

Oppdragsgiver  
**Rimol miljøpark**

Rapporttype  
**Geoteknisk vurderingsrapport**

**19.2.2021**

# **RIMOL MILJØPARK**

# **GEOTEKNISK RAPPORT**

**RIMOL MILJØPARK**

Oppdragsnr.: 1350024867  
Oppdragsnavn: Rimol miljøpark  
Dokument nr.: *G-rap-001 rev 01*  
Filnavn: *G-rap-001 1350024867 rev 01.docx*

Revisjon	0	1		
Dato	15.12.2020	19.2.2021		
Utarbeidet av	Margrete Åsmul	Margrete Åsmul		
Kontrollert av	Even Øiseth	Even Øiseth		
Godkjent av	Even Øiseth	Even Øiseth		
Beskrivelse	Vurdering av områdestabilitet for reguleringsplan	Revidert etter uavhengig kontroll iht. NVE 7/2014		

## INNHOOLD

<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>5</b>
<b>2. GRUNNLAG</b> .....	<b>5</b>
2.1 GRUNNUNDERSØKELSER .....	5
2.2 KARTGRUNNLAG .....	6
<b>3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD</b> .....	<b>6</b>
3.1 KVARTÆRGEOLOGISK KART OG MARIN GRENSE .....	6
3.2 REGISTRERTE KVIKKLEIRESONER I NÆRHETEN .....	7
3.3 TOPOGRAFI OG SKREDAKTIVITET .....	7
3.4 GRUNNFORHOLD .....	7
<b>4. AVGRENSNING OG KLASSIFISERING</b> .....	<b>7</b>
4.1 KVIKKLEIREUTBREDELSE .....	7
4.2 FAREGRAD-, SKADEKONSEKVEN- OG RISIKOKLASSEVURDERING .....	8
<b>5. SIKKERHETSKRAV FOR PLANLAGTE TILTAK</b> .....	<b>8</b>
<b>6. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER</b> .....	<b>8</b>
6.1 KRITISKE SNITT OG SKREDMEKANISMER .....	8
6.2 LAGDELING .....	8
6.3 GRUNNVANNSTAND OG PORETRYKKSFORHOLD .....	9
6.4 TIDLIGERE TERRENG OG OVERKONSOLIDERINGSGRAD .....	10
6.5 MATERIALPARAMETERE .....	11
<b>7. STABILITETSVURDERINGER</b> .....	<b>13</b>
7.1 PROFIL F .....	13
7.2 EROSJON .....	14
7.3 ROS-ANALYSE ETTER TILTAK .....	14
<b>8. LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE</b> .....	<b>14</b>
<b>9. KONKLUSJON</b> .....	<b>15</b>
<b>10. VIDERE ARBEID</b> .....	<b>15</b>
<b>11. REFERANSER</b> .....	<b>16</b>

## TABELLOVERSIKT

Tabell 1: Benyttede grunnundersøkelser fra området .....	5
Tabell 2: Avlesning av hydrauliske poretryksmålere .....	9
Tabell 3: Overkonsolideringsgrad (OCR) .....	10
Tabell 4: Kvalitetsvurdering av utførte treaksialforsøk .....	12
Tabell 5: Benyttede materialparametere i beregningene .....	12
Tabell 6: Laveste beregnede materialfaktorer som er berørt av ny fylling, $\gamma_m$ .....	13

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev.	Tittel	Målestokk	Format
101		Oversiktskart	1:50 000	A4
102	1	Situasjonsplan	1:2000	A2
103		Profil C – med ny fylling - totalspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
104		Profil C – med ny fylling - effektivspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
105		Profil C – med ny fylling og fjernet torv - totalspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
106		Profil C – med ny fylling og fjernet torv - effektivspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
107		Profil C - med ny fylling og fjernet torv og sand – totalspenningsanalyse		
108		Profil D – med ny fylling - totalspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
109		Profil D – med ny fylling - effektivspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
110		Profil D – med ny fylling og fjernet torv - totalspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
111		Profil D – med ny fylling og fjernet torv - effektivspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
112		Profil C - med ny fylling og fjernet torv og sand – totalspenningsanalyse	1:500	A3 (lang)
113	1	Profil F	1:500	A3 (lang)
114		Tolking av CPTU 1_nedre del		
115		Tolking av CPTU 4		
116		Tolking av CPTU 5		
117		Tolking av CPTU 7		
118		Tolking av CPTU 8		
119		Tolking av CPTU 10_øvre del		
120		Tolking av CPTU 10_nedre del		
121		ROS-analyse		

## VEDLEGG

Vedlegg nr.	Rev.	Tittel
1		Tolking av ødometerforsøk, punkt 1
2		Tolking av ødometerforsøk, punkt 5
3		Tolking av treaksialforsøk, punkt 1
4		Tolking av treaksialforsøk, punkt 5
5		Tolking av treaksialforsørk, punkt 12

## 1. INNLEDNING

Rambøll har på oppdrag fra Rimol miljøpark utført geotekniske vurderinger av områdestabiliteten for ny reguleringsplan av anlegget i Trondheim. Multiconsult har utført grunnundersøkelser og laboratorieforsøk for prosjektet, basert på borplan og laboratorieprogram bestemt av Rambøll.

Ved anlegget gjenvinnes masser som ellers ville havnet i tradisjonelle deponier. Restproduktet som ikke gjenvinnes deponeres ved anlegget. Rimol ønsker å utvide deponiet for restproduktet, som også kalles «leirkaker». I den forbindelse utarbeides det ny reguleringsplan for området. Planlagt utbredelse av deponiet er vist på tegning 102 rev. 1. Det er ønskelig at området kan benyttes som jordbruksareal i ettertid.

Det er registrert kvikkleire i nærheten av deponiet, det stilles derfor krav til vurdering av områdestabiliteten iht. NVEs kvikkleireveileder 7/2014, ref. /1/.

*Multiconsult utfører uavhengig kontroll iht. NVEs kvikkleireveileder 7/2014. Rapporten er revidert etter innspill fra uavhengig kontrollør. Endringer i revisjon 1 er vist i kursiv.*

## 2. GRUNNLAG

### 2.1 Grunnundersøkelser

I tillegg til grunnundersøkelsene utført for dette prosjektet, er det også utført grunnundersøkelser her i forbindelse med tidligere prosjekter. Nye og eldre borpunkter er vist på situasjonsplanen på tegning 102 rev. 1. Punkter hvor det er påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale er markert med rød farge. Punkter med antatt kvikkleire eller sprøbruddmateriale er markert oransje, mens punkter som ikke tyder på kvikkleire eller sprøbruddmateriale er markert grønn. I tabell 1 er benyttede rapporter for dette prosjektet listet opp.

**Tabell 1: Benyttede grunnundersøkelser fra området**

Rapportnummer	Navn	Utført av	Dato	Tilføyd på borpunkt-nummer
10217660-RIG-RAP-001 revisjon 2	Grunnundersøkelser Rimol miljøpark Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser, ref. /2/	Multiconsult	12.11.2020	
R.1725	Kambrua – Kvetabekken VA Datarapport, ref. /3/	Trondheim kommune	24.11.2017	TRH1
20160309G rapport 01	Geoteknisk utredning, Ner-Blekkandeponi, ref. /4/	GeoMidt AS	27.6.2016	GM
R.1605	Tillerbrua – Kvetabekken, ref. /5/	Trondheim kommune	24.6.2014	TRH2
415634-RIG-RAP-002	Tillerringen massedeponi Grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering, ref. /6/	Multiconsult	7.3.2014	M2
300323 - 1	Sjetnan nedre, massedeponi, ref. /7/	Noteby (nå Multiconsult)	24.3.2000	M1
840050-2	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, ref. /8/	NGI	17.3.1994	NGI
R.655-2	Kvetabekken – Nidelva. Prøvegraving, ref. /9/	Trondheim kommune	4.3.1985	TRH4
R.655	Kvetabekken Nidelva tracé spillvannsledning, ref. /10/	Trondheim kommune	29.1.1985	TRH3
o.2771	Grunnundersøkelser for Torvdepoter Tiller, ref. /11/	Kummeneje (nå Rambøll)	27.4.1978	K1

## 2.2 Kartgrunnlag

Kartgrunnlag er mottatt fra Infoland/Ambita i 2017. Koordinater er gitt i Euref89 sone 32, med høydereferanse NN2000. Med «dagens terrenget» menes terrenget i dette kartgrunnlaget. For sammenligning med tidligere situasjon er det også benyttet Trondheim kommunes kart fra 1952 med høydereferanse «Trondheim lokal». Der eldre og nyere borpunkter og/eller terrenget er presentert sammen, er høyde på eldre boringer/terrenget transformert fra Trondheim lokal til NN2000.

Det gjøres oppmerksom på at terrenget er i stadig endring, da det deponeres masser på området også i dag.

## 3. TERRENG OG GRUNNFORHOLD

### 3.1 Kvartærgeologisk kart og marin grense

Kvartærgeologisk kart over området angir breelvavsetning (oransje farge), fyllmasser (grå farge) og tykk havavsetning (blå farge), se figur 1. I tillegg er det markert en rekke raviner og skredkanter.

Området ligger i sin helhet under marin grense, ref. /12/.



Figur 1: Kvartærgeologisk kart, ref. /13/

### 3.2 Registrerte kvikkleiresoner i nærheten

Det er ikke definert en kvikkleiresone på området på NVE sine nettsider, ref. /12/. Kvikkleiresone «Tiller» med høy faregrad er imidlertid registrert sørøst for området på sørsiden av Kvetabekken, se figur 2.



Figur 2: Kvikkleiresone "Tiller" ligger sør for området, ref. /12/

### 3.3 Topografi og skredaktivitet

Terrenget i området endres stadig, da det deponeres og mellomlagres masser på anleggsområdet. I utkanten av anleggsområdet mot sør og øst heller terrenget bratt med helning ned mot 1:2,1 mot henholdsvis Kvetabekken og Nidelva.

Området ligger ca. 1,2 km nord for et stort leirskred fra 1816 hvor 550 mål jord sank ned og 15 mennesker mistet livet, ref. /12/. Det er ikke registrert andre skredhendelser i nærheten på ref. /12/, med unntak av steinsprang og jordskred i Bratsbergvegen og Amundsdalvegen på østsiden av Nidelva.

### 3.4 Grunnforhold

Generelt tyder grunnforholdene på ca. 10 m med fyllmasser over ca. 5-10 m med delvis siltig leire. Store deler av fyllmassene består av torv. Videre er det registrert fastere masser med tykkelse ca. 5-15 m, før fastheten reduseres i et lag på ca. 5-15 m tykkelse.

Undersøkelsene tyder på at boring 5 og 11 ligger utenfor det tidligere fyllingsområdet. Borpunkt 3 ligger trolig også i utkanten av fyllingsområdet. I borpunkt 5 er det påvist kvikkleire ved ca. 20 m dypde. Sondringer tyder på at det også kan være sensitive masser fra ca. 35 m dypde mot øst ved toppen av skrenten ned mot Nidelva (boring 7 og 8).

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

## 4. AVGRENSNING OG KLASSIFISERING

### 4.1 Kvikkleireutbredelse

Som nevnt er det ikke definert en kvikkleiresone på området på NVE sine nettsider, ref. /12/. Det er likevel registrert punkter der det er eller kan være kvikkleire eller sprøbruddmateriale ved området, se tegning 102 rev. 1. Sondringer tyder imidlertid på at det ikke er registrert et større sammenhengende kvikkleire-/sprøbruddlag under planområdet der det er planlagt å legge ut fylling.

#### 4.2 Faregrad-, skadekonsekvens- og risikoklassevurdering

Det er utført vurdering av faregrads-, skadekonsekvens- og risikoklasse for området. Dette er vist i ROS-analysen, tegning 121.

Området har skadekonsekvens «alvorlig», faregradsklasse «lav», og ligger i risikoklasse «3» (høyeste mulige risikoklasse er 5).

## 5. SIKKERHETSKRAV FOR PLANLAGTE TILTAK

Det er valgt å plassere tiltaket i tiltakskategori K3, basert på tiltak med stor verdi. For nærmere beskrivelse av tiltaksklassene vises det til NVEs retningslinjer 7/2014, ref. /1/. Ved å oppnå materialfaktor  $\gamma_m \geq 1,4$  for både effektiv- og totalspenningsanalyse vil sikkerheten være tilfredsstillende.

Det er for tiltakskategori K3 krav om at vurderingene kvalitetssikres av et uavhengig foretak. Dersom det er aktiv erosjon som kan påvirke tiltaket skal det dessuten utføres sikringstiltak som forhindrer erosjonen.

I områder der det ikke er kvikkleire/sprøbruddmateriale stilles det krav om materialfaktor  $\gamma_m \geq 1,25$  for effektivspenningsanalysen og  $\gamma_m \geq 1,4$  for totalspenningsanalysen, iht. Eurokode 7, ref. /14/.

## 6. GRUNNLAG FOR STABILITETSVURDERINGER

### 6.1 Kritiske snitt og skredmekanismer

Det er utført stabilitetsberegninger i 2 profiler. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplan, tegning 102 rev. 1. Profil C og D vurderes som representative/kritiske for området. Profil C representerer kritisk snitt gjennom området ned mot en sidebekk av Kvetabekken. Profil D viser kritisk snitt gjennom borpunkt 5 hvor kvikkleire er påvist og ned mot Kvetabekken.

Det er beregnet sirkulære og plane glideflater i både profil C og D. Det er ikke utført beregninger for tilfeller med retrogressiv skredutvikling, men lagt vekt på sikkerhet mot mulige initialskred. De viktigste beregnede skjærsirkulene og -flatene er vist i beregningsprofilene, tegning 103-112. Det er utført beregninger for 3 ulike tilfeller:

- 1) Med ny fylling av leirkaker over dagens terreng
- 2) Med ny fylling av leirkaker over dagens terreng, der også eksisterende torv er fjernet og erstattet med leirkaker
- 3) Med ny fylling av leirkaker over dagens terreng, der også eksisterende torv og sand er fjernet og erstattet med leirkaker

Det er ikke utført beregning for dagens terreng uten fylling, da dette terrenget endres hele tiden.

Det er også presentert et profil F ned mot Nidelva nordøst for området, for å vurdere om et initialskred ved elva kan gripe vestover og nå planområdet. Det ble valgt å trekke seg bort fra dette området på grunn av mulig sensitive masser i dybden, det er derfor ikke utført beregninger i dette profilet.

### 6.2 Lagdeling

Tolket lagdeling er vist i beregningsprofilene, tegning 103-112. Lagdeling er tolket ut fra sonderinger og prøvetaking. I tillegg er det benyttet eldre kartgrunnlag iht. kap.2.2, da det er deponert masser i området over tid. Leire over og under Trondheim kommunes kart fra 1952 er delt inn i to ulike leirlag («Leire\_oppfylt» og «Leire») for å vise terrenklinja fra 1952. Plasseringen er imidlertid noe usikker, da det er 5 m mellom høydekurvene i dette kartet. Det er derfor ikke sikkert at hele det øverste leirlaget kalt «Leire\_oppfylt» nødvendigvis er oppfylt.



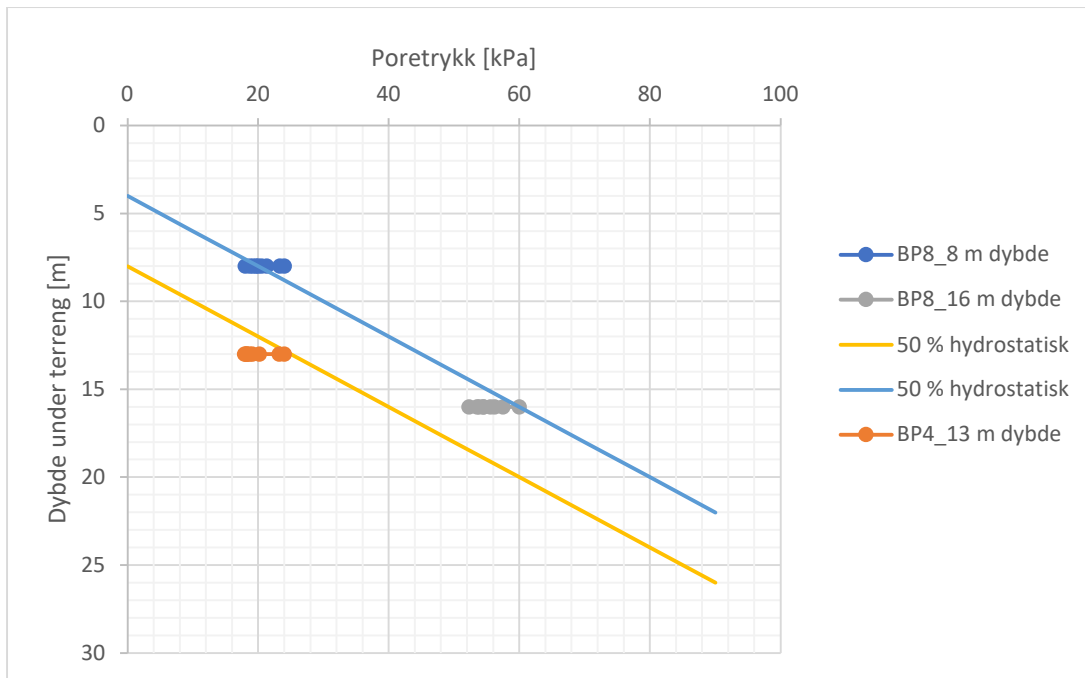
### 6.3 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Hydrauliske poretrykksmålere er installert i en dybde i punkt 4 og i to ulike dybder i punkt 8 og 10. Resultat fra avlesning for punkt 4 og 8 er vist i tabell 2.

**Tabell 2: Avlesning av hydrauliske poretrykksmålere**

Borepunkt	Dato	Dybde filter [m]	Poretrykk [kPa]
4	1.4.2020	13	23.2
	14.4.2020		24
	22.4.2020		18.2
	30.4.2020		18.7
	13.5.2020		18.3
	10.6.2020		18.1
	18.6.2020		17.9
	10.7.2020		19.1
	5.8.2020		20.2
8	1.4.2020	8	24
		16	60
	14.4.2020	8	23.3
		16	57.5
	22.4.2020	8	21.3
		16	56.2
	30.4.2020	8	20.5
		16	55.6
	13.5.2020	8	20
		16	54.5
	10.6.2020	8	19.7
		16	54.5
	18.6.2020	8	19.2
		16	53.8
	10.7.2020	8	18
		16	52.3
	5.8.2020	8	18.7
		16	53.5

Resultatene er også framstilt i figur 3, sammen med linjer med økende poretrykk i dybden tilsvarende 50 % av hydrostatisk fordeling.



**Figur 3: Poretrykk framstilt sammen med linjer tilsvarende 50 % av hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden.**

Resultatene i punkt 4 og 8 viser mindre endringer mellom de siste registreringer og tidligere målinger. Poretrykksforholdene påvirkes av årstid og nedbørsmengde, denne påvirkningen reduseres med dybden. Det er utført målinger over flere måneder uten store variasjoner.

I punkt 10 er det satt ned hydrauliske målere i dybde 18 og 33 m. Her er det utført mange målinger, uten at det er utslag før måler når bunn, dvs. at det ikke står vann i røret. Dette kan tyde på lav grunnvannstand eller drenerende lag. Multiconsults målinger i punkt 10 som er nevnt i ref. /2/ er utført dagen etter for dybde 33 m og en time etter nedsetting for dybde 18 m. Disse anses derfor som irrelevante, da dette er såpass kort tid etter nedsetting av målerne.

Valgt grunnvannsnivå er vist i beregningene, tegning 103-112 og i tolking av CPTU, tegning 114-120. Grunnvannstand i tolking av trykksonderinger (CPTU) er antatt 4 m under terreng i punkt 1, 5, 7 og 8. I punkt 4 og 10 er grunnvannstand antatt 8 m under terreng. Det er antatt økende poretrykk med dybden tilsvarende 50 % av hydrostatisk fordeling.

*Mot Kvetabekken og sidebekken av denne er det også utført en kontrollberegning av stabiliteten på effektivspenningsanalyse, med hydrostatisk poretrykksfordeling i profil C og hydrostatisk fordeling fra underkant av det faste laget i profil D, se notat G-not-001 1350024867, ref. /20/.*

#### 6.4 Tidligere terreng og overkonsolideringsgrad

Det er utført 2 ødometerforsøk for bestemmelse av overkonsolideringsgrad. Forsøkene med tolket prekonsolideringsspenning er vist i vedlegg 1 og 2. Beregnet overkonsolideringsgrad er gitt i tabell 3.

**Tabell 3: Overkonsolideringsgrad (OCR)**

Borpunkt	Dybde [m]	OCR [-]
1	18,45	1.0
5	19,45	Ca. 1.0 (Beregnet til <1.0)

For beregning av OCR ut fra ødometerforsøk er  $p_0'$  hentet fra CPTU-tolking med grunnvann tilsvarende opplysninger gitt i kap. 6.3.

Lav OCR kan ha sammenheng med at poretrykket i området kan ha stått høyere før.

I CPTU-tolkinger er det benyttet konstant  $OCR=1,2 - 1,5$ .

## 6.5 Materialparametere

### **Romvekt**

Løsmassenes romvekt er i stabilitetsberegningene vurdert ut fra utførte laboratorieundersøkelser og erfaringsverdier. Benyttet romvekt er vist på tegning 103-112 og i tabell 4, som viser en sammenstilling av materialparameterne som er benyttet. Erfaringsverdier basert på Statens vegvesens håndbok V220 ref. /15/ er benyttet for sand. For torv er ref. /16/ benyttet.

### **Udrenert skjærfasthet**

Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser fra laboratoriet. Udrenert skjærfasthet fra CPTU er vist på tegning 114-120, hvor tolket skjærfasthet er vist som designlinje. Benyttede skjærfasthetsprofiler er vist i beregningene på tegning 103-112, og benyttes i totalspenningsanalysen. Det er ikke utført stabilitetsberegning ved borpunkt 7 og 8, men de er likevel tolket for å si noe om skjærfastheten i dybden.

Grunnvannstand i beregning av skjærfasthetsprofiler er iht. beskrivelse i kap. 6.3. Benyttet romvekt for torv er iht. tabell 5.

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. /17/. Det er ikke utført spesielle forsøk eller vurderinger for å kunne benytte andre verdier for dette prosjektet. Registrerte skjærfasthetsverdier fra rutineundersøkelsene fra konus- og enaksialforsøk er tolket som verdier tilsvarende direkte skjærstyrke. For tolking av CPTU er direkte skjærfasthet 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, 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.

*For deponerte leirkaker er det benyttet en konstant verdi for skjærfasthet, som ble målt på opptatte prøver fra eksisterende deponi. Materialet er modellert uten anisotropi fordi vi ikke kjenner anisotropien i deponimassene, men det er sannsynlig at disse massene vil ha en annen anisotropi enn det som er vanlig i norske leirer. Leirkakene blir presset sideveis i maskiner før de slippes ned flere meter og delvis knuses. Massen blir deretter fraktet til deponiet. Rambøll kjenner ikke til hvorvidt dette deretter blir komprimert etter deponering, eller hva en eventuell komprimering betyr for anisotropien i deponimassene.*

### **Effektive styrkeparametere**

For effektivspenningsanalysene er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk for «ny\_fylling» og for leirlagene, med unntak av kvikkleire/sprøbruddmateriale, hvor det er valgt mer konservative verdier. Det er ellers benyttet erfaringsverdier fra ref. /15/, og fra ref. /16/ for torv.

Tolkede treaksialforsøk er vist i vedlegg 3, 4 og 5 med benyttede parametere for attraksjon og friksjonsvinkel. Valgte verdier er også samlet i tabell 4 og vist på beregningsprofilene for effektivspenningsanalyser, tegning 104, 106, 109 og 111. Verdiene tilsvarer stort sett tøyning mellom ca. 1 og 2 %.

### **Kvalitet av grunnundersøkelsene**

Det er benyttet 54 mm sylindere for opptak av prøver. Det er ikke kjent for Rambøll om det ble benyttet sylindere av stål eller plast. Generelt vurderes sensitive siltige leirer til å ligge i anvendelsesklasse 1-2 ved bruk av stålsylindere og anvendelsesklasse 2-3 for plastsylindere, iht. NGFs veiledning for prøvetaking, ref. /18/. Multiconsult har i sin rapport vurdert kvaliteten på opptatte prøver som god/akseptabel, ref. /2/.

Det er utført 2 ødometerforsøk, 1 i punkt 1 og 1 i punkt 5. Kurveforløpet i punkt 5 er vanskelig å tolke, og kan tyde på prøveforstyrrelse, ref. /18/.

Vurdering av prøve kvaliteten på treaksialforsøkene er vist i tabell 4. Bestemmelse av prøve kvaliteten er basert på overkonsolideringsgrad og endring i poretrykk ved rekonsolidering til in-situ spenninger for utførelse av treaksialforsøk, iht. tabell 6 i ref. /18/.

**Tabell 4: Kvalitetsvurdering av utførte treaksialforsøk**

Punkt	Dybde [m]	Treaksialforsøk	de/e <sup>0</sup>	OCR [-]	Kvalitet
1	15,4	CAUc	0.059	1-1,2	God til brukbar
1	15,5	CAUc	0.066	1-1,2	God til brukbar
5	17,4	CAUc	0.059	1-1,2	God til brukbar
5	17,5	CAUc	0.092	1-1,2	Dårlig
12	6,5	CIUc	0.079	1-1,2	Dårlig

Ifølge Multiconsults datarapport, ref. /2/, tilfredsstiller alle CPTU-sonderinger anvendelsesklasse 1. Det er imidlertid noen avvik fra kapasitet/krav på måleverdier, dette er nærmere beskrevet i ref. /2/.

### **Oppsummering materialparametere**

**Tabell 5: Benyttede materialparametere i beregningene**

<b>Profil C</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a [kPa]	c <sub>uA</sub> [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Ny_fylling	18	31	5	35	1	1	1
Oppfylt sand	18	33	0	-	-	-	-
Torv	13	20	5	-	-	-	-
Leire oppfylt	19.5	26.6	10	c-profil	1	0,63	0,35
Kvikkleire/sprøbrudd	20.0	24	0	c-profil	0,85	0,63	0,35
Leire	19.5	26.6	10	c-profil	1	0,63	0,35
Fast	19.5	31	5				-
Leire_2	19.5	26.6	10	220	1	0.63	0.35
Morene	19.0	35	5	-	-	-	-
<b>Profil D</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a [kPa]	c <sub>uA</sub> [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Ny_fylling	18.0	31	5	35	1	1	1
Oppfylt sand	18.0	33	0	-	-	-	-
Torv	13.0	20	5	-	-	-	-

Leire_oppfyllt	19.5	26.6	10	c-profil	1	0,63	0,35
Leire	19.5	26.6	10	c-profil	1	0,63	0,35
Kvikkleire/sprøbrudd	20.0	24	0	c-profil	0,85	0,63	0,35
Leire_1	19.5	26.6	10	c-profil	1	0,63	0,35
Fast	19.5	31	5	-	-	-	-
Leire_2	19.5	26.6	10	220	1	0.63	0.35
Morene	19.0	35	5	-	-	-	-

## 7. STABILITETSVURDERINGER

Stabilitetsberegningene er utført ved hjelp av stabilitetsmodulen i dataprogrammet GeoSuite Toolbox versjon 16.1.5.0. Det er utført total- og effektivspenningsanalyse for de nye planene. Det er ikke utført beregning for «dagens terreng». Terrengflaten er i konstant endring, ettersom anlegget er i drift og det deponeres masser i dag. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjonen. Laveste beregnede materialfaktorer som er berørt av ny fylling er oppsummert i tabell 6.

**Tabell 6: Laveste beregnede materialfaktorer som er berørt av ny fylling,  $\gamma_m$**

	Totalspenningsanalyse			Effektivspenningsanalyse		
	Med fylling	Med fylling og fjernet torv	Med fylling og fjernet sand og torv	Med fylling	Med fylling og fjernet torv	Med fylling og fjernet torv og sand
<b>Profil C</b>	1,46	1,40	1,41	3,78	1,59	-
<b>Profil D</b>	1,64	1,42	1,43	3,75	3,80	-

Med oppnådd materialfaktor  $\gamma_m \geq 1,4$  for både effektiv- og totalspenningsanalysen, vil sikkerheten være tilstrekkelig iht. både NVEs veileder, ref. /1/ og Eurokode 7, ref. /14/. Beregningene for profil C og D er vist på tegning 103-112. Det er oppnådd materialfaktor større enn 1,4 for både total- og effektivspenningsanalysen, og sikkerheten er derfor tilfredsstillende.

*Kontrollberegning utført med økt poretrykk, ref. avsnitt 6.3 og /20/, viser også tilstrekkelig sikkerhet i god avstand fra planlagt deponi.*

Det er ønskelig å kunne benytte området til jordbruksareal i framtiden. Det vil da være aktuelt med et topplag på ca. 1 m med matjord. Dette laget er ikke lagt inn i beregningsprofilene, da det er såpass tynt og ikke vil være avgjørende for stabilitetsberegningen. Matjordlaget kan ikke ligge høyere enn beregnet fyllingshøyde i denne rapporten.

På figur 1 er det vist flere skredkanter og raviner ned mot Kvetabekken og Nidelva, og fyllinga er derfor trukket noe inn på området for å holde en viss avstand til skrentene. Det er også valgt å trekke seg bort fra området nordøst der det er mulig sprøbruddmateriale i dybden. Det er ellers begrenset mengde av kvikkleire som er påvist i oppfyllingsområdet.

*Dersom det er ønskelig å erstatte torv helt ned mot skrenten i profil C med andre masser må det utføres nærmere geotekniske vurderinger av dette.*

### 7.1 Profil F

Det er registrert at det kan være sprøbruddmateriale i dybden i punkt 7 og 8, uten at dette er påvist. Det er derfor vist et profil F nordvest for det planlagt regulerte området som går ned til Nidelva, for å vurdere om et initialscred her kan gripe østover og nå planområdet. Det er ikke utført beregning i profilet.

De massene som kan bestå av sprøbruddmateriale ligger dypt. I ref. /19/ anslås det at det må være mer enn ca. 40% mektighet av kvikkleire/sprøbruddmaterialer over kritisk glideflate for at det skal oppstå en retrogressiv skredutvikling. Hvis det går et skred her vil derfor løsnemassene

trolig ikke nå så langt, da det er mye ikke-kvikke masser i kombinasjon med at skredmassene vil havne ned i ei skjæring og bli liggende, en retrogressiv skredutvikling vil ikke oppstå.

I profil F er det også tegnet ei 1:15-linje fra antatt bunn skjærsirkel. Denne ligger over eventuell kvikkleire/sprøbruddmateriale ved borpunkt 8, hvor sondering tyder på at det kan være et lag med kvikkleire/sprøbruddmateriale fra ca. kote +75.

*Boring TRH1-1 er boret til ca. 17 m dybde. Sondering og prøvetaking tyder ikke på kvikkleire her, men det kan ikke utelukkes at det kan ligge kvikkleire i dybden som ligger over 1:15-linja. Det er vurdert et løснеområde hvor det er det tatt utgangspunkt i at rotasjonsskred i leire som regel vil ha  $L/H < 5$ , iht. ref. /20/.*

*I området ved profil F er det ikke planlagt utfylling/deponi, men det er ønskelig å jevne terrenget med tanke på senere bruk til jordbruksareal. Profilet viser ca. 300 m fra skråningsfot til der terrenget justeres, som er mer enn  $5 \cdot$  skråningshøyden.*

*Per i dag kan det ikke tilføres nye masser til dette området. Utjevning av terrenget her i henhold til situasjonsplan kan kun utføres med stedlige masser som ligger der i dag. Det må gjøres nærmere geotekniske vurderinger for dette området dersom det senere er ønskelig å benytte dette til å lagre masser midlertidig eller permanent.*

## 7.2 Erosjon

Iht. NVEs veileder ref. /1/ skal det utføres sikringstiltak som forhindrer erosjon dersom det er aktiv erosjon som kan påvirke tiltaket. For planområdet er det vurdert at et eventuelt ras utløst av erosjon i Nidelva eller Kvetabekken ikke vil kunne ramme området, med begrunnelse i beregningsresultater ved skråningsfrontene og vurderingene i kapittel 7. Det er lite kvikkleire i området og det er ikke registrert et større sammenhengende lag. Planområdet er også trukket et stykke unna skrentene.

Eventuell økt avrenning på planområdet som følge av anleggsvirksomheten kan medføre en erosjonsrisiko på området. Det må da utføres tiltak som hinder dette.

## 7.3 ROS-analyse etter tiltak

Det er utført korrigeringer i ROS-analysen for situasjonen etter bygging på planområdet. Dette er presentert sammen med ROS-analysen for dagens situasjon som er vist på tegning 121. Kvikkleiresonen vil etter tiltak fortsatt ha skadekonsekvens «alvorlig», faregradsklasse «lav» og ligge i risikoklasse «3».

# 8. LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE

Grunnundersøkelsene er utført for å vurdere om området kan reguleres som planlagt, og ikke for å avgrense utbredelse av kvikkleire eller å kartlegge en kvikkleiresone. Det er utført en vurdering av løснеområder basert på tilgjengelig grunnlag. For mer nøyaktige avgrensninger av løснеområder må det utføres sonderinger og nærmere vurderinger. En mer nøyaktig avgrensning er imidlertid ikke nødvendig for dette prosjektet.

*Løsneområde ved profil F er vist på tegning 102 rev. 1. Her er det tatt utgangspunkt i rotasjonsskred og  $L < 5 \cdot H$ , iht. ref. /21/.*

*For området ved profil D er det også tegnet inn løснеområde på tegning 102 rev. 1. I dette snittet er det utført beregninger. For opptegning av løснеområde er det tatt utgangspunkt i rotasjonsskred, og at en retrogressiv skredutvikling ikke vil oppstå, da forekomsten av kvikkleire/sprøbruddmateriale er liten. Løsneområdet er derfor vurdert ut fra beregnet sikkerhet i snittet. Løsneområdet er avgrenset mot Kvetabekken i sør og sidebekk til Kvetabekken i vest. I nord er avgrensning basert på sonderinger og topografi.*

## 9. KONKLUSJON

Det er utført beregninger som viser at sikkerheten er tilfredsstillende i alle representative beregningsnitt for både total- og effektivspenningsanalysen. Dette gjelder for alle følgende tilfeller:

- 1) Med ny fylling av leirkaker over dagens terreng
- 2) Med ny fylling av leirkaker over dagens terreng, der også eksisterende torv er fjernet og erstattet med leirkaker
- 3) Med ny fylling av leirkaker over dagens terreng, der også eksisterende torv og sand er fjernet og erstattet med leirkaker

Beregningene gjelder for oppfyllingsplan iht. tegning 102 rev. 1. Sikkerheten vil være tilfredsstillende også dersom øverste meter av planlagt fylling erstattes med matjord, forutsatt at matjordlaget ikke ligger høyere enn beregnet fyllingshøyde i denne rapporten.

## 10. VIDERE ARBEID

Det må vurderes om anlegget medfører økt avrenning på planområdet som igjen kan medføre erosjonsrisiko på området. Det må i så fall vurderes tiltak som hindrer dette.

Lagring av masser på toppen av ei skråning vil generelt forverre stabiliteten. I profil D er det forutsatt en nedplanering av sandhaugen øverst i beregningsprofilet. En oppfylling må starte nederst i planområdet, for at skråningsstabiliteten til enhver tid skal være ivaretatt.

*Dersom det først skal fjernes masse, kan det være nødvendig at dette arbeidet starter øverst i planområdet. Fjerning av masser i bunn av planområdet medfører redusert stabilitet. Det bør utføres en detaljert beskrivelse i samråd med geotekniker for rekkefølge på arbeidet med eventuell fjerning av eksisterende masse, mellomlagring av masse og deponering av masse.*

*Dersom det senere blir ønskelig å utnytte området ved profil F til å f.eks. lagre masser midlertidig eller permanent, må det utføres nærmere geotekniske vurderinger først, og trolig også supplerende grunnundersøkelser.*

Rapporten forutsettes kontrollert og godkjent av uavhengig foretak.

## 11. REFERANSER

1. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): Veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», april 2014
2. Multiconsult: 10217660-RIG-RAP-001 revisjon 2 «Grunnundersøkelser Rimol miljøpark Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser», datert 12.11.2020
3. Trondheim kommune: R.1725 «Kambua – Kvetabekken VA Datarapport», datert 24.11.2017
4. GeoMidt AS: 20160309G rapport 01 «Geoteknisk utredning, Ner-Blekkan deponi», datert 27.6.2016
5. Trondheim kommune: R.1605 «Tillerbrua – Kvetabekken», datert 24.6.2014
6. Multiconsult: 415634-RIG-RAP-002 «Tillerringen massedeponi Grunnundersøkelser, geoteknisk vurdering», datert 7.3.2014
7. Noteby (nå Multiconsult): 300323 – 1 «Sjetnan nedre, massedeponi», datert 24.3.2000
8. Norges Geotekniske Institutt (NGI): 840050-2 «Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred», datert 17.3.1994
9. Trondheim kommune: R.655-2 «Kvetabekken – Nidelva. Prøvegraving», datert 4.3.1985
10. Trondheim kommune: R.655 «Kvetabekken Nidelva tracé spillvannsledning», datert 29.1.1985
11. Kummeneje (nå Rambøll): o.2771 «Grunnundersøkelser for Torvdepoter Tiller», datert 27.4.1978
12. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): <https://atlas.nve.no>, lest 25.9.2020
13. Norges geologiske undersøkelse (NGU): [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/), lest 25.9.2020
14. Eurocode 7 «Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler», NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016
15. Statens vegvesen: Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging», juni 2014
16. Statens geotekniske institutt (SGI): Information 6 «Torv – geotekniske egenskaper och byggmetoder», Linköping 1988
17. Norges vassdrags- og energidirektorat, Statens vegvesen, Jernbaneverket: NIFS-rapport 14/2014. «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», datert 30.1.2014
18. Norsk geoteknisk forening (NGF): NGF-melding 11/1997 rev. 2013 «Veiledning for prøvetaking»
19. Norges vassdrags- og energidirektorat, Statens vegvesen, Jernbaneverket: NIFS-rapport 14/2016. «Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred Naturfareprosjektet: Delprosjekt 6 Kvikkleire»
20. Rambøll: G-not-001 1350024867 «Rimol miljøpark – Svar på kommentarer fra uavhengig kontrollør iht. NVE 7/2014», datert 19.2.2021
21. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE): Veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», desember 2020





16.11.2020			MAL	EOH	MAL
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr.: 1350024867 Målestokk: 1:50 000 Status:

Rimol Miljøpark  
Rimol Miljøpark

OVERSIKTSKART



Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Tr.heim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

Tegning nr: Rev:



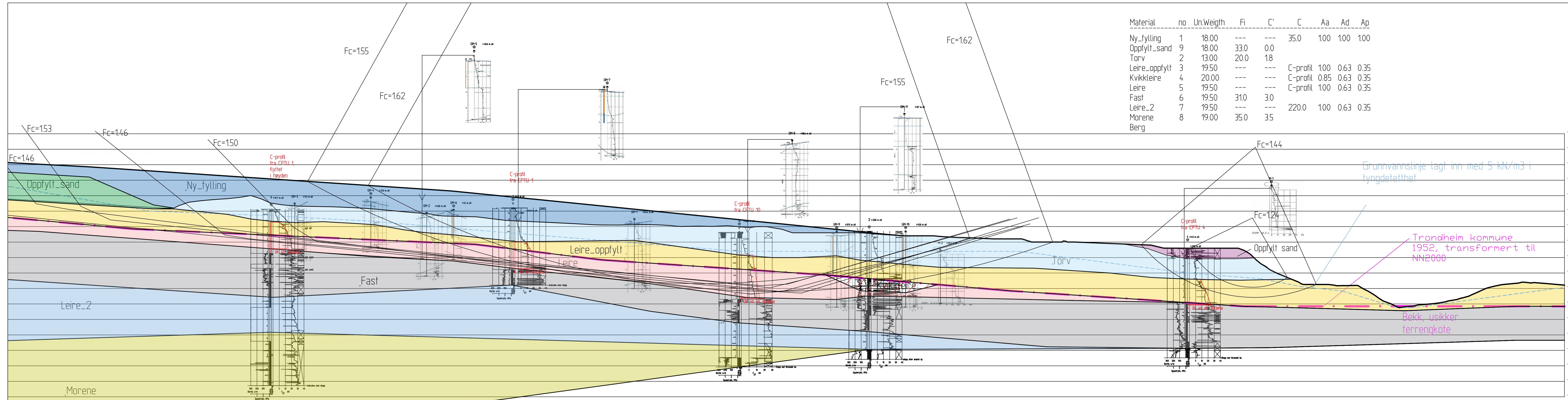
1	19.2.2021	Revidert etter uavh. kontroll	MAL	EOH	EOH
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Ramboll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

OPPDAG  
**Rimol Miljøpark**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Rimol Miljøpark**

INNHOOLD  
**SITUASJONSPLAN**  
 Rød: Påvist kvikkleire  
 Oransje: Antatt kvikkleire eller sprøbruddmateriale  
 Grønn: Antatt ikke kvikkleire eller sprøbruddmateriale  
 Blå skravur: Foreslått løseområde

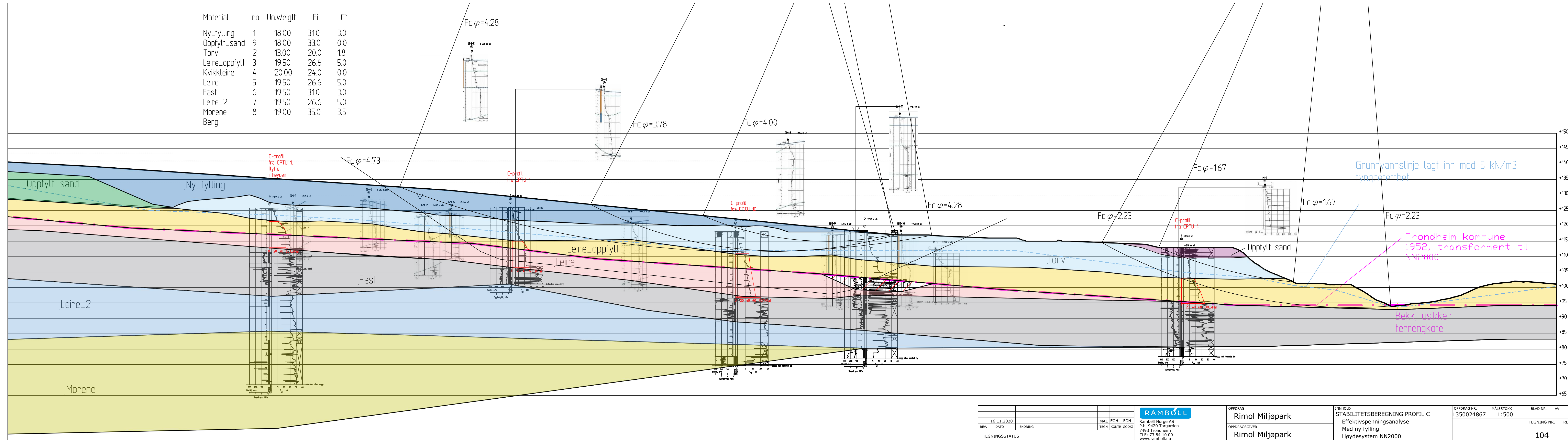
OPPDAG NR. 1350024867	MÅLESTOKK 1:2000	BLAD NR. 102	AV 1
		TEGNING NR.	REV.



Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny_fylling	1	18.00	---	---	35.0	100	100	100
Opptylt_sand	9	18.00	33.0	0.0				
Torv	2	13.00	20.0	1.8				
Leire_oppfylt	3	19.50	---	---	C-profil	100	0.63	0.35
Kvikkleire	4	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire	5	19.50	---	---	C-profil	100	0.63	0.35
Fast	6	19.50	31.0	3.0				
Leire_2	7	19.50	---	---	220.0	100	0.63	0.35
Morene	8	19.00	35.0	3.5				
Berg								

16.11.2020 REV. DATO ENDRING TEGNINGSSTATUS			MAL EOH EOKI TEGN KONTR GODKJ			 Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			OPPDRAG <b>Rimol Miljøpark</b> OPPDRAGSGIVER <b>Rimol Miljøpark</b>		INNHOLD <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL C</b> Totalspenningsanalyse Med ny fylling Høydesystem NN2000		OPPDRAG NR. 1350024867		MÅLESTOKK 1:500		BLAD NR. AV TEGNING NR. <b>103</b>		REV.	
---	--	--	----------------------------------	--	--	---	--	--	--	--	--	--	---------------------------	--	--------------------	--	---	--	------	--

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Ny_fylling	1	18.00	31.0	3.0
Oppfylt_sand	9	18.00	33.0	0.0
Torv	2	13.00	20.0	18
Leire_oppfylt	3	19.50	26.6	5.0
Kvikkleire	4	20.00	24.0	0.0
Leire	5	19.50	26.6	5.0
Fast	6	19.50	31.0	3.0
Leire_2	7	19.50	26.6	5.0
Morene	8	19.00	35.0	3.5
Berg				



Grunnvannstlinje tagt inn med 5 kN/m<sup>3</sup> i tyngdetetthet

Trondheim kommune 1952, transformert til NN2000

Bekk, usikker terrengkote

REV.	DATO	ENDRING	MAL	EOH	EOH
	16.11.2020				
			TEGN	KONTR	GODKJ

TEGNINGSSTATUS

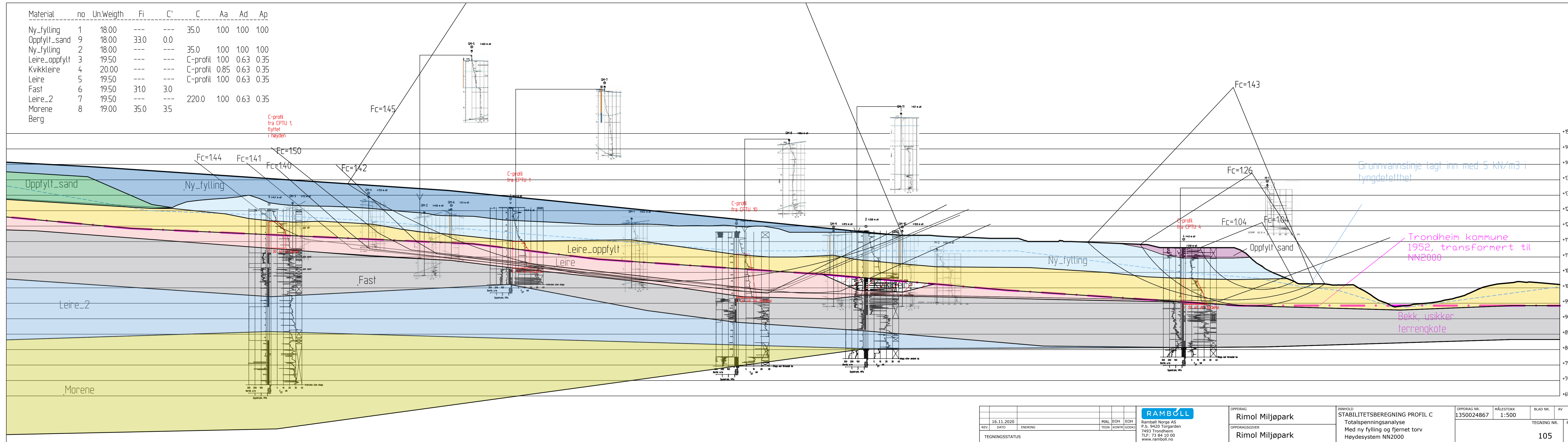
**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Rimol Miljøpark**  
OPPDRAGSGIVER  
**Rimol Miljøpark**

INNHOOLD  
STABILITETSBEREGNING PROFIL C  
Effektivspenningsanalyse  
Med ny fylling  
Høydesystem NN2000

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350024867	1:500		
		TEGNING NR.	REV.
		104	

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny_fylling	1	18.00	---	---	35.0	1.00	1.00	1.00
Oppfylt_sand	9	18.00	33.0	0.0				
Ny_fylling	2	18.00	---	---	35.0	1.00	1.00	1.00
Leire_oppfylt	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	4	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire	5	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Fast	6	19.50	31.0	3.0				
Leire_2	7	19.50	---	---	220.0	1.00	0.63	0.35
Morene	8	19.00	35.0	3.5				
Berg								



REV.	DATO	ENDRING	MAL	EOH	EOH
	16.11.2020				
			TEGN	KONTR	GODKJ

TEGNINGSSTATUS

**RAMBOLL**  
 Ramboll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

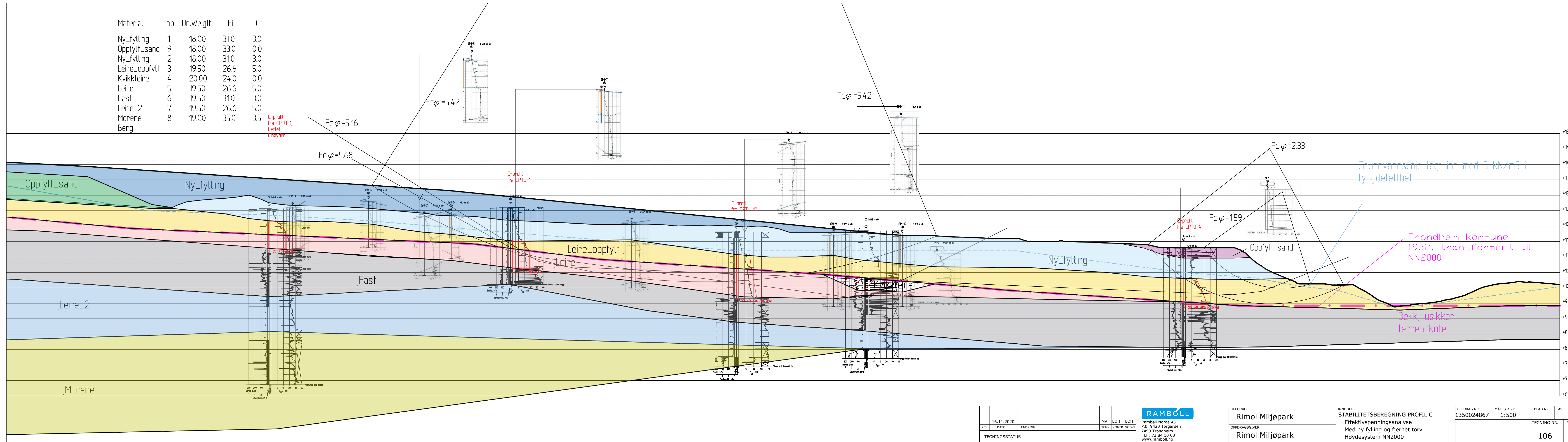
OPPDAG  
**Rimol Miljøpark**  
 OPPDRAGSGIVER  
**Rimol Miljøpark**

INNHOVD  
**STABILITETSBEREGNING PROFIL C**  
 Totalspenningsanalyse  
 Med ny fylling og fjernet torv  
 Høydesystem NN2000

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350024867	1:500		
		TEGNING NR.	REV.
		105	

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'
Ny_fylling	1	18.00	31.0	3.0
Oppfylt_sand	9	18.00	33.0	0.0
Ny_fylling	2	18.00	31.0	3.0
Leire_oppfylt	3	19.50	26.6	5.0
Kvikkleire	4	20.00	24.0	0.0
Leire	5	19.50	26.6	5.0
Fast	6	19.50	31.0	3.0
Leire_2	7	19.50	26.6	5.0
Morene	8	19.00	35.0	3.5
Berg				

C-profil fra CPTU 1, flyttet i høyden



Grunnvannslinje lagt inn med 5 kN/m3 i tyngdetetthet

Trondheim kommune 1952, transformert til NN2000

Bekk, usikker terrengkote

REV.	DATO	ENDRING	MAL	EOH	EOH
	16.11.2020				
			TEGN	KONTR	GODKJ

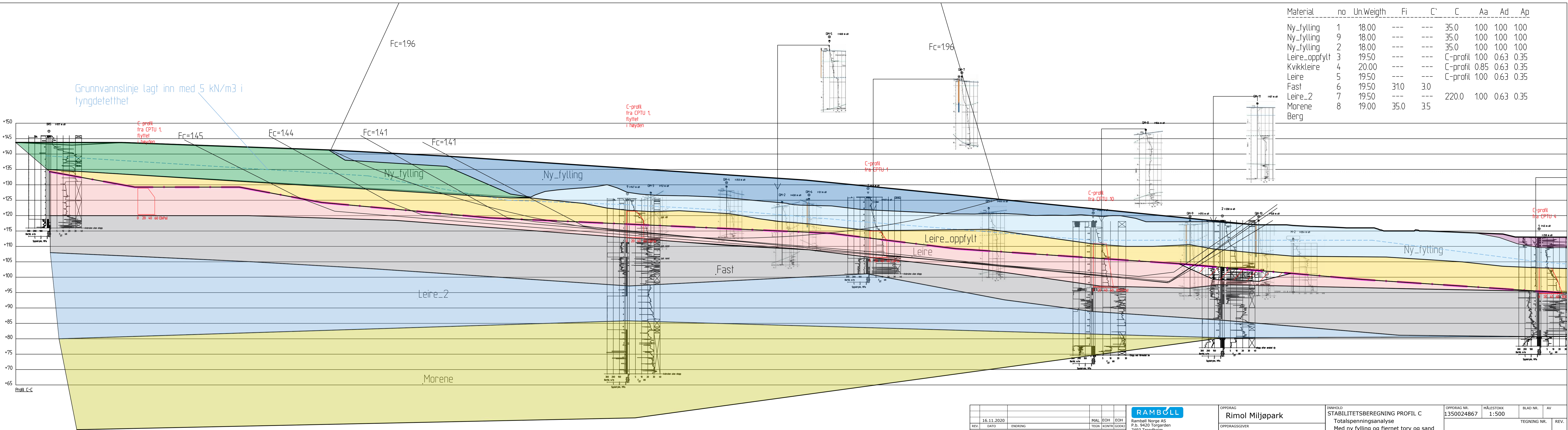
TEGNINGSSTATUS

**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

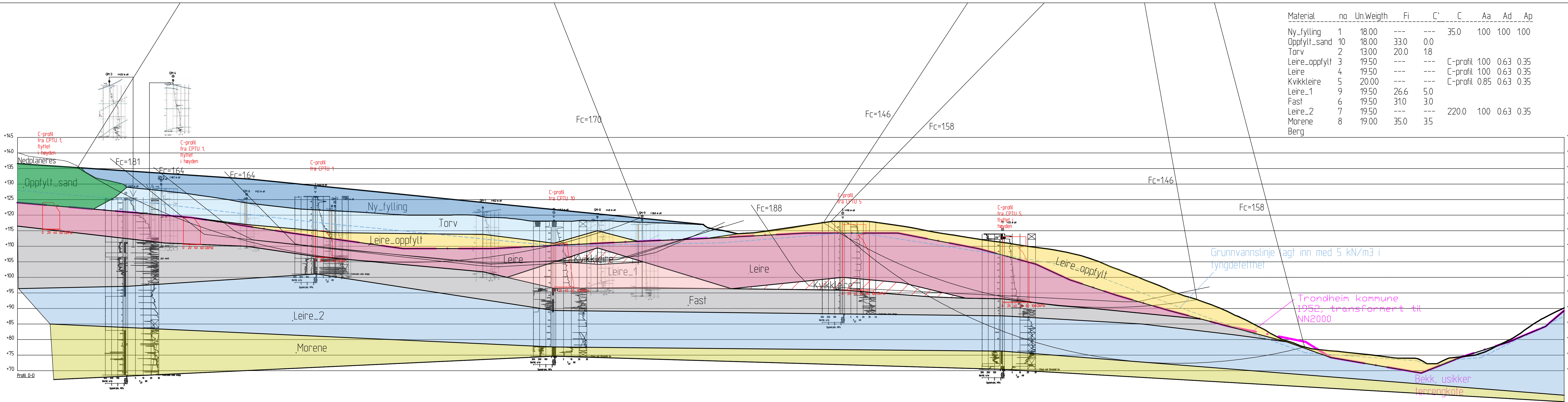
OPPDRAG  
**Rimol Miljøpark**  
OPPDRAGSGIVER  
**Rimol Miljøpark**

INNHOOLD  
STABILITETSBEREGNING PROFIL C  
Effektivspenningsanalyse  
Med ny fylling og fjernet torv  
Høydesystem NN2000

OPPDRAG NR. 1350024867	MÅLESTOKK 1:500	BLAD NR.	AV
		TEGNING NR.	REV.
		106	



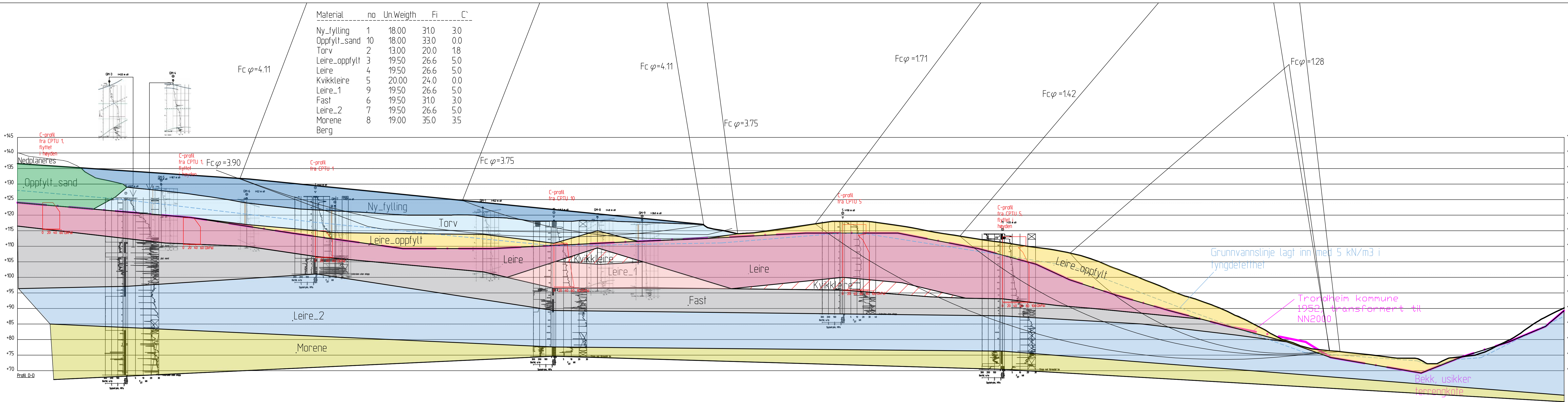
16.11.2020	MAL	EOH	EOH	Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG	Rimol Miljøpark	INNHOLD	STABILITETSBEREGNING PROFIL C	OPPDRAG NR.	1350024867	MÅLESTOKK	1:500	BLAD NR.	AV
TEGNINGSSTATUS	TEGN	KONTR	GODKJ		OPPDRAGSGIVER	Rimol Miljøpark	Totalspenningsanalyse Med ny fylling og fjernet torv og sand Høydesystem NN2000	OPPDRAGSGIVER	Rimol Miljøpark	TEGNING NR.	107	REV.		



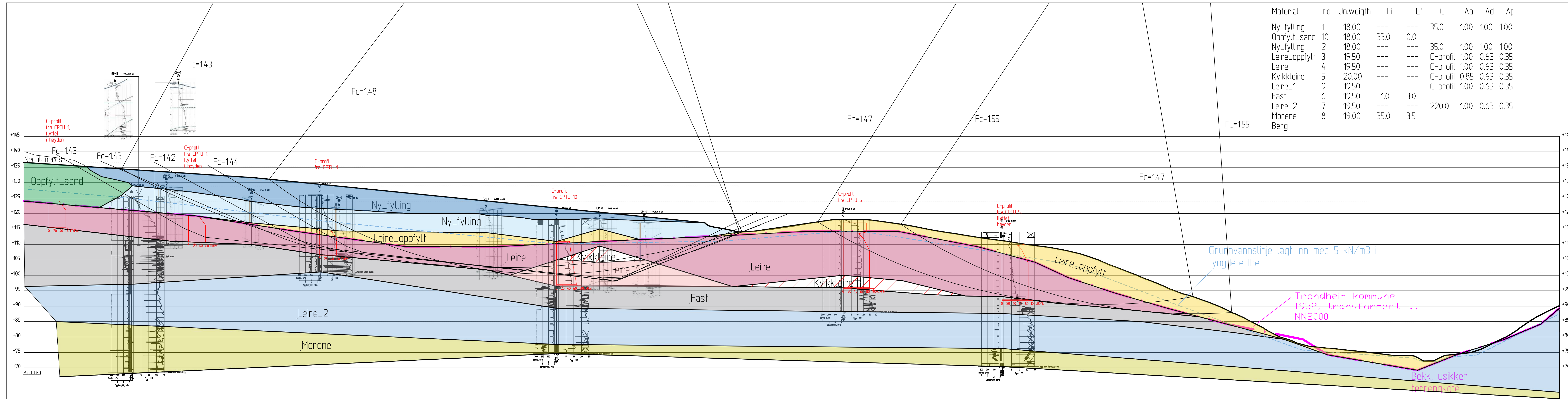
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny_fylling	1	18.00	---	---	35.0	100	100	100
Oppfylt_sand	10	18.00	33.0	0.0				
Torv	2	13.00	20.0	1.8				
Leire_oppfylt	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	4	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	5	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire_1	9	19.50	26.6	5.0				
Fast	6	19.50	31.0	3.0				
Leire_2	7	19.50	---	---	220.0	100	0.63	0.35
Morene	8	19.00	35.0	3.5				
Berg								



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Ny_fylling	1	18.00	31.0	3.0
Oppfylt_sand	10	18.00	33.0	0.0
Torv	2	13.00	20.0	1.8
Leire_oppfylt	3	19.50	26.6	5.0
Leire	4	19.50	26.6	5.0
Kvikkleire	5	20.00	24.0	0.0
Leire_1	9	19.50	26.6	5.0
Fast	6	19.50	31.0	3.0
Leire_2	7	19.50	26.6	5.0
Morene	8	19.00	35.0	3.5
Berg				



<table border="1"> <tr> <td>16.11.2020</td> <td>MAL</td> <td>EOH</td> <td>EOH</td> </tr> <tr> <td>REV. DATO ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GOEDK</td> </tr> </table>			16.11.2020	MAL	EOH	EOH	REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GOEDK	<p>Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no</p>	<p>OPPDAG <b>Rimol Miljøpark</b></p> <p>OPPDAGSGIVER <b>Rimol Miljøpark</b></p>	<p>INNHOOLD STABILITETSBEREGNING PROFIL D Effektivspenningsanalyse Med ny fylling Høydesystem NN2000</p>	<p>OPPDAG NR. 1350024867</p> <p>MÅLESTOKK 1:500</p> <p>BLAD NR. AV</p> <p>TEGNINGS NR. REV.</p>	<p>109</p>
16.11.2020	MAL	EOH	EOH												
REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GOEDK												



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny_fylling	1	18.00	---	---	35.0	1.00	1.00	1.00
Oppfylt_sand	10	18.00	33.0	0.0				
Ny_fylling	2	18.00	---	---	35.0	1.00	1.00	1.00
Leire_oppfylt	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	4	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	5	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire_1	9	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Fast	6	19.50	31.0	3.0				
Leire_2	7	19.50	---	---	220.0	1.00	0.63	0.35
Morene	8	19.00	35.0	3.5				
Berg								

Fc=155

Grunnvannslinje lagt inn med 5 kN/m3 i tyngdetetthet

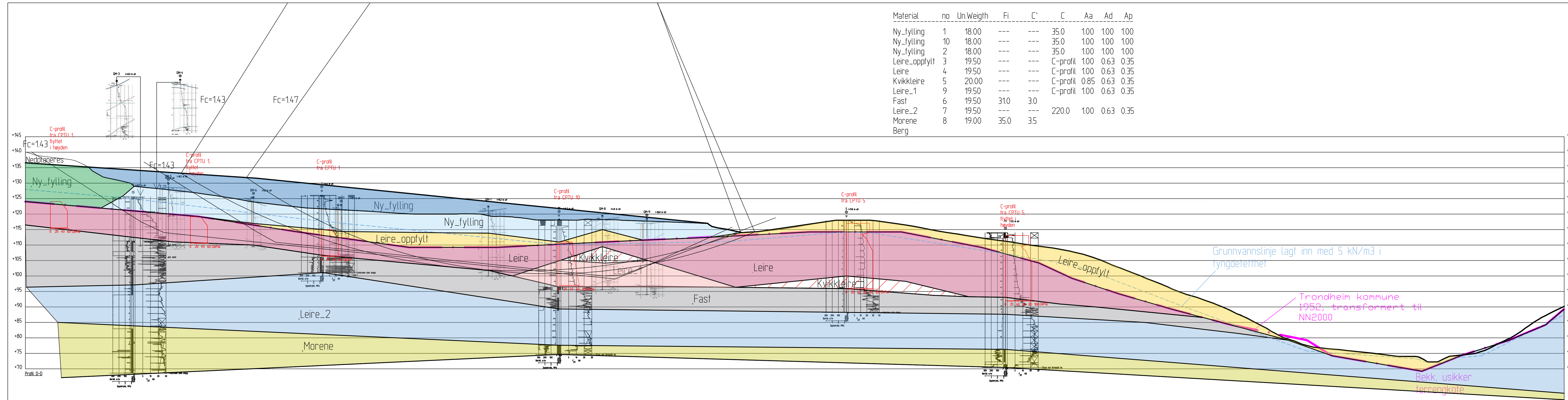
Trondheim kommune 1952, transformert til NN2000

Bekk, usikker terrengkote

<table border="1"> <tr> <td>16.11.2020</td> <td>MAL</td> <td>EOH</td> <td>EOH</td> </tr> <tr> <td>REV. DATO ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> <tr> <td colspan="4">TEGNINGSSTATUS</td> </tr> </table>	16.11.2020	MAL	EOH	EOH	REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ	TEGNINGSSTATUS				<p>Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no</p>	<p>OPDRAG <b>Rimol Miljøpark</b></p> <p>OPDRAGSGIVER <b>Rimol Miljøpark</b></p>	<p>INNHOOLD <b>STABILITETSBEREGNING PROFIL D</b> Totalspenningsanalyse Med ny fylling og fjernet torv Høydesystem NN2000</p>	<p>OPDRAG NR. 1350024867</p>	<p>MÅLESTOKK 1:500</p>	<p>BLAD NR. AV</p>	<p>TEGNING NR. 110</p>	<p>REV.</p>
16.11.2020	MAL	EOH	EOH																	
REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																	
TEGNINGSSTATUS																				

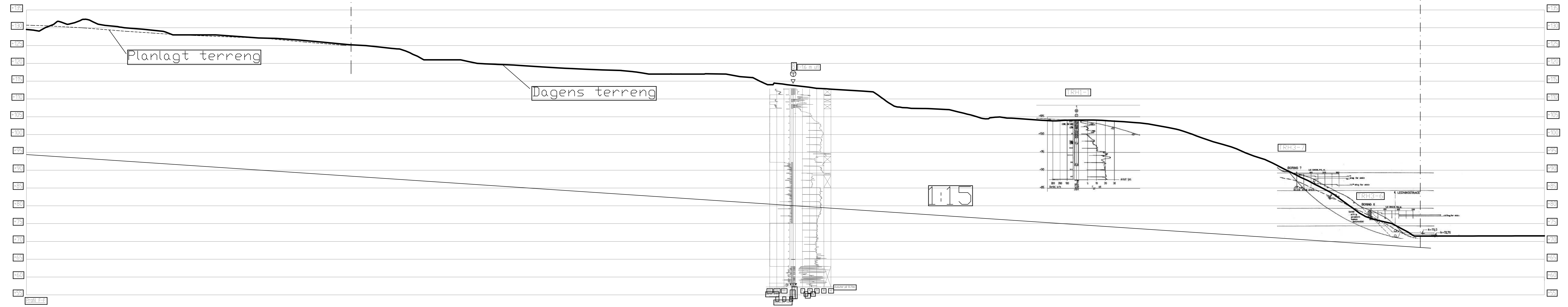


Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Ny_fylling	1	18.00	---	---	35.0	1.00	1.00	1.00
Ny_fylling	10	18.00	---	---	35.0	1.00	1.00	1.00
Ny_fylling	2	18.00	---	---	35.0	1.00	1.00	1.00
Leire_oppfylt	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	4	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	5	20.00	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire_1	9	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Fast	6	19.50	31.0	3.0				
Leire_2	7	19.50	---	---	220.0	1.00	0.63	0.35
Morene	8	19.00	35.0	3.5				
Berg								



16.11.2020	MAL	EOH	EOH	<b>RAMBOLL</b> Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDAG	Rimol Miljøpark	INNHOOLD	OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
REV. DATO ENDRING	TEGN	KONTR	GOODK		OPPDAGSGIVER	Rimol Miljøpark	STABILITETSBEREGNING PROFIL D	1350024867	1:500		
TEGNINGSSTATUS							Med ny fylling og fjernet torv og sand			TEGNING NR.	REV.
							Høydesystem NN2000			112	

300 m



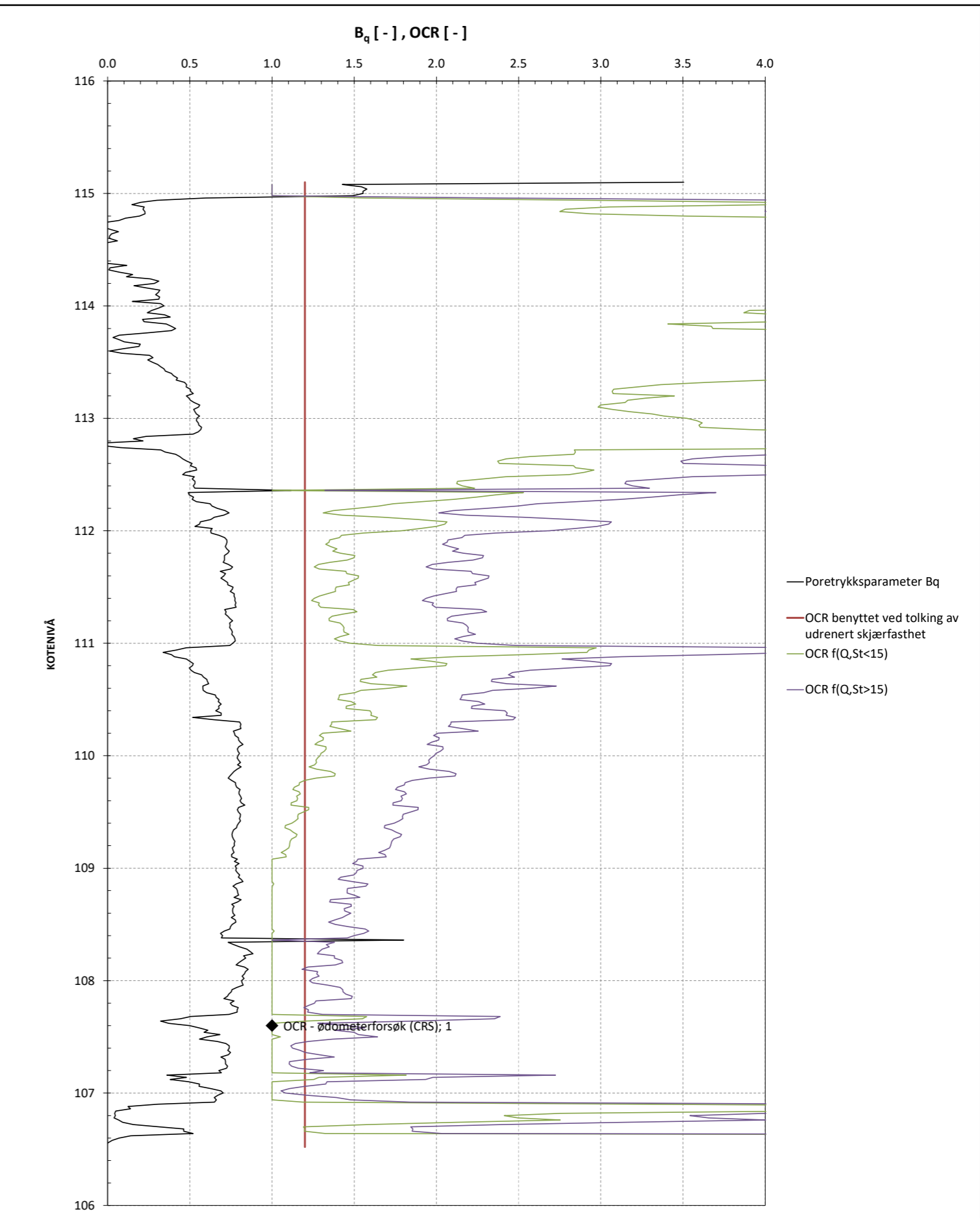
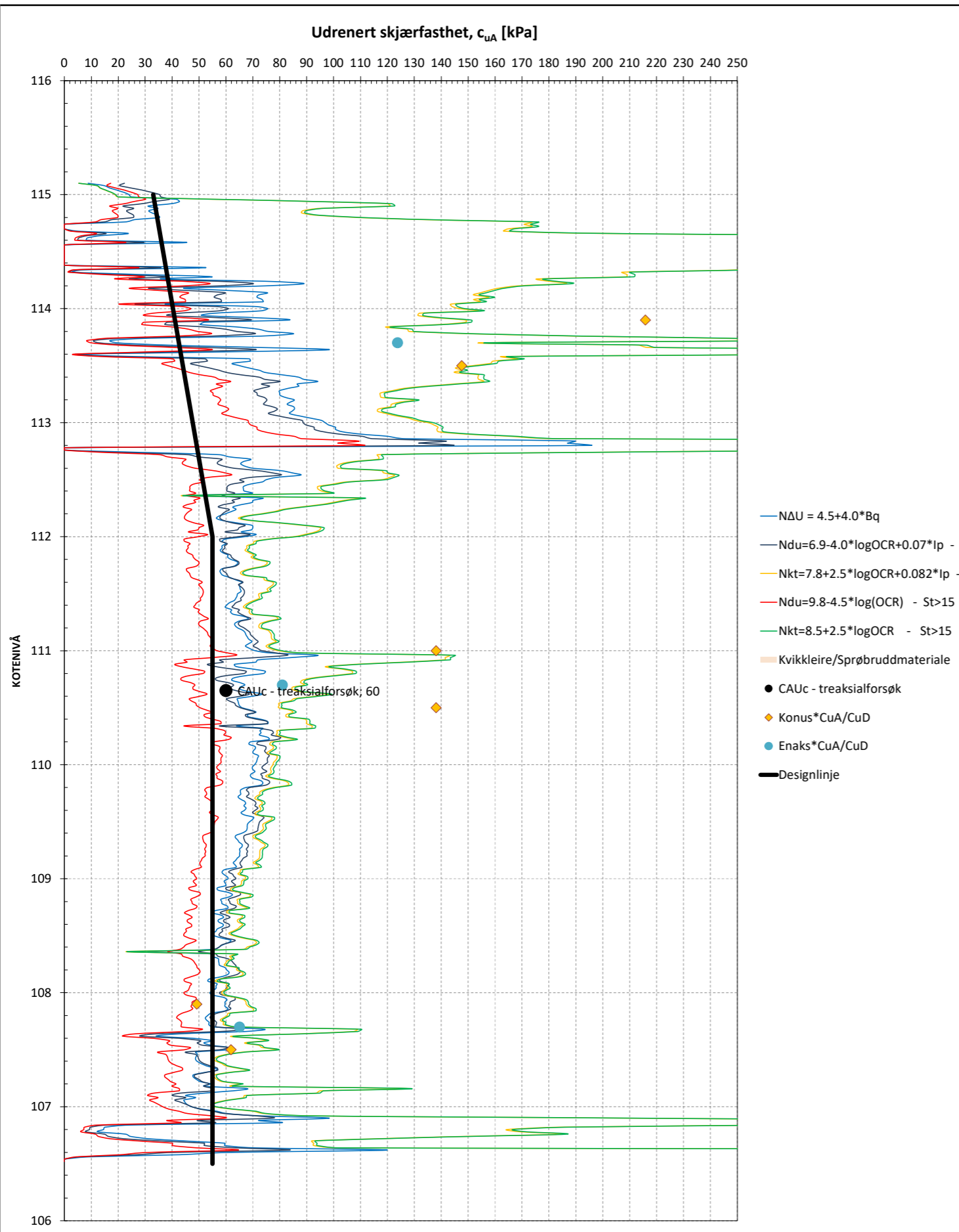
1	19.2.2021	Revidert etter uavh. kontroll	MAL	EOH	EOH
	15.12.2020		MAL	EOH	EOH
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRA  
**Rimol miljøpark**  
OPPDRA  
**Rimol miljøpark**

INNHOLD  
PROFIL F  
Høydesystem NN2000

OPPDRA NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350024867	1:500		
TEGNING NR.			REV.
113			1



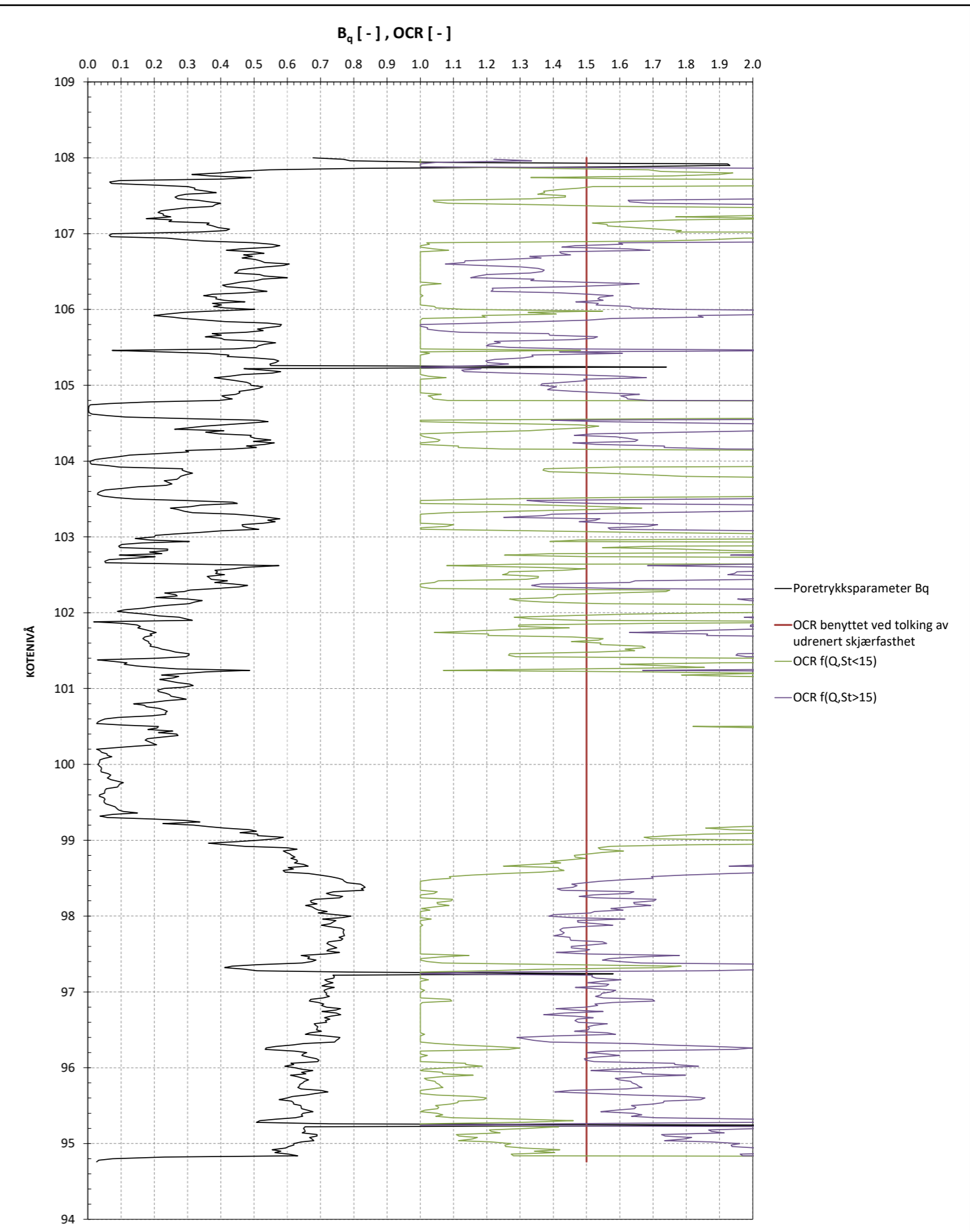
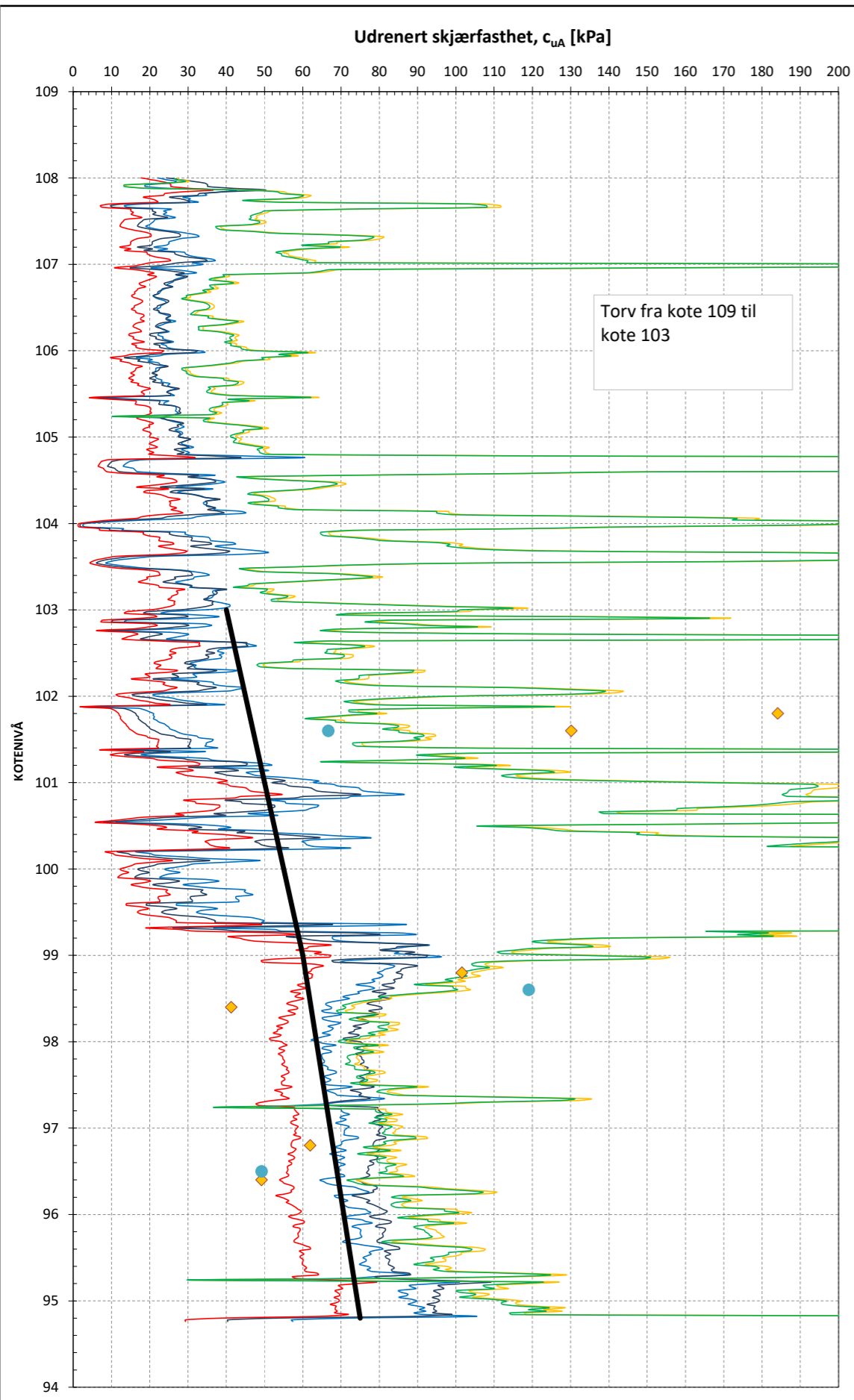
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b> 50 % hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Manuell fordeling
<b>Grunnvannstand [Z]:</b> 4 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = \beta =$
<b>Overkonsolidering:</b> Konstantverdi OCR = 1.2		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0.63$
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b> Konstant, $I_p = 10$		

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
115.0	33.0
112.0	55.0
106.5	55.0



Rimol Miljøpark		Oppdrag 1350024867
Rimol Miljøpark		
Borpunkt: 1	Terrengkote: 126.1	Tegn./kontr. MAL/EOH
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 16.11.2020
		Tegn. Nr. 114



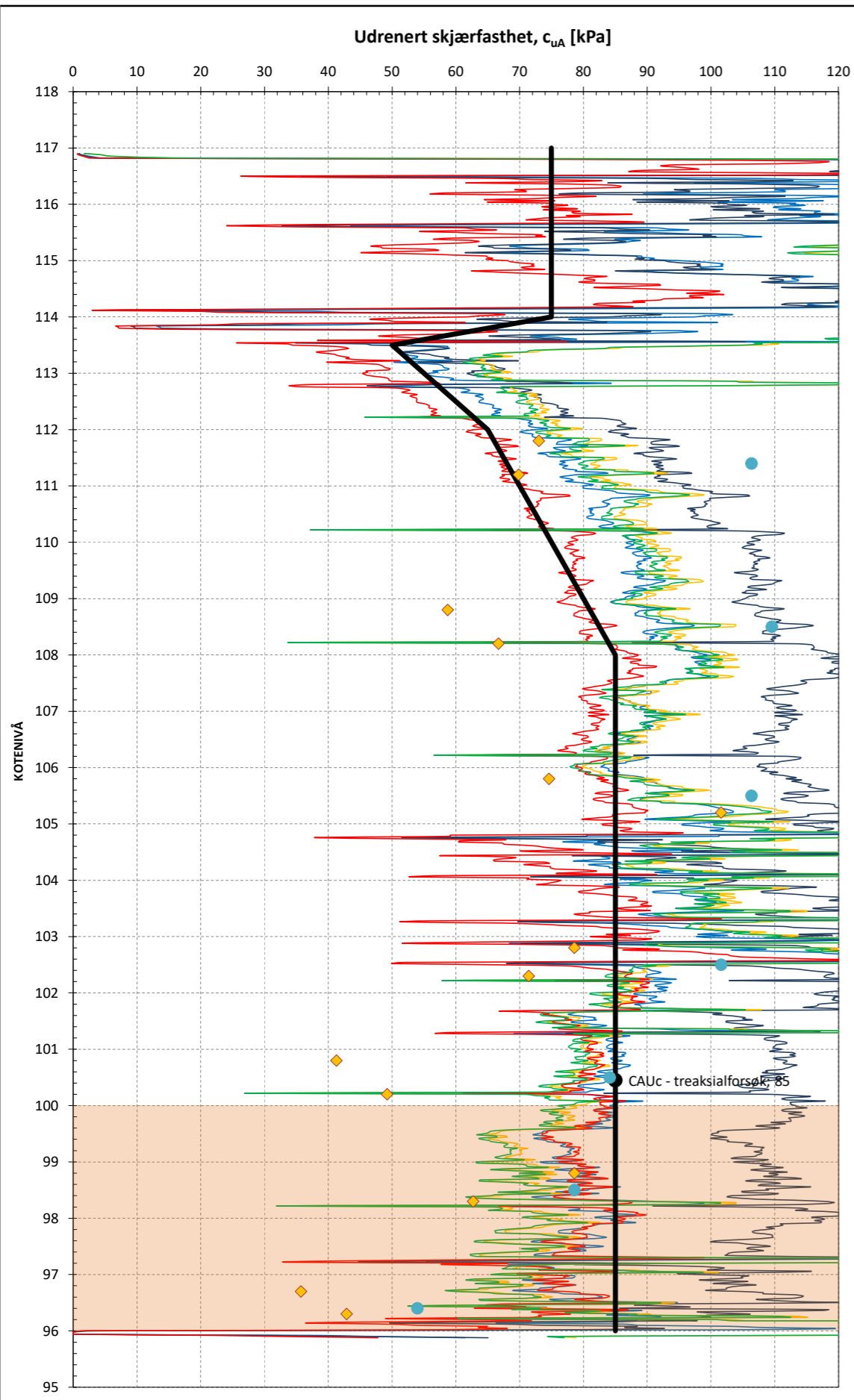
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b> 50 % hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Manuell fordeling
<b>Grunnvannstand [Z]:</b> 8 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = \beta =$
<b>Overkonsolidering:</b> Konstantverdi OCR = 1.5		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b> Konstant, $I_p = 5$		

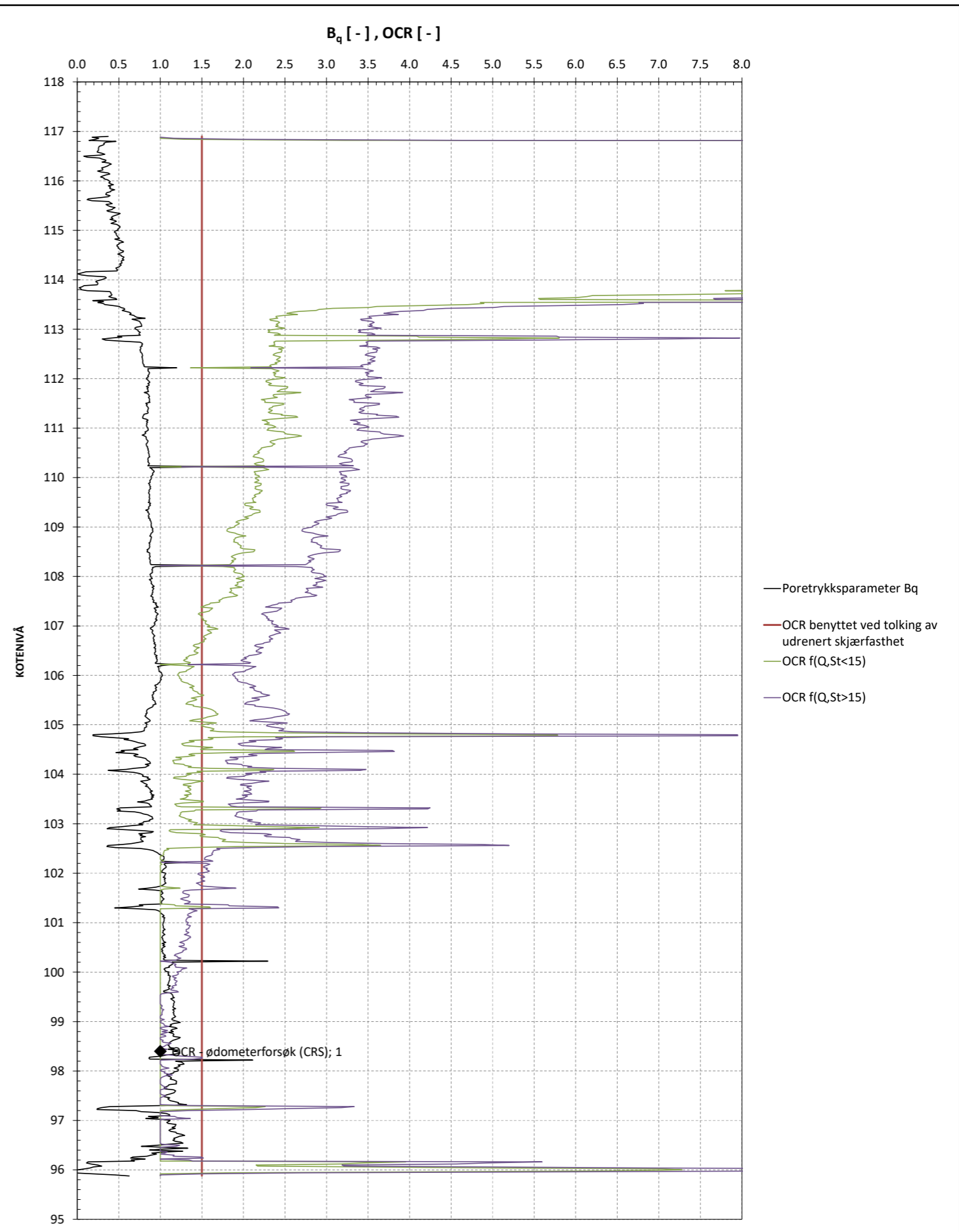
Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
103.0	40.0
99.0	60.0
94.8	75.0



Rimol Miljøpark		Tegn./kontr. MAL/EOH	Oppdrag 1350024867
Rimol Miljøpark			
Borpunkt: 4	Terrengekote: 113.0	Dato 16.11.2020	Tegn. Nr. 115
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR			



- $N\Delta u = 4.5 + 4.0 \cdot B_q$
- $Ndu = 6.9 - 4.0 \cdot \log OCR + 0.07 \cdot I_p - St < 15$
- $Nkt = 7.8 + 2.5 \cdot \log OCR + 0.082 \cdot I_p - St < 15$
- $Ndu = 9.8 - 4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $Nkt = 8.5 + 2.5 \cdot \log OCR - St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUc - treksialforsøk
- ◆ Konus\*CuA/CuD
- Enaks\*CuA/CuD
- Designlinje



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

**Tolkningsgrunnlag**

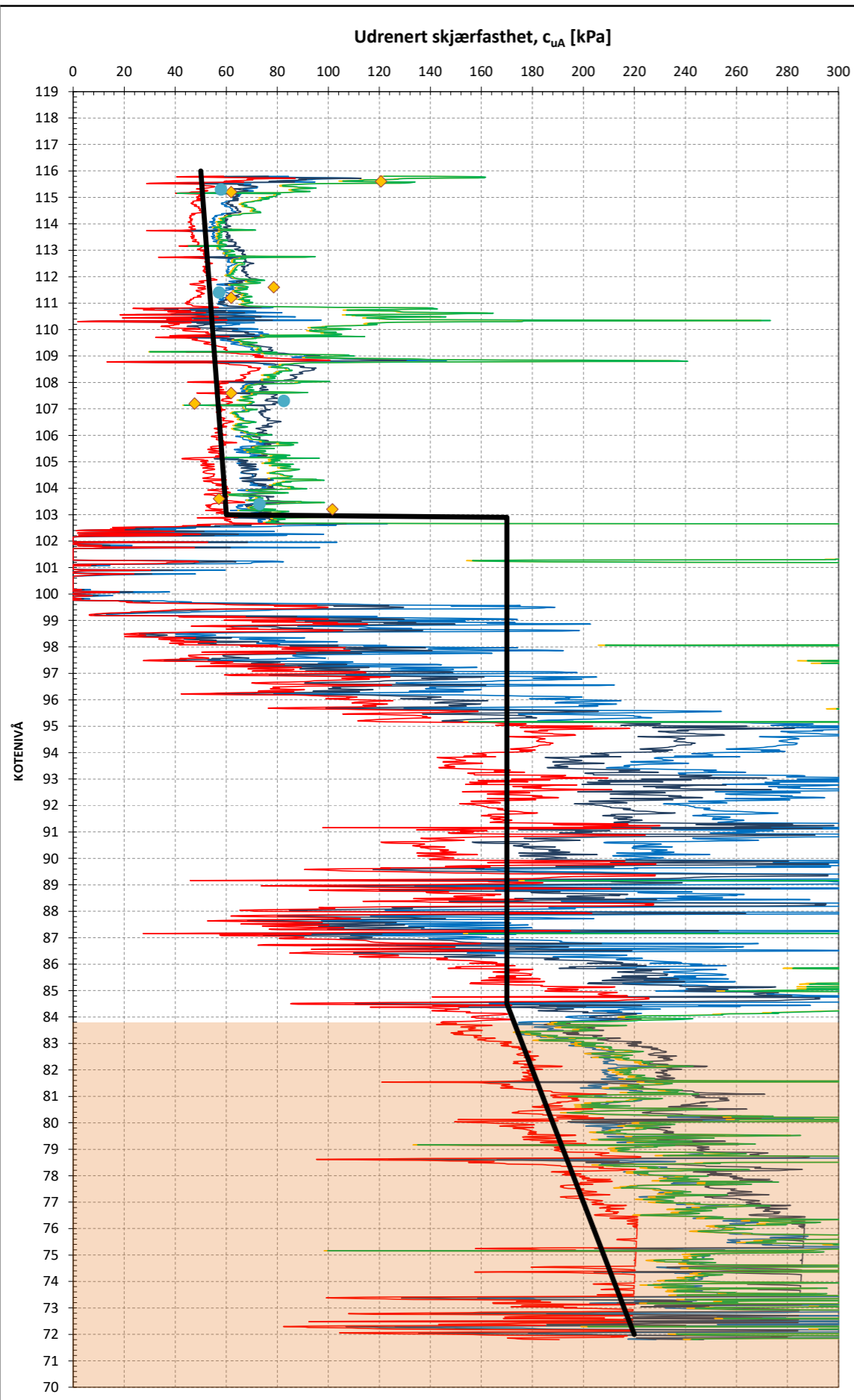
<b>In-situ poretrykk:</b>	50 % hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 20 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	4 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = \beta =$
<b>Overkonsolidering:</b>	Konstantverdi OCR = 1.5		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, I<sub>p</sub>:</b>	Konstant, I <sub>p</sub> = 6		

Designlinje, c <sub>uA</sub>	
Kote	c <sub>uA</sub>
117.0	75.0
114.0	75.0
113.5	50.0
112.0	65.0
108.0	85.0
102.0	85.0
101.9	85.0
96.0	85.0

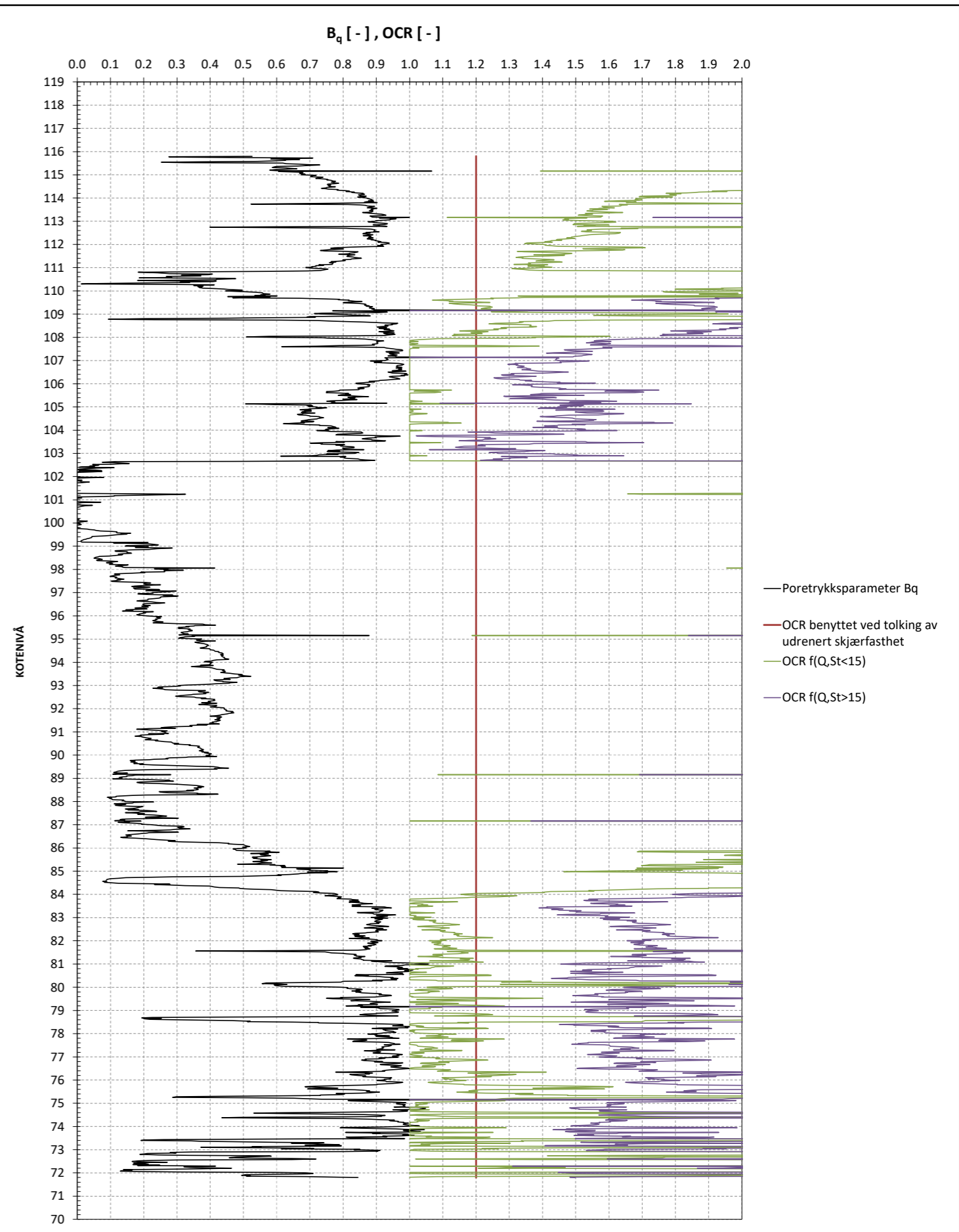


Rimol Miljøpark		Tegn./kontr. MAL/EOH	Oppdrag 1350024867
Rimol Miljøpark			
Borpunkt:	5	Terrengkote: 117.9	Vedlegg -
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 16.11.2020	Tegn. Nr. 116





- $N_{\Delta U} = 4.5 + 4.0 \cdot B_q$
- $N_{du} = 6.9 - 4.0 \cdot \log(OCR) + 0.07 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{kt} = 7.8 + 2.5 \cdot \log(OCR) + 0.082 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{du} = 9.8 - 4.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- $N_{kt} = 8.5 + 2.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUc - treaksialforsøk
- ◆ Konus\*CuA/CuD
- Enaks\*CuA/CuD
- Designlinje



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

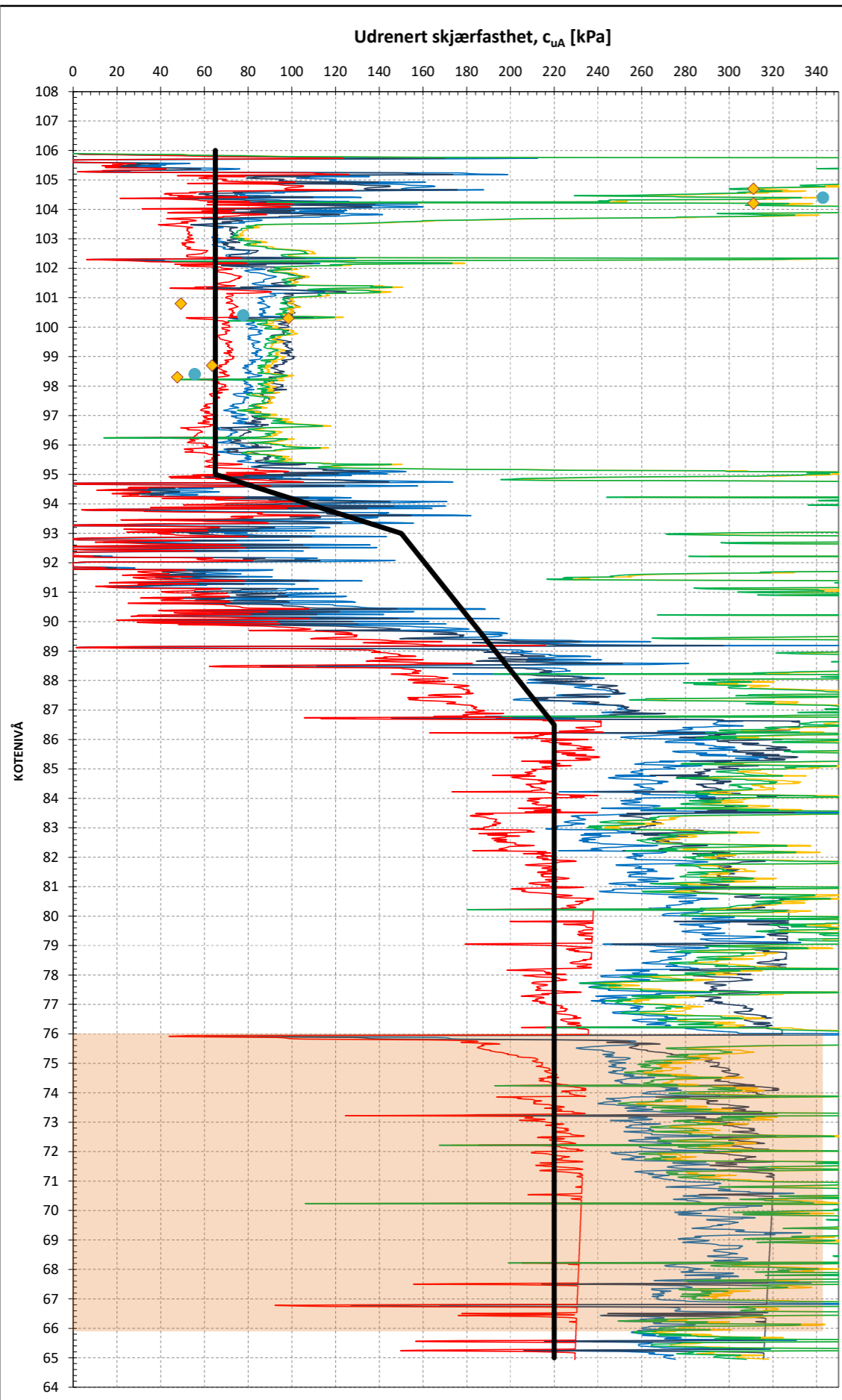
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b> 50 % hydrostatisk	<b>Romvekt:</b> Konstant, 20 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b> 4 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b> $\alpha = \beta =$
<b>Overkonsolidering:</b> Konstantverdi OCR = 1.2	Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, I<sub>p</sub>:</b> Konstant, I <sub>p</sub> = 10	

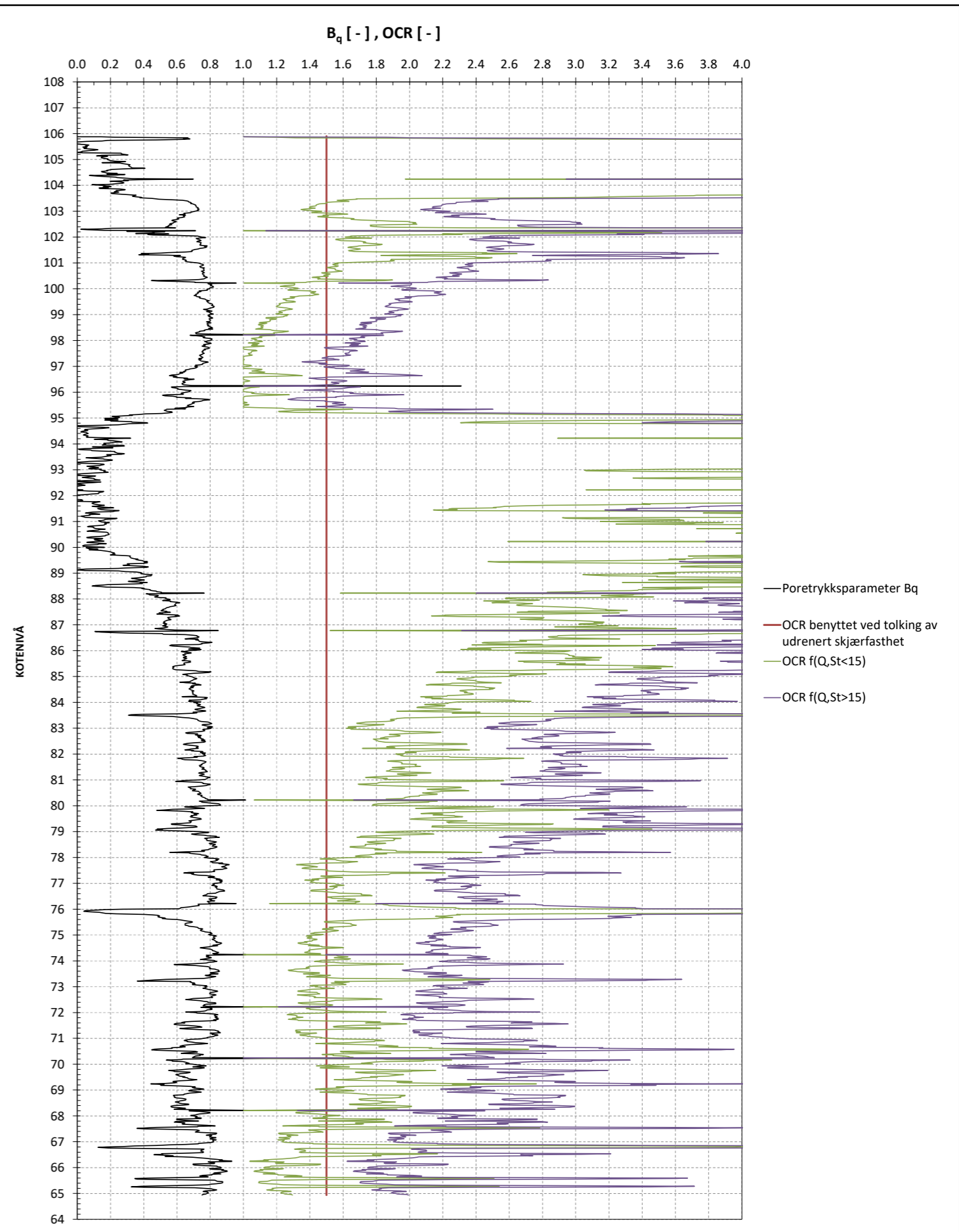
Designlinje, c <sub>uA</sub>	
Kote	c <sub>uA</sub>
116.0	50.0
103.0	60.0
102.9	170.0
84.5	170.0
77.0	200.0
72.0	220.0



Rimol Miljøpark		Tegn./kontr. MAL/EOH	Oppdrag 1350024867
Rimol Miljøpark			
Borpunkt: 7	Terrengekote: 119.8	Dato 16.11.2020	Tegn. Nr. 117
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR			



- $N_{\Delta U} = 4.5 + 4.0 \cdot B_q$
- $N_{du} = 6.9 - 4.0 \cdot \log(OCR) + 0.07 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{kt} = 7.8 + 2.5 \cdot \log(OCR) + 0.082 \cdot I_p$  -  $St < 15$
- $N_{du} = 9.8 - 4.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- $N_{kt} = 8.5 + 2.5 \cdot \log(OCR)$  -  $St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUc - treaksialforsøk
- ◆ Konus\*CuA/CuD
- Enaks\*CuA/CuD
- Designlinje



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

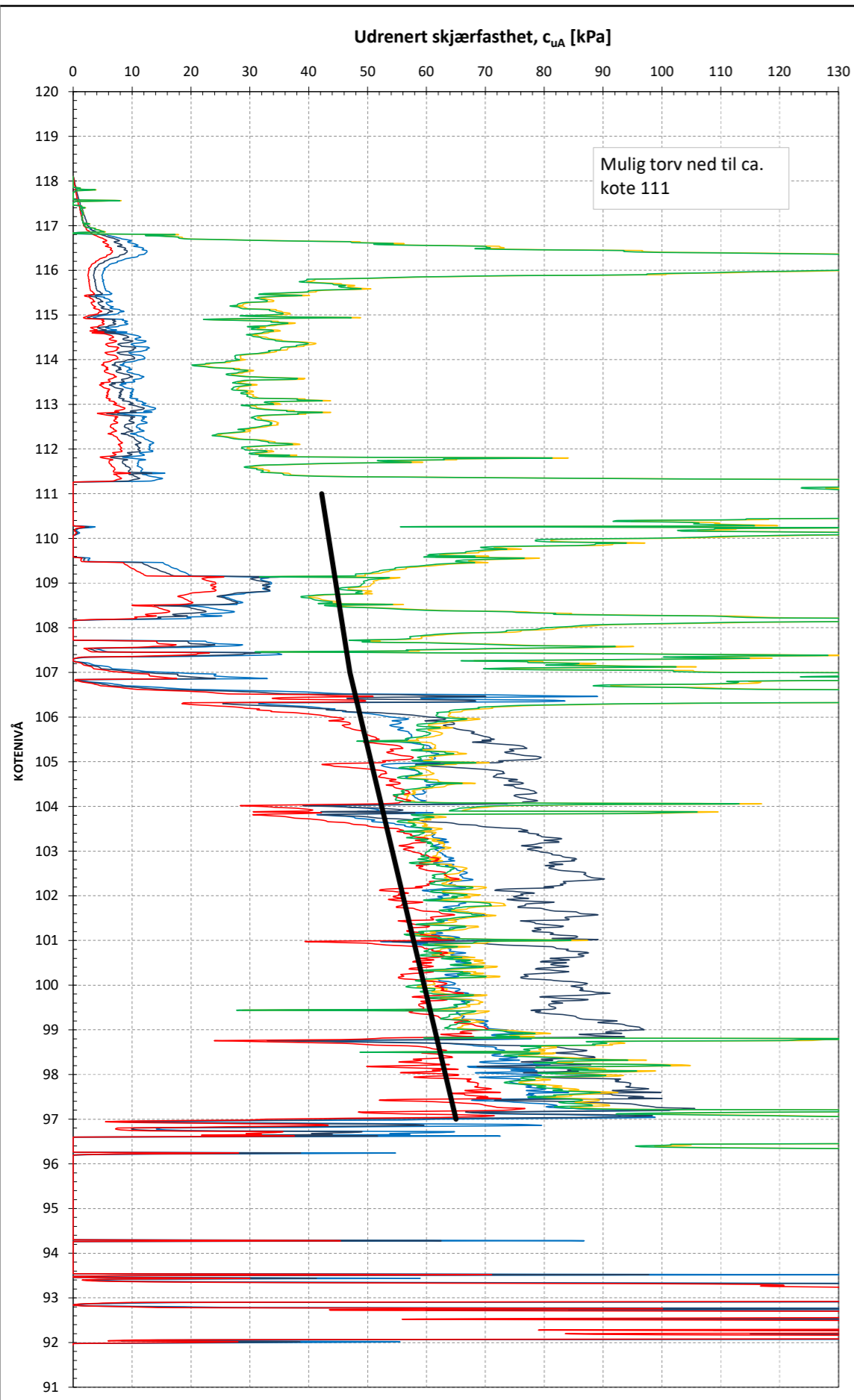
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b> 50 % hydrostatisk	<b>Romvekt:</b> Konstant, 20 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b> 4 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b> $\alpha = \beta =$
<b>Overkonsolidering:</b> Konstantverdi OCR = 1.5	Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b> Konstant, $I_p = 5$	

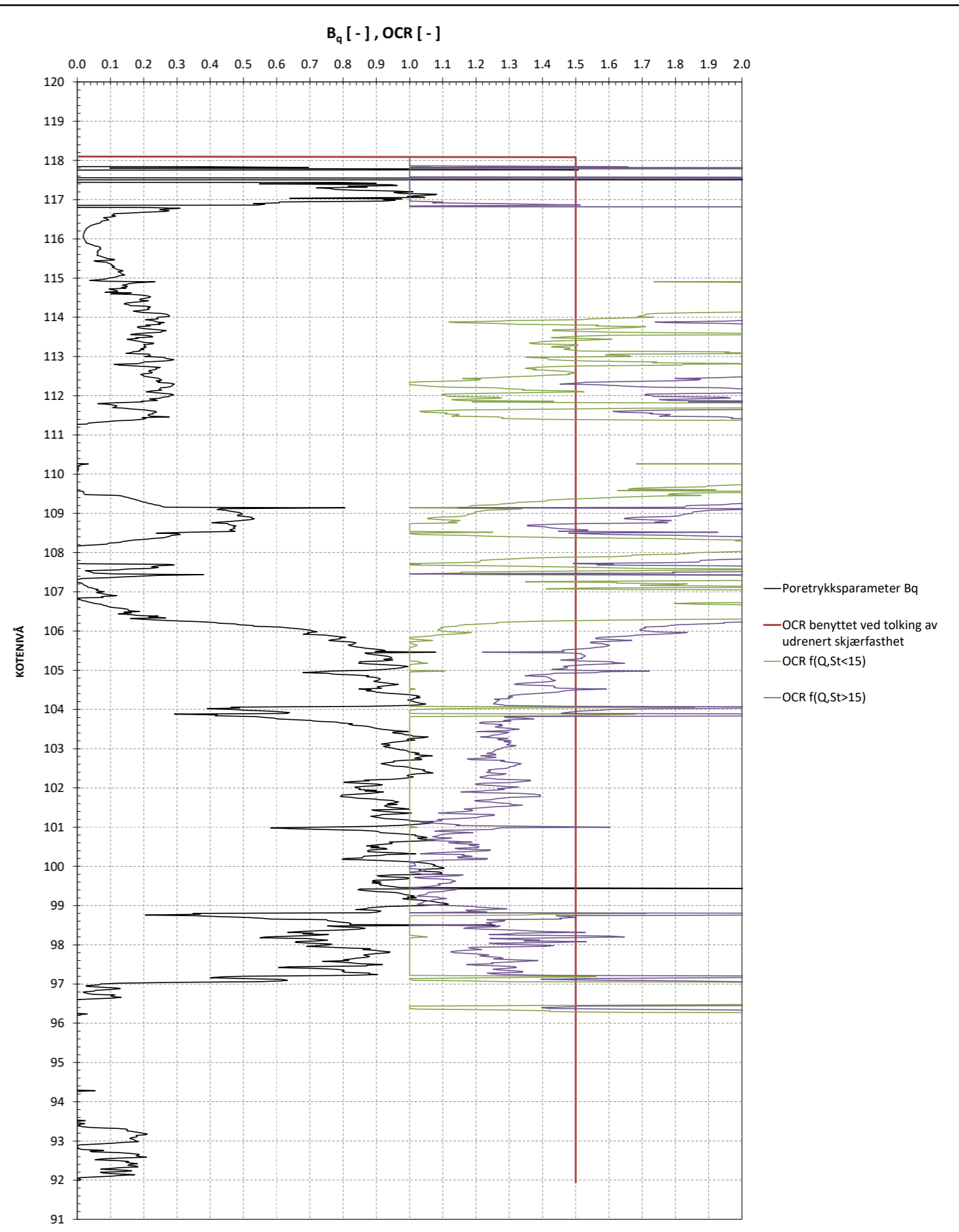
Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
106.0	65.0
93.0	150.0
86.5	220.0
65.0	220.0



Rimol Miljøpark AS		Tegn./kontr. MAL/EOH	Oppdrag 1350024867
Rimol Miljøpark			Vedlegg -
Borpunkt: 8	Terrengekote: 112.9	Dato 16.11.2020	Tegn. Nr. 118
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR			



- $N\Delta U = 4.5 + 4.0 \cdot B_q$
- $Ndu = 6.9 - 4.0 \cdot \log OCR + 0.07 \cdot I_p - St < 15$
- $Nkt = 7.8 + 2.5 \cdot \log OCR + 0.082 \cdot I_p - St < 15$
- $Ndu = 9.8 - 4.5 \cdot \log(OCR) - St > 15$
- $Nkt = 8.5 + 2.5 \cdot \log OCR - St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUc - treaksialforsøk
- ◆ Konus\*CuA/CuD
- Enaks\*CuA/CuD
- Designlinje



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

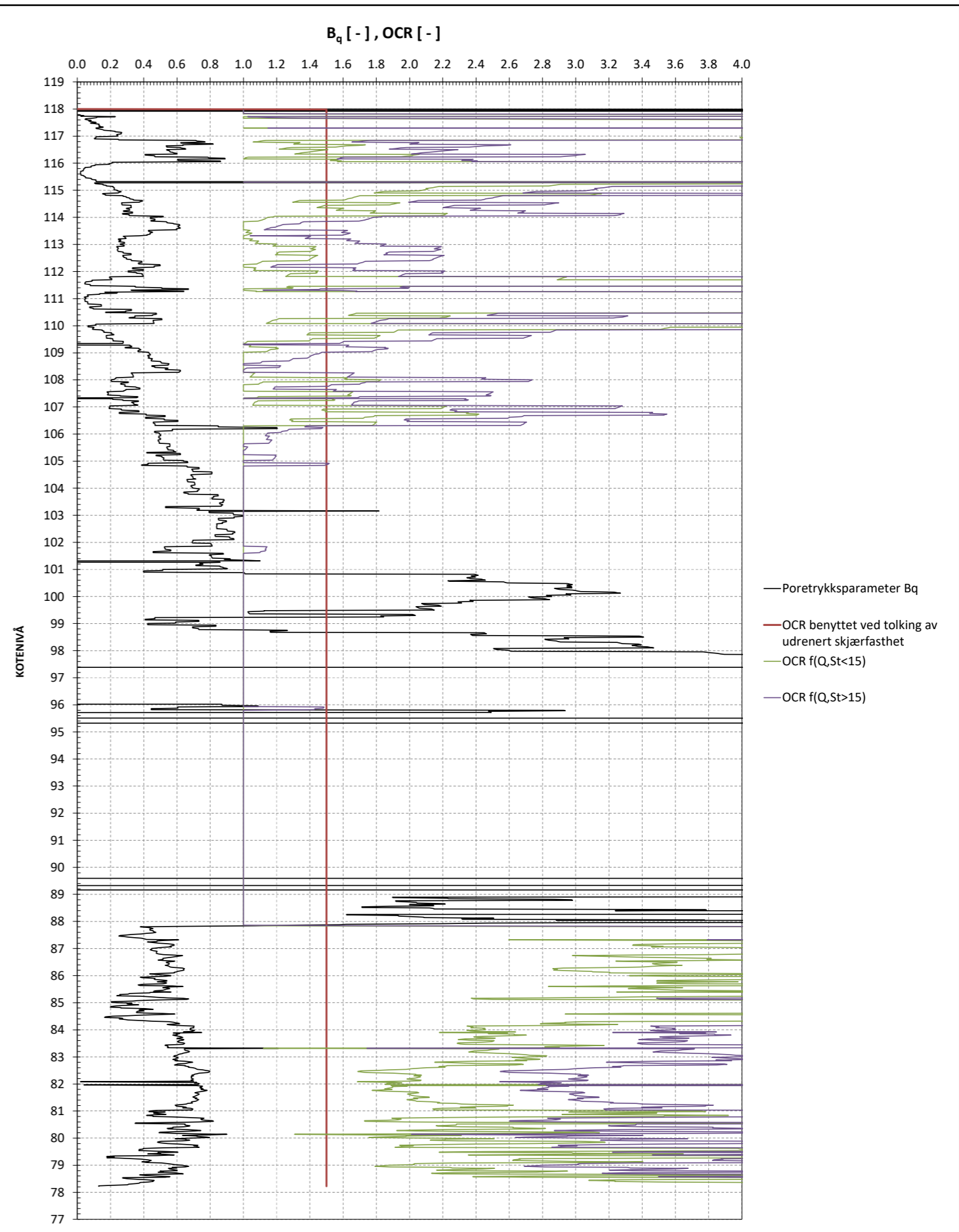
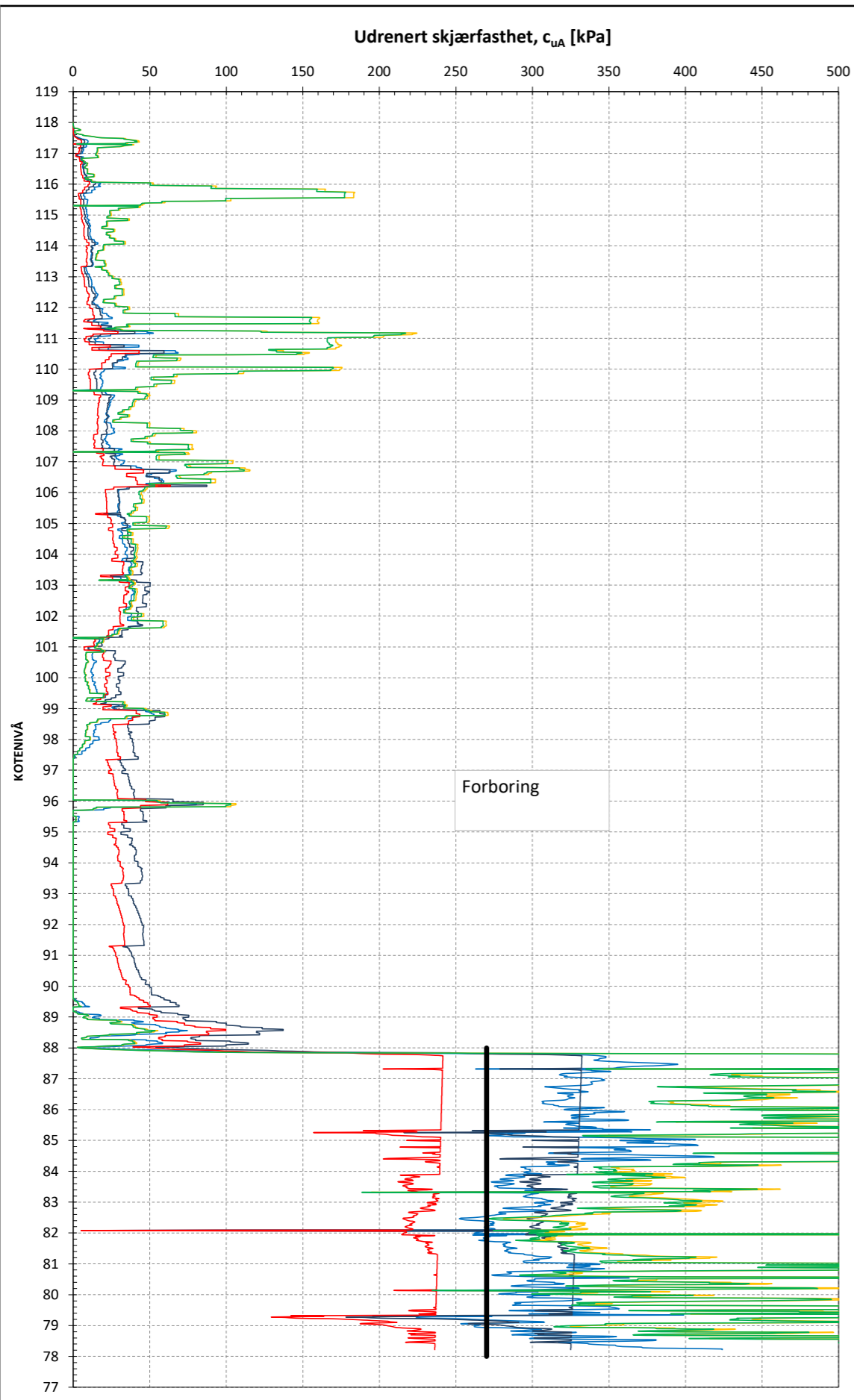
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b> 50 % hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Manuell fordeling
<b>Grunnvannstand [Z]:</b> 8 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = \beta =$
<b>Overkonsolidering:</b> Konstantverdi OCR = 1.5		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b> Konstant, $I_p = 5$		

Designlinje, $c_{uA}$	
Kote	$c_{uA}$
111.0	42.2
107.0	47.0
97.0	65.0



Rimol Miljøpark		Tegn./kontr. MAL/EOH	Oppdrag 1350024867
Rimol Miljøpark			
Borpunkt: 10	Terrengekote: 118.1	Dato 16.11.2020	Tegn. Nr. 119
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR			



**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b> 50 % hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Manuell fordeling
<b>Grunnvannstand [Z]:</b> 8 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = \quad \beta =$
<b>Overkonsolidering:</b> Konstantverdi OCR = 1.5		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b> Konstant, $I_p = 5$		

Designlinje, $c_{uA}$	Kote	$c_{uA}$
	88.0	270.0
	78.0	270.0



Rimol Miljøpark		Tegn./kontr. MAL/EOH	Oppdrag 1350024867
Rimol Miljøpark			
Borpunkt: 10	Terrengekote: 118.0	Dato 16.11.2020	Tegn. Nr. 120
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR			

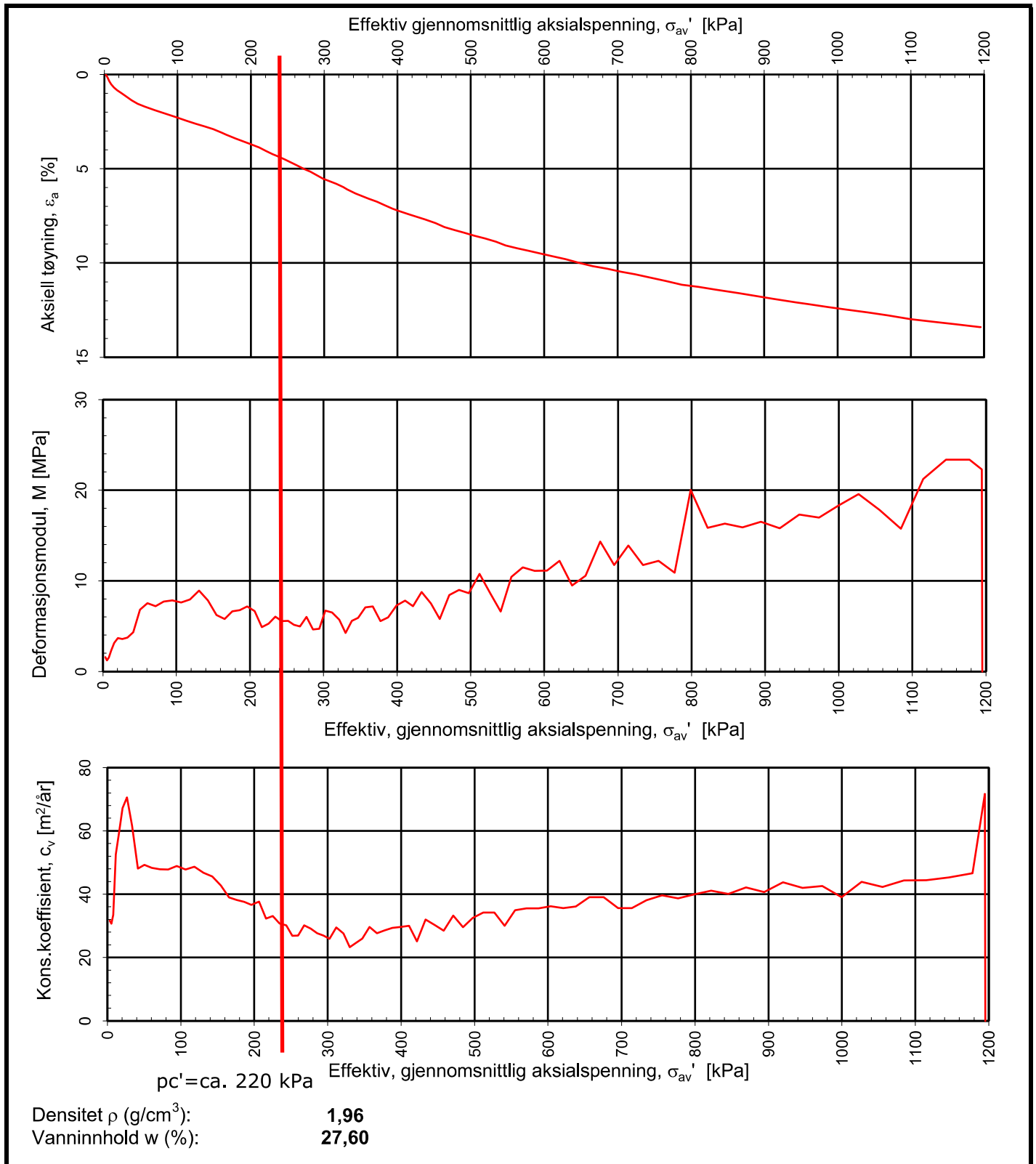
Ref.: "Program for økt sikkerhet mot leirskred Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire"  
20001008-2 datert 31 august 2001. Revisjon 3 datert 8 oktober 2008.

Oppdrag: Rimol miljøpark  
Oppdragsnummer: 1350024867  
Saksbehandler: Margrete Åsmul  
Dato: 16.11.2020  
Kontrollert: Even Øiseth

Skadekonsekvens					Forklaring						
vurdering:					Faktor						
Faktor	vektall	Analyse 2020	Korrigert analyse etter oppfylling	kommentar	Faktor	vektall	Konsekvens, score				
							3	2	1	0	
Boligheter	4	0	0		Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	
Næringsbygg, personer	3	2	2		Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0		Annen Bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	
Vei	2	0	0		Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	
Toglinje	2	0	0		Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen	
Kraftnett	1	1	1		Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	
Oppdemming/flo	2	3	3		Oppdemming/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	
Poeng (score x vektall):		13	13								
<b>Beregnet skadekonsekvensklasse:</b>		<b>Alvorlig</b>	<b>Alvorlig</b>								
Skadekonsekvens		0.29	0.29								

Faregradsklasser (sannsynlighet)					Forklaring						
vurdering:					Faktor						
Faktor	vektall	Analyse 2020	Korrigert analyse	kommentar	Faktor	vektall	Faregrad, score				
							3	2	1	0	
Tidligere skredaktivitet	1	2	2		Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde	2	3	3		Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15	
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	3		Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0	
Poretrykk, overtrykk	3	0	0		Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	
Poretrykk, undertrykk	-3	2	2		Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	
Kvikkleiremektighet	2	0	0		Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	1	3	3	Punkt 5	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	
Erosjon	3	1	1		Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen	
Inngrep, forverring	3	0	1		Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	
Inngrep, forbedring	-3	0	0		Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	
Poeng (score x vektall):		14	17								
<b>Beregnet faregradsklasse:</b>		<b>Lav</b>	<b>Lav</b>								
Faregrad		0.27	0.33								

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	793	963
<b>Risikoklasse:</b>	<b>3</b>	<b>3</b>



## Anleggsmaskiner AS Grunnundersøkelser Rimol miljøpark

Tegningens filnavn:  
10217660-RIG-TEG-400\_h1, d18.45 .xlsx

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

### MULTICONSULT NORGE AS

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

Forsøksdato:  
22.04.2020

Dybde, z (m):  
18,45

Borpunkt nr.:  
1

Forsøknr.:  
1

Tegnet av:  
vt

Kontrollert:  
mash

Godkjent:  
MAGW

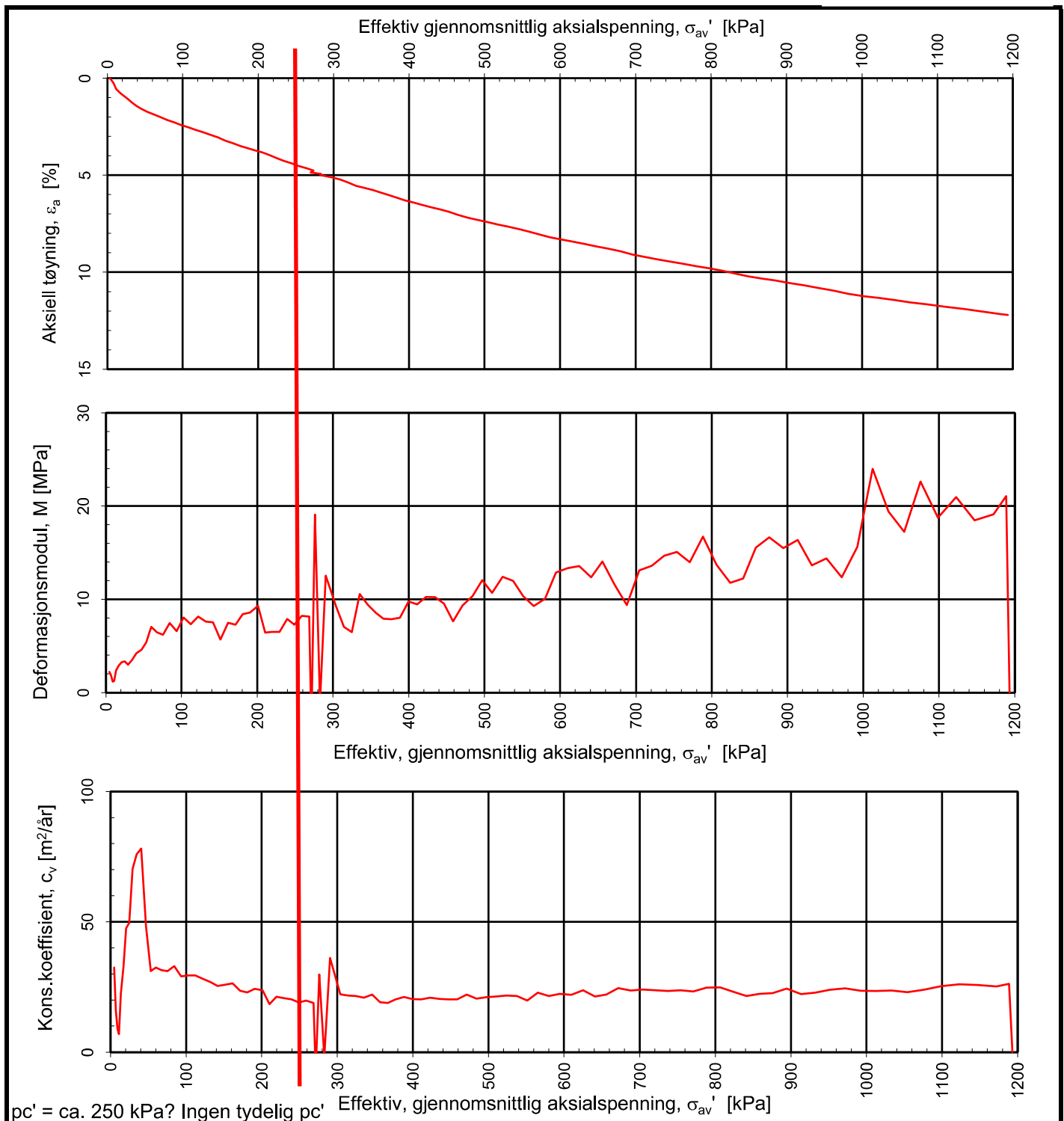
Oppdrag nr.:  
10217660

Tegning nr.:  
RIG-TEG-400.1

Prosedyre:  
CRS

Programrevisjon:  
16.07.2018

**Multi**  
consult



Densitet  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>): **1,99**  
 Vanninnhold  $w$  (%): **26,70**

## Anleggsmaskiner AS Grunnundersøkelser Rimol miljøpark

Tegningens filnavn:

10217660-RIG-TEG-401\_h5, d19,45m.xlsx

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

### MULTICONSULT NORGE AS

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

Forsøksdato:  
 23.04.2020

Dybde, z (m):  
 19,45

Borpunkt nr.:  
 5

Forsøknr.:  
 2

Tegnet av:  
 vt

Kontrollert:  
 mash

Godkjent:  
 MAGW

Oppdrag nr.:  
 10217660

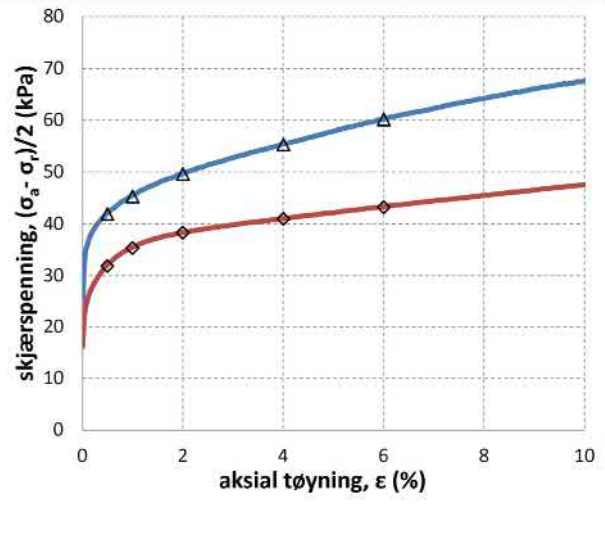
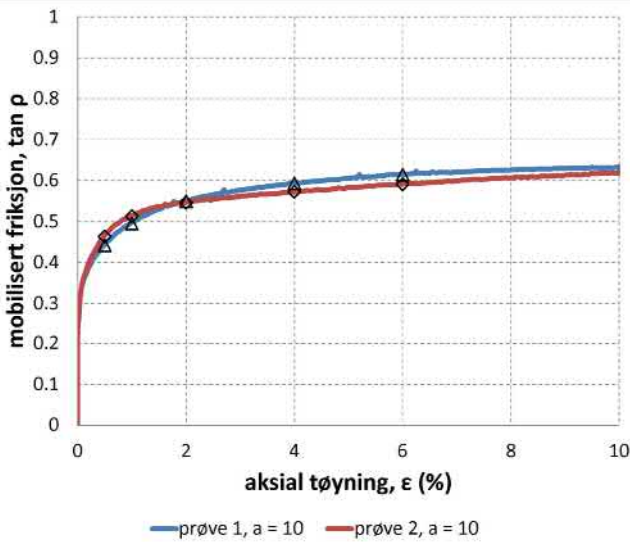
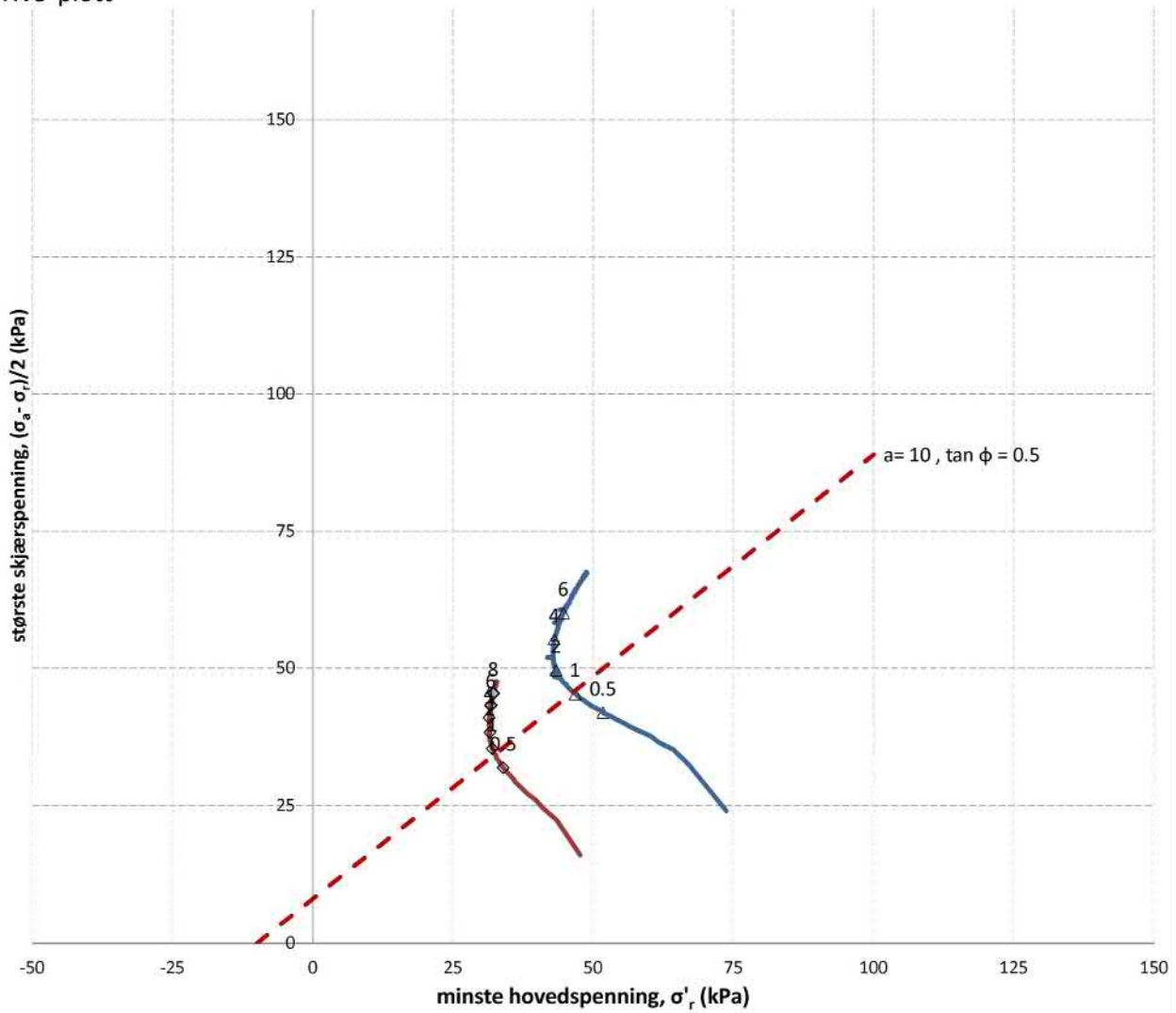
Tegning nr.:  
 RIG-TEG-401.1

Prosedyre:  
 CRS

Programrevisjon:  
 16.07.2018



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>v</sub> ' (kPa)	
1	Δ	1	a	15.5	CAUc	32.0	3.2	0.066	175	121	73	0
2	◇	1	a	15.4	CAUc	28.0	2.6	0.059	175	80	48	0



Rimol miljøpark

TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.  
MAL /EOH

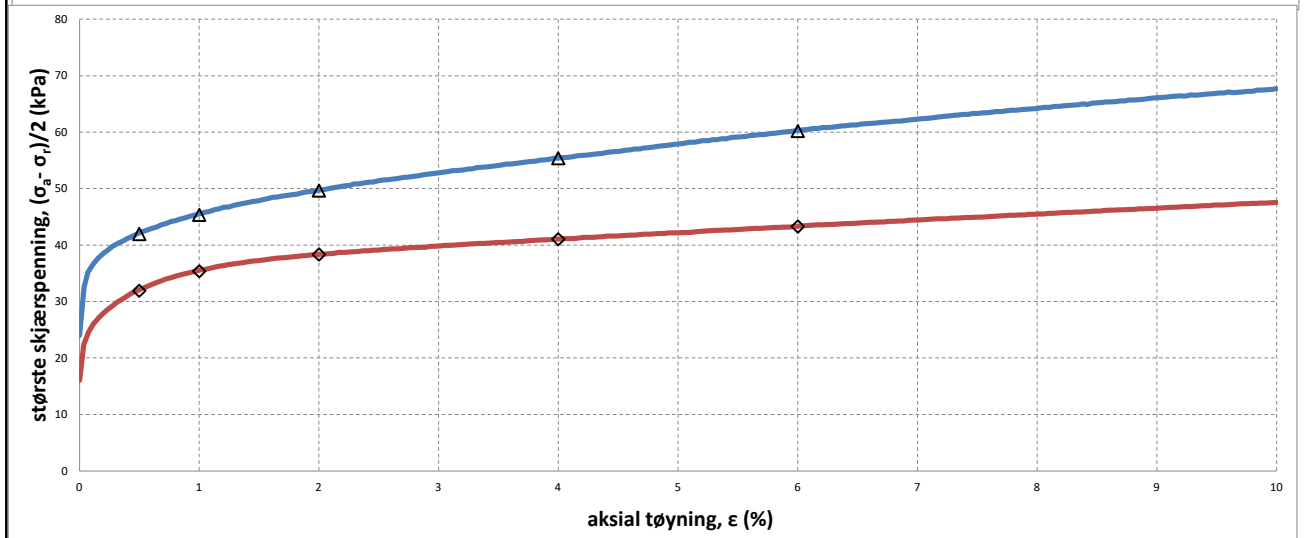
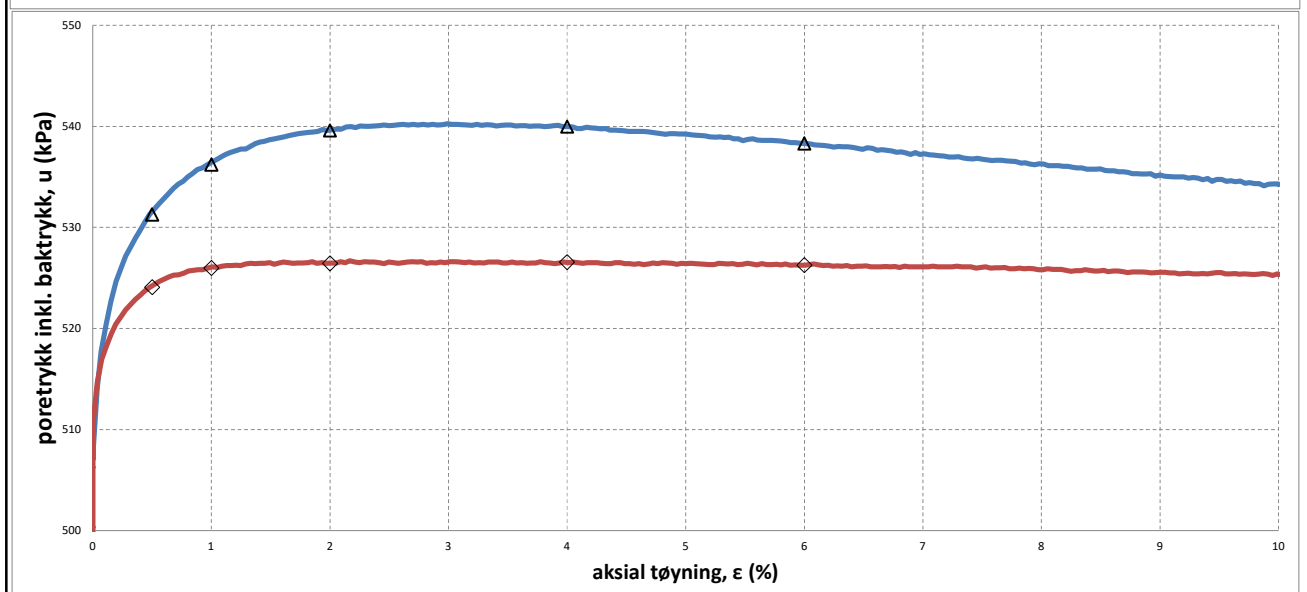
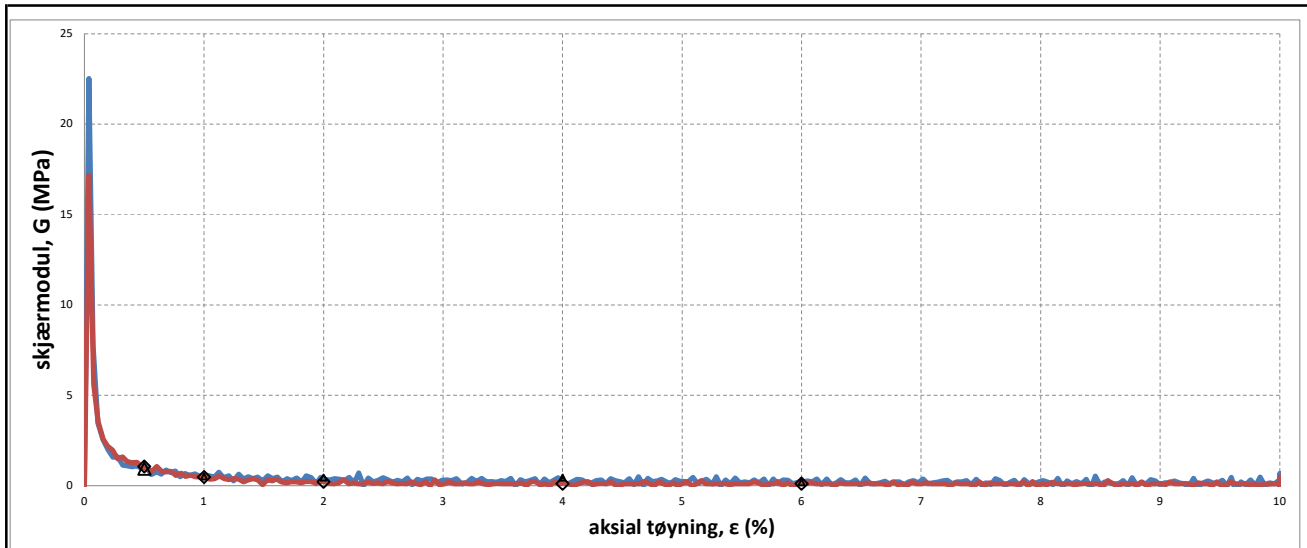
Dato  
16.11.2020

Oppdrag  
1350024867

Vedlegg  
3

Tegn. nr.





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	1	a	15.5	CAUc	32.0	3.2	0.066	175	121	73	0
2	◇	1	a	15.4	CAUc	28.0	2.6	0.059	175	80	48	0



Rimol miljøpark

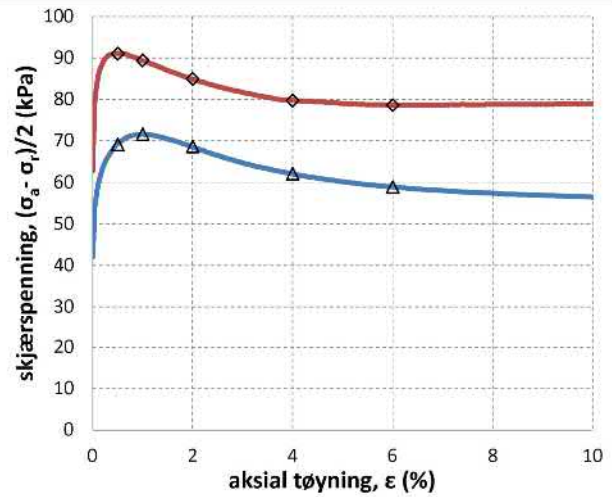
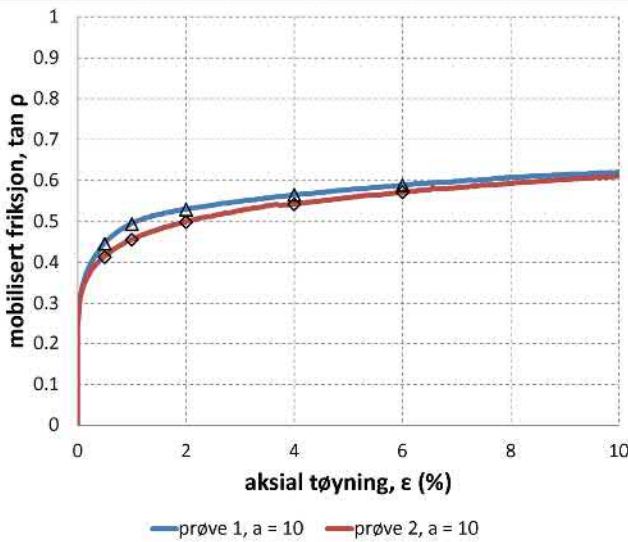
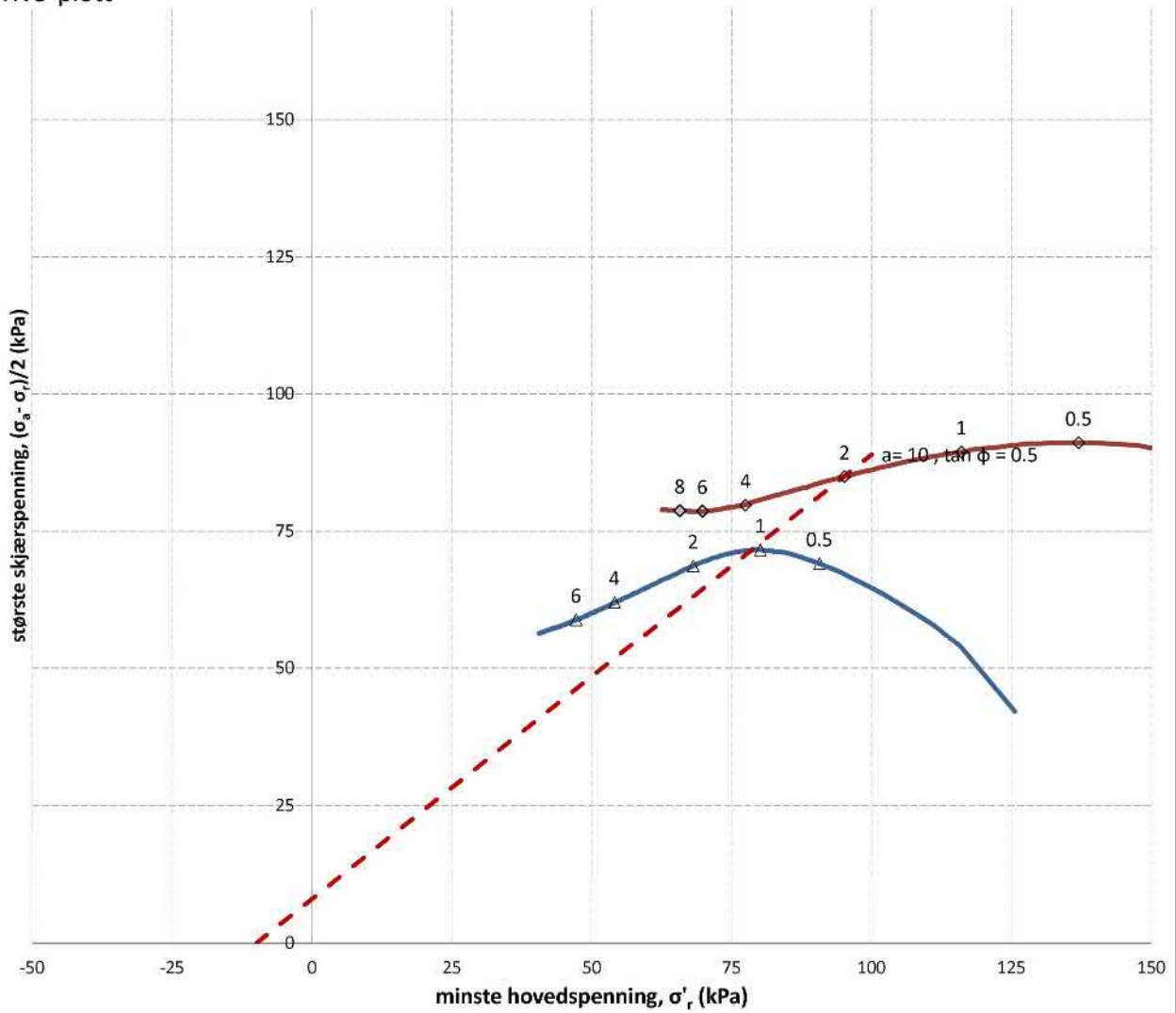
TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350024867

Tegn./kontr.  
MAL /EOH  
3

Dato  
16.11.2020

# 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>v</sub> ' (kPa)	
1	Δ	5	a	17.4	CAUc	40.0	3.2	0.059	283	210	126	0
2	◊	5	a	17.5	CAUc	35.0	4.6	0.092	283	316	190	0



Rimol miljøpark

TREAKSIALFORSØK

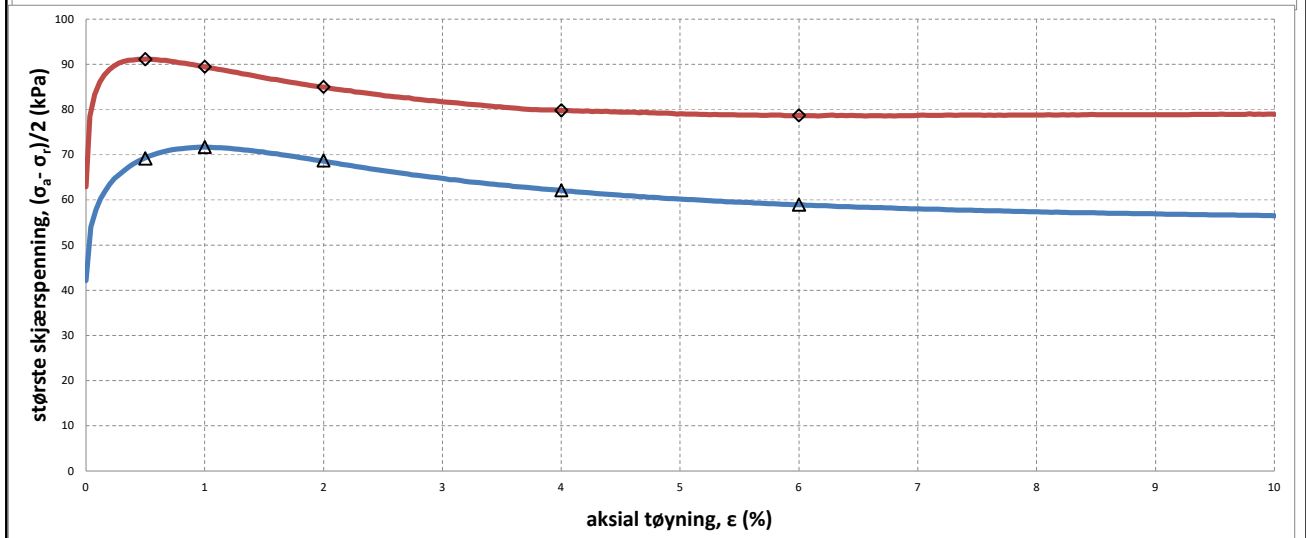
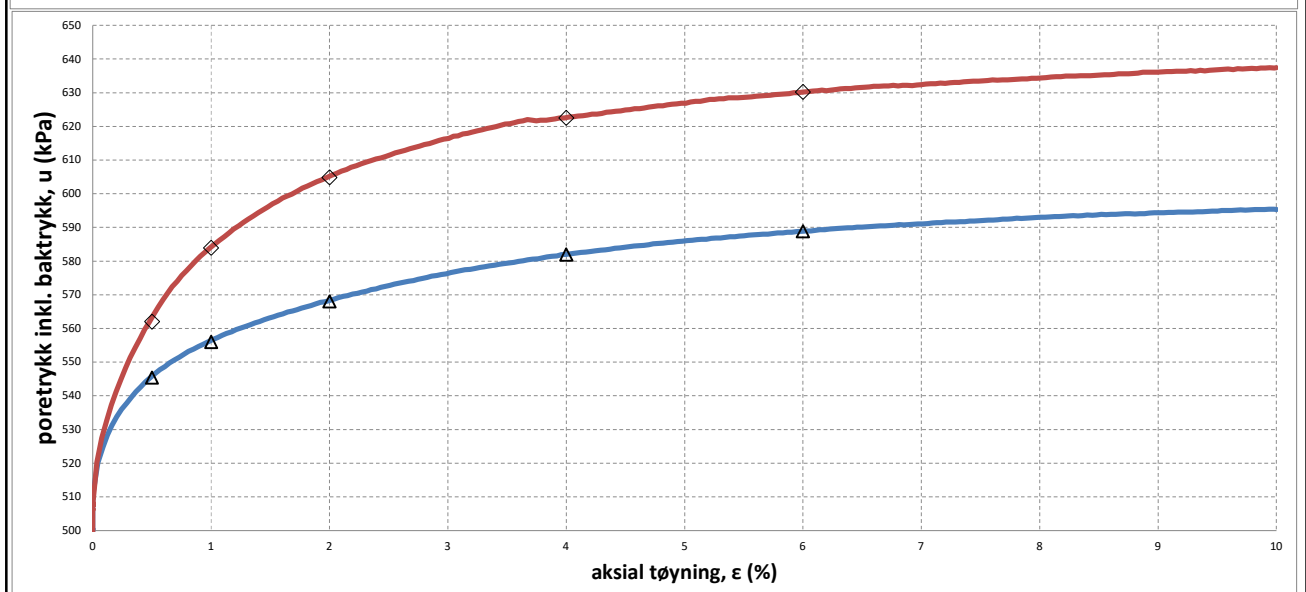
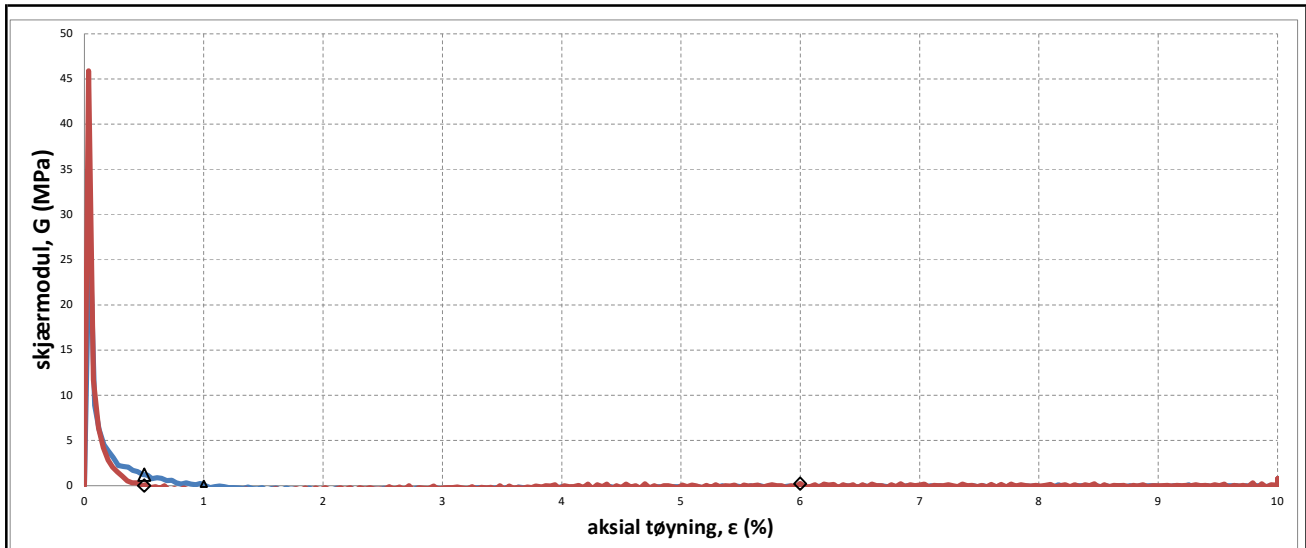
Oppdrag  
1350024867

Tegn./kontr.  
MAL/EOH

Dato  
16.11.2020

Vedlegg  
4

Tegn. nr.



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	5	a	17.4	CAUc	40.0	3.2	0.059	283	210	126	0
2	◇	5	a	17.5	CAUc	35.0	4.6	0.092	283	316	190	0



Rimol miljøpark

TREKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350024867

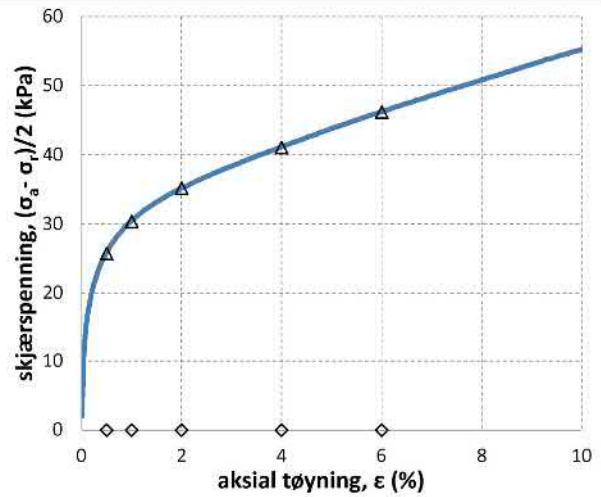
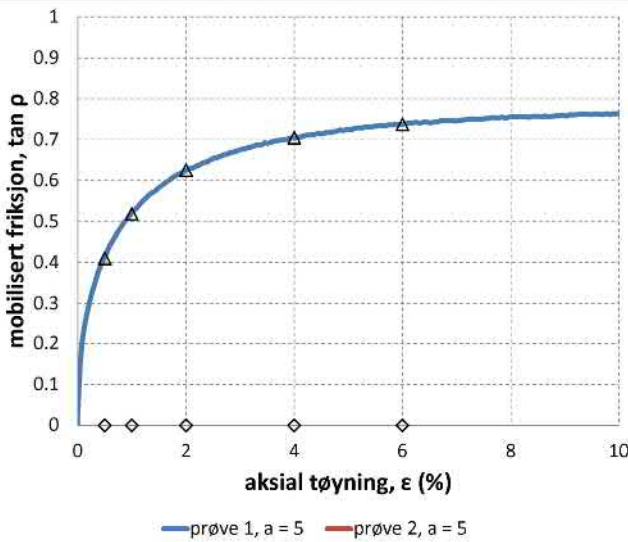
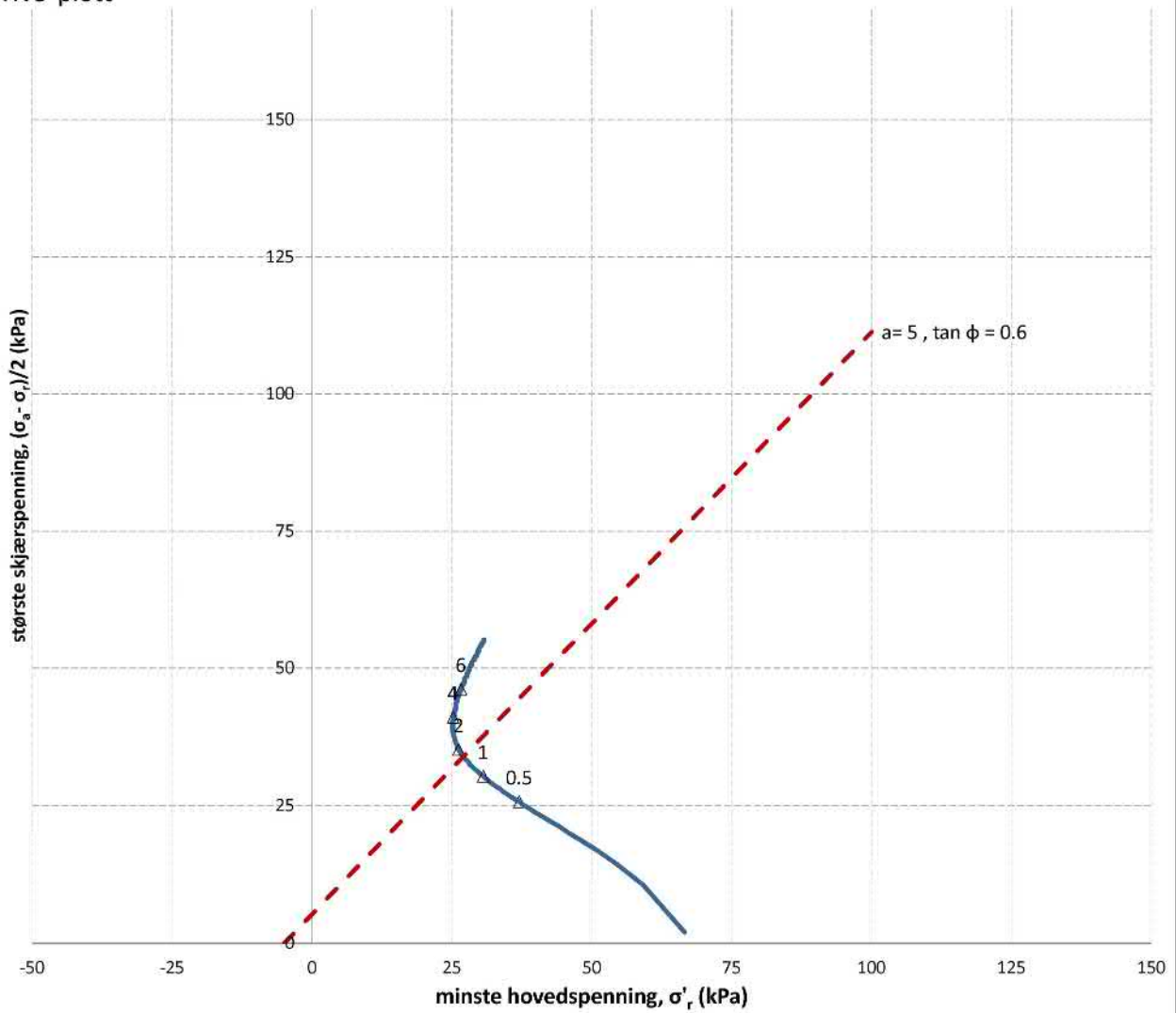
Tegn./kontr.  
MAL/EOH

Vedlegg  
4

Dato  
16.11.2020

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>v</sub> ' (kPa)	
1	Δ	12	a	6.5	CIUc	34.0	3.8	0.079	92	71	67	0



Rimol miljøpark

TREAKSIALFORSØK

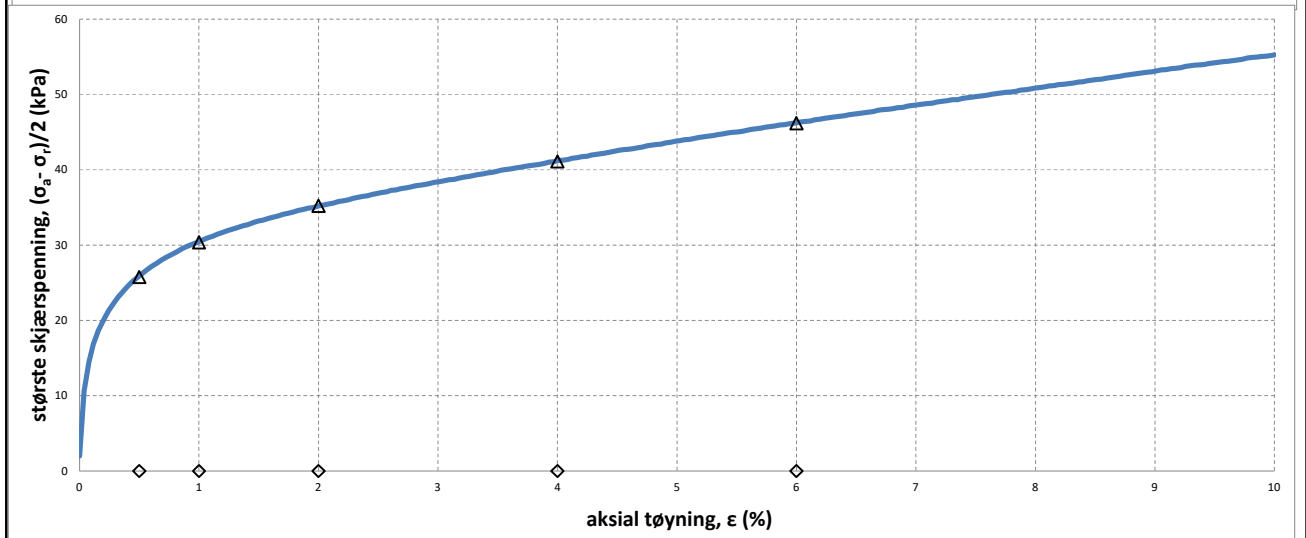
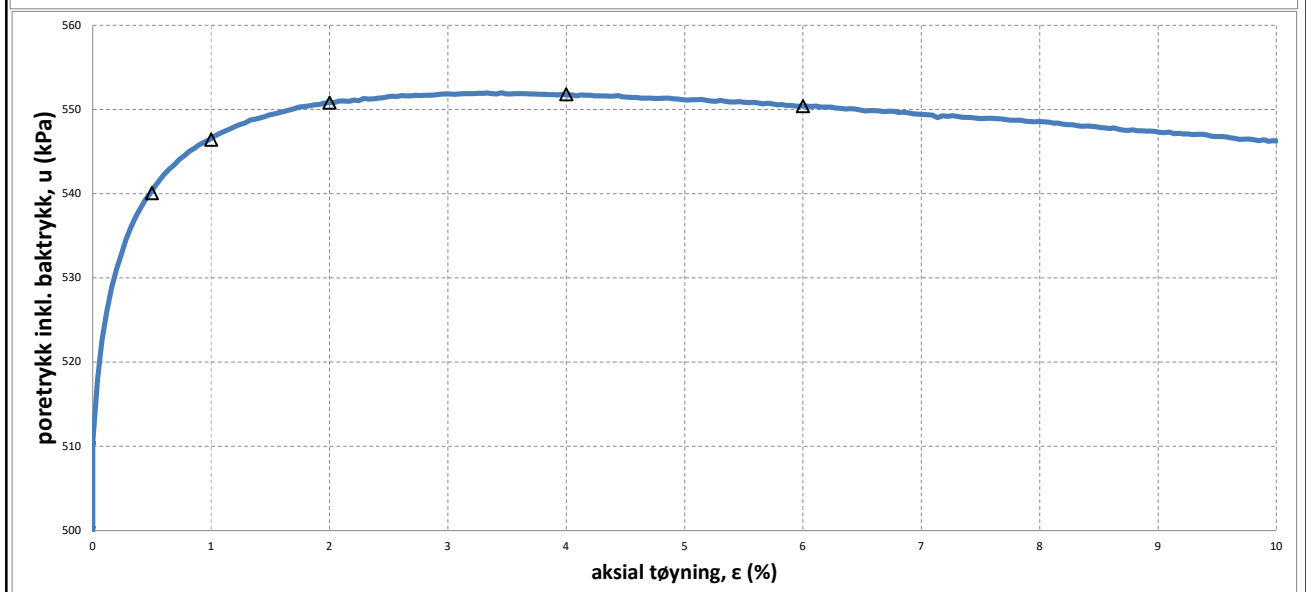
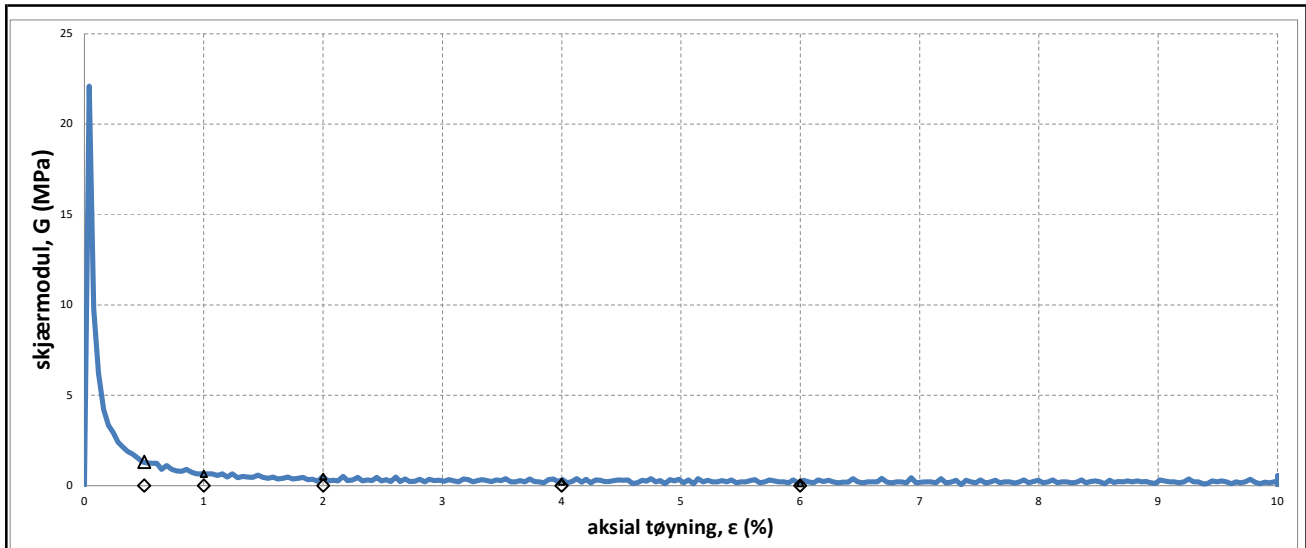
Oppdrag  
1350024867

Tegn./kontr.  
MAL/EOH

Vedlegg  
5

Dato  
16.11.2020

Tegn. nr.



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	x	a	6.5	CIUc	34.0	3.8	0.079	92	71	67	0



Rimol miljøpark

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350024867

Tegn./kontr.  
MAL/EOH  
5

Dato  
16.11.2020

Tegn. nr.

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Rimol Miljøpark – Uavhengig kvalitetssikring NVE</b>	DOKUMENTKODE	10223067-RIG-NOT-001
EMNE	Uavhengig kvalitetssikring	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Rimol Miljøpark AS</b>	OPPDRAAGSLEDER	Anne Mestvedt Olaussen
KONTAKTPERSON	Sturla Sørhøy	SAKSBEH	Anne Mestvedt Olaussen
KOPI	Margrete Åsmul, Rambøll	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk

## SAMMENDRAG

Rimol Miljøpark AS utvider virksomheten ved deponiområdet Rimol Miljøpark på Sjetan Nedre i Trondheim. I forbindelse med reguleringsplan har Rambøll utført en geoteknisk vurdering av prosjektet, inkludert områdestabilitet iht. NVEs veileder nr. 7/2014 som er presentert i rapport «G-rap-001, oppdrag 1350024867» datert 15.12.2021.

Multiconsult har utført uavhengig kvalitetssikring av vurderingene knyttet til områdestabilitet iht. NVEs veileder nr. 7/2014.

*Rev. 01: Rambøll har revidert sin vurderingsrapport og svart ut åpne kommentarer. Rapporten anses som godkjent.*

## 1 Innledning

Rimol Miljøpark AS planlegger utvidelse av eksisterende deponiområde på Sjetnan Nedre, gnr/bnr 324/1 og 323/3 i Trondheim kommune. Tomta ligger ikke i en registrert kvikkleiresone, men grunnundersøkelser har påvist lommer av kvikkleire ved deponiet. I forbindelse med reguleringsplan har Rambøll gjort en geoteknisk vurdering av områdestabilitet /1/ iht. NVEs veileder nr. 7/2014 /2/.

Planlagt tiltak faller inn under tiltakskategori K3, noe som innebærer at vurderingene skal kvalitetssikres av uavhengig foretak. Multiconsult har på oppdrag fra utbygger utført uavhengig kvalitetssikring av rapporten «Rapport G-rap-001, oppdrag 1350024867» datert 15.12.2020. Kvalitetssikringen er utført i samsvar med NVEs veileder nr. 7/2014 /2/.

*Rev. 01 av dette notatet svarer ut rev. 01 av Rambølls notat. Revidert tekst er skrevet i kursiv.*

## 2 Grunnlag for kontroll

Følgende dokumenter er lagt til grunn for uavhengig kontroll:

- Vurderingsrapport fra Rambøll: Rapport G-rap-001, oppdrag 1350024867, datert 15.12.2020 /1/, inkludert dokumentasjon på utført sidemannskontroll.
- Multiconsult (2020) Grunnundersøkelser Rimol Miljøpark. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser, 10217660-RIG-RAP-001\_rev02 12.11.2020 /3/
- GeoMidt AS (2016) Geoteknisk utredning, Ner-Blekk deponi, 20160309-G-rapport-01 27.06.2016 /4/

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	25.02.2021	Revidert etter svar fra Rambøll	AMO Anne M. Olaussen	KØDK Konstantinos Kalomoiris	KØDK Konstantinos Kalomoiris
00	28.01.2021	Uavhengig kvalitetssikring	Anne Mestvedt Olaussen	Konstantinos Kalomoiris	Konstantinos Kalomoiris

## Uavhengig kvalitetssikring

*Rambøll har oversendt revidert vurderingsrapport og notat med svar på Multiconsults kommentarer:*

- *Rapport G-rap-001, rev. 01, oppdrag 1350024867, datert 19.02.2021 /5/.*
- *Notat G-not-001, rev. 00, oppdrag 1350024867, datert 19.02.2021 /6/.*

### 3 Myndighetskrav

Prosjektet innebærer deponering av masser i et område hvor grunnundersøkelser har påvist lommer av kvikkleire. Rambøll har utført ROS-analyse for området både før og etter bygging i planområdet. Kvikkleireforekomsten er på grunnlag av dette plassert i skadekonsekvensklasse «alvorlig», faregradsklasse «lav» og risikoklasse «3». Det er ikke utredet fullstendig vurdering av løse- og utløpssone, *men det er vist en foreløpig avgrensning av to aktuelle løseområder.*

Rambøll har vurdert tiltaket i **tiltakskategori K3** iht. NVEs veileder nr. 7/2014 /2/. Multiconsult er enig i denne klassifiseringen.

### 4 Kvalitetssikring av utredninger ifølge NVEs veileder 7/2014

Multiconsults kontroll av geoteknisk vurdering av tiltaket omfatter gjennomgang av tilgjengelige grunnundersøkelser og gjennomgang av de vurderinger og antagelser som ligger til grunn for konklusjon i Rambølls notat /1/. Dokumentasjon av intern kvalitetssikring hos Rambøll viser at det er utført sidemannskontroll av notatet /1/.

*Rambøll har svart ut kommentarene og oppdatert sin vurderingsrapport. Rev. 01 av verifikasjonsskjema er vist i vedlegg A.*

*Iht. til våre kommentarer er stabilitetsberegning i profil D oppdatert med større sideveis utstrekning av kvikkleirelomma ut mot skråningen. Beregnet sikkerhet er tilstrekkelig.*

*Tegning nr. 108-112 viser fortsatt opprinnelig utstrekning av kvikkleirelomma. Vi anbefaler at kontrollberegningen med oppdatert lagdeling legges ved i rapporten i tillegg til de opprinnelige tegningene, og at oppdatert beregningsresultat kommenteres i rapportteksten. Beskrivelse og utsnitt fra oppdaterte beregninger i tilvarsnotat G-not-001 er likevel tilstrekkelig dokumentasjon for at vi kan lukke punktet og anbefale godkjenning av rapporten.*

### 5 Konklusjon

Multiconsult har kontrollert tolkning av grunnundersøkelser og tilhørende geotekniske vurderinger.

*Rambøll har revidert sin rapport og svart ut kommentarene. Rapporten anses som godkjent.*

### Vedlegg

Vedlegg A: Verifikasjonsskjema rev. 01 for utført kvalitetssikring.

## 6 Referanser

- /1/ Rambøll (2020) «Rimol Miljøpark, Vurdering av områdestabilitet for reguleringsplan», Rapport G-rap-001, oppdrag 1350024867, datert 15.12.2020.
- /2/ NVE (2014) Veileder 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper».
- /3/ Multiconsult (2020) «Grunnundersøkelser Rimol Miljøpark. Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser», 10217660-RIG-RAP-001\_rev01 12.11.2020.
- /4/ GeoMidt AS (2016) «Geoteknisk utredning, Ner-Blekk deponi», 20160309-G-rapport-01 27.06.2016.
- /5/ Rambøll (2021) «Rimol Miljøpark, Vurdering av områdestabilitet for reguleringsplan», Rapport G-rap-001, oppdrag 1350024867, rev. 01, datert 19.02.2021.
- /6/ Rambøll (2021) «Rimol Miljøpark, Svar på kommentarer fra uavhengig kontrollør iht. NVE 7/2014», Notat G-not-001, oppdrag 1350024867, rev. 00, datert 19.02.2021.



# Verifikasjonsskjema for utført 3. partskontroll

Multiconsult

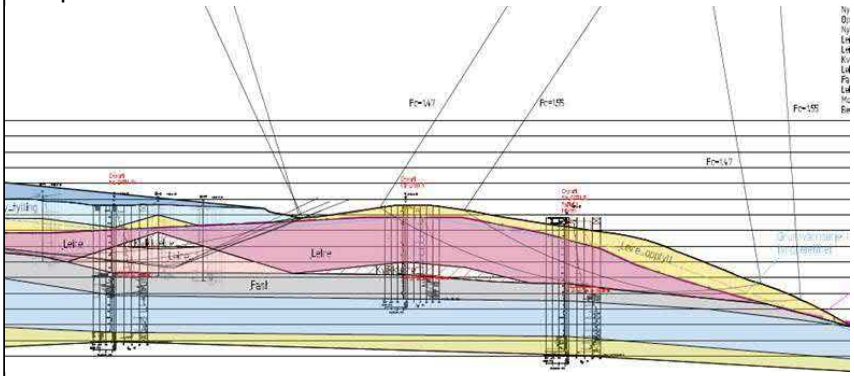
<b>Oppdragsgiver:</b>	Rimol Miljøpark AS
<b>Oppdrag:</b>	Rimol Miljøpark – Uavhengig kvalitetssikring NVE
<b>Oppdragsnummer:</b>	10223067
<b>Dato 3. partskontroll:</b>	25.01.2021
<b>Revisjonsnr. 3. partskontroll:</b>	01
<b>Totalt sider skjema:</b>	5

	Dok. nr.	Tittel	Dato	Firma
Dok. underlagt kontroll:	G-rap-001_1350024867_rev01	Rimol Miljøpark, Vurdering av områdestabilitet for reguleringsplan.	19.02.2021	Rambøll
Utført av: Anne M. Olaussen				
Kontrollert av: Konstantinos Kalomoiris				
Godkjent av: Konstantinos Kalomoiris				

Kommentar	Beskrivelse	Kategori <sup>1)</sup>	Status <sup>2)</sup>
Generelt	Vurderingsrapporten dekker de temaer som bør omhandles. Spesifikke kommentarer og behov for avklaring/tilsvar er inkludert i punkt 1-7.	-	-

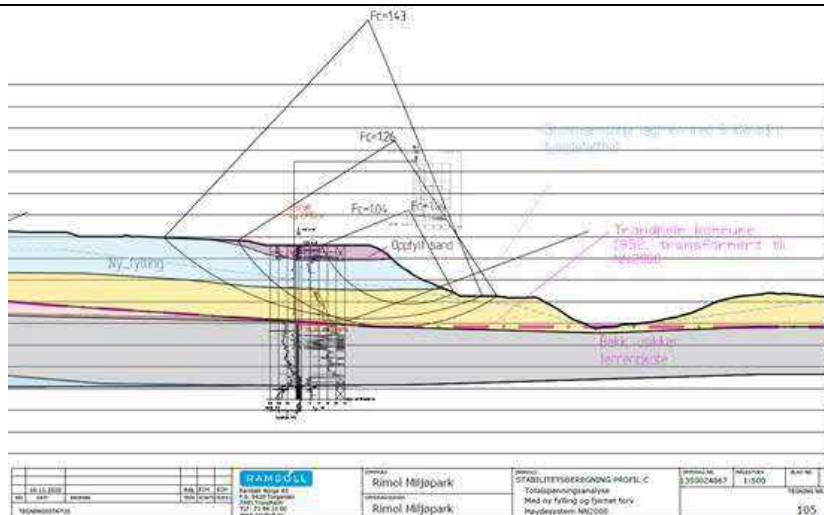
<sup>1)</sup> MS - Manglende samsvar  
 TS - Teknisk spørsmål  
 R - Råd

<sup>2)</sup> Å - Åpen  
 L - Lukket

1	<p><b>Sideveis utstrekning av kvikkleire i profil D:</b>  Hvorfor er ikke kvikkleirelomme ved borpunkt 5 strukket lenger sideveis i begge retninger? Det er mulighet for tynne kvikkleirelag i både bp. 11 og bp. 9, som ikke er avkreftet ved prøvetaking eller CPTU.</p> <p>Vi foreslår at stabilitetsberegning i profil D oppdateres med større sideveis utstrekning av kvikkleirelaget mellom borpunkt 5 og borpunkt 11.</p>  <p><i>Figur 1: Utsnitt fra tegning 110, udrenert beregning i profil D.</i></p> <p><i>Rev.01: Rambøll har oppdatert stabilitetsberegning i profil D med større sideveis utstrekning ut mot skråningen. Beregnet sikkerhet er tilstrekkelig.</i></p> <p><i>Tegning nr. 108-112 viser fortsatt opprinnelig utstrekning av kvikkleirelomma. Vi anbefaler at tegningen med oppdatert lagdeling også legges ved i rapporten, og at beregningsresultatet kommenteres i rapportteksten. Beskrivelse og utsnitt fra oppdaterte beregninger i tilsvarsnotat G-not-001 er likevel tilstrekkelig dokumentasjon for at vi kan anbefale godkjenning av rapporten.</i></p>	TS	L
2	<p><b>Glideflate gjennom sandhaug i profil C:</b>  Det er vist lokale glideflater med lav udrenert sikkerhetsfaktor gjennom en haug med oppfylt sand og torv i østre del av profil C (tegning 103 og 105). I rapporttekst, avsnitt 10, er det beskrevet at denne sandhaugen må nedplaneres, men det er ikke vist beregning med nedplanering av haugen som viser at dette vil gi sikkerhet på <math>\geq 1,4</math> i tegning 107. Er det vurdert hvor mye nedplanering som er nødvendig for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet på 1,4 udrenert, og om det er nødvendig å avklare dette før reguleringsplanen er vedtatt?</p>	TS	L

1) MS - Manglende samsvar  
TS - Teknisk spørsmål  
R - Råd

2) Å - Åpen  
L - Lukket



Figur 2: Utsnitt fra tegning 105.

*Rev.01: Rambøll har svart ut at nedplanering gjelder sandhaug i nordvestre del av profil C. I telefonmøte 4. februar 2021 ble det avklart at sandhaug i nedre del av profilet (utsnitt vist i Figur 3) har lav beregningsmessig sikkerhet, men det anses ikke nødvendig å utbedre dette ettersom den ikke påvirkes av planlagt tiltak og ligger på noe avstand fra grensen av planområdet i et område uten kvikkleire/sprøbruddmateriale.*

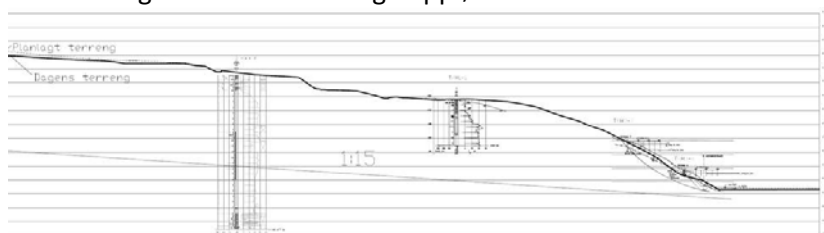
3

**Avstand fra fyllingskant til skråningstopp i profil F:**

Vi har mottatt revidert situasjonsplan hvor fyllingsfront er trukket lenger unna enn opprinnelig forslag.

Utifra sonderinger og prøvetaking er det avkreftet mulighet for kvikkleire i de øvre ca. 20 m i borpunkt 7 og 8. Det mulig kvikke laget ligger i sin helhet under 1:15-linja og under nivå for skråningsfot, og vi er derfor enige i at et retrogressivt skred i det dype kvikkleirelaget ikke er aktuelt (ref. NIFS 2016-14).

Det er derimot ikke utelukket muligheten for en lokal lomme av kvikkleire dypere enn ca. kote 90 i TRH1-1 i skråninga øst for borpunkt 8. Vi vurderer at rotasjonsskred er aktuell skredtype her, og at planområdet dermed ikke vil påvirkes av skred i skråningen mot Nidelva dersom grensa for fyllingsfront ligger tilstrekkelig langt unna skråningsfot. 5xH er ca. 150-200 m for skråningshøyde på ca. 30-40 m. Vi etterspør derfor en avklaring på om fyllingsfront er trukket langt nok unna skråningstopp østover mot Nidelva.



Figur 3: Utsnitt fra tegning 113, profil F.

TS

L

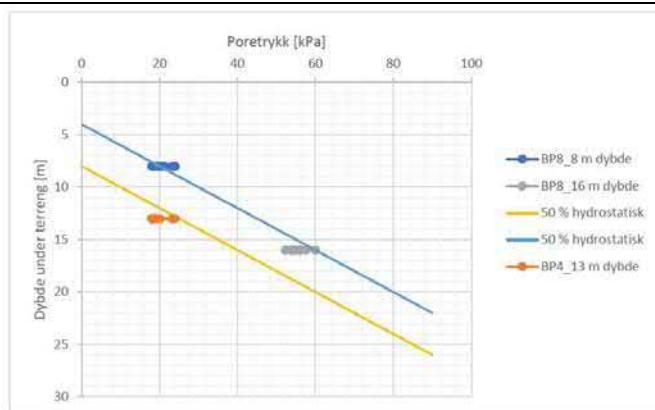
1) MS - Manglende samsvar  
 TS - Teknisk spørsmål  
 R - Råd

2) Å - Åpen  
 L - Lukket

	<p><i>Rev. 01: Rambøll har avgrenset løснеområdet for et mulig kvikkleirelag i østre del av skråninga i profil F, og grensen for planområdet er trukket 300 m unna skråningsfot. Planområdet vil dermed ikke påvirkes av et eventuelt skred i dette løснеområdet.</i></p> <p><i>Det er presisert at det ikke kan tilføres nye masser i østre del av profil F, og at det må påregnes supplerende grunnundersøkelser og beregninger dersom dette området senere skal benyttes som deponi.</i></p>		
4	<p><b>Utredning av løsne- og utløpsområde:</b></p> <p>Forutsatt at fyllingsfront ligger i tilstrekkelig avstand fra skråningstopp i profil F er vi enige i at løsne- og utløpsområdet for eventuell kvikkleireforekomst i skråninga mot Nidelva ikke vil påvirke planområdet. Retrogressiv skredutvikling i det dyptliggende mulig kvikke laget under skråningsfot er ikke aktuelt. Grenser for løsneområde må bestemmes og skisseres i en figur for å vise at planområdet ikke vil påvirkes.</p> <p>Vi er enige i at det dreier seg om en lokal lomme av kvikkleire i skråninga ved profil D, ettersom det ikke er påvist kvikkleire i verken borpunkt 4 sørvest for borpunkt 5, eller i borpunkt 6 mot nordøst. Vi ønsker en avklaring på om det kan være et sammenhengende lag mellom kvikkleirelommene i profil C og D. Dersom dette er tilfellet, kan det være nødvendig å vise avgrensning av løsneområde i skråningen mot Kvetabekken i profil D.</p> <p><i>Rev. 01: Rambøll har avgrenset to løsneområder i profil F og profil D. Løsneområdene er vist i tegning nr. 102 rev. 01. Multiconsult er enige i de grensene som er trukket for løsneområdene, og det fremgår av plantegningen at planlagt deponiområde ikke vil påvirkes av eventuelle skred i disse løsneområdene.</i></p>	TS	L
5	<p><b>Grunnvann og poretrykk</b></p> <p>Det er utført poretrykksmålinger i to dybder i borpunkt 8. Grunnvannstand 4 m under terreng er benyttet for punkt 1, 5, 7 og 8. For punkt 4 og 10 er det antatt grunnvannstand 8 m under terreng. Det er antatt 50 % økning med dybden i forhold til hydrostatisk i hele området. Sonderingene i området viser relativt lik lagdeling gjennomgående i området, med et ca. 10-15 m tykt lag av grovere masser mellom øvre og nedre leirelag. Det er dermed ikke urimelig å anta at poretrykkfordelingen er gyldig for hele området.</p> <p>Det er benyttet 50 % økning med dybden også i skråningsfot mot Kvetabekken og ravinedal i profil C og D. På hvilket grunnlag er det antatt poreundertrykk også nede i bekkedalen? Ber om en vurdering av hvordan beregningsresultatene vil påvirkes av en økning i poretrykk nede i dalbunnen.</p>	TS	L

1) MS - Manglende samsvar  
TS - Teknisk spørsmål  
R - Råd

2) Å - Åpen  
L - Lukket



Figur 3: Poretrykk framstilt sammen med linjer tilsvarende 50 % av hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden.

*Rev. 01: Rambøll har oppdatert stabilitetsberegninger med hydrostatisk poretrykksfordeling under det drenerende laget og nede ved Kvetabekken i profil D. For profil C er det utført beregning med hydrostatisk poretrykksfordeling i hele profilet. Oppdaterte beregninger viser fortsatt tilstrekkelig sikkerhet.*

6

**Styrkeparametere ny leirfylling:**

Vi ser at det er benyttet konstant  $su$  på 35 kPa uten anisotropifaktorer for ny leirfylling, og laget er modellert udrenert i begge beregningsmetoder. Ønsker en mer utfyllende begrunnelse for dette valget enn det som er gitt i avsnitt 6.5 i rapporten.

*Rev. 01: Det oppgis at  $su=35$  kPa er basert på prøvetaking i allerede utlagte leirkaker, og det vurderes som rimelig å ikke inkludere anisotropifaktorer når anisotropiforholdet er ukjent.*

*Kommentar fra Multiconsult om at laget er modellert udrenert i begge beregningsmetoder er feil, og utgår.*

TS

L

7

**Øvrige kommentarer:**

For øvrig har vi følgende mindre kommentarer som med fordel kan rettes før endelig revisjon av rapporten ferdigstilles, men som ikke har betydning for godkjenning av rapporten:

- I rapportteksten er det henvist til revisjon 01 av vår datarapport 10217660-RIG-RAP-001. Revisjon 02 datert 12.11.2020 er nyeste versjon. Referanse /2/ i referanselista er korrekt.
- I snitt D er det markert prøve i punkt GM-8, men i GeoMidt-rapporten ser det ikke ut som at det er tatt opp prøver i dette punktet.
- Symbol for poretrykksmålinger i borpunkt 8 og 4 er ikke vist i borplanen.
- Borpunkt 11 burde vært markert som «antatt kvikkleire». For øvrig ønskes det gjerne markering av «ikke kvikkleire» med grønt i de punktene hvor man ikke har grunn til å anta sprøbruddeleire, f.eks. borpunkt 1, 3, 4 og 6.

R

L

*Rev. 01: Punktene over er innarbeidet i Rambølls reviderte rapport.*

1) MS - Manglende samsvar  
TS - Teknisk spørsmål  
R - Råd

2) Å - Åpen  
L - Lukket