
RAPPORT

Lund Østre - Trinn 2 (Høiseth)

OPPDRAAGSGIVER

Høiseth Utvikling AS

EMNE

Geoteknisk vurdering for reguleringsplan

DATO / REVISJON: 2. juli 2014 / 01

DOKUMENTKODE: 413374-1-RIG-RAP-002



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAAG	Lund Østre - Trinn 2 (Høiseth)			DOKUMENTKODE	413374-1-RIG-RAP-002
EMNE	Geoteknisk vurdering for reguleringsplan			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Høiseth Utvikling AS			OPPDRAAGSLEDER	Håvard Narjord
KONTAKTPERSON	Per Erik Austberg			UTARBEIDET AV	Mia Bek/Håvard Narjord
KOORDINATER	SONE: 32	ØST: 5661	NORD: 70251	ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	177 / 3 / / Trondheim				

SAMMENDRAG

Multiconsult har utført geotekniske vurderinger for reguleringsplanen for Lund Østre Trinn 2, tidligere benevnt Høiseth.

Området ligger delvis inne på kvikkleiresonen benevnt «Skjetlein Øvre» som er en delsonen av sone 432 Skjetlein, ref Skrednett.no. Delsonen er utredet i Multiconsult rapport 413374-3, rev 01, datert 9.10.2012. Områdesikkerheten i sonen er generelt funnet tilfredsstillende. Videre har nye undersøkelser gitt grunnlag for noe justering av denne sonen som presentert i foreliggende rapport.

Foreliggende rapport omfatter videre stabilitetsvurderinger for de planlagte utbyggingstiltak på området, og vurdering av øvrige geotekniske forhold ved utbygging.

På grunnlag av vurderingene i rapporten er utbyggingen gjennomførbar med tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Det forutsettes at det for hvert tiltak utføres og dokumenteres tilstrekkelig lokal sikkerhet i henhold til gjeldende regelverk. (Eurokode og NVE's retningslinjer).

Infrastruktur planlegges utført før utbygging av delfeltene. I øvre del vil det medføre behov for sprengningsarbeider. I nedre del kan det for dype grøfter være behov for seksjonsvis utførelse og eventuelt avlastning av terrenget.

For delfeltene B01 til B05 på øvre del av området er det til dels bratt terreng, og det er relativt grunt til berg. Her medfører utbyggingen et betydelig behov for sprengningsarbeider. Anleggsarbeid kan bli krevende praktisk på grunn av topografien.

Delfeltene B06 – B09 ligger ned mot kvikkleiresonen og det er aktuelt med mindre terrengavlastinger for å oppnå tilstrekkelig sikkerhetsmargin i gravefasen. Videre kan det på grunn av liten avstand til planlagte vegkonstruksjoner og ledningsanlegg bli behov for lokale oppstøttingstiltak i byggefasen.

Delfelt B11 og B12 krever samlet utbygging på grunn av til dels bratt terreng og liten avstand til nabobygg/konstruksjoner. Dette kan også eventuelt ivaretas i prosjekteringsfasen.

På felt B13 og 14 forutsettes kjellerløsninger, både av stabilitetshensyn og fundamenteringshensyn.

På felt B15 er det behov for en støttefylling dersom østre boligrekke (B15 f-h) skal utføres med kjeller. Dersom de utføres uten kjeller er det ikke behov for tiltak.

Vi gjør spesielt oppmerksom på den gjenfylte bekkedalen som går nær felt B09, B10, B12, og deler av B14. Spesielle fundamenteringsløsninger vil være aktuelle her.

Geoteknisk prosjektering av utbyggingen må for øvrig utføres i henhold til de aktuelle prosjekteringsstandardene Eurokode 0, 7 og 8, samt NVE's retningslinjer der de er aktuelle.

Revisjon 01 omfatter justeringer etter uavhengig kontroll. I profil I og J er mektighet av kvikkleirelag økt.

					
01	2.07.2014	Revidert etter uavhengig kontroll	Mia Bek/Håvard Narjord	Signe Gurid Hovem	Olav Årbogen
00	20.02.2014	Utsendelse for uavhengig kontroll	Mia Bek/Håvard Narjord	Signe Gurid Hovem	Olav Årbogen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
2	Grunnlag	8
2.1	Utførte undersøkelser	8
2.2	Topografi	8
2.3	Grunnforhold	9
2.4	Beskrivelse utbyggingsplaner	9
3	Områdestabilitet, kvikkleiresone	9
4	Stabilitet ved utbygging	10
4.1	Generelt	10
4.2	Stabilitetsberegninger	10
4.3	Stabilitetsvurderinger	11
4.3.1	Generelt	11
4.3.2	Veger og VA-anlegg	12
4.3.3	Felt B01, B02, B03, B04, B05	12
4.3.4	Felt B06, B07, B08, B09	12
4.3.5	Felt B11 og B12	12
4.3.6	Felt B13 og B14	12
4.3.7	Felt B15	12
5	Fundamenteringsforhold	13
6	Krav til prosjektering	13
7	Referanser	13
	Vedlegg A	14
A-1	Tolking av beregningsparametere	14
A-1.1	Kvalitet av undersøkelser	14
A-1.2	Tyngdetetthet	14
A-1.3	Poretrykk	14
A-1.4	Udrenerte styrkeparametere	14
A-1.5	Tøyningskompabilitet	17
A-1.6	Anisotropi	17
A-1.7	Drenerte styrkeparametere	17
A-1.8	Materialparametre	18
A-1.9	Grunnvann i beregninger	18
A-2	Stabilitet	19
A-2.1	Generelt	19
A-2.2	Beregningsverktøy	19
A-2.3	Beregningsresultater	19
A-2.4	Profil I-I	19
A-2.5	Profil F-F	20
A-2.6	Profil J-J	20
	Vedlegg B	22
B-1	Tegning L10.02 – Landskapsplan, Agraff AS, 07.02.2014	22
B-2	Reguleringskart, Eggen Arkitekter, 23.06.2014	23
B-3	VA-plan_H01	24

TEGNINGER

413374-1-RIG-TEG	-002: Oversiktstegning
	-003: Situasjonsplan
	-040.6: CPTU 19, Tolket S_{UA} -z korrelert mot B_q
	-040.7: CPTU 19, Tolket S_{UA} -z , SHANSEP
	-040.8: CPTU 19, Tolket prekonsolideringsspenning-z
	-040.9: CPTU 19, Tolket OCR-z
	-041.6: CPTU 24, Tolket S_{UA} -z korrelert mot B_q
	-041.7: CPTU 24, Tolket S_{UA} -z , SHANSEP
	-041.8: CPTU 24, Tolket prekonsolideringsspenning – z
	-041.9: CPTU 24, Tolket OCR-z
	-0.50.1: Shansep analyse profil F-F
	-0.50.2: Shansep analyse profil J-J
	-075.3: Ødometerforsøk, CRS-rutine, BP.19, d= 6.3 m. Tolkning: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v
	-300.1: Profil I-I, ADP og Afi analyse, dagens terreng (rev 01)
	-300.2: Profil I-I, ADP og Afi analyse, etter utgraving (rev 01)
	-305.1: Profil F-F, ADP og Afi analyse, dagens terreng
	-305.2: Profil F-F, ADP og Afi analyse, etter utgraving
	-305.3: Profil F-F, ADP og Afi analyse, etter utgraving med tiltak
	-309.1: Profil J-J, ADP og Afi analyse, dagens terreng (rev 01)
	-309.2: Profil J-J, ADP og Afi analyse, etter utgraving uten kjeller (rev 01)
	-309.3: Profil J-J, ADP og Afi analyse, etter utgraving for kjeller

Fra rapport 413374-3, rev 01:

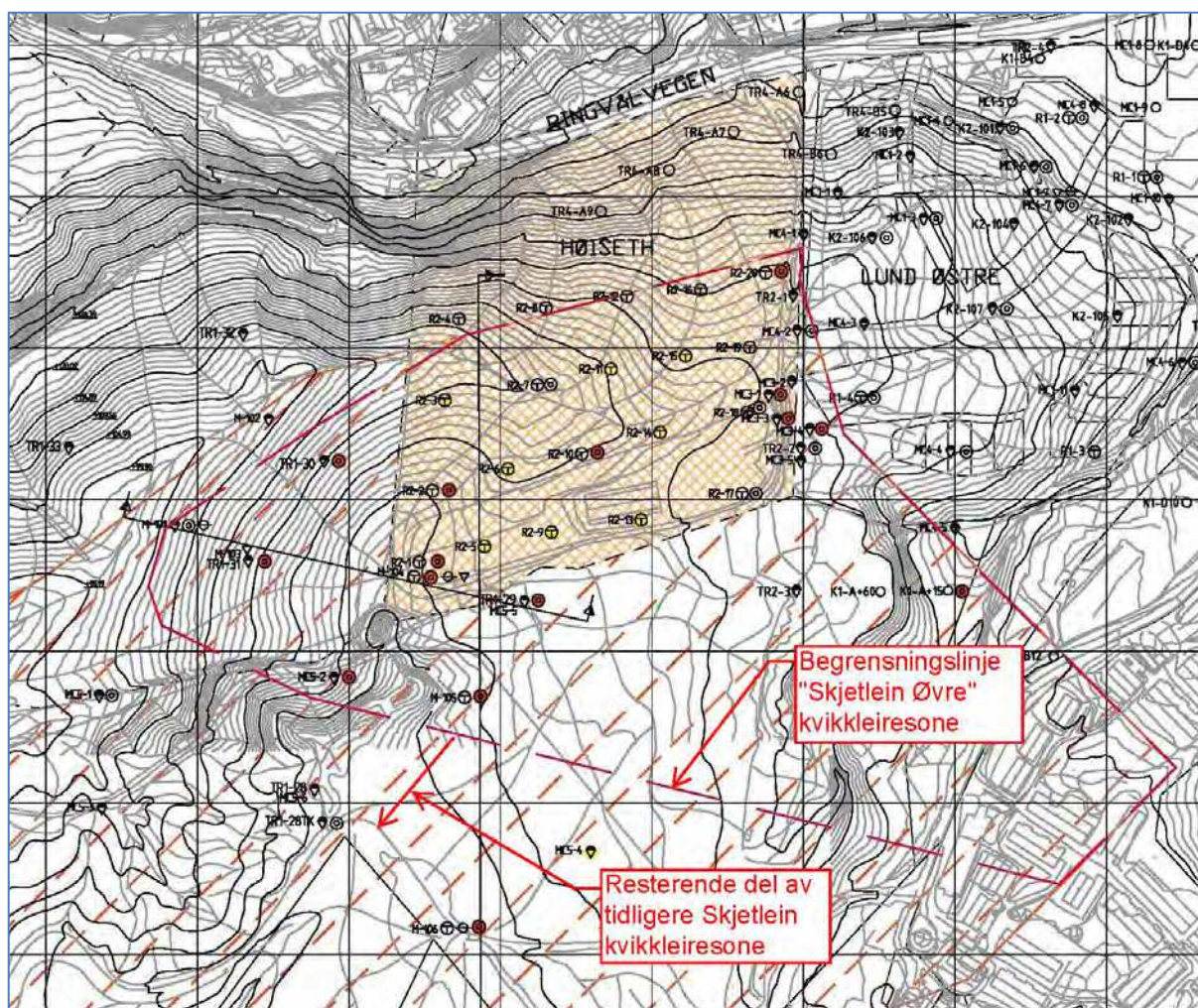
413374	-41.6 rev B: CPTU M104, Tolket S_{UA} -z, SHANSEP
	-41.7 rev B: CPTU M104, Tolket prekonsolideringsspenning-z
	-41.8 rev B: CPTU M104, Tolket OCR-z

1 Innledning

Multiconsult er engasjert av Høiseth Utvikling AS som geoteknisk rådgiver for planlegging og regulering av utbyggingsområdet Lund Østre - Trinn 2 (Høiseth Gnr/Bnr 177/3) i Trondheim kommune. Området vurderes i forbindelse med planlagt utbygging til boligformål.

Tidligere rapporter på dette oppdraget (til og med 2012) er nummerert med rapport nr: **413374-xx**, mens rapporter fra 2013 er nummerert **413374-1-RIG-RAP-xxx**.

Tomta omfatter deler av eiendommen Høiseth som ligger sør for Ringvålvegen og ligger i øvre del av kvikkleiresonen 432 Skjetlein. Sonen er i rapport 413374-3 rev. 01 utskilt i en egen sone benevnt Skjetlein Øvre. Sonen er klassifisert med lav faregrad, konsekvensklasse er vurdert meget alvorlig og risikoklasse 3, se Figur 1-1.



I forbindelse med detaljregulering har vi utført supplerende stabilitetsanalyser for hovedutbyggingen, det vil si for veger og utgraving av tomter.

I figur 1-2, samt vedlegg B-1 og B-2 har vi gjengitt utbyggingsplanene pr. 7. februar 2014.



2 Grunnlag

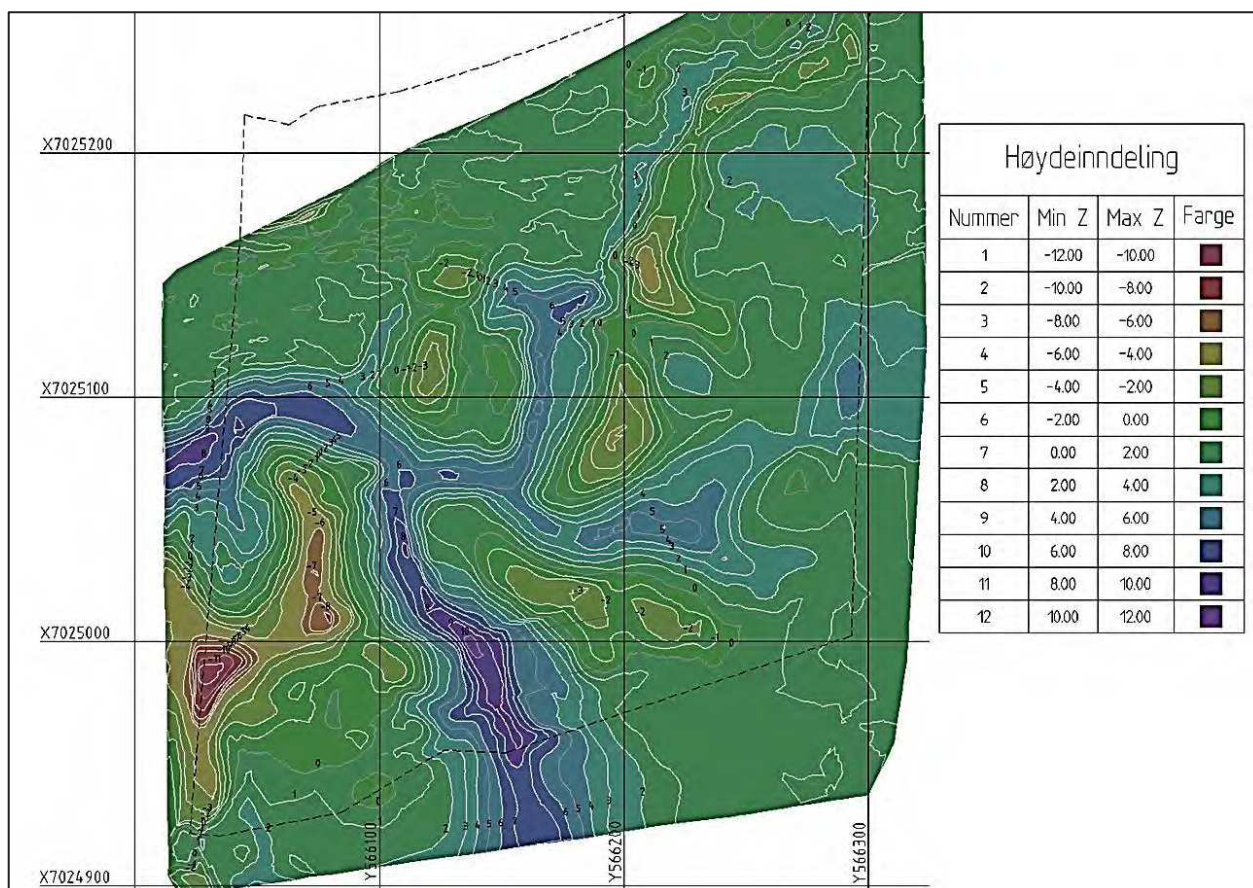
2.1 Utførte undersøkelser

Utførte undersøkelser er vist i Multiconsult rapport 413374-1-RIG-RAP-001, /1/. Det er utført både geofysiske målinger og grunnundersøkelser for mer detaljert vurdering av utbyggingsplanene enn det som forelå ved områdevurderinger presentert i rapport 413374-3 /2/.

2.2 Topografi

Øvre del av tomta ligger på ca. kote +155. Fra kote +155 ned mot kote +130 er den gjennomsnittlige terrenghelning på ca. 1:4. Fra kote 130 og sørover mot kote +122 er gjennomsnittlig helning på 1:10,5.

Det er tidligere blitt utført større terrenginngrep i området. Kart fra 80-tallet viser et mye mer ravinert landskap i motsetning til dagens avrundede terrengform. Vi har sammenlignet dagens kart med kart fra 1980 som viser generelt at terrengrygger har blitt nedplanert opp mot 10-11 m og skråninger utslaket ved oppfylling i bunn av raviner/bekkedaler. Terrenget har i gjennomsnitt blitt senket 5-6 m. Bekker/bekkeløp har blitt litt lagt i rør med utløp i Svartedalsbekken som befinner seg ca. 500 m vest for Høiseth. Figur 2-1 illustrerer mektigheten av fyllinger og skjæringer utført mellom ca. 1980 og 2013.



Figur 2-1: Fyllinger og skjæringer utført mellom 1980 og 2013. +/- = fylling/skjæring.

2.3 Grunnforhold

Grunnundersøkelsene er samtolket med de geofysiske målingene. Grunnundersøkelsene viser at grunnen hovedsakelig består av siltig leire med et overliggende lag av tørrskorpe. Sonderingene viser at det er relativt grunt til berg i nordre del av tomta opp mot Ringvålveien. Dybden til berg varierer fra 1 til 5 m sørover fra Ringvålveien ned mot terrengkote +130. Videre sørover øker dybden til berg opp mot 30-40 m. Nedre del av området ligger innenfor kvikkleiresonen benevnt «Skjetlein Øvre».

For nærmere beskrivelse av grunnforholdene vises til datarapporten /1/.

2.4 Beskrivelse utbyggingsplaner

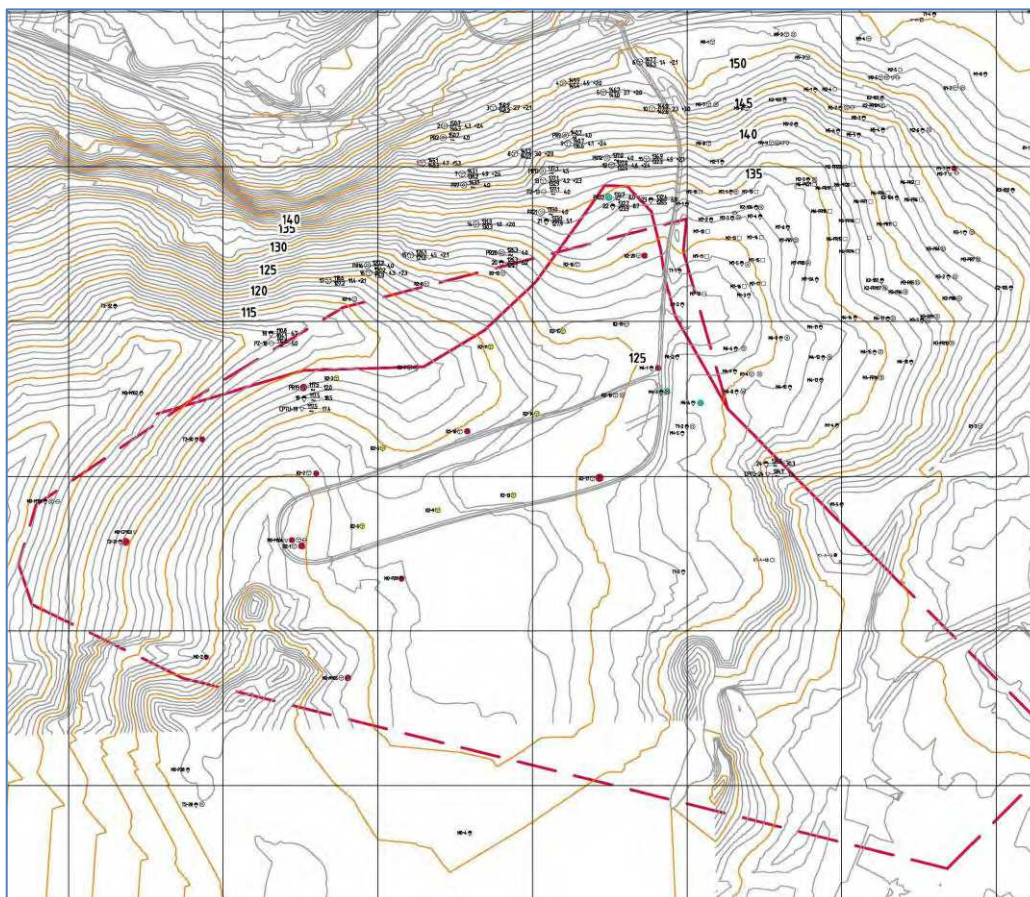
Det er planlagt variert bebyggelse på området. I øvre del mot Ringvålveien er det planlagt tyngre blokkbebyggelse, mens det på nedre del er planlagt rekkehusbebyggelse. Videre er det noen mindre delområder med småhusbebyggelse i sørøst og nordvest. Vi viser til vedlegg B, der reguleringskart og landskapsplan er vist.

I vedlegg B-3 har vi gjengitt VA-planen for området hvor vi har påført dybder for VA-anleggene i forhold til eksisterende terreng. Som det fremgår er det relativt små dybder i nordre del av området, mens det er dype anlegg på søndre del.

Det planlegges å etablere veger og VA-anlegg (Infrastruktur) før utbygging av de enkelte feltene utføres.

3 Områdestabilitet, kvikkleiresone

Områdestabiliteten er generelt funnet tilfredsstillende kfr. rapport 413374-3-rev. 01/2/. De supplerende undersøkelsene har imidlertid gitt grunnlag for å revidere utbredelsen av kvikkleiresonen «Skjetlein Øvre». På tegning RIG-TEG-002 er revidert kvikkleiresone vist. Figur 3-1 viser et utsnitt av RIG-TEG-002, der den heltrukne røde linjen er revidert avgrensning av kvikkleiresonen «Skjetlein Øvre».



Figur 3-1 Revidert kvikkleiresone "Skjetlein Øvre", utsnitt fra tegning 413374-1-RIG-TEG-002.

Delsonen er for øvrig fortsatt klassifisert i faregrad lav, kfr. kapittel 1 og /2/.

4 Stabilitet ved utbygging

4.1 Generelt

I henhold til NVE's retningslinjer /4/ velges tiltakskategori K3 for tiltak i områder som berører kvikkleiresonen. Dette gir føringer og krav for stabilitetsvurderinger i sonen. For øvrige deler av området som ligger utenfor sonen vil krav i Eurokodene være førende.

Vi har utført beregninger og analyser i 3 profiler, som er vurdert kritiske med tanke på beliggenhet i forhold til kvikkleire. Beregningene med forutsetninger og resultater er presentert i vedlegg A: Teknisk beregning. I etterfølgende kapitler gjengis kun resultater og vurderinger av disse.

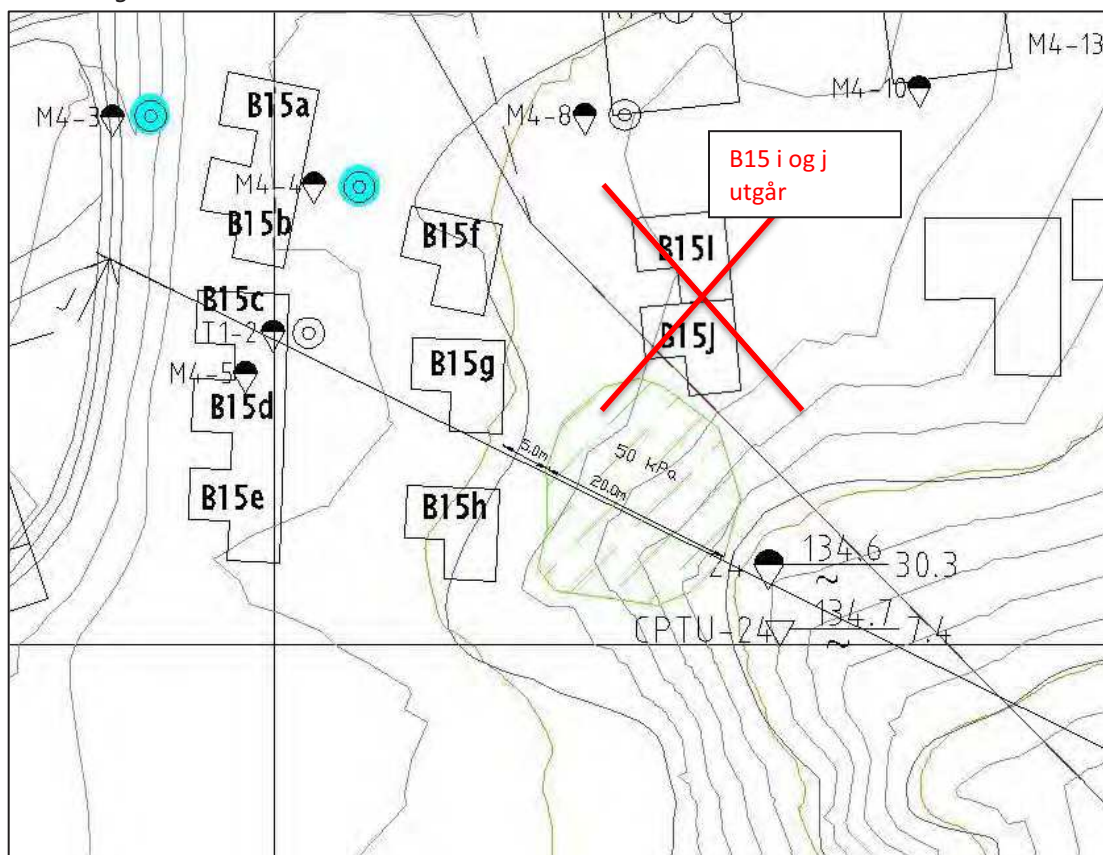
I profilene er det utført beregninger for situasjonen før utbygging og ved etablering av byggegrøper og veger.

4.2 Stabilitetsberegninger

I vedlegg A, kapittel A-2.4 til A-2.6 er beregningsresultater sammenstilt. *Beregningene viser tilstrekkelig sikkerhet ($\gamma_m \geq 1,4$) i dagens situasjon i alle profiler. I byggefase er det behov for stabilitetsforbedrende tiltak for følgende forhold og situasjoner:*

- *Profil F (Felt B06, B07, B08, B09): For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i profil F er det behov for noe nedplanering av terrenget på oversiden av utgravde byggegrøper.*

- *Profil J (B 15): Dersom B15 f-h skal utføres med kjeller er det behov for støttefylling i byggefasen, som kan legges ovenfor tomte. Dette er skissert i figur 4-1. Dersom B15f-h utføres uten kjeller, vurderes sikkerheten i byggefasen tilstrekkelig, og tiltak er ikke nødvendig.*



Figur 4-1: Stabilitetstiltak B15

4.3 Stabilitetsvurderinger

4.3.1 Generelt

På grunnlag av beregningene beskrevet i kapittel 4.1 og 4.2 og øvrige vurderinger av den planlagte utbyggingen, er utbyggingen gjennomførbar med tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Det forutsettes at det for hvert tiltak utføres og dokumenteres tilstrekkelig lokal sikkerhet i henhold til gjeldende regelverk. (Eurokode og NVE's retningslinjer).

På nordre del av området er det liten dybde til berg, og det vil være behov for utsprenkning av ledningsgrøfter, vegfundament og byggegrop. På grunn av nærhet til kvikkleiresone og eksisterende bebyggelse vil det sette krav til rystelser og støy fra sprengningsarbeider i henhold til gjeldende regelverk.

For enkelte delområder bemerkes det i de etterfølgende kapitler forhold vedrørende stabilitet som må ivaretas ved detaljprosjektering og utbygging.

4.3.2 Veger og VA-anlegg

De forelagte planer av VA-anlegg og vegtrasèer, viser akseptable gravedybder i forhold til stabilitetsvurderinger. VA-traseer ligger for det meste i vegtraseene. På nordre del vil store deler komme på berg med behov for sprengning av grøfter og vegtrau. På søndre del, spesielt innenfor kvikkleiresonen må det påregnes at deler av VA-strekningene må utføres seksjonsvis. Seksjonslengder må bestemmes ved detaljprosjektering.

4.3.3 Felt B01, B02, B03, B04, B05

Disse feltene ligger i nordre del av utbyggingsområdet, og det er liten dybde til berg. Det vil derfor være betydelig behov for sprengningsarbeider her for både etablering av veger/ledninger og byggegrop. Eventuelle fyllinger må bygges opp fra fast grunn.

4.3.4 Felt B06, B07, B08, B09

I henhold til stabilitetsberegninger er det her aktuelt med nedplaneringstiltak i forbindelse med etablering av byggegrop. Det kan i tillegg være nødvendig med lokale oppstøttingstiltak i byggeroper på grunn av liten avstand til veger og ledningsanlegg. *Stabilitetstiltak skal detaljprosjekteres.*

4.3.5 Felt B11 og B12

Feltene ligger i vestre del av området med til dels bratt topografi, og det forutsettes samlet planlegging og utbygging for å ivareta tilstrekkelig stabilitet i utbyggingsfasen, og for å unngå utgravinger inntil og under nabobygg. Dersom feltene ikke bygges ut samlet, kan det medføre behov for oppstøttingstiltak ved utgraving og bygging inntil nærliggende bygg/konstruksjoner.

4.3.6 Felt B13 og B14

Generelt er det forutsatt kjeller/sokkel på disse feltene for å oppnå tilnærmet kompensert fundamentering, det vil si at bygningslastene er mindre eller lik vekt av utgravd jord.

4.3.7 Felt B15

Tilsvarende som for B11 og B12 må det forutsettes en samlet plan for utbyggingen for å unngå utgravinger inntil og under nabobygg eller veger/ledningsanlegg. For de østre byggene B15 *f til h*, se figur 4-1, forutsettes det *stabiliserende støttefylling dersom det skal graves ut for kjeller.*

Beregningene i profil J er utført med konservativ antagelse av tykkelse/mektighet sensitiv leire. Ved detaljprosjektering anbefales supplerende undersøkelser for å dokumentere mektighet av sensitiv leire. Tiltaket vist i figur 4-1, kan da optimaliseres eller utgå.

5 Fundamenteringsforhold

På nordre del av området for feltene B01 til B05 vil fundamenter komme på berg, og det vil derfor være enkle fundamenteringsforhold. Terrenget er imidlertid bratt slik at anleggsperioden vil være krevende.

For feltene B06 til B09, kan det bli dels fundamentering på berg, og dels på løsmasse evt. pelefundamentering. Generelt må større bygg fundamenteres i helhet på berg, mens mindre og letter bygg kan fundamenteres på løsmasser.

På feltene B10-B15 er det planlagt eneboliger/rekkehus. Her vil det være mulig med direktefundamentering og ved utforming med kjeller vil det kunne oppnås tilnærmet kompensert fundamentering. Vi gjør imidlertid spesielt oppmerksom på den gjenfylte bekkedalen, kfr. kapittel 2.2 som går nær felt B09, B10, B12, og deler av B14. *På felt B14 bemerkes det at de dypeste utgravingen kommer ned mot sensitive leirmasser, som krever spesielle tiltak i gravefasen.*

Pelefundamentering eller masseutskifting kan bli aktuelt her.

6 Krav til prosjektering

Prosjektering av utbyggingen må utføres i henhold til de aktuelle prosjekteringsstandardene Eurokode 0, 7 og 8, samt NVE,s retningslinjer der de er aktuelle. *Spesielt bemerkes det at stabilitetstiltak som er nevnt i rapporten skal detaljprosjekteres.*

7 Referanser

- /1 / Multiconsult rapport 413374-2. Høiseth, datarapport. Datert 18.04.2012.
- /2 / Multiconsult rapport 413374-3. Vurdering av områdestabilitet, Risiko for kvikkleireskred. Rev.01, Datert 09.10.2012.
- /3 / Multiconsult rapport 413374-1-RIG-RAP-001. Lund Østre -Trinn 2 (Høiseth) Datarapport. Rev.0, Datert 06.09.2013.
- /4 / NVE (2011). Retningslinjer (2/2011). Flaum og skredfare i arealplaner.
- /5 / Statens Vegvesen håndbok 016. Geoteknikk i veganlegg.
- /6 / Karlsrud K. Lunne T. & Brattlien K. (1996) Improved CPTU correlations based on block samples. Proceedings, NGM 1996, Reykjavik.
- /7 / Karlsrud, K. et al. (2005). CPTU correlations for clays. Proceedings, ICSMGE, Osaka s 693 - 702.
- /8 / Karlsrud, K. (2003). Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil. NGF-kurs. Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, innlegg 4.1. 20-22 mai 2003, Hell.
- /9 / Ladd, C.C., and Foott, R. (1974). New design procedure for stability of soft clays. J. of the Geotech. Eng. Div., 100 (GT7), 763-786.

Vedlegg A

A-1 Tolking av beregningsparametere

Tolking av parametere er utført på basis av utførte CPTU-sonderinger og opptatte 54 mm prøveserier som er rapportert i /3 /. Det er lagt spesielt vekt på tolking av skjærstyrke, prekonsolidering og stivhetsparametere fra CPTU-sonderinger.

A-1.1 Kvalitet av undersøkelser

I vurderingene er den benyttet resultater fra treaksialforsøk fra rapport /1/. Der er det utført passiv og aktiv treaksialforsøk på prøver fra borpunkt M0-M101 og M0-M104 i dybder ca. 8-12 m. Med OCR-verdi 2-3 viser prøvene akseptabelt kvalitet etter volumtøying i konsolideringsfasen, kvalitetsklasse 1. Forsøkene vurderes likevel å være noe forstyrret.

Utførte CPTU sonderinger klassifiseres i kvalitetsklasse 1. På grunn av veldig faste friksjonsmasser i borpunkt 24, har verdier fra CPTU 24 ikke blitt benyttet i beregningene. CPTU 24 er vist på tegning nr: 413374-1-RIG-TEG-041.1 til -041.3 i /3 / og tegning nr: 413374-1-RIG-TEG-041.6 til -041.9 i denne rapporten, (tolkninger).

A-1.2 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver fra rapport /1 / og /3 /, er benyttet som grunnlag. Ved store variasjoner i målte verdier har gjennomsnittlige verdier blitt brukt. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på er det benyttet erfaringsverdier i henhold til håndbok 016 /5 /.

A-1.3 Poretrykk

Tabell A-1 oppsummerer relevante poretrykksmålinger.

Tabell A-1: Grunnvannstand. m under terrengnivå.

Dato:	13 (+137.1)*	18 (+110.8)*	M104 (5m) (+125)*	M104 (15m) (+125)*
01.04.12	-	-	2.4 m	6.2 m
29.08.13	0.9 m	1.6 m	1.9 m	6.4 m
21.01.14	0.8 m	1.8 m	1.9 m	5.7 m

* Terrengkote

A-1.4 Udrenerte styrkeparametere

s_u fra enaks og konus

Verdier for s_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger betraktet som verdier for direkte skjærstyrke, s_{uD} . Rutineundersøkelsene viser små variasjoner i målt udrenert skjærstyrke i de fleste prøveserier og indikerer god prøve kvalitet.

s_{uA} fra treaksialforsøk

Karakteristiske verdier (s_{uA}) er tatt ut ved brudd. Bruddtøyingen varierer noe for de enkelte forsøkene og ligger mellom 1-2 %. Treaksialforsøkene er representert i /1 / og /2 /.

s_{uA} fra CPTU-sonderinger

For bestemmelse av udrenert skjærstyrke er CPTU-sonderingene korrelert iht. empirisk baserte tolkningsfaktorer etter Karlsrud m. fl. (1996) /6 / og (2005) /7 /. For bløte, finkornige masser med relativt homogene forhold, betraktes tolkning av CPTU på poretrykksbasis som normalt den mest egnede metoden. Udrenert skjærstyrke er også vurdert i forhold til SHANSEP-metodikk. På poretrykksbasis bestemmes s_{uA} som:

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

Δu = Poreovertrykk
 u_2 = Målt poretrykk i CPTU
 u_0 = Insitu poretrykk
 $N_{\Delta u}$ = Bæreevnefaktor

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 anisotropiske konsoliderte treaksialforsøk på blokkprøver med høy kvalitet er benyttet som referanser. s_{uA} på poretrykksbasis er tolket med korrelasjoner til B_q . Tolkning av s_{uA} på spissmotstand er også inkludert.

Tabell A-2: Empirisk middelvariasjon bæreevnefaktor benyttet i tolking av CPTU.

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

Udrenert skjærstyrke modellert etter SHANSEP-prinsippet

Udrenert skjærstyrke er nært relatert til in-situ effektivspenninger og leiras overkonsolideringsgrad. Udrenert skjærstyrke øker med økning i effektivspenning. Denne økningen er avhengig av overkonsolideringsgraden. Udrenert skjærstyrke som er avhengig av overkonsolideringsgraden kan modelleres etter SHANSEP-prinsippet, Karlsrud (2003) /8 / og Ladd et al. (1974) /9 /:

$$s_{uA} = \alpha \cdot OCR^m \cdot p'_0$$

α = Normalkonsolideringsforhold av helt ung leire (OCR = 1,0)
 OCR = Overkonsolideringsgrad = $\frac{p'_c}{p'_0}$
 p'_c = Effektiv prekonsolideringsspenning
 p'_0 = Insitu vertikal effektivspenning
 m = Eksponent, som for norske leirer typisk har vist seg å variere mellom ca. 0.6 og 0.9 avhengig av leiren og forsøkstype. For eksempel gir lav IP høy m-verdi.

I tolkningen er det valgt å bruke:

$$\alpha = 0.25$$

$$m = 0.85$$

Design udrenert skjærstyrke

Valgte designprofiler er basert på utførte CPTU sonderinger og skjærstyrkeverdier fra konus, enaksiale trykkforsøk og treaksiale trykkforsøk. Udrenert skjærstyrke er modellert etter SHANSEP-prinsippet.

Designprofilene er aktiv udrenert skjærstyrke, s_{uA} , som ikke er korrigert for peak oppførsel i sprøbruddmaterialer. Ved stabilitetsberegninger i sensitiv/kvikkleire vil aktiv udrenert skjærstyrke reduseres med 15 % i henhold til NVEs retningslinjer /4/. I valg av designlinje er det lagt mest vekt på empiriske korrelasjoner for CPTU. Disse er basert på blokkprøvetaking og vil følgelig reduseres med 15 % i materiale med sprøbrudd oppførsel. Det er forventet at det vil være noe avstand mellom utførte treaksialforsøk og CPTU tolking basert på blokkprøver. Ved prøveforstyrrelse er denne forskjellen ofte større og i dette tilfellet er treaksialverdi fra forstyrret prøve lavere enn parametere bestemt ved rutineundersøkelser, og følgelig ikke vektlagt.

pc' og OCR fra CPTU

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:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cq}}{\sigma'_{v0}} \quad \begin{array}{ll} \alpha & = \text{Normalkonsolideringsforhold; } \alpha = 0.25 \text{ er benyttet} \\ N_{kt} & = \text{Spissmotstandsfaktor; } N_{kt} = 10 \text{ er benyttet} \\ q_n & = \text{Netto spissmotstand fra CPTU sondering} \\ \sigma'_{v0} & = \text{Insitu vertikal effektivspenning} \end{array}$$

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

OCR fra registrert poretrykk er tolket som:

$$OCR = \frac{\sigma'_{cu}}{\sigma'_{v0}} \quad \begin{array}{ll} \alpha & = \text{Normalkonsolideringsforhold; } \alpha = 0.25 \text{ er benyttet} \\ N_{\Delta u} & = \text{Poretrykksfaktor; } N_{\Delta u} = 8 \text{ er benyttet} \\ \Delta u & = \text{Poreovertrykk fra CPTU } (\Delta u = u_2 - u_0) \end{array}$$

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

Det er lagt mest vekt på tolkning på poretrykksbasis. Tolket pc' og OCR fra CPTU 19 er vist på tegning 413374-RIG-TEG-040.6 og -040.9. Verdier fra borpunkt M0-M104 er presentert i /1/ og /2/.

A-1.5 Tøyningskompabilitet

Siden det ikke er utført forsøk som kan gi spesifikke ADP forhold for området, er det valgt å benytte erfaringsverdier for anisotropiforholdet. Siden erfaringsverdier ikke tar hensyn til prinsipp om tøyningskompabilitet, har vi konservativt lagt vekt på å velge lave ADP forhold for ikke å overestimere direkte og passiv skjærfasthet.

A-1.6 Anisotropi

Anisotropiforholdene mellom aktiv og passiv skjærfasthet er bestemt for en prøveserie der det er utført både aktive og passive treaksialforsøk (M0-M101). Oppnådd verdi for anisotropiforhold mellom passiv og aktiv styrke er 0.37. Dette er noe lavere enn erfaringsområdet viser for dette forholdet.

Anisotropiforholdene i kvikkleire/leire er basert på erfaringstall fra tidligere laboratorieforsøk på høykvalitets prøver, bl.a. presentert av Karlsrud et.al /8 /. For mager kvikkleire ($IP < 5 \%$) er det tidligere dokumentert svært lave ADP-forhold. Det er utført konsistensgrenser på prøver fra på leiren og den sensitive leiren. Det er foreslått følgende anisotropi forhold:

Leire:

Forholdet mellom direkte skjær og aktiv skjærfasthet:

$$s_{uD}/s_{uA} = 0.70$$

Forholdet mellom passiv og aktiv skjærfasthet:

$$s_{uP}/s_{uA} = 0.37$$

Sensitiv leire/kvikkleire:

Forholdet mellom direkte skjær og aktiv skjærfasthet:

$$s_{uD}/s_{uA} = 0.60$$

Forholdet mellom passiv og aktiv skjærfasthet:

$$s_{uP}/s_{uA} = 0.30$$

A-1.7 Drenerte styrkeparametere

Effektivspenningsparametere

Effektivspenningsparametere, $\alpha - \varphi$, på leire og kvikkleire er tatt fra utførte treaksialforsøk fra borpunkt M104 i /2 /, CPTU sonderinger og erfaringsverdier fra håndbok 016 /5 /. For lag med ingen informasjon fra utførte forsøk er det hentet erfaringsverdier fra håndbok 016 i sin helhet.

Tørrskorpe

Anbefalt verdi for friksjonsvinkel er tatt fra /5 /, verdier som benyttes i beregninger er $\phi_k = 33.0^\circ$ ($\tan \phi_k = 0.65$) og attraksjon $a = 0$ kPa.

Leire

Friksjonsverdiene for leir-laget er basert på vurdering gjort i /2 / og erfaringsverdier fra Håndbok 016 /5 /. Følgende karakteristisk friksjonsvinkel er brukt i beregningene: $\phi = 31.0^\circ$ ($\tan \phi_k = 0.58$) og attraksjon $a = 10$ kPa.

Kvikkleire og sensitiv leire

Friksjonsverdiene for leir-laget er basert på vurderinger gjort i /2 /. Karakteristisk friksjonsvinkel for sensitive masser er satt til $\phi_k = 28.4^\circ$ ($\tan \phi_k = 0.54$). Attraksjonen er valgt til 5 kPa.

A-1.8 Materialparametre

Styrkeparametrene benyttet i beregningene er angitt i tabell A-3. I henhold til NVEs retningslinjer er Su_a profilene redusert med 15 % i kvikkleiren/sensitive masser. Denne reduksjonen er lagt i ADP-faktorer i beregningsprogrammet. Tolkningen av designlinjen med illustrasjon av 15 % reduksjon er presentert i tegning nr. 413374-1-RIG-TEG-040.7, -050.1, -050.2 og 413374-41.6. Tabell A-4 oppsummerer skjærstyrken som er brukt i de aktuelle profilene.

Tabell A-3: Valgte materialparametre for beregning.

Materiale	Tyngdetetthet, γ	Friksjon, $\tan \phi_k$	Attraksjon, a
Tørskorpeleire/fast leire	20.0 kN/m ³	0.65 ($\phi_k = 33^\circ$)	0 kPa
Leire	20.0 kN/m ³	0.58 ($\phi_k = 30^\circ$)	10 kPa
Kvikkleire/sensitiv leire	20.0 kN/m ³	0.54 ($\phi_k = 28,4^\circ$)	5 kPa

Tabell A-4: Udrenert skjærstyrke.

Borpunkt (terrengkote - GV)	Su_a (kPa)
M0-M104 (+125 - 2 m)	$= 55 + 3.3 \cdot (Z - 2 \text{ m})$
19 (+117.5 - 4 m)	$= 75 + 2.7 \cdot (Z - 4 \text{ m})$
22 (+132.7 - 1 m)	$= 20 + 2.7 \cdot (Z - 1 \text{ m})$
24 (+135 - 2 m)	$= 45 + 2.8 \cdot (Z - 2 \text{ m})$

A-1.9 Grunnvann i beregninger

13: Det er satt ned en poretrykksmåler 4 m under terreng. Poretrykksavlesningene viste at grunnvannstanden ligger ca. 1 m under terreng. Det benyttes hydrostatisk poretrykksfordeling i beregningene.

M0-M104: Det er satt to poretrykksmålere i dette punktet, 5 m og 15 m under terreng. Poretrykksavlesninger viste at grunnvannstanden ligger ca. 1-2 m under terreng og er mindre enn det hydrostatiske trykket i dybden. Det benyttes likevel hydrostatisk poretrykksfordeling i beregningene, med grunnvannstand ca. 2 m under terreng.

19: Nærmeste poretrykksmåler er i borpunkt 18. Der er grunnvannstanden registrert til å ligge ca. 1 m under terreng. Etter vurdering av gammelt og nytt terreng, sonderinger og mengde fyllmasser ved borpunkt 19 er grunnvannstanden antatt til å ligge ca. 4 m under terreng med hydrostatisk poretrykksfordeling.

24: Det er ikke utført poretrykksmålinger i nærheten av borpunkt 24. Grunnvannstanden er antatt å ligge ca. 5-6 m under terreng ved borpunkt 24, 3 m under terreng i bunnen av skråningen (borpunkt M4-5) og i underkant av 1 m i toppen av skråningen (borpunkt M1-5). Det benyttes hydrostatisk poretrykksfordeling i beregningene.

A-2 Stabilitet

A-2.1 Generelt

I denne fasen er det utført beregninger for:

1. Eksisterende terreng
2. Terreng etter utgraving

Dagens terreng er beregnet ved udrenert totalspenningsanalyse, ADP-analyse, og drenert effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -analyse. For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyser) er det benyttet anisotropisk jordmodell.

Stabiliteten etter utgraving er beregnet med udrenert totalspenningsanalyse samt med drenert $\alpha\phi$ -analyse. Plassering av profilene er vist på tegning nr. 413374-1-RIG-TEG-003.

A-2.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" versjon 5.0.8 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller 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.

A-2.3 Beregningsresultater

Det er utført stabilitetsberegninger for utvalgte profiler. Profilene er antatt å være mest kritiske på bakgrunn av grunnforhold og topografi.

Følgende fremgangsmåte benyttes for å identifisere kritiske sirkulære glideflater. Det utføres først ett eller flere grovsøk i profilet med tangent søkemetode med stort søkeområde (20-50). Deretter utføres det finsøk på område med kritisk sirkelsentrum med rtangent søkemetode med et mindre søkeområde (5-20) på grunn av beregningstid.

Sirkulære glideflater med sirkelsentrum lavere enn skråningstopp er vurdert som irrelevante. Sammensatte flater er i hovedsak benyttet for å vurdere glidning i et lag.

A-2.4 Profil I-I

Profil for vurdering av områdestabilitet og lokalstabilitet. Profilet går tilnærmet fra nord mot sør fra vestre enden av Høiseth eiendommen. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonsplanen, tegning nr. 413374-1-RIG-TEG-003.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut i fra prøver og CPTU fra borpunkt 19 og M0-M104. Beregninger for drenert og udrenert tilstand er vist på tegning nr. 413374-1-RIG-TEG-300.1 og -300.2. Tabell A-5 oppsummerer beregnede sikkerhetsfaktorer mot utglidning.

Tabell A-5: Beregningsresultater profil I-I.

413374-RIG-TEG	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til % vis forbedring
300.1	Dagens terreng	ADP-analyse	2.35	0
300.1	Dagens terreng	a ϕ -analyse	2.48	0
300.2	Etter utgraving	ADP-analyse	2.39	0
300.2	Etter utgraving	a ϕ -analyse	2.32	0

A-2.5 Profil F-F

Profil for vurdering av områdestabilitet og lokalstabilitet. Profilet går tilnærmet fra nord mot sør fra nordre enden av Høiseth eiendommen. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonsplanen, tegning nr. 413374-1-RIG-TEG-003.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut i fra nærliggende prøver og er modellert etter SHANSEP-prinsippet. Beregninger for drenert og udrenert tilstand er vist på tegning 413374-1-RIG-TEG-305.1 til -305.3. Tabell A-6 og A-7 oppsummerer beregnede sikkerhetsfaktorer mot utglidning.

Tabell A-6: Beregningsresultater profil F-F.

413374-RIG-TEG	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til % vis forbedring
305.1	Dagens terreng	ADP-analyse	2.0	0
305.1	Dagens terreng	a ϕ -analyse	3.9	0
305.2	Etter utgraving*	ADP-analyse	1.3	3.8
305.2	Etter utgraving*	a ϕ -analyse	1.8	0

* Lokale glideflater

Tabell A-7: Beregningsresultater med tiltak profil F-F.

413374-RIG-TEG	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	%vis forbedring
305.3	Etter utgraving med tiltak*	ADP-analyse	1.41	8.5

* Lokale glideflater

A-2.6 Profil J-J

Profil for vurdering av områdestabilitet og lokalstabilitet. Profilet ligger på den skarpe terrengryggen som ligger øst for området, og går tilnærmet fra sørøst mot nordvest fra sørøstre enden av Høiseth eiendommen. Plassering av beregningsprofilet er vist på situasjonsplanen, tegning nr. 413374-1-RIG-TEG-003. Vi har brukt et gjennomsnittlig terrengprofil her ved å se på profiler i avstand 10 m til hver side fra vist profil J-J.

Udrenert skjærfasthet er vurdert ut i fra nærliggende prøver og er modellert etter SHANSEP-prinsippet. Beregninger for drenert og udrenert tilstand er vist på tegning 413374-1-RIG-TEG-309.1 til -309.3. Tabell A-8 oppsummerer beregnede sikkerhetsfaktorer mot utglidning.

Tabell A-8: Beregningsresultater profil J-J.

413374-RIG-TEG	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_M for kritisk skjærflate	Krav til % vis forbedring
309.1	Dagens terreng	ADP-analyse	1.42	0
309.1	Dagens terreng	$\alpha\phi$ -analyse	2.97	0
309.2	Etter utgraving *	ADP-analyse	1.39	
309.2	Etter utgraving**	$\alpha\phi$ -analyse	1.85	
309.3	Utgraving kjeller B15 f-h, med tiltak	ADP-analyse	1.40	
309.3	Utgraving kjeller B15 f-h, med tiltak **	$\alpha\phi$ -analyse	1.85	

* Utgraving uten kjeller B15 f-h

** Lokale glideflater

Beregningene viser for lav sikkerhet og behov for tiltak ved utgraving for kjeller for felt B15 f-h (tegning 309.3). Mulig tiltak kan være støttefylling på oversiden av planlagt bygg som gir tilstrekkelig sikkerhet.

På tegning 309.2 viser at beregnet sikkerhet for utgraving fot kjellerløst bygg at sikkerheten er tilnærmet 1,4 ($\gamma_m = 1,39$). Dette er beregning for gravetilstanden og for en udrenert situasjon, og vurderes derfor som tilstrekkelig.

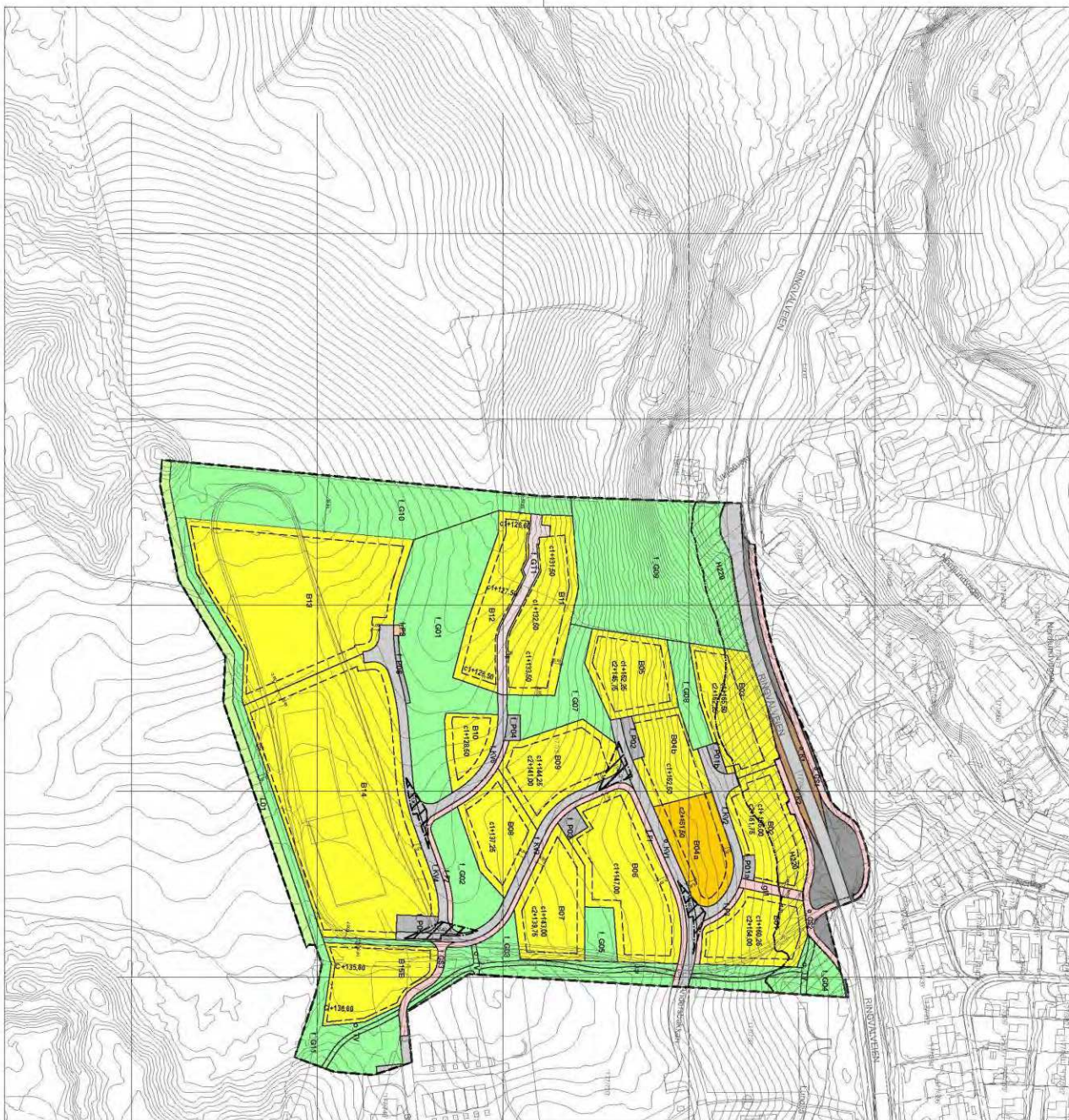
Vi bemerker at beregningene i profil J er utført med konservativ tolkning av mektighet av sensitiv leire. Tidligere beregninger med mindre mektighet av sensitiv leire viser tilstrekkelig sikkerhet også for kjellerutgraving for felt B15 f-h. Supplerende undersøkelser for nærmere bestemmelse av mektighet sensitiv leire, kan derfor medføre at behov for tiltak utgår.

Vedlegg B

B-1 Tegning L10.02 – Landskapsplan, Agraff AS, 07.02.2014



B-2 Reguleringskart, Eggen Arkitekter, 23.06.2014



FORSLAG REVISJON

23.06.2014

TEGNFORKLARING

Pbl av 2008

5.12-5, AREALFORMÅL

1. bebyggelse og anlegg

- Bebyggelse (1110)
- Bebyggelse (1110)

5.12-6, HENSYNSØNER

g 11-5, jf. side 6

1.2 1.2 1.2 1.2

h 2) Støysoner

1.3 1.3 1.3 1.3

g 11-5, jf. side 6

1.4 1.4 1.4 1.4

g 11-5, jf. side 6

2. Samfunnsplanlegging og teknisk infrastruktur

- Kjøpveier (2011)
- Fartstier (2012)
- Gadebiler (2014)
- Gang og sykkelveg (2015)
- Gangstier/broer (2016)
- Arven veggrunn (2018)
- Kollektivtransport (2019)
- Parkering (2080)
- Pumpestasjon (2140)

3. Grønnstruktur

- Grønnstruktur (3001)

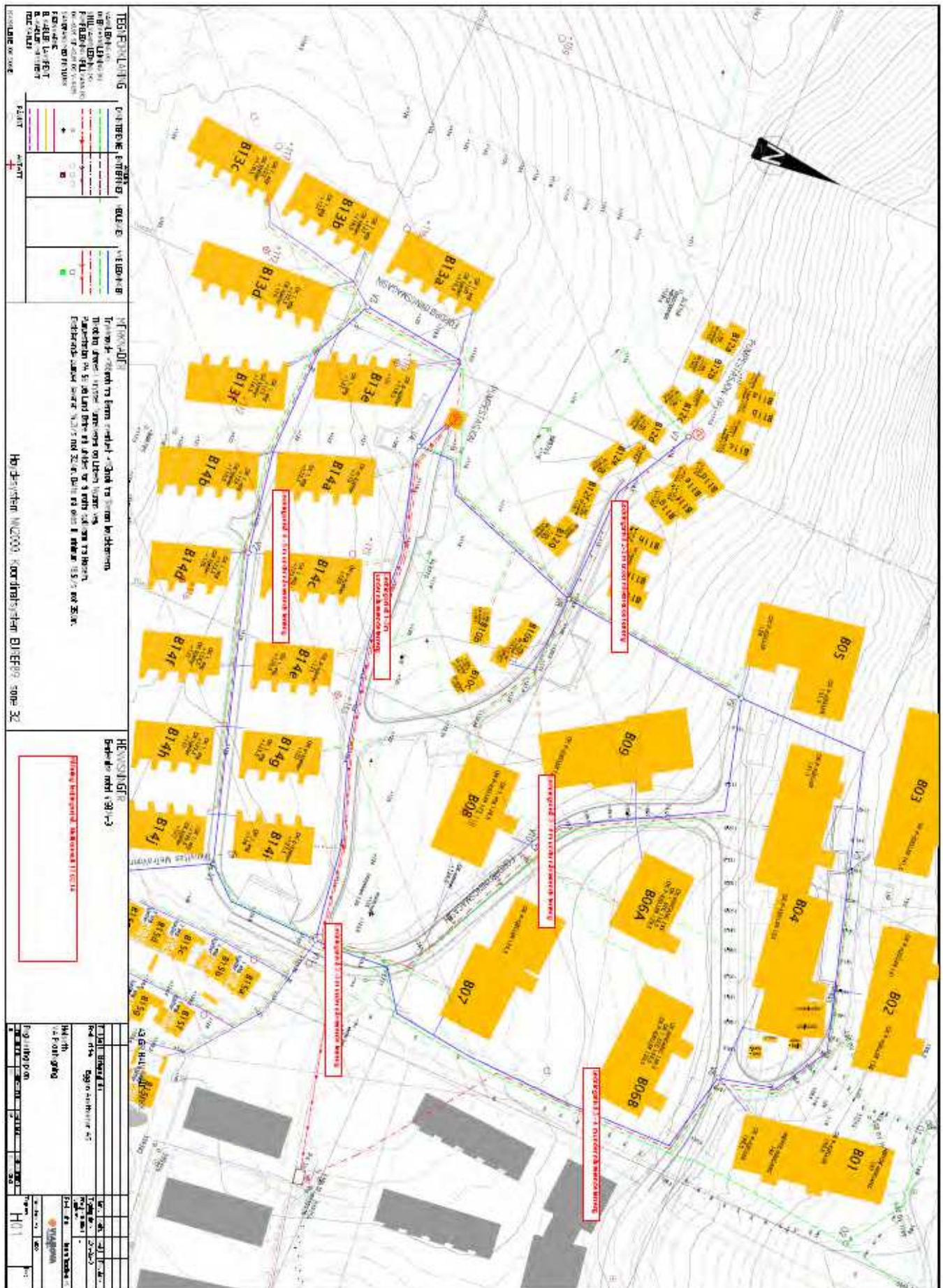
5. Landbruks-, natur og friluftsområder

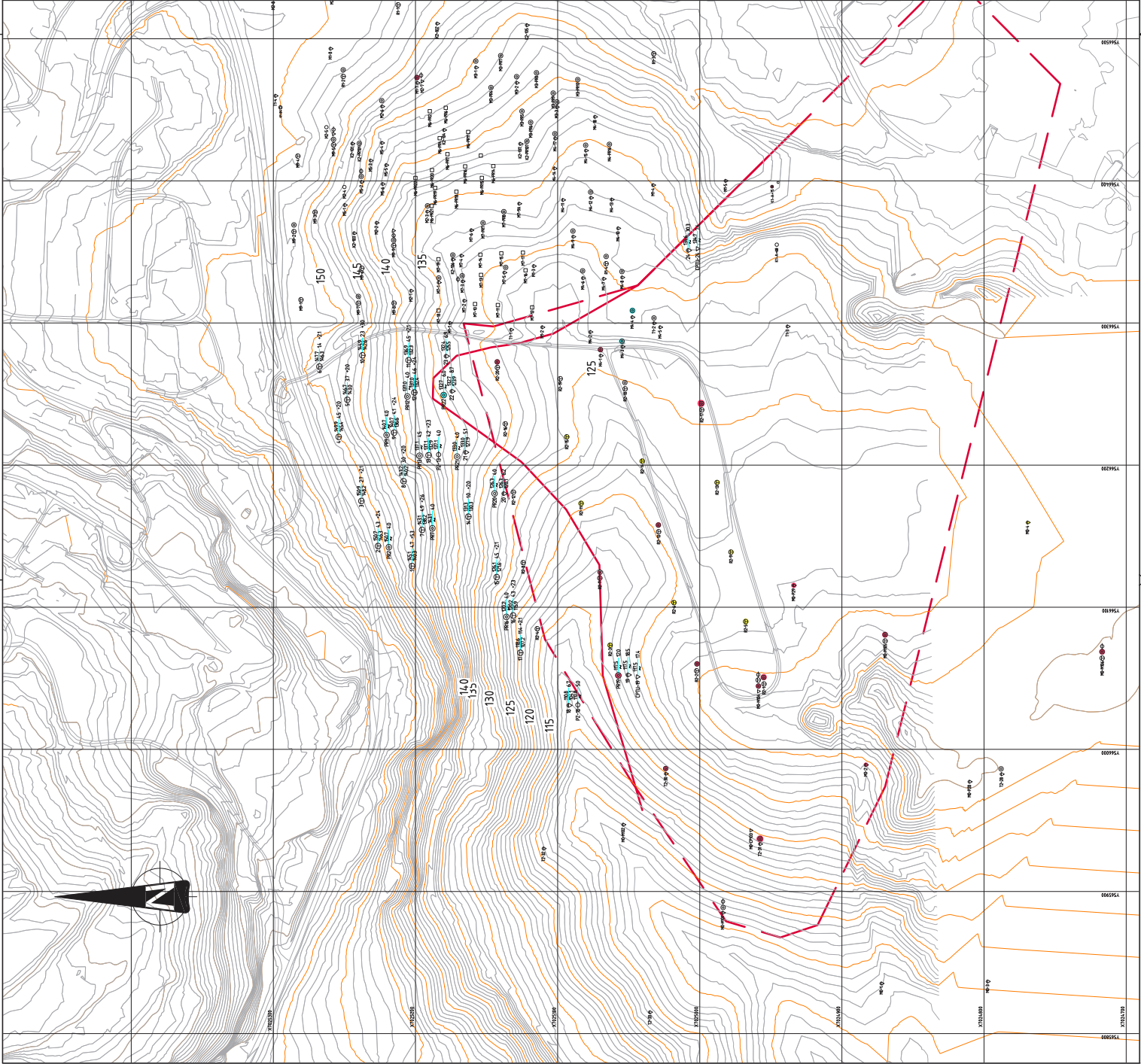
- Landbruksformål (3110)

Juridiske linjer og symbol

- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
- Planens begynnelse
- Planens slutt
-

B-3 VA-plan_H01





TEGNFORKLARING

- DRESØNDERING
- ENKEL SØNDERING
- ▼ RANGSØNDERING
- ⊕ TALSØNDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRUPP
- ▽ TRYKKSØNDERING
- ⊖ TERNKORT/SLØR/ANMÆTTE
- ☆ FJELLKONTROLLØRING
- ⊖ KJERNEBORING
- ⊖ DREIETRYKKSØNDERING
- ☒ SKJUPLETIDRØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PIRKETRYKKMALING
- ⌘ FJELL I DAGEN
- ⊖ TERNKORT/SLØR/ANMÆTTE
- ⊖ ANMÆTTE FJELLKORTE

- PÅVIST KVIKKELEIRE
- ANTATT KVIKKELEIRE/SPRØRUDDMATERIALE
- SPRØRUDDMATERIALE PÅVIST
- AVGRENSNING SKJETEIN ØVRE KVIKKELESØNE (ref: RAP: 413374-3 Rev.01)
- NY AVGRENSNING SKJETEIN ØVRE KVIKKELESØNE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boreriger er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
Tidligere boreriger er angitt med indekser foran borerignr.

MULTICONSULT AS RAPPORTER:

- M0: 413374 (2009/2012) Høiseeth
- M1: 413270 (2008) Lund Østre Reguleringsplan
- M2: 414018 (2010) Lund Østre Infrastruktur
- M3: 414562 (2011) Lund Østre B7
- M4: 414969 (2011) Lund Østre B8
- M5: 415506 (2012) Lund Østre B12
- M6: 415746 (2013) Lund Østre B9
- M7: 415826 (2013) Lund Østre B10
- M9: 416130 (2014) Lund Østre B11/B13

TRONDHEIM KOMMUNE RAPPORTER:

- T1: R1299 (2006) Datarapport Lund Østre
- T2: R1447 (2009) Datarapport Skjetein kvikkelesøne

KUMMENEJE RAPPORTER:

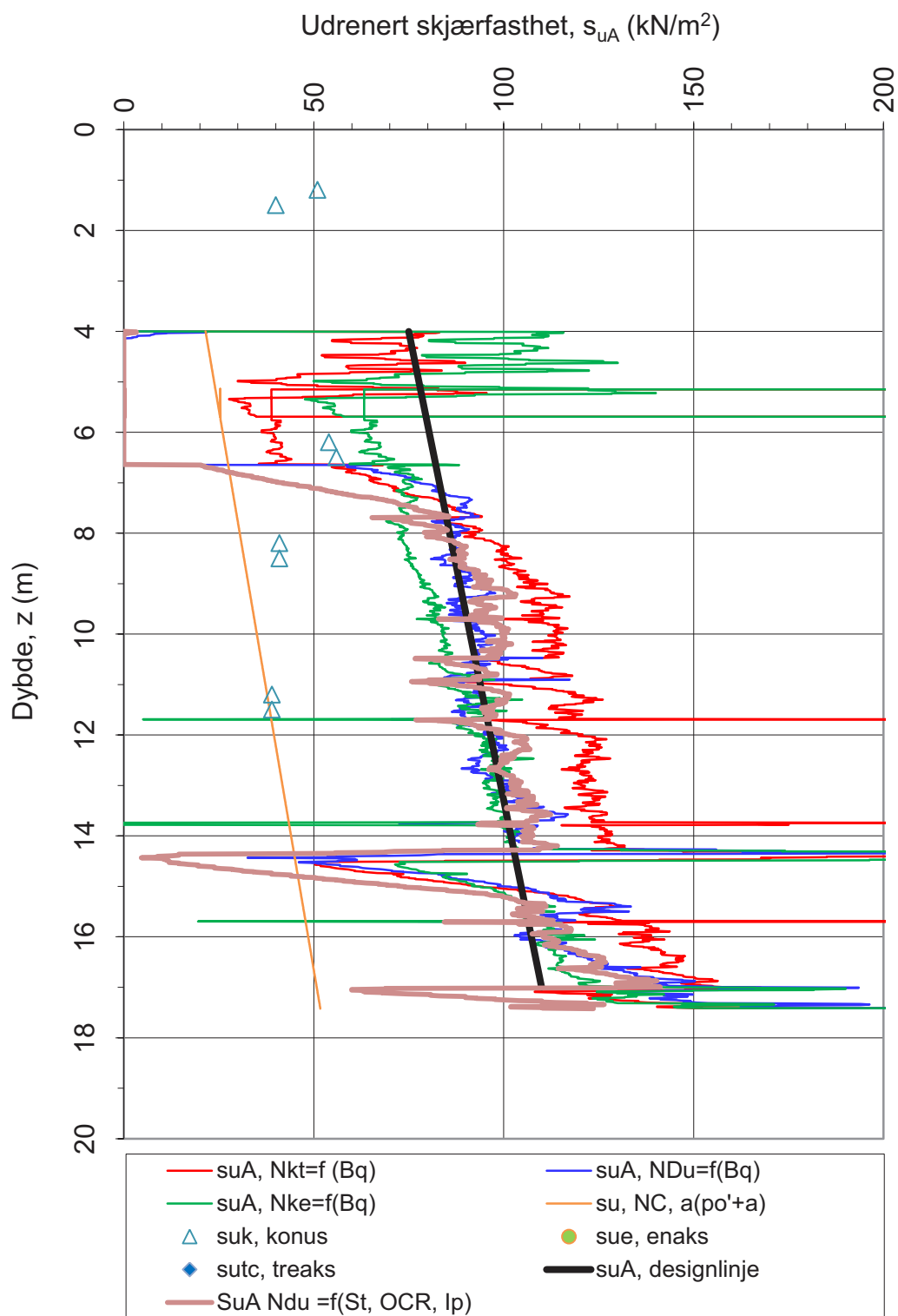
- K1: Kummeneje rapport nr. 0592-2
- K2: Kummeneje rapport nr. 07839

RAMBØLL AS RAPPORTER:

- R0: Rambøll rapport nr. 6080026-1
- R2: Rambøll rapport nr. 6080357-1

Høiseeth Utvikling AS
Stabilitetsvurdering
Oversiktstegning

001	-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.	
		22.03.2022	Fag	Firma	Firma	
			Geoteknikk	A2		
		Dato		28.01.2014		
		Forsvar/Referanse		1:2000		
				-		



Nkt = (18,7-12,5·Bq)

α_c valgt: **0.25**

NDu = (1,8+7,25·Bq)

Nke = (13,8-12,5·Bq)

Referansem metode: Karlsrud et al (1996)

NDu = (6,9-4logOCR+0,07Ip)

Oppdragsgiver:

Høiseth Utvikling AS

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

9_CPTU_EXTRA v4.02_re

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

CPTU id.:

19

Sonde:

4353

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

05.08.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

413374-1

Tegning nr.:

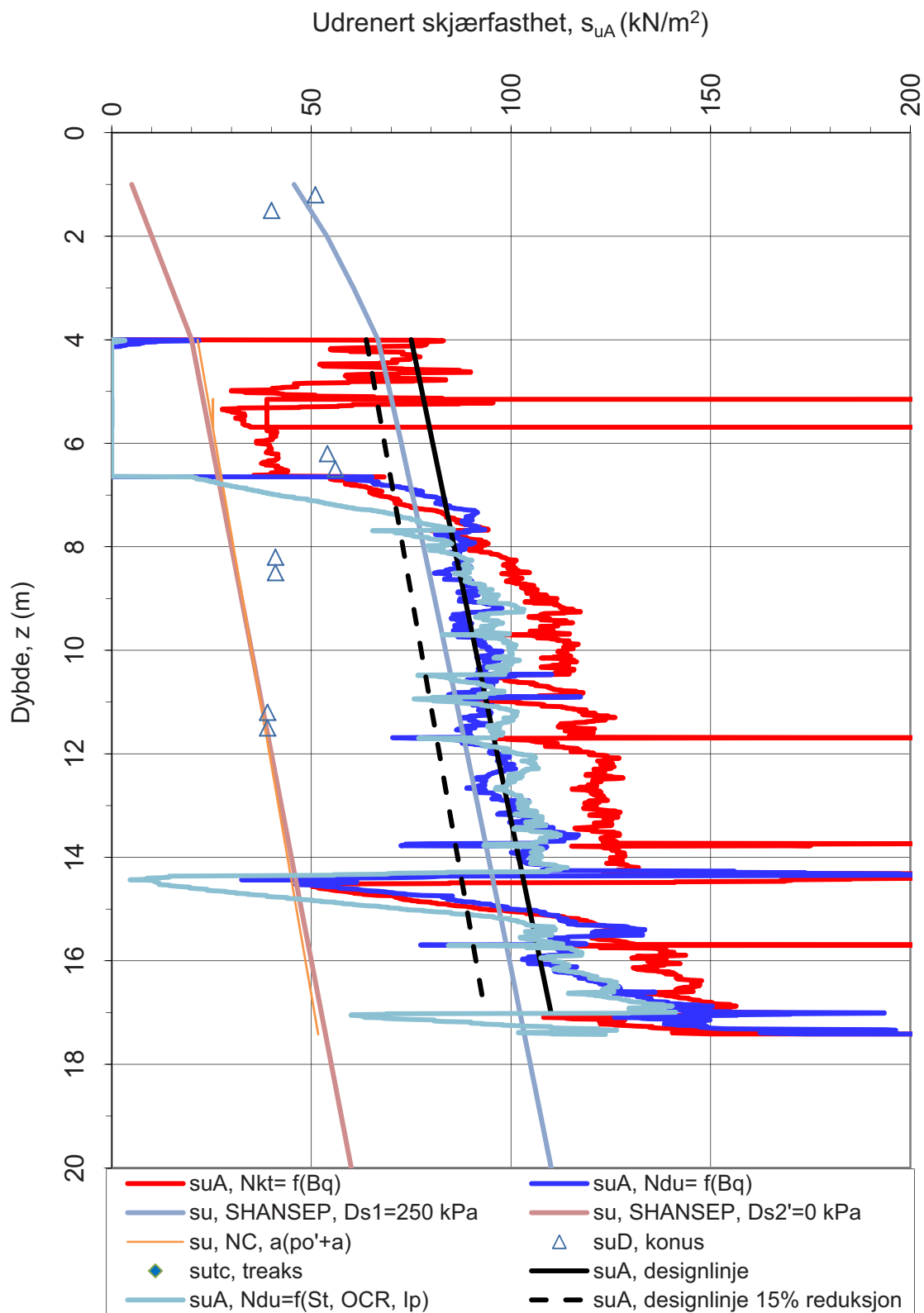
RIG-TEG-040.6

Versjon:

03.01.2013

Revisjon:

0



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

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

$ND_u = (6,9-4\log OCR + 0,07I_p)$

α_c valgt: 0.25

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Høiseth Utvikling AS

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

9_CPTU_EXTRA v4.02_re

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

CPTU id.:

19

Sonde:

4353



MULTICONSULT AS

Dato:

05.08.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

413374-1

Tegning nr.:

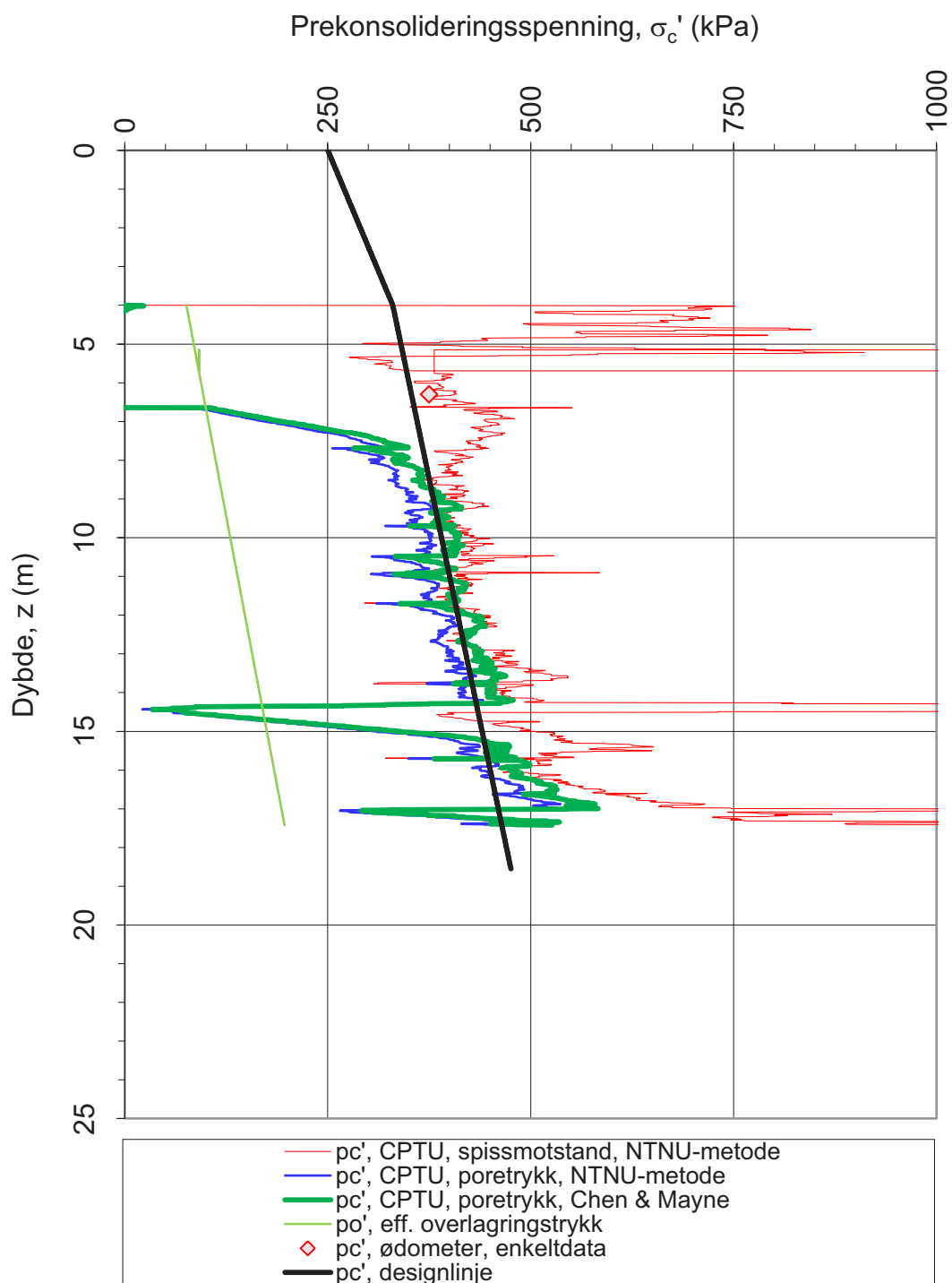
RIG-TEG-040.7

Versjon:

03.01.2013

Revisjon:

0



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:

Høiseth Utvikling AS

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

9_CPTU_EXTRA v4.02_re

Prekonsolideringsspenning σ_c' .

Multiconsult

CPTU id.:

19

Sonde:

4353

MULTICONSULT AS

Dato:

05.08.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

413374-1

Tegning nr.:

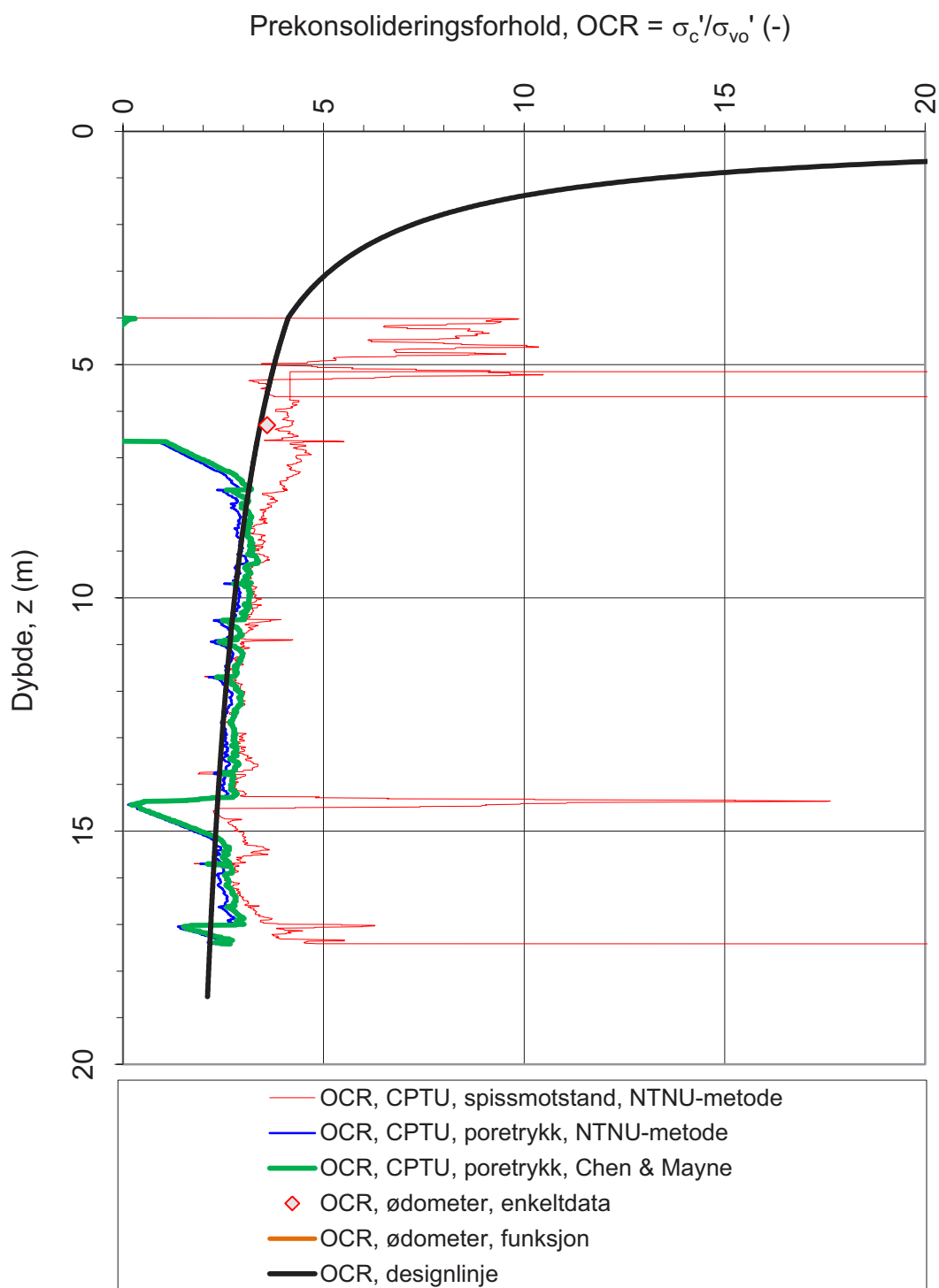
RIG-TEG-040.8

Versjon:

03.01.2013

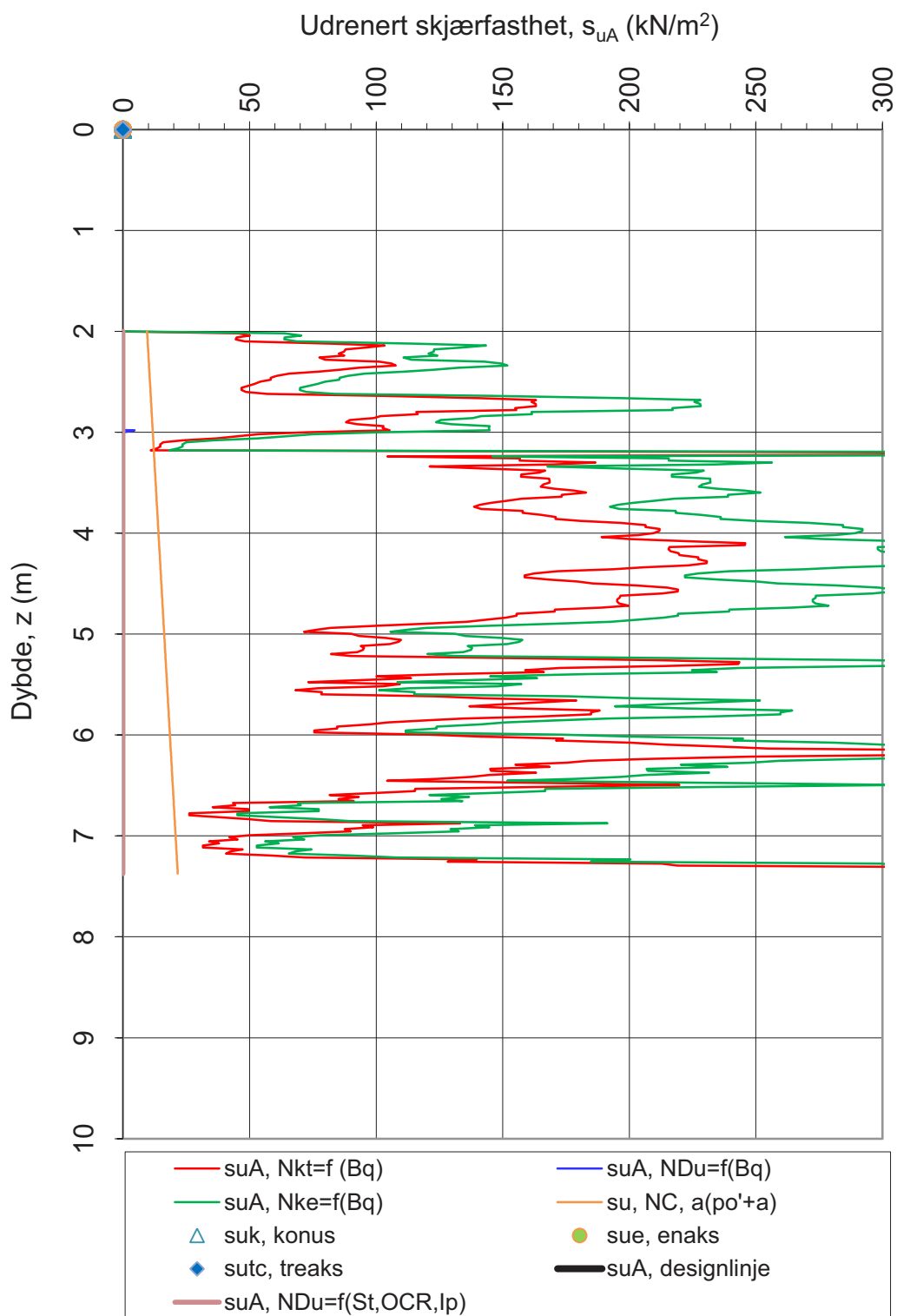
Revisjon:

0



Referansemeter 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemeter 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver: Høiseth Utvikling AS		Oppdrag: Høiseth		Tegningens filnavn: 9_CPTU_EXTRA v4.02_re
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{vo}'$.				Multiconsult
CPTU id.:	19	Sonde:	4353	
MULTICONSULT AS	Dato: 05.08.2013	Tegnet: MIAB	Kontrollert: HAN	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 413374-1	Tegning nr.: RIG-TEG-040.9	Versjon: 03.01.2013	Revisjon: 0



Nkt = (18,7-12,5·Bq)

α_c valgt: **0.25**

Ndu = (1,8+7,25·Bq)

Nke = (13,8-12,5·Bq)

Referansem metode: Karlsrud et al (1996)

Ndu = (6,9-4logOCR+0,07lp)

Oppdragsgiver:

Høiseth Utvikling AS

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

4_CPTU_EXTRA v4.02_re

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

CPTU id.:

24

Sonde:

4672

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

03.09.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

413374-1

Tegning nr.:

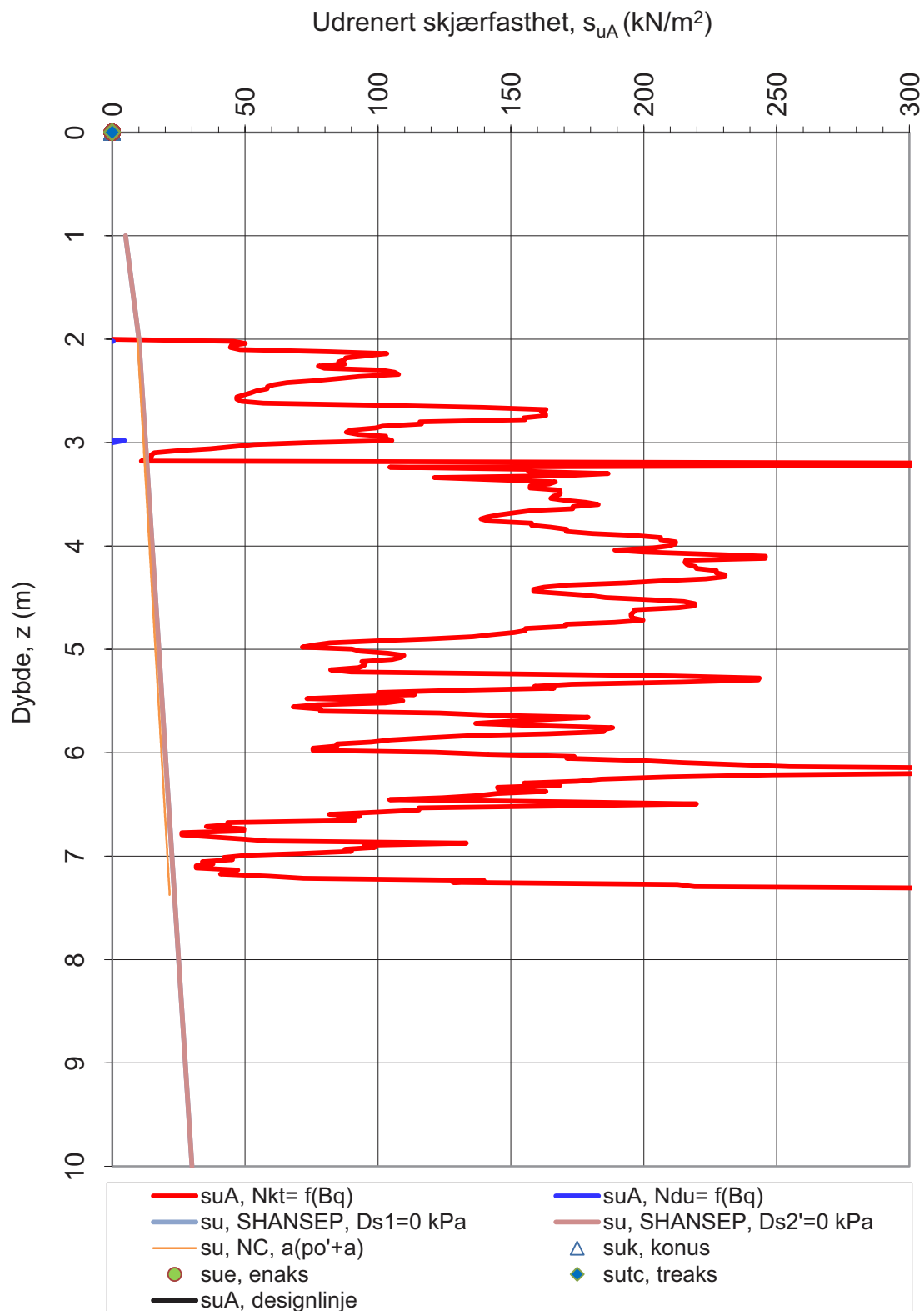
RIG-TEG-041.6

Versjon:

03.01.2013

Revisjon:

0



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

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

α_c valgt: **0.25**

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Oppdragsgiver:

Høiseth Utvikling AS

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

4_CPTU_EXTRA v4.02_re

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

CPTU id.:

24

Sonde:

4672

Multiconsult

MULTICONSULT AS

Dato:

03.09.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

ARV

Oppdrag nr.:

413374-1

Tegning nr.:

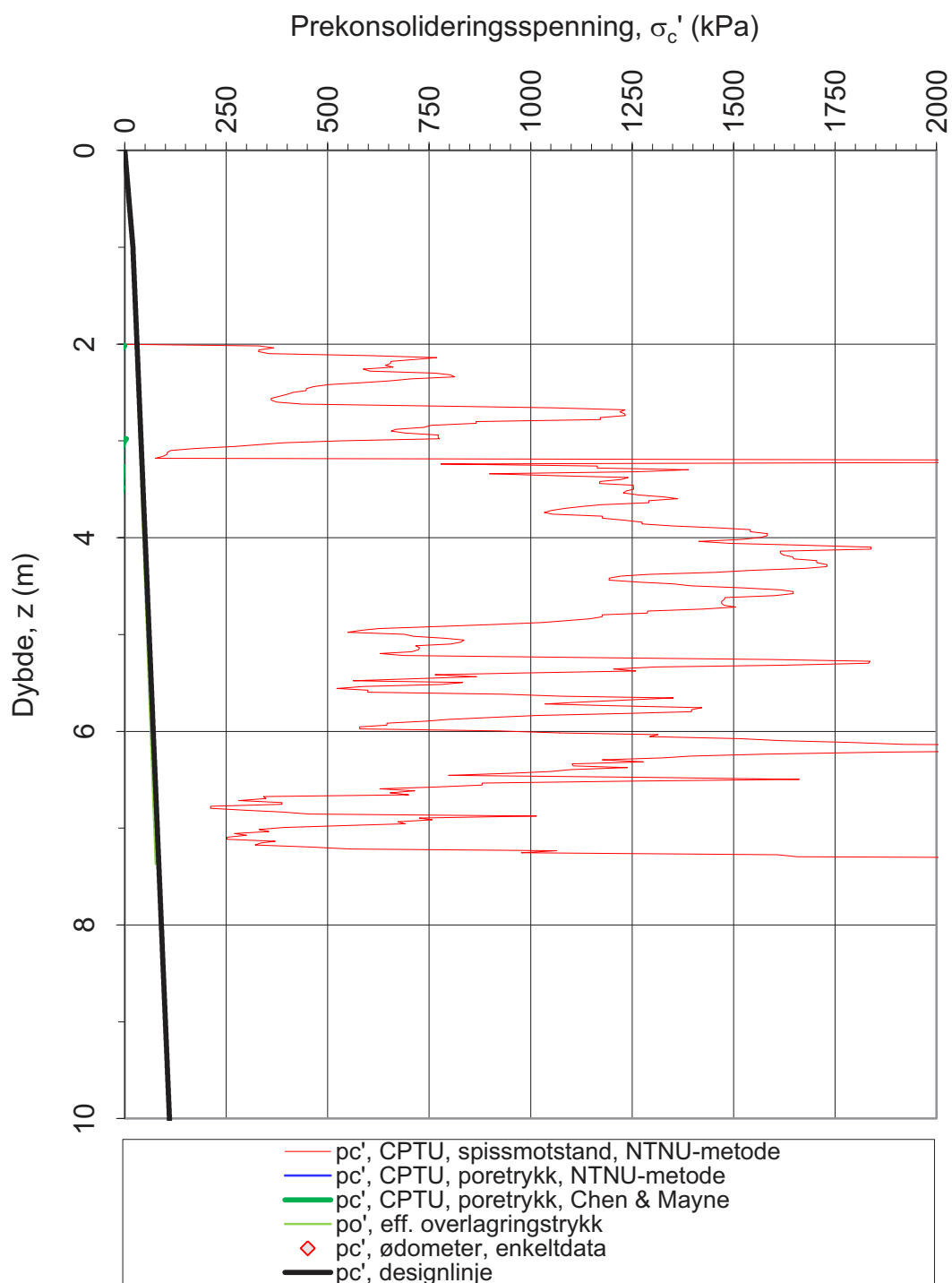
RIG-TEG-041.7

Versjon:

03.01.2013

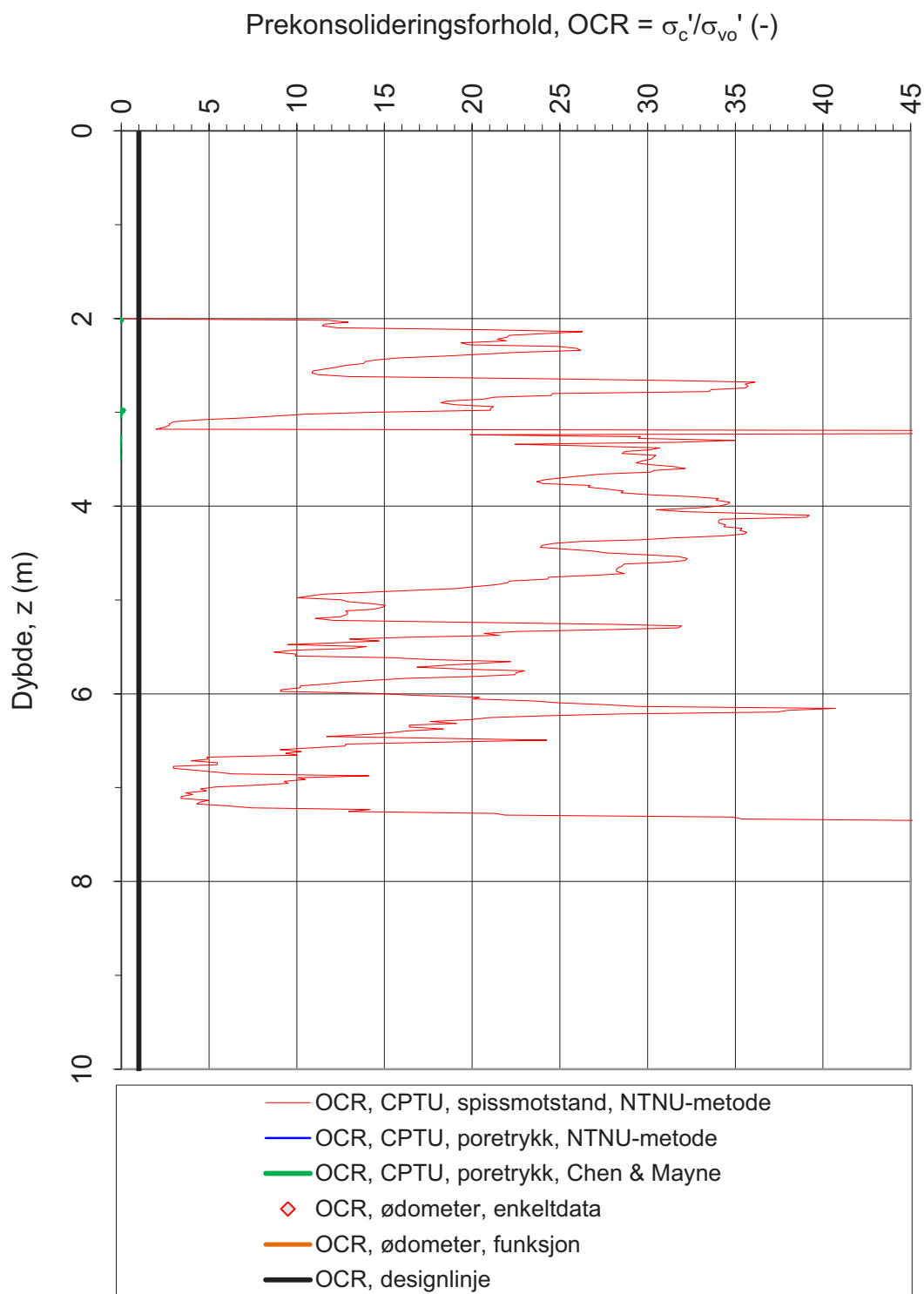
Revisjon:

0



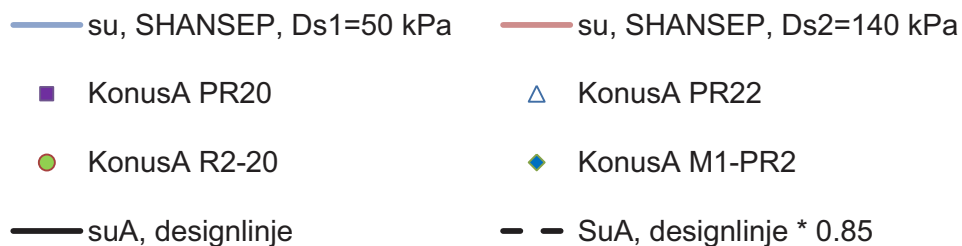
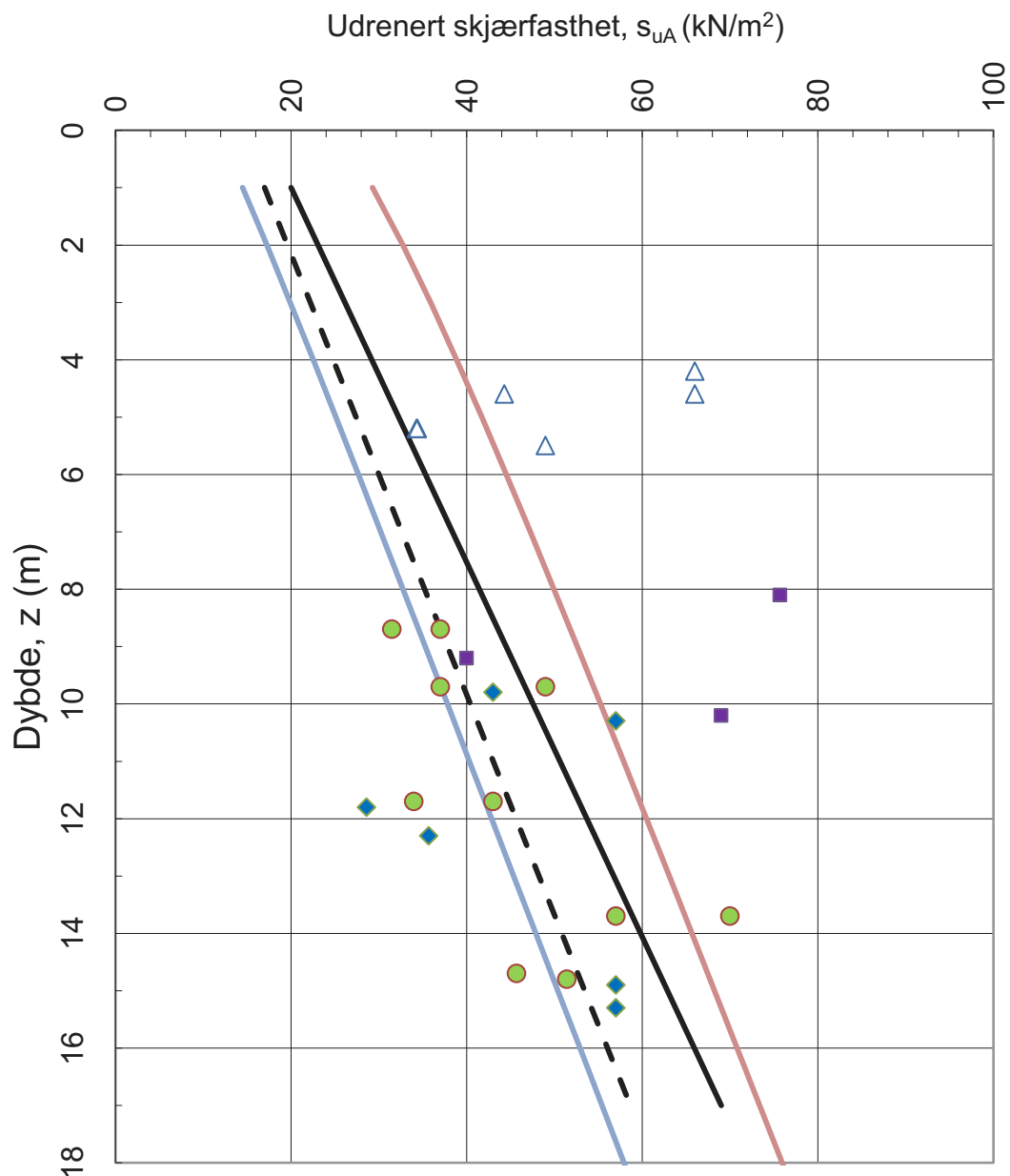
Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:	
Høiseth Utvikling AS		Høiseth		4_CPTU_EXTRA v4.02_re	
Prekonsolideringsspenning σ_c' .				Multiconsult	
CPTU id.:	24	Sonde:	4672		
MULTICONSULT AS	Dato: 03.09.2013	Tegnet: MIAB	Kontrollert: HAN	Godkjent: ARV	
	Oppdrag nr.: 413374-1	Tegning nr.: RIG-TEG-041.8	Versjon: 03.01.2013	Revisjon: 0	



Referansemetoder 1 og 2: NTNU Senneset, Sandven & Janbu (1989)
 Referansemetode 3: Chen & Mayne (1996)

Oppdragsgiver:		Oppdrag:		Tegningens filnavn:
Høiseth Utvikling AS		Høiseth		4_CPTU_EXTRA v4.02_re
Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma_c'/\sigma_{vo}'$.				Multiconsult
CPTU id.:	24	Sonde:	4672	
MULTICONSULT AS	Dato: 03.09.2013	Tegnet: MIAB	Kontrollert: HAN	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 413374-1	Tegning nr.: RIG-TEG-041.9	Versjon: 03.01.2013	Revisjon: 0



Fra kote +132.7

Aktiv s_u

α_c valgt: **0.25**

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Høiseth Utvikling AS

Oppdrag:
Høiseth

Tegningens filnavn:

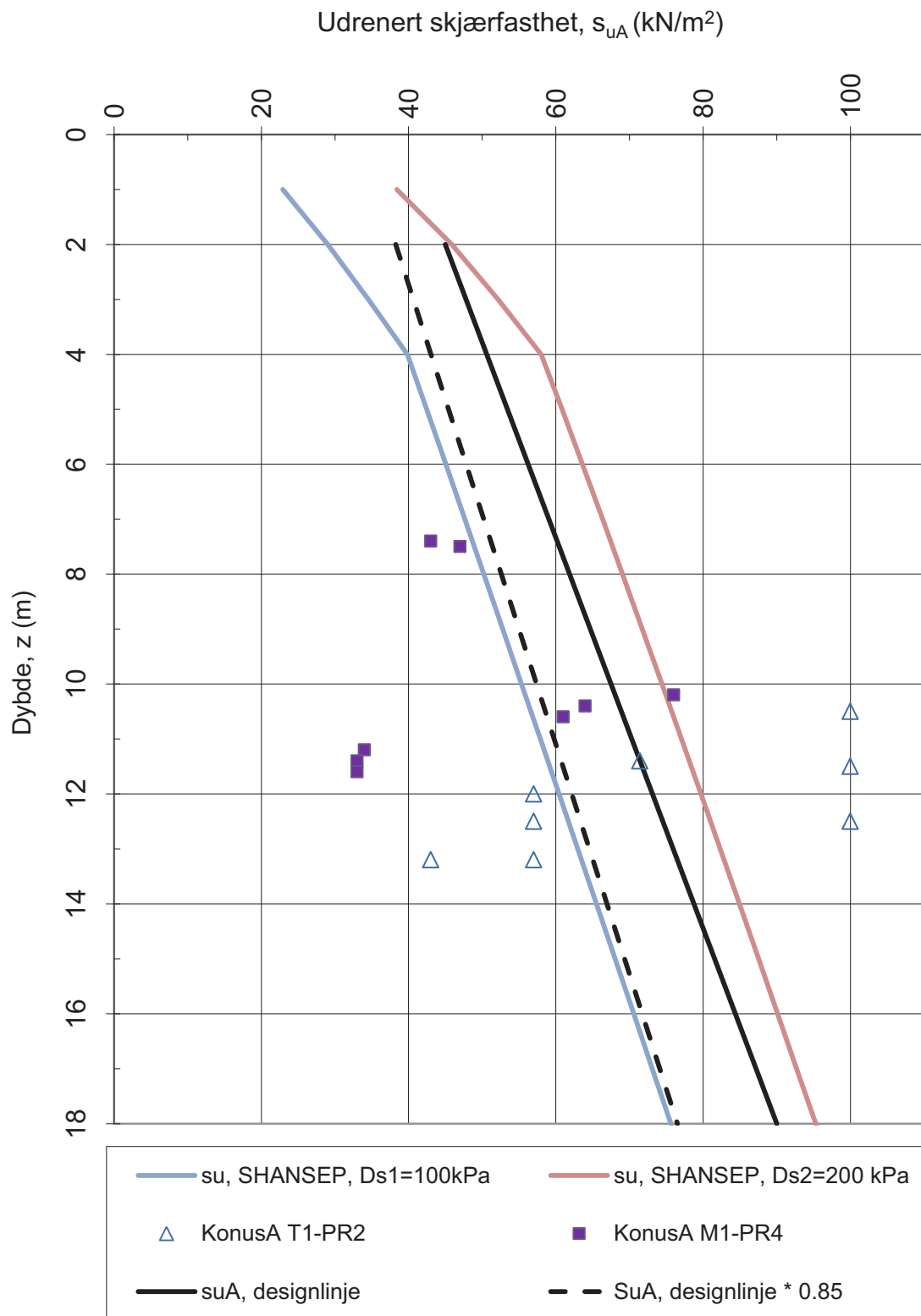
-

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

Multiconsult

Profil F-F

MULTICONCONSULT AS	Dato: 25.01.2014	Tegnet: MiaB	Kontrollert: HAN	Godkjent: ARV
	Oppdrag nr.: 413374-1	Tegning nr.: RIG-TEG-050.1	Versjon: -	Revisjon: -



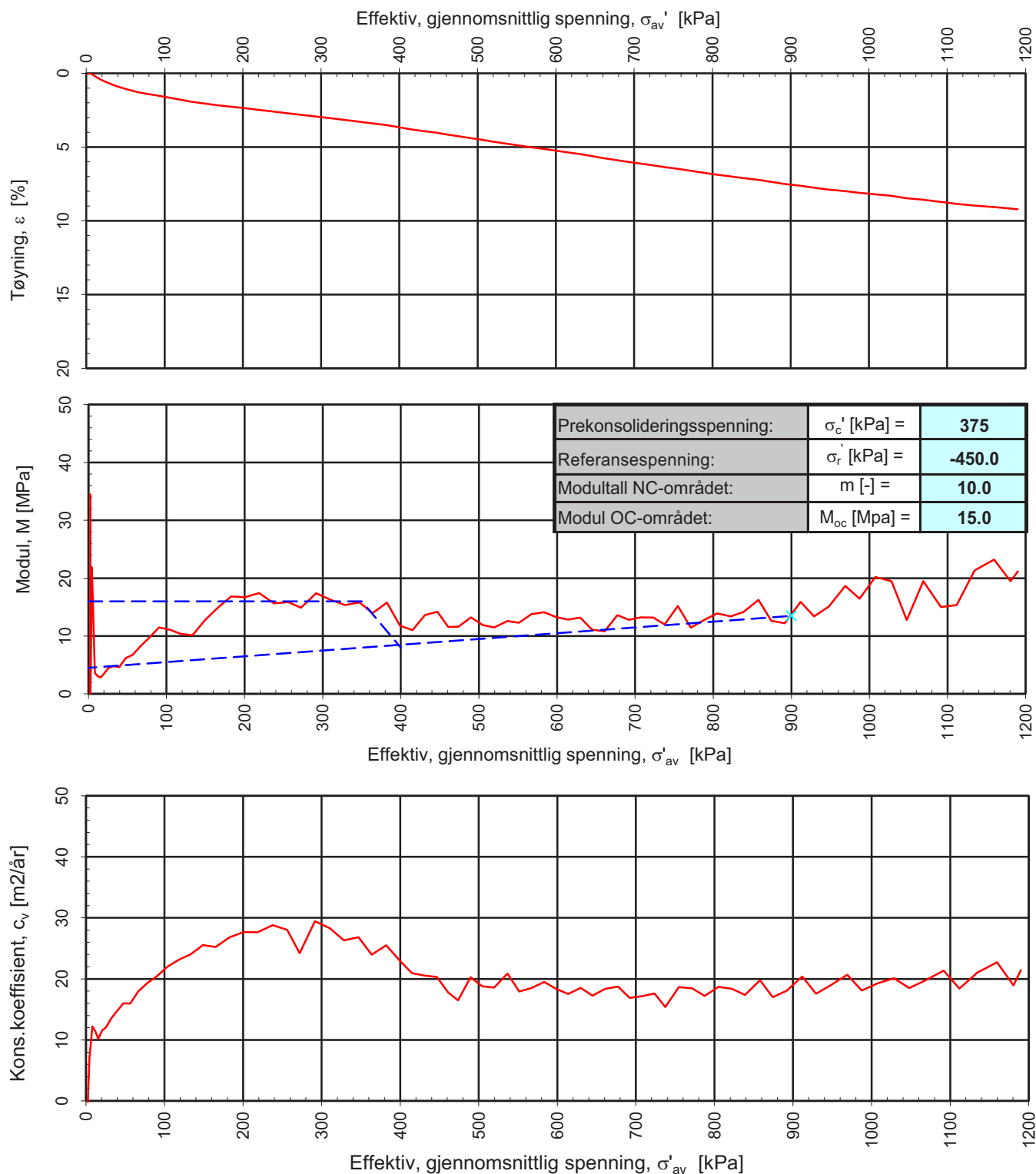
Fra kote +135.0

Aktiv s_u

α_c valgt: **0.25**

Referansem metode: Karlsrud et al. (1996)

Høiseth Utvikling AS		Oppdrag: Høiseth		Tegningens filnavn:
		Aktiv udrenert skjærfasthet s_{uA} , verdier fra SHANSEP-analyse.		-
Profil J-J				Multiconsult
MULTICONSULT AS	Dato:	Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	25.01.2014	MiaB	HAN	ARV
	Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Versjon:	Revisjon:
	413374-1	RIG-TEG-050.2	-	-



Densitet ρ (g/cm³): **2.03**
 Vanninnhold w (%): **28.51**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **62.43**

Høyseth Utvikling AS
Høyseth

Tegningens filnavn:
 413374-1-RIG-TEG-075_h19, 6.3m.xlsx

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

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:
 24.06.2013

Forsøknr.:
 1

Oppdrag nr.:
 413374-1

Dybde, z (m):
 6.30

Tegnet av:
 truk

Tegning nr.:
 RIG-TEG-075.3

Borpunkt nr.:
 19

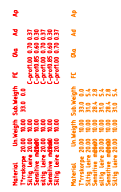
Kontrollert:
 MIAB

Prosedyre:
 CRS

Multiconsult

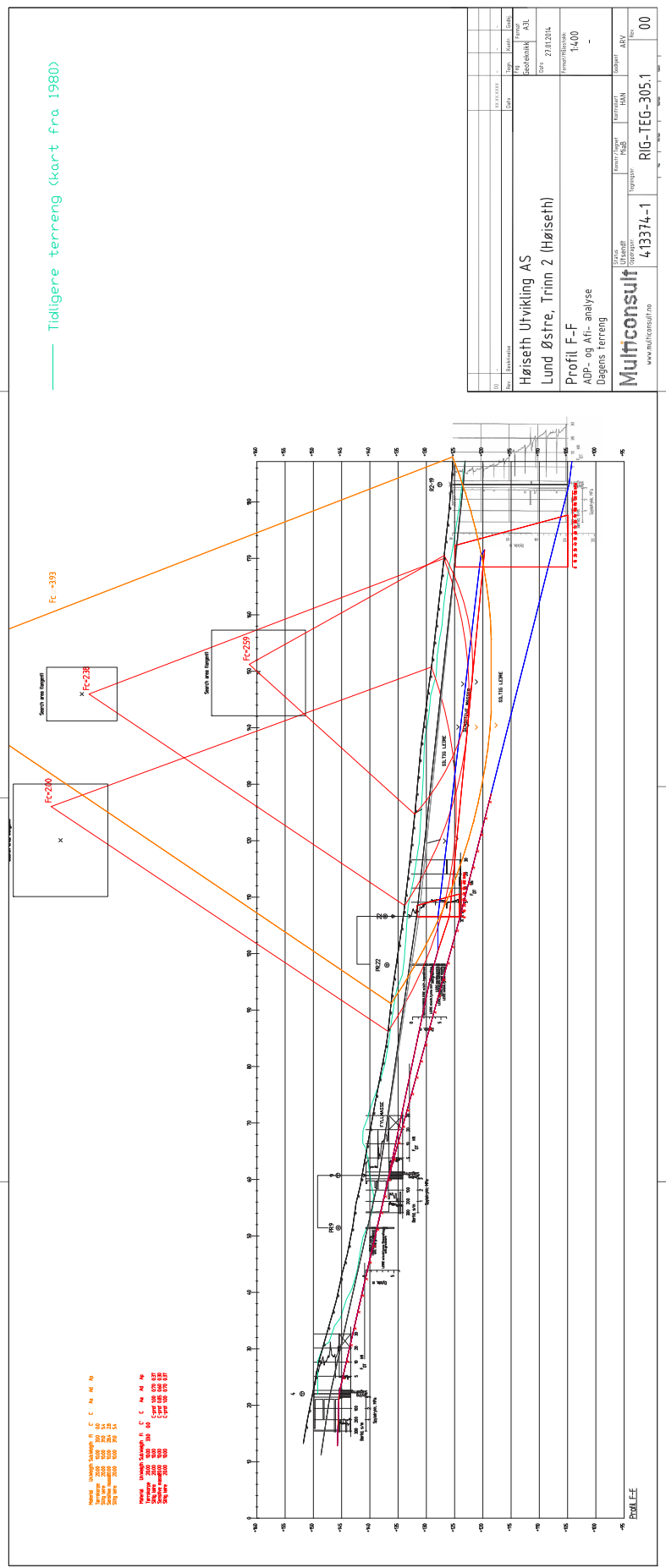
Godkjent:
 HAN

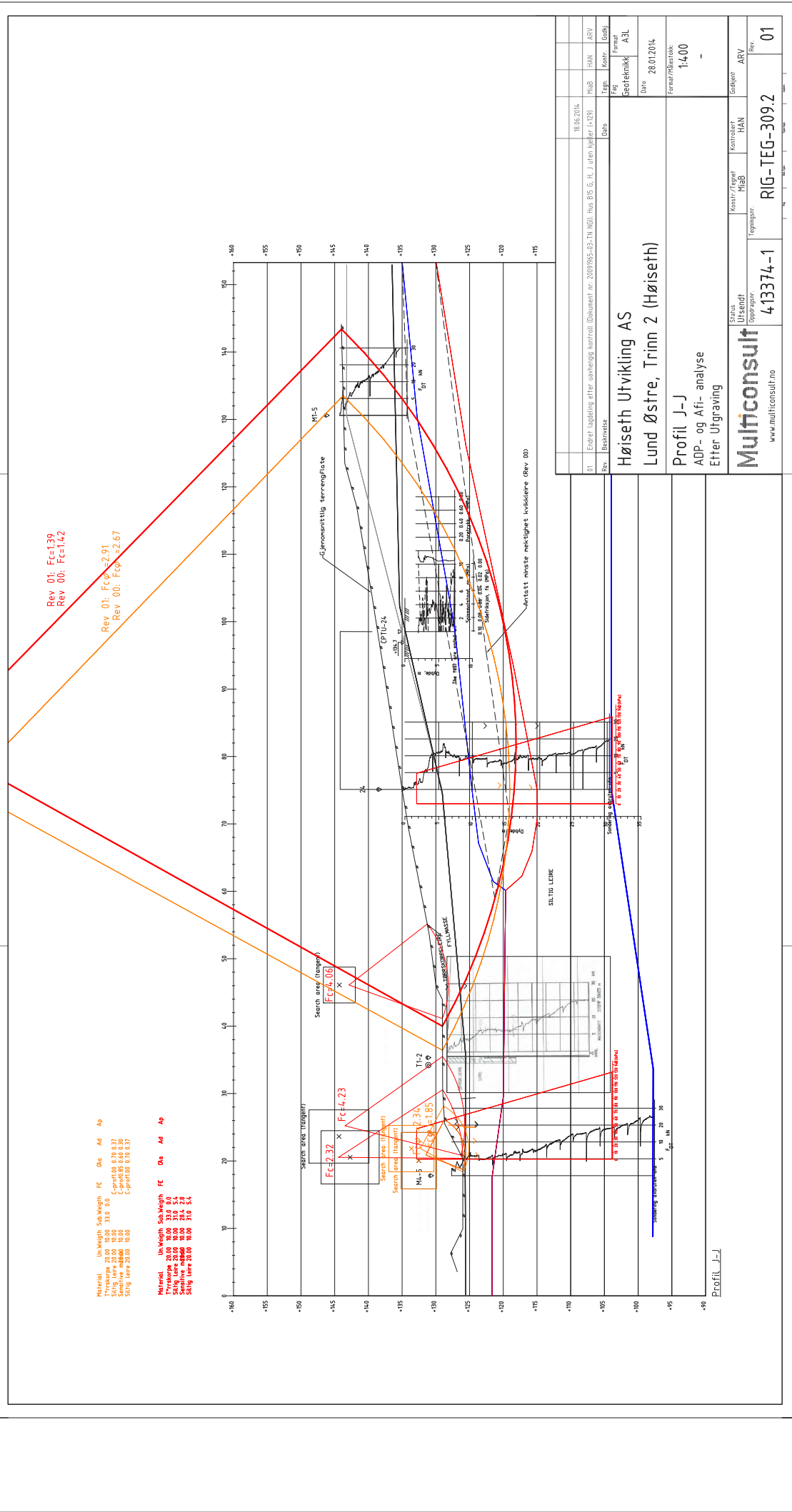
Programrevisjon:
 11.12.2012

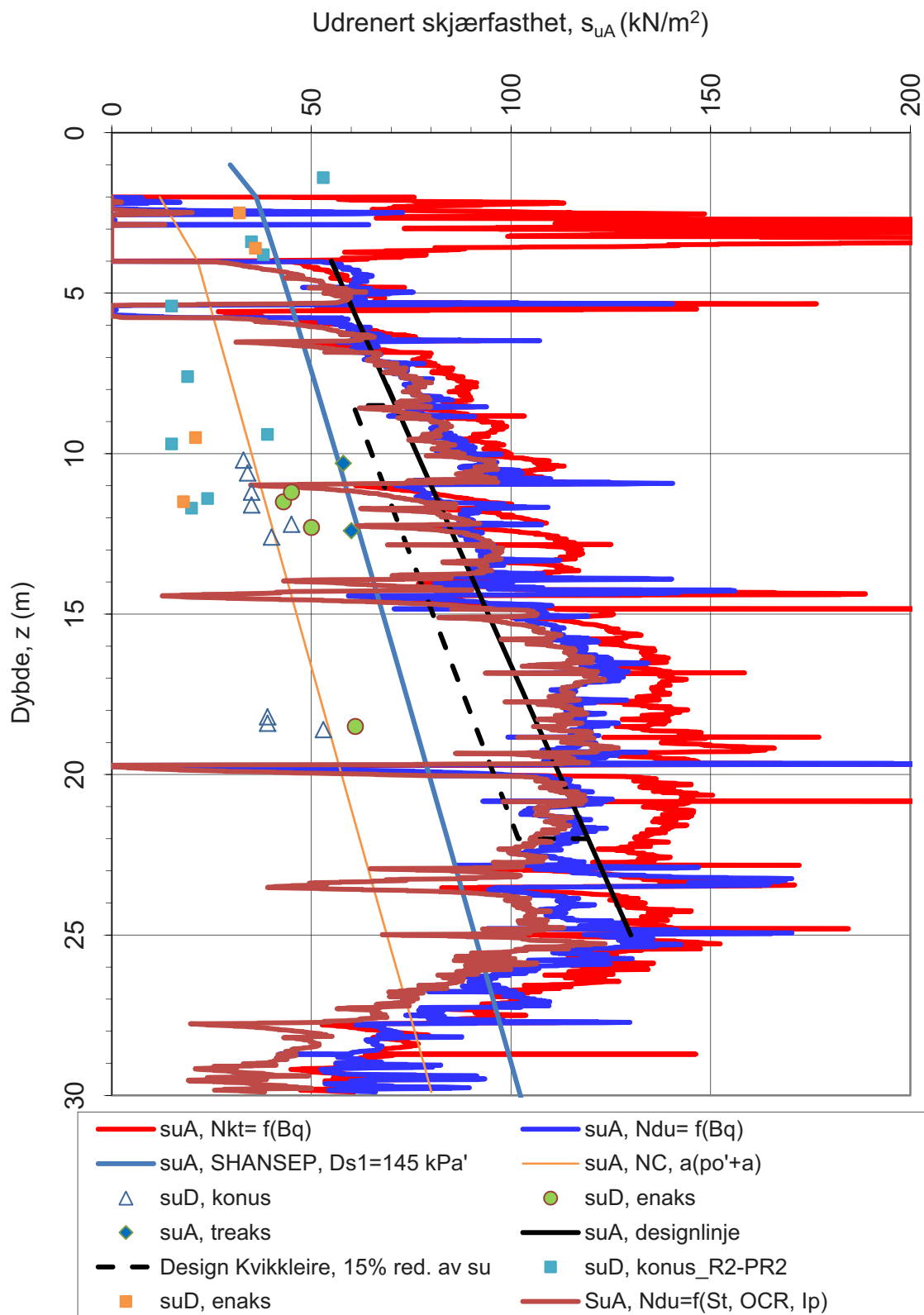
[illegible]

[illegible]

— Tidligere terreng (kart fra 1980)







N_{kt} : (18,7-12,5 B_q)
 N_{du} : (1,8+7,25 B_q)
 $N_{du} = (6.9 - 4 \log OCR + 0.07 I_p)$

α_c valgt: 0.25

Oppdragsgiver:

Høiset Utvikling AS

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

CPTU_M104

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

CPTU id.:

Hull M104

Sonde:

4354



MULTICONSULT AS

Dato:

09.10.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

413374

Tegning nr.:

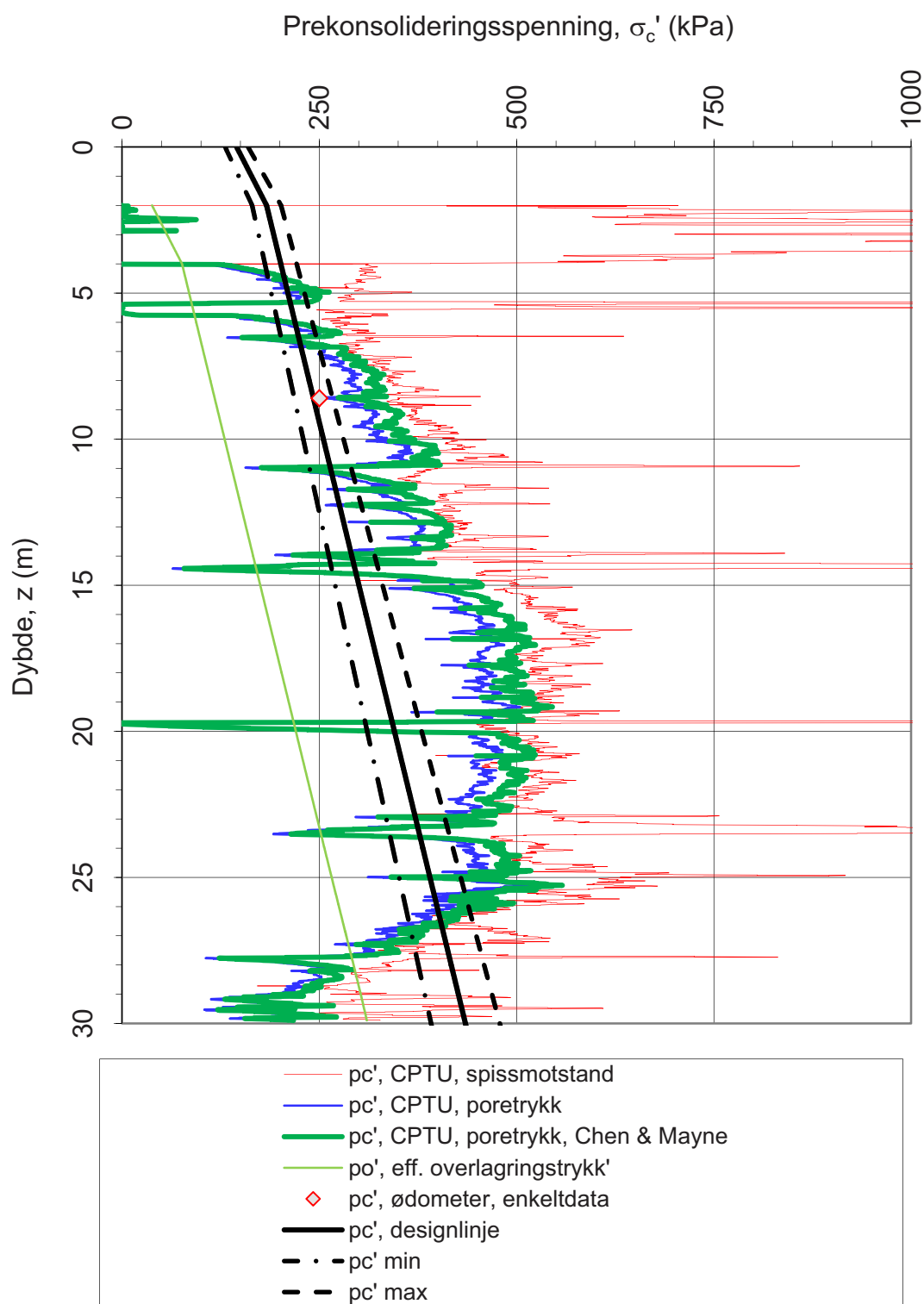
41.6

Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

B



Oppdragsgiver:

Høiset Utvikling AS

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

CPTU_M104

Prekonsolideringsspenning σ_c' .

CPTU id.:

Hull M104

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

09.10.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

413374

Tegning nr.:

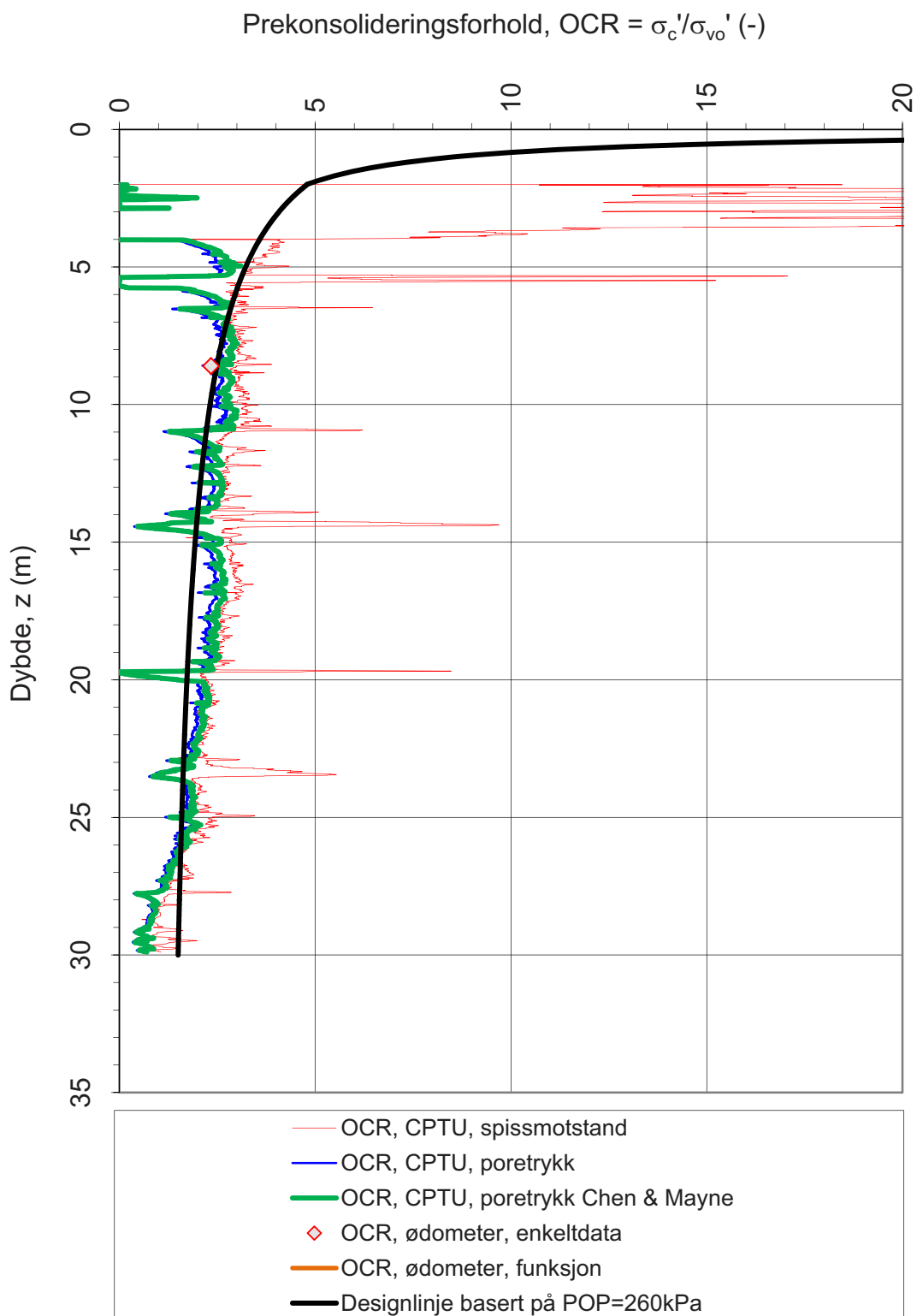
41.7

Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

B



Oppdragsgiver:

Høiset Utvikling AS

Overkonsolideringsforhold, $OCR = \sigma'_c / \sigma'_{vo}$.

Oppdrag:

Høiseth

Tegningens filnavn:

CPTU_M104

CPTU id.:

Hull M104

Sonde:

4354

MULTICONSULT AS

Dato:

09.10.2013

Tegnet:

MIAB

Kontrollert:

HAN

Godkjent:

OAA

Oppdrag nr.:

413374

Tegning nr.:

41.8

Versjon:

04.01.2012

Revisjon:

B