Fylke	Kommune	Sted	UTM
Sør-Trøndelag	Trondheim	Storler	05674 70224 (Euref 89, sone 32)

Byggherre			
Oppdragsgiver	Terminalen Entreprenør AS		
Oppdrag formidlet av	Øyvind Antonsen		
Oppdragsreferanse	Oppdragsbekreftelse av 18.12.2015		
Antall sider: 25	Tegn. nr.: 301 – 326	Vedlegg nr.: 1 – 5	Antall tillegg: -

Prosjekt - tittel

Massedeponi Storler

Rapport - tittel

Stabilitetsvurderinger for nytt massedeponi

Oppdrag nr: 1350013313	Rapport nr: 3	Rev: 01	Dato: 09.10.2017	Kontr: MBP

Oppdragsleder: Per-Arne Wangen

Utarbeidet av: Jørn Hetland / Per-Arne Wangen

SAMMENDRAG

Terminalen Entreprenør AS planlegger etablering av et større massedeponi på Storler i Trondheim kommune. Det planlagte deponiet ønskes brukt for deponering av løsmasser fra lokale utbyggingsprosjekter. I området er det fra tidligere kjent at det er betydelige forekomster av kvikk og sensitiv leire. Massedeponiets avgrensninger ligger innenfor kvikkleiresonene «438 Bekkenget» og «439 Litj-Ler». Denne rapporten inneholder stabilitetsvurdering av deponiet iht NVEs veileder 7/2014 «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*». *Foreliggende rapport er revisjon nr 1 etter utført kontroll av NGI og endringer fra opprinnelig rapport er skrevet i kursiv*. Tiltaket klassifiseres med bakgrunn i konsekvens ved brudd i tiltakskategori K2.

Det er utført en rekke grunnundersøkelser i og ved aktuelle område, og Rambøll har vinteren 2016 utført supplerende undersøkelser som grunnlag for vurderingene. Undersøkelsene viser dels løsmasser av kvikk og sensitiv leire.

Stabilitetsberegningene viser i hovedsak tilfredsstillende stabilitet for ønsket utforming av deponiet. Unntaket er i profil M der fyllingen må reduseres noe på begge sider av ravinedalen, samt profil H der fyllingen må reduseres noe slik at stabiliteten av skråningen ned mot jernbanen ikke forverres.

Det forutsettes at pågående erosjon i Leersbekken ivaretas i forbindelse med etableringen. Det forutsettes anlagt drenering i forbindelse med oppfyllingen. Gjennomførings- og kontrollplan skal utarbeides i samarbeid med og godkjennes av geoteknikker før oppstart av arbeidene. Geotekniker skal følge opp

INNHOLD

1 INNLEDNING/ORIENTERING ..... - 4 -
1.1 Generelt ..... - 4 -
2 REGELVERK ..... - 6 -
2.1 Geoteknisk kategori ..... - 6 -
2.2 Pålitelighetsklasse (CC/CR) og tiltaksklasse ..... - 6 -
2.3 Kontrollklasse ..... - 6 -
2.4 Flom og skredfare ..... - 7 -
3 VURDERINGER IHT. NVE 7/2014 - FORUTSETNINGER ..... - 8 -
3.1 Grunnundersøkelser ..... - 8 -
3.2 Terreng/topografi og grunnforhold ..... - 8 -
3.3 Tidligere utførte arbeider ..... - 9 -
3.4 Områdeavgrensing og faregradsevaluering ..... - 9 -
3.5 Krav til sikkerhet ..... - 9 -
3.6 Beregningsprofiler ..... - 11 -
3.7 Stabilitetsberegninger – analysemetoder og bruddtyper ..... - 11 -
3.8 Laster og forutsetninger ..... - 11 -
4 STABILITETSBEREGNINGER - MATERIALPARAMETRE ..... - 13 -
4.1 Tyngdetetthet ..... - 13 -
4.2 Udrenert skjærfasthet ..... - 13 -
4.3 Anisotropi og tøyningskompatibilitet ..... - 15 -
4.4 Effektiv skjærfasthet ..... - 15 -
4.5 Poretrykksforhold ..... - 16 -
4.6 Kvalitet av grunnundersøkelser ..... - 17 -
5 STABILITET – BEREGNINGSRESULTATER OG VURDERINGER ..... - 19 -
5.1 Profil F ..... - 19 -
5.2 Profil H ..... - 20 -
5.3 Profil M ..... - 20 -
5.4 Profil NGI A, NGI B, C, D, E, G og I-L ..... - 21 -
5.5 Erosjon ..... - 22 -
5.6 Annen påvirkning som følge av deponiet ..... - 22 -
6 UTFØRELSE OG KONTROLL ..... - 23 -
7 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON ..... - 24 -
8 REFERANSER ..... - 25 -

TEGNINGER

Tegn. nr.		Tittel	Målestokk
301		Oversiktskart – Med planlagt deponi	1:6 000
302	*rev01*	Situasjonsplan – Utførte undersøkelser og beregningsprofiler	1:4 000
303		Situasjonsplan – Kvikkleire	1:4 000
304	*rev01*	Situasjonsplan – Planlagt nytt torvdeponi med koter	1:4 000
305		Profil F, dagens situasjon, totalspenningsanalyse (ADP)	1:400
306		Profil F, situasjon med tiltak, totalspenningsanalyse (ADP)	1:400
307		Profil F, dagens situasjon, effektivspenningsanalyse	1:400
308		Profil F, situasjon med tiltak, effektivspenningsanalyse	1:400
309		Profil H, dagens situasjon, totalspenningsanalyse (ADP)	1:400
310	*rev01*	Profil H, situasjon med tiltak, totalspenningsanalyse (ADP)	1:400
311		Profil H, dagens situasjon, effektivspenningsanalyse	1:400
312	*rev01*	Profil H, situasjon med tiltak, effektivspenningsanalyse	1:400
313		Profil I, tegning med tiltak	1:400
314		Profil J, tegning med tiltak	1:400
315		Profil K, tegning med tiltak	1:400
316		Profil L, tegning med tiltak	1:400
317	*rev01*	Profil M, dagens situasjon, totalspenningsanalyse (ADP)	1:400
318	*rev01*	Profil M, situasjon med tiltak, totalspenningsanalyse (ADP)	1:400
319		Profil M, dagens situasjon, effektivspenningsanalyse	1:400
320	*rev01*	Profil M, situasjon med tiltak, effektivspenningsanalyse	1:400
321	*rev01*	Profil NGI A, tegning med tiltak	1:400
322	*rev01*	Profil NGI B, tegning med tiltak	1:400
323	*rev01*	Profil C, tegning med tiltak	1:400
324	*rev01*	Profil D, tegning med tiltak	1:400
325	*rev01*	Profil E, tegning med tiltak	1:400
326	*rev01*	Profil G, tegning med tiltak	1:400

VEDLEGG

1	Faregradsevaluering
2	Tolkning av ødometer
3	Tolkning av CPTU *rev01*
4	Tolkning av treaks
5	Kvalitetsskjema CPTU, pkt. 320

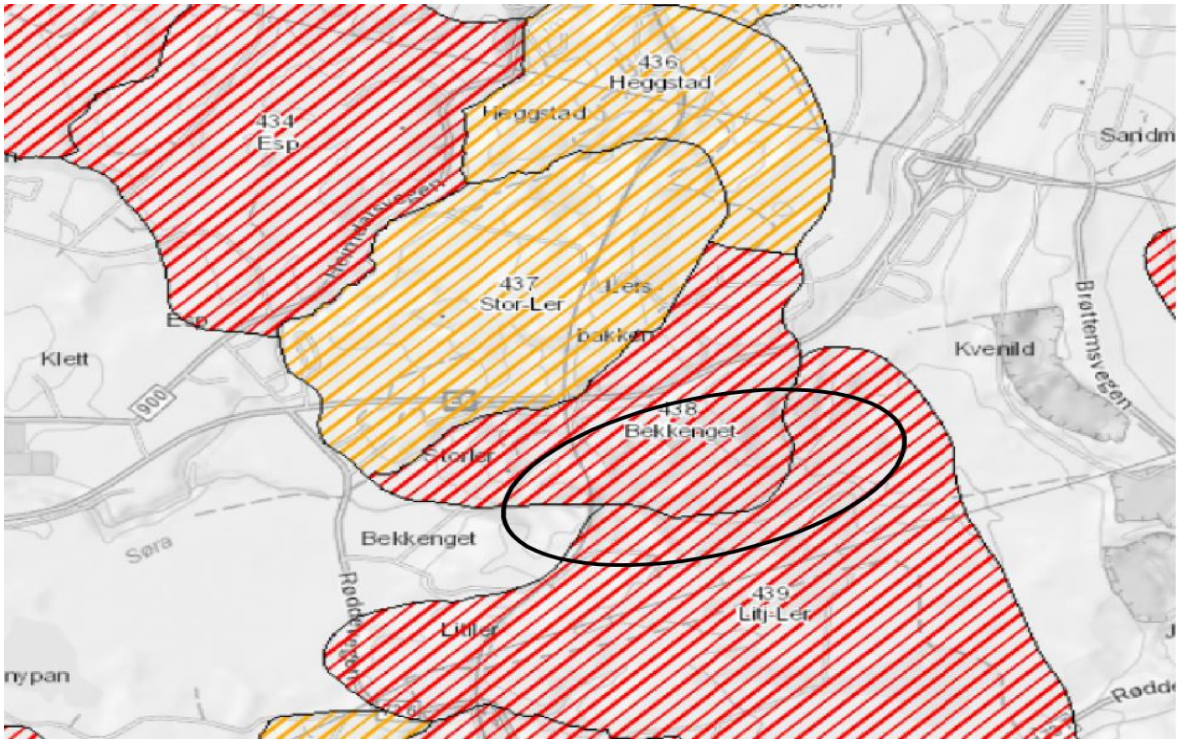
1 INNLEDNING/ORIENTERING

1.1 Generelt

Terminalen Entreprenør AS planlegger etablering av et massedeponi på Storler i Trondheim kommune. Det planlagte deponiet ønskes brukt for deponering av løsmasser fra lokale utbyggingsprosjekter, blant annet vegprosjektet E6 Jaktøyen – Storler. Området som ønskes utnyttet til massedeponi omfatter eiendommene gnr/bnr 215/1, 215/2, 215/3, 215/7 og deler av eiendommene gnr/bnr 216/1, 311/1, 313/1 og 313/3. Det er fra tidligere kjent at det er betydelige forekomster av kvikk og sensitiv leire i området. Massedeponiets avgrensninger ligger innenfor kvikkleiresonene «438 Bekkenget» og «439 Litj-Ler», begge registrert med høy faregrad, meget alvorlig skadekonsekvens og risikoklasse 5 (Bekkenget) og 4 (Litj-Ler).

Deponiområdet ligger også tett inntil både ny (prosjektert) og dagens trase for E6 og Dovrebanen, begge i retning sør fra Trondheim. Forøvrig er området lite utbygd, omkringliggende områder består generelt av landbruks- eller skogsareal, men med enkelte, spredte gårdsbruk med tilhørende bebyggelse som grenser inn mot deponiområdet.

I forbindelse med tidligere vurderinger for blant annet dagens og ny E6 er det utført en rekke grunnundersøkelser i og ved det aktuelle området. Det er imidlertid som grunnlag for de nødvendige stabilitetsvurderinger og -beregninger for det aktuelle deponiområdet utført supplerende grunnundersøkelser vinteren 2016. Ettersom deponiområdet ligger inne i et område med kvikk og sensitiv leire må den geotekniske utredningen av stabilitetsforholdene utføres iht. Norges Vassdrags- og Eneregidirektorats (NVE) veileder 7/2014 «*Sikkerhet mot kvikkleireskred*», ref /1/.



Figur 1: Utsnitt fra NVEs karttjeneste www.skrednett.no

Omtrentlig plassering av det planlagte deponiområdet er vist i figur 1, sammen med tidligere registrerte løsneområder for kvikkleireskred.

Det gjøres oppmerksom på at dette arbeidet ikke omfatter komplette utredninger for de ulike løsneområder for kvikkleireskred i området, men fokuserer på de stabilitetsforhold som er relevante for det planlagte deponiområdet. Dvs. at det er deponiets påvirkning på lokal- og områdestabiliteten som blir utredet. Dette er i henhold til krav i ref. /1/.

Rambøll Norge AS ved avdeling Areal og Samferdsel har utarbeidet en plan for deponiet basert på oppdragsgivers ønsker mht. volumkapasitet. Planen er framstilt i form av en koteplan, se tegning 304.

Det er i vår tidligere rapport G-rap-002 1350013313 rev 01 av 20.06.2016, ref. /11/, utført en stabilitetsvurdering for en del av deponiet som var planlagt benyttet som torvdeponi. Torvdeponiet er så langt vi kjenner til gått ut av planen og området ønskes nå innlemmet i et store deponi for samfengte løsmasser som omfatter hele ravinesystemet ned til og forbi Dovrebanen.

Foreliggende versjon av rapporten er revisjon nr. 01. Revisjonen omfatter tilsvar på kommentarer fra uavhengig kvalitetskontrollør NGI. Deres kommentarer er gjengitt i teknisk notat 20160196-02-TN datert 8.6.2017. Revidert og tilført tekst er utført i kursiv.

2 REGELVERK

For geoteknisk prosjektering gjelder følgende standarder og retningslinjer:

- NVEs veileder 7/2014
- NS-EN 1990-1:2002+NA:2008 (Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 (Eurokode 7)
- Det skal vurderes om NS-EN 1998-1:NA2004/NA:2008 (Eurokode 8) skal legges til grunn for prosjekteringen

2.1 Geoteknisk kategori

Det stilles i Eurokode 7 krav til prosjektering ut fra 3 geotekniske kategorier. Standardens punkt 2.1 «krav til prosjektering» gir føringer for valg av kategori. Det aktuelle tiltaket, med deponering av store mengder løsmasser, skal utføres i et området hvor det stedvis er registrert kvikk og sensitiv leire. Det er på bakgrunn av dette vurdert at tiltaket faller inn under **geoteknisk kategori 2**, «*fyllinger og jordarbeider*».

2.2 Pålitelighetsklasse (CC/CR) og tiltaksklasse

Tabellen NA.A1(901) i nasjonalt tillegg til Eurokode 0 gir eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1-4. For det planlagte tiltaket vurderes at både kategorien «*Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold*» og kategorien «*Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller*» kan være aktuelle. Det er for disse kategoriene normalt å plassere tiltak i henholdsvis pålitelighetsklasse 1 og 3, men en kan for begge kategoriene vurdere å plassere tiltak i pålitelighetsklasse 2. Vår vurdering er at dette tiltaket ikke utgjør noen ytterpunkt mht. kompleksitet. Det vil bli utarbeidet strenge rekkefølgebestemmelser som skal følges under utførelsen av anlegget, som skal sikre at anlegget utføres på en oversiktlig og kontrollert måte. **Pålitelighetsklasse 2** velges derfor for tiltaket.

Tiltaket vurderes dermed til **tiltaksklasse 2** iht PBL.

2.3 Kontrollklasse

Eurocode 0 stiller krav til graden av prosjekterings- og utførelseskontroll (kontrollklasse) hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse. Iht. tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i Eurocode 0 settes prosjekteringskontrollklasse til PKK2 og utførelseskontrollklasse til UKK2 hvor det for begge kreves egen-, intern systematisk og utvidet kontroll.

Utvidet kontroll i prosjekteringskontrollklasse PKK2 kan, i følge NA.A1 (903.4), begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

Utvidet kontroll i utførelseskontrollklasse UKK2 skal, i følge NA.A1 (904.4), bekrefte at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det utførende foretaket.

Regler om uavhengig kontroll er også gitt i plan- og bygningsloven (pbl.) kap. 24 og byggesaksforskriften (SAK 10) kap. 14. For geoteknikk i tiltaksklasse 2 og 3 skal det utføres uavhengig kontroll både av prosjektering og utførelse.

2.4 Flom og skredfare

Ut i fra deponiområdets plassering vurderes at det ikke er risiko for vedvarende flom på området, men at en i perioder med mye nedbør og stor snøsmelting kan ha stor vannføring i bekkene i området. Dette vurderes imidlertid ikke å utgjøre noen risiko for tiltaket så lenge erosjonsforhold langs bekkene ivaretas og ev. omlegging av bekk i rør og/eller i kulverter dimensjoneres tilstrekkelig.

Det er registrert flere løsneområder for kvikkleire i området, og det er potensielt fare for at det kan oppstå større områdeskred. Disse forhold utredes i det videre.

3 VURDERINGER IHT. NVE 7/2014 - FORUTSETNINGER

3.1 Grunnundersøkelser

Det er utført en grunnundersøkelse som grunnlag for prosjektering av det aktuelle deponiområdet. Resultater fra denne er presentert i datarapport G-rap-001 1350013313 av 14.03.2016, ref. /2/.

Det er i tillegg utført en rekke grunnundersøkelser i forbindelse med tidligere prosjekter i og omkring området, blant disse er dagens og ny E6. Det er gitt en oversikt over alle de datarapporter som er benyttet som grunnlag for våre vurderinger i referanselista bakerst i rapporten. Det er også utarbeidet en plantegning hvor de nye grunnundersøkelsene og alle de tidligere grunnundersøkelser som vi har fått tilgang til er sammenstilt. Denne er vist på tegning 302. Oversikt over hvilke borpunkter som er påvist eller antatt å ha sensitiv og/eller kvikk leire fremkommer av tegning 303. Registrerte kvikkleiresoners plassering er også vist på denne tegningen.

Borpunkter som danner grunnlag for vurdering av lagdeling ved stabilitetsberegningene er vist med undersøkelsesmetode på situasjonsplan på tegning 302. Styrkeparametere i de enkelte løsmasselag er primært basert på konservative tolkninger av utførte trykksonderinger og laboratorieforsøk på uforstyrrede ø54 mm prøver.

3.2 Terreng/topografi og grunnforhold

I grove trekk har terrenget i området hvor deponiet ønskes etablert helning fra Kvenild i øst og ned til Røddevegen i vest. Mer lokalt er terrenget sterkt preget av at bekker og elver over lang tid har erodert og ravinert terrenget, og medført at både mindre og større skred har gått og etterlatt seg skredgroper. Terrenget fremstår i dag noe uoversiktlig og kupert i det det går flere bekker gjennom området og det er flere gjenstående høydedrag også nært bunnen av hovedravina som Lersbekken har sitt løp igjennom.

De utførte grunnundersøkelser for deponiområdet viser at løsmassene i all hovedsak består av middels fast til fast leire. Det er i borpunkt P2420 (plassert øst i deponiområdet), borpunkt 10 og 11 (plassert sentralt i deponiområdet), samt i borpunkt 4 (plassert vest i deponiområdet) påvist kvikk/sensitiv leire.

Det er utført prøvetaking i pkt. 12, 14, 16 og 17, som ligger i østre del av deponiet, uten at det er påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale. Det er også utført prøvetaking i pkt. 2, 3, 5, 7 og 9 i vestre del av deponiet uten at det er påvist kvikk/sensitiv leire. Den kvikke/sensitive leira forekommer altså meget lokalt.

Sonderingene i pkt. 320 og P2380-30 indikerer også sensitiv leire. Ettersom det ikke er utført prøvetaking ved større dybder er det antatt at dette laget av kvikk/sensitiv leire strekker seg fra platået ved pkt. 320 og K8 i sørøst. Det er også i pkt. P2380-30 (plassert ved terrengryggen øst i området), samt P1595-30 og P1545 (plassert ved avslutningen av deponiet i vest) tolket kvikk/sensitiv leire i dybden basert på sonderinger.

Tegning 303 gir en oversikt over hvor det er antatt/påvist sprøbruddmateriale samt hvilke punker som er usikkert grunnet mangel på prøver samt sonderinger som er vanskelige å tyde. Plassering av og tolket lagdeling og terreng i de ulike beregningsprofilene er vist på tegningene 305 – 316

For nærmere detaljer vedrørende grunnforholdene vises til de enkelte grunnundersøkelsesrapportene.

3.3 Tidligere utførte arbeider

NGI har på oppdrag for NVE og Statens vegvesen utført kvikkleirekartlegging og stabilitetsvurdering for Røddeområdet, deriblant området hvor deponiet skal anlegges, ref. /9/. Blant annet omfatter deres vurdering to beregningsprofiler som går gjennom den delen av deponiområdet som skal benyttes som torvdeponi. Stabilitetsvurderinger og utredning for torvdeponiet er omhandlet i ref. /11/.

I ref. /9/ konkluderer NGI med at stabiliteten ikke er tilfredsstillende for et av terrengprofilene gjennom torvdeponiet, profil B. Det er derfor i regi av NVE utført en sikring av området ved dette profilet, ved en oppfylling i dalbunnen og sikring av bekken (Leersbekken).

3.4 Områdeavgrensing og faregradsevaluering

Det er ikke utført noen ny avgrensning av de allerede registrerte løsneområder for kvikkleireskred i området. Den kvikke/sensitive leira opptrer såpass uregelmessig i sonen at det er vanskelig å trekke nye, fornuftige grenser. Det er imidlertid utført en revidert faregradsevaluering (ROS-analyse iht. rev. /1/) for sone «438 Bekkenget» og sone «439 Litj-Ler». I analysen er angitt både dagens vurdering av sonene (iht. skrednett.no) og vurdering etter at deponi er etablert. Faregradsevalueringen er vist i vedlegg 1.

Faregradsevalueringen tar høyde for at deponiet ikke omfatter sonene i sin helhet og det er basert seg på et «gjennomsnitt» for sonene. Deponiet omfatter i særlig liten grad sone «439 Litj-Ler» og det foreslås at det ikke gjøres noen endring på faregraden for denne sonen, til tross for at tiltaket vil virke positivt på mange av kriteriene i faregradsevalueringen for nordre del av sonen. Sone «438 Bekkenget» påvirkes i betydelig større grad og her foreslås faregraden justert. Etter etablering av deponiet justeres faregraden ned til middels ettersom stabiliteten i de sentrale deler av sonen forbedres og bekkeløpet erosjonssikres.

3.5 Krav til sikkerhet

Krav til sikkerhet for tiltak i områder med kvikk og sensitiv leire bestemmes iht. ref. /1/. Det er der angitt 5 ulike tiltakskategorier, K0 – K4, hvor K4 er høyeste kategori, ut i fra konsekvensen av et skred (tiltakets verdi og det personopphold tiltaket medfører) samt hvordan tiltaket påvirker stabiliteten (positivt/negativt). Krav til dokumentert sikkerhet øker med økende tiltakskategori, og det stilles krav om uavhengig kvalitetskontroll for de høyeste kategoriene. Sistnevnte er også avhengig av gjeldende faregrad i området.

Ref. /1/ gir ingen tydelig anbefaling mht. klassifisering av denne typen tiltak. Av tidligere oppdrag har vi erfart at det er noe varierende praksis mht. klassifisering av massedeponier. Mindre massedeponier kan iht. ref. /1/ plasseres i tiltakskategori K1, uten at begrensing av deponiets størrelse/kapasitet er nærmere angitt. Det er i dette tilfellet avhold et møte hvor både NVE, uavhengig kvalitetskontrollør NGI og Rambøll deltok for å avklare blant annet valg av tiltakskategori. Møtet ble avholdt 19.05.2016 og det er utarbeidet et omforent referat fra møtet, G-mot-001 1350013313 av 07.06.2016, ref. /12/. Det ble i møtet konkludert med at tiltakskategori K2 vil være dekkende for denne typen tiltak, også for trinn 2 av massedeponiet, dvs. etter full oppfylling i ravinesystemet helt ned til og forbi Dovrebanen.

For tiltakskategori K2 i kombinasjon med faregrad høy gjelder følgende krav:

Det må utføres stabilitetsanalyse som dokumenterer

a) sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F ≥ 1,4 eller

b) ikke forverring hvis F >1,2, eller

c) forbedring hvis F ≤ 1,2.

Det stilles krav om kvalitetssikring av uavhengig foretak.

For tiltakskategori K1 – K4 gjelder i tillegg:

- Dersom det er aktiv erosjon som kan påvirke tiltaket skal det utføres sikringstiltak som forhindrer erosjonen.

Ved vurdering av skredfare tas det hensyn til at et tiltak både kan ligge i et potensielt utløpsområde for skred utenfra, og i et potensielt løsneområde for skred. Sistnevnte innebærer at tiltaket befinner seg i det området som raser ut, mens førstnevnte innebærer at tiltaket befinner seg i rasmassenes skredbane, da forutsatt at skredmassene har de egenskapene som kreves for at de skal kunne bevege seg dit tiltaket er lokalisert. Et massedeponi har imidlertid liten økonomisk verdi og faren for liv og helse i området vil være liten. Det vil naturlig nok være et begrenset personopphold i området i den perioden deponiet opparbeides, men disse forhold er tatt hensyn til i NVEs anbefalinger mht. type tiltak i de ulike tiltakskategoriene. Det anses derfor ikke relevant å utrede utløpsproblematikk, dvs. faren for at tiltaket kan bli rammet av skred fra omkringliggende skråninger med for lav sikkerhet iht. ref. /1/. Det er bare skråninger hvor deponiet påvirker stabiliteten direkte som utredes, samt faren for at skred utløst pga. deponiet skal ramme E6 og Dovrebanen. Dette ble diskutert og avklart på møtet 19.05.2016.

For glideflater som ikke involverer kvikk/sensitiv leire legges sikkerhetsfaktorer fra Eurokode 7 til grunn:

Totalspenningsanalyse: F ≥ 1,4

Effektivspenningsanalyse: F ≥ 1,25

3.6 Beregningsprofiler

Det er utført beregninger i 3 representative profiler for planlagt deponi, hhv. profil F, H og M. I tillegg er det fremstilt 10 terrengprofiler igjennom deponiet hvor det ikke er utført beregninger (profil NGI A, NGI B, C, D, E, G og I – L), men hvor deponiets påvirkning er vurdert ut ifra hvordan nytt terreng ligger i forhold til dagens terreng, og hvordan dette kan tenkes å påvirke stabiliteten. Beliggenheten av profilene er vist på situasjonsplanen, tegning 302. Ønsket utforming av deponiet, som prosjektert av Rambøll Norge AS avd. Areal og Samferdsel, er vist i tegning 304.

3.7 Stabilitetsberegninger – analysemetoder og bruddtyper

Stabilitetsberegningene er utført både ved:

- Totalspenningsanalyse – ADP (udrenert korttidstilstand)
- Effektivspenningsanalyse (drenert langtidssituasjon).

Totalspenningsanalysen vurderes som representativ ved de opptredende grunnforhold med leire, stedvis kvikk eller sensitiv, for å ta hensyn til en mulig situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen.

Effektivspenningsanalysen vurderes som representativ for langtidssituasjonen.

Stabilitetsanalysene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, som er en del av GeoSuite-pakken. GeoSuite Stabilitet baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Beregningene er utført for en plan tilstand.

Det er utført en vurdering av aktuelle skredmekanismer. På bakgrunn av denne er det valgt å utføre beregninger både for sirkulære og sammensatte glideflater. Sammensatte glideflater er beregnet der hvor slike er vurdert som relevante, i profiler med lag av kvikk/sensitiv leire (tilnærmet) parallelt med terrengoverflaten og eventuelt fast lag/berg. Det er utført beregninger for flere flater enn de som er vist på beregningstegningene. En framstilling av alle flatene ville gjort tegningene lite oversiktlig og bare de mest kritiske/relevante glideflater er vist.

3.8 Laster og forutsetninger

Plassering av trasé for ny E6 fremkommer av situasjonsplanene, og vegen er skissert inn i beregningsprofilene der disse krysser traseen. Den planlagte veglinjen viser at vegen ligger som en dyp skjæring forbi det aktuelle deponiområdet. Vegen vil derfor medføre en betydelig avlastning på toppen av og bak skråningskanten, og vil derfor ikke påvirke stabiliteten her negativt. Avlastningen vil være så stor at trafiklasten på vegen vil være neglisjerbar. Det er derfor valgt å utføre beregningene/vurderingene uten at ny veg med tilhørende trafikklaster er lagt inn i beregningen, dvs. beregningene/vurderingene utføres for dagens situasjon da denne anses som mer kritisk. Dette er utført for å ta høyde for at deponiet kan bli etablert før skjæring for ny E6 tas ut. Ev. glideflater som fremkommer for situasjon med skjæring for ny E6

bak skråningstoppen vil ha høyere sikkerhetsfaktor enn de som er oppnådd i beregningene.

Dovrebanen krysser ravina på stor fylling i søndre del av deponiområdet, se situasjonsplan tegning 301 – 304. Der jernbanefyllingen ligger på drivende side av glideflatene i stabilitetsberegningene er det også lagt inn en trafikklast på toglinjen som følger:

(110 kN/m / 2,5 m) * 1,3 = **57,2 kPa**,

Dette er iht. Teknisk Regelverk (Bane NOR). Det er da lagt til grunn en svillebredde på 2,5 m og lastfaktor på 1,3 iht. NS-EN 1990:2002/A1:2005 + NA:2010. Jernbanen er i dette området enkeltsporet.

4 STABILITETSBEREGNINGER - MATERIALPARAMETRE

4.1 Tyngdetetthet

Tyngdetetthet (romvekt) for bruk i stabilitetsberegningene er for de stedlige massene bestemt ut fra laboratorieundersøkelser og/eller erfaringsverdier. Valgte verdier er vist i tabell 2. Det er utført en grundig vurdering av romvekt for fyllmasser i deponiet. For torvdeponiet er det gjort en egen vurdering mht. sannsynlig tyngdetettheten av de innfylte torvmassene. Det er konkludert med at en konservativ verdi kan være15 kN/m^3. Dette er valgt som en konservativ verdi mtp. at torva blir komprimert i tillegg til at det må legges ut drenerende lag (pukkstrenger) for å unngå at det bygger seg opp vanntrykk i torvfyllinga. For «vanlige» fyllmasser er det valgt en tyngdetetthet på 19 kN/m^3. Dette vurderes å være forholdsvis høyt, men anses konservativt for å ta høyde for at masser med stor tyngdetetthet kan bli liggende på drivende side av glideflatene. Valget er lite konservativt i de tilfeller hvor fyllmassene ligger på stabiliserende side av glideflatene, men det vil være komplisert å ta høyde for alle mulige plasseringer av masser med høy og lav tyngdetetthet. For å ivareta disse forhold skal det ved utførelsen av deponiet holdes kontroll med hvor masser med ulike tyngdetettheter plasseres i samråd med geoteknisk fagkyndig.

Benyttede verdier er presentert på beregningssnittene, tegning 305 – 312 og 317 – 320.

4.2 Udrenert skjærfasthet

Tolking – grunnlag

Udrenert skjærfasthet i leire som benyttes i stabilitetsberegningene er bestemt på grunnlag av tolkede trykksonderinger (CPTU) og skjærfasthetsmålinger utført på uforstyrrede 54 mm prøver i laboratoriet.

Tolkning av CPTU er utført på grunnlag av poretrykksfaktoren $N_{\Delta u}$ og spissmotstandsfaktoren N_{kT}, uttrykt på følgende måte:

$$c_{uA} = \Delta u / N_{\Delta u}$$

$$c_{uA} = q_n / N_{kt}$$

Generelt er $N_{\Delta U}$ benyttet ved B_q – verdi (poretrykksrespons) høyere enn 0,5 – 0,6, og N_{kt} er benyttet ved B_q lavere enn 0,5 – 0,6.

For bestemmelse av faktorene $N_{\Delta u}$ og N_{kt} er korrelasjoner basert på CAUC-treaksialforsøk på blokkprøver av høy kvalitet benyttet, kfr Lunne et al, ref /3/ og Karlsrud, ref /4/. For de valgte korrelasjonene for $N_{\Delta u}$- og N_{kt}-faktorene er det skilt mellom leire med sensitivitet (S_t) lavere og høyere enn 15. Følgende faktorer er benyttet:

$N_{kt}=7,8+2,5*\log OCR+0,082*I_p$	$N_{\Delta u}=6,9-4,0*\log OCR+0,07*I_p$	for $S_t<15$
$N_{kt}=8,5+2,5*\log OCR$	$N_{\Delta u}=9,8-4,5*\log OCR$	for $S_t>15$

Det er i tillegg til de ovennevnte faktorene valgt å benytte korrelasjon mellom $N_{\Delta u}$ og B_q, $N_{\Delta u}=4,0+4,5B_q$ for sammenligning. Denne er en kurvetilpasning (Eggereide) basert

på korrelasjoner mellom blokkprøver og målt poretrykksrespons (B_q) presentert i ref /5/.

In-situ poretrykk benyttet i tolkning av CPTU er basert på utførte poretrykksmålinger beskrevet i tabell 1 og iht kapittel 4.5.

OCR (overkonsolideringsgrad) er vurdert ut fra tolkede CPTU og utførte ødometerforsøk. Ødometerforsøk som er lagt til grunn er presentert i vedlegg 2. Tolkede CPTU foreligger som vedlegg 3.

Tabell 1: Tolkning CPTU

Pkt	**Tidligere terreng** *[kt]*	**Dagens terreng** *[kt]*	**Ip** *[%]*	**Rom-vekt**	**In-situ poretrykk**		**α**	**β**	**Anvendelses-klasse** *spissmotstand-sidefriksjon-poretrykk*
					% av hydro-statisk	*Nivå u. terreng*			
4	+90,0	+79,9	4,0	20,0	100	4,0	0,32	0,70	1-1-1
7	+112,0	+102,3	4,4	20,0	100	8,7	0,40	0,71	1-1-1
14	+106,0	+92,0	5,0	20,5	128	0,0	0,33	0,72	1-1-1
320	+128,0	+117,9	7,0	21,0	100	5,0	0,35	0,70	-
K1	+125,0	+121,0	7,0	20,0	100	5,0	0,35	0,70	-
K2	+125,0	+122,5	7,0	20,0	100	3,0	0,40	0,70	-
K8	+130,0	+115,5	8,0	20,0	100	13,4	0,40	0,70	-

Designverdi

Designverdi benyttet i stabilitetsberegningene er presentert i hvert enkelt plott av tolket CPTU, vedlegg 3.

Generelt er det benyttet designstyrke fra CPTU i punktene hvor det er utført trykksondering. Der hvor leiravsetningene ikke er dekt opp av CPTU og/eller prøvetaking, er Shansep-normalisering med følgende sammenheng benyttet:

- $C_{uC} = \alpha * p_0' * OCR^{\beta}$

Med utgangspunkt i omkringliggende CPTU-tolkninger og utførte laboratorieundersøkelser er styrkeprofiler for skjærfasthet (c-profiler) benyttet med α-verdier på 0,30 – 0,40 og β-verdier på 0,65 – 0,72. Det er tatt utgangspunkt i tidligere terreng på ca. kote 106 – 130 for området som beregningene omfatter.

Shansep-normalisering gir ofte unaturlig lav fasthet i øvre del av styrkeprofilet. Det er derfor ut fra prøvetakingen tolket en minimum skjærfasthet i øvre del av styrkeprofilene, iht. beregningstegningene.

Skjærfastheten i kvikk og sensitiv leire er i beregningene, iht. anbefaling i NVEs retningslinjer, redusert med 15 % for å ta hensyn til at designstyrke er vurdert på grunnlag av tolket CPTU med korrelasjon mot utført fasthetsmålinger på høykvalitets blokkprøver. Reduksjonen er inkludert/utført i beregningene ved reduksjon av ADP-forholdet.

Vurdering av leiras sensitivitet er basert på utførte laboratorieundersøkelser, og lag med kvikk/sensitiv leire er også vurdert ut fra utførte sonderinger der hvor prøvetaking ikke har vært dekkende. Lag med tolket kvikkleire og sprøbruddmateriale er vist med rød skravur på beregningstegningene.

4.3 Anisotropi og tøyningskompatibilitet

I beregningene tas det hensyn til spenningsanisotropi i leira, dvs. at udrenert skjærfasthet varierer med hovedspenningsretningene (ADP-analyse). Utgangspunktet er udrenert aktiv skjærfasthet c_{uA}.

For ikke-sensitiv leire er direkte og passiv skjærfasthet beregnet ut fra følgende sammenheng:

- c_{uD} = 0,63 c_{uA} (fasthet for den tilnærmet horisontale delen av glideflaten)
- c_{uP} = 0,35 c_{uA} (fasthet der glideflaten ligger i passiv sone)

For kvikk og sensitiv leire benyttes ADP – forhold 0,85 – 0,63 – 0,35.

Anvendt c_{uP}/ c_{uA}-forhold og c_{uD}/ c_{uA}-forhold er i henhold til NIFS rapport 14/2014, ref /6/.

Verdier fra konus- og enaksforsøk er vurdert som direkteverdier og justert iht. cuA=cuD/0,63.

Det er også tatt hensyn til tøyningskompatibilitet ved at så vel effektive skjærfasthetsparametere som udrenert skjærfasthet tolket fra treaksialforsøk er tatt ut ved små og tilnærmet like deformasjoner (ca. 0,5-1,5 %).

4.4 Effektiv skjærfasthet

Valg av effektivspenningsparametere er gjort på grunnlag av utførte treaksialforsøk på leira, og erfaringsverdier for de øvrige jordlag. Treaksialforsøkene som er lagt til grunn for valg av effektivspenningsparametere for leire og kvikkleire er presentert i vedlegg 4. I stabilitetsberegningene er det benyttet attraksjon og friksjonsvinkel iht tabell 2.

Tabell 2: Effektivspenningsparametere

	a *[kPa]*	**tan ϕ** *[-]*	**Ip** *[%]*	**γ** *[kN/m³]*
Sprengstein (støttefylling)*	0	0,78	-	19,0
Torv*	0	0,27	-	15,0
Silt*	0	0,58	-	19,0
Sand	0	0,65	-	18,0
NVE-fylling**	5,2	0,58	-	19,0
Leire	5	0,50	5	20,5
Sprøbrudd-materiale	2	0,45	5	20,5

* antatt ut fra erfaring/Hb V220

** masser lagt ut av NVE i forbindelse med sikring av Leersbekken, bestående av delvis sprengstein og delvis leirmasser.

4.5 Poretrykksforhold

Grunnvann er målt med hydrauliske poretrykksmålere i ett punkt øst i deponiområdet (pkt. 14), et punkt sentralt i deponiområdet (pkt. 11) samt 2 punkter i vestre del av det planlagte deponiet. Piezometrene i pkt. 14 viste etter installasjon overtrykk, ved at det rant vann ut av slangene. Slangene ble derfor skjøtet på for å kunne registrere overtrykket. Målingene i pkt. 11 viser grunnvannstand ca. 4 m under terreng, og en poretrykksøkning noe lavere enn hydrostatisk. I pkt. 7 antyder målingene at grunnvannstanden står dypt (ca. 9 m under terreng) og i pkt. 5 indikerer målingene poreundertrykk. Vi har også tilgang til målinger utført på platået nordvest for torvdeponiet i pkt. K8 (ref /7/) og 320 (ref /8/). Målingene viser følgende, tabell 3.

Tabell 3: Poretrykksmålinger

Punkt	*Kote*	*Dybde filter*	*Avlesning, dato*	*Registrert vannsøyle, mvs*
14	+92,0	5 m	*24.01.2016*	6 (rant over)
(ref /2/)			27.01.2016	6,61 (slange forlenget)
			04.02.2016	6,35
			10.02.2016	6,39
			24.02.2016	6,35
		10 m	24.01.2016	11 (rant over)
			27.01.2016	12,02 (slange forlenget)
			04.02.2016	12,58
			10.02.2016	12,73
11	+87,1	5 m	*27.01.2016*	1
(ref /2/)			28.01.2016	1,02
			29.01.2016	1,03
			24.02.2016	1,10
		10 m	*27.01.2016*	5,05
			28.01.2016	5
			29.01.2016	5
			24.02.2016	5
K8	+115,5	8 m	*30.10.2007*	*-4,7*
(ref /7/)			07.11.2007	-2,1
			31.11.2007	-2,2
		15 m	*30.10.2007*	-0,3
			07.11.2007	0,9
			31.11.2007	1,6
320	+117,9	9 m	*10.05.2012*	*5,74*
(ref /8/)			11.05.2012	3,63
		19 m	*10.05.2012*	10,74
			11.05.2012	4,89

5 (ref /2/)	+77,8	4 m	*05.02.2016*	*Installert*
			24.02.2016	2,8
		8 m	*05.02.2016*	*Installert*
			24.02.2016	4,1
7 (ref /2/)	+102,3	10 m	29.01.2016	4,81
			04.02.2016	1,60
			10.02.2016	1,27
			24.02.2016	0,9

Det er en feil på måleren ved 8 m dybde i pkt. K8 som viste negative verdier og disse ses bort fra ved tolkning av grunnvannsstand. Måleren ved 19 m dybde i pkt. 320 viste også meget varierende verdier og det legges mer vekt på måleren ved 9 m dybde som også er konservativt.

Utførte målinger av grunnvann er utført på ulike tider av året og målingene i regi av Rambøll er utført over en begrenset periode. Vi har derfor valgt å legge inn et noe høyere poretrykk i deler av beregningsprofilene enn hva som er målt for å ta hensyn til ev. årstidsvariasjoner.

For beregningene er det benyttet grunnvannstand og poretrykksøkning iht. beregningsprofilene, tegning 305 – 312 og 317 – 320.

4.6 Kvalitet av grunnundersøkelser

Prøvekvalitet på opptatte 54 mm sylinderprøver er vurdert ut fra volumetrisk tøyning ved treaksialforsøk. Det er gjennomført i alt 8 treaksialforsøk, fordelt på 5 stk. prøvesylindere fra 4 borpunkt i og ved deponiet. OCR-nivå benyttet i vurderingen av prøvekvalitet er basert på utførte ødometerforsøk og tolkning av OCR fra utførte CPTU i de respektive punktene. Kvaliteten for de fleste treaksialforsøkene benyttet i bestemmelse av styrkeparametere ligger i kvalitetsklasse "god til utmerket" (se vedlegg 4). Vi vurderer kvalitet og grunnlaget som godt og tilfredsstillende for de utførte vurderingene.

Kvaliteten på trykksonderingene (CPTU) benyttet i bestemmelse/tolking av skjærfasthet tilfredsstiller i anvendelsesklasse 1. Dokumentasjon av kvalitet er oppsummert i tabell 1 og presentert i datarapport, ref. /2/ og vedlegg 5. Kvalitetsskjema for eldre CPTUer utført av NGI har vi ikke fått tilgang til.

Tabell 4: Prøvekvalitet

Punkt	OCR	Prøvenr.	$\Delta e/e_0$	Prøvekvalitet
4	1-2	1	0,043	God til brukbar
		2	0,053	God til brukbar
7	1-2	1	0,045	God til brukbar
		2	0,055	God til brukbar
14	2-4	1	0,026	Veldig god til utmerket
		2	0,033	God til brukbar
17	2-4	1	0,043	God til brukbar
		2	0,031	God til brukbar

Det er generelt benyttet prøvesylindere av plast og stål (utvalgte kvikkleireprøver). Slikt utstyr vurderes iht. NGF-melding 11, tabell 2 normalt prøver i anvendelsesklasse 1 – 2. Utførte enaksialforsøk viser generelt noe høy deformasjon (10 – 15 %) og antyder dermed noe forstyrrelser på prøvene.

5 STABILITET – BEREGNINGSRESULTATER OG VURDERINGER

Det er regnet stabilitet i 3 profiler for deponiet, profil F, H og M. Ønsket omfang av deponiet, som prosjektert av Rambøll Norge AS avd. Areal og Samferdsel, fremkommer av tegning 304.

Beregningene er utført for både dagens situasjon og ferdig oppfylt situasjon. Stabiliteten er kontrollert i de terrengprofilene hvor deponiet vurderes å ha størst, negativ påvirkning på stabiliteten. Krav til oppnådd, beregnet sikkerhetsfaktor er F>1,4 både for totalspennings- og effektivspenningsanalyse der hvor glideflaten når ned i kvikk/sensitiv leire. Ved beregning for ferdig oppfylt situasjon kan det forekomme at mest kritiske glideflate er en annen glideflate enn den som var kritisk for dagens situasjon. *Vi har valgt å basere oss på en %-vis forbedring av samtlige glideflater med F<1,4 selv om ref. /1/ åpner for å kun sammenligne den mest kritiske glideflaten før tiltak med den mest kritiske glideflaten etter tiltak.*

5.1 Profil F

Profil F følger deponiet fra nordøst, forbi Dovrebanen, videre nedover i retning Klett og avsluttes ved Fv. 736 Røddevegen. Derfra ligger terrenget med slakere helning ned mot E6.

I profilet er vist både planlagt fylling, påvist/antatt sprøbruddmateriale i grunnen og antatt bergnivå. Det er beregnet stabilitet med krav om materialfaktor F>1,4 både for totalspennings- og effektivspenningsanalyse. Iht. teknisk regelverk (Bane NOR) er krav til sikkerhet av jernbanen en materialfaktor F>1,5 både for totalspennings- og effektivspenningsanalyse.

Beregningene viser tilfredsstillende stabilitet for den planlagte fyllinga. Det er totalspenningsanalysen som er dimensjonerende for profil F. Se tabell 5 for laveste beregnede materialfaktor som berører kvikkleire i dette profilet. Tall i parentes gjelder for kritisk sirkel som ikke berører kvikkleire.

Tabell 5 Resultater stabilitetsberegninger profil F

Fase	Tegning nr.	Spenningstilstand	Materialfaktor
Dagens situasjon	305	Totalspenning (ADP)	1,41 (0,99, 0,71*)
Oppfylling	306	Totalspenning (ADP)	1,77 (1,69)
Dagens situasjon	307	Effektivspenning	1,41 (1,05, 1,21*)
Oppfylling	308	Effektivspenning	4,50 (3,28)

*Laveste materialfaktor for lokal stabilitet i jernbanefylling.

Det er oppnådd en urealistisk lav stabilitet for dagens situasjon for jernbanefyllinga, dvs. F<1. Årsaken til dette kan være en kombinasjon av for lav styrke og høy tyngdetetthet i fyllinga, sideeffekter og konservative styrkeparametere i original grunn. Det er iht. ref. /1/ normal prosedyre i slike tilfeller å justere styrkeparameterne slik at man oppnår et mer realistisk resultat i stabilitetsberegningene, dvs. F ≈ 1,0. Dette fordi det er åpenbart at fyllinga står med slik sikkerhet uten å gli ut i dagens situasjon. Det er i dette tilfellet vurdert at slike justeringer ikke er avgjørende mht. å

beregne deponiets påvirkning på stabiliteten i området, eller at det er interessant å beregne en realistisk sikkerhetsfaktor for jernbanefyllinga. Resultatet anses imidlertid som en bekreftelse på at de benyttede styrkeparametere er konservativt valgt. En ev. justering av styrkeparameterne slik at F øker fra 0,71 til 1,0 vurderes å kunne medføre en overestimering av grunnens styrkeegenskaper, og utelates derfor i dette tilfellet.

Plassering av profilet fremkommer av tegning 302, beregningsprofilet med forutsetninger og resultater er vist på tegning 305 – 308.

5.2 Profil H

Profil H ligger fra nordøstre til sørvestre del av deponiet, videre nedover mot skjæring ved Dovrebanen samt avslutningen av deponiet med fylling bak skråningen ved borpunkt 2. Profilet krysser profil F i nedre del.

I profilet er vist både planlagt fylling, påvist/antatt sprøbruddmateriale i grunnen og antatt bergnivå. Det er beregnet stabilitet med krav om materialfaktor F>1,4 både for totalspennings- og effektivspenningsanalyse. Iht. teknisk regelverk (Bane NOR) er krav til sikkerhet av jernbanen en materialfaktor F>1,5 både for totalspennings- og effektivspenningsanalyse.

Beregningene viser tilfredsstillende stabilitet for den planlagte fyllinga, med unntak av skråningen ned mot jernbanen og den planlagte fyllingen er der redusert for å unngå forverring av glideflater med F≤1,4. Det er totalspenningsanalysen som er dimensjonerende for profil H. Se tabell 6 for laveste beregnede materialfaktor som berører kvikkleire i dette profilet. Tall i parentes gjelder for kritisk sirkel som ikke berører kvikkleire.

Tabell 6 Resultater stabilitetsberegninger profil H

Fase	Tegning nr.	Spenningstilstand	Materialfaktor
Dagens situasjon	309	Totalspenning (ADP)	1,79 (1,45)
Oppfylling	310	Totalspenning (ADP)	1,75 (-)
Dagens situasjon	311	Effektivspenning	1,32 (1,10)
Oppfylling	312	Effektivspenning	1,42 (1,10)

5.3 Profil M

Profil M krysser deponiet fra nord mot sør.

I profilet er vist både planlagt fylling, påvist/antatt sprøbruddmateriale i grunnen og antatt bergnivå. Det er beregnet stabilitet med krav om forbedring både for totalspennings- og effektivspenningsanalyse. Iht. teknisk regelverk (Bane NOR) er krav til sikkerhet av jernbanen en materialfaktor F>1,5 både for totalspennings- og effektivspenningsanalyse.

Beregningene viser ikke tilfredsstillende stabilitet for den planlagte fyllinga. Dette gjelder både i søndre del av profilet, der fyllingen må legges ned til kt. +103,5, og i nordre del av profilet, der fyllingsmektigheten må reduseres med 2,5 meter i store

deler av profilet for å oppnå tilfredsstillende stabilitet. Det er totalspenningsanalysen som er dimensjonerende for profil M. Se tabell 7 for laveste beregnede materialfaktor som berører kvikkleire i dette profilet.

Tabell 7 Resultater stabilitetsberegninger profil M

Fase	Tegning nr.	Spenningstilstand	Materialfaktor	*Oppnådd laveste %-vis forbedring*
Dagens situasjon	317	Totalspenning (ADP)	1,01	-
Oppfylling	318	Totalspenning (ADP)	1,19	*10 %*
Dagens situasjon	319	Effektivspenning	(1,10)	-
Oppfylling	320	Effektivspenning	2,56	*Stor forbedring*

5.4 Profil NGI A, NGI B, C, D, E, G og I-L

Terrengprofil NGI A, NGI B, C, D E og G ligger i øvre del av deponiområdet og ble opprinnelig fremstilt i forbindelse med utarbeidelse av ref. /11/ som omhandlet et torvdeponi der. Torvdeponiet er så langt vi kjenner til gått ut av planen og området ønskes nå innlemmet i et store deponi for samfengte løsmasser som omfatter hele ravinesystemet ned til og forbi Dovrebanen.

Terrengprofil I, J og K går gjennom ravinedalen fra nord til sør og illustrerer hvordan det planlagte deponiet påvirker stabiliteten på tvers av ravina. Profil L har noenlunde samme orientering som beregningsprofil H og viser oppfylling og jernbane i vestre del av deponiet. Det er ikke utført beregninger i disse profilene da det er vurdert at oppfyllinga i profil I, J og K vil ha positiv innvirkning på stabiliteten i skråningene inn mot ravina samt at det er begrensede forekomster av kvikk/sensitiv leire her. Profil L har fellestrekk med profil H og det er derfor ikke vurdert som nødvendig å utføre beregninger her som følge av dokumentasjonen som er utarbeidet for profil H.

Som en forenklet vurdering av deponiets påvirkning (forbedring) på stabiliteten i skråningene i profil I, J og K er det i tabell 7 vist en oversikt over gjennomsnittlig reduksjon av skråningshøyde og helning for disse profilene før og etter oppfylling.

Tabell 7 Reduksjon av skråningshøyde og helning i profil I, J og K

	Profil I	Profil J	Profil K
ΔH før oppfylling [m]	20	40	21
ΔH etter oppfylling [m]	4	27	7
Omtrentlig %-vis forbedring	80%	33%	67%
Helning før oppfylling [-]	1:4	1:5	1:4
Helning etter oppfylling[-]	1:20	1:7	1:10
Tegning nr.	313	314	315

5.5 Erosjon

Rambøll har primært utført vurderinger og befaring i området for deponi vinterstid og med mye snø i terrenget. Det har derfor vært vanskelig å vurdere pågående erosjon i området. Iht. NGI sine vurderinger for området er det registrert dels kraftig erosjon i Lersbekken, som er bekken som renner i og like ved torvdeponiet. NVE har derfor utført erosjonssikring av deler av denne bekken. Det forutsettes at erosjonssikring av relevante området ivaretas videre i prosjekteringen av deponiet, og at dette følges opp av geotekniker i forbindelse med utførelsen.

5.6 Annen påvirkning som følge av deponiet

Det planlagte deponiet kan også ha andre påvirkninger i området enn kun de rent stabilitetsmessige. En slik massiv fylling inn mot jernbanefyllingen kan medføre uheldige setninger på jernbanesporet i det fyllingen vil legges inn over sidene på jernbanefyllinga og komme som en tilleggslast mot denne. Dette vil medføre en økt belastning mot grunnen under fyllinga. Slik tilleggslast/endring av spenningssituasjonen i grunnen vil medføre risiko for deformasjoner og setninger. Det gjøres ingen nærmere vurderinger av dette som en del av denne rapporten.

Det planlagte deponiet medfører imidlertid en betydelig forbedring av stabiliteten for jernbanen.

6 UTFØRELSE OG KONTROLL

Utførte stabilitetsberegninger er utført for situasjon med ferdig etablert deponi. Det er meget viktig at ingen midlertidige situasjoner undervegs i utførelsen påvirker stabiliteten negativt. Konsekvensen ved en mindre utglidning kan være stor, ved at selv små utglidninger i sprøbruddmateriale kan bre seg til større skred over store områder. For videre arbeid og utførelse forutsettes derfor følgende:

- Det skal utarbeides gjennomføringsplan, rekkefølgebestemmelser og kontrollplan for utførelsen i samråd med geotekniker. Endelige planer og bestemmelser skal godkjennes av geotekniker.
- Deponiet skal utføres med drenering (pukkstrenger, drenerende lag ol) slik at grunnvannsstanden for ferdig deponi fortsatt ligger i nivå med dagens terreng (eller lavere). Ved heving av bekken må bekketraséen tettes i underkant, slik at vannmassene renner langs bekkeløpet og ikke drenerer ned i underliggende masser.
- Det forutsettes at erosjonssikring i relevante deler av området ivaretas videre i prosjekteringen av deponiet, og at dette følges opp av geotekniker i forbindelse med utførelsen.
- Ansvarlig geoteknikker skal til enhver tid være orientert om og kunne følge arbeidene i deponiet for å kontrollere at disse utføres iht. retningslinjene, og iht. de forutsetninger som ligger til grunn for de utførte stabilitetsberegninger.

7 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

Terminalen Entreprenør AS planlegger etablering av et større massedeponi på Storler i Trondheim kommune. Det planlagte deponiet ønskes brukt for deponering av løsmasser fra lokale utbyggingsprosjekter, deriblant en del som torvdeponi. I området er det fra tidligere kjent at det er betydelige forekomster av kvikk og sensitiv leire. Massedeponiet avgrensninger ligger innenfor kvikkleiresonene "438 Bekkenget" og "439 Litj-Ler». Denne rapporten inneholder stabilitetsvurdering av deponiet iht. NVE 7/2014. Tiltaket klassifiseres med bakgrunn i konsekvens av brudd i tiltakskategori 2.

Det er utført en rekke grunnundersøkelser i og ved aktuelle område, og Rambøll har vinteren 2016 utført supplerende undersøkelser som grunnlag for vurderingene. Undersøkelsene viser dels løsmasser av kvikk og sensitiv leire.

Stabilitetsberegningene viser i hovedsak tilfredsstillende stabilitet for deponiet slik dette er prosjektert av Rambøll, avdeling Areal og Samferdsel. Unntaket er i profil M der fyllingen må reduseres noe på begge sider av ravinedalen, samt profil H der fyllingen må reduseres noe slik at stabiliteten av skråningen ned mot jernbanen ikke forverres.

Utførte stabilitetsberegninger er utført for dagens situasjon og situasjon med ferdig etablert deponi. Det er meget viktig at ingen midlertidige situasjoner undervegs i utførelsen påvirker stabiliteten negativt. Konsekvensen ved en mindre utglidning kan være stor, ved at selv små utglidninger i sprøbruddmateriale kan bre seg til større skred over store områder. For videre arbeid og utførelse forutsettes derfor følgende:

- Det skal utarbeides gjennomføringsplan, rekkefølgebestemmelser og kontrollplan for utførelsen i samråd med geotekniker. Endelige planer og bestemmelser skal godkjennes av geotekniker.
- Torvdeponiet skal utføres med drenering (pukkstrenger, drenerende lag ol) slik at grunnvannsstanden for ferdig deponi fortsatt ligger i nivå med dagens terreng (eller lavere). Ved heving av bekken må bekketraséen tettes i underkant, slik at vannmassene renner langs bekkeløpet og ikke drenerer ned i underliggende masser.
- Det forutsettes at erosjonssikring i relevante deler av området ivaretas videre i prosjekteringen av deponiet, og at dette følges opp av geotekniker i forbindelse med utførelsen.

8 REFERANSER

1. NVEs retningslinjer 2/2011 med vedlagte NVEs veileder 7/2014. *"Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper"*
2. Rambøll, G-rap-001 1350013313, 14.3.2016. *"Massedeponi Storler. Datarapport fra grunnundersøkelser."*
3. Lunne et al, 1997. *"Cone penetration test in geotechnical practice".*
4. Karlsrud et al, 2005. *"CPTU correlations for clays".* ICSMGE 2005, Osaka, Japan
5. Karlsrud et al, 1996. *"Improved CPTU correlations based on block samples"*. Nordisk Geoteknikermøte, Reykjavik, Island.
6. NIFS rapport 14/2014. *"En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktor i prosjektering i norske leirer"*
7. NGI rapport 20071661-1, 2008. *"E6 Jaktøyen-Tonstad. Områdestabilitet i kvikkleiresoner. Grunnundersøkelser – datarapport."*
8. Rambøll, G-rap-002-6120165, 2012. *"E6 Klett – Sentervegen. Datarapport fra grunnundersøkelser"*
9. NGI rapport 20091127-01-R rev.nr. 0, 2016. *"Sone Ltj-Ler, Sørnypan, Asgarden, Stokkaunet og Rødde i Melhus kommune. Oppdatering av kvikkleirekartlegging og stabilitetsvurderinger i Røddeområdet."*
10. Statens vegvesen, Ud 619 A 1992. *"Orienterende grunnundersøkelser. E6 Klett – Sandmoen Alt. 2.*
11. Rambøll, G-rap-002 1350013313 rev01, 20.06.2016. "Massedeponi Storler. Stabilitetsvurderinger for nytt torvdeponi."
12. Rambøll, Møtereferat G-mot-001 1350013313 av 07.06.2016.

436 Heggstad

437 Stor-Ler

Trasé for nye E6

Leersbekken

Jesmobekken

Avgrensing for massedeponi

438 Bekkenget

Leersbekken

439 Litj-Ler

X7023000

X7022500

X7022000

Y567000

Y567500

Y568000

Y568500

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: OVERSIKTSKART
Med avgrensing for planlagt massedeponi
Reguleringsplan

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:6000 (A3)	01	01

TEGNING NR.	REV.
301	0

Trasé for nye E6

437 Stor-Ler

438 Bekkenget

439 Litj-Ler

NGI A

NGI B

X7022700

X7022400

X7022100

Y566700

Y567000

Y567300

Y567600

Y567900

FORKLARING - BORING

Boring type (symbol)

Borpunkt nr.

4 ① Terrengkote / Fjellkote — Boredybde i løsmasse + boring i fjell (m)

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	27.09.2017	Utvidet profil M til å omfatte nye E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: SITUASJONSPLAN

Totalsondering · Poretrykksmåler · Prøvetaking · CPTU

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:4000 (A3)	01	01

TEGNING NR.	REV.
302	1

437 Stor-Ler

438 Bekkenget

439 Litj-Ler

X7022700

X7022400

X7022100

Y566700

Y567000

Y567300

Y567600

Y567900

Y568200

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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

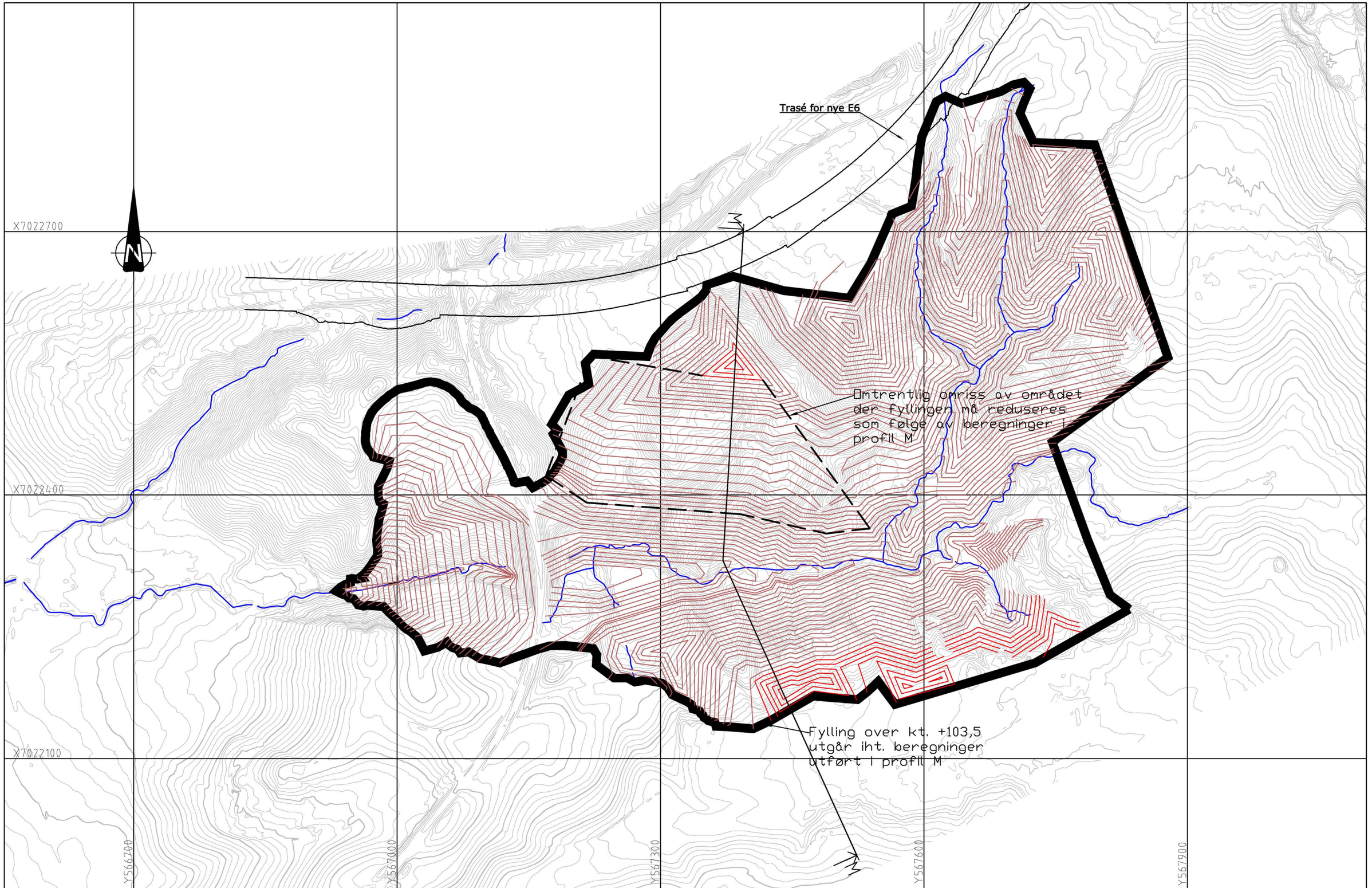
OPPDRAG
Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER
Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD
SITUASJONSPLAN - KVIKKLEIRE
- Antatt/påvist sprøbruddsmateriale
- Usikker
- Ikke sprøbruddsmateriale

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:4000 (A3)	01	01

TEGNING NR.	REV.
303	0



REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	28.09.2017	Redusert fyllingsomfang iht. beregninger i profil H og M	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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
Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER
Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD
SITUASJONSPLAN
Fyllingskoter for planlagt massedeponi
Rød-merkede fyllingskoter utgår

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:4000 (A3)	01	01

TEGNING NR.	REV.
304	0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling1	1	19.00	26.0	0.0				
Tørrskorpe	4	20.00	30.0	0.0				
Leire1	5	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	6	20.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire2	7	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Jernbanefylling	8	20.50	40.0	8.0				
Berg								

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: Stabilitetsberegning profil F
Totalspenningsanalyse
Dagens situasjon
Med planlagt tiltak

OPPDRAG NR.: 1350013313
MÅLESTOKK: 1:400
BLAD NR.:
AV:
TEGNING NR.: 305
REV.: 0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Fylling1	1	19.00	26.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Jernbanefylling	8	20.50	40.0	8.0					0.00	0.00	0.00
Tørrskorpe	4	20.00	30.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire1	5	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	6	20.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35	0.00	0.00	0.00
Leire2	7	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35	0.00	0.00	0.00
Berg											

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: Stabilitetsberegning profil F
Totalspenningsanalyse
Situasjon med tiltak
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.: 1350013313 | MÅLESTOKK: 1:400 | BLAD NR. | AV

TEGNING NR.: 306 | REV.: 0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Fylling1	1	19.00	26.0	0.0
Jernbanefylling	8	20.50	40.0	8.0
Tørrskorpe	4	20.00	30.0	0.0
Leire1	5	20.50	26.5	2.5
Kvikkleire	6	20.50	24.2	0.9
Leire2	7	20.50	26.5	2.5
Berg				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler
OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: Stabilitetsberegning profil F
Effektivspenningsanalyse
Dagens situasjon
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV	TEGNING NR.	REV.
1350013313	1:400			307	0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Fylling1	1	19.00	26.0	0.0
Jernbanefylling	8	20.50	40.0	8.0
Tørrskorpe	4	20.00	30.0	0.0
Leire1	5	20.50	26.5	2.5
Kvikkleire	6	20.50	24.2	0.9
Leire2	7	20.50	26.5	2.5
Berg				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: Stabilitetsberegning profil F
Effektivspenningsanalyse
Situasjon med tiltak
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.: 1350013313
MÅLESTOKK: 1:400
BLAD NR.:
AV:
TEGNING NR.: 308
REV.: 0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Friksjonsm.	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	20.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	4	20.00	38.0	7.8				
Berg								

0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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
www.ramboll.no

OPPDRAG
Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER
Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNING PROFIL H
Totalspenningsanalyse
Dagens situasjon
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01
		TEGNING NR.	REV.
		309	0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	5	19.00	26.0	0.0				
Friksjonsm.	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	20.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Morene	4	20.00	38.0	7.8				
Berg								

1	21.09.2017	Redusert fylling mot skråningen ned mot jernbanen	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ

TEGNINGSSTATUS

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
www.ramboll.no

OPPDRAG: Massedeponi Storler
OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: STABILITETSBEREGNING PROFIL H
Totalspenningsanalyse
Situasjon med tiltak
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.: 1350013313 | MÅLESTOKK: 1:400 | BLAD NR.: 01 | AV: 01
TEGNING NR.: 310 | REV.: 1

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Friksjonsm.	1	19.00	30.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	2	20.50	26.5	2.5					0.00	0.00	0.00
Kvikkleire	3	20.50	24.2	0.9					0.00	0.00	0.00
Morene	4	20.00	38.0	7.8					0.00	0.00	0.00
Berg											

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: STABILITETSBEREGNING PROFIL H
Effektivspenningsanalyse
Dagens situasjon
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR. 311 REV. 0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Fylling	5	19.00	26.0	0.0
Friksjonsm.	1	19.00	30.0	0.0
Leire	2	20.50	26.5	2.5
Kvikkleire	3	20.50	24.2	0.9
Morene	4	20.00	38.0	7.8
Berg				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	21.09.2017	Redusert fylling mot skråningen ned mot jernbanen	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: STABILITETSBEREGNING PROFIL H
Effektivspenningsanalyse
Situasjon med tiltak
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV	TEGNING NR.	REV.
1350013313	1:400	01	01	312	1

0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ

TEGNINGSSTATUS

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
www.ramboll.no

OPPDRAG
Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER
Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD
PROFIL I
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
313	0

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

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.rambell.no

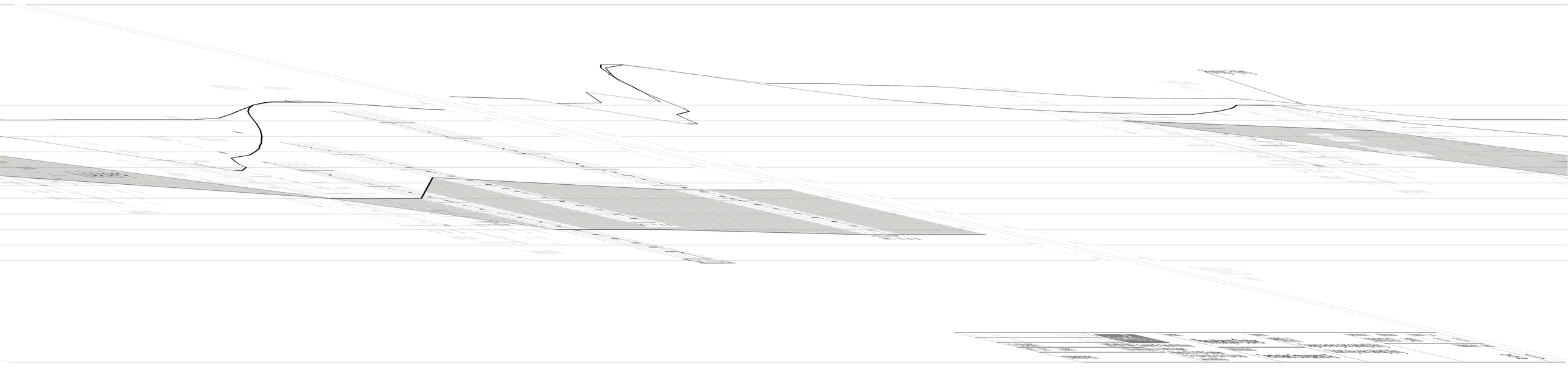
OPPDRAG: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: PROFIL J
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.: 314
REV.: 0



Profil L-L
1 : 400

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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
Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER
Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD
PROFIL L
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
316	0

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Leire	1	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	2	20.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire2	3	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Friksjonsm.	4	19.00	36.0	0.0				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	21.09.2017	Nytt C-profil i bunnen av bekkedal, utvidet profil mot nye E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler
OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: STABILITETSBEREGNINGER PROFIL M
Totalspenningsanalyse
Dagens situasjon
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.: 1350013313
MÅLESTOKK: 1:400
BLAD NR.: 01 AV 01
TEGNING NR.: 317
REV.: 1

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	1	19.00	26.0	0.0				
Leire	2	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	3	20.50	---	---	C-profil	0.85	0.63	0.35
Leire2	4	20.50	---	---	C-profil	1.00	0.85	0.35
Friksjonsm,	5	19.00	36.0	0.0				

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	21.09.2017	Nytt C-profil i bunnen av bekkedal, utvidet profil mot nye E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: STABILITETSBEREGNINGER PROFIL M
Totalspenningsanalyse
Situasjon med tiltak
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
318	1

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Leire	1	20.50	26.5	2.5
Kvikkleire	2	20.50	24.2	0.9
Leire2	3	20.50	26.5	2.5
Friksjonsm.	4	19.00	36.0	0.0

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	21.09.2017	Utvidet profil mot nye E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: STABILITETSBEREGNINGER PROFIL M
Effektivspenningsanalyse
Dagens situasjon
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
319	1

Material	no	Un.Weigth	Fi	C`
Fylling	1	19.00	26.0	0.0
Leire	2	20.50	26.5	2.5
Kvikkleire	3	20.50	24.2	0.9
Leire	4	20.50	26.5	2.5
Friksjonsm.	5	19.00	36.0	0.0

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	21.09.2017	Redusert fylling, utvidet profil mot nye E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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
Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER
Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD
STABILITETSBEREGNINGER PROFIL M
Effektivspenningsanalyse
Situasjon med tiltak
Med planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
320	1

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	25.09.2017	Lagt inn tolket sprøbruddsmateriale og ny E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

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
www.ramboll.no

OPPDRAG: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: PROFIL NGI A
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
321	1

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	25.09.2017	Lagt inn tolket sprøbruddsmateriale og ny E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: PROFIL NGI B
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
322	1

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	25.09.2017	Lagt inn tolket sprøbruddsmateriale	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: PROFIL C
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
323	1

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	25.09.2017	Lagt inn tolket sprøbruddsmateriale og ny E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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	INNHOLD	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
Massedeponi Storler	PROFIL D Dagens terreng med planlagt fylling Stiplet linje viser planlagt fylling	1350013313	1:400	01	01

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

TEGNING NR.: 324 REV.: 1

Profil E
1 : 400

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	25.09.2017	Lagt inn tolket sprøbruddsmateriale og ny E6	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL

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
Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER
Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD
PROFIL E
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
325	1

REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
1	25.09.2017	Lagt inn tolket sprøbruddsmateriale	JHET	MBP	PAW
0	07.04.2017		JHET	MBP	PAW

TEGNINGSSTATUS

RAMBØLL
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: Massedeponi Storler

OPPDRAGSGIVER: Terminalen Entreprenør AS

INNHOLD: PROFIL G
Dagens terreng med planlagt fylling
Stiplet linje viser planlagt fylling

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350013313	1:400	01	01

TEGNING NR.	REV.
326	1

VEDLEGG 1
G-rap-003

FAREGRADSEVALUERING

(3 sider inkl. forside)

ROS-ANALYSE

Oppdrag:	Massedeponi Storler		
Oppdragnummer:	1350013313	Dato:	09.10.2017
Saksbehandler	Jørn Hetland	Kontrollert:	Per-Arne Wangen

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

Kvikkleiresone 438 Bekkenget

Skadekonsekvens

vurdering:

Faktor	vekttall			kommentar
Boligenheter	4	0	0	
Næringsbygg, personer	3	0	0	
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0	
Vei	2	0	0	
Toglinje	2	0	0	
Kraftnett	1	0	0	
Oppdemming/flom	2	0	0	
Poeng (score x vekttall):		0	0	

Beregnet skadekonsekvensklasse:	**Mindre alvorlig**	**Mindre alvorlig**
Skadekonsekven	0,00	0,00

Forklaring

Faktor	vekttall	Konsekvens, score 3	2	1	0
Boligenheter, 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/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Faregradsklasser (sannsynlighet)

vurdering:

Faktor	vekttall	Skrednett	Med deponi	kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	2	2	Uendret
Skråningshøyde	2	3	2	Redusert
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	2	Noe overkonsolidert, justert på bakgrunn av bedre grunnlag
Poretrykk, overtrykk	3	0	2	Registrert overtrykk ved Lersbekken
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0	
Kvikkleiremektighet	2	1	1	
Sensitivitet	1	2	3	Justert på bakgrunn av bedre grunnlag
Erosjon	3	3	2	Lersbekken heves opptil fremtidig terreng
Inngrep, forverring	3	0	1	Liten forverring i profil M. Tilfredsstiller stabilitetskrav iht NVE 7/2014
Inngrep, forbedring	-3	0	3	Slakere skråninger, redusert høydeforskjell, erosjonssikring, motfyllinger
Poeng (score x vekttall):		27	21	

Beregnet faregradsklasse:	**Høy**	**Middels**
Faregrad	0,53	0,41

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	0	0
Risikoklasse:	**1**	**1**

Forklaring

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

ROS-ANALYSE

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

Oppdrag:	Massedeponi Storler		
Oppdragnummer:	1350013313	Dato:	09.10.2017
Saksbehandler	Jørn Hetland	Kontrollert:	Per-Arne Wangen

Kvikkleiresone 439 Litj-Ler

Skadekonsekvens

vurdering:

Faktor	vekttall			kommentar
Boligenheter	4	0	0	
Næringsbygg, personer	3	0	0	
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0	
Vei	2	0	0	
Toglinje	2	0	0	
Kraftnett	1	0	0	
Oppdemming/flom	2	0	0	
Poeng (score x vekttall):		0	0	

Beregnet skadekonsekvensklasse:	**Mindre alvorlig**	**Mindre alvorlig**
Skadekonsekven	0,00	0,00

Forklaring

Faktor	vekttall	Konsekvens, score 3	2	1	0
Boligenheter, 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/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen

Faregradsklasser (sannsynlighet)

vurdering:

Faktor	vekttall	Skrednett	Med deponi	kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	3	3	Uendret
Skråningshøyde	2	3	3	Uendret for sonen som helhet
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	3	Noe overkonsolidert i nordre del av sonen, men beholdes uendret
Poretrykk, overtrykk	3	0	2	Registrert overtrykk ved Lersbekken
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0	Uendret
Kvikkleiremektighet	2	1	1	Uendret
Sensitivitet	1	2	3	Justert på bakgrunn av bedre grunnlag
Erosjon	3	3	2	Sikringstiltak utføres, men i begrenset del av sonen
Inngrep, forverring	3	0	0	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0	1	Slakere skråninger, redusert høydeforskjell, erosjonssikring, motfyllinger, men i begrenset del av sonen
Poeng (score x vekttall):		28	29	

Beregnet faregradsklasse:	**Høy**	**Høy**
Faregrad	0,55	0,57

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	0	0
Risikoklasse:	**1**	**1**

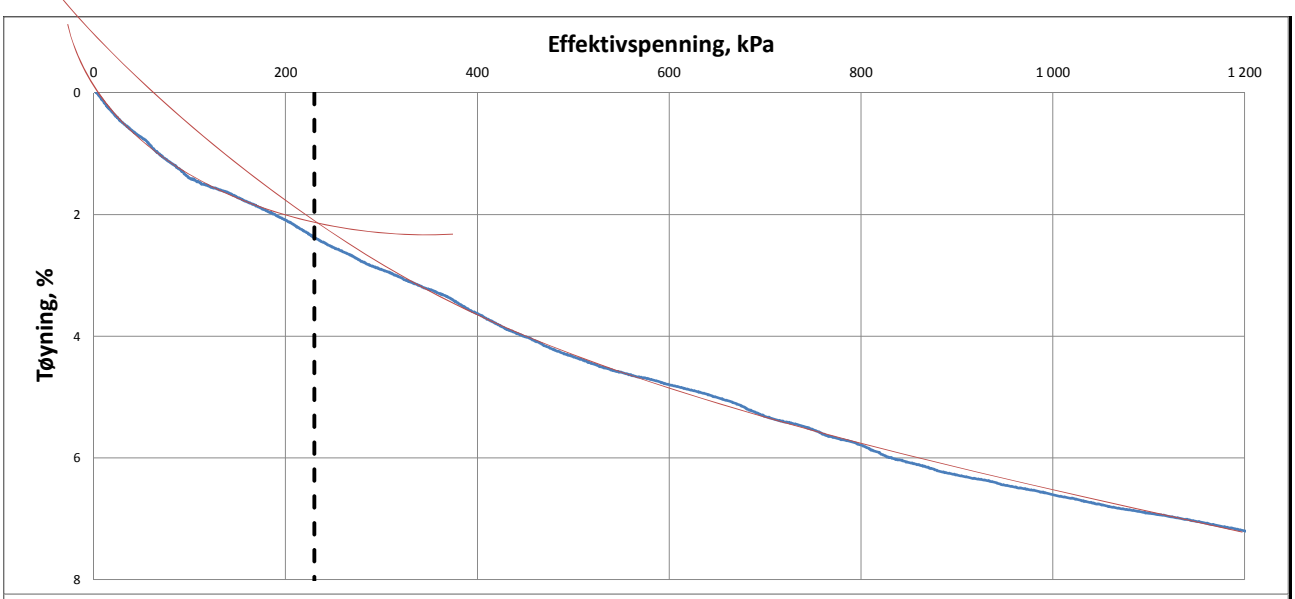
Forklaring

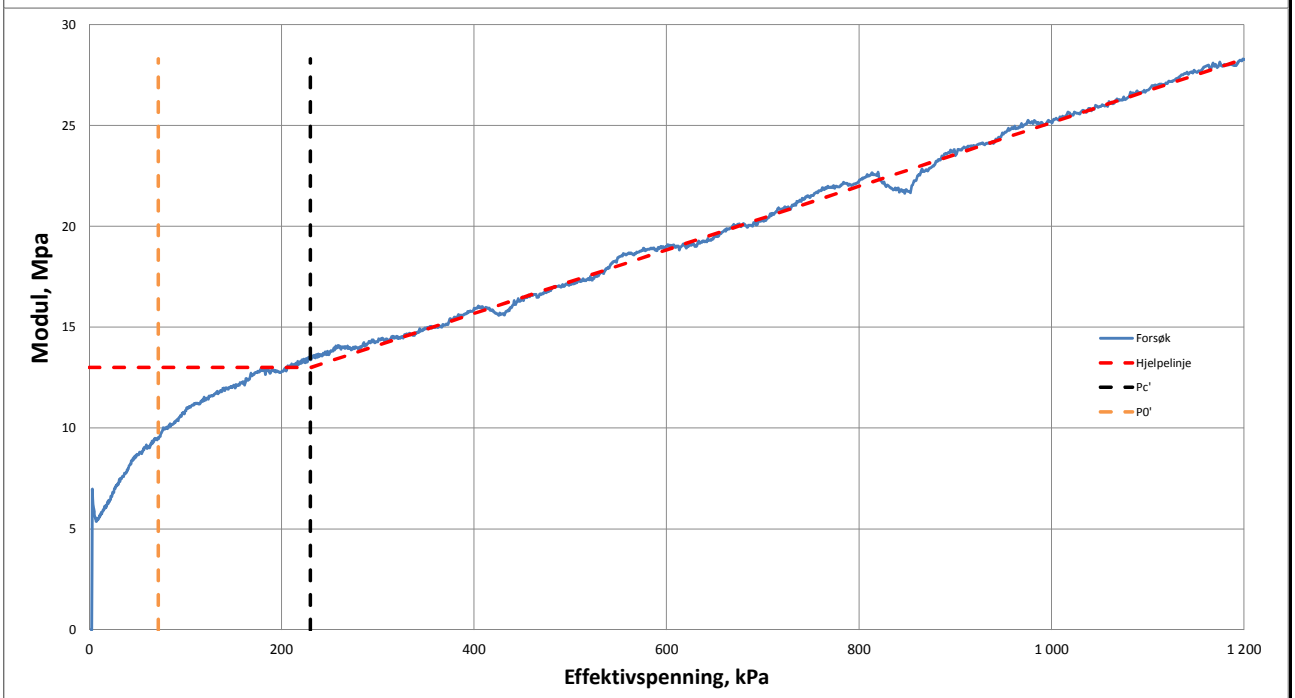
Faktor	vekttall	Faregrad, score 3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, m	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	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

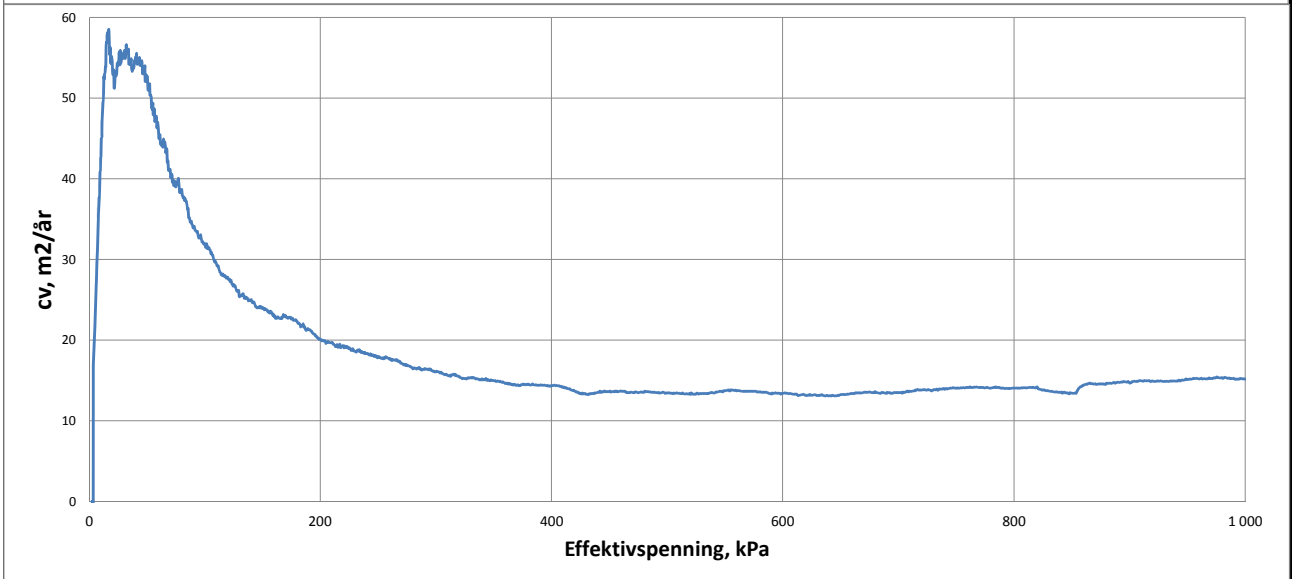
VEDLEGG 2
G-rap-003

TOLKNING ØDOMETER

(11 sider inkl. forside)

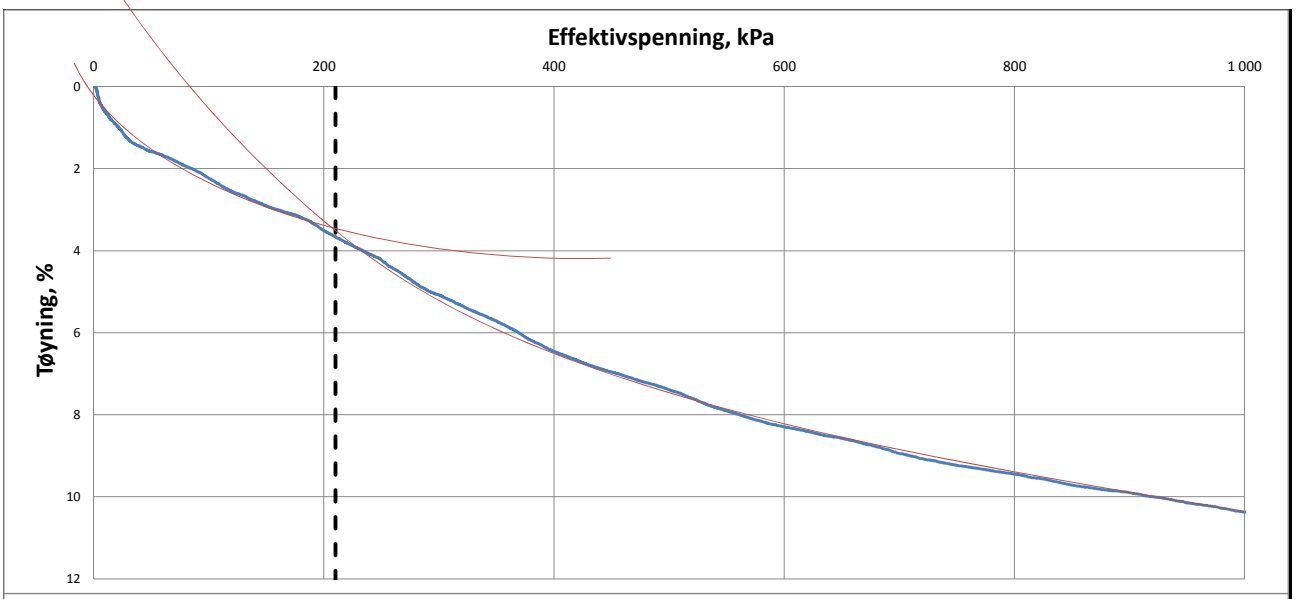


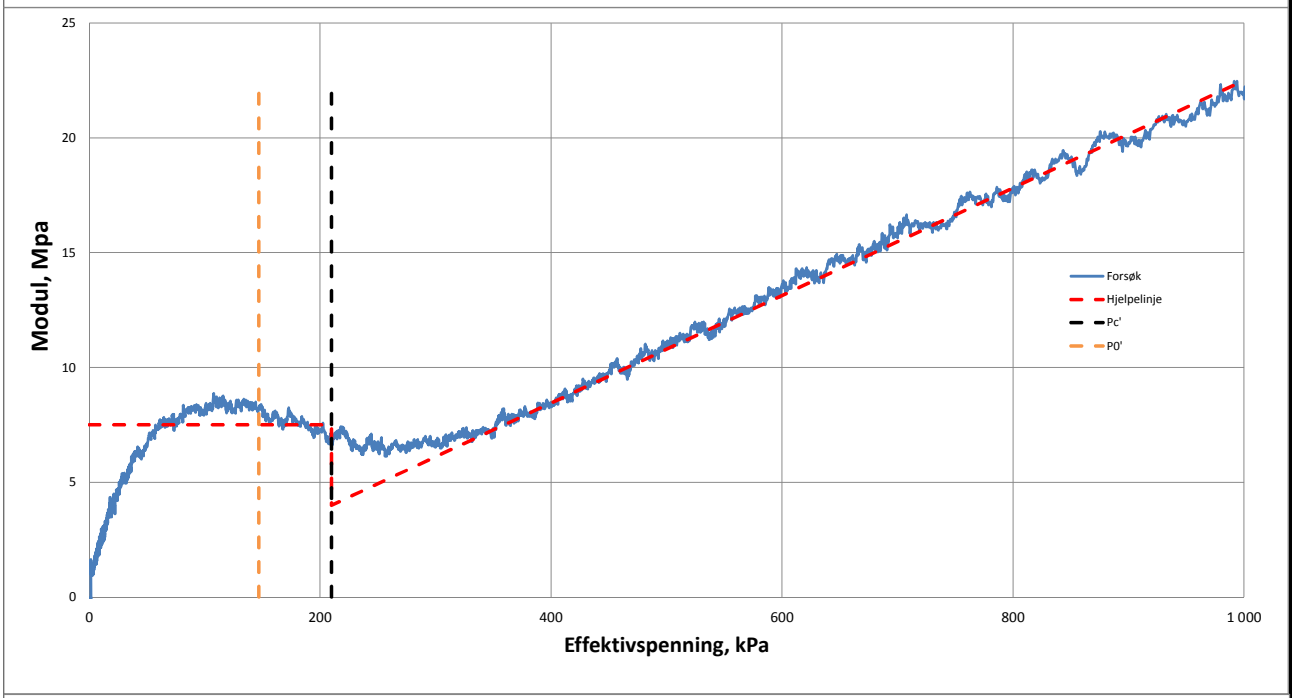


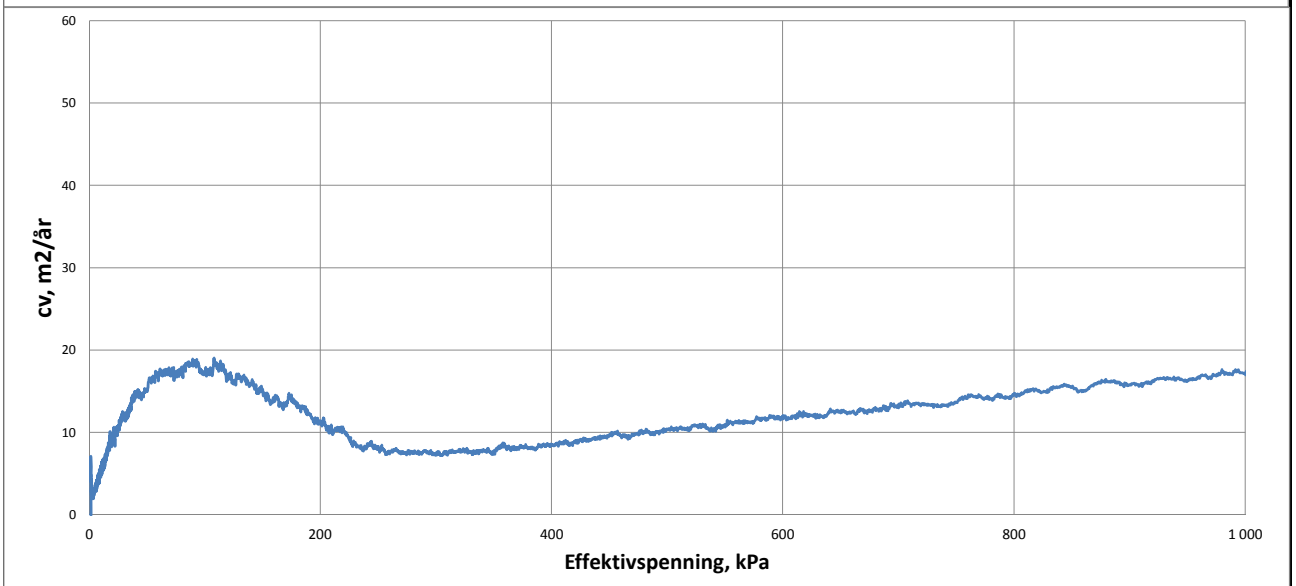


pkt 3 lab 70 dybde 6,55m Leire, siltig

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.1
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

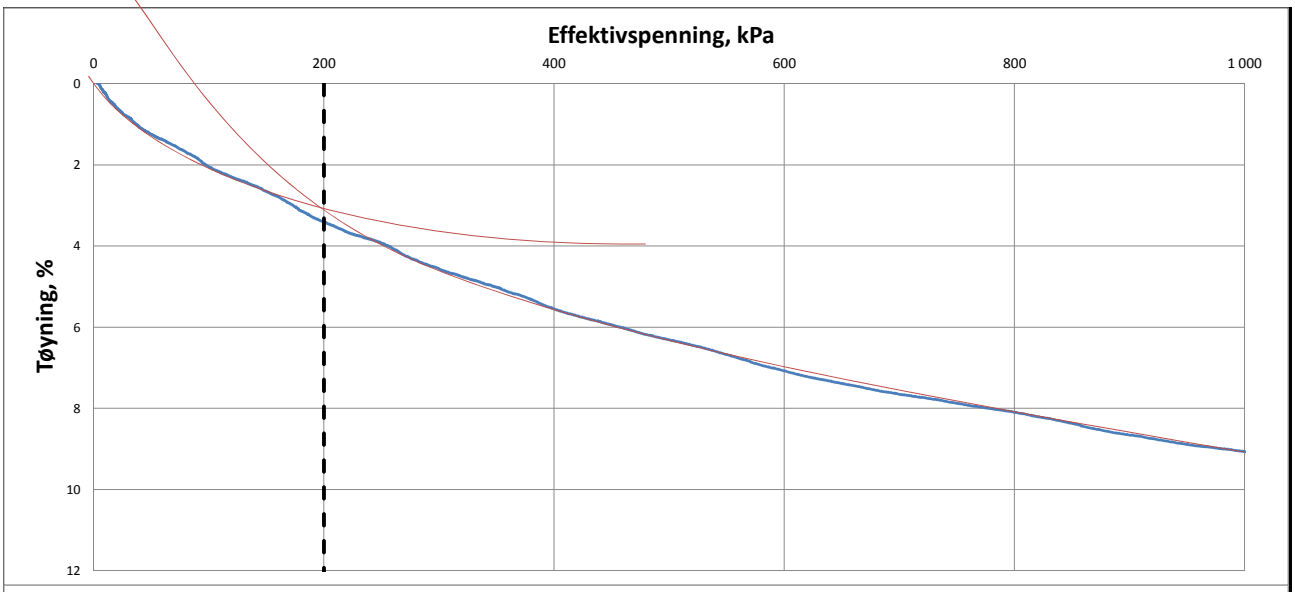


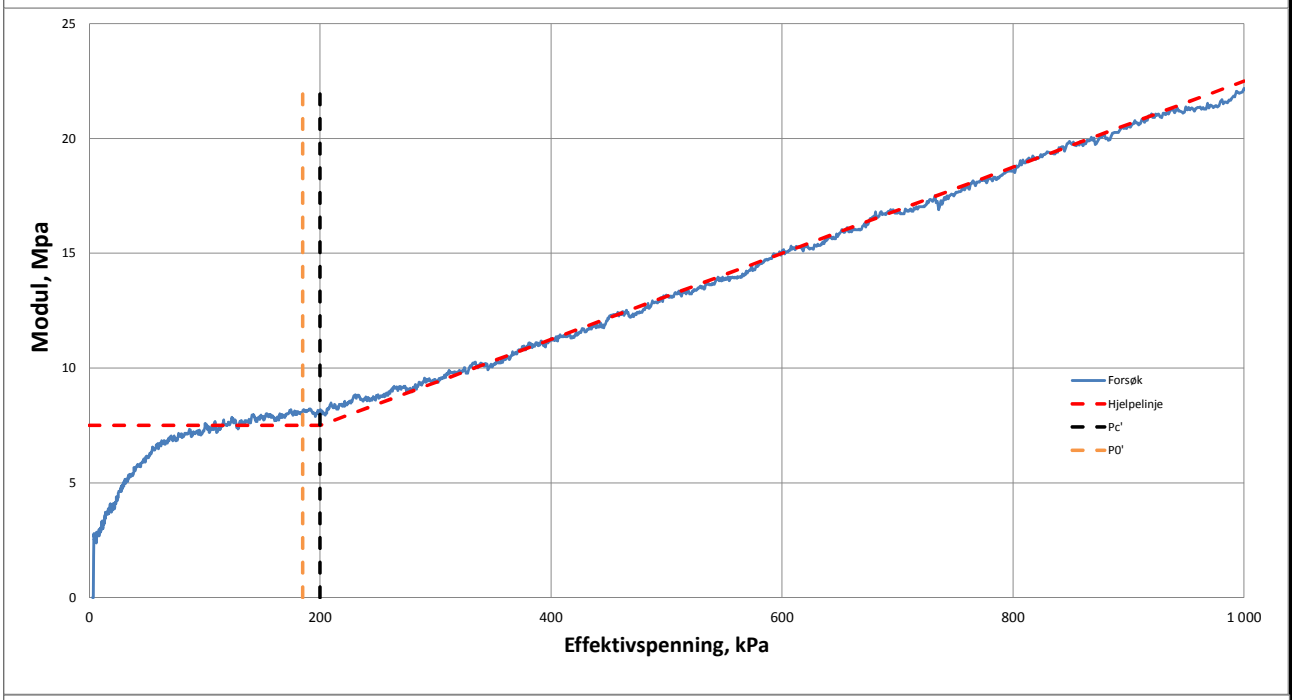


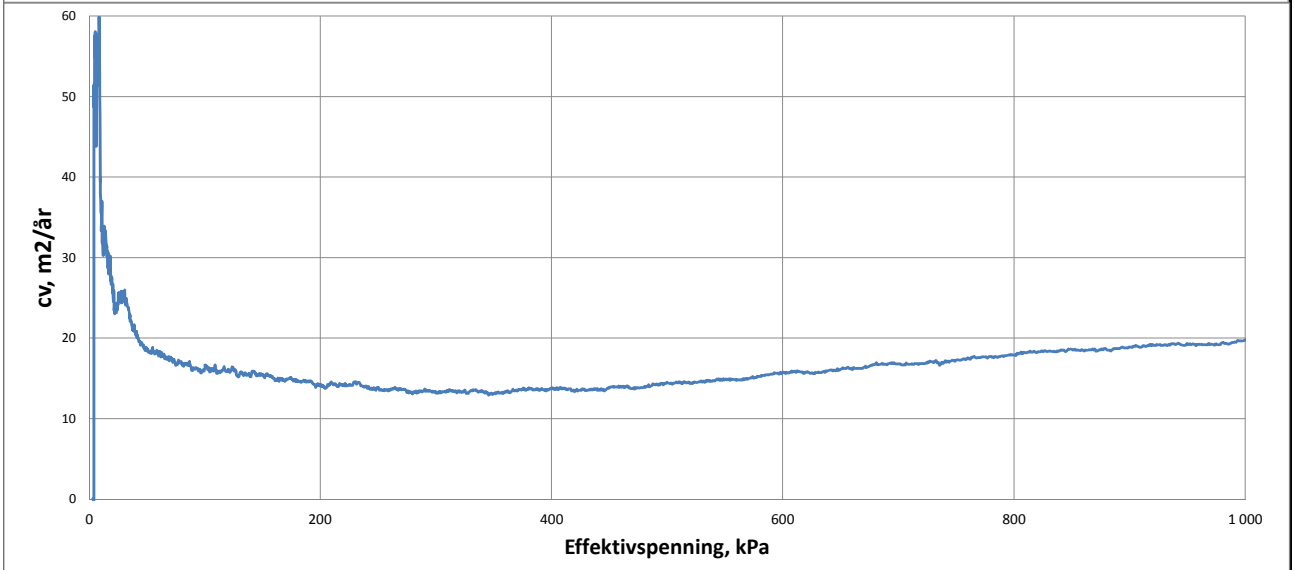


pkt 4 lab 61 dybde 10,70m Kvikkleire,siltig

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.2
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

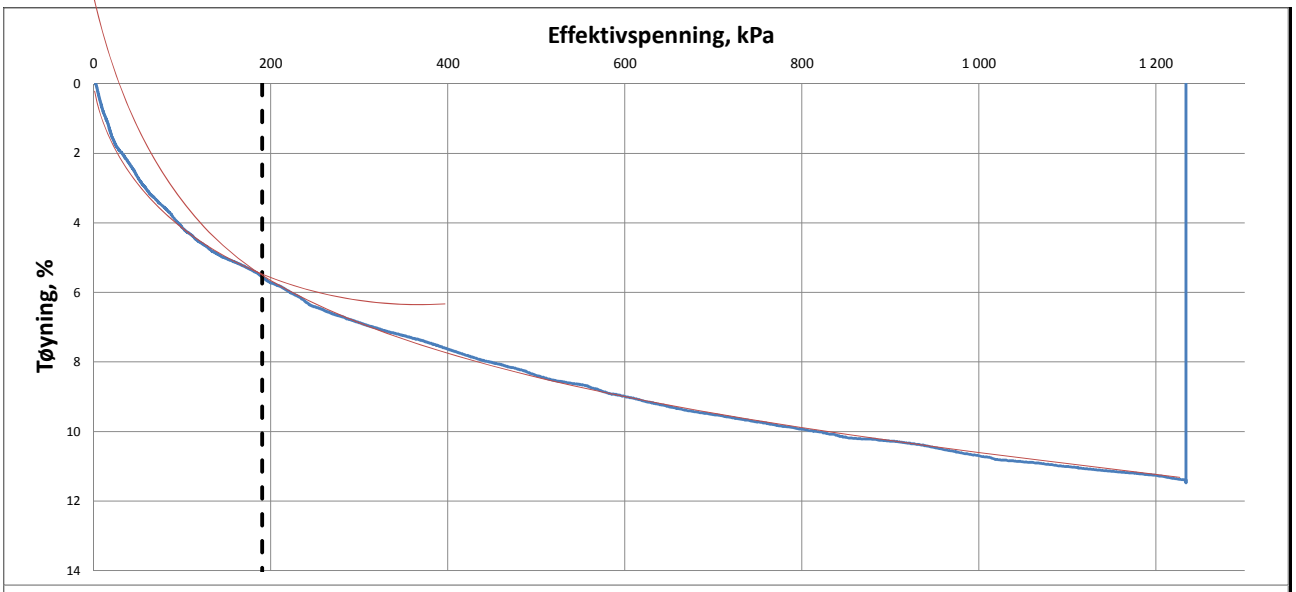


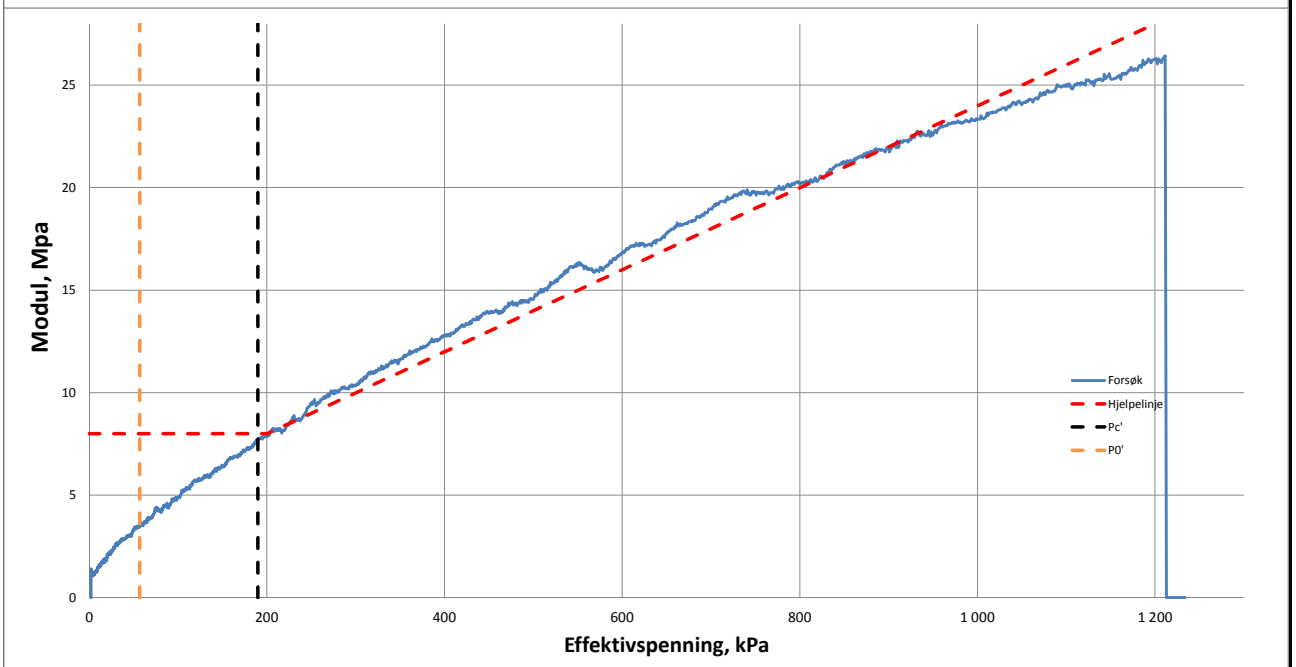


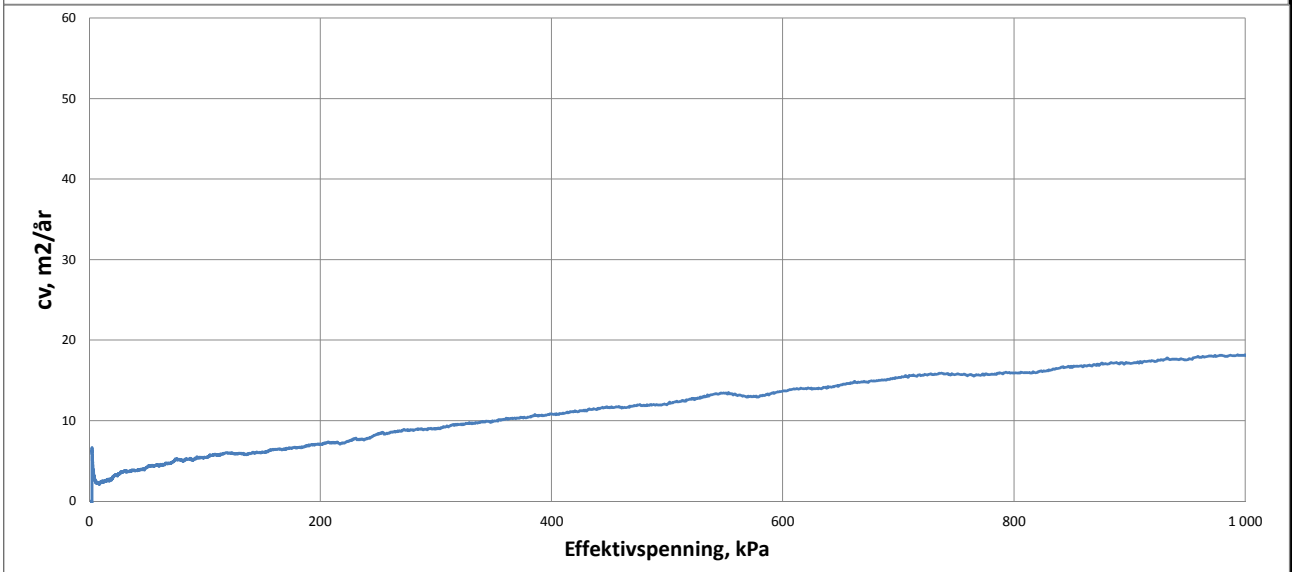


pkt 7 lab 44 dybde 9,50m Leire,siltig

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.3
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

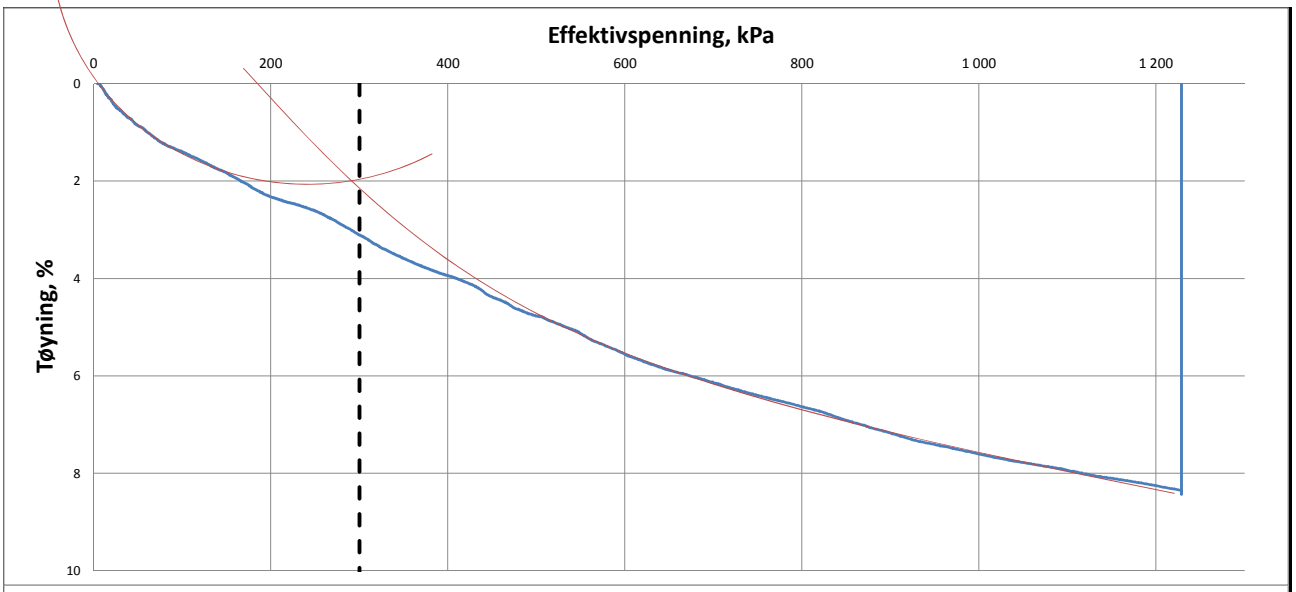


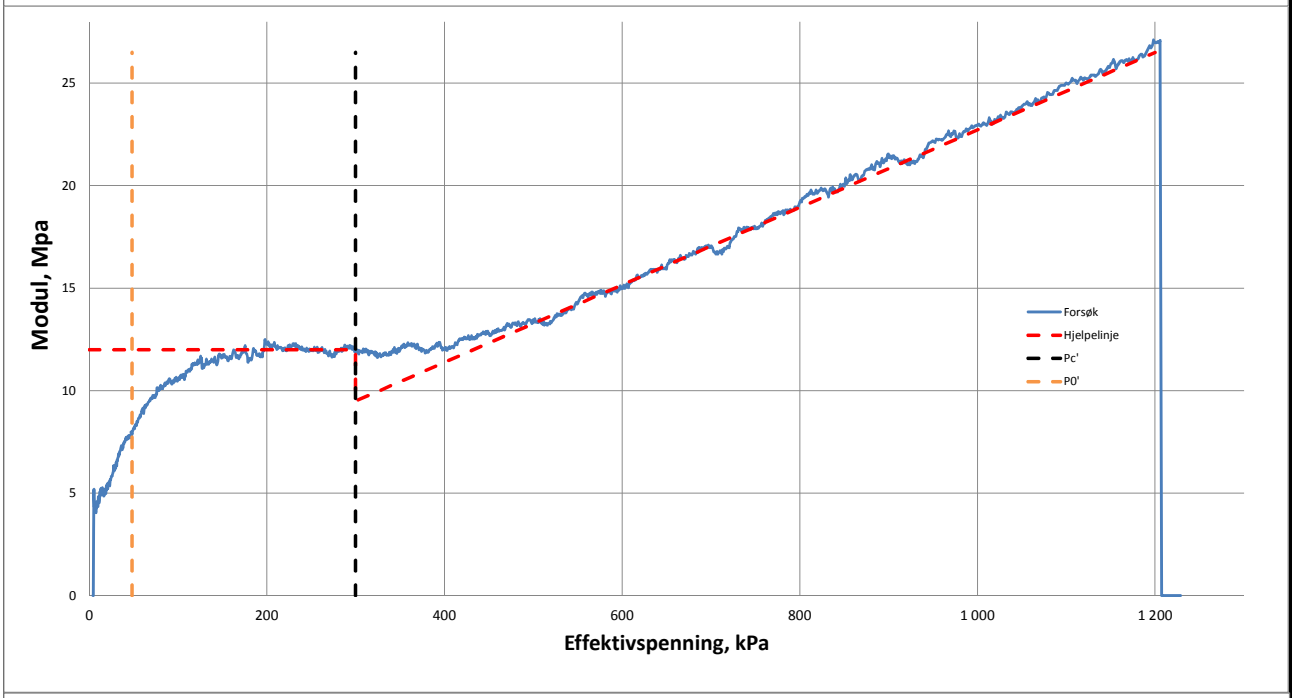


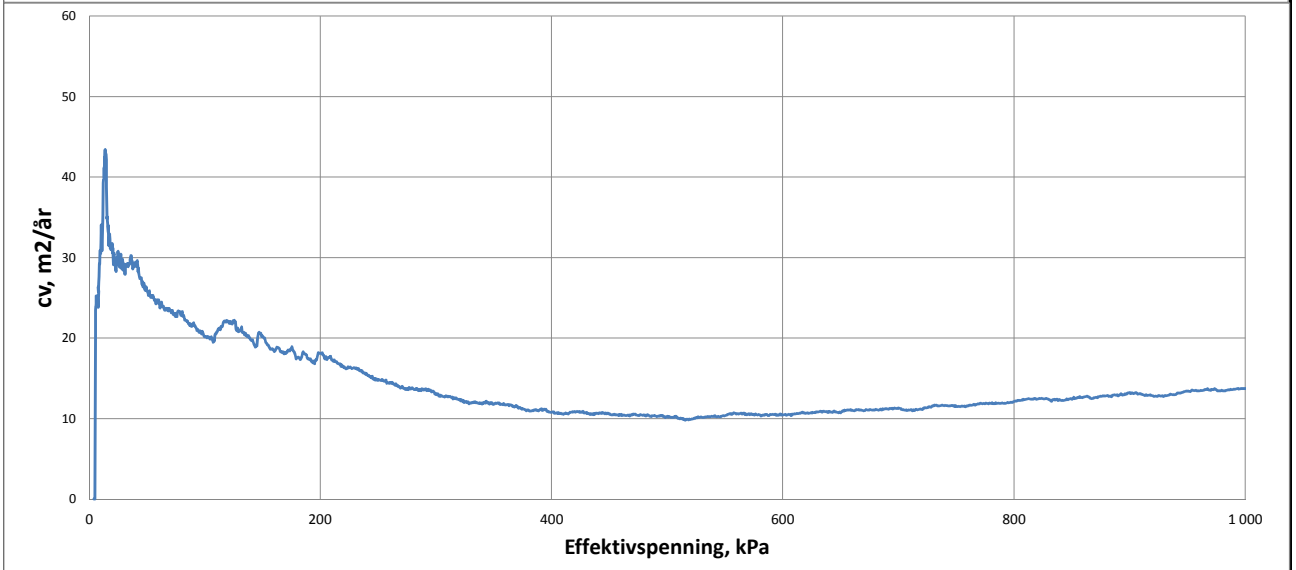


pkt 9 lab 65 dybde 5,70m Leire

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.4
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

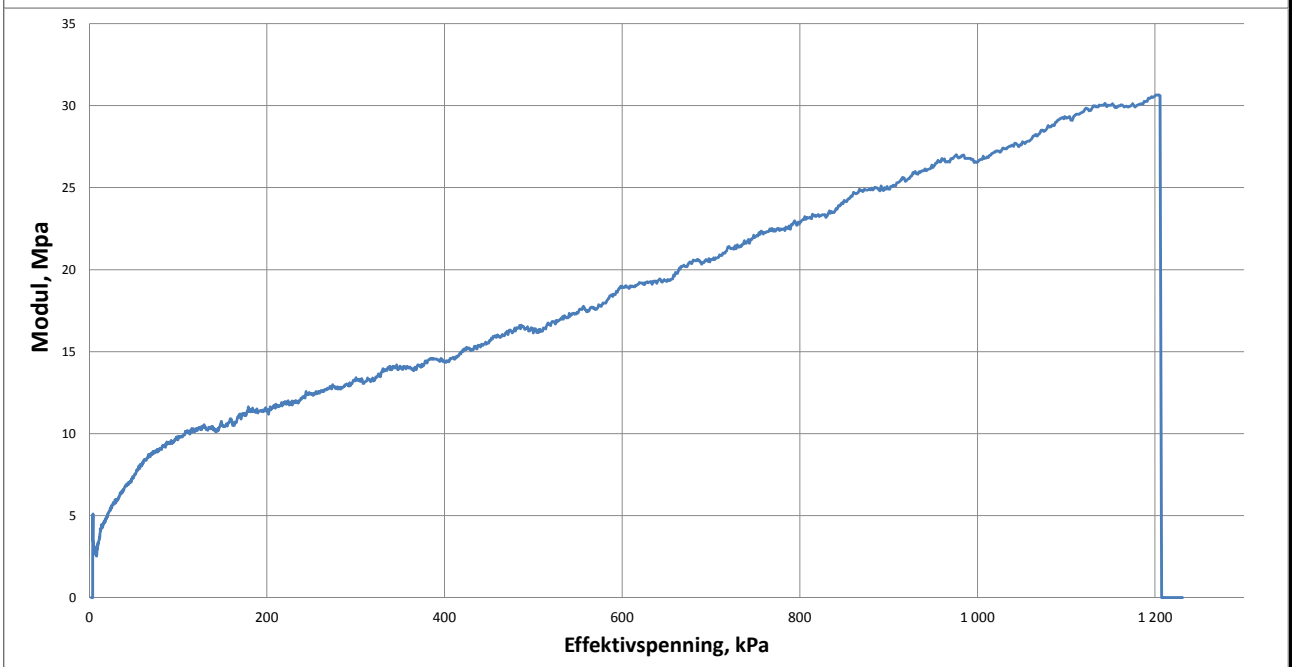


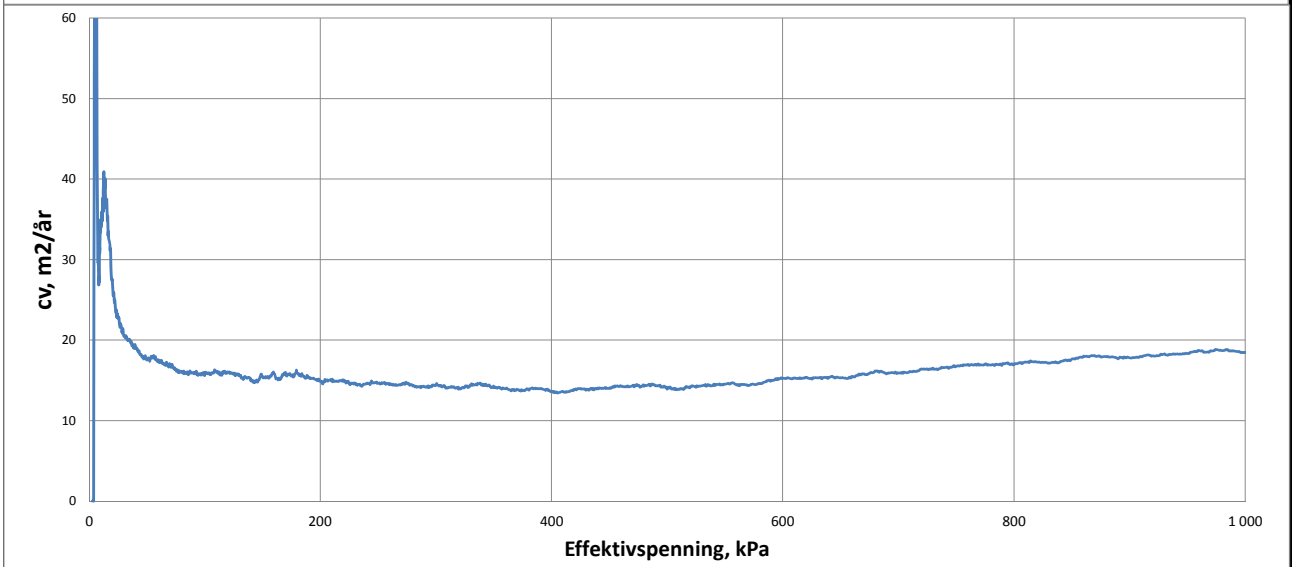




pkt 14 lab 5 dybde 4.40m Leire

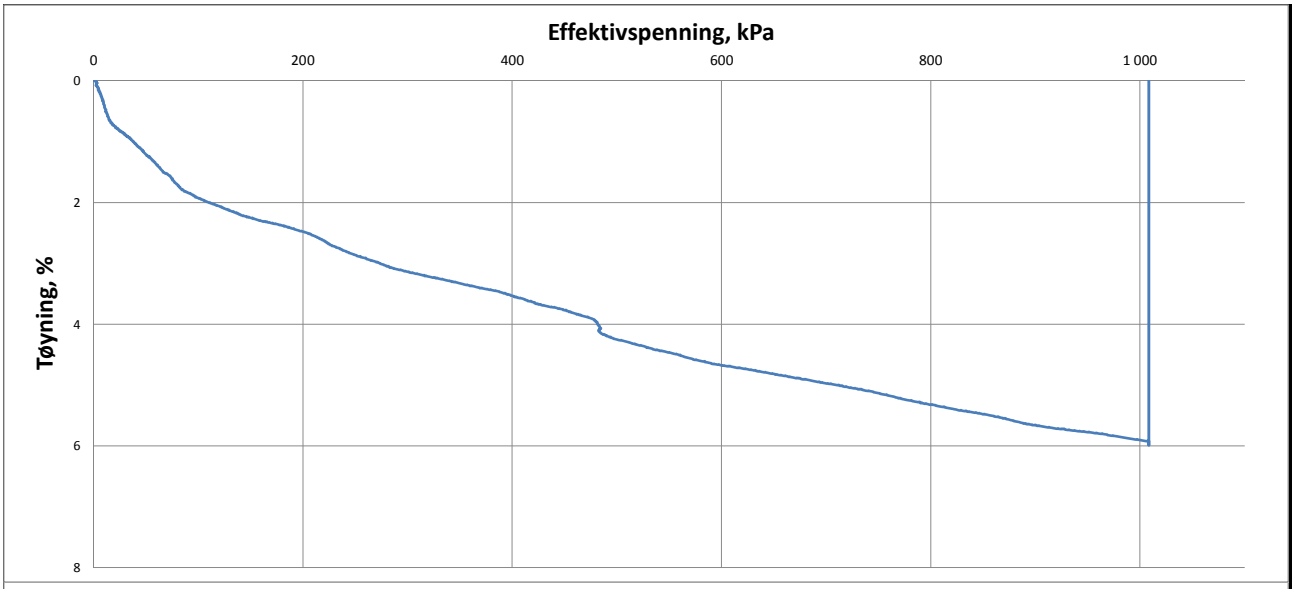
RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.5
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

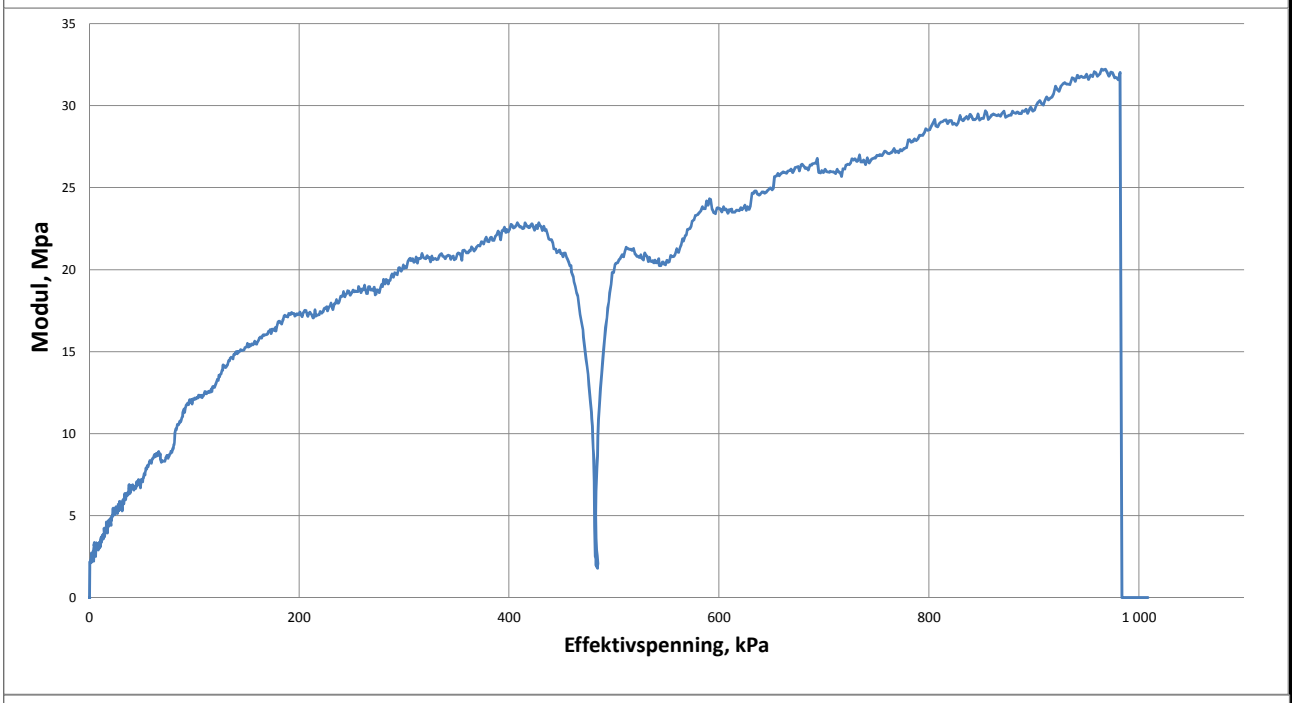


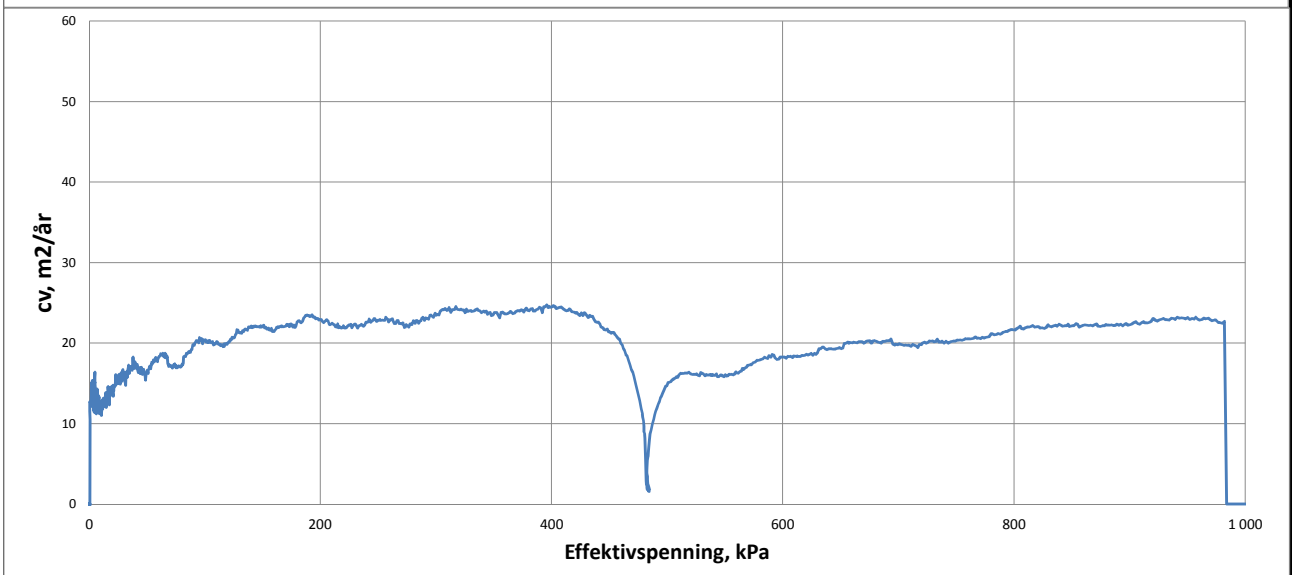


pkt 17 lab 53 dybde 5,50m Leire,siltig

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.6
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

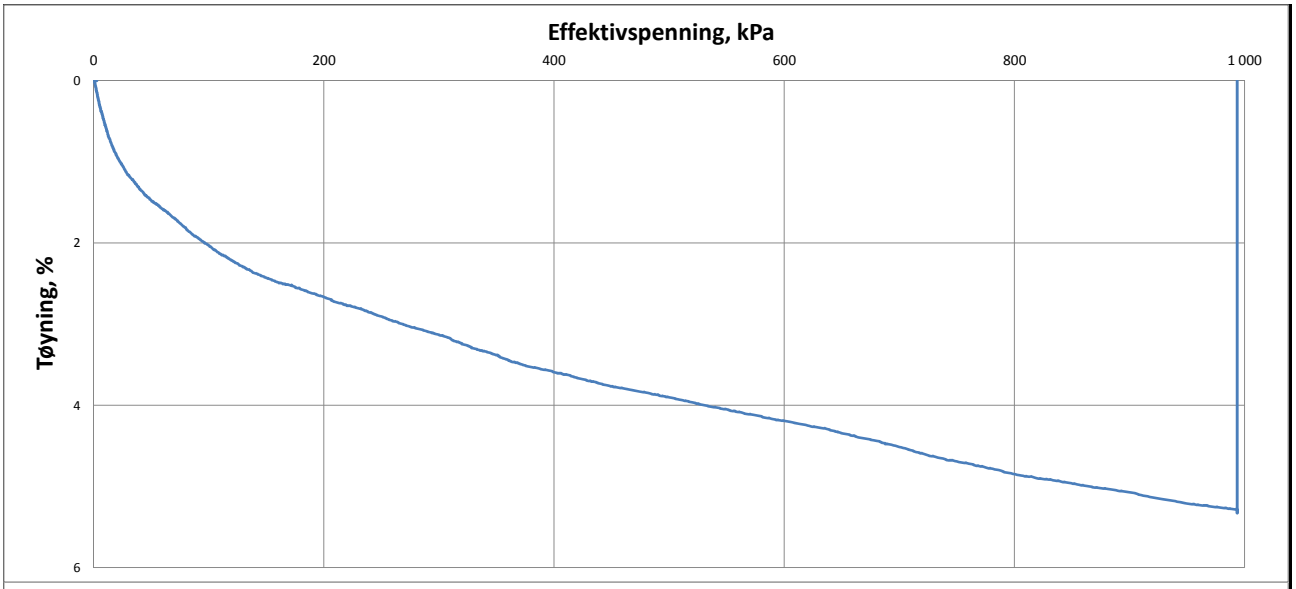


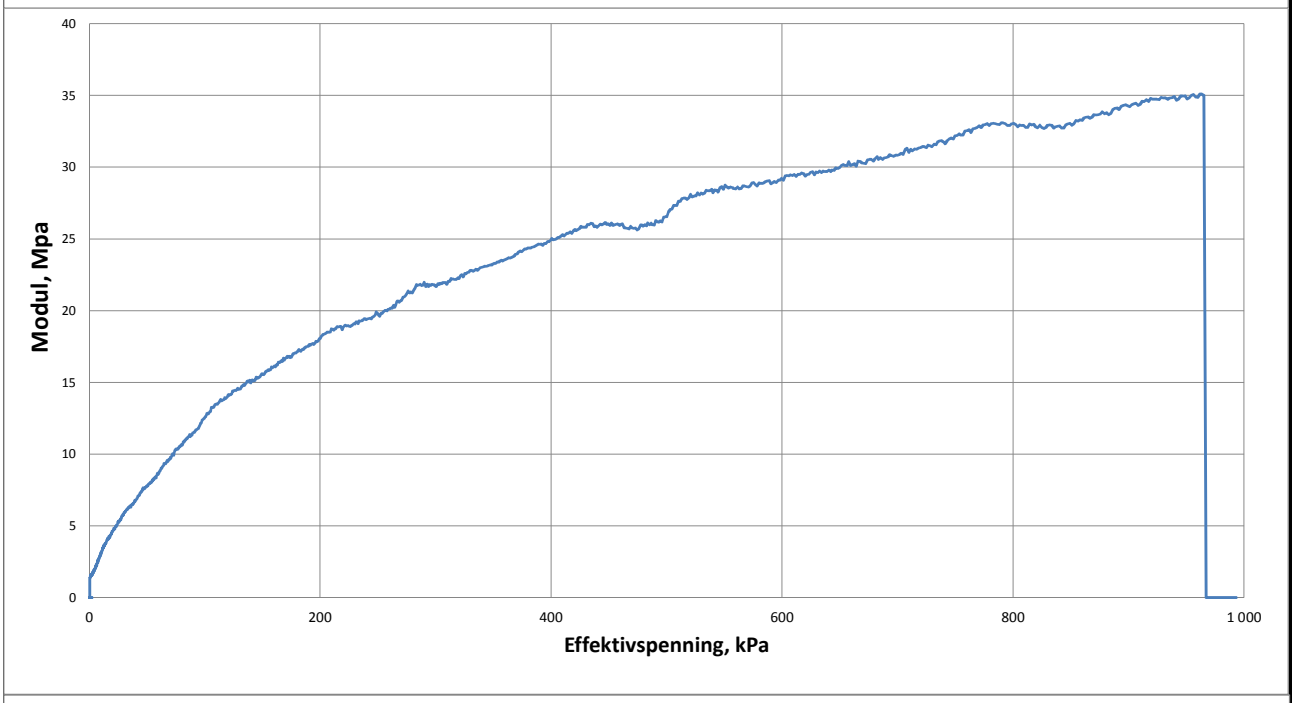


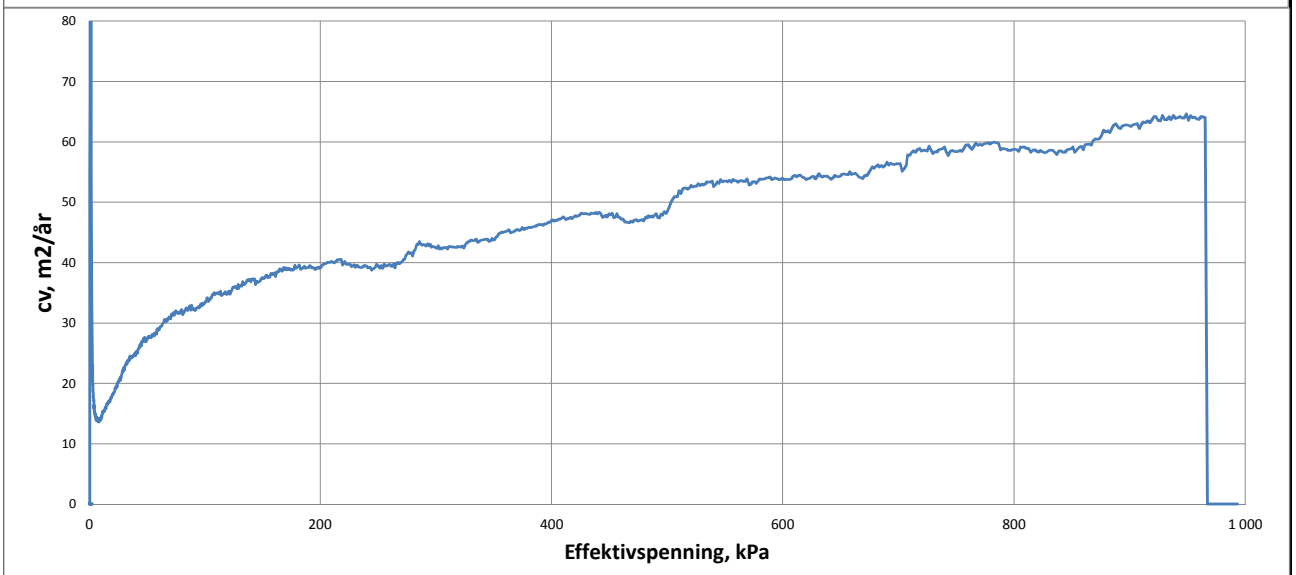


pkt 302 lab 4 dybde 5,25m Leire

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.7
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

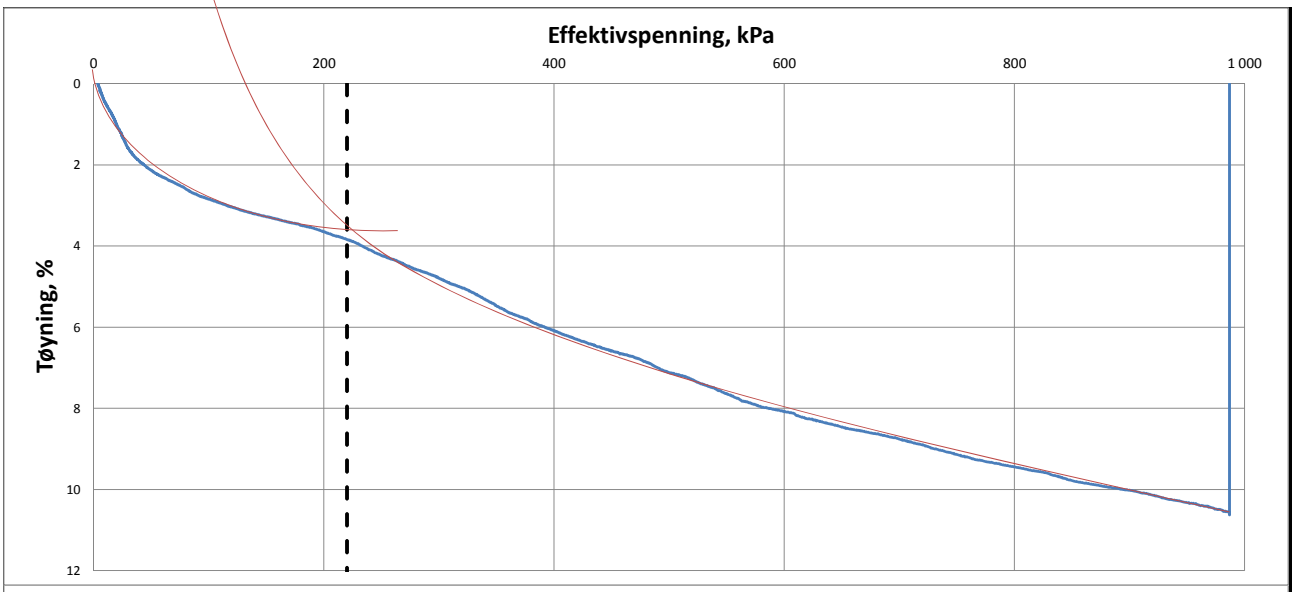


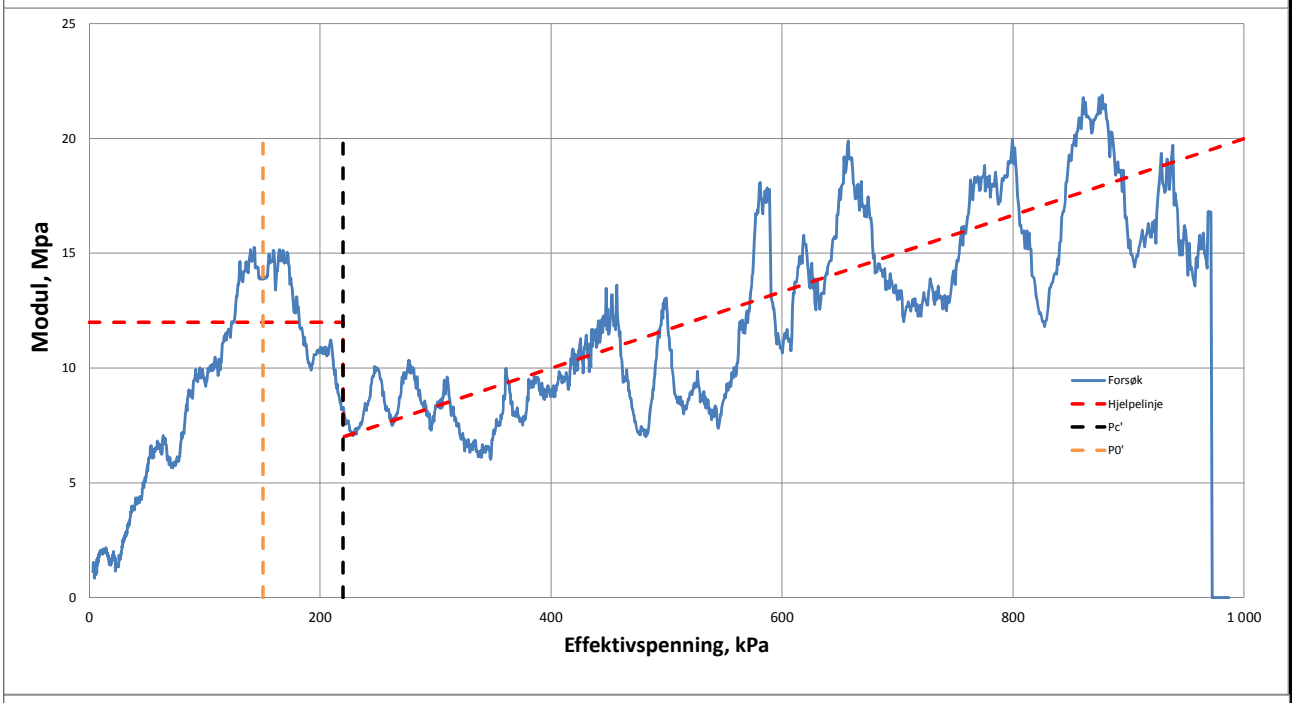


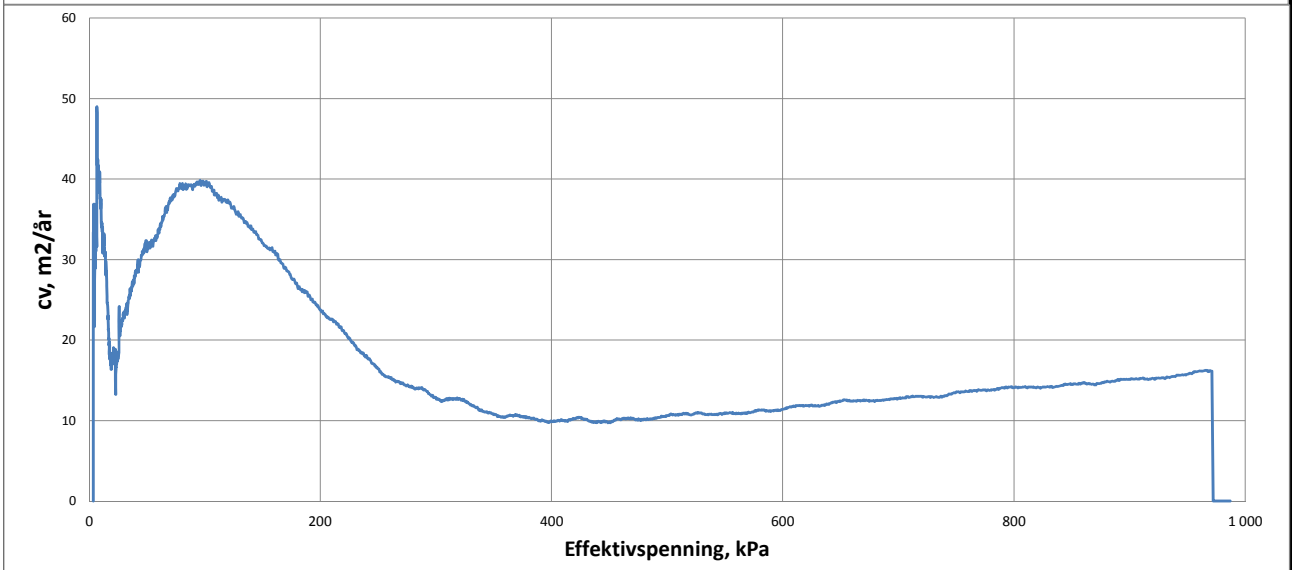


pkt 302 lab 5 dybde 7,2m Leire, siltig

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.8
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

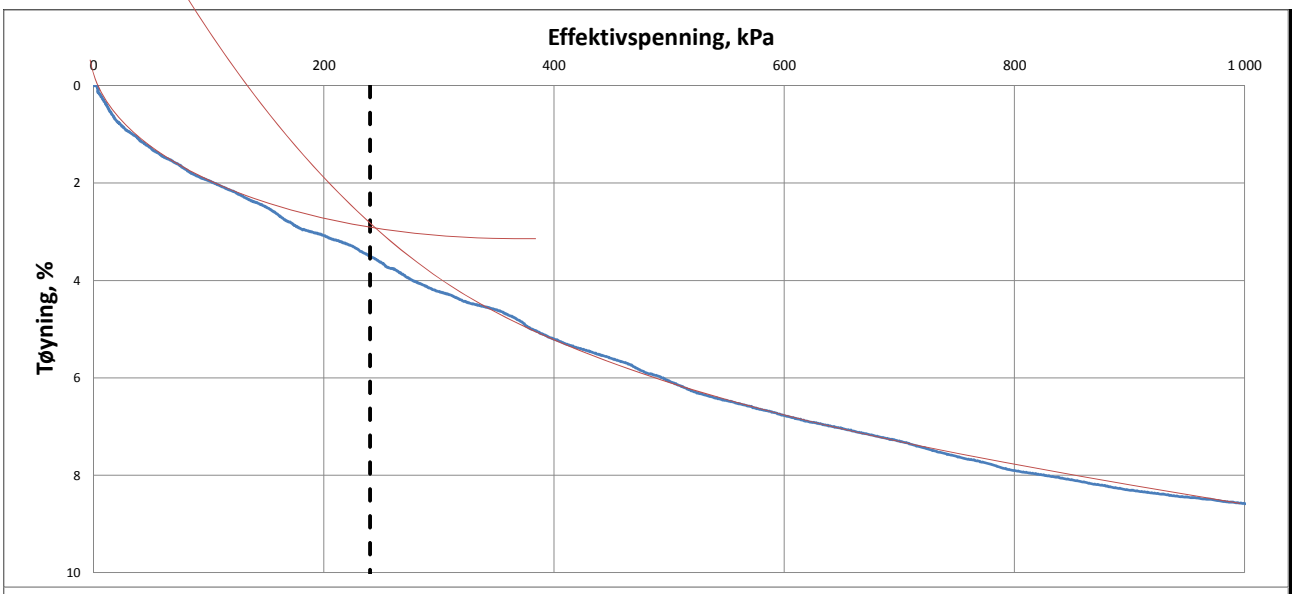


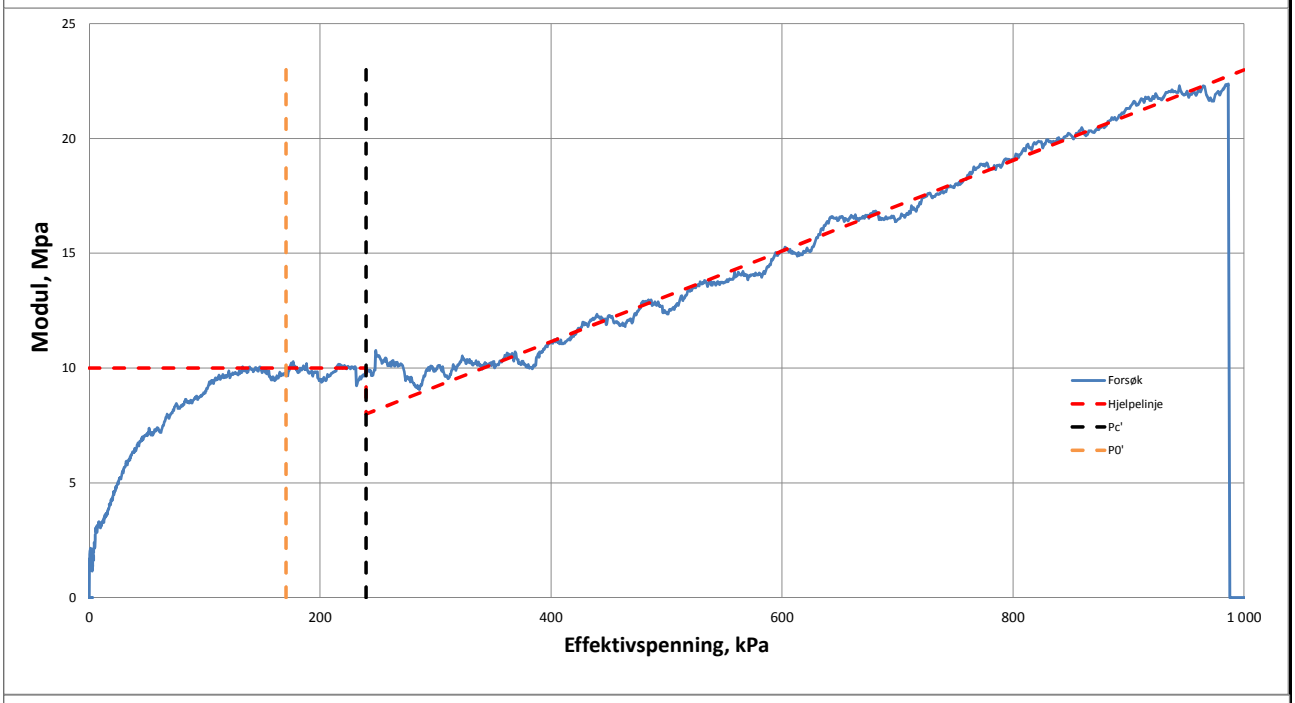


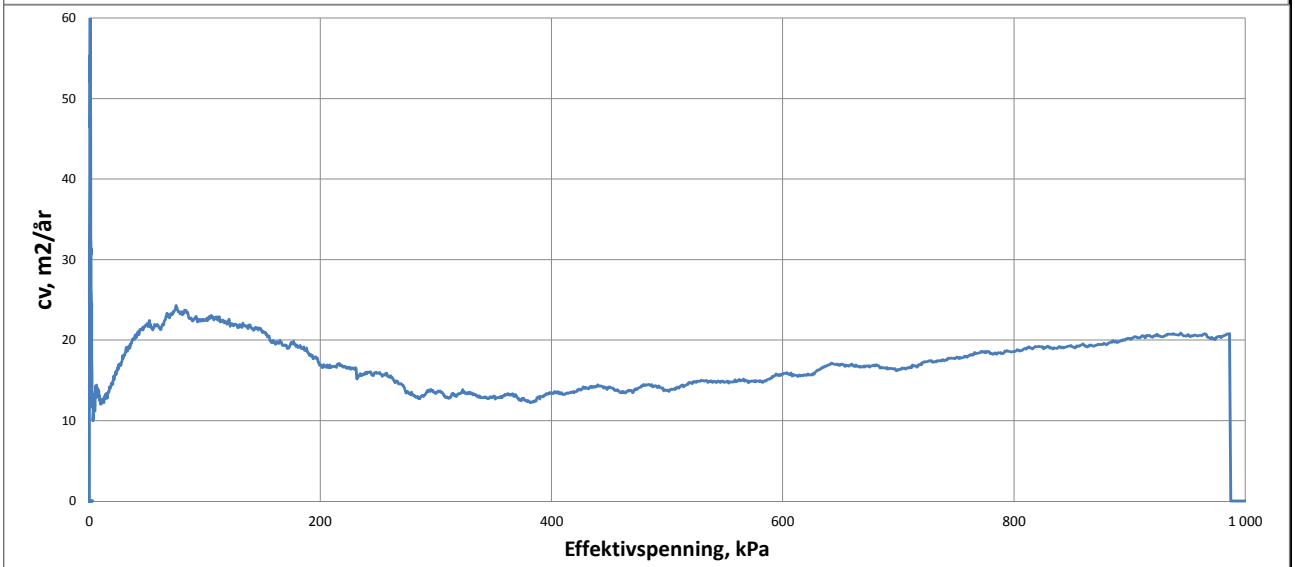


pkt 320 lab 57 dybde 8,55m Leire siltig med fetere lag

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.9
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -







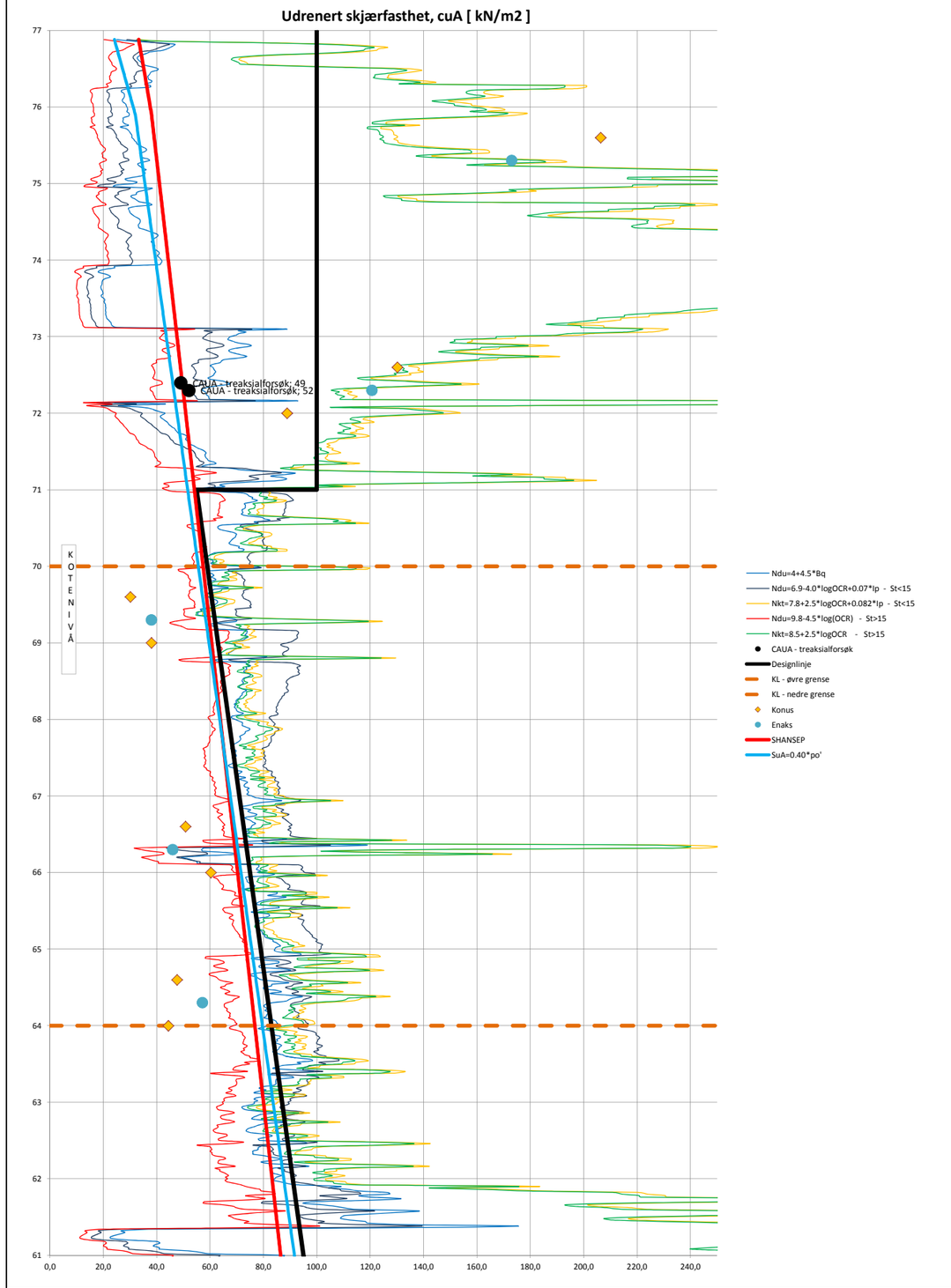
pkt 320 lab 58 dybde 10,55m Leire med tynne silt - og finsandlag

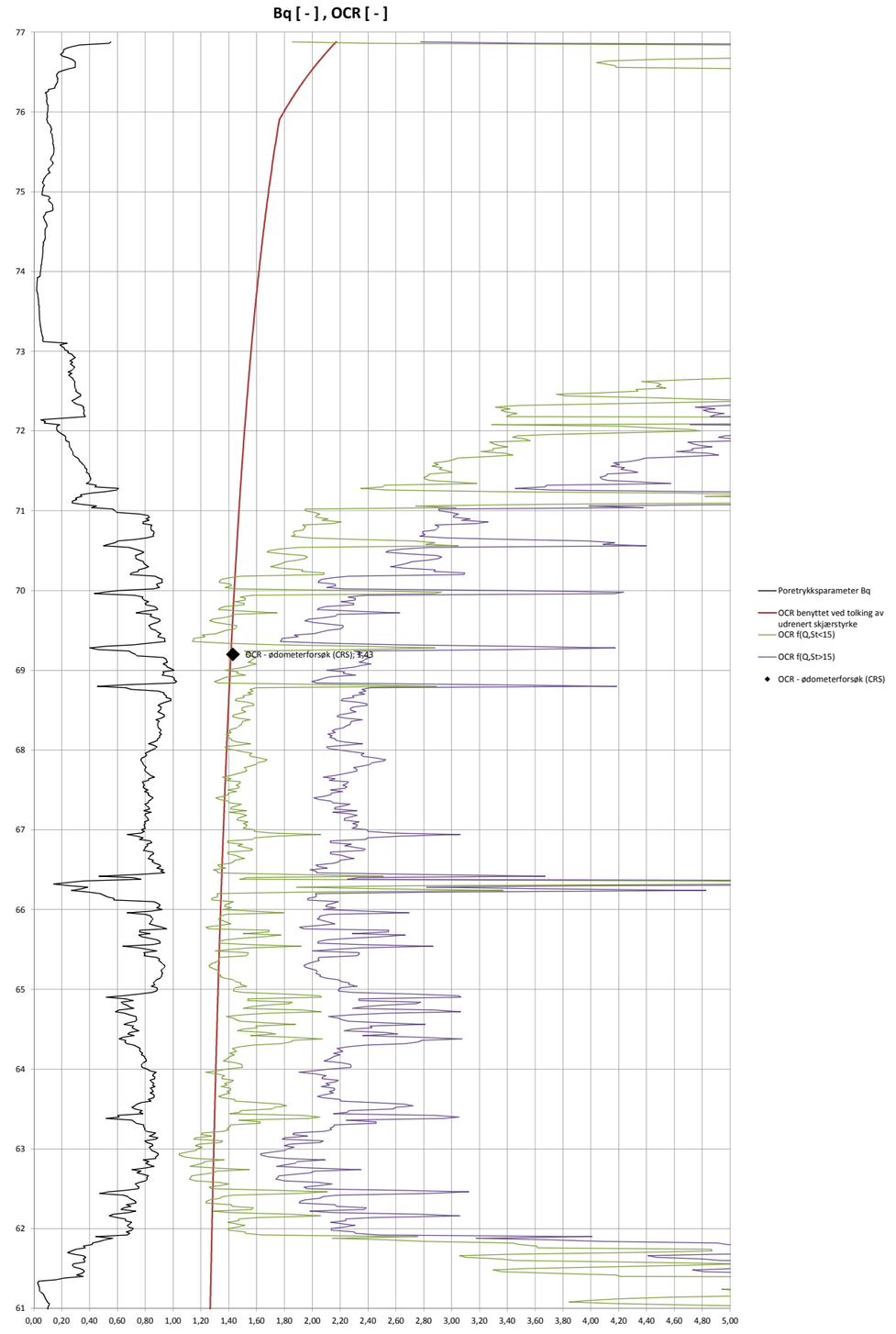
RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 2.10
	Ødometerforsøk	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

VEDLEGG 3
G-rap-003

TOLKNING CPTU

(8 sider inkl. forside)

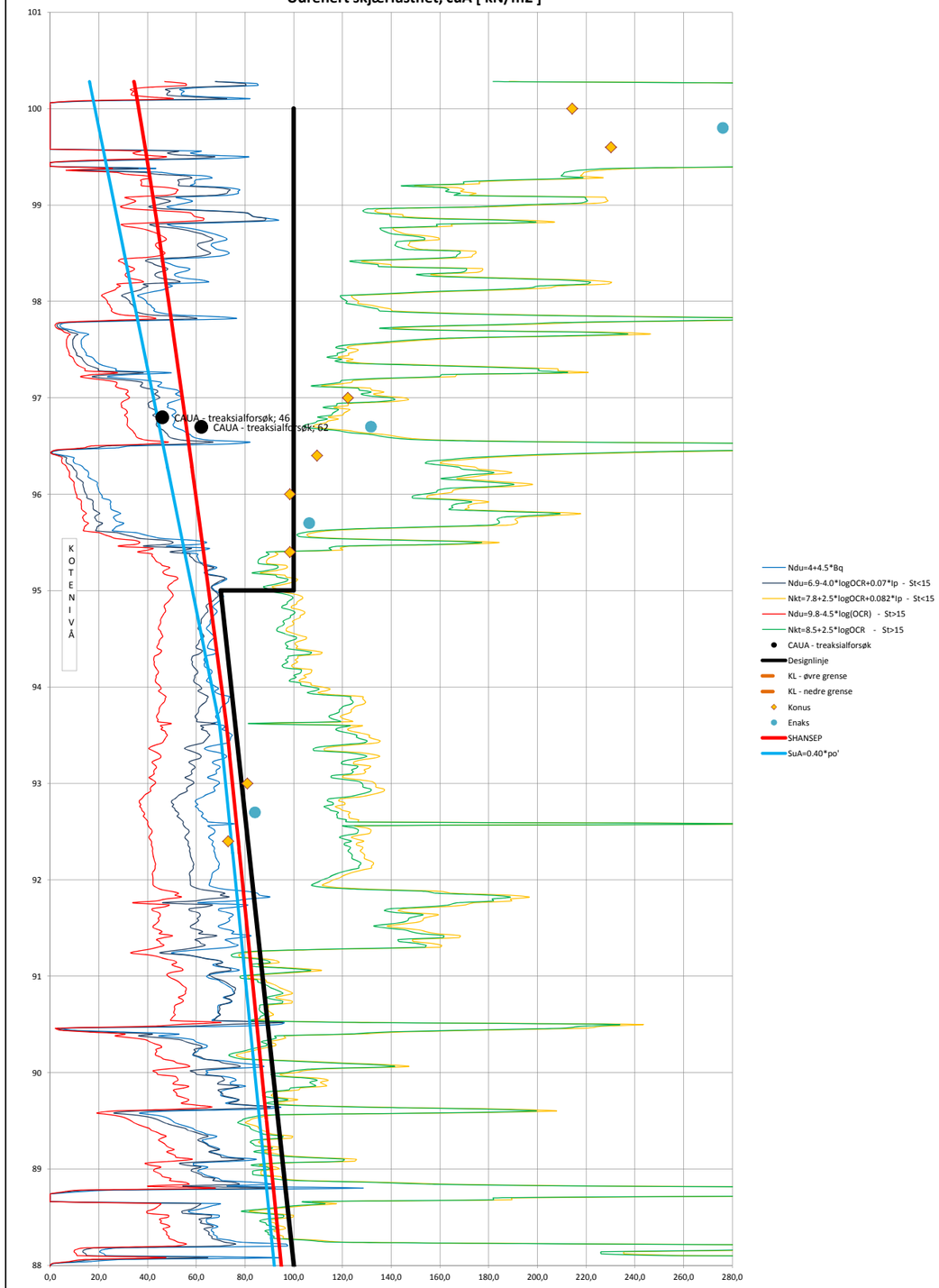




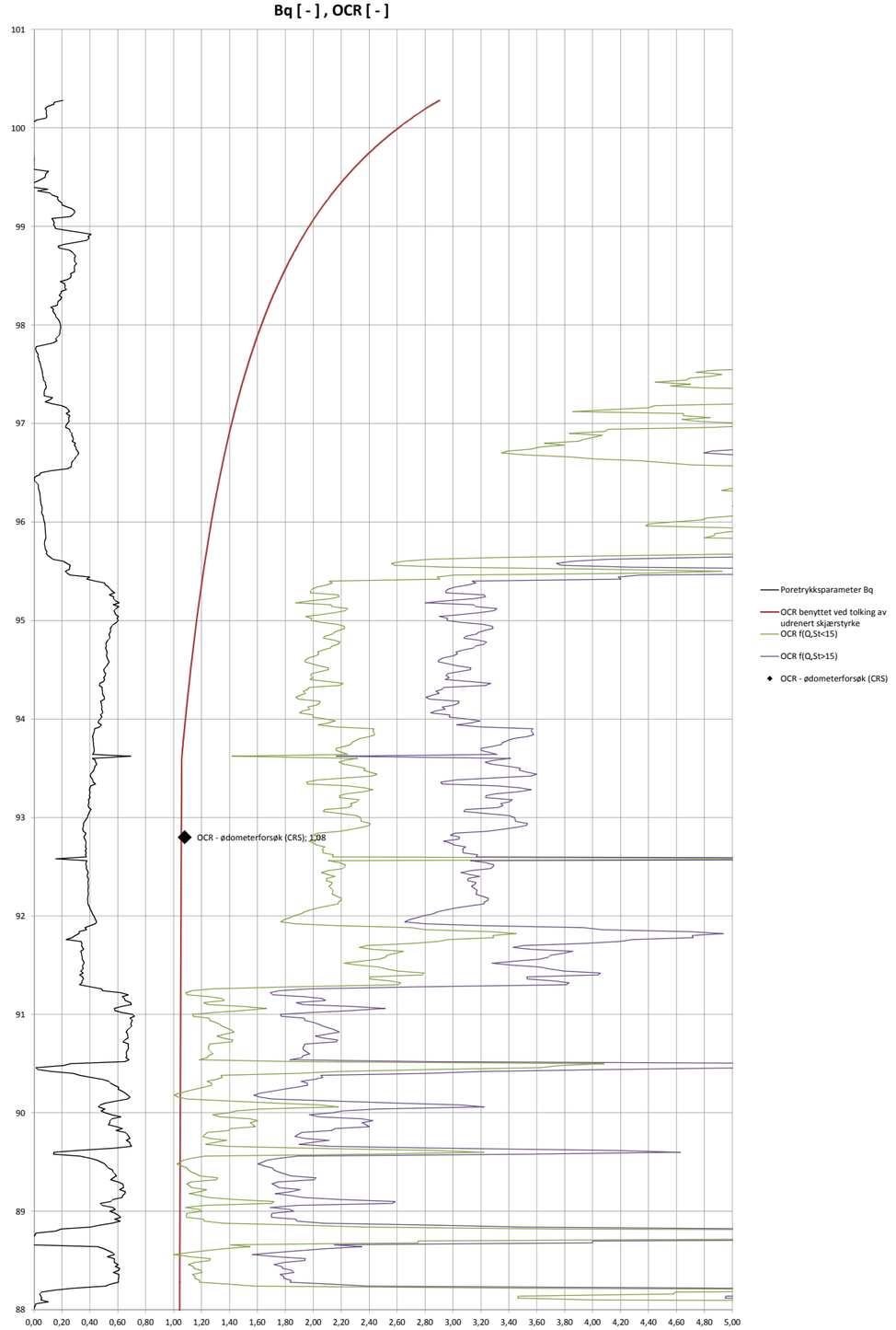
RAMBØLL

Terminalen Entreprenør AS			Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler			
Borpunkt: 4	Terrengkote: 79,9	Tegn./kontr.	Vedlegg
Terrengkote tidligere terreng 90		LETL/MBP	3.1
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

Udrenert skjærfasthet, cuA [kN/m2]



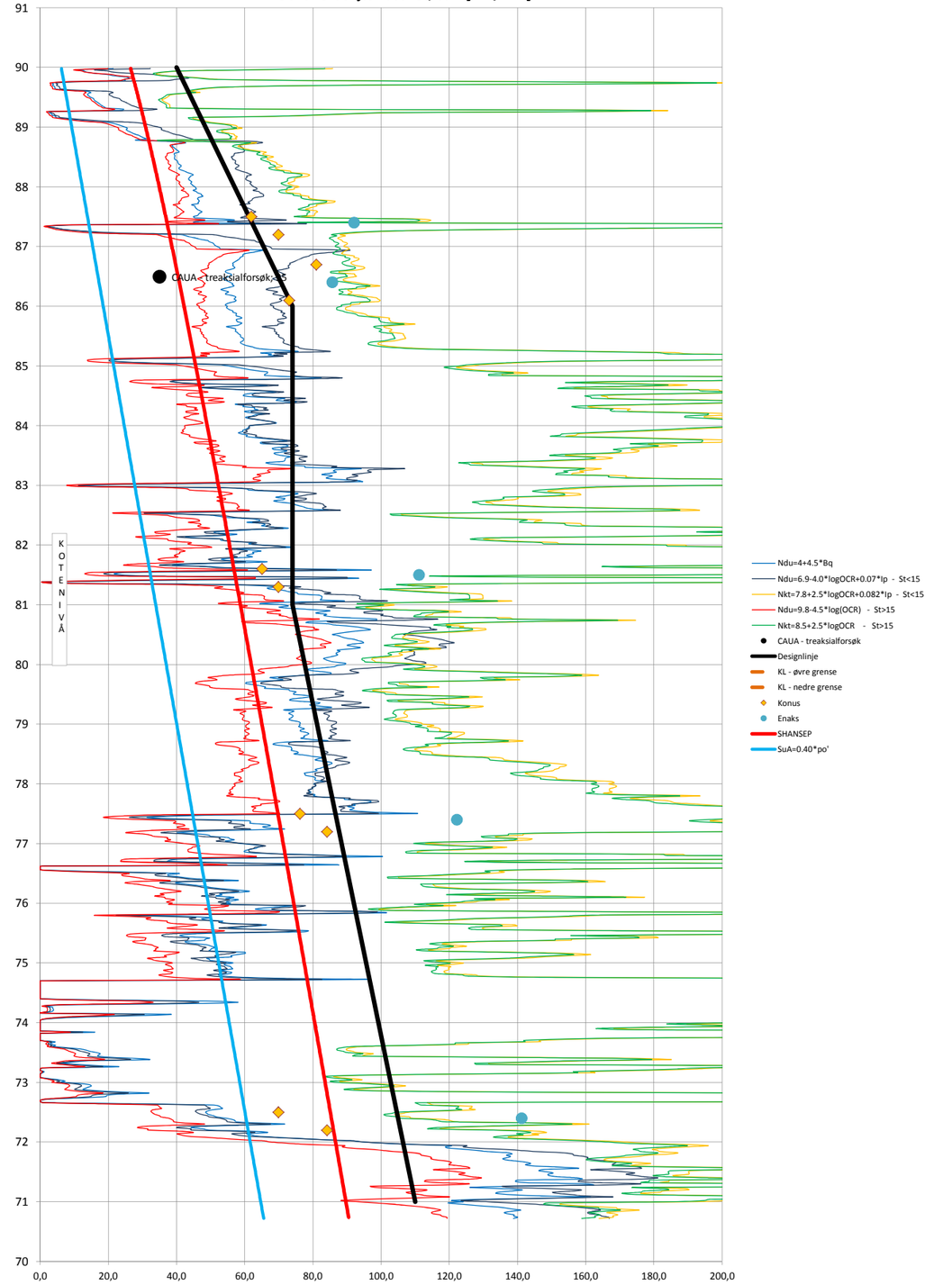
Bq [-] , OCR [-]



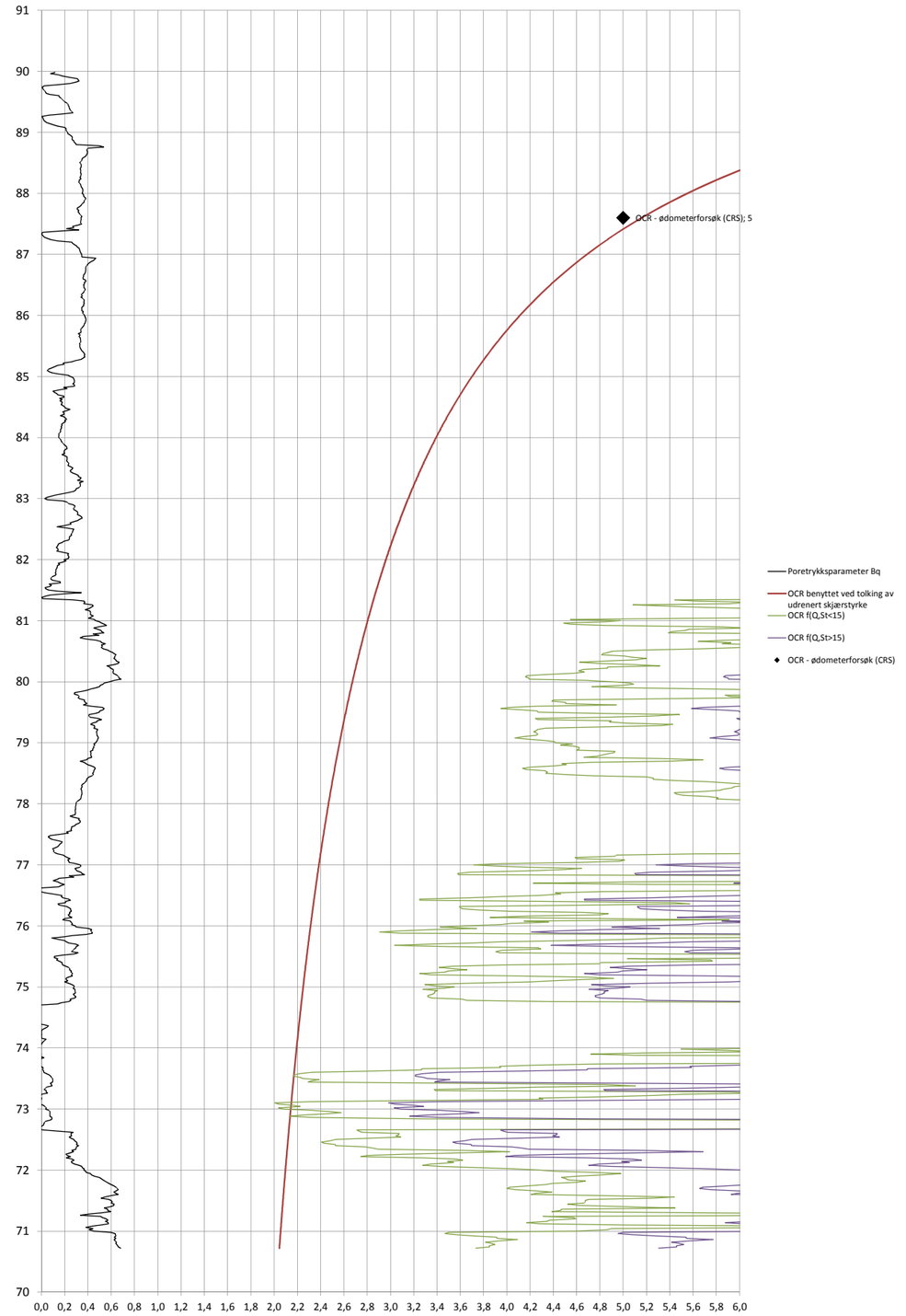
RAMBØLL

Terminalen Entreprenør AS			Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler			
Borpunkt: 7	Terrengkote: 102,3	Tegn./kontr.	Vedlegg
Terrengkote tidligere terreng 112		LETL/MBP	3.2
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

Udrenert skjærfasthet, cuA [kN/m2]

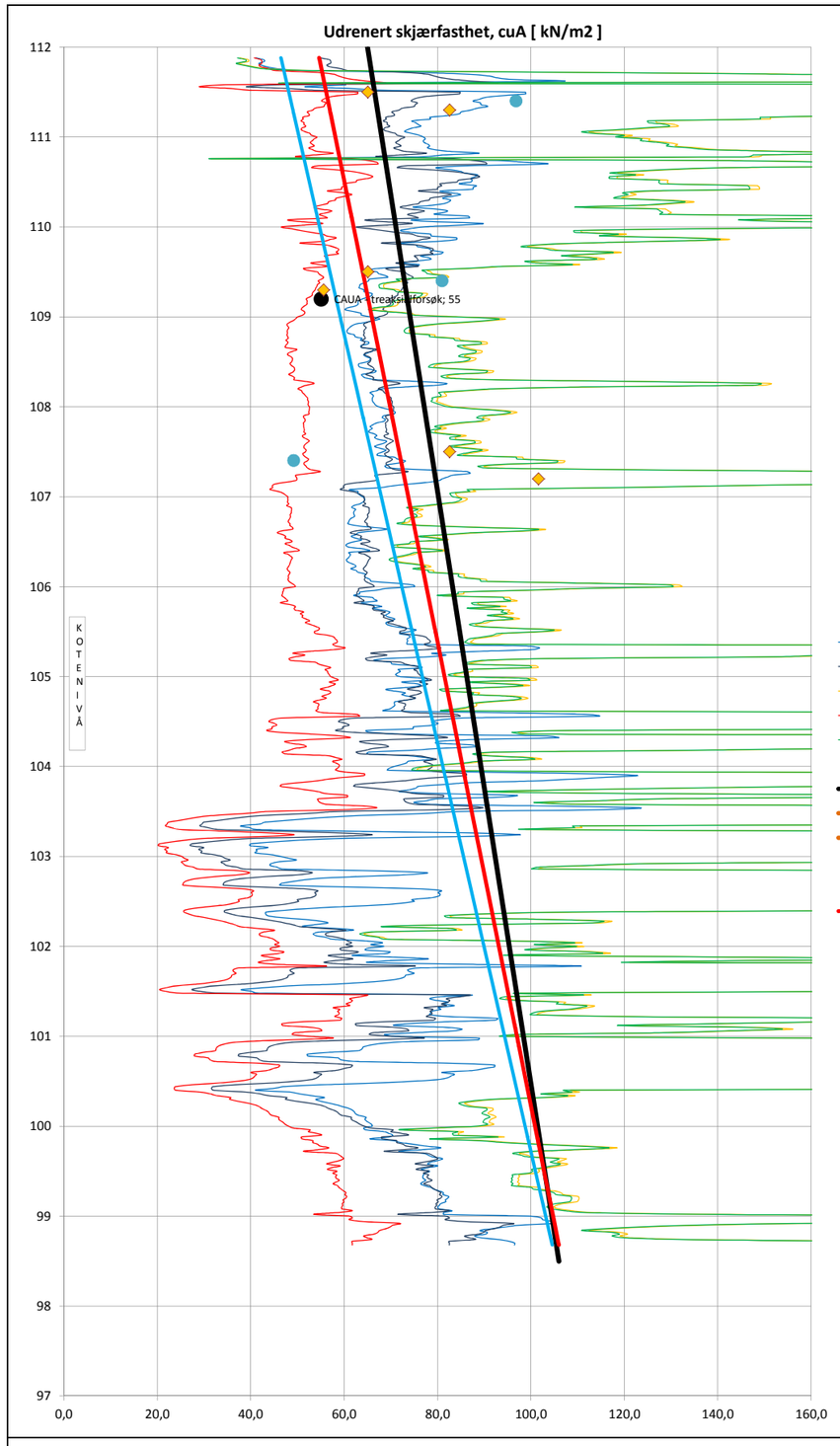


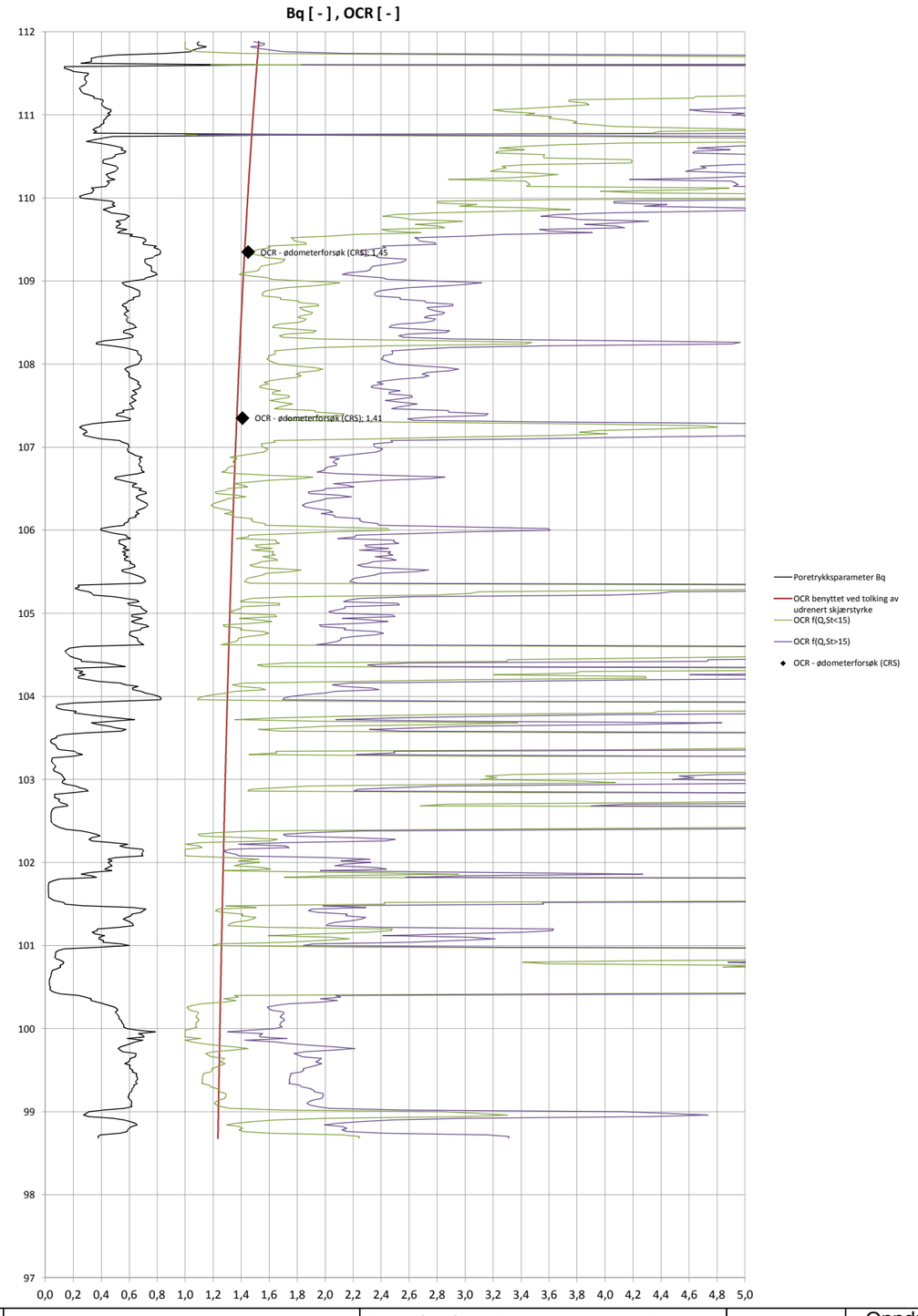
Bq [-] , OCR [-]



RAMBØLL

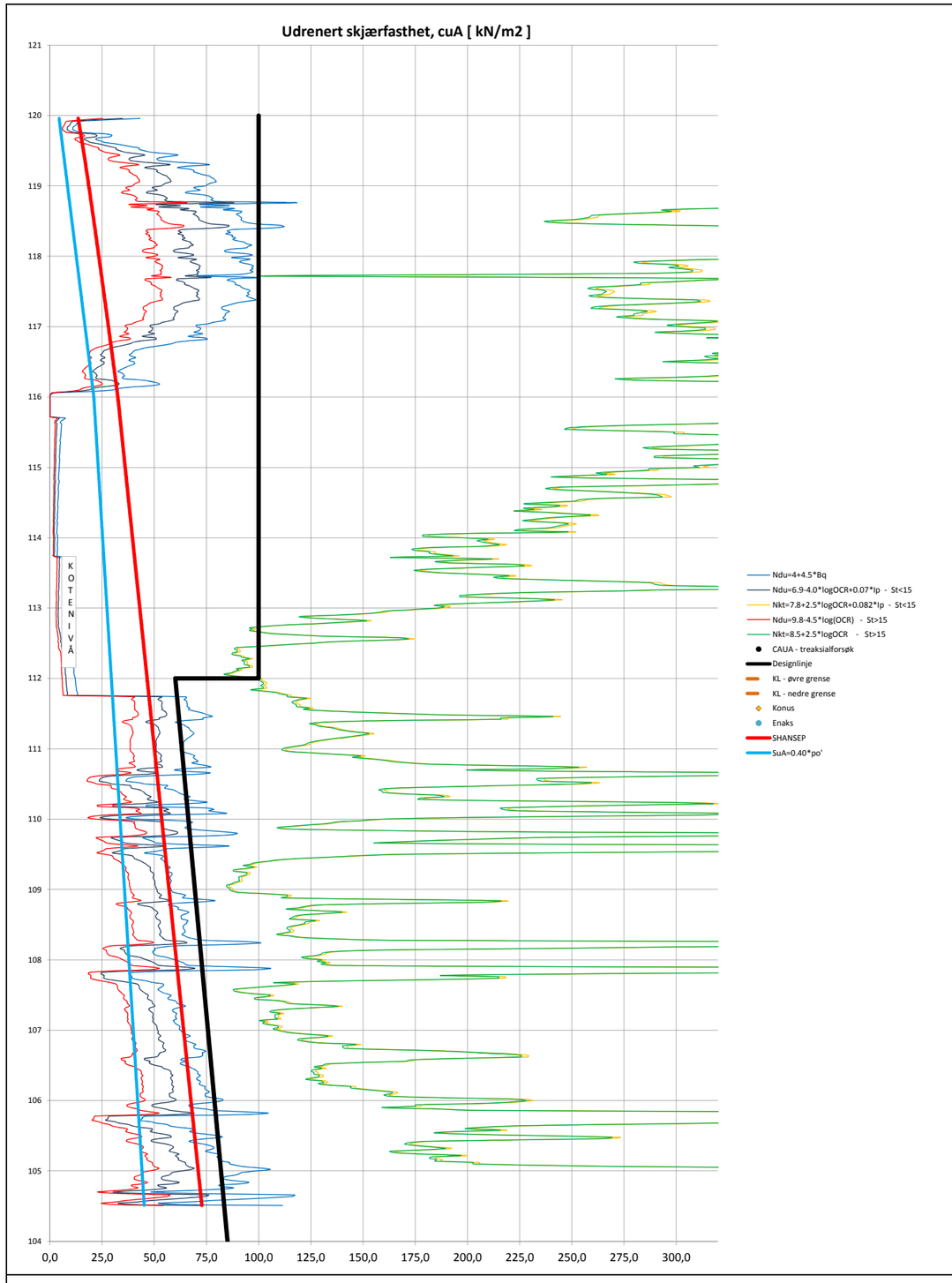
Terminalen Entreprenør AS			Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler			
Borpunkt: 14	Terrengkote: 92	Tegn./kontr. JHET/MBP	Vedlegg 3.3
Terrengkote tidligere terreng	106		
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

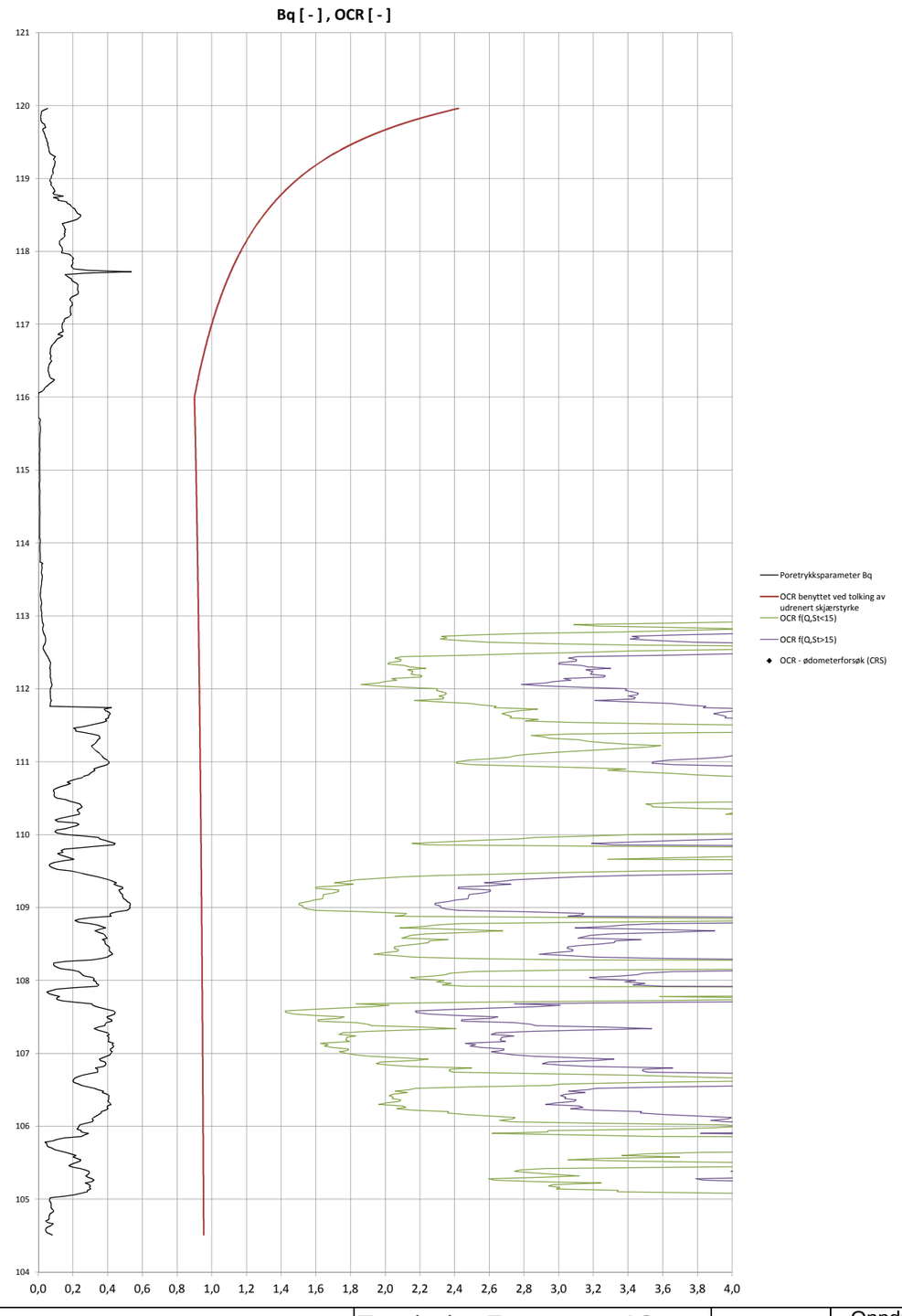




RAMBØLL

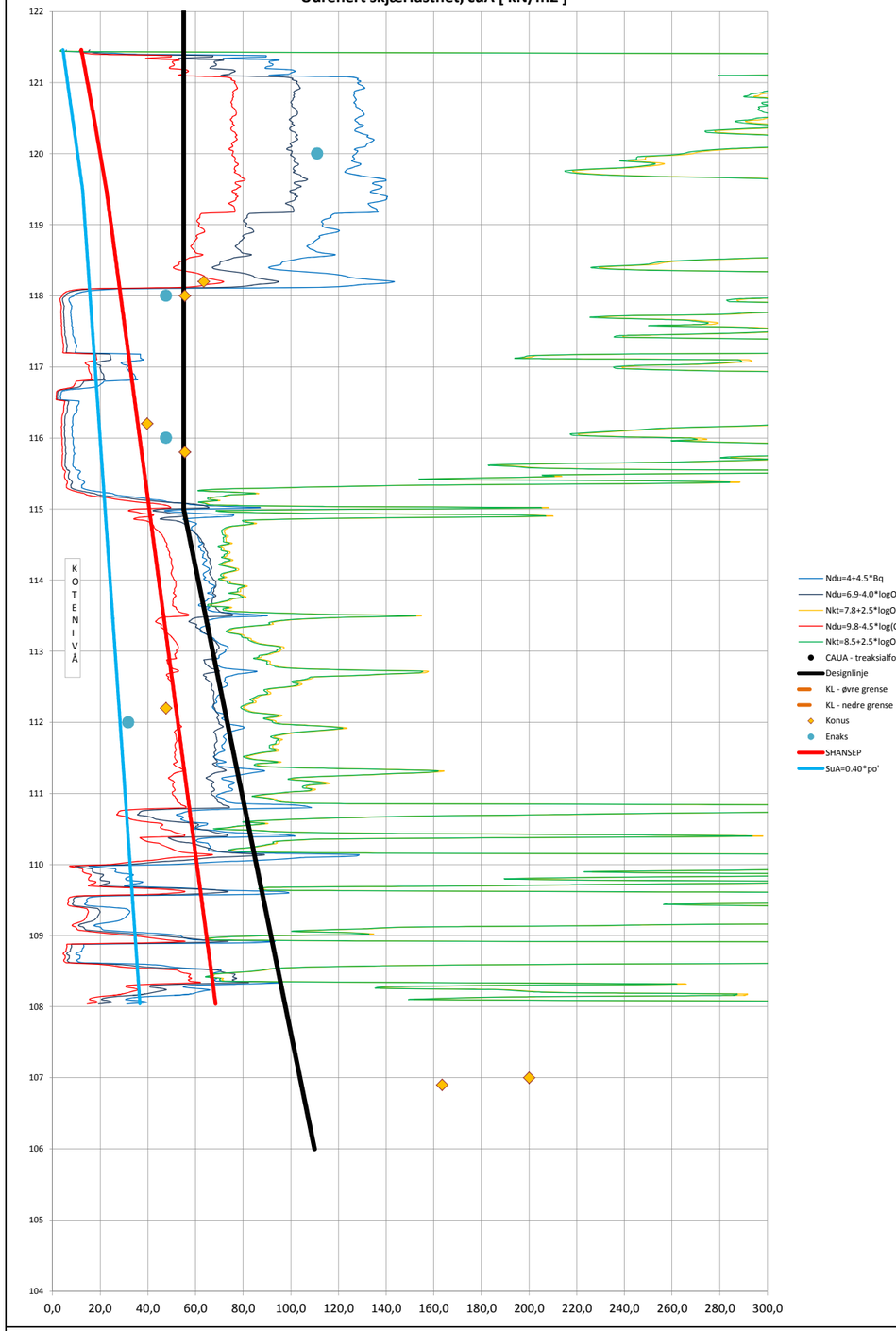
Terminalen Entreprenør AS					Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler					
Borpunkt:	320	Terrengkote:	117,9	Tegn./kontr.	Vedlegg
Terrengkote tidligere terreng:			128,0	LETL/MBP	3.4
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR				Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -



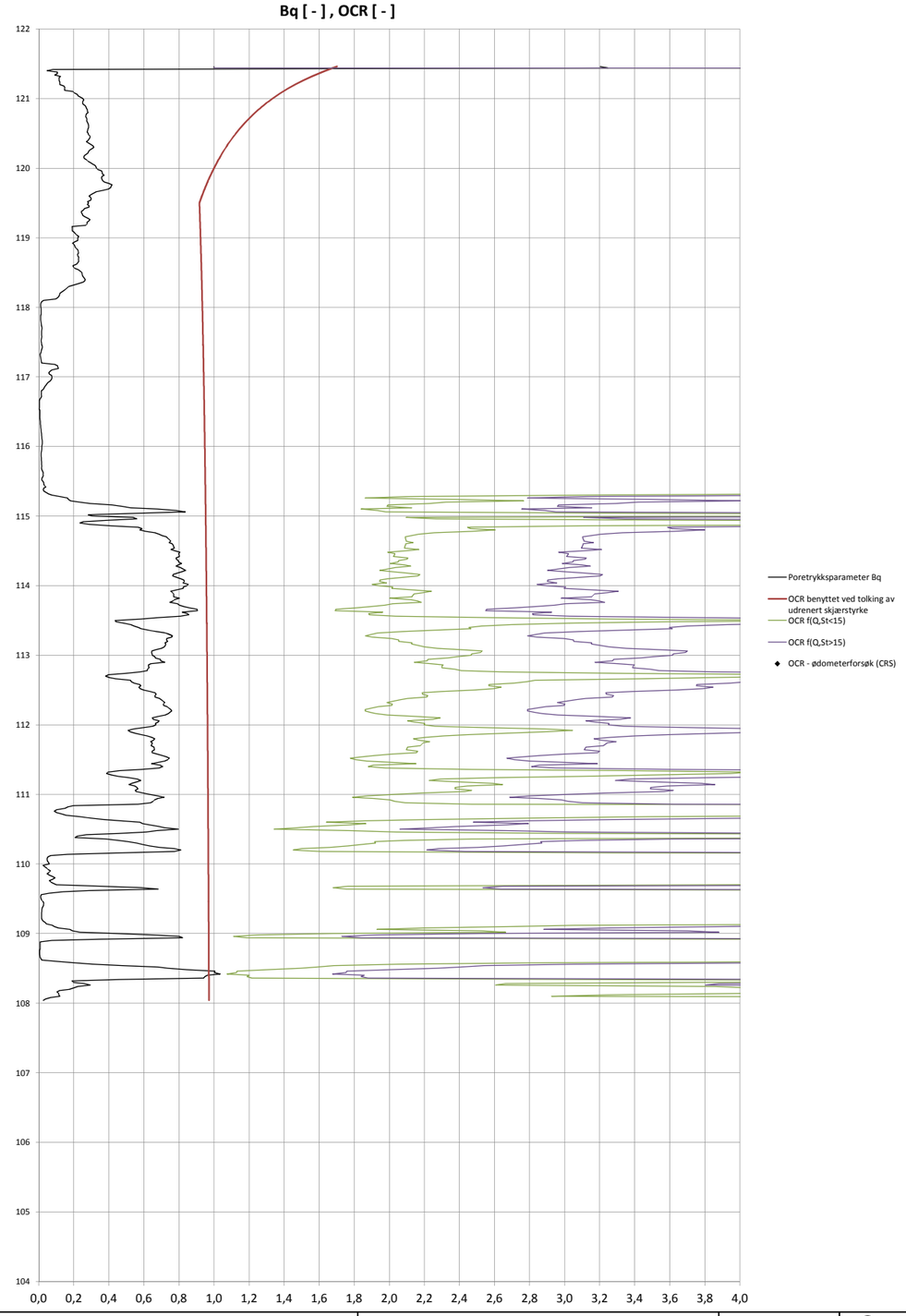


RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler		
	Borpunkt: K1 | Terrengkote: 121	Tegn./kontr.	Vedlegg
	Terrengkote tidligere terreng: 125	LETL/MBP	3.5
	Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

Udrenert skjærfasthet, cuA [kN/m2]



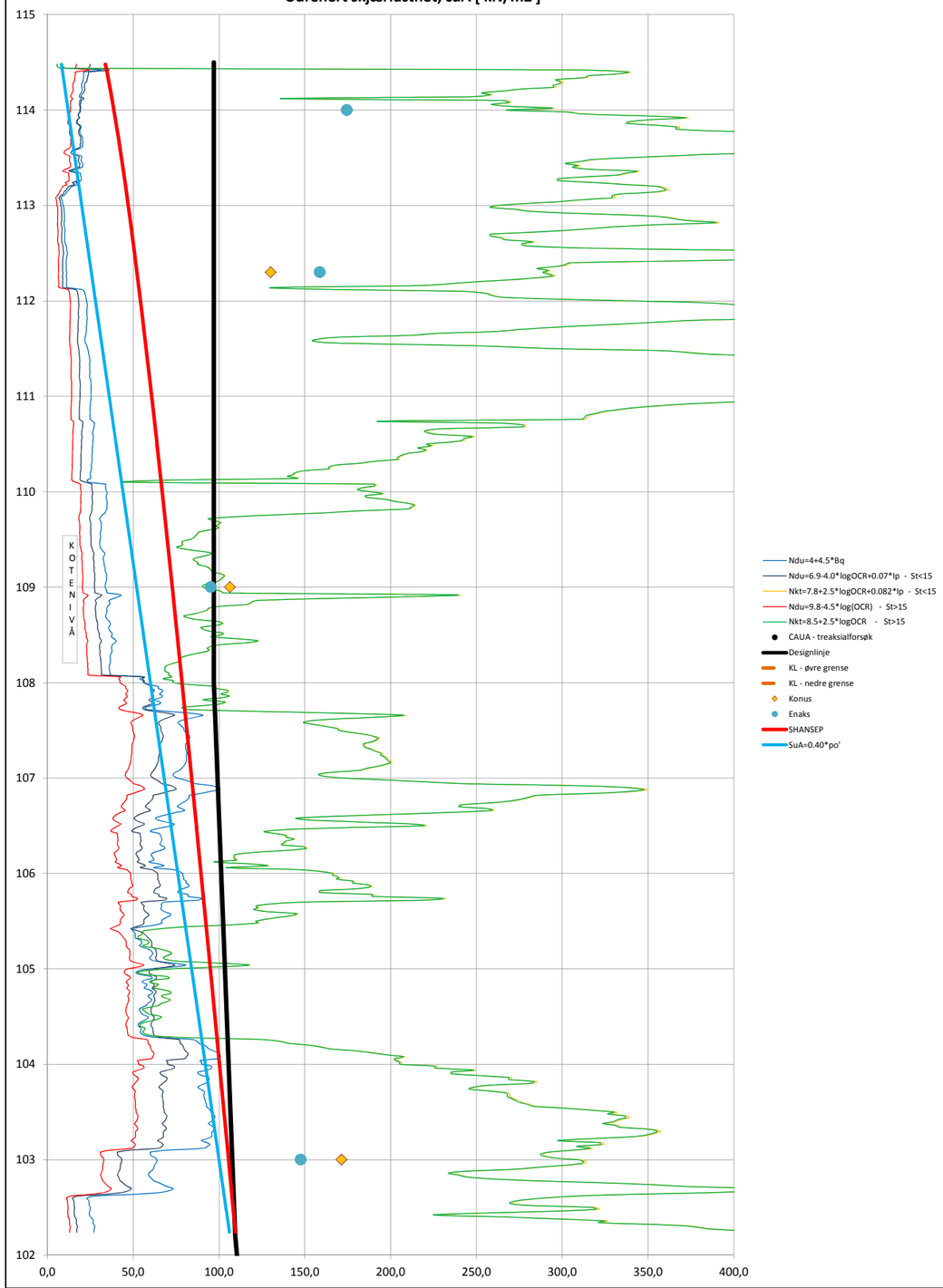
Bq [-] , OCR [-]



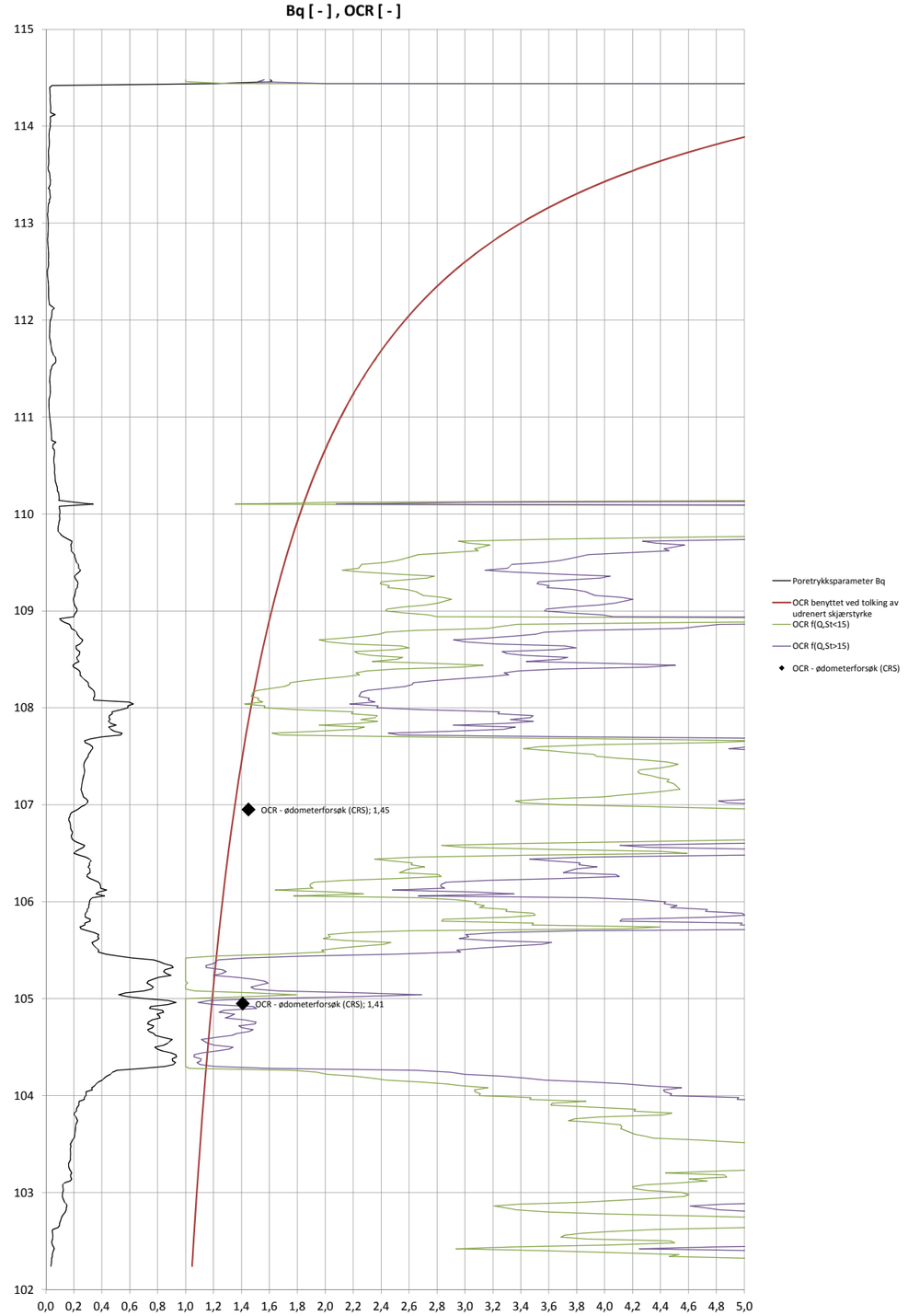
RAMBØLL

Terminalen Entreprenør AS			Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler			
Borpunkt: K2	Terrengkote: 122,5	Tegn./kontr.	Vedlegg
Terrengkote tidligere terreng: 125		JHET/MBP	3.6
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

Udrenert skjærfasthet, cuA [kN/m2]



Bq [-] , OCR [-]



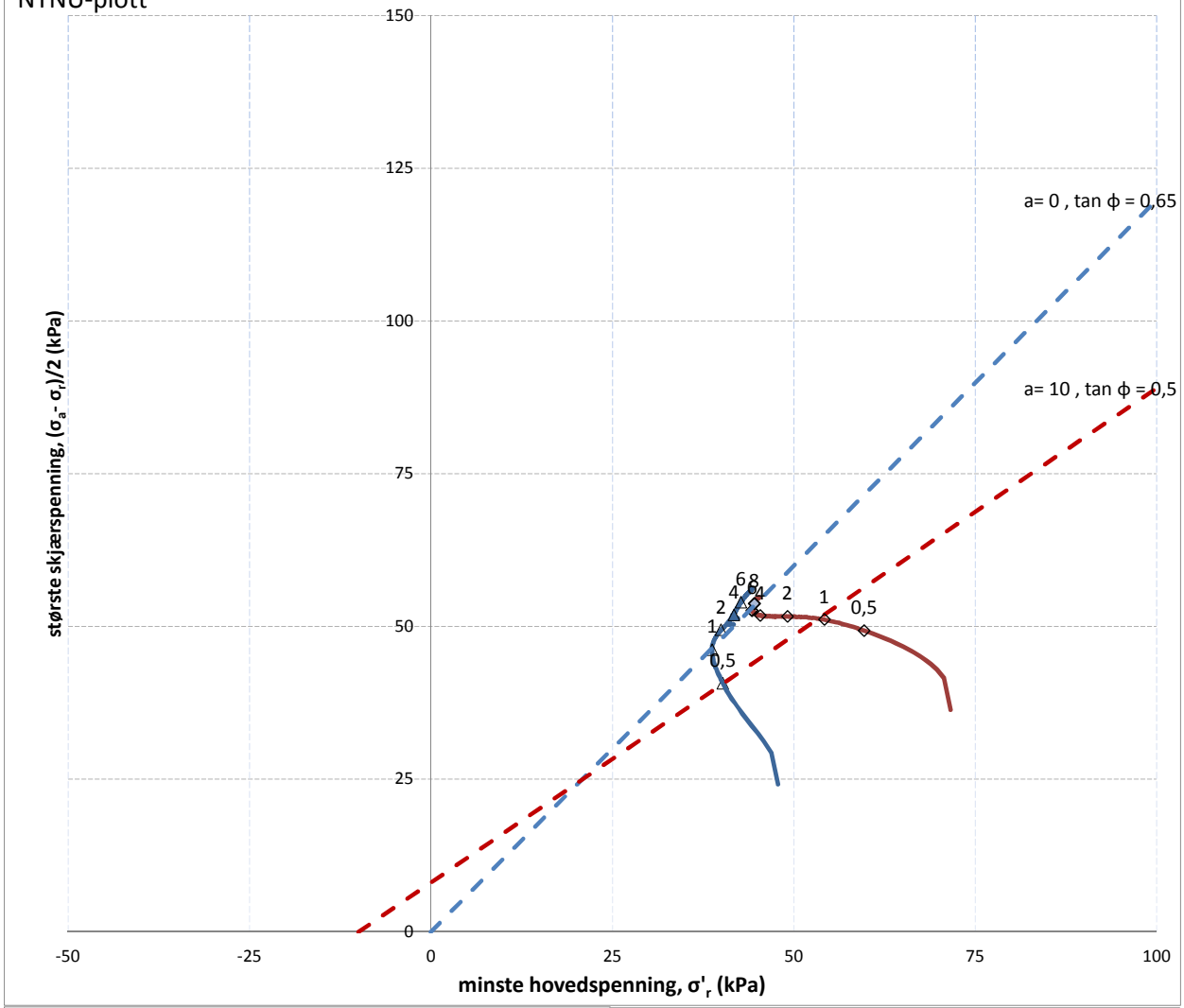
Terminalen Entreprenør AS			Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler			
Borpunkt: k8	Terrengkote: 115,5	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 3.7
Terrengkote tidligere terreng: 130			
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 18.03.2016	Tegn. Nr. -

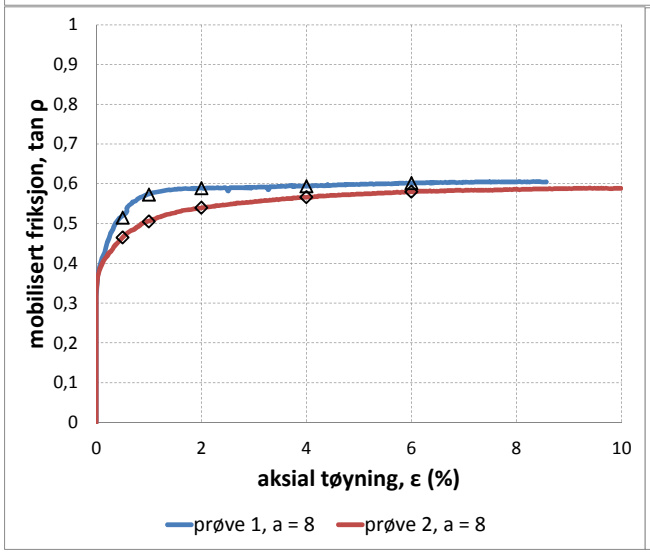
VEDLEGG 4
G-rap-003

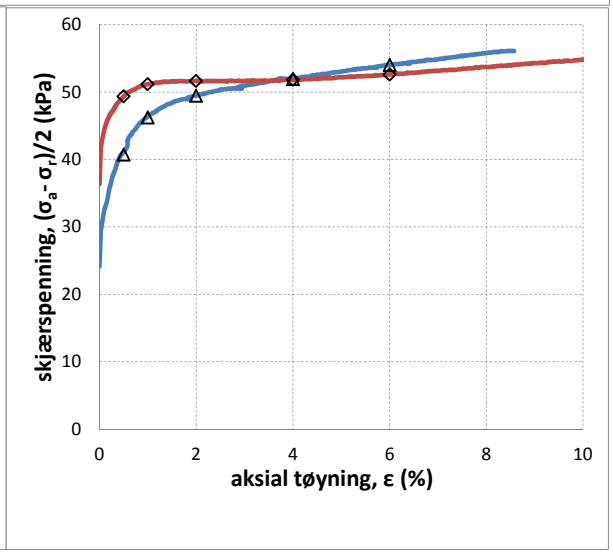
TOLKNING TREAKS

(9 sider inkl. forside)

NTNU-plott





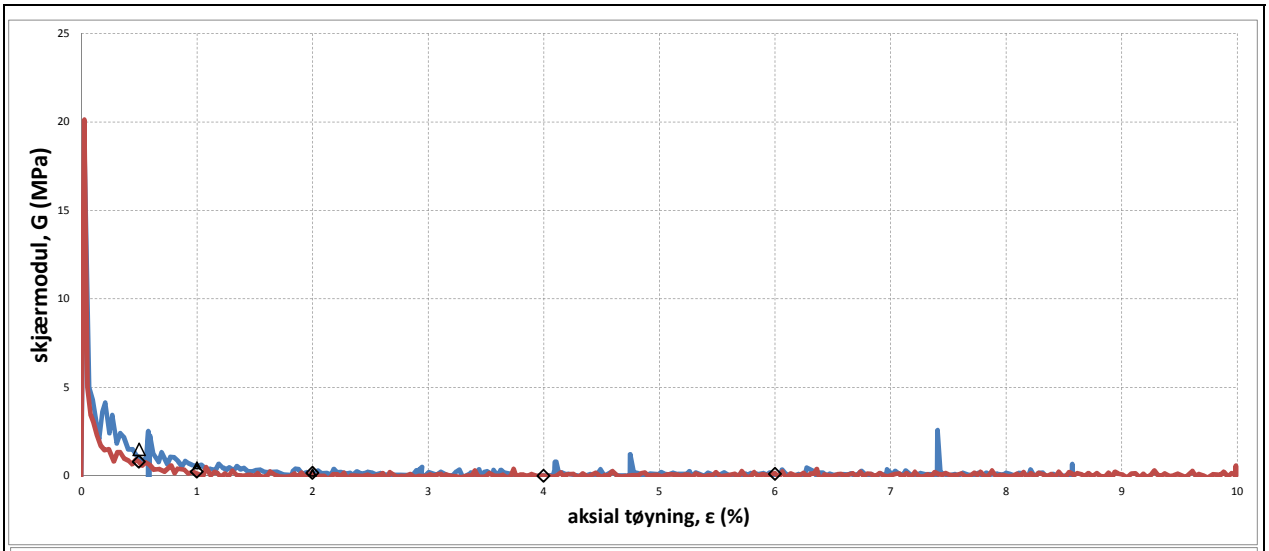


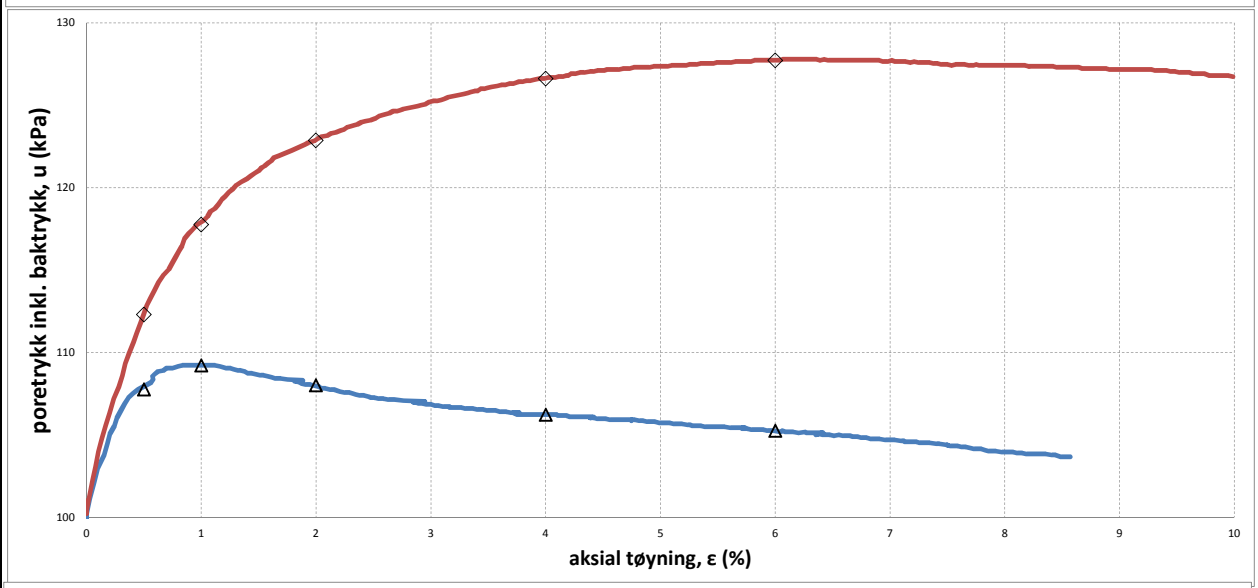
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p$_0$' (kPa)	p$_a$' (kPa)	p$_r$' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	4	60	7,50m	CAUc	23,0	1,7	0,043	65	96	48	Leire
2	◊	4	60	7,6	CAUc	23,0	2,1	0,053	66	144	72	Leire

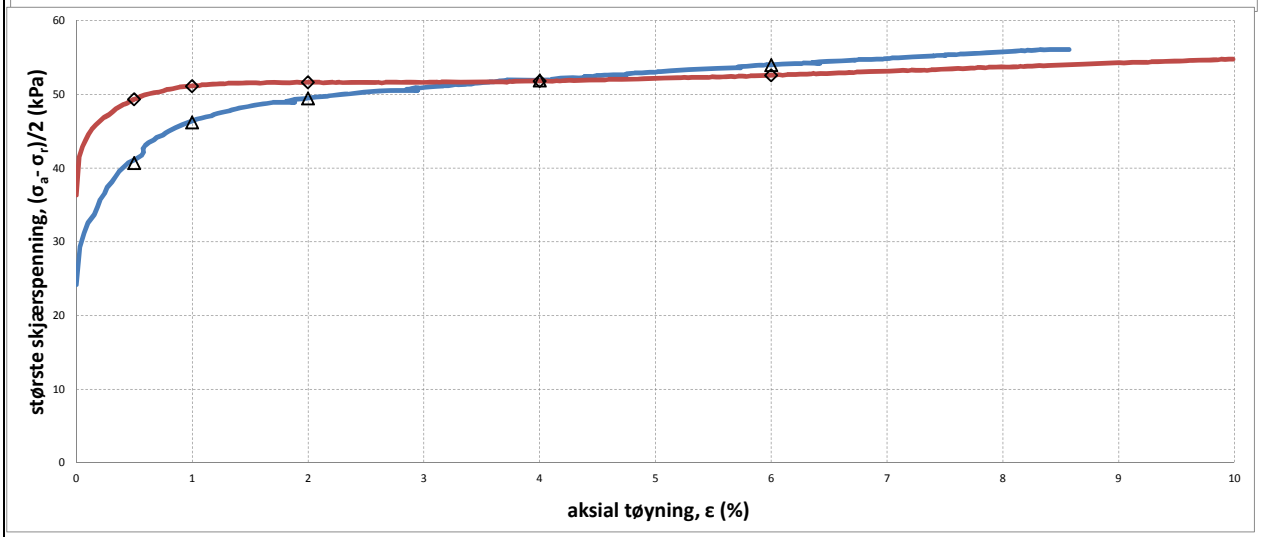
RAMBØLL

Versjon: 2015-04-09

Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.1
TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.







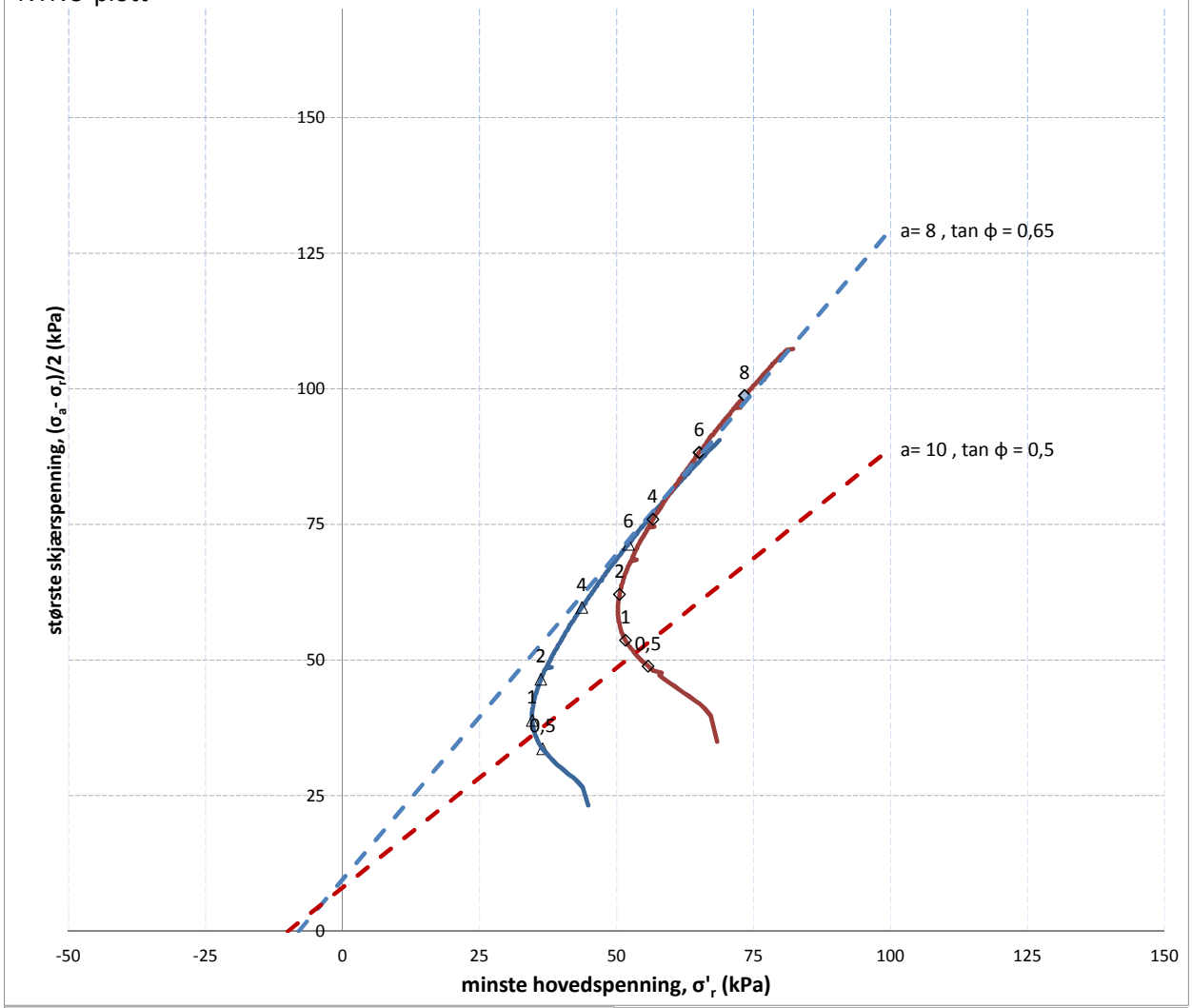
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p$_0$' (kPa)	p$_a$' (kPa)	p$_r$' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	4	60	7,50m	CAUc	23,0	1,7	0,043	65	96	48	Leire
2	◊	4	60	7,6	CAUc	23,0	2,1	0,053	66	144	72	Leire

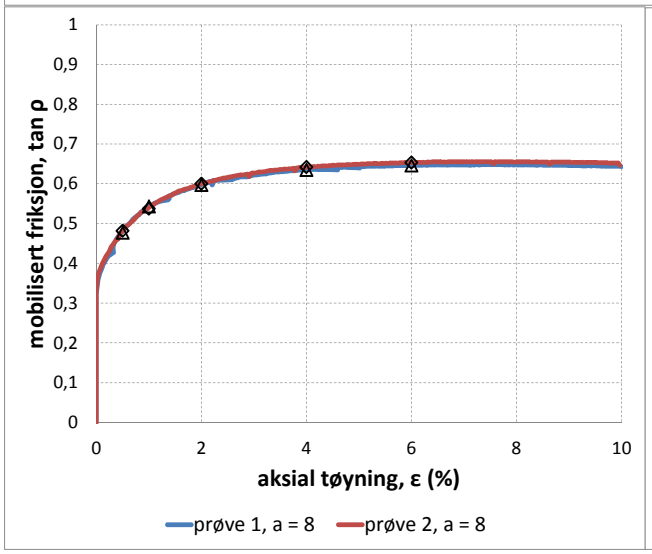
RAMBØLL

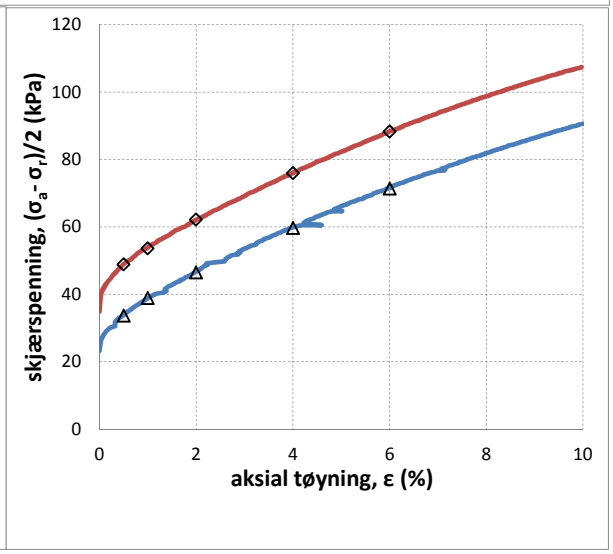
Versjon: 2015-04-09

Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.1
TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.

NTNU-plott





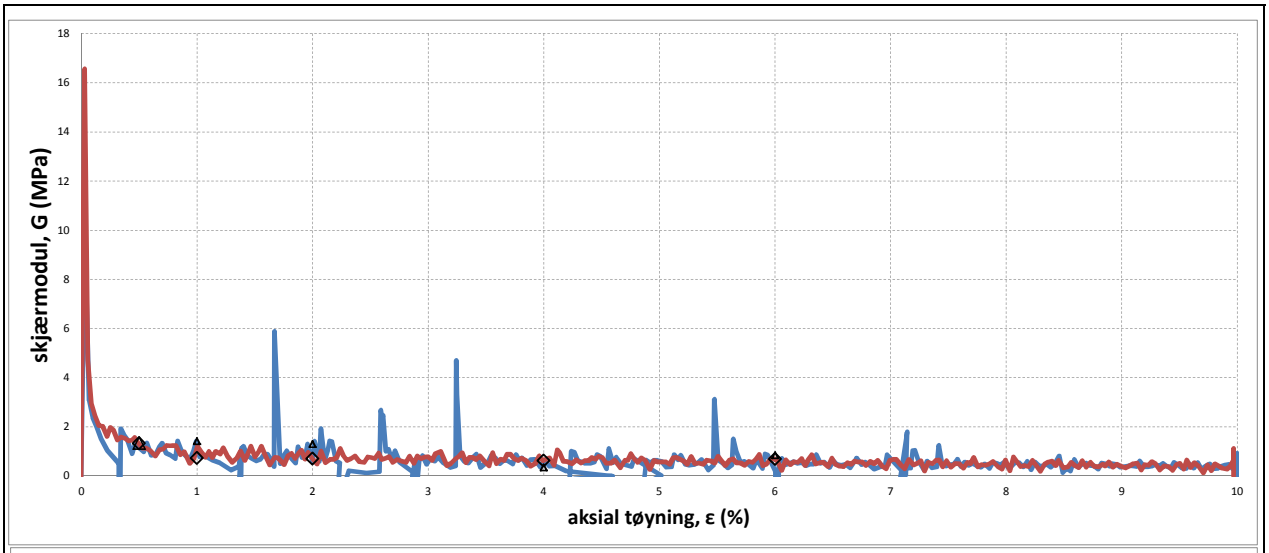


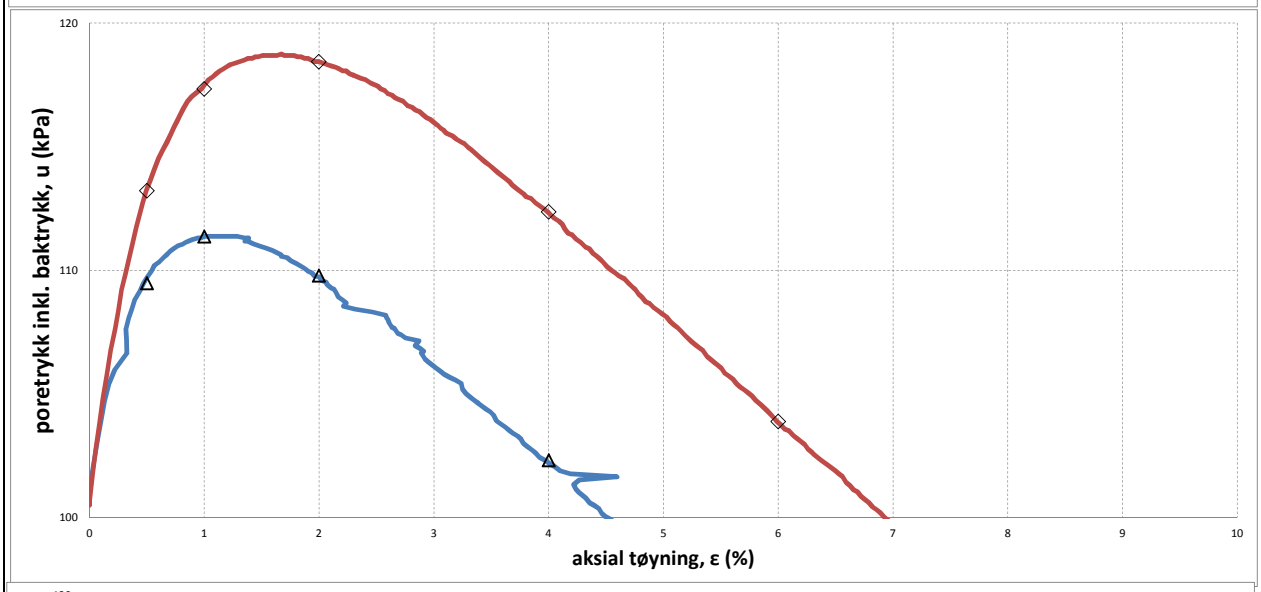
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	7	42	5,5	CAUc	23,7	1,8	0,045	65	91	45	Leire
2	◊	7	42	5,6	CAUc	24,1	2,2	0,055	66	137	68	Leire

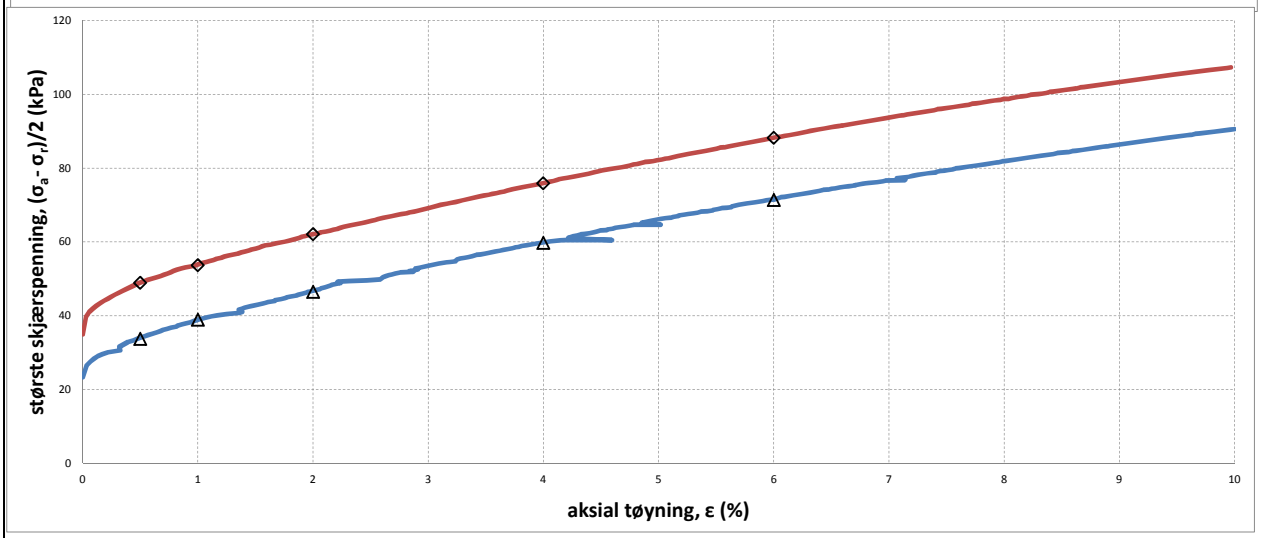
RAMBØLL

Versjon: 2015-04-09

Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.2
TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.







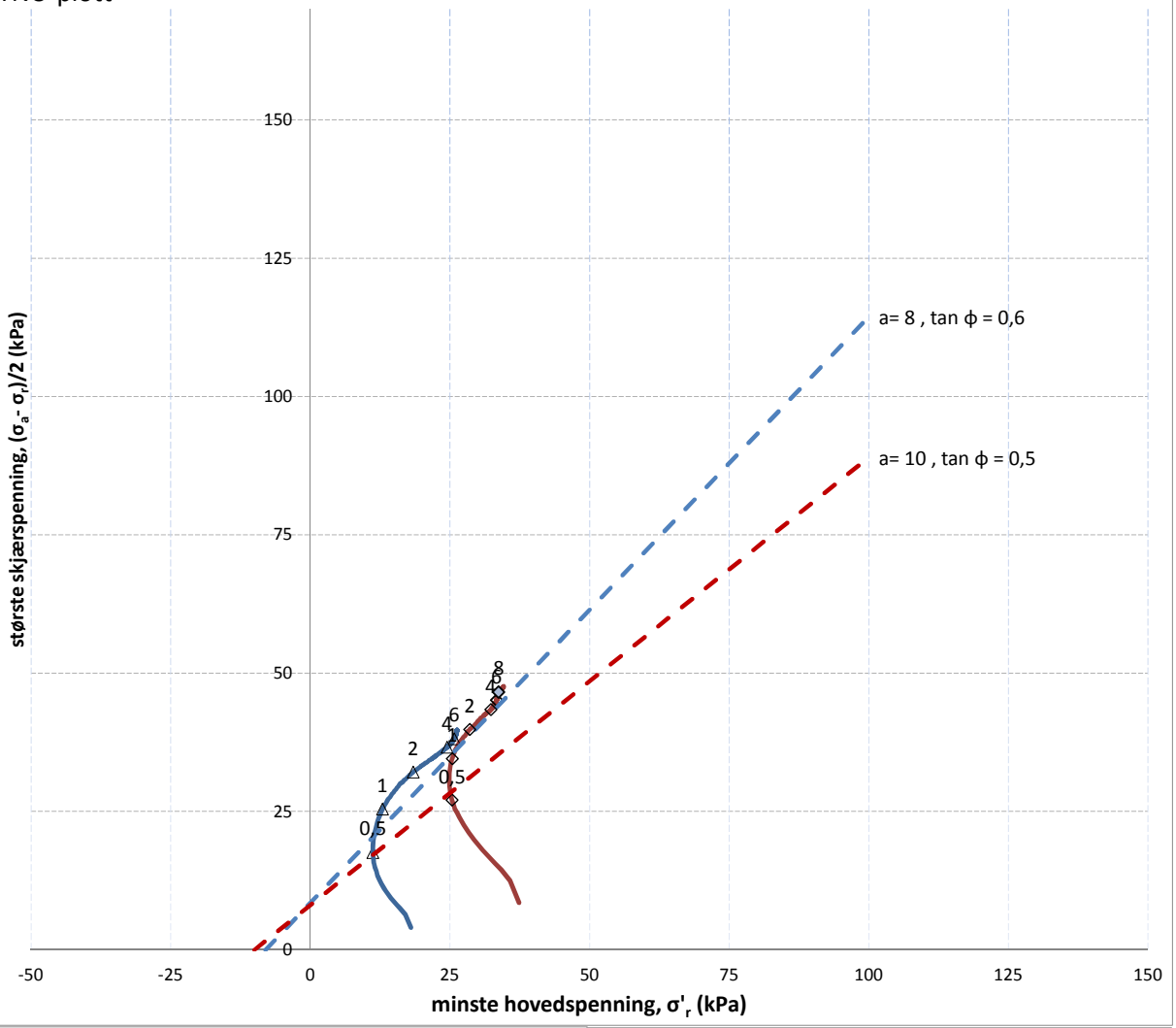
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p$_0$' (kPa)	p$_a$' (kPa)	p$_r$' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	7	42	5,5	CAUc	23,7	1,8	0,045	65	91	45	Leire
2	◊	7	42	5,6	CAUc	24,1	2,2	0,055	66	137	68	Leire

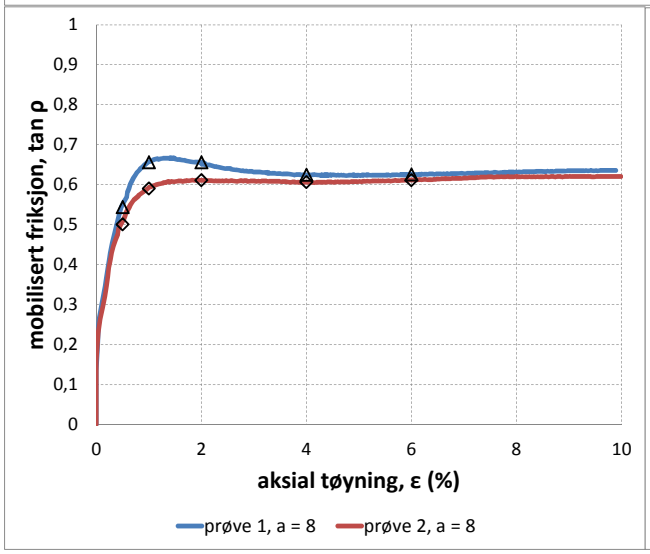
RAMBØLL

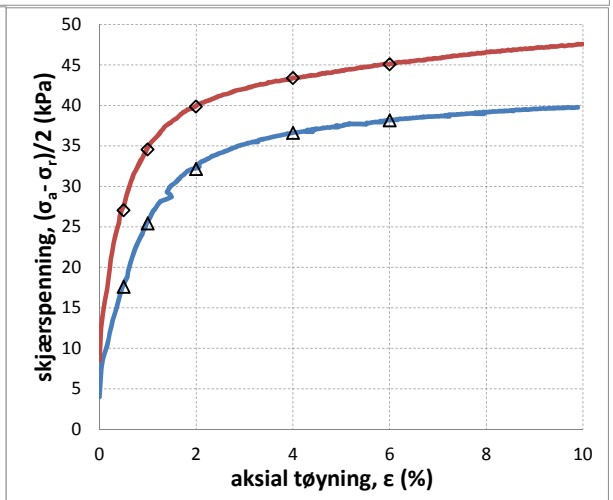
Versjon: 2015-04-09

Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.2
TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.

NTNU-plott





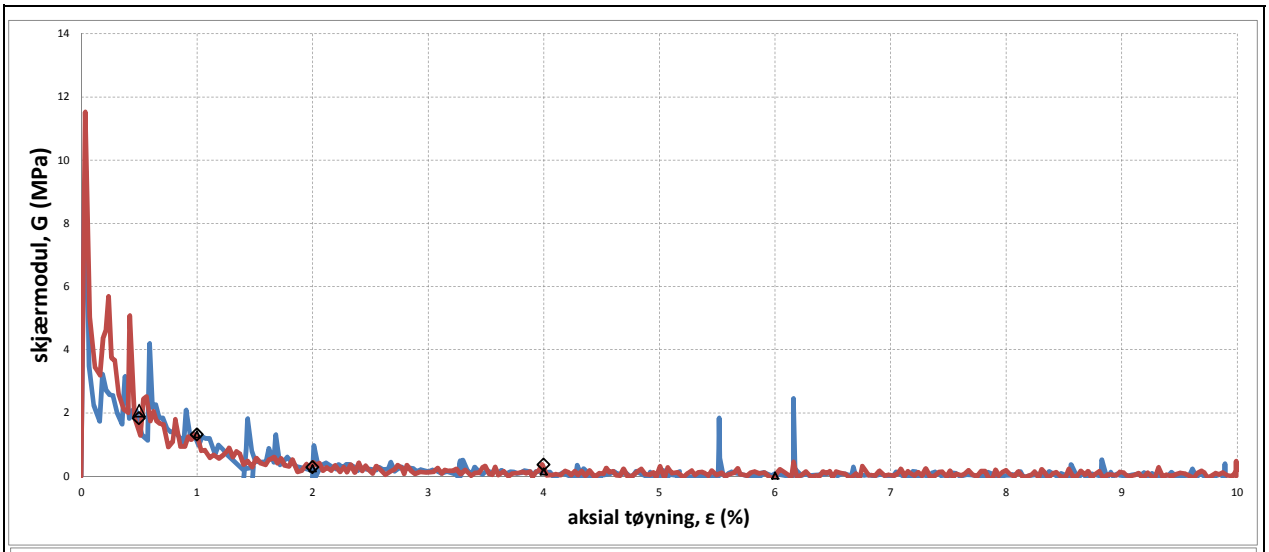


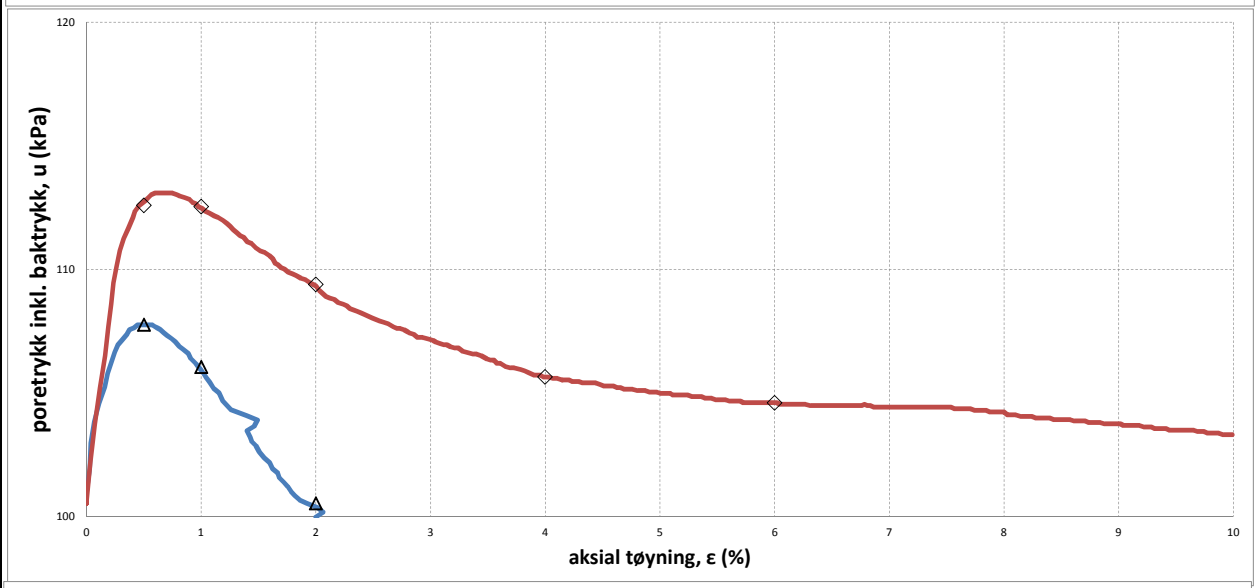
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	14	6	5,45m	CAUc	25,0	1,0	0,025	65	26	18	Leire
2	◊	14	6	5,55m	CAUc	25,0	1,3	0,033	66	54	37	Leire

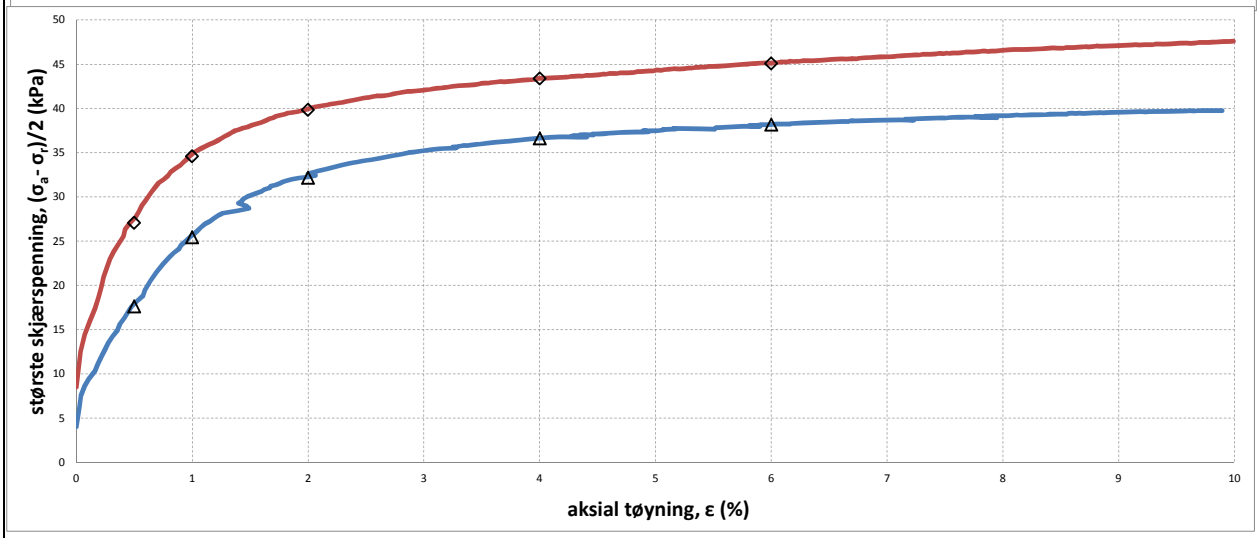
RAMBØLL

Versjon: 2015-04-09

Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.3
TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.







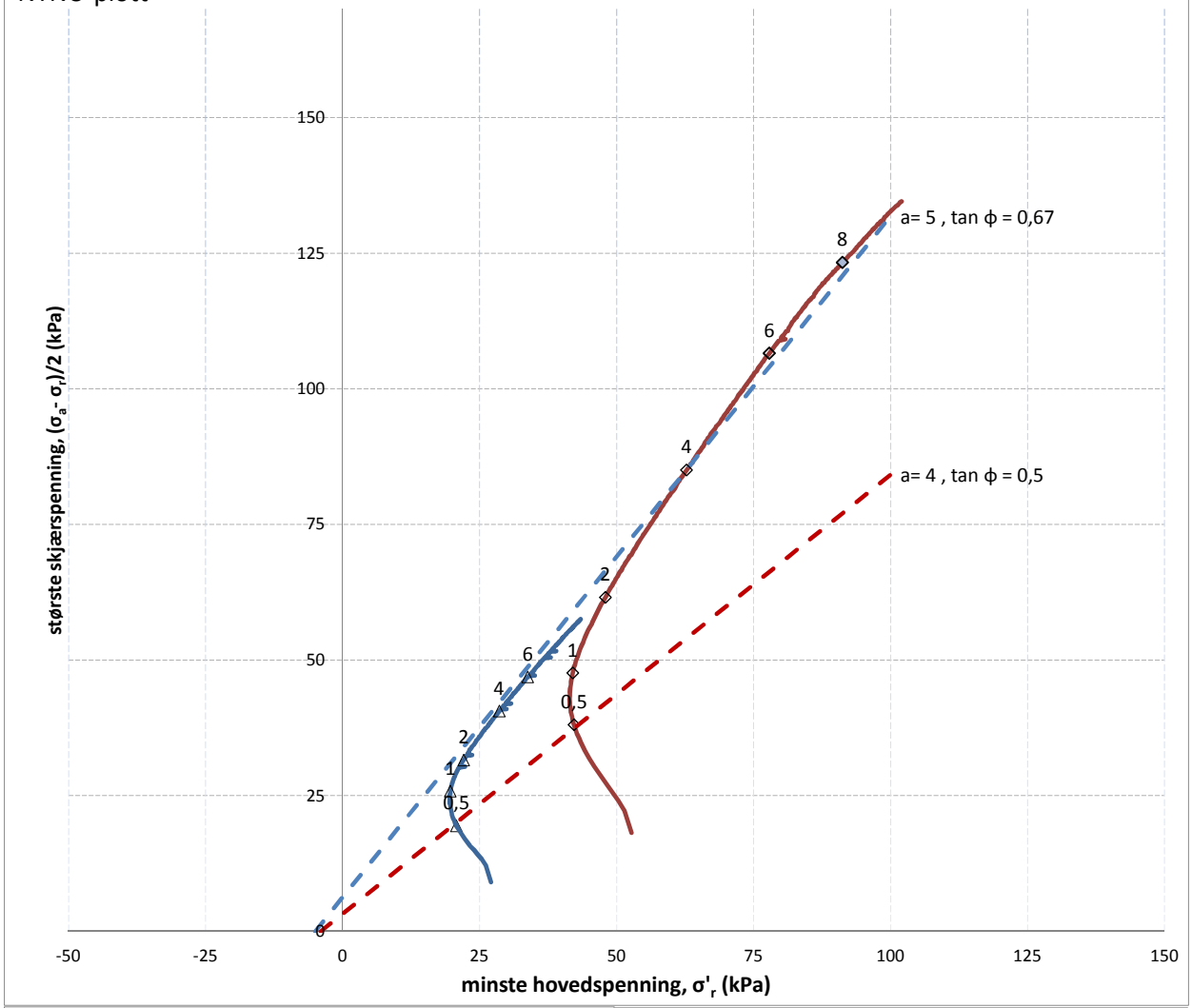
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e_0	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	14	6	5,45m	CAUc	25,0	1,0	0,025	65	26	18	Leire
2	◊	14	6	5,55m	CAUc	25,0	1,3	0,033	66	54	37	Leire

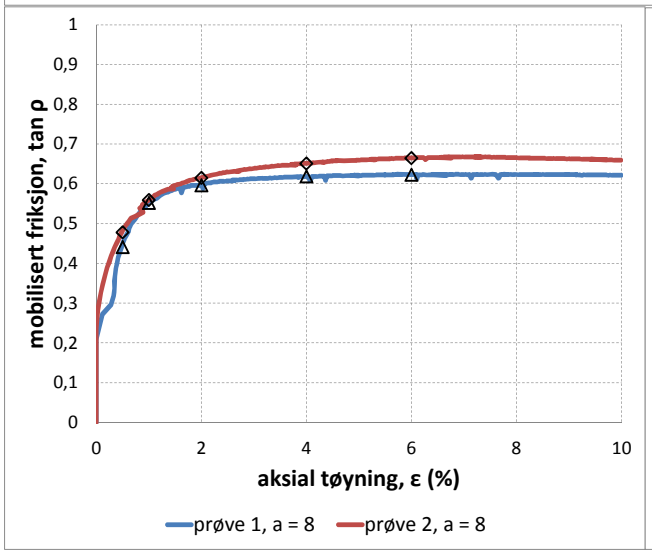
RAMBØLL

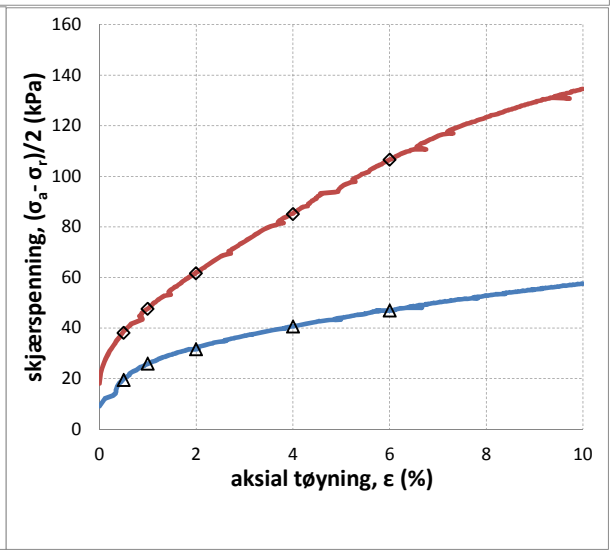
Versjon: 2015-04-09

Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.3
TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.

NTNU-plott





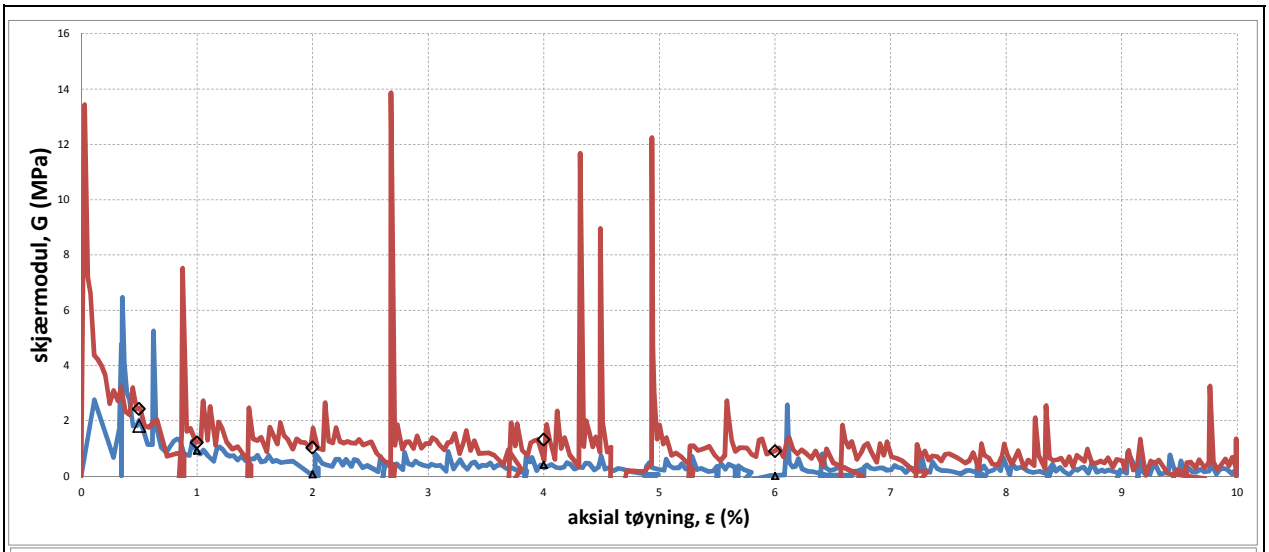


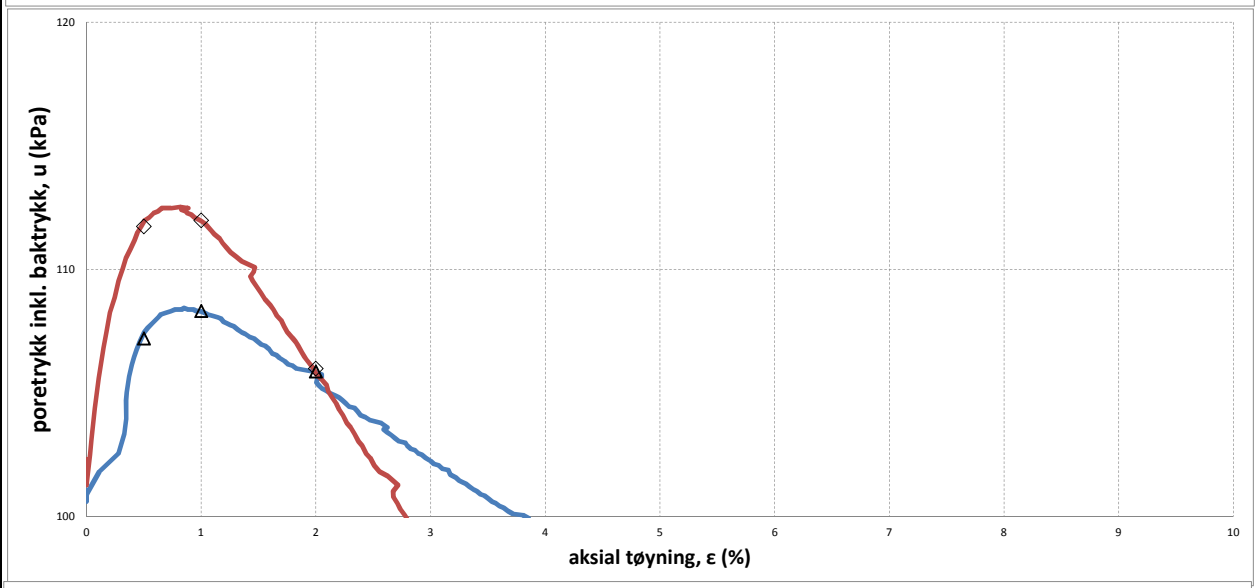
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e$_0$	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	17	52	4,65m	CAUc	21,4	1,6	0,043	65	45	27	Leire,siltig
2	◊	17	54	8,60m	CAUc	20,3	1,1	0,031	66	89	53	Leire, siltig

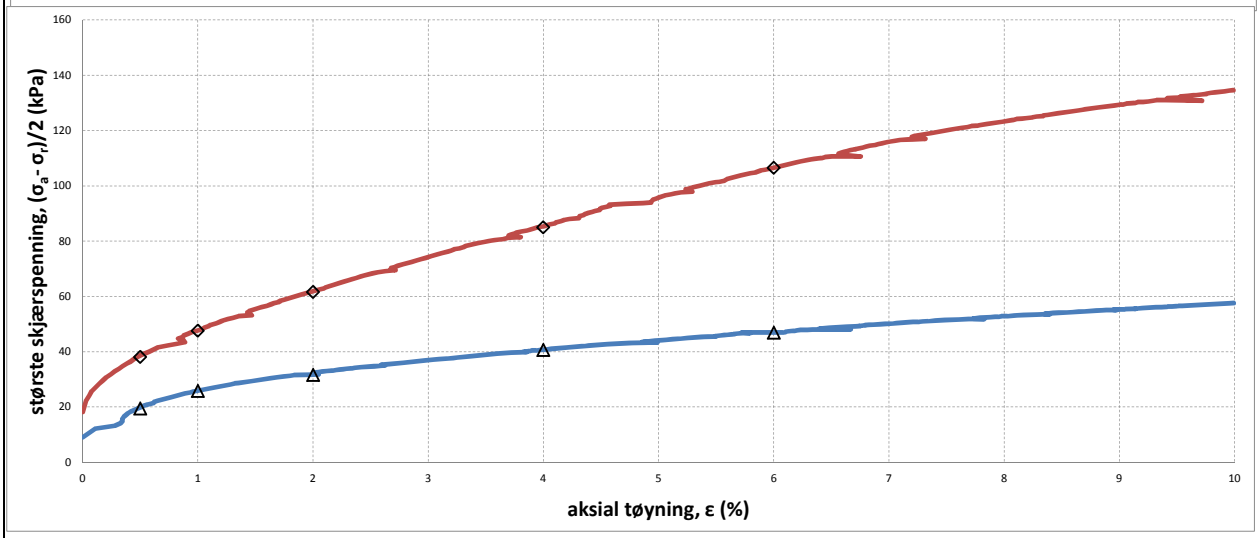
RAMBØLL

Versjon: 2015-04-09

Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.4
TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.







PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e_0	Konsolideringsspenninger p_0' (kPa)	p_a' (kPa)	p_r' (kPa)	KOMMENTAR
1	Δ	17	52	4,65m	CAUc	21,4	1,6	0,043	65	45	27	Leire,siltig
2	◊	17	54	8,60m	CAUc	20,3	1,1	0,031	66	89	53	Leire, siltig

RAMBØLL	Terminalen Entreprenør AS		Oppdrag 1350013313
	Massedeponi Storler	Tegn./kontr. LETL/MBP	Vedlegg 4.4
Versjon: 2015-04-09	TREAKSIALFORSØK	Dato 18.03.2016	Tegn. Nr.

VEDLEGG 5
G-rap-003

KVALITETSSKJEMA CPTU PKT. 320

(2 sider inkl. forside)

DOKUMENTASJON MÅLEDATA - GEOTECH SONDER

Sonde nr.:	4353	**Oppløsning:**	18-bit
SONDEDATA			
Arealforhold, a:	0,843	**Arealforhold, b:**	0
Kalibreringsdato:	16.11.2010	**Utførende:**	Geotech AB
EGENSKAP (fra kaliberingsark)	**SPISSMOTSTAND**	**SIDEFRIKSJON**	**PORETRYKK**
Maksimum spenning [MPa]	50	0,5	2
Måleområde [MPa]:	50	0,5	2
Oppløsning 12-bit [kPa]:	-	-	-
Oppløsning 18-bit [kPa]:	0,5789	0,0103	0,0195
Max. temp.effekt, ubelastet [kPa]:	41,6808	0,8137	0,5655
Temperaturområde [°C]:	0-40	0-40	0-40
Merknad:			
UTFØRELSE			
Borpunkt nr.:	320	**Dato:**	10.05.2012
Borleder:	Husby, Allan	**Assistent:**	Ingen
Filtertype:	Ferdigmettet porøsfilter	**Mettningsmedium:**	Frostvæske
Forankring:	Ja	**Sondetemperatur start [°C]:**	11,8
Forboring [m]:	6	**Sondetemperatur slutt [°C]:**	7
Sum boring [m]:	19,3	**Kontroll skriver [m]:**	19,3
Avstand mellom målinger [mm]:	20	**Max. helning [°]:**	4,14
Er det kontrollert at riktige/siste kalibreringsdata for sonden er lagt inn i programvaren?			Ja
Merknad nullpunktskontroll:			
MÅLEVARIABLE			
EGENSKAP	**SPISSMOTSTAND**	**SIDEFRIKSJON**	**PORETRYKK**
Maksimal temperatureffekt [kPa]:	5,0017	0,0976	0,0679
NULLPUNKTKONTROLL			
FAKTOR	**NA (q)**	**NB (f)**	**NC (u)**
Før sondering:			
Etter sondering:			
Avvik [MPa/kPa/kPa]:	0,0035	0,1	-2
NØYAKTIGHETSVURDERING GEOTECH - VURDERING AV ANVENDELSESKLASSE			
MÅLESTØRRELSE	**SPISSMOTSTAND**	**SIDEFRIKSJON**	**PORETRYKK**
Samlet nøyaktiget, Δ_{TOT} [kPa]:	9,0806	0,2079	2,0874
Tillatt nøyaktiget A1, Δ_k [kPa]:	35	5	10
Tillatt nøyaktiget A2, Δ_k [kPa]:	100	15	25
Tillatt nøyaktiget A3, Δ_k [kPa]:	200	25	50
ANVENDELSESKLASSE:	**1**	**1**	**1**
Vurdering profil:			

Oppdragsgiver: **Aas Jakobsen AS** Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet		Oppdrag: **E6 Klett - Sentervegen**	
Borpunkt nr:	**320**	Sonde:	**4353**
RAMBØLL	Dato: **15.06.2016**	Tegnet: **Jørn Hetland**	Kontrollert: **Per Arne Wangen**
	Oppdragsnr.: **6120165**	Vedlegg nr.: **5**	