

Rapport

| Oppdragsgiver: | Kattemskogen AS | | | | |
|----------------------------------|---|---|--|-------------|----------|
| Oppdrag: | Kattemskogen Område B | | | | |
| Emne: | Områdeevaluering Vurdering av områdestabilitet | | | | |
| Dato: | 22. november 2012 | | | | |
| Rev. - Dato | 01 - 22. mai 2013 | | | | |
| Oppdrag- / Rapportnr. | 415342.2 - RIG-RAP-002 REV01 | | | | |
| Oppdragsleder: | Signe Gurid Hovem | Sign.: |  | | |
| Saksbehandler: | Anders Ulvestad | Sign.: |  | | |
| Kontaktperson hos Oppdragsgiver: | Bjørn Welde | | | | |
| Rev. Nr. | Dato | Merknad | Utarbeidet | Kontrollert | Godkjent |
| 01 | 22.05.13 | Revidert etter tilbakemeldinger fra tredjepartskontroll og innføring av stabiliserende tiltak | ANU | SGH | OAA |



Innholdsfortegnelse

| | |
|--|----|
| Sammendrag..... | 5 |
| 1. Innledning..... | 7 |
| 1.1 Kort omtale av prosjektet..... | 7 |
| 2. Myndighetskrav..... | 8 |
| 3. Arbeidsgrunnlag..... | 8 |
| 3.1 Plangrunnlag..... | 8 |
| 3.2 Utførte grunnundersøkelser..... | 8 |
| 4. Terreng- og grunnforhold..... | 8 |
| 4.1 Kwartærgeologiske kart..... | 8 |
| 4.2 Områdebeskrivelse..... | 9 |
| 4.3 Grunnforhold..... | 9 |
| 5. Avgrensing og klassifisering av kvikkleiresone..... | 10 |
| 5.1 Generelt..... | 10 |
| 5.2 Avgrensing av kvikkleiresone..... | 10 |
| 5.3 Faregradsevaluering av kvikkleiresone..... | 11 |
| 5.4 Bestemmelse av skadekonsekvens- og risikoklasse..... | 11 |
| 5.5 Bestemmelse av tiltaksklasse..... | 12 |
| 6. Sikkerhetsprinsipper..... | 12 |
| 6.1 Geotekniske problemstillinger..... | 12 |
| 6.2 Vurdering av sikkerhetskrav (myndighetskrav)..... | 12 |
| 6.2.1 Geoteknisk kategori..... | 12 |
| 6.2.2 Pålitelighetsklasse (CC/CR)..... | 12 |
| 6.2.3 Kontrollklasse og utførelseskontroll..... | 12 |
| 6.2.4 Tiltakskategori..... | 13 |
| 6.2.5 Bruddmekanisme..... | 13 |
| 6.3 Krav til sikkerhetsnivå..... | 13 |
| 6.4 Dimensjonerende laster og lastfaktorer..... | 14 |
| 7. Områdestabilitet..... | 14 |
| 7.1 Skredteknisk vurdering..... | 14 |
| 7.2 Stabilitetskritiske profiler..... | 15 |
| 7.3 Beregningsparametere..... | 15 |
| 7.4 Stabilitetsberegninger..... | 16 |
| 7.4.1 Generelt..... | 16 |
| 7.4.2 Beregningsresultater..... | 16 |
| 7.4.3 Diskusjon av beregningsresultater..... | 17 |
| 8. Vurdering av tiltak..... | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| 8.1 | Generelt | 17 |
| 8.1.1 | Stabiliserende tiltak profil I-I | 17 |
| 8.1.2 | Stabiliserende tiltak profil H-H | 17 |
| 8.1.3 | Erosjonssikring bekkeløp (Søra)..... | 17 |
| 9. | Sluttkommentar | 18 |
| 10. | Referanser | 19 |

Figurliste

| | |
|---|-----|
| Figur 1 - Utdrag fra tegning 415342.2-RIG-TEG-002 REV A, situasjonsplan som viser foreslått avgrensning av kvikkleiresone | 6 |
| Figur 2 - Utsnitt borplan 415342.2-RIG-TEG-001 | 8 |
| Figur 3 - Kwartærgeologisk kart av området rundt Kattemskogen område B | 9 |
| Figur 4 - Dagens antatte utbredelse av kvikkleiresone 435 Heggstadrønningen før vurderinger i denne rapporten [6]..... | 10 |
| Figur 5 - Krav til prosentvis forbedring av materialkoeffisient som funksjon av materialkoeffisient for dagens situasjon [2]..... | 14 |
| Figur 6 - Tolking av poretrykk i borpunkt B19 og B22 | xii |

Vedlegg

| | |
|--|----|
| Vedlegg A – Faregrads- og konsekvensevaluering | 1 |
| Vedlegg B – Teknisk beregning..... | 4 |
| Vedlegg C – Tolking av elektrisk poretrykksmåling..... | 12 |
| Vedlegg D – Sammenstilling av OCR-nivå | 12 |
| Vedlegg E – Klassifisering av borpunkt | 14 |
| Vedlegg F – Kommentarer fra tredjepartskontroll..... | 15 |

Tegninger

| | | |
|------------------|---------|---|
| 415342.2-RIG-TEG | -000 | 0-tegning |
| | -001 | Borplan med borpunkt og profiler |
| | -002A | Situasjonsplan med avgrensning av kvikkleiresone |
| | -012 | Geotekniske data, B19 |
| | -012.2 | Geotekniske data, B19 (supplerende prøver) |
| | -013 | Geotekniske data, B22 |
| | -015 | Geotekniske data, B27 |
| | -042.3 | CPTU B12, spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f |
| | -042.4A | CPTU B12, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} korrelert mot B_q |
| | -042.5A | CPTU B12, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} korrelert mot S_t , OCR og I_p |
| | -042.6A | CPTU B12, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} verdier fra SHANSEP-anal. |

- 042.7 CPTU B12, prekonsolideringsspenning σ_c'
- 042.8 CPTU B12, overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$
- 044.3 CPTU B19, spissmotstandstill N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f
- 044.4A CPTU B19, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} korrelert mot B_q
- 044.5A CPTU B19, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} korrelert mot S_t , OCR og I_p
- 044.6A CPTU B19, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} verdier fra SHANSEP-anal.
- 044.7 CPTU B19, prekonsolideringsspenning σ_c'
- 044.8 CPTU B19, overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$
- 045.3 CPTU B22, spissmotstandstill N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f
- 045.4ACPTU B22, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} korrelert mot B_q
- 045.5ACPTU B22, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} korrelert mot S_t , OCR og I_p
- 045.6ACPTU B22, aktiv udrenert skjærfasthet S_{uA} verdier fra SHANSEP-anal.
- 045.7 CPTU B22, prekonsolideringsspenning σ_c'
- 045.8 CPTU B22, overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{v0}'$
- 070.1 PZ B19A, poretrykksutvikling
- 070.2 PZ B19B, poretrykksutvikling
- 071.1 PZ B22A, poretrykksutvikling
- 071.2 PZ B22B, poretrykksutvikling
- 075.3 CRS B19, dyp = 17,4 m, tolkning av $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og C_v
- 076.3 CRS B19, dyp = 19,5 m, tolkning av $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og C_v
- 077.3 CRS B22, dyp = 12,2 m, tolkning av $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og C_v
- 078.3ACRS B22, dyp = 17,3 m, tolkning av $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og C_v
- 079.5 Treksialforsøk B19, dyp = 17,7 m, tolkning av parametere NTNU plot
- 080.5 Treksialforsøk B19, dyp = 19,3 m, tolkning av parametere NTNU plot
- 081.5 Treksialforsøk B22, dyp = 12,3 m, tolkning av parametere NTNU plot
- 082.5 Treksialforsøk B22, dyp = 17,2 m, tolkning av parametere NTNU plot
- 086 Samlet treksialforsøk B19 og B22, tolkning av parametere NTNU plot
- 105A Profil H-H og profil I-I (med antatt tidligere terreng og GVS)
- 120 Tolket lagdeling profil H-H og profil I-I
- 300 ADP-analyse profil I-I
- 301 ADP-analyse profil H-H
- 310 $a\phi$ -analyse profil I-I
- 311 $a\phi$ -analyse profil H-H

Sammendrag

Rapporten er revidert etter tilbakemelding fra tredjepartskontrollør (Rambøll) i deres notat 6130035 G-not-001 [1]. Alle endringer og tilføyelser i teksten er markert i kursiv og markering i høyremarg. Oppsummering av kommentarer og henvisning til og/eller svar på kommentarene er gitt i Vedlegg F.

Multiconsult AS er engasjert av Kattemskogen AS for å vurdere områdestabiliteten i forbindelse med utbygging av Kattemskogen Område B.

Vurdering av områdestabiliteten i tidligere revisjon ble gjort med bakgrunn i å definere en sikkerhetssone hvor utenforliggende tiltak ikke vil påvirke skråningstabilitet som tilfredsstillende myndighetskravene. I foreliggende revisjon er det lagt til grunn etablering av stabiliserende tiltak for å kunne optimalisere utnyttelsen av Kattemskogen AS sitt område (GNR/BNR 198/2).

Prosjektet er vurdert i henhold til NVEs retningslinjer [2], Eurokode [3] og Eurokode 7 [4] til:

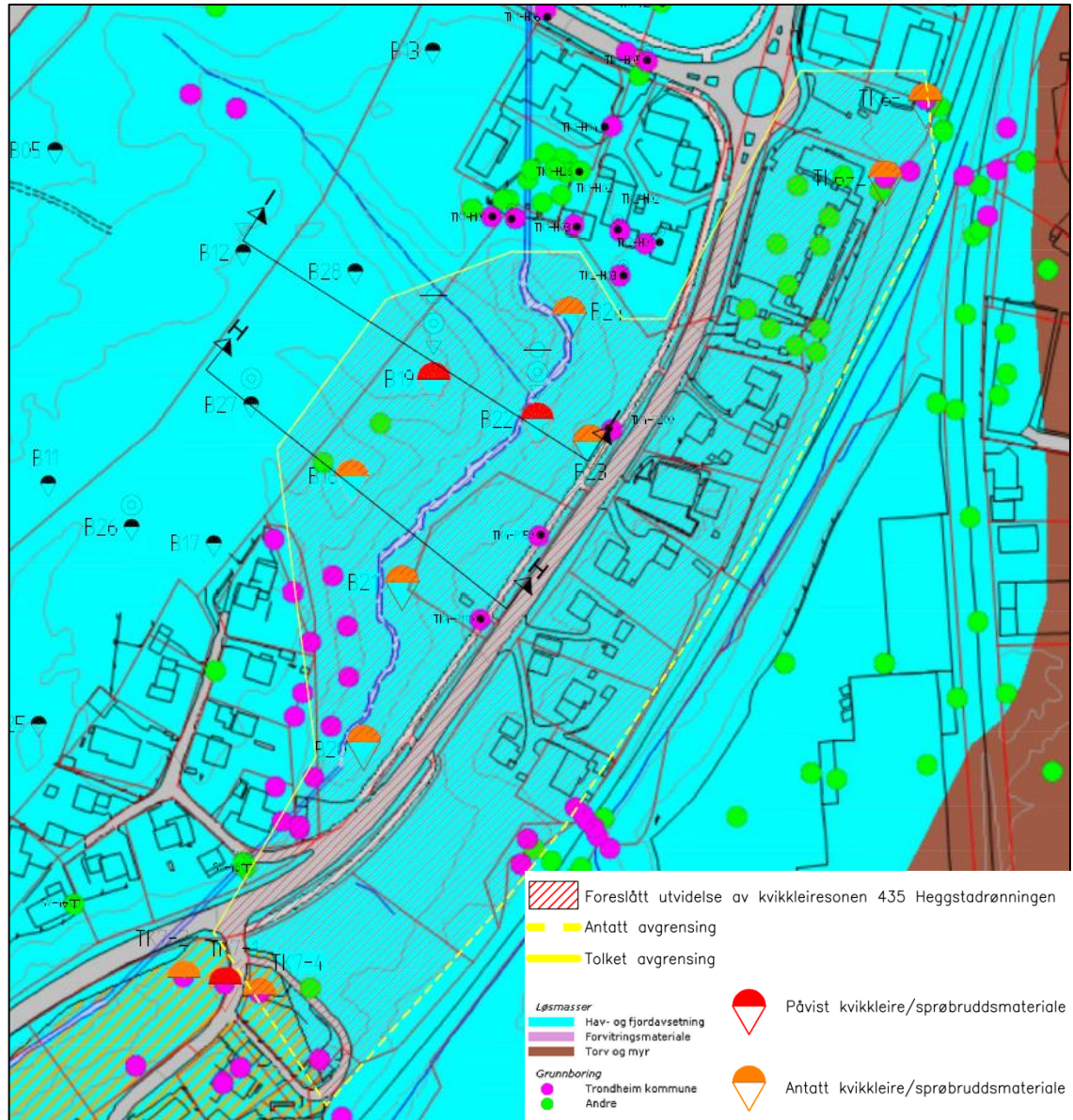
- Tiltakskategori K3
- Geoteknisk kategori 3
- Pålitelighetsklasse 3
- Kontrollklasse U for prosjektering og utførelse

Det er påvist kvikkleire utenfor opprinnelig kvikkleiresone 435 Heggstadrønningen i forbindelse med grunnundersøkelsene på Kattemskogen Område B. Det er vurdert faregrad, konsekvens- og risikoklasse for foreslått utvidelse av kvikkleiresonen:

- Faregrad: middels
- Konsekvensklasse: mindre alvorlig
- Risikoklasse 3

Beregningene foreliggende i denne rapporten viser tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet ($\gamma_m \geq 1,4$) for både områdestabilitet og byggesak. Dette forutsetter krav til kompensert fundamentering (ingen tilleggslast på oversiden av skråningen) og terrengjustering i henhold til angitte nivåer på tegning 415342.2-RIG-TEG-300. Endelig dokumentasjon av tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet må utføres i forbindelse med detaljprosjektering av tilstøtende bygg og stabiliserende tiltak. Eventuelle planlagte/utførte tiltak i Søra må tas hensyn til i detaljprosjekteringen.

Figur 1 viser utsnitt fra situasjonsplan 415342.2-RIG-TEG-002 som angir foreslått avgrensning av kvikkleiresonen, aktuelle terrengprofil i plan, vurdering av sonderinger med tanke på forekomst av sprøbruddsmateriale



Figur 1 - Utdrag fra tegning 415342.2-RIG-TEG-002 REV A, situasjonsplan som viser foreslått avgrensning av kvikkleiresone

1. Innledning

Rapporten er revidert etter tilbakemelding fra tredjepartskontrollør (Rambøll) i deres notat 6130035 G-not-001 [1]. Alle endringer og tilføyelser i teksten er markert i kursiv og markering i høyremarg. Oppsummering av kommentarer og henvisning til og/eller svar på kommentarene er gitt i Vedlegg F.

Multiconsult AS er engasjert av Kattemskogen AS for å utføre en vurdering av områdestabilitet i forbindelse med utbygging av Kattemskogen Område B på Heimdal i Trondheim kommune.

All ny byggevirksomhet innenfor en faresone for kvikkleire, samt bygg som kan påvirkes av skred fra nærliggende faresoner, er underlagt krav i henhold til NVEs Retningslinjer 2/2011 [2].

Retningslinjene i ref. [2] gir detaljerte krav til beregningsmessig sikkerhet før, under og etter gjennomføringen av et tiltak. Om beregningsmessig sikkerhet ikke er tilfredsstillt må det i utgangspunktet gjennomføres nødvendige stabiliserings- og sikringstiltak før ny utbygging kan gis tillatelse til gjennomføring. Sikkerhetskravet gjelder ikke bare kvikkleireskred som kan utløses innenfor tiltaksområdet, men også dersom tiltaket ligger i utløpsområdet (skredbanen) for kvikkleireskred utløst i tilgrensende områder.

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

Klassifisering og avgrensning av kvikkleiresonen

- Avgrensning av kvikkleiresone
- Faregradsevaluering
- Skadekonsekvensklasse
- Bestemmelse av tiltaksklasse for aktuelt prosjekt

Stabilitetsvurderinger

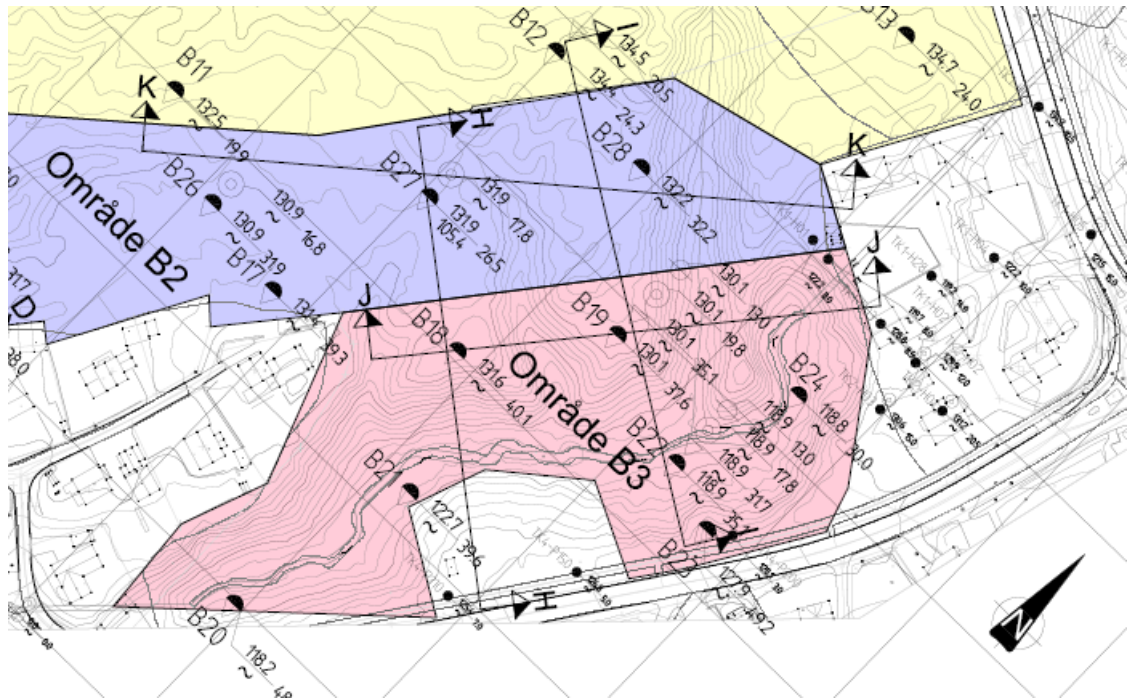
- Vurdering av stabilitetskritiske profiler
- Valg av beregningsparametere
- Vurdering av skredmekanismer og beregningsmetodikk for stabilitetsberegninger
- Resultater fra stabilitetsberegninger
- *Krav til terrengnivå og lastbilde*

Rapporten gir en vurdering av stabiliteten i området, basert på stabilitetsberegning i *utvalgte terrengprofiler*. Vurderingene baserer seg på resultater fra tidligere og nyere grunnundersøkelser i det aktuelle området, og inkluderer tilgjengelig data for skjærfasthet, konsolideringsparametere og poretrykk som grunnlag for stabilitetsberegninger (avsnitt 7.3).

1.1 Kort omtale av prosjektet

Kattemskogen AS ønsker utbygging av boliger på Kattemskogen i overgangen mellom område B2 – B3 definert i Multiconsults rapport 415342.2-RIG-RAP-001 [5] og vist på Figur 2. Dette betinger dokumentasjon av beregningsmessig materialfaktor $\geq 1,4$ eller en prosentvis forbedring av områdestabiliteten i henhold til [2].

Formålet med *foreliggende versjon* av rapporten er å *vise at det med etablering av stabiliserende tiltak er mulig å bygge ut område B2 med tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet* iht. [2].



Figur 2 - Utsnitt borplan 415342.2-RIG-TEG-001

2. Myndighetskrav

Dette prosjektet er underlagt følgende standarder og retningslinjer:

- NVEs Retningslinjer nr 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar [2]
- Eurokode 0, Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [3]
- Eurokode 7, Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler [4]

3. Arbeidsgrunnlag

3.1 Plangrunnlag

Digitalt kartgrunnlag er ervervet fra Infoland den 19.03.12. Oversikt over kvikkleiresoner i området er hentet fra NGU (Norges geologisk undersøkelse) sin kartjeneste på nett den 22.10.12.

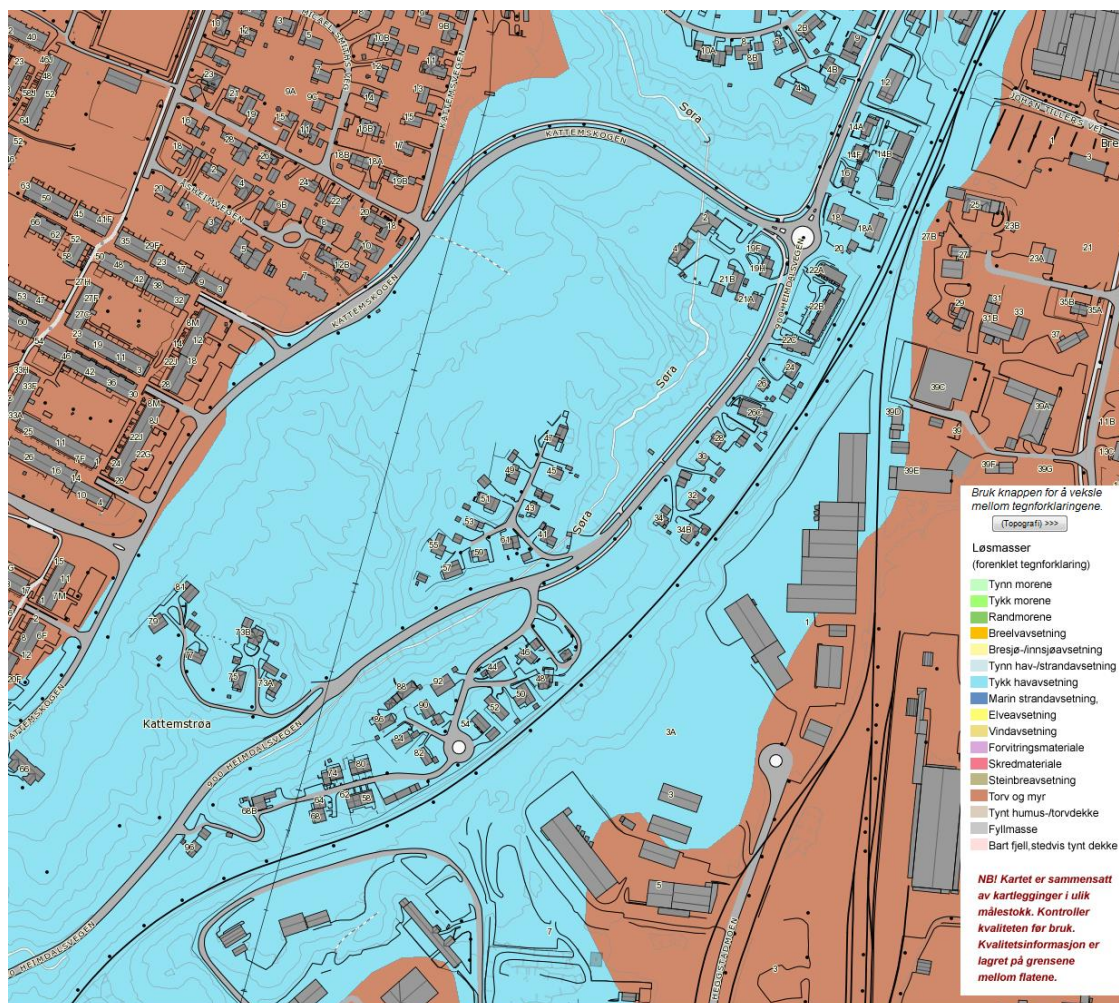
3.2 Utførte grunnundersøkelser

Tidligere grunnundersøkelser er beskrevet i Multiconsults rapport 415342.2-RIG-RAP-001 [5].

4. Terreng- og grunnforhold

4.1 Kvartærgeologiske kart

Kvartærgeologisk kart viser tykk marin avsetning (blått) på hele området i tillegg til en viss utstrekning sørøst for Kattemskogen. Figur 3 viser et utsnitt av det kvartærgeologiske kartet.



Figur 3 - Kvartærgeologisk kart av området rundt Kattemskogen område B

4.2 Områdebeskrivelse

Topografi for hele Kattemskogen er nærmere beskrevet i Multiconsults rapport 415342.2-RIG-RAP-001 [5].

Område B3 består av relativt dype raviner som deler et flatere terreng. Det er to større raviner som strekker seg nordvest inn i eiendommen. Begge har utløp i bunn av dalen langs Heimdalsvegen. De bratteste ravineskråningene har helning på ca. 1:1,5. Terreng ligger på ca. kote 130,0 – 135,0 på oversiden av ravinene og ca. 115,0 – 120,0 på nedsiden (langs bekkefarete).

Resterende områder på Kattemskogen består også av et ravinert terreng med generelt skrånende terreng fra nordvest mot sørøst.

4.3 Grunnforhold

Grunnforhold er nærmere beskrevet i Multiconsults rapport 415342.2-RIG-RAP-001 [5].

I område B3 er det påvist sprøbruddsmateriale i toppen av skråningen (borpunkt B19) ca. 15,0 m under terreng med mektighet opp mot ca. 5,0 m. I tillegg er det påvist kvikkleire i bunn av skråningen (borpunkt B22) ca. 7,0 m under terreng med mektighet på ca. 3,0 m.

Geotekniske data for borpunkt B19, B22 og B27, samt tolkning av CPTU sondering i borpunkt B12, B19 og B22 er vist på vedlagte tegninger. Underlag for tolkning av CPTU sonderinger (tolket treaksial- og ødometerforsøk) i B19 og B22 er også vist på vedlagte tegninger.

5. Avgrensing og klassifisering av kvikkleiresone

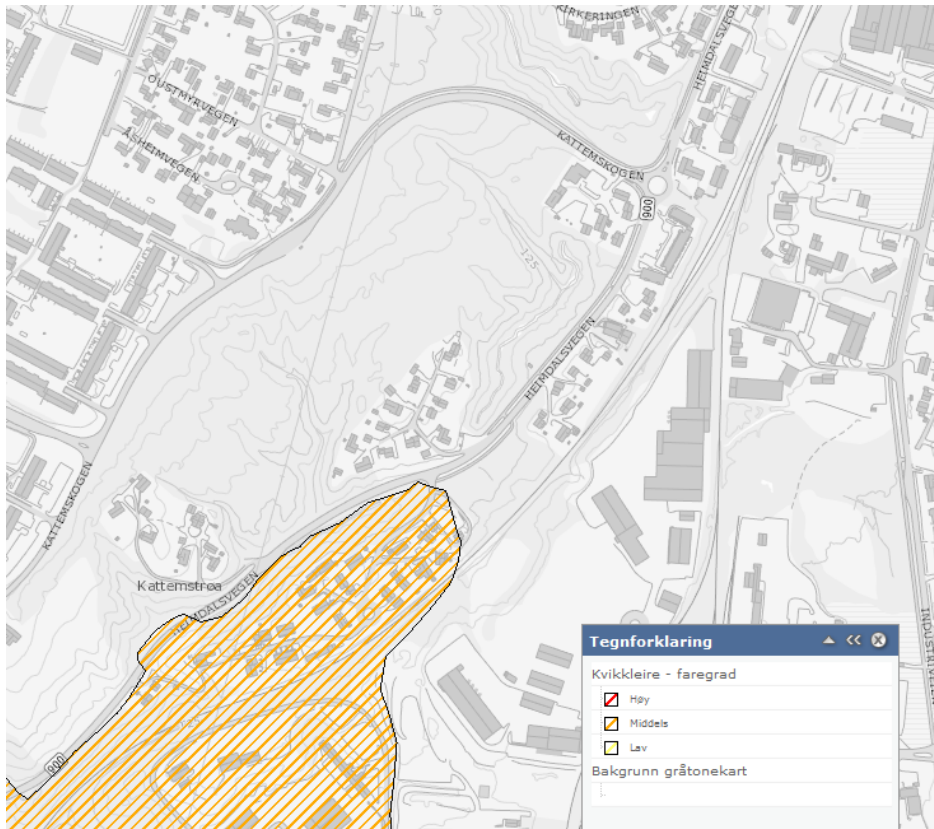
5.1 Generelt

I henhold til NVEs retningslinjer [2] stilles det ulike krav til sikkerhetsmessig vurdering på byggesaksnivå, avhengig av hvilken faregradklasse sonen faller innenfor og hvilken tiltakskategori planlagt tiltak faller inn under. Kravet til sikkerhetsnivå, og eventuell forbedring av dette, er avhengig av matrisen presentert i tabell 3.1 i vedlegg 1 til NVEs retningslinjer [2]. Generelt grunnlag for vurdering av faregrad er vist i Vedlegg A.

For vurdering av områdestabiliteten er det lagt vekt på å dokumentere utbredelsen av kvikkleire, samt vurdere stabiliteten i antatt kritisk profil i det berørte området. I arbeidet er det nødvendig å dokumentere tilstrekkelig beregnet materialfaktor $\gamma_m \geq 1,4$, alternativt gjennomføre tiltak som gir prosentvis tilstrekkelig forbedring av stabiliteten i området.

5.2 Avgrensing av kvikkleiresone

Grunnundersøkelsen [5] gjennomført på Kattemskogen gir grunnlag for å oppdatere kvikkleiras utbredelse og utvide avgrensingen av kvikkleiresonen 435 Heggstadrønningen. Figur 4 viser antatt utbredelse av kvikkleiresonen før gjennomføringen av grunnundersøkelsene på Kattemskogen.



Figur 4 - Dagens antatte utbredelse av kvikkleiresone 435 Heggstadrønningen før vurderinger i denne rapporten [6]

Basert på utførte grunnundersøkelser og topografiske forhold er det gjort en vurdering av utbredelse av kvikkleire i området. Dette har resultert i et forslag om å utvide kvikkleiresonen 435 Heggstadrønningen (Figur 1). Følgende vurdering ligger til grunn for grenselinjene:

- Alle kjente grunnundersøkelser i området er tatt med i vurderingen. Plassering av borpunkt er vist på borplan tegning nr. 415342.2-RIG-TEG-001 og kartutsnitt i Figur 1
- Sonene er trukket ut i fra de registrerte boringene med kvikkleire/sprøbruddegenskaper
- Sonene er avgrenset mot områder med brå topografiske overganger
- Kvartærgeologisk kart (marine avsetninger) er vurdert opp mot antatte avgrensninger

Det er påvist kvikkleire/sprøbruddsmateriale i borpunkt B19 og B22 i område B3. I tillegg er det antatt sprøbruddsmateriale i borpunkt B23. Det er registret mulig sprøbruddsmateriale i borpunkt B20, B21 og B24. Det er ikke funnet indikasjoner på sprøbruddsmateriale i borpunkt nordvest for dette, i henholdsvis borpunkt B17, B27, B28.

Kvikkleiresonen er antatt å være avgrenset som vist i Figur 1. I nordvest er sonen avgrenset med bakgrunn i evaluering av sonderingene i profil I-I og profil H-H. Mot sørøst er sonen avgrenset av høydedraget på nedsiden av jernbanelinjen, delvis basert på hva som kan berøres av et eventuelt skred innenfor nåværende grunnundersøkelser. Mot nordvest er avgrensningen basert på tilgjengelige sonderingsresultater i borpunkt TK6-1 og TK6-2 som viser klare tendenser til kvikkleire/sprøbruddsmateriale. Dette utelukker ikke at det finnes kvikkleire/sprøbruddsmateriale utenfor avgrensningene, men dette må eventuelt vurderes med forankring i eget grunnundersøkelsesprogram. Kvartærgeologiske kart angir marine avsetninger også utenfor foreslåtte kvikkleiresoneavgrensninger.

5.3 Faregradsevaluering av kvikkleiresone

Grunnlag for faregradsevaluering av utvidet kvikkleiresone er områdets topografi, data fra foreliggende grunnundersøkelser i området, beregningsresultater samt generell metode for klassifisering av faresoner. Vurderinger er vist i Vedlegg A.

Før oppstart av denne områdeevalueringen var kvikkleiresone 435 Heggstadrønningen klassifisert med middels faregrad, meget alvorlig konsekvens og skredrisiko 4.

I denne rapporten er det den nye avgrensningen av kvikkleiresone 435 Heggstadrønningen som er vurdert. Faregradsevaluering av kvikkleiresonen er utført for dagens tilstand.

Vurdering av dagens situasjon gir faregradsklasse **middels**.

5.4 Bestemmelse av skadekonsekvens- og risikoklasse

Skadekonsekvensene av et kvikkleireskred i dette området forventes å være små på grunn av omkringliggende topografi. Det anses som lite sannsynlig at tilstøtende bygninger og fylkesveg (Heimdalsvegen) vil utsettes for vesentlige skader ved et eventuelt skred. Potensielt skredvolum er vurdert som lite sammenlignet med oppdemningspotensialet i nedenforliggende dalbunn mellom skråningsfot og Heimdalsvegen. Det er utført en vurdering av skadekonsekvens- og risikoklasse etter retningslinjer utarbeidet av NGI [7]. Vurderingen er vist i Vedlegg A.

Vurdering av dagens situasjon gir skadekonsekvensklasse **mindre alvorlig**.

Resultatene av evalueringen viser at skadekonsekvensklassen karakteriseres med 8 av 45 oppnåelige poeng, mens faregraden karakteriseres med 26 av 51 oppnåelige poeng. Dette tilsvarer en risikoklassifisering på $18\% * 51\% = 906$ som medfører risikoklasse **3** iht. til [7].

5.5 Bestemmelse av tiltaksklasse

Tiltaksklassen sonen plasseres i må vurderes særskilt for hver enkelt byggesak. Utbyggingen av Kattenskogen vil medføre tilflytting i tilstøtende områder til kvikkleiresonen. Prosjektet vil dermed plasseres i **Tiltakskategori K3** (tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner) iht. NVEs retningslinjer [2].

Tilhørende myndighetskrav er nærmere beskrevet i kapittel 6.2.4.

6. Sikkerhetsprinsipper

6.1 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger for gjennomføring av *stabiliserende tiltak* er hovedsakelig relatert til:

- Områdestabilitet i byggefase og permanent tilstand
- Terrengplanering av ravinerygg
- *Terrengjustering og etablering av motfylling i skråning*

6.2 Vurdering av sikkerhetskrav (myndighetskrav)

6.2.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 [4] stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut i fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

Det planlegges boligutbygging av området på Kattenskogen. Dette medfører at tilstrekkelig områdestabilitet for bestemmelse av sikkerhetssone må dokumenteres. I overgangen mellom område B2 og B3 kan utbyggingen også medføre terrengtiltak i område med kvikkleire.

Med dette som grunnlag velges overordnet krav til prosjektering i henhold til geoteknisk kategori 3. *I etterkant av etablering av stabiliserende tiltak kan geoteknisk kategori vurderes på nytt for individuelle tiltak (utbygging).*

6.2.2 Pålitelighetsklasse (CC/CR)

Tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg av Eurokode 0 [3] gir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler i pålitelighetsklasser (CC/RC) 1-4.

Utbygging og terrengtiltakene på Kattenskogen vurderes å falle inn under «*Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller*» på grunn av utbredelse av sprøbruddsmateriale i skråningen på tvers av område B3. Tiltaket plasseres av den grunn i pålitelighetsklasse 3.

6.2.3 Kontrollklasse og utførelseskontroll

Eurokode 0 [3] gir videre føringer til krav til omfang av prosjekteringskontroll og utførelseskontroll avhengig av pålitelighetsklasse.

I henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903) i [3] settes prosjekteringskontroll og utførelseskontroll lav geotekniske arbeider til kontrollklasse U (utvidet).

For prosjektering gjelder dermed at det utføres *grunnleggende kontroll* («egenkontroll»), *intern systematisk kontroll* «kollegakontroll» samt en *uavhengig kontroll* fra et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte prosjekteringen.

For utførelse innebærer kontrollklasse U (utvidet) at det skal utføres *basis kontroll*, *intern systematisk kontroll* samt *uavhengig kontroll* av utførelsen.

6.2.4 Tiltakskategori

Grunnlaget for valg av tiltakskategori er nærmere beskrevet i kapittel 5, delkapittel 5.5.

NVEs retningslinjer [2] definerer tre tiltakskategorier (K1-K3). Krav til sikkerhetsnivå, vurderinger, beregninger og kontroller avhenger av tiltakskategori og områdets faregradklasse.

Planlagt boligutbygging av Kattemskogen vil medføre tilflytting til området. Prosjektet vil dermed plasseres i tiltakskategori K3 (tiltak som innebærer tilflytting av mennesker og tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner).

For alle faregradsklasser før utbygging kreves det følgende vurderinger i denne kategorien:

- Faregradsevaluering
- Stabilitetsanalyse med $\gamma_m \geq 1,4$ eller prosentvis forbedring
- Utvidet kontroll tilsvarende pålitelighetsklasse 3 i Eurokode 0 [3]

I arbeidet er det nødvendig å dokumentere tilstrekkelig γ_m eller foreta en forbedring av stabiliteten i sonen dersom det er lav sikkerhet mot kvikkleireskred. Dette vurderes nærmere i kapittel 8.

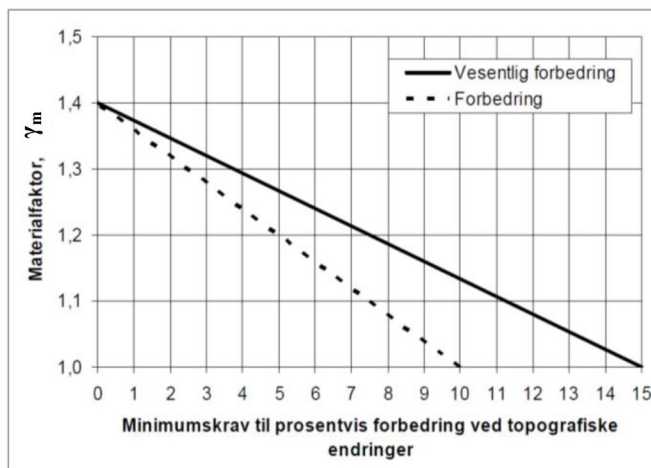
6.2.5 Bruddmekanisme

Løsmassene i området består i hovedsak av kohesjonsmasser av leire, *lagdelt med mindre entydige friksjonsmasser av silt og sand*. Deler av leira i skråningen er sensitiv og definert som sprøbruddsmateriale og kvikkleire. Basert på en totalvurdering vurderes gjeldende bruddmekanisme å være sprø.

6.3 Krav til sikkerhetsnivå

Eurokode 7 [4] stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient $\gamma_m \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyser og $\gamma_m \geq 1,4$ for totalspenningsanalyser.

NVEs retningslinjer [2] stiller krav om en beregningsmessig partialkoeffisient $\gamma_m \geq 1,4$ for både effektivspenningsanalyser og totalspenningsanalyser eller en prosentvis forbedring av den beregningsmessige partialkoeffisienten γ_m for eksisterende terreng. Krav til prosentvis forbedring er avhengig av sikkerhetsnivået i utgangspunktet og må følge retningslinjenes figur 3.1 (gjengitt i Figur 5).



Figur 5 - Krav til prosentvis forbedring av materialkoeffisient som funksjon av materialkoeffisient for dagens situasjon [2]

For områdestabiliteten følger kravene til sikkerhetsnivå i NVEs retningslinjer. For lokal stabilitet for konkrete utbygginger i kvikkleireområder følger kravene til sikkerhetsnivå i Eurokode dersom kravene i Eurokode er strengere enn kravene i NVEs retningslinjer.

6.4 Dimensjonerende laster og lastfaktorer

Det er ikke benyttet egne terrenglaster i foreliggende rapport da det forutsettes kompensert fundamentering i forbindelse med utbygging av boligblokker på oversiden av skråningen. Eventuelle tilleggslaster kan overslagsmessig tas hensyn til ved å justere avlastet terrengnivå ekvivalent med tilleggslasten. Disse forutsetningene må dokumenteres i detaljprosjekteringen.

7. Områdestabilitet

7.1 Skredteknisk vurdering

Stabilitetsberegningene er begrenset til analyse av *to* profiler for stabilitetsberegninger, med en tilhørende vurdering av konsekvensene av et mulig skred. Kritiske bruddflater kan være enten sirkulærsylindriske eller sammensatte glideflater. I stabilitetsvurderingene er både langstrakte profiler med en sammensatt geometri og sirkulærsylindriske profiler vurdert.

Der terrenget består av terrasser, raviner eller andre større uregelmessigheter kan naturlig skråningsstabilitet være lav, og en retrogressiv bruddutvikling kan starte fra et initialt rotasjonsskred, *eller fra en overflateutglidning*, på slike steder. Initialskred kan typisk utløses ved menneskelige inngrep i terrenget, for eksempel ved en utgraving i bunn av en skråning (avlastningsutløst) eller ved deponering av masser på eller nær skråningstopp (pålastningsutløst). Med bakgrunn i sprøbruddsmaterialets dype plassering og begrensete utbredelse i bakkant av skråningen er potensielt retrogressiv skred vurdert som relativt lite. Det er også begrenset hvor mye av sprøbruddsmateriale nedenfor skråningen som vil mobiliseres ved et eventuelt skred.

I det aktuelle området er det et bekkeløp nedenfor kritisk skråning for områdestabiliteten. Gitt dagens situasjon er det ikke vurdert som nødvendig å erosjonssikre bekkeløpet, men det er behov for opprydning av bekkeløp og omkringliggende terreng for å unngå fremtidig oppdemning og potensiell omlegging av bekkeløp. I tillegg stilles det krav til minimum sikkerhetsavstand på 2,0 m fra stabiliserende tiltak til bekkeløp for å ta hensyn til eventuell fremtidig sideerosjon.

I etterkant av revisjon 00 av foreliggende rapport er det komme frem at det er planlagt omfattende tiltak/erosjonssikring i Søra. Dersom dette gjennomføres ansees erosjonsproblematikk fra Søra som irrelevant for prosjektering av stabiliserende tiltak.

For mer inngående vurderinger vises det til Multiconsults notat 415342.2-RIG-NOT-001 REV01 [8] og avsnitt 8.1.3.

7.2 Stabilitetskritiske profiler

Basert på topografi og grunnforhold har profil I-I blitt vurdert som kritisk med tanke på skråningsstabilitet. *I tillegg er profil H-H tatt med som beregningsprofil i forbindelse med prosjektering og senere optimalisering av stabiliserende tiltak i skråningen ned mot Søra. Disse profilene vil i det videre bli benyttet som beregningsprofiler (tegning nr. 415342.2-RIG-TEG-120).*

Plassering av *beregningsprofilene* er vist på tegning nr. 415342.2-RIG-TEG-001.

Lagdelingen for profilene har blitt tolket og er lagt til grunn for stabilitetsanalysene. Valg av profil er gjennomgått i detalj i Vedlegg B, avsnitt B.3.

I forbindelse med revisjon av foreliggende rapport er det tatt opp supplerende prøver i borpunkt B19. Dette har medført justert lagdeling, og tidligere «Leire» lag er nå delt i et «Silt/Finsand» og «Silt/Leire» lag basert på jordartssammensetning og antatt materialoppførsel ved brudd.

7.3 Beregningsparametere

I Tabell 1 er styrkeparametere benyttet i effektivspenningsbaserte beregninger presentert. *Silt/Finsand og Silt/Finsand/Sand laget er antatt å alltid ha drenert materialoppførsel, og effektivspenningsbaserte materialeparametere er benyttet for disse lagene også i ADP-analysene. Valgt styrkeprofil (c-profil) for resterende lag i ADP-analysene er benevnt «S_{uA}, GS input» og vist på tegning 415342.2-RIG-TEG-044.4 til -046.8. For Silt/Leire laget er det benyttet konstant udrenert skjærstyrke (C-verdi). Bestemmelse av parametere er gjennomgått i detalj i Vedlegg B avsnitt B.4.*

Etter tilbakemelding fra tredjepartskontroll er effektivspenningsparametere for Silt/Finsand/Sand laget tilpasset slik at friksjonsvinkel og attraksjon har samsvarende verdier i lignende jordart. Dette har ikke medført vesentlig endring i totalstyrke.

| Lag | Tyngdetetthet, γ [kN/m ³] | Friksjon, $\tan \phi_k$ [-] | Attraksjon, a [kPa] |
|---------------------|--|-----------------------------|-----------------------|
| Tørrskorpe | 20 | 0,58 | 0 |
| Silt/Finsand | 20 | 0,65 | 10 |
| Silt/Leire | 20 | 0,55 | 10 |
| Silt/Finsand/Sand | 20 | 0,60 | 10 |
| Sprøbruddsmateriale | 20 | 0,50 | 5 |
| Leire | 20 | 0,50 | 20 |

Tabell 1 - Materialparametere, drenerte analyser

7.4 Stabilitetsberegninger

7.4.1 Generelt

I foreliggende revisjon av rapporten er det gjennomført stabilitetsberegninger med stabiliserende tiltak som basis for reguleringsplanarbeidet. Beregningene skal dokumentere at det ved etablering av stabiliserende tiltak er mulig å oppnå tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet. Det er sett krav til terrengnivå og skråningsgeometri som angitt i beregningene (se tegning nr. 415342.2-RIG-TEG-300 og -301). Prosjekteringsforutsetningene må dokumenteres under detaljprosjektering.

Stabilitetsanalysene er beregnet både ved udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og ved drenert effektivspenningsanalyse ($a\phi$ -analyse).

En detaljert gjennomgang av forutsetninger i stabilitetsberegninger er gitt i Vedlegg B.

7.4.2 Beregningsresultater

I Tabell 7 er sikkerhetsfaktor γ_m for vurderte skjærflater presentert for beregninger med både ADP- og $a\phi$ -analyse.

Det er gitt flere detaljer rundt beregningsresultatene i Vedlegg B.

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor γ_m for vurdert skjærflate |
|----------------------|--|---------|--|
| 415342.2-RIG-TEG-300 | Profil I-I, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | ADP | 1,13 |
| 415342.2-RIG-TEG-300 | Profil I-I, justert terreng – stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | ADP | 1,38 |
| 415342.2-RIG-TEG-300 | Profil I-I, justert terreng – stabiliserende tiltak, kritisk sammensatt glideflate | ADP | 1,41 |
| 415342.2-RIG-TEG-310 | Profil I-I, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate overflate | $a\phi$ | 1,50 |
| 415342.2-RIG-TEG-310 | Profil I-I, justert terreng – stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | $a\phi$ | 1,63 |
| 415342.2-RIG-TEG-301 | Profil H-H, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | ADP | 1,12 |
| 415342.2-RIG-TEG-301 | Profil H-H, justert terreng–stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | ADP | 1,48 |
| 415342.2-RIG-TEG-301 | Profil H-H, justert terreng–stabiliserende tiltak, kritisk sammensatt glideflate | ADP | 1,43 |
| 415342.2-RIG-TEG-311 | Profil H-H, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate overflate | $a\phi$ | 1,26 |
| 415342.2-RIG-TEG-311 | Profil H-H, justert terreng–stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | $a\phi$ | 1,51 |

Tabell 2 - Oppsummering av beregningsresultater

7.4.3 Diskusjon av beregningsresultater

Med foreliggende grunnlag virker beregningsresultatene å være tilfredsstillende. Beregningene viser som forventet at sikkerheten mot et rotasjonsskred er lavest i ADP-analysen.

Beregningsresultatene i foreliggende revisjon av rapporten samsvarer relativt godt med tidligere beregningsresultater. Dette antyder at justert lagdeling og justerte materialparametere er akseptable (oppnår god overenstemmelse med tidligere vurderinger).

Beregningene viser tilstrekkelig områdestabilitet iht. NVEs retningslinjer [2] og tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Vurdert områdestabilitet tilfredsstillende NVEs krav til vesentlig prosentvis forbedring for områdestabilitet.

På grunn av ugunstig plassering og helning på sprøbruddmaterialet blir *en vurdering av plane glideflater kritisk for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet*. Det er ikke forventet at en slik skredmekanisme vil kunne forekomme med stor utbredelse iht. avsnitt 7.1, men tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet ($\gamma_m \geq 1,4$) iht. til NVEs retningslinjer [2] og Eurokode 7 [4] må likevel dokumenteres. *Det er dette kravet sammen med planlagt plassering av bygg som styrer omfang av stabiliserende tiltak (blant annet nødvendig avlastningsnivå).*

Sikkerhetssonen omtalt i tidligere revisjon er nå utgått i den forstand at ønsket utnyttelse av eiendommene styres av omfanget av stabiliserende tiltak. Foreliggende beregninger dokumenterer tilstrekkelig sikkerhet mot skred for utnyttelse av hele eiendommen 198/2 i aktuelt område.

8. Vurdering av tiltak

8.1 Generelt

Beregningene i foreliggende revisjon av rapporten baseres primært på etablering av stabiliserende tiltak i form av avlastning og motfylling. Krav til terrengnivå og geometri for avlastning og terrengplanering i skråningen er angitt i beregningene vist på tegning 415342.2-RIG-TEG-300 og -301.

8.1.1 Stabiliserende tiltak profil I-I

Det er planlagt terrengplanering av skråning slik at skråningshelningen ikke overskrider 1:2,5 ned mot dalbunn på ca kote +118. Dette medfører stort sett avlastning av original terreng i skråningen, men omfatter noe motfylling ca. midt i skråningen. På oversiden av skråningen er det stilt krav om avlastning til kote +128,5 ca. 25 m fra skråningstoppen. Videre er det skissert svakt avtrappet avlastning for ytterligere ca. 25 m før det er beskrevet 1:3 helning opp mot originalt terreng.

8.1.2 Stabiliserende tiltak profil H-H

I likhet med profil I.-I er det planlagt terrengplanering av skråningen slik at skråningshelningen ikke overskrider 1:2,5 ned mot dalbunn på ca. kote +117. Dette medfører vesentlig avlastning av skråningstopp samt noe motfylling ved skråningsfoten. På oversiden av skråningen er det stilt krav til avlastning til kote +128,0 tom. tomtegrensen mellom 198/2 og 198/95. Deretter kreves svakt avtrappet avlastning i ytterligere ca. 20 m opp mot kote +130. Avlastningen avsluttes med skråningshelning 1:3 fra kote +130 til originalt terreng.

8.1.3 Erosjonssikring bekkeløp (Søra)

I etterkant av revisjon 00 av foreliggende rapport er det komme frem at det planlegges omfattende tiltak på Søra i den aktuelle strekningen nedenfor kritisk skråning for

områdestabilitet på Katteskogen Område B. Dersom dette gjennomføres ansees erosjonsproblematikk fra Søra som irrelevant for prosjektering av stabiliserende tiltak.

Erosjonspotensiale for dagens tilstand er tidligere omtalt i avsnitt 7.1, og er vurdert slik at det ikke er behov for erosjonssikring basert på prosjekteringsforutsetningene som ligger til grunn for stabiliserende tiltak.

For å unngå fremtidig oppdemming og eventuell omlegging av bekkeløp stilles det krav til opprydning av bekk og omkringliggende terreng. I tillegg stilles det krav til minimum sikkerhetsavstand på 2,0 m fra bekkeløp til stabiliserende tiltak for å ta høyde for eventuell fremtidig sideerosjon.

For mer inngående vurderinger i forbindelse med erosjon og bekkeløp vises det til Multiconsults notat 415342.2-RIG-NOT-001 REV01 [8].

9. Sluttkommentar

Foreliggende revisjon må godkjennes av tredjepartskontrollør i henhold til kapittel 6.2.3.

Prosjekteringsforutsetningene som ligger til grunn i foreliggende rapport, Multiconsults notat 415342.2-RIG-NOT-001 REV01 [8] og lokal stabilitet må dokumenteres i detaljprosjekteringen.

Foreslåtte stabiliserende tiltak må detaljprosjekteres når endelig omfang er avklart. I tillegg må eventuelle planlagte/utførte tiltak i Søra legges til grunn for prosjekteringen.

Foreslått avgrensning av kvikkleiresonen mot sørøst er basert på antakelser og vurdering av topografi. Det er derfor knyttet en del usikkerhet til denne avgrensingen, og eventuelle tilstøtende tiltak medfører behov for supplerende grunnundersøkelser og ny vurdering av foreslått avgrensning.

10. Referanser

- [1] Rambøll AS, "Kattenskogen Område B - 3. Parts-kontroll av vurdering av områdestabilitet," Trondheim, Geoteknisk notat 6130035 G-not-001, Mar. 2013.
- [2] (NVE) Norges vassdrags- og energidirektorat, "Flaum- og skredfare i arealplanar," NVE, Oslo, NVE retningslinjer Retningslinjer nr. 2-2011, Apr. 2011.
- [3] Standard Norge, "Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1990:2002+NA:2008, Apr. 2002.
- [4] Standard Norge, "Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler," Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+NA:2008, Nov. 2004.
- [5] Multiconsult AS, "Kattenskogen Område B - Geoteknisk undersøkelse," Trondheim, Datarapport 415342.2-RIG-RAP-001, Sep. 2012.
- [6] Skrednett, "Skrednett - kartutsnitt faresonekart," www.skrednett.no, Heggstadrøiningen, 31-Oct-2012.
- [7] NGI, "Vurdering av risiko for skred. Metode for klassifisering av faresoner, kvikkleire.," NGI, Oslo, Geoteknisk rapport 20001008-2 Rev. 3, Oct. 2012.
- [8] Multiconsult AS, "Kattenskogen Område B - Vurdering av erosjonsfare i bekkedrag," Trondheim, Geoteknisk notat 415342.2-RIG-NOT-001 REV01, Apr. 2013.
- [9] K. Karlsrud, T. Lunne, D. A. Kort, and S. Strandvik, "CPTU correlations for clays," presented at the 16th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (ICSMFE), Osaka, 2005, pp. 693–702.
- [10] K. Karlsrud, "Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil NGF-kirs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger.," presented at the NGF-kurs, Hell, 22-May-2003.
- [11] C. C. Ladd and R. Foott, "New design procedure for stability of soft clays," *J. Geotech. Eng. Div.*, vol. 100, no. 7, pp. 763–786, Jul. 1974.
- [12] V. Statens vegvesen, "Geoteknikk i vegbygging (Håndbok 016)," Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, Jun. 2010.

Arkivreferanser:

| | | | |
|-------------|--|------------------------|---------------|
| Fagområde: | Geoteknikk | | |
| Stikkord: | Kvikkleire, sprøbruddsmateriale, skråningsstabilitet, områdestabilitet | | |
| Land/Fylke: | Norge/Sør-Trøndelag | Kartblad: | 1621IV |
| Kommune: | Trondheim | UTM koordinater, Sone: | 32V |
| Sted: | Kattem | Øst: 567450 | Nord: 7024900 |

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

| | | Dokument 22. november 2012 | | Revisjon 1 22. mai 2013 | | Revisjon 2 | | Revisjon 3 | |
|--|-------------|-------------------------------|------|----------------------------|---------------------------------|------------|---------------------------------|------------|------|
| | | Dato | Sign | Dato | Sign | Dato | Sign | Dato | Sign |
| Forutsetninger | Utarbeidet | 13.11.12 | amm | 14.05.13 | amm | | | | |
| | Kontrollert | 22.11.12 | RK | 22.5.13 | SGH | | | | |
| Grunnlagsdata | Utarbeidet | 13.11.12 | amm | 14.05.13 | amm | | | | |
| | Kontrollert | 22.11.12 | RK | 22.5.13 | SGH | | | | |
| Teknisk innhold | Utarbeidet | 13.11.12 | amm | 14.05.13 | amm | | | | |
| | Kontrollert | 22.11.12 | RK | 22.5.13 | SGH | | | | |
| Format | Utarbeidet | 13.11.12 | amm | 14.05.13 | amm | | | | |
| | Kontrollert | 22.11.12 | RK | 22.5.13 | SGH | | | | |
| Anmerkninger | | | | | | | | | |
| Godkjent for utsendelse (Oppdragsansvarlig) | | | | | Dato: 23.05.2013 22.11.12 | | Sign.: <i>Signe G. Hovem</i> | | |

Vedlegg A – Faregrads- og konsekvensevaluering

A.1. Faregradsevaluering

Generelt grunnlag for evaluering av faregrad [7]:

| Faktorer | Vekt-tall | Faregrad, score | | | |
|---------------------------------------|-----------|-----------------|-------------|------------|--------------|
| | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| Tidl. Skredaktivitet | 1 | Høy | Noe | Lav | Ingen |
| Skråningshøyde, meter | 2 | >30 | 20-30 | 15-20 | <15 |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2 | 1,0-1,2 | 1,2-1,5 | 1,5-2,0 | >2,0 |
| Poretrykk Overtrykk, kPa | +3 | > +30 | 10-30 | 0-10 | Hydrostatisk |
| | -3 | > -50 | -(20-50) | -(0-20) | |
| Kvikkleiremektighet | 2 | >H/2 | H/2-H4 | <H/4 | Tynt lag |
| Sensitivitet | 1 | >100 | 30-100 | 20-30 | <20 |
| Erosjon | 3 | Aktig/glidning | Noe | Lite | Ingen |
| Inngrep Forverring | +3 | Stor | Noe | Liten | Ingen |
| | -3 | Stor | Noe | Liten | |
| Sum poeng | | 51 | 34 | 16 | 0 |
| % av maksimal poengsum | | 100 % | 67 % | 33% | 0% |

Tabell 3 - Generelt grunnlag for evaluering av faregrad

Generell faregradsevaluering av aktuelt område på Katteskogen innenfor foreslått ny avgrensning for kvikkleiresone 435 Heggstadrønningen:

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|---------------------------------------|----------|-------|-----------|---|
| Tidl. Skredaktivitet | 1 | 2 | 2 | Observerte overflateglidninger i skråningen |
| Skråningshøyde, meter | 2 | 1 | 2 | Ca. 15 m høy skråning |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2 | 0 | 0 | Gjennomsnittlig OCR > 2,0 for hele skråningshøyden 0-15 m (Vedlegg D) |
| Poretrykk Overtrykk Undertrykk | +3 -3 | 3 | 9 | B19 viser hydrostatisk poretrykkfordeling og er forutsatt å innvirke i størst grad, B22 viser poreovertrykk tilsvarende ca. 1,45 av hydrostatisk poretrykkfordeling |
| Kvikkleiremektighet | 2 | 2 | 4 | Ca. 5 m mektighet, tilsvarer omtrent H/3 |
| Sensitivitet | 1 | 3 | 3 | Noen prøver viste St > 100, velger derfor konservativ tolkning |
| Erosjon | 3 | 2 | 6 | Bekkefar i bunn av dalen har «noe» erosjonseffekt langs deler av skråningen |
| Inngrep Forverring Forbedring | +3 -3 | 0 | 0 | Ingen inngrep |
| Poengverdi | | | 26 | Gir faregradklasse «middels» |

Tabell 4 - Generell faregradsevaluering av aktuelt område på Katteskogen

A.2. Konsekvensevaluering

Generelt grunnlag for evaluering av skadekonsekvensklasse [7]:

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

Tabell 5 - Generelt grunnlag for evaluering av skadekonsekvensklasse

Generell skadekonsekvensklasseevaluering av aktuelt område på Kattemskogen innenfor foreslått ny avgrensning for kvikkleiresone 435 Heggstadrønningen:

| Faktorer | Vekttall | Score | Produkt | Merknad/vurdering |
|-------------------------|----------|-------|----------|---|
| Boligheter, antall | 4 | 0 | 0 | Tilstøtende bebyggelse vil ikke rammes av evt. skred |
| Næringsbygg, personer | 3 | 0 | 0 | Ingen næringsbygg i området |
| Annen bebyggelse, verdi | 1 | 0 | 0 | Ingen annen bebyggelse |
| Vei, ÅDT | 2 | 3 | 6 | Antatt ÅDT > 5000 |
| Toglinje, baneprioritet | 2 | 0 | 0 | Ingen toglinje i området |
| Kraftnett | 1 | 0 | 0 | Ingen kraftnett i området |
| Oppdemning, flom | 2 | 1 | 2 | Eventuell oppdemning vil kun medføre flomoverløp over Heimdalsvegen med liten |
| Poengverdi | | | 8 | Gir skadekonsekvensklasse «mindre alvorlig» |

Tabell 6 - Generell skadekonsekvensklasse av aktuelt område på Kattemskogen

Vedlegg B – Teknisk beregning

Dette vedlegget omhandler stabilitetsvurderinger og forutsetningene for disse.

B.1. Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelsene på Katteskogen område B er nærmere beskrevet i Multiconsults rapport 415342.2-RIG-RAP-001 [5].

Tegning 415342.2-RIG-TEG-001 viser borplan med aktuelle sonderinger og lengdeprofiler. Situasjonsplan med klassifisering av borpunkter er vist på tegning 415342.2-RIG-TEG-002.

B.2. Klassifisering av borpunkter

Alle borpunkter er klassifisert med utgangspunkt i NVEs retningslinjer [2]. Følgende tre fargekoder er benyttet:

- Rød: Sprøbruddsmateriale
- Oransje: Mulig sprøbruddsmateriale
- Svart: Ikke påvist sprøbruddsmateriale

Kvikkleire (omrørt skjærfasthet $S_r < 0,5$ kPa) og sensitiv leire (sensitivitet $S_t > 15$ og omrørt skjærfasthet $0,5 \text{ kPa} < S_r < 2,0$ kPa) benevnes samlet som sprøbruddsmateriale i tråd med retningslinjene. Således er det bare borpunkter med prøveserie, som med rimelig sikkerhet kan betraktes som sprøbruddsmateriale, som får rød status iht. ovennevnte definisjoner. Følgelig vil et borpunkt med sondering som indikerer sprøbruddsmateriale, men ikke har prøveserie, få oransje status.

B.3. Valg av kritiske profiler

Basert på topografi og grunnforhold er profil I-I vurdert som kritisk med tanke på skråningsstabilitet og vil videre bli benyttet som beregningsprofil. *I tillegg er profil H-H tatt med som beregningsprofil i forbindelse med prosjektering og senere optimalisering av stabiliserende tiltak i skråningen ned mot Søra.* Lagdeling for profilene er tolket og lagt til grunn for stabilitetsanalysene. *Profilene er vist på tegning nr. 415342.2-RIG-TEG-120.*

B.4. Tolkning av beregningsparametere

Tolking av parametere er utført på basis av CPTU-sonderinger og opptatte prøveserier.

B.4.1. Poretrykk og grunnvannstand

Det er installert 4 elektriske poretrykksmålere i 2 borpunkt (B19 og B22). Tabell 7 oppsummerer borpunkt og dybde for poretrykksmålerne.

| Borpunkt | Dybde til filterspiss 1 [m] | Dybde til filterspiss 2 [m] |
|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| B19 | 9 | 16 |
| B22 | 8 | 13 |

Tabell 7 - Oversikt over poretrykksmålere og dybder

Poretrykksfordelingen benyttet i CPTU-tolkningen er presentert i Vedlegg C. Basert på en vurdering av poretrykksmålingene og poretrykksresponsen i CPTU sonderingene ble grunnvann antatt til å ligge 9,0 m under terreng i B19, og i terreng i B22. I borpunkt 19 er det antatt hydrostatisk poretrykksfordeling, mens det i borpunkt B22 er funnet poreovertrykk tilsvarende 45 % av hydrostatisk poretrykksfordeling. Tyngdetettheten til vann ble tilpasset de avleste verdiene.

Grunnvannstanden i stabilitetsanalysene er lagt til 9,0 m under terreng i B12 og B19 (samsvarer med registrert poretrykksrespons i tilhørende CPTU sonderinger). Deretter er det lineært ekstrapolert videre til terreng og lagt i terreng tom. B22. Det er benyttet hydrostatisk grunnvannstand. I tillegg er det benyttet et ytterligere poretrykksprofil i B22 for å modellere poreovertrykket.

B.4.2. Prøveforstyrrelse

Basert på tolkete rådatafiler begge trykksonderingene (CPTU) plassert i anvendelsesklasse 1.

Prøvekvaliteten for de opptatte sylinderprøvene er i Multiconsults rapport 415342.2-RIG-RAP-001 [5] beskrevet som tilstrekkelig god for alle aktuelle prøveseriene (B19 og B22).

B.4.3. Udrenerte styrkeparametere

Skjærstyrkeprofilene benyttet i beregninger for vurdering av områdestabiliteten i sonen (benevnt « S_{uA} , GS input») er vist på tegningene 415342.2-RIG-TEG-042.4 – 046.8. *For Silt/Leire laget er det benyttet konstant udrenert skjærstyrke (C-verdi). Silt/Finsand og Silt/Finsand/Sand lagene er vurdert å ha en drenert materialoppførsel og er derfor modellert med effektivspenningsparametere selv i ADP-analysen.* Bakgrunn for tolking av de udrenerte skjærstyrkeprofilene vises i påfølgende kapitler.

B.4.4. Udrenert skjærstyrke fra enaks- og konusforsøk

Verdier for udrenert skjærstyrke S_u fra rutineundersøkelser (enaks- og konusforsøk) er hentet fra Multiconsults rapport 415342.2-RIG-RAP-001 [5]. Den udrenerte skjærstyrken fra enaks- og konusforsøk er vurdert til å representere den direkte skjærstyrken S_{uD} . *Tilhørende aktiv skjærstyrke S_{uA} er beregnet ved hjelp av et anisotropiforhold (S_{uD}/S_{uA}) på 0,70.*

B.4.5. Udrenert skjærstyrke fra treaksialforsøk

Karakteristiske verdier (S_{uA}) er tatt ut ved brudd (peak-verdien). Dette inntraff ved 0,5 – 1,5 % tøyning. Tolkning av spesialforsøk er vist på tegning 415342.2-RIG-TEG-079.5 – 082.5.

B.4.6. Udrenert skjærstyrke fra CPTU

I tegningene 415342.2-RIG-TEG-042.4 til -046.6 er tolket aktiv udrenert skjærstyrke fra CPTU sonderingene vist (benevnt « S_{uA} , tolket CPTU»). Skjærstyrkeprofilene benyttet i beregningene er også vist, men benevnt « S_{uA} , GS input». Ved diskontinuerlige profil er dybdeintervallet uten « S_{uA} , GS input» profil modellert med drenerte materialparametere også i ADP-analysen. I borpunkt B22 overestimeres den udrenerte skjærstyrken i Silt/Leire laget ved å beholde konstant styrke for hele laget, men dette påvirker ikke beregningsresultatene og er således uinteressant.

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl. [9][10]. For bløte, finkornete masser med relativt homogene forhold betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis normalt som den mest egnede metoden. Udrenert skjærstyrke er også vurdert i forhold til SHANSEP-metodikk.

Der den udrenerte skjærstyrken er bestemt på bakgrunn av CPTU tolkning vil den aktive styrken bli redusert med 15 % i sprøbruddsmateriale iht. NVEs retningslinjer [2].

Metode basert på poretrykkrespons, Δu

På poretrykksbasis bestemmes S_{uA} som:

$$S_{uA} = \frac{\Delta u}{N_{\Delta u}} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$$

- hvor Δu = poreovertrykk
 u_2 = målt poretrykk i CPTU
 u_0 = in situ poretrykk
 $N_{\Delta u}$ = bæreevnemfaktor

Verdier for faktoren $N_{\Delta u}$ kan etableres både empirisk og teoretisk. Teoretisk er det vist at faktoren $N_{\Delta u}$ vil variere mellom 2 – 20. Vanligvis bestemmes imidlertid S_{uA} ved hjelp av empirisk baserte verdier for $N_{\Delta u}$, der resultater fra anisotrop konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet er benyttet som referanser.

S_{uA} på poretrykksbasis er tolket med korrelasjoner til B_q , S_t , OCR og I_p .

Metode basert på spissmotstand, q_n

På spissmotstandsbasis bestemmes S_{uA} som:

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

- hvor q_n = netto spissmotstand
 q_t = korrigert spissmotstand
 σ_{v0} = vertikalt overlagringstrykk
 N_{kt} = bæreevnemfaktor

Verdier for faktoren N_{kt} kan etableres både empirisk og teoretisk. Teoretisk er det vist at faktoren N_{kt} vil variere mellom 8 – 29. Vanligvis bestemmes imidlertid S_{uA} ved hjelp av empirisk baserte verdier for N_{kt} , der resultater fra anisotrop konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet er benyttet som referanser.

S_{uA} på spissmotstandsbasis er tolket med korrelasjoner til B_q , S_t , OCR og I_p .

Korrelasjoner for $N_{\Delta u}$ og N_{kt} basert på B_q , S_t , OCR og I_p er oppsummert i Tabell 8.

| | Empirisk middelvariasjon bæreevnemfaktor | |
|---|---|--|
| Poretrykksbasis, $N_{\Delta u}$ | $N_{\Delta u} = 1,8 + 7,25 \cdot B_q$ | |
| | $S_t > 15 \rightarrow$ | $N_{\Delta u} = 9,8 - 4,5 \cdot \log OCR + 0 \cdot I_p$ |
| | $S_t < 15 \rightarrow$ | $N_{\Delta u} = 6,9 - 4,0 \cdot \log OCR + 0,07 \cdot I_p$ |
| Total spissmotstandsbasis, N_{kt} | $N_{kt} = 18,7 - 12,5 \cdot B_q$ | |
| | $S_t > 15 \rightarrow$ | $N_{kt} = 8,5 + 2,5 \cdot \log OCR + 0 \cdot I_p$ |
| | $S_t < 15 \rightarrow$ | $N_{kt} = 7,8 + 2,5 \cdot \log OCR + 0,082 \cdot I_p$ |

Tabell 8 - Korrelasjoner for empiriske verdier for bæreevnemfaktorene

B.4.7. Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet

Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leirens overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærstyrke øker med økende effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Den udrenerte skjærstyrkens avhengighet av overkonsolideringsgrad kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet etter LADD et al. [11] og Karlsrud [10]:

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

hvor α = normalisert styrke av helt ung leire (OCR = 1,0)

OCR = overkonsolideringsgrad (p_c' / p_0')

m = eksponent som for norske leirer har vist seg å variere mellom ca. 0,6 – 0,9

p_c' = prekonsolideringsspenning

p_0' = in-situ vertikal effektivspenning

I tolkningen er det valgt å bruke:

$$\alpha = 0,25$$

$$m = 0,80$$

I valgte styrkeprofiler er det lagt inn verdier for S_{uA} basert på rutinedata, tolket styrke fra treksialforsøk og CPTU.

For borpunkt B19 er to SHANSEP-linjer gitt i figurene. Den laveste linjen tilsvarende samme overflatelast (preoverburden pressure, POP) som benyttet for designlinjen for overkonsolideringsgraden, OCR. Den høyeste linjen er ment å representere en øvre grense.

For borpunkt B22 var ikke POP konstant med dybden, men den laveste linjen tilsvarende en tolkning med utgangspunkt i konstant POP. Den høyeste SHANSEP-linjen tilsvarende besteestimatverdi for OCR (ikke konstant POP) basert på valgte verdier for OCR designlinjen.

B.4.8. Deformasjonegenskaper

Prekonsolideringsforhold og grunnens deformasjonsegenskaper er tolket ut i fra CPTU-sonderingene. Data fra CPTU er benyttet til å ekstrapolere dataene fra ødometerforsøk mot dybden. Det er benyttet tolkning fra CPTU både på spissmotstands- og poretrykksbasis.

For spissmotstand er følgende forhold benyttet i tolkningen:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cq}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cq} = \frac{q_n}{\alpha \cdot N_{kt}} - a$$

hvor α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha = 0,25$ benyttet

N_{kt} = bæreevnefaktor; $N_{kt} = 10$ benyttet

a = attraksjon

q_n = netto spissmotstand

For poretrykk er følgende forhold benyttet i tolkningen:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cu}}{\sigma'_{v0}}$$

$$\sigma'_{cu} = \frac{\Delta u}{\alpha \cdot N_{\Delta u}} - a$$

hvor α = normalkonsolideringsforhold; $\alpha = 0,25$ benyttet

$N_{\Delta u}$ = bæreevnefaktor; $N_{\Delta u} = 8$ benyttet

a = attraksjon

Δu = poreovertrykk

Overkonsolideringsgraden fra ødometerforsøkene er gitt i Tabell 9. Tolkning av ødometerforsøkene er presentert i tegning 415342.2-RIG-TEG-075.3 – 078.3. En sammenstilling av tolket overkonsolideringsgrad (OCR) fra laboratorieforsøk, in-situ feltmålinger og antatt tidligere terreng- og grunnvannstands nivå er vist i Vedlegg D.

| Borpunkt | Dybde [m] | Prekonsolideringsspenning [kPa] | OCR [-] |
|----------|-----------|---------------------------------|---------|
| B19 | 17,4 | 420 | 1,6 |
| B19 | 19,5 | 300 | 1,1 |
| B22 | 12,2 | 300 | 4,5 |
| B22 | 17,3 | 450 | 4,7 |

Tabell 9 - Prekonsolideringsspenning og overkonsolideringsforhold fra ødometerforsøk

B.4.9. Anisotropi

Det er ikke utført passive treaksialforsøk eller direkte skjærforsøk. Følgelig er anisotropiforholdene basert på erfaringstall. Det er utført konsistensgrenser på prøver fra en rekke borpunkter og plastisitetsindeksen I_p ligger mellom ca. 10 – 15 %. ADP-faktorer for kvikkleire/leire er basert på erfaringstall fra tidligere laboratorieforsøk av høykvalitetsprøver, bl.a. presentert av Karlsrud et. al. [9]. For typiske magre kvikkleirer ($I_p < 5\%$) er det tidligere dokumentert svært lave ADP-forhold. Anisotropiforholdene som vil bli brukt i stabilitetsanalysene er oppsummert i Tabell 10.

| Materiale | Anisotropiforhold for direkte skjærstyrke S_{uD} / S_{uA} | Anisotropiforhold for passiv skjærstyrke S_{uP} / S_{uA} |
|----------------------|--|---|
| Ikke-sensitiv leire | 0,7 | 0,4 |
| Sprøbruddsmateriale* | 0,60 | 0,34 |

Tabell 10 - Oppsummering av anisotropiforhold

*15 % reduksjon i styrke/anisotropifaktor for sprøbruddsmateriale (også innført på aktiv styrke)

B.4.10. Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel ϕ_k

Effektivspenningsparametere for de ulike lagene er vurdert med utgangspunkt i erfaringstall, udrenerte treaksialforsøk og CPTU. Sistnevnte er vurdert til å overestimere friksjonsvinkelen i noen bløte leirer.

Tabell 11 gir et sammendrag av tolkete effektivspenningsparametere for de ulike lagene. Verdiene benyttet i beregningene er angitt med uthevet tekst.

| Materiale | Friksjonsvinkel, $\tan \phi$ [-] | Attraksjon, a [kPa] | Merknad |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Tørrskorpe | 0,58 | 0 | Erfaringstall |
| Silt/Finsand | 0,65 | 10 | Figur 2.39 SVV HB 016 [12] |
| Silt/leire | 0,47 | 26 | RIG-TEG-080.5 |
| | 0,48 | 28 | RIG-TEG-082.5 |
| | 0,65 | 10 | Figur 2.39 [12] |
| | 0,55 | 10 | Benyttede verdier |
| Silt/finsand/Sand | 0,60 | 10 | Figur 2.39 [12] |
| Sprøbruddsmateriale | 0,47 | 20 | RIG-TEG-079.5 |
| | 0,60 | 4 | RIG-TEG-081.5 |
| | 0,50 | 5 | Benyttede verdier |
| Leire | 0,47 | 26 | RIG-TEG-080.5 |
| | 0,48 | 28 | RIG-TEG-082.5 |
| | 0,50 | 20 | Benyttede verdier |

Tabell 11 - Oppsummering av effektivspenningsparametere

B.5. Stabilitetsberegninger

B.5.1. Generelt

I foreliggende revisjon av rapporten er det gjennomført stabilitetsberegninger med stabiliserende tiltak som basis for reguleringsplanarbeidet. Beregningene skal dokumentere at det ved etablering av stabiliserende tiltak er mulig å oppnå tilfredsstillende beregningsmessig sikkerhet. Det er settet krav til terrengnivå og skråningsgeometri som angitt i beregningene (se tegning nr. 415342.2-RIG-TEG-300 og -301). Prosjekteringsforutsetningene må dokumenteres under detaljprosjektering.

Stabilitetsanalysene er beregnet både ved udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og ved drenert effektivspenningsanalyse (a ϕ -analyse).

Plassering av profil I-I og profil H-H er vist på tegning nr. 415342.2-RIG-TEG-001.

For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyser) er det benyttet anisotropisk jordmodell.

B.5.2. Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stability v. 5.0.7 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet. I tillegg kan programmet automatisk justere valgte kritiske sirkulærsylindrisk glideflater til optimaliserte sammensatte glideflater.

B.5.3. Laster

Det er ikke benyttet egne terrenglaster i foreliggende rapport da det forutsettes kompensert fundamentering i forbindelse med utbygging av boligblokker på oversiden av skråningen. Eventuelle tillegglaster kan overslagsmessig tas hensyn til ved å justere avlastet terrengnivå ekvivalent med tillegglasten. Disse forutsetningene må dokumenteres i detaljprosjekteringen.

B.5.4. Beregningsresultater

Det er utført stabilitetsberegninger i profil I-I og profil H-H. Profil I-I er antatt å være det mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi, mens profil H-H er tatt med i forbindelse med videre prosjektering og optimalisering av stabiliserende tiltak.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut i fra opptatte CPTU sonderinger og tilhørende prøveserier i borpunkt B12 (ingen prøveserie), B19 og B22.

Det er ikke regnet med vannfylte sprekker.

Følgende fremgangsmåte benyttes for å identifisere kritiske sirkulære glideflater:

1. Det utføres først ett eller flere grovsøk i profilet med *tangent* søkemethode med stort søkeområde (20-50).
2. Deretter utføres det finsøk med *r-tangent* søkemethode med noe mindre søkeområde (5-20) pga. beregningstid.

Sirkulære glideflater med sirkelsentrum lavere enn skråningstopp er vurdert som irrelevante. På angitt kritisk skjærsirkel fra *r-tangent* søket er *optimize* funksjonen benyttet for å vurdere eventuelt ytterligere kritisk kombinert skjærflate.

Sammensatte flater i hovedsak benyttet for å vurdere glidning i et lag, men *optimize* funksjonen er vurdert for å justere valgt kritisk skjærflate og vurdere effekten av dette.

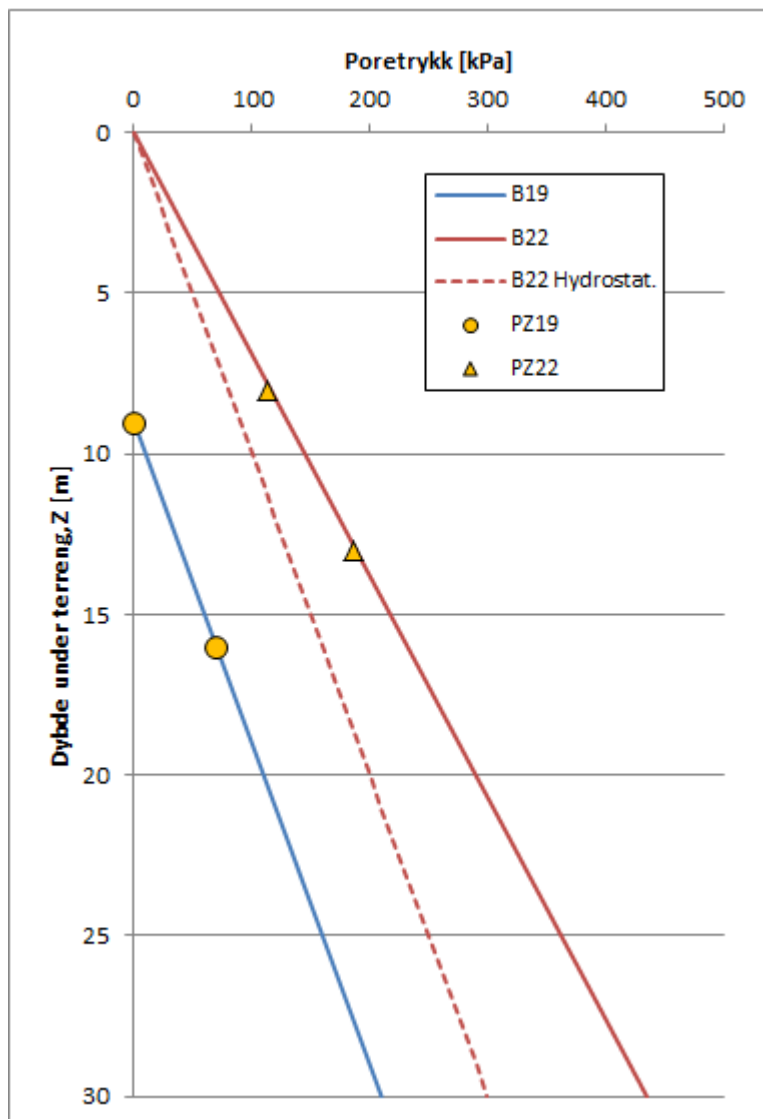
Beregningsresultatene er oppsummert i Tabell 12.

| Tegning nr. | Beregning | Analyse | Sikkerhetsfaktor γ_m for vurdert skjærflate |
|----------------------|---|----------------|--|
| 415342.2-RIG-TEG-300 | Profil I-I, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | ADP | 1,13 |
| 415342.2-RIG-TEG-300 | <i>Profil I-I, justert terreng – stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate</i> | ADP | 1,38 |
| 415342.2-RIG-TEG-300 | <i>Profil I-I, justert terreng – stabiliserende tiltak, kritisk sammensatt glideflate</i> | ADP | 1,41 |
| 415342.2-RIG-TEG-310 | Profil I-I, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate overflate | $a\phi$ | 1,50 |
| 415342.2-RIG-TEG-310 | <i>Profil I-I, justert terreng – stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate</i> | $a\phi$ | 1,63 |
| 415342.2-RIG-TEG-301 | Profil H-H, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate | ADP | 1,12 |
| 415342.2-RIG-TEG-301 | <i>Profil H-H, justert terreng–stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate</i> | ADP | 1,48 |
| 415342.2-RIG-TEG-301 | <i>Profil H-H, justert terreng–stabiliserende tiltak, kritisk sammensatt glideflate</i> | ADP | 1,43 |
| 415342.2-RIG-TEG-311 | Profil H-H, eksisterende terreng, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate overflate | $a\phi$ | 1,26 |
| 415342.2-RIG-TEG-311 | <i>Profil H-H, justert terreng-stabiliserende tiltak, kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate</i> | $a\phi$ | 1,51 |

Tabell 12 - Oppsummering av beregningsresultater

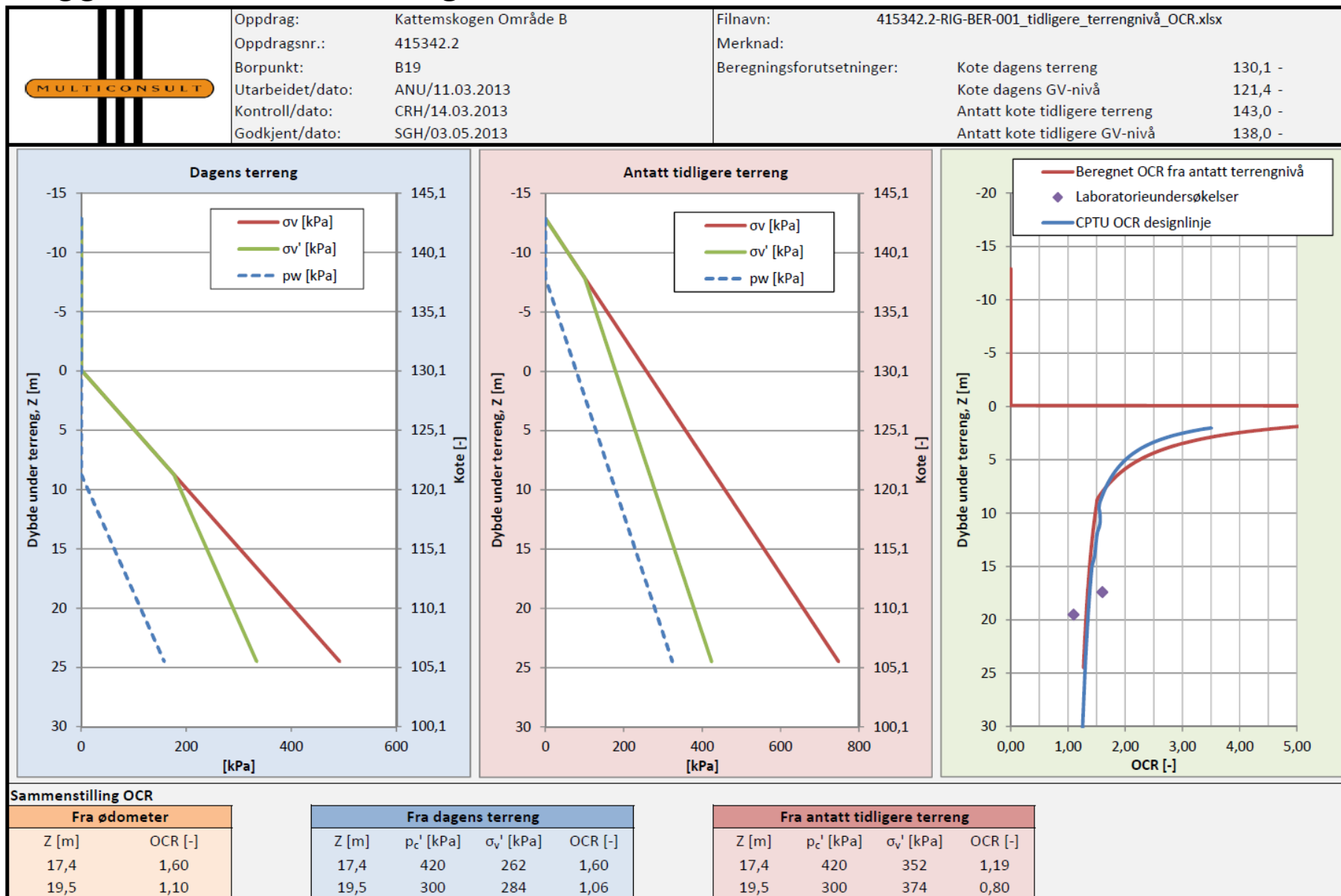
Vedlegg C – Tolking av elektrisk poretrykksmåling

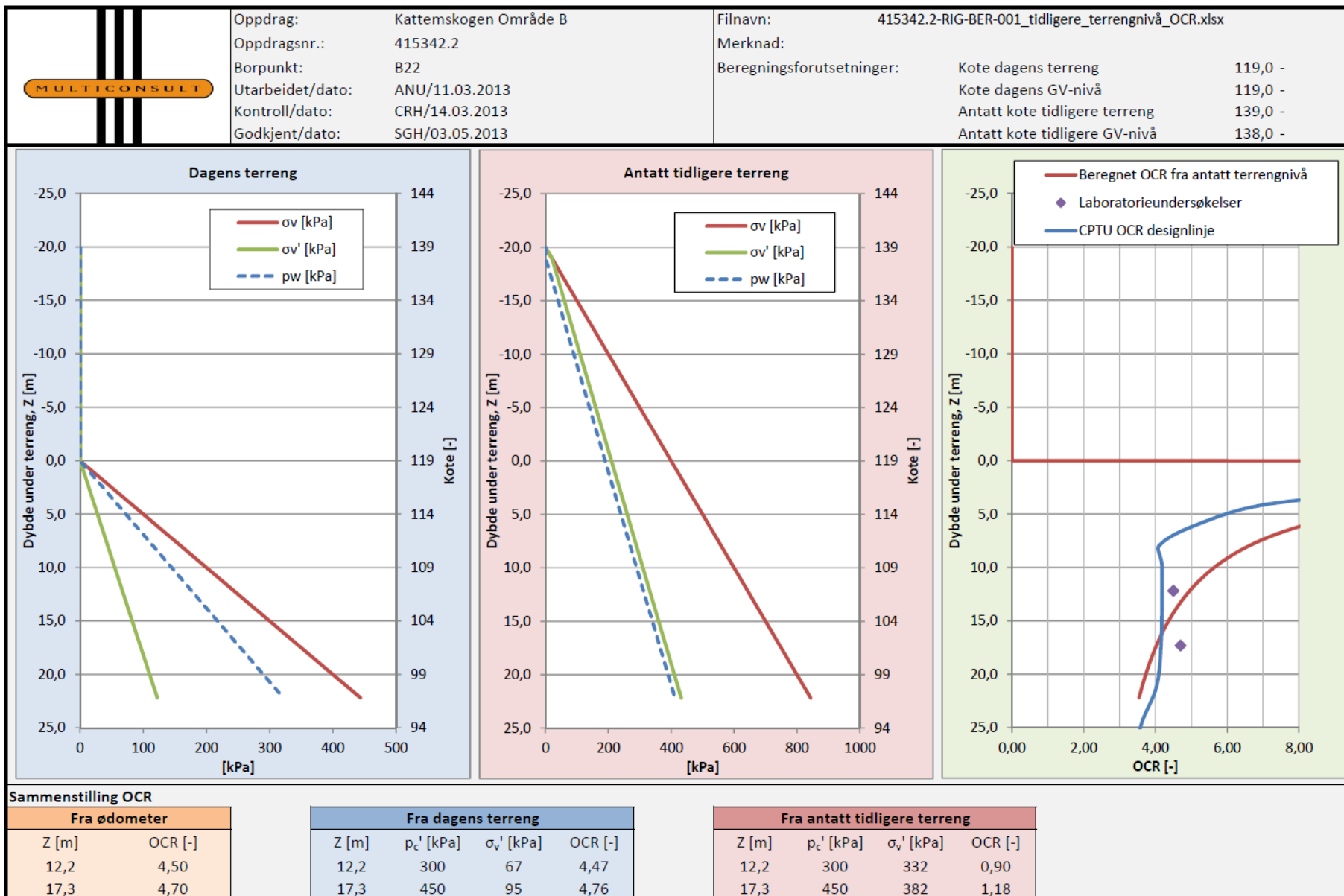
Tolking av elektriske poretrykksmåling er vist i Figur 6. Avleste poretrykksmålinger er vist i tegning 415342.2-RIG-TEG-070.1 – 071.2 (REV 01).



Figur 6 - Tolking av poretrykk i borpunkt B19 og B22

Vedlegg D – Sammenstilling av OCR-nivå





Vedlegg E – Klassifisering av borpunkt

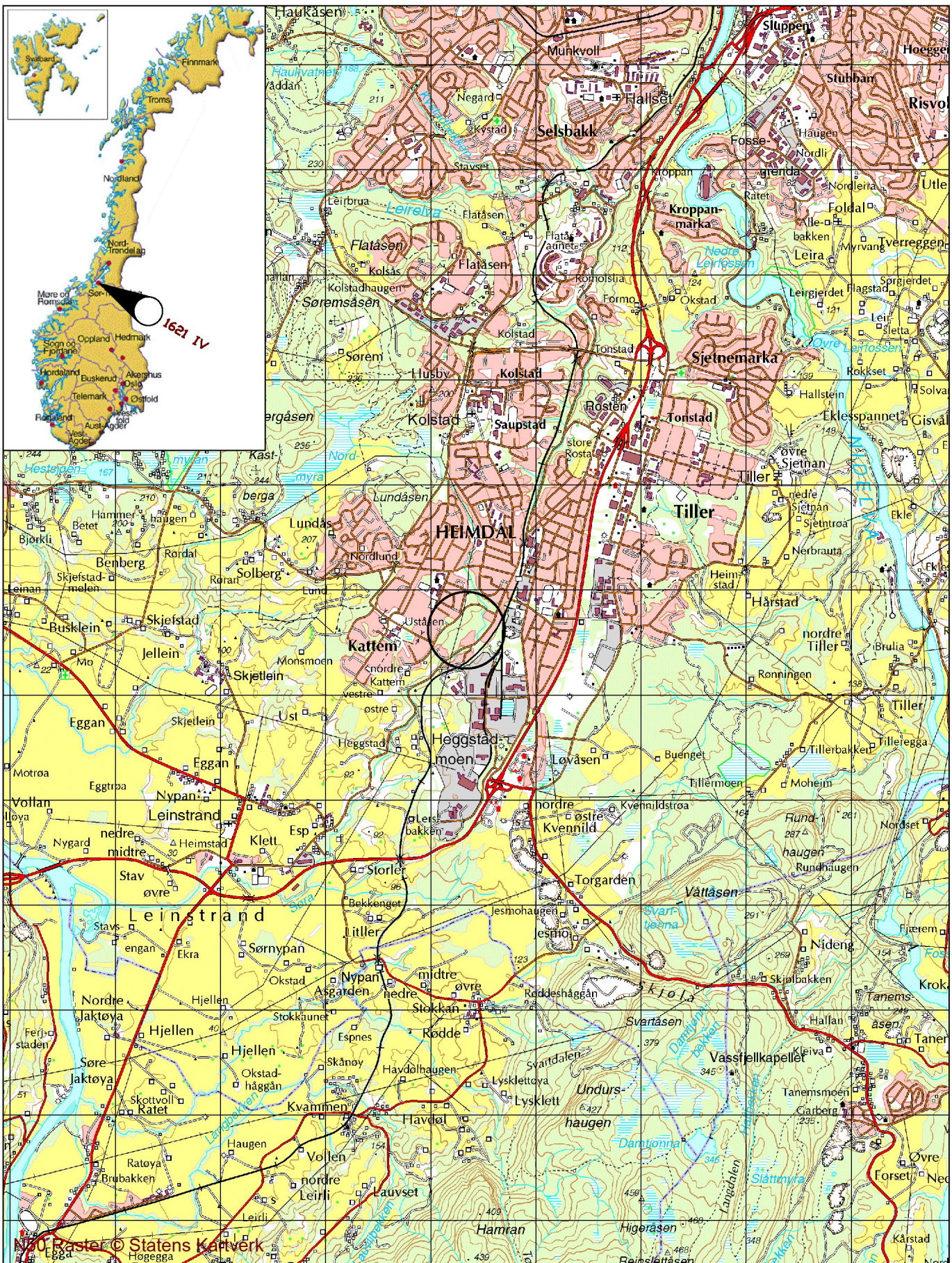
| Borpunkt | Metode | Tolkning | Dybdeintervall med sprøbruddsmateriale | Kommentar |
|----------|------------------|---------------------------|--|---|
| B18 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer mulig sprøbruddsmateriale mellom 12-17 m. |
| B19 | CPTU, DrT, PR | Sprøbruddsmateriale | 14,5-19 m | Rutineundersøkelsene viser sprøbruddsmateriale fra 15-16 og 17-18 m. Sonderingene indikerer sprøbruddsmateriale fra 14,5-19 m. |
| B20 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer mulig sprøbruddsmateriale mellom 10-16 m. |
| B21 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer mulig sprøbruddsmateriale mellom 10-13,5 m. |
| B22 | CPTU, DrT, PR | Sprøbruddsmateriale | 7-12 m | Rutineundersøkelsene viser sprøbruddsmateriale fra 5,5-6, 7-8, 9-10, 12-13 m. Sonderingene indikerer sprøbruddsmateriale fra 5,5 – 12,0 m. |
| B23 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer mulig sprøbruddsmateriale mellom 15-22,5 m. |
| B24 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer mulig sprøbruddsmateriale mellom 5-11 m. |
| TK6-1 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer sprøbruddsmateriale fra 25 – 40 m. |
| TK6-2 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer sprøbruddsmateriale fra 20 – 35 m. |
| TK7-1 | DrT, PR | Sprøbruddsmateriale | 6-16 m | Rutineundersøkelsene viser sprøbruddsmateriale fra 5 – 14 m. Sonderingen indikerer sprøbruddsmateriale fra 6 – 12 m. |
| TK7-2 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer sprøbruddsmateriale fra 6 – 16 m. |
| TK7-4 | DrT | Mulig sprøbruddsmateriale | - | Sonderingen indikerer sprøbruddsmateriale fra 7,5 – 10 og 13 – 16 m. |

Vedlegg F – Kommentarer fra tredjepartskontroll

Tabellen under inneholder kommentarene markert som «avvik» fra tredjepartskontroll utført av Rambøll i deres notat 6130035 G-not-001 [1]. Kommentarene er nummerert, gjengitt og svart på av Multiconsult. «Henvisning» viser til plassering i foreliggende rapport hvor kommentaren er behandlet.

| Nr. | Kommentar fra Rambøll | Svar fra Multiconsult | Henvisning |
|-----|---|---|--------------------|
| 01 | Tegningsutvalget må suppleres med borprofil fra de prøvetakinger som er gjort i det kritiske området. | Geotekniske data fra prøveseriene i B19, B22 og B27 er vedlagt foreliggende versjon av områdeevalueringen (415342.2-RIG-TEG-010 til -015). | - |
| 02 | Dersom Su-modellering ønskes opprettholdt som hovedalternativ må dette begrunnes, og de valgte verdier må også begrunnes ($SuD = 0.65 SuA = 59 \text{ kPa}$ er høyere enn konusverdiene på leire i dette lag). Og det må uansett utføres kontrollerende totalspenningsanalyser med disse lag modellert som $a\phi$ -materiale. | Alle stabilitetsberegningene (både ADP- og $a\phi$ -analyser) er utført med effektivspenningsparametere for silt/finsand laget (benevnt silt/finsand/sand i foreliggende revisjon). Udrenert styrketak er dermed irrelevant for stabilitetsberegningene. Overliggende leire lag er også delt i to basert på supplerende prøvetaking i B19 og dagens silt/finsand lag er modellert på tilsvarende vis med samme begrunnelse. | 7.3 B.4.10 |
| 03 | Diagram over poretrykkparameteren Bq må presenteres som grunnlag før endelig kontroll av valgte udrenerte parametere kan utføres. | Vedlagt foreliggende revisjon av områdeevalueringen (415342.2-RIG-TEG-042.3, -044.3 og -045.3). | - |
| 04 | Det må derfor settes opp en sammenligning av de forskjellige OCR-verdier som er tolket og valgt, og disse må også sammenlignes med, og tilpasses, et felles tidligere terrengnivå. | Sammenstilling av OCR-nivå bestemt i laboratorieforsøk, målt in-situ med CPTU sondering og basert på antatt tidligere terrengnivå er vist i Vedlegg D. I tillegg er antatt tidligere terreng- og GV-nivå angitt på tegning 415342.2-RIG-TEG-105. | B.4.8 Vedlegg D |

| | | | |
|----|---|--|-------|
| 05 | <i>Udrenerte parametere i leirelag under tørrskorpe: Valgt styrke i dette laget må revurderes.</i> | <i>Deler av laget er nå modellert med effektivspenningsparametere basert på funn i supplerende prøver. Udrenert styrke i gjenværende «Silt/Leire» lag samsvarer godt med prøver i B19 (d=7-9m). Av praktiske årsaker er laget modellert med samme konstante udrenerte skjærstyrke i hele modellen (c=75 kPa), noe som medfører noe overestimert av skjærstyrken for dette laget sammenlignet med tolkning fra CPTU i borpunkt B22. Dette har dog ikke påvirkning på beregningene (ligger utenfor potensielle glideflater) og er således irrelevant.</i> | B.4.3 |
| 06 | <i>Beregningene må revideres dersom/når styrketolkningene revideres.</i> | <i>Reviderte beregninger for profil I-I er vist på tegning 415342.2-RIG-TEG-300 og -310. I tillegg er det utført supplerende beregninger i profil H-H (415342.2-RIG-TEG-301 og -311).</i> | - |
| 07 | <i>Det må imidlertid også dokumenteres/sannsynliggjøres at situasjonen etter et evt skred utenfor denne linje også har tilfredsstillende sikkerhet.</i> | <i>Sikkerhetsmetodikk diskutert i særmøte med Multiconsult og Rambøll. For nye beregninger som forutsetter stabiliserende tiltak er det tilstrekkelig sikkerhet (både for områdestabilitet og byggesak) og problemstillingen er ikke lenger relevant for foreliggende beregninger.</i> | - |
| 08 | <i>B4.9 Anisotropi: Dette må dokumenteres/begrunnes nærmere dersom verdiene skal opprettholdes.</i> | <i>NVEs retningslinjer 2/2011 angir kun reduksjon på 15 % av aktiv udrenert skjærstyrke i sprøbruddsmateriale. Det er ikke beskrevet tilsvarende reduksjonsfaktor for direkte og passiv skjærstyrke. Diskusjon internt i fagmiljøet i Norge peker i retning av at det trolig bør innføres en viss reduksjon også for direkte og passiv skjærstyrke, men nivå er inntil videre ikke bestemt. I foreliggende revisjon av rapporten er det bestemt å benytte 0.85, 0.60 og 0.34 for henholdsvis aktiv, direkte og passiv skjærstyrke. Dette representerer en konservativ tilnærming med 15 % reduksjon på alle faktorene.</i> | B.4.9 |



OVERSIKTSKART

Block Watne AS
Kattenskogen Område B

MULTICONSULT AS

7486 Trondheim
Tlf: 73 10 62 00 - Faks: 73 10 62 30/70

Dato 28.08.2012

Oppdragsnr. 415342.2

Tegnet ANU

Tegningsnr. RIG-TEG-000

Kontrallert RK

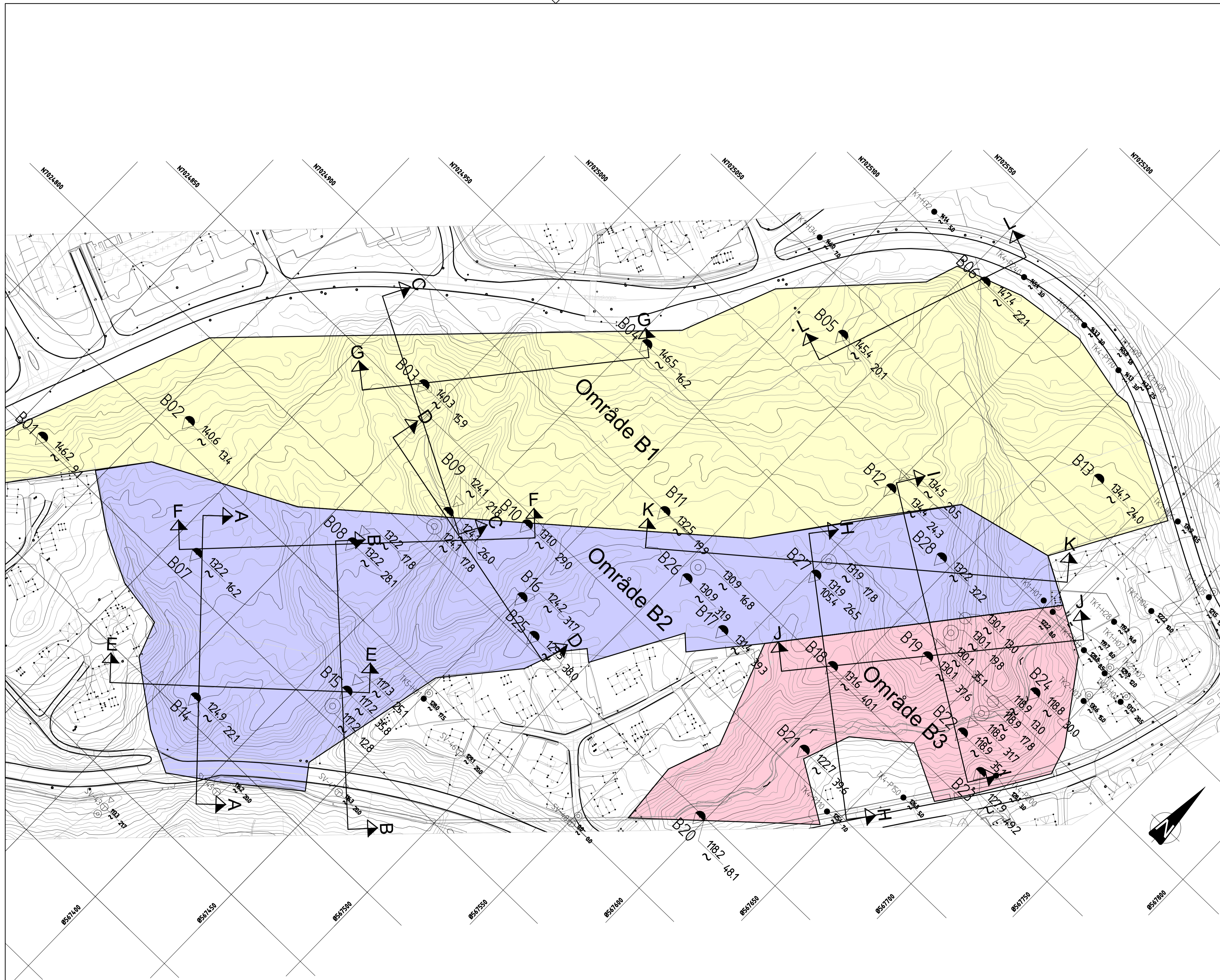
Borplan nr. -001

Målestokk
1:50 000



Godkjent SGH

Rev. -



| | | |
|-----------------|--------------|-------|
| Tegningstittel: | Tegningsnr.: | Rev.: |
|-----------------|--------------|-------|

TEGNFORKLARING

- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊛ FJELLKONTROLLBORING
- ⊙ KJERNEBORING
- ⬇️ DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLETFØRSØK
- ⊞ PRØVESERIE
- ⊡ PRØVEGRØP
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊞ TERRENGKOTE/ÅRSRÅNNKOTE
- ⊕ VINGEBORING
- ⊙ PORETRYKKNALING
- ⌘ FJELL I DAGEN
- ⊞ BORET BYDDE +BØRET I FJELL

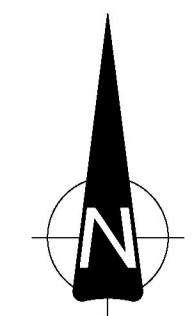
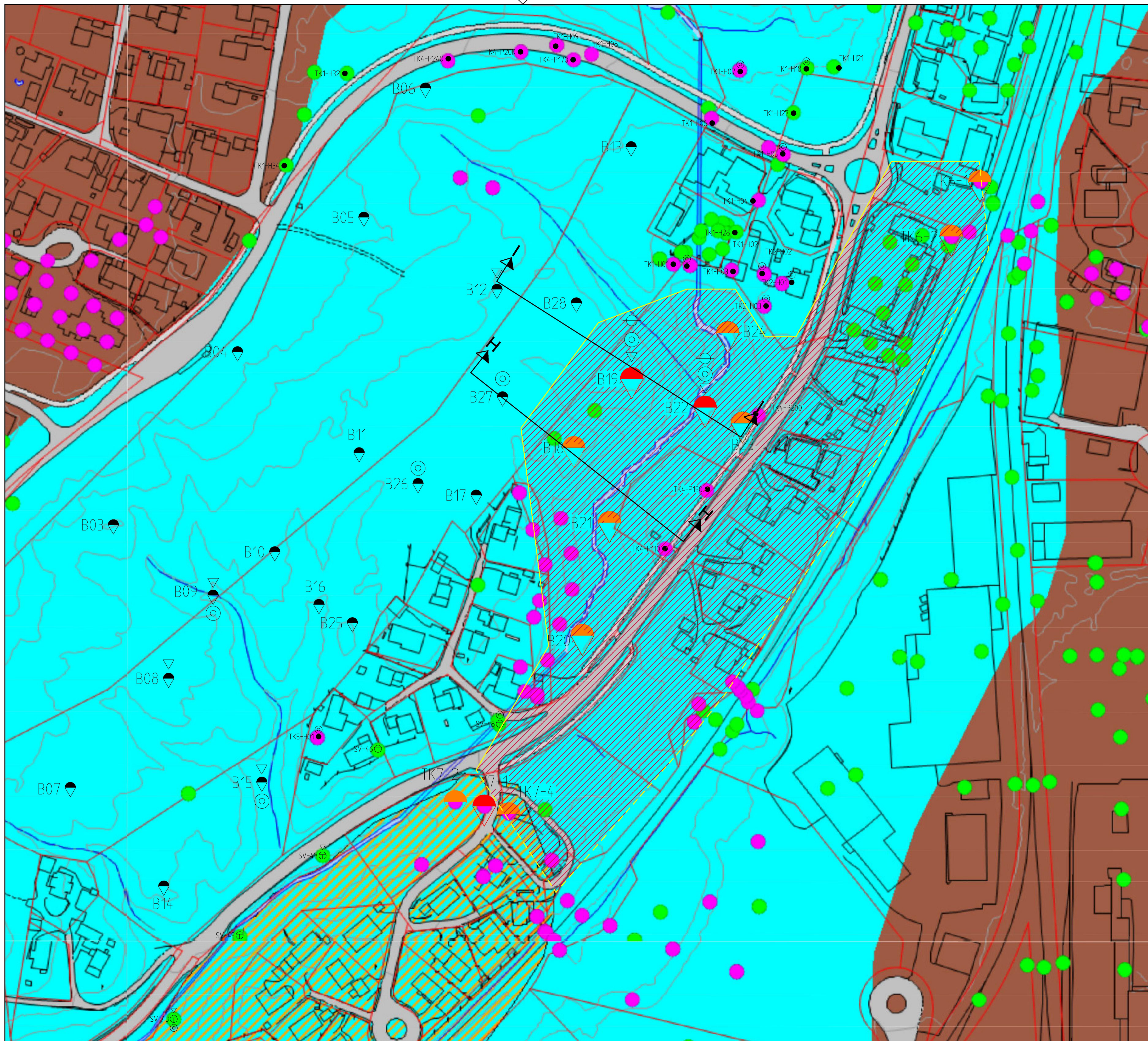
KARTGRUNNLAG: Digitalt kort Trondheim Kommune
 KOORDINATSYSTEM: UTM NGO 84 WGS S32V
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: OPS CPOS
 BØRSELK NR: 26138, 26228, 26054, 25722
 LAB.BOK NR: 2198

HENVISNINGER

Tidligere boringer er oppgjetnet fra Trondheim kommunes karttjeneste samt tidligere rapporter og kan ha noe avvik. Tidligere boringer er angitt med indekser foran boringsnr.

TK1-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-355 (1975)-SKOOSVEGEN HEIMALD
 TK2-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R 404 (1975)-UTOLDNING HEIMALDSVEGEN 21.
 TK3-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R 641 (1984)-KULFLATA PUMPESTASJON
 TK4-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R 927 (1994)-KATTEMKOGEN 64-66
 TK5-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R. 1035 (1997)-HEIMALDSVEGEN 55
 SV-X : BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. 2010072821-001 (2010)-GANG- OG SYKKELVEG HEIMALDSVEGEN

| | | | | | |
|--|--|--------------------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | Block Watne AS Kattenskogen, Område B Grunnundersøkelser | 16.08.2012 | ANU | RK | SGH |
| Borplan med tidligere grunnundersøkelser | | 1:1000 | | | |
| MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | | Oppdragsnr: 415342.2 | Tegningsnr: RIG-TEG-001 | Godkjent Rev. | Godkjent Rev. |



| | | |
|-----------------|--------------|-------|
| Tegningstittel: | Tegningsnr.: | Rev.: |
|-----------------|--------------|-------|

TEGNFORKLARING

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ⊙ TOTALSONDERING
- ⊗ FJELLIKONTROLLBORING
- ⊕ KJERNEBORING
- ⊖ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ SKRULATETORSØK
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRØP
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊗ TERRENGNOTER/ANNTATT FJELLAGITE
- ⊕ VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKNALING
- ⊗ FJELL I DAGEN
- ⊗ BOKET DYBDE + ØKRET I FJELL

Foresløtt utvidelse av kvikkleiresonen 435 Heggstadrenningen

— Antatt avgrensning
— Tolket avgrensning

▲ Påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale
● Antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale

Tidligere kvikkleiresone m/foregrad middels

| Løsmasser | |
|-----------|------------------------|
| ■ | Hav- og fjordavsetning |
| ■ | Forvittringsmateriale |
| ■ | Torv og myr |

| Grunnboring | |
|-------------|-------------------|
| ● | Trondheim kommune |
| ● | Andre |

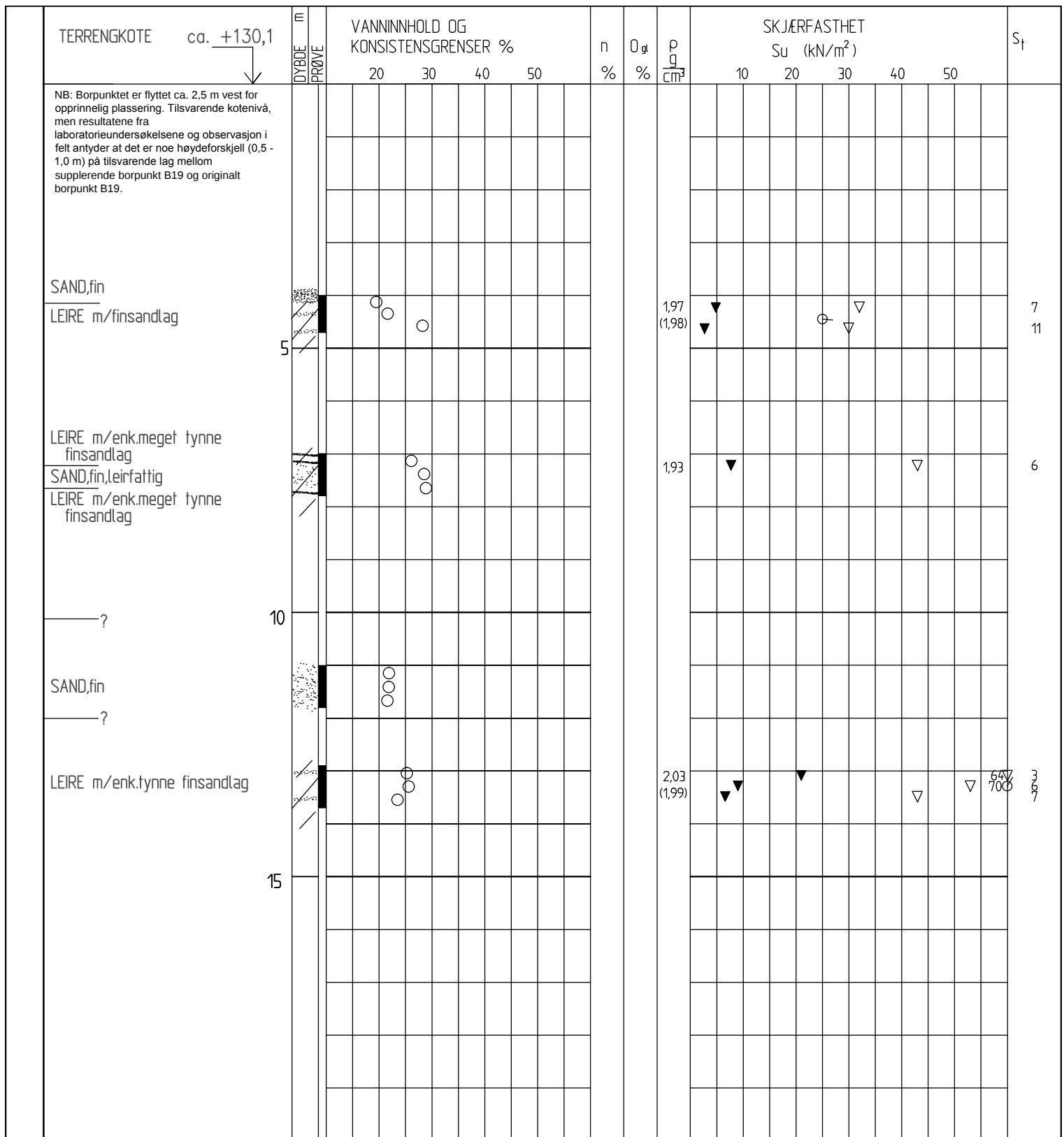
KARTGRUNNLAG: Digitalt kart Trondheim Kommune
 KOORDINATSYSTEM: UTM NGD 84 WGS 83ZV
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT: GPS CPDS
 BORBOK NR: 26138, 26228, 26054, 25722
 LAB.BOK NR: 2198

HENVISNINGER

Tidligere boringer er opptegnet fra Trondheim kommunes karttjeneste samt tidligere rapporter og kan ha noe avvik. Tidligere boringer er omgitt med indrekk foran borhallen:

TK1-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-355 (1975)-SKOOSVEGEN HEIMDAL
 TK2-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R 404 (1975)-UTGJØNING HEIMDALSGVEGEN 21.
 TK3-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R 641 (1984)-KULFLATA PUMPESTASJON
 TK4-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R 927 (1994)-KATTESKOGEN 64-66
 TK5-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R. 1035 (1997)-HEIMDALSGVEGEN 55
 TK6-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R. 793 (1990)-HEIMDALSGVEGEN - INDUSTRIVEGEN
 TK7-X: BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R. 408 (1976)-ADKOMSTVEG BOLIGFELT HEGGSTADTRØREN
 SV-X: BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. 2010072821-001 (2010)-GANG- OG SYKKEVEG HEIMDALSGVEGEN

| | | | | |
|---|------------|---|-----|-----|
| Rev. | 08.05.2013 | ANU | SGH | GAA |
| Rev. | 05.11.12 | ANU | SGH | GAA |
| Block Watne AS Katteskogen, Område B Grunnundersøkelser Situasjonsplan | | Tegningens filnavn: 415342.2-RIG-TEG-002_REV01.dwg Underlagte filnavn: TrondheimKommune_GIS_Kvikkleire.pdf | | |
| 1:1000 | | MULTICONSULT AS | | |
| MULTICONSULT AS | | 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | | |
| Oppdragsnr. 415342.2 | | Tegningsnr. RIG-TEG-002 | | |
| Rev. A | | Godkjent SGH | | |



PR = PRØVESERIE
 SK = SKOVLEBORING
 PG = PRØVEGROP
 VB = VINGEBORING
 BORBOK NR.: 26238
 LAB.BOK NR.: 2192

○ NATURLIG VANNINNHOLD
 — W_L FLYTEGRENSE
 W_F — " — KONUSMETODE
 — W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
 O_{Na} = HUMUSINNHOLD
 O_{gl} = GLØDETAP
 ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
 ▼ OMRØRT SKJÆRFASTHET
 ○ TRYKKFORSØK
 15 ○ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD
 + VINGEBORING
 S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Block Watne AS
 Katteskogen Område B—supplerende GU
 Grunnundersøkelser

Boring nr. B19.2
 Tegningens filnavn 415342.2-RIG-TEG-012.2_hB19.dwg

Borplan nr. —001
 Boret dato: 04.04.2013



MULTICONSULT AS

Dato 16.04.2013

Tegnet TRUK

Kontrollert ANU

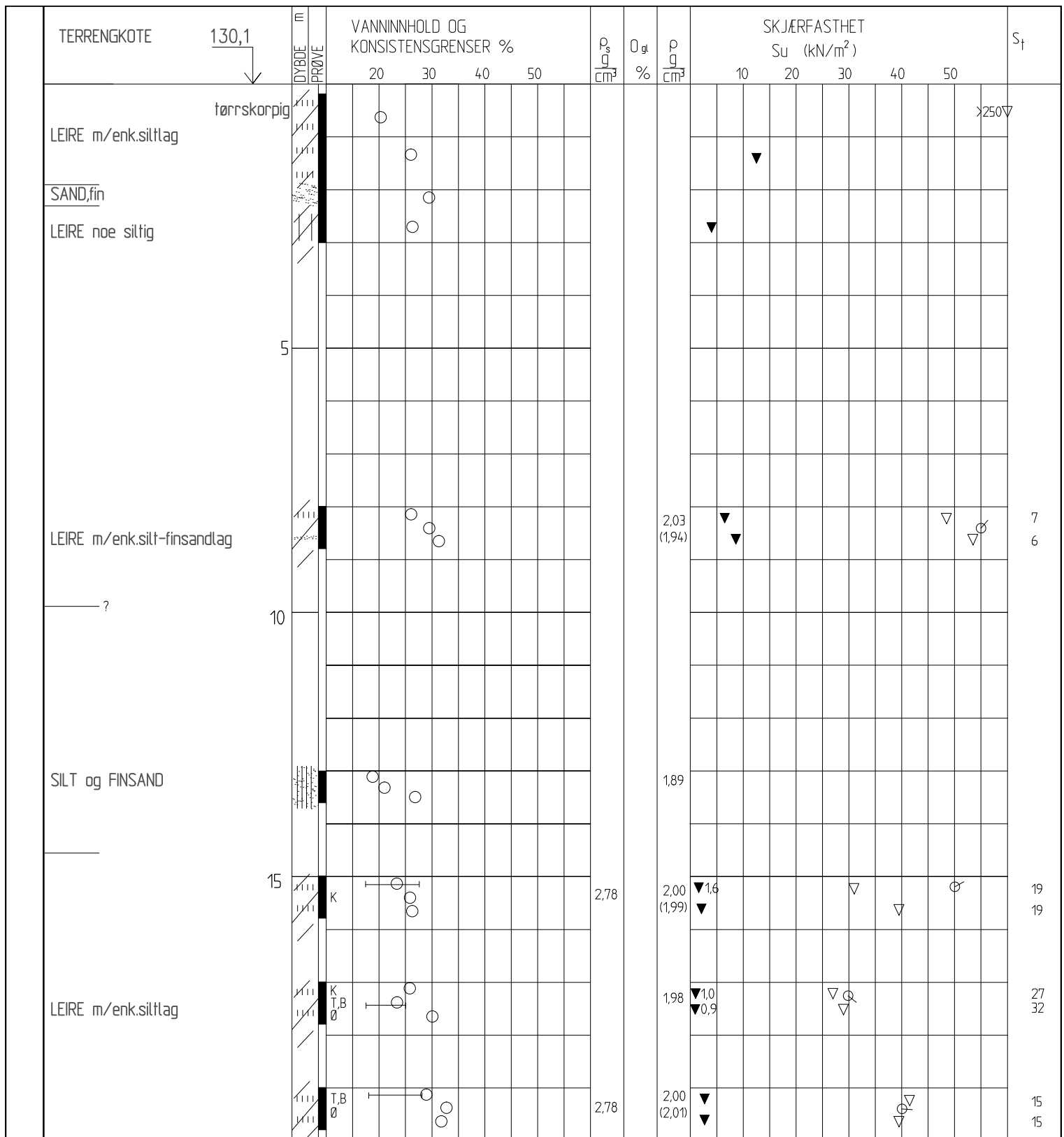
Godkjent OAA

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

Oppdragsnr. 415342.2

Tegningsnr. RIG-TEG-012.2

Rev. —



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING
BORBOK NR.: 26138
LAB.BOK NR.: 2198

○ NATURLIG VANNINHOLD
— W_L FLYTEGRENSE
W_F — " — KONUSMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▼ KONUSFORSØK
▼ OMRØRT SKJÆRFASTHET
○ TRYKKFORSØK
15-Ø5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK B = BENDER ELEMENT FORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Block Watne AS
Katteskogen-Område B
Grunnundersøkelser

Boring nr. B19
Tegningens filnavn 4155342.2-RIG-TEG-012_hB19.dwg

Borplan nr. -1
Boret dato: 16.05.2012



MULTICONSULT AS

Dato 31.07.2012

Tegnet TRUK

Kontrollert RK

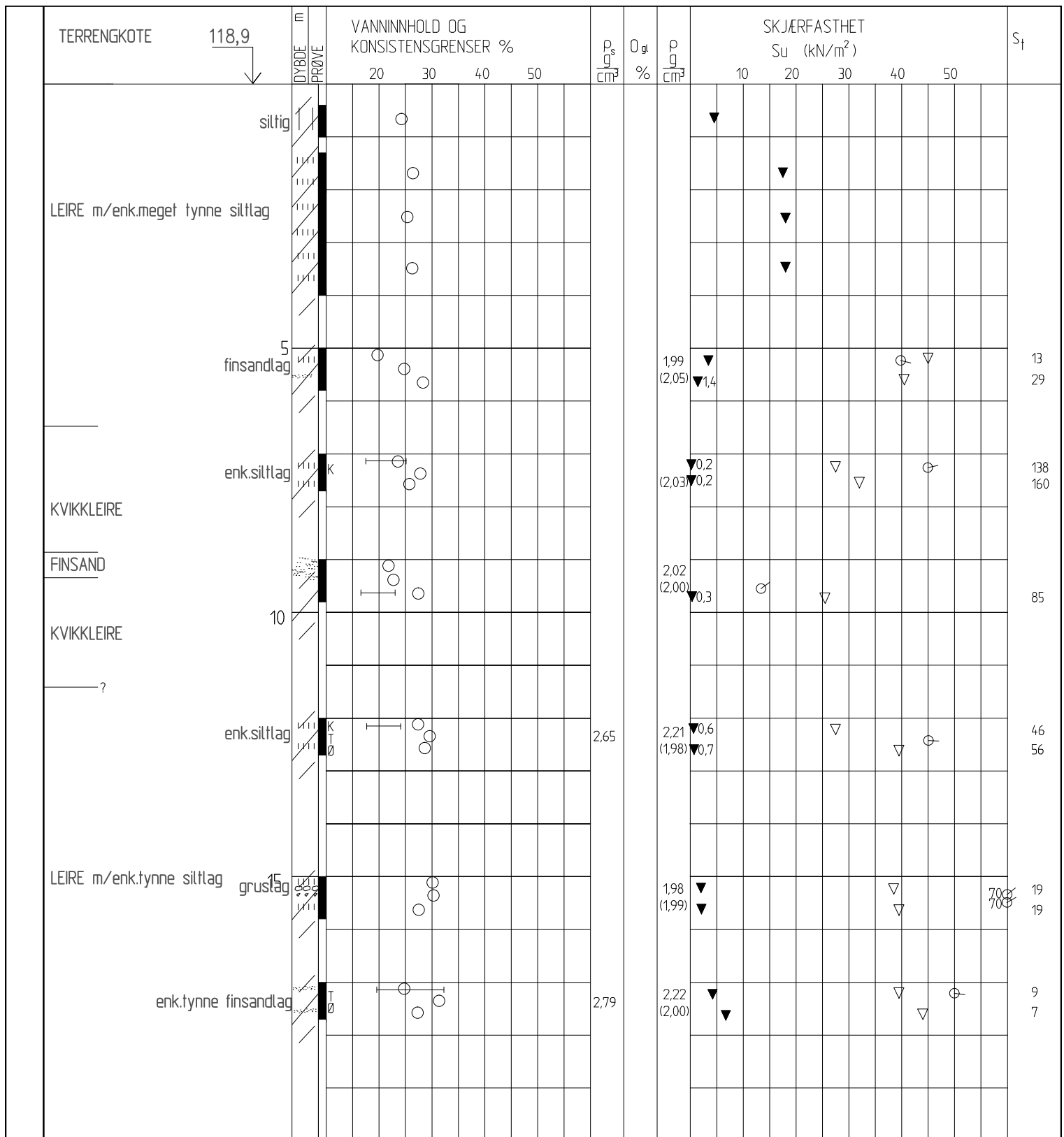
Godkjent SGH

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

Oppdragsnr. 415342.2

Tegningsnr. RIG-TEG-012

Rev. —



PR = PRØVESERIE
SK = SKOVLEBORING
PG = PRØVEGROP
VB = VINGEBORING
BORBOK NR.: 26054
LAB.BOK NR.: 2198

○ NATURLIG VANNINNHOLD
— W_f FLYTEGRENSE
W_f — " — KONUSMETODE
— W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
▽ OMRØRT SKJÆRFASTHET
○ TRYKKFORSØK
15 ○ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD
+ VINGEBORING
S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Block Watne AS
Kattemskogen - Område B
Grunnundersøkelser

Boring nr. B22
Tegningens filnavn 415342.2-RIG-TEG-013_hB22.dwg

Borplan nr. -1
Boret dato: 25.05.2012



MULTICONSULT AS

Dato 02.08.2012

Tegnet TRUK

Kontrollert RK

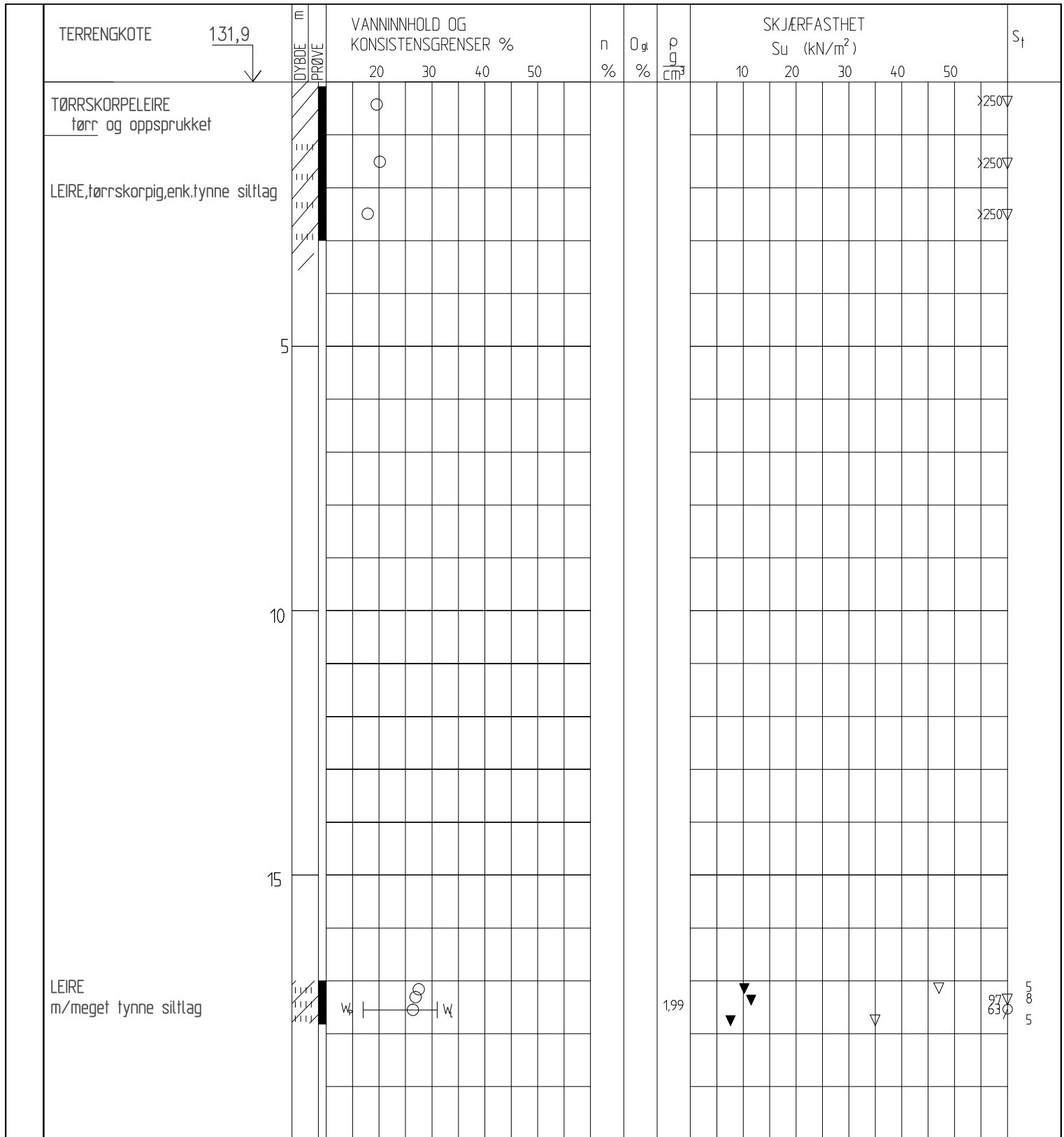
Godkjent SGH

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

Oppdragsnr. 415342.2

Tegningsnr. RIG-TEG-013

Rev. —



PR = PRØVESERIE
 SK = SKOVLEBORING
 PG = PRØVEGROP
 VB = VINGEBORING
 BORBOK NR.: 26138
 LAB.BOK NR.: 002198

○ NATURLIG VANNINNHOOLD
 — W_l FLYTEGRENSE
 W_f — " — KONUSMETODE
 — W_p PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
 O_{Na} = HUMUSINNHOOLD
 O_{gl} = GLØDETAP
 ρ = DENSITET

▽ KONUSFORSØK
 ▼ OMRØRT SKJÆRFASTHET
 ○ TRYKKFORSØK
 15-φ 5 % DEFORMASJON VED BRUDD
 + VINGEBORING
 S_t SENSITIVITET

Ø = ØDOMETERFORSØK P = PERMEABILITETSFORSØK K = KORNGRADERING T = TREAKSIALFORSØK

GEOTEKNISKE DATA

Block Watne AS
 Kattemskogen, Område B
 Grunnundersøkelser

Boring nr. B27
 Tegningens filnavn 415342.2-RIG-TEG-015_HB27.dwg

Borplan nr. 01
 Boret dato: 15.05.2012



MULTICONSULT AS

Dato 19.06.2012

Tegnet ANU/TRUK

Kontrollert RK

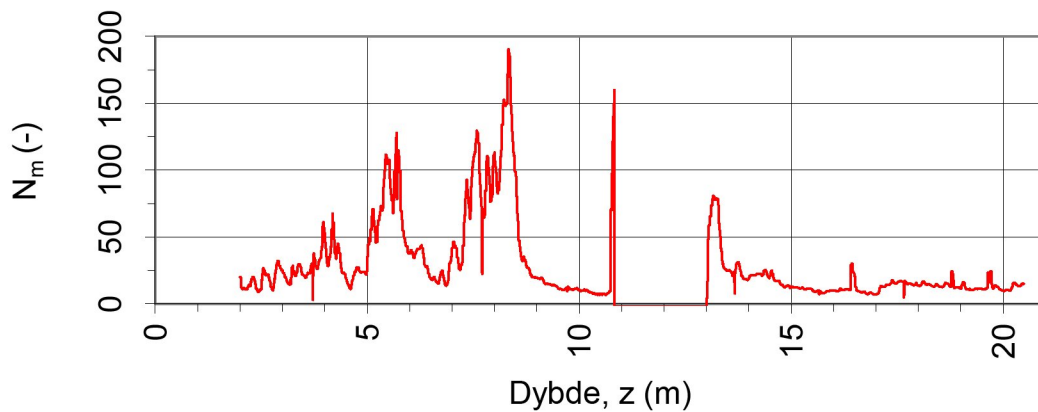
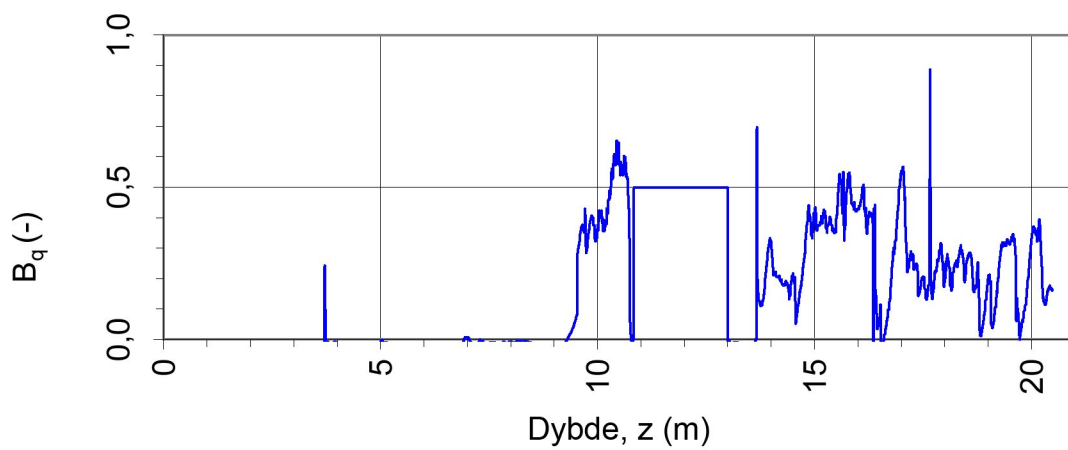
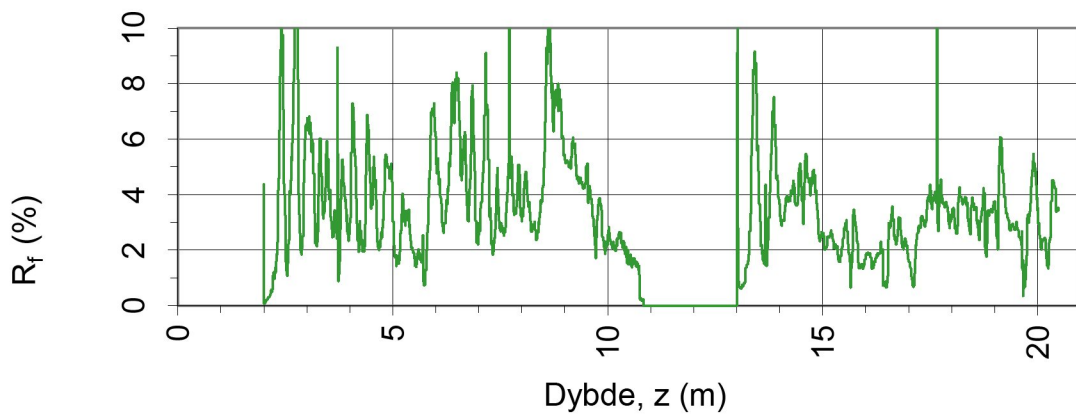
Godkjent SGH

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

Oppdragsnr. 415342.2

Tegningsnr. RIG-TEG-015

Rev. —



Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Katteskogen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB12

Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .



CPTU id.:

B12

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

24.05.2012

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

RK

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

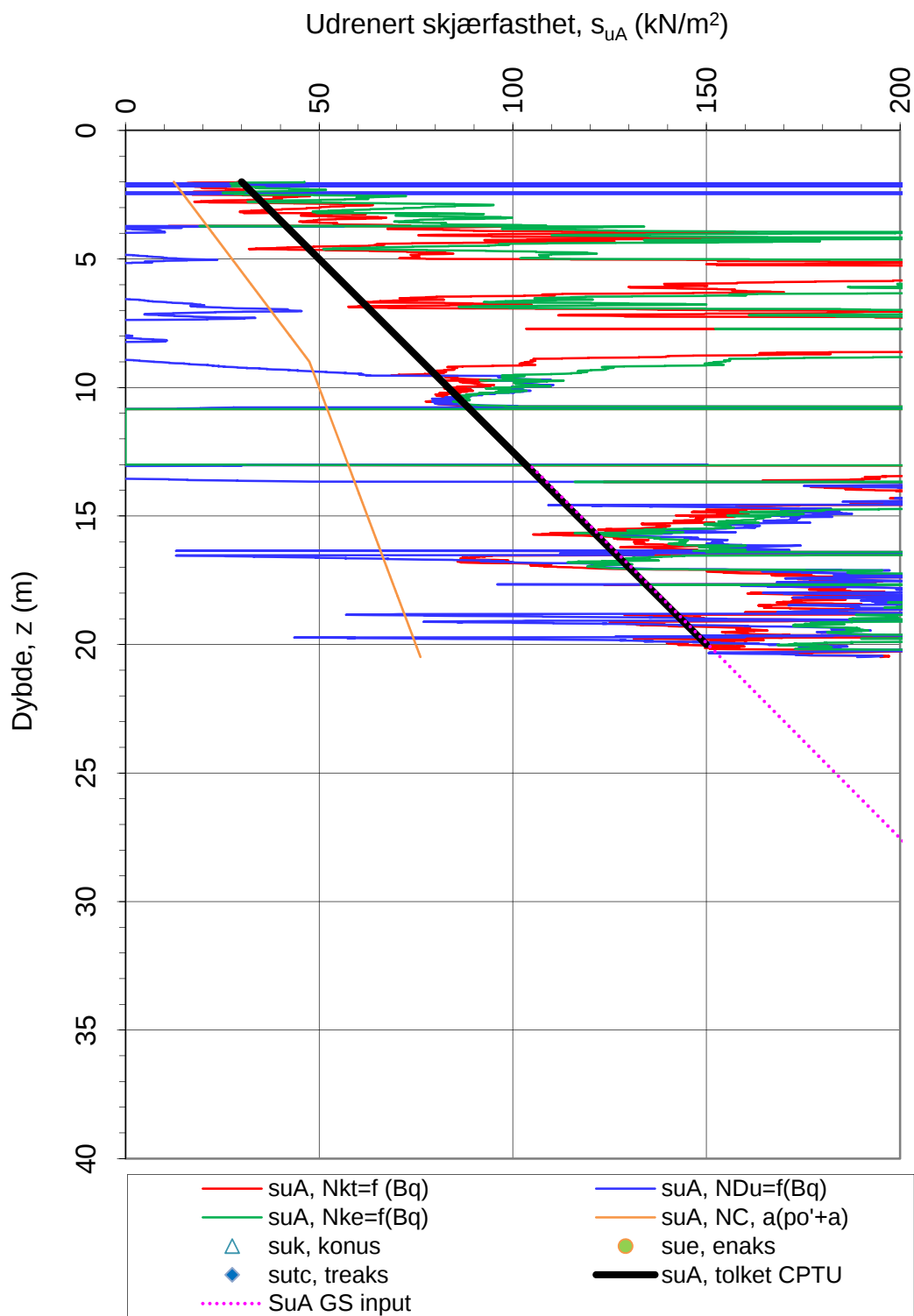
042.3

Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

-



$$Nkt = (18,7 - 12,5 \cdot Bq)$$

$$Ndu = (1,8 + 7,25 \cdot Bq)$$

$$Nke = (13,8 - 12,5 \cdot Bq)$$

$$\alpha_c \text{ valgt: } \mathbf{0,25}$$

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Katteskogen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB12

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .

CPTU id.:

B12

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:

07.05.2013

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

042.4

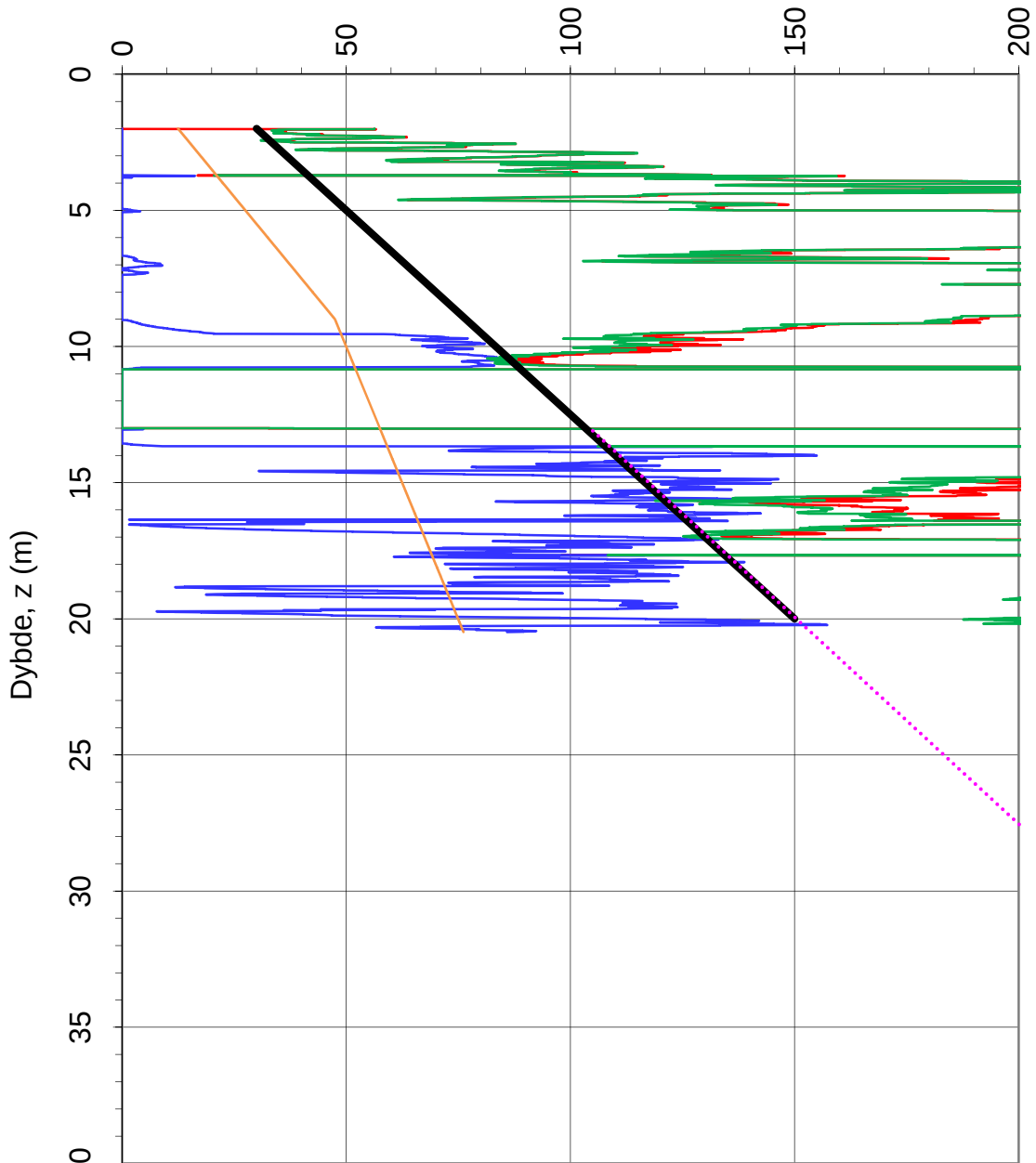
Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

A

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



- suA, $N_{kt}=f(St,OCR,I_p)$
- suA, $N_{ke}=f(St,OCR,I_p)$
- △ suk, konus
- ◆ sutc, treaks
- sue, enaks
- suA, tolket CPTU
- ⋯ SuA, GS input
- suA, $N_{du}=f(St,OCR,I_p)$
- suA, NC, $a(p_o'+a)$

Sensitivitetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0,25

$$N_{kt} = (7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p)$$

$$N_{du} = (6,9 - 4 \log OCR + 0,07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11,5 - 9,05 B_q)$$

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Kattenskoen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB12

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .



CPTU id.:

B12

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

07.05.2013

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

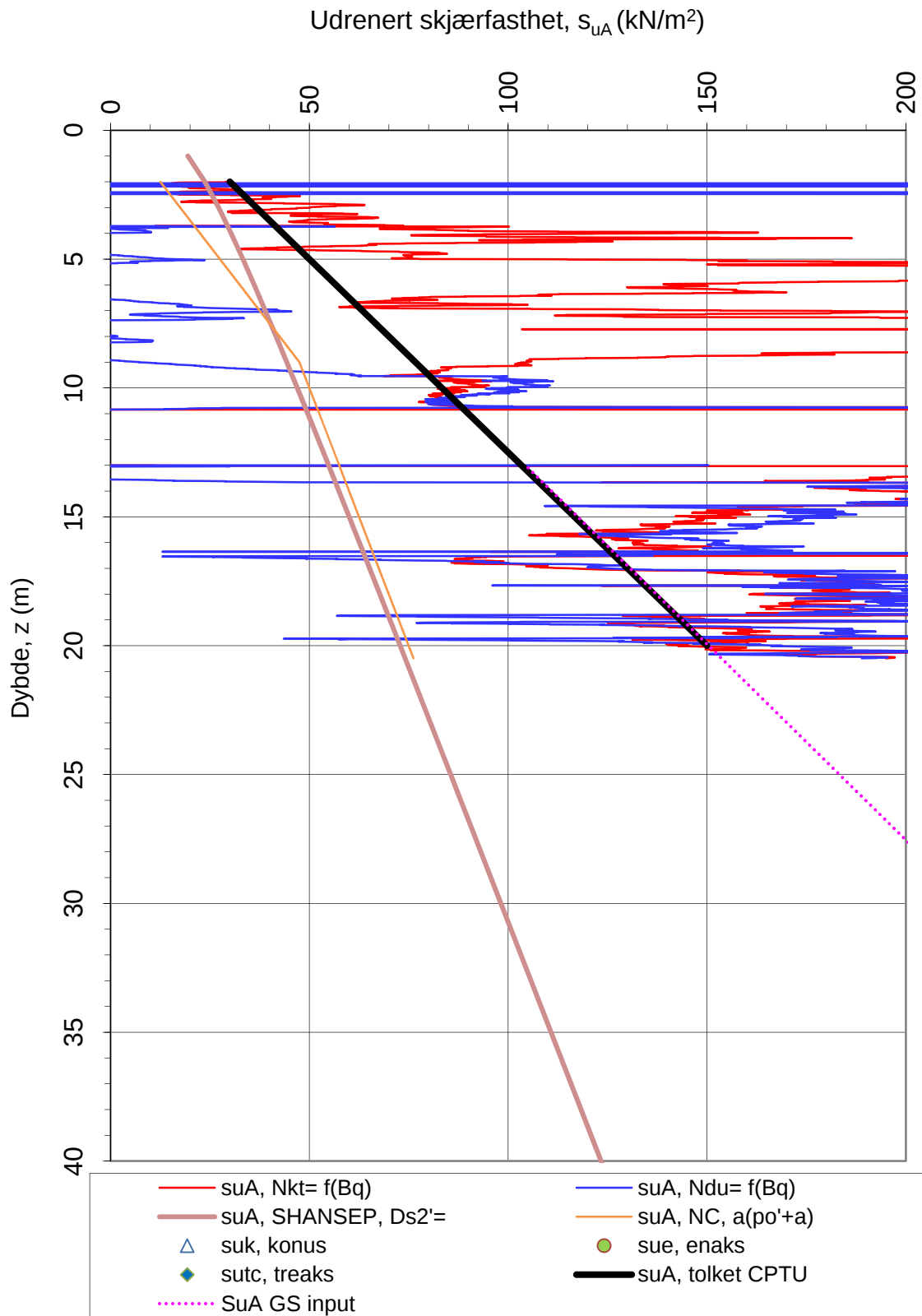
042.5

Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

A



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)
 N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

α_c valgt: 0,25

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Katteskogen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB12

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

CPTU id.:

B12

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:

07.05.2013

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegnet:

ANU

Tegning nr.:

042.6

Kontrollert:

SGH

Versjon:

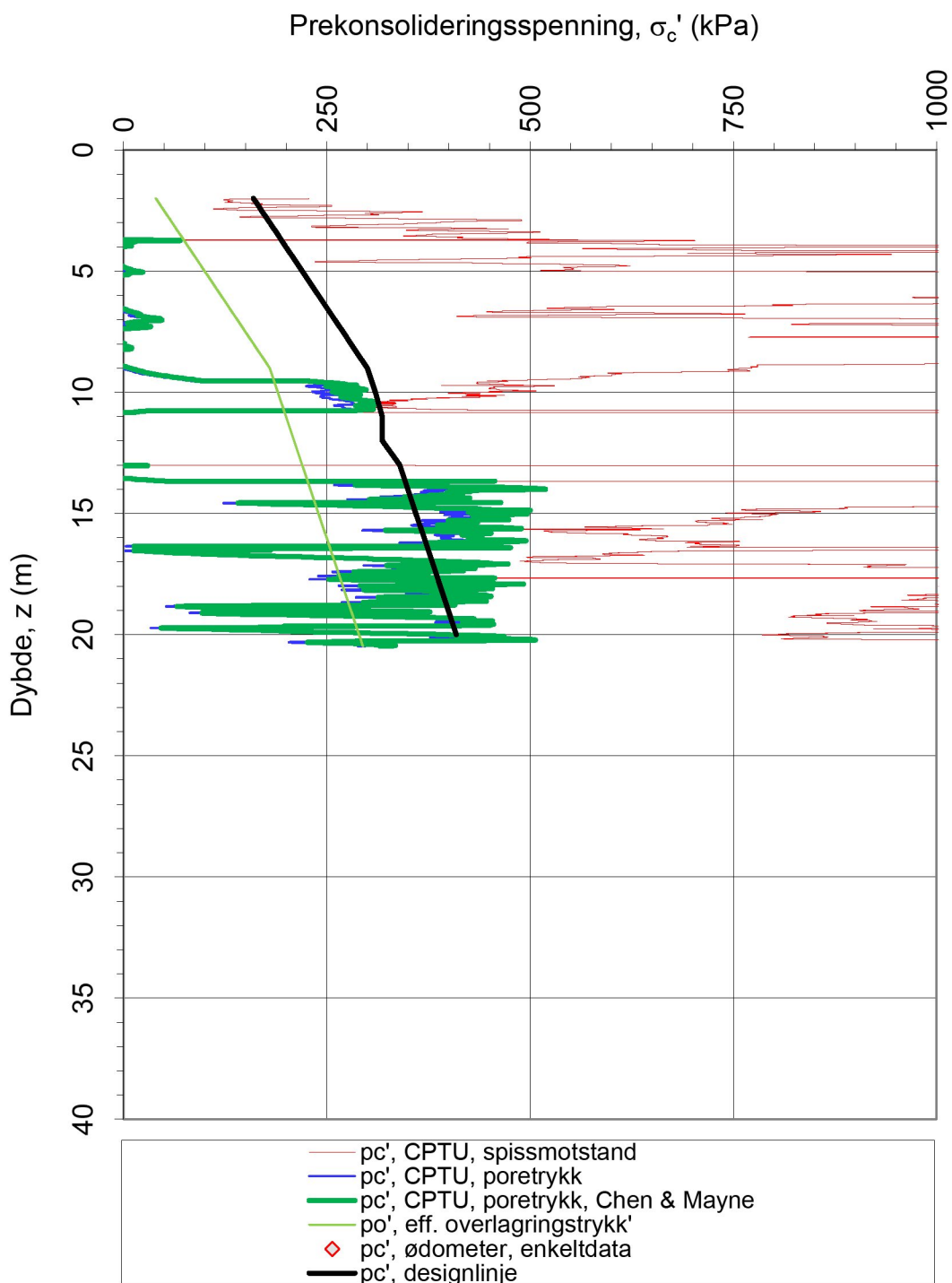
04.01.2012

Godkjent:

OAA

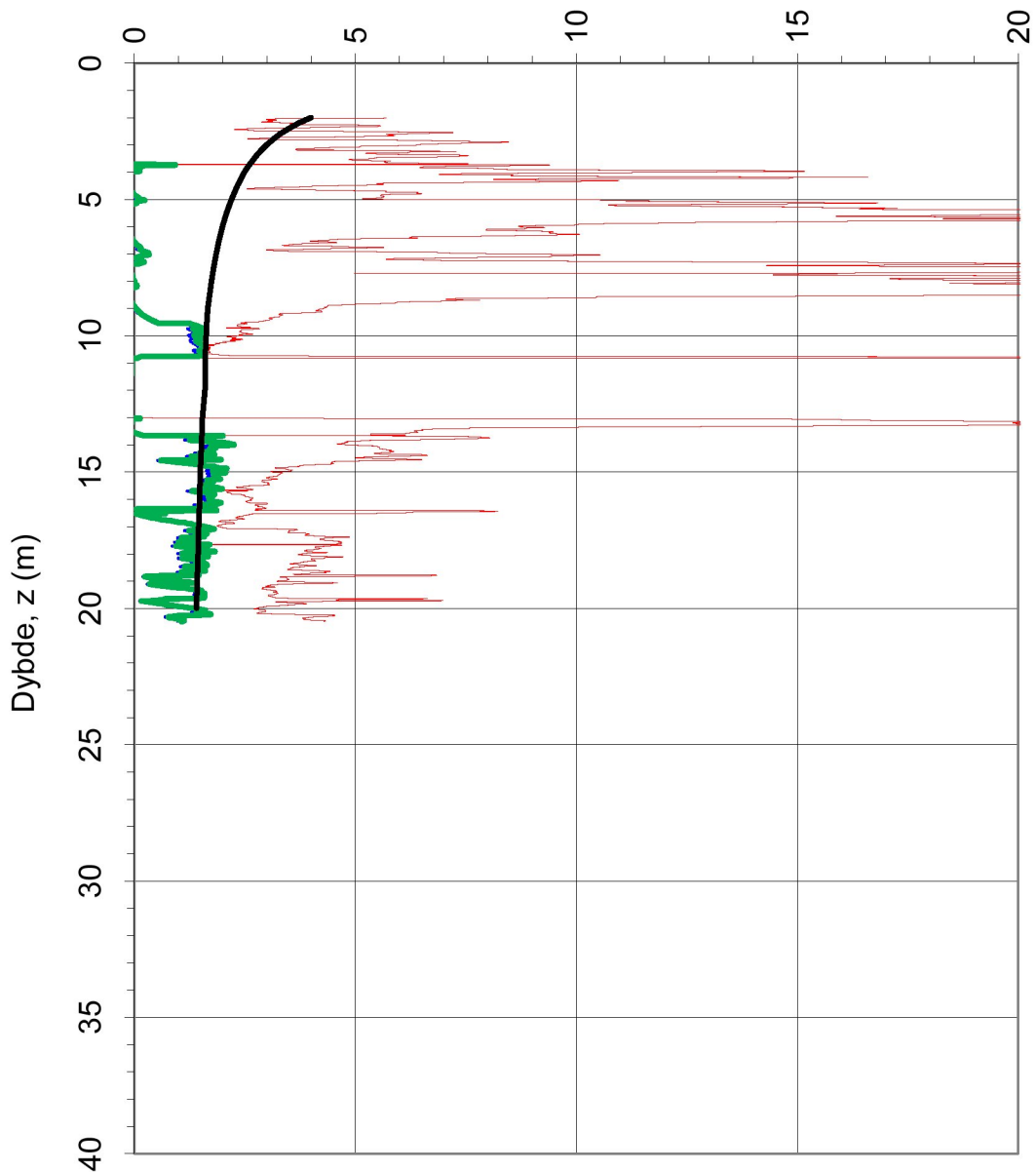
Revisjon:

A



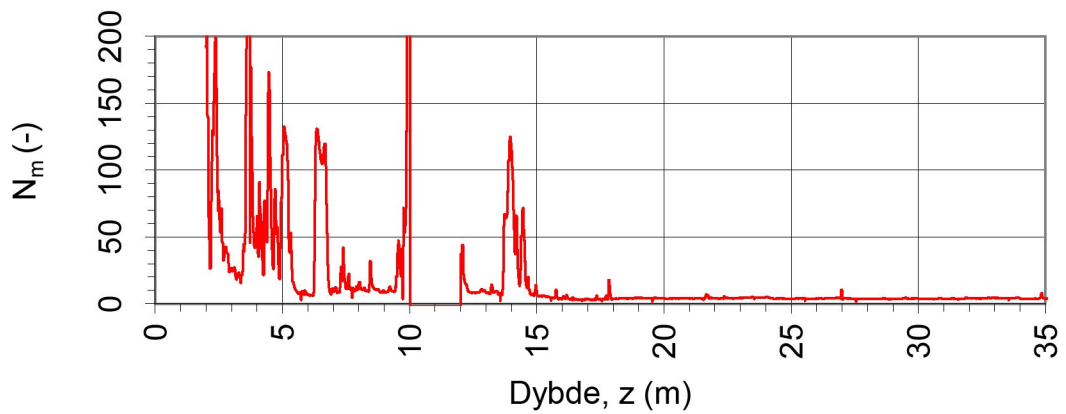
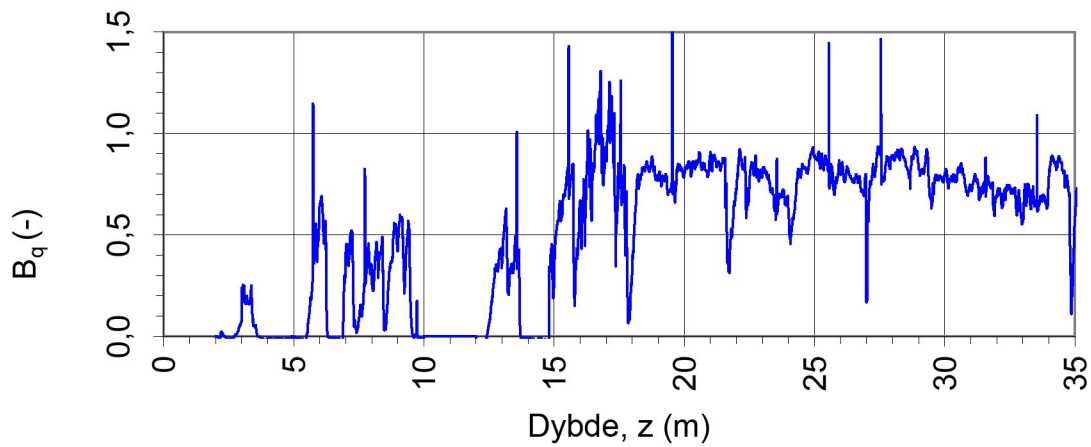
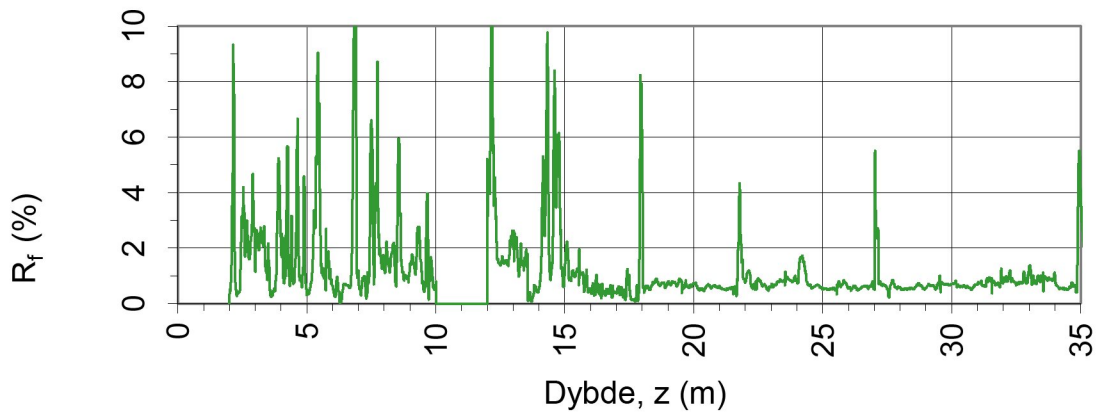
| | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|---|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Katteskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB12 |
| Prekonsolideringsspenning σ_c' . | | | |  |
| CPTU id.: | B12 | Sonde: | 4354 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 09.11.2012 | Tegnet: ANU | Kontrollert: RK | Godkjent: SGH |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 046.7 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: 01 |

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



- OCR, CPTU, spissmotstand
- OCR, CPTU, poretrykk
- OCR, CPTU, poretrykk Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- OCR, ødometer, funksjon
- OCR, designlinje

| | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|--|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Katteskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB12 |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c' / \sigma_{vo}'$. | | | | |
| CPTU id.: | B12 | Sonde: | 4354 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 09.11.2012 | Tegnet: ANU | Kontrollert: RK | Godkjent: SGH |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 046.8 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: 01 |



Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Katteskogen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB19

Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f .



CPTU id.:

B19

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

24.05.2012

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

RK

Godkjent:

SGH

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

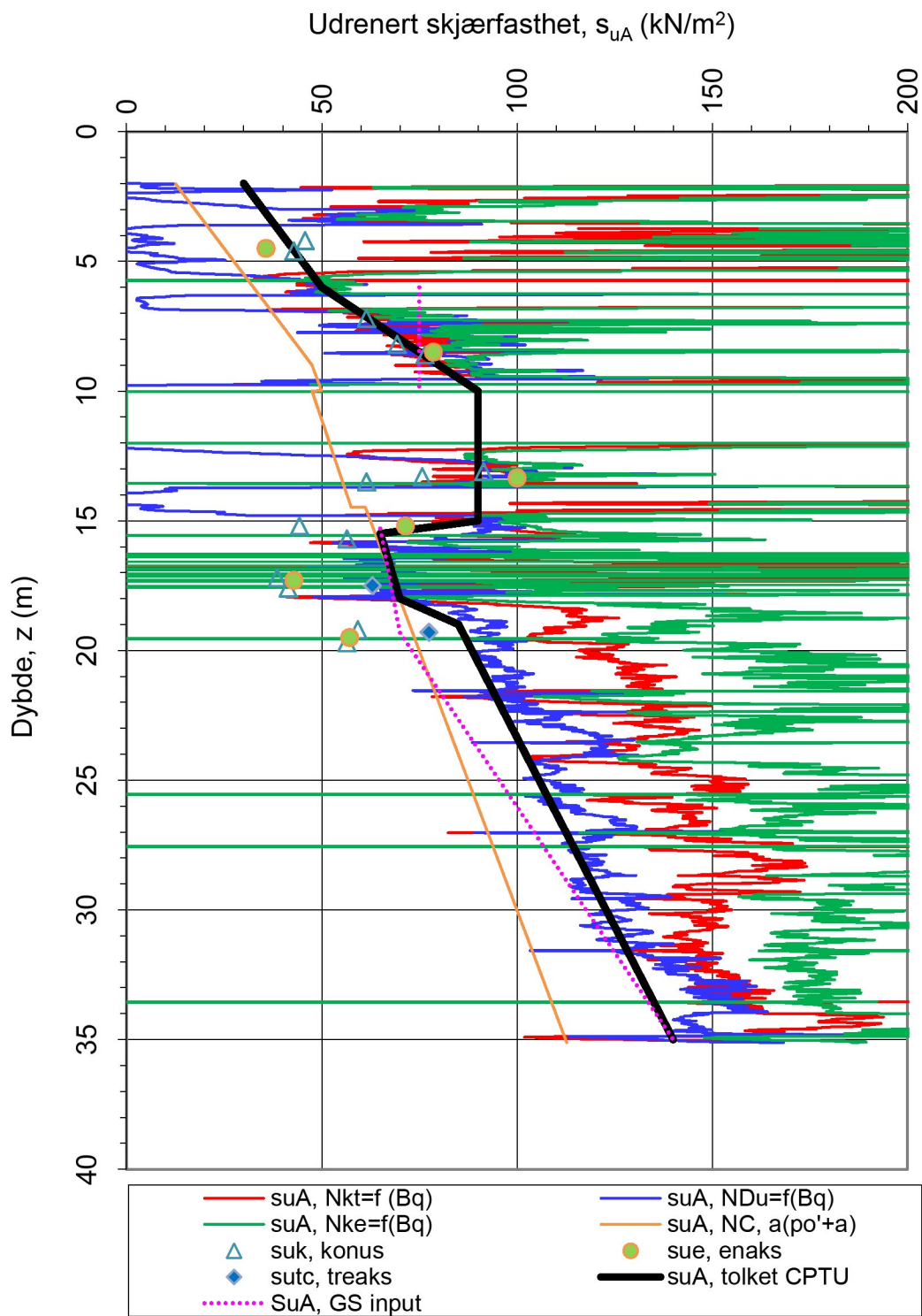
044.3

Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

-



$$Nkt = (18,7 - 12,5 \cdot Bq)$$

$$Ndu = (1,8 + 7,25 \cdot Bq)$$

$$Nke = (13,8 - 12,5 \cdot Bq)$$

$$\alpha_c \text{ valgt: } \mathbf{0,25}$$

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Kattenskogen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB19

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .

CPTU id.:

B19

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:

07.05.2013

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

044.4

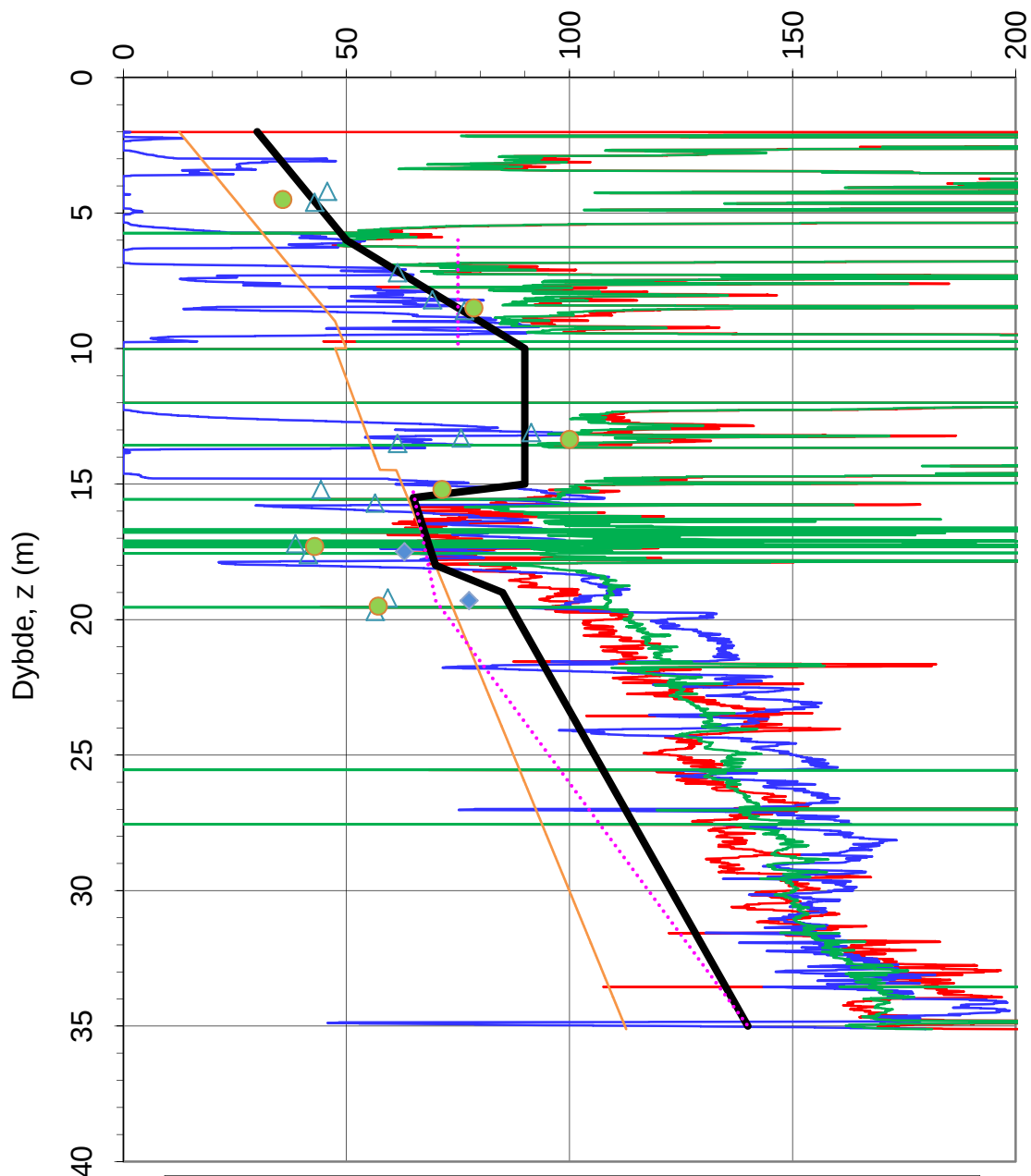
Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

A

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)




- suA, $N_{kt}=f(St,OCR,I_p)$
- suA, $N_{ke}=f(St,OCR,I_p)$
- △ suk, konus
- ◆ sutc, treaks
- ⋯ SuA, GS input
- suA, $N_{du}=f(St,OCR,I_p)$
- suA, NC, $a(p_o'+a)$
- sue, enaks
- suA, tolket CPTU

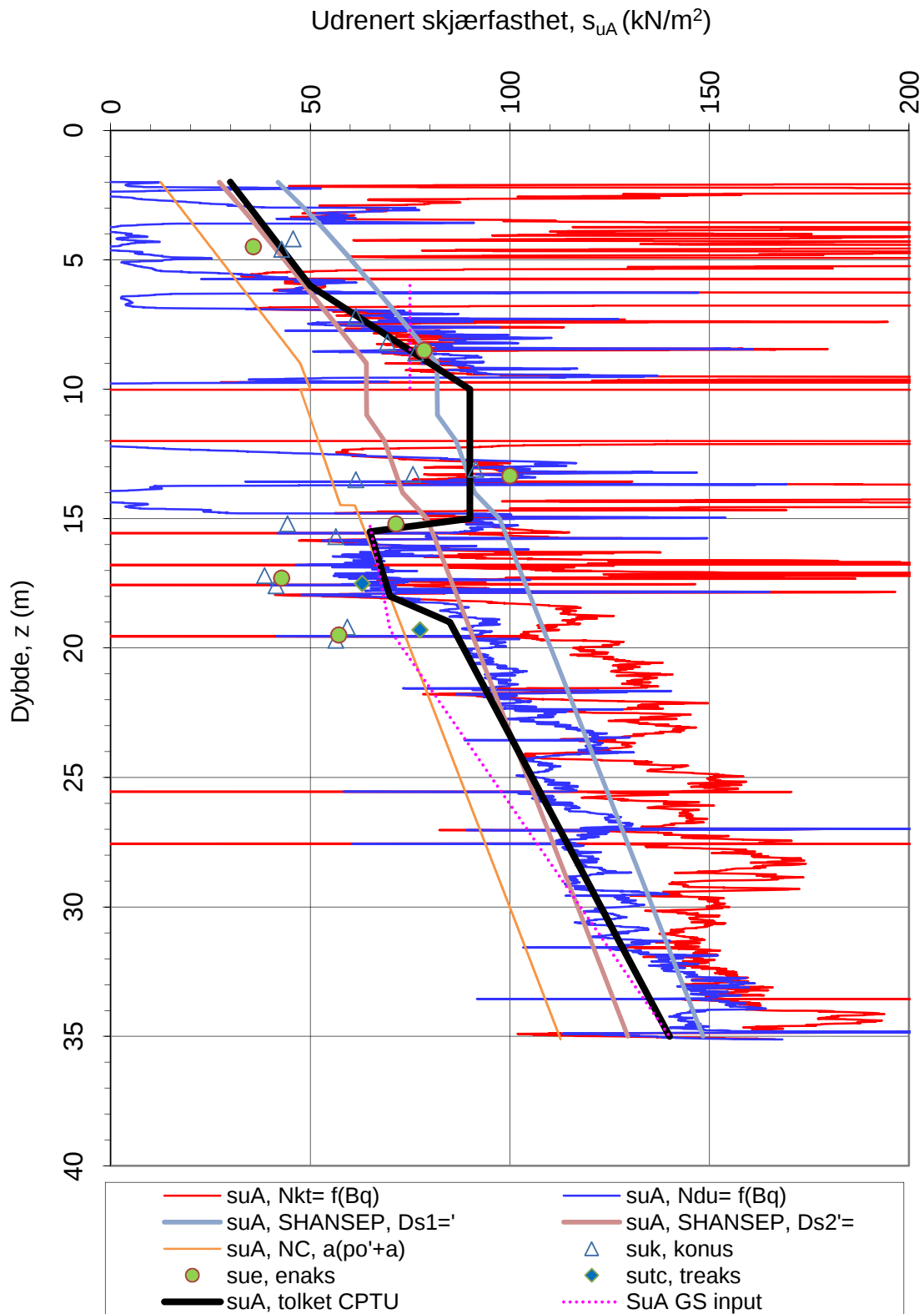
Sensitivitetsvalg: **St < 15** α_c valgt: **0,25**

$N_{kt} = (7,8+2,5\log OCR+0,082I_p)$

$N_{du} = (6,9-4\log OCR+0,07I_p)$

$N_{ke} = (11,5-9,05B_q)$

| | | | | | |
|---|--------------------------|--|------------------------|---|--|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Kattenskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB19 | |
| Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p . | | | | | |
| CPTU id.: | B19 | Sonde: | 4354 |  | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 07.05.2013 | Tegnet: ANU | Kontrollert: SGH | Godkjent: OAA | |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 044.5 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: A | |



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)

α_c valgt: 0,25

N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Kattenskoen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB19

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

CPTU id.:

B19

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:

07.05.2013

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

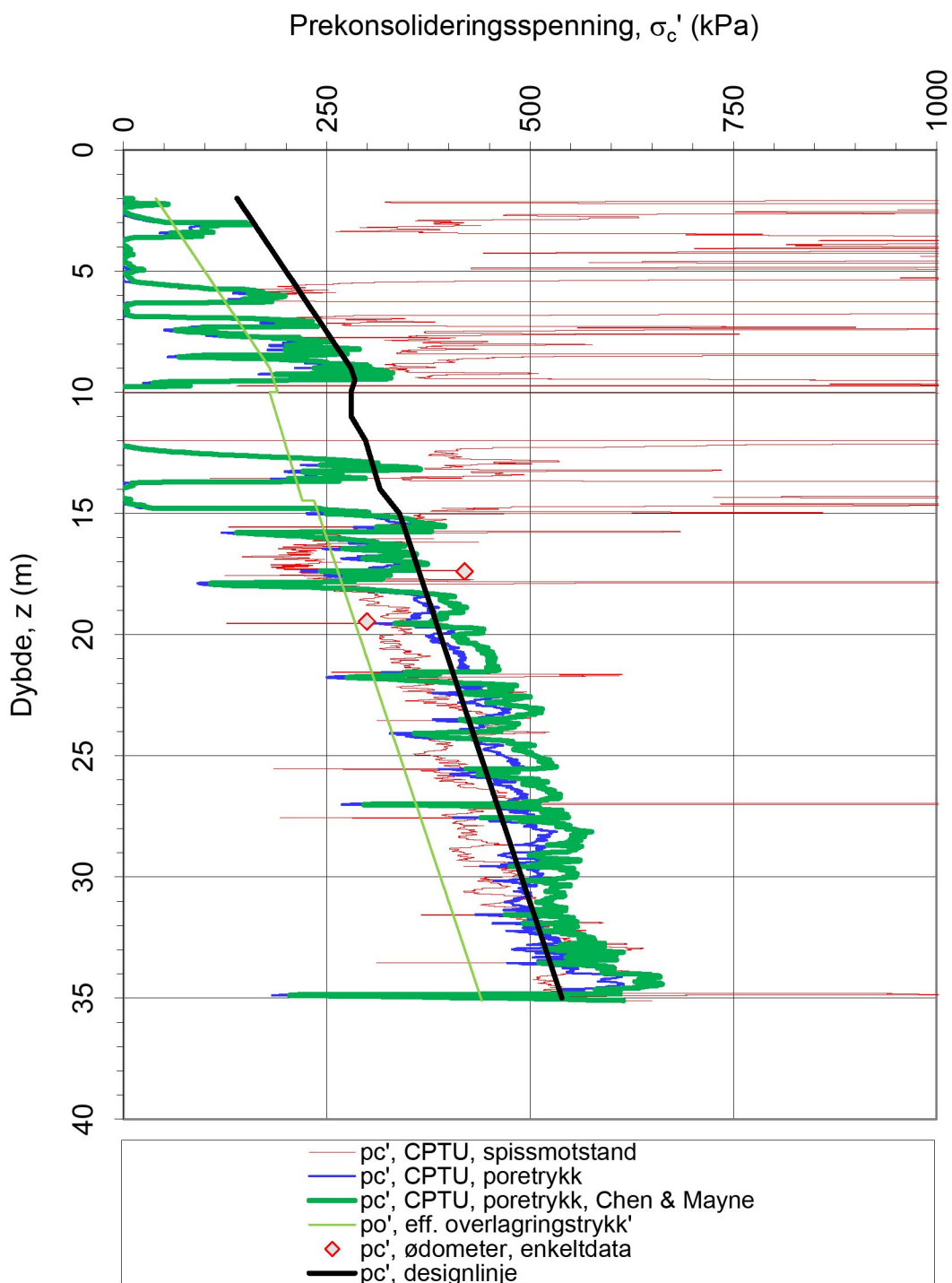
044.6

Versjon:

04.01.2012

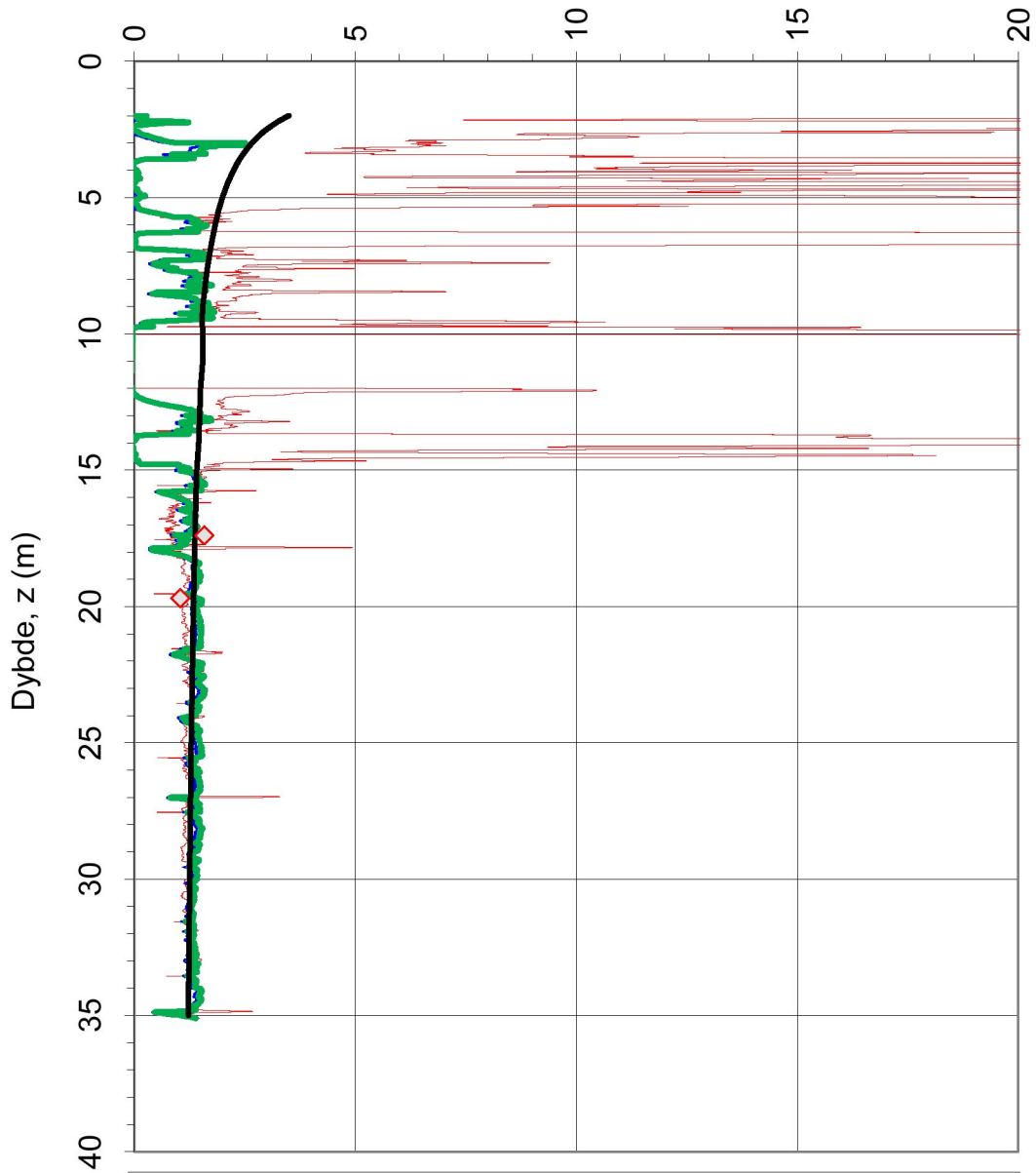
Revisjon:

A



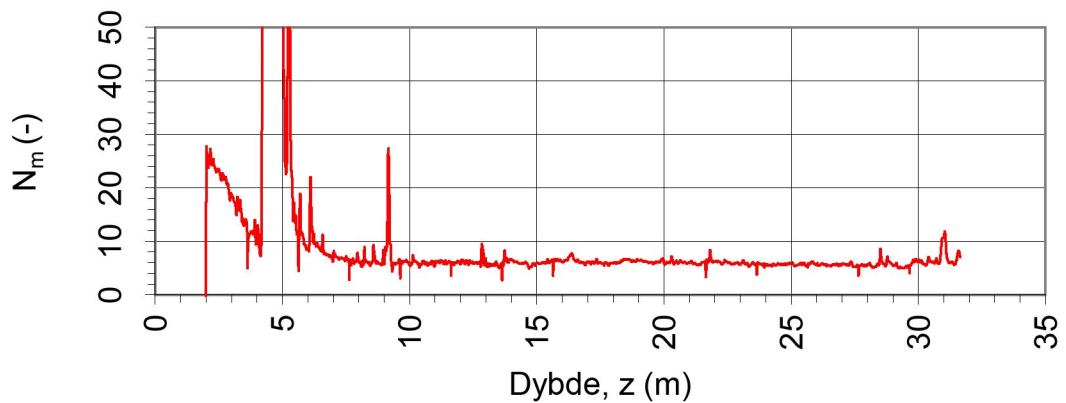
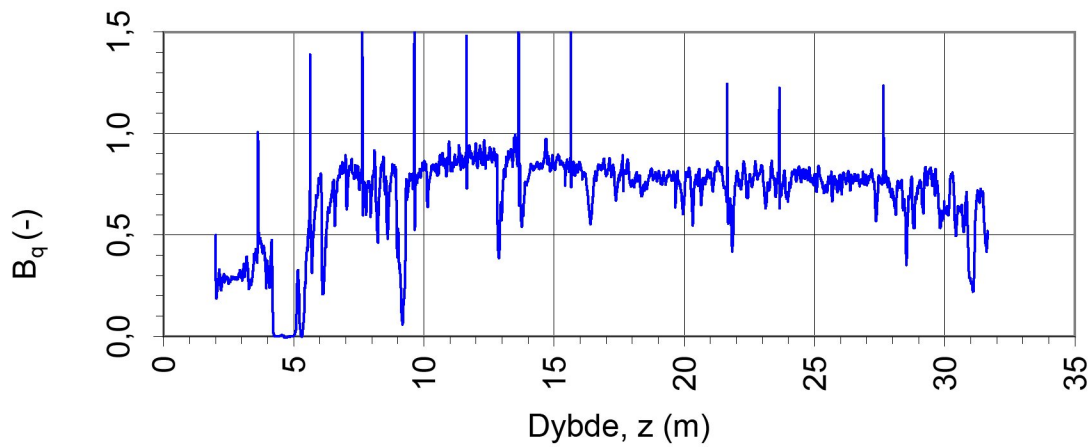
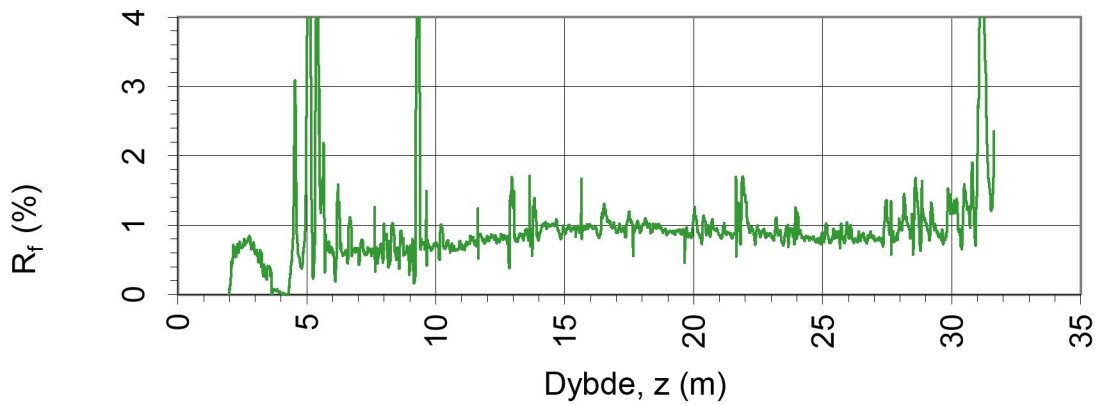
| | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|---|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Katteskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB19 |
| Prekonsolideringsspenning σ_c' . | | | |  |
| CPTU id.: | B19 | Sonde: | 4354 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 09.11.2012 | Tegnet: ANU | Kontrollert: RK | Godkjent: SGH |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 044.7 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: 01 |

Prekonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$ (-)

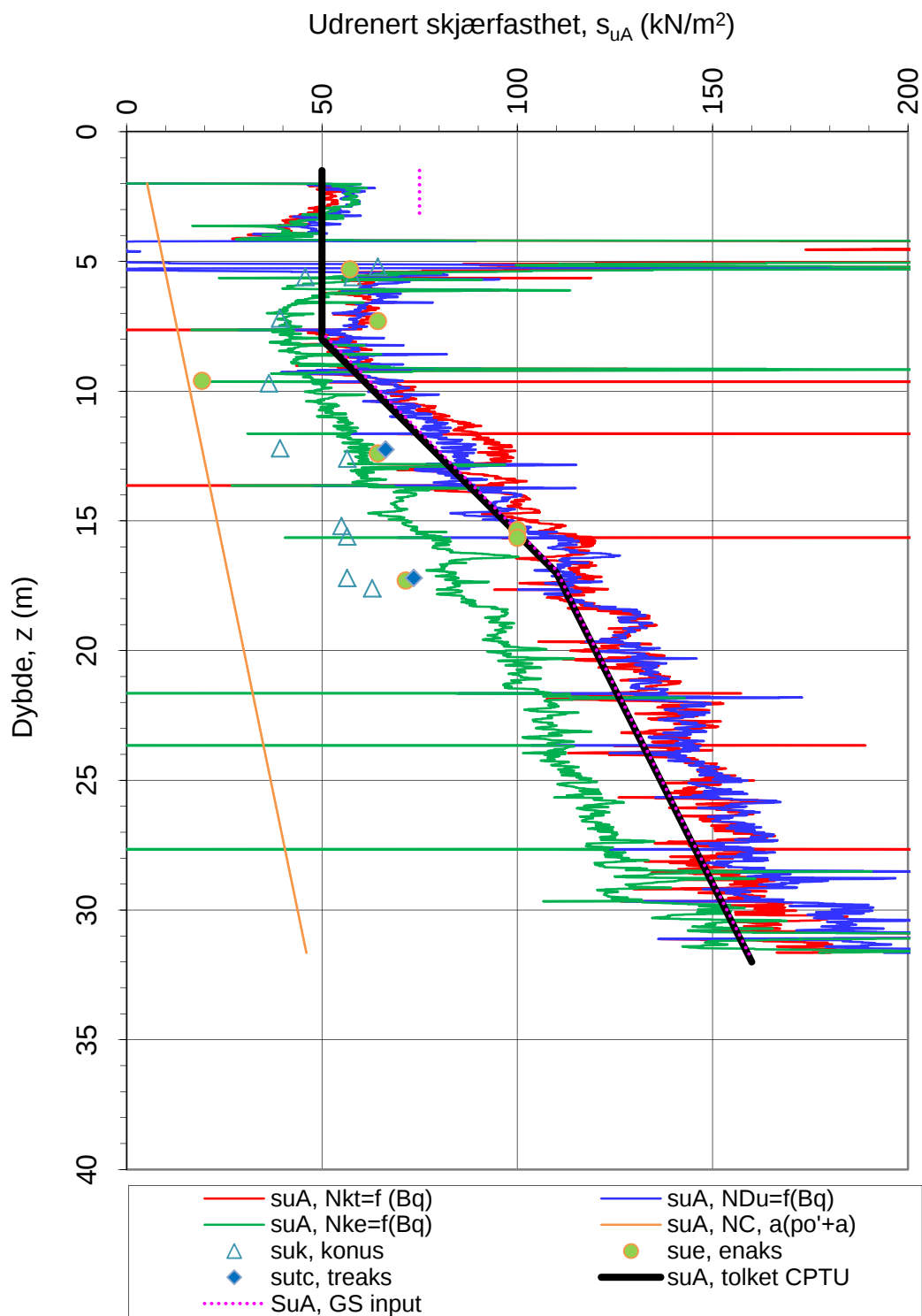


- OCR, CPTU, spissmotstand
- OCR, CPTU, poretrykk
- OCR, CPTU, poretrykk Chen & Mayne
- ◊ OCR, ødometer, enkeltdata
- OCR, ødometer, funksjon
- OCR, designlinje

| | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|--|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Katteskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB19 |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$. | | | | |
| CPTU id.: | B19 | Sonde: | 4354 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 09.11.2012 | Tegnet: ANU | Kontrollert: RK | Godkjent: SGH |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 044.8 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: 01 |



| | | | | | |
|--|--------------------------|---|------------------------|---|--|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Katteskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB22 | |
| Spissmotstandstall N_m , poretrykks- B_q og friksjonsforhold R_f . | | | | | |
| CPTU id.: | B22 | Sonde: | 4354 |  | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 04.06.2012 | Tegnet: ANU | Kontrollert: RK | | |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 045.3 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: - | |



$$Nkt = (18,7 - 12,5 \cdot Bq)$$

$$Ndu = (1,8 + 7,25 \cdot Bq)$$

$$Nke = (13,8 - 12,5 \cdot Bq)$$

$$\alpha_c \text{ valgt: } \mathbf{0,25}$$

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Kattenskogen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB22

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot B_q .

CPTU id.:

B22

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:

07.05.2013

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

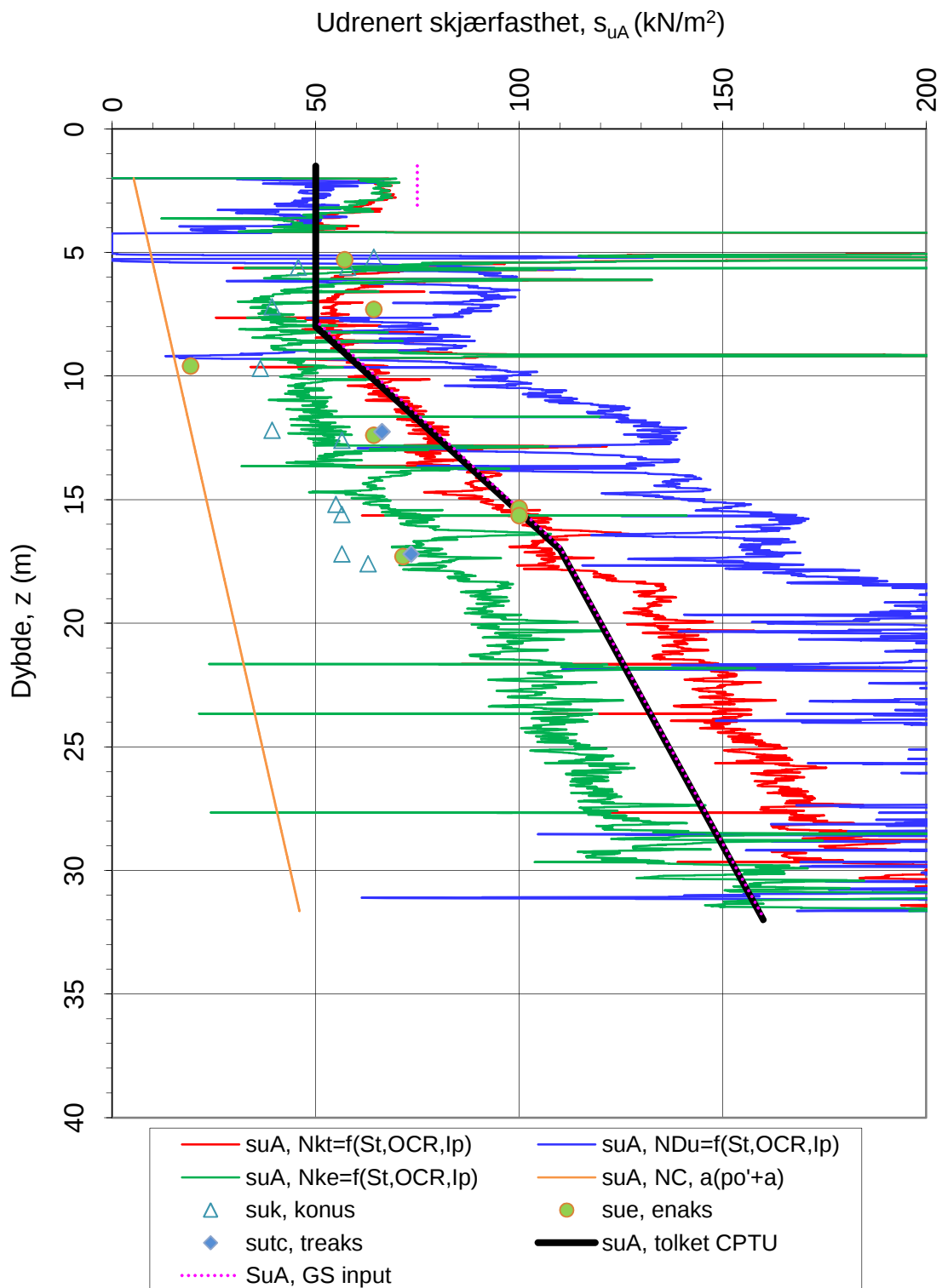
045.4

Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

A



Sensitivitetsvalg:

St < 15

α_c valgt:

0,25

$$N_{kt} = (7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p)$$

$$N_{Du} = (6,9 - 4 \log OCR + 0,07 I_p)$$

$$N_{ke} = (11,5 - 9,05 B_q)$$

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Katteskogen - Område E

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB22

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , korrelert mot S_t , OCR og I_p .

CPTU id.:

B22

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:

07.05.2013

Tegnet:

ANU

Kontrollert:

SGH

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

045.5

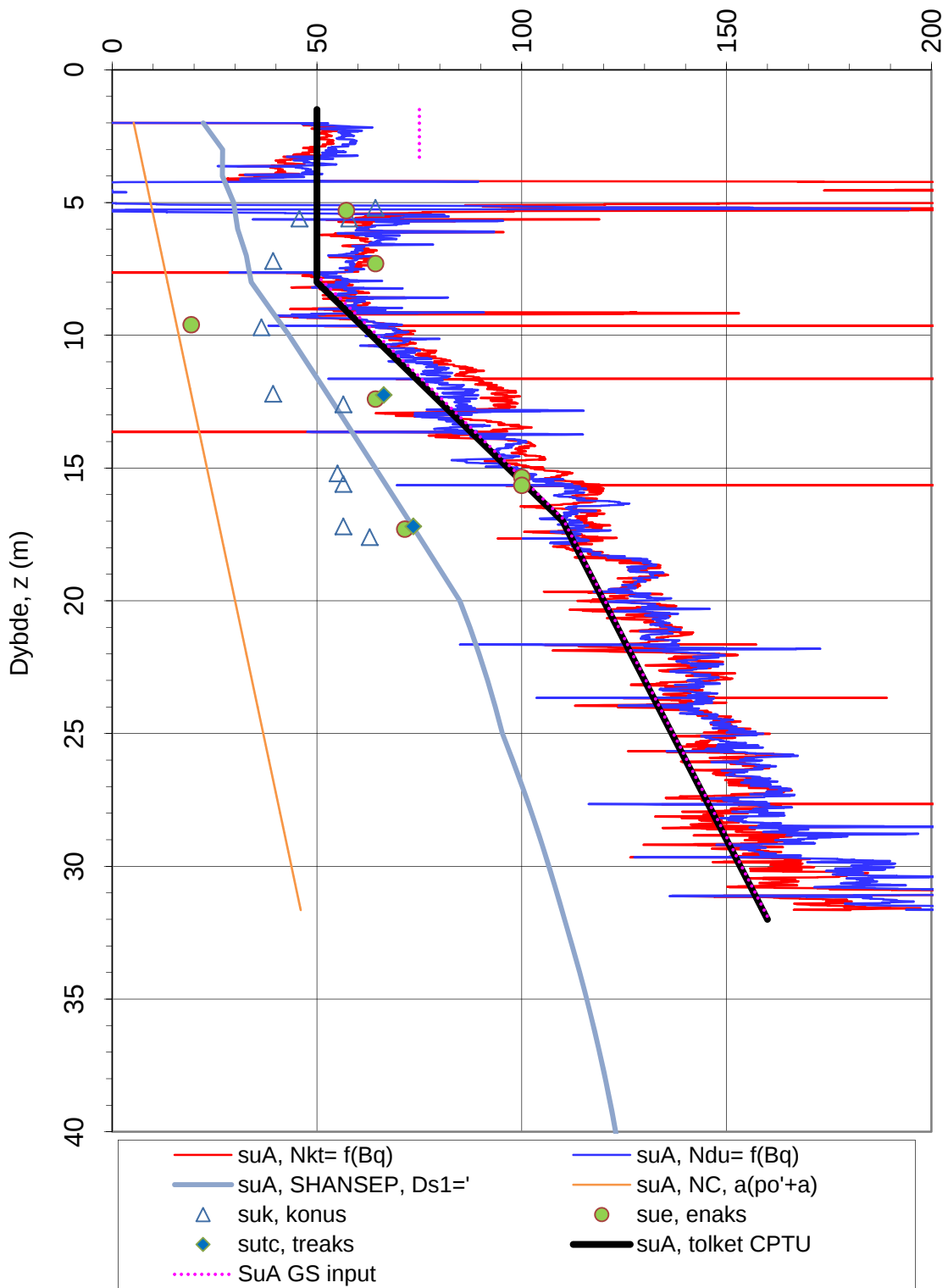
Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

A

Udrenert skjærfasthet, s_{uA} (kN/m²)



N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)
 N_{Du} : (1,8+7,25 B_q)

α_c valgt: 0,25

Oppdragsgiver:

Block Watne AS

Oppdrag:

Katteskogen - Område B

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-BER-CPTB22

Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.

CPTU id.:

B22

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:
07.05.2013

Oppdrag nr.:
415342.2

Tegnet:
ANU

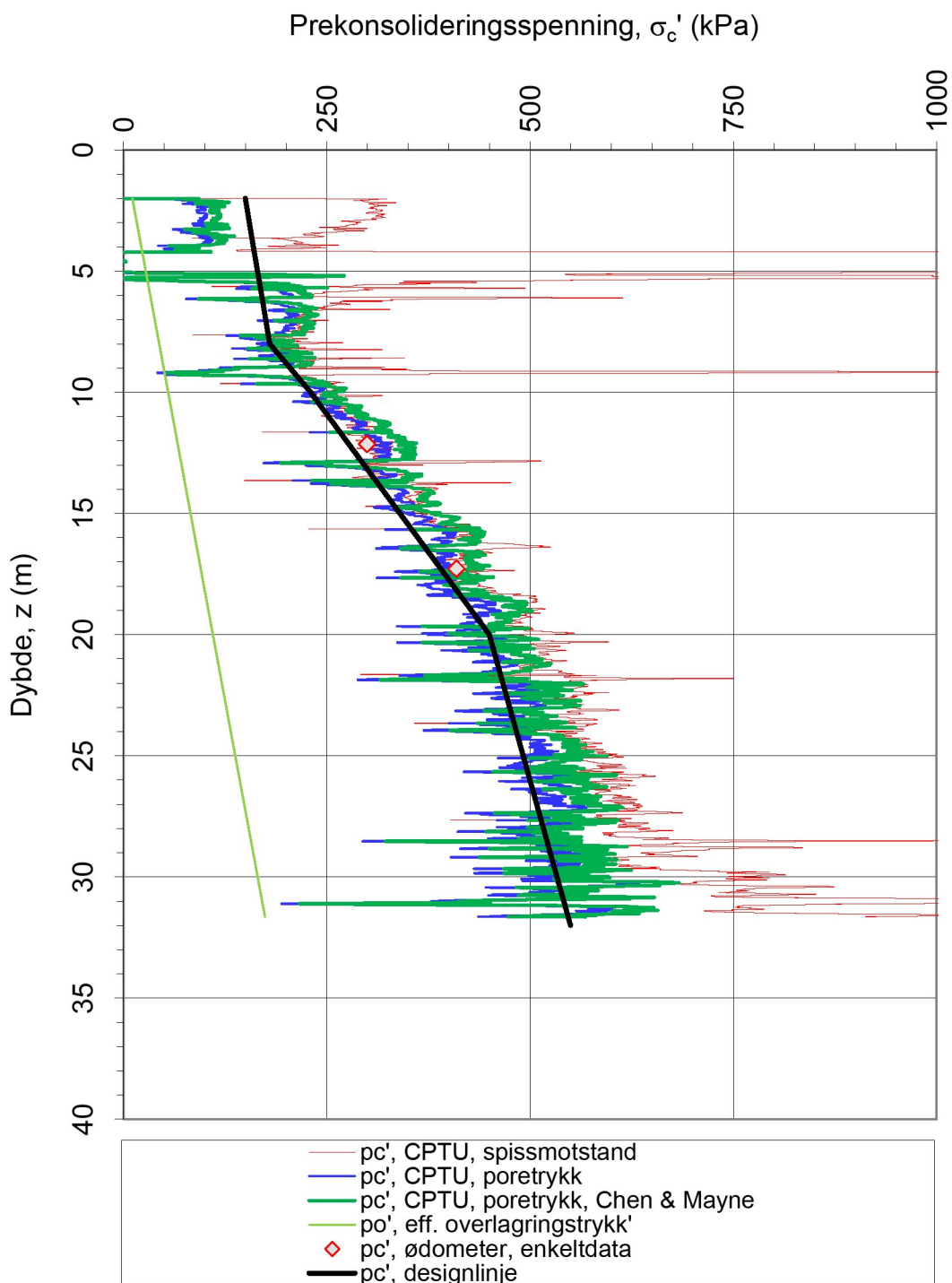
Tegning nr.:
045.6

Kontrollert:
SGH

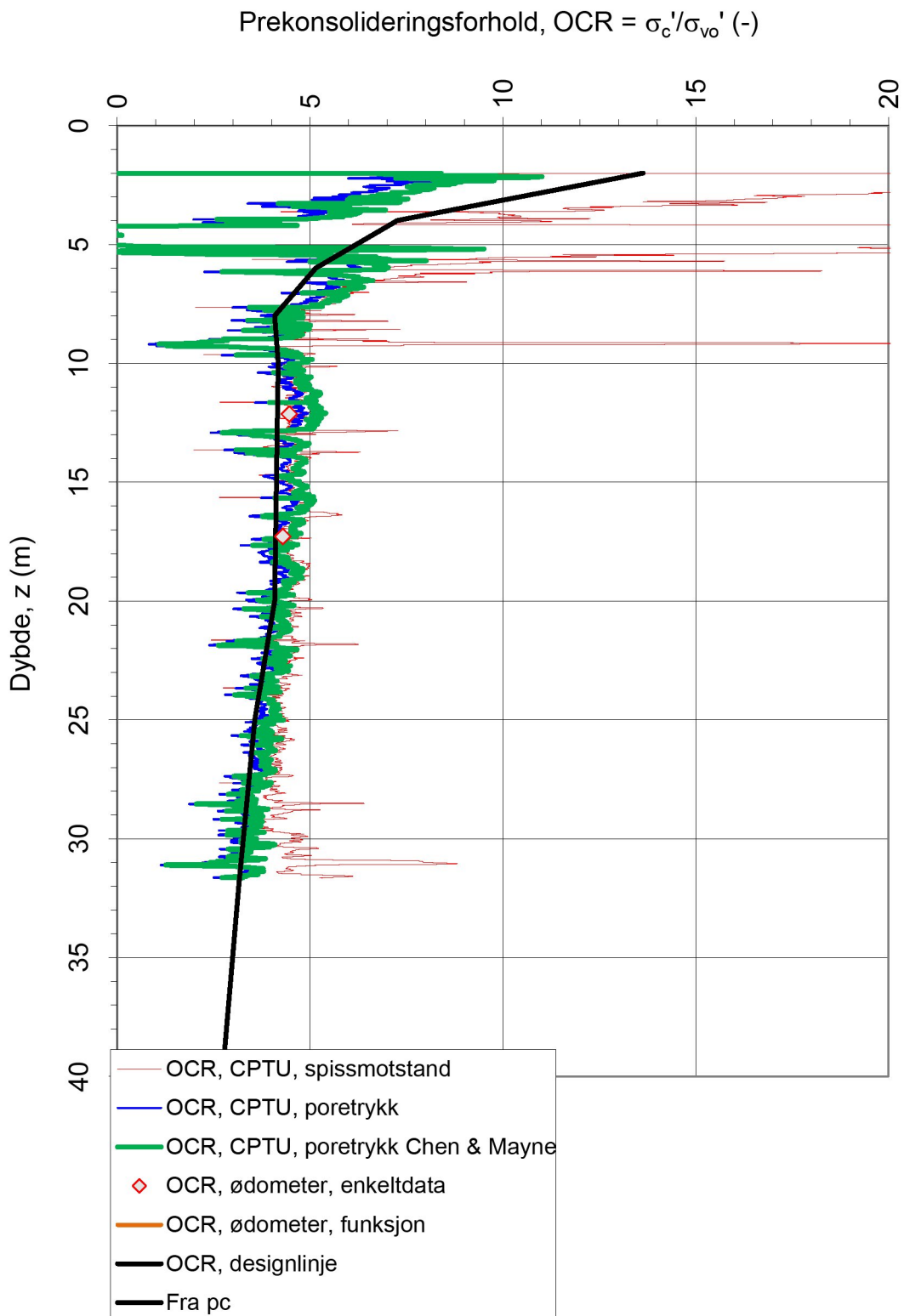
Versjon:
04.01.2012

Godkjent:
OAA

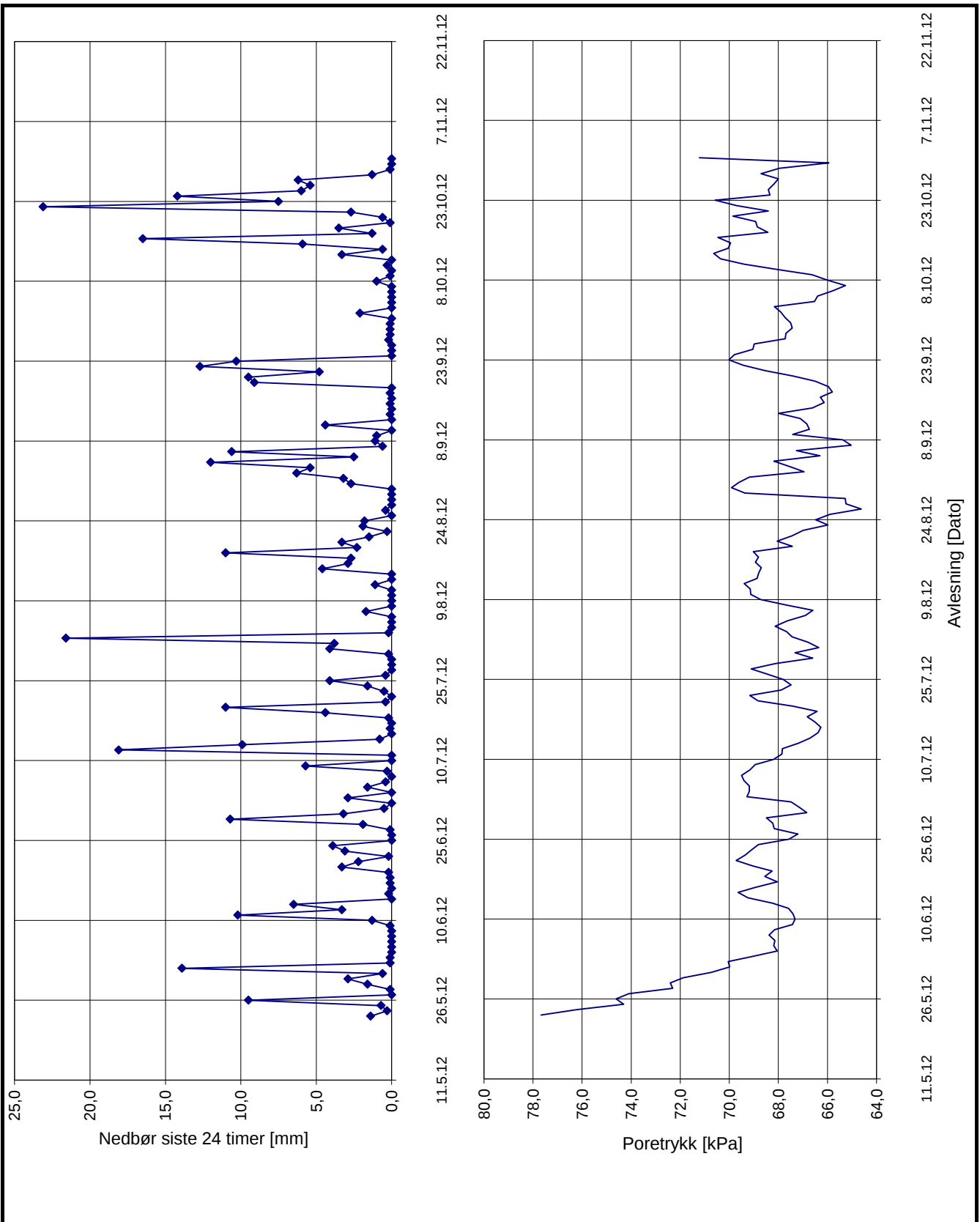
Revisjon:
A



| | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|---|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Katteskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB22 |
| Prekonsolideringsspenning σ_c' . | | | |  |
| CPTU id.: | B22 | Sonde: | 4354 | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 09.11.2012 | Tegnet: ANU | Kontrollert: RK | Godkjent: SGH |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 045.7 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: 01 |



| | | | | | |
|---|--------------------------|---|------------------------|---|--|
| Oppdragsgiver: Block Watne AS | | Oppdrag: Katteskogen - Område B | | Tegningens filnavn: 415342-2-RIG-BER-CPTB22 | |
| Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$. | | | | | |
| CPTU id.: | B22 | Sonde: | 4354 |  | |
| MULTICONSULT AS | Dato: 09.11.2012 | Tegnet: ANU | Kontrollert: RK | Godkjent: SGH | |
| | Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: 045.8 | Versjon: 04.01.2012 | Revisjon: 01 | |



PORETRYKKSUTVIKLING

PZ nr. 5370 Dybde: 16 m

Katteskogen Område B

Block Watne AS

PORETRYKKSUTVIKLING PZ. B19A

Konstr./Tegnet

anu

Dato

09.11.2012

TEGN.NR

RIG-TEG-070.1

Kontrollert

rk

Godkjent

sg

MULTICONSULT

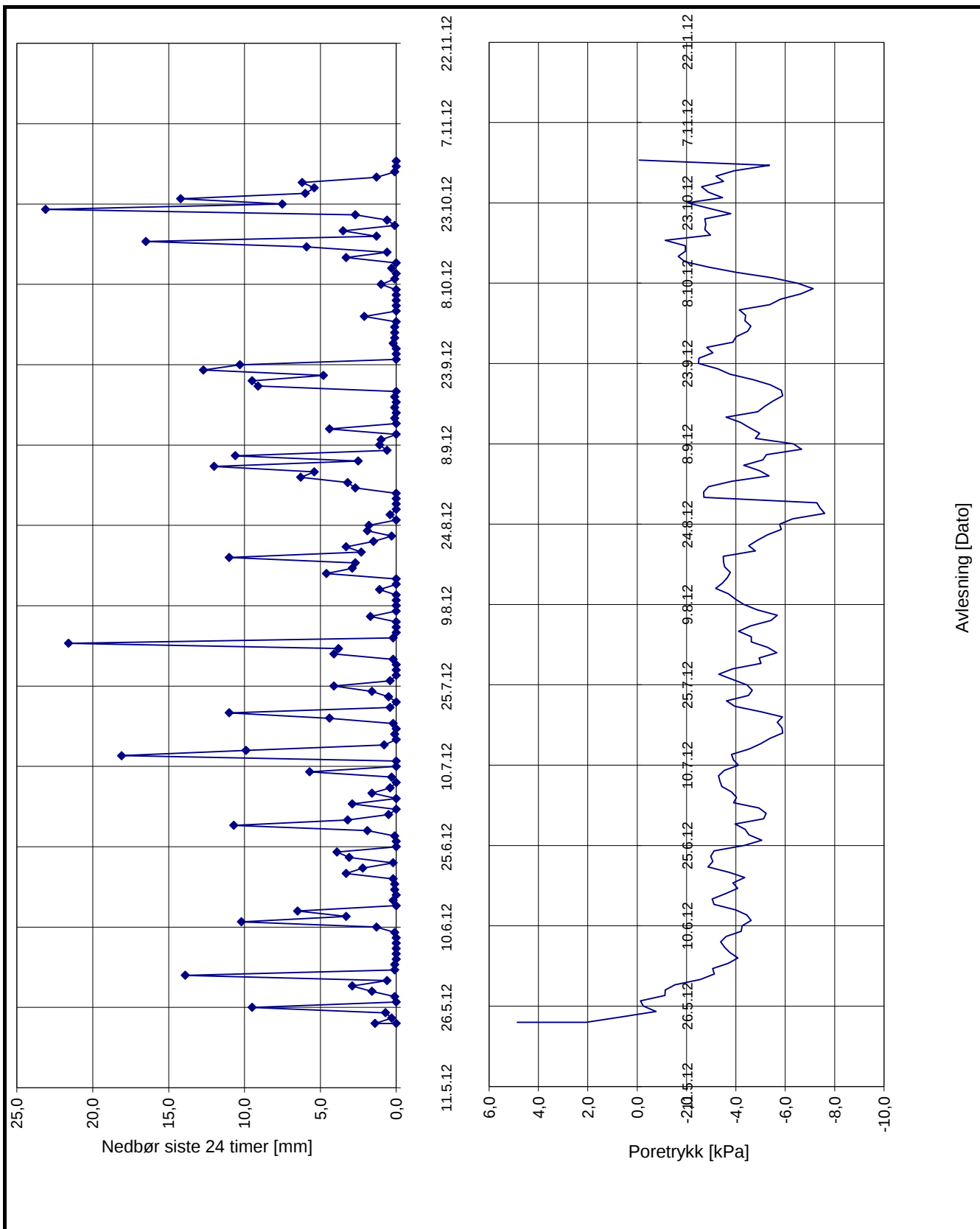
REV.

1

MULTICONSULT AS

OPPDRAG NR.

415342.2



Avlesning [Dato]

PORETRYKKSUTVIKLING

PZ nr. 5369 Dybde: 9 m

Katteskogen Område B

Block Watne AS

PORETRYKKSUTVIKLING PZ. B19B

Konstr./Tegnet

anu

Kontrollert

rk

Dato

09.11.2012

Godkjent

sg

MULTICONSULT



OPPDRAG NR.

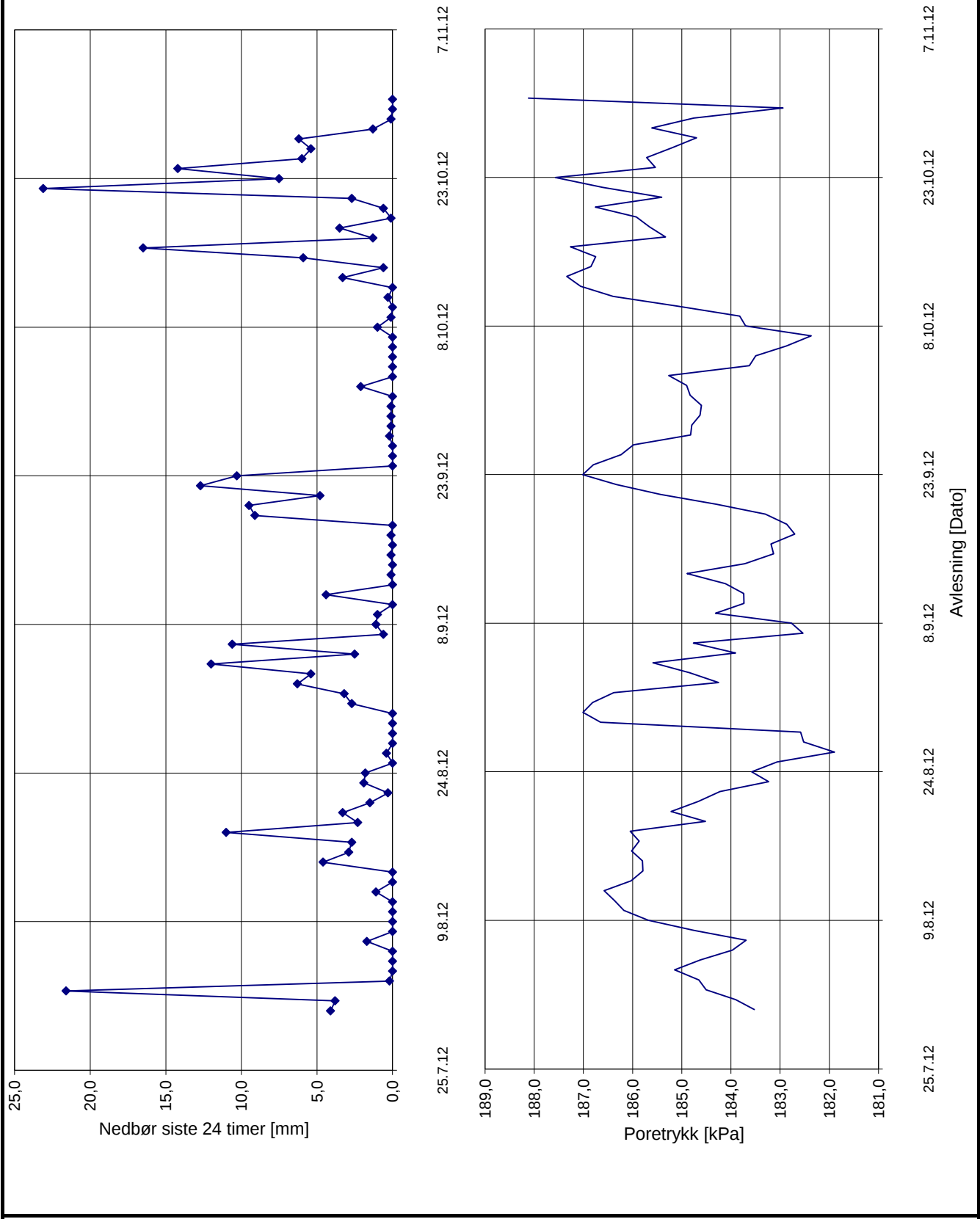
415342.2

TEGN.NR

RIG-TEG-070.2

REV.

1



PORETRYKKSUTVIKLING

PZ nr. 5365 Dybde: 13 m

Katteskogen Område B

Block Watne AS

PORETRYKKSUTVIKLING PZ. B22A

Konstr./Tegnet

anu

Kontrollert

rk

Dato

09.11.2012

Godkjent

sg

MULTICONSULT



OPPDRAG NR.

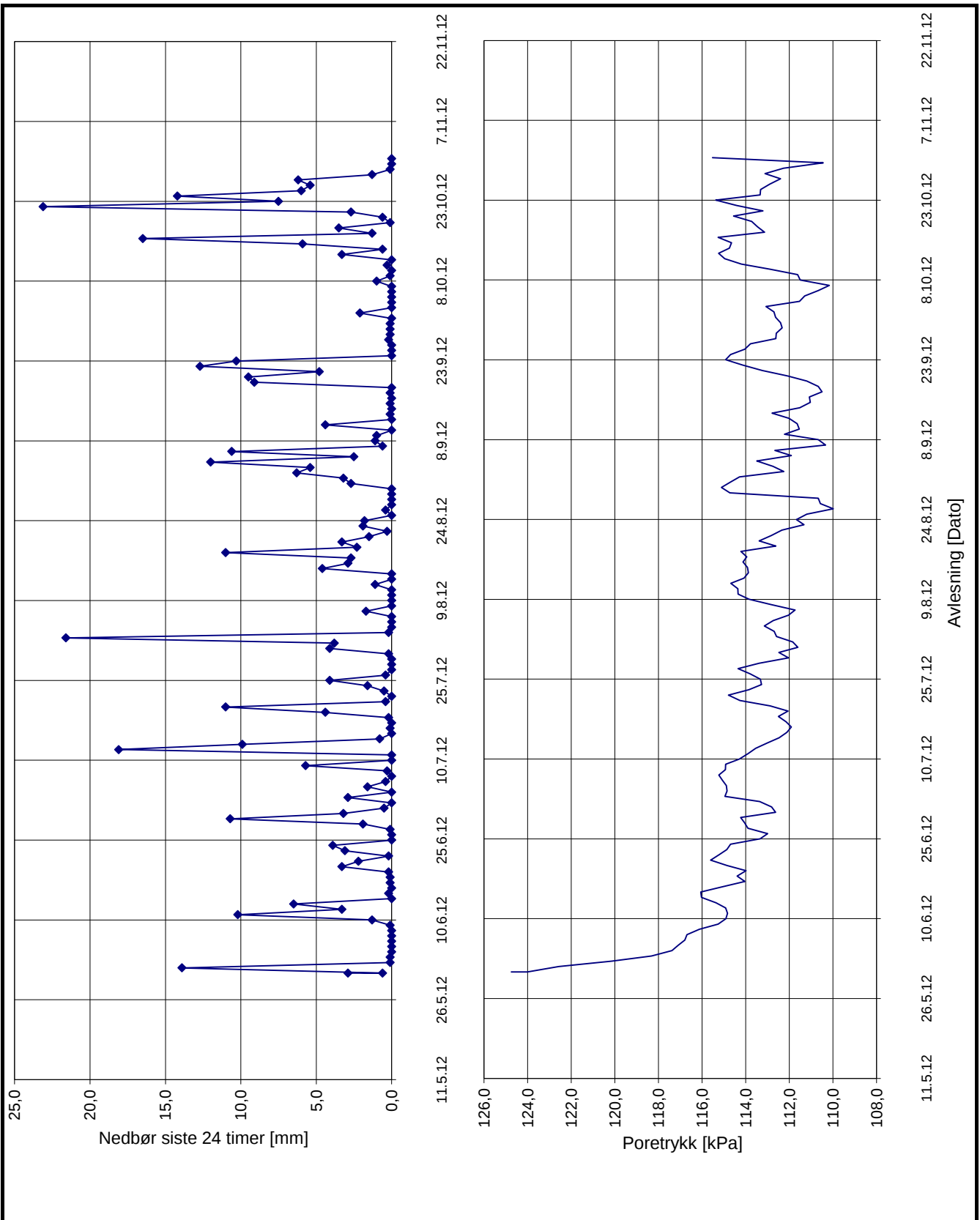
415342.2

TEGN.NR

RIG-TEG-071.1

REV.

1



PORETRYKKSUTVIKLING

PZ nr. 5366 Dybde: 8 m

Katteskogen Område B

Block Watne AS

PORETRYKKSUTVIKLING PZ. B22B

Konstr./Tegnet

anu

Kontrollert

rk

Dato

09.11.2012

Godkjent

sg

MULTICONSULT



OPPDRAK NR.

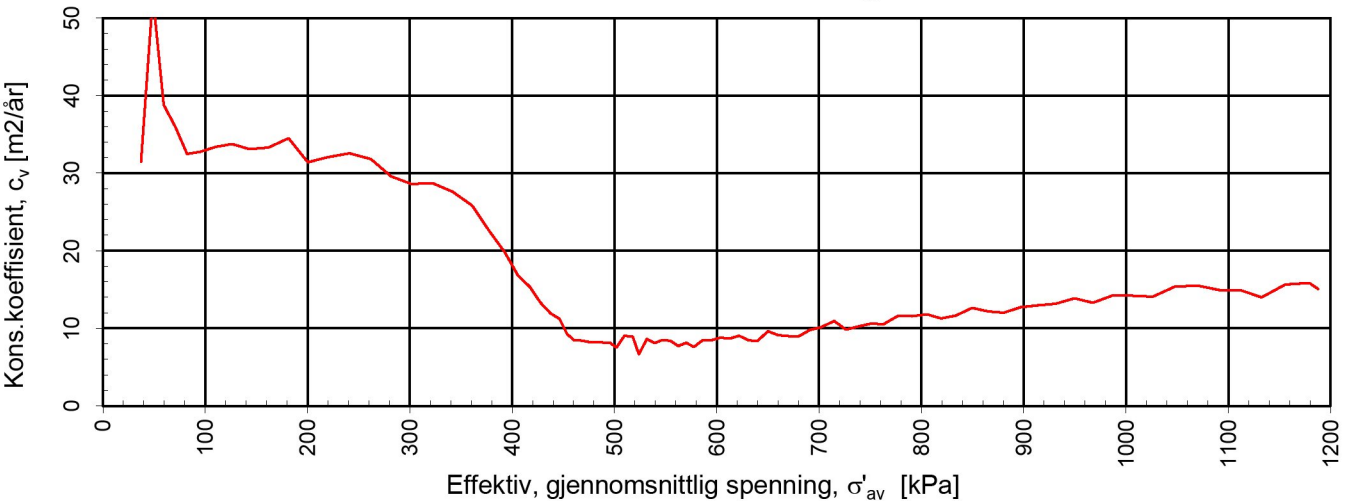
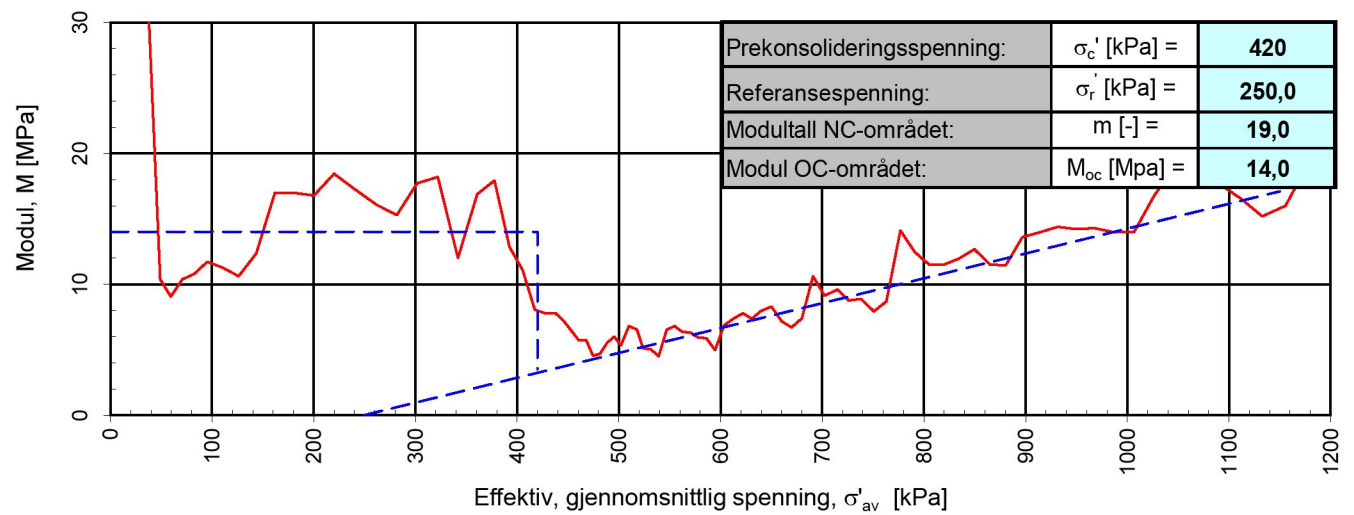
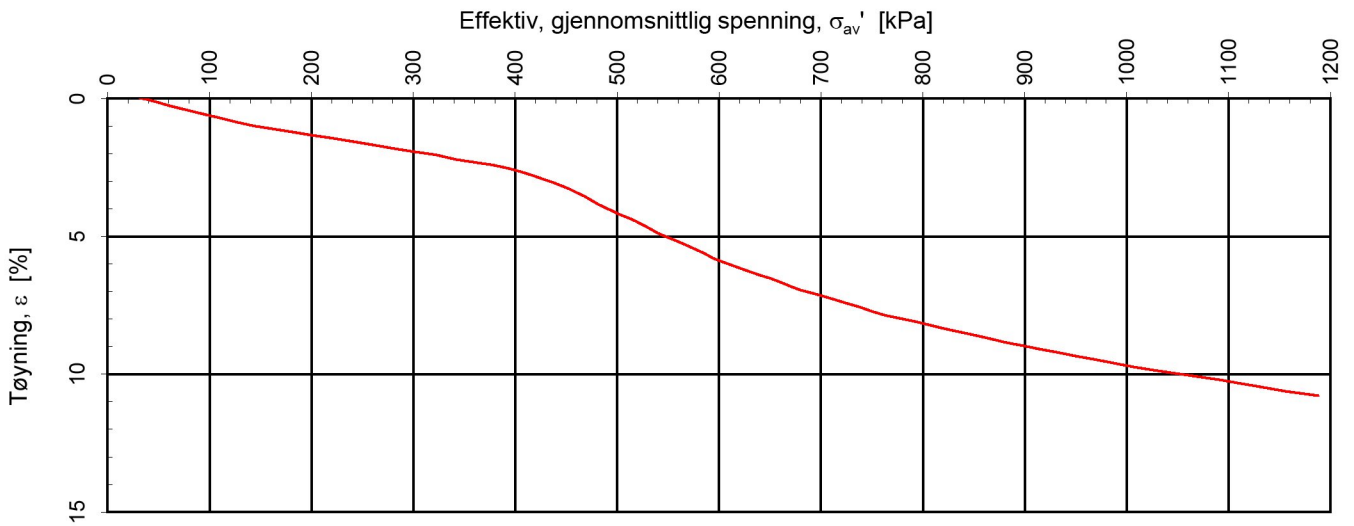
415342.2

TEGN.NR

RIG-TEG-71.2

REV.

1



Block Watne AS
Katteskogen-Område B

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

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-TEG-075_hB19,17.4m.xlsx



MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:
 16.07.2012

Dybde, z (m):
 17,40

Borpunkt nr.:
 B19

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 anu

Kontrollert:
 rk

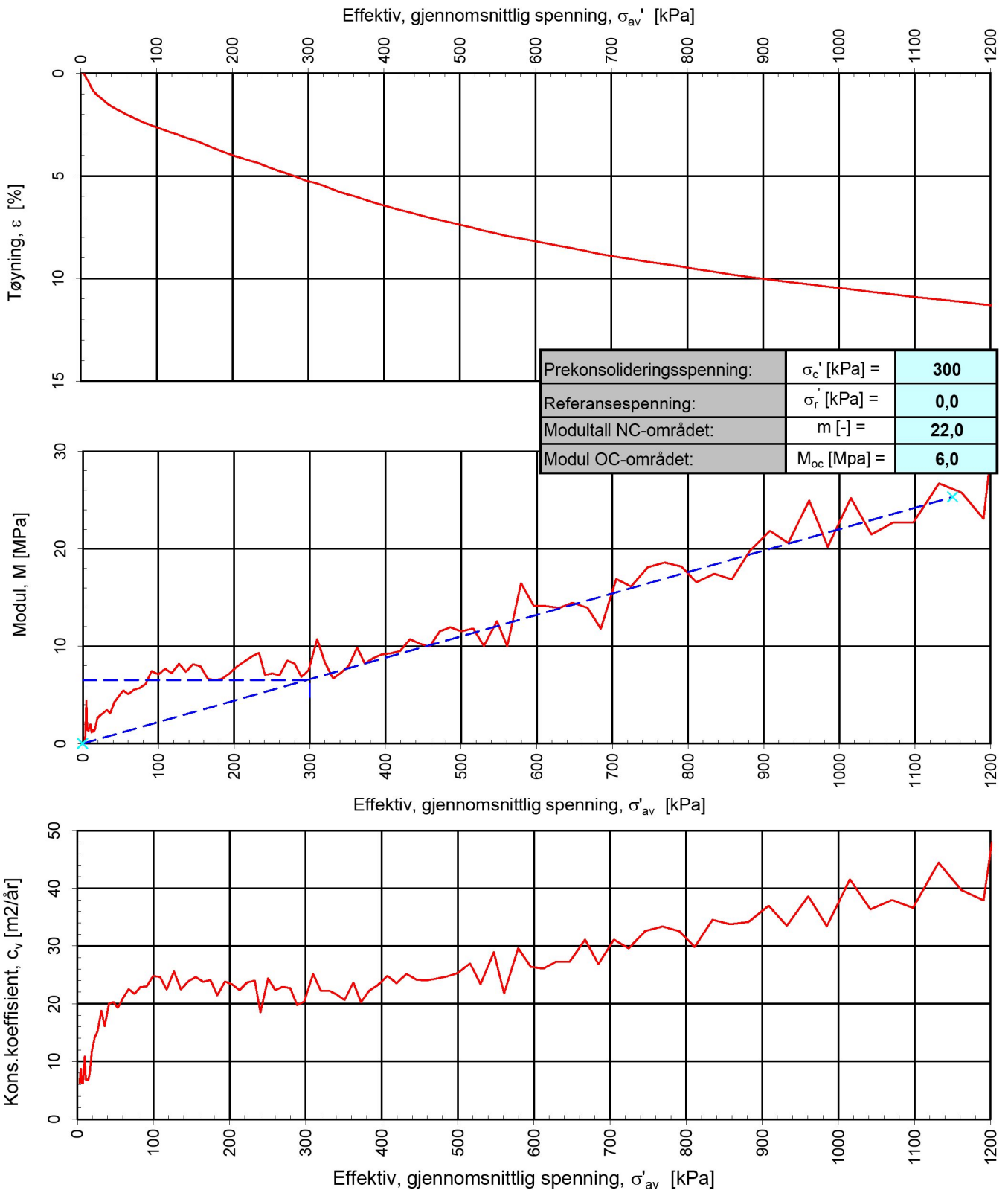
Godkjent:
 sgh

Oppdrag nr.:
 415342.2

Tegning nr.:
 RIG-TEG-075.3

Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 01.06.2011



Block Watne
Katteskogen-Område B

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

Tegningens filnavn:

415432-2-RIG-TEG-076_hB19, 19.48m.xlsx



MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

10.07.2012

Dybde, z (m):

19,48

Borpunkt nr.:

B19

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

anu

Kontrollert:

rk

Godkjent:

sg

Oppdrag nr.:

415342.2

Tegning nr.:

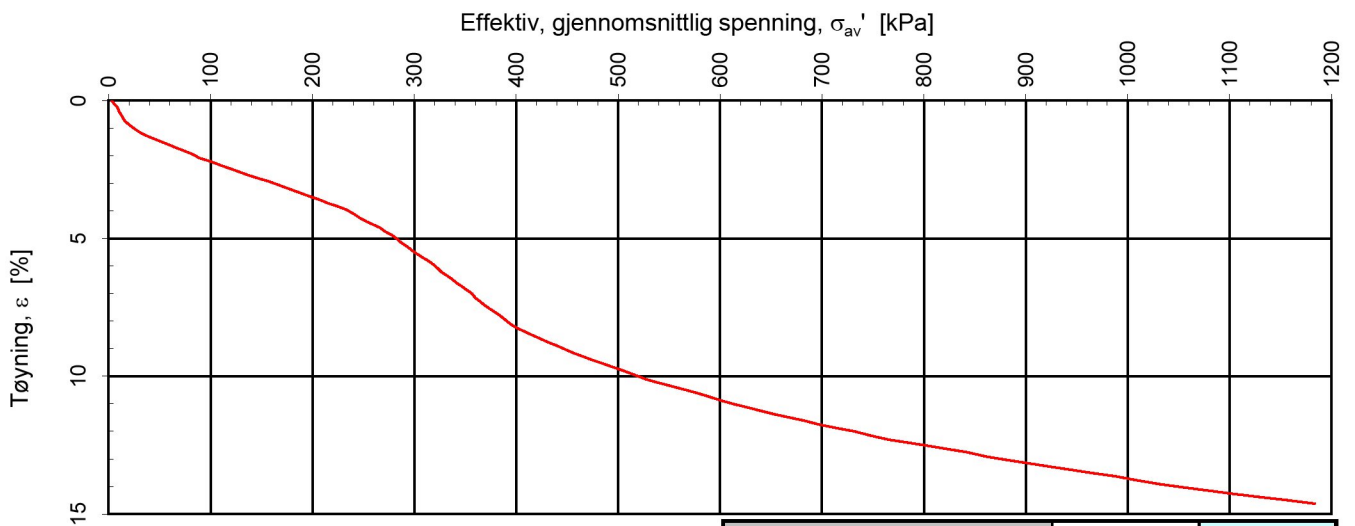
RIG-TEG-076.3

Prosedyre:

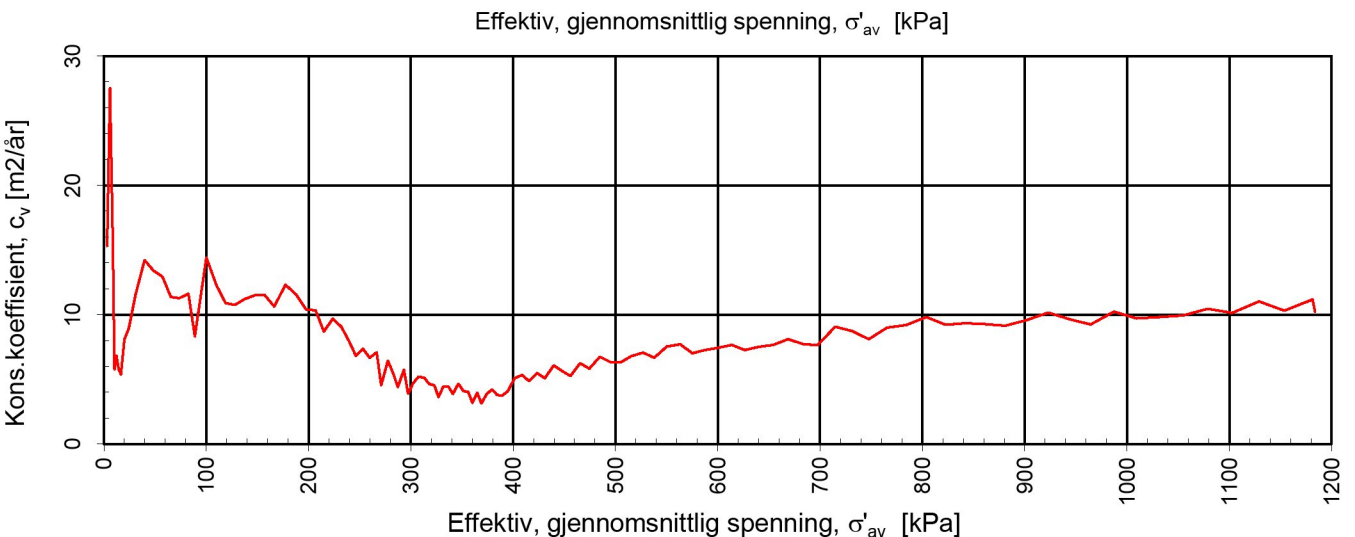
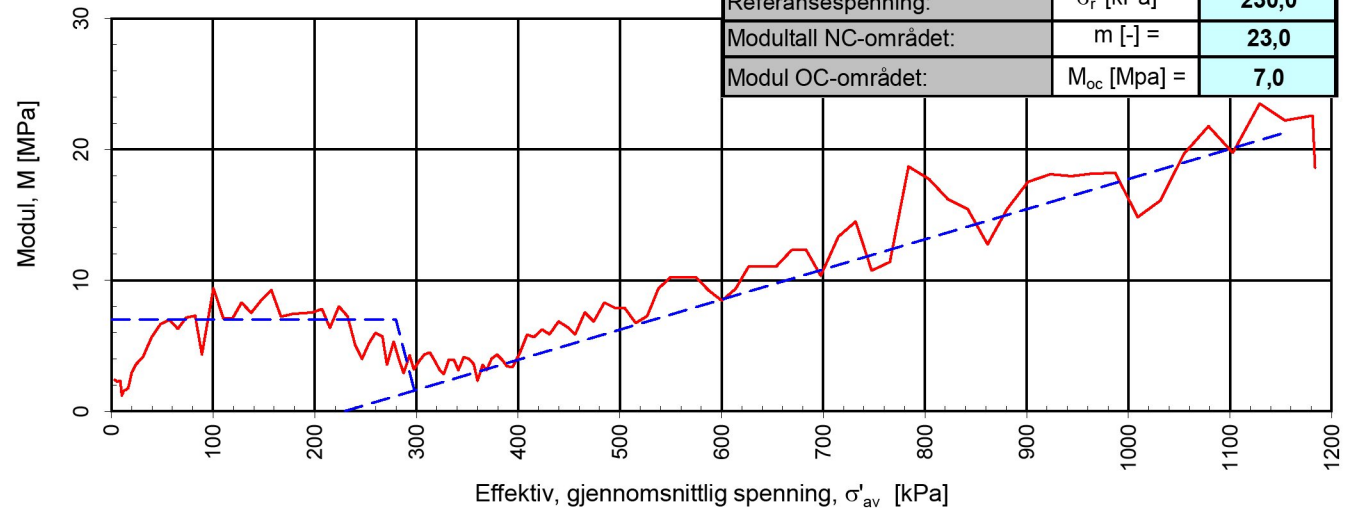
CRS

Programrevisjon:

01.06.2011



| | | |
|----------------------------|---------------------|--------------|
| Prekonsolideringsspenning: | σ'_c [kPa] = | 300 |
| Referansespenning: | σ'_r [kPa] = | 230,0 |
| Modultall NC-området: | m [-] = | 23,0 |
| Modul OC-området: | M_{oc} [Mpa] = | 7,0 |



Block Watne AS
Katteskogen-Område B

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-TEG-077_hB22, 12.15m.xlsx

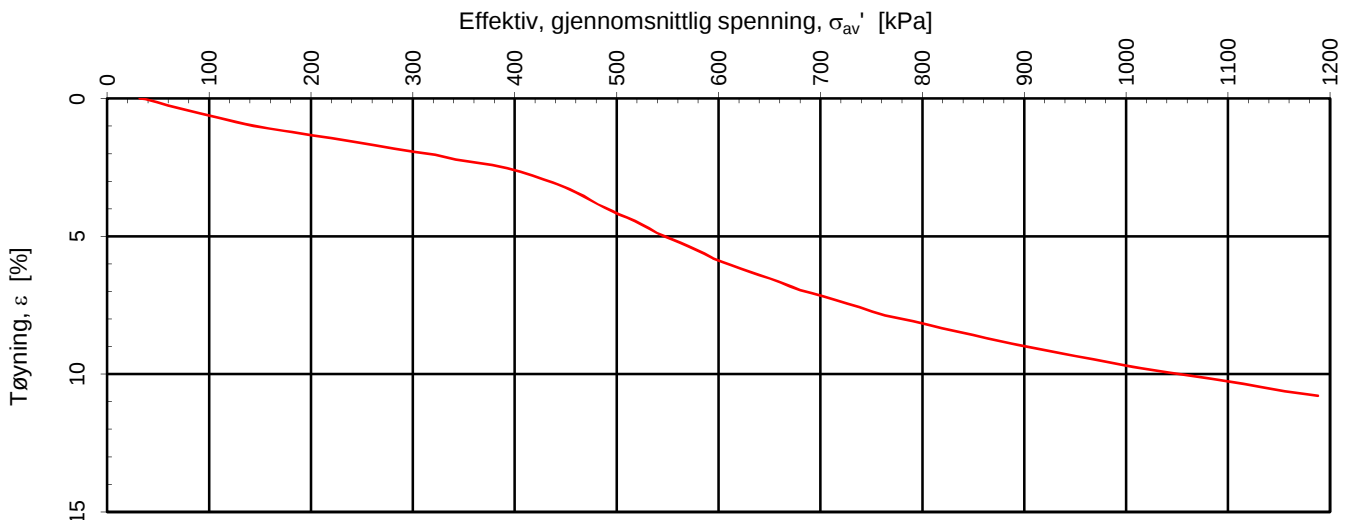


MULTICONSULT AS

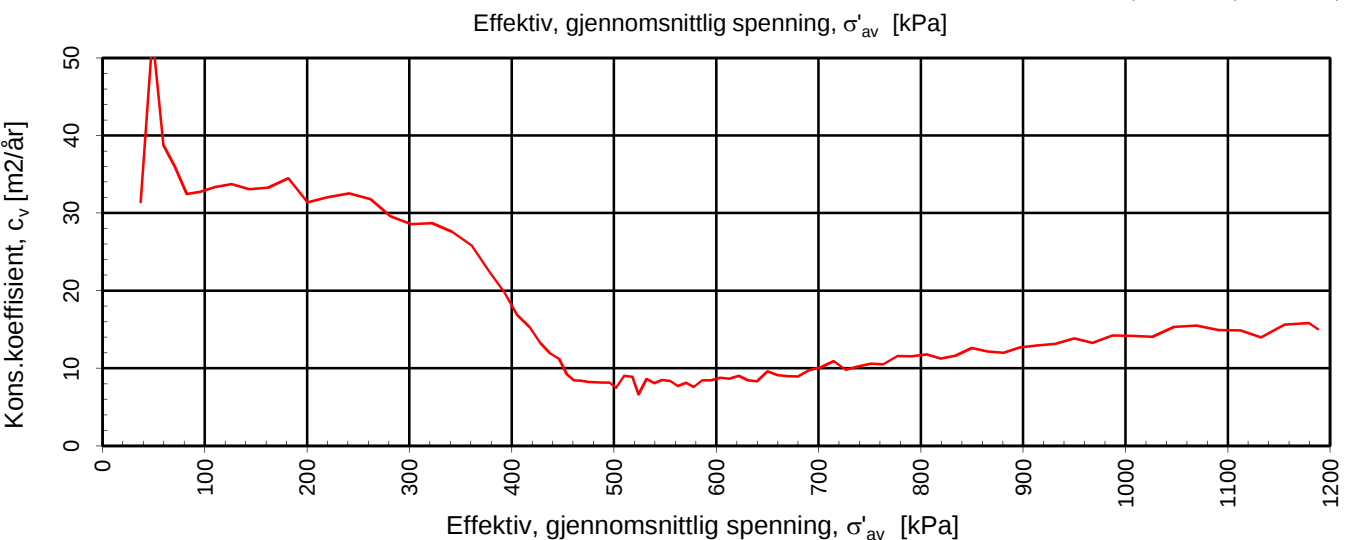
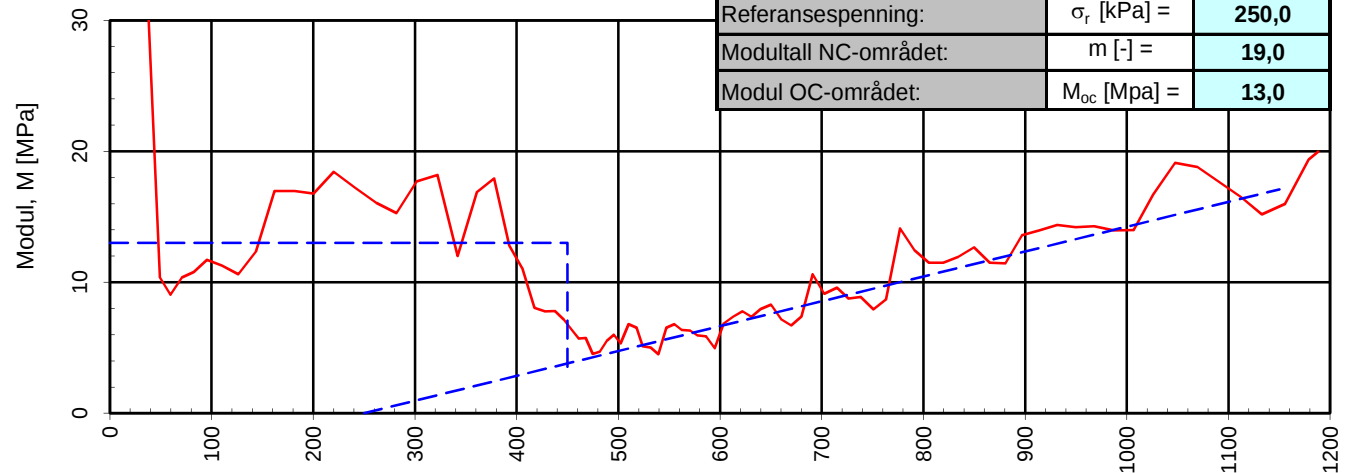
Sluppenvegen 23,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00

| | | |
|----------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Forsøksdato: 24.07.2012 | Dybde, z (m): 12,15 | Borpunkt nr.: B22 |
| Forsøknr.: 3 | Tegnet av: anu | Kontrollert: rk |
| Oppdrag nr.: 415342.2 | Tegning nr.: RIG-TEG-077.3 | Prosedyre: CRS |

| |
|--------------------------------|
| Godkjent: sgh |
| Programrevisjon: 01.06.2011 |



| | | |
|----------------------------|---------------------|-------|
| Prekonsolideringsspenning: | σ'_c [kPa] = | 450 |
| Referansespenning: | σ'_r [kPa] = | 250,0 |
| Modultall NC-området: | m [-] = | 19,0 |
| Modul OC-området: | M_{oc} [Mpa] = | 13,0 |



Block Watne AS
Katteskogen-Område B

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ'_{av} - ϵ_a , M og c_v .

Tegningens filnavn:

415342-2-RIG-TEG-078_hB22, 17.3m.xlsx



MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:
 23.07.2012

Dybde, z (m):
 17,30

Borpunkt nr.:
 B22

Forsøknr.:
 4

Tegnet av:
 anu

Kontrollert:
 sgh

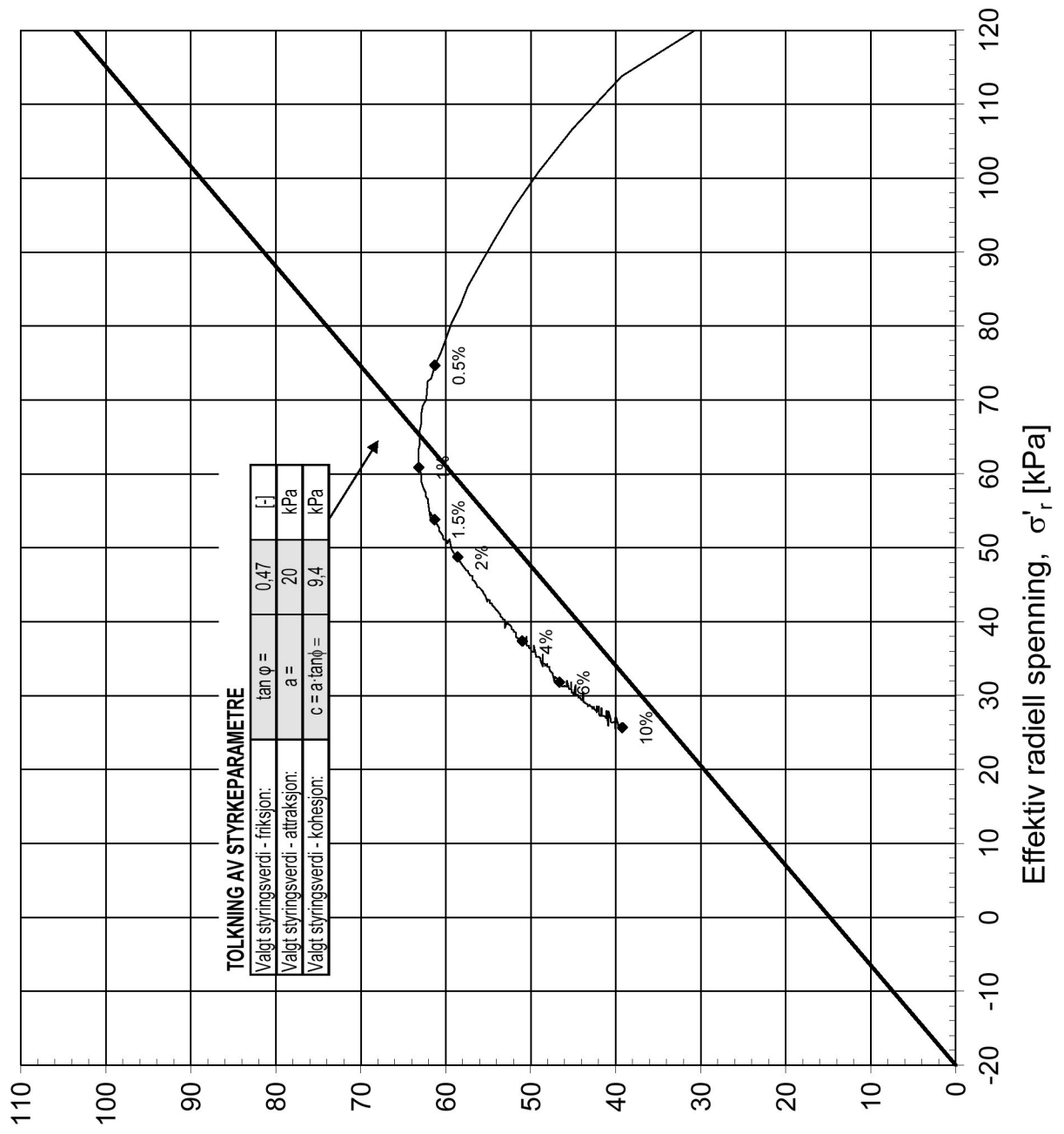
Godkjent:
 oaa

Oppdrag nr.:
 415342.2

Tegning nr.:
 RIG-TEG-078.3

Prosedyre:
 CRS

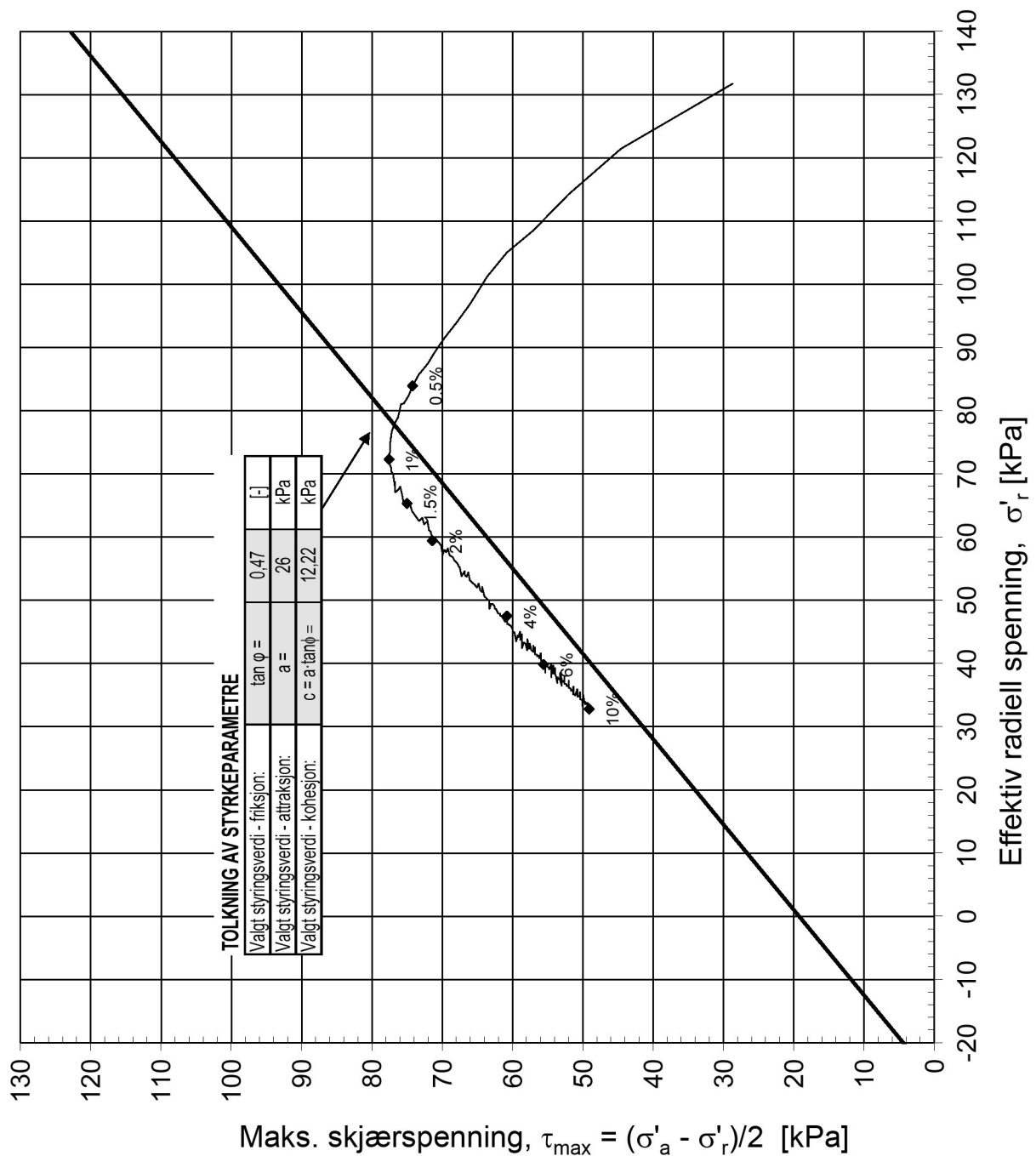
Programrevisjon:
 01.06.2011



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

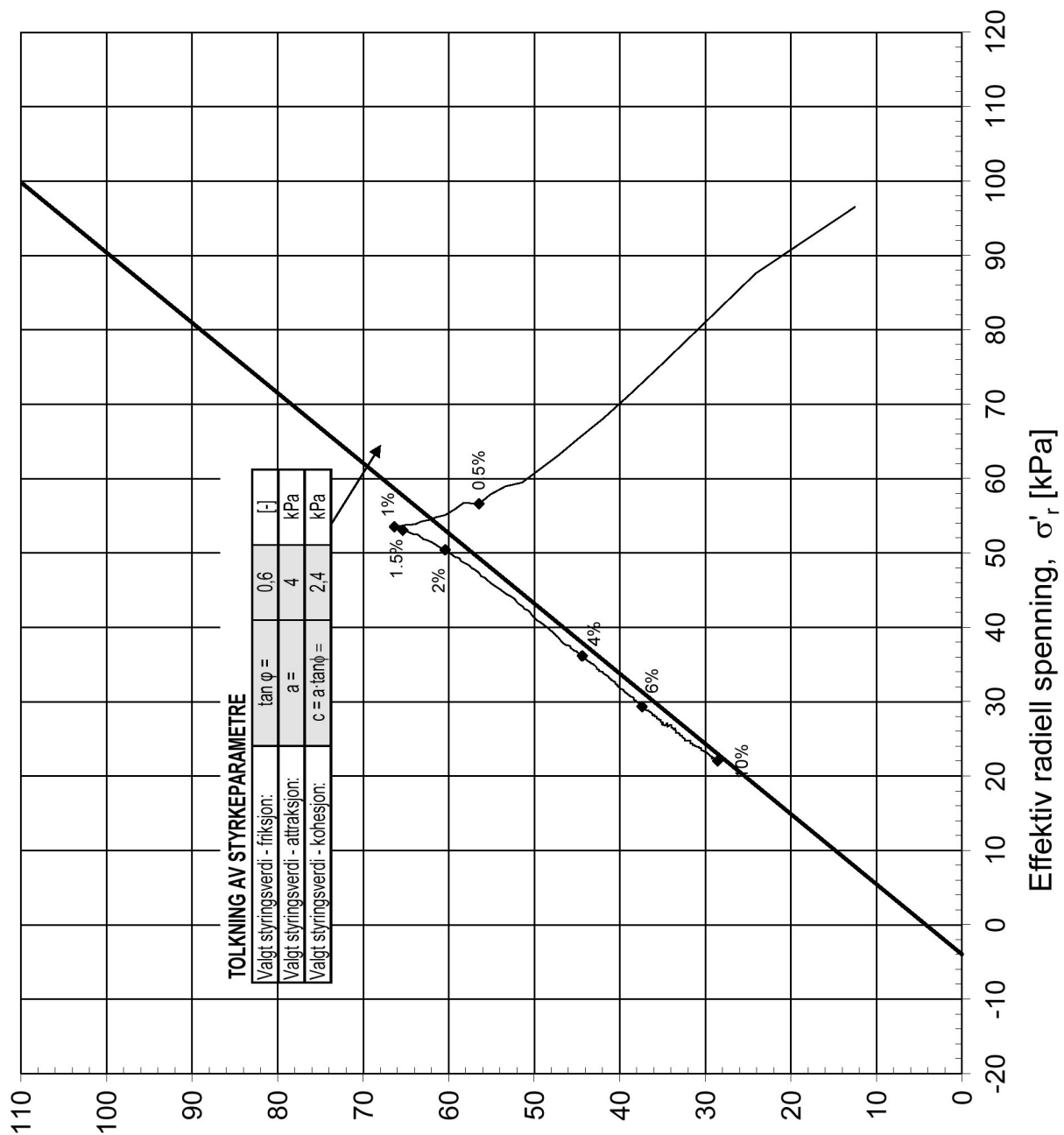
| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Konsolideringsspenning, aksial: | σ'_{ac} (kPa): | 175,94 |
| Konsolideringsspenning, radial: | σ'_{rc} (kPa): | 123,05 |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: | 3,81 |
| Baktrykk u_b (kPa): | 400 | B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,66 |
| Vanninnhold w_i (%): | 30,05 | Densitet ρ_i (g/cm ³): 1,98 |

| | | | |
|--|-----------------------|---------------|-----------------------------------|
| Block Watne AS | Prøvekvalitet | | Tegningens filnavn: |
| | | | 415342-2-RIG-TEG-079_hB19, 17,65m |
| Katteskogen-Område B | Etter volumtøyning: | | |
| | Etter poreallsending: | | |
| Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott. | | | |
| MULTICONSULT AS Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30 | Forsøksdato: | Dybde, z (m): | Borpunkt nr.: |
| | 16.07.2012 | 17,65 | B19 |
| | Forsøk nr.: | Tegnet: | Kontrollert: |
| 1 | TRUK | ANU | SGH |
| Oppdrag nr.: | Tegning nr.: | Prosedyre: | Programrevisjon: |
| 415342.2 | RIG-TEG-079.5 | CAUa | 02.02.2011 |



| | | |
|------------------------------------|---|--|
| Konsolideringsspenning, aksial: | σ'_{ac} (kPa): | 189,06 |
| Konsolideringsspenning, radial: | σ'_{rc} (kPa): | 131,71 |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | $\varepsilon_{vol} (\%) = \Delta V/V_0$: | 2,92 |
| Baktrykk u_b (kPa): | 400 | B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,71 |
| Vanninnhold w_i (%): | 32,75 | Densitet ρ_i (g/cm ³): 2,01 |

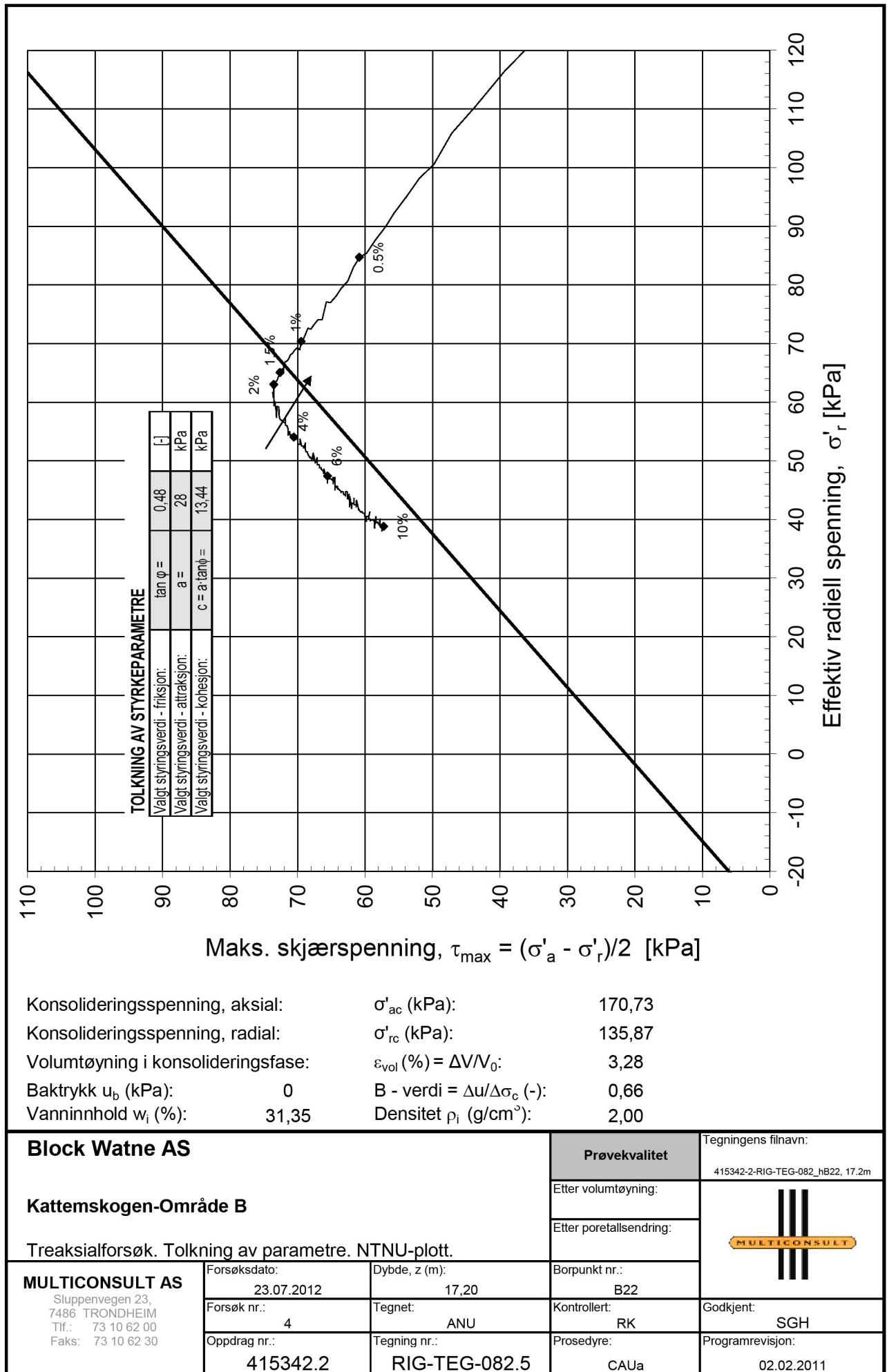
| | | | |
|--|-----------------------|---------------|----------------------------------|
| Block Watne | Prøvekvalitet | | Tegningens filnavn: |
| | | | 415342-2-RIG-TEG-080_hB19, 19.3m |
| Kattenskogen-Område B | Etter volumtøyning: | | |
| | Etter poreallsending: | | |
| Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott. | | | |
| MULTICONSULT AS Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30 | Forsøksdato: | Dybde, z (m): | Borpunkt nr.: |
| | 10.07.2012 | 19,30 | B19 |
| | Forsøk nr.: | Tegnet: | Kontrollert: |
| 2 | TRUK | ANU | SGH |
| Oppdrag nr.: | Tegning nr.: | Prosedyre: | Programrevisjon: |
| 415342.2 | RIG-TEG-080.5 | CAUa | 02.02.2011 |

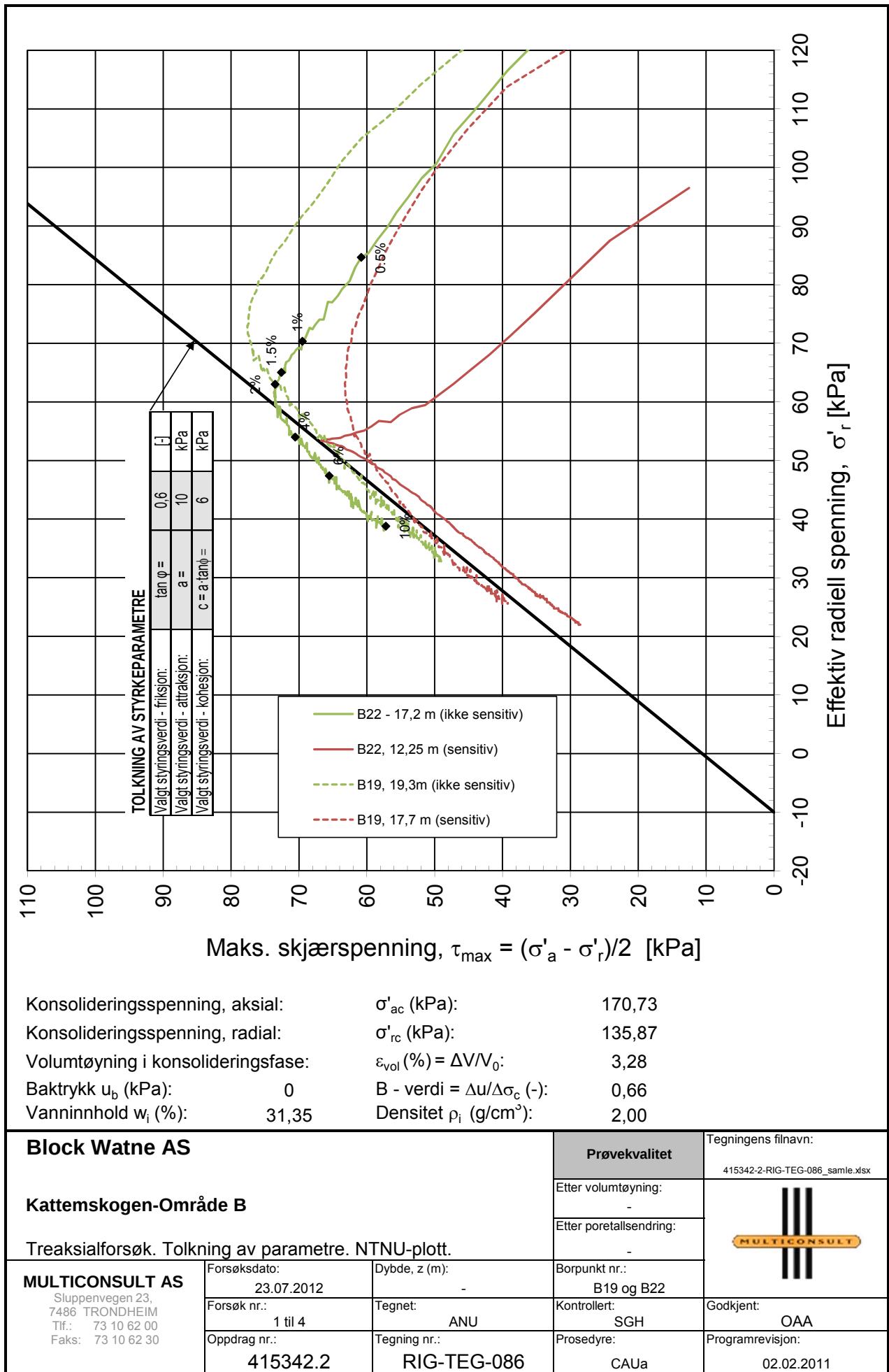


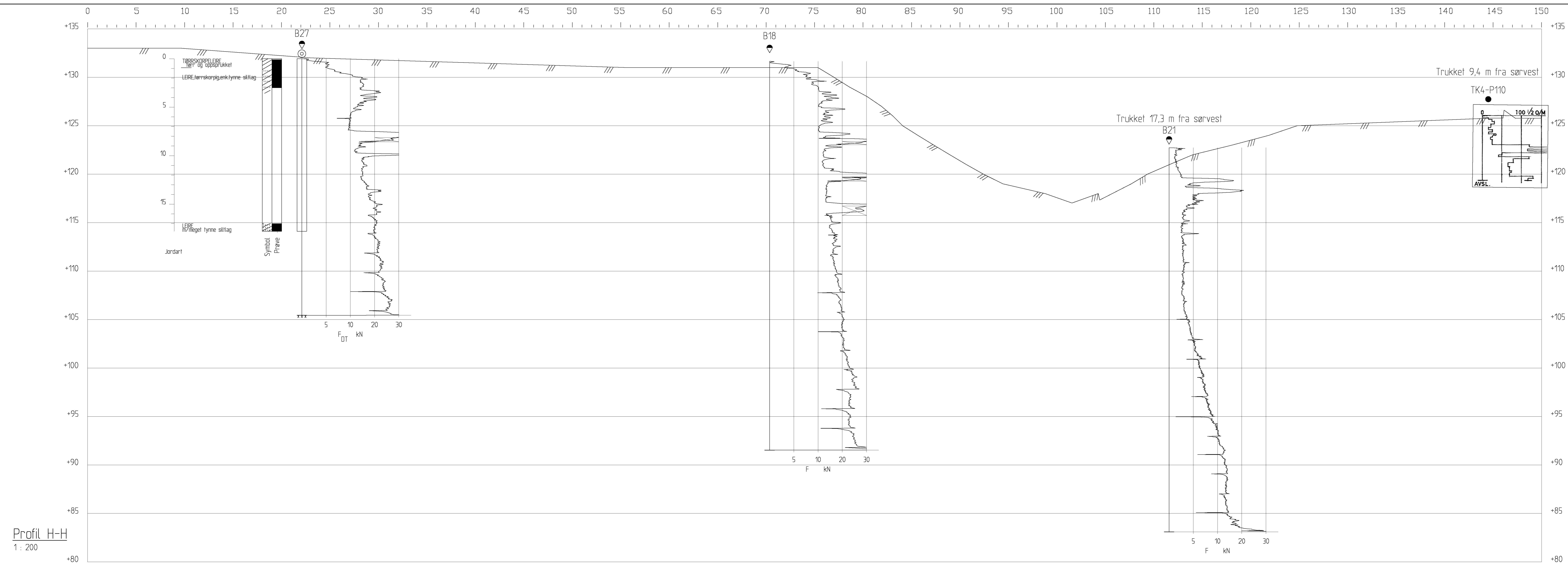
Maks. skjærspenning, $\tau_{max} = (\sigma'_a - \sigma'_r)/2$ [kPa]

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Konsolideringsspenning, aksial: | σ'_{ac} (kPa): | 121,50 |
| Konsolideringsspenning, radial: | σ'_{rc} (kPa): | 96,49 |
| Volumtøyning i konsolideringsfase: | ε_{vol} (%) = $\Delta V/V_0$: | 3,70 |
| Baktrykk u_b (kPa): | 400 | B - verdi = $\Delta u/\Delta \sigma_c$ (-): 0,94 |
| Vanninnhold w_i (%): | 29,54 | Densitet ρ_i (g/cm ³): 1,99 |

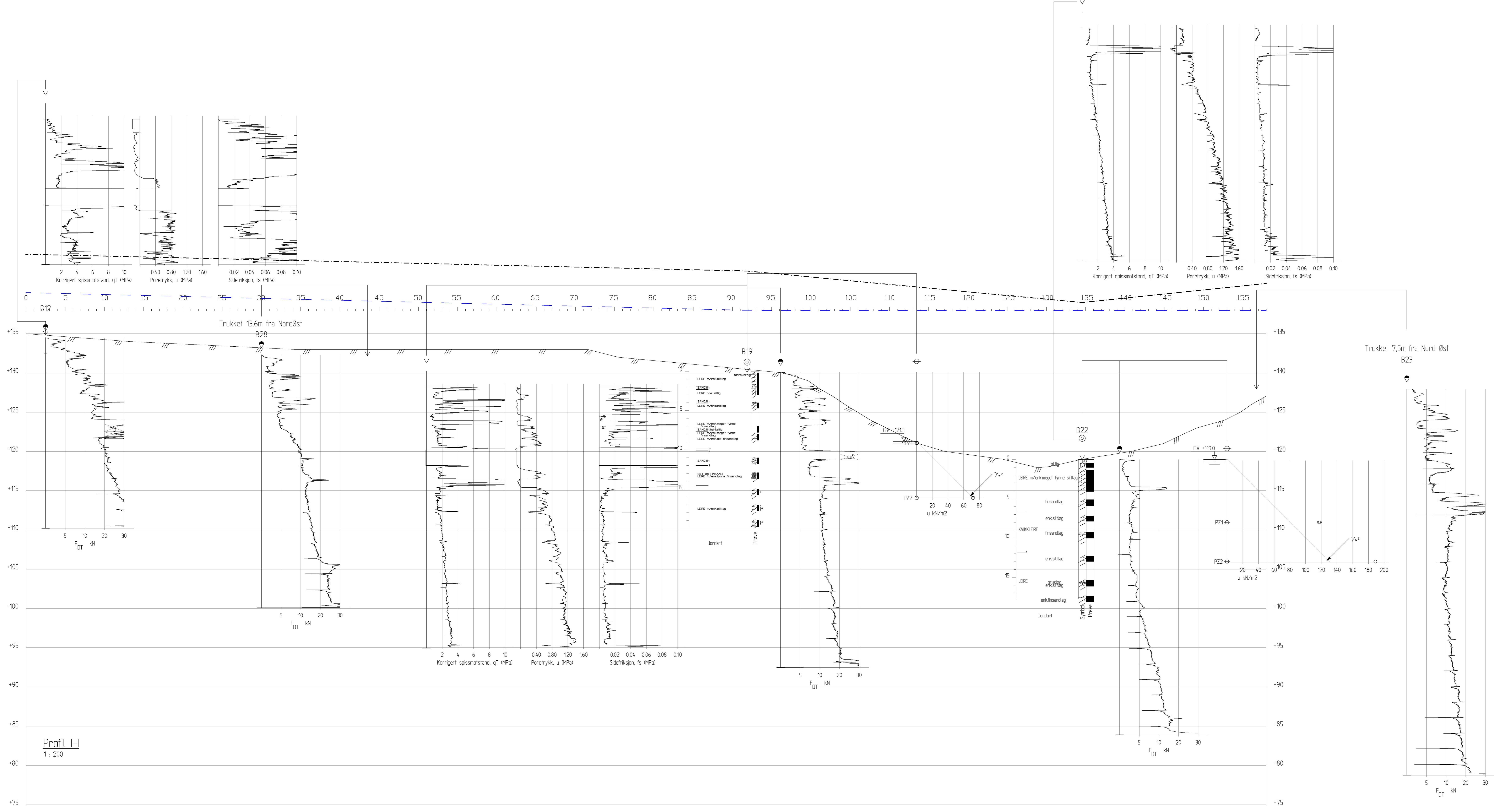
| | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------------|------------------|-----------|
| Block Watne AS | Prøvekvalitet | Tegningens filnavn: | | |
| | | 415432-2-RIG-TEG-081_hB22_12.25m | | |
| Kattenskogen-Område B | Etter volumtøyning: | | | |
| | Etter poreallsending: | | | |
| Treaksialforsøk. Tolkning av parametre. NTNU-plott. | | | | |
| MULTICONSULT AS Sluppenvegen 23, 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 Faks: 73 10 62 30 | Forsøksdato: | Dybde, z (m): | Borpunkt nr.: | |
| | - | 12,25 | B22 | |
| | Forsøk nr.: | Tegnet: | Kontrollert: | Godkjent: |
| | 3 | ANU | RK | SGH |
| Oppdrag nr.: | Tegning nr.: | Prosedyre: | Programrevisjon: | |
| 415432.2 | RIG-TEG-081.5 | CAUa | 02.02.2011 | |







Profil H-H
1: 200



Profil I-I
1: 200

| | | |
|------------------|---------------|-------|
| Tegnings-tittel: | Tegnings-nr.: | Rev.: |
|------------------|---------------|-------|

- ### TEGNFORKLARING
- DRESSERENING
 - ENKEL SONDING
 - ▽ RAMSONDING
 - TOTALSONDING
 - FJELLKONTROLLBORING
 - KJERNEBORING
 - DREIERKJERNSONDING
 - SVAKLEITENING
 - PRØVESERIE
 - PRØVEGRUPP
 - ▽ TRYKKSONDING
 - TREKSTREKKSØNDRING
 - SVAKT FJELLSØNDRING
 - + VINGEBORING
 - PORETRYKKNÅLING
 - FJELL I GÅSEN

KARTGRUNNLAG: Digital kort Trondheim Kommune
 KOSTERBASIS: LSP 1001 84 RICE 3004
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 UTGANGSPUNKT FOR INNELÅSING: GPS OPUS

REVISJONER

Tilleggs boringer er utført i henholdsvis kommunale kartfagte samt tidligere rapporter og kan ha noe avvik. Tilleggs boringer er utført med lysdeler foran borertårn.

101-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-305 (1975)-SKOVDALVEGEN HEMDAL
 102-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-404 (1975)-UTGANGEN HEMDALVEGEN 21
 103-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-641 (1984)-KULLELATA RAMPSTADVEGEN
 104-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-827 (1984)-KATTENSKOGEN 64-66
 105-X BORINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-1033 (1997)-HEMDALVEGEN 55
 30-A-X BORINGER FRA STATENS VEKSTEN RAPPORT NR. 20207281-001 (2010)-GANG- OG SVØKKEVEGEN HEMDALVEGEN

| | | | | | |
|--------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ansatt | 21.08.2012 | 21.08.2012 | 21.08.2012 | 21.08.2012 | 21.08.2012 |
| ANS | ANS | ANS | ANS | ANS | ANS |
| ANS | ANS | ANS | ANS | ANS | ANS |
| ANS | ANS | ANS | ANS | ANS | ANS |
| ANS | ANS | ANS | ANS | ANS | ANS |
| ANS | ANS | ANS | ANS | ANS | ANS |

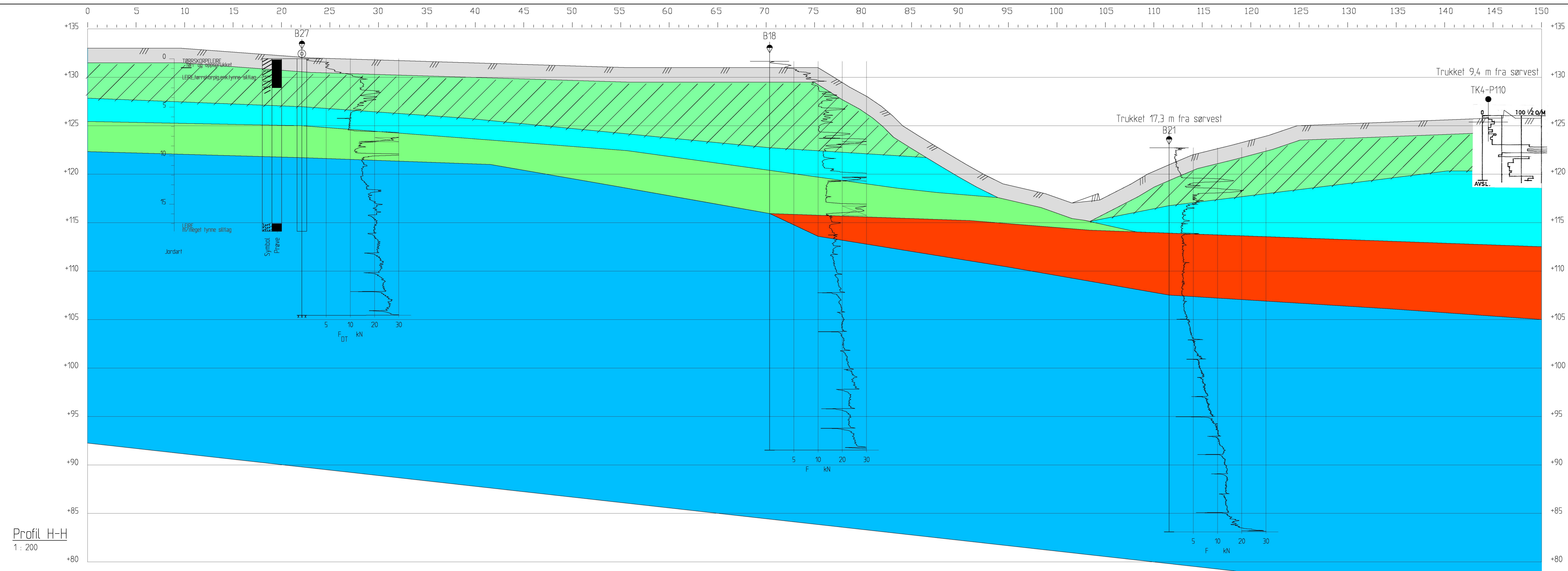
Block Watne AS
 Kattenskoen, Område B
 Grunnderundersøkelser

Profil H-H og I-I
 Borplan

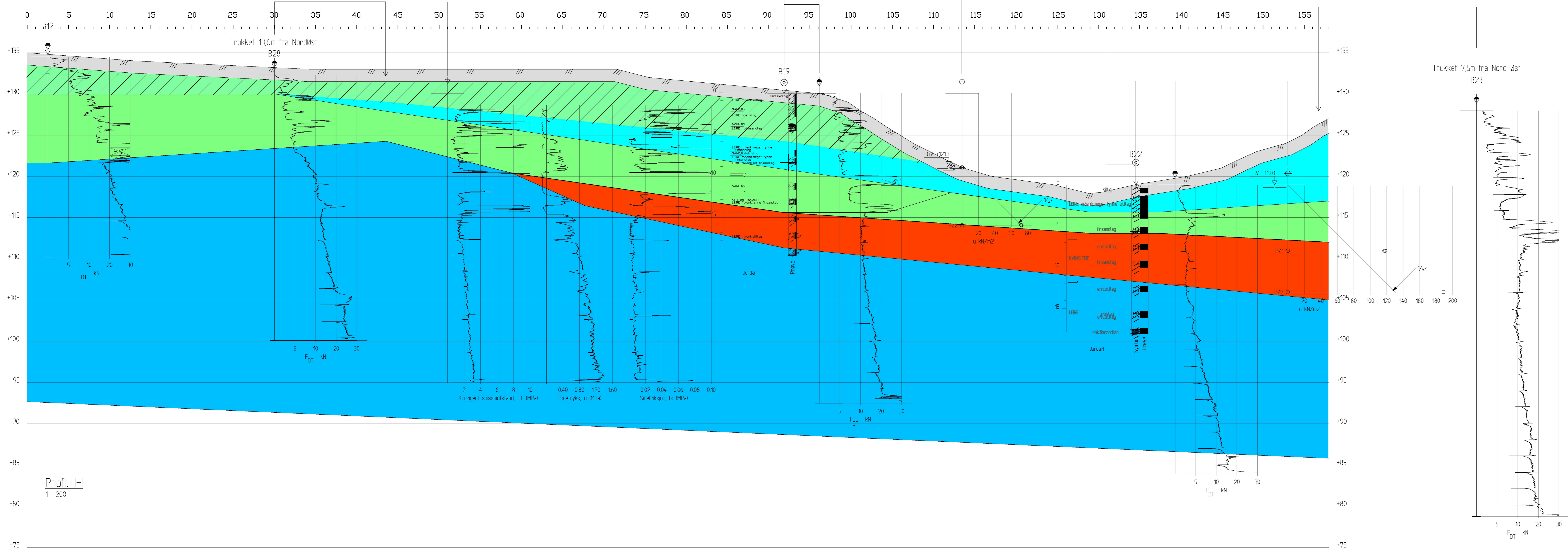
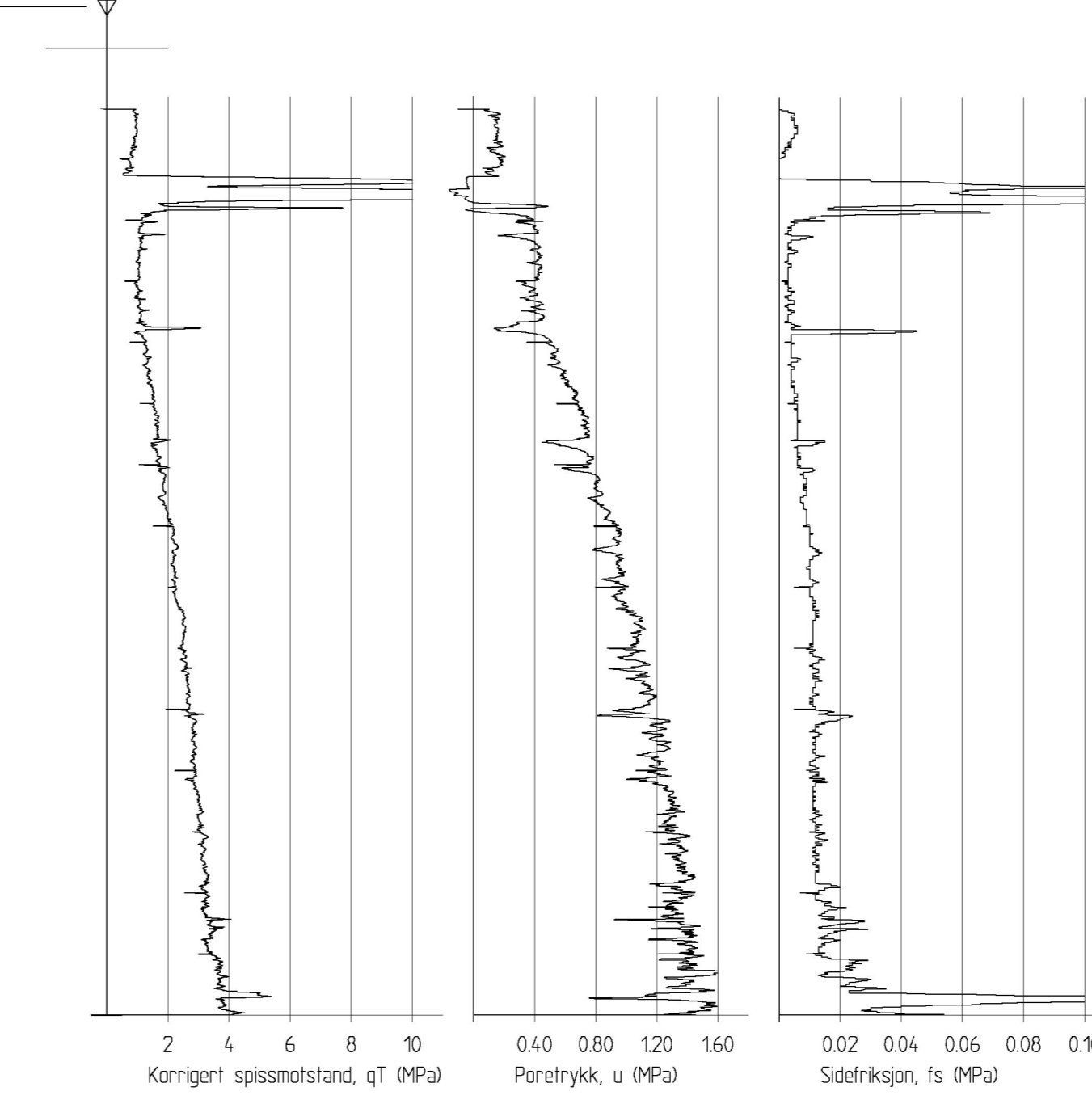
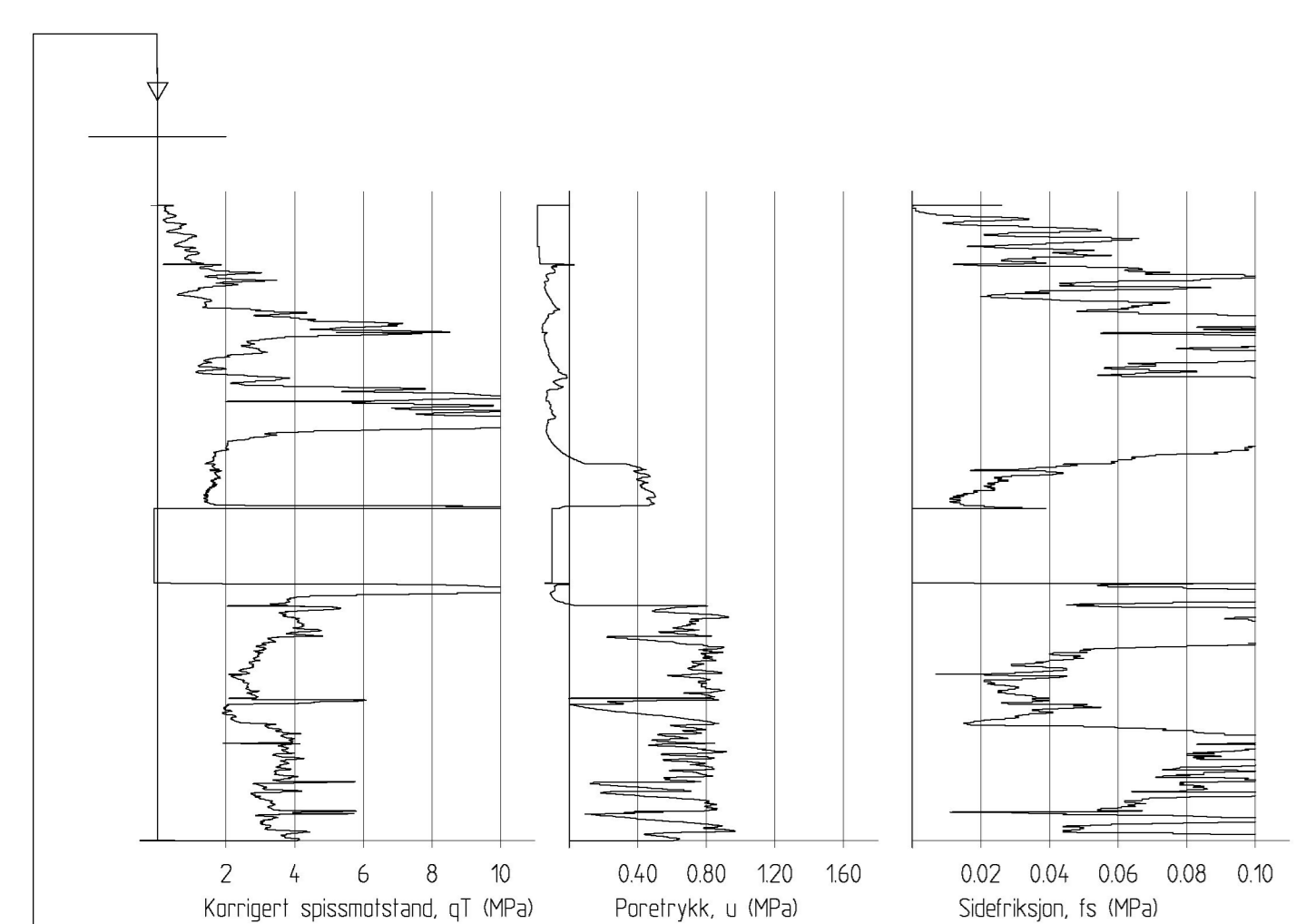
Målestokk
 1: 200

MULTICONSULT AS
 7480 TRONDHEIM
 Tlf: 73 30 82 80 - Fax: 73 30 82 30/79

415342.2
 RIG-TEG-105



Profil H-H
1: 200



Profil I-I
1: 200

| | | |
|----------------|--------------|------|
| Tegningstittel | Tegningssnr. | Rev. |
|----------------|--------------|------|

- TEGNFORKLARING**
- DREIENSONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▼ RINGSONDERING
 - ⊙ TOTALSONDERING
 - ★ FJELLMONITORINGSBORING
 - ⊕ KREBBESONDERING
 - ⊕ INNEKREBBESONDERING
 - ⊕ SKRUTPLATTESONDERING
 - ⊕ PRØVE/SERIE
 - ⊕ PRØVE/GRUPP
 - ⊕ TREKKSONDERING
 - ⊕ JERNPLATE/SERIE
 - ⊕ VINDSONDERING
 - ⊕ PORETRYKSMÅLING
 - ⊕ LULL I DÅLLEN
 - ⊕ BORET I FJELLET

- Tørreskorpe
- Siltfinsand/sand
- Siltfinsand
- Siltleire
- Sprøbrudsmateriale
- Leire

KARTGRUNNLAG: Digitalt kort Trondheim Kommune
 KOSTERBETINGNING: UTM 32W 64 NGS 2011
 HØYDEREFERANSE: NN2000
 UTGANGSPUNKT FOR INNELÅSEMENT: GPS OPOS

HENVISNINGER
 Tilleggs beringer er oppgitt til Trondheim kommunes kartjærte samt tidligere rapporter og kan ha noe avvik. Tilleggs beringer er angitt med lodder for beringsdybde.

101-X: BERINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-305 (1975)-SKOEDVEGEN HEMDAL
 102-X: BERINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-404 (1975)-UTGANGEN HEMDALVEGEN 21
 103-X: BERINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-641 (1984)-KULELATA RAMPSTADVEGEN
 104-X: BERINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-827 (1984)-KATTENSKOGEN 64-66
 105-X: BERINGER FRA TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORT NR. R-1035 (1997)-HEMDALVEGEN 55
 106-X: BERINGER FRA STATENS VEKSTEN RAPPORT NR. 20020701-001 (2002)-LÅNG- OG STROKVELS HEMDALVEGEN

| | | | | | |
|---|--|----------------------|--|-----------------|--|
| Block Watne AS Kattenskoen, Område B Grunnundersøkelser | | Tegningsnr. 415342.2 | | Rev. A | |
| Profil H-H og I-I Tallet lagdeling | | 1: 200 | | MULTICONSULT AS | |
| 7480 TRONDHEIM | | 21.08.2012 | | 415342.2 | |
| 111 22 10 02 00 | | Fax: 75 10 02 30/70 | | RIG-TEG-120 | |

Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01.dwg

| Material | UnWeight | SubWeight | F | C | Aa | Ad | Ap |
|---------------------|----------|-----------|------|------|-------------|------|------|
| Tørskorpe | 20,00 | 10,00 | 30,0 | 0,0 | | | |
| Silt/finsand | 20,00 | 10,00 | 33,0 | 10,0 | | | |
| Silt/leire | 20,00 | 10,00 | 75,0 | 100 | 0,70 | 0,40 | |
| Silt/finsand/Sa0,00 | 10,00 | 10,00 | 31,0 | 10,0 | | | |
| Sprøbruddsmateriale | 10,00 | 10,00 | | | C-prof 0,85 | 0,60 | 0,34 |
| Leire | 20,00 | 10,00 | | | C-prof 1,00 | 0,70 | 0,40 |

Fc=113
ADP-analyse, originalt terreng, sirkulært cylindrisk skjærfilte
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R2

Fc=138
ADP-analyse, stab. tiltak, sirkulært cylindrisk skjærfilte
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R30

Fc=155
ADP-analyse, stab. tiltak, plan glideflate i enden av sprøbruddsmateriale (dyp)
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R31

Fc=153
ADP-analyse, stab. tiltak, plan glideflate bakkant sprøbruddsmateriale (midten)
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R32

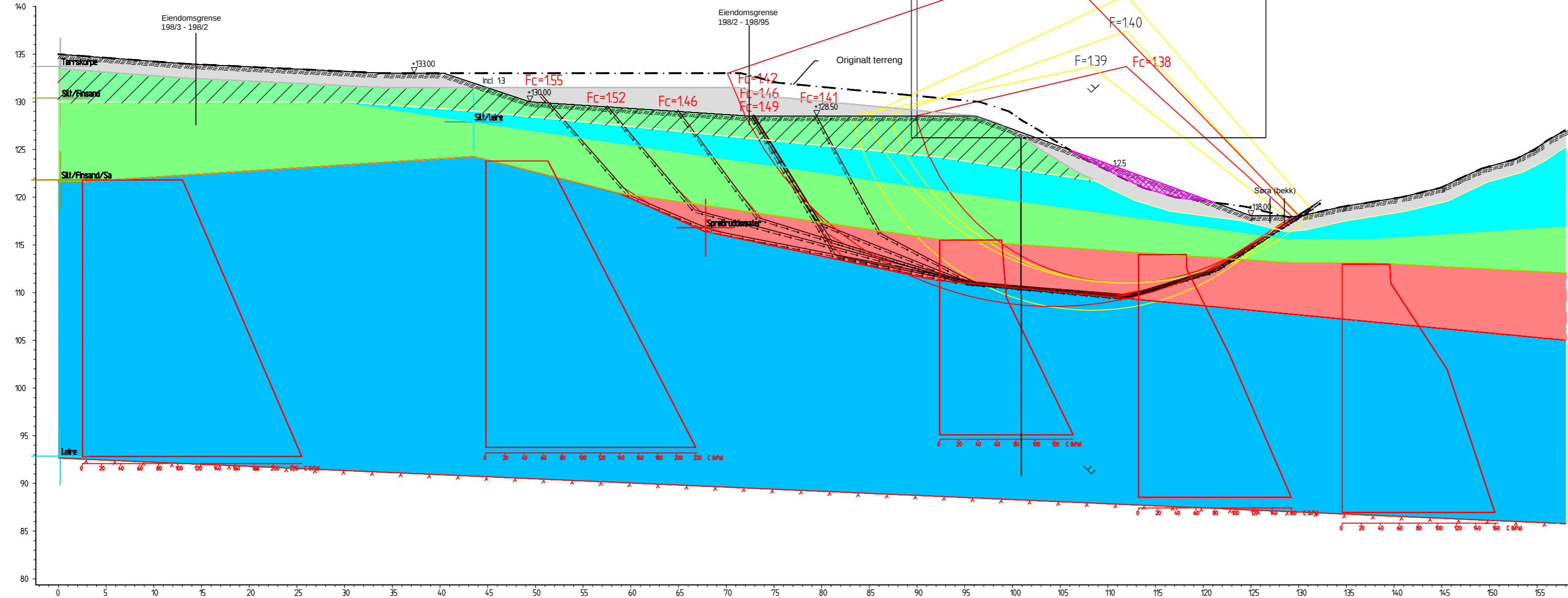
Fc=146
ADP-analyse, stab. tiltak, plan glideflate midt i sprøbruddsmateriale
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R33

Fc=142
ADP-analyse, stab. tiltak, plan glideflate v/eiendomsgrøse (tøpp sprøbrudd)
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R35

Fc=146
ADP-analyse, stab. tiltak, plan glideflate v/eiendomsgrøse (midt i sprøbrudd)
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R34

Fc=149
ADP-analyse, stab. tiltak, plan glideflate v/eiendomsgrøse (tunn sprøbrudd)
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R1

Fc=141
ADP-analyse, stab. tiltak, plan glideflate u/eiendomsgrøse (krit. plas. sprøbrudd)
Resultat file : Z:\04\54\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulte\stabgraf\ri\4\53422-rig-ber-p00\su_rev01R36



Tegnforklaring:

- Tørskorpe
- Silt/finsand
- Silt/leire
- Silt/finsand/sand
- Sprøbruddsmateriale
- Leire
- Fylling
- Justert terreng m/stabiliserende tiltak

| | | | | | |
|---|-------------|---|---|-------------------|-----------------|
| A Justert beregning iht. kommentarer fra tredjepartskontroll og implementering av stabiliserende tiltak | | 07.05.2013 | ANU | SGH | OAA |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| Kattenskogen AS Kattenskogen Område B Områdestabilitet | | Original format A3 forlenget | Fag. Geoteknikk | | |
| Profil I-I ADP-analyse | | Tegningsnr. 415342.2-RIG-TEG-300_REV01_ADP.dwg | Underlagets filnavn 415342.2-RIG-BER-PI001SU_REV01.dwg | | |
| Målestokk 1:400 | | | | | |
| MULTICONSULT AS | | Dato 09.11.2012 | Konstr./Tegnet ANU | Kontrollert RK | Godkjent SGH |
| 7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | | Oppdragsnr. 415342.2 | Tegningsnr. RIG-TEG-300 | Rev. | A |

| Material | Un | Wegh | Sub | Wegh | Fi | C | C | Aa | Ad | Ap |
|--------------------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| Tørrskorpe | 20.00 | 10.00 | 30.0 | 0.0 | | | | | | |
| Silt/finsand | 20.00 | 10.00 | 33.0 | 10.0 | | | | | | |
| Silt/leire | 20.00 | 10.00 | | | 75.0 | 100 | 0.70 | 0.40 | | |
| Silt/finsand/Sa | 10.00 | 31.0 | 10.0 | | | | | | | |
| Sprøbrudsmateriale | 10.00 | | | | | C-prf | 0.85 | 0.60 | 0.34 | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | | | | | C-prf | 1.00 | 0.70 | 0.40 |

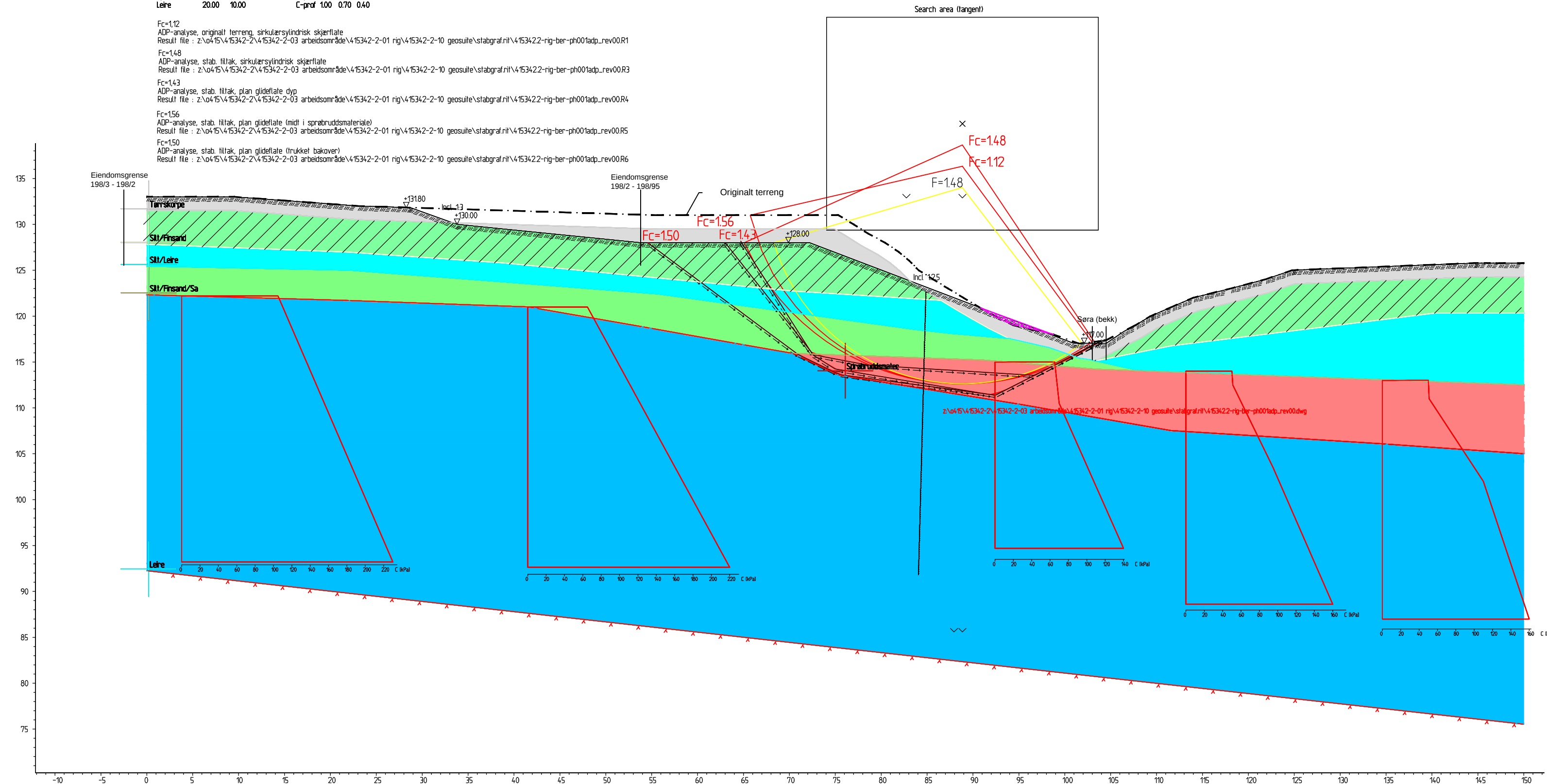
Fc=112
 ADP-analyse, originalt terreng, sirkulært/sirkulært skjærfilte
 Resultat fil : z:\04\5\4\5342-2\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\4\5342-2-rig-ber-ph00\adp_rev00R1

Fc=148
 ADP-analyse, stab, tiltak, sirkulært/sirkulært skjærfilte
 Resultat fil : z:\04\5\4\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\4\5342-2-rig-ber-ph00\adp_rev00R3

Fc=143
 ADP-analyse, stab, tiltak, plan glideflate dyp
 Resultat fil : z:\04\5\4\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\4\5342-2-rig-ber-ph00\adp_rev00R4

Fc=156
 ADP-analyse, stab, tiltak, plan glideflate (midt i sprøbrudsmateriale)
 Resultat fil : z:\04\5\4\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\4\5342-2-rig-ber-ph00\adp_rev00R5

Fc=150
 ADP-analyse, stab, tiltak, plan glideflate (trukket bakover)
 Resultat fil : z:\04\5\4\5342-2\4\5342-2-03 arbeidsområde\4\5342-2-01 rig\4\5342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\4\5342-2-rig-ber-ph00\adp_rev00R6



- Tegnforklaring:**
- Tørrskorpe
 - Silt/finsand
 - Silt/leire
 - Silt/finsand/sand
 - Sprøbrudsmateriale
 - Leire
 - Fylling
 - Justert terreng m/stabiliserende tiltak

| | | | | | |
|--|--|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | Katteskogen AS Katteskogen Område B Områdestabilitet | 07.05.2013 | ANU | SGH | OAA |
| | Profil H-H ADP-analyse | 1:400 | | | |
| MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | | Oppdragsnr. 415342.2 | Tegningsnr. RIG-TEG-301 | Godkjent OAA | |

z:\045\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosule\stabgraf\45342-2-10 rig-ber-p001af_rev01.dwg

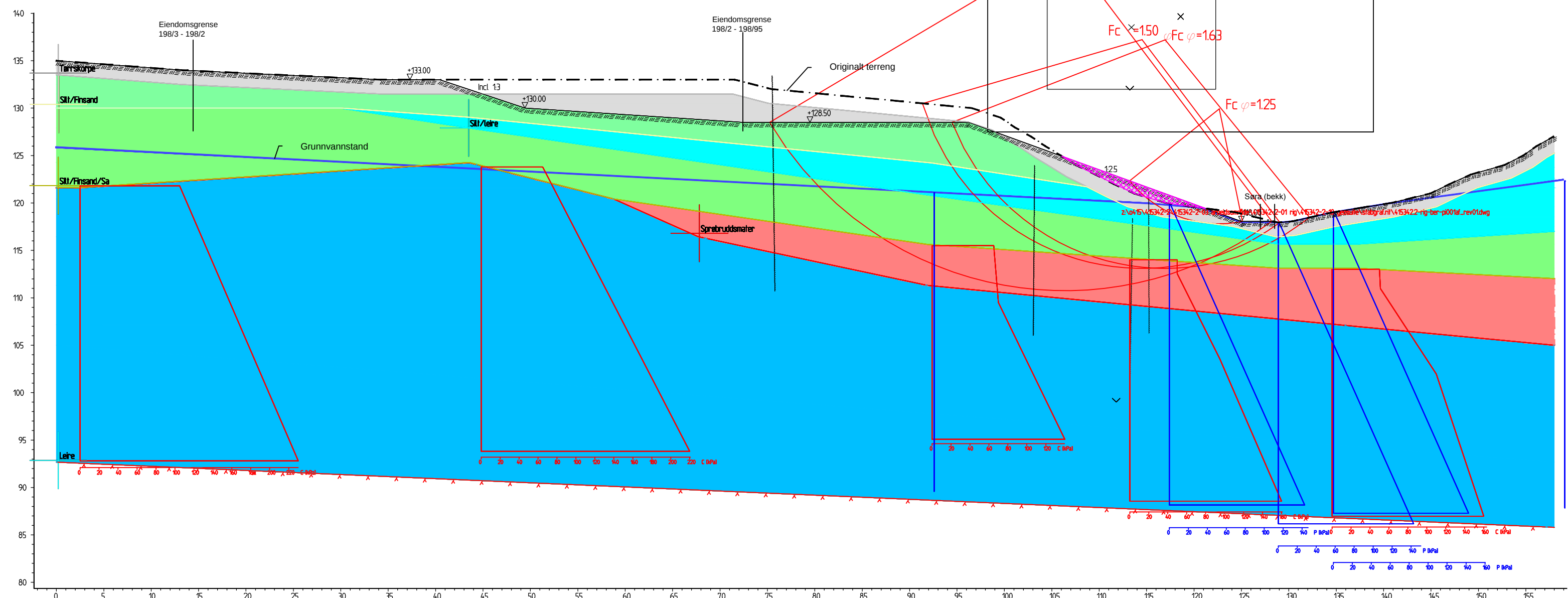
| Material | Un | Wegth | SubWegth | Fi | C | C | Aa | Ad | Ap |
|----------------------|-------|-------|----------|------|---|---|----|----|----|
| Tørreskorpe | 20.00 | 10.00 | 30.0 | 0.0 | | | | | |
| Silt/Finsand | 20.00 | 10.00 | 33.0 | 10.0 | | | | | |
| Silt/leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 10.0 | | | | | |
| Silt/Finsand/S&20.00 | 10.00 | 10.00 | 31.0 | 10.0 | | | | | |
| Sprøbrudsmateriale | 20.00 | 10.00 | 26.6 | 5.0 | | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 26.6 | 20.0 | | | | | |

Fcl=150
aph-analyse, originalt lerning, sirkulært skjærfilte, dyp
Resultat fil: z:\045\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosule\stabgraf\45342-2-10 rig-ber-p001af_rev01R4

Fcl=163
aph-analyse, sirkulært skjærfilte, dyp
Resultat fil: z:\045\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosule\stabgraf\45342-2-10 rig-ber-p001af_rev01R1

Fcl=125
aph-analyse, sirkulært skjærfilte, grunn
Resultat fil: z:\045\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosule\stabgraf\45342-2-10 rig-ber-p001af_rev01R2

Fcl=223
aph-analyse, sirkulært skjærfilte, dyp bakovertrukket
Resultat fil: z:\045\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosule\stabgraf\45342-2-10 rig-ber-p001af_rev01R3



Tegnforklaring:

- Tørreskorpe
- Silt/finsand
- Silt/leire
- Silt/finsand/sand
- Sprøbrudsmateriale
- Leire
- Fylling
- Justert terreng m/stabiliserende tiltak

| | | | | | |
|--|-------------|--|----------------------------|-------------------|-----------------|
| A Justert beregninger iht. tilbakemeldinger fra tredjepartskontroll og implementering av stabiliserende tiltak | | 07.05.2013 | ANU | SGH | OAA |
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| Kattenskogen AS Kattenskogen Område B Områdestabilitet | | Original format A3 forlenget | F o g Geoteknikk | | |
| | | Tegningens filnavn 415342.2-RIG-TEG-310_REV01_AF.dwg | | | |
| | | Underlaget filnavn 415342.2-RIG-BER-PI001AF_REV01.dwg | | | |
| Profil I-I aph-analyse | | Målestokk 1:400 | | | |
| MULTICONSULT AS | | Dato 09.11.2012 | Konstr./Tegnet ANU | Kontrollert RK | Godkjent SGH |
| 7486 TRONDHEIM Tlf.: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | | Oppdragsnr. 415342.2 | Tegningsnr. RIG-TEG-310 | Rev. A | |

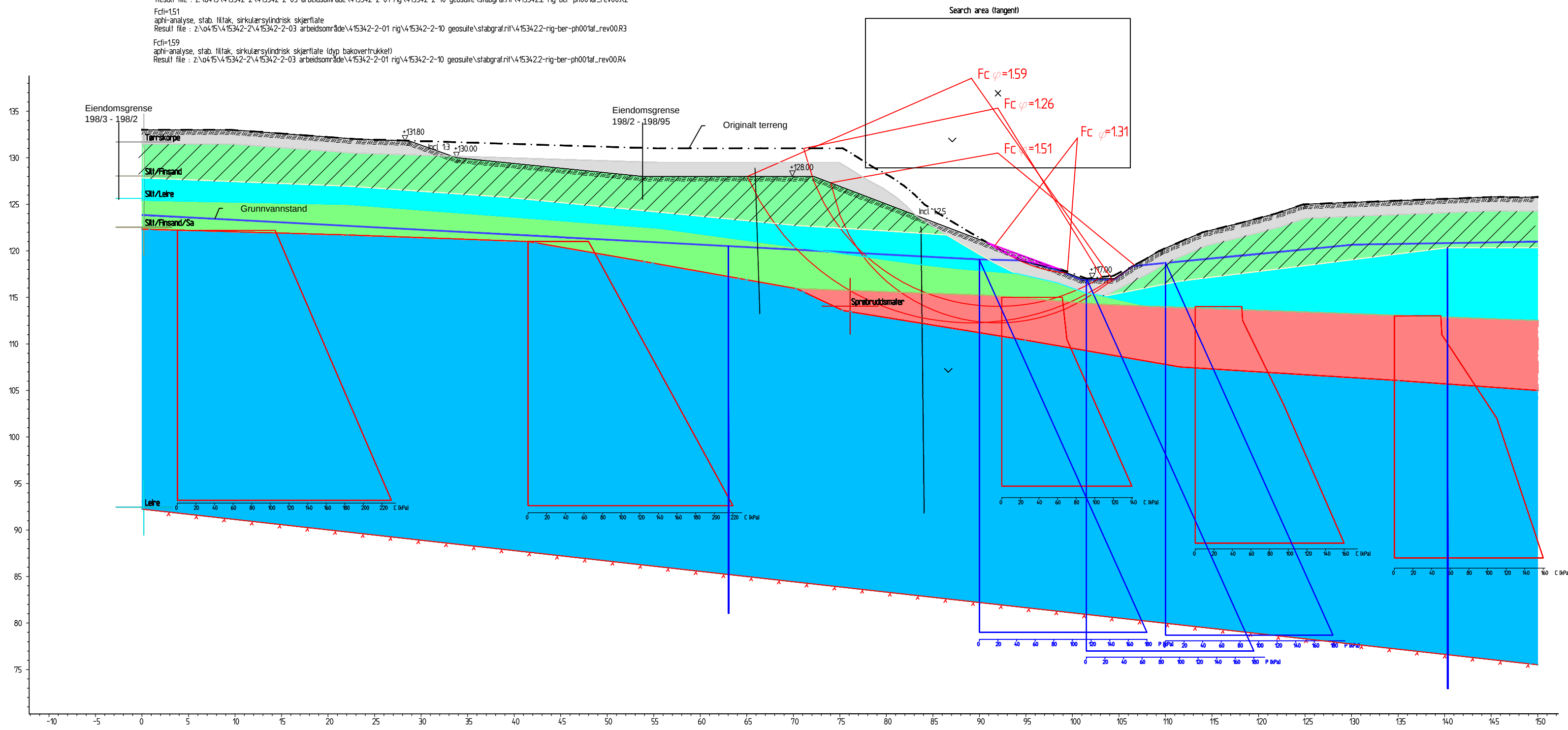
| Material | Un | Weight | Sub | Weight | Fi | C | C | Aa | Ad | Ap |
|------------------|-------|--------|------|--------|----|---|---|----|----|----|
| Tørrskorpe | 20.00 | 10.00 | 30.0 | 0.0 | | | | | | |
| Silt/Finsand | 20.00 | 10.00 | 33.0 | 10.0 | | | | | | |
| Silt/Leire | 20.00 | 10.00 | 28.8 | 10.0 | | | | | | |
| Silt/Finsand/S&O | 20.00 | 10.00 | 31.0 | 10.0 | | | | | | |
| Sprøbrudsmater | 20.00 | 10.00 | 26.6 | 5.0 | | | | | | |
| Leire | 20.00 | 10.00 | 26.6 | 20.0 | | | | | | |

Fct=126
 aphi-analyse, originalt terreng, sirkulært/lindisk skjærfat
 Result file : Z:\04\5\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\45342-2-rig-ber-ph00tal_rev00R1

Fct=131
 aphi-analyse, stab tiltak, sirkulært/lindisk skjærfat (overflatestabilitet)
 Result file : Z:\04\5\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\45342-2-rig-ber-ph00tal_rev00R2

Fct=151
 aphi-analyse, stab tiltak, sirkulært/lindisk skjærfat
 Result file : Z:\04\5\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\45342-2-rig-ber-ph00tal_rev00R3

Fct=159
 aphi-analyse, stab tiltak, sirkulært/lindisk skjærfat (dyp bakovertrukket)
 Result file : Z:\04\5\45342-2\45342-2-03 arbeidsområde\45342-2-01 rig\45342-2-10 geosulle\stabgraf\ri\45342-2-rig-ber-ph00tal_rev00R4



- Tegnforklaring:**
- Tørrskorpe
 - Silt/finsand
 - Silt/leire
 - Silt/finsand/sand
 - Sprøbrudsmateriale
 - Leire
 - Fylling
 - Justert terreng m/stabiliserende tiltak

| | | | | | |
|------|---|---|-----------------------|--------------------|-----------------|
| Rev. | Beskrivelse | Dato | Tegn. | Kontr. | Godkj. |
| | Kattenskogen AS Kattenskogen Område B Områdestabilitet | 07.05.2013 | ANU | SGH | OAA |
| | Profil H-H aphi-analyse | Original format A3 forlenget | Fag Geoteknikk | | |
| | | Tegningens filnavn 415342.2-RIG-TEG-311_REV00_AF.dwg | | | |
| | | Underlagets filnavn 415342.2-RIG-BER-PH001AF_REV00.dwg | | | |
| | | Målestokk 1:400 | | | |
| | MULTICONSULT AS 7486 TRONDHEIM Tlf: 73 10 62 00 - Fax: 73 10 62 30/70 | Oppdragsnr. 415342.2 | Konstr./Tegnet ANU | Kontrollert SGH | Godkjent OAA |
| | | Tegningsnr. RIG-TEG-311 | Rev. — | | |