

Oppdragsgiver  
**Bjugn kommune**

Rapporttype  
**Geoteknisk vurderingsrapport**

**26.6.2015**

# **OMRÅDESTABILITET SENTRUMSOMRÅDET BOTNGÅRD GEOTEKNISK RAPPORT**

## OMRÅDESTABILITET SENTRUMSOMRÅDET BOTNGÅRD

Oppdragsnr.: 1350008386  
 Oppdragsnavn: Områdestabilitet sentrumsområdet Botngård  
 Dokument nr.: G-rap-002 rev.01  
 Filnavn: G-rap-002 1350008386 rev01.docx

Revisjon	00			
Dato	17.4.2015	26.6.2015		
Utarbeidet av	Eirin Husdal	Eirin Husdal	<i>Eirin Husdal</i>	
Kontrollert av	Per Arne Wangen	Per Arne Wangen	<i>Per</i>	
Godkjent av	Per Arne Wangen	Per Arne Wangen	<i>Per</i>	
Beskrivelse	Utredning av områdestabilitet	Revisjon iht. kommentarer fra uavh. kontrollør		

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjonen gjelder

## INNHold

<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2. GRUNNLAG</b> .....	<b>6</b>
2.1 GRUNNUNDERSØKELSER .....	6
2.2 BEFARING.....	6
2.3 EROSJON.....	6
2.4 BERG I DAGEN.....	6
<b>3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD</b> .....	<b>7</b>
3.1 KVARTÆRGEOLOGISK KART OG MARIN GRENSE.....	7
3.2 TOPOGRAFI .....	7
3.3 GRUNNFORHOLD .....	7
<b>4. REGISTRERTE OG MULIGE FARESONER</b> .....	<b>8</b>
4.1 REGISTRERTE KVIKKLEIRESONER.....	8
4.2 KARTLEGGING .....	8
4.3 TERRENGANALYSER .....	8
4.4 LØSNEOMRÅDE .....	10
<b>5. GRUNNLAG FOR STABILITETSBEREGNINGER</b> .....	<b>10</b>
5.1 KRITISKE SNITT .....	10
5.2 LAGDELING .....	10
5.3 GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKKSFORHOLD.....	10
5.4 MATERIALPARAMETERE .....	11
<b>6. STABILITETSVURDERINGER</b> .....	<b>12</b>
6.1 PROFIL A .....	12
<b>7. SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING</b> .....	<b>13</b>
7.1 SONEGRENSER .....	13
7.2 UTLØPSOMRÅDE.....	13
7.3 FAREGRAD, KONSEKVENSKLASSE, OG RISIKOKLASSEVURDERING .....	13
7.4 KRAV TIL SIKKERHET .....	14
<b>8. OPPSUMMERING</b> .....	<b>14</b>
<b>9. REFERANSER</b> .....	<b>14</b>

## FIGUROVERSIKT

Figur 1: Kvartærgeologisk kart (www.ngu.no 16.4.2015) .....	7
---	---

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev.	Tittel	Målestokk	Format
201		Oversiktskart	1:50 000	A4
202		Situasjonsplan	1:2000	A1
203		Profil A	1:500	A3 (XL)
204		Profil B	1:500	A3 (XL)
205		Profil C	1:500	A3 (L)
206		Profil D	1:500	A3
207		Profil E	1:500	A3
208		Profil F	1:500	A3
209		Profil G	1:1000	A3 (L)
210		Profil A - dagens terreng - totalspenningsanalyse ADP	1:500	A3 (XL)
211		Profil A - dagens terreng - effektivspenningsanalyse	1:500	A3 (XL)

## VEDLEGG

Vedlegg nr.	Rev.	Tittel
1		Botngårdselva – bilder fra befaring
2		Berg i dagen – bilder fra befaring
3		Soneklassifiseringsark
4		Tolking av CPTU
5		Tolking av treaksialforsøk
6		Tolking av ødometerforsøk
7		Poretrykksmålinger
8		Kvalitetsskjema CPTU
9		ROS-analyse for profil A

## 1. INNLEDNING

Bjugn kommune utarbeider flere reguleringsplaner i Botngård sentrum. Det er registrert kvikkleire i området og Rambøll Norge AS har fått i oppdrag å utføre en utredning av kvikkleireforekomsten(-e) og områdestabiliteten. Multiconsult AS er engasjert som uavhengig 3. partskontroll. Alle vurderinger, beregninger og kontroller utføres iht. NVEs veileder 7-2014 "Sikkerhet mot kvikkleireskred", ref. /1/.

Det er tidligere registrert én faresone for kvikkleire i Botngård sentrum, sone 1076 Botngård. Sonen ligger litt øst for sentrumskjernen, ved krysset mellom FV 710 og FV 118, like sørøst for Fosen Videregående skole. På oppdrag for Bjugn kommune ble det i januar 2014 utført en grunnundersøkelse med tanke på å avklare kvikkleireforholdene i sonen. Vi viser til vår datarapport G-rap-001 1350001830 av 29.01.2014. Resultatene viser at det ikke forekommer kvikk/sensitiv leire innenfor sonen, men at løsmassene generelt er faste, ikke sensitive og har beskjeden mektighet. Dette er meldt til NVE med anbefaling om at faresonen tas ut av deres faresonekart.

Det er ut over dette kjent at det i Botngård sentrum forekommer kvikk/sensitiv leire enkelte steder, men det er så langt ikke utført noen utredning av kvikkleireforekomstene i sentrumsområdet. Det er registrert kvikk/sensitiv leire utover på Botngårdsleira, da i hovedsak i en smal stripe langs FV 721 mot nord som så svinger vestover ut mot fjorden (rapport O.1477-1 Botngårdsleira Bjugn). Det er også registret kvikk/sensitiv leire på området kalt Solsiden (rapport 416643 utarbeidet av Multiconsult AS), på nordsiden av FV 721. Videre er det registrert kvikk/sensitiv leire nord og vest for Bjugnhallen og nordover, over idrettsplassen og opp mot Sentrumsveien. Det er tidligere utført en rekke grunnundersøkelser på Seter og Seterstranden. Det er der lokalt funnet forekomster av kvikk/sensitiv leire og utført utredninger av disse med tanke på enkelte av de tiltak som så langt er planlagt i området. Forekomsten av kvikk/sensitiv leire på Seter, som er lokalisert omkring krysset FV 131 og FV 110, er adskilt fra kvikkleira i sentrumskjernen av Ulvstuhaugen og Brekkefjellet i nord, og ikke-kvikk/sensitiv leire utover Seterstranden mot nordvest.

Som en del av dette oppdraget er det utført en sammenstilling av de foreliggende data fra tidligere undersøkelser i Botngård sentrum og Seter-området. Det er tatt utgangspunkt i de undersøkelser som Rambøll Norge AS (tidligere O. Kummeneje AS og Scandiaconsult AS) har i sitt arkiv, men det er også forespurt 3. partskontrollør Multiconsult AS om tilgang til situasjonsplaner og boredata fra deres undersøkelser i området. I tillegg er det utført supplerende grunnundersøkelser for å få en mer komplett oversikt over forekomsten(-e) av kvikk/sensitiv leire i sentrumskjernen av Botngård. Alle tidligere og nye undersøkelser er sammenstilt på situasjonsplanen på tegning 202.

*Multiconsult har utført uavhengig kvalitetskontroll iht. ref. /1/. Revisjon 1 av vår rapport svarer på Multiconsult sine kommentarer. Revidert tekst er presentert i kursiv i rapporten.*

## 2. GRUNNLAG

### 2.1 Grunnundersøkelser

Det er tidligere gjennomført et betydelig antall geotekniske grunnundersøkelser i området. For utredningen ble det utført supplerende undersøkelser i februar 2015. Alle borpunkter er vist på situasjonsplanen på tegning 202. I tabell 1 er det satt opp en oversikt over alle relevante grunnundersøkelser fra området.

**Tabell1: Utførte grunnundersøkelser i området**

Rapportnr.:	Navn:	Utført av	Dato:
G-rap-001 1350008386	Reguleringsplan Sentrumskjernen	Rambøll	17.4.2015
G-rap-001 1350008379	Bekkefare, Botngård	Rambøll	26.3.2015
G-rap-001 1350006225	Reguleringsplan Botngård	Rambøll	3.11.2014
416643-RIG-RAP-001	Solsiden, Botngård	Multiconsult	2.7.2014
G-rap-001 1350002054	Reguleringsplan Myrmo	Rambøll	29.1.2014
G-rap-001 1350001830	Områdeplan Botngård øst	Rambøll	29.1.2014
G-rap-001 1350001771	Boliger Botngård øst	Rambøll	29.1.2014
G-rap-001 6130779	Botngård barnehage	Rambøll	18.7.2013
G-rap-001 6130778	Botngårdsleira	Rambøll	13.8.2013
G-rap-001 6130777	Seter, Botngård	Rambøll	3.7.2013
G-rap-001 640529	Ishall, Botngård	Rambøll	9.11.2004
G-rap-001 6030454A	Fosen videregående skole	Rambøll	25.5.2004
o.8489 rapport nr. 1	Kulturhus- Botngård	Rambøll	6.2.1992
o.5837 rapport nr. 1	Oppfylling gamle Idrettsplass, Botngård	Rambøll	16.5.1986
o.5561 rapport nr. 1	Tilbygg til herredshuset	Rambøll	9.6.1986
o.5550 rapport nr. 1	Tilbygg ved Botngård skole	Rambøll	16.5.1986
o.3304	Skogen boligfelt	Rambøll	27.3.1980
o.3263	Samfunnshustomta, Botngård	Rambøll	30.10.1980
o.1477 -1	Botngårdsleira, Bjugn	Rambøll	7.5.1980
o.2583	Dagsenter for psyk. utviklingshemmede, Botngård	Rambøll	13.12.1977
o.2582	Herredshus- tilbygg	Rambøll	12.8.1977
o.680	Stabilitetsvurdering for vegtraseer, Botngård	Rambøll	24.8.1967

### 2.2 Befaring

Det er utført en befaring i området 14.4.2015. Formålet var å få mer inngående kjennskap til topografi og terreng i Botngård samt å registrere erosjonsforhold langs Botngårdselva og berg i dagen. Bilder fra befaringen er vist i vedlegg 1.

### 2.3 Erosjon

Erosjonsforholdene langs Botngårdselva fra lagunen ved strandkanten opp til Bjugnhallen er kartlagt. Fra sjøen, gjennom lagunen og opp til brua for FV 721 er elva plastret, her er det ingen erosjon. Videre oppover elva er det antydninger til at gress og enkelte trær henger noe utover elva, dette indikerer noe erosjon, men det er ingen tegn til glidninger ut fra elvekanten. Det ser ut til å være stein og sand på elvebunnen, men på grunn av stor vannføring var det noe vanskelig å registrere. Bilder fra Botngårdselva er vist i vedlegg 1.

Iht. til Program for økt sikkerhet for leirskred, ref. /2/, vurderes det et en har *litt erosjon* langs Botngårdselva der det ikke er utført plastringsarbeider. *Iht. ref. /1/ er det ikke nødvendig med erosjonssikring her så lenge erosjonsforholdene kan karakteriseres som litt erosjon iht. ref. /2/. Erosjonsforholdene må imidlertid holdes under oppsyn og vurderes fortløpende. Dersom forholdene endrer seg og det registreres tegn på aktiv erosjon må erosjonssikring vurderes/utføres.*

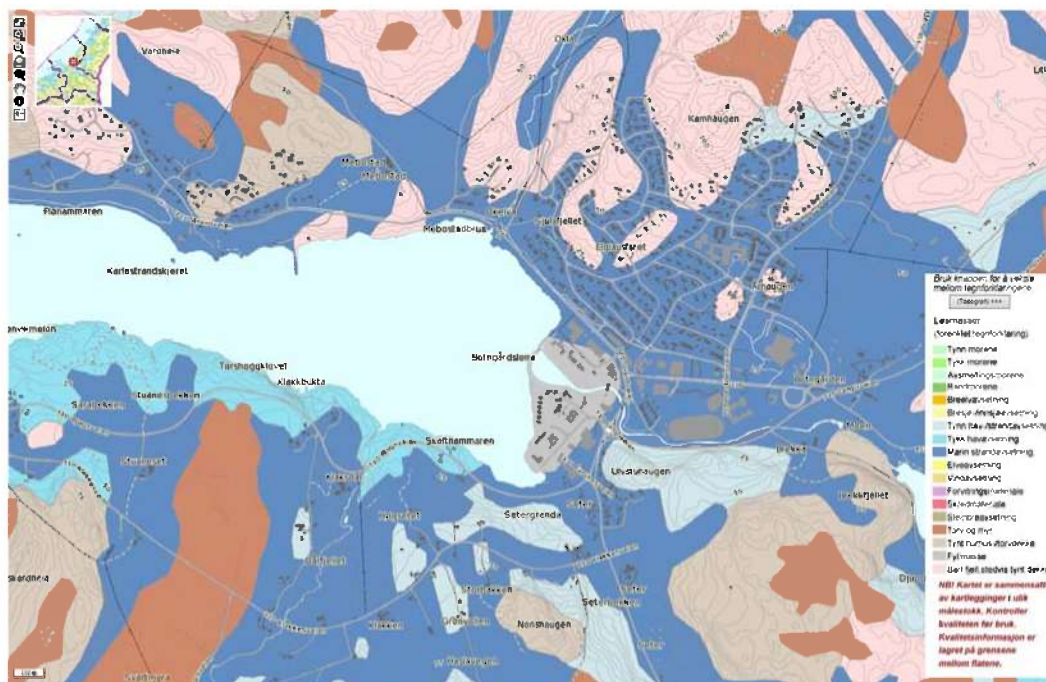
### 2.4 Berg i dagen

En generell kartlegging av berg i dagen er utført. Det er i kartleggingen satt fokus på områdene nord for sentrum. Registrert berg i dagen er inntegnet på situasjonsplan på tegning 202. Bilder fra kartlegginga er vist i vedlegg 2. Registreringene må angis som "antatt" berg i og med at sikker påvisning av berg normalt krever 3 meter innboring i berget med borerigg.

### 3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD

#### 3.1 Kvartærgeologisk kart og marin grense

Kvartærgeologisk kart over området viser at grunnen i området hovedsakelig består av marin strandavsetning. Sør for sentrumsområdet er det bart fjell/stedvis tynt dekke (Ulvstuhaugen) og nord for området er det stedvis tynt humus-/torvdekke. Det er tidligere fyllt i strandsonen. Se illustrasjon i figur 1 under.



Figur 1: Kvartærgeologisk kart ([www.ngu.no](http://www.ngu.no) 16.4.2015)

Marin grense i området ligger på ca. kote +171 i følge nettstedet [www.ngu.no](http://www.ngu.no). Høyeste kotenivå i sentrumsområdet ligger på ca. kote +20.

#### 3.2 Topografi

Terrenget i Botngårdssentrum heller generelt slakt fra nordøst mot sørvest. I sør avgrenses sentrum av berg i dagen, Ulvstufjellet. Vestre del av sentrum ligger på fylling lagt ut over den slake/flate Botngårdssleira. Den gamle strandlinja i området følger Strandveien og FV 721. Videre utover Botngårdssleira ligger terrenget med slak helning/flatt ut mot marbakkekanten ca. 250 meter ut fra FV 721.

Botngårdselva har sitt løp sør for ishallen langs FV 710, og deretter videre gjennom fyllingsområdet på Botngårdssleira og ut i sjøen.

#### 3.3 Grunnforhold

Det er gjennomført et betydelig antall geotekniske grunnundersøkelser i området, se situasjonsplanen på tegning 202. Der er både nye og eldre undersøkelser fra området sammenstilt.

I sentrum er det hovedsakelig siltig leire og leirig silt. Det er påvist kvikkleire langs den østre delen av Alf Nebbs gate, på fotballbanen og vest for fotballbanen og sørover forbi ishallen. Det er også påvist kvikkleire langs Botngårdselva vest for ishallen og øst for FV 721-brua. Den nordlige delen av sentrum har til dels berg i dagen eller et tynt løsmassedecke.

På Botngårdssleira er det påvist kvikkleire ute i sjøen og innover mot land, i hovedsak nord på området. Supplerende borer viser at kvikkleireforekomstene i sentrum og Botngårdssleira er sammenhengende gjennom fyllingsområdet i strandkanten.

For en mer detaljert grunnforholdsbeskrivelse vises det til datarapporter nevnt i avsnitt 2.1.

## 4. REGISTRERTE OG MULIGE FARESONER

### 4.1 Registrerte kvikkleiresoner

Det er tidligere registrert én faresone for kvikkleire i Botngård sentrum, sone 1076 Botngård. Grunnundersøkelser utført i sonen viser at det ikke forekommer kvikk/sensitiv leire innenfor sonen, men at løsmassene generelt er faste, ikke sensitive og har beskjeden mektighet. Dette er meldt til NVE med anbefaling om at faresonen tas ut av deres faresonekart.

Det er i forbindelse med utredningsarbeid av kvikkleireforekomsten på Seter angitt en ny kvikkleiresone/løsneområde for kvikkleireskred ved krysset for FV 131 og FV 110. Denne forekomsten er adskilt fra kvikkleira i sentrumskjernen av Ulvstuhaugen og Brekkefjellet i nord, og ikke-kvikk/sensitiv leire utover Seterstranden mot nordvest. Den er ikke av relevans for plansaker i sentrumsområdet. *Situasjonsplan på tegning 202 omfatter ikke området for kvikkleiresonen på Seter.*

På området kalt Solsiden, som ligger nord for sentrumsområdet, og øst for FV 721, er det registrert en forekomst med kvikk/sensitiv leire. Dette området er så langt ikke angitt som et mulig løsneområde for kvikkleireskred, men topografien på området tilsier at det er sannsynlig at området faller inn under kategorien løsneområde iht. ref. /1/. Det er imidlertid ikke utført nærmere vurderinger av dette som del av denne utredningen i og med at forekomsten er lokal, ligger utenfor sentrumsområdet og et evt. skred herfra vil ha utløp utover Botngårdsleira.

### 4.2 Kartlegging

For å få en oversikt over grunnforholdene i sentrumsområdet ble tidligere utførte undersøkelser kartlagt og sammenstilt. Aktuelle rapporter er listet opp i tabell 1 kap. 2.1 Det ble deretter utført supplerende grunnundersøkelser for en nærmere kartlegging og avgrensning og som grunnlag for en vurdering av områdestabiliteten. Resultater fra disse undersøkelsene er presentert i G-rap-001 1350008386-2.

Området med kvikk/sensitiv leire i sentrum er avgrenset av ishallen og Botngårdselva i sør. Det er ikke påvist kvikkleire vest for fotballbanen. Det ser ut til at området er sammenhengende med kvikkleireforekomstene på Botngårdsleira. Langs Botngårdsleira er det påvist kvikkleire ca. 250 m ute i sjøen og i strandkanten. Det er i tillegg påvist kvikkeleire ved Solsiden i nordøstre del av Botngårdsleira, på motsatt side av FV 721.

### 4.3 Terrenganalyser

For å identifisere potensielle faresoner ble det innledningsvis utført en terrenganalyse. Det ble tatt utgangspunkt i digitalt kartgrunnlag mottatt fra Bjugn kommune, sjøbunnskart og tidligere innmålinger av sjøbunnen utført i forbindelse med rapport O.1477-1. Der det ble ansett nødvendig utførte Bjugn kommune innmålinger langs sjøbunnen, i elva og i lagunen ved utløpet av Botngårdselva. Ut i fra dette er det identifisert 7 kritiske/representative profil i området hvor terrenget, i kombinasjon, med ugunstige grunnforhold, kan tenkes å være kritiske mht. områdestabilitet. Terrenget i profilene er generert fra digitalt kartgrunnlag mottatt fra oppdragsgiver, Bjugn kommune, og innmålingsdata. Høydereferanse er i NN2000. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplan på tegning 202.

Potensiale for områdeskred er vurdert iht. NVEs veileder 7/2014 ref /1/. Det er tatt utgangspunkt i veilederens kapittel 4.5 "Prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner".

#### 4.3.1 Profil A

Profil A går fra nord/nordøst mot sør/sørvest gjennom sentrumsområdet. Terrenget i delar av profilet har helning større enn 1:15, dette tilsier iht. ref./1./ at et skred potensielt kan oppstå. Vi har derfor valgt å utføre stabilitetsberegninger i dette profilet. Profil A er vist på tegning 203.

#### 4.3.2 Profil B

Profil B går fra lagunen i øst mot sentrum i vest. Profilet er generert for å kontrollere stabilitetsforholdene gjennom sentrum. Terrenghelningen i profilet er relativt slak og det vurderes iht. ref. /1/ at det ikke er fare for skred i dette profilet. Det er derfor ikke utført stabilitetsberegninger her. Profil B er presentert på tegning 204.



## 4.3.3 Profil C

Profil C går fra nordøst mot sørvest gjennom lagunen i sjøkanten. Innmålinger i lagunen viser at det er mindre enn 3 m høydeforskjell fra bunnen i lagunen til toppen av det oppfylte terrenget mot nordvest. Det er iht. ref. /1/ ikke fare for områdeskred her og det er vurdert at det ikke er nødvendig med stabilitetsberegninger i profilet. Profil C er vist på tegning 205.

## 4.3.4 Profil D

Profil D ligger i retning nordvest-sørøst fra fyllingsområdet og ut i sjøen. Det er også her mindre høydeforskjell enn 3 m fra sjøbunnen til toppen av det oppfylte terrenget på land. Området er ikke vurdert som skredfarlig og det er ikke utført stabilitetsberegninger her. Profil D er vist på tegning 206.

## 4.3.5 Profil E

Profil E ligger i retning nord-sør, fra land og ut i sjøen ved Botngårdsleira. Profilet representerer strandsiden ved Botngårdsleira langs FV 721. Det er observert berg i dagen i øvre del av profilet og det er rimelig å anta liten og avtakende løsmassemekting opp mot denne delen av profilet. Det er ikke utført stabilitetsberegninger i dette profilet. Profilet er presentert på tegning 207.

*Multiconsult har kommentert at profilet lokalt har helning 1:10 og kan være avsluttet for tidlig ut mot og på Botngårdsleira, sett i forhold til marbakkens beliggenhet. Ved å forlenge profil E ca. 90 m vil profil E krysse profil D. Innmålinger i profil D viser at terrenget ved krysningspunktet ligger på ca. kote -1, dette tilsvarer en terrenghelning 1:90 for en forlengelse av profil E. Vi har vurdert at profil G som ligger vest for profil E er representativt for både kritisk terreng og kritiske grunnforhold i marbakken, dvs. der hvor marbakken er brattest og det samtidig forekommer kvikk/sensitiv leire. Dette basert studier av tilgjengelige sjøbunnskart både fra kystverket samt kart og data fra de eldre grunnundersøkelsene i O. Kummenejes rapporter. En forlengelse av profil E vil også skjære ut av det området hvor det er registrert kvikk/sensitiv leire på Botngårdsleira før det når marbakkekanten.*

*Vedrørende lokal helning på ca. 1:10 ligger denne delen av skråningen omkring borpunkt 11. Det er registrert berg i dagen like ved borpunkt 11, videre langs FV 721 mot vest og oppover i skråningen. Det er på bakgrunn av dette vurdert at det ikke kan oppstå et skred som kan utvikle seg til et områdeskred i dette profilet og at et evt. løsneområde her vil bli svært lokalt. Det er i ref. /1/ ikke angitt en nedre grense for løsneområders utbredelse/areal, men vi går ut i fra at et løsneområde av denne størrelsen ikke er interessant.*

*Rambølls konklusjon mht. profil E er at terrenget i en forlengelse av profilet er tilnærmet flatt, at profilet skjærer ut av området med sammenhengende kvikk/sensitiv leire før marbakken, og at det derfor ikke er fare for områdeskred i dette profilet. Et evt. løsneområde her vil være såpass lite at det ikke vil være av interesse.*

## 4.3.6 Profil F

Profil F går i retning sørvest-nordøst fra rundkjøringa ved Rv 710 og opp mot sentrum. Innmålinger i elva viser at det ikke er høydeforskjeller i dette profilet som tilsier fare for skred. Det er ikke utført stabilitetsberegninger i profilet. Profilet vist på tegning 208.

## 4.3.7 Profil G

Profil G er målt inn fra land og ut langs sjøbunnen, og er plassert i vestre del av Botngårdsleira. Dette profilet representerer terrenget utover Botngårdsleira og marbakkekanten.

Tidligere innmålte profil i sjøen, fra rapport 1477-1, viser at terrenget er slik at det iht. ref. /1/ ikke er fare for at et skred kan forplante seg inn til sentrumsområdet. For å kontrollere/verifisere at terrenget er som vist i den gamle rapporten er det utført innmålinger av sjøbunnen langs et nytt profil. Profil G er i større grad enn det gamle profilet lagt vinkelrett på dybdekontene utover i sjøen. Det er i tillegg kontrollert hos Bjugn kommune at det ikke er foretatt mudring eller andre terrengingrep i fjorden etter at de tidligere innmålingene ble utført.

Profil G viser et relativt flatt og slakt terreng som ikke tilsier fare for skred for dagens situasjon iht. ref. /1/. Det er vurdert at det ikke er nødvendig å utføre stabilitetsberegninger i profilet. Profil G er vist på tegning 209.

#### 4.3.8 Profil gjennom borpunkt 3,4 og 5

Multiconsult ber, i sin uavhengige kvalitetskontroll, om en vurdering av et profil gjennom borpunkt 3, 4 og 5 som går omtrent parallelt med profil A. Terrenget heller omtrent 1:10 nord for punkt 4 og er relativt flatt sør for punkt 4. Nord for punkt 4 er det ikke funnet kvikk/sensitiv leire i profilet, det er derfor ikke fare for utløsning av områdeskred/kvikkleireskred her. Vi kan ikke se at det er nødvendig å framstille et profil her.

#### 4.4 Løsneområde

Det er identifisert et område hvor det iht. ref. /1/ er terreng og grunnforhold som potensielt kan utgjøre en fare for utløsning av områdeskred/kvikkleirskred. Det er definert et løsneområde iht. ref. /1/ i Profil A, i skråningen like vest for Bjugnhallen. Løsneområdet er vist på situasjonsplanen på tegning 202.

## 5. GRUNNLAG FOR STABILITETSBEREGNINGER

### 5.1 Kritiske snitt

Det er utført stabilitetsberegninger i 1 profil, profil A, som vurderes som representativt for kvikkleiresonen. Profilets beliggenhet er vist på situasjonsplan, tegning 202.

Profil A er et representativt snitt gjennom faresonen. Profilet går fra Sentrumsveien i nord og videre forbi fotballbanen og ishallen ned mot Botngårdselva.

### 5.2 Lagdeling

Lagdeling er tolket fra sonderinger og prøvetaking. Kvikkleirelag er framhevet med skravur. Lagdeling i beregningsprofilet er vist på tegning 210-211.

### 5.3 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Det er utført poretrykksmålinger i ett punkt, punkt 7-8386. Resultater fra poretrykksmålingene er tolket til en grunnvannstand på ca. 2,5 m under terreng og poretrykksfordeling lik 110 % av hydrostatisk. Grunnvannsnivå er tilpasset terreng og lagdeling i profilet.

I beregningene er grunnvannstand og poretrykk modellert med grunnvannslinje og  $\gamma_w=11 \text{ kN/m}^3$ . Målinger og tolkning fra poretrykksmålerne er vist i vedlegg 7. Benyttede grunnvannslinje er også vist i beregningsprofilene 210-211.

Det er utført supplerende poretrykksavlesninger i uke 26 etter store nedbørsmengder i området. Avlesningene er angitt i tabellen under.

**Tabell 1: Registrerte poretrykksmålinger.**

Borpunkt	Terrengkote	Dybde filter [m]	Dato	Poretrykk [kPa]
7	+2.5	8	9.4.15	63
			14.4.15	62
			25.6.15	62
7	+2.5	13	9.4.15	118
			14.4.15	117
			25.6.15	118

Resultatene viser at det ikke er endringer av betydning mellom de siste registreringer og tidligere målinger. Poretrykksforholdene påvirkes av årstid og nedbørsmengde, denne påvirkningen reduseres med dybden. Våre siste poretrykksavlesninger viser at variasjoner med nedbørsforhold er relativt små.

## 5.4 Materialparametere

### 5.4.1 Romvekt

Løsmassenes romvekt er i stabilitetsberegningene vurdert ut fra utførte laboratorieundersøkelser og erfaringsverdier. Benyttet romvekt er vist på tegning 210-211. Tabell 3 viser en sammenfatning av materialparameterne som er benyttet. Erfaringsverdier er benyttet for tørrskorpeleire og silt.

### 5.4.2 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser fra laboratoriet. Tolkede CPTU er vist i vedlegg 4. Benyttet skjærfasthet er vist i tolkingsdiagrammet som designlinje.

I beregningene tas det hensyn til leiras spenningsanisotropi (ADP-analyse). Utgangspunktet i beregningene er udrenert aktiv skjærfasthet  $c_{UA}$  for leire. Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet ut fra følgende ADP-forhold:

- $c_{UD} = 0,63 \cdot c_{UA}$
- $c_{UP} = 0,35 \cdot c_{UA}$

Anisotropiforholdet er basert på anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering av norske leirer, ref. /3/. Det er ikke utført spesielle forsøk eller vurderinger for å kunne benytte andre verdier for dette prosjektet. For tolking av CPTU er direkte skjærfasthet  $c_{UD}$  fra konus- og enaksialforsøk lagt inn i tolkningsprofil for CPTU som aktiv skjærfasthet med ADP-forhold som vist over, ( $c_{UA} = c_{UD}/0,63$ ).

Udrenert aktiv skjærfasthet i lag med antatt kvikkleire eller sprøbruddmateriale er redusert med 15 % sammenliknet med tolkede aktive verdier, iht. anbefalinger i ref. /1/. I beregningene er reduksjonen inkludert i ADP-forholdet, og ikke i skjærfasthetsprofilene. Følgende ADP-forhold er benyttet i kvikkleire eller sprøbruddmateriale:

- $c_{UA\_KL} = 0,85 \cdot c_{UA}$
- $c_{UD\_KL} = 0,63 \cdot c_{UA}$
- $c_{UP\_KL} = 0,35 \cdot c_{UA}$

Vurdering av leiras sensitivitet er gjort på grunnlag av utførte laboratorieundersøkelser og tolking av totalsonderinger og CPTU.

*Det er benyttet feil kotenivå i CPTU tolkning i punkt 5 og 7, kotenivå +2,8 for punkt 5 og +4,5 for punkt 7 skal være henholdsvis +2,0 og +2,5. CPTU i punkt 5 er benyttet i stabilitetsberegninger i profil A, dette c-profilet skulle vært flyttet 0,8 m lavere. Dette vil gi et relativt lite utslag i beregningene, skjærflatene som vil berøres ved en endring i c-profilet har sikkerhetsfaktor mellom 2,21-3,35. På grunn av det høye sikkerhetsnivået og relativt liten endring i c-profilet anser vi det ikke som nødvendig å utføre nye stabilitetsberegninger. CPTU i punkt 7 er ikke benyttet i beregninger.*

### 5.4.3 Effektiv skjærfasthet

For effektivspenningsanalysene er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk og erfaringsparametere. Tolkede treaksialforsøk er vist i bilag 2, og benyttede verdier er vist i tabell 3 og på beregningsprofilene for effektivspenningsanalyser.

### 5.4.4 Kvalitet av grunnundersøkelsene

54 mm sylindrerprøver (plastsylindere) av sensitiv/kvikk leire vurderes å ligge i kvalitetsklasse 2-3, iht. NGFs veiledning for prøvetaking, ref. /4/.

Vurdering av kvaliteten av treaksialforsøkene er vist i tabell 2. Bestemmelse av prøve kvalitet er basert endring i poreteffektivitet iht. tabell 6 i ref. /4/.

**Tabell 2: Kvalitetsklasse treksialforsøk**

Prøve	OCR	$\Delta V[\%]$	$\Delta e/e_0$	Kvalitetsklasse
Punkt 7 Lab 4 dybde 7,55 m	1,5	2,9	0,055	God til brukbar
Punkt 7 Lab 4 dybde 7,65 m	1,5	4,8	0,093	Dårlig
Punkt 7 Lab 7 dybde 15,55 m	1,5	4,5	0,092	Dårlig
Punkt 7 Lab 7 dybde 15,65m	1,5	4,8	0,100	Dårlig

Kvalitet på utførte trykksonderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 i alle sonderingene. Dokumentasjon for måledata er vist i vedlegg 8.

#### 5.4.5 Oppsummering materialparametere

**Tabell 3: Parametere benyttet i stabilitetsberegning**

Profil A							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	$c'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A- verdi	D- verdi	P- verdi
Topplag (sand/tørreskorpeleire)	19	30					
Silt	19	31					
Kvikkleire	20	26,5	2,5	c-profil	0,85	0,63	0,35
Leire	20	26,5	2,5	c-profil	1	0,63	0,35

## 6. STABILITETSVURDERINGER

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av dataprogrammet GeoSuite Stability versjon 4 fra programpakken GeoSuite versjon 14.0.2.0, med beregningemetode Beast 2003. Det er utført total- og effektivspenningsanalyse med utgangspunkt i dagens terreng. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjon.

For beregning av stabiliteten i profil A er de ulike skredtyper som kan tenkes å inntreffe i profilet vurdert. Både et større flakskred og et retrogressivt, bakovergripende skred som starter fra et mindre initialras nede ved Botngårdselva er aktuelle. Det er på bakgrunn av dette utført beregninger med sirkulære skjærflater, men det er utført kontrollberegninger for sammensatte skjærflater der dette er vurdert som hensiktsmessig/kritisk.

Det er utført stabilitetsberegninger i 1 profil, profil A, som vurderes som representativt for faresonen. Profilets beliggenhet er vist på situasjonsplanen, tegning 202.

### 6.1 Profil A

#### 6.1.1 Resultater

Stabilitetsberegningene er presentert i tegning 210-211 og resultatene er sammenstilt i tabell 2.

**Tabell 4: Resultater stabilitetsberegninger**

Profil	Fase	Tegningsnr.	Spenningsstilstand	Materialfaktor
Profil A	Dagens situasjon	210	Totalspenning (ADP)	1,41
Profil A	Dagens situasjon	211	Effektivspenning	3,31

#### 6.1.2 Vurdering

Beregninger utført med totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse viser tilstrekkelig sikkerhet mot skred for dagens situasjon.

## 7. SONEAVGRENSNING OG KLASSIFISERING

### 7.1 Sonегrenser

Ut ifra de eldre og nye undersøkelser i området er det gjort en vurdering av kvikkleiras utbredelse i og omkring Botngård sentrum, dvs. nord for Ulvstuhaugen. Det er angitt en ytre begrensning av et område hvor en har kvikk/sensitiv leire i grunnen. Området med kvikk/sensitiv leire i Botngård sentrum vil ikke i sin helhet falle inn under definisjonen løsneområde/faresone eller aktsomhetsområde slik disse er definert i ref. /1/ ettersom terrengforholdene er for "gunstige". Det er derfor, valgt å angi et "bestemmelsesområde" med tilhørende bestemmelser mht. fremtidige tiltak slik at forhold knyttet til kvikkleire og områdestabilitet ivaretas og slik at en unngår at fremtidige tiltak kan medføre økt skredfare, samt at sikkerheten mot skred senkes under tillatte sikkerhetsnivå. "Bestemmelsesområdet" er vist på situasjonsplanen på tegning 202. Det er ikke angitt en begrensning av "bestemmelsesområdet" mot vest da det ikke er utført undersøkelser som avgrensner kvikkleiras utbredelse videre utover i sjøen.

I tillegg er det utført en vurdering av hvilke deler av bestemmelsesområdet som oppfyller kriteriene til et løsneområde. Det er identifisert et løsneområde/faresone i profil A, denne er basert på forekomster av kvikkleire/sprøbrudmateriale og terrengets utforming og naturlige avgrensninger. Sonегrensen er angitt på tegning 202.

Som nevnt i kapittel 4.1 er det et mulig løsneområde på området kalt Solsiden, like nord for sentrumsområdet. Det er ikke utført nærmere vurderinger av dette området som del av denne utredningen i og med at forekomsten er lokal, ligger utenfor sentrumsområdet og et evt. skred herfra vil ha utløp utover Botngårdsløira.

*Begrepet "aktsomhetsområde" er konsekvent unngått da dette begrepet iht. ref. /1/ er definert som "...områder der det potensielt kan være skredfarlig kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, uten at skredfaren er undersøkt". Videre angir ref. /1/ at aktsomhetsområder kan avgrensnes nærmere ved undersøkelser av den marine grenses beliggenhet i området og de topografiske forhold innenfor området. I dette tilfellet er sistnevnte og ytterligere grunnundersøkelser, beregninger og utredninger utført. Med bakgrunn i det arbeidet som er utført er det ikke funnet at området faller inn under kategorien "aktsomhetsområde" iht. kap. 4.5, pkt. 5 i ref. /1/. Det er derfor, og i samråd med NVE, valgt å angi et "bestemmelsesområde" som skal ivareta at fremtidige inngrep kan medføre terrengendringer som gjør at stabilitetssituasjonen midlertidig eller permanent endrer seg til det verre og at området i så tilfelle kan falle inn under kategorien "Aktsomhetsområde", men uten at sikkerhetsnivået faller under de påkrevd krav i de til enhver tid gjeldende retningslinjer fra NVE. "Bestemmelsesområdet" er med andre ord innført for å sikre at all fremtidig aktivitet i området skal underlegges kontroll slik at stabilitetsforholdene og skredfaren er ivaretatt til tross for at området i dag ikke faller inn under kategorien "aktsomhetsområde" eller "løsneområde".*

### 7.2 Utløpsområde

Som del av utredningsarbeidet skal det også angis et utløpsområde som tilhører det aktuelle løsneområde/faresone. Løsneområdet ligger like vest for Bjugnhallen og terrenget heller slakt ned mot Botngårdselva. Et evt. skred vil gå ut mot elva og en naturlig skredbane vil følge elvas utløp mot sjøen. Det vil ikke være fare for at boliger rammes innenfor utløpsområdet, men et evt. skred kan medføre oppdemming av elva med påfølgende overløp og "flodbølge" nedstrøms demningen. Ettersom sikkerhetsnivået i profil A er såpass høyt er det vurdert at nærmere angivelse av utløpsområdet ikke er nødvendig.

### 7.3 Faregrad, konsekvensklasse, og risikoklassevurdering

Det er utført vurdering av konsekvensklasse, faregradsklasse og risikoklassevurdering for kvikkleiresonen. Vurderingene er presentert på soneklassifiseringsark i vedlegg 3.

Det er utført en vurdering for profil A. ROS-analyse for profil A er vist i vedlegg 3 sammen med soneklassifiseringsarket.

Kvikkleiresonen har skadekonsekvens *mindre alvorlig* faregradsklasse *lav* og ligger i risikoklasse 2.

#### 7.4 Krav til sikkerhet

Nye tiltak som skal utføres innenfor "bestemmelsesområdet" må tilfredsstillende kravene som gjelder for tilhørende tiltakskategori i NVEs veileder 7/2014, tabell 5.1.

## 8. OPPSUMMERING

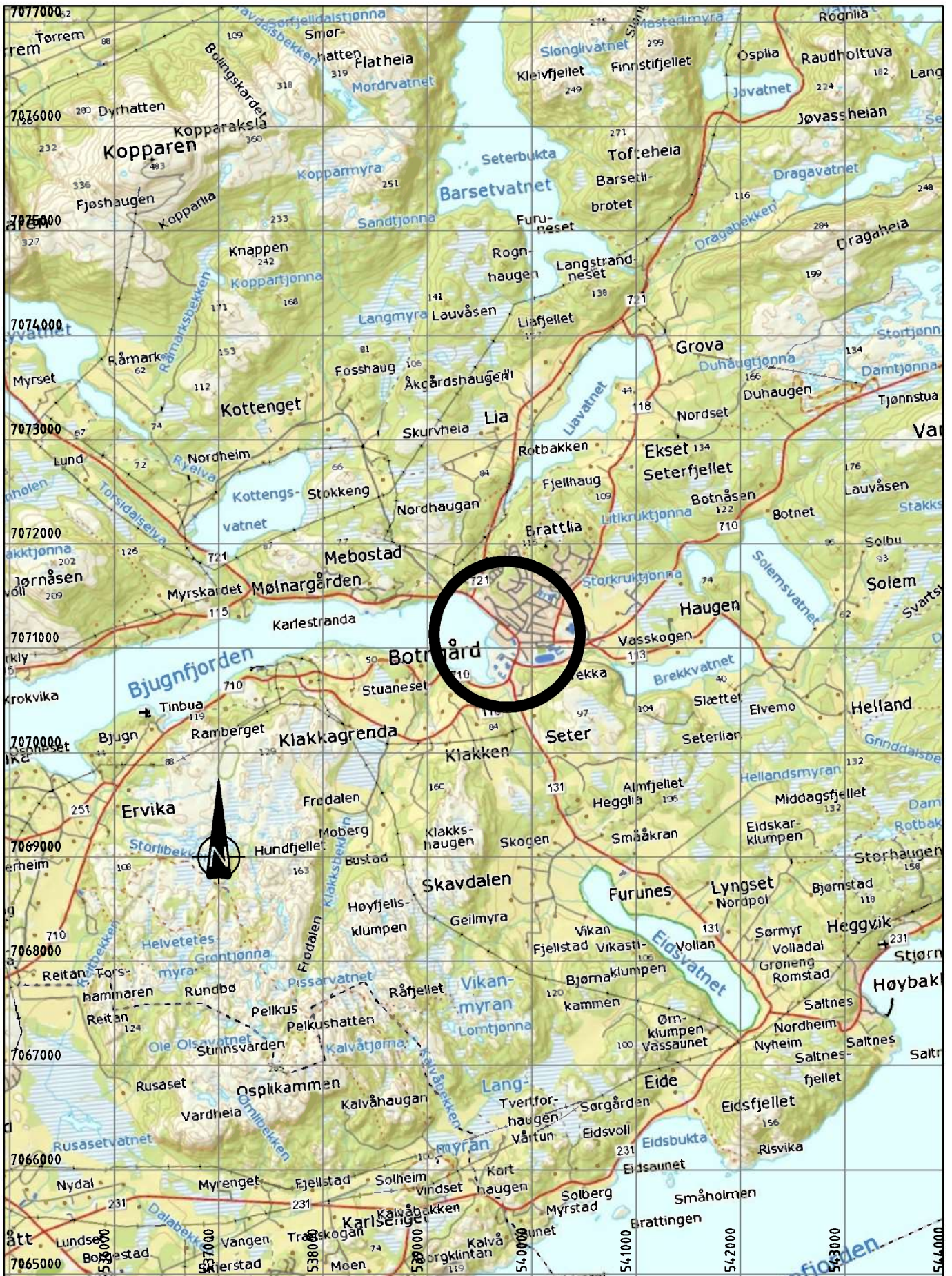
Det er utført en utredning av områdestabiliteten i Sentrumskjernen i Botngård. Det er identifisert ett nytt løснеområde iht. ref. /1/. Utførte beregninger viser at det er tilstrekkelig sikkerhet mot skred i løснеområdet, både i en totalspenningssituasjon og effektivspenningssituasjon.

Det er i tillegg utarbeidet en avgrensning av et større "bestemmelsesområde" som angir hele det området hvor det er funnet kvikk/sensitiv leire i grunnen. Topografi og terrengforhold for dagens situasjon tilsier at et det iht. ref. /1/ ikke kan oppstå skred innenfor dette området for dagens situasjon. Området kan derfor ikke i sin helhet karakteriseres som et løснеområde/faresone slik disse er definert i ref. /1/. Det må allikevel settes krav i reguleringsplanen om at alle tiltak innenfor dette området vurderes av geoteknisk sakkyndig iht. ref. /1/.

På området kalt Solsiden, som ligger nord for sentrumsområdet, og øst for FV 721, er det registrert en forekomst med kvikk/sensitiv leire. Området er så langt ikke angitt som et mulig løснеområde for kvikkleireskred, men topografien på området tilsier at det er sannsynlig at området faller inn under kategorien løснеområde iht. ref. /1/. Det er imidlertid ikke utført nærmere vurderinger av dette som del av denne utredningen i og med at forekomsten er lokal, ligger utenfor sentrumsområdet og et evt. skred herfra vil ha utløp utover Botngårdsleira.

## 9. REFERANSER

1. NVE Veileder 7/2014. «Sikkerhet mot kvikkleireskred».
2. NGI rapport nr. 20001008-2, rev. 3 2008. «Program for økt sikkerhet mot leirskred
3. NIFS-rapport 14/2014. «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer».
4. NGF melding nr. 11/1997 rev. 2013. «Veiledning for prøvetaking».



0	17.04.2015		AKM	EHL	EHL
Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr. 1350008386 Målestokk: 1:50000 Status:

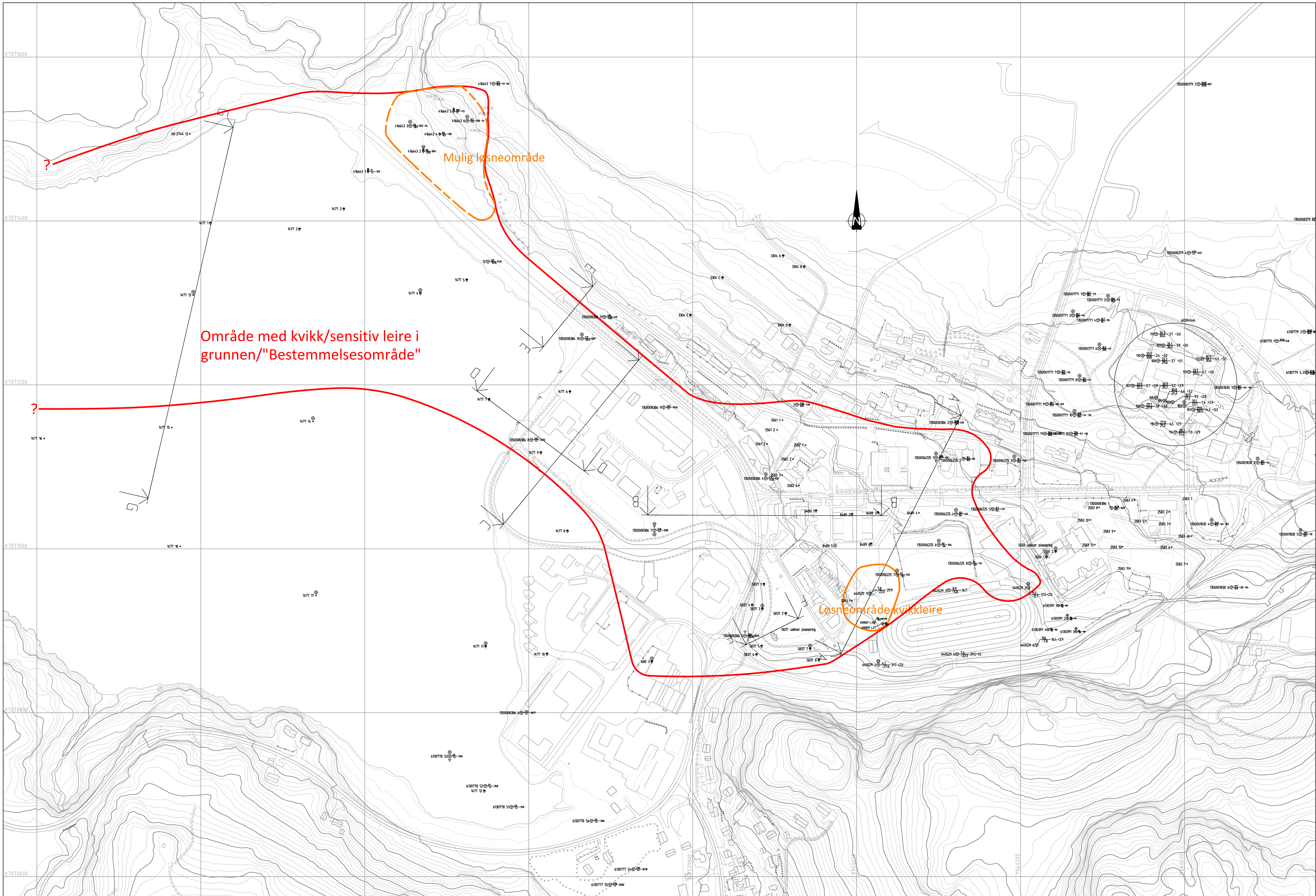
Sentrumsrådet Botngård  
Bjugn kommune

OVERSIKTSKART

UTM-ref(Euref89 sone 32V): 05399 70711

**RAMBOLL**  
 Rambøll AS - Region Midt-Norge  
 P.b. 9420 Sluppen  
 Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

Tegning nr. 201 Rev. 0



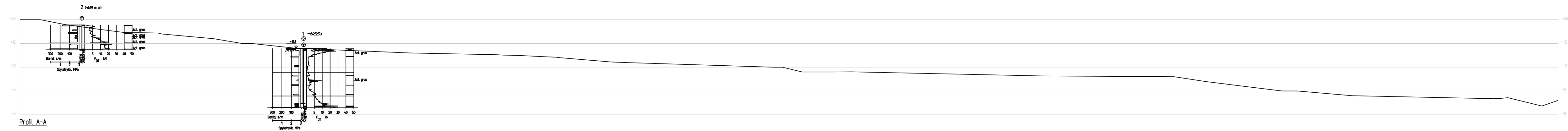
Mulig løsneområde

Område med kvikk/sensitiv leire i grunnen/"Bestemmelsesområde"


Løsneområde kvikkleire

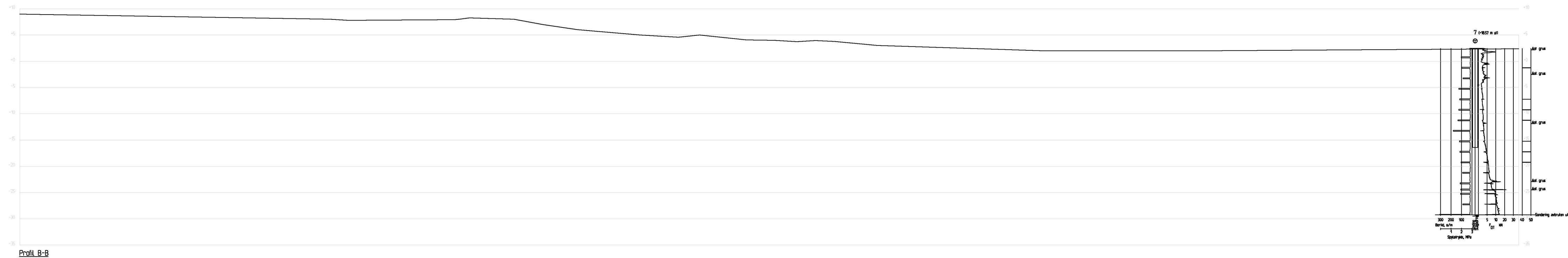
00	17.4.2015	EHL	PAW	PAW	Rambøll AS - Region Midt-Norge P.O. 3420 Sluppen Nellømså 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no	OPPDAG Områdestabilitet sentrumsområdet, Botngård	INNHOOLD SITUASJONSPLAN Område med kvikk/sensitiv leire i grunnen/"Bestemmelsesområde"	OPPDAG NR. 1350008386	MÅLESTOKK 1:2000 (A1)	BLAD NR. -	AV -	TEGNING NR. 202	REV. 00
TEGNINGSTATUS						Bjugn kommune							





Profil A-A

00		17.4.2015		EHL	PAW	PAW		OPPDRA	Områdestabilitet Sentrumsområdet, Botngård OPPDRAGSGIVER <b>Bjugn kommune</b>	INNHOLD	<b>Terrengprofil</b> Profil A	OPPDRA NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60		1350008386 1:500 01 01		203 1					
TEGNINGSSTATUS															



Profil B-B

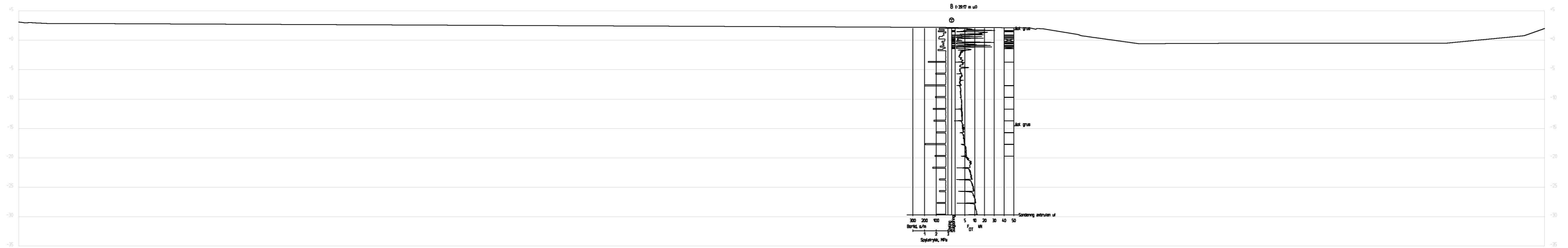
00	17.4.2015		EHL	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
 P.B. 7493 Hellomila 79, N-7018 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAAG  
 Områdestabilitet Sentrumsområdet, Botngård  
 OPPDRAGSGIVER  
 Bjugn kommune

INNHOOLD  
 Terrengprofil  
 Profil B

OPPDRAAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350008386	1:500	01	01
TEGNING NR.			REV.
204			1



Profil C-C

00	17.4.2015		EHL	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

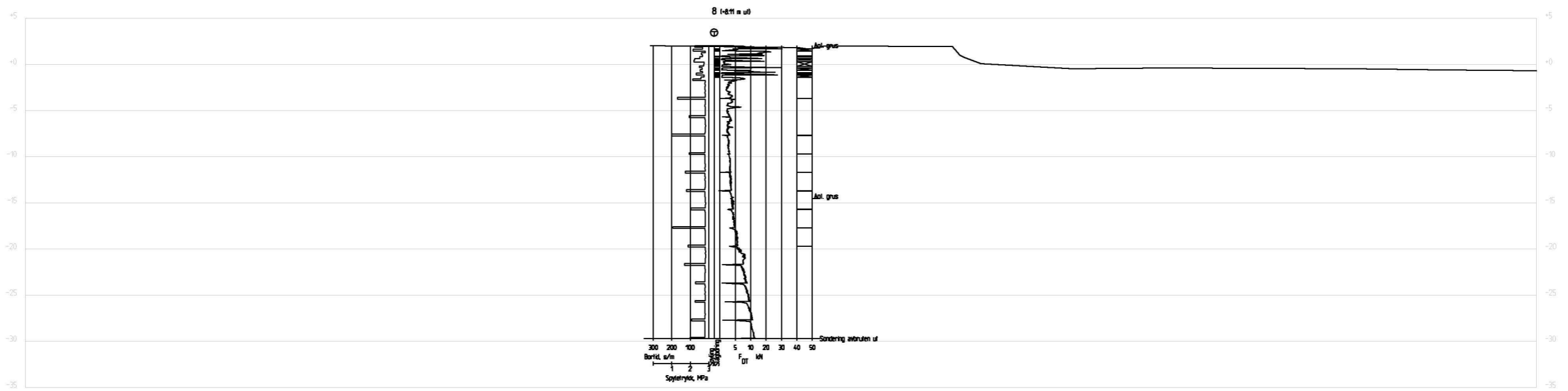


Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60


OPPDRAG	Områdestabilitet Sentrumsområdet, Botngård
OPPDRAGSGIVER	Bjugn kommune

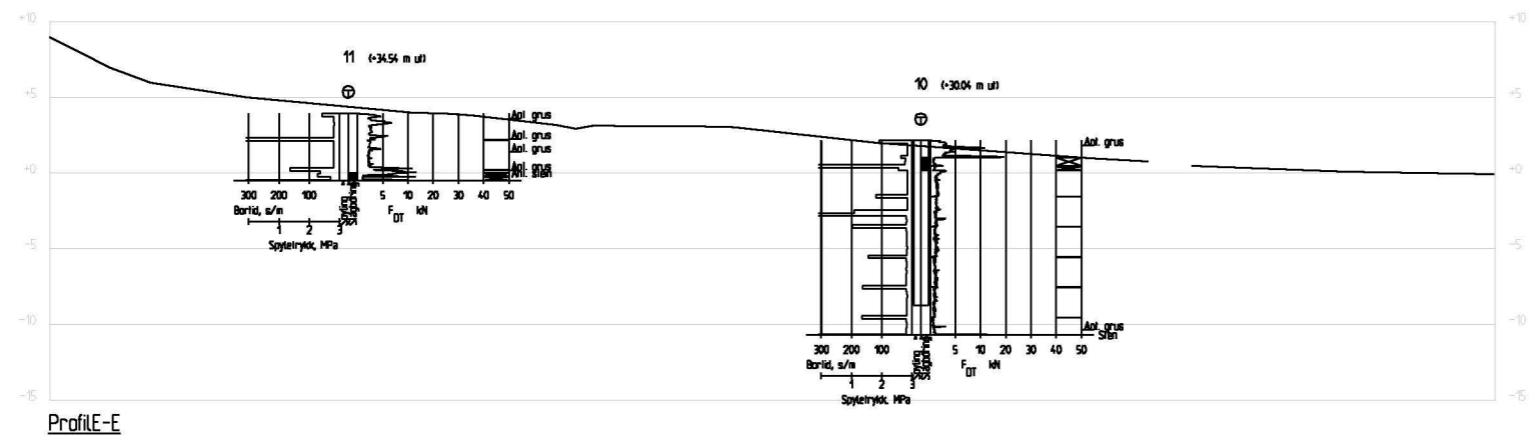
INNHOOLD	Terrengprofil
	Profil C

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350008386	1:500	01	01
TEGNING NR.			REV.
205			1



Profil D-D

			 Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no			OPPDRAG Områdestabilitet sentrumsområdet, Botngård		INNHOLD Terrengprofil Profil D		OPPDRAG NR. 1350008386	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
REV. 00	DATO 17.4.2015	ENDRING				EHL PAW	PAW PAW	OPPDRAGSGIVER Bjugn kommune			TEGNING NR. 206		REV. 1
TEGNINGSTATUS FORELØPIG													



00	17.4.2015		EHL	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		<b>FORELØPIG</b>			



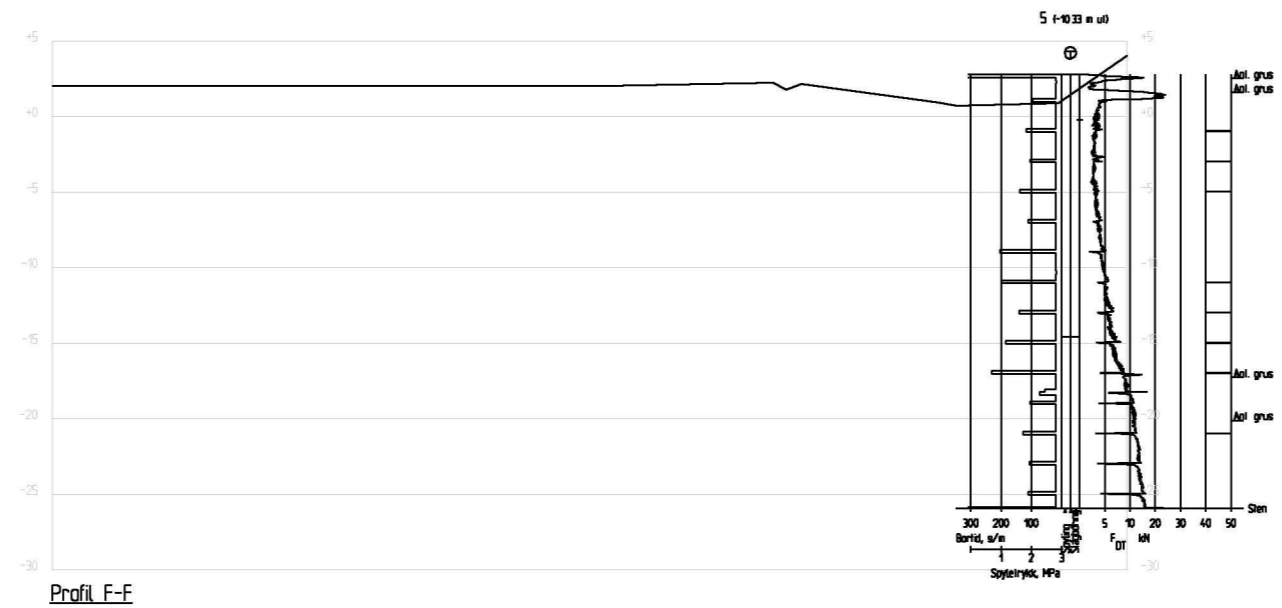
Rambøll AS - Region Midt-Norge  
P.b. 9420 Sluppen  
Mellomila 79, N-7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
Områdestabilitet sentrumsområdet, Botngård

OPPDRAGSGIVER  
**Bjugn kommune**

INNHOLD  
Terrengprofil  
Profil E

OPPDRAG NR. 1350008386	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. 207	REV. 1



Profil F-F

						OPPDRAG		INNHOLD		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	17.4.2015					EHL	PAW	PAW	Områdestabilitet sentrumsområdet, Botngård		Terrengprofil		1350008386
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	OPPDRAGSGIVER		Profil F		TEGNING NR.			REV.
TEGNINGSSTATUS			FORELØPIG			Bjugn kommune				208			1
Rambøll AS - Region Midt-Norge P.b. 9420 Sluppen Mellomila 79, N-7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60 www.ramboll.no													



00	17.4.2015		EHL	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

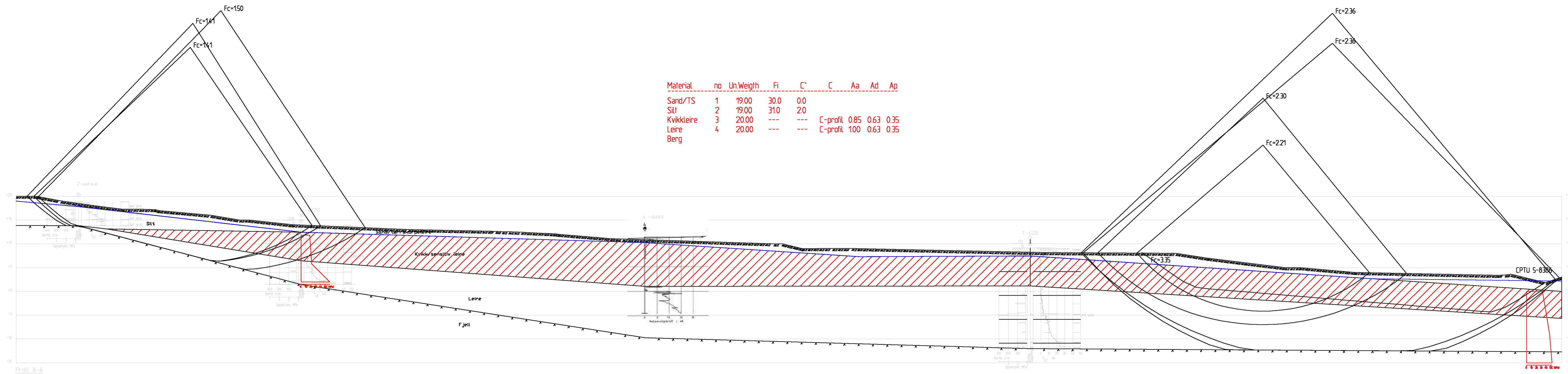


Rambøll Norge AS - Region Midt-Norge  
 P.B. 7493 Mellomila 79, N-7018 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAG	Områdestabilitet Sentrumsområdet, Botngård
OPPDRAGSGIVER	Bjugn kommune

INNHold	Terrengprofil Profil G
---------	---------------------------

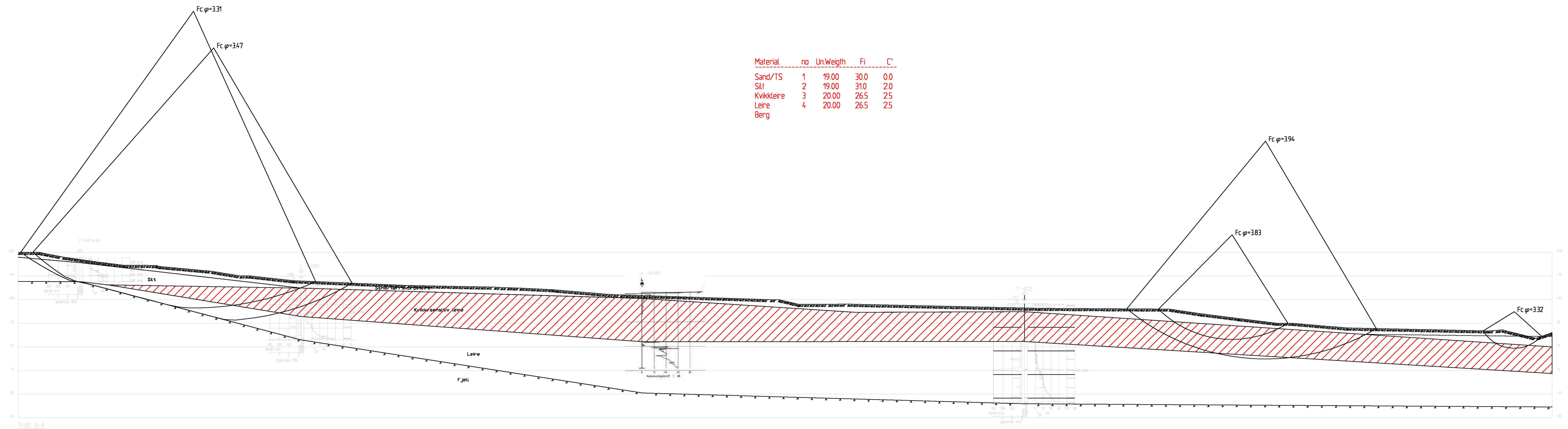
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350008386	1:1000	01	01
TEGNING NR.			REV.
209			1



Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand/TS	1	19.00	30.0	0.0					
Silt	2	19.00	31.0	2.0					
Kvikkleire	3	20.00	---	---		C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire	4	20.00	---	---		C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg									

00	16.4.2015		EHL	PAW	PAW		OPPDRAAG	INNHOLD	OPPDRAAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		Områdestabilitet Sentrumsområdet, Botngård Bjugn kommune	Stabilitetsberegning Profil A Dagens situasjon Totalspenningsanalyse	1350008386	1:500	01	01
TEGNINGSSTATUS											TEGNING NR.	REV.
											210	1





Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Sand/TS	1	19.00	30.0	0.0
Silt	2	19.00	31.0	2.0
Kvikkleire	3	20.00	26.5	2.5
Leire	4	20.00	26.5	2.5
Berg				

Profil A-A

00	16.4.2015		EHL	PAW	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Ramboll Norge AS - Region Midt-Norge  
 P.B. 7493 Hellomila 79, N-7018 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00 - FAX: 73 84 10 60

OPPDRAAG	Områdestabilitet Sentrumsområdet, Botngård
OPPDRAAGSGIVER	Bjugn kommune

INNHOOLD	Stabilitetsberegning
	Profil A
	Dagens situasjon
	Effektivspenningsanalyse

OPPDRAAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350008386	1:500	01	01
TEGNING NR.			REV.
211			1

## **VEDLEGG 1**

Botngårdselva, bilder fra befaring 14.4.2015



Bilde tatt fra sjøkanten i vest mot lagunen og Botngårdselva.



Bilde fra vest mot gangbru mellom bensinstasjon og blomsterbutikk.



Bilde tatt fra gangbru mot bru over Strandveien.



Nærbilde fra elvekanten fra samme sted som bildet over.



Bilde tatt fra øst mot Strandveien i vest. Det kan se ut som at vegetasjonen er noe undergravd.



Det ble observert stein og sand på elvebunnen. Bilde tatt på samme sted som bildet over.



Botngårdselva i svingen og ved rundkjøringa til RV. 710.



Bilde tatt fra vest mot ishallen.

## **VEDLEGG 2**

Berg i dagen, bilder fra befaring 14.4.2015



Bilde fra Asphaugveien 3



Bilde fra Asphaugveien 3





Bilde fra sentrumsveien nord for Strandveien 11.



Bilde tatt ved vegkryss mellom Sentrumsveien og Skogveien.

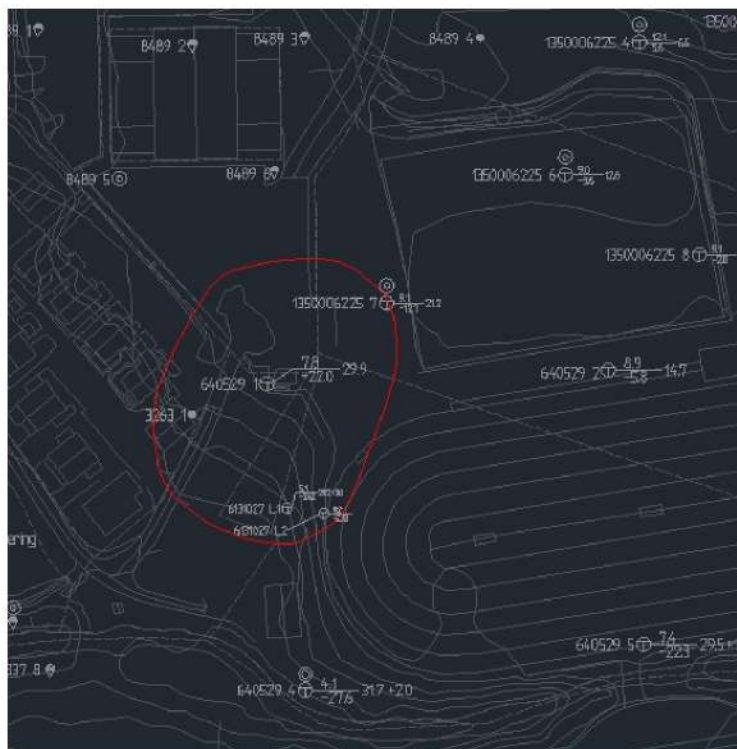
# SONEKLASSIFISERINGSARK

**Kvikkleiresone**  
**Kommune** Bjugn

Rev. 00

Dato sone opprettet  
17.4.2015

Opprettet av  
Rambøll, EHLTRH/PAWTRH



		Poengverdi
Skadekonsekvens	- Mindre alvorlig	6
Faregradsklasse	- Lav	17
Risikoklasse	- 2	444

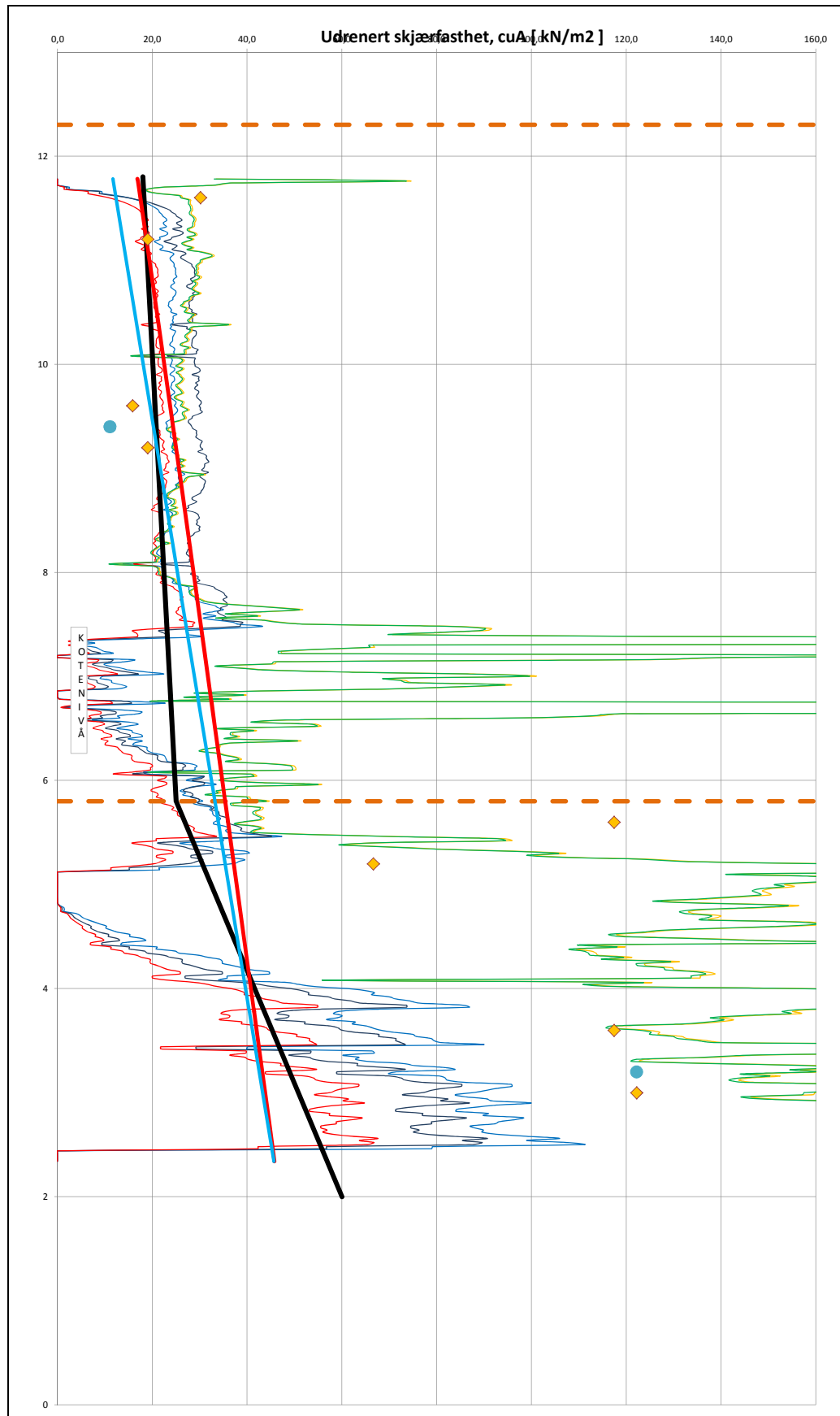
## Referanser

G-rap-001 1350008386, Rambøll, 14.4.2015  
G-rap-001 1350006225, Rambøll 3.11.2014  
G-rap-001 640529, Rambøll, 9.11.2004  
o.8489 rapport nr. 1, Rambøll, 6.2.1992  
o.3263 rapport nr. 1, Rambøll 30.10.1980

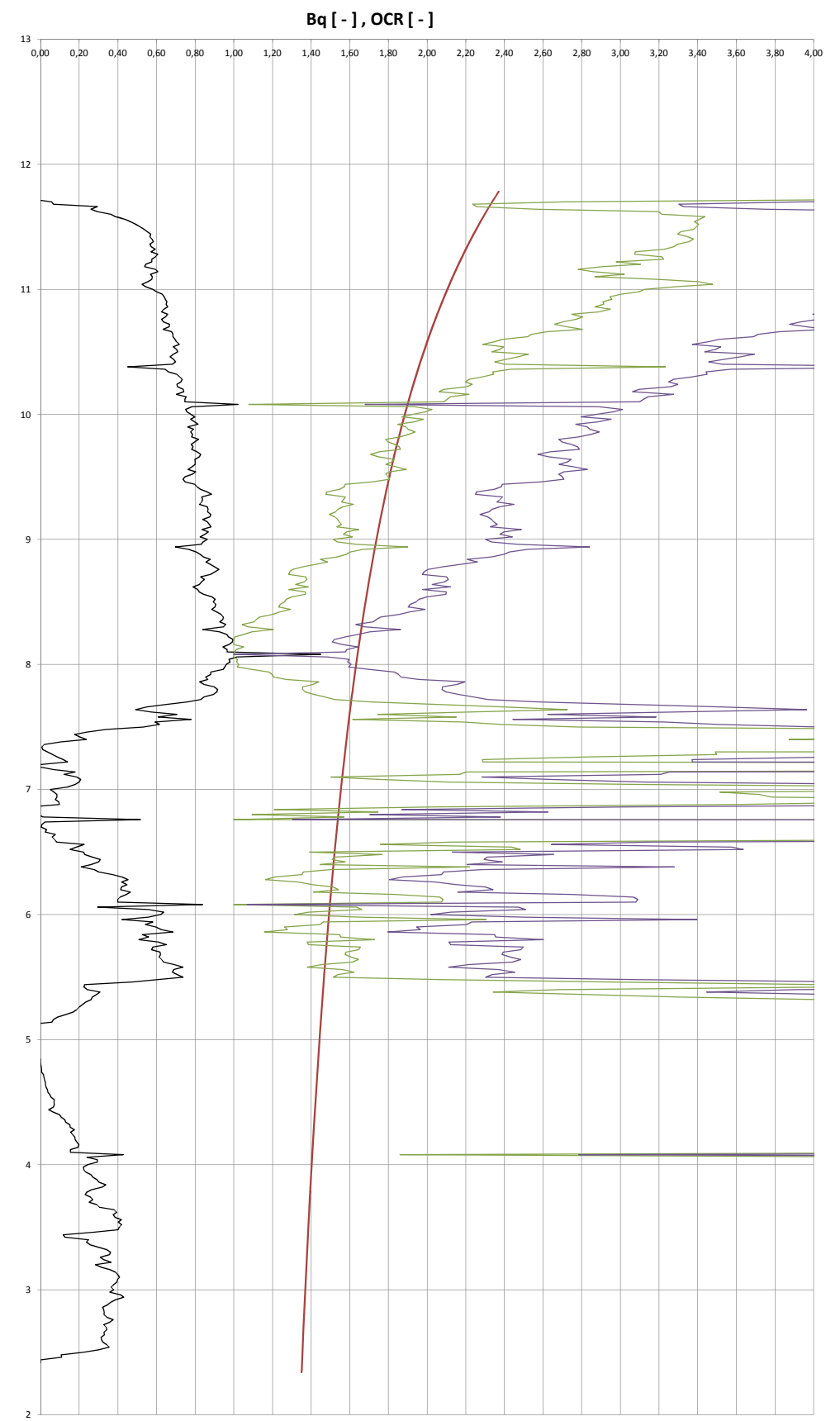
## Merknader

Kvikkleiresonen er utredet, jf. G-rap-002 1350008386.

Status:  Hele sonen utredet  Deler av sonen utredet  
Kvalitetssikret av uavhengig foretak:  Ikke utført  Utført



- $N_{du} = 4 + 4.5 \cdot B_q$
- $N_{du} = 6.9 - 4.0 \cdot \log(OCR) + 0.07 \cdot I_p - St < 15$
- $N_{kt} = 7.8 + 2.5 \cdot \log(OCR) + 0.082 \cdot I_p - St < 15$
- $N_{du} = 9.8 - 4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt} = 8.5 + 2.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- CAUA - treksialforsøk
- Designlinje
- - - KL - øvre grense
- - - KL - nedre grense
- ◆ Konus
- Enaks
- SHANSEP
- $S_u A = 0.40 \cdot p_o'$

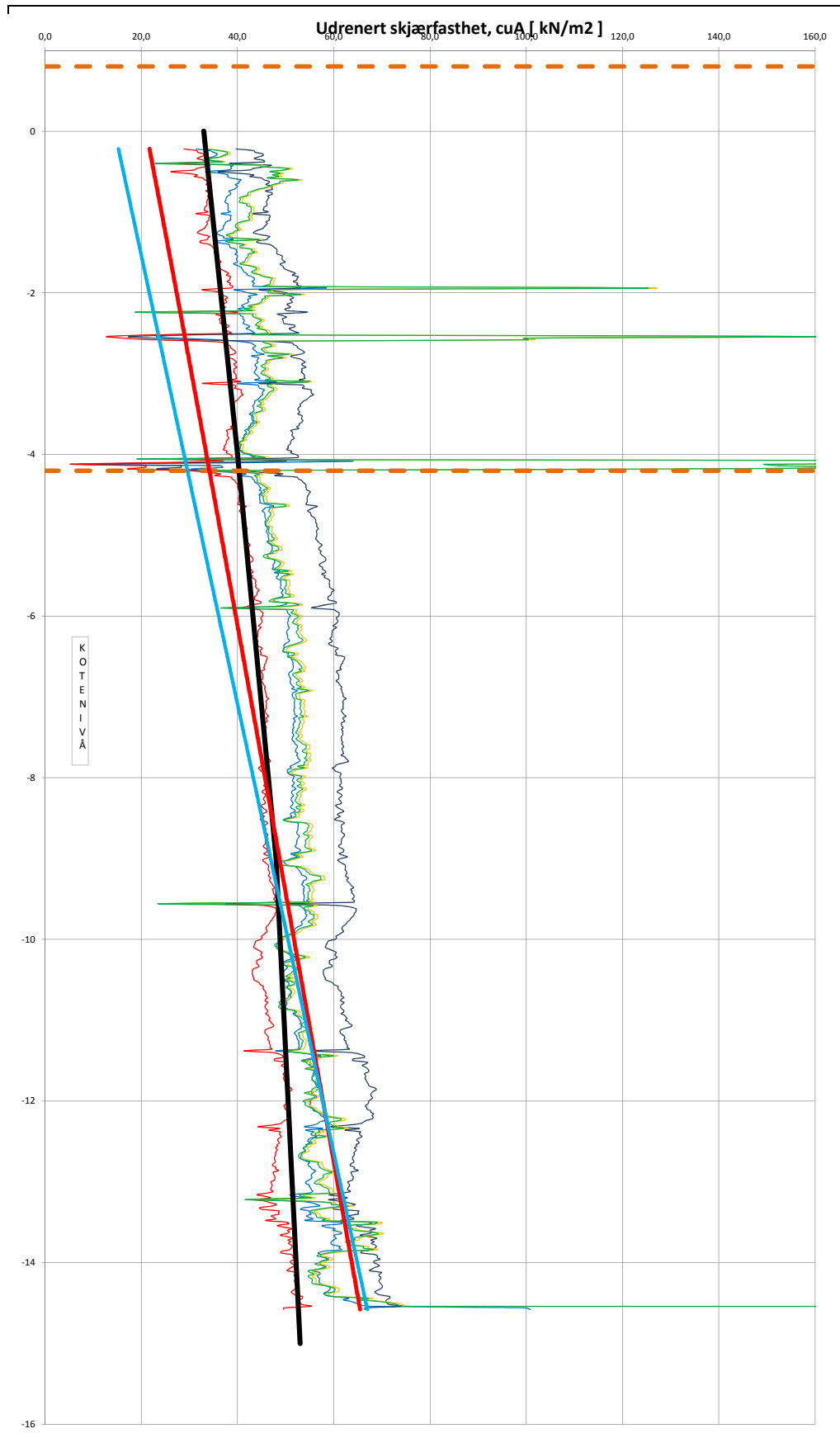


- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q, St < 15)
- OCR f(Q, St > 15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

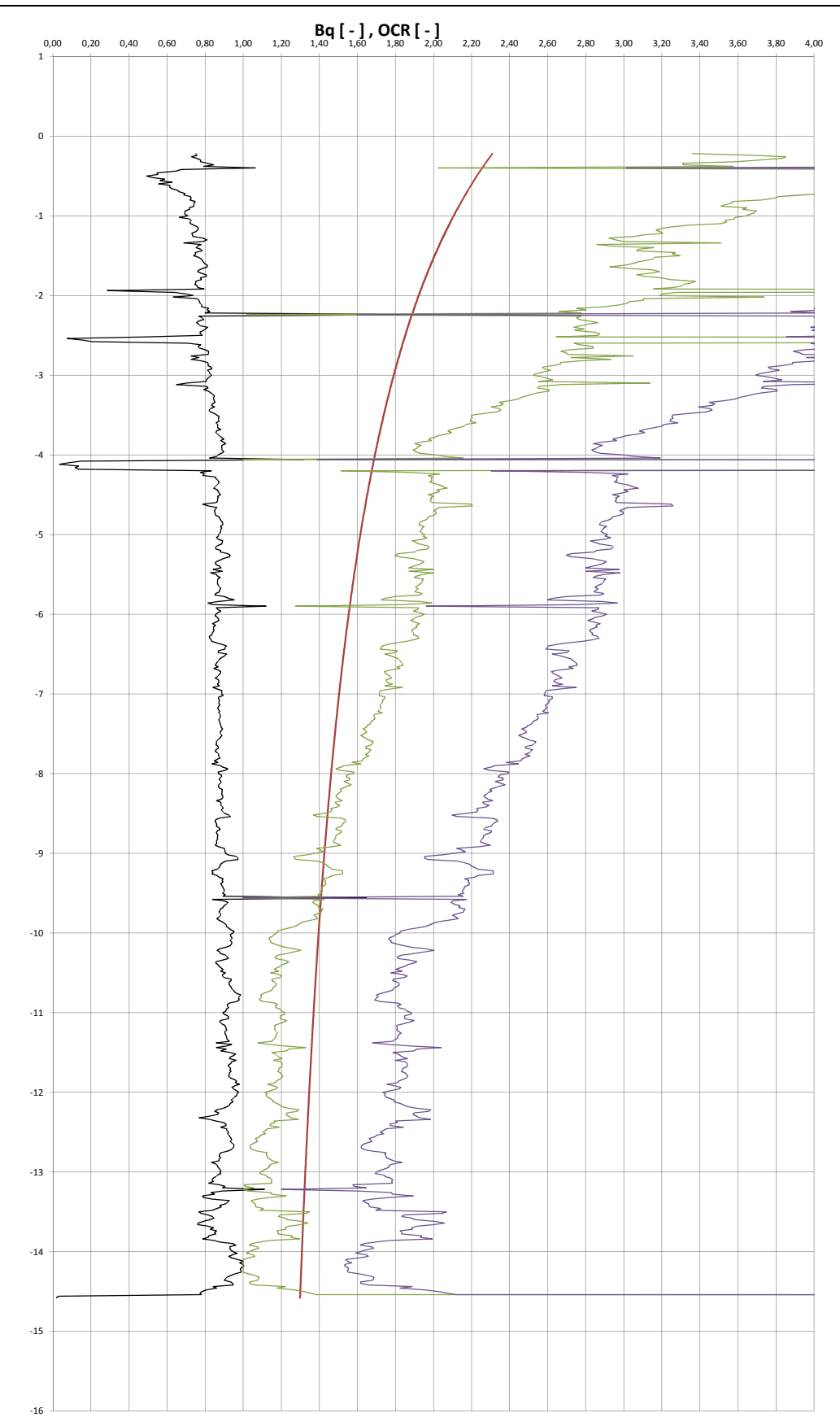
Antatt grunnvannstand 1 m under terreng og poretrykksfordeling på 110 % av hydrostatisk



Bjugn kommune		Oppdrag
Reguleringsplan Sentrumskjernen		1350008386
Borpunkt: 1-6225	Terrengkote: 13,8	Tegn./kontr. EHL/HBO
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 16.04.2015
		Vedlegg 4A
		Tegn. Nr. -



- $N_{du}=4+4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR)+0.07 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR)+0.082 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- CAUA - treksialforsøk
- Designlinje
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- ◇ Konus
- Enaks
- SHANSEP
- $S_uA=0.40 \cdot p_o'$

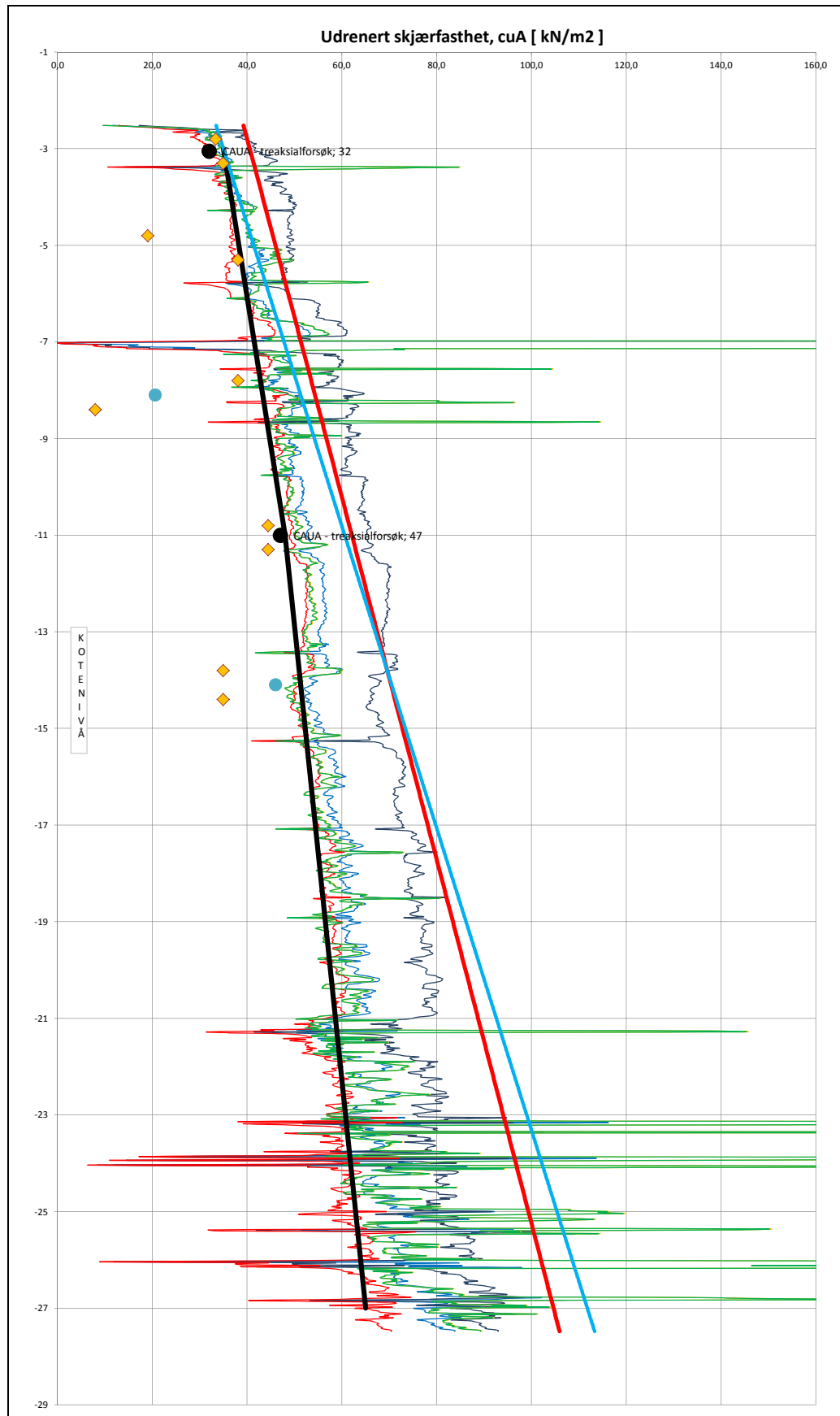


- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- OCR - ødometerforsøk (CRS)

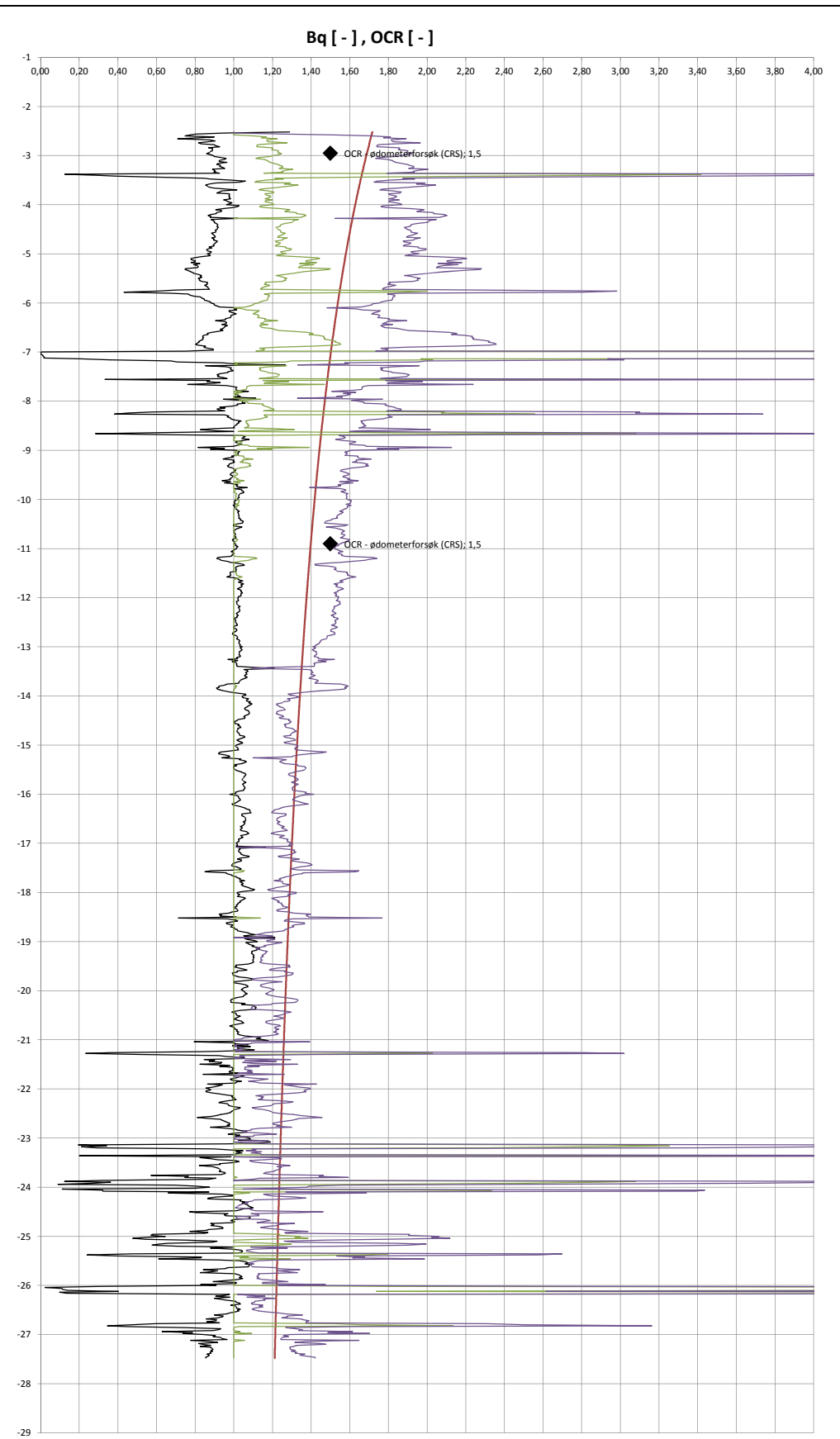
Antatt grunnvannstand 1 m under terreng og poretrykksfordeling på 110 % av hydrostatisk



Bjugn kommune		Oppdrag
Reguleringsplan Sentrumskjernen		1350008386
Borpunkt: 5	Terrengkote: 2,8	Tegn./kontr. EHL/HBO
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 16.04.2015
		Tegning Nr. 4B
		Tegn. Nr. -



- $N_{du}=4+4.5 \cdot B_q$
- $N_{du}=6.9-4.0 \cdot \log(OCR+0.07) \cdot I_p - St < 15$
- $N_{kt}=7.8+2.5 \cdot \log(OCR+0.082) \cdot I_p - St < 15$
- $N_{du}=9.8-4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt}=8.5+2.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- CAUA - treksialforsøk
- Designlinje
- KL - øvre grense
- KL - nedre grense
- ◆ Konus
- Enaks
- SHANSEP
- $SuA=0.40 \cdot p_o'$



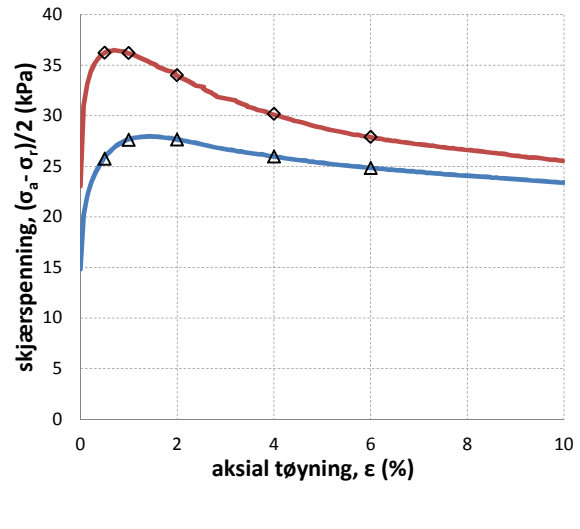
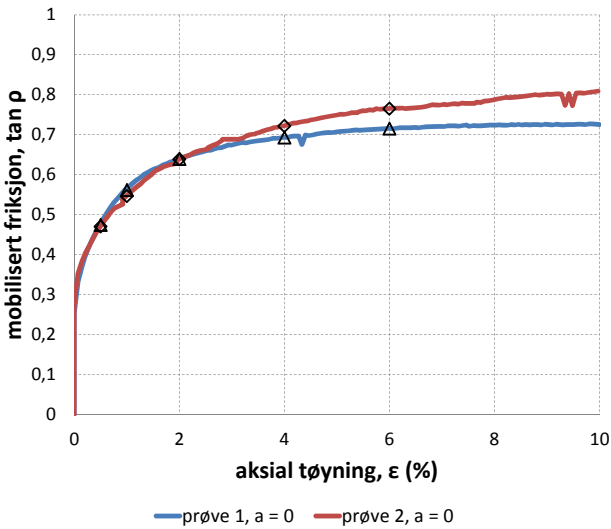
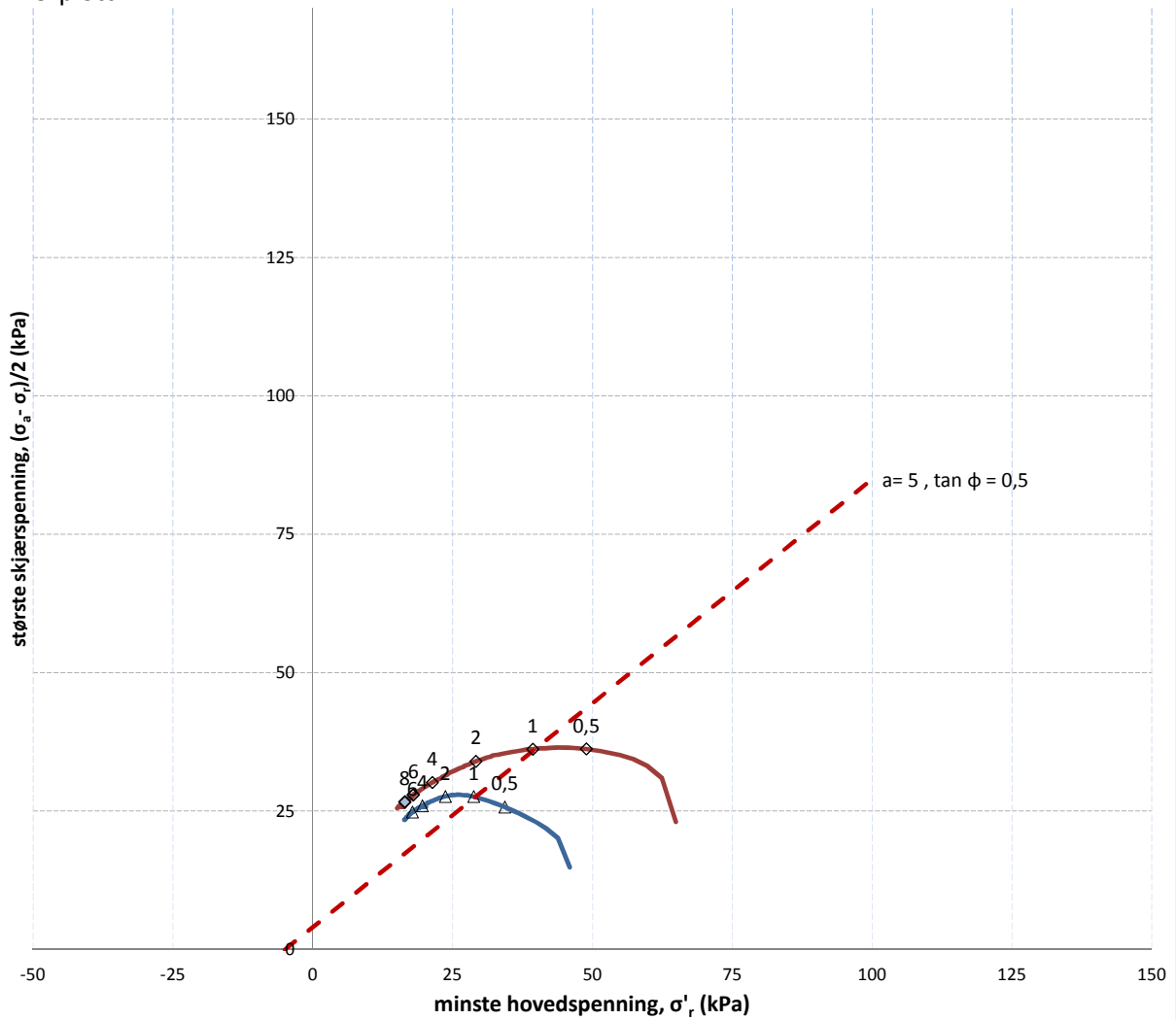
- Poretrykksparameter Bq
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærstyrke
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)
- ◆ OCR - ødometerforsøk (CRS)

Antatt grunnvannstand 2,5 m under terreng og poretrykksfordeling på 110 % av hydrostatisk



Bjugn kommune		Tegn./kontr. EHL/HBO	Oppdrag 1350008386
Reguleringsplan Sentrumskjernen			Vedlegg 4C
Borpunkt:	7	Terrenkote:	4,5
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 16.04.2015	Tegn. Nr. -

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	7	4	7,55m	CAUc	37,2	2,9	0,055	65	75	46	Kvikkleire, skjellrest.grusk.
2	◇	7	4	7,65m	CAUc	36,8	4,8	0,093	66	76	65	Kvikkleire, skjellrest.grusk.



Sentrumskjernen Botngård

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.  
EHL/PAW

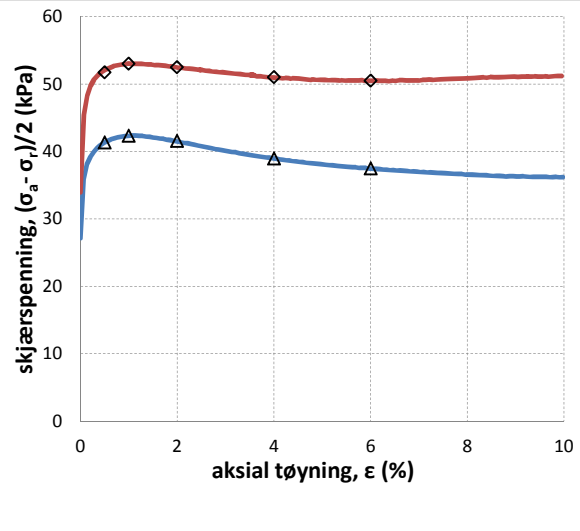
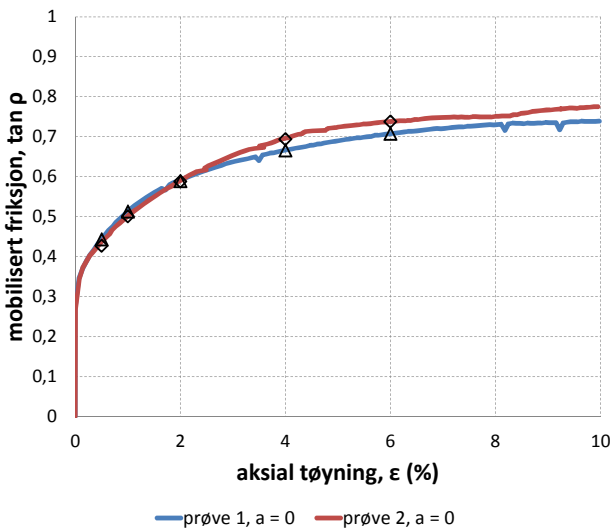
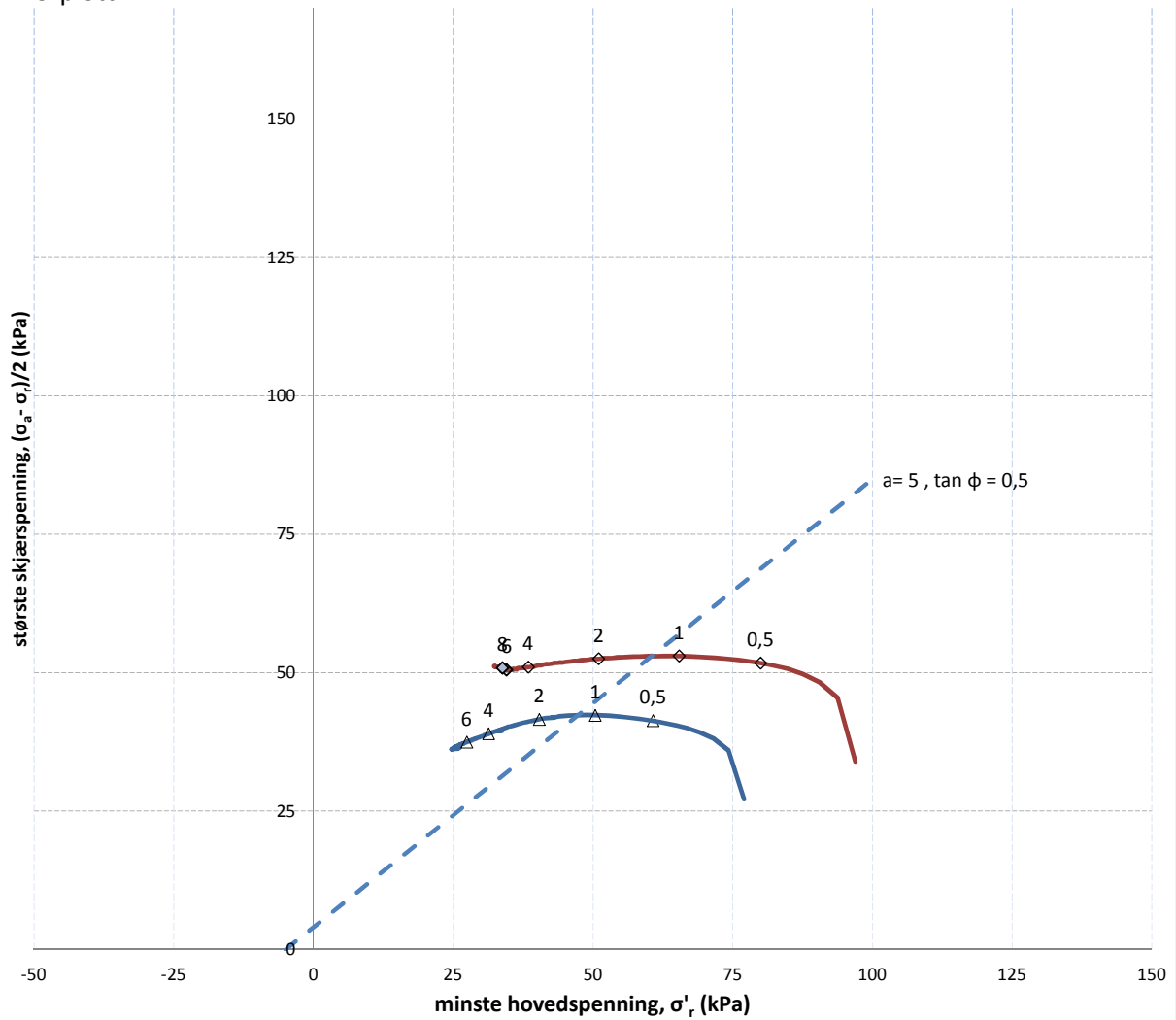
Dato  
10.03.2015

Oppdrag  
1350008386

Vedlegg  
5A

Tegn. Nr.

NTNU-plott



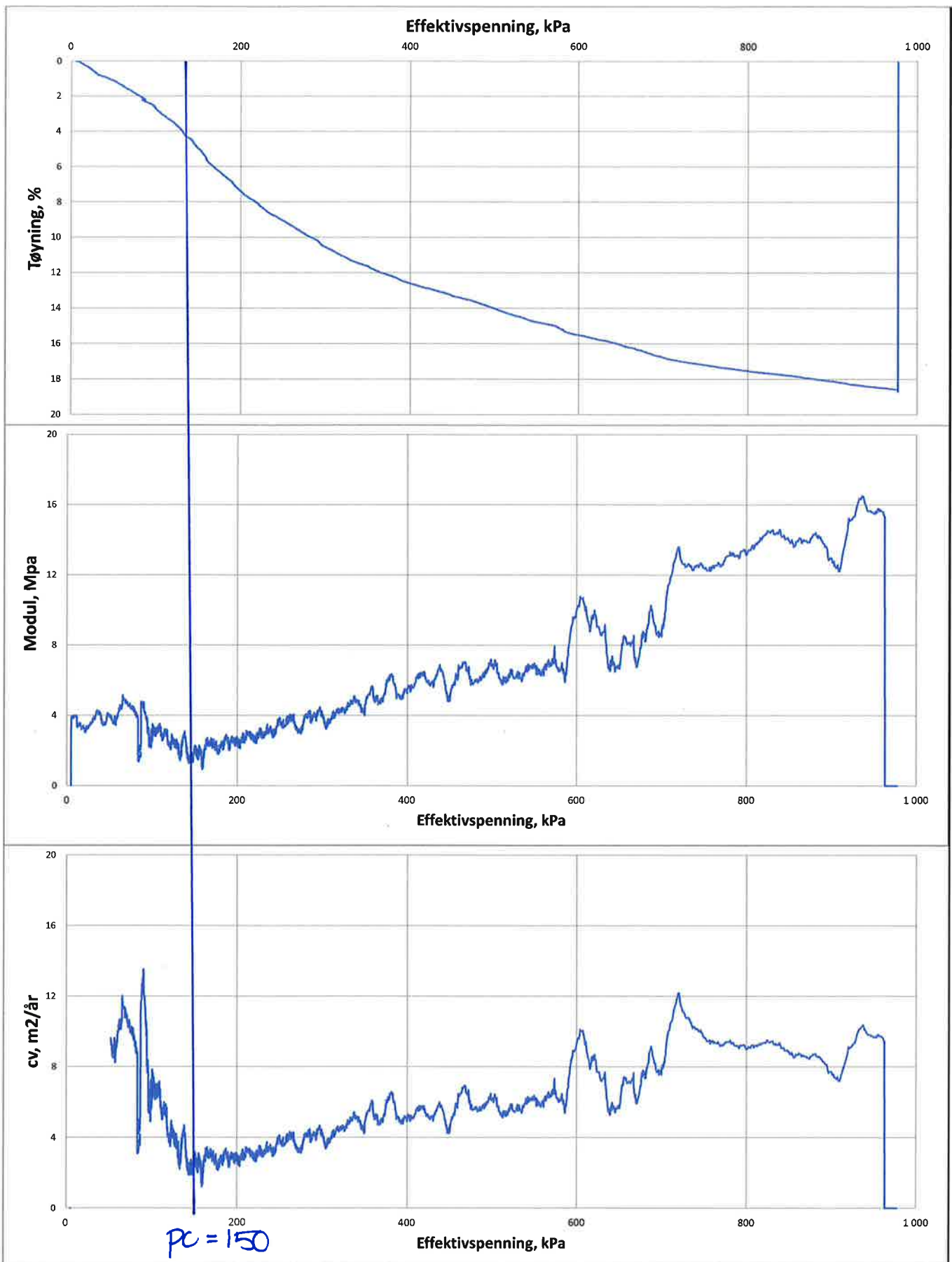
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	7	7	15,55m	CAUc	34,5	4,5	0,092	65	106	78	Leire med enkelte gruskorn
2	◊	7	7	15,65m	CAUc	31,9	4,8	0,100	66	97	97	Leire med enkelte gruskorn



Sentrumskjernen Botngård

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag 1350008386
Tegn./kontr. EHL/PAW
Dato 11.03.2015
Vedlegg 5B
Tegn. Nr.



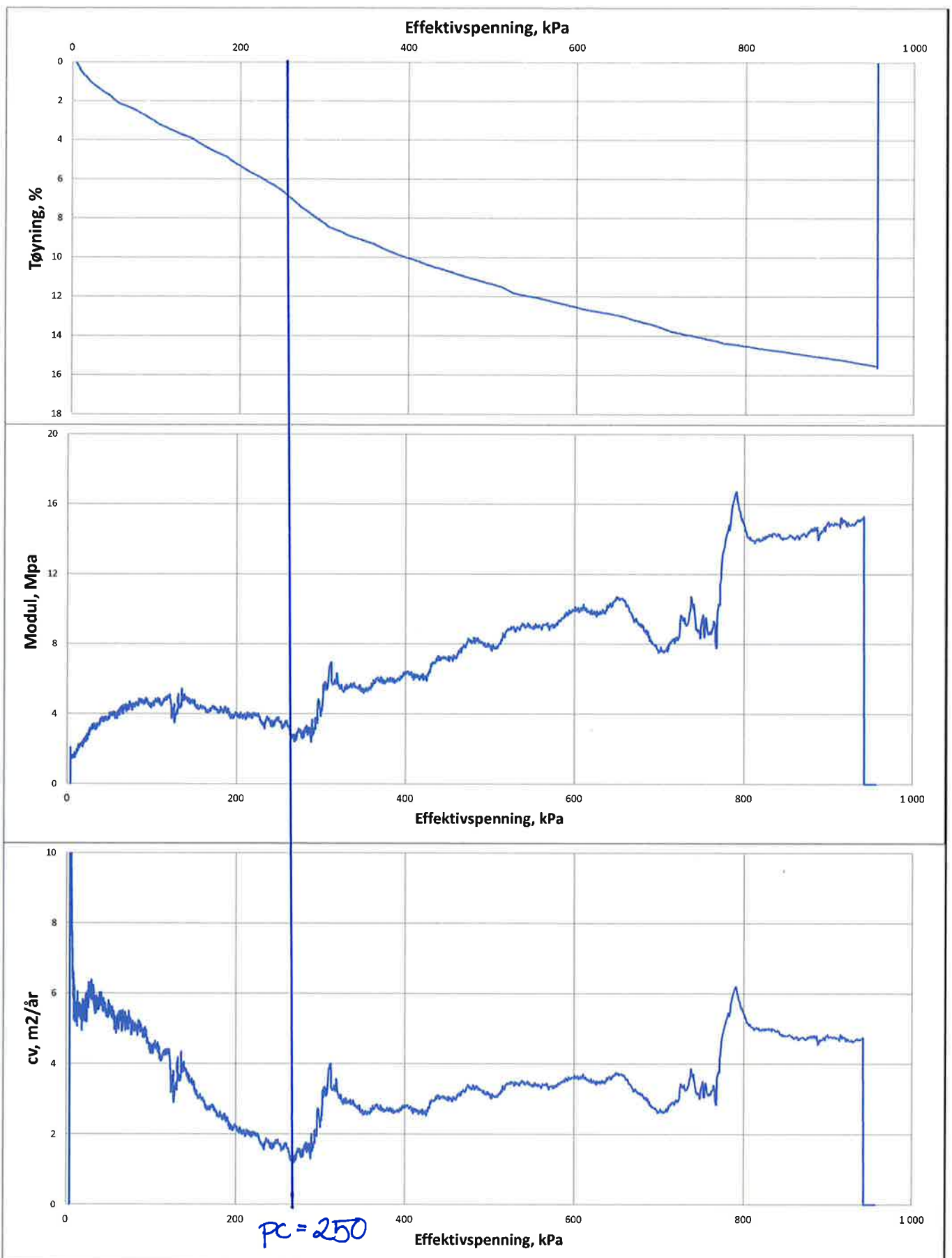
pkt 7 lab 4 dybde 7,45m Leire med skjellrester og små gruskorn



Sentrumskjernen Botngård  
 Bjugn kommune  
 ØDOMETERFORSØK

	Oppdrag 1350008386
Tegn./kontr. EHL/PAW	Vedlegg 6A
Dato 10.03.2015	Tegn. Nr. -





pkt 7 lab 7 dybde 15,40m Leire med enkelte gruskorn



Sentrumskjernen Botngård

Bjugn kommune

ØDOMETERFORSØK

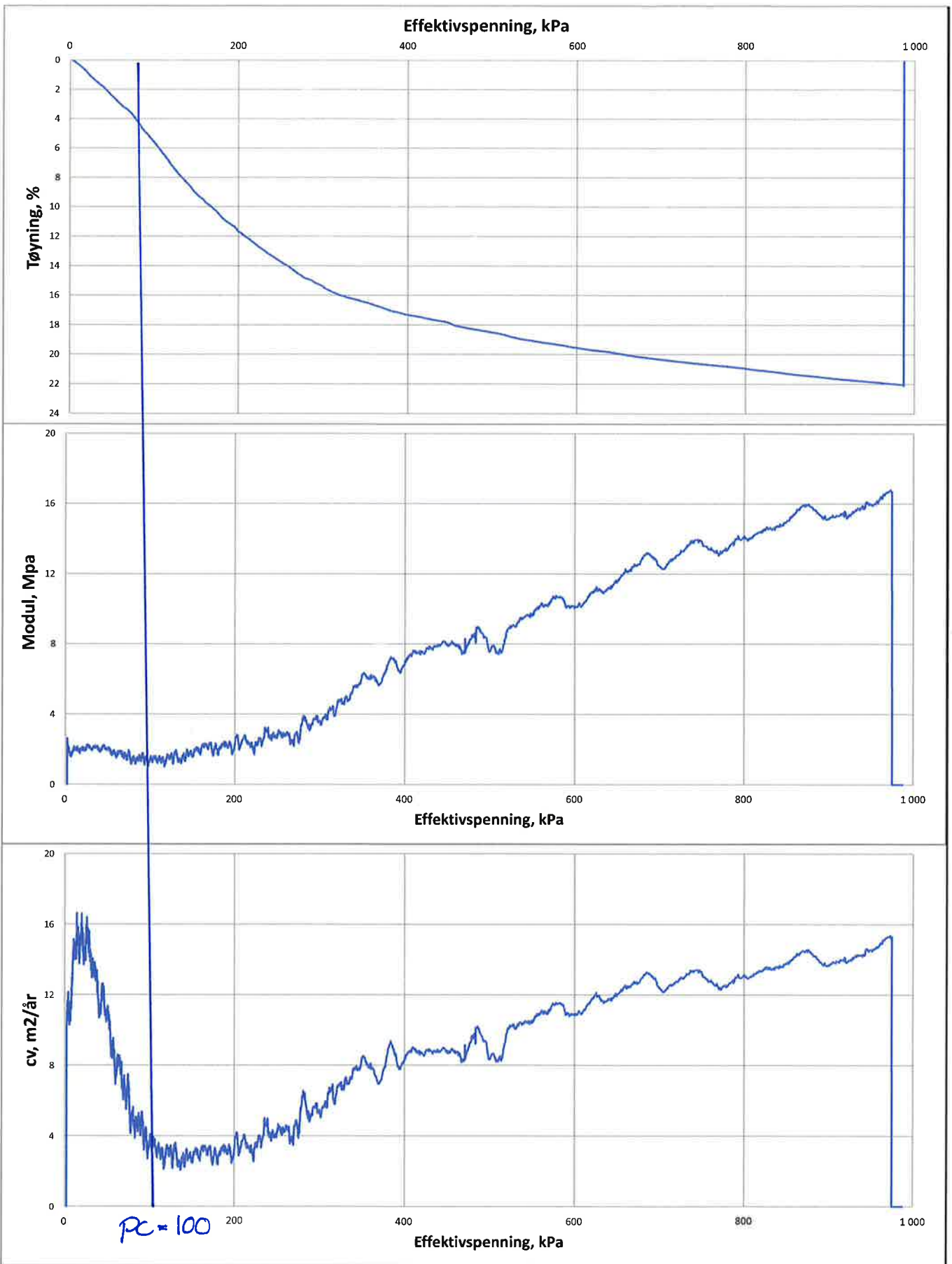
Oppdrag  
1350008386

Tegn./kontr.  
EHL/PAW

Bilag  
6B

Dato  
11.03.2015

Tegn. Nr.  
-



pkt 10 lab 14 dybde 6,45m Kvikkleire med mye små gruskorn



Sentrumskjernen Botngård

Bjugn kommune

ØDOMETERFORSØK

Oppdrag  
1350008386

Tegn./kontr.  
EHL/PAW

Dato  
10.03.2015

Vedlegg  
6C

Tegn. Nr.  
-

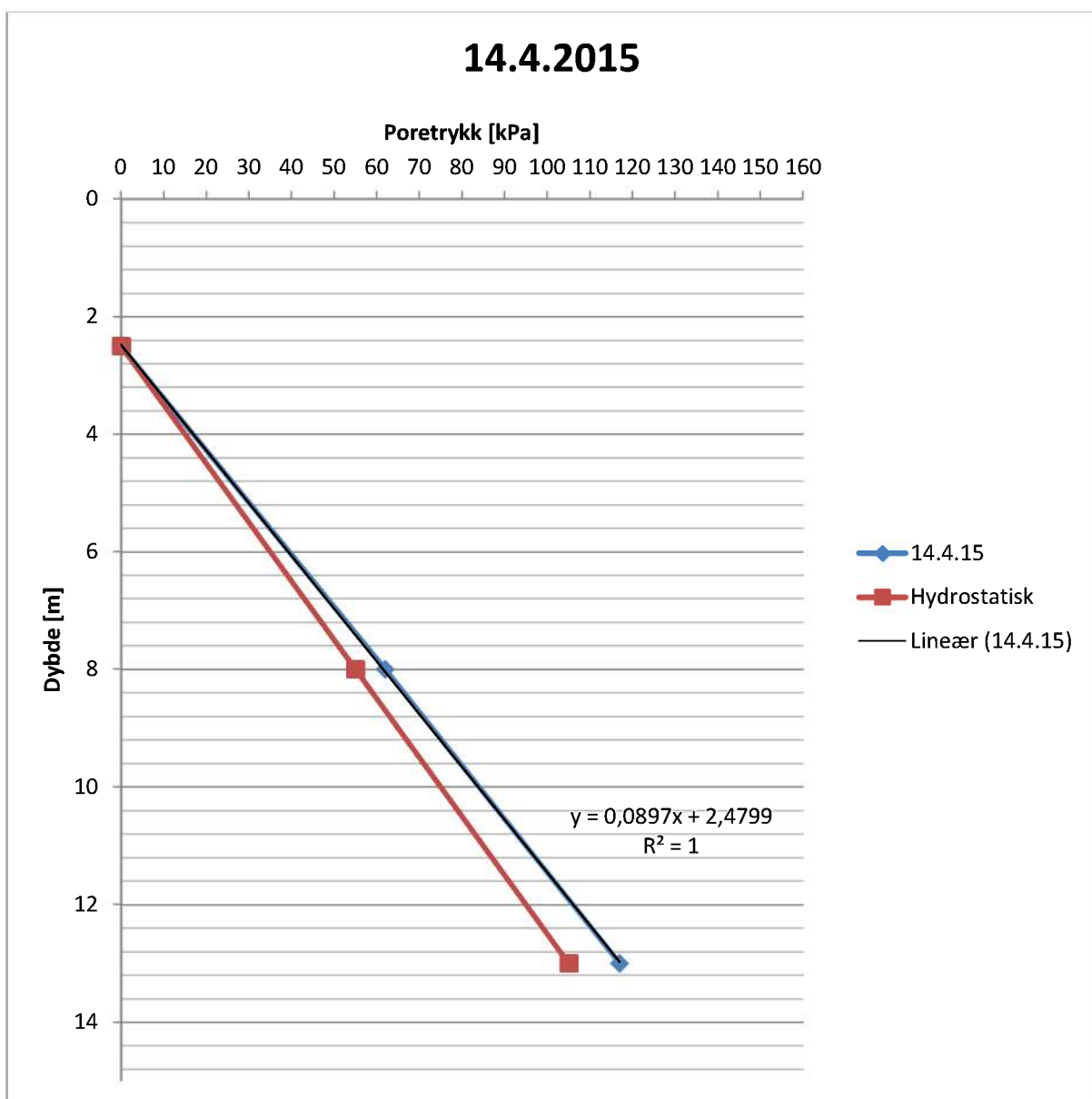
## VEDLEGG 7

### Poretrykksmålinger

Det er utført poretrykksmålinger i pkt. 7 oppdrag 1350008386 med to hydrauliske poretrykksmålere. Registrert poretrykk er vist i tabell 1.

**Tabell 1: Registrerte poretrykksmålinger.**

Borpunkt	Terrengkote	Dybde filter [m]	Dato	Poretrykk [kPa]
7	+2.5	8	9.4.15	63
			14.4.15	62
7	+2.5	13	9.4.15	118
			14.4.15	117



Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred, metode for kartlegging og klassifisering av faresone, kvikkleire".  
 20001008-2 datert 31. august 2001. Revisjon 3 datert 8. oktober 2008

## Skadekonsekvens

## Forklaring

Vurdering:			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Boligheter	4	1	En bolig innenfor sonen
Næringsbygg, personer	3	0	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	
Vei	2	0	
Toglinje	2	0	
Kraftnett	1	0	
Oppdemming/flo	2	1	

Faktor	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
Oppdemming/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 6

Beregnet skadekonsekvensklasse: **Mindre alvorlig**  
 Skadekonsekvens 0,13

### Grenseverdier for skadekonsekvensklasse

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

## Faregradklasser (sannsynlighet)

## Forklaring

Vurdering:			
Faktor	Vekttall	Analyse	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	1	Ingen historiske hendelser i eller i umiddelbar nærhet av sonen.
Skråningshøyde	2	0	
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	2	OCR omtrent 1,5
Poretrykk, overtrykk	3	1	
Poretrykk, undertrykk	-3	0	
Kvikkleiremektighet	2	2	
Sensitivitet	1	2	
Erosjon	3	1	
Inngrep, forverring	3	0	
Inngrep, forbedring	-3	0	

Faktor	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	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
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
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
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen

Poeng (score x vektall): 17

Beregnet faregradklasse: **Lav**  
 Faregrad 0,33

### Grenseverdier for faregradklasse

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

Risiko (skadekonsekvens x faregrad) 444

Risikoklasse: **2**

### Grenseverdier for risikoklasse

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