen bort til vege mot brostedet over til Nyrud. Sonen strekker seg oppover i østlig retning, på sørsiden av en fremstikkende bergrygg som skiller Faresone 2 og 4 i området ved skolen.

Faresone 5: Gjenstående faresone ligger på begge sider av hovedvege syd for vege over til Nyrud. Faresonen omfatter boligfeltet på østsiden av hovedvege, men begrenses av berg i dagen øst for dette.

Forslaget til faresoneinndeling er ment som et internt redskap for kommunens byggesaksbehandling. Faresonene vil kunne endre faregrad som følge av utbygging og eventuelle stabiliserende tiltak i området, først og fremst gjennom effekten av stabiliserende eller drivende inngrep i området, se kap.9. for ny vurdering etter foreslått tiltak.

Tabell 4.2 Faregradsvurdering for Faresone 1-5, Lauvsnes sentrum.

Faresone	Poengscore F	Prosentsscore F%	Klassifisering Faregrad	Merknad
1	21	41	Middels	
2	19	37	Middels	
3	13	25	Lav	
4	21	41	Middels	
5	13	25	Lav	Ikke utført spesialundersøkelser i felt/lab.

Tabell 4.2 viser oppnådd klassifisering for de 5 faresonene, se tegning 413941-5 og vedlegg 2 for detaljerte resultater.

Ingen av faresonene klassifiseres med høy faregrad, selv om stabiliteten synes å være anstrengt. Ved Middels faregrad vil sonen, relativt sett, ha middels sannsynlighet for at skred skal inntreffe. Det presiseres at sonen vil kunne endre faregrad ved gjennomføring av tiltak i området.

### 4.3 Evaluering av skadekonsekvens

Det er tilsvarende gjennomført utført en vurdering av Skadekonsekvensklasse for alle fem faresonene etter retningslinjer utarbeidet av NGI /12/, se tabell 4.3.

Resultatene av evalueringen viser som forventet at Skadekonsekvensklassen er høyest i Faresone 1 lengst mot nord, der oppnådd skadekonsekvensklasse er i kategorien **Meget alvorlig**. For de øvrige faresonene er Skadekonsekvensklassen klassifisert som **Alvorlig** eller **Mindre alvorlig**, se tabell 4.4, tegning 413941-6 og vedlegg 3 for detaljerte resultater.

Tabell 4.3 Evaluering av skadekonsekvensklasse – generelt grunnlag.

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100	67	33	0
Klassifisering		Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig	Ingen

Etter /12/ inndeles klassifiseringen av skadekonsekvens etter følgende poengsummer:

Mindre alvorlig:	0-6 poeng
Alvorlig:	7-22 poeng
Meget alvorlig:	23-45 poeng

Tabell 4.4 Vurdering av Skadekonsekvensklasse for dagens situasjon, Faresone 1-5, Lauvsnes sentrum.

Faresone	Poengscore K	Prosentsscore K%	Klassifisering Skadekonsekvensklasse	Merknad
1	23	51	Meget alvorlig	
2	11	24	Alvorlig	
3	5	11	Mindre alvorlig	
4	8	18	Alvorlig	
5	11	24	Alvorlig	

Konsekvensklasse Meget alvorlig er soner hvor det oppholder seg et betydelig antall personer, permanent eller regelmessig, mens det i soner med konsekvensklasse Mindre alvorlig er få eller ingen fastboende.

#### 4.4 Evaluering av risiko

Avhengig av skadekonsekvensklasse og faregrad skal en faresone også plasseres i en av fem Risikoklasser, der risiko = faregrad x skadekonsekvens, se NGI /12/. Risikoklassene er ment å være et hjelpemiddel i arealplanleggingen og ved prioritering av sikringsarbeid, se tabell 4.6.

Tabell 4.5 Vurdering av Risikoklasse for dagens situasjon, Faresone 1-5, Lauvsnes sentrum.

Faresone	Faregrad F %	Klassifisering Skadekonsekvens K %	Antall poeng F%*K%	Klassifisering Risikoklasse
1	41	51	2091	4
2	37	24	888	3
3	25	11	275	2
4	41	18	738	3
5	25	24	600	2

Klassifiseringen av risikoklasse inndeles etter følgende prosentvise summer:

- Risikoklasse 1: 0-170 poeng
- Risikoklasse 2: 171-630 poeng
- Risikoklasse 3: 631-1900 poeng
- Risikoklasse 4: 1901-3200 poeng
- Risikoklasse 5: 3201-10000 poeng

Resultatene fra vurderingene for Lauvsnes er vist i tabell 4.5 og tegning 413941-7.

Fra disse vurderingene, samt generelle anbefalinger for gjennomføring av sikringstiltak i tabell 4.6, kan det slås fast at sikringstiltak innenfor Faresone 1 bør prioriteres, ettersom risikonivået er høyest i denne sonen. Deretter vil det være fornuftig å gjennomføre sikringstiltak i Faresone 2.



Tabell 4.6 Prioritering av sikringsarbeid for ulike risikoklasser.

<b>Risikoklasse 1</b>	Områder hvor det normalt ikke vil være aktuelt å foreta noen form for videre evaluering eller tiltak. Ved et eventuelt anleggsmessig inngrep vil det kreves dokumentasjon på at sikkerheten er tilfredsstillende etter NVEs retningslinjer.
<b>Risikoklasse 2</b>	Områder hvor det normalt ikke vil være aktuelt å foreta noen form for videre evaluering eller tiltak. Ved et eventuelt anleggsmessig inngrep vil det kreves dokumentasjon på at sikkerheten er tilfredsstillende etter NVEs retningslinjer.
<b>Risikoklasse 3</b>	Omfatter soner med til dels tett bebyggelse. Må gis prioritet i det videre arbeidet med sikring mot skred.
<b>Risikoklasse 4</b>	Omfatter for det meste soner med tett bebyggelse. Må gis høy prioritet i det videre arbeidet med sikring mot skred.
<b>Risikoklasse 5</b>	Omfatter soner med høyeste skadekonsekvens og høyeste faregrad. Må gis høy prioritet i det videre arbeidet med sikring mot skred.

Faresone 4 har tilsvarende risikoklasse, men her ikke sikringstiltak så aktuelt på grunn av akseptabelt sikkerhetsnivå. Sikringstiltak i Faresone 3 og 5 bør prioriteres lavt, men det bør gjennomføres ordinær geoteknisk vurdering ved nye tiltak som beskrevet i kap. 9.3.

#### 4.5 Bestemmelse av tiltakskategori

Tiltakskategori 1-3 må vurderes særskilt for hver enkelt byggesak/tiltak innenfor området i henhold til tabell 4.7.

Kategorien bestemmes på bakgrunn av tiltakets størrelse og funksjon, påvirkning på stabilitetsforholdene og eventuell tilflytting av personer i forbindelse med tiltaket. Aktuell tiltakskategori og faregradsklasse for sonen definerer så kravene til stabilitetsanalyse og kontroll av prosjekteringen, se tabell 4.7.

Mest alvorlig vil være tiltak som medfører tilflytning av mennesker til området, inkludert en forventet økning av antall personer i nærliggende uteområder. Slike prosjekter vil uten unntak plasseres i tiltakskategori **K3**, se tabell 4.8 for tilhørende krav.

Dette viser at tiltak som medfører tilflytting av mennesker innenfor Faresonene 1, 2 og 4 med **Middels** faregrad vil kreve en vesentlig forbedring av sikkerheten, i tilfelle denne ikke er bedre enn  $\gamma > 1,4$  i utgangspunktet. Ved en beregningsmessig sikkerhet på 1,0 før stabiliseringstiltak, må sikkerheten gjennom sikringstiltaket forbedres 15 %. For Faresonene 3 og 5 med lav faregrad er det tilstrekkelig med en forbedring på ca. 8 % i denne situasjonen.

Tabell 4.7 Evaluering av tiltakskategori – generelt grunnlag.

Tiltakskategori	Faregradsklasse før utbygging		
	Lav	Middels	Høy
<b>K1. Små tiltak uten tilflytting av personer. Ingen negativ påvirkning på stabilitetsforholdene:</b> Garasjer, mindre tilbygg, mindre terrenginngrep	Veiledning, små inngrep i kvikkleiresoner	Veiledning, små inngrep i kvikkleiresoner	<b>Faregradevaluering</b> Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_m \geq 1,4$ eller b) Ikke forverring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosj.klasse 2 NS3480)
<b>K2. Tiltak av begrenset omfang uten tilflytting av personer. Negativ påvirkning på stabilitetsforholdene:</b> Private og kommunale vegger, grøfter, planeringer, oppfyllinger o.l.	<b>Faregradevaluering</b> Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_m \geq 1,4$ eller b) Ikke forverring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosj.klasse 2 NS3480) eller <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosj.klasse 3 NS3480)	<b>Faregradevaluering</b> Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_m \geq 1,4$ eller b) Forbedring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosj.klasse 2 NS3480) eller <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosj.klasse 3 NS3480)	<b>Faregradevaluering</b> Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_m \geq 1,4$ eller b) Forbedring <b>Vanlig kontroll</b> (Prosj.klasse 2 NS3480) eller <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosj.klasse 3 NS3480)
<b>K3. Tiltak som innebærer tilflytting av mennesker. Viktige samfunns-funksjoner:</b> Boliger, institusjoner, skoler, næringsbygg, VAR-anlegg, kraftnett o.l.	<b>Faregradevaluering</b> Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_m \geq 1,4$ eller b) Forbedring <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosj.klasse 3 NS3480)	<b>Faregradevaluering</b> Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_m \geq 1,4$ eller b) Vesentlig forbedring <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosj.klasse 3 NS3480)	<b>Faregradevaluering</b> Stabilitetsanalyse: a) $\gamma_m \geq 1,4$ eller b) Vesentlig forbedring <b>Skjerpet kontroll</b> (Prosj.klasse 3 NS3480)

Tabell 4.8. Krav til geoteknisk utredning/stabilitet ved tiltak som medfører tilflytting av mennesker.

Faregrad	Lav	Middels	Høy
<b>Evaluering</b>	Krav til evaluering før og etter tiltaket		
Stabilitetsanalyse Krav til sikkerhet	$\gamma_m > 1,4$ , eventuelt prosentvis forbedring av sikkerheten	$\gamma_m > 1,4$ , eventuelt <u>vesentlig</u> prosentvis forbedring av sikkerheten	
Kontrollnivå	Skjerpet kontroll i henhold til NS 3480		

## 5. Skredtype og maksimal utbredelse av skred

### 5.1 Generelt

Formålet med å vurdere skredtype og utbredelse av skred er å belyse hvilken utstrekning et eventuelt skred utløst i sonen kan få, og hvilken risiko for skader på bebyggelsen nedstrøms skadestedet et skred kan medføre.

### 5.2 Beregningsprofiler

Beregningsprofilene CC-1, CC-2 og DD-1 ligger i hovedsak innenfor Faresonene 1 og 2, mens beregningsprofilen EE-1 ligger innenfor Faresone 4. I tillegg benyttes profilene CC-3 og DD-2 som referanseprofilene. Det vurderes som mest interessant å fokusere på stabilitetsforholdene innenfor faresonene med høyest faregrad og skadekonsekvens, og i tillegg har mest kvikkleire i grunnen.

Plassering av profilene er vist på henholdsvis tegning 413491-2, med laggrenser, jordart og parametervalg for hvert enkelt profil i henhold til tegningene 413941-150 til -153. For referanseprofil DD-2 tilsvarer lagdeling og grunnforhold situasjonen i Profil DD-1 og det er ikke laget egen tegning for dette profilet.

Det er ikke valgt ut egne beregningsprofiler innenfor Faresonene 3 og 5, der faregraden er lav og skadekonsekvensen er mindre alvorlig. Det er utført få eller ingen spesialforsøk i felt eller laboratorium for disse sonene, noe som medfører særlig usikre parametervurderinger.

For sjøbunnsedimentene er det konservativt antatt at hele leirlaget er kvikt i stabilitetsberegningene.

### 5.3 Skredtype

Basert på topografi og grunnforhold finner vi at den mest sannsynlige skredtypen for hele området betraktet er et retrogressivt skred. Et slikt skred karakteriseres ved en serie av hurtig bakovergripende partialskred, utløst med utgangspunkt i et forholdsvis beskjedent initialskred. Dette skredet kan bli utløst av byggetekniske inngrep eller naturlige prosesser, som for eksempel erosjon. Kvikkleireskredet vil gradvis forplante seg bakover til det treffer en barriere i form av et ikke-sensitivt lag, topografiske forhold eller en oppstikkende bergterskel.

En mulig skredhendelse kan for eksempel utløses ved et skred i marbakken, utløst av erosjon, fylling eller rystelser fra anleggsvirksomhet. Initialskredet kan blottlegge kvikkleirelagene som er påvist i deler av sjøbunnen utenfor Lauvsnes og sette i gang en bakovergripende skredutvikling i de kontinuerlige kvikkleirelagene. På grunn av en oppstikkende bergterskel langs stranden midt i delområdet, er et slikt forløp mest aktuelt i nordre del av området nær SPAR-butikken og postkontoret (Faresone 1), men antas også å kunne inntreffe nær søndre begrensning av området i Faresone 2 og 4. Et tilsvarende skredforløp kan også utløses fra et initialskred på land.

### 5.4 Utbredelse av skred

Det foreligger lite erfaringsmateriale og beregningsmodeller for å vurdere utbredelse av skred. I NGI publikasjon nr. 158 /8/ er det gitt en sammenstilling av skredvolum, skråningshøyde og utbredelse av skred. Figuren er gjengitt i Figur 5.1. Disse erfaringsdataene kan benyttes for å estimere utbredelse av et eventuelt skred fra de 5 faresonene i Lauvsnes sentrum:

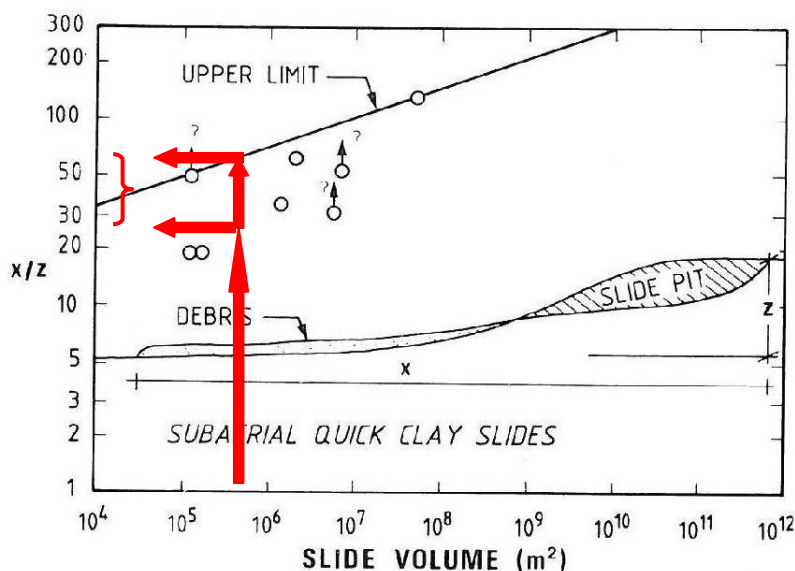
- **Skredvolum**

Maksimalt skredvolum er estimert til 700 000 m<sup>3</sup>. Det stipulerte volumet er basert på at ca.

80 % av Delområde A raser ut med en gjennomsnittlig løsmassetykkelse på 8,0 m. Dette omfanget vurderes som ”verste tilfelle”, og er trolig vesentlig større enn det som kan inntreffe i virkeligheten.

• **Skråningshøyde**

Total høydeforskjell fra østre begrensning av Delområde A til strandlinjen på kote 0 er ca.15 m.



Figur 5.1 Normalisert utløpsdistanse fra norske kvikkleireskred i forhold til totalt skredvolum (fra NGI publikasjon nr. 158, 1985)

Et skredvolum på ca. 700 000 m<sup>3</sup> (0,7·10<sup>6</sup>) og skråningshøyde, z, på 15 m gir et forholdstall (x/h) på utbredelse av skred (x) på skråningshøyde (z) på ca.25-60, se figur 5.1. Det vil si at utløpsstrekningen av et skred er i størrelsesorden 375- 900 m regnet fra bakre skredkant. Dette vil si at all skredmassen fra et eventuelt kvikkleireskred teoretisk vil kunne strøme ut i sjøen og i verste fall kunne forårsake en flodbølge som kan true strandnær bebyggelse, spesielt på vestsiden av skadestedet ut mot Sjøvika, Stamnes og Nyrud.

Tilsvarende skjedde blant annet i innsjøen Botn som følge av Rissaskredet (1978), men i dette tilfellet var skredvolumet om lag 8-10 ganger så stort. En slik hendelse forutsetter imidlertid at skredmassen sklir ut i ett stort skred (flaskred), noe vi ikke finner særlig sannsynlig for de aktuelle forholdene.

Det er knyttet stor usikkerhet til anslaget av utløpsdistanse, og skredvolumet er beregnet meget konservativt. Blant annet vil avskjermende terrengformasjoner og bygg i skredbanen bidra til å redusere utløpsdistansen. Det understrekes at vurderingene gitt i dette kapittelet er basert på ”verste tilfelle” og viser *potensiell* skredkonsekvens. Beregning av *reell* sikkerhet er gjennomgått i kapittel 8.

## 6. Sikkerhetsprinsipper

### 6.1 Geotekniske problemstillinger

De aktuelle geotekniske problemstillingene for kommende utbyggingsprosjekter i Lauvsnes sentrum er hovedsakelig relatert til:

- Lokal og global stabilitet i forbindelse med etablering av boliger, næringsbygg og infrastruktur, både i anleggsfasen og permanent fase.

- Valg av fundamenteringsløsninger for samme.
- Setninger av oppførte byggverk, inklusive setninger som følge av midlertidige eller permanente grunnvannsendringer.
- Kontroll med erosjon i strandsonen og i forbindelse med håndtering av overvann.

## 6.2 Geoteknisk prosjektklasse

Sikkerhetsnivå mot utglidning representeres ved en materialkoeffisient  $\gamma_M$ . Krav til sikkerhetsnivå er satt til  $\gamma_M \geq 1,4$  for både anleggsfasen og permanenttilstanden i henhold til krav i NVEs retningslinjer. Dersom dette sikkerhetsnivået ikke oppnås stilles det krav til reell forbedring av stabiliteten, avhengig av områdets faregrad.

### Delområde A

I Delområde A har grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger påvist sammenhengende og til dels mektige kvikkleirelag i grunnen, med lav sikkerhet mot skred. Skadekonsekvensklassen defineres som meget alvorlig og vanskelighetsgraden som høy, noe som tilsvarer Geoteknisk prosjektklasse 3.

### Delområdene B og C

I Delområdene B og C er det påvist antatt kontinuerlige, men tynne lag med kvikkleire eller andre sprøbruddsmaterialer. Kvikk eller sensitiv leire kan også finnes i lokale lommer.

I disse områdene vurderes skadekonsekvensklassen som alvorlig og vanskelighetsgraden som middels, noe som gir Geoteknisk prosjektklasse 2.

### Delområde D

I Delområde D er det ikke påvist kontinuerlige lag med kvikkleire eller andre sprøbruddsmaterialer, men kvikk eller sensitiv leire kan finnes i lommer eller lag lokalt.

I dette området vurderes skadekonsekvensklassen som alvorlig og vanskelighetsgraden som middels, noe som gir Geoteknisk prosjektklasse 2.

## 6.3 Dimensjonerende laster og lastfaktorer

### 6.3.1 Nyttelaster

I stabilitetsberegningene er det benyttet dimensjonerende laster og lastfaktorer i henhold til tabell 6.1.

Tabell 6.1 Last og lastfaktorer for eksisterende infrastruktur og bebyggelse.

Lasttilstand	Dimensjonerende last	Lastfaktor		Kommentar
		Bruddgrense-tilstand	Ulykkes- og bruksgrensetilstand	
Trafikklast, $q_d$	10 kPa	$\gamma_{Ql} = 1,3$	$\gamma_{Ql} = 1,0$	Trafikkareal veg
Terrenglast, $q_d$	10 kPa	$\gamma_{Ql} = 1,3$	$\gamma_{Ql} = 1,0$	Generell terrenglast for å ta høyde for anleggstrafikk.
Bygningslast, $q_d$	7,7 kPa	$\gamma_{Ql} = 1,3$	$\gamma_{Ql} = 1,0$	Bygningslast er vurdert til å være 7,7 kPa per etasje.

Som bakgrunn for valg av lastfaktorer og lastkombinasjoner er tillegg E i NS 3490 benyttet. Ettersom prosjektet ble igangsatt før Eurokode 7, del 1 (1997) ble formelt innført som eneste

prosjekteringsstandard, refereres det her fortsatt til tidligere standardverk. Av den grunn er effekt av jordskjelv heller ikke inkludert i stabilitetsvurderingene.

Ved stabilitetsberegningene er det forutsatt en jevnt fordelt trafikklast på  $q_d = 10$  kPa for hele vegens planeringsbredde, inkludert vegskuldrer.

## 7. Valg av materialparametre

### 7.1 Tolkning av beregningsparametre

Tolkning av parametre er utført på basis av CPTU-målinger og opptatte 54 mm prøveserier. Det er spesielt lagt vekt på treaksial- og ødometerforsøk i laboratoriet, samt tolkning av skjærfasthets- og stivhetsparametere fra CPTU-målingene. I noen grad er også rutinedata som plastisitetsindeks, densitet og udrenert skjærfasthet fra konus og enaksielle trykkforsøk benyttet i vurderingene.

#### 7.1.1 Kvalitet av undersøkelser

Prøvetaking av sensitiv eller kvikk leire med 54 mm stempelprøvetaker vurderes å ligge i Kvalitetsklasse 1–2 i henhold til Eurokode 7, del 2 (1997). Prøvekvalitet på utførte treaksialforsøk er gjengitt i tabell 7.1.

Vurdering av prøvekvalitet er blant annet basert på målt volumtøyning i konsolideringsfasen i treaksialforsøk, i henhold til tabell 5.1 i /7/.

Utførte CPTU-målinger vurderes generelt å være av god kvalitet og klassifiseres i Anvendelsesklasse 2, bortsett fra CPTU i borpunkt BP 212. Denne klassifiseres i Anvendelsesklasse 4 på grunn av manglende poretrykkrespons, sannsynligvis på grunn av sterk kulde ved utførelsen. Nullpunktsavvikene er lave og tolererbare og registrert maksimal helning er  $2-3^\circ$ , som er tilfredsstillende.

Tabell 7.1 Prøvekvalitet på utførte treaksialforsøk.

Borpunkt	Dybde (m)	Volumtøyning (%)	Kvalitet
204	8,55	1,6	Akseptabel
214	5,30	4,2	Forstyrret
219	6,05	2,5	Akseptabel

#### 7.1.2 Bestemmelse av tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er i hovedsak benyttet som grunnlag. En konstant tyngdetetthet på  $21,0 \text{ kN/m}^3$  for samtlige lag er benyttet i stabilitetsanalysene. Se tegningene 413941-10 t.o.m. -12 i rapport r413941-1 /14/ for en fullstendig oversikt over geotekniske rutinedata.

#### 7.1.3 Poretrykksvurderinger i tolkning av CPTU

For tolkning av CPTU-målingene er in situ poretrykk tilnærmet til hydrostatisk poretrykk ut i fra de foreliggende terrengforholdene. Det er ikke forventet store artesiske trykk i området, selv om poretrykksmålingene i borpunkt BP 212 indikerer et lite poreovertrykk med dybden.

Følgende betingelser er lagt til grunn for alle profiler:

- Borpunktene **BP206**, **BP214** og **BP215**: Hydrostatisk poretrykk fra grunnvannstand. Grunnvannstanden er antatt å følge bunn av tørrskorpelaget, som varierer mellom 1-3 m dybde under terrengoverflaten.
- Borpunkt **BP212**: CPTU er ikke tolket på grunn av dårlig poretrykksrespons.

#### 7.1.4 Bestemmelse av udrenerte skjærfasthetsparametre

##### $s_u$ fra enaks og konus

Verdier for  $s_u$  fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for direkte skjærfasthet  $s_{uD}$ . Selv om ikke disse parametrene nødvendigvis representerer en direkte skjærfasthet, er Multiconsult's erfaringer at verdier fra rutineforsøkene normalt er i samme størrelsesorden som direkte skjærfasthet målt med egnet utstyr (direkte skjær rigg).

Rutineundersøkelsene viser imidlertid store variasjoner i målt udrenert skjærfasthet og indikerer varierende prøve kvalitet.

##### $s_{uA}$ fra treaksialforsøk

Karakteristiske verdier ( $s_{uA}$ ) er tatt ut ved brudd, tilsvarende ca. 2 % aksiell tøyning i ikke-sensitive materialer og ca. 1,5 % i sensitive/kvikke masser. Skjærfasthetsverdier fra aktive treaksialforsøk er ikke korrigert for sprøbruddseffekt da bruddoppførselen ikke antyder dette.

##### $s_{uA}$ fra CPTU

Det er benyttet forskjellig korrelasjon på leire og kvikkleire/sprøbruddmaterialer ( $S_t > 15$ ), differensiert i forhold til lagdeling og målt sensitivitet.

##### $s_{uA}$ fra CPTU - Metode basert på poretrykk, $\Delta u$

$$s_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}}$$

der,  $\Delta u$  =  $u_2 - u_0$ , registrert poreovertrykk i CPTU

$N_{\Delta u}$  = tolkningsfaktor på poretrykksbasis

Tolkning av CPTU er basert på  $N_{\Delta u}$  bestemt ut fra korrelasjoner mot  $B_q = \Delta u/q_n$  (Karlsrud et al (1996) /13/), samt korrelasjoner mot  $OCR$ ,  $S_t$  og  $I_p$  (Karlsrud et al (2005) /11/). Begge metoder er basert på korrelasjoner med skjærfasthet fra aktive treaksialforsøk på blokkprøver, og designverdier for aktiv skjærfasthet skal derfor justeres ned med 15 %.

Følgende sammenhenger er benyttet:

Materiale	Empirisk middelvariasjon i $B_q$	Empirisk middelvariasjon i $OCR$ , $S_t$ og $I_p$
Leire ( $S_t < 15$ )	$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$	$N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,070 \cdot I_p$
Kvikkleire/sprøbruddmateriale ( $S_t > 15$ )	$N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$	$N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

$s_{uA}$  fra CPTU - Metode basert på spissmotstand,  $q_t$

For sammenligning er det tatt med tolkning av CPTU på spissmotstandsbasis. På spissmotstandsbasis bestemmes  $s_{uA}$  som:

$$s_{uA} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}} = \frac{q_n}{N_{kt}}$$

der,  $q_t$  = korrigert spissmotstand

$\sigma_{v0}$  = in situ vertikalt totalt overlagingstrykk

$N_{kt}$  = bæreevnemfaktor/konfaktor

$N_{kt}$  er bestemt ut i fra følgende sammenhenger:

Materiale	Empirisk middelvariasjon i $B_q$	Empirisk middelvariasjon i $OCR, S_t$ og $I_p$
Leire ( $S_t < 15$ )	$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p$
Kvikkleire/sprøbruddmateriale ( $S_t > 15$ )	$N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$	$N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,0 \cdot I_p$

Designverdiene for aktiv udrenert skjærfasthet er redusert med 15 % i stabilitetsberegningene iht. NVEs retningslinjer /7/, der skjærfastheten er basert på blokkprøvekorrelasjoner fra CPTU. Direkte ( $s_{uD}$ ) og passiv ( $s_{uP}$ ) skjærfasthet er ikke korrigert, med verdier henholdsvis  $s_{uD} = 0,6 \cdot s_{uA}$  og  $s_{uP} = 0,3 \cdot s_{uA}$ . Der det er aktuelt er det antatt en glidende overgang mellom leire (ingen reduksjon) og kvikkleire (15 % reduksjon) for å unngå en unaturlig reduksjon i skjærfasthetsprofilen.

Profil CC-2

Bestemmelse av udrenert skjærfasthet for profil CC-2 er hovedsakelig basert på BP 214 (CPTU og prøveserie). Tegning 413941-41.8 viser designprofil for udrenert aktiv skjærfasthet hentet fra notat n413941-1. Parametervalg /15/ inkluderer 15 % reduksjon i aktiv skjærfasthet på grunn av kvikkleire og bruk av blokkprøvekorrelasjoner. Både BP 213 og 214 viser kvikkleire fra tørrskorpeleiren og ned til berg, bortsett fra de øverste 3 m. Ettersom kritisk glideflate er antatt å gå gjennom dette partiet er skjærfasthetsprofilen ekstrapolert til resten av profil CC-2.

I korrigerede analyser er det tatt hensyn til NGIs anmerkning om at de øverste 3 m for CPTU 214 viser ikke-sensitiv oppførsel, og at det derfor ikke er nødvendig å redusere skjærfastheten i dette dybdeintervallet. I nye analyser er det derfor benyttet et noe oppjustert  $s_u$ -profil for Profil CC-2, der de øverste 3 m av leirlaget ikke er sensitivt på landsiden. For sjøsiden er det imidlertid konservativt antatt at hele leirlaget er kvikt, ettersom det her ikke finnes gode boreresultater som kan bekrefte ikke-sensitiv leire.

Profil DD-1

Bestemmelse av udrenert skjærfasthet for profil DD-1 er hovedsakelig basert på BP 206 (CPTU) og BP 219 (prøveserie). Tegning 413941-40.8 viser designprofil for udrenert skjærfasthet hentet fra notat n413941-1. Parametervalg /15/ inkluderer 15 % reduksjon i aktiv



skjærfasthet på grunn av kvikkleire og bruk av blokkprøvekorrelasjoner. Skjærfasthetsprofilen er ekstrapolert til å representere resten av profil DD-1.

Profil EE-1

Bestemmelse av udrenert skjærfasthet for profil EE-1 er hovedsakelig basert på BP 204 (prøveserie). Vi har ingen nærliggende CPTU-sonderinger ettersom BP 206 er for langt unna til å være representativ. Treaksialprøven i BP 204 (dybde 8,55 m) viser en udrenert skjærfasthet på ca. 46 kPa. Ettersom denne skjærfastheten ekstrapoleres over et stort område, og det ikke finnes nærliggende CPTU-målinger, er en konservativ verdi på 42 kPa benyttet. Designprofilen er antatt å følge en linje tilsvarende  $0,28 \cdot \sigma_{v0}'$  over og under dette punktet. Ytterligere 15 % skjærfasthetsreduksjon på grunn av kvikkleire er anvendt i henhold til lagdelingen vist i tegning 413941-152.

Udrenert skjærfasthet modellert etter SHANSEP-prinsippet

Udrenert skjærfasthet er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leirens overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærfasthet øker med økning i effektivspenning, og denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Denne avhengigheten kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet, se /5/ og /6/:

$$s_{uA} = \alpha \cdot OCR^m \cdot p_0'$$

der,  $\alpha$  = Normalisert skjærfasthet av helt ung leire (OCR = 1,0)

$OCR$  = Overkonsolideringsgrad =  $\sigma_c' / \sigma_{v0}'$

$m$  = Eksponent som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,6 og 0,9 avhengig av leiren og forsøkestypen.

$\sigma_{v0}'$  = In situ vertikalt effektivt overlagringstrykk

$\sigma_c'$  = Prekonsolideringsspenning

I beregningene er det valgt å bruke:

$$\alpha = 0,30$$

$$m = 0,70$$

Det er tatt utgangspunkt i at grunnen er overkonsolidert tilsvarende en tilleggsspenning som angitt i tabell 7.2.

**7.1.5 Bestemmelse av deformasjonsegenskaper**

Ødometerforsøk

Ødometerforsøk utført på opptatte prøver viser at grunnen er svakt overkonsolidert, se tegningene 413941-76 til -78, samt tabell 7.2 for resultater fra ødometerforsøk.

Tabell 7.2 Tolkede parametre fra trinnvise (BP 204, BP 214) og kontinuerlige (BP 219) ødometerforsøk.

BP (nr)	Kote (moh)	Dybde (m)	$\sigma_{v0}'$ (kPa)	Tolket fra ødometer				Valgt POP= $\Delta\sigma_c'$ (kPa)
				$\sigma_c'$ (kPa)	POP= $\Delta\sigma_c'$ (kPa)	$M_{OC}$ (MPa)	$M_{NC}$ (MPa)	
219	16,01	6,25	73,6	140	40	15	7	40
204	7,83	8,45	95,6	150	54	5	4,5	50
214	6,13	7,20	83,1	?	?	3,5	2,5	50

Forsøket i BP 204 er sannsynligvis noe forstyrret og er vanskelig å tolke med hensyn på prekonsolideringsspenning og modul i prekonsolidert spenningsområde.

Basert på ødometerforsøkene vurderes materialene å være svakt overkonsoliderte med en maksimal tilleggsspenning på 50-60 kPa. Dette kan være en tilsynelatende overkonsolidering og trenger ikke representere et tidligere høyere terrengnivå.

#### Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$ og OCR fra CPTU

Prekonsolideringsforhold og grunnens deformasjonsegenskaper er også bestemt fra CPTU for sammenligning med data fra ødometerforsøk. CPTU-resultatene er tolket både på spissmotstands- og poretrykksbasis.

For spissmotstand er følgende forhold benyttet i tolkningen:

$$\text{OCR} = \frac{\sigma_{cq}'}{\sigma_{v0}'}$$
$$\sigma_{cq}' = \frac{q_n}{\alpha \cdot N_{kt}} - a$$

der,  $\alpha$  = normalkonsolideringsforhold;  $\alpha=0,25$  er benyttet

$N_{kt}$  = spissmotstandsfaktor;  $N_{kt} = 10$  er benyttet

OCR fra registrert poretrykk er tolket som:

$$\text{OCR} = \frac{\sigma_{cu}'}{\sigma_{v0}'}$$
$$\sigma_{cu}' = \frac{\Delta u}{\alpha \cdot N_{\Delta u}} - a$$

der,  $\alpha$  = normalkonsolideringsforhold;  $\alpha= 0,25$  er benyttet

$N_{\Delta u}$  = poretrykksfaktor;  $N_{\Delta u} = 8$  er benyttet

Tolkning av prekonsolideringsspenning,  $\sigma_c'$ , er vist på tegningene 413941-40.9 (BP 206), -41.9 (BP 214) og -42.9 (BP 215) både på spissmotstands- og poretrykksbasis. Tegningene 413941-40.10, -41.10 og -42.10 viser tilhørende overkonsolideringsgrad (OCR), også på spissmotstands- og poretrykksbasis. De to metodene gir relativt godt samsvar og indikerer at leira er noe overkonsolidert nær terrengoverflaten med avtakende overkonsolidering i dybden.

#### 7.1.6 Bestemmelse av anisotropiforhold

Dersom det ikke er utført laboratorieundersøkelser for å fastlegge forholdet mellom aktiv, passiv og direkte udrenert skjærfasthet kan skjærfasthetsforholdene i henhold til håndbok 016 /3/, kapittel 3.4 anslagsvis settes til:

$$s_{uA} = 1,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uD} = 1,0 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

$$s_{uA} = 0,5 \cdot (a_u + p_0') \cdot \tan \theta_u$$

Dette gir følgende anisotropiforhold:

$$\frac{S_{uD}}{S_{uA}} = 0,67$$

$$\frac{S_{uP}}{S_{uA}} = 0,33$$

Valgte skjærfasthetsprofiler er i hovedsak basert på aktiv udrenert skjærfasthet  $s_{uA}$  fra tolkede aktive treaksialforsøk og CPTU, med noe hensyn tatt til rutinedata for vurdering av skjærfastheten i direkte skjær-sonen. I de opprinnelige analysene ble den reduserte aktive skjærfastheten benyttet som utgangspunkt for bestemmelse av direkte skjær og passiv skjærfasthet. Dette er sannsynligvis for konservativt og verdier for direkte og passiv skjærfasthet er i revidert rapport derfor ikke korrigert for sprøbruddseffekt. Dette er i henhold til krav i NVEs retningslinjer. I henhold til dette er designverdier på 0,6 og 0,3 benyttet i kvikkleirelagene i henhold til notat for parametervalg n413941-1 /15/. For ikke-sensitiv leire (øverste 3 m) er tilsvarende forhold 0,70 og 0,35.

### 7.1.7 Bestemmelse av effektive skjærfasthetsparametre

For effektivspenningsparametre på leira og kvikkleira er det tatt ut  $a$ - $\phi$  parametre fra de udrenerte treaksialforsøkene og CPTU sonderingene. For de andre materialene er det benyttet erfaringsverdier.

Tabell 7.3 Valg av effektive materialparametre for stabilitetsanalyser.

Materiale/Profil	Tyngdetetthet, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Friksjon, $\tan \phi_k$ (-)	Attraksjon, $a$ (kPa)
Tørrskorpeleire	21,0	0,65 ( $\phi_k = 33,0^\circ$ )	0
Leire profil CC-2 profil DD-1 profil EE-1	21,0	0,41 ( $\phi_k = 22^\circ$ ) 0,45 ( $\phi_k = 24^\circ$ ) 0,47 ( $\phi_k = 25^\circ$ )	10
Kvikkleire profil CC-2 profil DD-1 profil EE-1	21,0	0,41 ( $\phi_k = 22^\circ$ ) 0,45 ( $\phi_k = 24^\circ$ ) 0,47 ( $\phi_k = 25^\circ$ )	10
Sand/grus	21,0	0,70 ( $\phi_k = 35,0^\circ$ )	0

#### Tørrskorpe

Tolket fra CPTU, karakteristisk friksjonsvinkel vurderes til å være  $\phi_k = 33,0^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,65$ ) og attraksjon  $a = 0$  kPa.

#### Leire og kvikkleire

Bruddfastheten er tatt ut ved 1,5 % tøyning. Fra treaksialforsøkene vurderes karakteristisk friksjonsvinkel til å være  $\phi_k = 22^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,41$ ) for BP 214 (Profil CC-1 og CC-2),  $\phi_k = 24^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,45$ ) for BP 219 (Profil DD-1) og  $\phi_k = 25^\circ$  ( $\tan \phi_k = 0,47$ ) for BP 204 (Profil EE-1). Attraksjonen  $a$  er satt lik 10 kPa.

Tolket effektiv friksjonsvinkel fra CPTU er vist på tegningene 413941-40.11 (BP 206), -41.11 (BP 214) og -42.11 (BP 215).

Resultater fra treksialforsøkene med tolkning av skjærfasthetsparametere er vist i tegningene 413941-79 til -92.

Valgte skjærfasthetsparametere benyttet ved beregningene er angitt i tabell 7.3.

I profil EE-1 viser treksialforsøket (BP 204, dybde 8,55 m) en friksjonsvinkel på cirka 27°. Som for udrenert skjærfasthet ekstrapoleres denne verdien over et stort område. En konservativ verdi på 25° er derfor benyttet i stabilitetsberegningene.

## 8. Stabilitetsberegninger

### 8.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stability, versjon 4.1.0.13, med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på en grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk, sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet.

I denne fasen er det utført beregninger for dagens tilstand i utvalgte kritiske profiler. Korttidstilstanden er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse), og vil være aktuell ved en hurtig udrenert belastningstilstand. For disse beregningene er det benyttet en anisotrop jordmodell med valgte forhold mellom aktiv, direkte skjær og passiv skjærfasthet.

Stabiliteten i permanent langtidstilstand er beregnet med drenert effektivspenningsanalyse ( $a\phi$ -analyse). I en detaljprosjekteringsfase for et byggeprosjekt må det utføres beregninger for endelig geometri og belastningstilstand.

Det er utført beregninger for fire utvalgte profiler samt to referanseprofiler, se situasjonsplanen i Figur 8.1.

- Beregningsprofil CC-1

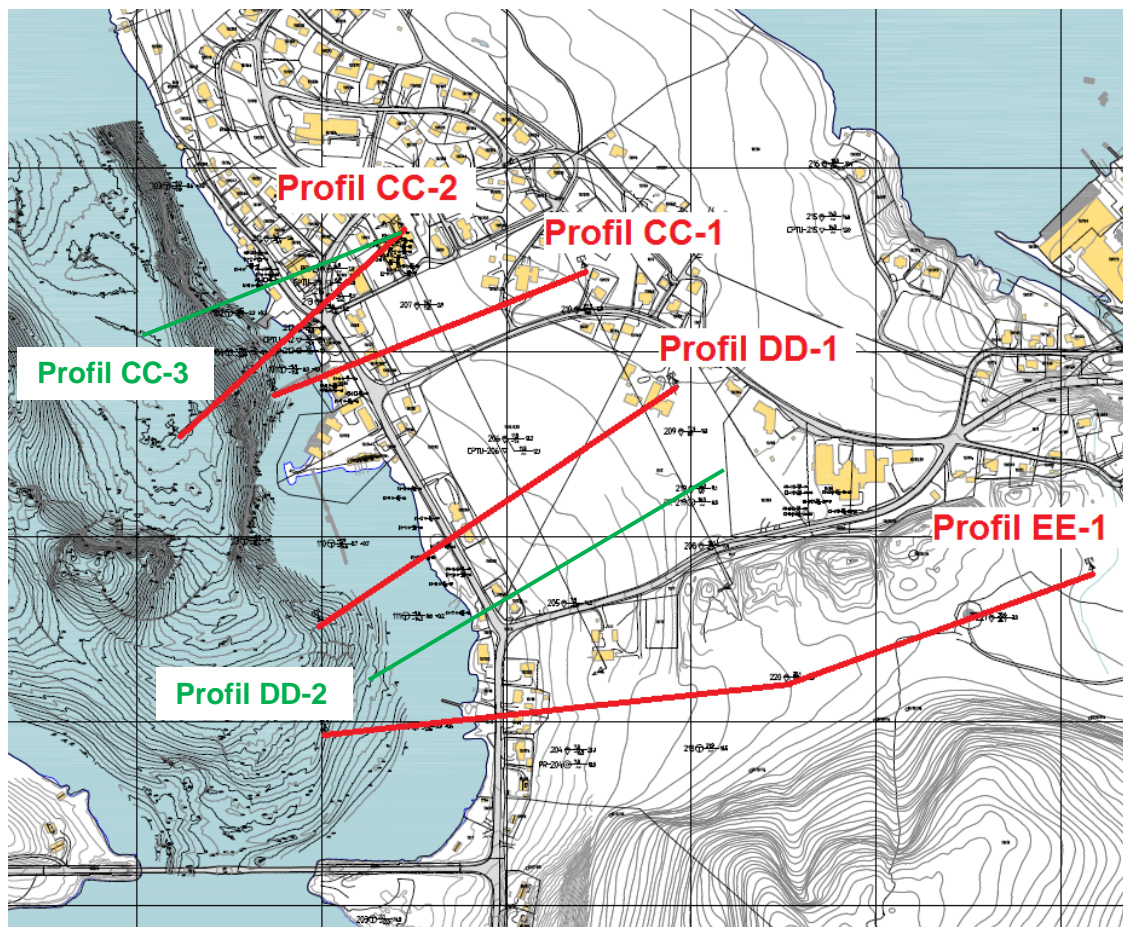
Som nevnt under punkt 0 så er det ikke utført stabilitetsberegninger for profil CC-1. Dette skyldes at CC-1 er det profilet med færrest sonderinger, samt at både profil CC-2 og DD-1 er vurdert til å være mer ugunstig med tanke på mektighet av kvikkleire og terrengforhold.

- Beregningsprofil CC-2

Profilet har utgangspunkt i strandområdet nært Profil CC-1, men fokuserer på lokalstabilitet i området ved SPAR-butikken for å kontrollere stabiliteten her. Det er planlagt utvidelse av butikken, og stabiliteten i Profil CC-2 vil være relevant for dette prosjektet. Beregningene er kjørt både med og uten stabiliserende veglast. Det må imidlertid utføres mer detaljerte og omfattende analyser for utvidelse av SPAR-butikken, og de oppnådde sikkerheter må kun betraktes som orienterende i forhold til dette prosjektet.

- Beregningsprofil DD-1

Profilet strekker seg fra marbakken gjennom strandområdet, oppover skråningen sør for kaien og opp til grensen mellom Delområde C og D. Hovedfokus i profilet legges imidlertid på nedre del i Delområde A.



Figur 8.1 Valg av kritiske profiler (rød strek) og referanseprofiler (grønn strek) for stabilitetsberegning.

- Beregningsprofil EE-1  
Profilet befinner seg i nordlige del av Delområde B og strekker seg gjennom en løsmassekile med kulturmark opp mot fjellet i øst, sør for Kleppan.
- Referanseprofil CC-3  
Profilet har utgangspunkt i strandområdet nord for Profil CC-2 og går gjennom SPAR-butikken ned mot strandsonen. Referanseprofil etter tiltak i Faresone 1.
- Referanseprofil DD-2  
Profilet strekker seg fra marbakken gjennom strandområdet sør for profil DD-1, oppover skråningen sør for kaien og opp til grensen mellom Delområde C og D. Profilet går videre ut i sjøen og ligger utenfor eventuell støttefylling for Profil DD-1. Referanseprofil etter tiltak i Faresone 2.

Disse profilene er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi. Profilene CC-3 og DD-2 er introdusert som referanseprofiler ved vurdering av sikringstiltak som for eksempel støttefylling i strandsonen, se kap.9.3. Stabiliteten i disse og andre relevante profiler innenfor området må også være tilfredsstillende etter gjennomføring av lokale sikringstiltak.

Det er tatt utgangspunkt i middelvannstand i alle beregningene, noe som vil gi en marginalt høyere sikkerhetsfaktor enn ved valg av laveste vannstand.

## 8.2 Utførte beregninger, kritisk profil CC-1

Som nevnt i kapittel 0 er det ikke utført stabilitetsanalyser for profil CC-1. Dette skyldes at CC-1 er det profilet med færrest sonderinger, samt at både profil CC-2 og DD-1 er vurdert til å være mer ugunstig med tanke på mektighet av kvikkleire.

## 8.3 Utførte beregninger, kritisk profil CC-2

Beregnet sikkerhetsfaktor mot utglidning for de forskjellige beregningene er oppsummert i tabell 8.1. Det er utført beregninger der kun aktiv skjærfasthet er redusert med 15 % i blokkprøverelasjoner (<sup>2</sup>), samt for 15 % reduksjon også av direkte og passiv skjærfasthet som er en mer konservativ antagelse.

Profiler for stabilitetsberegningene med korrigerede anisotropi- og skjærfasthetsforhold i topplaget er vist på tegning 413941-310 for udrenert korttidsanalyse. Resultater fra drenert effektivspenningsanalyse er vist på tegning 413941-311.

Tabell 8.1 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate i profil CC-2.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sirkulær skjærflate	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sammensatt skjærflate
413941-310	CC-2, flate 1, dagens situasjon, korttid	ADP-analyse	0,68 (l*) 0,74 (l*) <sup>2</sup>	0,70 (g*) 0,86 (g*) <sup>1</sup> 0,78 (g*) <sup>2</sup>
413941-311	CC-2, flate 2, dagens situasjon, langtid	a $\phi$ -analyse	1,86 (g*)	2,07 (g*)

\*g=globalt brudd, l=lokalt brudd

1) Resultat fra beregning med noe høyere designstyrke, der treaksialforsøk er vektlagt.

2) Resultat fra beregning der kun aktiv skjærfasthet er redusert med 15 %. Skjærfasthet ikke redusert i ikke-sensitivt topplag.

Det ble kjørt en tilleggsanalyse for kritisk glideflate uten stabiliserende belastning fra vegen. Dette viste seg kun å ha neglisjerbar effekt på oppnådd sikkerhetsfaktor.

## 8.4 Utførte beregninger, kritisk profil DD-1

Beregnet sikkerhetsfaktor mot utglidning for de forskjellige beregningene er oppsummert i tabell 8.2. Det er utført beregninger der kun aktiv skjærfasthet er redusert med 15 % i blokkprøverelasjoner (<sup>2</sup>), samt for 15 % reduksjon også av direkte og passiv skjærfasthet som er en mer konservativ antagelse. Profiler for stabilitetsberegningene er vist på tegningene 413941-312 og -313.

Tabell 8.2 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate i profil DD-1.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sirkulær skjærflate	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sammensatt skjærflate
413941-312	DD-1, flate 1, dagens situasjon, korttid	ADP-analyse	1,13 (l*) 1,21(l*) <sup>2</sup>	1,49 (l*)
413941-313	DD-1, flate 2, dagens situasjon, langtid	a $\phi$ -analyse	2,09 (l*)	4,86 (g*)

\*g=globalt brudd, l=lokalt brudd

2) Resultat fra beregning der kun aktiv skjærfasthet er redusert med 15 %. Skjærfasthet ikke redusert i ikke-sensitivt topplag.

## 8.5 Utførte beregninger, kritisk profil EE-1

Beregnet sikkerhetsfaktor mot utglidning for de forskjellige beregningene er oppsummert i tabell 8.3. Profiler for stabilitetsberegningene er vist på tegningene 413941-314 og -315.

Tabell 8.3 Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate i profil EE-1.

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sirkulær skjærflate	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sammensatt skjærflate
413941-314	EE-1, flate 1, dagens situasjon, korttid	ADP-analyse	1,45 (g*)	1,58 (g*)
413941-315	EE-1, flate 2, dagens situasjon, langtid	aφ-analyse	3,20 (g*)	3,72 (g*)

\*g=globalt brudd, l=lokalt brudd

## 9. Vurdering av områdestabilitet med anbefalte tiltak

### 9.1 Generell stabilitetsvurdering

#### 9.1.1 Stabilitet i Faresone 1

Faresone 1 inkluderer beregningsprofil CC-2. Stabilitetsberegningene for dette profilet viser at beregnet sikkerhet for skråningen er for lav for korttids udrenert tilstand,  $\gamma_M \leq 1,0$ , se tegning 413941-310. Sikkerhet i drenert, langtids effektivspenningstilstand er imidlertid tilfredsstillende med  $\gamma_M \geq 1,4$ , se tegning 413941-311. Dette vil si at området slik det ligger i dag, i fravær av udrenerte lastsituasjoner på grunnen, kan betraktes som forholdsvis trygt. Stabilitetsforholdene i sonen vil bli nærmere utredet i forbindelse med utvidelse av SPAR-butikken, se nærmere handlingsplan i vedlegg 4.

#### 9.1.2 Stabilitet i Faresone 2

Faresone 2 inkluderer beregningsprofil DD-1. Glideflater som går gjennom faresonen har en beregnet sikkerhet i korttidstilstand på  $1,4 > \gamma_M > 1,0$ , se tegning 413941-312. Lokal stabilitet for korttids udrenert tilstand for kritisk profil nær strandsonen er for lav i forhold til NVEs retningslinjer  $1,0 \leq \gamma_M \leq 1,4$ . Sikkerheten for langtids, drenert effektivspenningstilstand er også her tilfredsstillende med  $\gamma_M \geq 1,4$ , se tegning 413941-313. Stabilitetsforholdene og forslag til tiltak vil bli nærmere utredet i deler av sonen i forbindelse med utvidelse av SPAR-butikken, se vedlegg 4.

#### 9.1.3 Stabilitet i Faresone 3

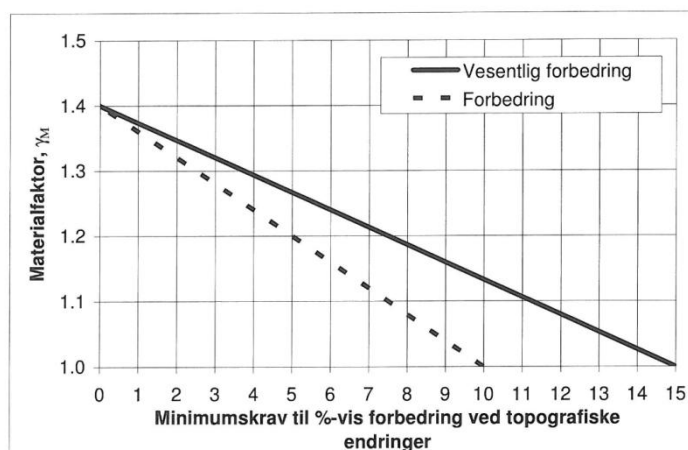
Det er ikke gjort stabilitetsberegninger i Faresone 3.

#### 9.1.4 Stabilitet i Faresone 4

Faresone 4 inkluderer beregningsprofil EE1. Glideflater som går gjennom faresonen har en beregnet sikkerhet på  $\gamma_M > 1,4$ , se tegningene 413941-314 og -315, noe som er tilfredsstillende i forhold til NVEs krav, både for korttids og langtids belastningssituasjoner.

#### 9.1.5 Stabilitet i Faresone 5

Det er ikke gjort stabilitetsberegninger i Faresone 5.



Figur 9.1 Krav til nødvendig forbedring ved gjennomføring av tiltak.

## 9.2 Anbefalte retningslinjer for behandling av nye tiltak

Et generelt prinsipp for utbygging i områder med kvikkleire i grunnen er at stabilitetsforholdene ikke bør forverres ved gjennomføring av inngrep. Utbygging som medfører endringer av stabiliteten i negativ retning frarådes, med mindre det kan dokumenteres at sikkerheten er tilfredsstillende i henhold til NVEs krav etter utbygging. Spesielt må gravedybder, fyllingsnivåer og metoder, mellomlagring av masser og skråningshelninger i anleggsfasen ha stort fokus i områder med kvikkleire.

Anbefalte utredninger og sikkerhetsnivå for nye tiltak i de ulike faresonene følger av plassering i Tiltakskategori, se tabell 4.7. Klassifiseringen er i prinsippet avhengig av tiltakets størrelse, tilflytting av personer og faregradsklasse før utbygging. Krav til sikkerhetsnivå og eventuell nødvendig forbedring påvirkes av tiltakskategori og beregnet sikkerhet før utbygging, se Figur 9.1.

I det følgende er det gitt anbefalte retningslinjer for behandling av nye tiltak i de 5 foreslåtte faresonene, i tråd med bestemmelsene gitt i NVEs kvikkleireveileder.

### 9.2.1 Tiltak i Faresone 1

Sonen har **Middels** faregrad, **Meget alvorlig** skadekonsekvens og Risikoklasse **4**. For nye tiltak i dette området kreves følgende utredningsnivå:

- Tiltakskategori K1: Veiledning for små inngrep i kvikkleiresoner.
- Tiltakskategori K2: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Forbedring**. Vanlig (klasse 2) eller Skjerpet kontroll (klasse 3).
- Tiltakskategori K3: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Vesentlig forbedring**. Skjerpet kontroll (klasse 3).

For utførelse av stabilitetsanalyser kreves supplerende grunnundersøkelser med presis kartlegging av kvikkleirens utstrekning og mektighet. Bestemmelse av beregningsparametre av høy kvalitet i tråd med NVEs retningslinjer kreves. Geoteknisk kontroll i byggefasen er påkrevet.

I nordre del av faresonen, der denne overlapper med Delområde 1, vil grunnforholdene i sjøen være bedre enn på land, og det er grunt til fjell. Her vil det trolig ikke være fare for



retrogressivt (bakovergripende) skred utløst i marbakken. Det kan her følges en noe enklere saksgang ved nye tiltak, men det bør ved nye tiltak dokumenteres at det ikke er kvikkleire på tomtene, og at stabiliteten er tilfredsstillende ivaretatt etter NVEs retningslinjer, se prinsippene for [Faresone 5](#).

Stabilitetsforholdene og forslag til tiltak vil bli nærmere utredet i forbindelse med utvidelse av SPAR-btikken, se vedlegg 4.

#### 9.2.2 Tiltak i Faresone 2

Sonen har **Middels** faregrad, **Alvorlig** skadekonsekvens og Risikoklasse **3**.

For nye tiltak i dette området kreves følgende utredningsnivå:

- Tiltakskategori K1: Veiledning for små inngrep i kvikkleiresoner.
- Tiltakskategori K2: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Forbedring**. Vanlig (klasse 2) eller Skjerpet kontroll (klasse 3).
- Tiltakskategori K3: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Vesentlig forbedring**. Skjerpet kontroll (klasse 3).

For utførelse av stabilitetsanalyser kreves supplerende grunnundersøkelser med presis kartlegging av kvikkleirens utstrekning og mektighet. Bestemmelse av beregningsparametre av høy kvalitet i tråd med NVEs retningslinjer kreves. Geoteknisk kontroll i byggefasen er påkrevet ved forekomst av kvikkleire i grunnen. Er tiltaket plassert i Delområde D uten påvist kvikkleire i grunnen, kan en enklere saksgang følges, se prinsippene for [Faresone 5](#).

Stabilitetsforholdene og forslag til tiltak vil bli nærmere utredet i deler av sonen i forbindelse med utvidelse av SPAR-btikken, se vedlegg 4.

#### 9.2.3 Tiltak i Faresone 3

Sonen har **Lav** faregrad, **Mindre alvorlig** skadekonsekvens og Risikoklasse **2**. For nye tiltak i dette området kreves følgende utredningsnivå:

- Tiltakskategori K1: Veiledning for små inngrep i kvikkleiresoner.
- Tiltakskategori K2: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Ikke forverring**. Vanlig (klasse 2) eller Skjerpet kontroll (klasse 3).
- Tiltakskategori K3: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Forbedring**. Skjerpet kontroll (klasse 3).

For utførelse av stabilitetsanalyser kreves supplerende grunnundersøkelser med presis kartlegging av kvikkleirens utstrekning og mektighet. Bestemmelse av beregningsparametre av høy kvalitet i tråd med NVEs retningslinjer kreves. Geoteknisk kontroll i byggefasen er påkrevet ved forekomst av kvikkleire i grunnen (Delområde C).

Ved enklere tiltak og mindre inngrep uten påvisning av kvikkleire kan en intern vurdering av kompetent kommunal saksbehandler være tilstrekkelig.

#### 9.2.4 Tiltak i Faresone 4

Sonen har **Middels** faregrad, **Alvorlig** skadekonsekvens og Risikoklasse **3**. For nye tiltak i dette området kreves følgende utredningsnivå:

- Tiltakskategori K1: Veiledning for små inngrep i kvikkleiresoner.
- Tiltakskategori K2: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Forbedring**. Vanlig (klasse 2) eller Skjerpet kontroll (klasse 3).

Tiltakskategori K3: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Vesentlig forbedring**. Skjerpet kontroll (klasse 3).

For utførelse av stabilitetsanalyser kreves supplerende grunnundersøkelser med presis kartlegging av kvikkleirens utstrekning og mektighet. Bestemmelse av beregningsparametre av høy kvalitet i tråd med NVEs retningslinjer kreves. Geoteknisk kontroll i byggefasen er påkrevet for kategori **K2** og **K3**.

### 9.2.5 Tiltak i Faresone 5

Sonen har **Lav** faregrad, **Alvorlig** skadekonsekvens og Risikoklasse **2**. For nye tiltak i dette området kreves følgende utredningsnivå hvis det påtreffes kvikkleire i grunnen:

Tiltakskategori K1: Veiledning for små inngrep i kvikkleiresoner.

Tiltakskategori K2: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller **Ikke forverring**. Vanlig (klasse 2) eller Skjerpet kontroll (klasse 3).

Tiltakskategori K3: Faregradevaluering. Stabilitetsanalyser med  $\gamma_m > 1,4$  eller Forbedring. Skjerpet kontroll (klasse 3).

For utførelse av stabilitetsanalyser kreves supplerende grunnundersøkelser med presis kartlegging av kvikkleirens utstrekning og mektighet. Bestemmelse av beregningsparametre av høy kvalitet i tråd med NVEs retningslinjer kreves. Geoteknisk kontroll i byggefasen er påkrevet ved forekomst av kvikkleire i grunnen.

Ved enklere tiltak og mindre inngrep uten påvisning av kvikkleire kan en intern vurdering av kompetent kommunal saksbehandler være tilstrekkelig.

## 9.3 Prinsipper for stabilitetsforbedring

Gjennom utredningen i denne rapporten er fareutsatt areal med utstrekning av faresoner angitt. For hver faresone er faregrad, skadekonsekvens- og risikoklasse vurdert i nå-situasjonen. I forhold til de ulike plannivåer i kommunal saksbehandling er følgende oppgaver beskrevet i rapporten:

Kommuneplan: Områder med mulig skredfare er identifisert, blant annet gjennom grunnundersøkelser, inndeling og klassifisering av faresoner og stabilitetsvurderinger.

Reguleringsplan/bebyggelsesplan: Skredfare i forhold til NVEs krav, samt prinsipiell gjennomførbarhet av stabiliserende tiltak er utredet gjennom stabilitetsvurderinger. Dette er vurdert og beskrevet i dette kapittelet.

Byggesak: Denne rapporten inneholder ikke dokumentasjon av tilstrekkelig sikkerhet for nødvendige sikringstiltak eller konkrete prosjekter innenfor de behandlede områder. Dette må gjennomføres i forbindelse med detaljprosjektering av nye tiltak.

I det etterfølgende er prinsipper for stabiliserende tiltak, samt utredninger og vurderinger som anbefales gjennomført i forbindelse med nye tiltak i de mest skredutsatte områdene diskutert. Det er også utført orienterende beregninger for stabiliteten for å kunne vurdere effekt og gjennomførbarhet av aktuelle sikringstiltak, blant annet støttefylling i strandsonen og lokal avlastning ved nedtaking av terreng.

Stabilitetsforholdene og forslag til tiltak vil bli nærmere utredet i deler av Faresone 1 og 2 i forbindelse med detaljprosjektering av tilbygg for SPAR-butikken, se vedlegg 4. Det vil også bli gjennomført supplerende grunnundersøkelser for å fremskaffe et bedre og bredere parametergrunnlag.

### 9.3.1 Motfyllinger i strandsonen

Skråningene opp fra strandsonen på Lauvsnes har for lav beregningsmessig sikkerhet på udrenert totalspenningsbasis. Sikkerheten på drenert langtids effektivspenningsbasis er imidlertid tilfredsstillende, og det er på denne bakgrunnen liten umiddelbar fare for at det skal gå et skred, uten en provoserende årsak. Uforutsette menneskelige inngrep eller endringer i de naturlige forhold kan imidlertid utløse et skred i de bratteste deler av skråningen, slik det er vist langs profil CC-1 og delvis DD-1.

Det er derfor nødvendig å gjennomføre stabiliserende tiltak i de mest påkjente områdene slik at nye tiltak kan iverksettes på en forsvarlig måte. En aktuell mulighet er å anlegge motfyllinger nede ved stranden for å øke motvekten mot utglidninger i skråningen opp fra strandsonen. Dette vil isolert sett bedre sikkerheten langs glideflater på landsiden, men det er samtidig en viss risiko for at motfyllingene vil redusere sikkerheten mot utglidninger i sjøen ved at kritisk glideflate flyttes utover mot marbakken. Sikkerheten må derfor dokumenteres for begge disse situasjonene.

I denne rapporten er det derfor gjennomført orienterende analyser for å kunne vurdere gjennomførbarhet og effekt av motfyllingstiltak i strandsonen. Følgende situasjoner er vurdert:

1. Utlegging av motfylling i strandsonen ved SPAR-butikken i Faresone 1, kombinert med omlegging av veglinje og terrengavlastning i skråningen opp mot sykeheimen.
  - a. Sikkerhetsforbedring for profil CC-2 gjennom byggeområdet ved støttefylling i strandsonen, inkludert lokal sikkerhetsvurdering for marbakken med motfylling i strandsonen. Se Profil CC-2 i tegning 413941-316.
  - b. Sikkerhetsforbedring for profil CC-2 gjennom byggeområdet ved flytting av veglinje kombinert med terrengavlastning og bruk av støttekonstruksjoner mot eksisterende bebyggelse. Se Profil CC-2 i tegning 413941-317.
  - c. Sikkerhetsvurdering for referanseprofil utenfor byggeområde med motfylling i faresone 1. Se Profil CC-3 i tegning 413941-320.
2. Utlegging av motfylling i strandsonen mellom kaiutstikkeren og sekundærvegen opp mot Nordheim.
  - a. Sikkerhetsforbedring for profil DD-1 gjennom området etter utlegging av motfylling, inkludert lokal sikkerhetsvurdering for marbakken med motfylling i strandsonen. Se tegning 413941-318.
  - b. Sikkerhetsvurdering for referanseprofil utenfor motfyllingsområdet i Faresone 2. Se profil DD-2 i tegning 413941-319.

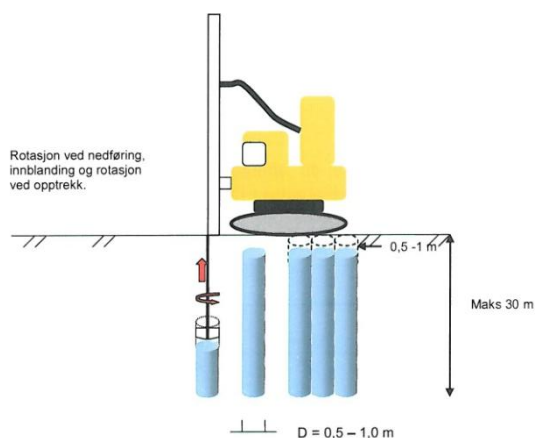
Vurderingene er ikke å betrakte som en detaljert utredning av sikkerheten etter tiltak, men skal kunne gi grunnlag for å vurdere om de foreslåtte stabiliseringstiltakene gir tilstrekkelig potensial for stabilitetsforbedring i henhold til NVE-veilederens krav. Dette vil bli fulgt opp i forbindelse med detaljprosjektering av tilbygg for SPAR-butikken.

I praksis må utlegging av eventuelle fyllinger skje på en kontrollert måte med lagvis utlegging over lang tid. Det må installeres poretrykksmålere på flere nivåer for å kunne overvåke poretrykket under utlegging av fyllingene, helst kontinuerlig ved hjelp av fjernmåling.

### 9.3.2 Lokal grunnforsterkning

Der det av ulike årsaker kan være vanskelig å finne plass til et nødvendig motfyllingsvolum kan man alternativt vurdere å forbedre grunnens fasthetsegenskaper, for eksempel ved installasjon av kalk/semest ribber som vist i figur 9.2. Ribbene kan legges i et mønster som bedrer grunnens stabilitet på strategiske steder, i henhold til en nærmere detaljert plan. Ved for eksempel å legge disse kalk-/semest ribbene i egnet mønster fra stranden og oppover i

skråningen, kan man oppnå bedre sikkerhet mot at bebyggelsen blir berørt av skred som måtte utløses i nederste del av skråningen.



Figur 9.2. Prinsipp for kalk-/sement stabilisering.

Dog skal denne type stabiliseringstiltak gjennomføres med aktsomhet, da sikkerheten vil kunne svekkes lokalt og midlertidig ved installasjon av kalk/sement-pelene. Hvis en slik stabiliseringsmetode skulle velges må den kombineres med installasjon og oppfølging av poretryksmålere, samt god planlegging av installasjonssekvens og stabiliseringsmønster, slik at installasjonseffektene blir redusert mest mulig.

### 9.3.3 Vurdering av gjennomførbarhet og effekt av tiltak

#### Området ved SPAR-butikken – Faresone 1

Resultater fra nye stabilitetsanalyser viser at effekten av korrigerede anisotropiforhold og skjærfasthetsvurderinger bedrer beregningsmessig sikkerhet noe, men at stabiliteten fremdeles er svært dårlig i området ved SPAR-butikken. De to kritiske glideflatene i opprinnelig analyse viste sikkerheter på 0,68 og 0,70, mens oppjusterte anisotropi-forhold ga en sikkerhet på 0,74 og 0,78. Utlekking av en svært moderat støttefylling fra strandlinjen og utover i sjøen viser bare marginal forbedring av sikkerheten. Økes mektigheten av støttefyllingen opp til nivå med vegen reduseres sikkerheten mot sjøen betydelig (0,9 til ca. 0,75 i utført men ikke rapportert beregning), ettersom kritisk glideflate flyttes utover mot marbakken. Dette viser at sikring ved støttefyllinger i strandsonen neppe er realiserbart for å oppnå tilstrekkelig stabilitet i området ved SPAR-butikken.

Alternativet er å vurdere hvilken stabiliseringseffekt som kan oppnås ved nødvendig omlegging av vegen sammen med lokal terrengavlastning i området mellom SPAR-butikken og sykehjemmet/NTE. Dette ble vurdert i en analyse der man graver seg inn i skråningen for ny plassering av vegen. Det ble videre introdusert en jevnt fordelt last som representerer utvidelsen av SPAR-butikken. Av plasshensyn er det sannsynligvis ikke mulig å opprettholde samme helning på den naturlige skråningen som i dag, og i beregningene har den anlagte skråningen for lav sikkerhet. Graveskråningen må derfor oppstøttes inn mot eksisterende bebyggelse, for eksempel med bruk av støttemurer og/eller armert jord konstruksjoner slik at graveskråningen kan etableres brattest mulig og gi størst mulig terrengavlastning.

En slik strategi synes å kunne gi en tilfredsstillende forbedring av sikkerheten for skråningen i permanenttilstanden ( $\gamma_m \sim 1,0$ ), med en antydnet prosentvis forbedring på 40 % i forhold til nåtilstanden. Dette vil være vesentlig over kravet på 15 % forbedring. Det må bemerkes at

byggetilstanden vil ha marginalt lavere sikkerhet på grunn av utgraving av tomten, noe som delvis kan kompenseres med fornuftig plassering av gravmassene.

Tabell 9.1 Effekt av sikringstiltak i området ved SPAR-butikken (profil CC-2).

Tegning nr.	Beregning	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sirkulær skjærflate	Forbedring fra nå-situasjon
413941-310	CC-2. Referanse til dagens situasjon. Korttid ADP-analyse.	0,74 (1*) <sup>2</sup>	-
413941-316	CC-2. Tiltak: støttefylling i strandsone. Korttid ADP-analyse. Stabilitet marbakke.	0,75 <sup>2</sup>	1 %
		0,90	-
413941-317	CC-2. Tiltak: omlegging av veg og terengavlastning. Korttid ADP-analyse.	1,01 <sup>2</sup>	36 %
413941-320	CC-3. Referanseprofil i Faresone 1. Korttid ADP-analyse. Stabilitet marbakke.	0,93	-
		1,06	
		0,90	

\*g=globalt brudd, l=lokalt brudd

2) Resultat fra beregning der kun aktiv skjærfasthet er redusert med 15 %. Skjærfasthet ikke redusert i ikke-sensitivt topplag.

Det presiseres at geometri for fyllinger og terengavlastning er overslagsmessig anslått og kun ment til å vurdere den generelle gjennomførbarheten av tiltaket. Prinsippene bør likevel være retningsgivende for videre utredning for dette området, men må utredes nærmere som del av detaljprosjekteringen for tilbygget til SPAR-butikken.

#### Området sør for Zanzibar Inn/skjæret – Faresone 2

Stabiliteten i dette området er i utgangspunktet bedre enn lenger nord, og det kreves nødvendig forbedring mellom 6 og 9,5 %, avhengig av tiltaksklasse. I Profil DD-1 er det aktuelt med en moderat utfylling i strandsonen for å oppnå denne forbedringen, noe som i prinsippet er mulig ved en utlegging fra strandlinjen og et stykke ut i sjøen, se tegning 413941-318.

Tabell 9.2 Effekt av sikringstiltak i området sør for kai-utstikkeren (profil DD-1).

Tegning nr.	Beregning	Sikkerhetsfaktor $\gamma_M$ for kritisk sirkulær skjærflate	Forbedring fra nå-situasjon
413941-312	DD-1. Referanse til dagens situasjon. Korttid ADP-analyse.	1,21 (1*) <sup>2</sup>	-
413941-318	DD-1. Tiltak: støttefylling i strandsone. Korttid ADP-analyse. Utfylling fra strandlinje kote 0. Utfylling fra terrengnivå kote 5.		
		1,30	7,5 %
		0,71	-70 %
413941-319	DD-2. Referanseprofil i Faresone 2. Korttid ADP-analyse.	1,80 (1*)	-
		2,23 (g*)	-

\*g=globalt brudd, l=lokalt brudd

2) Resultat fra beregning der kun aktiv skjærfasthet er redusert med 15 %. Skjærfasthet ikke redusert i ikke-sensitivt topplag.

Opprinnelig kritisk glideflate i strandsonen ga en udrenert sikkerhetsfaktor på 1,14, mens oppjusterte anisotropi-forhold ga en sikkerhet på 1.21. To ulike støttefyllinger i strandsonen er vurdert, der den laveste ga sikkerhet på 1,30, mens en noe høyere fylling i nivå med vegnivå

ga sikkerhet på 0,83 med en glideflate lenger ut i sjøen. Dette viser at en nødvendig forbedring kan oppnås med en moderat utfylling i strandsonen. Imidlertid er det grunn til å påpeke at en større fylling vil kunne gi betydelig lavere sikkerhet for glideflater ut mot marbakken. Stabiliseringsarbeidene må derfor utredes detaljert før gjennomføring, og anleggsarbeidet må følges opp med kontinuerlige poretrykksmålinger for å overvåke stabiliteten.

Stabiliteten i naboprofilet DD-2 lenger sør og utenfor antatt motfyllingsområde er vesentlig bedre og tilfredsstillende kravene i retningslinjene med god margin, se tabell 9.2.

Det presiseres at fyllinger og terrengavlastning som ble vurdert er overslagsmessige og kun ment til å vurdere den generelle gjennomførbarheten.

#### 9.3.4 Behov for supplerende grunnundersøkelser

I forbindelse med nye tiltak i tiltakskategori K2 og K3 vil det være behov for detaljerte stabilitetsanalyser og dokumentasjon av tilstrekkelig sikkerhet mot skred. For utførelse av stabilitetsanalyser kreves supplerende grunnundersøkelser med presis kartlegging av kvikkleirens utstrekning og mektighet. Bestemmelse av beregningsparametre av høy kvalitet i tråd med NVEs retningslinjer kreves også. Det anbefales spesielt å utføre aktive og passive treaksialforsøk, eventuelt også direkte skjær forsøk, for sikrere bestemmelse av anisotropiforholdene i leiren. Disse forholdene har betydelig innflytelse på beregnet sikkerhet og bør bestemmes ved målinger på prøver med god prøve kvalitet.

Geoteknisk kontroll i byggefasen er påkrevet ved forekomst av kvikkleire i grunnen. Det bør utføres poretrykksmålinger i byggefasen for å kontrollere at poretrykket ikke overstiger kritisk nivåer ved pålastning på grunnen.

### 9.4 Anbefalt utførelse av bygge- og anleggsarbeider

#### 9.4.1 Fundamentering av byggverk

Vanlige småhus kan fundamenteres på såler på avrettet grunn. Tyngre bygg og bygg med stor utstrekning må vurderes spesielt ut i fra risiko for lokal og global stabilitet, bæreevne og setningsproblematikk.

Ettersom grunnforholdene i området varierer betydelig kan nybygg delvis bli fundamentert på løsmasser og delvis på berg. Dette er uheldig og kan medføre risiko for skadelige differansesetninger. Oppstikkende berg må undersprenges minimum 0,5 m under underkant fundament, og slik at det blir en kile (myk overgang) med kilens største åpning mot størst løsmassemektighet. Boliger som fundamenteres på nedsprengt berg må enten i sin helhet fundamenteres direkte på berg eller på fylling av sprengstein på undersprengt berg.

Grunnen er meget telefarlig. Frostsikring er derfor påkrevet både i byggefasen ved vinterbygging og i permanentfasen. Ved vinterarbeid må snø og tele fjernes, og arealer som blir stående åpne må tildekkes/isoleres for å hindre frostnedtrengning og innblanding av snø eller oppbløting fra overvann.

Under alle gulv på grunnen må det legges et kapillærbrytende lag av pukk. Det foreslås videre å anvende fiberduk der det skal legges sprengstein/pukk på original grunn.

All torv og humusholdig jord må fjernes innenfor byggefeltet.

#### 9.4.2 Oppbygging og fundamentering av fyllinger

Alle fyllinger må bygges opp lagvis og komprimeres iht. normal komprimering etter tabell 2 i NS 3458. Alle vegfyllinger antas lagt ut med sprengstein, og utlegging av sprengstein må starte fra **laveste terrengnivå**. Videre må all torv og humusholdig jord fjernes før utlegging av

sprengstein. Mellom stedlige løsmasser og sprengstein legges separasjonsduk for å hindre inntrengning av finstoff i sprengsteinsmassene, noe som kan gi økte setninger.

Oppfyllingsarbeider må ikke utføres med brattere skråningshelning enn 1:3 ved fylling på mineralsk grunn. All oppfylling må utføres på telefri grunn, eventuelt må telelag fjernes. Fyllinger som legges ut direkte på berg kan anlegges med brattere skråningshelning.

Det må påregnes initial- og egensetninger i fyllmassene i størrelsesorden 1 % av fyllingsmektigheten. Det forventes at mesteparten av disse setningene vil være unnagjort i løpet av anleggsperioden. Videre vil fylling på bløt leire medføre setninger som utvikles over lang tid. Da løsmassemektigheten varierer mye, kan det oppstå differansesetninger i utlagte fyllinger hvis det ikke treffes tiltak mot dette.

Ved terrenginngrep i form av utfylling og terrengarrondering må det legges drenering i bunn av alle ravinedaler, slik at drenasjen av omkringliggende skråninger ikke reduseres. Hvis det forekommer eksisterende jordbruksdrenering må denne videreføres og kobles til nye anlegg.

Matjord og humusholdige masser under fyllingene må fjernes og det bør etableres en horisontal fyllingsfot i skrånende terreng som bør dreneres. Manglende fyllingsfot vil medføre dårlig kontakt med underliggende masser og gi dårlig støtte for komprimering ved oppbygging av fyllingen.

#### 9.4.3 Utførelse av skjæringer og ledningsgrøfter

##### Skjæringer

Permanente skjæringer i løsmasser må etableres med helning 1:3 eller slakere. Dersom brattere skråninger kreves for å gjennomføre utbyggingen, må det vurderes særskilte tiltak. Dette gjelder også hvis det påtreffes vannførende lag.

##### Ledningsgrøfter - generelt

Det gis her kun generelle retningslinjer for etablering av grøfter. Endelige planer i konkrete prosjekter må forelegges geotekniker for kontroll.

Alle grøftarbeider må utføres iht. *Forskrift om graving og avstivning av grøfter*.

Graving for grøfter vil stedvis komme i konflikt med berget. Etablering av grøfter vil derfor kunne medføre behov for sprengning. Dette må utføres skånsomt nær områder med sensitive masser i grunnen.

Det må tas hensyn til setninger ved dimensjonering av ledninger. Det vil si at ledninger må legges med noe større fall enn minimumsfall. For å redusere risikoen for setningsskader på ledningsanlegg (motfall og lignende) bør ledninger legges sent i anleggsperioden. Setninger som følger av oppfyllingsarbeider får da tid til å utvikle seg.

##### Grøfter i sand og silt

Generelt vil graveskråninger i sand og silt være stabile ved graving over grunnvannsnivået, mens det under grunnvannsnivået kan forventes problemer med innrasing i grøftene.

Der grunnvannsstanden står dypere enn gravedybden, kan følgende graveskråninger benyttes:

- For grøfter med mindre dybde enn 1,5 m, må det benyttes maksimal skråningshelning 1:1.
- Grøfter mellom 1,5 og 2,5 m dybde må graves med maksimal skråningshelning 1:1,5.
- Grøfter mellom 2,5 og 3,5 m dybde må graves med maksimal skråningshelning 1:2. Dersom det ikke er plass til dette, må det benyttes grøftekasser til oppstøtting. Åpne graveskråninger over topp grøftekasse må slakes ut til maksimal helning 1:1,5.

Når grunnvannsstanden er høyere enn bunnen av grøfta, må graveskråningene slakes ut til akseptabel skråningshelning, eller det må benyttes grøftekasser. Maksimal skråningshelning under grunnvannsstanden forventes å være ca. 1:2,5.

#### Grøfter i leire

Grøfter i ikke-sensitiv leire må etableres med helning 1:3 eller slakere. Dersom brattere skråninger kreves for å gjennomføre utbyggingen, må det vurderes særskilte tiltak. Dette gjelder også hvis det påtreffes vannførende lag.

#### Grøfter i områder med kvikkleire

I områder med kvikkleire skal graving av grøfter med dybder over 1,5 m utføres med seksjonsvis graving og tilbakefylling med korte seksjonslengder, tilpasset en rørlengde. Endelig omfang av seksjonsutførelse er avhengig av forholdene og må vurderes underveis. For alle ledningsarbeider i områder med kvikkleire må grøftene fylles igjen ved arbeidshagens slutt. Oppstøtting med bruk av grøftekasser kan være aktuelt.

Mellomlagrede gravemasser må plasseres minimum 2 m på nedsiden av grøftekanten og med maksimal 1 m fyllingshøyde.

#### **9.4.4 Mellomlagring av masse**

I forbindelse med byggeaktivitet kan det være ønskelig og mellomlagre masser for kortere eller lengre tid. Da stabilitetsforholdene er kritiske i deler av utbyggingsområdet, er det avgjørende at mellomlagring av masser ikke utføres ukritisk. Plassering av massene må avklares i samråd med geotekniker.

Vi tilrår følgende retningslinjer for mellomlagring av masser:

- Mellomlagring bør generelt utføres der grunnforholdene er gunstige, det vil si der løsmassemektingen er liten eller det er bart berg.
- Det skal ikke forekomme mellomlagring på toppen av skråninger/skjæringer.
- Det må ikke legges ut masser langs strandlinjen i Delområde 1 og Delområde 2, da dette kan føre til utglidninger i strandsoner/marbakke. Dette kan igjen føre til en ukontrollert, bakovergrepene skredutvikling i kvikkleiren innover land.
- Øvrig utlegging av masse innenfor Delområdene 1, 2 og 3 må avklares med geotekniker før utførelse.

## **10. Kritiske momenter**

Stabilitetsforholdene i området er krevende på grunn av forekomster av kvikkleire over store deler av området. Spesielt gjelder dette området langs stranden i Faresonene 1 og 2. Tiltak som igangsettes her vil være svært følsomme for avvik i forhold til anbefalt utførelse.

De største risikomomentene knyttet til utførelsen av grunnarbeidene er:

- Unøyaktig grave- og fyllingsarbeid i strid med forutsetningene
- Utilsiktet mellomlagring av masser
- Totalsetninger og differansesetninger av nye og eksisterende bygg
- Poretrykksoppbygning i grunnen på grunn av bygge- og anleggsarbeider
- Kontroll med overvann og erosjon og utfylling i strandsonen.
- Lite informasjon om grunnforholdene i strandsonen

Innenfor kvikkleiresonene må alle tiltak som medfører en endring av stabilitetsforholdene



vurderes av geotekniker. Særlig gjelder dette innenfor områder med forventet høy faregrad, der det må utvises stor aktsomhet ved planlegging og prosjektering av tiltak. Innføring av faresoner med retningslinjer for kommunal byggesaksbehandling vil være et viktig bidrag for å sikre optimal byggesaksbehandling ved tiltak innenfor kvikkleireområdene.

Aktuelle sikringstiltak for bedring av stabiliteten i de mest skredutsatte områdene er foreslått, og det er utført orienterende beregninger for å vurdere gjennomførbarhet og effekt av tiltakene. Disse viser at det er praktisk mulig å sikre områdene med terrenginngrep som støttefyllinger og terrengavlastning, men dette krever detaljerte utredninger og tett oppfølging i byggefasen. Supplerende grunnundersøkelse vil kunne gi sikrere vurderingsgrunnlag ved detaljering av tiltakene.

## 11. Referanser

- /1/ NBR (Standard Norge) (1988) *NS3480 Geoteknisk prosjektering*
- /2/ NBR (1989) *Veiledning til NS3480 geoteknisk prosjektering*. NBR-publikasjon 296
- /3/ Statens Vegvesen (2009). *Håndbok 016 – Geoteknikk i vegbygging*
- /4/ Norsk Standard (2004) *NS 3490 Prosjektering av konstruksjoner. Krav om pålitelighet*.
- /5/ Karlsrud, K. (2003). *Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil*. NGF-kurs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, innlegg 4.1. 20-22 mai 2003, Hell.
- /6/ Ladd, C.C., and Foot, R. (1974). *New design procedure for stability of soft clays*. J. of the Geotech. Eng. Div., 100 (GT7), 763-786.
- /7/ NVE (2009). *Retningslinjer for planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag*.
- /8/ Karlsrud, K. , Aas, G. and Gregersen, O. (1984). *Can we predict landslides hazards in soft sensitive clays? Summary of Norwegian Practice and Experiences*. Proceedings of the 4th International Symposium on Landslides, Toronto, Vol I, p. 107-130. Også publisert i NGI publikasjon nr. 158.
- /9/ CPTU EXTRA. *Regneark for avansert tolkning av CPTU*. Brukermanual utviklet av Rolf Sandven. Datert 06.10.2009.
- /10/ Lunne, T., Robertson, P.K. og Powell, J.J.M. (1997). *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. Blackie Academic & Professional.
- /11/ Karlsrud, K. et al. (2005). *CPTU correlations for clays*. Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 - 702.
- /12/ NGI-rapport 20001008-2 Rev. 3 (2008). *Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire*.
- /13/ Karlsrud K. Lunne T. & Brattlien K. (1996) *Improved CPTU correlations based on block samples*. Proceedings, NGM 1996, Reykjavik
- /14/ Multiconsult AS (2010). Flatanger kommune. Datarapport grunnundersøkelser. Beskrivelse av grunnforhold. Rapportnr. 413941 – 1
- /15/ Multiconsult AS (2010). Flatanger kommune. Parametervalg til stabilitetsberegninger på Lauvsnes. Notat 1

## Arkivreferanser:

Fagområde:	Geoteknikk		
Stikkord:	Kvikkleire, stabilitet		
Land/Fylke:	Nord-Trøndelag	Kartblad:	1624 II
Kommune:	Flatanger	UTM koordinater, Sone:	32V
Sted:	Lauvsnes	Øst: 5909	Nord: 71541

## Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)  
 Intern  
 Fri

## Dokumentkontroll:

		Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		5. november 2010		10. mars 2011		20. juni 2011			
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	05.11.10	rols	10.03.11	rols				
	Kontrollert	05.11.10	err	10.03.11	err				
Grunnlagsdata	Utarbeidet	05.11.10	rols	10.03.11	rols				
	Kontrollert	05.11.10	err	10.03.11	err				
Teknisk innhold	Utarbeidet	05.11.10	rols	10.03.11	rols				
	Kontrollert	05.11.10	err	10.03.11	err				
Format	Utarbeidet	05.11.10	rols	10.03.11	rols				
	Kontrollert	05.11.10	err	10.03.11	err				
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig)						Dato:		Sign.:	

## **VEDLEGG**

1. Utvalgte resultater fra tidligere grunnundersøkelser i området.
2. Tabeller for evaluering av Faregrad – Faresone 1-5
3. Tabeller for evaluering av Skadekonsekvensklasse – Faresone 1-5
4. Sluttrapport fra uavhengig kontroll, NGI 20100105-00-6-TN og videre aksjoner planlagt av Multiconsult.

Vedlegg 1

**Utvalgte resultater fra tidligere grunnundersøkelser i området.**

Vedlegg 2

**Tabeller for evaluering av Faregrad – Faresone 1-5**

Tabell A2.1 Faregradsevaluering av Faresone 1.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Tidligere skredaktivitet er ikke kjent for oss innenfor det aktuelle området. Videre viser kvartærgeologisk kart og www.skrednett.no angir ingen skredgroper eller skredhendelser i nærheten.
Skråningshøyde	2	1	2	Total høydeforskjell fra øverste begrensning av delområdet (ca. kote +15) til strandsonen på ca. kote 0 er ca. 15 m. Score 1 tilsvarer høydeforskjell 15 til 20 m, det er antatt inntil 5 meter dybde i sjøen.
OCR	2	1	2	Basert på tolking av CPTU-sonderinger og ødometerforsøk vurderes området å være svakt overkonsolidert, med $\sigma'_c$ ca. 50 kPa høyere enn dagens effektivspenning. OCR vurderes å ligge i området 1-3, avtagende med dybden.
Poretrykk	3/-3	1	3	Poretrykksmålinger indikerer et svakt poreovertrykk med dybden, i størrelsesorden 5-10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	I borpunkt BP 214 er største mektighet av kvikke/sensitive masser vurdert å være ca. 8 m. Dette er større enn $H/2 = 7,5$ m, regnet fra øverste begrensning av faresonen.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet for enkeltprøver er relativt lav pga prøveforstyrrelse og for lav intakt udrenert skjærstyrke. Sensitivitetsverdier mellom 30-100 antas representative for den noe grove kvikkleiren.
Erosjon	3	1	3	Det største erosjonspotensialet forekommer langs strandlinjen, selv om denne er godt beskyttet gjennom plastring. Det er ikke påvist bekker eller øvrige erosjonskilder på land innenfor de delområder som inneholder kvikkleire. Erosjonsaktivitet settes til score 1 som en antatt konservativ antakelse.
Inngrep	3/-3	1	3	Det har vært og pågår fortsatt enn viss fyllingsaktivitet i strandsonen innenfor Faresone 1. For å ta hensyn til dette velger vi å være konservative og legge inn score 1 som representerer en svak forverring av strandsonestabiliteten.
<b>Poengverdi</b>			<b>21</b>	<b>Score gir faregradsklasse "Middels"</b>

Tabell A2.2 Faregradsevaluering av Faresone 2.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Tidligere skredaktivitet er ikke kjent for oss innenfor det aktuelle området. Videre viser kvartærgeologisk kart og www.skrednett.no angir ingen skredgroper eller skredhendelser i nærheten.
Skråningshøyde	2	1	2	Total høydeforskjell fra øverste begrensning av delområdet (ca. kote +18) til strandsonen på ca. kote 0 er ca. 18 m. Score 1 tilsvarer høydeforskjell 15 til 20 m, det er antatt inntil 5 meter dybde i sjøen.
OCR	2	1	2	Basert på tolking av CPTU-sonderinger og ødometerforsøk vurderes området å være svakt overkonsolidert, med $\sigma'_c$ ca. 50 kPa høyere enn dagens effektivspenning. OCR vurderes å ligge i området 1-3, avtagende med dybden.
Poretrykk	3/-3	1	3	Poretrykksmålinger indikerer et svakt poreovertrykk med dybden, i størrelsesorden 5-10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	2	4	I borpunkt BP 205 er største mektighet av kvikke/sensitive masser vurdert å være ca. 12 m. Dette er mindre enn $H/2 = 9$ m, regnet fra øverste begrensning av faresonen.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet for enkeltprøver er relativt lav pga prøveforstyrrelse og for lav intakt udrenert skjærstyrke. Sensitivitetsverdier mellom 30-100 antas representative for den noe grove kvikkleiren.
Erosjon	3	1	3	Det største erosjonspotensialet forekommer langs strandlinjen, selv om denne er godt beskyttet gjennom plastring. Det er ikke påvist bekker eller øvrige erosjonskilder på land innenfor de delområder som inneholder kvikkleire. Erosjonsaktivitet settes til score 1 som en antatt konservativ antakelse.
Inngrep	3/-3	1	3	Det har vært og pågår fortsatt enn viss fyllingsaktivitet i strandsonen innenfor Faresone 2. For å ta hensyn til dette velger vi å være konservative og legge inn score 1 som representerer en svak forverring av strandsonestabiliteten.
<b>Poengverdi</b>			<b>19</b>	<b>Score gir faregradsklasse "Middels"</b>



Tabell A2.3 Faregradsevaluering av Faresone 3.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Tidligere skredaktivitet er ikke kjent for oss innenfor det aktuelle området. Videre viser kvartærgeologisk kart og www.skrednett.no angir ingen skredgroper eller skredhendelser i nærheten.
Skråningshøyde	2	0	0	Total høydeforskjell fra øverste begrensning av delområdet (ca. kote +18) til nedre del av sonen på ca. kote 10 er ca. 8 m. Score 1 tilsvarer høydeforskjell 15 til 20 m, det er antatt inntil 5 meter dybde i sjøen.
OCR	2	1	2	Basert på tolking av CPTU-sonderinger og ødometerforsøk vurderes området å være svakt overkonsolidert, med $\sigma'_c$ ca. 50 kPa høyere enn dagens effektivspenning. OCR vurderes å ligge i området 1-3, avtagende med dybden.
Poretrykk	3/3	1	3	Poretrykksmålinger indikerer et svakt poreovertrykk med dybden, i størrelsesorden 5-10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	3	6	I borpunkt BP 215 er største mektighet av kvikke/sensitive masser vurdert å være ca. 10 m. Dette er større enn $H/2 = 4$ m, regnet fra øverste begrensning av delområdet.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet for enkeltprøver er relativt lav pga prøveforstyrrelse og for lav intakt udrenert skjærstyrke. Sensitivitetsverdier mellom 30-100 antas representative for den noe grove kvikkleiren.
Erosjon	3	0	0	Det kan ikke sies å være erosjonspotensiale innenfor denne faresonen. Det er ikke påvist bekker eller øvrige erosjonskilder på land innenfor de delområder som inneholder kvikkleire. Erosjonsaktivitet settes til score 0 som er en realistisk antakelse.
Inngrep	3/3	0	0	Faresonen utgjøres av jordbruksland. Det er neppe aktuelt å gjøre inngrep for å endre terrenget med hensyn på utvinning av større areal til jordbruksformål. Dreneringstiltak synes heller ikke å være aktuelle.
<b>Poengverdi</b>			<b>13</b>	<b>Score gir faregradsklasse "Lav"</b>

Tabell A2.4 Faregradsevaluering av Faresone 4.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Tidligere skredaktivitet er ikke kjent for oss innenfor det aktuelle området. Videre viser kvartærgeologisk kart og www.skrednett.no angir ingen skredgroper eller skredhendelser i nærheten.
Skråningshøyde	2	3	6	Total høydeforskjell fra øverste begrensning av delområdet (ca. kote +30) til strandsonen på ca. kote 0 er ca. 30 m. Score 1 tilsvarer høydeforskjell 30 til 35 m, det er antatt inntil 5 meter dybde i sjøen.
OCR	2	1	2	Basert på tolking av CPTU-sonderinger og ødometerforsøk vurderes området å være svakt overkonsolidert, med $\sigma'_c$ ca. 50 kPa høyere enn dagens effektivspenning. OCR vurderes å ligge i området 1-3, avtagende med dybden.
Poretrykk	3/-3	1	3	Poretrykksmålinger indikerer et svakt poreovertrykk med dybden, i størrelsesorden 5-10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	1	2	I borpunkt BP 220 er største mektighet av kvikke/sensitive masser vurdert å være ca. 4 m. Dette er mindre enn $H/4 = 7,5$ m, regnet fra øverste begrensning av delområdet.
Sensitivitet	1	2	2	Målt sensitivitet for enkeltprøver er relativt lav pga prøveforstyrrelse og for lav intakt udrenert skjærstyrke. Sensitivitetsverdier mellom 30-100 antas representative for den noe grove kvikkleiren.
Erosjon	3	1	3	Det største erosjonspotensialet forekommer langs strandlinjen, selv om denne er godt beskyttet gjennom plastring. Det er ikke påvist bekker eller øvrige erosjonskilder på land innenfor de delområder som inneholder kvikkleire. Erosjonsaktivitet settes til score 1 som en antatt konservativ antakelse.
Inngrep	3/-3	1	3	Det har vært og pågår fortsatt enn viss fyllingsaktivitet i strandsonen innenfor Faresone 4. For å ta hensyn til dette velger vi å være konservative og legge inn score 1 som representerer en svak forverring av strandsonestabiliteten.
<b>Poengverdi</b>			<b>21</b>	<b>Score gir faregradsklasse "Middels"</b>

Tabell A2.2 Faregradsevaluering av Faresone 5.

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	0	0	Tidligere skredaktivitet er ikke kjent for oss innenfor det aktuelle området. Videre viser kvartærgeologisk kart og www.skrednett.no angir ingen skredgroper eller skredhendelser i nærheten.
Skråningshøyde	2	1	2	Total høydeforskjell fra øverste begrensning av delområdet (ca. kote +20) til strandsonen på ca. kote 0 er ca. 15 m. Score 1 tilsvarer høydeforskjell 15 til 20 m, det er antatt inntil 5 meter dybde i sjøen.
OCR	2	1	2	Basert på tolking av CPTU-sonderinger og ødometerforsøk vurderes området å være svakt overkonsolidert, med $\sigma'_c$ ca. 50 kPa høyere enn dagens effektivspenning. OCR vurderes å ligge i området 1-3, avtagende med dybden.
Poretrykk	3/3	1	3	Poretrykksmålinger indikerer et svakt poreovertrykk med dybden, i størrelsesorden 5-10 kPa.
Kvikkleiremektighet	2	0	0	I borpunkt BP 217 er det mulighet for kun et tynt lag med kvikkleire. Dette tilsier ingen score på dette punktet.
Sensitivitet	1	0	0	Det er ikke utført sensitivitetmålinger på opptatte prøver innenfor denne faresonen. Det antas sensitivitetsverdier < 20 for de noe grove massene her, dvs. score = 0.
Erosjon	3	1	3	Det største erosjonspotensialet forekommer langs strandlinjen, selv om denne er godt beskyttet gjennom plastring. Det er ikke påvist bekker eller øvrige erosjonskilder på land innenfor de delområder som inneholder kvikkleire. Erosjonsaktivitet settes til score 1 som en antatt konservativ antakelse.
Inngrep	3/3	1	3	Det har vært og pågår fortsatt enn viss fyllingsaktivitet i strandsonen innenfor Faresone 5, spesielt i nordre del. For å ta hensyn til dette velger vi å være konservative og legge inn score 1 som representerer en svak forverring av strandsonestabiliteten.
<b>Poengverdi</b>			<b>13</b>	<b>Score gir faregradsklasse "Lav"</b>

Vedlegg 3

**Tabeller for evaluering av Skadekonsekvensklasse – Faresone 1-5**

Tabell A3.1 Evaluering av Skadekonsekvensklasse. Faresone 1.

Skadekonsekvensklasse – Lauvsnes sentrum. Faresone 1.						
Faktorer	Vekt	Score	Vurdering			
			3	2	1	0
Boligheter, antall	4	12	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	6	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	2	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	0	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		23	45	30	15	0
% av maksimal poengsum		<b>51</b>	100	67	33	0
<b>Klassifisering</b>		<b>Alvorlig</b>	Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig	Ingen

Tabell A3.2 Evaluering av Skadekonsekvensklasse. Faresone 2.

Skadekonsekvensklasse – Lauvsnes sentrum. Faresone 2.						
Faktorer	Vekt	Score	Vurdering			
			3	2	1	0
Boligheter, antall	4	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	0	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		11	45	30	15	0
% av maksimal poengsum		<b>24</b>	100	67	33	0
<b>Klassifisering</b>		<b>Mindre Alvorlig</b>	Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig	Ingen

Tabell A3.3 Evaluering av Skadekonsekvensklasse. Faresone 3.

Skadekonsekvensklasse – Lauvsnes sentrum. Faresone 3.						
Faktorer	Vekt	Score	Vurdering			
			3	2	1	0
Boligheter, antall	4	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	0	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	0	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	0	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		5	45	30	15	0
% av maksimal poengsum		<b>11</b>	100	67	33	0
<b>Klassifisering</b>		<b>Mindre alvorlig</b>	Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig	Ingen

Tabell A3.4 Evaluering av Skadekonsekvensklasse. Faresone 4.

Skadekonsekvensklasse – Lauvsnes sentrum. Faresone 4.						
Faktorer	Vekt	Score	Vurdering			
			3	2	1	0
Boligheter, antall	4	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	1	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	0	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		8	45	30	15	0
% av maksimal poengsum		<b>18</b>	100	67	33	0
<b>Klassifisering</b>		<b>Mindre Alvorlig</b>	Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig	Ingen

Tabell A3.5 Evaluering av Skadekonsekvensklasse. Faresone 5.

Skadekonsekvensklasse – Lauvsnes sentrum. Faresone 5.						
Faktorer	Vekt	Score	Vurdering			
			3	2	1	0
Boligheter, antall	4	8	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	0	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	0	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	0	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning, flom	2	0	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		11	45	30	15	0
% av maksimal poengsum		<b>24</b>	100	67	33	0
<b>Klassifisering</b>		<b>Mindre alvorlig</b>	Meget alvorlig	Alvorlig	Mindre alvorlig	Ingen

Vedlegg 4

**Sluttrapport fra uavhengig kontroll, NGI 20100105-00-6-TN og videre aksjoner planlagt av Multiconsult.**

## Dokumentliste for oppdrag 413941: Teknisk beregning 1: Stabilitetsberegninger

Dokumentliste	Revisjon	Utarbeidet		Kontrollert		Godkjent	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
<b>Rapport</b>							
413941 - 2 Geoteknisk vurdering, Stabilitet og fundamentering	1	10.03.11	<i>ER</i>	10.03.11	<i>ER</i>	10.03.11	<i>OP</i>
<b>Tegninger</b>							
413941-0 Oversiktskart		05.11.10	JMP	10.03.11	<i>ER</i>	10.03.11	<i>OP</i>
413941-1 Borplan		05.11.10	JMP	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-2 Sjøbunnskart		05.11.10	JMP	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-4 Situasjonsplan med inndeling av faresoner 1 – 5.	1	07.03.11	JMP	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-5 Situasjonsplan med klassifisering av Faregrad, faresoner 1 – 5.		07.03.11	JMP	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-6 Situasjonsplan med klassifisering av Skadekonsekvens, faresoner 1 – 5.		07.03.11	JMP	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-7 Situasjonsplan med inndeling i Risikoklasse, faresoner 1 – 5.		07.03.11	JMP	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-40.8 CPTU, borpunkt BP206, designverdier for aktiv udrenert skjærstyrke, s <sub>uA</sub>		05.11.10	ES	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-40.9 CPTU, borpunkt BP206, prekonsoliderinsspennning, p <sub>c</sub>		05.11.10	ES	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-40.10 CPTU, borpunkt BP206, overkonsolideringsgrad, OCR		05.11.10	ES	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-40.11 CPTU, borpunkt BP206, friksjonsvinkel, φ <sub>k</sub>		05.11.10	ES	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-41.8 CPTU, borpunkt BP214, designverdier for aktiv udrenert skjærstyrke, s <sub>uA</sub>		05.11.10	ES	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-41.9 CPTU, borpunkt BP214, prekonsoliderinsspennning, p <sub>c</sub>		05.11.10	ES	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>
413941-41.10 CPTU, borpunkt BP214, overkonsolideringsgrad, OCR		05.11.10	ES	10.03.11	<i>ER</i>	u	<i>OP</i>



413941-41.11 CPTU, borpunkt BP214, friksjonsvinkel, $\varphi_k$		05.11.10	ES	10.03.11	PK	10.03.11	OP
413941-42.8 CPTU, borpunkt BP219, designverdi for aktiv udrenert skjærstyrke, $s_{uA}$		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-42.9 CPTU, borpunkt BP219, prekonsolideringsspenning, $p_c'$		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-42.10 CPTU, borpunkt BP219, overkonsolideringsgrad, OCR		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-42.11 CPTU, borpunkt BP219, friksjonsvinkel, $\varphi_k$		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-76 Kontinuerlig ødometerforsøk, borpunkt BP219, $d=6,25$ m		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-77 Trinnsvis ødometerforsøk, borpunkt BP204, $d=8,45$ m		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-78 Trinnsvis ødometerforsøk, borpunkt BP214, $d=7,20$ m		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-79 Samleplott treksialforsøk, spenningssti		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-80 Samleplott treksialforsøk, arbeidskurve		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-81 Treksialforsøk, borpunkt BP204, $d=8,55$ m, spenningssti med tolket styrke, NTNU-plott		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-82 Treksialforsøk, borpunkt BP204, $d=8,55$ m, spenningssti med tolket styrke, NGI-plott		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-83 Treksialforsøk, borpunkt BP204, $d=8,55$ m, arbeidskurve		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-84 Treksialforsøk, borpunkt BP204, $d=8,55$ m, utpresset porevann og volumtøyning		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-85 Treksialforsøk, borpunkt BP214, $d=5,30$ m, spenningssti med tolket styrke, NTNU-plott		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-86 Treksialforsøk, borpunkt BP214, $d=5,30$ m, spenningssti med tolket styrke, NGI-plott		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-87 Treksialforsøk, borpunkt BP214, $d=5,30$ m, arbeidskurve		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-88 Treksialforsøk, borpunkt BP214, $d=5,30$ m, utpresset porevann og volumtøyning		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-89 Treksialforsøk, borpunkt BP219, $d=6,05$ m, spenningssti med tolket styrke, NTNU-plott		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP
413941-90 Treksialforsøk, borpunkt BP219, $d=6,05$ m, spenningssti med tolket styrke, NGI-plott		05.11.10	ES	10.03.11	PK	"	OP

413941-91 Treaksialforsøk, borpunkt BP219, d= 6,05 m, arbeidskurve		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-92 Treaksialforsøk, borpunkt BP219, d= 6,05 m, utpresset porevann og volumtøyning		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-150 Beregningsprofil CC-2, tolket lagdeling med boreresultater		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-151 Beregningsprofil DD-1, tolket lagdeling med boreresultater		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-152 Beregningsprofil EE-1, tolket lagdeling med boreresultater		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-153 Beregningsprofil CC-3, tolket lagdeling med boreresultater		08.03.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-310 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsberegning, dagens situasjon, flate 1, ADP-analyse, korrigerede anisotropiforhold	1	24.02.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-311 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsberegning, dagens situasjon, flate 2, aφ-analyse		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-312 Beregningsprofil DD-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon, flate 1, ADP-analyse, korrigerede anisotropiforhold	1	24.02.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-313 Beregningsprofil DD-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon, flate 2, aφ-analyse		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-314 Beregningsprofil EE-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon, flate 1, ADP-analyse		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-315 Beregningsprofil EE-1, stabilitetsberegning, dagens situasjon, flate 2, aφ-analyse		05.11.10	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-316 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsvurdering land/sjø, situasjon med støttefylling i strandsonen, ADP-analyse		25.02.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-317 Beregningsprofil CC-2, stabilitetsvurdering land/sjø, situasjon med omlegging av veg og lokal terrengavlastning, ADP-analyse		25.02.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-318 Beregningsprofil DD-1, stabilitetsvurdering land/sjø, situasjon med støttefylling i strandsonen, ADP-analyse		24.02.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-319 Beregningsprofil DD-2, stabilitetsvurdering land/sjø, referanseprofil Faresone 2, ADP-analyse		28.02.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11
413941-320 Beregningsprofil CC-3, stabilitetsvurdering land/sjø, referanseprofil Faresone 1, ADP-analyse		01.03.11	ES	10.03.11	ES	10.03.11

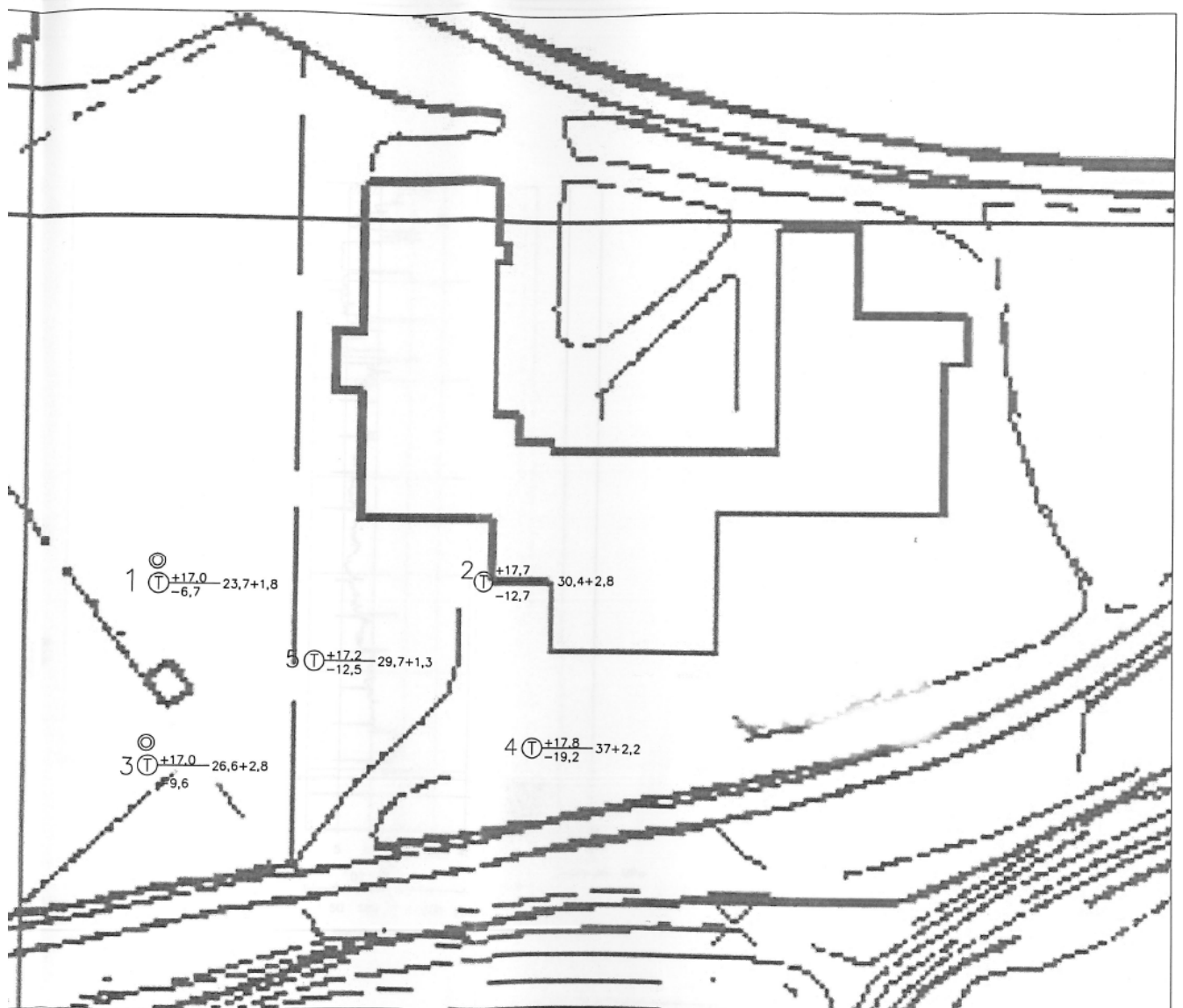
Denne dokumentasjonen forutsettes etablert for hvert oppdrag når elektroniske dokumenter lagres/oversendes uten fysisk signatur. Matrisen scannes og legges på oppdraget i MIA. Det refereres til matrise for kontroll av dokumenter Geofag.

## VEDLEGG 1

### **Utvalgte resultater fra tidligere undersøkelser i området**

**(17 sider)**

Rambøll AS (2006). Flatanger kommune. Flatangerhallen. O6060415-1.



**RAMBOLL**

FLATANGER KOMMUNE  
FLATANGERHALLEN

SITUASJONSPLAN

$\textcircled{1}$  Totalsondering  
 $\textcircled{2}$  Prøveserie

MALESTOKK

1 : 500

TEGNET/KDNTR.

BKN

DATE

30.08.2006

DPPDRAG

6060415



BILAG

-

TEGN. NR.

102

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærstyrke ( S <sub>u</sub> ) i kPa				St	
				10	20	30	40		10	20	30	40		
5	Silt, sand, grus, tegl skjellr. oppfylt		01											
			02											
			03	Ø				21.2 20.4					5 7	
	LEIRE, siltig m. sand og gruskorn enk. sandlag		04					21.0 20.9					6	
			05					19.3 20.8					8	
			06	Ø				19.6 20.6					10 11	
			07					21.6 20.8					7 8	
			08					20.9 20.9					27 10	
	10	sand, fin		09	Ø				20.6 20.4					17 17
				10					20.3 19.4					35 60
				10	MISTET									
15	KVIKKLEIRE		11					21.5 21.0					63 80	
20	siltig, sandig, grusig													

Enkelt trykkforsøk :  (strek angir def.% v/ brudd)      Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ▼ / ▽  
 Penetrationsforsøk :       Konsistensgrense : W<sub>p</sub> ———— W<sub>L</sub>      Andre forsøk :  
 T = Treksialforsøk      Ø = Ødometerforsøk      K = Kornfordeling

**RAMBOLL**

FLATANGER KOMMUNE  
FLATANGERHALLEN

BORPROFIL HULL: 1

Terr.høyde: +17,0    Prøve ø: 54mm  
Skovl

DATE

29.08.06

TEGNET AV

Ehh/BKN

KDNTR



OPPIRAG

6060415

BILAG

TEGN. NR.

105

Dybde, m	Jordart	Sign. Lab. nr	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Skjærstyrke (S <sub>u</sub> ) i kPa				St
			10	20	30	40		10	20	30	40	
5	LEIRE, siltig m. tynne sandlag mye sand og gruskorn	11 12	· · · ·				21.6 21.2	▼				->77.0 3 ->82.0 8 ->87.0
			; · · ·				21.1	▼				13 14
10		11 14	· · · ·				20.8 20.6	▼				12 12
			; · · ·				20.9 20.5	▼				26 4
15		11 15	· · · ·				20.9 20.5	▼				26 4
			; · · ·				21.7 21.4	▼				75 105
20	KVIKKLEIRE, siltig mye sand og gruskorn enk. tynne sandlag	11 16	· · · ·				21.7 21.4	▼				75 105
			; · · ·									

Enkelt trykkforsøk : (strek anglr def.% v/ brudd)      Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret : ▼ / ▽  
 Penetrometerforsøk :      Konsistensgrense : W<sub>p</sub> | ——— | W<sub>L</sub>      Andre forsøk :  
 T = Trekslutforsøk      Ø = Ødoneterforsøk      K = Kornfordeling

**RAMBOLL**

FLATANGER KOMMUNE  
FLATANGERHALLEN

DATO  
29.08.06

OPPDRAG  
6060415

TEGNET AV  
Ehh/BKN

BILAG

BORPROFIL HULL: 3

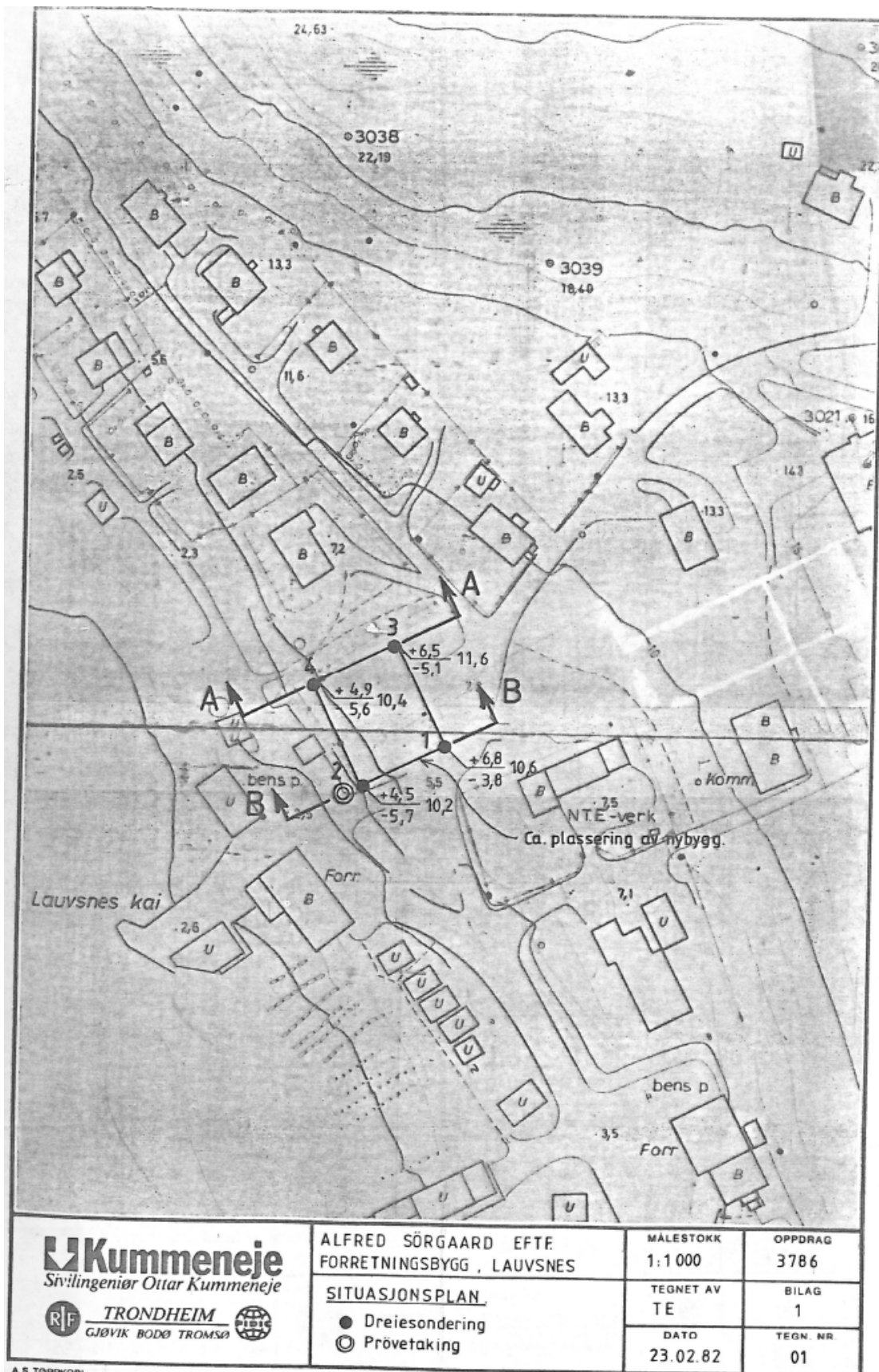
KONTR

TEGN. NR.

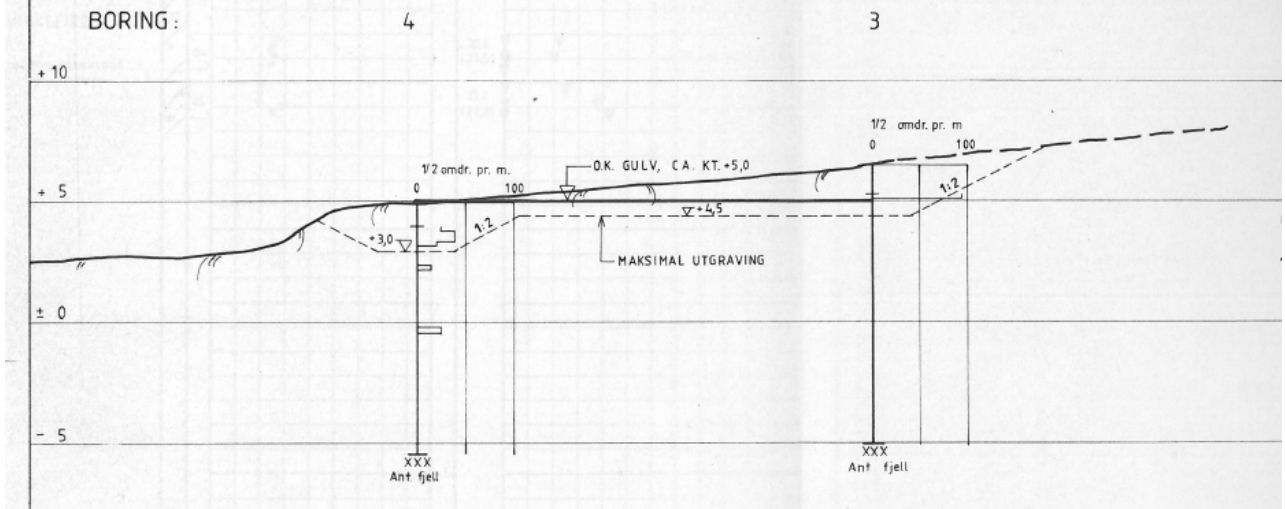
Terr.høyde: +17,0    Prøve ø: 54mm

106

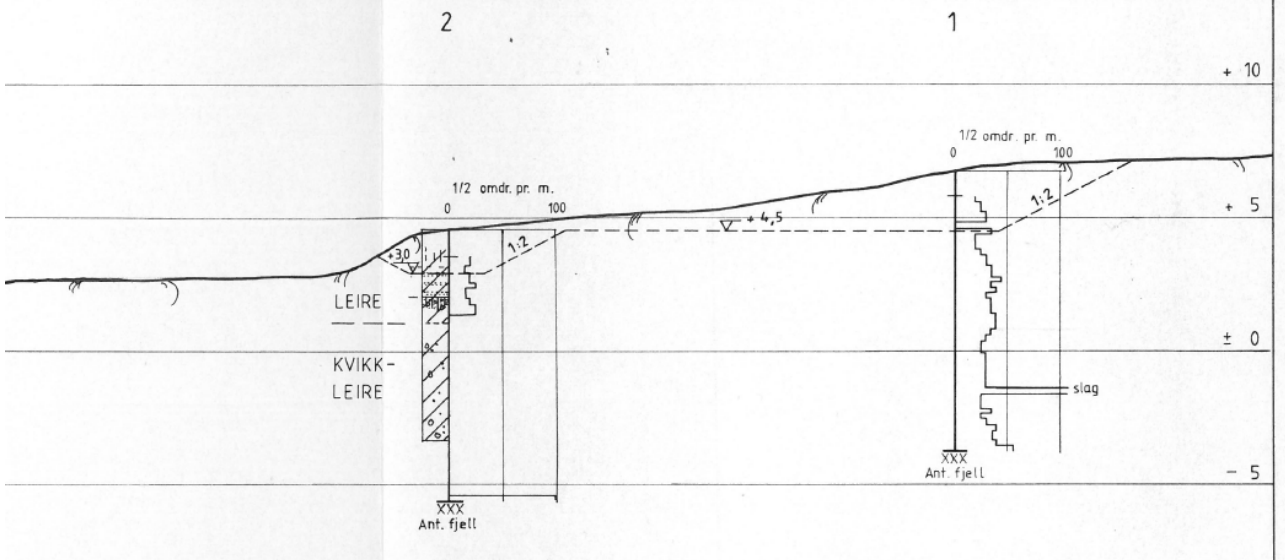
Kummeneje AS (1982). Alfred Sørgaards Eftf. Geoteknisk undersøkelse for nytt forretningsbygg, Lauvsnes. O.3786.



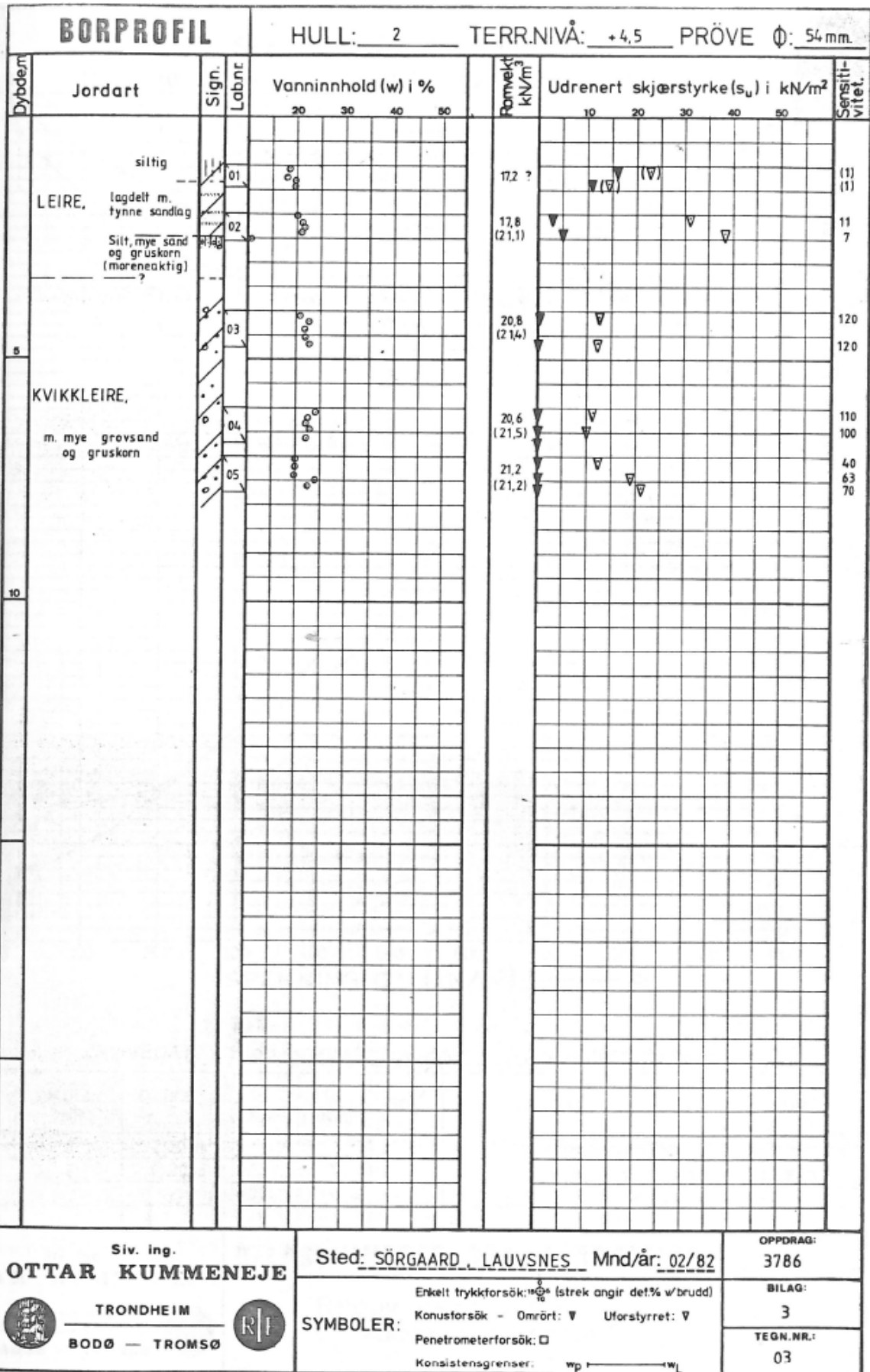
# PROFIL A.



# PROFIL B.



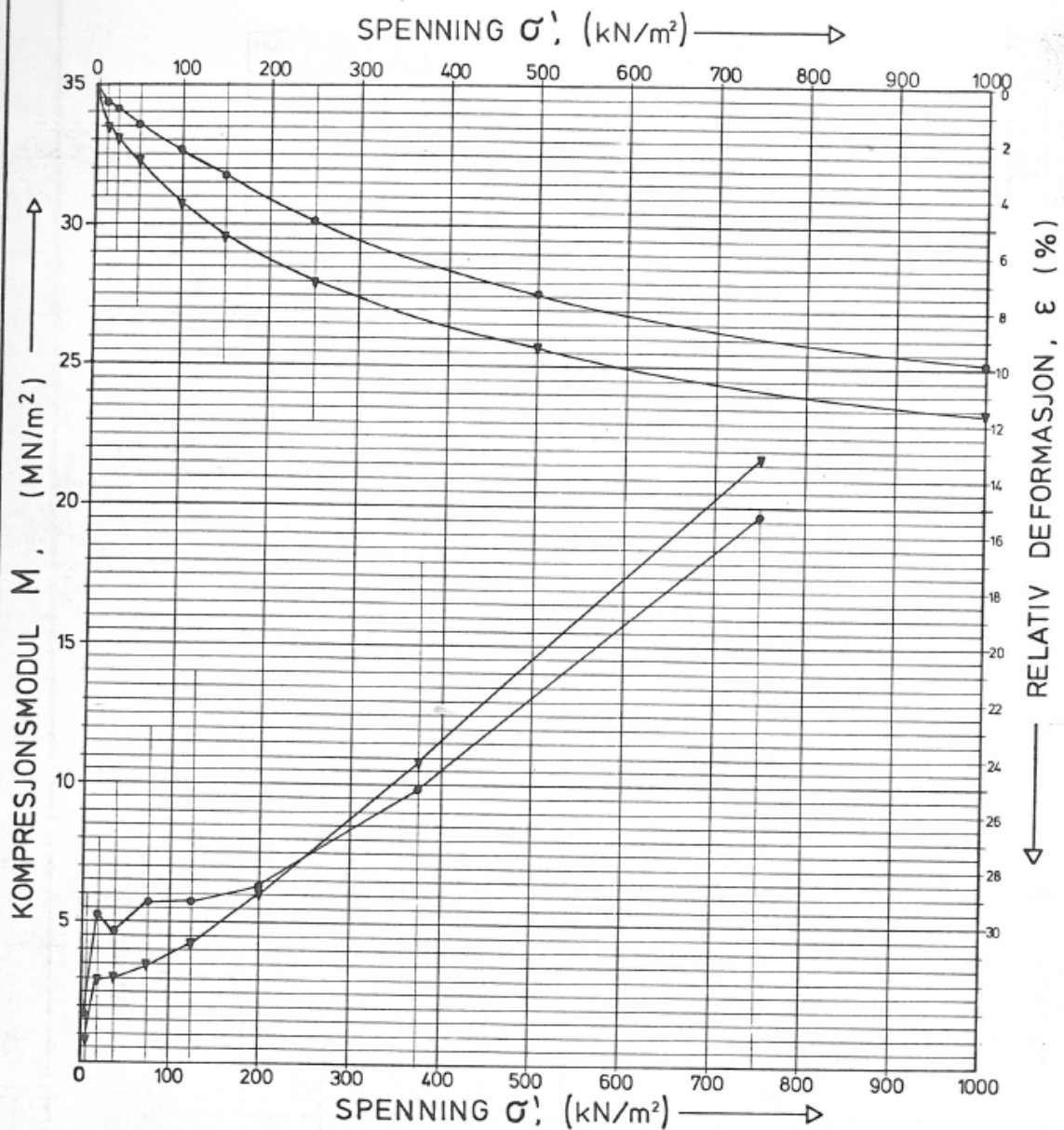




Siv. ing.  
**OTTAR KUMMENEJE**  
 TRONDHEIM  
 BODØ — TROMSØ

Sted: SÖRGAARD, LAUVSNES Mnd/år: 02/82  
 SYMBOLER:  
 Enkelt trykkforsøk: (strek angir def.% w/brudd)  
 Konusforsøk - Omrørt: Uforstyrret:   
 Penetrometerforsøk:   
 Konsistensgrenser:  $w_p$   $\longleftarrow$   $\longrightarrow$   $w_L$

OPPDRAG: 3786  
 BILAG: 3  
 TEGN.NR.: 03

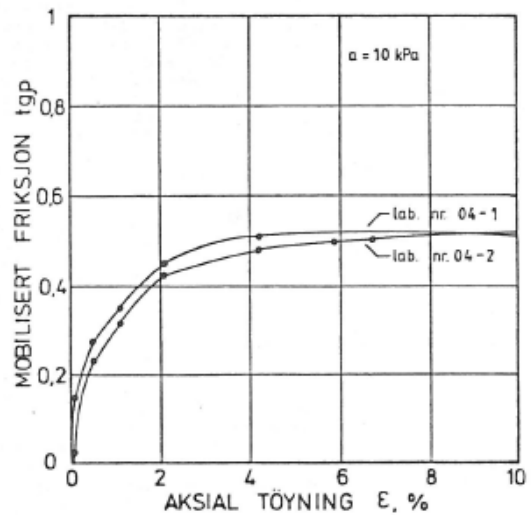
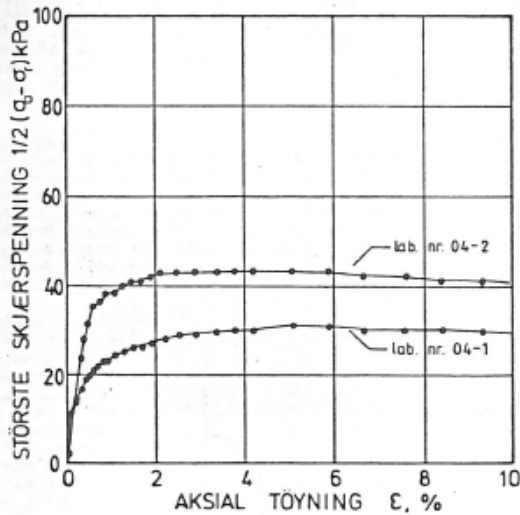
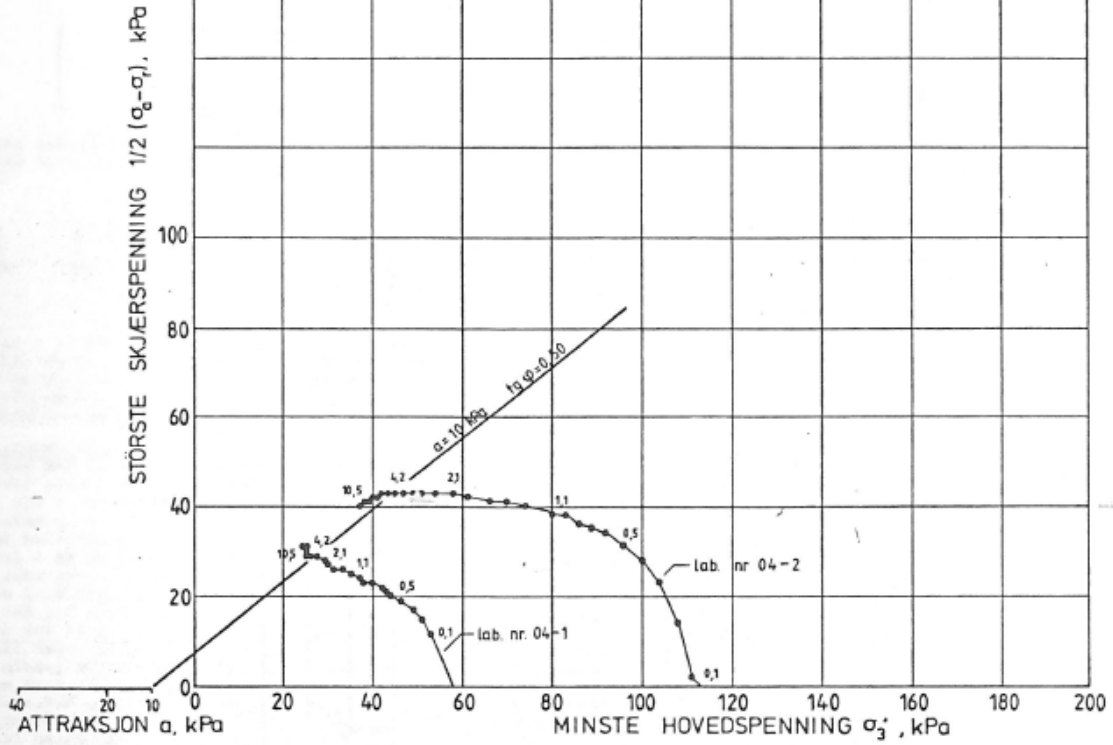


PRØVEDATA, Sted: SØRGAARD LAUVSNES Mnd/år: 02/82

LAB. NR:	HULL NR:	DYBDE:	$p_0'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$p_c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	OCR	JORDART	ANM.
02	2	2,20 m				LEIRE, lagdelt m. sandlag	○
03	2	4,30 m				LEIRE, m. sand og gruskorn	▼

Siv. ing. <b>OTTAR KUMMENEJE</b> TRONDHEIM BODØ — TROMSØ	<b>BELASTNINGSFORSØK I ØDOMETER</b>  Relativ deformasjon og kompresjonsmodul	OPPDRAG: 3786
		BILAG: 4
		TEGN. NR.: 04

HULL NR	LAB NR	PRØVE NR	DYBDE m	EFFOVERLAG SPENN, kPa	FORKONS. SPENN, kPa	ANM.
2	04	1	6,15			
		2	6,25			



**Kummeneje**  
Sivilingeniør Ottar Kummeneje



TRONDHEIM



Sted: SØRGAARD, LAUVSNES Mnd./år: 02 / 82

TREAKSIALFORSØK

OPPDRAG

3786

BILAG

5

TEGN. NR

05



Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m <sup>3</sup>	Udrenert skjærstyrke (s <sub>u</sub> ) i kN/m <sup>2</sup>					St
				20	40	60	80		10	20	30	40	50	
	FYLLMASSE (sprengstein med noe humus, sand og silt)													
	SAND/GRUS steinig													
	LEIRE, m. gruskorn													
5														
10														
15														
20														
								20,7 (20,6)	▼	▼				

Enkelt trykkforsøk: (strek angir def.% w/brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Ufarstyrret: ▼/▼  
 Penetrometerforsøk:    Konsistensgrenser: W<sub>p</sub> → W<sub>L</sub>    Andre forsøk:  
 T = Treaksialforsøk    Ø = Ødometerforsøk    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FLATANGER KOMMUNE  
REGULERINGSPLAN STRANDA

BORPROFIL HULL: 2

Terr. høyde: \_\_\_\_\_ Prove i: Graving

DATO  
05 / 87

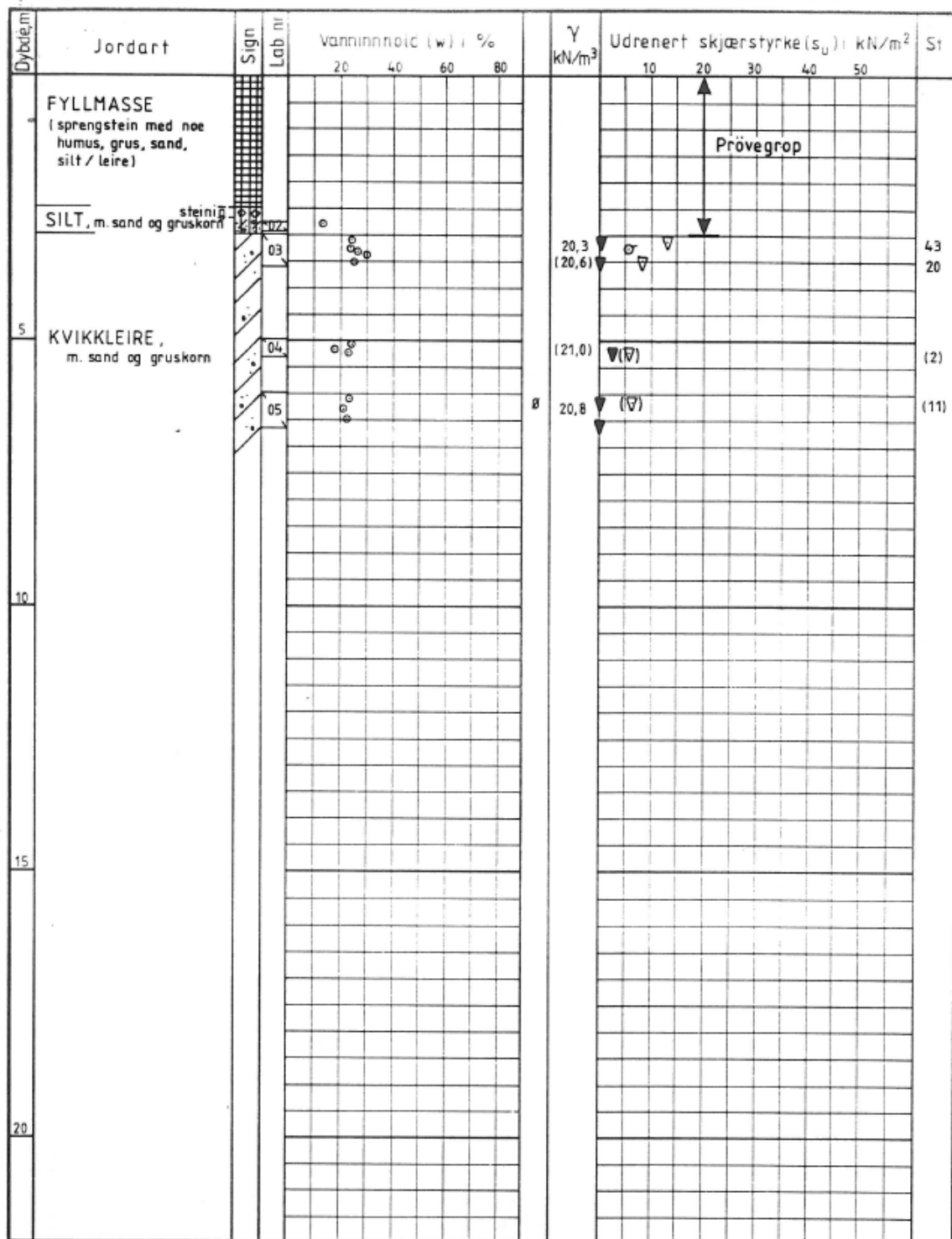
TEGNET AV  
KSt / SW

KONTR

OPPDRAG  
6445

BILAG  
7

TEGN-NR  
07



Enkelt trykkforsøk: (strek angir def% v/brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret:  $\nabla$  /  $\nabla$   
 Penetrometerforsøk:  $\square$     Konsistensgrenser:  $W_p$  ———  $W_L$     Andre forsøk:  
 T = Treaksialforsøk     $\emptyset$  =  $\emptyset$ dometer forsøk    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FLATANGER KOMMUNE  
REGULERINGSPLAN STRANDA

BORPROFIL HULL: 4

Terr.høyde: \_\_\_\_\_ Prøve  $\emptyset$ : 54 mm

DATE

05/87

TEGNET AV

KSt / SW

KONTR

OPPDAG

6445

BILAG

8

TEGN NR

08

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				$\gamma$ kN/m <sup>3</sup>	Udrenert skjærstyrke (s <sub>d</sub> ) i kN/m <sup>2</sup>					St		
				20	40	60	80		10	20	30	40	50			
5	LEIRE, sensitiv m. sand og gruskorn	.	06													
			07													
			08					20,0 (20,0)								8 9
			09					19,6 (19,8)								8 8
10																
15																
20																

Enkelt trykkforsøk:  $\sigma_1 - \sigma_3$  (strek angir def.% w/brudd)    Konusforsøk - Omrørt/Uforstyrret:  $\nabla / \nabla$   
 Penetrometerforsøk:  $\square$     Konsistensgrenser:  $W_p \text{ --- } W_L$     Andre forsøk:  
 T = Treaksialforsøk     $\emptyset$  =  $\emptyset$ dometerforsøk    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FLATANGER KOMMUNE  
REGULERINGSPLAN STRANDA

BORPROFIL HULL: 5

Terr. høyde: \_\_\_\_\_ Prøve  $\emptyset$ : 54 mm

DATO  
05 / 87

TEGNET AV  
KST / SW

KONTR

OPDRAG  
6445

BILAG  
9

TEGN. NR.  
09

Dybde, m	Jordart	Sign.	Lab. nr.	Vanninnhold (w) i %				γ kN/m <sup>3</sup>	Udrenert skjærstyrke (s <sub>u</sub> ) i kN/m <sup>2</sup>					St		
				20	40	60	80		10	20	30	40	50			
5	LEIRE, siltig, förrskorpe, m. sand og gruskorn god fasthet (Ant. oppfylt)															
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																

Enkelt trykkforsök: (strek angir def% w/brudd)    Konusforsök - Omrørt/Uforstyrret: /

Penetrometerforsök:    Konsistensgrenser:    Wp ———— WL    Andre forsök:

T = Treaksialforsök    Ø = Ødometerforsök    K = Kornfordeling

**Kummeneje**

Rådgivende ingeniører i  
Geoteknikk og Ingeniørgeologi

FLATANGER KOMMUNE  
REGULERINGSPLAN STRANDA

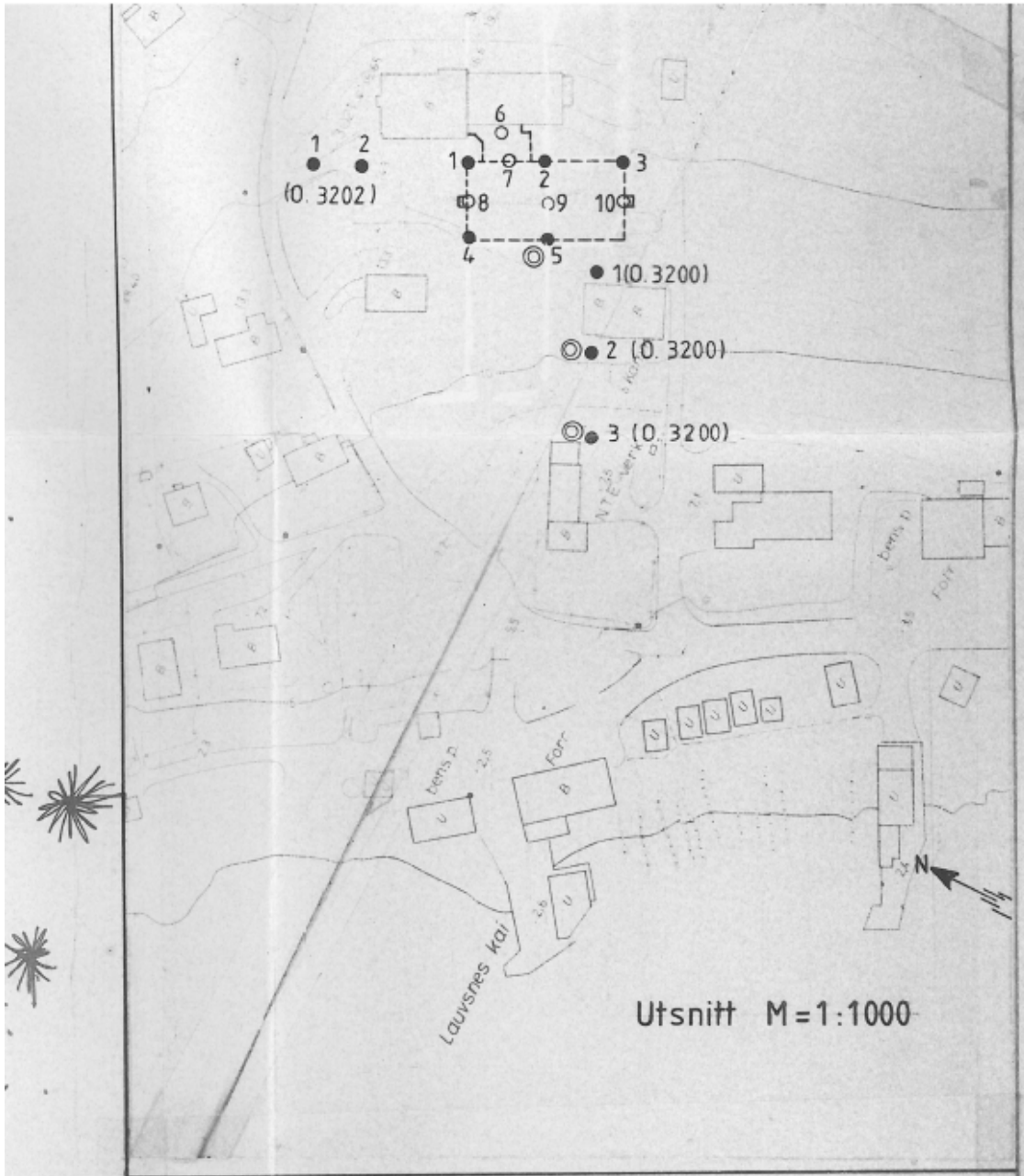
**BORPROFIL HULL: 8**

Terr. høyde: \_\_\_\_\_    Prøve ø: Graving

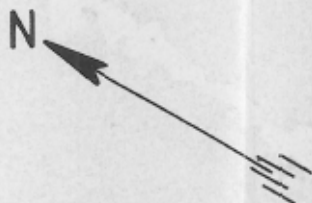
DATO	05/87	OPPDRAG	6445
TEGNET AV	KSt/SW	BILAG	10
KONTR		TEGN. NR	10



Kummeneje AS (1983). Flatanger kommune. Syke- og aldersheim, Lauvsnes. Grunnundersøkelse. Vurdering av fundamentering. Oppdrag O.3202-2.



Utsnitt M=1:1000



KORR.	KORREKSJONEN GJELDER	SIGN.	DATO
FLATANGER KOMMUNE		MÅLESTOKK	
SYKE- OG ALDERSHEIM, LAUVSNES		1: 200	
SITUASJONSPLAN		1: 1000	
● Dreiesondering		TEGNET AV	
○ Enkel sondering		EE / TE	
⊙ Prøvetaking		DATO	
terreng — boreddybde kote ant fjell		15.02.82	
		OPPDRAG	
		3202-2	
Kummeneje Sivilingeniør Ottar Kummeneje		BILAG	
TRONDHEIM GJØVIK BODØ TRONSD		1	
		TEGN. NR.	
		01	

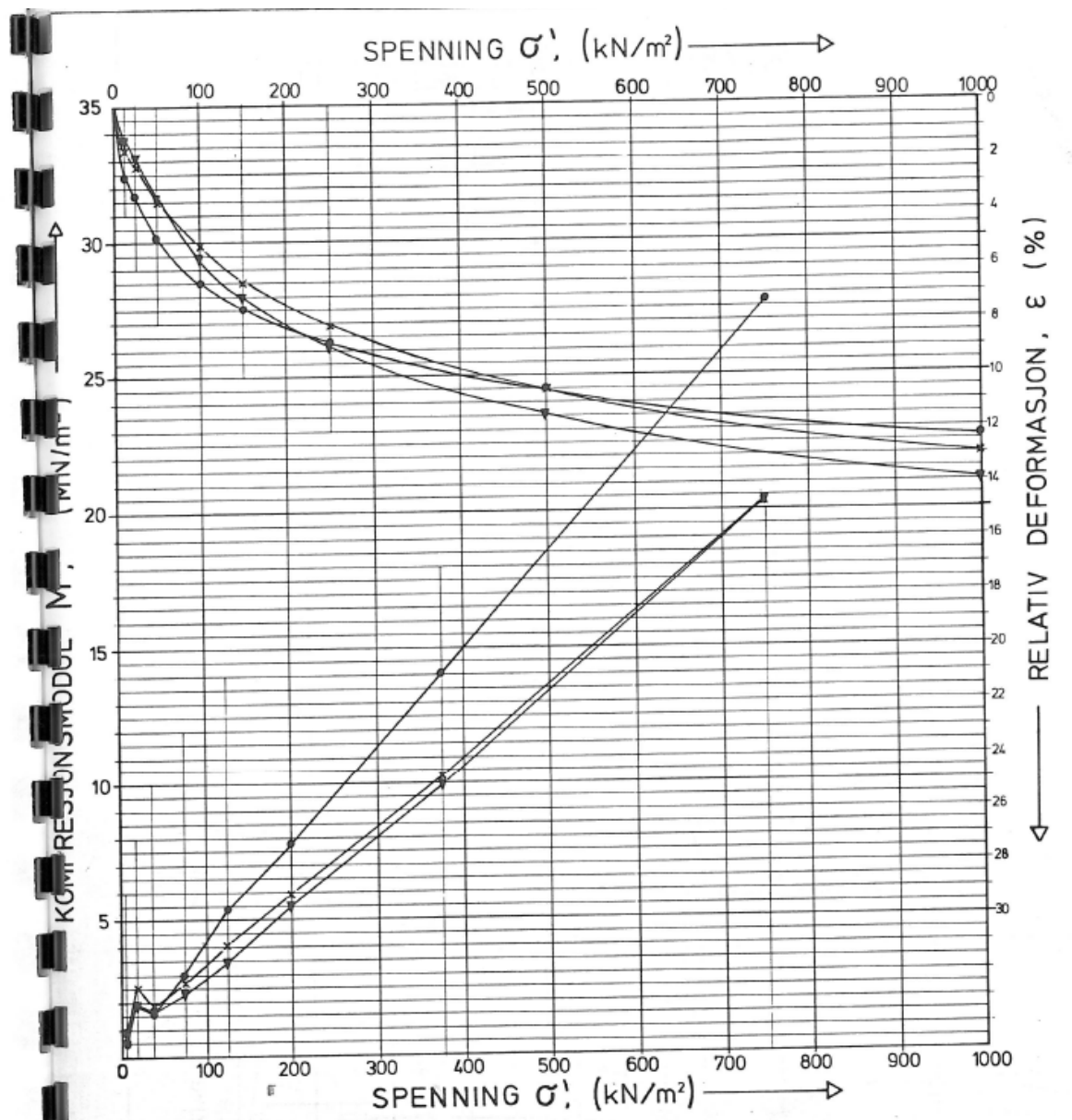
**BORPROFIL** HULL: 5 TERR.NIVÅ: +13,2 PRÖVE Ø: 54 mm

Dybde, m	Jordart	Sign.	Labnr.	Vanninnhold (w) i %				Kornvekt, kN/m <sup>3</sup>	Udrenert skjærstyrke (s <sub>u</sub> ) i kN/m <sup>2</sup>					Sensitivitet.
				20	30	40	50		10	20	30	40	50	
5	fårskorpevirkning		01					21,1	▽	▽	▽			(2)
								(21,2)	▽	(▽)				(2)
	lagdelt m. tynne silt og finsandlag en del grøvsand og grusblandet		02					20,5	▽	(▽)				(4)
								(20,6)	▽		▽			10
				03					20,1	▽		▽	● T	
								(20,1)	▽		▽			11
10	LEIRE		04					20,7	▽	(▽)	▽			6
								(20,6)	▽		▽			(4)
	mye grøvsand og grusblandet		05					21,2	▽		▽?	▽?		5?
								(21,0)	▽	(▽)				6?
														(4)

Siv. Ing.  
**OTTAR KUMMENEJE**  
 TRONDHEIM  
 BODØ — TROMSØ

Sted: LAUVSNES Mnd/år: 02/82  
 SYMBOLER:  
 Enkelt trykkforsøk: ○ (strek angir det. % w/brudd)  
 Konusforsøk - Omrørt: ▽ Uforstyrret: ▽  
 Penetrometerforsøk: □ Treaksialforsøk: ●  
 Konsistensgrenser: w<sub>p</sub> — w<sub>L</sub>

OPPDRAG: 3202-2  
 BILAG: 3  
 TEGN.NR.: 03

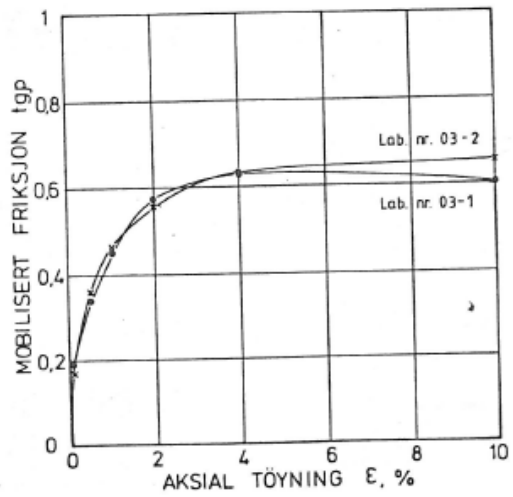
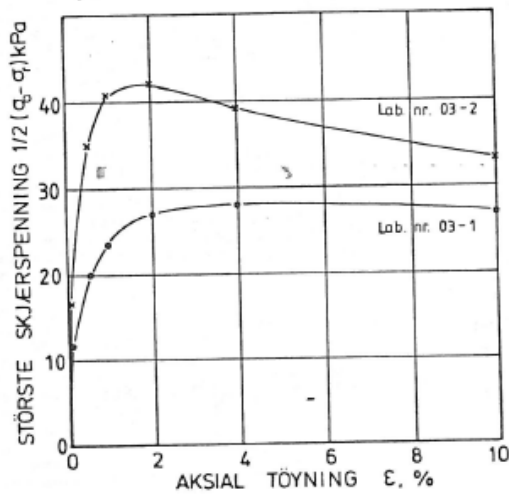
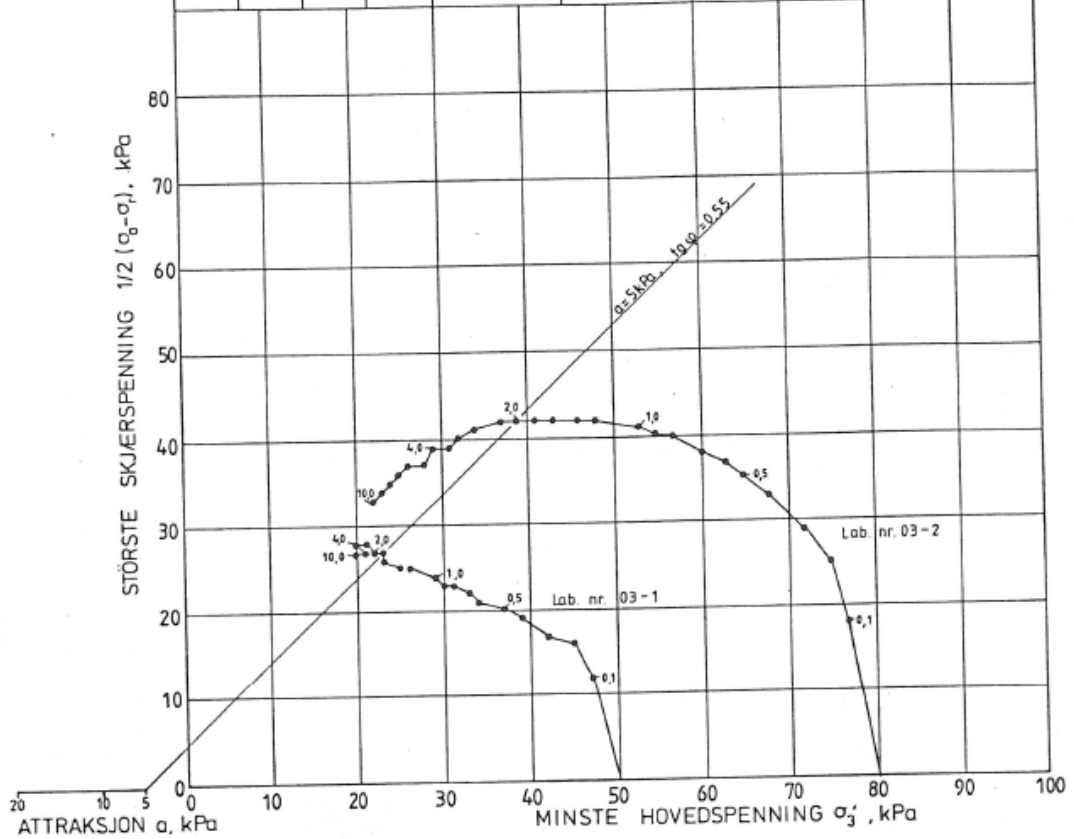


PRØVEDATA, Sted: LAUVSNES Mnd/år: 02/82

LAB. NR:	HULL NR:	DYBDE:	$p_0^c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$p_c^c$ (kN/m <sup>2</sup> )	OCR	JORDART	ANM.
01	5	2,25 m				LEIRE, m. grovsand og gruskorn	●
02	5	3,40 m				" " " "	▼
04	5	6,25 m				" " " "	*

Siv. ing. <b>OTTAR KUMMENEJE</b> TRONDHEIM BODØ — TROMSØ	<b>BELASTNINGSFORSØK I ØDOMETER</b> Relativ deformasjon og kompresjonsmodul	OPPDRAG: 3202-2
		BILAG: 4
		TEGN. NR: 04

HULL NR.	LAB NR.	PRØVE NR.	DYBDE m.	EFF. OVERLAG SPENN. kPa	FORKONS. SPENN. kPa	ANM.
5	03	1	4,35			
		2	4,50			



**Kummeneje**  
Sivilingeniør Ottar Kummeneje



TRONDHEIM

GJØRER BUDGET TRONHEIM



Sted: LAUVSNES Mnd./år: 02 / 82

### TREAKSIALFORSØK

OPPDRAG  
3202-2

BILAG  
5

TEGN. NR.  
05

# Utførte aksjoner etter 3. partskontroll



<b>Oppdragsgiver:</b>	Flatanger kommune			
<b>Oppdrag:</b>	Lauvsnes Flatanger – Områdevurdering Lauvsnes			
<b>Oppdragsnummer:</b>	413941			
<b>Dato 3. partskontroll:</b>	03.05.2011			
<b>Dato revisjon:</b>	10.03.2011			
<b>Revisjonsnr. 3. partskontroll:</b>	NGI Trondheim			
<b>Totalt sider skjema:</b>	11			
	<b>Dok. nr.</b>	<b>Tittel</b>	<b>Dato</b>	<b>Firma</b>
Dok. underlagt kontroll:	1 413941-1 413941-2 413941-RIG 01 413941-2, rev.1	Vurdering av områdestabilitet Lauvsnes. Beregnings- og vurderingsrapport.	10.03.2011	Multiconsult
Utført av:	Rolf Sandven, Erik Schiøtz			
Kontrollert av:	Erling Romstad			<i>Erling Romstad</i>
Godkjent av:	Olav Årbogen			

## Beskrivelse av oppdraget:

Notatet beskriver Multiconsults reaksjoner og planlagte oppfølging som følge av kommentarer fra NGIs uavhengige kontroll av rapport 413941-2, rev.1. Korreksjoner etter kommentarene er tatt hensyn til i vår endelige rapport 413941-2, rev.2 som utsendes om kort tid. Notatet oversendes Flatanger kommune v/Hans Petter Haukø, Arcon prosjekt v/Alf Rune Strømhylden og NGI Trondheim v/Ragnar Moholdt og Eystein Enlid.

## KONTROLLSTATUS

Kontrollkode	Forklaring	Kommentar	Kommentarkategori
OK	Kontrollert og godkjent. Eventuelt med kommentar.	TS R	Teknisk spørsmål Råd
ANM	Kontrollert med anmerkning. Godkjent med forbehold.	TA F	Teknisk anmerkning Forbehold
IG	IKKE godkjent. Eventuelt med kommentar.	A MS	Avklares Manglende samsvar
IR	Ikke relevant. Eventuelt med kommentar	Å L	Åpen Lukket

Kommentar	Utført aksjon	Kategori <sup>1)</sup>	Status <sup>2)</sup>
<b>Enkelboringer</b>			
Generelt	<p><i>Kommentarer fra uavhengig kontrollør omhandler i all vesentlighet stabilitetsforhold og parameterbestemmelse i Faresone 1 i Lauvsnes sentrum. Stabilitetsforholdene vil her bli vurdert i forbindelse med detaljprosjekteringen sv tilbygg på SPAR-butikken. I den forbindelse planlegges gjennomført supplerende grunnundersøkelser konsentrert langs Profil CC-2, med siktemål å forbedre parametergrunnlaget for nye stabilitetsanalyser. Dette inkluderer blant annet aktive og passive treaksialfrosøk, kontinuerlige ødometerforsøk samt poretrykksmålinger. Avklaringer knyttet til dette er gitt status IG i dette notatet, begrunnet med at dette er nødvendig for å bringe utredningsnivået i denne faresonen opp på reguleringsplannivå.</i></p> <p><i>For Faresone 2 er det vurdert og gjennomført en mindre nyansering av faresoneinndelingen, men uten nye stabilitetsvurderinger. Sikringstiltak må detaljprosjekteres i denne faresonen.</i></p> <p><i>Faresone 3 og 5 anses utredet på kommuneplannivå, men utredningsnivået gir et godt utgangspunkt for reguleringsplaner i området.</i></p> <p><i>Faresone 4 anses utredet på reguleringsplannivå.</i></p>	-	-
1 Tolking av kvikkleire – metode	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
2 Tilstrekkelig boreddybde iht topografi	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
3 Kvalitetsklasse kontrollert	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Type undersøkelser</b>			
4 DTR/Totalsondering for sone-Begrensning	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
5 CPTU/prøvetaking eller vinge boring for parametertolkning	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Omfang</b>			
6 Tilstrekkelig mengde til å begrunne soneendring	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
7 Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Materialparametre for bruk i stabilitetsanalyser</b>			

8 Dokumentert grunnlag for valg av parametre	<p><u>Kommentar:</u> Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretryksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretryksfordeling og anisotropiforhold.</p>	ANM	Å
9 Konsolideringsforhold vurdert fra terreng/ødometer, sammenligning med CPTU	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p> <p><b>Merknad:</b> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene i Faresone 1, se pkt. 40.</p>	OK	L
10 Anisotropi vurdert	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
11 Brukt prinsipp om tøyingskompatibilitet, også ved valg av anisotropiforhold	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
12 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p> <p><b>Merknad:</b> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene i Faresone 1, se pkt. 40.</p>	OK	L
13 Justert skjærfasthet i forhold til eventuelle terrengendringer	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
14 Reduksjon av $s_u$ fra blokkprøver	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L

15 Reduksjon av $s_u$ fra CPTU for sensitive leirer	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen	OK	L
16 Korreksjon av $s_u$ fra vingebor	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen	IR	L
17 Årstidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser vurdert	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen pålagte.  <b><u>Merknad:</u> Det skal gjennomføres videre utredningsarbeid i forbindelse med tilbygg SPAR Flatanger, blant annet med oppfølging av poretrykk i byggefasen. Nye målinger vil bli foretatt i 2 nye fjernavleste piezometerstasjoner i den forbindelse slik at eventuelle årstidsvariasjoner kan vurderes.</b>	OK	L
18 Minimum en piezometerstasjon med piezometre i to dybder	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen pålagte.  <b><u>Merknad:</u> Det skal gjennomføres videre utredningsarbeid i forbindelse med tilbygg SPAR Flatanger, blant annet med oppfølging av poretrykk i byggefasen. Nye målinger vil bli foretatt i 2 nye fjernavleste piezometerstasjoner i den forbindelse slik at eventuelle årstidsvariasjoner kan vurderes, se pkt. 40.</b>	OK	L
19 Valg av designparametre – udrenert skjærfasthet	<u>Kommentar:</u> <i>Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</i>  <u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretrykksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretrykksfordeling og anisotropiforhold.	<b>ANM</b>	<b>Å</b>
20 Valg av designparametre – effektivspenningsparametre	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen pålagte	OK	L



	<b>Merknad:</b> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene i Faresone 1, se pkt. 40.		
21 Valg av designparametre – anisotropiforhold	<p><u>Kommentar:</u> Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretryksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretrykksfordeling og anisotropiforhold, se pkt. 40.</p>	ANM	Å
22 Valg av designparametre – tyngdetetthet	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Profilvalg – bruddtyper</b>			
23 Profilplassering (basert på OCR-forhold, høydeforskjeller, erosjonsforhold og lignende)	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
24 Lokal og global stabilitet undersøkt – påvisning av kritisk flate	<p><u>Kommentar:</u> Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene.</p>	IG	Å
25 Alle aktuelle skredtyper vurdert	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L

26 Skred fra utenfra området vurdert	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> <i>Ingen</i>	IR	L
<b>Analyse</b>			
27 Dagens og fremtidig situasjon – drenert jordoppførsel	<u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</i>  <u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.	IG	Å
28 Dagens og fremtidig situasjon – udrenert jordoppførsel (ADP anvendt eller $s_u$ redusert tilstrekkelig iht anisotropiforhold)	<u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</i>  <u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.	IG	Å
29 Anvendt beregningsprogram basert på grenselikevektsmetoden eller elementmetoden	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> <i>Ingen</i>	OK	L
30 Valgfri metode: Skjærtøyning langs kritisk glideflate sammenlignet med kurver fra treksialforsøk	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> <i>Ingen</i>	OK	L
31 Modellering - lagdeling - tørrskorpe modellert, evt. med vannfylt sprekk - fasthetsprofiler	<u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</i>	ANM	Å



<p>(nivåer/interpolering)</p> <p>- grunnvannstand, poretrykksprofiler</p>	<p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.</p>		
<p><b>Sikkerhetsnivå – krav til dokumentasjon</b></p>			
<p>32 Beregnet materialkoeffisient <math>\gamma_m</math></p>	<p><u>Kommentar:</u> Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene. Geometriforutsetningene på land vurderes.</p>	<p><b>IG</b></p>	<p>Å</p>
<p>33 Nødvendig prosentvis forbedring vurdert ved <math>\gamma_m &lt; 1,4</math></p>	<p><u>Kommentar:</u> Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.</p>	<p><b>IG</b></p>	<p>Å</p>
<p>34 Tilleggskrav med hensyn til erosjon etc.</p>	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	<p>OK</p>	<p>L</p>
<p>35 Krav om mer avanserte grunnundersøkelser</p>	<p><u>Kommentar:</u> Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive</p>	<p><b>ANM</b></p>	<p>Å</p>

	<p><i>treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</i></p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretryksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretryksfordeling og anisotropiforhold.</p>		
36 Oppdatere faregradsevaluering	<p><u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i></p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Kontrollkrav</b>			
37 Gjennomført internkontroll dokumentert	<p><u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i></p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Tiltak</b>			
38 Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	<p><u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri. Detaljprosjektering av foreslått motfylling forutsettes i forbindelse med stabiliseringstiltak i <b>Faresone 2</b>.</i></p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40. Detaljprosjektering av foreslått motfylling vil bli gjennomført i <b>Faresone 2</b>, som grunnlag for gjennomføring av nye tiltak i området. Alternative tiltak vurderes hvis ikke reviderte forutsetninger er tilstrekkelig for forbedring av stabiliteten.</p>	IG	Å
39 Vurdert behov for soneendring	<p><u>Kommentar 1:</u> <i>I den nordligste del av <b>Faresone 1</b> overlapper denne med <b>Delområde D</b> hvor det anbefales prosjektering iht NS 3480, dvs NVEs retningslinjer settes til side.</i></p> <p><u>Handling 1:</u> NVEs retningslinjer skal gjelde for hele utredningsområdet, og teksten korrigeres på dette punktet slik at det er NVEs retningslinjer som er gjeldende.</p> <p><u>Kommentar 2:</u> <i><b>Faresone 2</b> strekker seg helt opp til skolen og overlapper i øverste del av sonen med <b>Delområde D</b>, der enklere saksgang kan tillates. Uavhengig kontrollør NGI er enig med</i></p>	ANM	Å

	<p><i>Multiconsult om at enklere saksgang kan tillates for den øverste delen av den inntegnede faresonen. NGI foreslår at Multiconsult vurderer å begrense utstrekningen av faresonen oppover ved ca. kt 15. Lokal forekomst av kvikkleire ved Flatangerhallen avmerkes på kart, men uten å være del av en faresone.</i></p> <p><u>Handling 2:</u> Multiconsult tar bare forslaget om revurdering av sonegeometri delvis tilfølge. Vi opprettholder <b>Faresone 2</b> med kontinuerlig kvikkleire opp mot skolen. Det innføres en overgangssone der det tillates enklere saksgang, markert med grønn skravur i tegning 413941-4 rev. 2. Som tidligere påpekt av NGI er det ikke utelukket at deler av overgangssone er representert med kvikkleire i grunnen, noe som åpner for kontinuerlige kvikkleirelag eller større lommer med kvikkleire i denne delen av <b>Faresone 2</b>.</p>		
40 Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser	<p><u>Kommentar:</u> <i>Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i Faresone 1 for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i profil CC-2. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøvekvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</i></p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretrykksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Multiconsult har forutsatt følgende borprogram for supplerende grunnundersøkelser:</p> <p><u>Feltundersøkelser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dreietrykksonderinger: 2 til 3 punkt</li> <li>• Trykksonderinger med poretrykksmåling, CPTU: 2 til 3 punkt</li> <li>• Uforstyrrede prøveserier, ø76 mm diameter: 1 til 2 punkt</li> <li>• Poretrykksmålinger m/fjernavlesning: 2 nivåer i 2 stasjoner, tilsvarende</li> </ul> <p><u>Laboratorieundersøkelser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rutineundersøkelser på opptatte prøver: 8 sylindre</li> <li>• Kontinuerlige ødometerforsøk: 2 forsøk</li> </ul>	<b>ANM</b>	<b>Å</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Treksialforsøk, aktive: 4 forsøk</li> <li>• Treksialforsøk, passive: 2 forsøk</li> </ul> <p>Forsøksprogrammet forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretrykksfordeling og anisotropiforhold. Dette vil gi sikrere vurdering av stabiliteten i området, noe som vil være avgjørende i forhold til gjennomførbarheten av prosjektet.</p>		
41 Oppdatert skadekonsekvens- og faregradsevaluering (ROS-analyse)	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
42 Faresone- og skadekonsekvensvurdering	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Helhetsvurdering/Tilleggs kommentar</b>			
<b>Diverse</b>			
	<p><u>Kommentar:</u> Når utredningen er ferdig må rapport sendes til NVE for implementering av faresonen (med evaluering) i den nasjonale databasen.</p> <p><u>Handling:</u> Dette vil bli gjort etter at stabiliteten i <b>Faresone 1</b> er ferdig utredet på reguleringsplannivå.</p>		



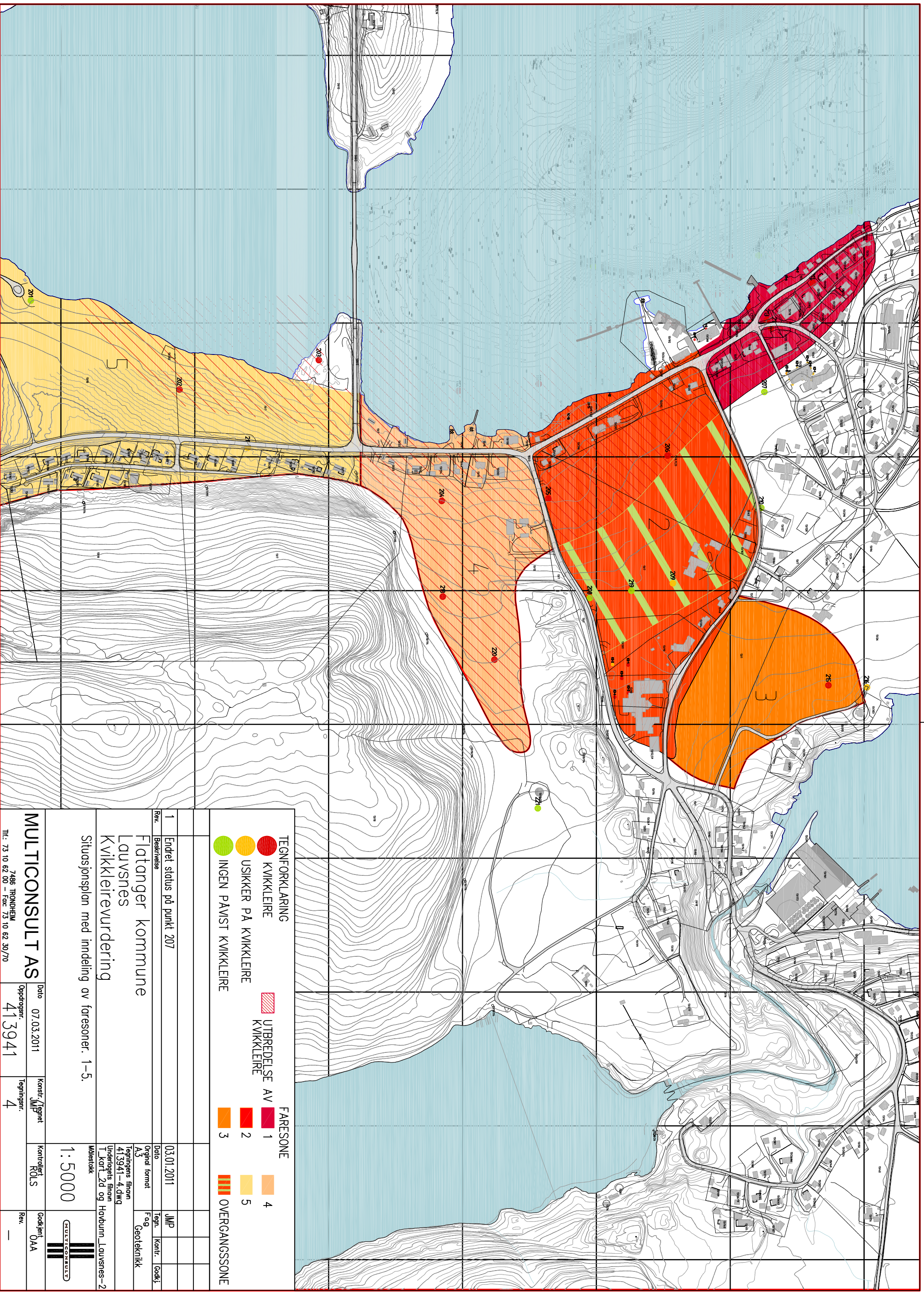
OVERSIKTSKART				Borplan nr.	-1
FLATANGER KOMMUNE LAUVSNES				Målestokk	1:50 000
MULTICONSULT AS					
Dato		Tegnet	Kontrollert		
19.05.2010		JMP		Rev.	
Oppdragsnr.		Tegningsnr.			
413941		0			
7486 Trondheim Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70					







Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	FLATANGER KOMMUNE LAUVSNES GRUNNUNDERSØKELSER	Original format A2	Fag	geoteknikk	
	SJØBUNNSKART	Tegningens filnavn 413941-2-sjøbunnskoter.dwg			
		Underlagets filnavn T_kart_2D og Havbunn_Lauvsnes-2			
		Målestokk	1:2000		
MULTICONSULT AS		Dato	11.06.2010	Konstr./Tegnet	Kontrollert
7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		Oppdragsnr.	413941	Tegningsnr.	2
				Godkjent	Rev.



<b>TEGNFORKLARING</b>	<b>FARESONE</b>
● KVIKLEIRE	■ 1
● USIKKER PÅ KVIKLEIRE	■ 2
● INGEN PÅVIST KVIKLEIRE	■ 3
	■ 4
	■ 5
	■ OVERGANGSSONE
■ UTBREDELSE AV KVIKLEIRE	

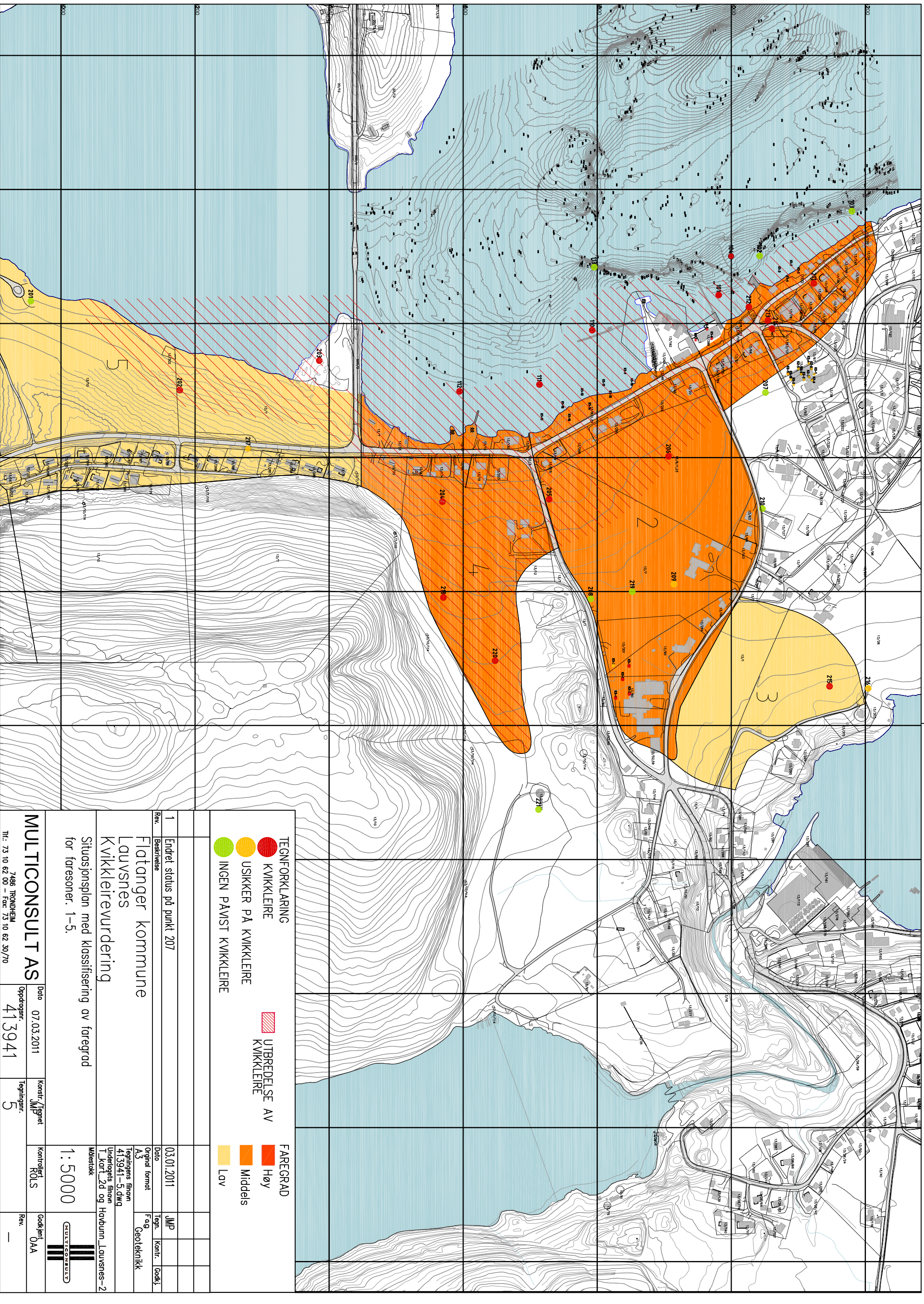
1	Endret status på punkt 207				
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	Flatanger kommune Lauvsnes Kvikleirevurdering	03.01.2011	JMP		
	Situasjonsplan med inndeling av faresoner. 1-5.	Original format	Fag	Geoteknikk	
		Tegningens filnavn 413941-4.DWG			
		T.Kart, 2d og Høybunn Lauvsnes-2			
		Målestokk			
		1:5000			

**MULTICONSULT AS**

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

Dato	07.03.2011	Konstr./Tegnet	JMP	Kontrollert	ROLS	Godkjent	OAA
Oppdragsnr.	413941	Tegningssnr.	4				

**MULTICONSULT**

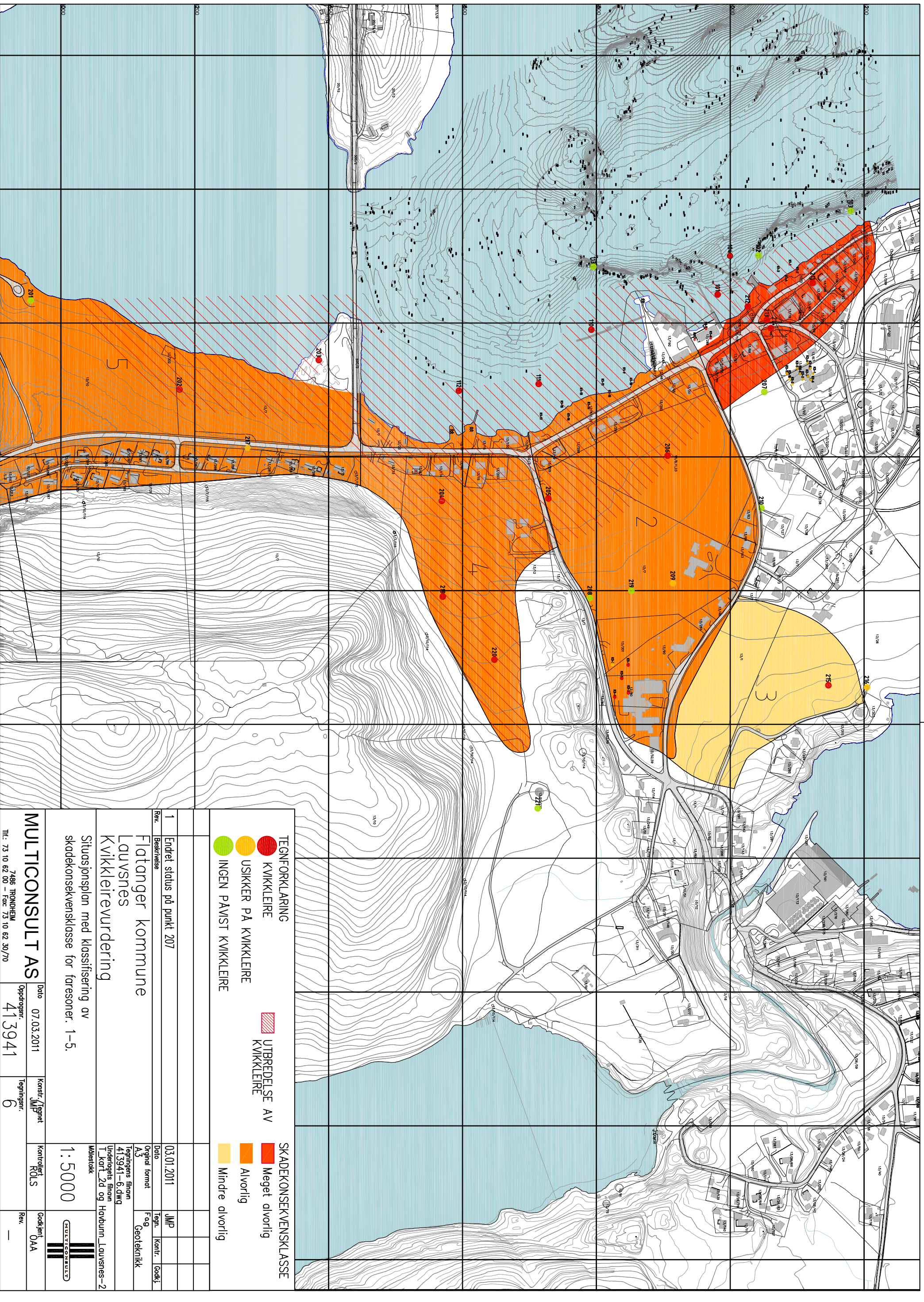


TEGNFORKLARING		FAREGRAD	
<span style="color: red;">●</span>	KVIKLEIRE	<span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Høy
<span style="color: orange;">●</span>	USIKKER PÅ KVIKLEIRE	<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Middels
<span style="color: green;">●</span>	INGEN PÅVIST KVIKLEIRE	<span style="background-color: lightyellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Lav
<span style="background-color: white; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	UTBREDELSE AV KVIKLEIRE		

Rev.	Endret status på punkt 207	Dato	JMP
1	Endret status på punkt 207	03.01.2011	JMP

Flatanger kommune  
 Lauvsnes  
 Kvikkleirevurdering  
 Situasjonsplan med klassifisering av faregrad  
 for faresoner. 1-5.

<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato	07.03.2011	Konstr./Tegnet	JMP	Kontrollert	RÖLS	Godkjent	OAA
7486 TRONDHEIM		Oppdragsnr.	413941	Tegningsnr.	5				
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70									



<b>TEGNFORKLARING</b>	<b>KVIKLEIRE</b>	<b>UTBREDELSE AV KVIKLEIRE</b>	<b>SKADEKONSEVENSKLASSE</b>
	<b>USIKKER PÅ KVIKLEIRE</b>		<b>Meget alvorlig</b>
	<b>INGEN PÅVIST KVIKLEIRE</b>		<b>Alvorlig</b>
			<b>Mindre alvorlig</b>

1	Endret status på punkt 207				
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Flatanger kommune  
Lauvsnes  
Kvikkleirevurdering

Situasjonsplan med klassifisering av skadekonsekvensklasse for faresoner. 1-5.

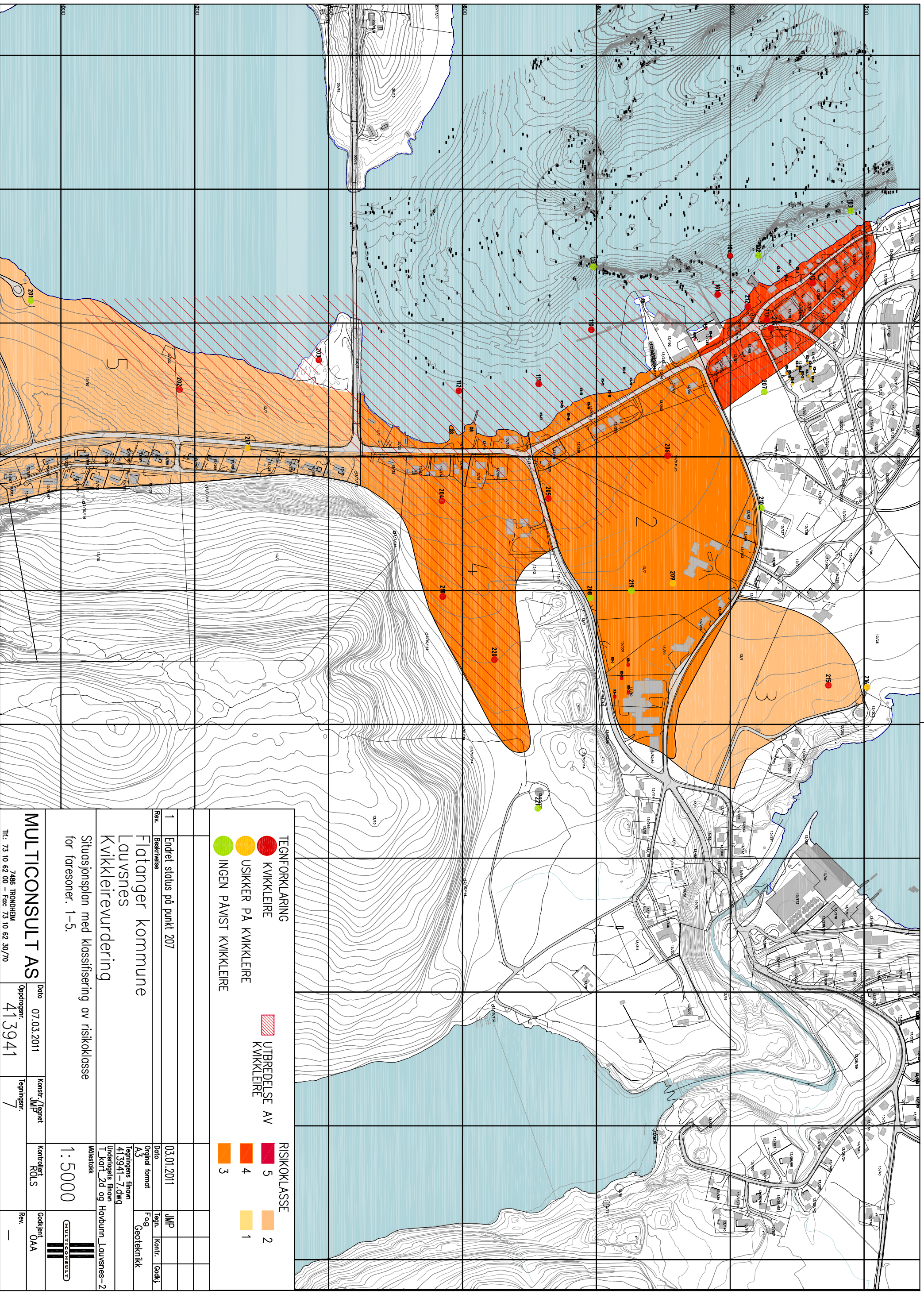
**MULTICONSULT AS**  
7486 TRONDHEIM  
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato	07.03.2011	Konstr./Tegnet	JMP	Kontrollert	RÖLS	Godkjent	OAA
Oppdragsnr.	413941	Tegningsnr.	6				

Målestokk  
**1:5000**

Tegningens filnavn  
413941-6.DWG  
Underlagets filnavn  
T\_Kart\_2d og Hovbunn\_Lauvsnes-2

Geoteknikk



**TEGNFORKLARING**

- KVIKKLEIRE
- USIKKER PÅ KVIKKLEIRE
- INGEN PÅVIST KVIKKLEIRE
- UTBREDELSE AV KVIKKLEIRE

**RISIKOKLASSE**

- 5
- 2
- 4
- 1
- 3

1	Endret status på punkt 207				
Rev.	Beskrivelse	Dato	JMP	Tegn.	Kontr. Godkj.

Flatanger kommune  
Lauvsnes  
Kvikkleirevurdering

Situasjonsplan med klassifisering av risikoklasse for faresoner. 1-5.

Målestokk  
**1:5000**

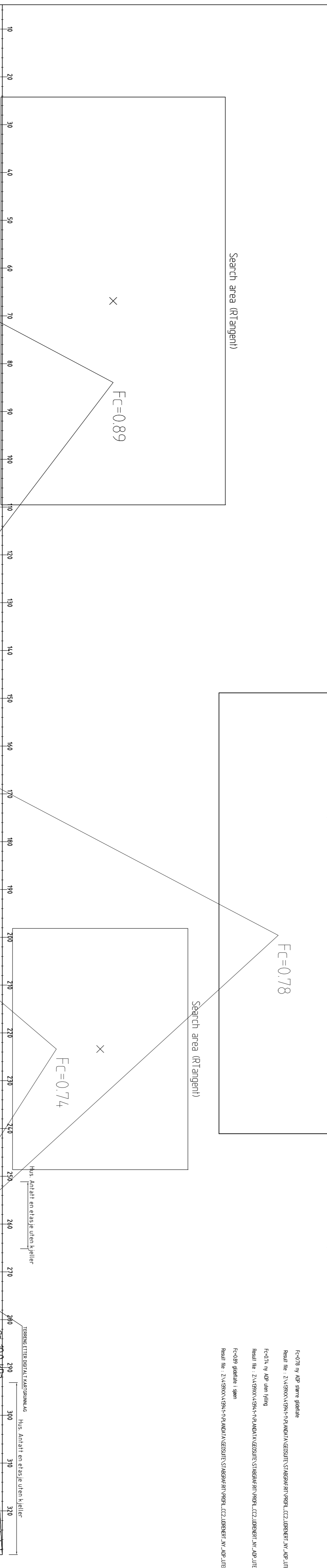
**MULTICONSULT AS**

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

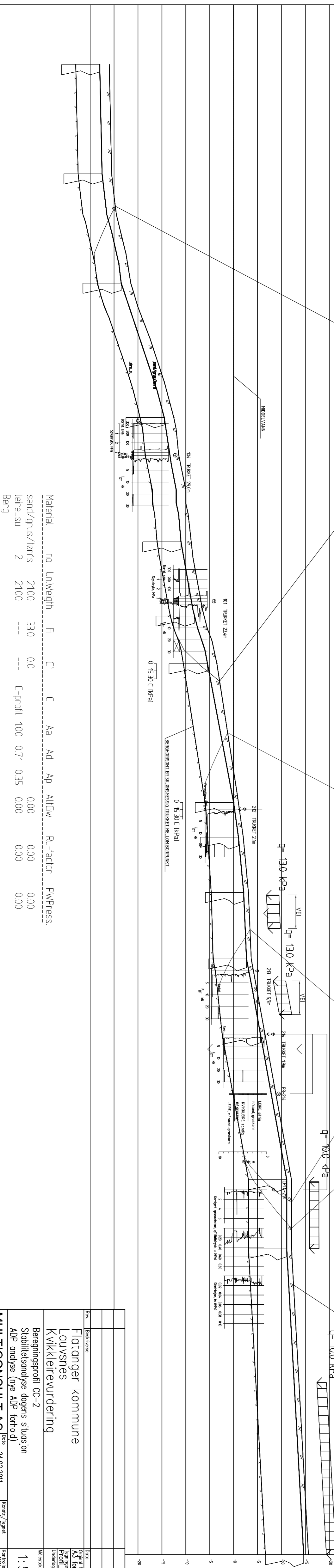
Dato	07.03.2011	Konstr./Tegnet	JMP	Kontrollert	RÖLS	Godkjent	OAA
Oppdragsnr.	413941	Tegningsnr.	7				

Tegningens filnavn: 413941-7.DWG  
Underlagets filnavn: T\_Kart\_2d og Hovbunn\_Lauvsnes-2

**MULTICONSULT**



F-c-078 by ADP sære gælder  
 Resultat fra: ZAVSROK VERN-PLANMÅLINGEN UDEN SÆLLE  
 F-c-078 by ADP sære gælder  
 Resultat fra: ZAVSROK VERN-PLANMÅLINGEN UDEN SÆLLE  
 F-c-078 by ADP sære gælder  
 Resultat fra: ZAVSROK VERN-PLANMÅLINGEN UDEN SÆLLE



Material	no	Unvægt	F <sub>1</sub>	C	A <sub>0</sub>	A <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>	A <sub>l</sub>	A <sub>l</sub> C <sub>w</sub>	Ru-faktor	Pw/Press
sand/grus/ærens	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---
leire-su	2100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Berg	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

By Flåtanger kommune Lousvnes Kvikkleivvurdering Begretningsprofil CC-2 Stabilitetsundersøgt dagers situation ADP analyse (nye ADP forhold) <b>MULTICONSULT AS</b>	Dato 24.02.2011	Skala 1:500	Tegning 1
---	--------------------	----------------	--------------

TEL: 73 10 02 00  
 FAX: 73 10 02 01  
 E-MAIL: info@multiconsult.no

Påra gdi/for  
 sammensatt, FcH=207  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSUITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3187

Search area (RTangen)  
 alle laster, versjone side, FcH=207  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSUITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3186

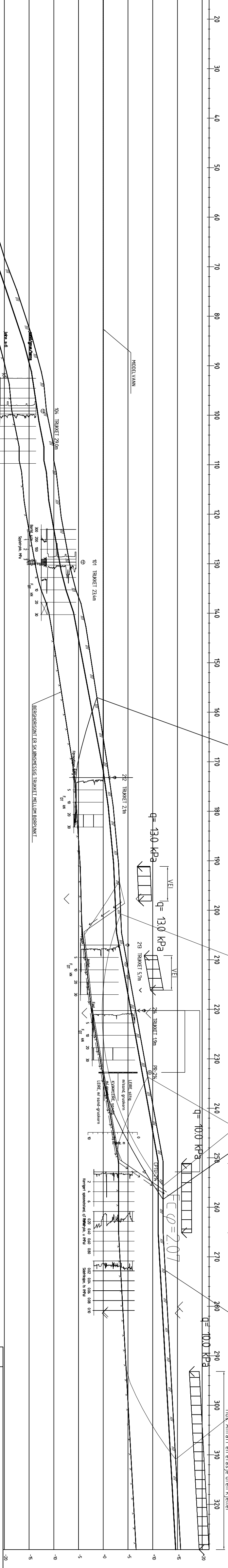
Search area (RTangen)  
 all laster, FcH=186  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSUITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3185

Search area (RTangen)  
 alle laster, høyre side, FcH=135  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSUITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3184

FC  $\phi = 2.07$

FC  $\phi = 1.86$

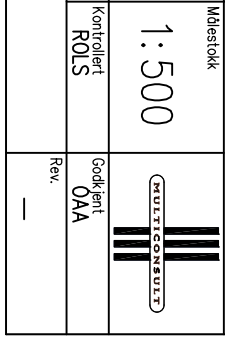
FC  $\phi = 4.35$

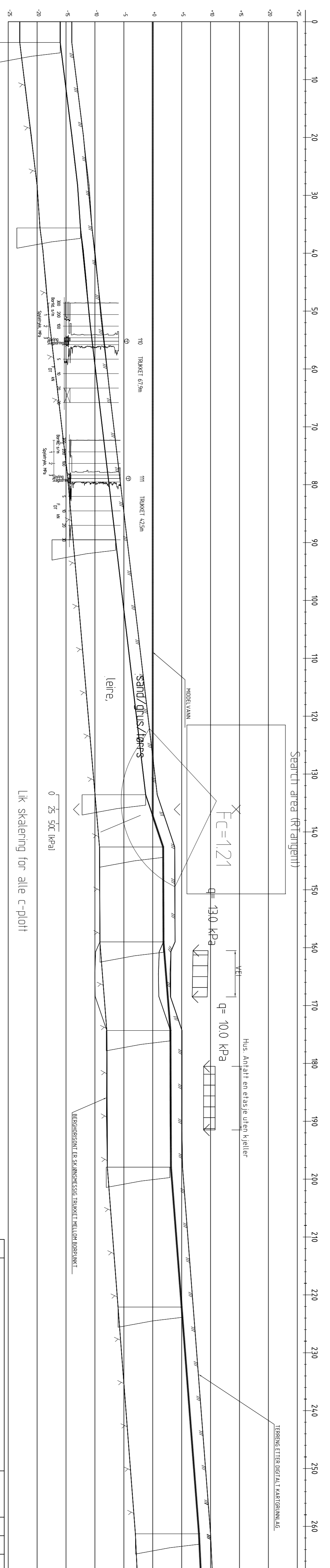


Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	ALTGW	Ru-factor	PWPress.
sand/grus/loamts		2100		330	0.0					0.00	0.00	0.00
leire_a-fi	2	2100		223	4.1					0.00	0.00	0.00
Berg												

Rev.	Beskrivelse	Dato	Konstr./Tegnet	Godkjent	Rev.
	Flatanger kommune Lauvsnes Kvikkleirevurdering	26.10.2010	ERS	ROLS	
	Beregningsprofil CC-2 Stabilitetsanalyse døgens situasjon A-FI analyse	413941	311		

**MULTICONSULT AS**  
 7486 TRONDHEIM  
 Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70





Lik skalering for alle c-plott

Material	no	Unwweigh	F	C	C	Aa	Ad	Ap	Altew	Ru-factor	PwPress
sand/grus/løms	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---
leire	2100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Berg	2100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
C-profil	100	0.71	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Prosjekt	Flåtanger kommune	Oppgave	413941
Byggher	Louvsnes	Dato	24.02.2011
Oppdragsnr.	Kvikklittervurdering	Oppgavetype	312
Prosjektleder	Beregningsprofil DD-1	Skala	1:400
Stabilitetsanalyse	Stabilitetsanalyse dagens situasjon	Skala	1:400
ADP analyse (nye ADP forhold)	ADP analyse (nye ADP forhold)	Skala	1:400
MULTICONSULT AS	MULTICONSULT AS	Skala	1

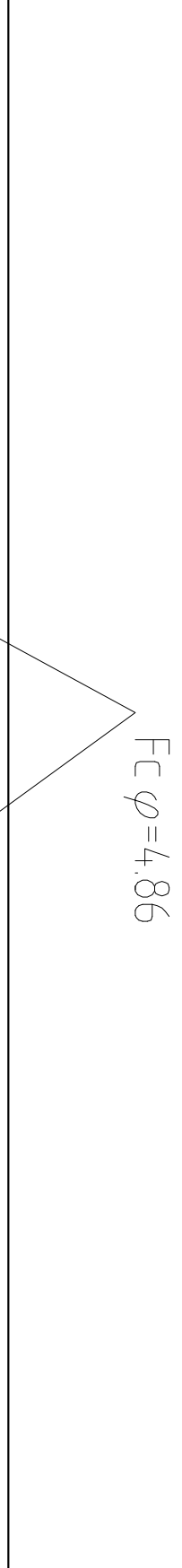
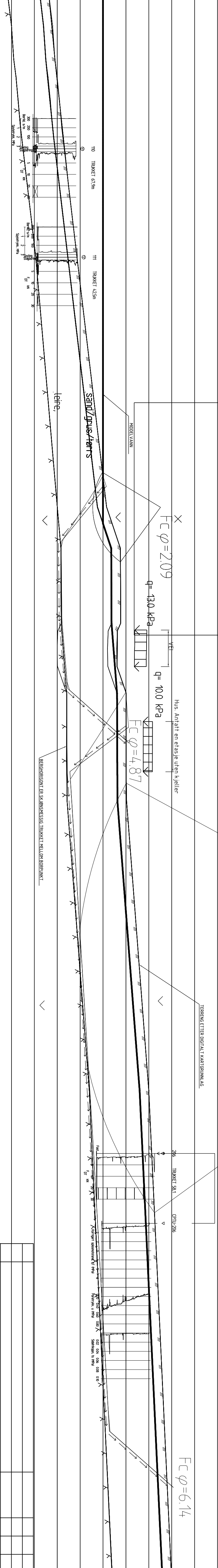


Search area (rtangen)  
 Fc=4.86  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4\NPLAN\DATA\VEGSIJUE\STABSGRAF.RTN\PROFIL\_LOD\_L0REBNRT\_REV2188

Search area (rtangen)  
 Fc=2.09  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4\NPLAN\DATA\VEGSIJUE\STABSGRAF.RTN\PROFIL\_LOD\_L0REBNRT\_REV2289

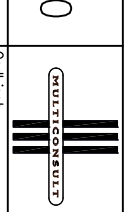
Planar gjøddjor  
 Fc=4.97  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4\NPLAN\DATA\VEGSIJUE\STABSGRAF.RTN\PROFIL\_LOD\_L0REBNRT\_REV2287

Planar gjøddjor  
 Fc=6.14  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4\NPLAN\DATA\VEGSIJUE\STABSGRAF.RTN\PROFIL\_LOD\_L0REBNRT\_REV2286



Material	no	Unweight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	Pw-Press.
sand/grus/fjørts	2	21.00	33.0	0.0					0.00	0.00	0.00
leire	2	21.00	24.0	4.5					0.00	0.00	0.00
Berg											

Rev.	Beskrivelse	Dato	Rev.	Beskrivelse	Dato
	Flatanger kommune			Flatanger kommune	
	Lauvsnes			Lauvsnes	
	Kvikkleirevurdering			Kvikkleirevurdering	
	Beregningsprofil DD-1			Beregningsprofil DD-1	
	Stabilitetsanalyse døgens situasjon			Stabilitetsanalyse døgens situasjon	
	A-FI analyse			A-FI analyse	
<b>MULTICONSULT AS</b>		Dato	Konstr./Signert	Kontrollert	Godkjent
		Oppdragsgiver	TS	ROUS	OKA
		413941	313		
		7486 TRONDHEIM			
		Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70			



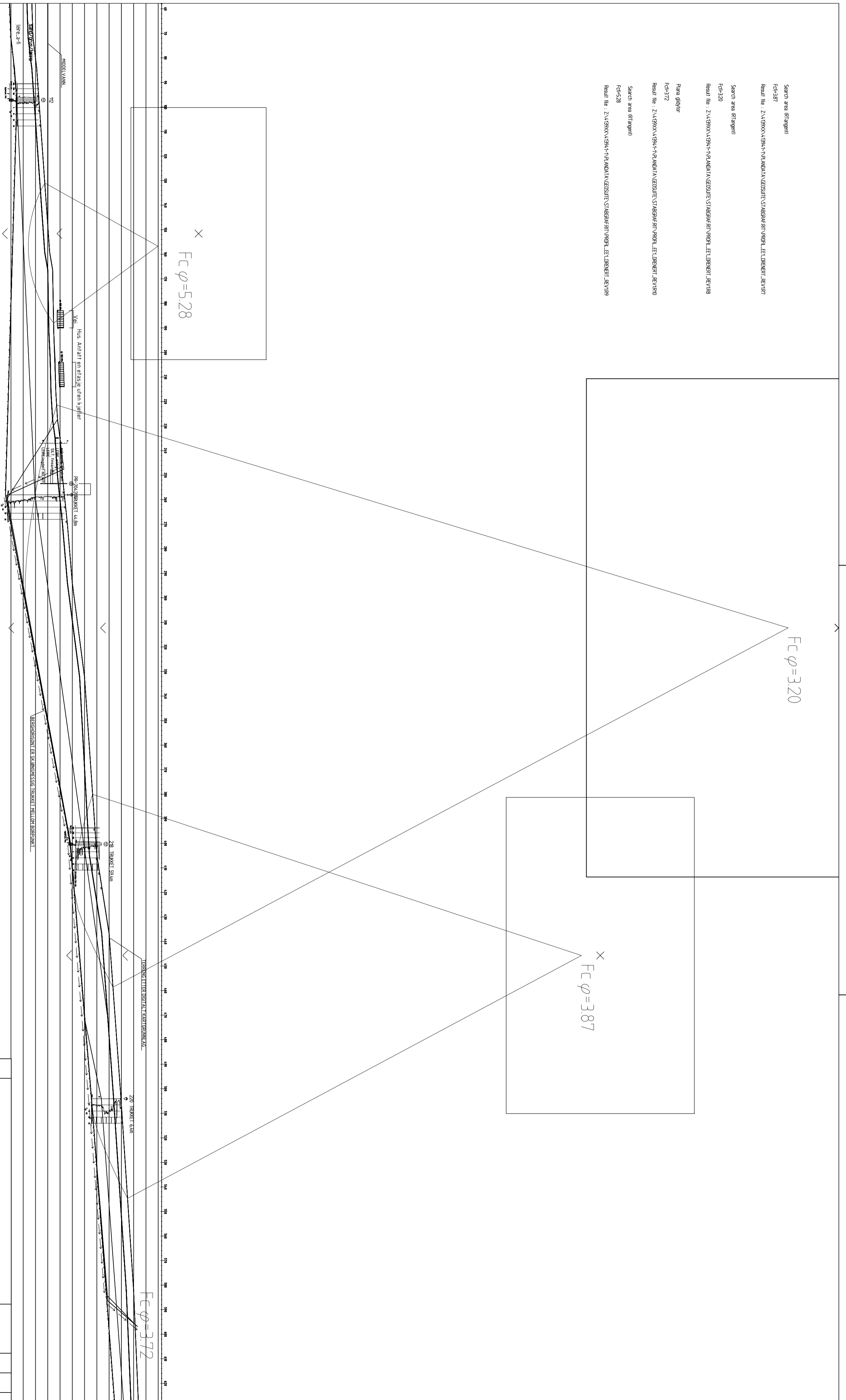


Search area (rtangni)  
 FdH-387  
 Result file : Z:\439XX\4394\1\PLANOMATA\GEOSULITE\SIA894\F81\PROFL.ETL.DRØBER1.DGV1187

Search area (rtangni)  
 FdH-320  
 Result file : Z:\439XX\4394\1\PLANOMATA\GEOSULITE\SIA894\F81\PROFL.ETL.DRØBER1.DGV1188

Para gildje  
 FdH-372  
 Result file : Z:\439XX\4394\1\PLANOMATA\GEOSULITE\SIA894\F81\PROFL.ETL.DRØBER1.DGV1180

Search area (rtangni)  
 FdH-528  
 Result file : Z:\439XX\4394\1\PLANOMATA\GEOSULITE\SIA894\F81\PROFL.ETL.DRØBER1.DGV1189



Material	no	Un	Wegth	F	C	C	Aa	Ad	Ap	ALLGW	Ru-factor	PwPress
sand/grus/lornts	2100			33.0	0.0					0.00	0.00	0.00
leire-afli	2			21.00	25.0	4.7				0.00	0.00	0.00
Berg												

Rev.	Beskrivelse	Dato	Kontrollert	Godkjent	Rev.
	Flatanger kommune	27.10.2010	ES	ES	
	Lauvsnes				
	Kvikkleirevurdering				
	Beregningprofil EE-1				
	Stabilitetsanalyse dagens situasjon				
	A-FI analyse				

**MULTICONSULT AS**

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

Dato: 27.10.2010  
 Tegningnr.: 413941  
 Kontrollert: ES  
 Godkjent: ES

Skala: 1:1000

Geoteknikk

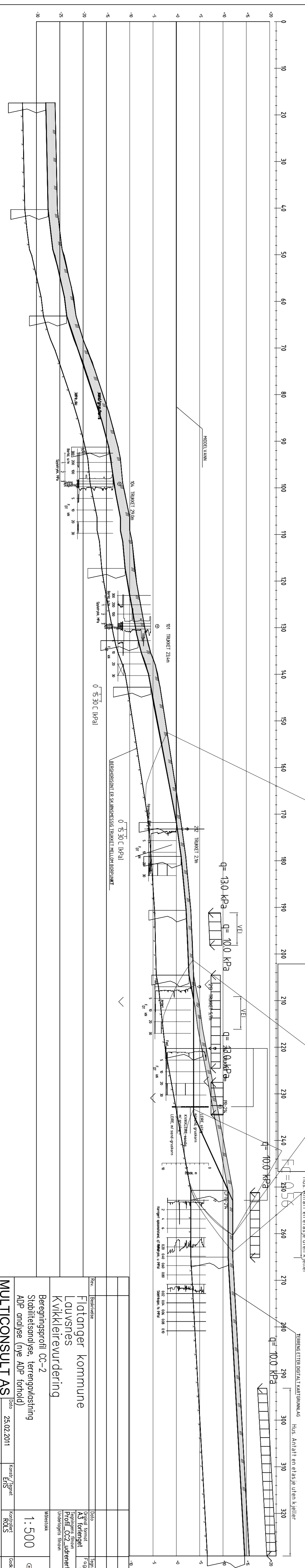
Geoteknikk

Geoteknikk



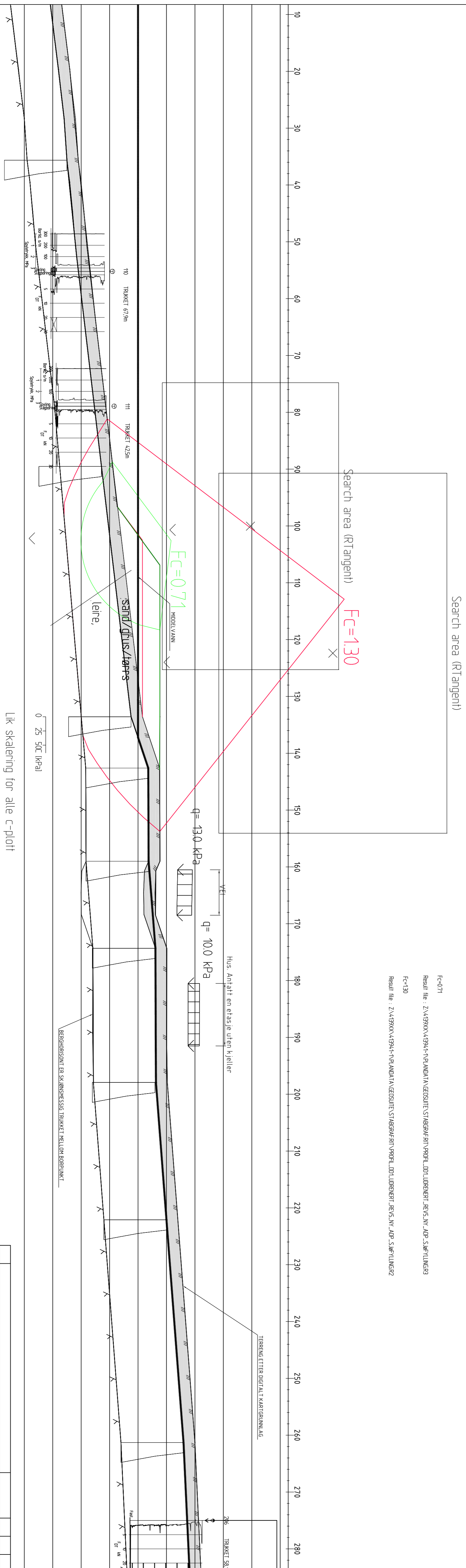
F-101  
 Beskrivelse: ZÅNDRUKVIRN-FAKUNDA GRESSET OG RASEREN 1982A LCCJ LUBBERFJ. 2010A, NY ADP - TIRBERGDA LSTUNDEZ  
 F-102  
 Beskrivelse: ZÅNDRUKVIRN-FAKUNDA GRESSET OG RASEREN 1982A LCCJ LUBBERFJ. 2010A, NY ADP - TIRBERGDA LSTUNDEZ  
 F-103  
 Beskrivelse: ZÅNDRUKVIRN-FAKUNDA GRESSET OG RASEREN 1982A LCCJ LUBBERFJ. 2010A, NY ADP - TIRBERGDA LSTUNDEZ

Material	no	Un.Weight	F1	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGW	Ru-Factor	PW/Press
sand/grus/betts	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
leire-su	2100	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
Berg	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00



Prosjekt	Flåtanger kommune		
Oppdrag	Løvsnes		
Oppdragsnr.	Kvikkelevurdering		
Oppdragsnavn	Beregningsserprofi CC-2		
Oppdragsbeskrivelse	Stabilitetsanalyse, terrengvasking		
Oppdragsreferanse	ADP analyse (nye ADP forhold)		
Oppdragsleder	MULTICONSULT AS		
Oppdragsleder (tlf)	413941	Oppdragsleder (e-post)	317
Oppdragsleder (faks)		Oppdragsleder (nettside)	
Oppdragsleder (web)		Oppdragsleder (e-post)	
Oppdragsleder (tlf)		Oppdragsleder (e-post)	
Oppdragsleder (faks)		Oppdragsleder (nettside)	
Oppdragsleder (web)		Oppdragsleder (e-post)	
Oppdragsleder (tlf)		Oppdragsleder (e-post)	
Oppdragsleder (faks)		Oppdragsleder (nettside)	
Oppdragsleder (web)		Oppdragsleder (e-post)	

1:500  
 MULTICONSULT AS  
 Tlf: 73 10 62 00  
 E-post: 73106200@multiconsult.no  
 Web: www.multiconsult.no



Material	no	Unwiegth	F1	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PwPress
sand/grus/løvs	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
leire	2100	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Berg	---	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00

Fc=0.71  
 Resultat fra: Z:\V\99\K\1994-1\9\BAND1\ACERIS\TILS\STABE\B\B\1\VEP\1\DOT\LOBBENT\B\5\5\K\AP\5\B\TILG\B3  
 Fc=1.30  
 Resultat fra: Z:\V\99\K\1994-1\9\BAND1\ACERIS\TILS\STABE\B\B\1\VEP\1\DOT\LOBBENT\B\5\5\K\AP\5\B\TILG\B2

Prosjekt	Flåtanger kommune	Side	1
Oppdragsgiver	Louvsnes	Arkitekt	1
Oppdragsnr.	Kvikklittervurdering	Prosjektleder	1
Beregningssjef	Beregningssjef DD-1	Prosjektleder	1
Stabilitetsanalyse	Stabilitetsanalyse, fyllinger i strandsonen	Prosjektleder	1
ADP analyse (nye ADP forhold)	ADP analyse (nye ADP forhold)	Prosjektleder	1
MULTICONSULT AS	413941	318	1:400
24.02.2011	24.02.2011	04A	04A
413941	413941	318	04A

Search area (R1rangni)

Search area (R1rangni)

Fc=223

Fc=298

Fc=180

Fc=180

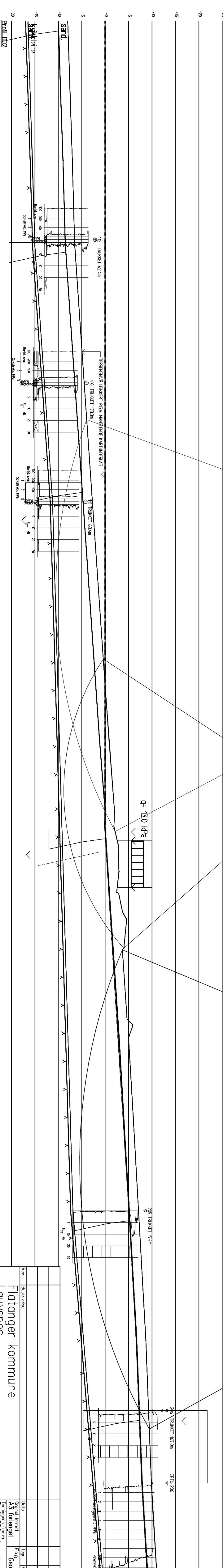
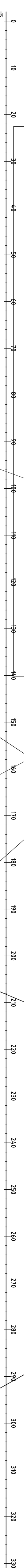
Result file : Z:\139\K\1394\1\VP\ANDAN\GEO\SITE STABGAF\RI\VP\RI\_L002.LJDR\RI\REV1\LV\_20P.P3

Fc=298

Result file : Z:\139\K\1394\1\VP\ANDAN\GEO\SITE STABGAF\RI\VP\RI\_L002.LJDR\RI\REV1\LV\_40P.P1

Fc=223

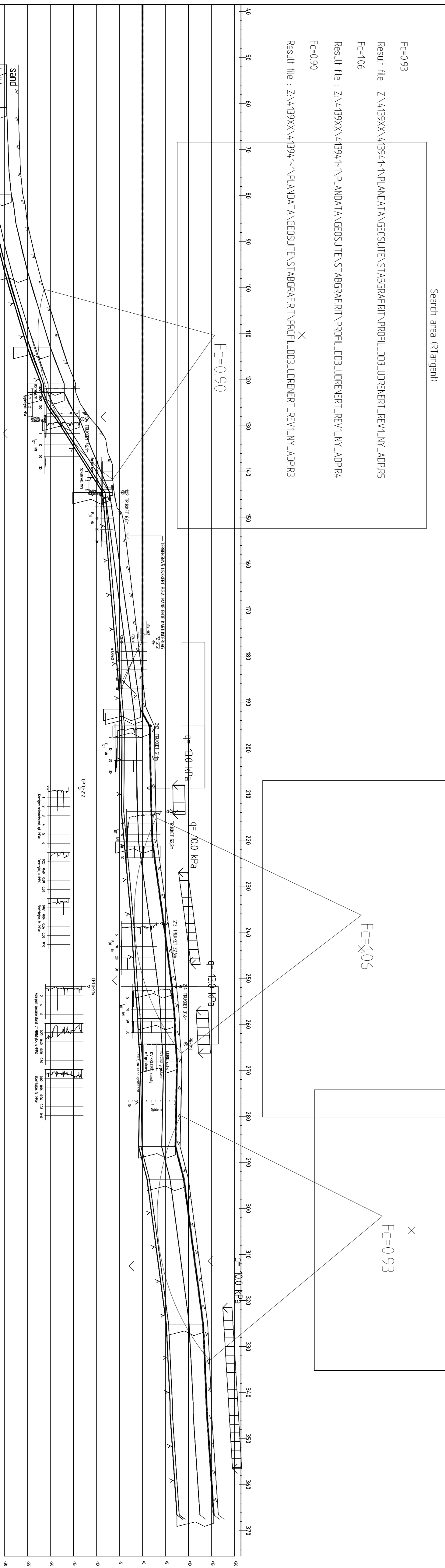
Result file : Z:\139\K\1394\1\VP\ANDAN\GEO\SITE STABGAF\RI\VP\RI\_L002.LJDR\RI\REV1\LV\_40P.P2



Materi	no	Utvælgth	F	C	Na	Ad	Ag	MISW	Rf-factor	Rwf/ress
sand	1	2100	330	0.0	---	---	---	---	0.00	0.00
kvikkleire	2	2100	---	---	0.85	0.60	0.30	0.00	0.00	0.00
sand	3	2100	330	0.0	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Bettg										

Betegnelsing <b>Flåanger kommune</b> <b>Louvsnes</b> <b>Kvikkleirevurdering</b>		Prosjekt <b>ADP analyse (nye ADP-førhold)</b>	
Beregningsprofil DD-2 Stabilitetsanalyse dagers situasjon ADP analyse (nye ADP-førhold)		Dato: 28.02.2011 Skala: 1:500	
Prosjektleder <b>MULTICONSULT AS</b>		Tegningens nummer <b>413941</b>	
Prosjektleder <b>MULTICONSULT AS</b>		Tegningens nummer <b>319</b>	

06 7200 934 10 62 30 770  
 06 7200 934 10 62 30 770  
 06 7200 934 10 62 30 770  
 06 7200 934 10 62 30 770



FC=0.93  
 Result file : Z:\41394\41394\N\PLANDA1\GEO\SITE\STABGRAFER\PROFIL.D03.LJURENERT.REV1.NY.ADP.R5  
 FC=1.06  
 Result file : Z:\41394\41394\N\PLANDA1\GEO\SITE\STABGRAFER\PROFIL.D03.LJURENERT.REV1.NY.ADP.R4  
 FC=0.90  
 Result file : Z:\41394\41394\N\PLANDA1\GEO\SITE\STABGRAFER\PROFIL.D03.LJURENERT.REV1.NY.ADP.R3

Material	no	Unweight	F	C	C	Aa	Ad	Ap	At	Ru-factor	Pw/Press
sand	1	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
kvikkleire	2	2100	---	---	C-profil	0.85	0.60	0.30	0.00	0.00	0.00
leire	3	2100	---	---	C-profil	1.00	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00
kvikkleire2	4	2100	---	---	C-profil	0.85	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00
sand2	5	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	0.00	0.00
Berg											

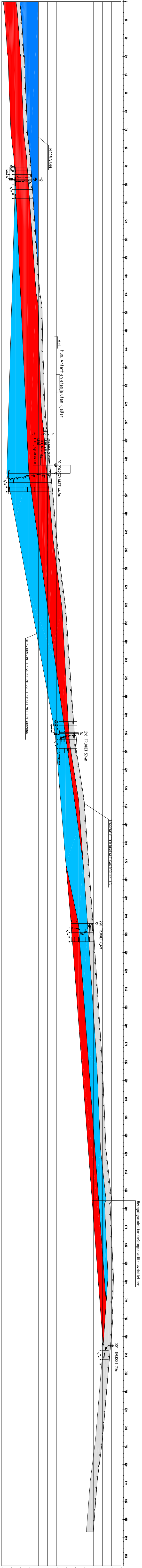
Form	Flåttanger kommune	Stad	1:500
Prosjekt	Louvsnes	Prosjektleder	1:500
Oppdragsnr	Kvikkleirevurdering	Oppdragsleder	1:500
Beregningssproff	CC-3	Stabilitetsanalyse	1:500
ADP analyse	(nye ADP-førhold)	ADP analyse	1:500
MULTICONSULT AS	413941	320	

MULTICONSULT AS  
 413941  
 320  
 1:500  
 GCS:ETRS89  
 Proj:UTM  
 Zone:32N  
 Datum:1989  
 Ellipsoid:Gauss  
 Proj:UTM  
 Zone:32N  
 Datum:1989  
 Ellipsoid:Gauss



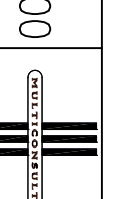


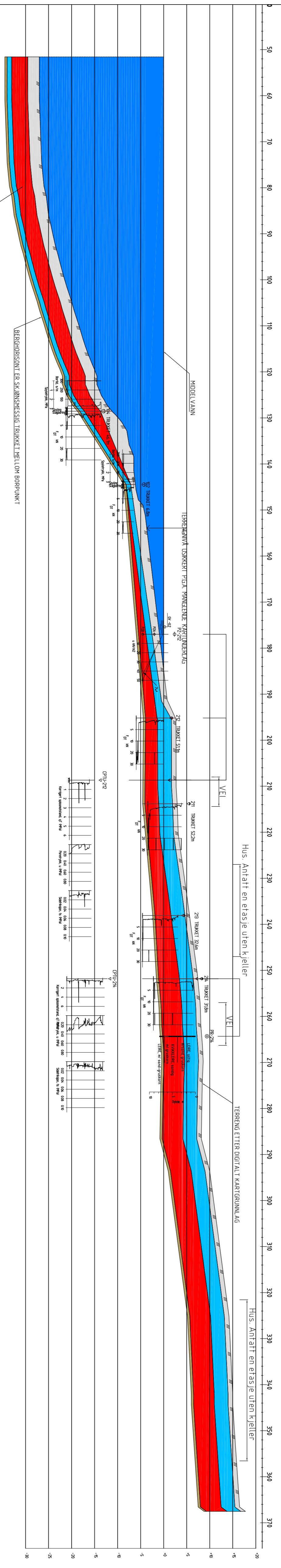




- Legenforklaring**
- Kvikkleiersprøddiagram
  - Tørreskorpaletare
  - Sjø
  - Leire

<p>Rev. Beskrivelse</p> <p>1 Flatanger kommune 2 Lauvnes 3 Kvikkleirevurdering</p> <p>4 Beregningsprofil EE-1 5 Tolket loggdeling</p>	<p>Dato 26.10.2010</p> <p>Oppdrag nr. 413941</p> <p>Kontroll/Signert EKS</p> <p>152</p> <p>Original format A3-formatet</p> <p>Revisjoners filnavn 413941-EE1_rev1.dwg</p> <p>Underoppdrags filnavn</p> <p>Målestokk 1:1000</p>
<p><b>MULTICONSULT AS</b></p> <p>Tlf.: 73 10 62 00 Fax: 73 10 62 30/70</p>	
<p>Kontroll/Signert EKS</p> <p>Kontrollert RØS</p> <p>Godkjent OAA</p>	<p>Dato 26.10.2010</p> <p>Oppdrag nr. 413941</p> <p>Kontroll/Signert EKS</p> <p>152</p> <p>Original format A3-formatet</p> <p>Revisjoners filnavn 413941-EE1_rev1.dwg</p> <p>Underoppdrags filnavn</p> <p>Målestokk 1:1000</p>





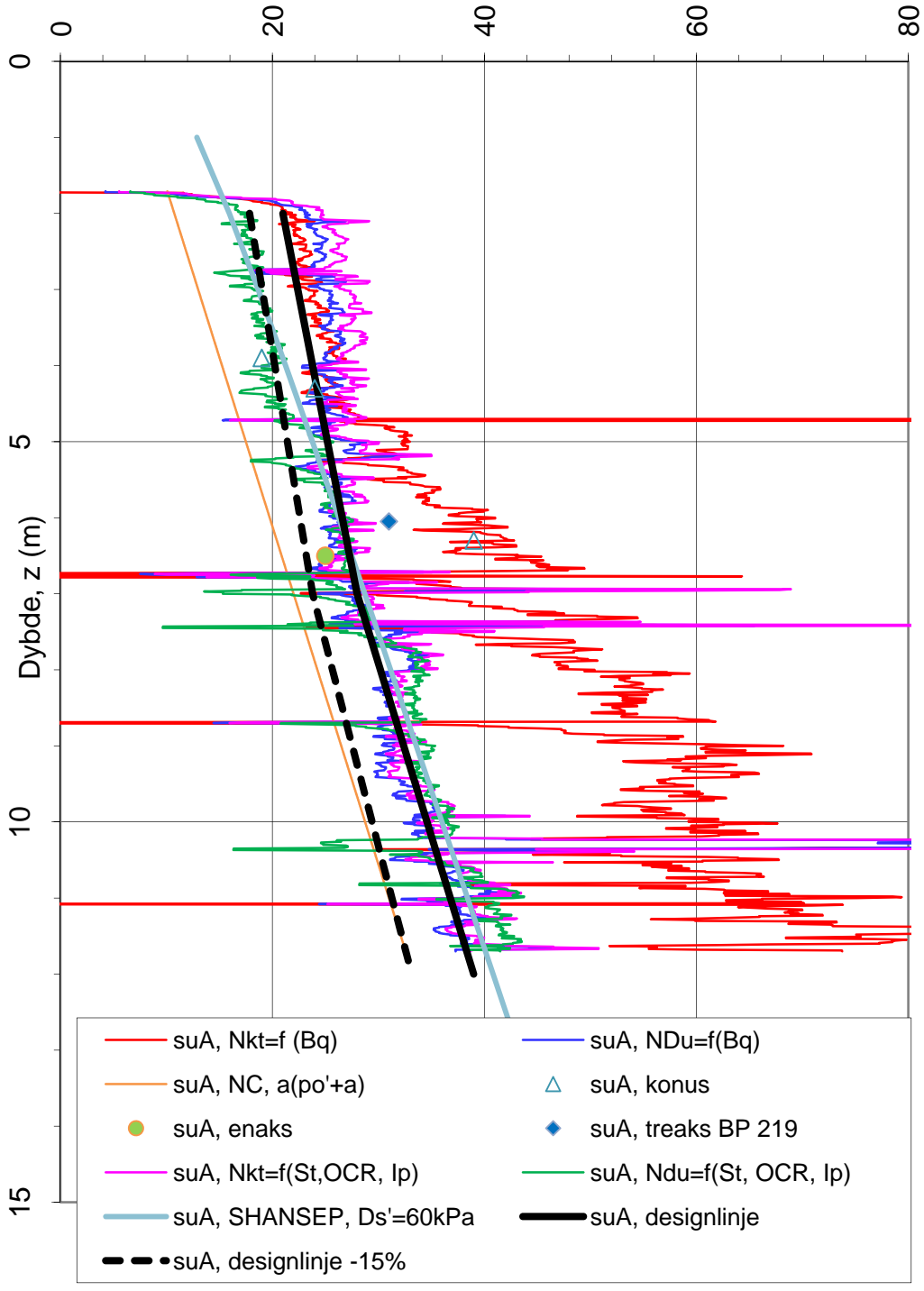
Konservativt antatt kvikklere. Totalsonering 10,4. Trukket 46,1 m indikerer kvikklere med mektighet 3,5m.  
 Totalsonering 10,2 trukket 6,8 m indikerer ikke kvikklere

**Tegntforklaring**

- Kvikklere/sprøbruddmatr.
- Tørrskorpeler
- Sjø
- Leire
- sand/grus/morene i overgang til berg

<b>MULTICONSULT AS</b> <small>0207 72 02 00 / 0207 72 02 00 / 02 30 70</small>		Dato: 08.03.2011 Tegning: 413941	Prosjekt: FLS 2011 Tegning: 153	Skala: 1:500 Tegning: GCS
Prosjekt: Flåtanger kommune Løvsnes Kvikklerevurdering Berøringsprofil CC-3 Tøket legging	Utarbeidet av: A. S. Lunde Tjekket av: T. Østrem Godkjent av: T. Østrem	Prosjekt: FLS 2011 Tegning: 153	Prosjekt: FLS 2011 Tegning: 153	Skala: 1:500 Tegning: GCS

Udrenert skjærstyrke,  $s_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



St > 15

$N_{kt} = (18,7 - 12,5 \cdot B_q)$

$\alpha_c$  valgt: **0.25**

$N_{Du} = (1,8 + 7,25 \cdot B_q)$

$N_{kt} = (8,5 + 2,5 \log OCR + 0I_p)$

$N_{Du} = (9,8 - 4,5 \log OCR + 0I_p)$

Oppdragsgiver:

**Flatanger kommune**

Oppdrag:

**Områdevurd. Lauvsnes**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_206sp

Aktiv udrenert skjærstyrke  $s_{uA}$ , korrelert mot  $B_q$ .

CPTU id.:

206

Sonde:

4293



**MULTICONSULT AS**

Dato:

06.07.2010

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

rols

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

40.8

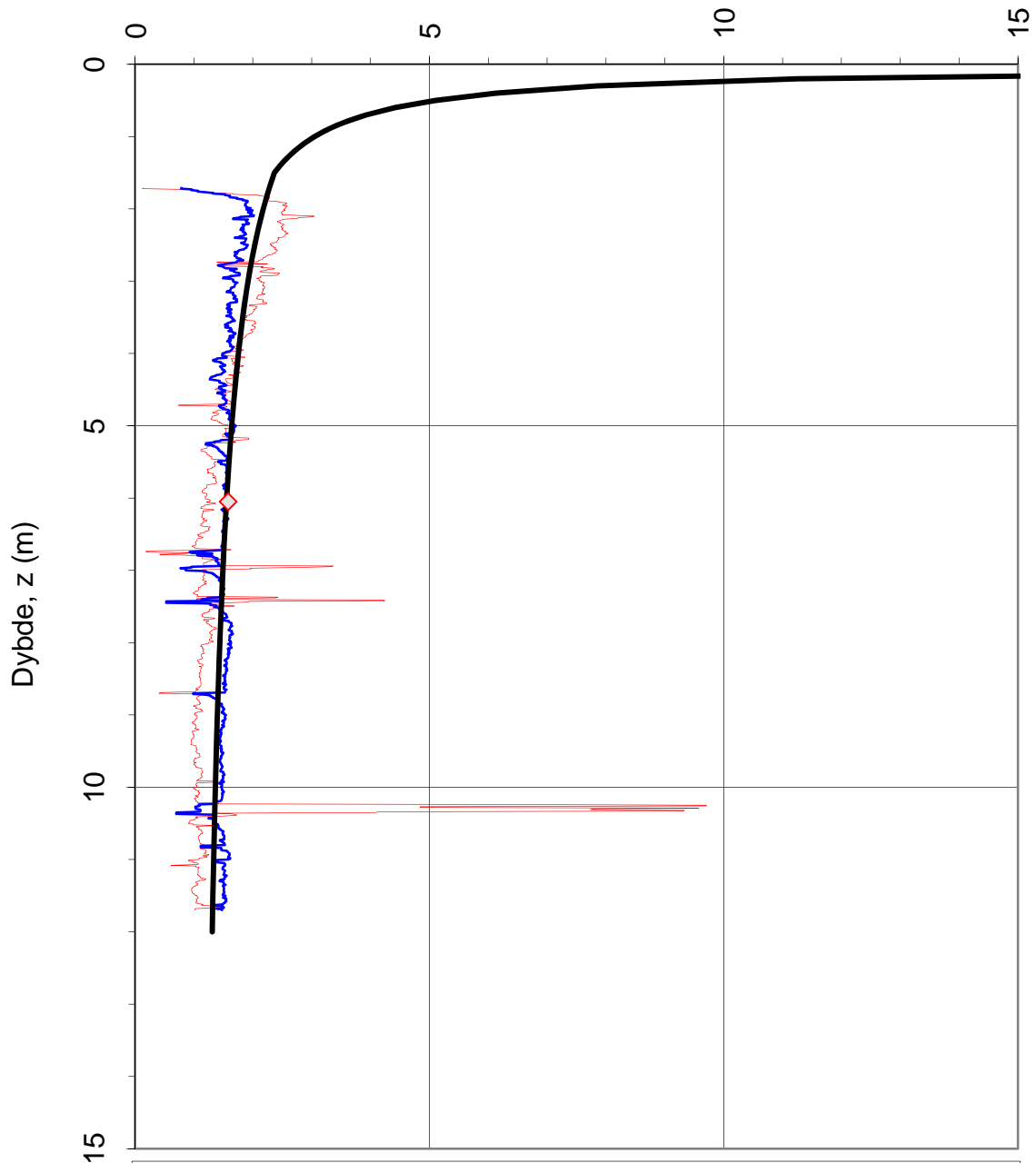
Versjon:

03.10.2009


Revisjon:

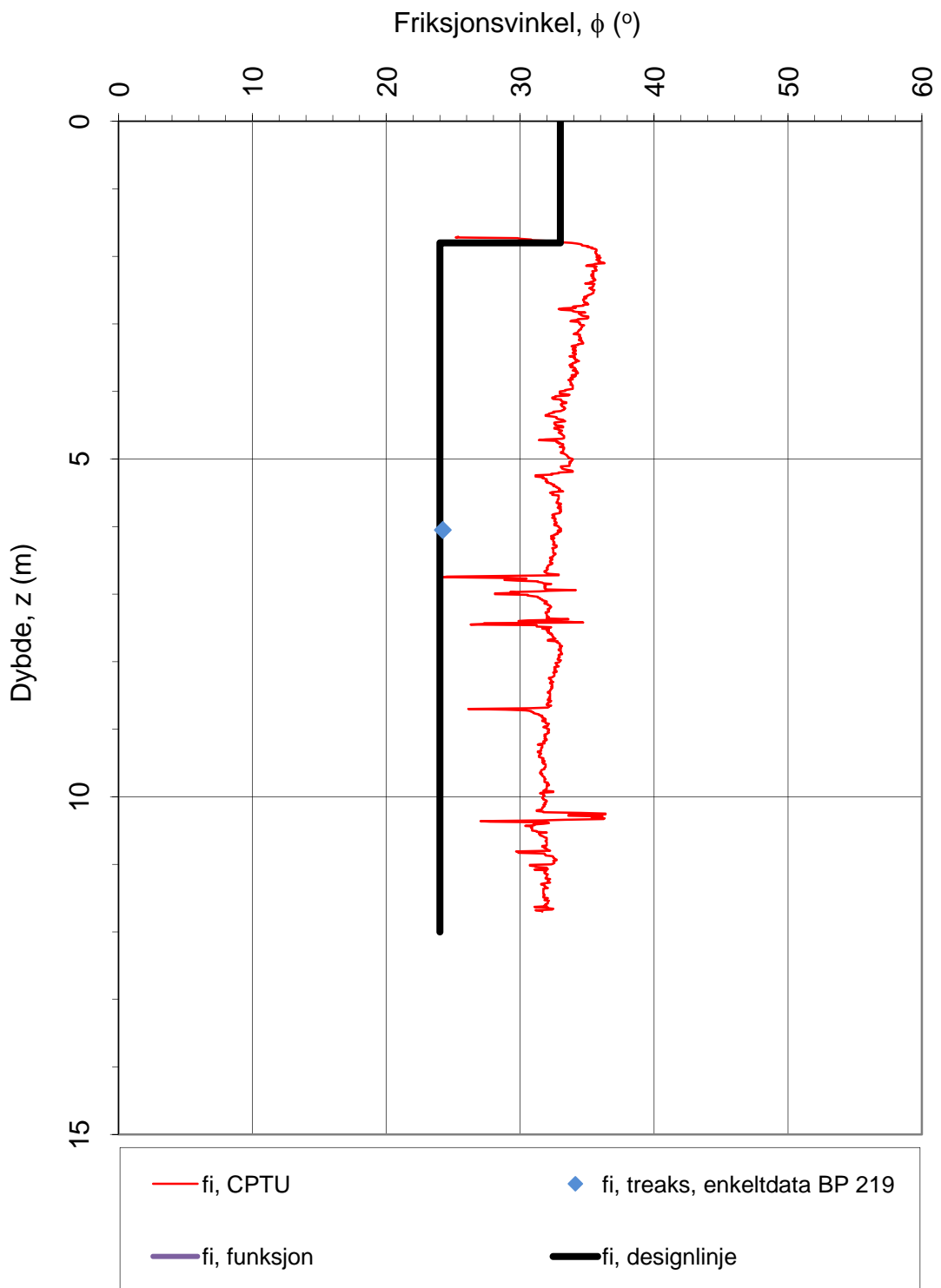
1


Prekonsolideringsforhold,  $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}' (-)$

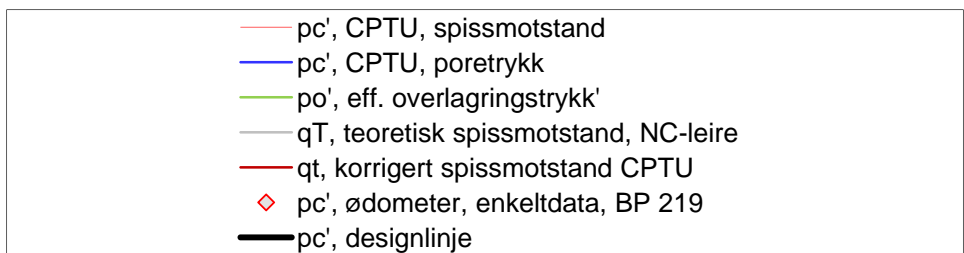
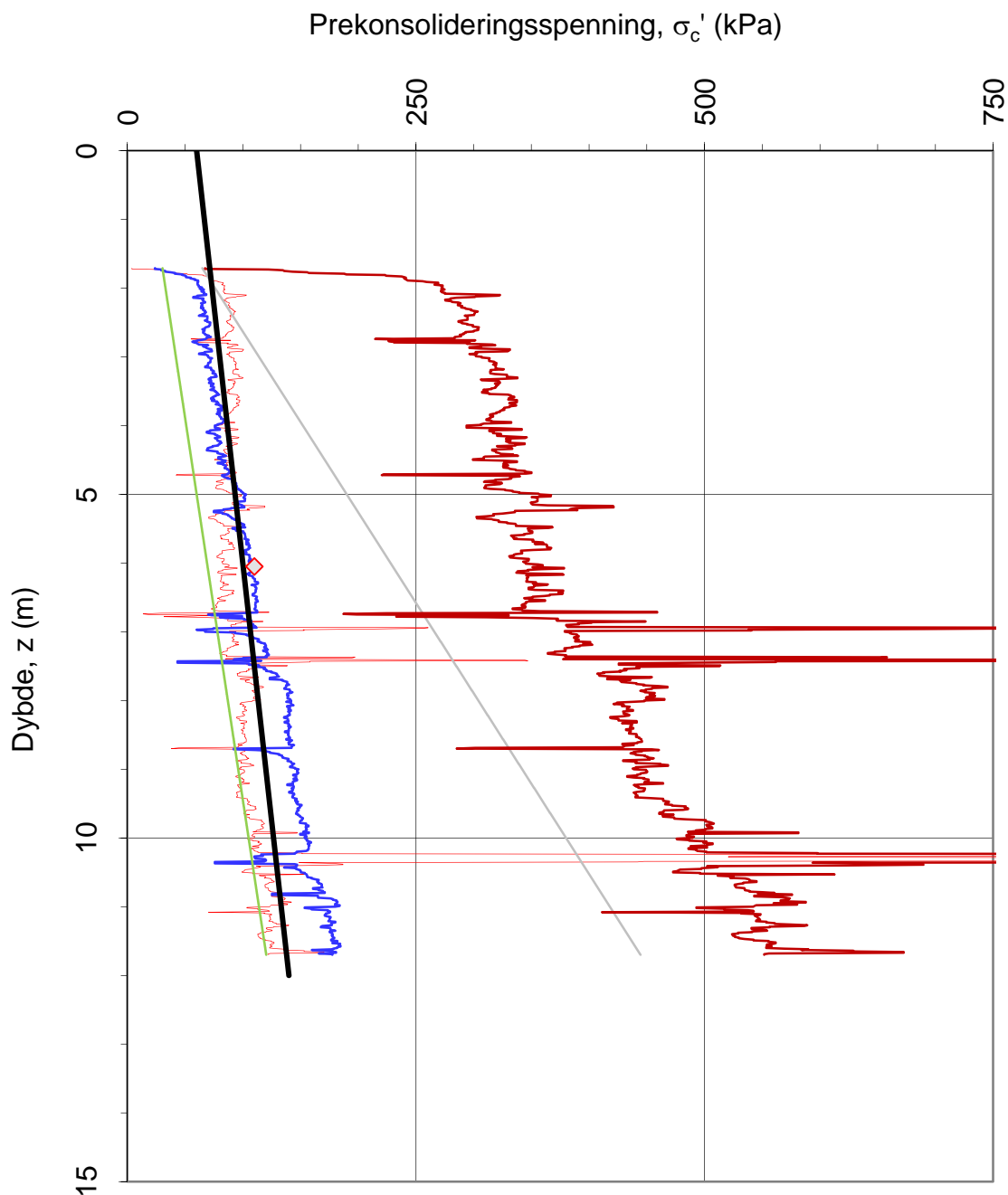


- OCR, CPTU, spissmotstand
- OCR, CPTU, poretrykk
- ◊ OCR, ødometer, enkelldata BP 219
- OCR, ødometer, funksjon
- OCR, designlinje

Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_206sp	
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$ .					
CPTU id.:	206	Sonde:	4293		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 06.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa	
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 40.10	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1	

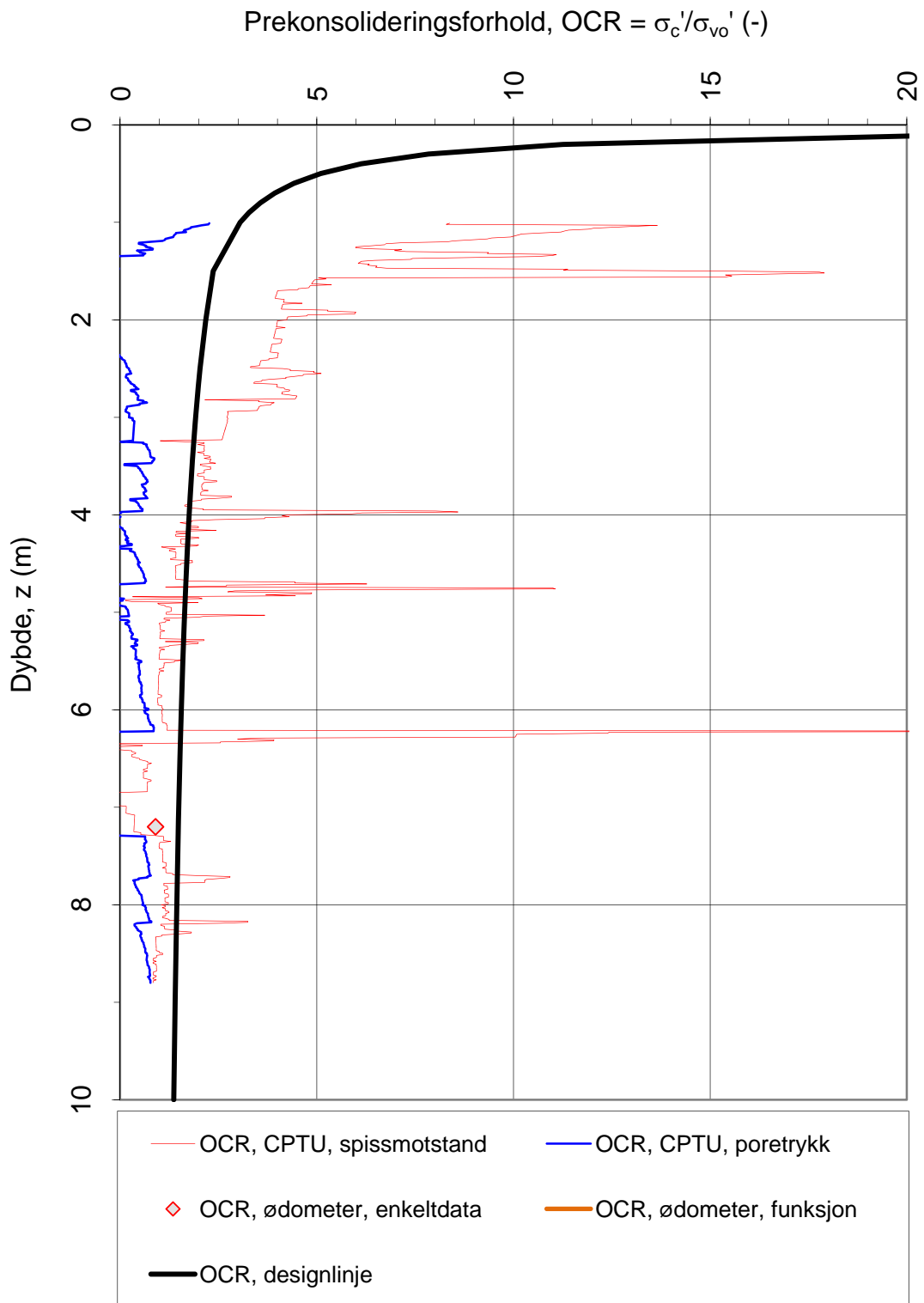



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_206sp	
Friksjonsvinkel $\phi$ .					
CPTU id.:	206	Sonde:	4293		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 06.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa	
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 40.11	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1	

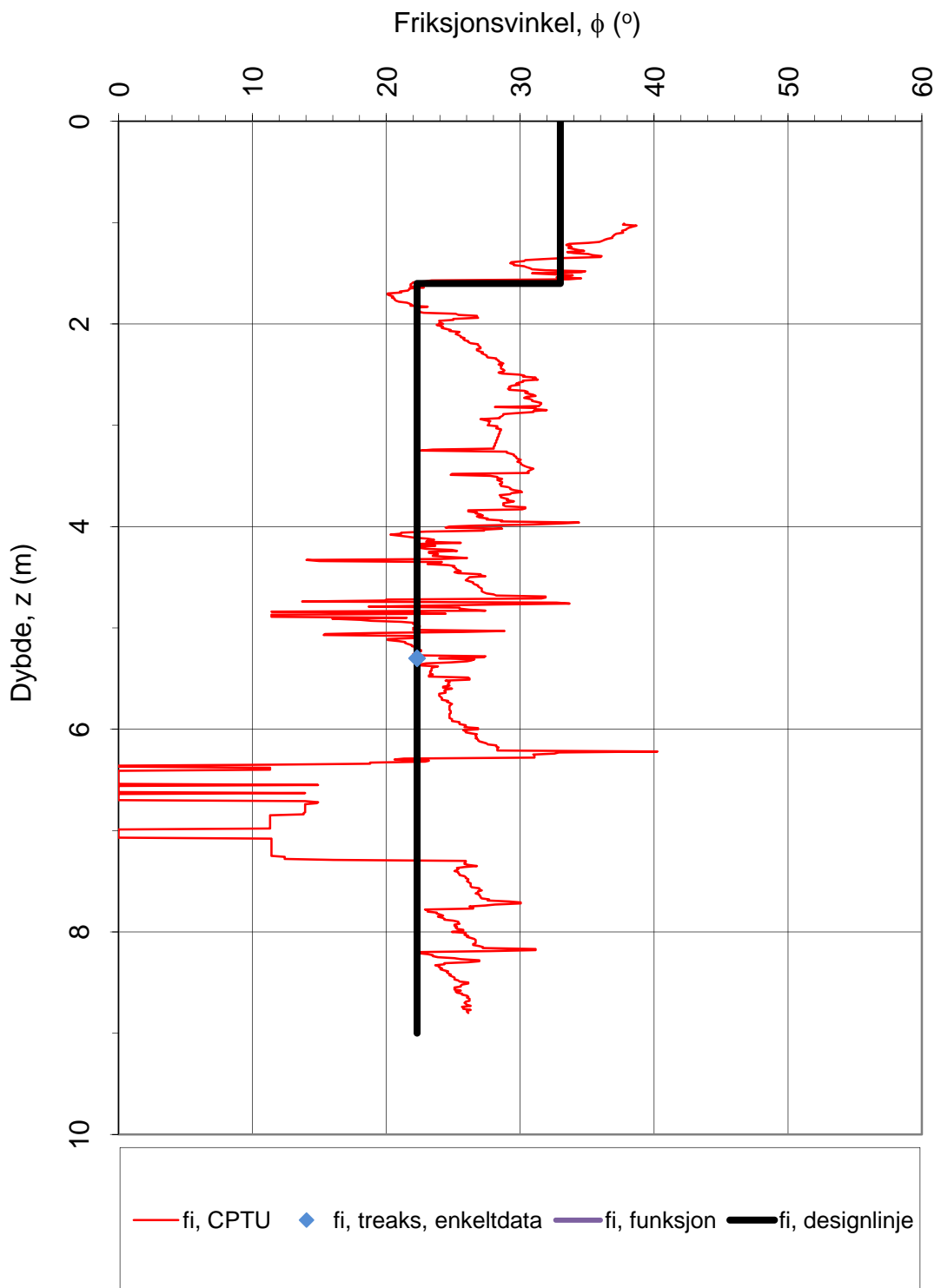



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_206sp
Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$ .				
CPTU id.:	206	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 06.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 40.9	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1

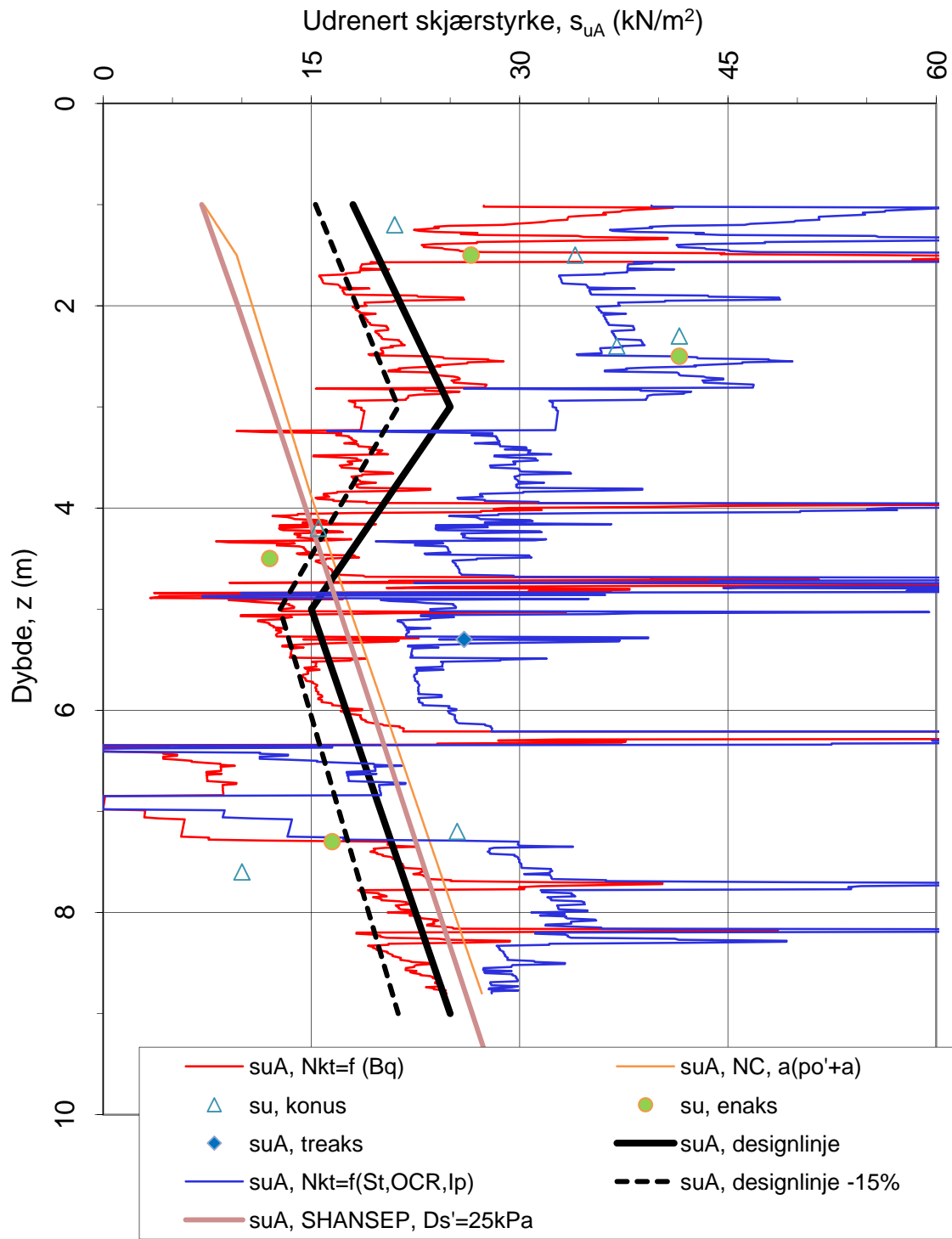




Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_214
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$ .				
CPTU id.:	214	Sonde:	3829	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 05.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 41.10	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_214	
Friksjonsvinkel $\phi$ .					
CPTU id.:	214	Sonde:	3829		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 05.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa	
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 41.11	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1	



St > 15

Nkt = (18,7-12,5·Bq)

Nkt = (8.5+2.5logOCR+0lp)

$\alpha_c$  valgt: **0.25**

Oppdragsgiver:

**Flatanger kommune**

Oppdrag:

**Områdevurd. Lauvsnes**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_214

Aktiv udrenert skjærstyrke  $s_{uA}$



CPTU id.:

214

Sonde:

3829

**MULTICONSULT AS**

Dato:

05.07.2010

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

rols

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

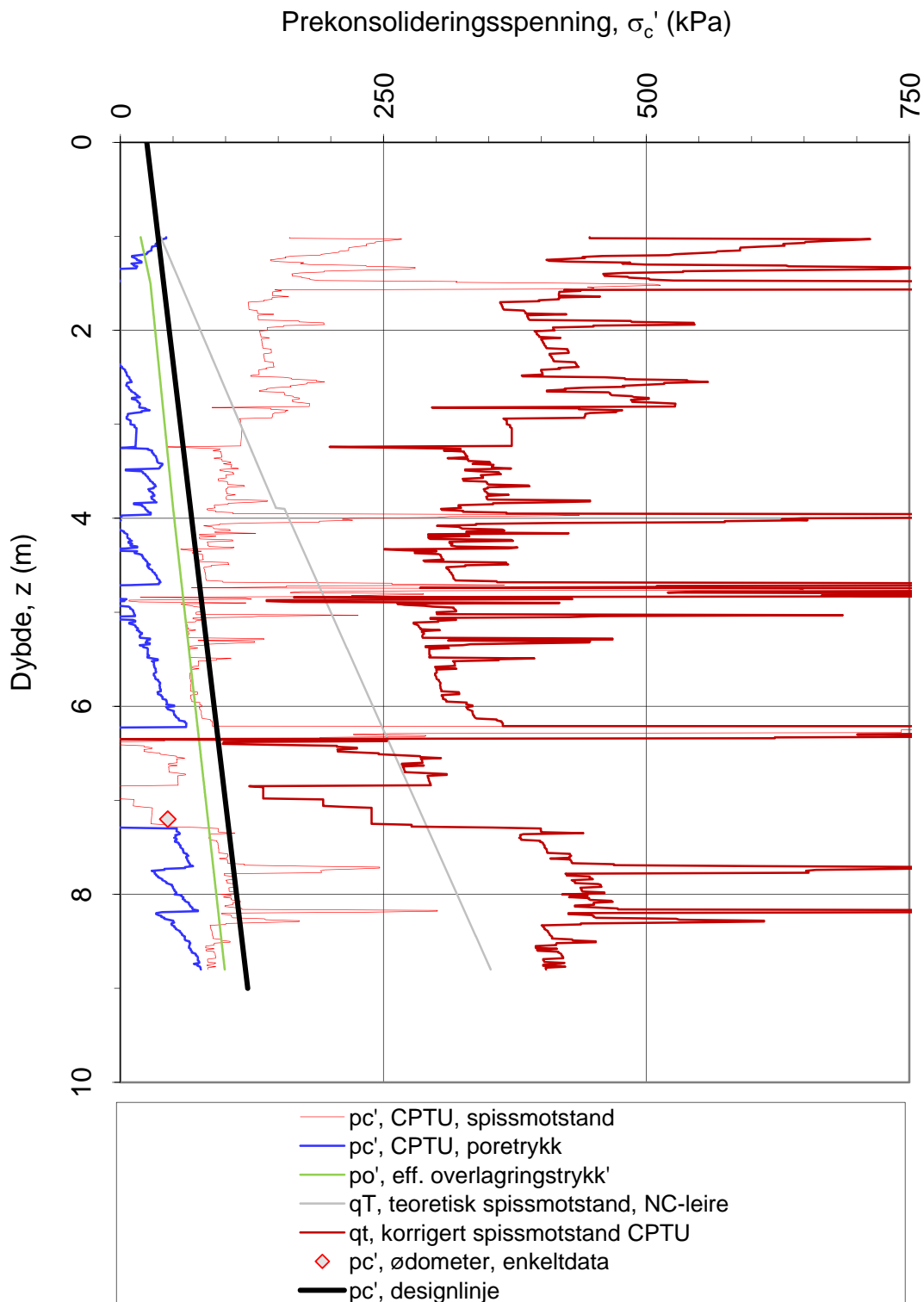
41.8

Versjon:

03.10.2009

Revisjon:

1



Oppdragsgiver:

**Flatanger kommune**

Oppdrag:

**Områdevurd. Lauvsnes**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_214

Prekonsolideringsspenning  $\sigma_c'$ .

CPTU id.:

214

Sonde:

3829



**MULTICONSULT AS**

Dato:

05.07.2010

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

rols

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

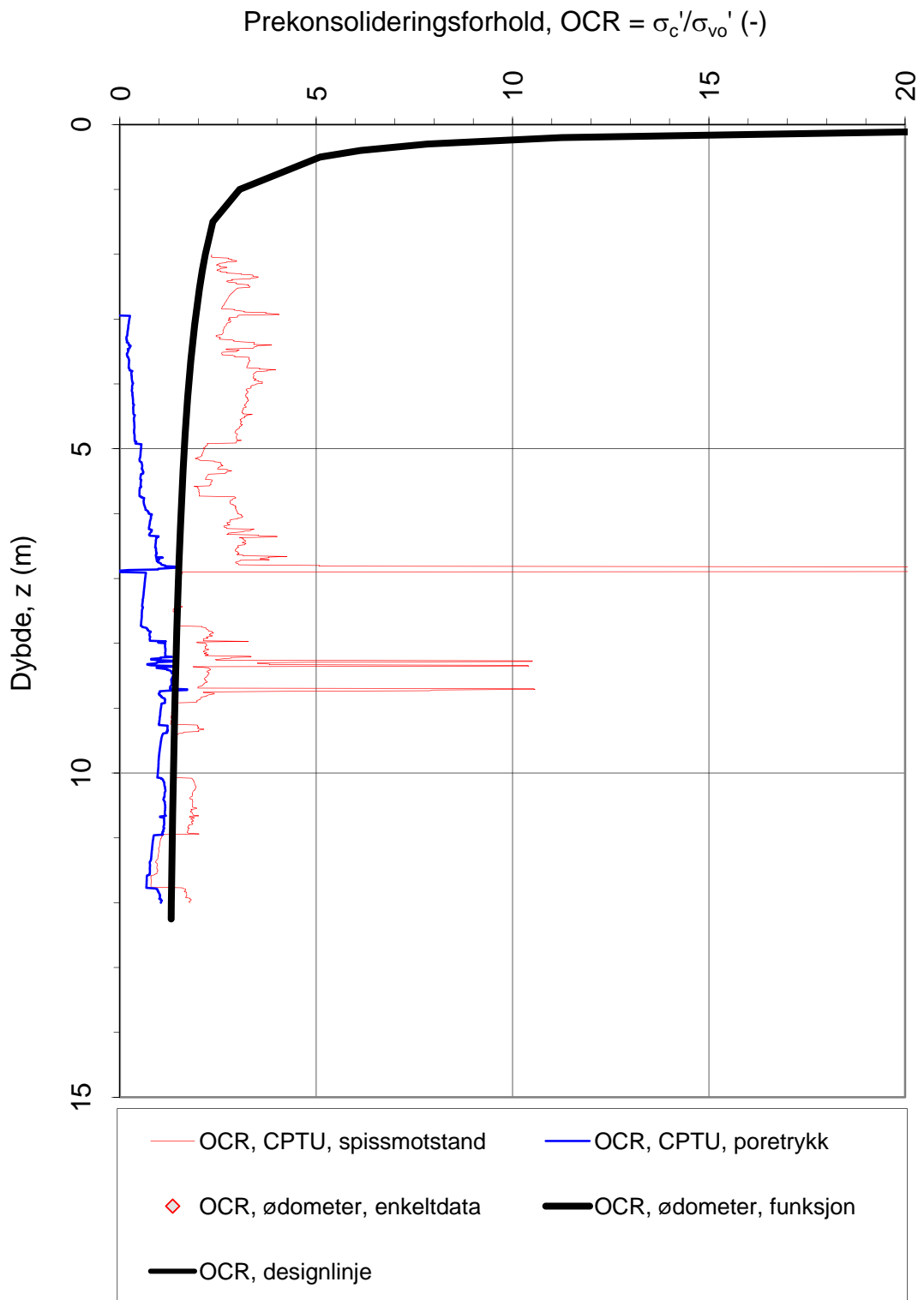
41.9


Versjon:

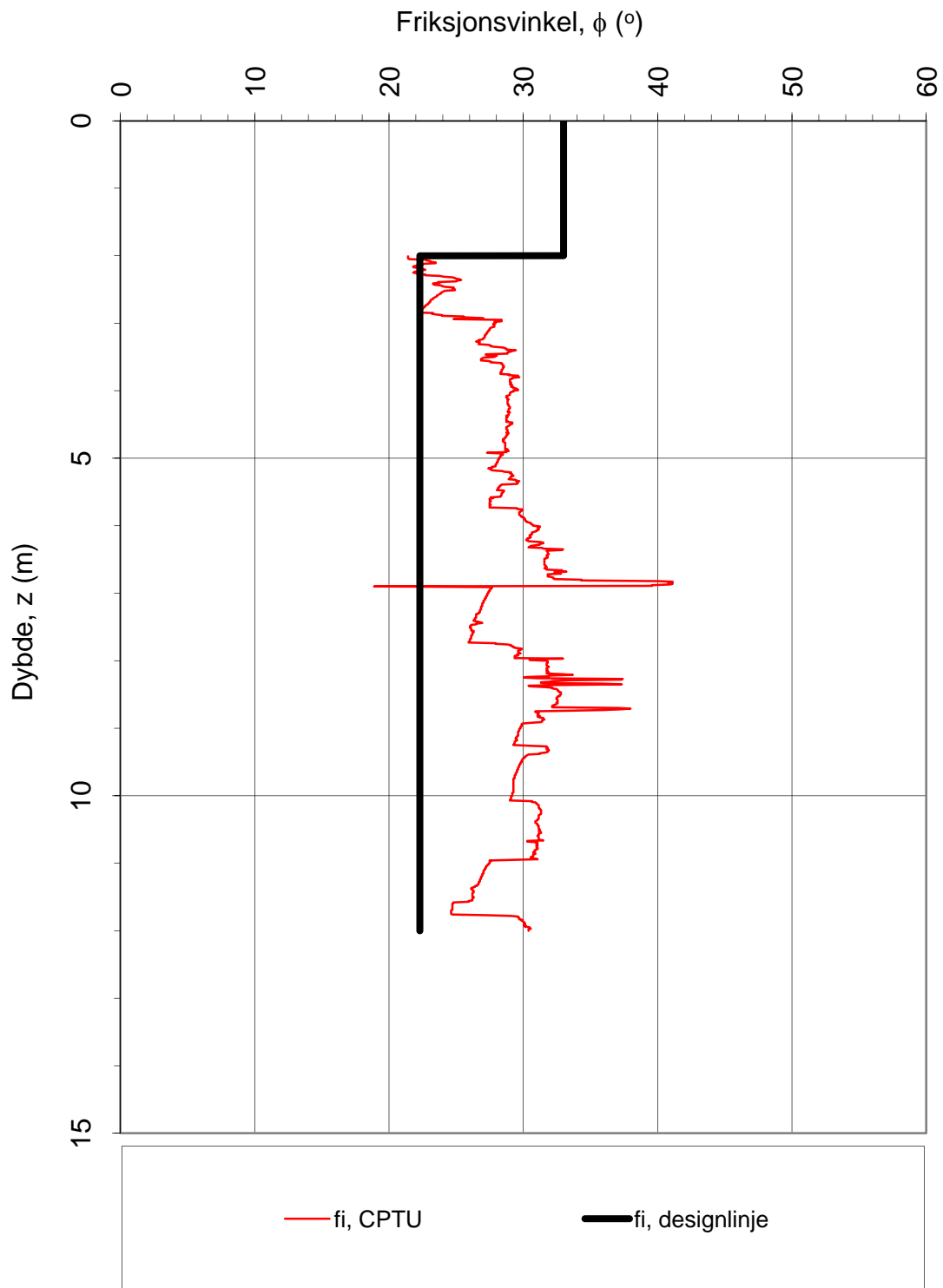
03.10.2009


Revisjon:

1

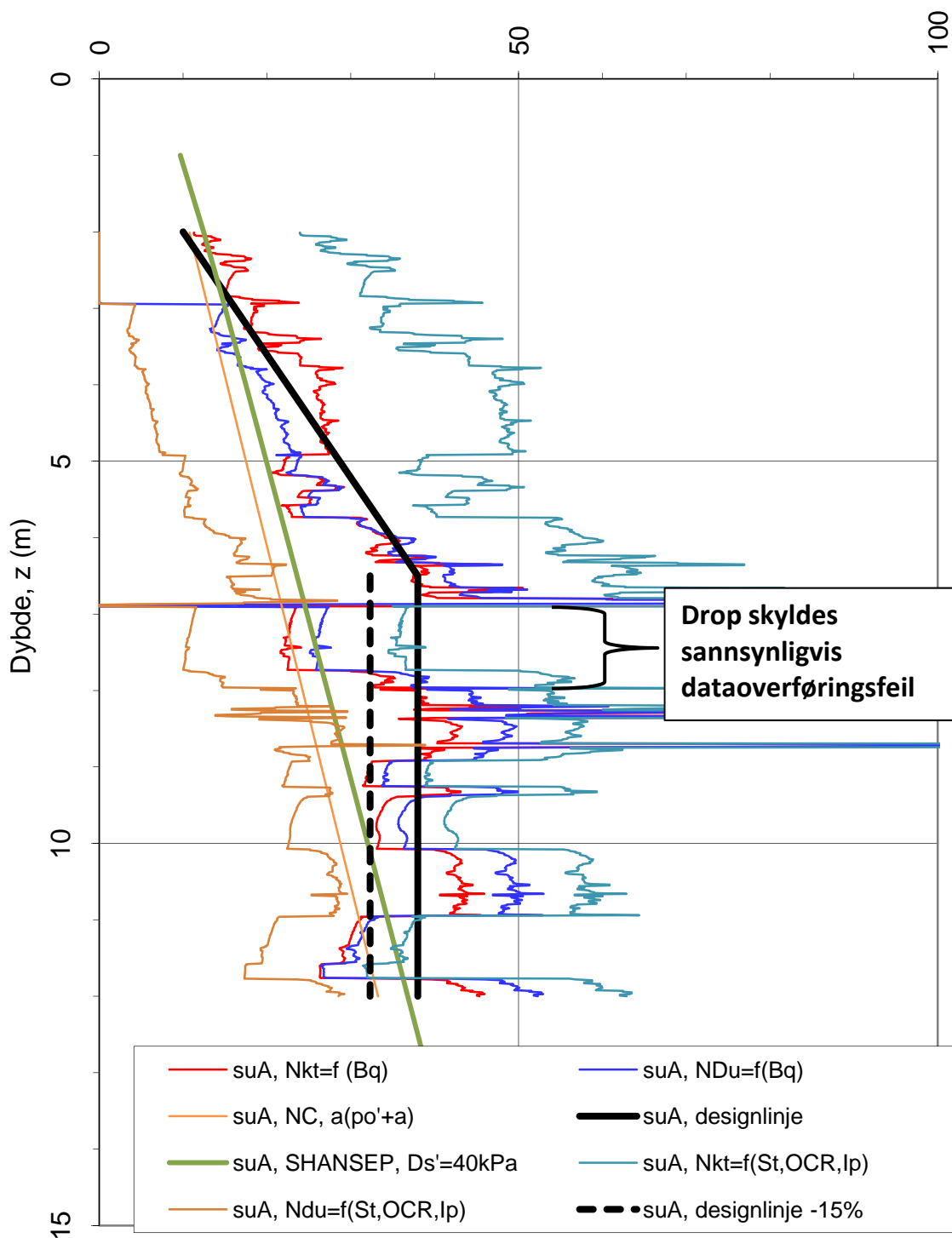


Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_215sp
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$ .				
CPTU id.:	215	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 15.03.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 42.10	Versjon: 03.10.2009	Revisjon:



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_215sp
Friksjonsvinkel $\phi$ .				
CPTU id.:	215	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 15.03.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 42.11	Versjon: 03.10.2009	Revisjon:

Udrenert skjærstyrke,  $s_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



$\alpha_c$  valgt: **0.25**

Oppdragsgiver:

**Flatanger kommune**

Oppdrag:

**Områdevurd. Lauvsnes**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_215sp

Aktiv udrenert skjærstyrke  $s_{uA}$ , korrelert mot  $B_q$ .

CPTU id.:

215

Sonde:

4293



**MULTICONSULT AS**

Dato:

15.03.2010

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

rols

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

413941

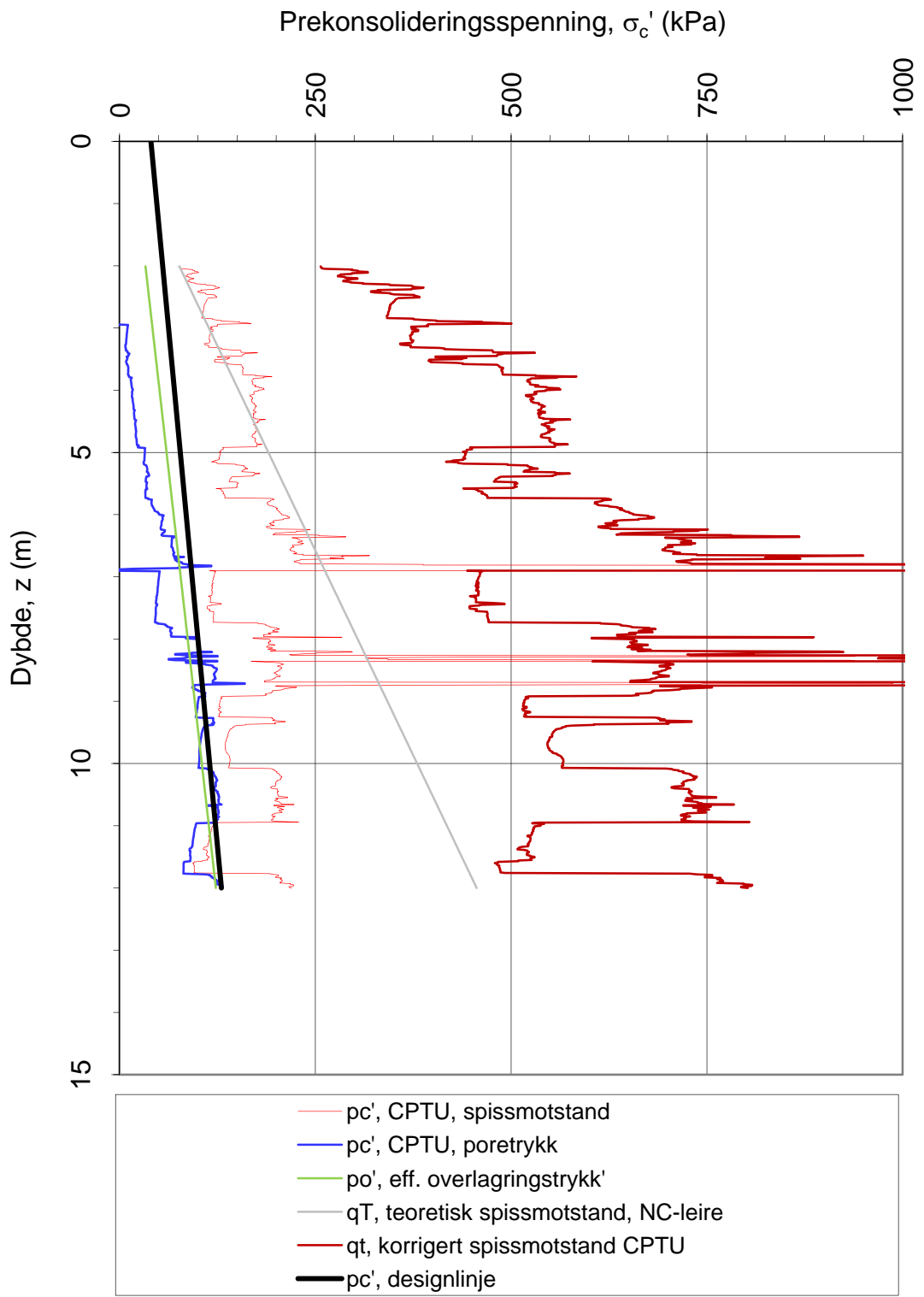
Tegning nr.:


42.8

Versjon:

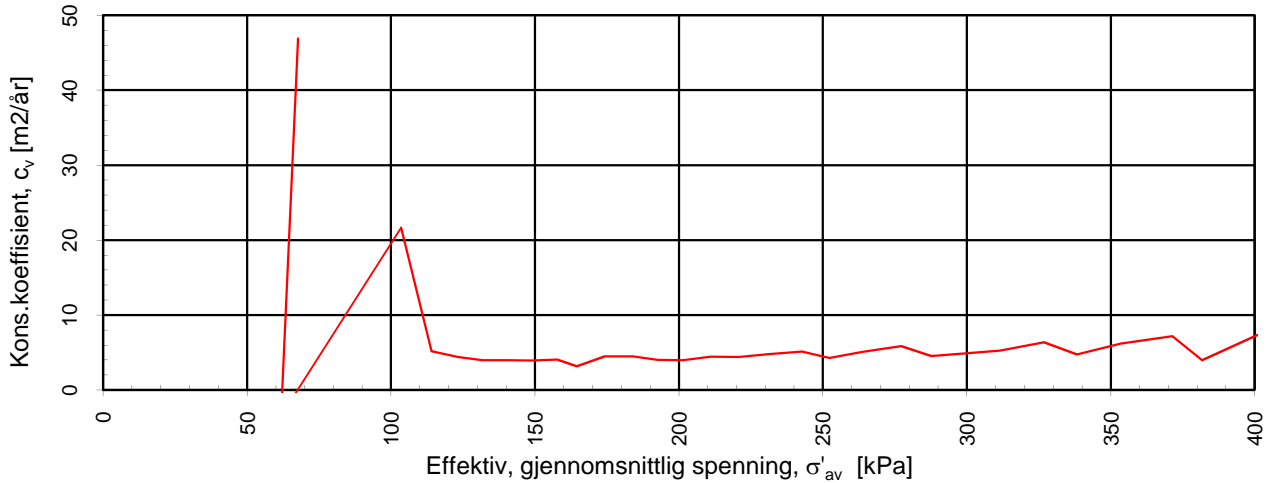
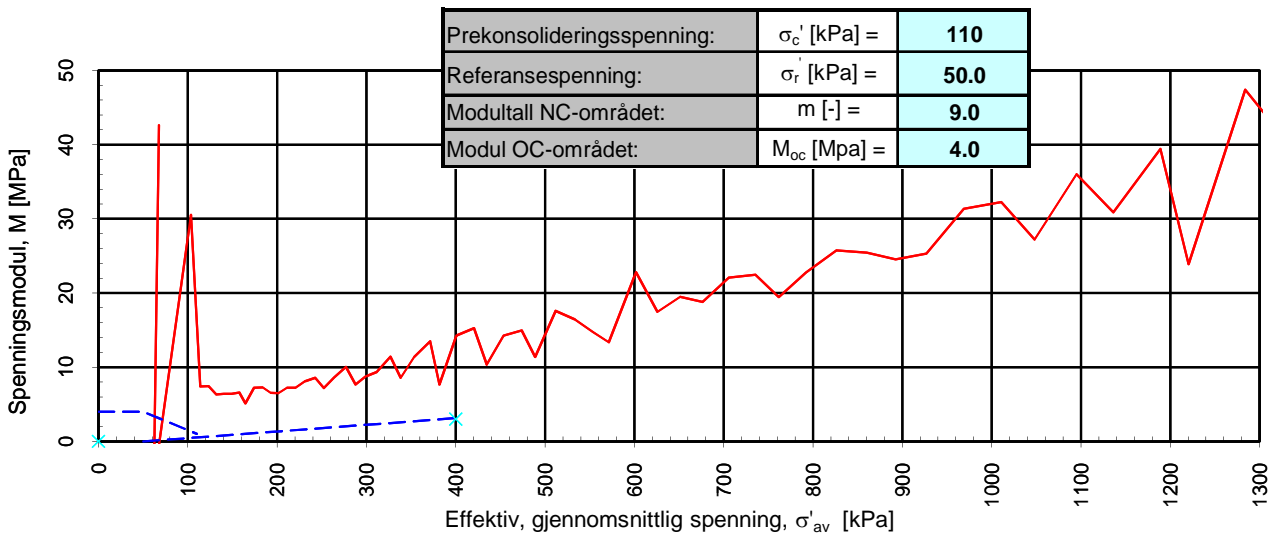
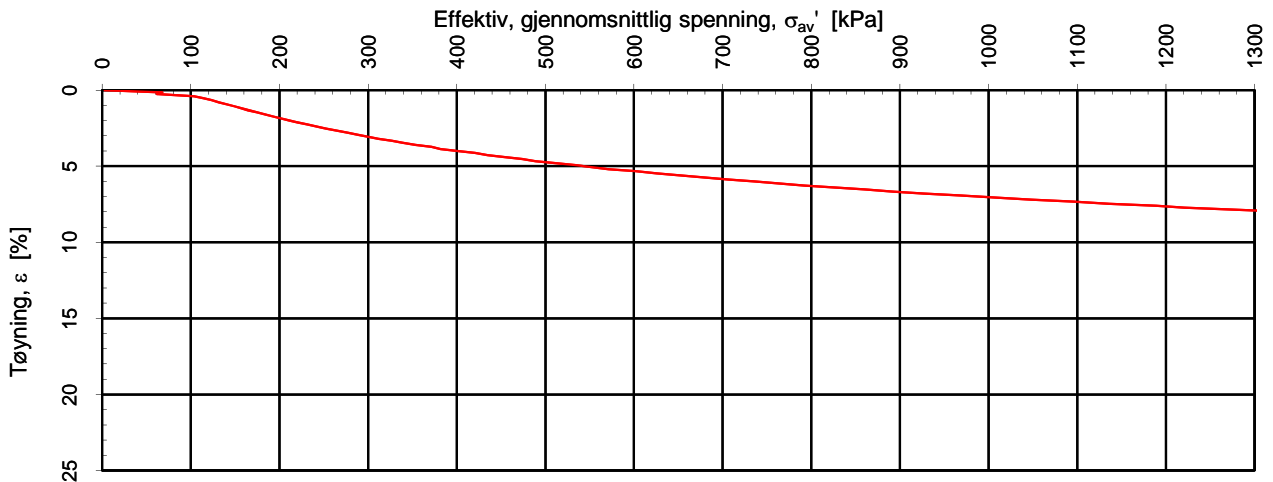
03.10.2009

Revisjon:



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_215sp
Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$ .				
CPTU id.:	215	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 15.03.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 42.9	Versjon: 03.10.2009	Revisjon:





## Flatanger Områdevurdering Lausnes

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning:  $\sigma'_{av}$  -  $\varepsilon_a$ , M og  $c_v$ .

Tegningens filnavn:

H219, dybde 6,25m.xlsx



**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

22.03.2010

Dybde, z (m):

6.25

Borpunkt nr.:

219

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

rols

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

76

Prosedyre:

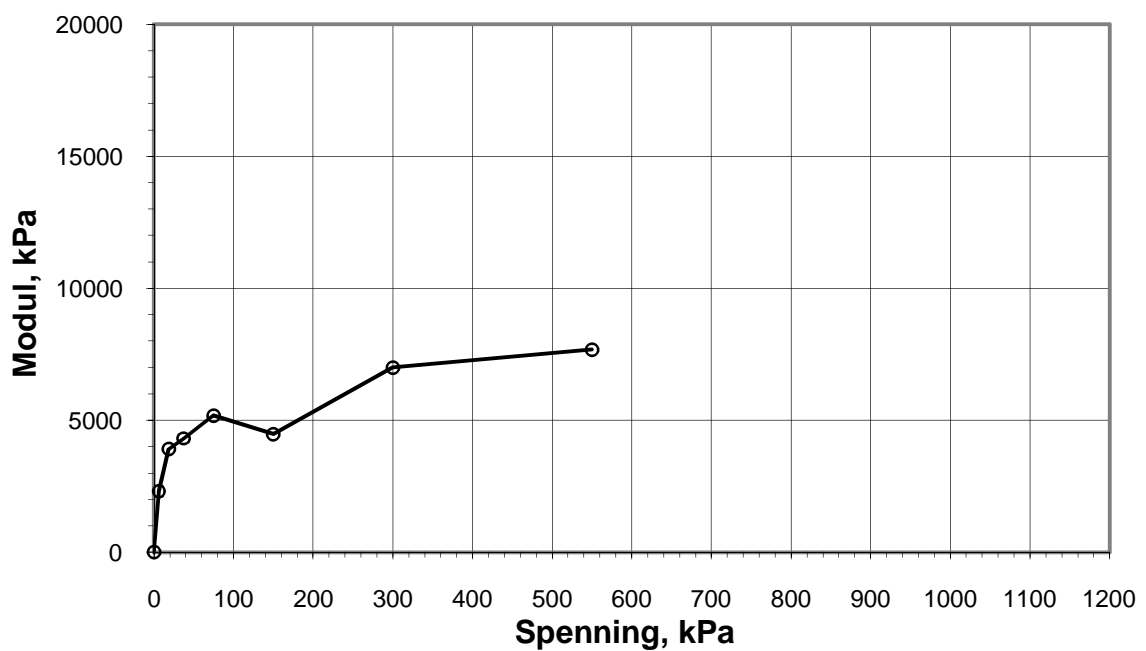
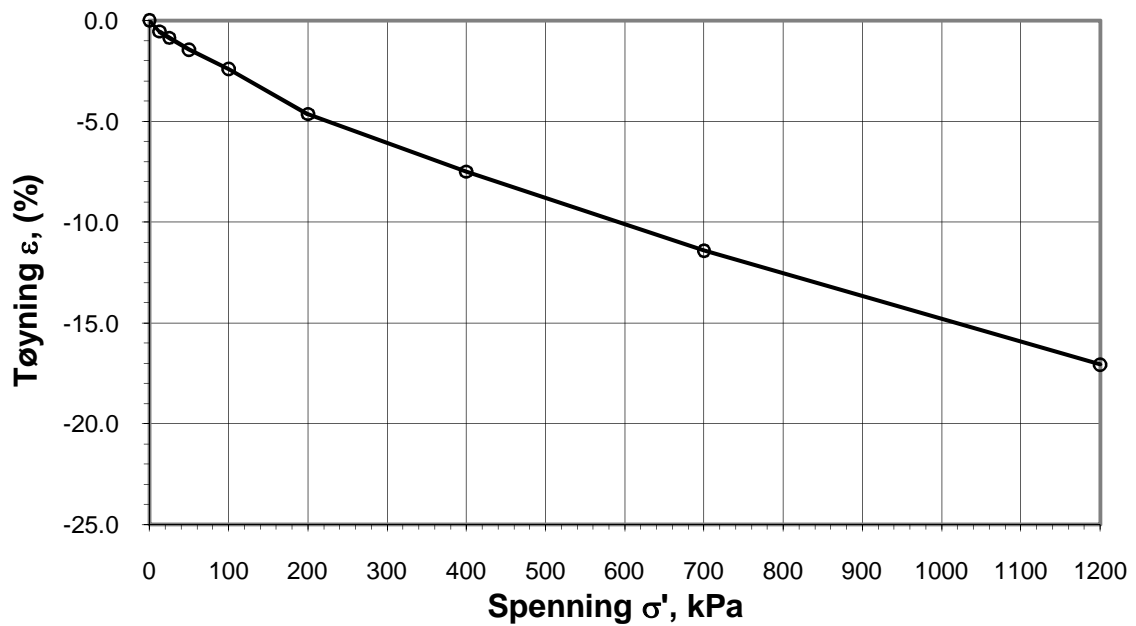
CRS


Godkjent:

ero

Programrevisjon:

13.10.2009



<b>ØDOMETERFORSØK</b>  Flatanger kommune  Områdevurdering Lauvsnes Trinnsvis ødometerforsøk	Boring nr H 204, dybde 8,45 m		
	Borplan nr. -1		
	Boret dato 24.02.10		
<b>MULTICONSULT AS</b>  7486 TRONDHEIM Besøksadr. Sluppenveien 23 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Dato 18.03.10	Tegnet: kjt	Godkjent rols
	Oppdrag nr 413941	Tegningsnr: 77	Rev. 1

**ØDOMETERFORSØK**

Boring nr

Trinnvis ødometerforsøk

Borplan nr.

Boret dato



**MULTICONSULT AS**

7486 TRONDHEIM  
Besøksadr. Sluppenveien 23  
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Dato

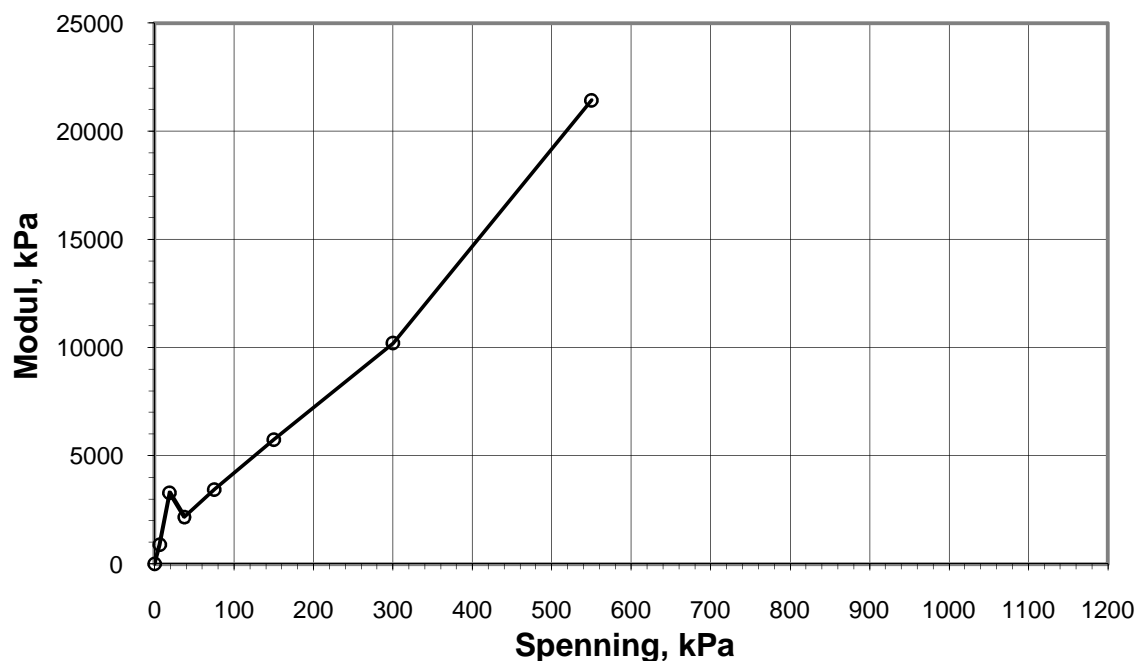
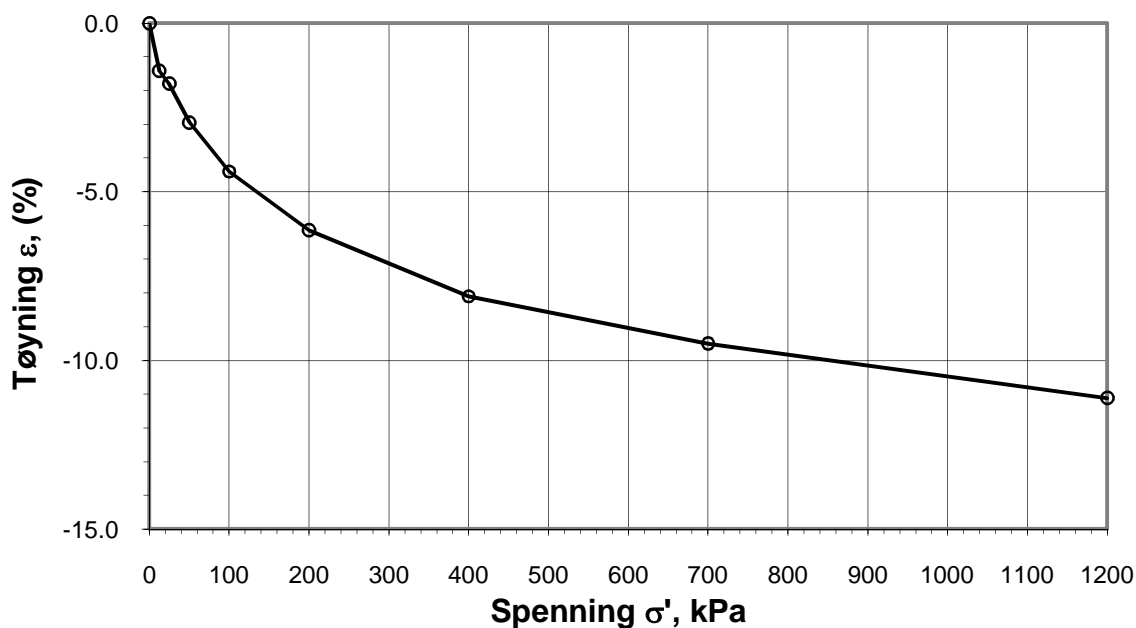
Tegnet:


Godkjent

Oppdrag nr

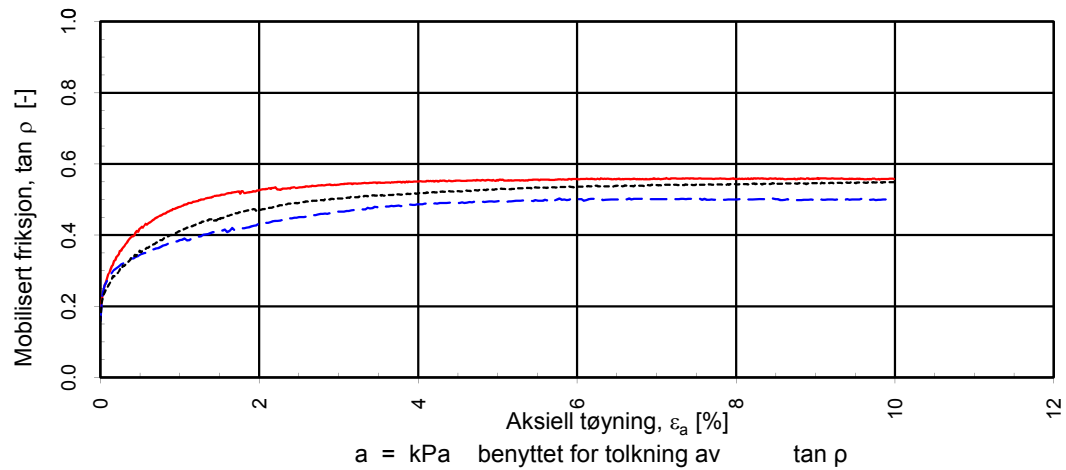
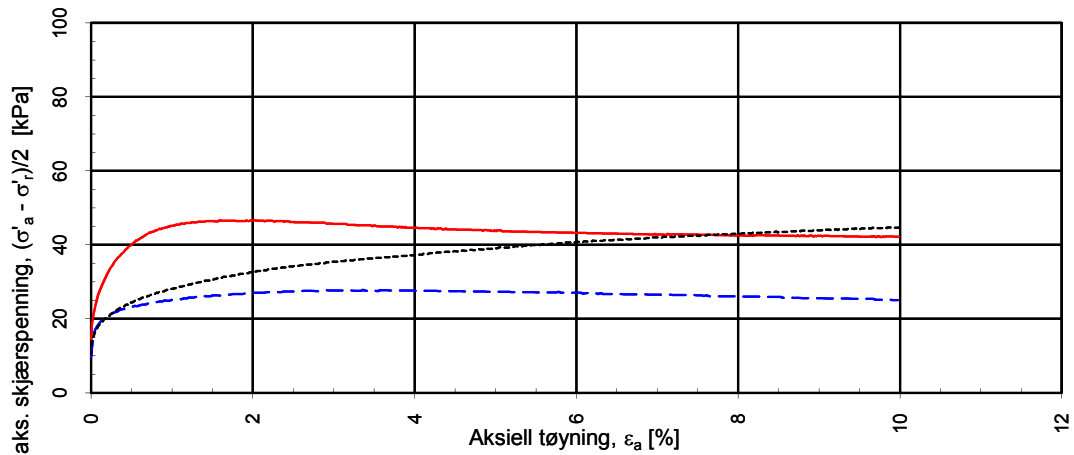
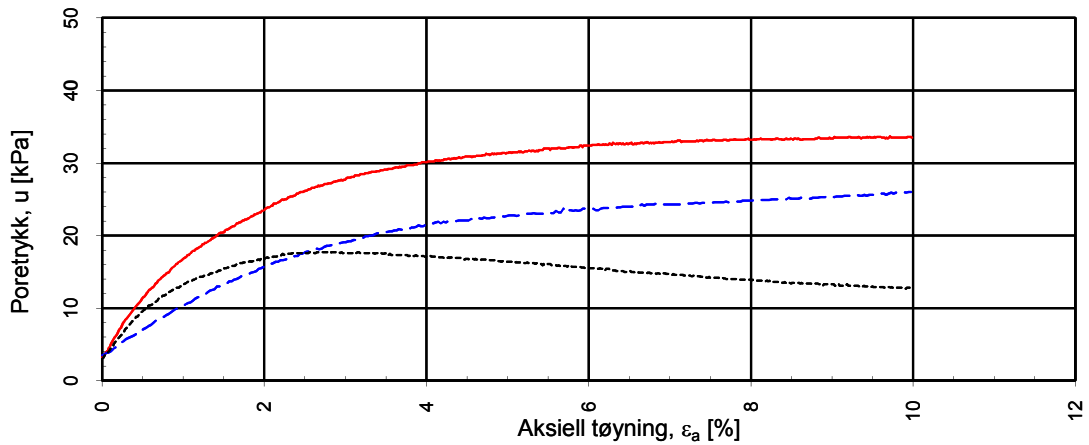
Tegningsnr:

Rev.



<b>ØDOMETERFORSØK</b>  Flatanger kommune  Områdevurdering Lausnes Trinnsvis ødometerforsøk	Boring nr H 214, dybde 7,2 m		
	Borplan nr. -1		
	Boret dato 10.03.10		
<b>MULTICONSULT AS</b>  7486 TRONDHEIM Besøksadr. Sluppenveien 23 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Dato 24.10.10	Tegnet: kjt	Godkjent rols
	Oppdrag nr 413941	Tegningsnr: 78	Rev. 1





**413941**

**Flatanger kommune**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

Mars 2010

Dybdeintervall, z (m):

5.30-8.55 m

Borpunkt nr.:

204, 214, 219

Forsøk nr.:

-

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

ROLS

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

8U

Prosedyre:

CAUa

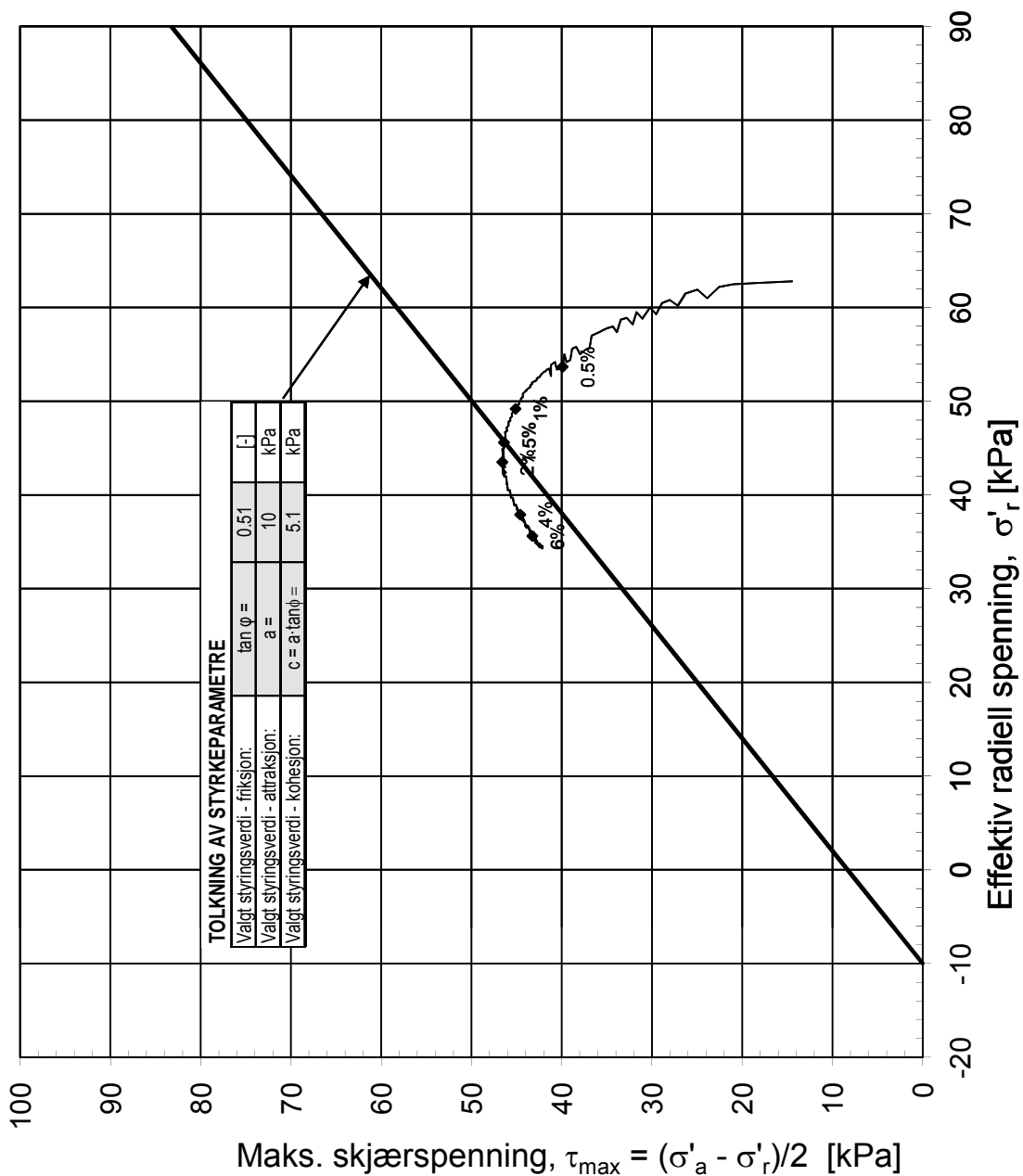
Programrevisjon:

13.10.2009

Tegningens filnavn:

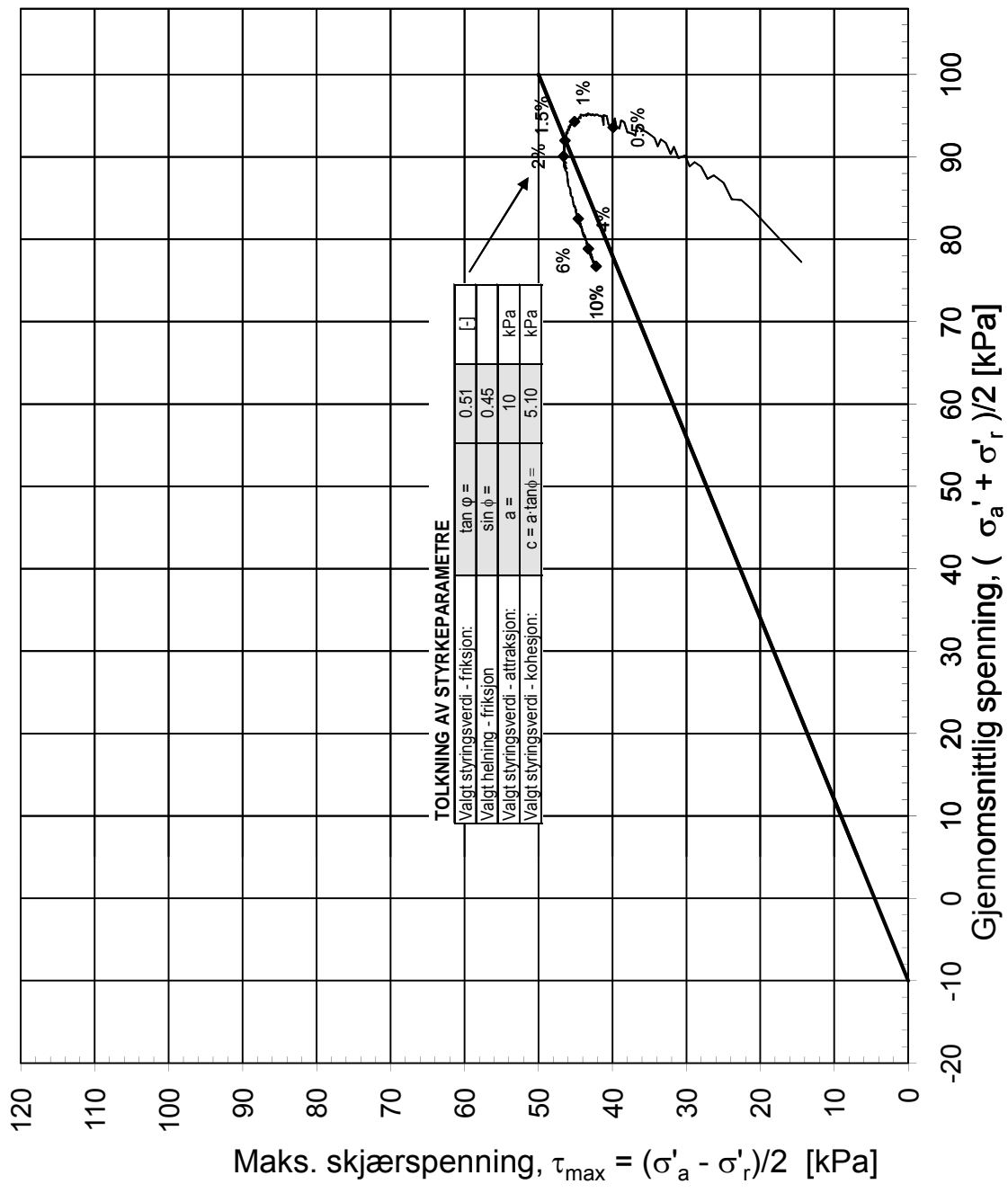
I reaks\_samleplott.xlsx





Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	101.49	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	71.04	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	23.80	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.10	$g/cm^3$
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	1.62	%

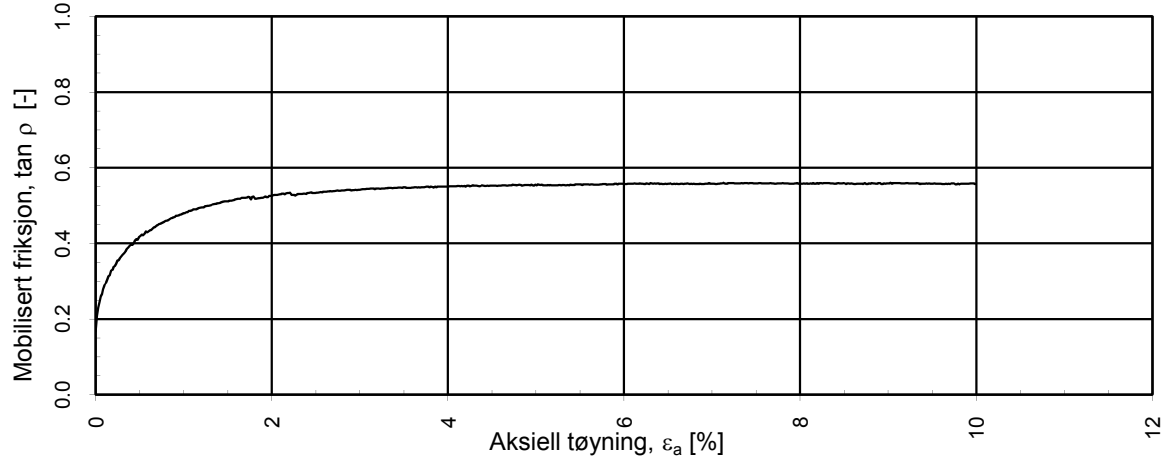
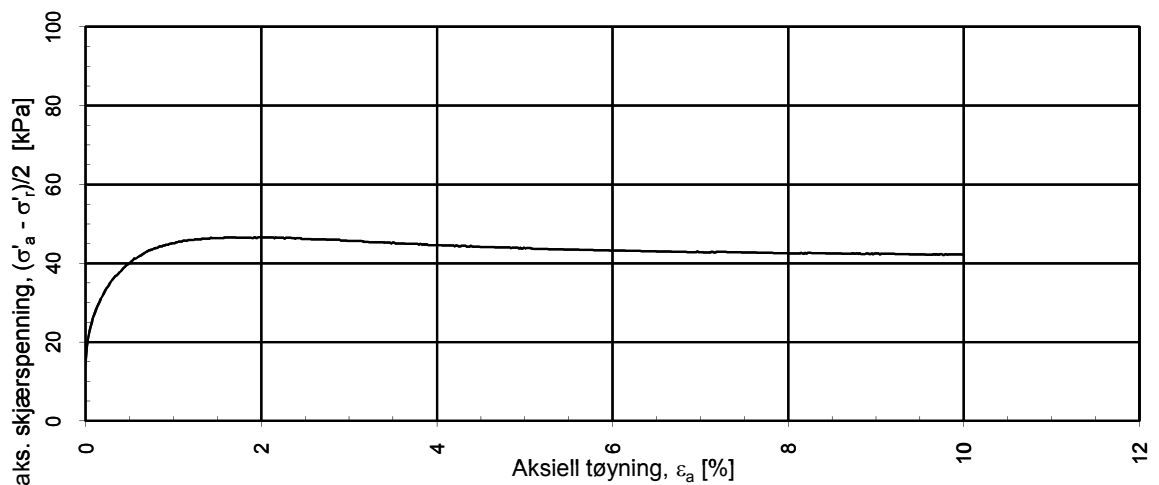
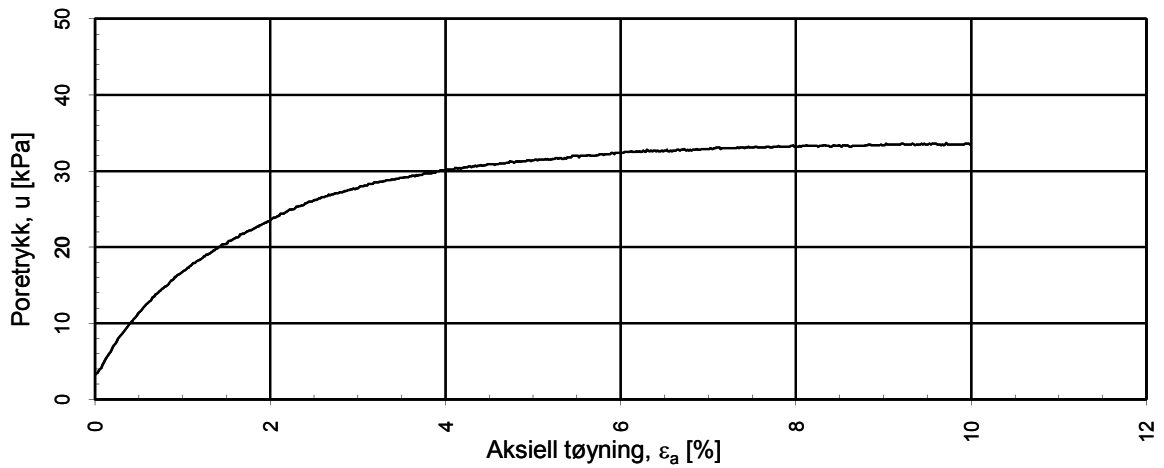
<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn:	
		Etter volumtøyning:	H204, dybde 8,55 m.xlsx	
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter poreallsending:		
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.				
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato: 17.03.2010	Dybde, z (m): 8.55		Borpunkt nr.: 204
	Forsøk nr.: 1	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols	
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 81	Prosedyre: CAUa	
			Godkjent: ero	
			Programrevisjon: 13.10.2009	



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 101.49$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 71.04$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 23.80$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2.10$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 1.62$  %

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn: H204_dybde 8,55 m.xlsx
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NGI-plott.		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30		Borpunkt nr.: 204	
Forsøksdato: 17.03.2010	Dybde, z (m): 8.55	Kontrollert: rols	Godkjent: ero
Forsøk nr.: 1	Tegnet: kjt	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 13.10.2009
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 82		





a = 10 kPa benyttet for tolknin tan ρ

## Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

#### Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

H204,dybde 8,55 m.xlsx



### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:  
17.03.2010

Dybde, z (m):  
8.55

Borpunkt nr.:  
204

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
kjt

Kontrollert:  
rols

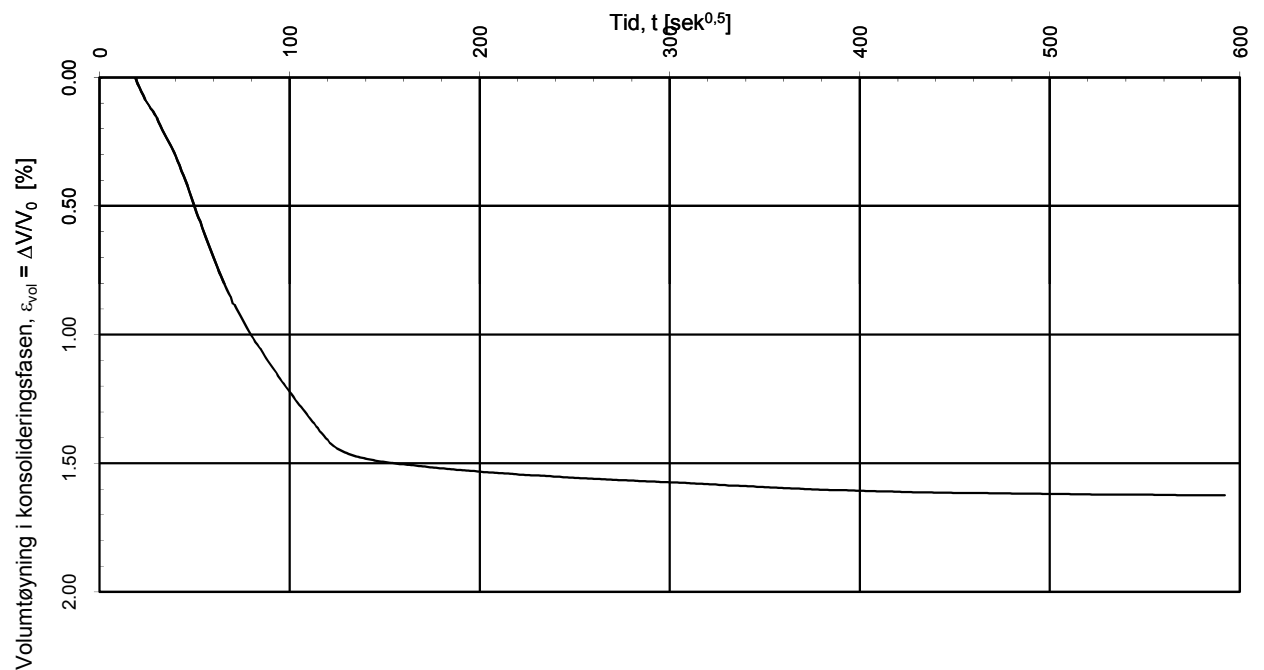
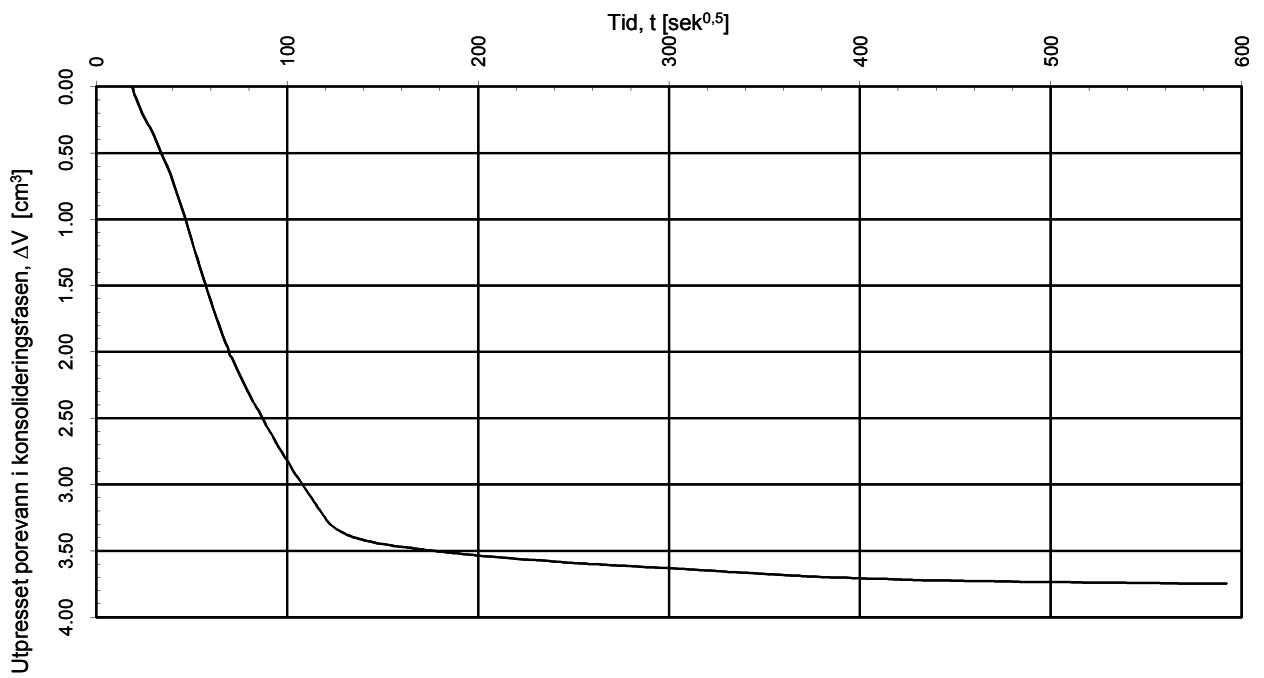
Godkjent:  
ero

Oppdrag nr.:  
413941

Tegning nr.:  
83

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	101.49	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	71.04	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	23.80	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.10	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	1.62	%

**Flatanger kommune**

**Områdevurdering Lauvsnes**

Treksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:  
H204,dybde 8,55 m.xlsx

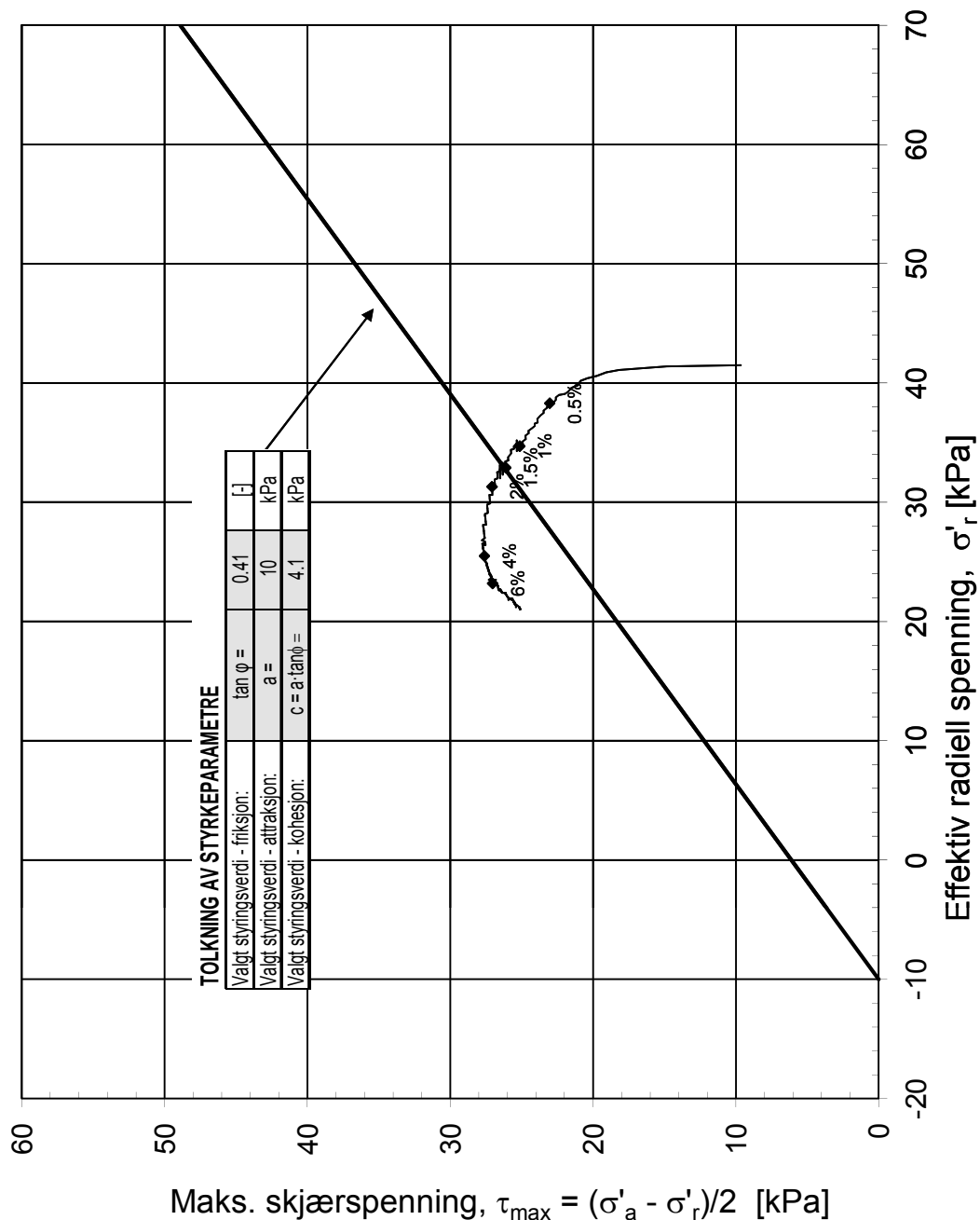


**MULTICONSULT AS**

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

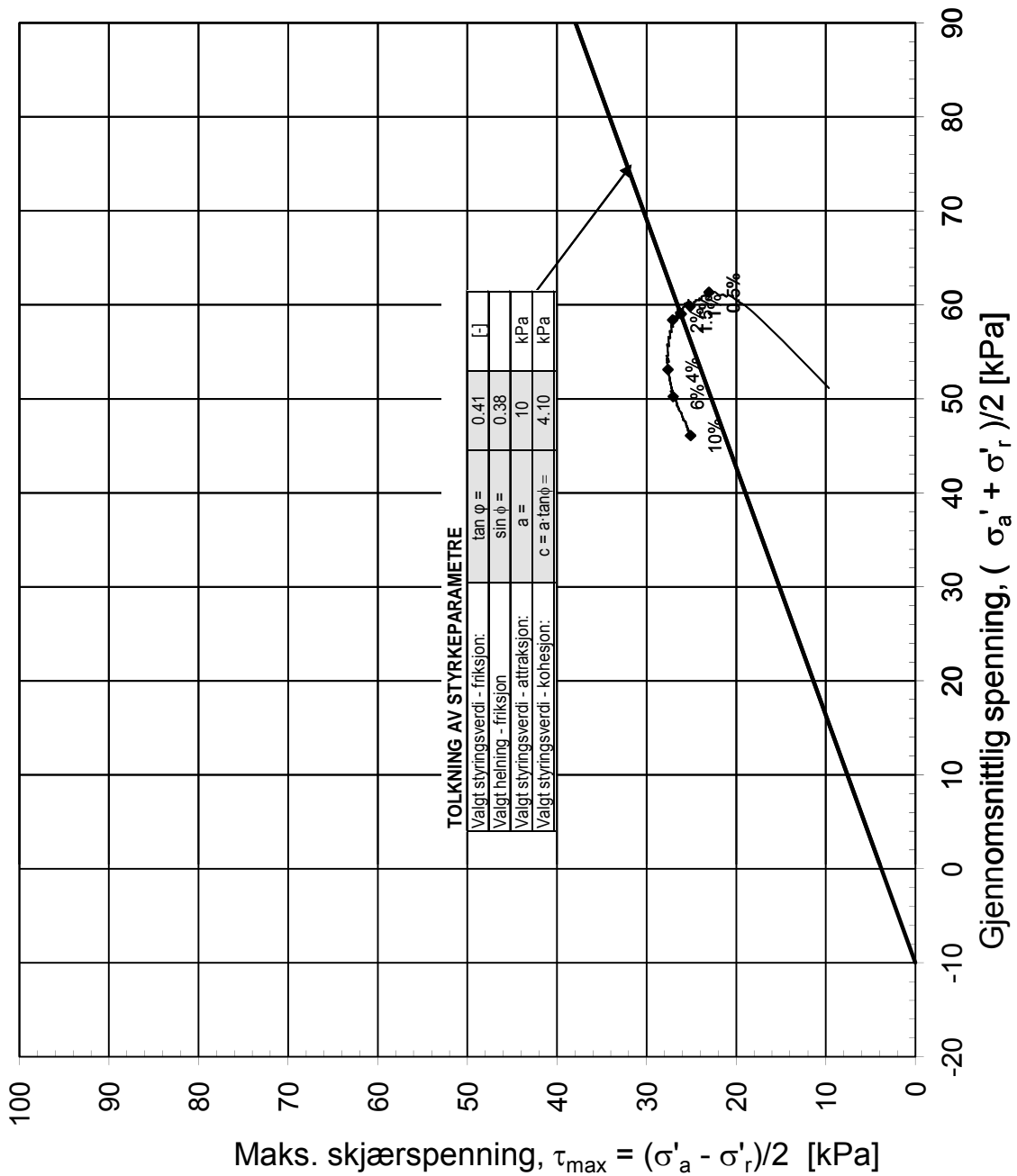
Forsøksdato: 17.03.2010	Dybde, z (m): 8.55	Borpunkt nr.: 204
Forsøk nr.: 1	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 84	Prosedyre: CAUa

Godkjent: ero
Programrevisjon: 13.10.2009




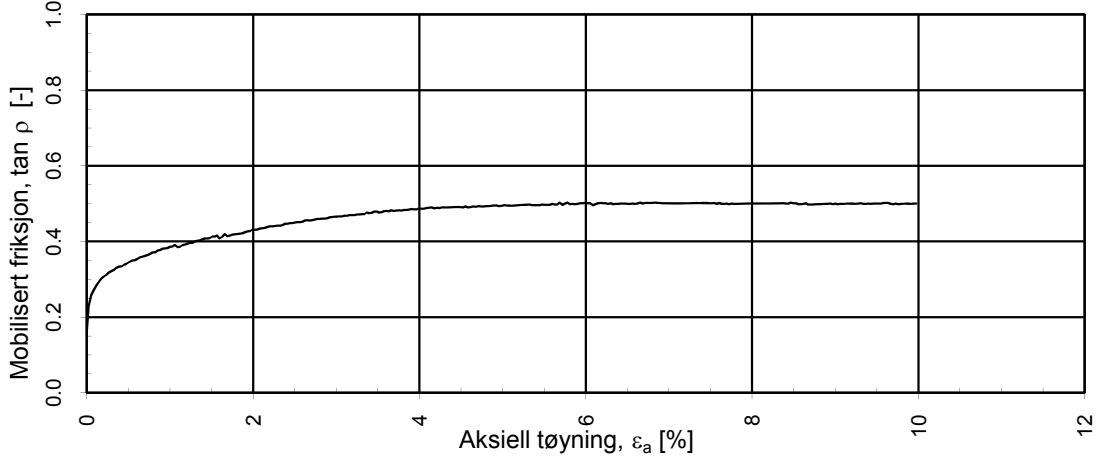
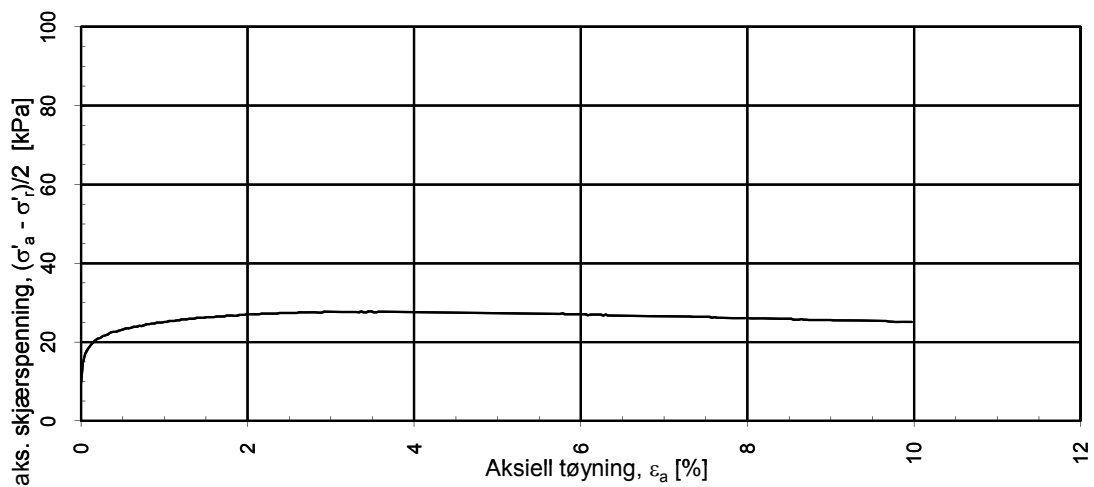
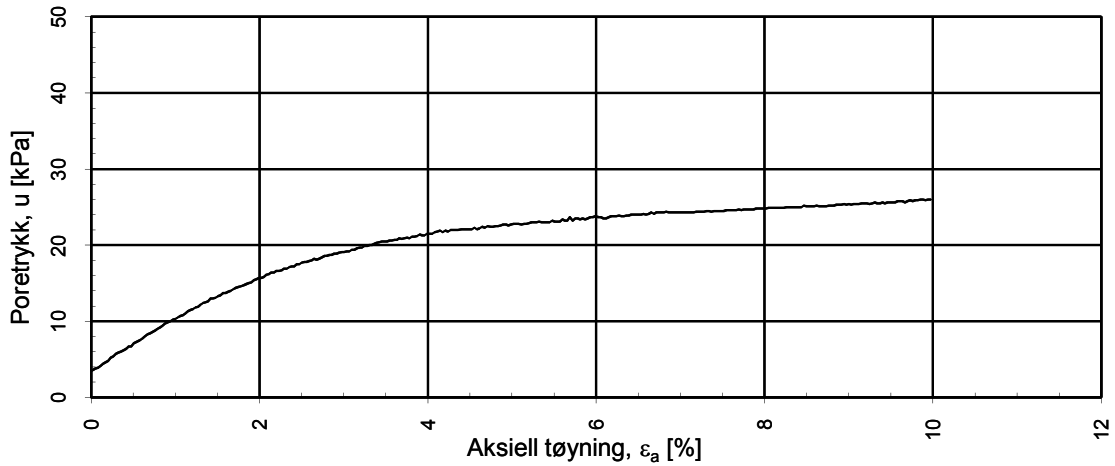
Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	68.30	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	47.81	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	19.90	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.15	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	4.18	%

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn: H214 dybde 5,30 m.xlsx
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	
<b>Treksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.</b>		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 5.30	Borpunkt nr.: 214
	Forsøk nr.: 2	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 85	Prosedyre: CAUa
			Programrevisjon: 13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 68.30$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 47.81$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 19.90$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2.15$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 4.18$  %

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn: H214 dybde 5,30 m.xlsx	
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:		
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NGI-plott.		Etter poretallsending:		
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 5.30		Borpunkt nr.: 214
	Forsøk nr.: 2	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols	Godkjent: ero
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 86	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 13.10.2009



$a = 10$  kPa benyttet for tol  $\tan \rho$

## Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

H214 dybde 5,30 m.xlsx



#### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:  
22.03.2010

Dybde,  $z$  (m):  
5.30

Borpunkt nr.:  
214

Forsøk nr.:  
2

Tegnet:  
kjt

Kontrollert:  
rols

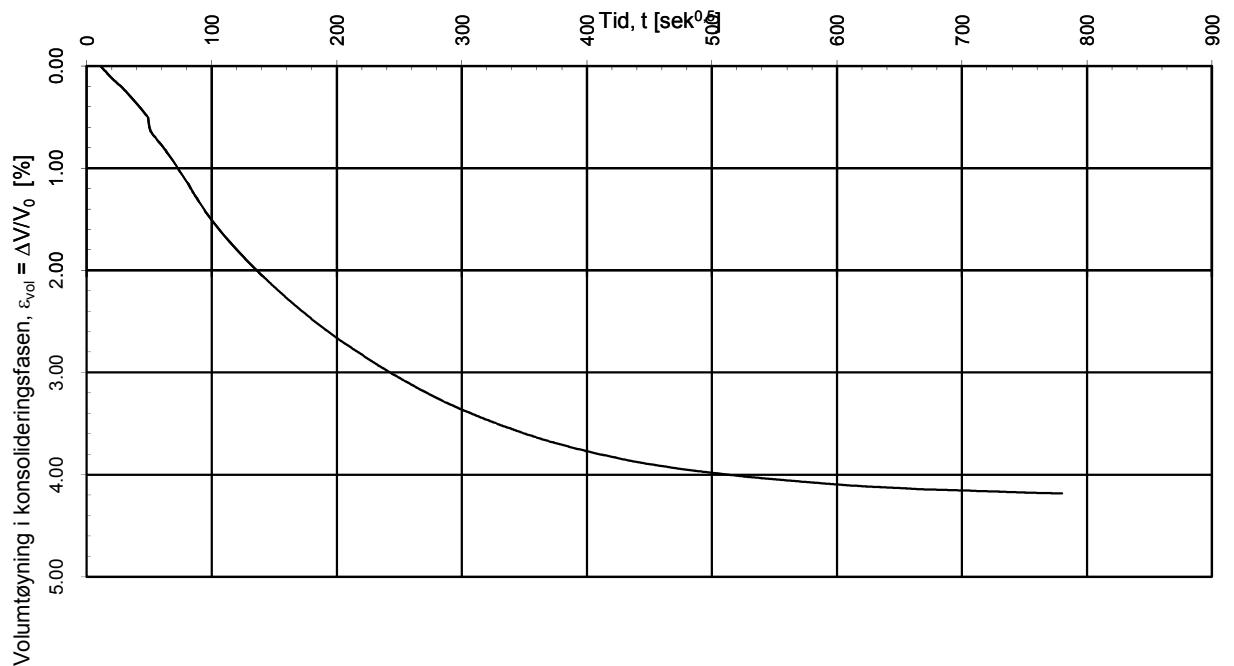
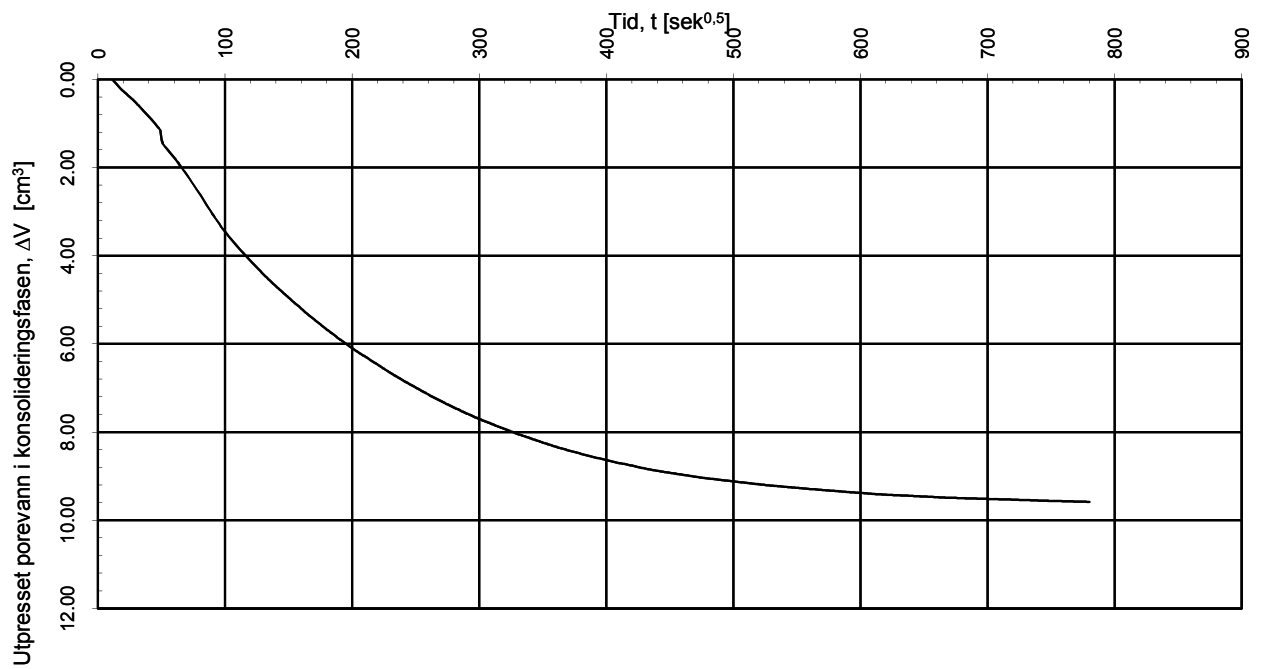
Godkjent:  
ero

Oppdrag nr.:  
413941

Tegning nr.:  
87

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009



Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	68.30	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	47.81	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	19.90	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.15	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	4.18	%

### Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

Treksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:  
H214 dybde 5,30 m.xlsx



#### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

22.03.2010

Dybde, z (m):

5.30

Borpunkt nr.:

214

Forsøk nr.:

2

Tegnet:

kjt

Kontrollert:

rols

Godkjent:

ero

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

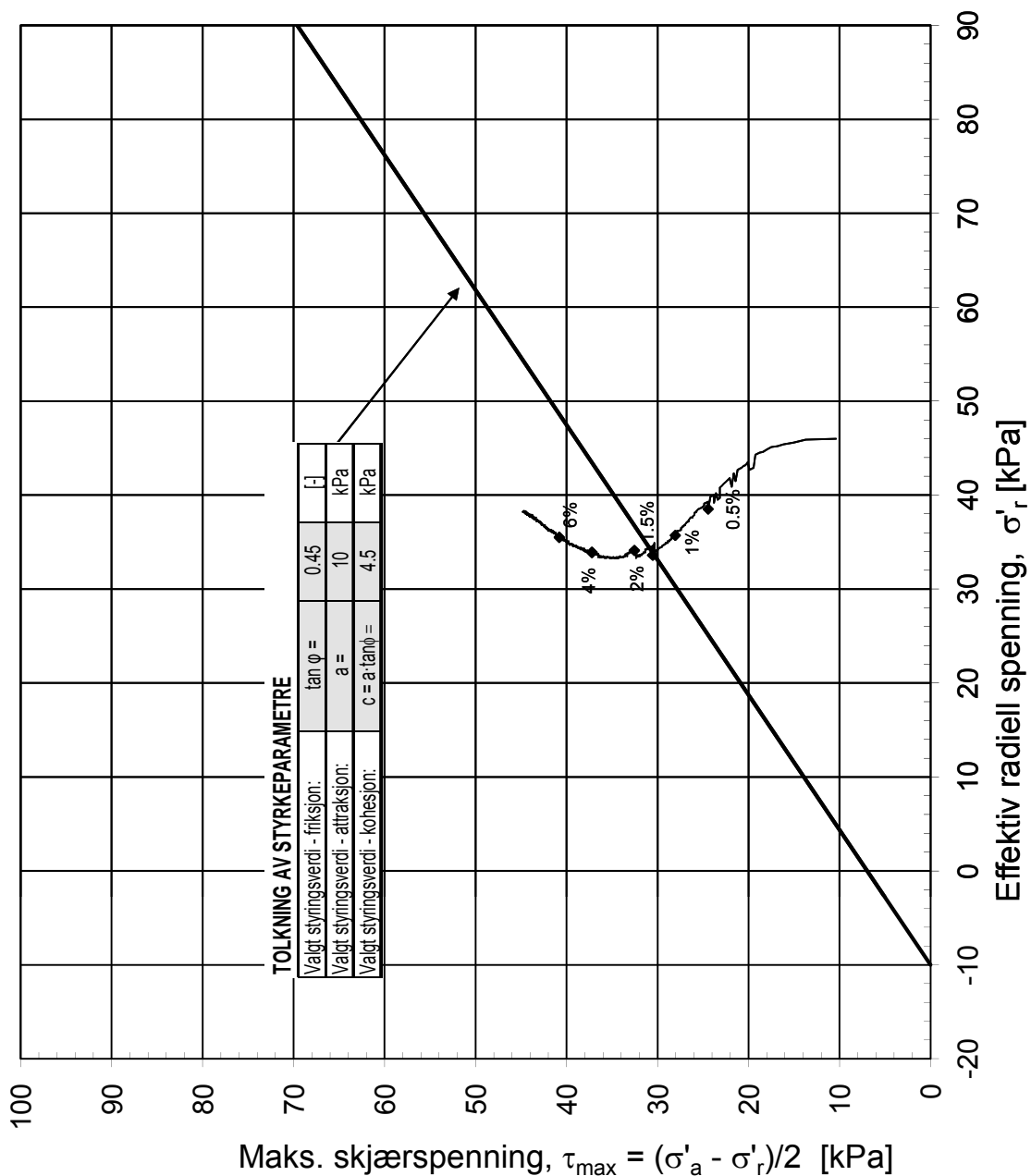
88

Prosedyre:

CAUa

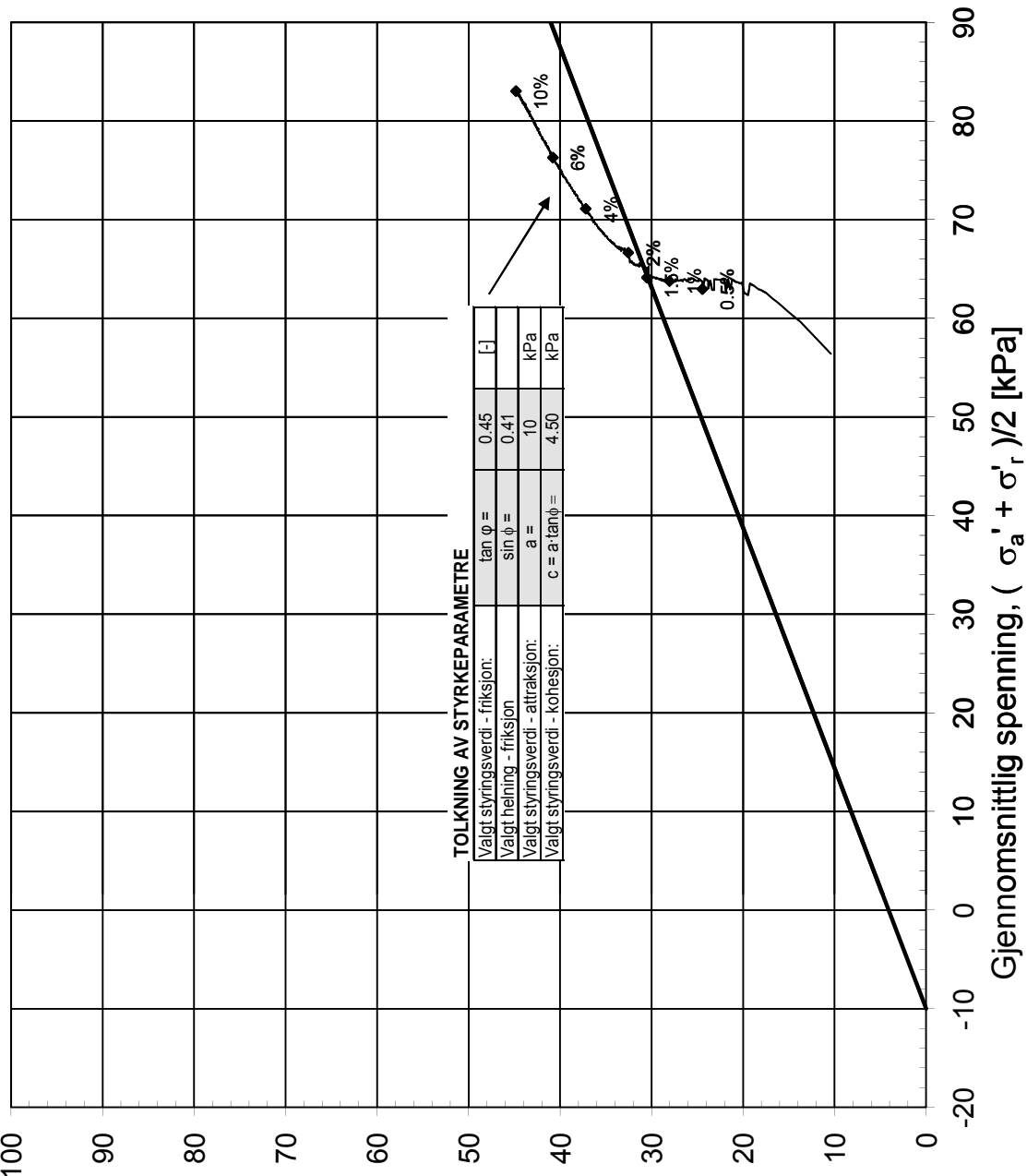
Programrevisjon:

13.10.2009



Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	75.34	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	52.74	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	21.40	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.09	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	2.48	%

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn:
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	H219, dybde 6,05 m.xlsx
<b>Treksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.</b>		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Borpunkt nr.:	
	22.03.2010	6.05	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:
3	EriS	rols	oaa
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
413941	89	CAUa	13.10.2009

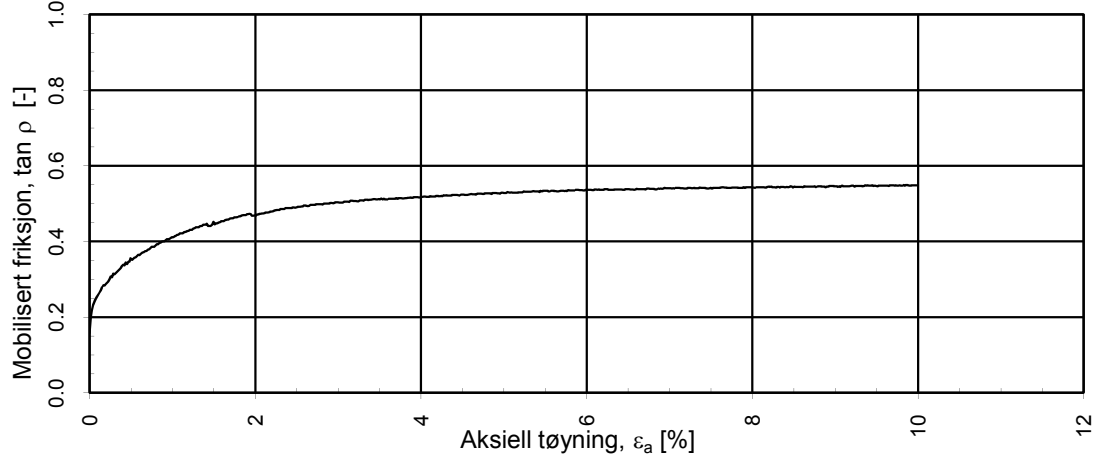
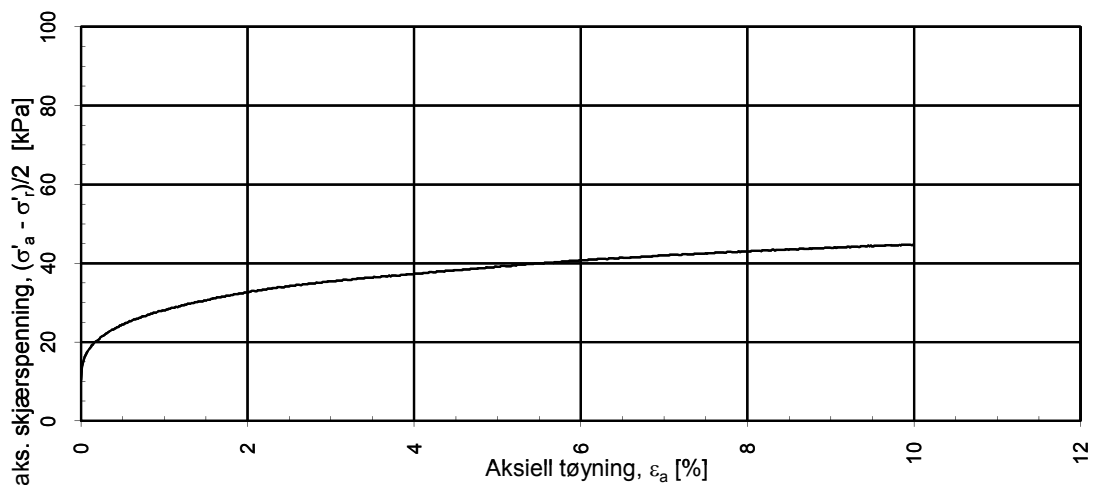
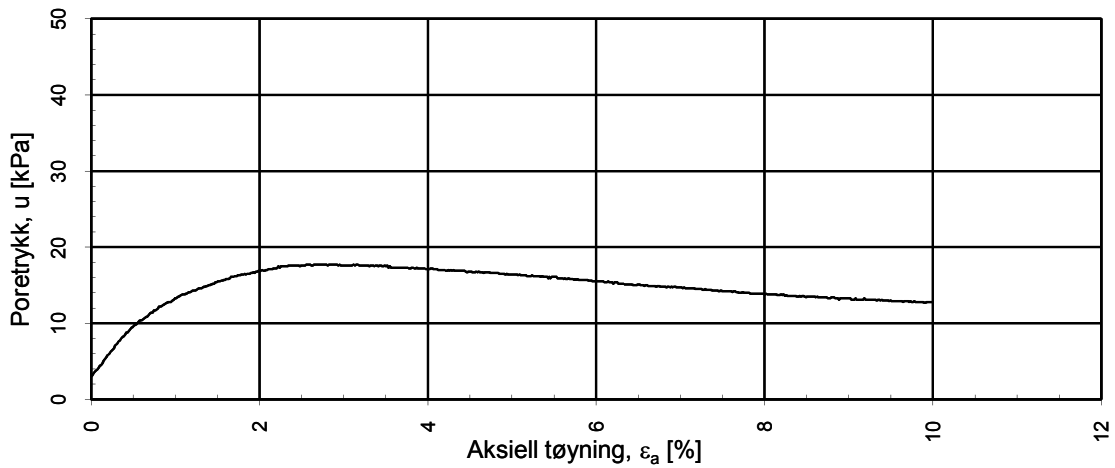


Maks. skjærspenning,  $\tau_{max} = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$  [kPa]

Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	75.34	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	52.74	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	21.40	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.09	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	2.48	%

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn: H219, dybde 6,05 m.xlsx
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NGI-plott.		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30		Borpunkt nr.: 219	
Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 6.05	Kontrollert: rols	Godkjent: ero
Forsøk nr.: 3	Tegnet: kjt	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 13.10.2009
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 90		





a = 10 kPa benyttet for  $\tau$  tan ρ

## Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

#### Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

H219, dybde 6,05 m.xlsx

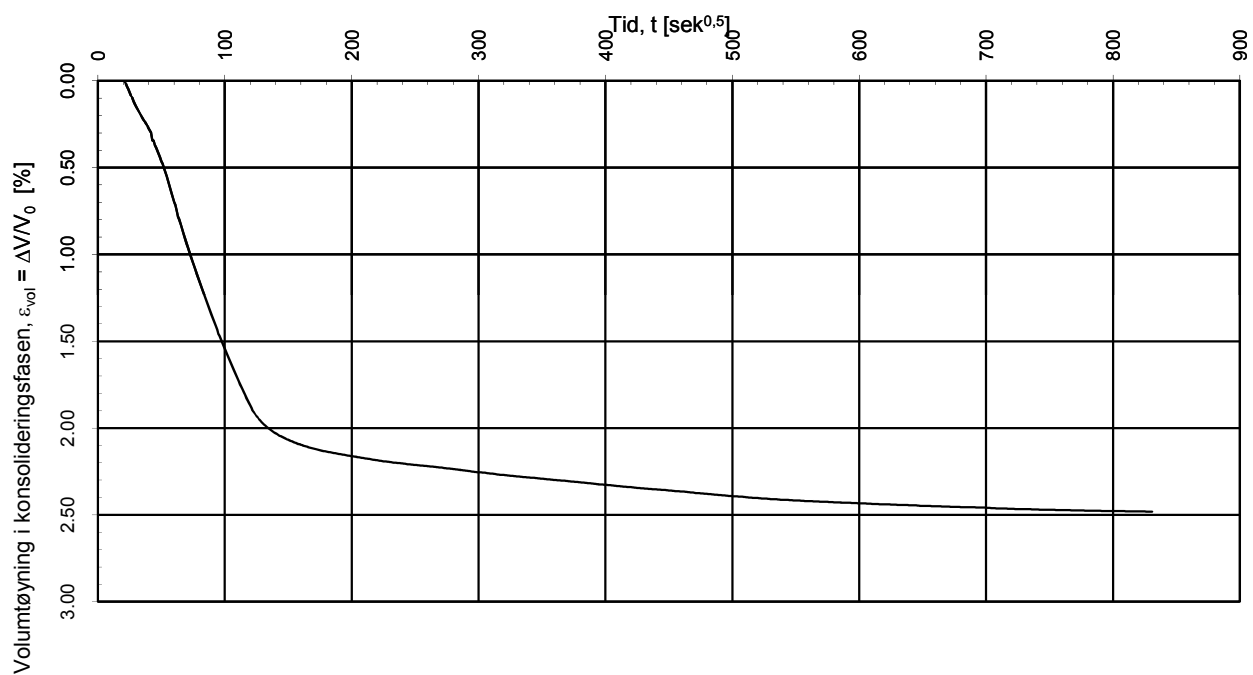
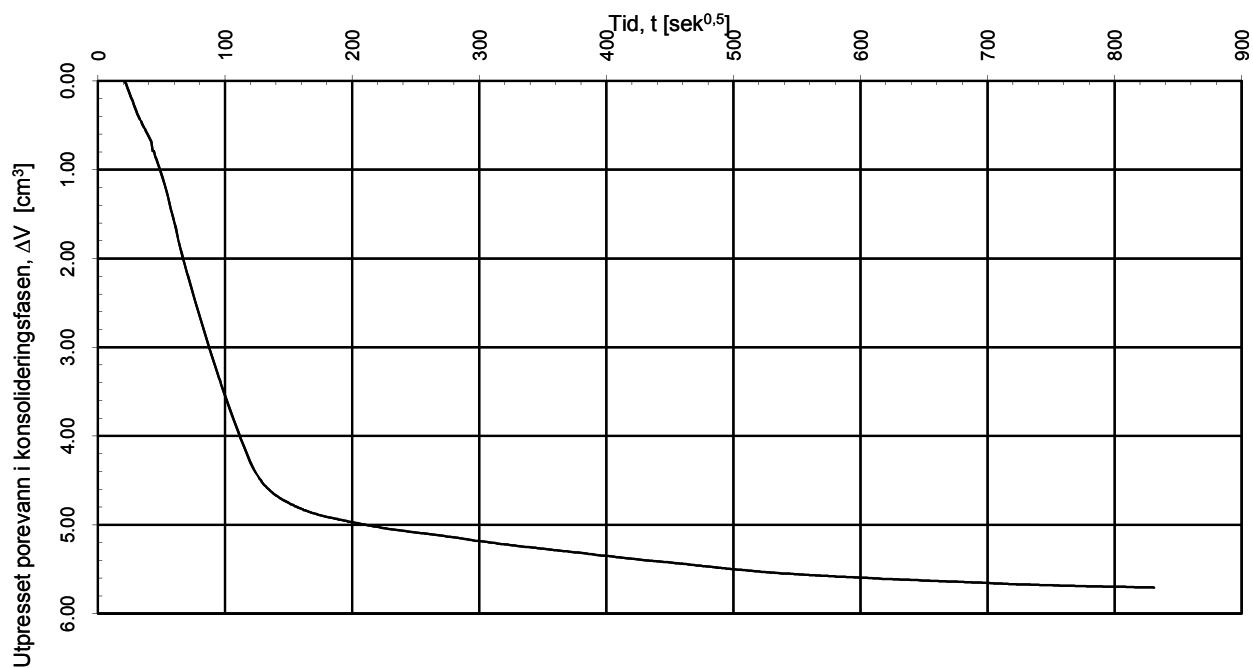


### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 6.05	Borpunkt nr.: 219
Forsøk nr.: 3	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 91	Prosedyre: CAUa

Godkjent: ero
Programrevisjon: 13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 75.34$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 52.74$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 21.40$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2.09$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 2.48$  %

**Flatanger kommune**

**Områdevurdering Lauvsnes**

Treksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:  
H219, dybde 6,05 m.xlsx



**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 6.05	Borpunkt nr.: 219
Forsøk nr.: 3	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 92	Prosedyre: CAUa

Godkjent: ero
Programrevisjon: 13.10.2009

# Utførte aksjoner etter 3. partskontroll



<b>Oppdragsgiver:</b>	Flatanger kommune			
<b>Oppdrag:</b>	Lauvsnes Flatanger – Områdevurdering Lauvsnes			
<b>Oppdragsnummer:</b>	413941			
<b>Dato 3. partskontroll:</b>	03.05.2011			
<b>Dato revisjon:</b>	10.03.2011			
<b>Revisjonsnr. 3. partskontroll:</b>	NGI Trondheim			
<b>Totalt sider skjema:</b>	11			
	<b>Dok. nr.</b>	<b>Tittel</b>	<b>Dato</b>	<b>Firma</b>
Dok. underlagt kontroll:	1 413941-1	Vurdering av områdestabilitet Lauvsnes. Beregnings- og vurderingsrapport.	10.03.2011	Multiconsult
	413941-2			
	413941-RIG 01			
	413941-2, rev.1			
Utført av:	Rolf Sandven, Erik Schiøtz			
Kontrollert av:	Erling Romstad			<i>Erling Romstad</i>
Godkjent av:	Olav Årbogen			

## Beskrivelse av oppdraget:

Notatet beskriver Multiconsults reaksjoner og planlagte oppfølging som følge av kommentarer fra NGIs uavhengige kontroll av rapport 413941-2, rev.1. Korreksjoner etter kommentarene er tatt hensyn til i vår endelige rapport 413941-2, rev.2 som utsendes om kort tid. Notatet oversendes Flatanger kommune v/Hans Petter Haukø, Arcon prosjekt v/Alf Rune Strømhylden og NGI Trondheim v/Ragnar Moholdt og Eystein Enlid.

## KONTROLLSTATUS

Kontrollkode	Forklaring	Kommentar	Kommentarkategori
OK	Kontrollert og godkjent. Eventuelt med kommentar.	TS	Teknisk spørsmål
		R	Råd
ANM	Kontrollert med anmerkning. Godkjent med forbehold.	TA	Teknisk anmerkning
		F	Forbehold
IG	IKKE godkjent. Eventuelt med kommentar.	A	Avklares
		MS	Manglende samsvar
IR	Ikke relevant. Eventuelt med kommentar	Å	Åpen
		L	Lukket

Kommentar	Utført aksjon	Kategori <sup>1)</sup>	Status <sup>2)</sup>
<b>Enkelboringer</b>			
Generelt	<p><i>Kommentarer fra uavhengig kontrollør omhandler i all vesentlighet stabilitetsforhold og parameterbestemmelse i Faresone 1 i Lauvsnes sentrum. Stabilitetsforholdene vil her bli vurdert i forbindelse med detaljprosjekteringen sv tilbygg på SPAR-butikken. I den forbindelse planlegges gjennomført supplerende grunnundersøkelser konsentrert langs Profil CC-2, med siktemål å forbedre parametergrunnlaget for nye stabilitetsanalyser. Dette inkluderer blant annet aktive og passive treaksialfrosøk, kontinuerlige ødometerforsøk samt poretrykksmålinger. Avklaringer knyttet til dette er gitt status IG i dette notatet, begrunnet med at dette er nødvendig for å bringe utredningsnivået i denne faresonen opp på reguleringsplannivå.</i></p> <p><i>For Faresone 2 er det vurdert og gjennomført en mindre nyansering av faresoneinndelingen, men uten nye stabilitetsvurderinger. Sikringstiltak må detaljprosjekteres i denne faresonen.</i></p> <p><i>Faresone 3 og 5 anses utredet på kommuneplannivå, men utredningsnivået gir et godt utgangspunkt for reguleringsplaner i området.</i></p> <p><i>Faresone 4 anses utredet på reguleringsplannivå.</i></p>	-	-
1 Tolking av kvikkleire – metode	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
2 Tilstrekkelig boreddybde iht topografi	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
3 Kvalitetsklasse kontrollert	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Type undersøkelser</b>			
4 DTR/Totalsondering for sone-Begrensning	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
5 CPTU/prøvetaking eller vinge boring for parametertolkning	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Omfang</b>			
6 Tilstrekkelig mengde til å begrunne soneendring	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
7 Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Materialparametre for bruk i stabilitetsanalyser</b>			

8 Dokumentert grunnlag for valg av parametre	<p><u>Kommentar:</u> Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretryksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretryksfordeling og anisotropiforhold.</p>	ANM	Å
9 Konsolideringsforhold vurdert fra terreng/ødometer, sammenligning med CPTU	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p> <p><b>Merknad:</b> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene i Faresone 1, se pkt. 40.</p>	OK	L
10 Anisotropi vurdert	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
11 Brukt prinsipp om tøyingskompatibilitet, også ved valg av anisotropiforhold	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
12 Tolkning av udrenert skjærfasthet fra CPTU	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p> <p><b>Merknad:</b> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene i Faresone 1, se pkt. 40.</p>	OK	L
13 Justert skjærfasthet i forhold til eventuelle terrengendringer	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
14 Reduksjon av $s_u$ fra blokkprøver	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L

15 Reduksjon av $s_u$ fra CPTU for sensitive leirer	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen	OK	L
16 Korreksjon av $s_u$ fra vingebor	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen	IR	L
17 Årstidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser vurdert	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen pålagte.  <b><u>Merknad:</u> Det skal gjennomføres videre utredningsarbeid i forbindelse med tilbygg SPAR Flatanger, blant annet med oppfølging av poretrykk i byggefasen. Nye målinger vil bli foretatt i 2 nye fjernavleste piezometerstasjoner i den forbindelse slik at eventuelle årstidsvariasjoner kan vurderes.</b>	OK	L
18 Minimum en piezometerstasjon med piezometre i to dybder	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen pålagte.  <b><u>Merknad:</u> Det skal gjennomføres videre utredningsarbeid i forbindelse med tilbygg SPAR Flatanger, blant annet med oppfølging av poretrykk i byggefasen. Nye målinger vil bli foretatt i 2 nye fjernavleste piezometerstasjoner i den forbindelse slik at eventuelle årstidsvariasjoner kan vurderes, se pkt. 40.</b>	OK	L
19 Valg av designparametre – udrenert skjærfasthet	<u>Kommentar:</u> <i>Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</i>  <u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretrykksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretrykksfordeling og anisotropiforhold.	<b>ANM</b>	<b>Å</b>
20 Valg av designparametre – effektivspenningsparametre	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> Ingen pålagte	OK	L

	<b>Merknad:</b> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene i Faresone 1, se pkt. 40.		
21 Valg av designparametre – anisotropiforhold	<p><u>Kommentar:</u> Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretryksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretrykksfordeling og anisotropiforhold, se pkt. 40.</p>	ANM	Å
22 Valg av designparametre – tyngdetetthet	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Profilvalg – bruddtyper</b>			
23 Profilplassering (basert på OCR-forhold, høydeforskjeller, erosjonsforhold og lignende)	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
24 Lokal og global stabilitet undersøkt – påvisning av kritisk flate	<p><u>Kommentar:</u> Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene.</p>	IG	Å
25 Alle aktuelle skredtyper vurdert	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L

26 Skred fra utenfra området vurdert	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> <i>Ingen</i>	IR	L
<b>Analyse</b>			
27 Dagens og fremtidig situasjon – drenert jordoppførsel	<u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</i>  <u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.	IG	Å
28 Dagens og fremtidig situasjon – udrenert jordoppførsel (ADP anvendt eller $s_u$ redusert tilstrekkelig iht anisotropiforhold)	<u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</i>  <u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.	IG	Å
29 Anvendt beregningsprogram basert på grenselikevektsmetoden eller elementmetoden	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> <i>Ingen</i>	OK	L
30 Valgfri metode: Skjærtøyning langs kritisk glideflate sammenlignet med kurver fra treksialforsøk	<u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i> <u>Handling:</u> <i>Ingen</i>	OK	L
31 Modellering - lagdeling - tørrskorpe modellert, evt. med vannfylt sprekk - fasthetsprofiler	<u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</i>	ANM	Å



<p>(nivåer/interpolering)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grunnvannstand, poretrykksprofiler</li> </ul>	<p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres som en del av detaljprosjekteringen for tilbygg til SPAR-butikken. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.</p>		
<p><b>Sikkerhetsnivå – krav til dokumentasjon</b></p>			
<p>32 Beregnet materialkoeffisient <math>\gamma_m</math></p>	<p><u>Kommentar:</u> Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene. Geometriforutsetningene på land vurderes.</p>	<p><b>IG</b></p>	<p>Å</p>
<p>33 Nødvendig prosentvis forbedring vurdert ved <math>\gamma_m &lt; 1,4</math></p>	<p><u>Kommentar:</u> Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri.</p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40.</p>	<p><b>IG</b></p>	<p>Å</p>
<p>34 Tilleggskrav med hensyn til erosjon etc.</p>	<p><u>Kommentar:</u> Ingen</p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	<p>OK</p>	<p>L</p>
<p>35 Krav om mer avanserte grunnundersøkelser</p>	<p><u>Kommentar:</u> Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i <b>Faresone 1</b> for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i <b>profil CC-2</b>. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøve kvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive</p>	<p><b>ANM</b></p>	<p>Å</p>

	<p><i>treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</i></p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretrykksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Disse forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretrykkfordeling og anisotropiforhold.</p>		
36 Oppdatere faregradsevaluering	<p><u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i></p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Kontrollkrav</b>			
37 Gjennomført internkontroll dokumentert	<p><u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i></p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Tiltak</b>			
38 Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	<p><u>Kommentar:</u> <i>Nye detaljerte stabilitetsberegninger utføres for vurdering av stabilitetsforholdene i <b>Faresone 1</b>, med utgangspunkt i tilbygget på SPAR-butikken. Beregningene utføres med reviderte forutsetninger for beregningsparametre og geometri. Detaljprosjektering av foreslått motfylling forutsettes i forbindelse med stabiliseringstiltak i <b>Faresone 2</b>.</i></p> <p><u>Handling:</u> Detaljerte stabilitetsanalyser med vurdering av stabiliseringstiltak i <b>Faresone 1</b> (Lauvsnes sentrum) basert på reviderte parameterverdier skal gjennomføres. Dette inkluderer supplerende stabilitetsvurdering i den nordlige sonen der grunnforholdene i sjøen er noe bedre. Supplerende grunnundersøkelser forventes å gi bedre parametergrunnlag for stabilitetsanalysene, se pkt. 40. Detaljprosjektering av foreslått motfylling vil bli gjennomført i <b>Faresone 2</b>, som grunnlag for gjennomføring av nye tiltak i området. Alternative tiltak vurderes hvis ikke reviderte forutsetninger er tilstrekkelig for forbedring av stabiliteten.</p>	IG	Å
39 Vurdert behov for soneendring	<p><u>Kommentar 1:</u> <i>I den nordligste del av <b>Faresone 1</b> overlapper denne med <b>Delområde D</b> hvor det anbefales prosjektering iht NS 3480, dvs NVEs retningslinjer settes til side.</i></p> <p><u>Handling 1:</u> NVEs retningslinjer skal gjelde for hele utredningsområdet, og teksten korrigeres på dette punktet slik at det er NVEs retningslinjer som er gjeldende.</p> <p><u>Kommentar 2:</u> <i><b>Faresone 2</b> strekker seg helt opp til skolen og overlapper i øverste del av sonen med <b>Delområde D</b>, der enklere saksgang kan tillates. Uavhengig kontrollør NGI er enig med</i></p>	ANM	Å

	<p><i>Multiconsult om at enklere saksgang kan tillates for den øverste delen av den inntegnede faresonen. NGI foreslår at Multiconsult vurderer å begrense utstrekningen av faresonen oppover ved ca. kt 15. Lokal forekomst av kvikkleire ved Flatangerhallen avmerkes på kart, men uten å være del av en faresone.</i></p> <p><u>Handling 2:</u> Multiconsult tar bare forslaget om revurdering av sonegeometri delvis tilfølge. Vi opprettholder <b>Faresone 2</b> med kontinuerlig kvikkleire opp mot skolen. Det innføres en overgangssone der det tillates enklere saksgang, markert med grønn skravur i tegning 413941-4 rev. 2. Som tidligere påpekt av NGI er det ikke utelukket at deler av overgangssone er representert med kvikkleire i grunnen, noe som åpner for kontinuerlige kvikkleirelag eller større lommer med kvikkleire i denne delen av <b>Faresone 2</b>.</p>		
40 Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser	<p><u>Kommentar:</u> <i>Både uavhengig kontrollør og Multiconsult har foreslått supplerende grunnundersøkelser i Faresone 1 for blant annet å forbedre parametergrunnlag og lagdelingsforutsetninger, spesielt i profil CC-2. Spesielt bør opptak av prøver med uforstyrret prøvekvalitet vektlegges. Laboratorieundersøkelsene bør omfatte aktive og passive treaksialforsøk, samt ødometerforsøk. Utbredelsen av kvikkleire bør undersøkes nærmere, også utover i marbakken.</i></p> <p><u>Handling:</u> Supplerende grunnundersøkelser, blant annet med flere ødometer-, aktive og passive treaksialforsøk samt poretrykksmålinger skal gjennomføres for tilbygg på SPAR-butikken. Multiconsult har forutsatt følgende borprogram for supplerende grunnundersøkelser:</p> <p><u>Feltundersøkelser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dreietrykksonderinger: 2 til 3 punkt</li> <li>• Trykksonderinger med poretrykksmåling, CPTU: 2 til 3 punkt</li> <li>• Uforstyrrede prøveserier, <math>\phi 76</math> mm diameter: 1 til 2 punkt</li> <li>• Poretrykksmålinger m/fjernavlesning: 2 nivåer i 2 stasjoner, tilsvarende</li> </ul> <p><u>Laboratorieundersøkelser</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rutineundersøkelser på opptatte prøver: 8 sylindre</li> <li>• Kontinuerlige ødometerforsøk: 2 forsøk</li> </ul>	<b>ANM</b>	<b>Å</b>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Treksialforsøk, aktive: 4 forsøk</li> <li>• Treksialforsøk, passive: 2 forsøk</li> </ul> <p>Forsøksprogrammet forventes å gi bedre grunnlag for bestemmelse av designparametre, poretrykksfordeling og anisotropiforhold. Dette vil gi sikrere vurdering av stabiliteten i området, noe som vil være avgjørende i forhold til gjennomførbarheten av prosjektet.</p>		
41 Oppdatert skadekonsekvens- og faregradsevaluering (ROS-analyse)	<p><u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i></p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
42 Faresone- og skadekonsekvensvurdering	<p><u>Kommentar:</u> <i>Ingen</i></p> <p><u>Handling:</u> Ingen</p>	OK	L
<b>Helhetsvurdering/Tilleggs kommentar</b>			
<b>Diverse</b>			
	<p><u>Kommentar:</u> <i>Når utredningen er ferdig må rapport sendes til NVE for implementering av faresonen (med evaluering) i den nasjonale databasen.</i></p> <p><u>Handling:</u> Dette vil bli gjort etter at stabiliteten i <b>Faresone 1</b> er ferdig utredet på reguleringsplannivå.</p>		



Påra gdi/for  
 sammensatt, FcH=2.07  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSULITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3187

Search area (RTangen)  
 alle laster, versjone side, FcH=2.07  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSULITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3186

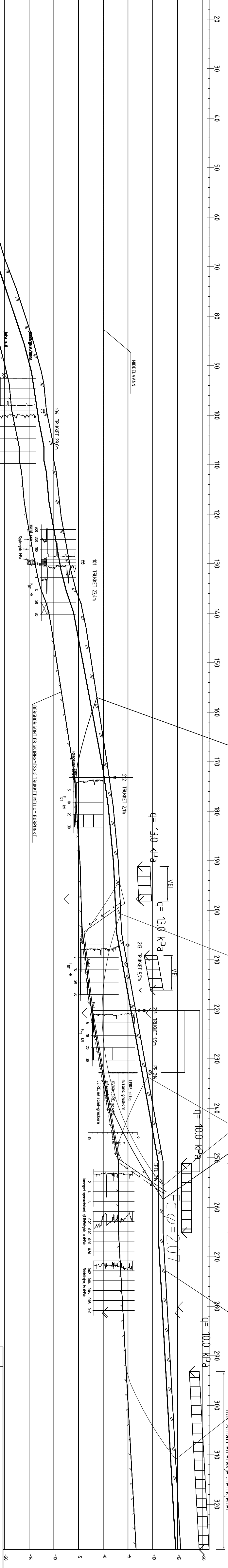
Search area (RTangen)  
 alle laster, FcH=1.86  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSULITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3185

Search area (RTangen)  
 alle laster, høyre side, FcH=4.35  
 Result file : Z:\1939XX\19394-1\PLANDATA\GEOSULITE\STABGRAF\PIV\PROFL.CCZ.DRUCKENT\_DEU3184

FC  $\phi = 2.07$

FC  $\phi = 1.86$

FC  $\phi = 4.35$



Material	no	Un	Weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	ALTGW	Ru-factor	PWPress.
sand/grus/loamts		2100		330	0.0					0.00	0.00	0.00
leire_a-fi	2	2100		223	4.1					0.00	0.00	0.00
Berg												

Rev.	Beskrivelse	Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
	Flatanger kommune Lauvsnes Kvikkleirevurdering	26.10.2010	ERS	ROLS	OMA

Beregningsprofil CC-2		Stabilitetsanalyse døgens situasjon	
A-FI analyse		MULTICONSULT AS	
7466 TRONDHEIM		413941	
Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70		311	

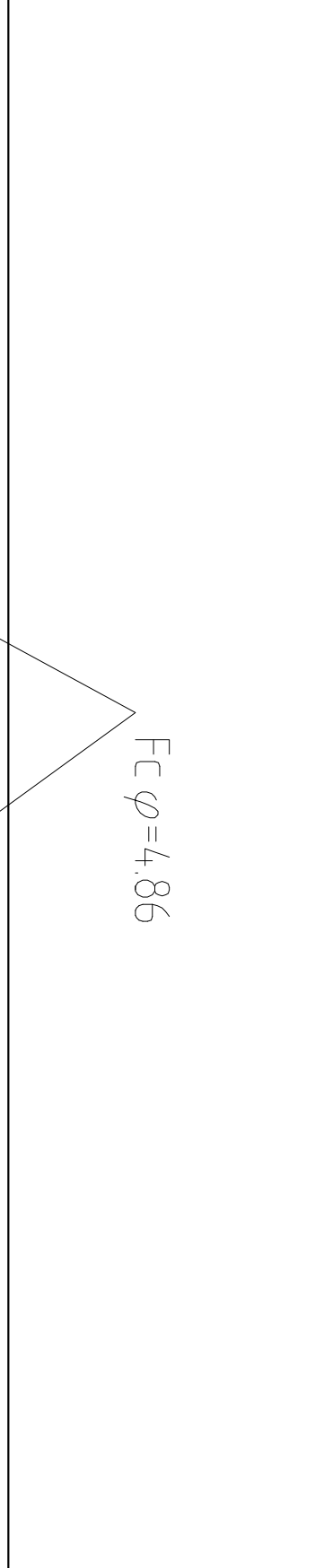
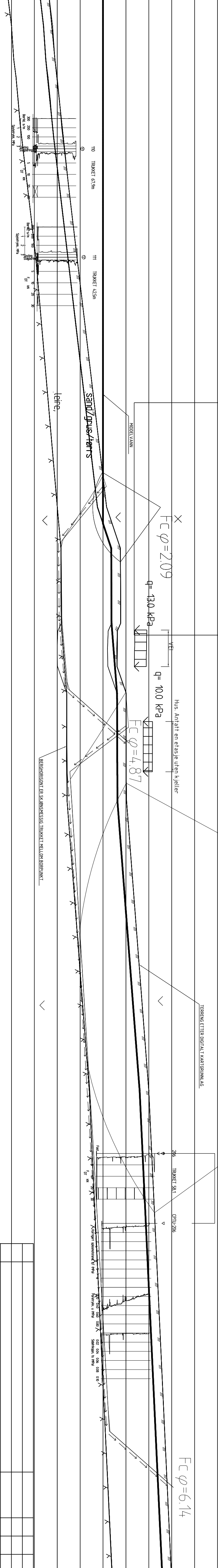


Search area (ri(angen))  
 Fc=4.86  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4-N\RAMONA\VEGSIJUE\STABGRAF\_RIT\PROFIL\_LOD\_LJREBNR1\_JRCV218

Search area (ri(angen))  
 Fc=2.09  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4-N\RAMONA\VEGSIJUE\STABGRAF\_RIT\PROFIL\_LOD\_LJREBNR1\_JRCV218

Planar gjødyr  
 Fc=4.97  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4-N\RAMONA\VEGSIJUE\STABGRAF\_RIT\PROFIL\_LOD\_LJREBNR1\_JRCV217

Planar gjødyr  
 Fc=6.14  
 Result file : Z:\4139\X\41394\4-N\RAMONA\VEGSIJUE\STABGRAF\_RIT\PROFIL\_LOD\_LJREBNR1\_JRCV216



Material	no	Unweight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	Pw-Press.
sand/grus/fjørts	2100	330	0.0						0.00	0.00	0.00
leire	2	2100	24.0	4.5					0.00	0.00	0.00
Berg											

Rev.	Beskrivelse	Dato	Rev.	Beskrivelse	Dato
	Flatanger kommune			Flatanger kommune	
	Lauvsnes			Lauvsnes	
	Kvikkleirevurdering			Kvikkleirevurdering	
Beregningsprofil DD-1			Målestokk		
Stabilitetsanalyse døgens situasjon			1:500		
A-FI analyse			Kontrollert		
MULTICONSULT AS			ROUS		
7486 TRONDHEIM			Godkjent		
Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70			OK		
Oppdragsgiver			Rev.		
413941			—		
Tegning			—		
313			—		

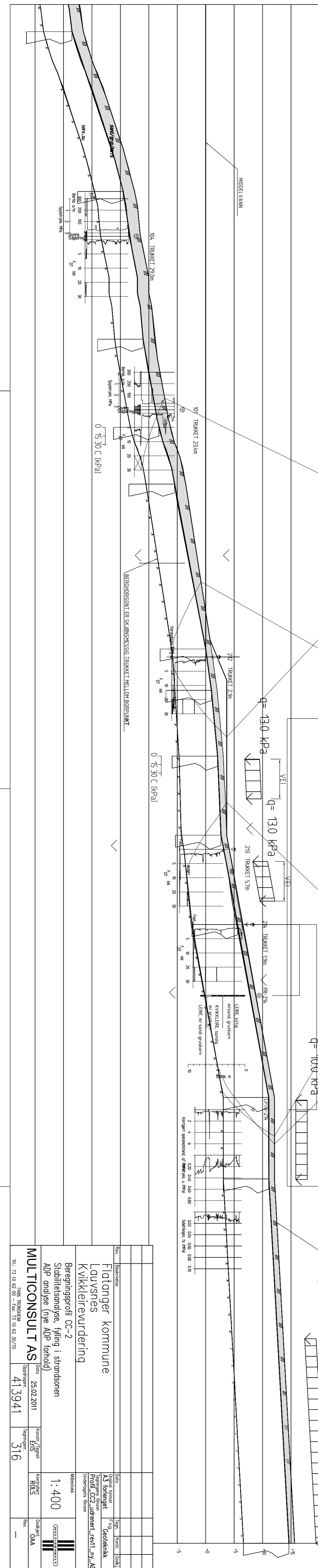
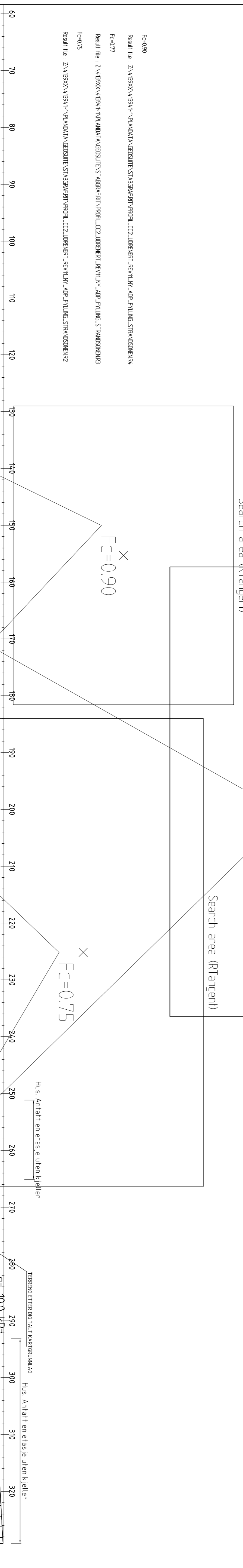






Material	no	Un	weight	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWpress
sand/grus/lønts	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---
leire-su	2	2100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Berg												

Fc=0.90  
 Resultat for: Z:\1\BROKK\1934\1\PLANMÅN\A\GEOLOGI\G\HÅGÅVE\RI\VEPUL\CC2\LOBERGET\_ADP\1\ADP\_FYLLING\_STRANDSONEN\A  
 Fc=0.77  
 Resultat for: Z:\1\BROKK\1934\1\PLANMÅN\A\GEOLOGI\G\HÅGÅVE\RI\VEPUL\CC2\LOBERGET\_ADP\1\ADP\_FYLLING\_STRANDSONEN\B  
 Fc=0.75  
 Resultat for: Z:\1\BROKK\1934\1\PLANMÅN\A\GEOLOGI\G\HÅGÅVE\RI\VEPUL\CC2\LOBERGET\_ADP\1\ADP\_FYLLING\_STRANDSONEN\Z

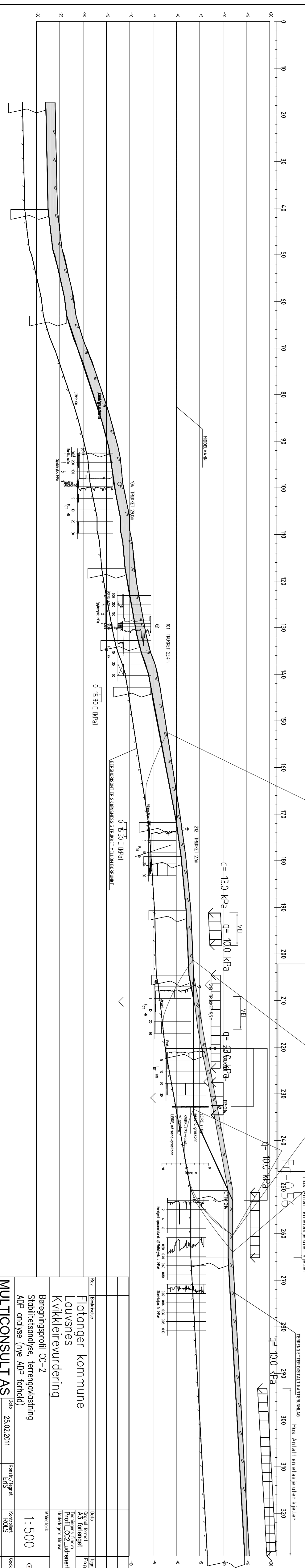


Prosjekt	Flåtanger kommune	Blomst	25.02.2011	316
Oppdragsgiver	Louvsnes	Blomst	25.02.2011	316
Prosjektleder	Kvikkelevurdering	Blomst	25.02.2011	316
Prosjekt	Beregningssproff OC-2	Blomst	25.02.2011	316
Prosjekt	Stabilitetsanalyse, fylling i strandsonen	Blomst	25.02.2011	316
Prosjekt	ADP analyse (nye ADP forhold)	Blomst	25.02.2011	316
Prosjekt	MULTICONSULT AS	Blomst	25.02.2011	316
Prosjekt	413941	Blomst	25.02.2011	316
Prosjekt	316	Blomst	25.02.2011	316

Flåtanger kommune  
 Louvsnes  
 Kvikkelevurdering  
 Beregningsproff OC-2  
 Stabilitetsanalyse, fylling i strandsonen  
 ADP analyse (nye ADP forhold)  
 MULTICONSULT AS  
 413941  
 316

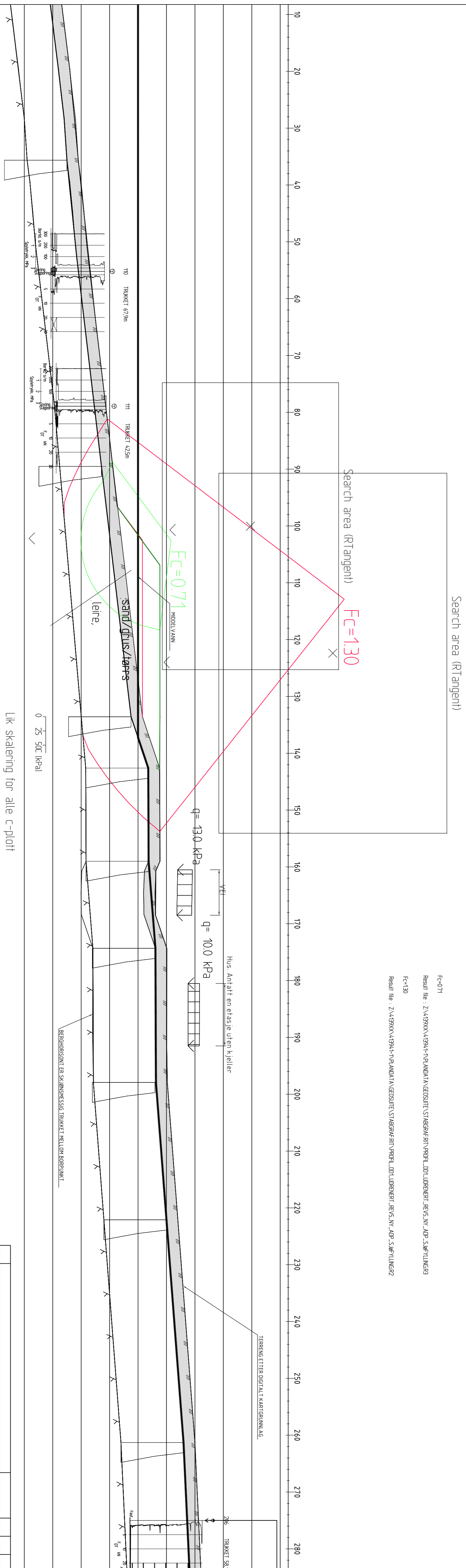
F-101  
 Beskrivelse: ZÅNDRUKVIRN-FAKUNDA GRESSET OG HÅSEREN 1982A LCC2 LUBBERF. 2010. Nr. ADP - TIRBERGVA LSTUNDEZ  
 F-102  
 Beskrivelse: ZÅNDRUKVIRN-FAKUNDA GRESSET OG HÅSEREN 1982A LCC2 LUBBERF. 2010. Nr. ADP - TIRBERGVA LSTUNDEZ  
 F-103  
 Beskrivelse: ZÅNDRUKVIRN-FAKUNDA GRESSET OG HÅSEREN 1982A LCC2 LUBBERF. 2010. Nr. ADP - TIRBERGVA LSTUNDEZ

Material	no	Unit/Weight	F1	C	Aa	Ad	Ap	AltGW	Ru-factor	PW/Press
sand/grus/brns	2100	330	0.0	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
leire-su	2100	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Berg	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00



<b>Flåtanger kommune</b> Lovusnes Kvikkeleivurdering		25.02.2011 413941	
Beregningsprofil CC-2 Stabilitetsanalyse, terrengvæsting ADP analyse (nye ADP forhold)		1:500 GCS	
<b>MULTICONSULT AS</b> Tlf: 73 10 62 00 06 7200 934 06 7200 935		317	

terrengvæsting.dwg



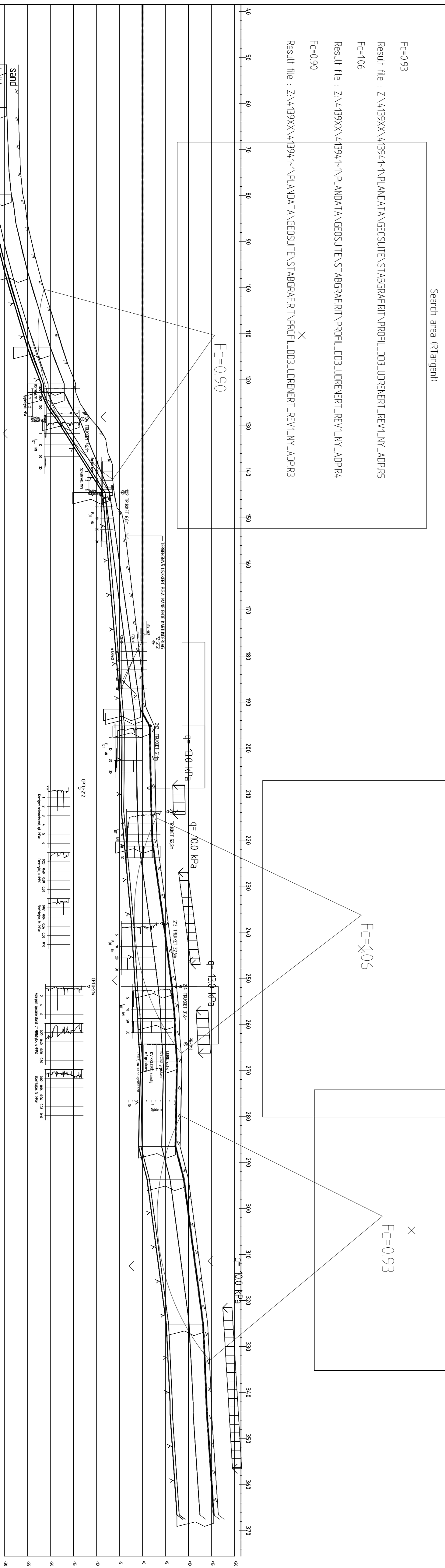
Material	no	Unwiegth	F1	C	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PwPress
sand/grus/lørts	2100	330	0.0	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
leire	2100	---	---	---	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Berg											

Lik skalering for alle c-plott

Fc=0.71  
 Resultat for 2-VISNINGEN I PLANEN I AVERGJENNINGEN. DET UBEREENT BEVIS AV AP-5. SP-UTLØSER  
 Fc=1.30  
 Resultat for 2-VISNINGEN I PLANEN I AVERGJENNINGEN. DET UBEREENT BEVIS AV AP-5. SP-UTLØSER

Prosjekt	Flåtanger kommune	Side	1
Oppdragsgiver	Louvsnes	Arkitekt	1
Oppdragsnr.	Kvikklittervurdering	Prosjektleder	1
Beregningssproffil	DD-1	Oppdragsleder	1
Stabilitetsanalyse	fyllinger i strandsonen	Oppdragsleder	1
ADP analyse (nye ADP forhold)		Oppdragsleder	1
MULTICONSULT AS	Dato: 24.02.2011	Kontrollert av	318
Tel: 73 10 62 00	Oppdragsnr: 10 62 30/70	Oppdragsnr	413941





FC=0.93  
 Result file : Z:\41394\41394\1\PLANDA1\GEO\SITE\STABGRAFER\PROFIL.D03.LJURENERT.REV1.NY.ADP.R5  
 FC=1.06  
 Result file : Z:\41394\41394\1\PLANDA1\GEO\SITE\STABGRAFER\PROFIL.D03.LJURENERT.REV1.NY.ADP.R4  
 FC=0.90  
 Result file : Z:\41394\41394\1\PLANDA1\GEO\SITE\STABGRAFER\PROFIL.D03.LJURENERT.REV1.NY.ADP.R3

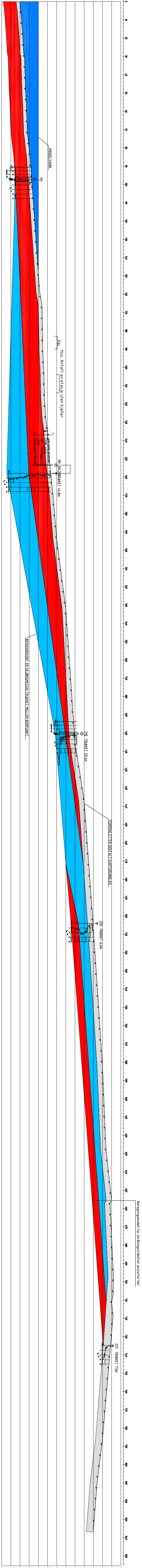
Material	no	Unweight	F	C	C	Aa	Ad	Ap	Altsw	Ru-factor	PwPress
sand	1	2100	330	0.0	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
kvikkleire	2	2100	---	---	C-profil	0.85	0.60	0.30	0.00	0.00	0.00
leire	3	2100	---	---	C-profil	1.00	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00
kvikkleire2	4	2100	---	---	C-profil	0.85	0.50	0.30	0.00	0.00	0.00
sand2	5	2100	330	0.0	---	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Berg											

Formål Flåtanger kommune Louvsnes Kvikkleirevurdering		Prosjektleder Kjetil Rindal	
Beregningsprofi CC-3 Stabilitetsanalyse dagens situasjon ADP analyse (nye ADP-førhold)		Dato 01.03.2011	
MULTICONSULT AS		Prosjekt 413941	
Tlf: 78 02 00 00 E-post: info@multiconsult.no		Skala 1:500	





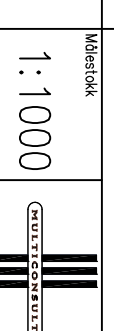


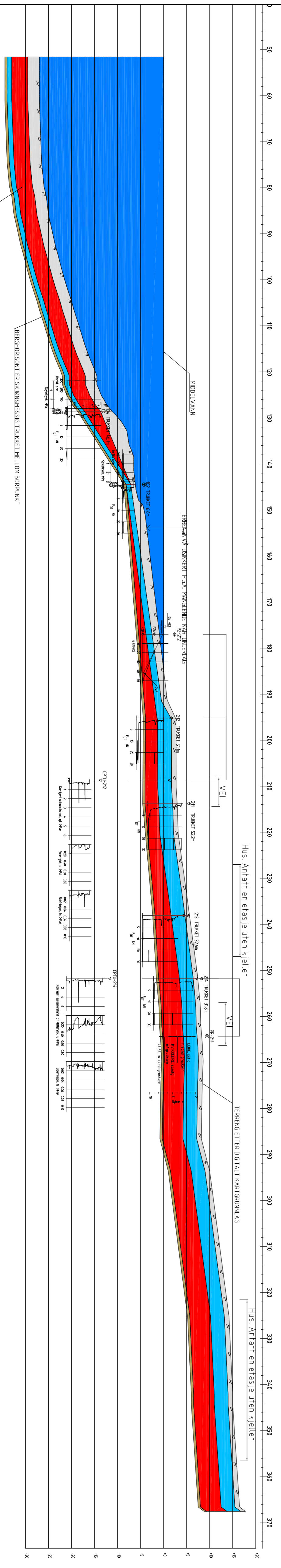


Beregningsmodell for skråningsstabilitet avsluttet her

Rev.	Beskrivelse	Dato	Kontroll/Signert	Oppdragsnr.	152	Kontrollert	Godkjent
			ENS	413941		RØS	OAA
<b>Flåtanger kommune</b> <b>Lauvnes</b> <b>Kvikkleirevurdering</b>							
Beregningsprofil EE-1 Tøkket loggdeling							
<b>MULTICONSULT AS</b>		26.10.2010	ENS	413941	152	RØS	OAA
Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70							

- Legenforklaring**
- Kvikkleiersprøddomotr.
  - Sjø
  - Tørreskorpa/leire
  - Leire





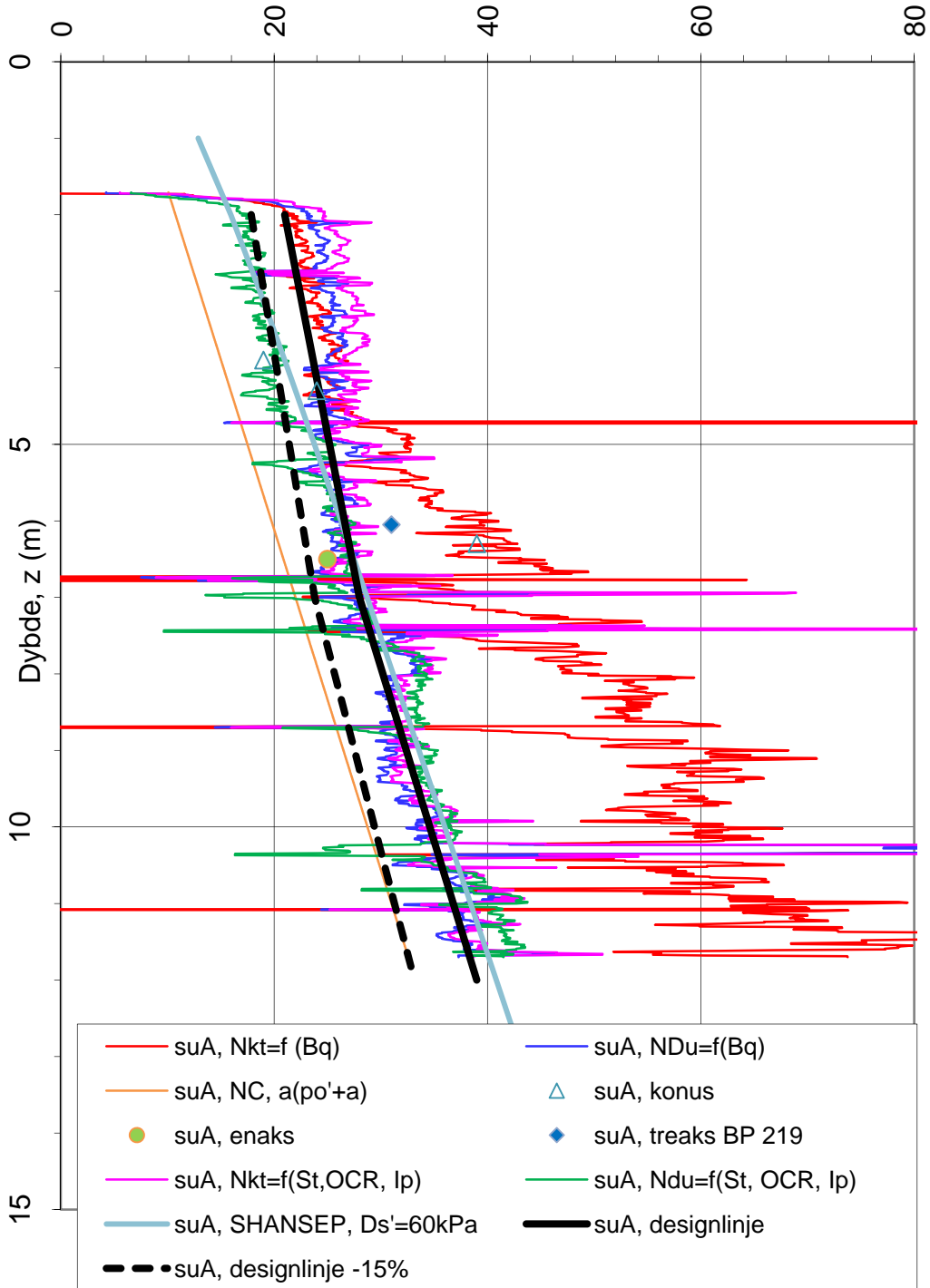
Konservativt antatt kvikklere. Totalsonering 10,4. Trukket 46,1 m indikerer kvikklere lag med maktighet 3,5m.  
 Totalsonering 10,2 trukket 6,8 m indikerer ikke kvikklere

**Tegntforklaring**

- Kvikklere/sprøbruddmatr.
- Tørrskorpeler
- Sjø
- Leire
- sand/grus/morene i overgang til berg

<b>MULTICONSULT AS</b> <small>0202 72 02 00 / 0202 72 02 00 / 02 30 70</small>		Dato: 08.03.2011 Tegning: 413941	Prosjekt: FLS 2011 Tegning: 153	Skala: 1:500 Prosjekt: FLS 2011
Bestiller: Flåtanger kommune Louvsnes Kvikklerevurdering Beredningsprofil CC-3 Tøket legging	Utarbeidet av: AS Flåtanger Torgeir Hestvedt Torgeir Hestvedt	Kontrollert av: AS Flåtanger Torgeir Hestvedt Torgeir Hestvedt	Godkjent av: AS Flåtanger Torgeir Hestvedt Torgeir Hestvedt	Godkjent av: AS Flåtanger Torgeir Hestvedt Torgeir Hestvedt

Udrenert skjærstyrke,  $s_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)



St > 15

$N_{kt} = (18,7-12,5 \cdot B_q)$

$\alpha_c$  valgt: **0.25**

$N_{Du} = (1,8+7,25 \cdot B_q)$

$N_{kt} = (8,5+2,5 \log OCR+0I_p)$

$N_{Du} = (9,8-4,5 \log OCR+0I_p)$

Oppdragsgiver:

**Flatanger kommune**

Oppdrag:

**Områdevurd. Lauvsnes**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_206sp

Aktiv udrenert skjærstyrke  $s_{uA}$ , korrelert mot  $B_q$ .

CPTU id.:

206

Sonde:

4293



**MULTICONSULT AS**

Dato:

06.07.2010

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

rols

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

40.8

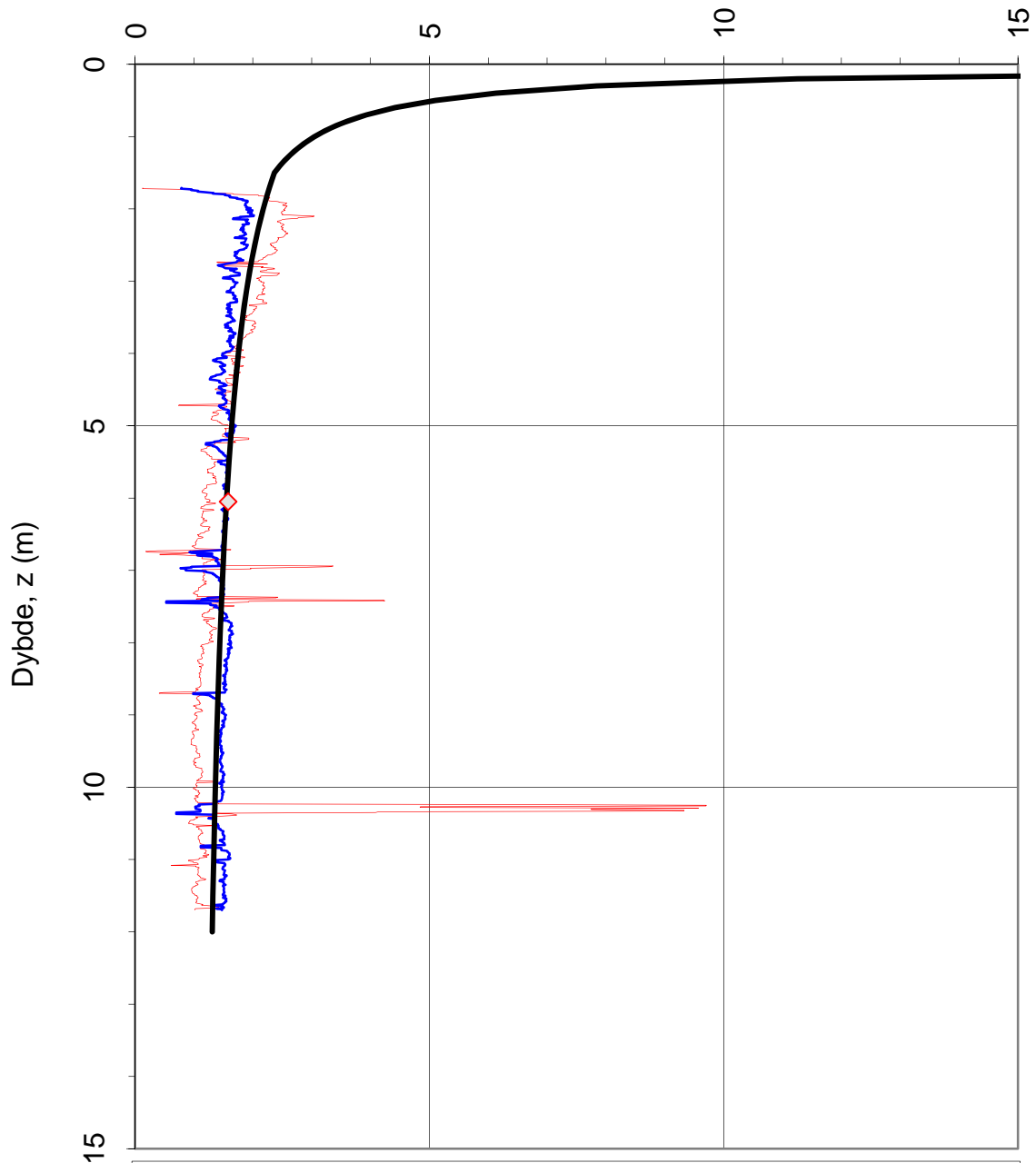
Versjon:

03.10.2009

Revisjon:

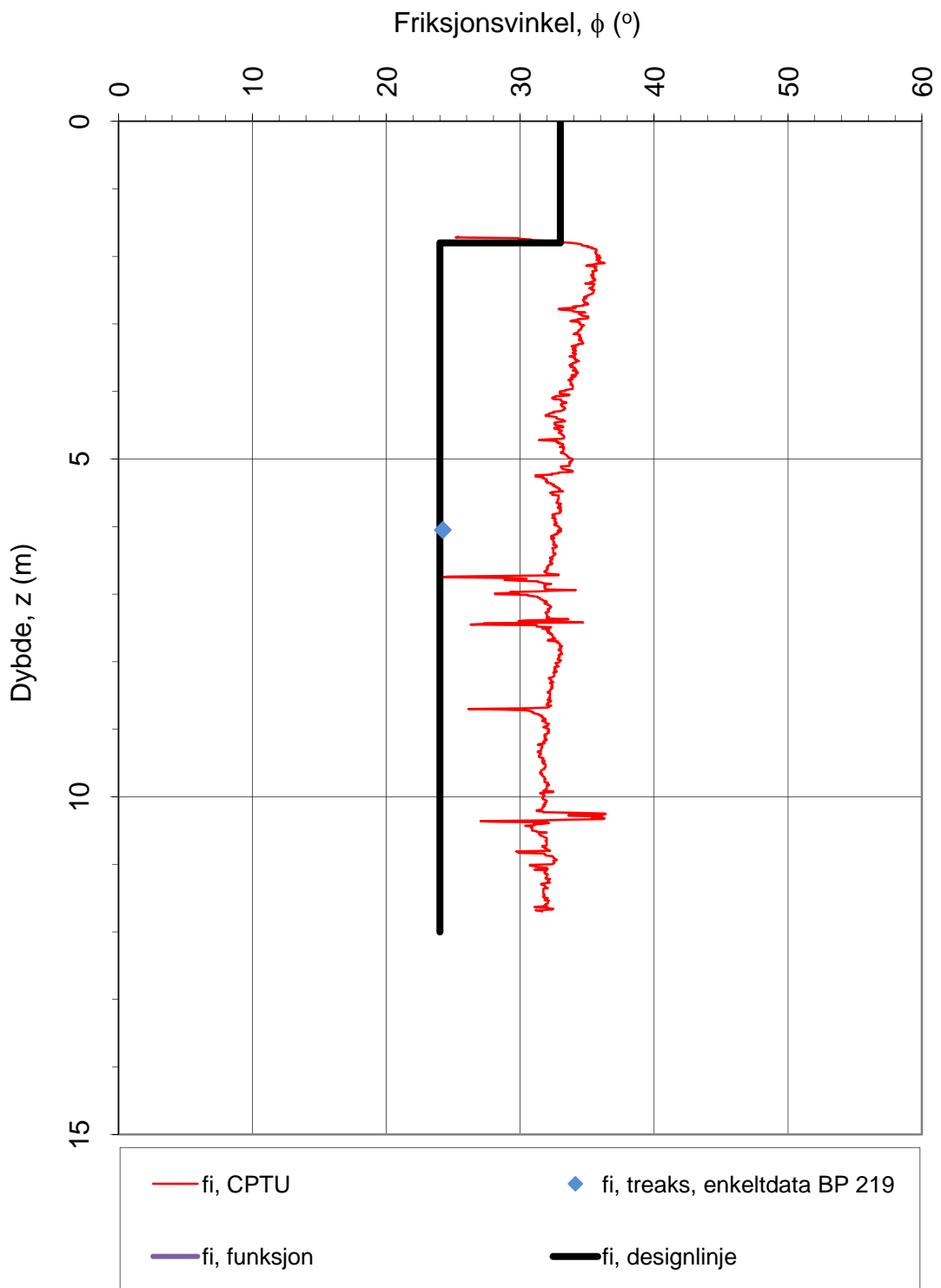
1


Prekonsolideringsforhold,  $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}' (-)$

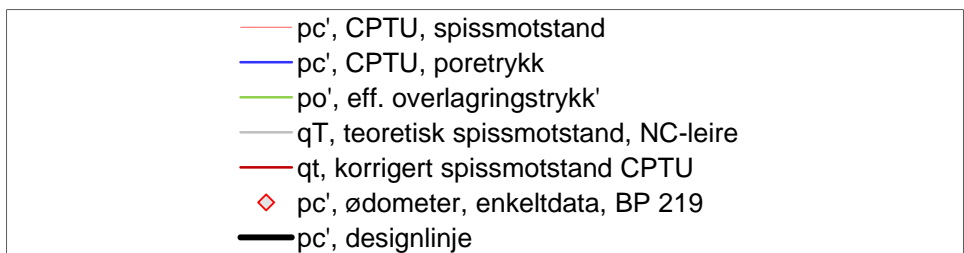
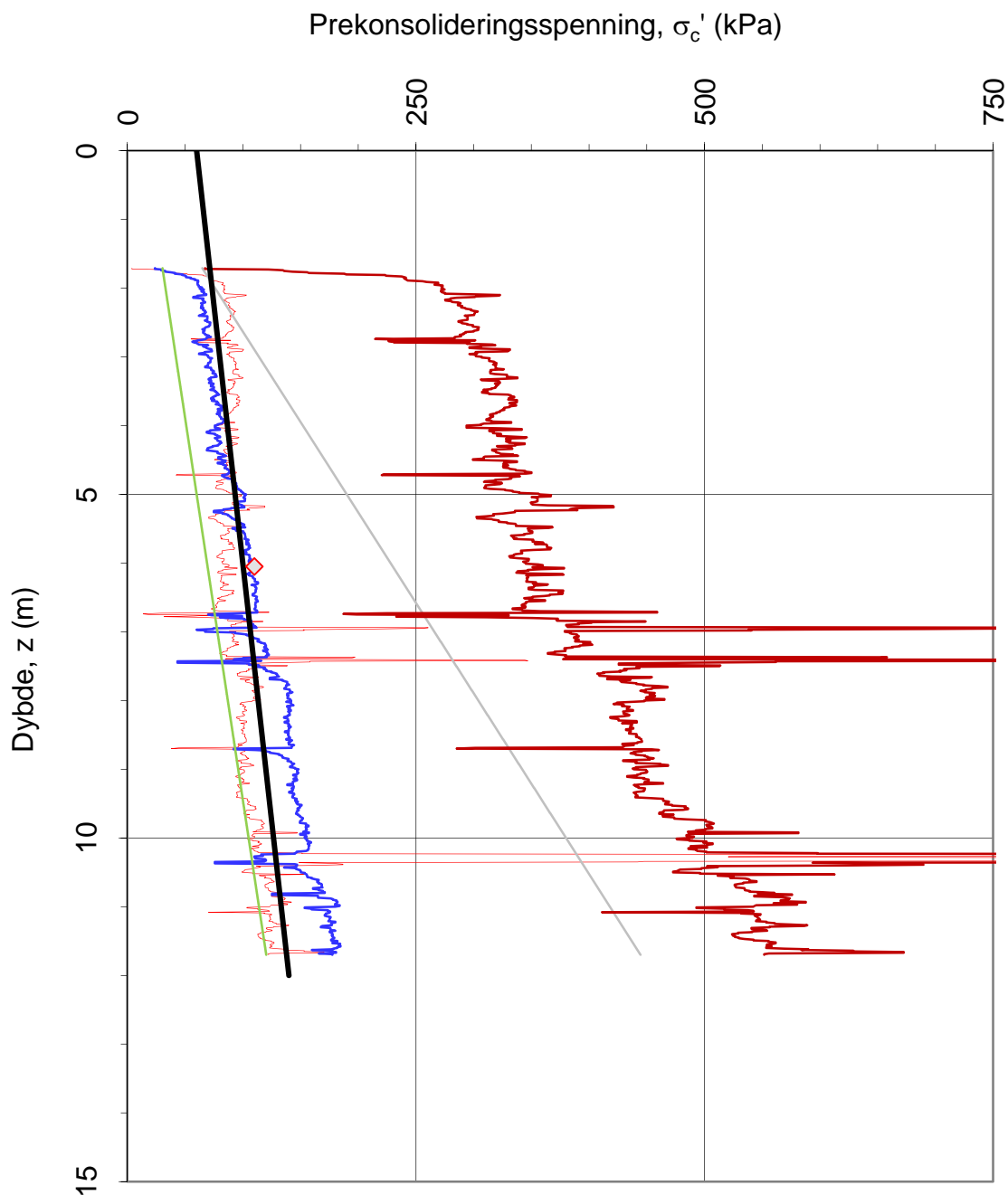


- OCR, CPTU, spissmotstand
- OCR, CPTU, poretrykk
- ◊ OCR, ødometer, enkelldata BP 219
- OCR, ødometer, funksjon
- OCR, designlinje

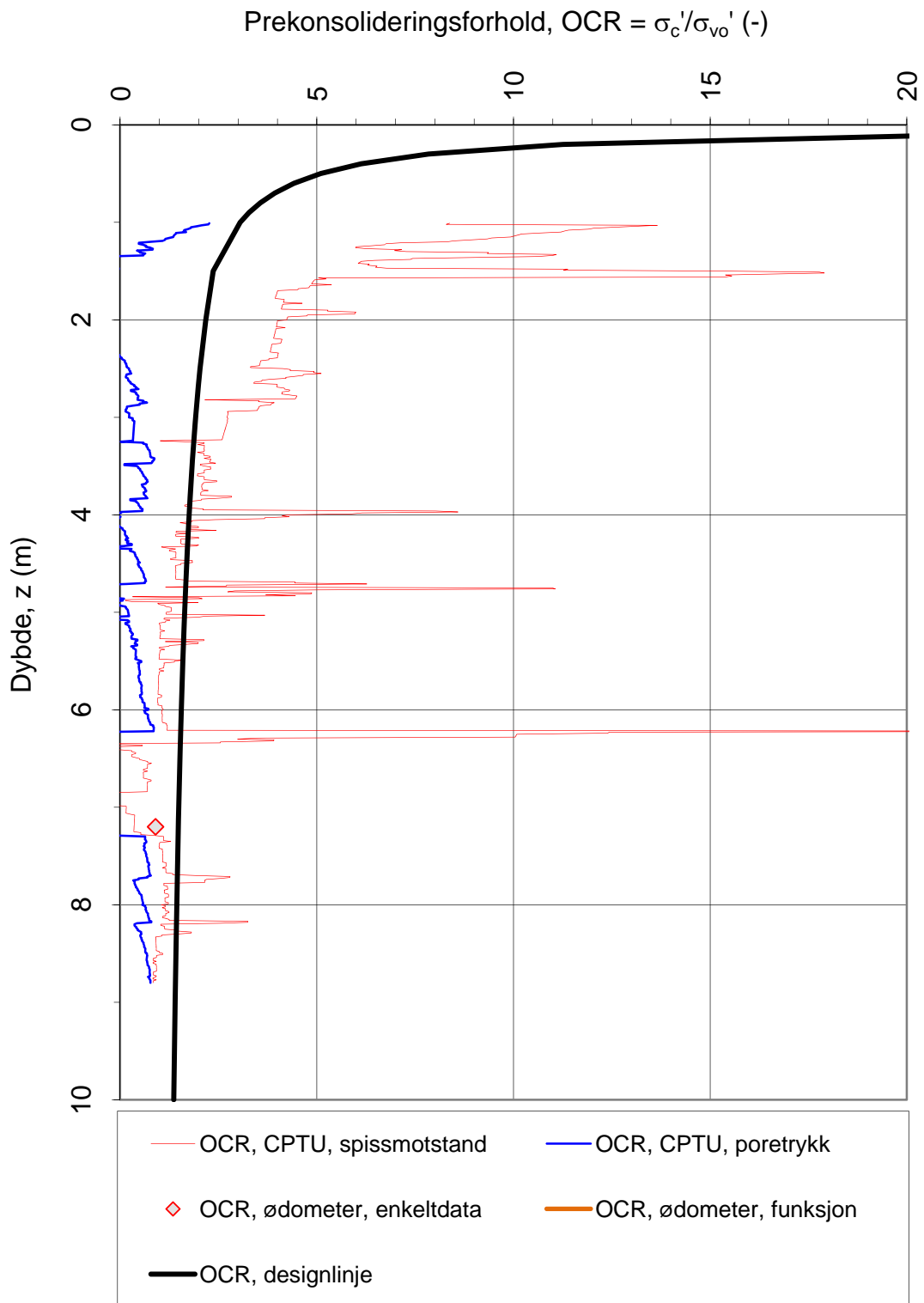
Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_206sp
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$ .				
CPTU id.:	206	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 06.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 40.10	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_206sp	
Friksjonsvinkel $\phi$ .					
CPTU id.:	206	Sonde:	4293		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 06.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa	
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 40.11	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1	

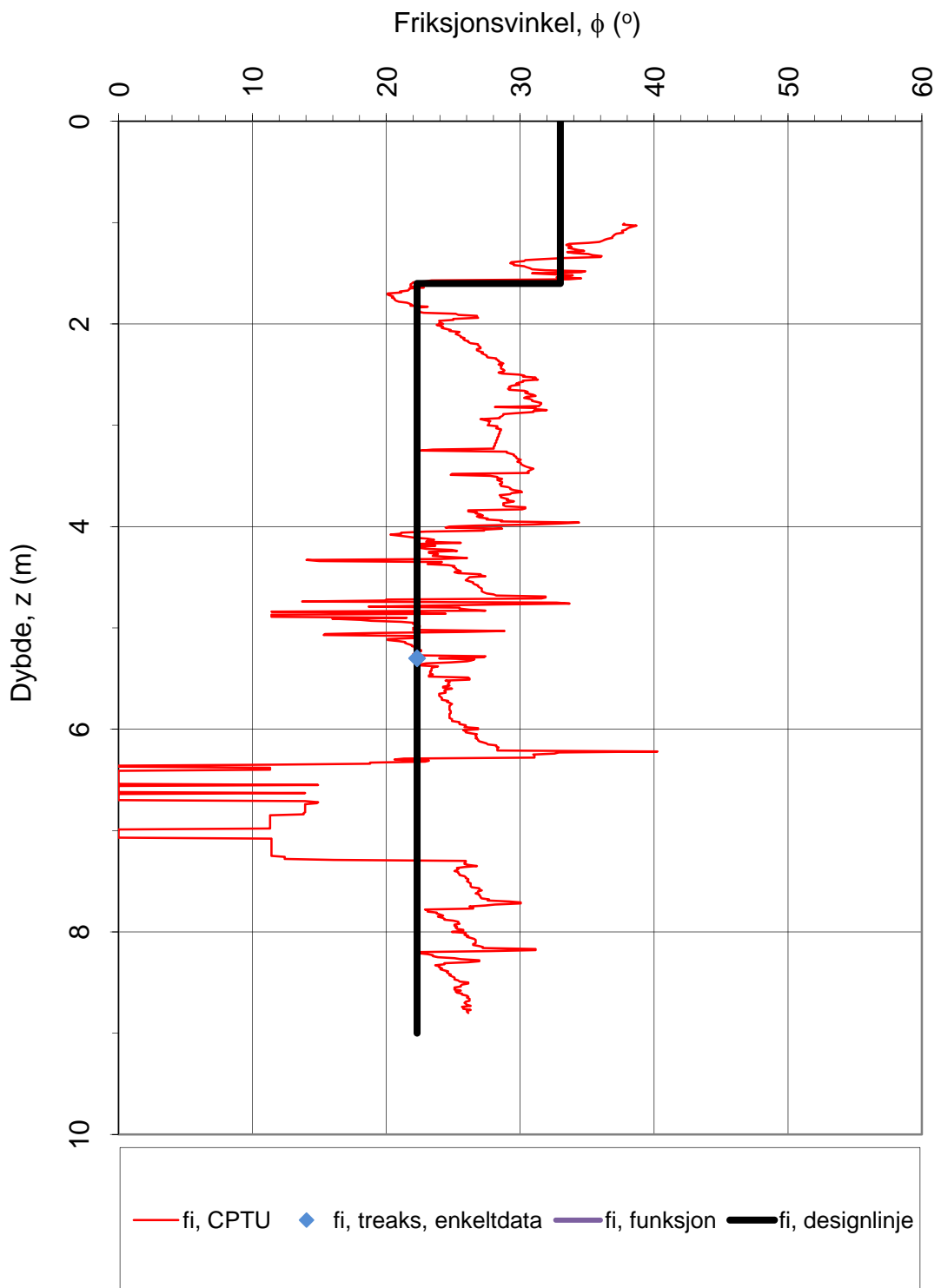



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_206sp	
Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$ .					
CPTU id.:	206	Sonde:	4293		
MULTICONSULT AS	Dato: 06.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols		
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 40.9	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1	

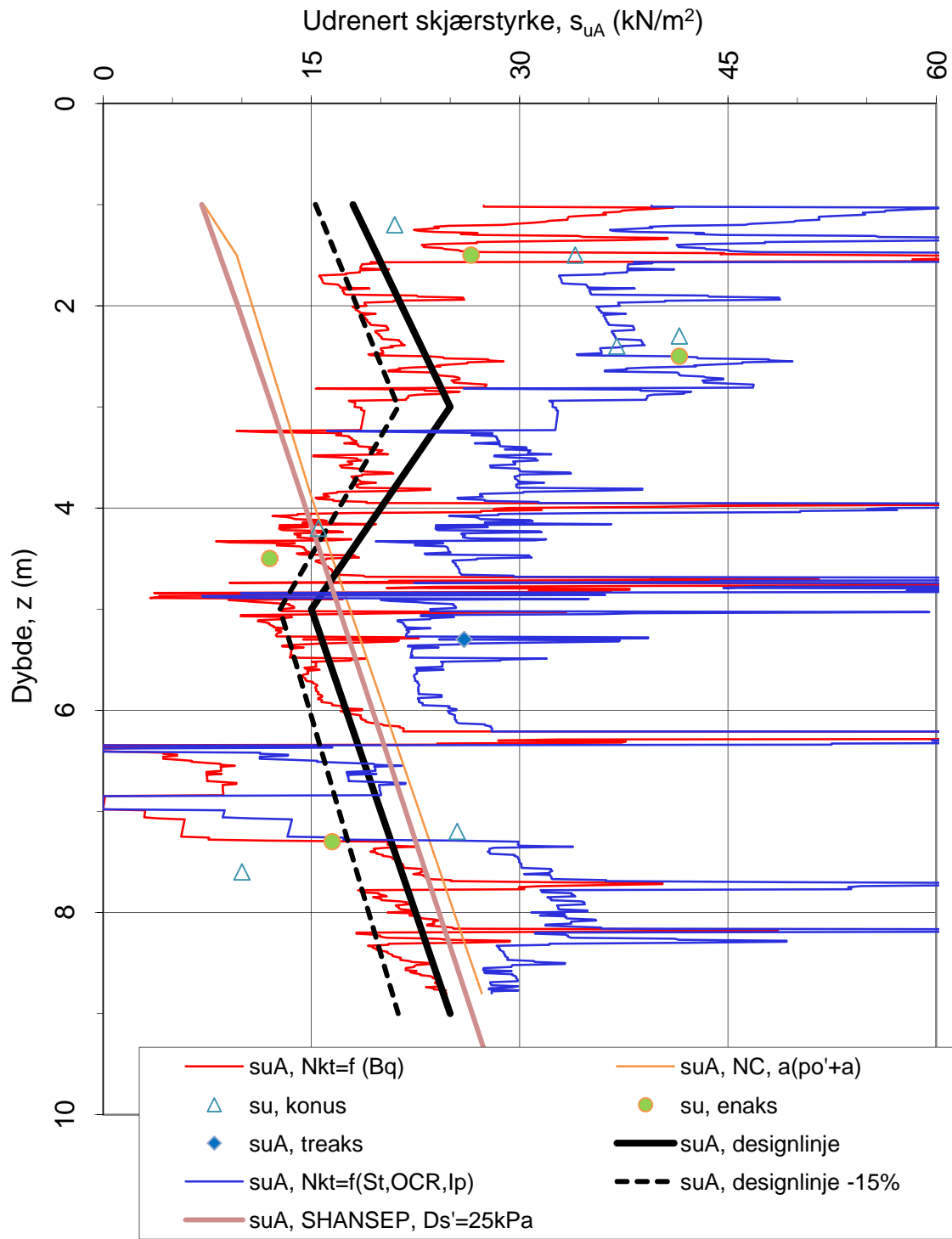


Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_214
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$ .				
CPTU id.:	214	Sonde:	3829	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 05.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 41.10	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1





Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_214	
Friksjonsvinkel $\phi$ .					
CPTU id.:	214	Sonde:	3829		
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 05.07.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa	
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 41.11	Versjon: 03.10.2009	Revisjon: 1	



St > 15

Nkt = (18,7-12,5·Bq)

Nkt = (8.5+2.5logOCR+0lp)

$\alpha_c$  valgt: **0.25**

Oppdragsgiver:

**Flatanger kommune**

Oppdrag:

**Områdevurd. Lauvsnes**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_214

Aktiv udrenert skjærstyrke  $s_{uA}$

CPTU id.:

214

Sonde:

3829



**MULTICONSULT AS**

Dato:

05.07.2010

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

rols

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

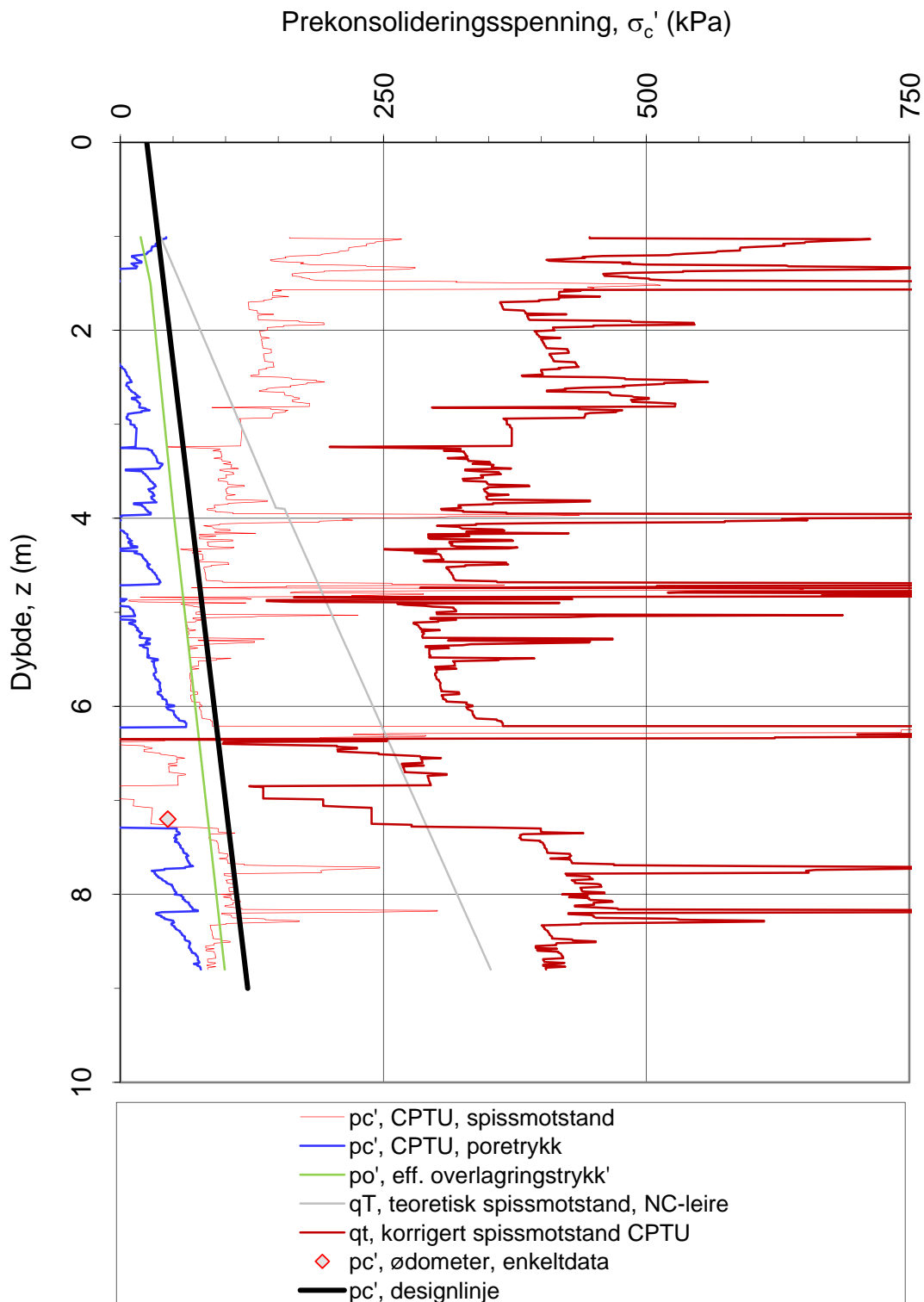
41.8

Versjon:

03.10.2009

Revisjon:

1



Oppdragsgiver:

**Flatanger kommune**

Oppdrag:

**Områdevurd. Lauvsnes**

Tegningens filnavn:

CPTU\_EXTRA\_214

Prekonsolideringsspenning  $\sigma_c'$ .

CPTU id.:

214

Sonde:

3829



**MULTICONSULT AS**

Dato:

05.07.2010

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

rols

Godkjent:

oaa

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

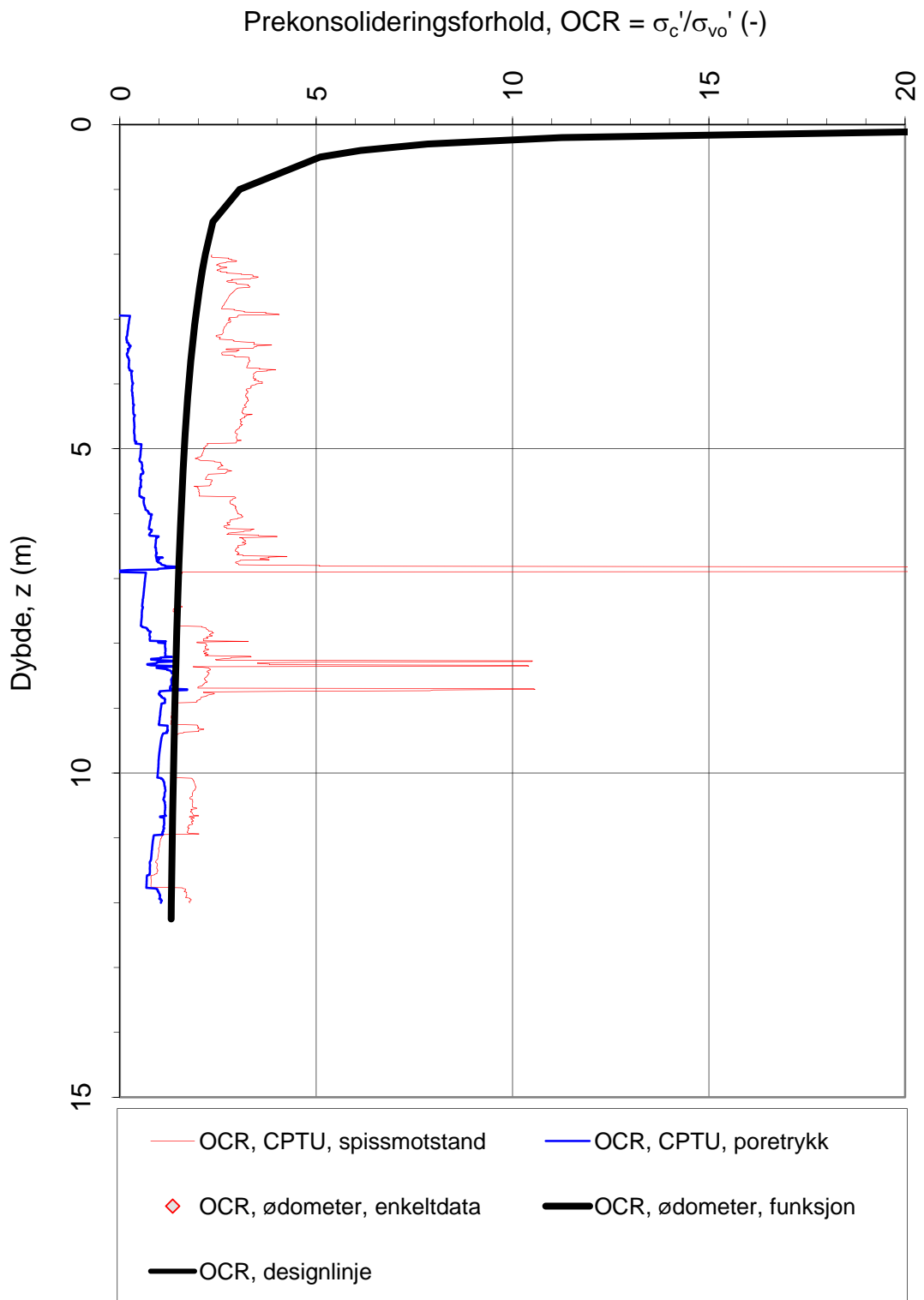
41.9


Versjon:

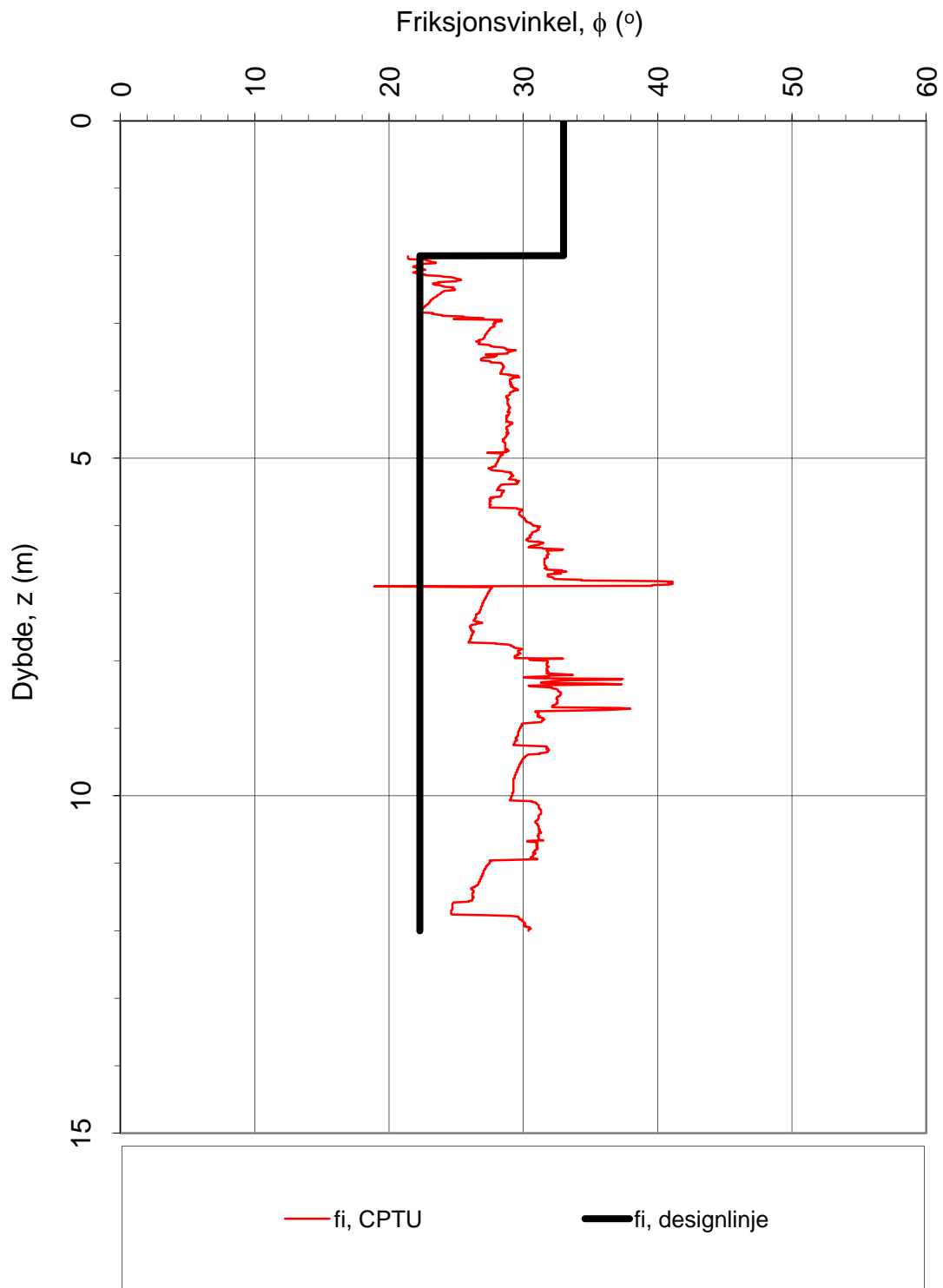
03.10.2009


Revisjon:

1

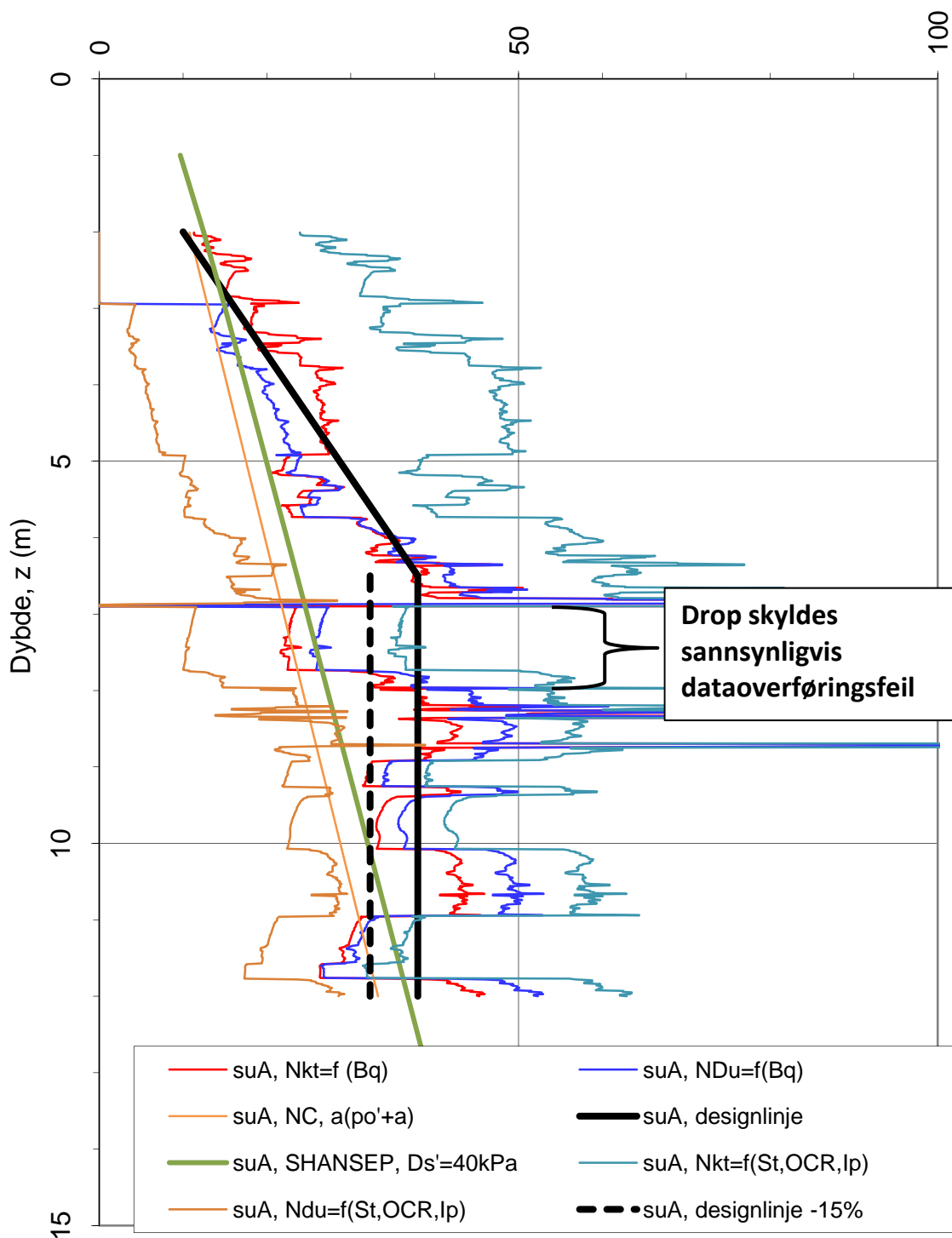


Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_215sp
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$ .				
CPTU id.:	215	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 15.03.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 42.10	Versjon: 03.10.2009	Revisjon:




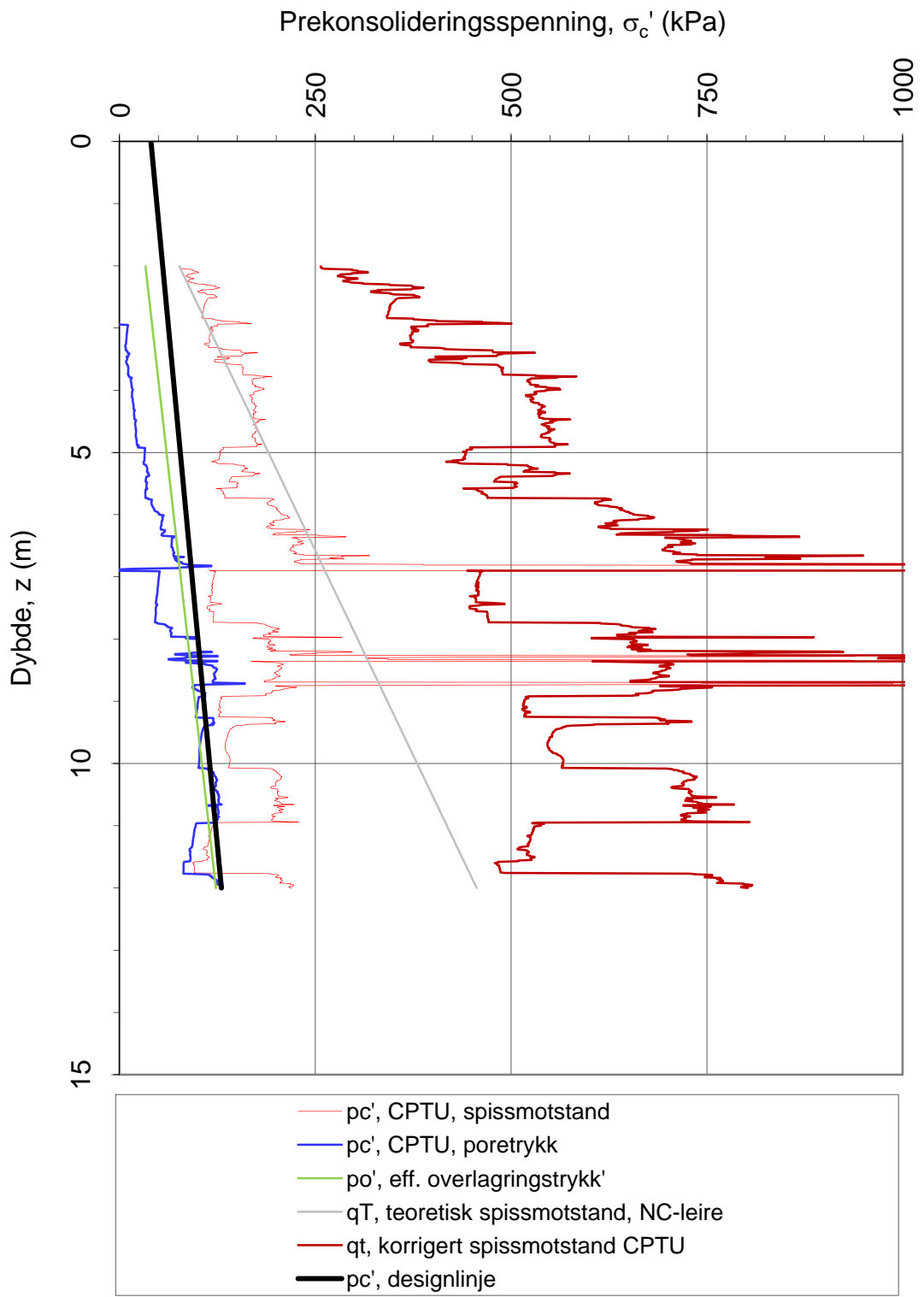
Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_215sp
Friksjonsvinkel $\phi$ .				
CPTU id.:	215	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 15.03.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 42.11	Versjon: 03.10.2009	Revisjon:


Udrenert skjærstyrke,  $s_{uA}$  (kN/m<sup>2</sup>)

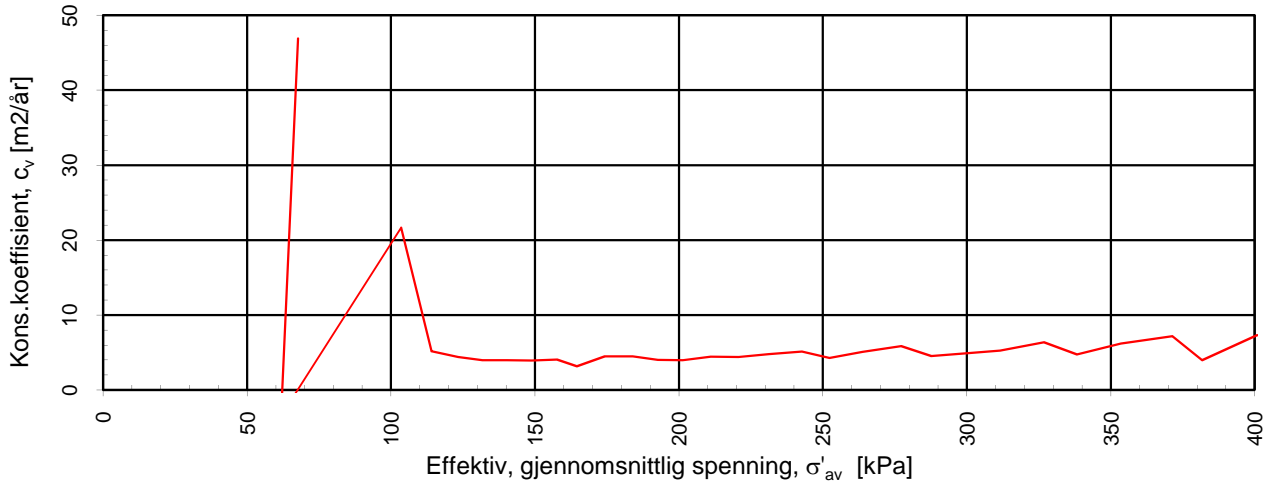
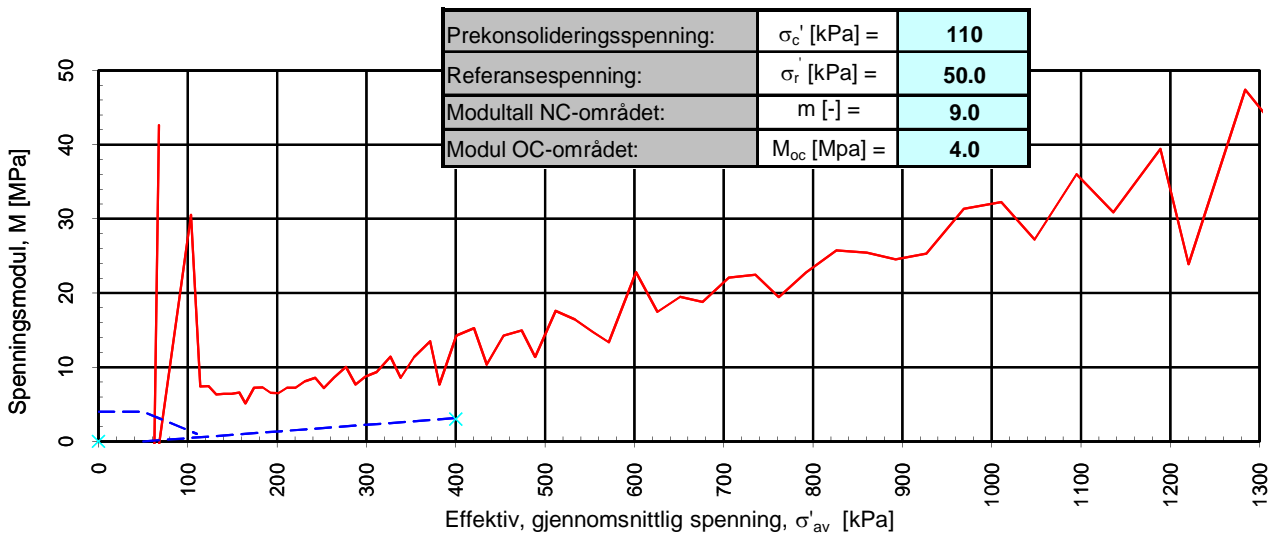
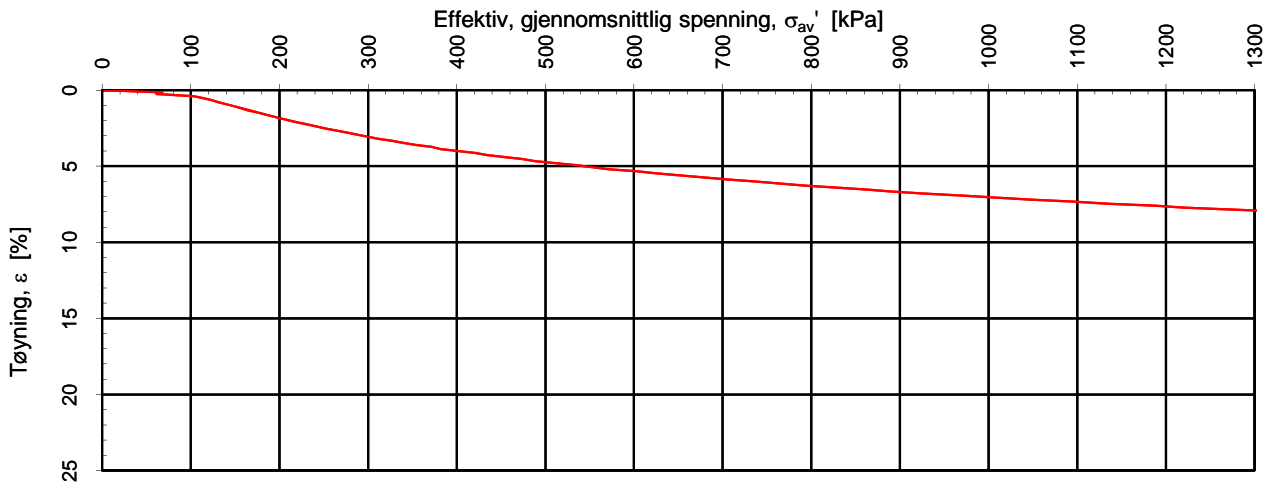


$\alpha_c$  valgt: **0.25**

Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_215sp
Aktiv udrenert skjærstyrke $s_{uA}$ , korrelert mot $B_q$ .				
CPTU id.:	215	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 15.03.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 42.8	Versjon: 03.10.2009	Revisjon:



Oppdragsgiver: <b>Flatanger kommune</b>		Oppdrag: <b>Områdevurd. Lauvsnes</b>		Tegningens filnavn: CPTU_EXTRA_215sp
Prekonsolideringsspenning $\sigma_c'$ .				
CPTU id.:	215	Sonde:	4293	
<b>MULTICONSULT AS</b>	Dato: 15.03.2010	Tegnet: EriS	Kontrollert: rols	Godkjent: oaa
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 42.9	Versjon: 03.10.2009	Revisjon:



## Flatanger Områdevurdering Lausnes

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning:  $\sigma'_{av}$  -  $\varepsilon_a$ , M og  $c_v$ .

Tegningens filnavn:

H219, dybde 6,25m.xlsx



**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

22.03.2010

Dybde, z (m):

6.25

Borpunkt nr.:

219

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

kjt

Kontrollert:

rols

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

76

Prosedyre:

CRS

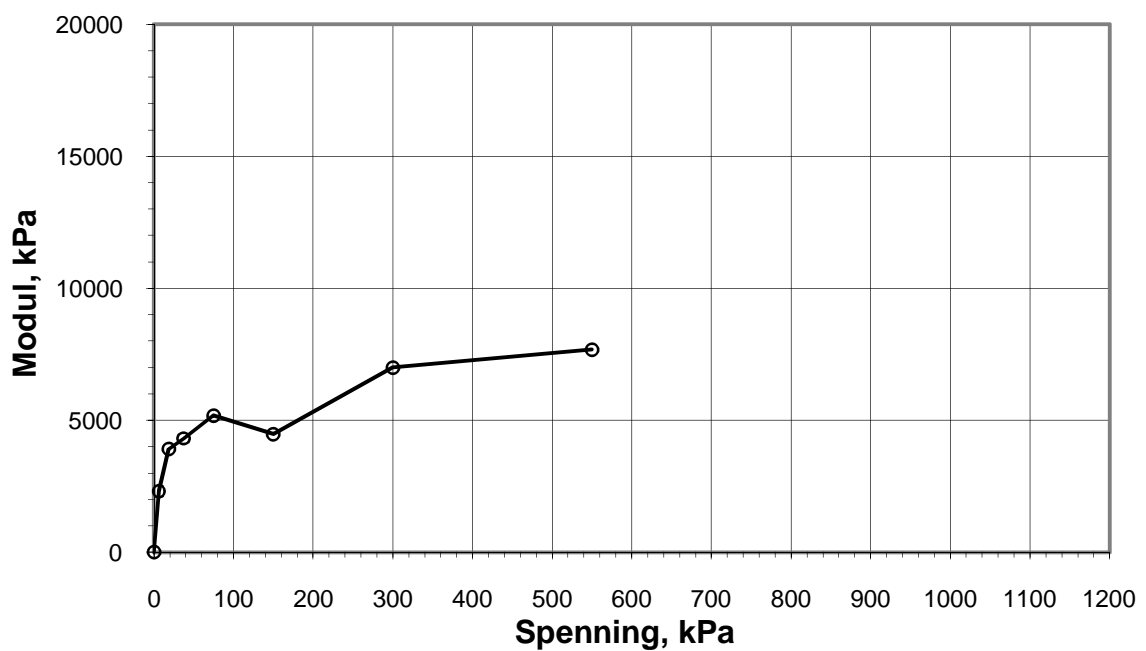
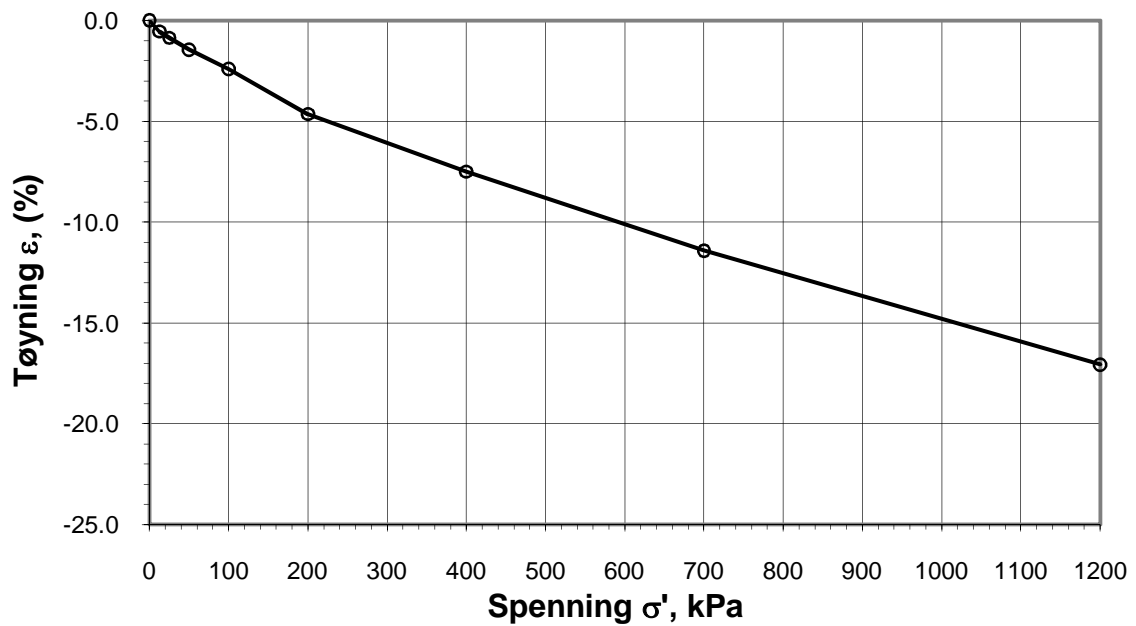
Godkjent:


ero

Programrevisjon:

13.10.2009





<b>ØDOMETERFORSØK</b>  Flatanger kommune  Områdevurdering Lauvsnes Trinnsvis ødometerforsøk	Boring nr H 204, dybde 8,45 m		
	Borplan nr. -1		
	Boret dato 24.02.10		
<b>MULTICONSULT AS</b>  7486 TRONDHEIM Besøksadr. Sluppenveien 23 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70	Dato 18.03.10	Tegnet: kjt	Godkjent rols
	Oppdrag nr 413941	Tegningsnr: 77	Rev. 1

**ØDOMETERFORSØK**

Boring nr

Borplan nr.

Boret dato

Trinnvis ødometerforsøk



**MULTICONSULT AS**

7486 TRONDHEIM

Besøksadr. Sluppenveien 23

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

Dato

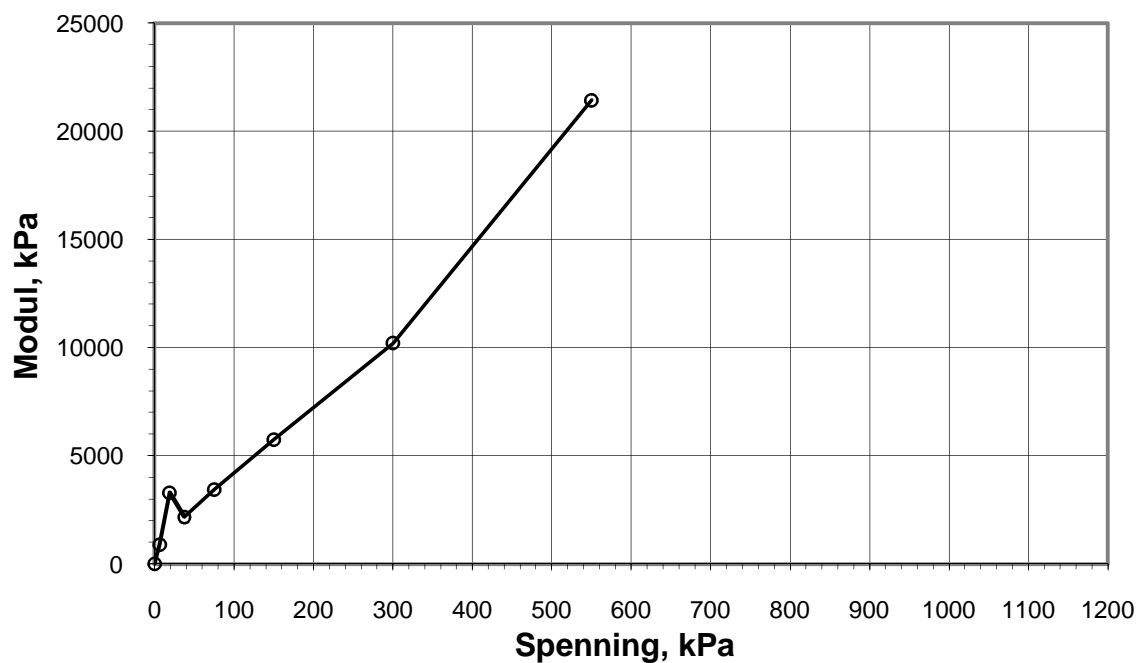
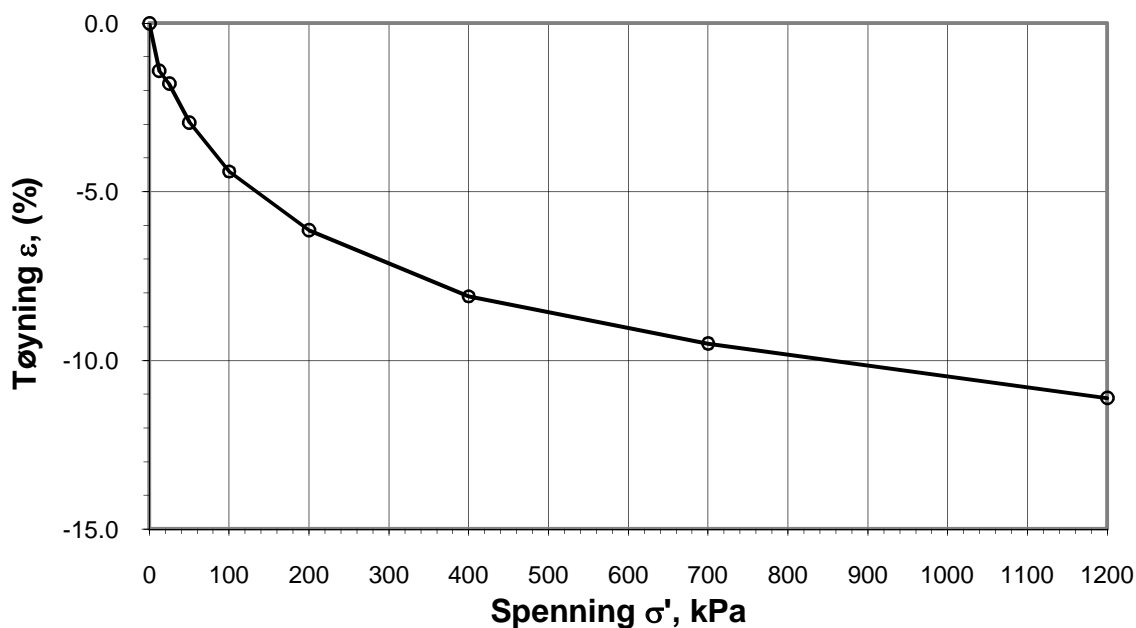
Tegnet:

Godkjent

Oppdrag nr

Tegningsnr:

Rev.



### ØDOMETERFORSØK

Flatanger kommune

Områdevurdering Lausnes

Trinnvis ødometerforsøk

**MULTICONSULT AS**

7486 TRONDHEIM  
 Besøksadr. Sluppenveien 23  
 Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70

Boring nr

H 214, dybde 7,2 m

Borplan nr.

-1

Boret dato

10.03.10

Dato

24.10.10

Oppdrag nr

413941

Tegnet:

kjt

Tegningsnr:

78

Godkjent

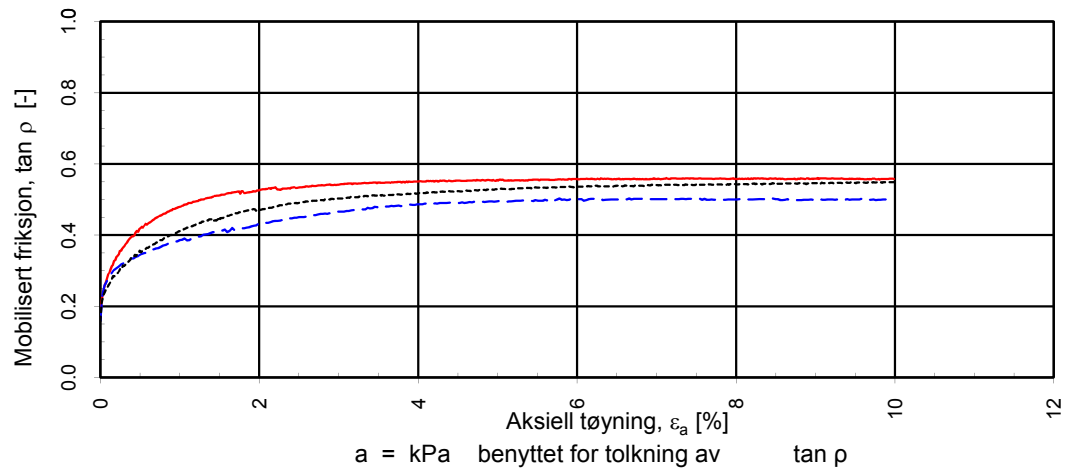
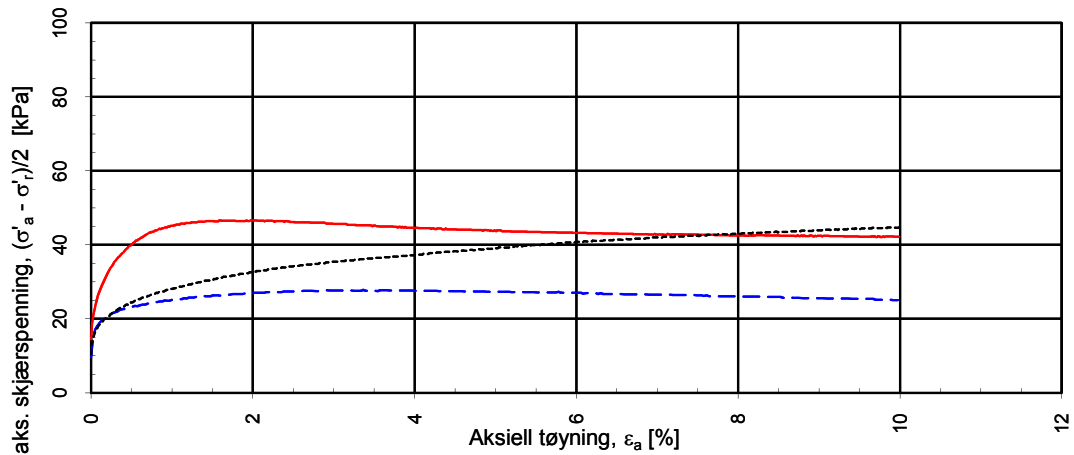
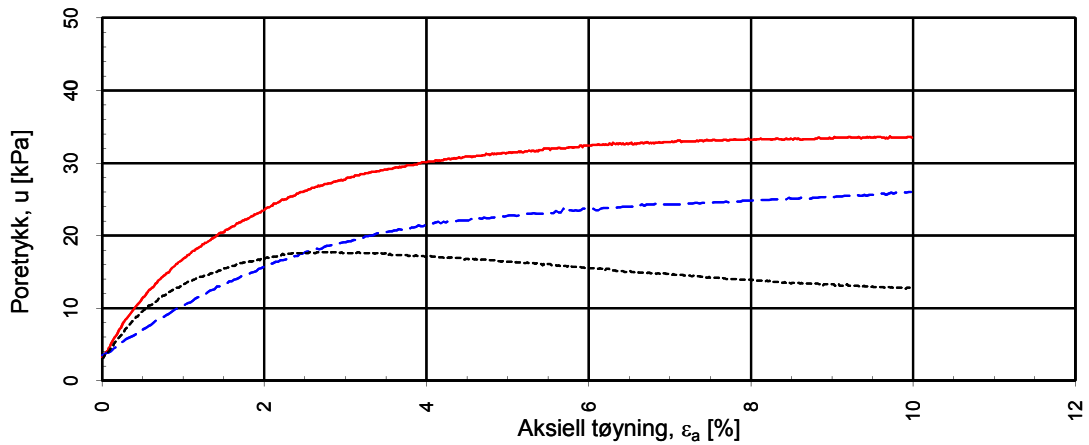
rols

Rev.

1







**413941**

**Flatanger kommune**

Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato:

Mars 2010

Dybdeintervall, z (m):

5.30-8.55 m

Borpunkt nr.:

204, 214, 219

Forsøk nr.:

-

Tegnet:

EriS

Kontrollert:

ROLS

Oppdrag nr.:

413941

Tegning nr.:

8U

Prosedyre:

CAUa

Tegningens filnavn:

I reaks\_samleplott.xlsx

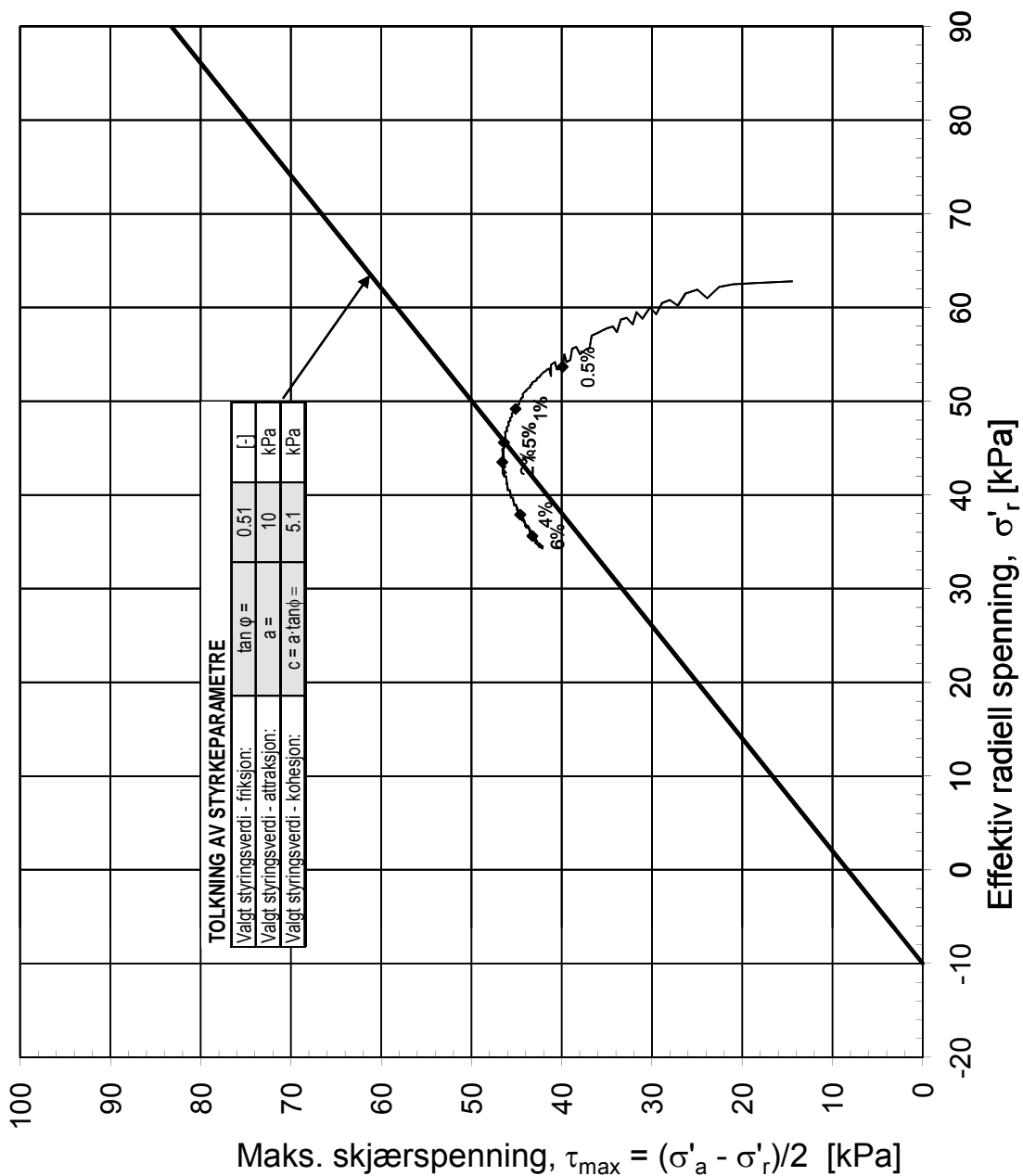


Godkjent:

OAA

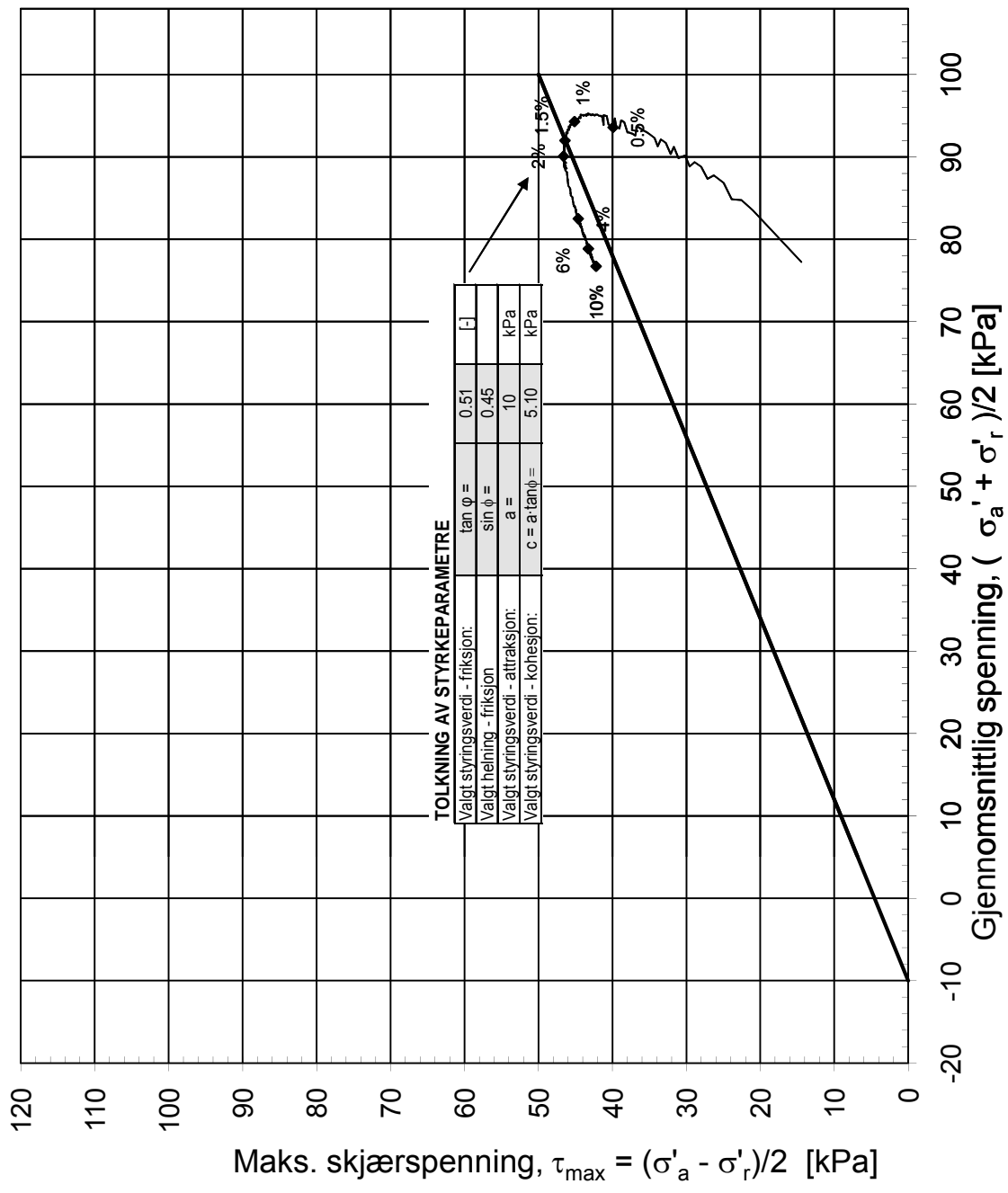
Programrevisjon:

13.10.2009



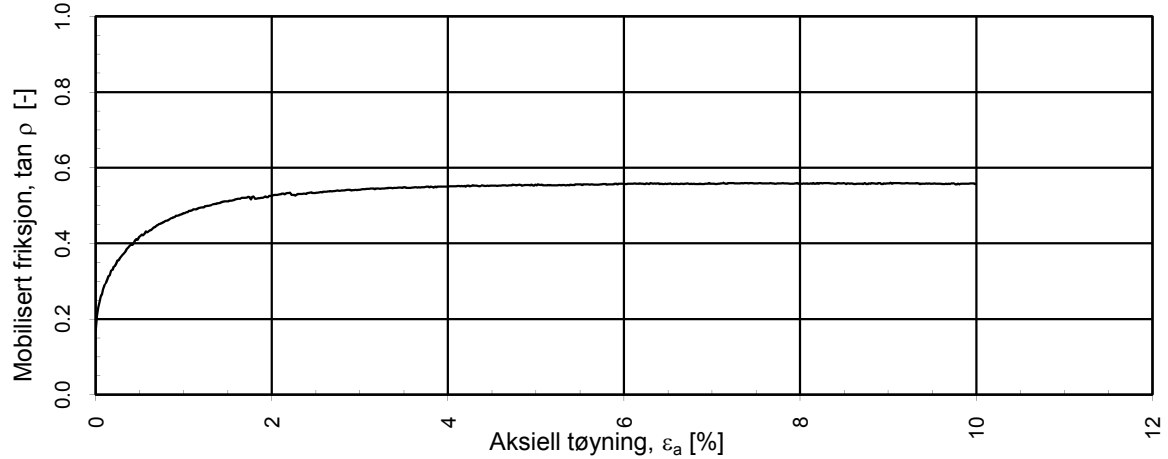
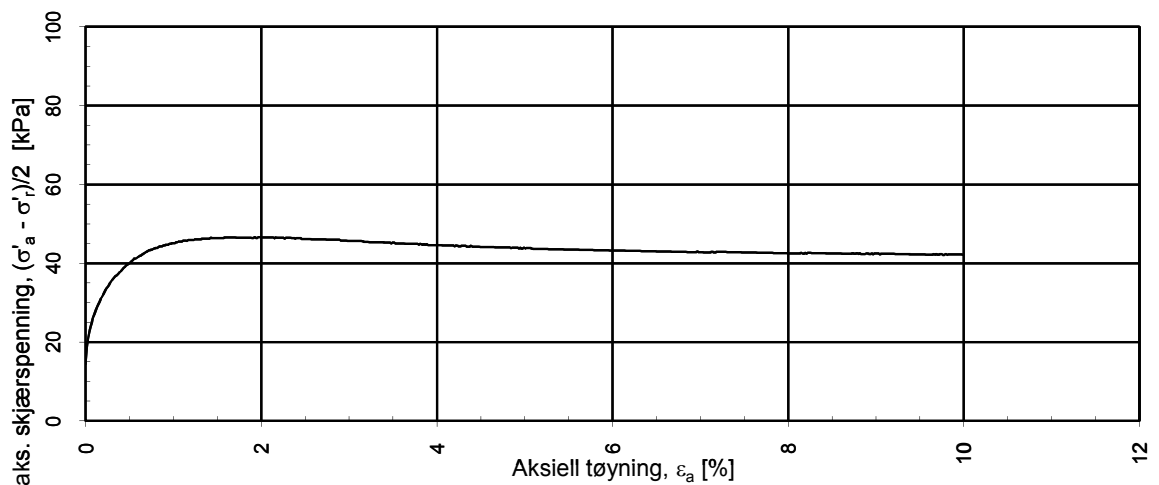
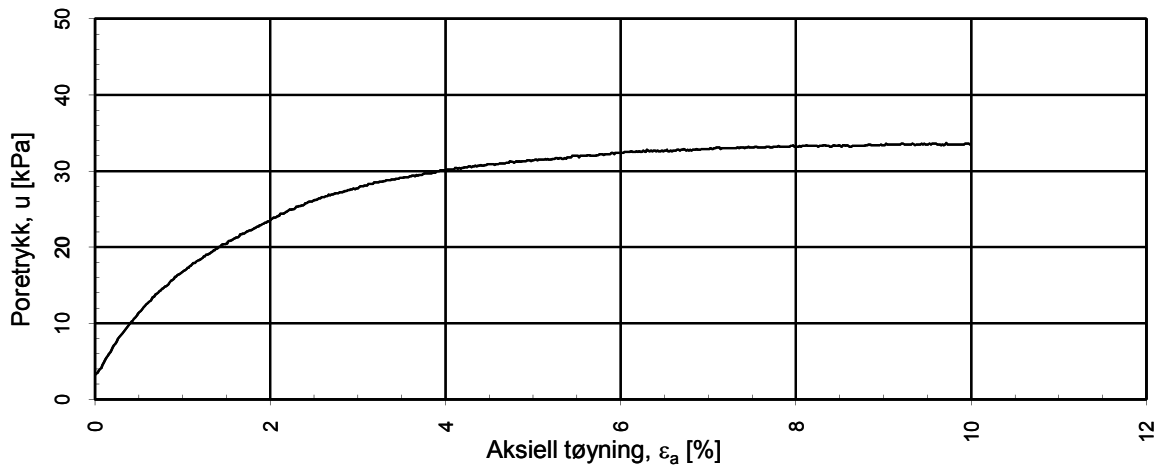
Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	101.49	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	71.04	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	23.80	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.10	$g/cm^3$
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	1.62	%

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn:	
		Etter volumtøyning:	H204, dybde 8,55 m.xlsx	
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter poreallsending:		
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.				
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato: 17.03.2010	Dybde, z (m): 8.55		Borpunkt nr.: 204
	Forsøk nr.: 1	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols	
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 81	Prosedyre: CAUa	
			Godkjent: ero	
			Programrevisjon: 13.10.2009	



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 101.49$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 71.04$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 23.80$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2.10$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 1.62$  %

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn: H204_dybde 8,55 m.xlsx
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NGI-plott.		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30		Borpunkt nr.: 204	
Forsøksdato: 17.03.2010	Dybde, z (m): 8.55	Kontrollert: rols	Godkjent: ero
Forsøk nr.: 1	Tegnet: kjt	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 13.10.2009
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 82		



a = 10 kPa benyttet for tolknin tan ρ

## Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

#### Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

H204,dybde 8,55 m.xlsx



### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:  
17.03.2010

Dybde, z (m):  
8.55

Borpunkt nr.:  
204

Forsøk nr.:  
1

Tegnet:  
kjt

Kontrollert:  
rols

Godkjent:  
ero

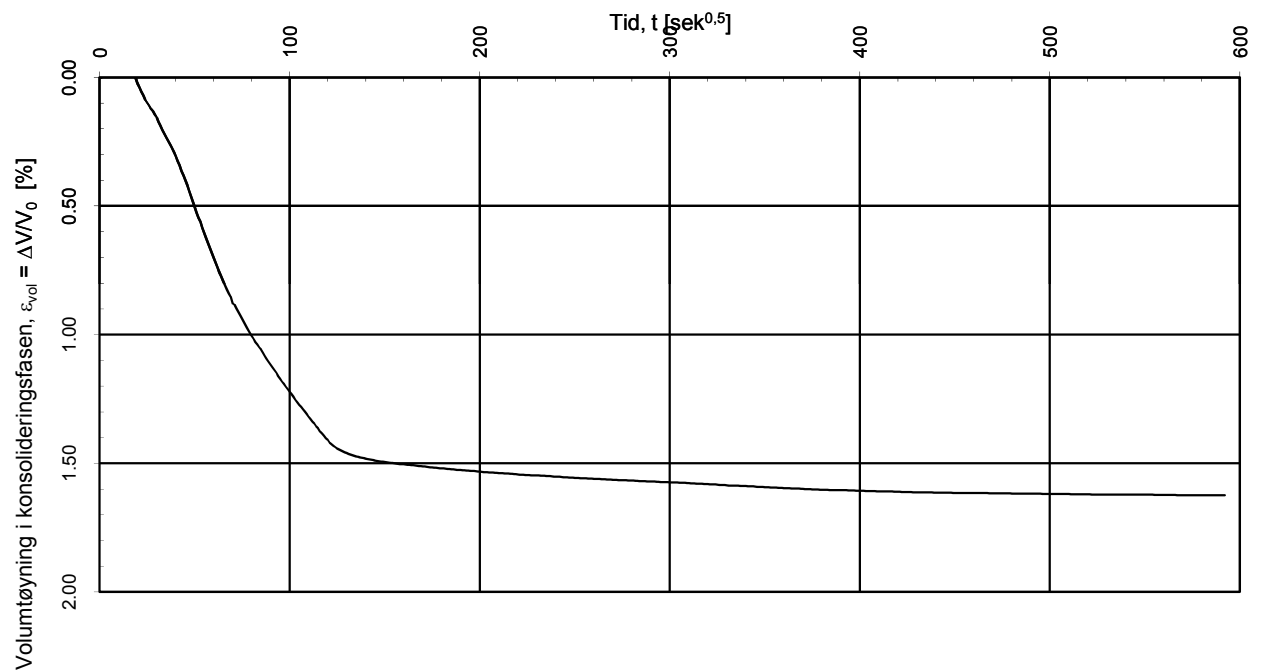
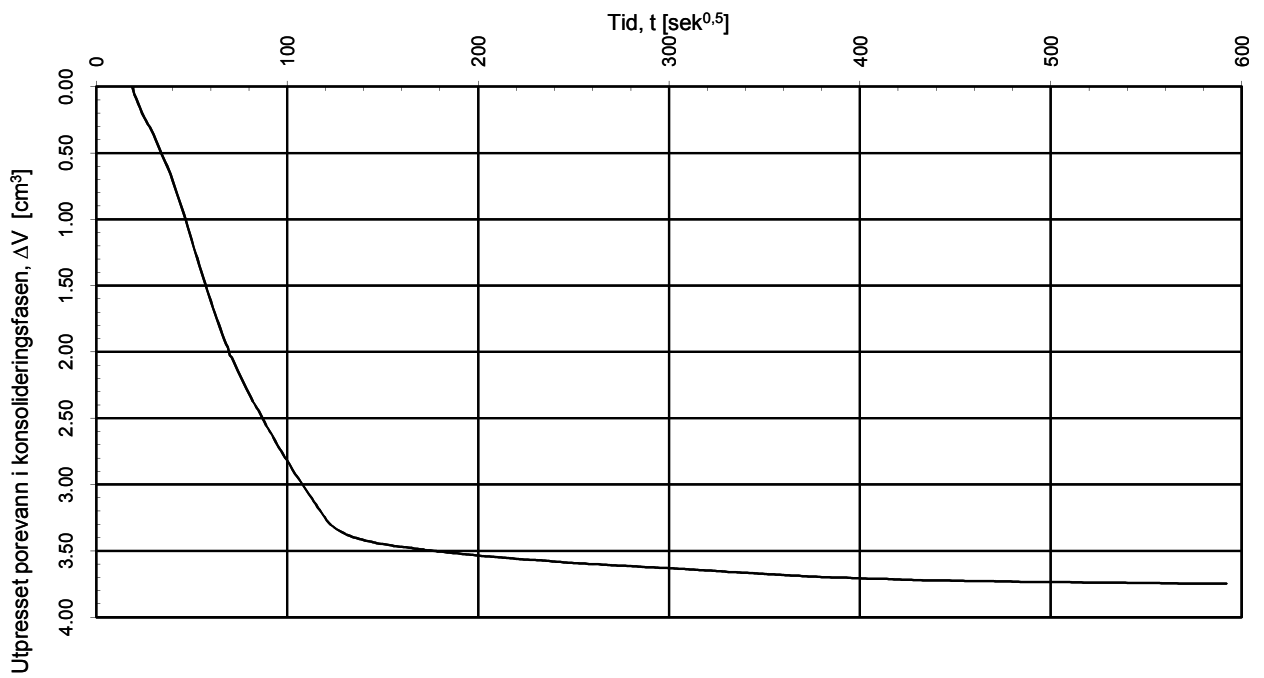
Oppdrag nr.:  
413941

Tegning nr.:  
83

Prosedyre:  
CAUa

Programrevisjon:  
13.10.2009





Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	101.49	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	71.04	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	23.80	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.10	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	1.62	%

### Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

Treksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:  
H204,dybde 8,55 m.xlsx

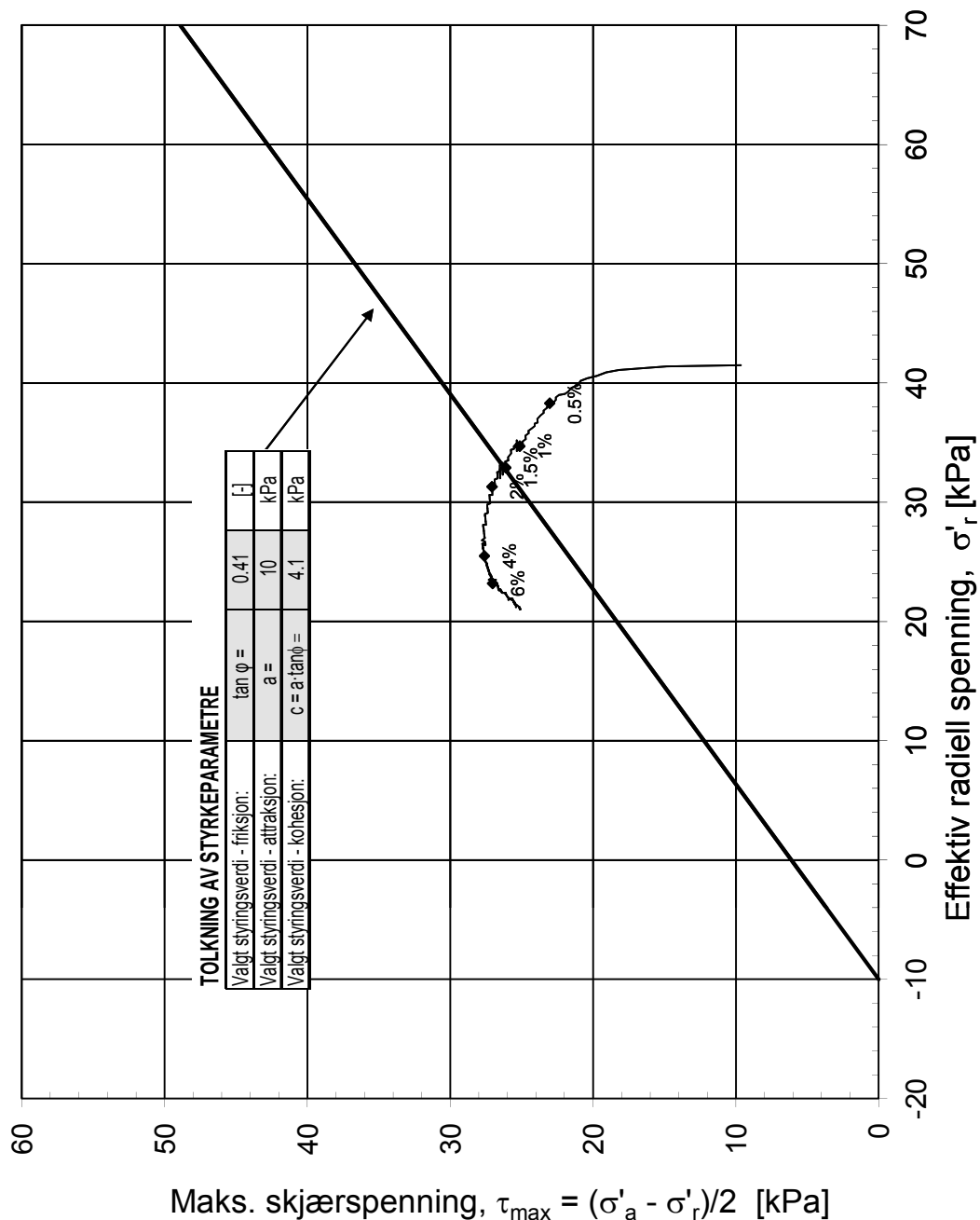


#### MULTICONSULT AS


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

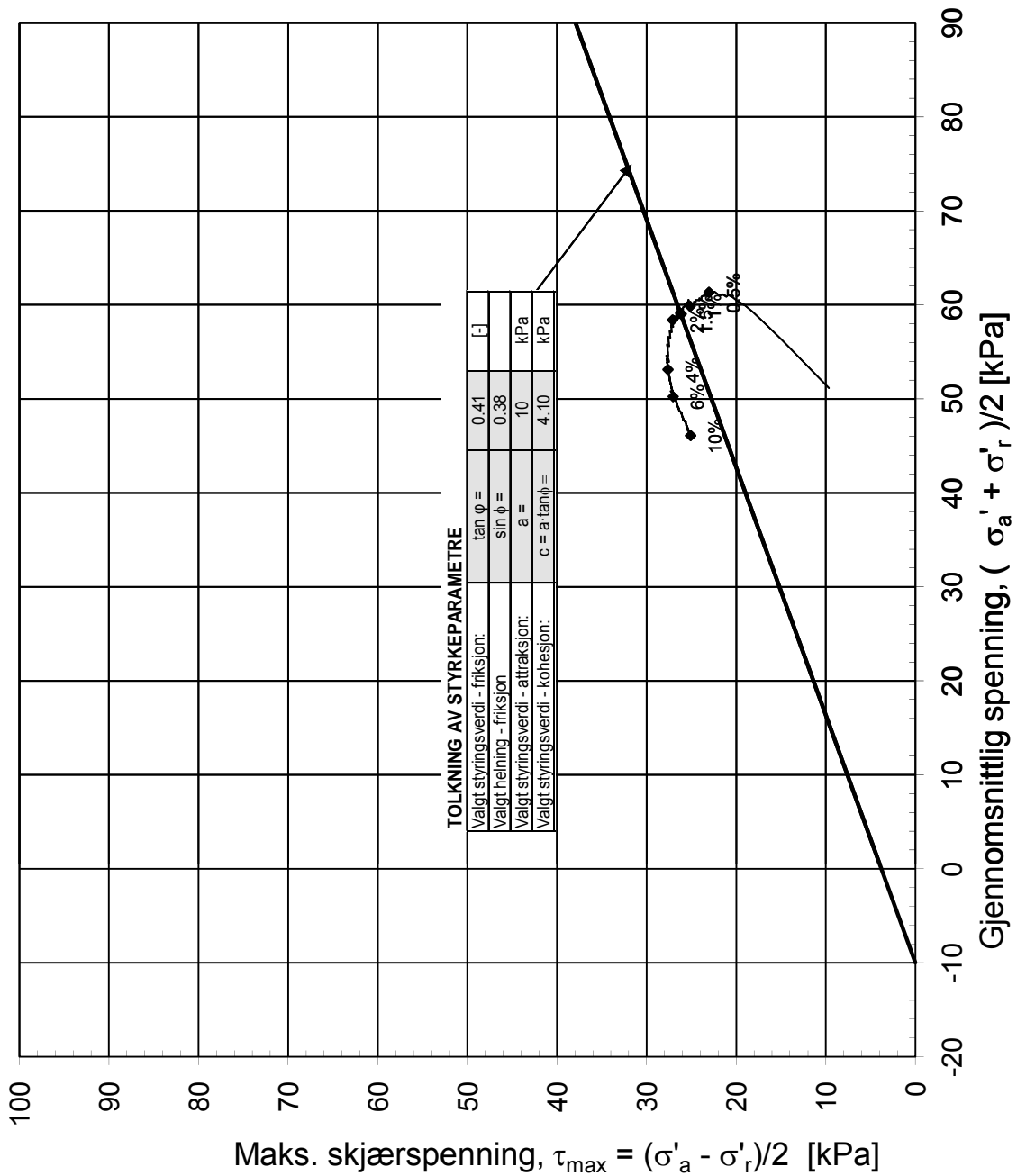
Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
17.03.2010	8.55	204
Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:
1	kjt	rols
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:
413941	84	CAUa

Godkjent:	Programrevisjon:
ero	13.10.2009



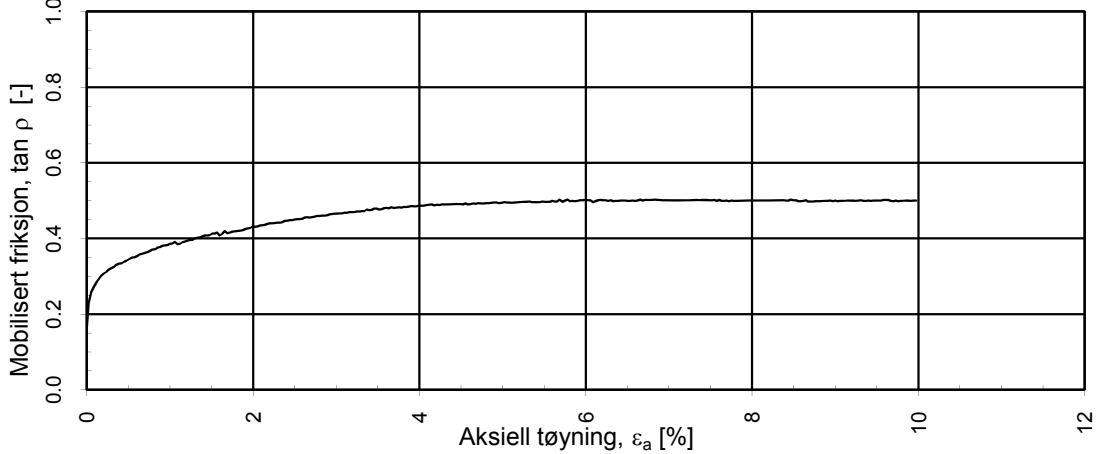
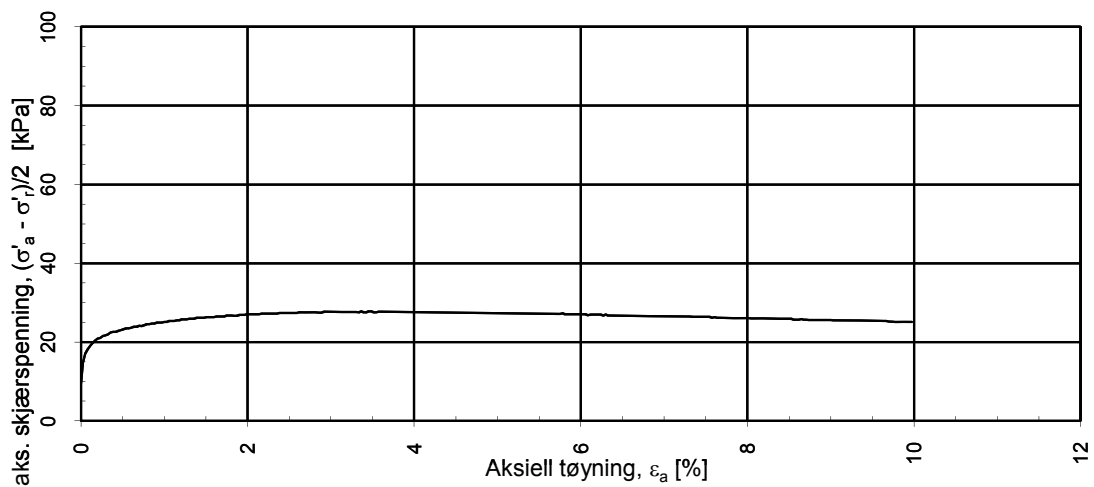
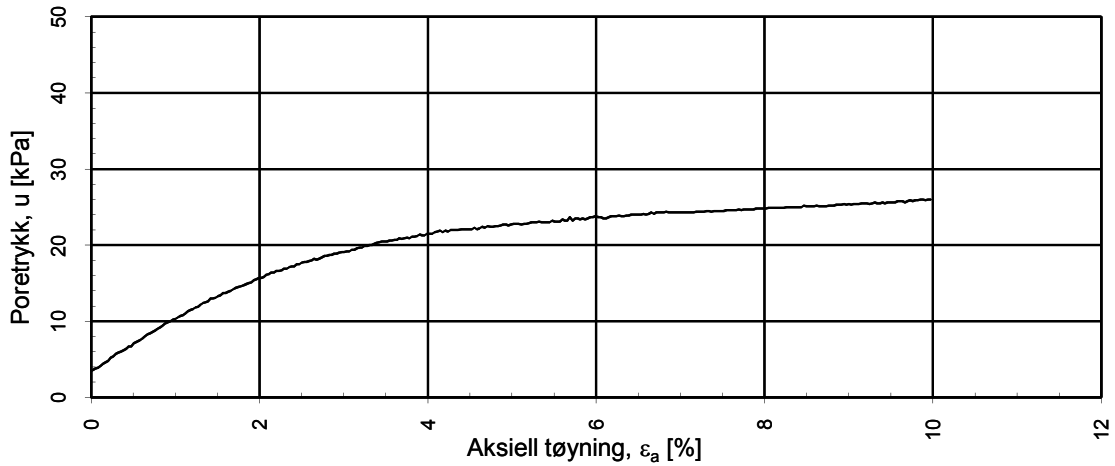
Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	68.30	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	47.81	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	19.90	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.15	$\text{g/cm}^3$
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	4.18	%

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn:
		Etter volumtøyning:	H214 dybde 5,30 m.xlsx
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter poreallsending:	
<b>Treksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.</b>			
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
	22.03.2010	5.30	214
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:
2	EriS	rols	oaa
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
413941	85	CAUa	13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 68.30$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 47.81$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 19.90$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2.15$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 4.18$  %

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn: H214 dybde 5,30 m.xlsx
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NGI-plott.		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30		Borpunkt nr.: 214	
Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 5.30	Kontrollert: rols	Godkjent: ero
Forsøk nr.: 2	Tegnet: kjt	Prosedyre: CAUa	Programrevisjon: 13.10.2009
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 86		



$a = 10$  kPa benyttet for tol  $\tan \rho$

## Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

#### Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

H214 dybde 5,30 m.xlsx



### MULTICONSULT AS

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

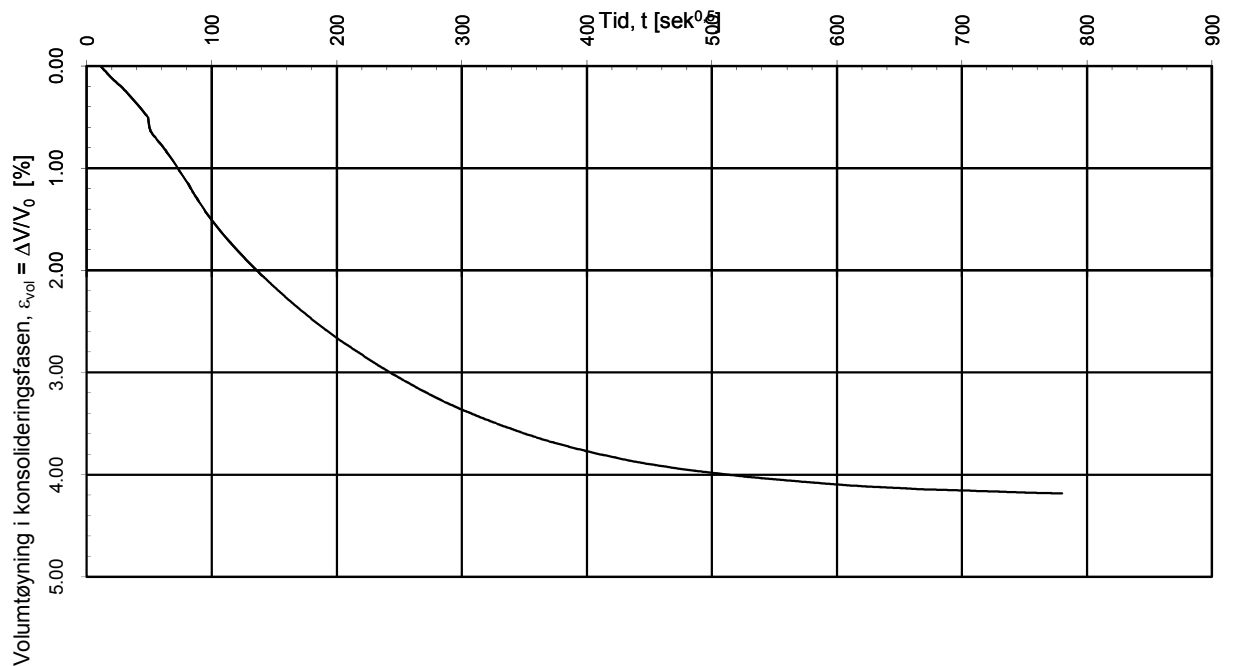
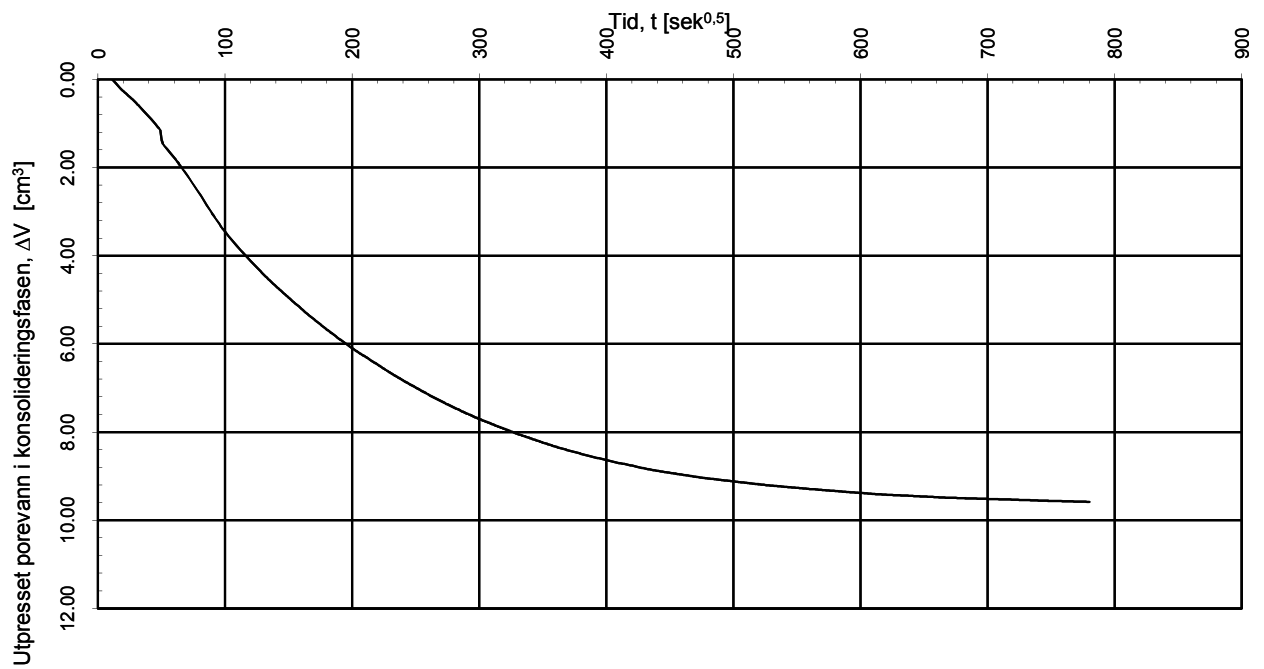
Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 5.30	Borpunkt nr.: 214
----------------------------	-----------------------	----------------------

Forsøk nr.: 2	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
------------------	----------------	----------------------

Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 87	Prosedyre: CAUa
------------------------	--------------------	--------------------

Godkjent:  
ero

Programrevisjon:  
13.10.2009



Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 68.30$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 47.81$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 19.90$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2.15$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 4.18$  %

**Flatanger kommune**

**Områdevurdering Lauvsnes**

Treksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:  
H214 dybde 5,30 m.xlsx

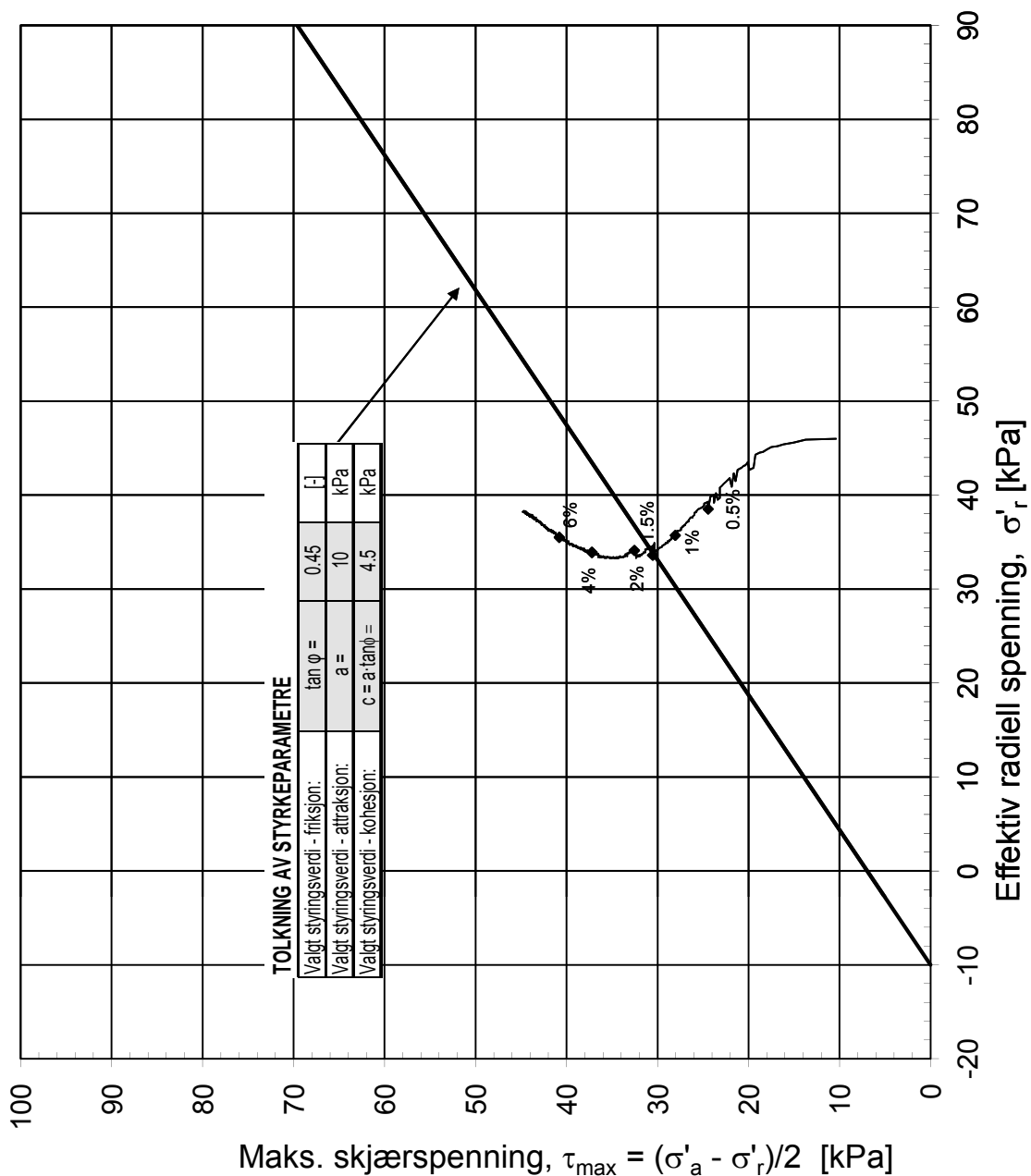


**MULTICONSULT AS**

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

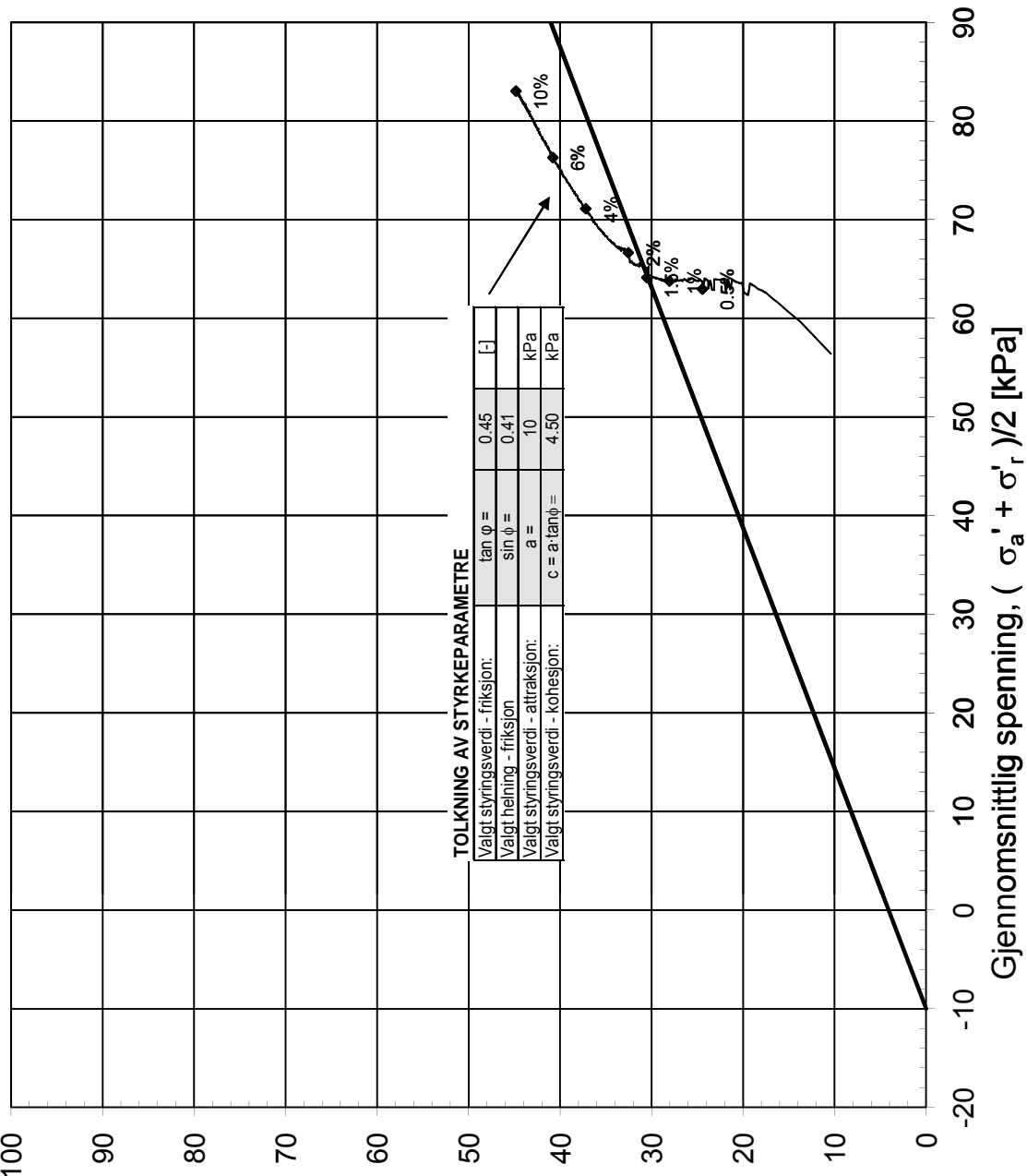
Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 5.30	Borpunkt nr.: 214
Forsøk nr.: 2	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 88	Prosedyre: CAUa

Godkjent:  
ero  
Programrevisjon:  
13.10.2009



Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	75.34	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	52.74	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	21.40	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.09	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	2.48	%

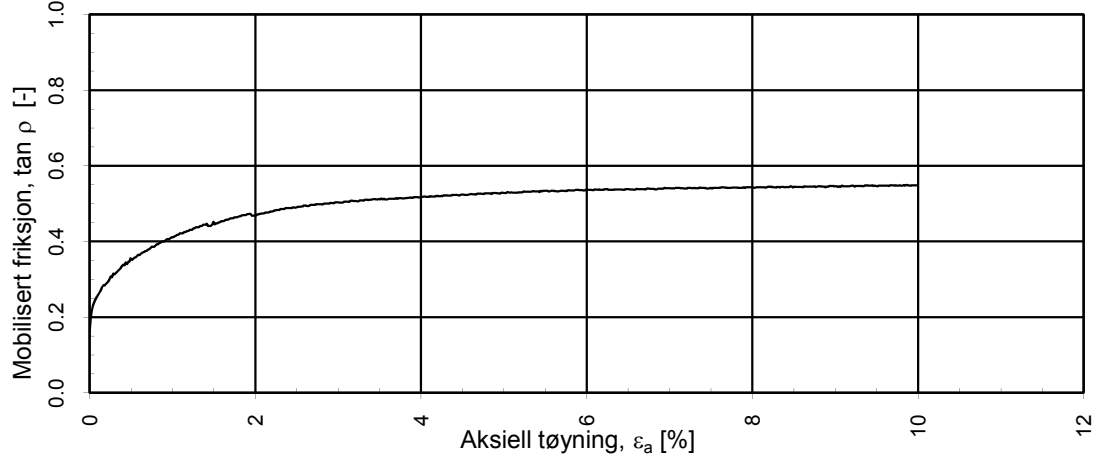
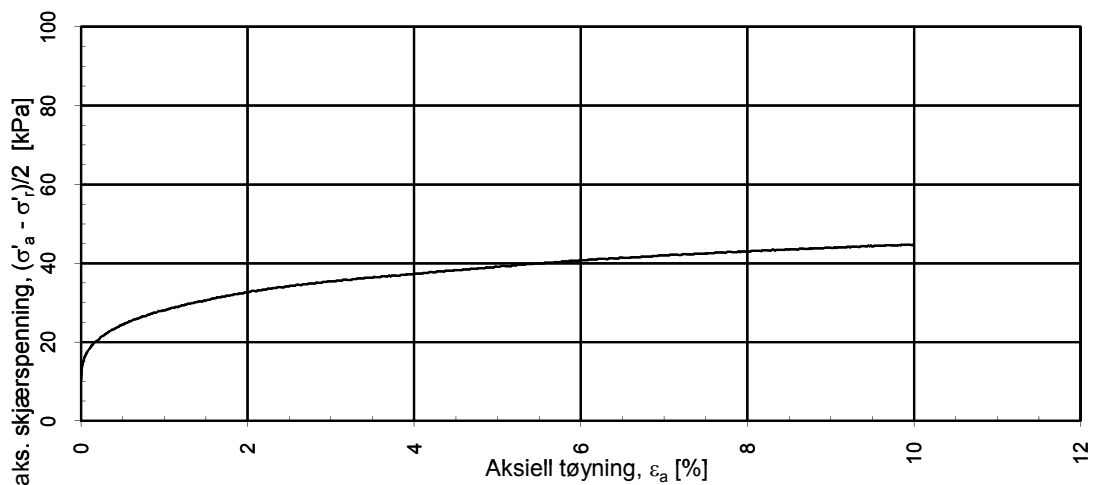
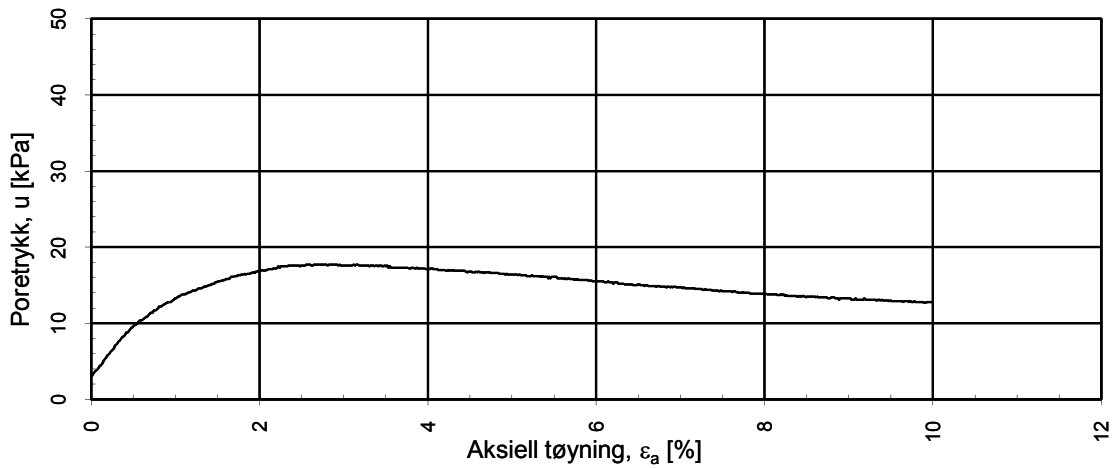
<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn:
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	H219, dybde 6,05 m.xlsx
<b>Treksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott.</b>		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato:	Borpunkt nr.:	
	22.03.2010	Dybde, z (m):	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:
3	EriS	rols	oaa
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
413941	89	CAUa	13.10.2009



Maks. skjærspenning,  $\tau_{max} = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$  [kPa]

Konsolideringsspenninger:	$\sigma'_{ac} =$	75.34	kPa
	$\sigma'_{rc} =$	52.74	kPa
Vanninnhold:	$w_i =$	21.40	%
Densitet:	$\rho_i =$	2.09	g/cm <sup>3</sup>
Volumtøyning i konsolideringsfase:	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V_0 =$	2.48	%

<b>Flatanger kommune</b>		<b>Prøvekvalitet</b>	Tegningens filnavn: H219, dybde 6,05 m.xlsx
<b>Områdevurdering Lauvsnes</b>		Etter volumtøyning:	
Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NGI-plott.		Etter poreallsending:	
<b>MULTICONSULT AS</b> Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30	Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 6.05	
	Forsøk nr.: 3	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
	Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 90	Prosedyre: CAUa
			Godkjent: ero
			Programrevisjon: 13.10.2009



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

## Flatanger kommune

### Områdevurdering Lauvsnes

#### Treaksialforsøk. Poretrykks- og mobiliseringsforløp.

Tegningens filnavn:

H219, dybde 6,05 m.xlsx



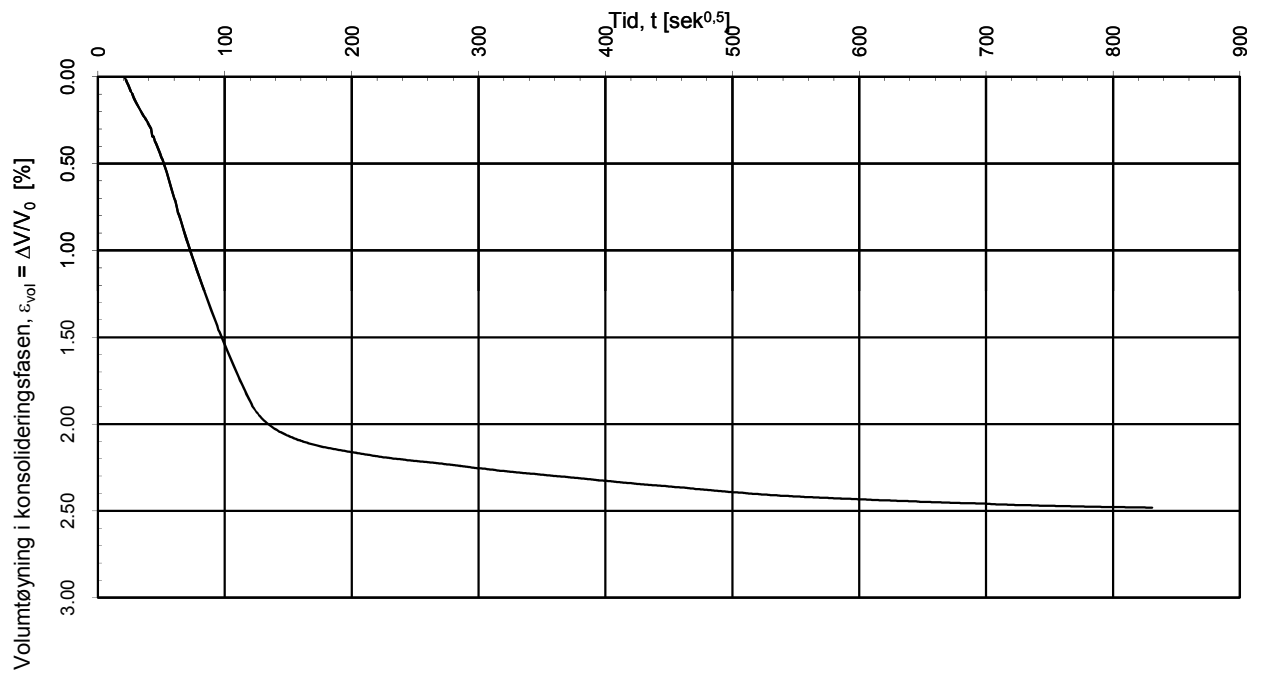
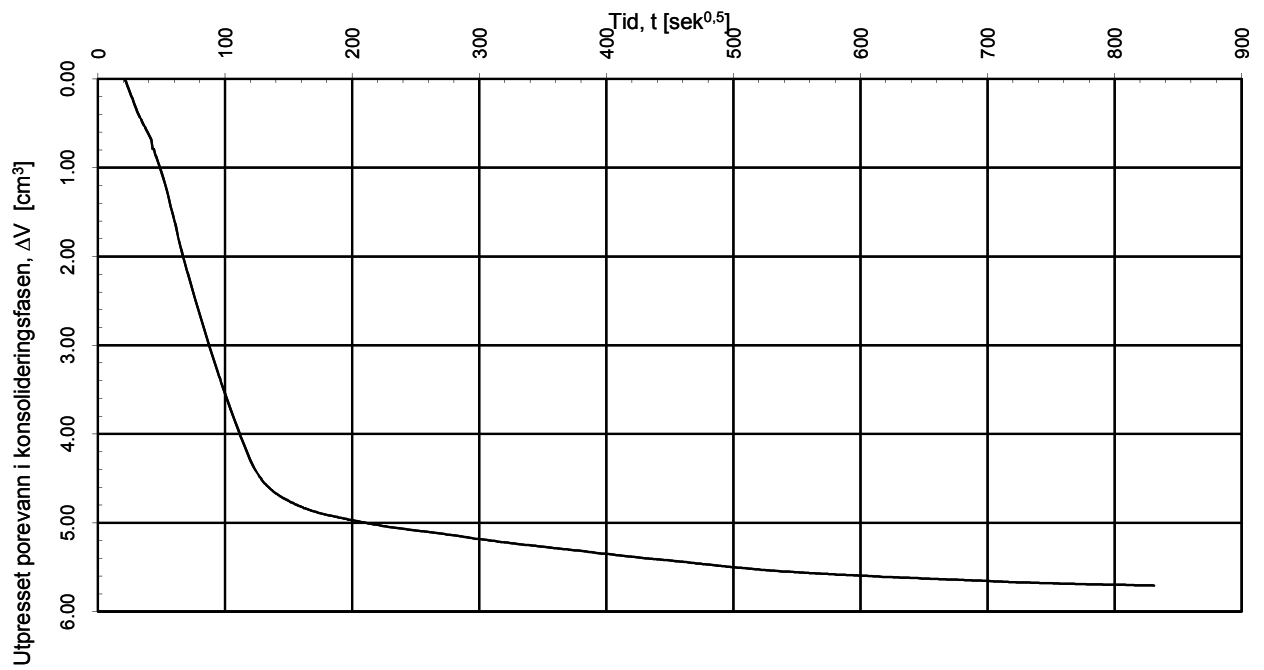
### MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 6.05	Borpunkt nr.: 219
Forsøk nr.: 3	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 91	Prosedyre: CAUa

Godkjent: ero
Programrevisjon: 13.10.2009





Konsolideringsspenninger:  $\sigma'_{ac} = 75.34$  kPa  
 $\sigma'_{rc} = 52.74$  kPa  
 Vanninnhold:  $w_i = 21.40$  %  
 Densitet:  $\rho_i = 2.09$  g/cm<sup>3</sup>  
 Volumtøyning i konsolideringsfase:  $\varepsilon_{vol} = \Delta V/V_0 = 2.48$  %

**Flatanger kommune**

**Områdevurdering Lauvsnes**

Treksialforsøk. Vannutpressing - tid, konsolideringsfase.

Tegningens filnavn:  
H219, dybde 6,05 m.xlsx



**MULTICONSULT AS**

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

Forsøksdato: 22.03.2010	Dybde, z (m): 6.05	Borpunkt nr.: 219
Forsøk nr.: 3	Tegnet: kjt	Kontrollert: rols
Oppdrag nr.: 413941	Tegning nr.: 92	Prosedyre: CAUa

Godkjent: ero
Programrevisjon: 13.10.2009