

Ringerike kommune

► Riperbakken, Hønefoss

Vurdering av kvikkleiresone 2264

Oppdragsnr.: 5209464 Dokumentnr.: 5209464-RIG-01 Versjon: J03 Dato: 2021-06-29



Oppdragsgiver: Ringerike kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Hanne C. R. Wilhelmsen
Rådgiver: Norconsult AS, Vestfjordgaten 4, NO-1338 Sandvika
Oppdragsleder: Kristine Ekseth
Fagansvarlig: Kristine Ekseth
Andre nøkkelpersoner: Andrea Støren, Kristian Aunaas

J03	2021-06-29	For bruk etter uavhengig kontroll	KriEks	KriAu	KriEks
J02	2021-05-07	For bruk etter uavhengig kvalitetssikring	KriEks/AndSt	KriAu	KriEks
J01	2021-03-01	For bruk	KriEks	KriAu	KriEks
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

Norconsult har gjort en detaljert vurdering av kvikkleiresonen Riperbakken i Ringerike kommune, etter kommunens ønske.

Det er regnet stabilitet for fem profiler A-E innenfor sonen som vurderes som representative profiler for området. Det er gjort vurderinger av lagdeling basert på tilgjengelige grunnundersøkelser fra FRE16-prosjektet, herunder total- og trykksonderinger, poretrykksmålinger og enkle og avanserte laboratorieforsøk på opptatte prøveserier.

Grunnforholdene består av et øvre lag med tørrskorpeleire, stedvis sand, over leire og kvikkleire til store dybder. All leire vurderes som overkonsolidert basert på tilgjengelige ødometerforsøk. Poretrykksforholdene er i all hovedsak under hydrostatisk poretrykk.

Kvikkleiresonens løsneområde skiller seg ikke nevneverdig fra NGIs opprinnelige avgrensning grunnet skråningshøyden. Utløpsområdene er redusert betraktelig, da det er benyttet en mer detaljert lagdeling i beregningene. Disse viser at alle skjærsirkelene har b/D-faktor < 40%, slik at det mest sannsynlig vil forekomme rotasjonsskred ved eventuelle skredhendelser i området. Slike skredhendelser har mindre utløpsområde enn retrogressive skred, og utløpsområdet har nå en avstand på 85-100 m fra kvikkleiresonens løsneområde – avhengig av hvilken skråningshøyde løsneområdet har.

BaneNOR og FRE16-prosjektet har planlagt sikringstiltak i nord i sonen, ved ombyggingen av Hønefoss stasjon. Dersom det ikke skal gjøres inngrep ellers i området vil det ikke være nødvendig med sikringstiltak innenfor sonen Riperbakken.

Rapporten har vært til uavhengig kvalitetssikring hos NGI og anses som tilfredsstillende i henhold til NVE-veileder 1/2019.

► Innhold

1	Innledning	5
2	Topografi og grunnforhold	7
2.1	Topografi	7
2.2	Grunnforhold	7
3	Stabilitetsberegninger	9
3.1	Partialfaktor	9
3.2	Beregningsverktøy	9
3.3	Beregningsprofiler og lagdeling	9
3.3.1	<i>Profil A</i>	10
3.3.2	<i>Profil B</i>	11
3.3.3	<i>Profil C</i>	12
3.3.4	<i>Profil D</i>	12
3.3.5	<i>Profil E</i>	13
3.4	Styrkeparameter og partialfaktor	13
3.5	Resultater	16
4	Vurdering av løsne- og utløpsområder	18
4.1	Løsneområder	18
4.2	Avgrensning av utløpsområde	20
5	Konklusjon	23
6	Referanser	24
Vedlegg A	Tolkede ødometerforsøk	25
Vedlegg B	Sammenstilling treaksialforsøk	27
Vedlegg C	Tolkede trykksonderinger	30

Tegninger

Innhold	Format	Målestokk	Tegningsnr.
Plantegning	A1	1:1500	101
Stabilitetsberegninger profil A-E	A3	1:300	201-212
Løsne- og utløpsområde	A3	1:1500	301

1 Innledning

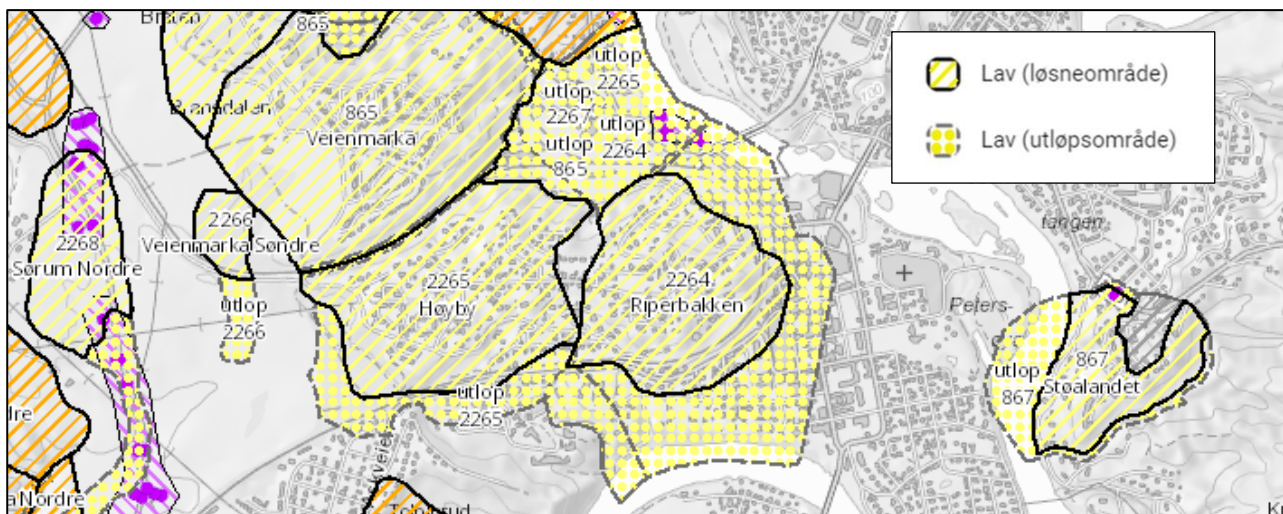
Norconsult er engasjert av Ringerike kommune for å vurdere kvikkleiresone 2264 Riperbakken i Hønefoss. Områdestabiliteten er utredet iht. NVEs veileder 1/2019 [1].

Kartutsnitt av området er vist på Figur 1. Kvikkleiresonen er i NVEs Atlas [2] kategorisert med lav faregrad og er plassert i risikoklasse 4, se utklipp fra temakartet på Figur 2 og Figur 3. Kvikkleiresonene er kartlagt i forbindelse med FRE16-prosjektet (Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16), og sonen er nærmere beskrevet i rapport N-NAA-134 [3].

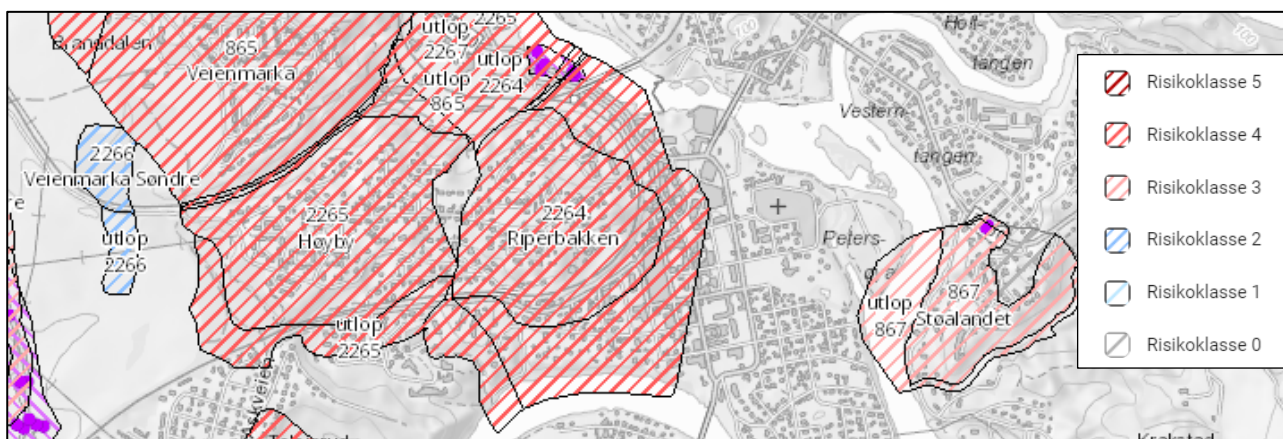
Vurderingen følger kravene til tiltakskategori K4, selv om det ikke gjøres en vurdering i forbindelse med tiltak.



Figur 1: Kartutsnitt (norgeskart.no)



Figur 2: Faregrad, løsnem- og utløpssoner [2]



Figur 3: Risikoklasser [2]

2 Topografi og grunnforhold

2.1 Topografi

Kvikkleiresonen Riperbakken 2264 er i Ringerike kommune, rett vest for Hønefoss sentrum. Høydedraget er på ca. kote +137, mens områdene rundt er på ca. kote +80 til +100. Elva er på ca. kote +67.

Utsnitt av NGUs løsmassekart [4] er vist på Figur 4. Løsmassene i området er antatt elveavsetning og hav- og fjordavsetning i stor mektighet.



Figur 4: NGU Løsmassekart [4]

2.2 Grunnforhold

Det er utført et stort omfang grunnundersøkelser i området.

Generelt kan løsmassene beskrives som et øvre lag av tørrskorpe med 2-5 m mektighet over sand eller leire ned til ca. 3-8 m dybde. Videre er det leire med varierende innhold av silt og sand, som i flere borpunkter er påvist å være kvikk. Løsmassemektigheten varierer mellom 5 og 90 m.

Ringerike kommune har gjort tilgjengelig flere rapporter fra nærområdet, samt at Bane NOR har gitt tilgang til grunnundersøkelser og rapporter fra FRE16.

Følgende er en oversikt over tilgjengelig grunnlagsmateriale og beskrivelse av grunnforholdene fra disse:

- ❖ NGI (2011) «Ringerike Folkehøgskole, Teatersal», dok.nr. 20100942-00-2-R [5]:
«Utførte grunnundersøkelser indikerer at det er sandig materiale de øvre 8 meterne. Det er ikke indikasjon på hengende grunnvann i det øvre sandlaget. En må imidlertid forvente at grunnvannsnivået kan være høyere lengre nord og inn på platået. Under det øvre sandlaget påtreffes overkonsolidert leire, avbrutt av sandlag.

Samlet gir undersøkelsene ingen indikasjon på at det er kvikk, eller meget sensitiv, leire i grunnen. De øvre 8-10 m er det sandig materiale. Under ~10 m er det mer leirig materiale, sannsynligvis siltig leire. Poretrykksmåleren på 12 m dyp registrerte 0,36 m vann over filterspissen avlest 7/12 2010. Det vil si at sandlaget ved boring 1 i praksis er drenert ned til underliggende leirlag.»

- ❖ Stokkebø Competanse AS (2013). «Stabells gate 12A» Notat-01 [6]:
«Grunnforholdene på stedet består av fast leire til betydelig dybde.»
- ❖ NGI (1979). «Grunnundersøkelser for støttemur langs Askveien», dok.nr. 78069-1 [7]:
«Tydelig lagdelt masse, og de samme lagene er åpenbart registrert i begge hull under ca. 5 m dybde. I de øverste ca. 5 m synes imidlertid lagfølgen noe mer uklar. Prøveserie 2, på nedsiden av veien, viser siltig sand ned til 2,5 m dybde og derunder leirig silt med sandlag. I hull 1 ble prøveserien avsluttet før man nådde ned i siltlaget. Vanninnholdet i det leirige siltlaget er stort sett 20-30%, og i det siltige sandlaget ca. 20%, men med større spredning. Den udrenerte skjærfasthet i siltlaget bestemt i laboratoriet med trykkforsøk og konusforsøk er stort sett over 40 kN/m². Grunnvannstanden i prøvehull 2 på nedsiden av veien ble observert i ca. 2.0 m dybde. Den må antas å ligge noe høyere i mer nedbørsrike perioder.»
- ❖ NGI (2006). «Vestlinjen, Hønefoss. Innledende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger», dok.nr. 20061037-1 [8]:
«Totalsonderingen og prøvetaking i borpunkt 9 indikerer grov til middels sand i 2,5 dybde. Visuell bedømmelse av prøveposene ned til 7 m dyp indikerer ensartede masser. I boring nr. 10 er det siltig, sandig leire i 2,5 m dybde. Steiner er påtruffet. Prøven klassifiseres i teleklasse T4. Videre nedover øker leirinnholdet i massene. Det benyttet spyletrykk i store deler av totalsonderingen. Massene er dermed faste. Det er boret 1,2 m i fjell fra 9,8 m dybde. Borhull 11 indikerer sand og grus i de øverste meterne med overgang til leirig, siltig sand på 6-7 m. Stigehøyden ved 14,5 m dyp er 3,5 m slik at grunnvannet ved antatt hydrostatisk forhold står ved 10 m dyp. Det er trolig siltig leire med sandlag fra 8 m og ned til 14 m hvor boringen ble avsluttet ved fjell/fast grunn. På grunn av lavt grunnvann, vil leira/silten ha egenskaper som tørrskorpe. Det kan ut fra variasjon i observasjonene i den korte perioden en har målt, se ut som om grunnvannet varierer med nedbør.»

I tillegg har det vært tilgjengelig to datarapporter fra FRE16-prosjektet:

- ❖ BaneNOR (2017). «Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE). Ringeriksbanen. Styggedal-Hønefoss. Detaljplan og teknisk plan. Geoteknisk datarapport. Strekning 5», dok.nr. FRE-50-A-25110, rev.01A [9]
- ❖ BaneNOR (2017). «Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE). Ringeriksbanen Sundvollen-Hønefoss. Grunnundersøkelser (Strekning 3, 4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5). Datarapport.», dok.nr. FRE-00-A-91001, rev.01A. [10]

3 Stabilitetsberegninger

3.1 Partialfaktor

Partialfaktor for jordparameter, γ_M , bestemmes avhengig av bruddmekanisme. Følgende krav er gitt i Eurokode 7 (Tabell NA.A.2(2)) [11]:

For totalspenningsanalyse $\gamma_M=1,4$

For effektivspenningsanalyse $\gamma_M=1,25$

Tilsvarende krav stilles i NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [1].

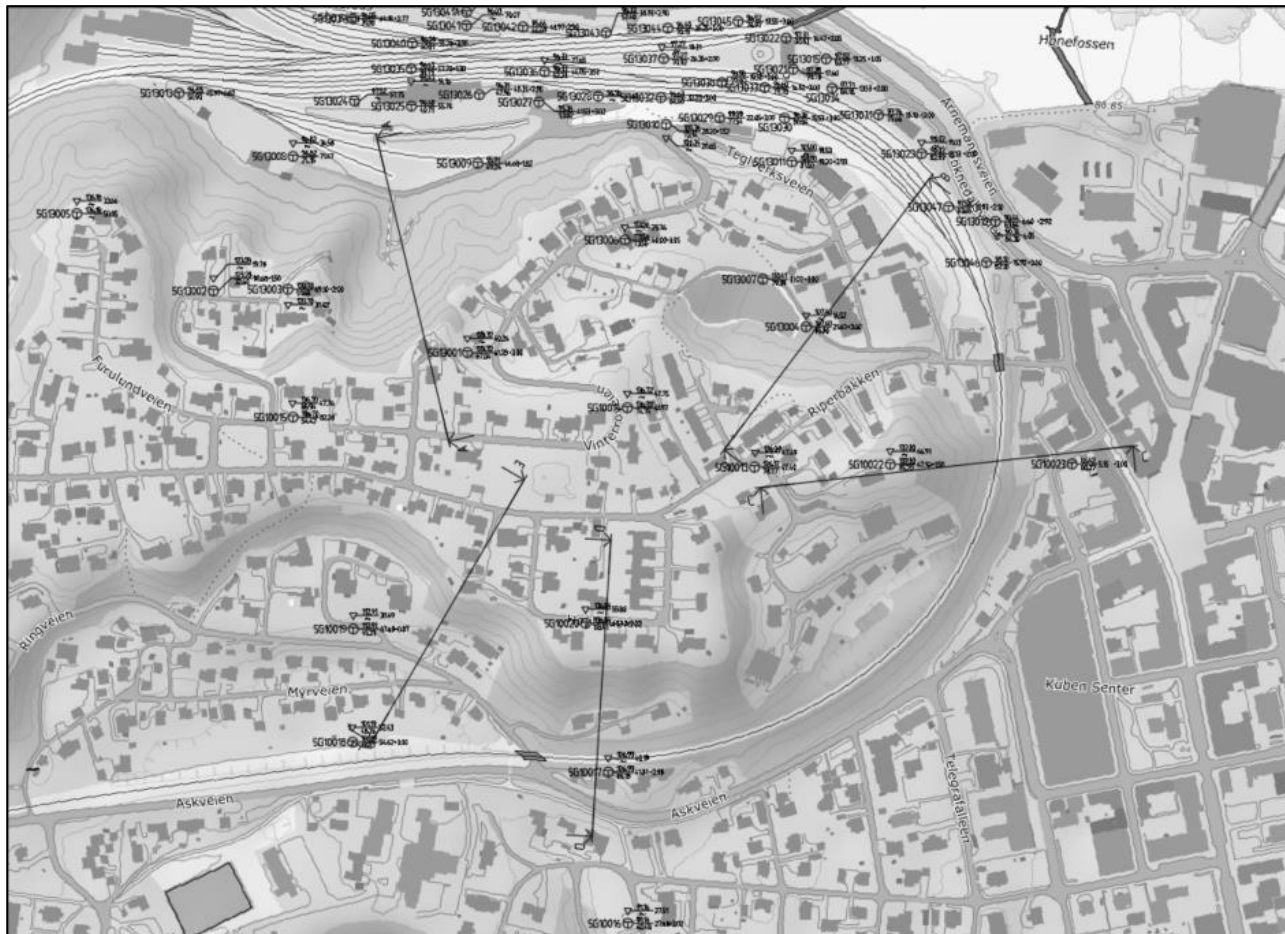
Oppdraget skal dokumentere dagens sikkerhetsnivå for skråningene i Riperbakken. Det vurderes at beregnet sikkerhetsfaktor ikke må korrigeres pga. sprøhetsforhold i henhold til kvikkleireveilederen, siden beregningene utgjør en vurdering av eksisterende situasjon og ikke er ifm. stabilitetsforverrende tiltak.

3.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegninger er utført ved hjelp av programvaren GeoSuite Stability. Det er utført beregninger for både totalspenningsanalyse («udrenert analyse») og for effektivspenningsanalyse («drenert analyse»).

3.3 Beregningsprofiler og lagdeling

Det er gjort stabilitetsberegninger i 5 profiler, A-E, se Figur 5. Tolkning av ødometerforsøk og sammenstilling av treksialforsøk er vist i Vedlegg A og B. Det er kun benyttet ødometerforsøk av god eller svært god kvalitet til tolkningene, da forsøkene med dårligere kvalitet vanskelig lar seg tolke. Tolkede trykksonderinger er vist i Vedlegg C. Grunnforholdene er generelt svært like mellom profilene, men under følger vurderinger for hver enkelt profil. Alle grunnundersøkelser er hentet fra FRE16-rapporter i ref. [9] og [10], det samme gjelder poretrykksmålinger. Oppdaterte poretrykksmålinger har ikke vært tilgjengelige. Generelt kan det virke som at det er en kapillæreffekt som gir poretrykk målt til godt under hydrostatisk i Riperbakken-terrassen. Alle tabeller med poretrykk antar grunnvannsnivå tilsvarende stighøyde i grunneste poretrykksmåler, dvs. at hydrostatisk trykk antas fra denne kotehøyden.



Figur 5: Kartutsnitt med plassering av profiler

3.3.1 Profil A

Profil A har lagdeling vurdert etter følgende borpunkt:

- 5G10015 (totalsondering og poretrykksmålere)
- 5G13001 (totalsondering, trykksondering og poretrykksmålere)
- 5G13008 (totalsondering, trykksondering og poretrykksmålere)
- Prøveserie i 5G10014 er nærmeste prøveserie og er benyttet for å bestemme lagdelingen

I profil A er det brukt 2 m tørrskorpe over sand til kote ca. +122, deretter leire/kvikkleire til berg. Ødometerforsøk i 5G10014 er brukt til kalibrering av overkonsolideringsgrad i tolkning av trykksonderingene og sammenstilling av treksialforsøk i 5G10014 er benyttet til friksjonsvinkel i leire/kvikkleire, samt til kalibrering av trykksonderingen.

Tabell 1 Poretrykk 5G10015

Borpunkt 5G10015	Poretrykk	% av hydrostatisk
10 m	0 kPa	0
20 m	110 kPa	100%
45 m	58 kPa	23%

Tabell 2 Poretrykk 5G13001

Borpunkt 5G13001	Poretrykk	% av hydrostatisk
15 m	12,5 kPa	100%
25 m	35 kPa	30%
37 m	40 kPa	17%

Tabell 3 Poretrykk 5G13008

Borpunkt 5G13008	Poretrykk	% av hydrostatisk
15 m	100 kPa	100%
25 m	175 kPa	87,5%
35 m	270 kPa	90%

Det anmerkes at NGI ikke er enig i Norconsults tolkning av c_{UA} i borpunkt 5G13008 under 15 m dybde. Det anbefales at det ved fremtidig detaljprosjektering gjøres en særlig vurdering av trykksnderingen i dette borpunktet.

3.3.2 Profil B

I profil B er følgende borpunkt benyttet til vurdering av lagdeling:

- 5G10013 (totalsondering, trykksndering, prøveserie og poretrykksmålere)
- 5G13004 (totalsondering, trykksndering og prøveserie)
- 5G13047 (totalsondering, trykksndering)
- Prøveserie fra 5G13011 er brukt sammen med 5G13047 for å bestemme lagdeling i bunn av skråning

Grunnundersøkelsene og prøveseriene viser 3-4 m tørrskorpe over et ca. 10 m tykt leirlag, etterfulgt av kvikkleire og leire i lag til berg i topp av profilet. I bunn av profilet er det ikke påvist kvikkleire (fra borpunkt 5G13011). Ødometerforsøk i 5G10013 er brukt til kalibrering av overkonsolideringsgrad i tolkning av trykksnderingene og sammenstilling av treksialforsøk i 5G10013 er benyttet til friksjonsvinkel i leire/kvikkleire, samt til kalibrering av trykksnderingen.

Tabell 4 Poretrykk 5G10013

Borpunkt 5G10013	Poretrykk	% av hydrostatisk
5 m	20 kPa	80%
15 m	55 kPa	44%
25 m	78 kPa	35%
47 m	75 kPa	17%

3.3.3 Profil C

I profil C er følgende borpunkt benyttet til vurdering av lagdeling:

- 5G10022 (totalsondering, trykksondering og poretrykksmålere)
- 5G10013 (totalsondering, trykksondering, prøveserie og poretrykksmålere)
- 5G10023 (totalsondering)

Grunnundersøkelsene og prøveserien viser 1-2 m tørrskorpe over et tykt lag sand. Deretter følger et tykt lag leire over kvikkleire til berg. Det er ikke påvist kvikkleire i borpunkt 5G10023. Ødometerforsøk i 5G10013 er brukt til kalibrering av overkonsolideringsgrad i tolkning av trykksonderingene og sammenstilling av treaksialforsøk i 5G10013 er benyttet til friksjonsvinkel i leire/kvikkleire, samt til kalibrering av trykksonderingen.

Tabell 5 Poretrykk 5G10013

Borpunkt 5G10013	Poretrykk	% av hydrostatisk
15 m	12,5 kPa	100%
25 m	35 kPa	30%
37 m	40 kPa	17%

Tabell 6 Poretrykk 5G10022

Borpunkt 5G10022	Poretrykk	% av hydrostatisk
10 m	0 kPa	-
20 m	0 kPa	-
45 m	20 kPa	100 %

3.3.4 Profil D

Profil D har lagdeling vurdert etter følgende borpunkt:

- 5G10017 (totalsondering, trykksondering, prøveserie og poretrykksmålere)
- 5G10020 (totalsondering, trykksondering)

Grunnundersøkelsene og prøveserien i 5G10017 viser 1-2 m tørrskorpe over leire til ca. 16 m dybde, deretter kvikkleire til 40 m dybde, fulgt av faste masser til berg på ca. 42 m dybde. Ødometerforsøk i 5G10018 og 5G10019 er brukt til kalibrering av overkonsolideringsgrad i tolkning av trykksonderingene og sammenstilling av treaksialforsøk i 5G10018 og 5G10019 er benyttet til friksjonsvinkel i leire/kvikkleire, samt til kalibrering av trykksonderingen.

Tabell 7 Poretrykk 5G10017

Borpunkt 5G10017	Poretrykk	% av hydrostatisk
10 m	14 kPa	70%
20 m	40 kPa	33%
35 m	93 kPa	34%

3.3.5 Profil E

I profil C er følgende borpunkt benyttet til vurdering av lagdeling:

- 5G10018 (totalsondering, trykksondering, prøveserie og poretrykksmålere)
- 5G10019 (totalsondering, trykksondering, prøveserie og poretrykksmålere)
- 5G10020 (totalsondering, trykksondering og poseprøver)

Grunnundersøkelser og prøveserie i 5G10018 viser 1-2 m tørrskorpe, deretter sand til ca. 7 m dybde. Deretter følger et tykt lag leire over kvikkleire, faste masser over berg på ca. 55 m dybde. 5G10019 viser omtrent det samme, men her er det ikke påvist sand. Ødometerforsøk i 5G10018 og 5G10019 er brukt til kalibrering av overkonsolideringsgrad i tolkning av trykksonderingene og sammenstilling av treksialforsøk i 5G10018 og 5G10019 er benyttet til friksjonsvinkel i leire/kvikkleire, samt til kalibrering av trykksonderingen.

Tabell 8 Poretrykk 5G10018

Borpunkt 5G10018	Poretrykk	% av hydrostatisk
5 m	40 kPa	100%
15 m	57 kPa	40%
25 m	120 kPa	50%
40 m	195 kPa	50%

Tabell 9 Poretrykk 5G10019

Borpunkt 5G10019	Poretrykk	% av hydrostatisk
10 m	40 kPa	100%
20 m	40 kPa	25%
27,8 m	75 kPa	31%

3.4 Styrkeparameter og partialfaktor

Valgte styrkeparametere benyttet i beregningene er vist i Tabell 10, samt i beregningene, se tegning 201-210.

Tabell 10 Styrkeparametere benyttet i beregningene

Lag	Tyngdetetthet γ [kN/m ³]	Friksjon ϕ [grader]	Kohesjon [kPa]
Tørrskorpeleire	19,0	30	0
Sand	18,0-19,0	33	0
Silt/leire	19,0	31/30/29	6
Leire	19,5-20,0	31/30/29	6
Kvikkleire	18,5-20,0	31/30/29	6
Faste masser	19,0	38	0

Parameterne er dels basert på Statens vegvesens håndbok V220 [12], tabell 2.39, justert i henhold til erfaring med tilsvarende grunnforhold, dels på treksialforsøk. Forsøkene er klassifisert i NGI-rapport ref. [9] og [10]. Sammenstilling og tolkning av treksialforsøk er vist i Vedlegg B.

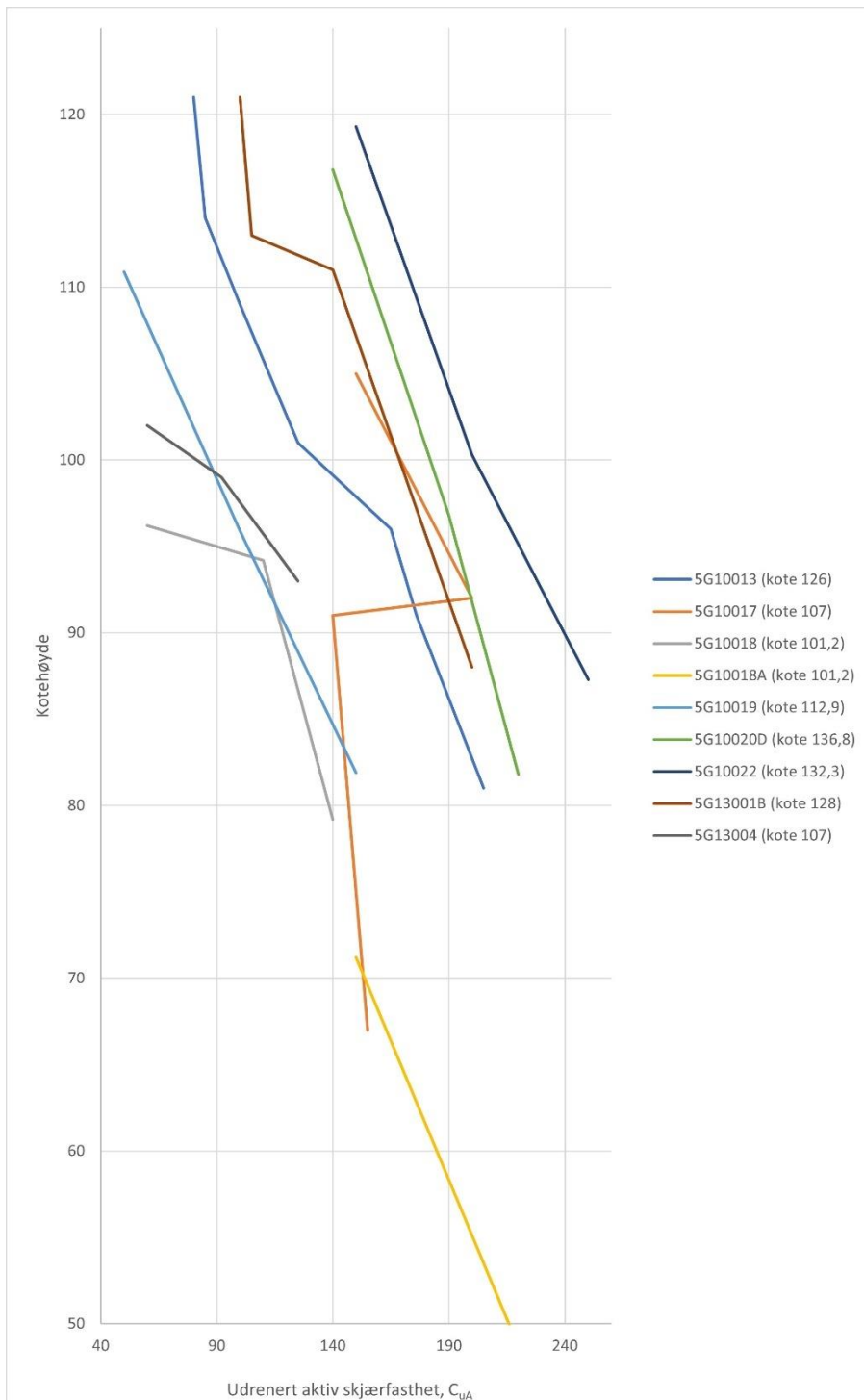
Udrenert skjærstyrke (c_u) benyttet i beregningene er basert på tolket skjærstyrke fra CPTU-sonderinger utført av NGI, vist i ref. [9] og [10]. Utklipp av designprofilene (sammenstilling) er vist i Figur 6 nedenfor, samt at enkelttolkninger er vist i Vedlegg C. Ødometerforsøk (Vedlegg A) er brukt til kalibrering av designprofilene, sammen med treaksialforsøk. Det er benyttet en konservativ c_{UA} -tolkning i beregningene.

ADP-faktorer er beregnet fra kriterier i NIFS-rapport 14/2014 [13] og er vist i Tabell 11.

Tabell 11: ADP-faktorer brukt i totalspenningsanalyser – IP-avhengig.

Anisotrop spenningstilstand IP > 10%	Beregnet verdi
Aktiv	1,0
Direkte	0,65
Passiv	0,37

Anisotrop spenningstilstand IP < 10%	Beregnet verdi
Aktiv	1,0
Direkte	0,65
Passiv	0,35



Figur 6 Sammenstilling tolkede c_u -profiler benyttet i beregningene.

3.5 Resultater

Beregningene er vist på tegning 201-212. Det er ikke gjort beregninger for plane skjærflater da det ikke vurderes dithen at det kan løsne flakskred eller bakovergrepene skred innenfor kvikkleiresonen. Beregnet laveste sikkerhetsfaktor for alle profilene er oppsummert i Tabell 12.

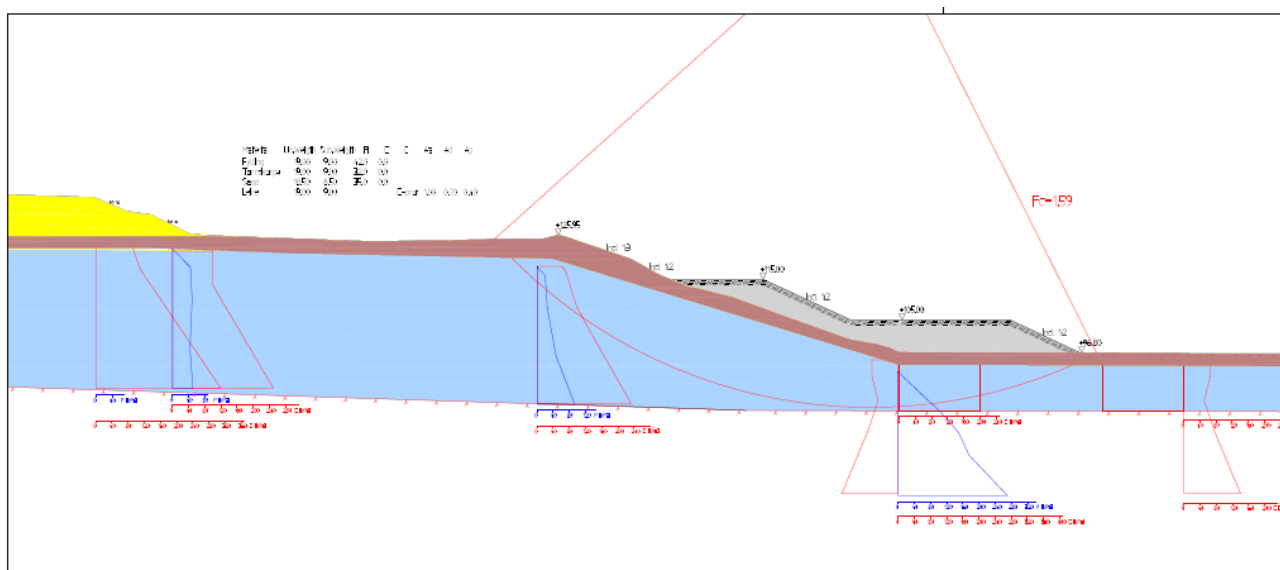
Tabell 12: Beregnet sikkerhetsfaktor

Profil	Totalspenningsanalyse	Effektivspenningsanalyse	Tegningsnummer
A	1,25	1,27	201-202
B/B oppfylling	1,40/1,45	1,71/1,88	203-204/205-206
C	1,20	1,40	207-208
D	1,20	1,59	209-210
E	1,07	2,13	211-212

Beregningene i Profil A viser ikke tilfredsstillende sikkerhet for en stor skjærsirkel fra foten av skråningen og opp på plataet ved totalspenningsanalyse, mens større og mindre skjærsirkler for både total- og effektivspenningsanalyser viser tilfredsstillende sikkerhet. Ifølge NGIs beregning for profil 1 (Figur 7) ved Hønefoss stasjon i FRE16-prosjektet [14] skal det her anlegges en stor motfylling, samt avlastning, som skal ivareta stabiliteten for området. Dette profilet ligger i samme område som profil A i foreliggende rapport, men samsvarer ikke fullstendig. NGI og Norconsult er ikke i overenstemmelse om CUA-profilen i borpunkt 5G13001, slik at fremtidig prosjektering av eventuelle tiltak bør ta hensyn til dette.



Figur 6-6: Oversikt terrenginngrep Hønefoss stasjon



Figur 7 Øverst: oversiktsfigur (mot øst) som viser planlagte tiltak ved Hønefoss stasjon. Nederst: beregning etter planlagt stabiliserende tiltak ved NGI-profil 1.

Beregningene i profil B viser tilfredsstillende sikkerhet både for større og mindre skjærsirkler. Det er også gjort beregninger for en oppfylling som er lagt ut i området, denne har også tilfredsstillende sikkerhet.

Profil C, som tilsvarer NGI og Løvliens profil 5P07, har samme beregnet stabilitet som NGI og Løvlien har funnet. Stabiliteten oppfyller ikke dagens krav, men det er ikke planlagt sikringstiltak for profilet da det ikke gjøres tiltak innenfor kvikkleiresonens løсне- eller utløpsområde.

Profil D (profil 9-5/9-4 i NGIs områdestabilitetsberegninger) har god beregnet sikkerhet i henhold til kravene i NVEs veileder.

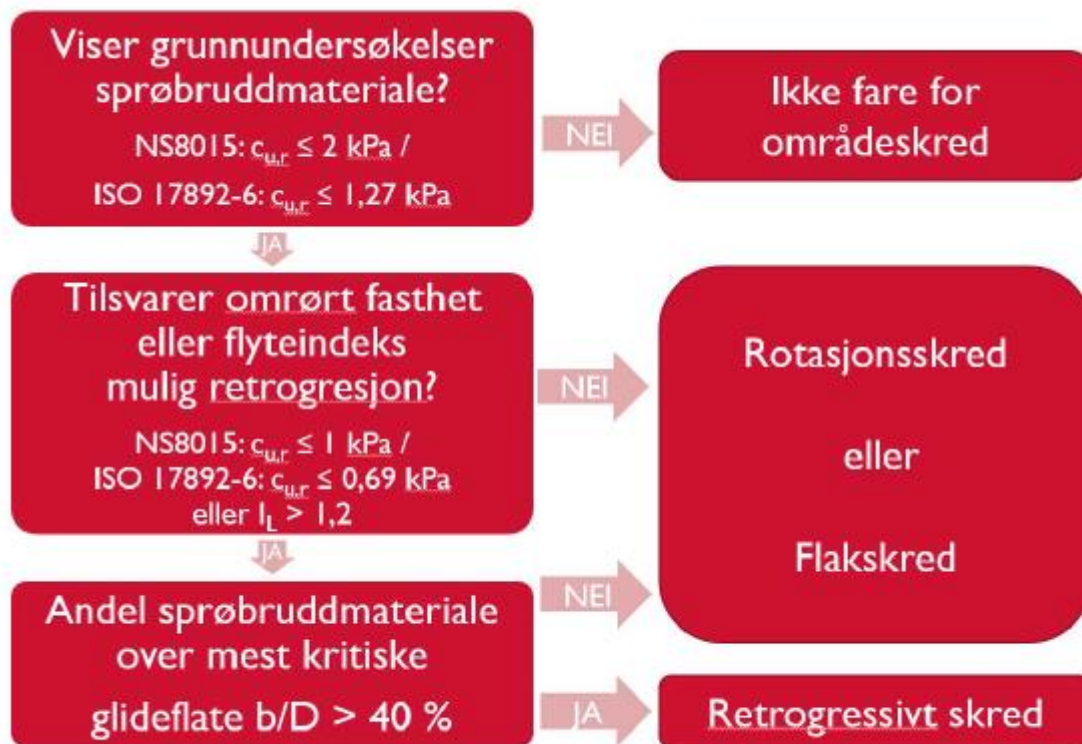
Profil E har fått lavere beregnet sikkerhet for totalspenningsanalyse enn det NGIs beregninger i profil 9-5, NGI-profil nærmest profil E, viser. Norconsult har benyttet lavere skjærfasthet og andre ADP-faktorer enn NGI, siden Norconsult har brukt trykksondering 5G10019 som dimensjonerende for skjærfastheten midt i profilet, mens NGIs beregninger bruker 5G10017 som er nærmere profilene 9-5 og 9-4. Profilet er trukket gjennom en antatt tidligere skredgrop, slik at den lavere skjærfastheten og den varierende lagdelingen her kan sannsynligvis forklares ut fra dette.

Det er gjort kontrollberegninger (ikke tatt med i rapporten) i profil E med hensyn til 3D-effekter, her øker beregnet sikkerhet med ca. 20%. Med midling av resultatet fra nærliggende profiler (her: profil D) slik NVE-veileder 1/2019 åpner for blir resultatet omtrent det samme.

4 Vurdering av løsne- og utløpsområder

4.1 Løsneområder

Info om grunnforhold og topografi vurderes etter følgende flytskjema vist i Figur 8.



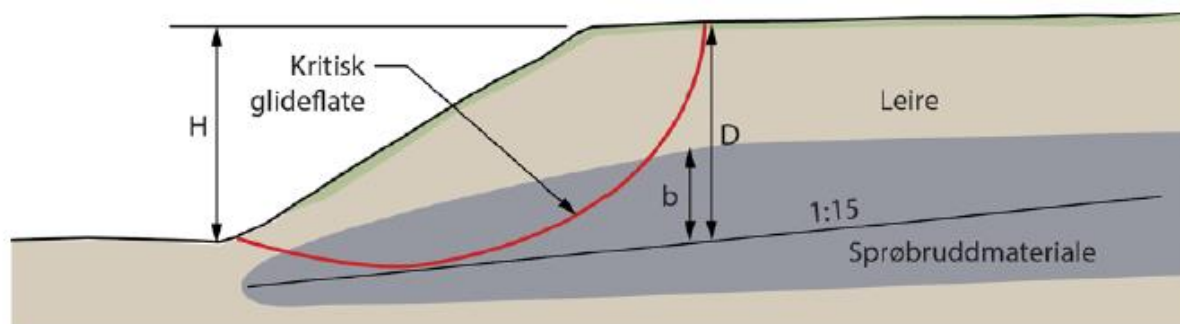
Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 8 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme, hentet fra NVE-veileder 1/2019, figur 4.3.

Det er påvist kvikkleire i alle profiler, slik at det må vurderes om retrogressivt skred kan være en aktuell mekanisme. Ved vurdering av andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate for alle profilene fremkommer det at alle har andel $b/D \ll 40\%$ (se Tabell 13). Det vurderes dithen at alle profilene vil ha en rotasjonsskredmekanisme dersom det skulle utløses et skred.

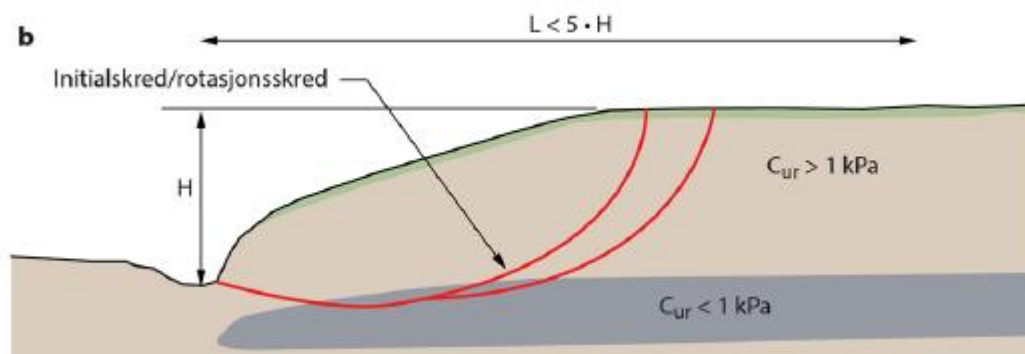
Tabell 13 b/D-forholdet for beregningsprofilene

Profil	b (m)	D (m)	b/D-forhold (%)
A, stor	2	43	4,6
A, liten	4,5	20	22,5
B, stor	4	19	21,1
B, liten	3	17,5	17,1
C	6	45,6	13,2
D, stor	-	-	-
D, liten	4	27,5	14,5
E	1	25	4,0



Figur 9 Figur 4.4 fra NVE-veileder 1/2019 og viser hvordan man vurderer b/D for skred i platåterreng.

I henhold til veilederen skal reduksjon av sonens utstrekning kreve en helhetlig vurdering som ikke bare er knyttet til grunnundersøkelser på én eiendom/planområde. Her har vi stor utstrekning av grunnundersøkelser fra bl.a. FRE16-prosjektet, der Norconsult nå har gjort en nærmere vurdering av hele sonen basert på disse grunnundersøkelsene.



Figur 10 Figur hentet fra NVE-veileder 1/2019, figur 4.8. viser prinsipp for avgrensning av løснеområde for et rotasjonsskred i mindre enn 40% sprøbruddmateriale over kritisk glideflate.

Figur 10 viser prinsipp for avgrensning av løснеområde for et rotasjonsskred. Maksimalt, teoretisk løснеområde er $5 \times H$. Avgrensningen for hvert av profilene er vurdert etter denne formelen.

Løснеområdet er vist i Figur 11, samt i Tegning 301.

Løснеområdet for Riperbakken er ikke endret i større grad fra NGIs vurdering. Selv et rotasjonsskred vil ta en større del av platået da det er store høydeforskjeller, 35-45 m, fra tå av skråning til topp av skråning. Faregrad lav med poengsum 16 (31,37 % av maks) [3], vurderes å fortsatt være gjeldende.

4.2 Avgrensning av utløpsområde

I henhold til veileder 1/2019 vil flakskred eller rotasjonsskred ha teoretisk, maksimal utløpslengde $L_u = 0,5 \times L$, der L er lengden på løснеområdet. Riperbakken vil ha skredhendelser i åpent terreng (løsmasseterrasse uten kanalisert terreng), slik at bredden på utløpsområdet omtrent vil tilsvare bredden på løснеområdet.

Revidert utløpsområde er vist i Figur 11 og i Tegning 301. Vurderinger som foreligger i Løvlien-rapport «Citygården og hotellkvartalet, Hønefoss. 20455 Notat RIG01. Geotekniske vurderinger» ref. [15], er lagt til grunn for utløpsområdet ved profil C (tilsvarende NGIs profil 5P07 fra [3] og Løvliens profil ved samme navn). Hele området utløpsområde er trukket inn mot skråningen, slik at det er frigitt et større areal i Hønefoss sentrum.

Beregning av konsekvens er vist i Tabell 14.

Tabell 14: Konsekvensberegning

FAKTORER	BESKRIVELSE	VEKTTALL	Konsekvens, score 0-3 (lav-høy)	
			Score	Poeng
Boligenheter	>5, tett bebyggelse	4	2	8
Næringsbygg, personer	>50, estimat	3	3	9
Annen bebyggelse, verdi	Antatt begrenset	1	1	1
Vei, ÅDT	Askveien = 6000 ÅDT	2	3	6
Toglinje, baneprioritet	Baneprioritet 3	2	2	4
Kraftnett	Ingen	1	0	0
Oppdemning/flom	Liten, ingen elv/bekk	2	1	2
Sum				30
%av maksimal poengsum				66,7

Risiko = faregrad x konsekvens = 31,37 x 66,7 = 2092 --> Risikoklasse 4



Figur 11 Kvikkleiresone Riperbakken etter revidering av løsrne- og utløpsområde.

Det skal meldes inn en ny vurdering av konsekvensklasse og risiko for sonen da utløpsområdet endrer score for konsekvensklasse noe, uten at det påvirker hvilken risiko- og konsekvensklasse området plasseres i. Prosent av maksimal poengsum på konsekvensklasse går fra 88,89% til 66,7% (meget alvorlig, ingen endring), og risikoklasse endrer score fra 2788 til 2092 (risikoklasse 4, ingen endring).

5 Konklusjon

Norconsult har gjort en detaljert vurdering av kvikkleiresonen Riperbakken i Ringerike kommune.

Det er regnet stabilitet for fem profiler A-E innenfor sonen. Det er gjort vurderinger av lagdeling basert på tilgjengelige grunnundersøkelser fra FRE16-prosjektet.

Kvikkleiresonens løsneområde skiller seg ikke nevneverdig fra NGIs opprinnelige avgrensning. Utløpsområdene er redusert betraktelig, da det er benyttet en mer detaljert lagdeling i beregningene. Disse viser at alle skjærsirkelene har b/D-faktor < 40%, slik at det mest sannsynlig vil forekomme rotasjonsskred ved eventuelle skredhendelser i området. Disse skredhendelsene har mindre utløpsområde enn retrogressive skred, og utløpsområdet har nå en avstand på 85-100 m fra kvikkleiresonens løsneområde – avhengig av hvilken skråningshøyde løsneområdet har.

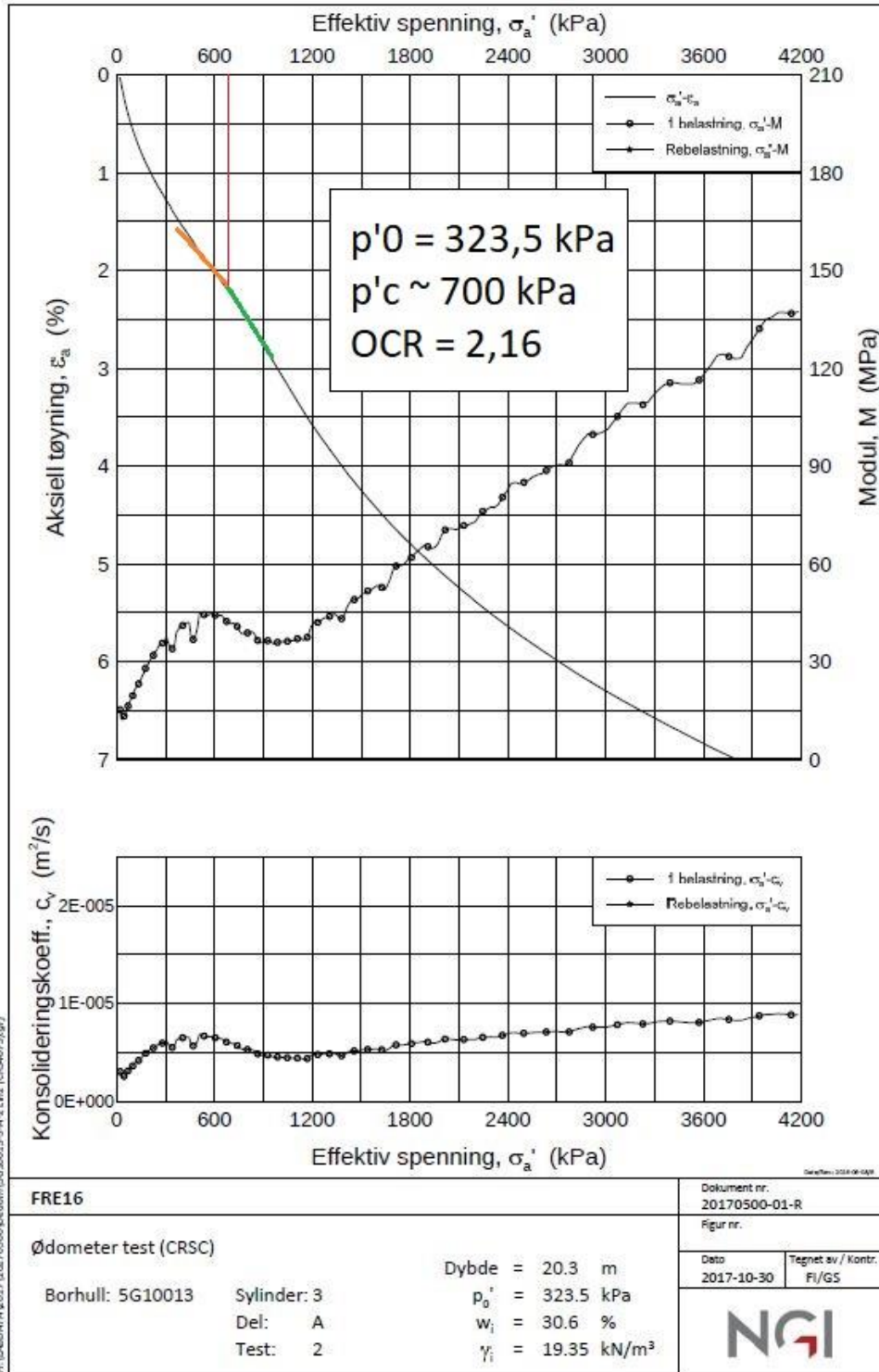
BaneNOR og FRE16-prosjektet har planlagt sikringstiltak i nord i sonen, ved ombyggingen av Hønefoss stasjon. Dersom det ikke skal gjøres inngrep ellers i området vil det ikke være nødvendig med sikringstiltak innenfor kvikkleiresonen. Dagens sikkerhetsnivå for noen av profilene tilfredsstillende ikke regelverket, og ev. nye tiltak innenfor kvikkleiresonen må sørge for at sikkerhetsnivået løftes til et tilfredsstillende nivå i henhold til kvikkleireveileder 1/2019.

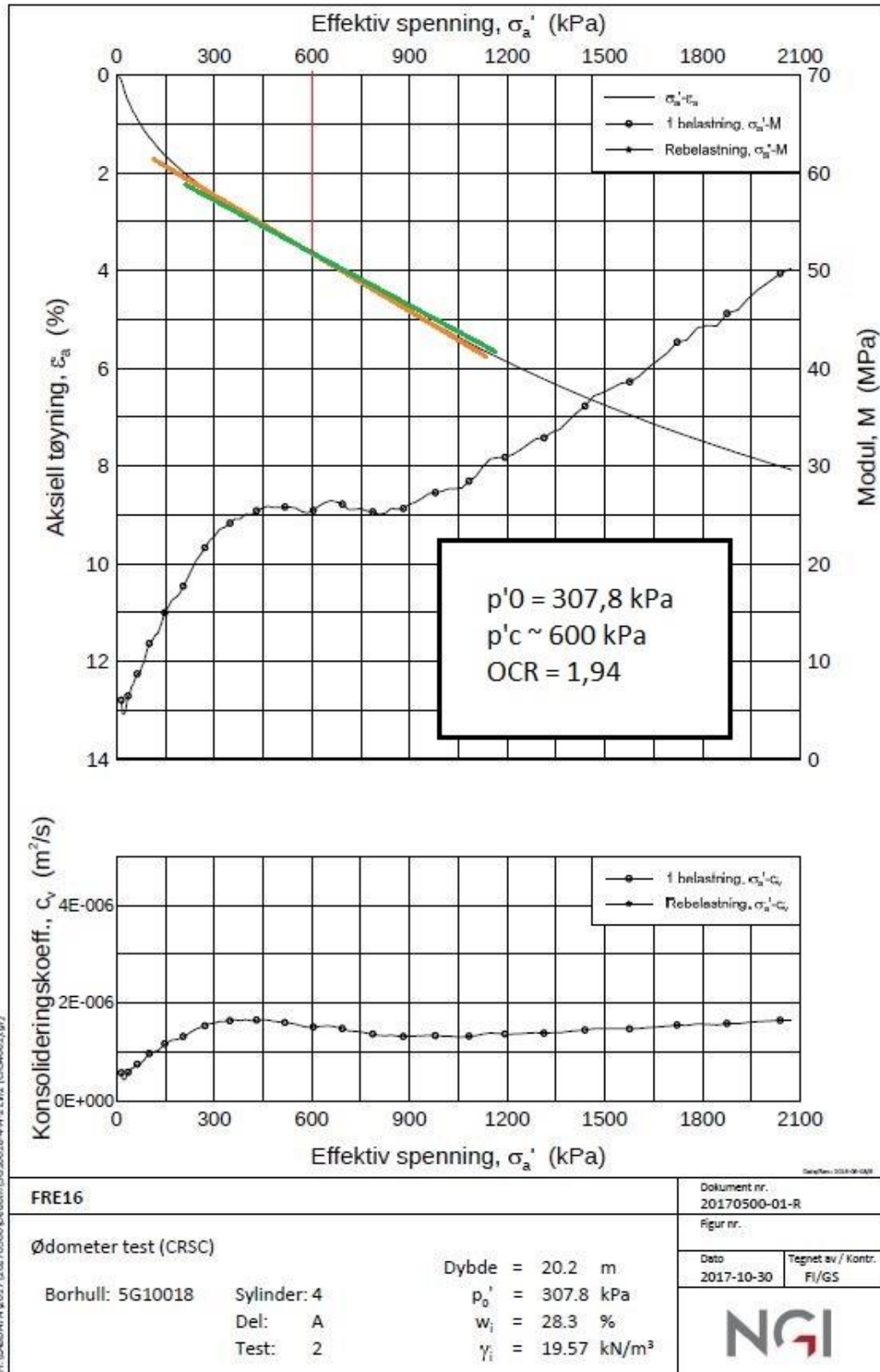
Rapporten er uavhengig kvalitetssikret av NGI [16] slik det settes krav for tiltaksklasse K4 i NVEs veileder 1/2019.

6 Referanser

- [1] NVE, «Veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.,» 2019.
- [2] NVE, «NVE Atlas,» 2021. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>. [Funnet 2021].
- [3] BaneNOR, «N-NAA-134 Geotekniske beregninger for strekning 5 - Områdestabilitet. Rev.02,» BaneNOR, Oslo, 2018.
- [4] NGU, «Løsmasse,» 2021. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 2021].
- [5] NGI, «Ringerike Folkehøyskole, Teatersal. Grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger. Dok.nr. 20100942-00-2-R,» NGI, Oslo, 2011.
- [6] Stokkebø Competanse AS, «Stabells gate 12A - Ringerike kommune. Gjenoppbygging støttemur langs parkering. Notat-01, datert 08.10.2013,» Stokkebø Competanse, Lommedalen, 2013.
- [7] NGI, «Grunnundersøkelser for støttemur langs Askveien, parsell Solbakken - Hønefoss. Dok.nr. 78069-1,» NGI, Oslo, 1979.
- [8] NGI, «Vestlinjen, Hønefoss. Innledende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger. Dok.nr. 20061037-1,» NGI, Oslo, 2006.
- [9] BaneNOR, «Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE). Ringeriksbanen. Styggedalen-Hønefoss. Detaljplan og teknisk plan. Geoteknisk datarapport. Strekning 5, dok.nr. FRE-50-A-25110, rev.01A,» BaneNOR, Oslo, 2017.
- [10] BaneNOR, «Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE). Ringeriksbanen Sundvollen-Hønefoss. Grunnundersøkelser (Strekning 3, 4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5). Datarapport., dok.nr. FRE-00-A-91001, rev.01A,» BaneNOR, Oslo, 2017.
- [11] Norsk Standard, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler,» 1997.
- [12] Statens Vegvesen, «Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220,» Vegdirektoratet, Oslo, 2018.
- [13] NIFS-prosjektet, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer. Rapport nr. 14/2014,» NIFS, Oslo, 2014.
- [14] BaneNOR, «N-NAA-123 Geotekniske beregninger strekning 5, rev.01,» BaneNOR, Oslo, 2018.
- [15] Løvlien Georåd, «Citygården og hotellkvartalet, Hønefoss. 20455 Notat RIG01. Geotekniske vurderinger.,» Løvlien Georåd, Oslo, 2020.
- [16] NGI, «Kvalitetssikring av geoteknisk utredning av områdestabilitet iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Dok.nr. 20210207-01-TN,» NGI, Oslo, 2021.

Vedlegg A Tolkede ødometerforsøk

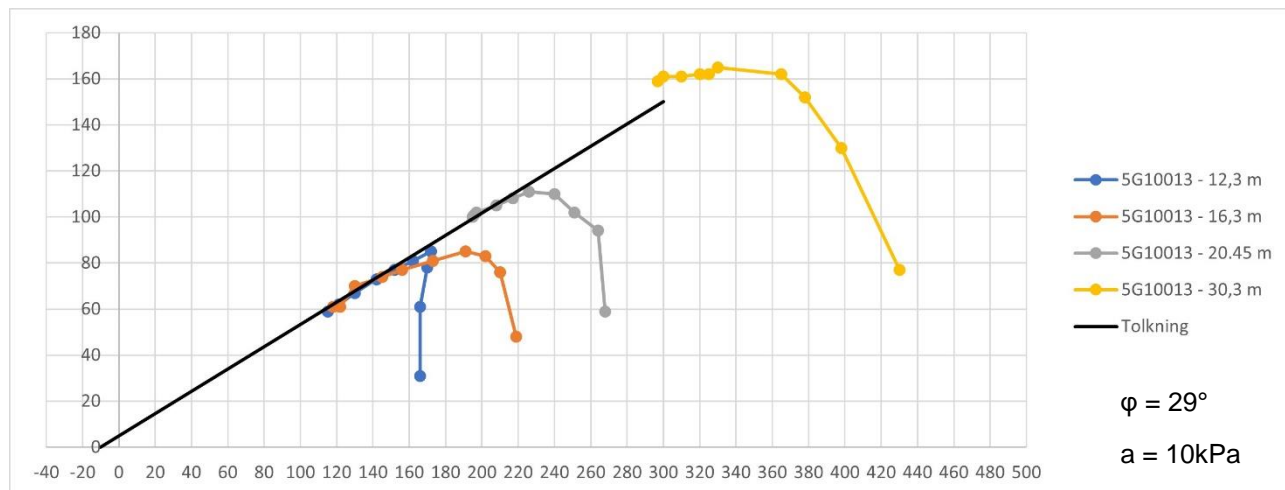




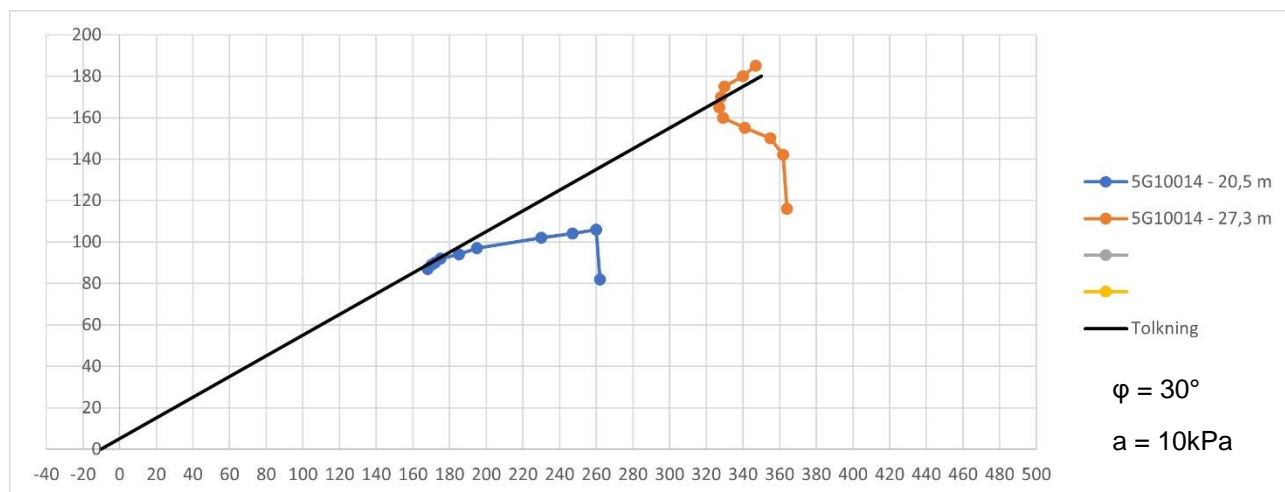
H:\LABDATA\2017\20170500\05209464-RIG-01-R-01-2\FR16\FRE16_1.grf

Vedlegg B Sammenstilling treaksialforsøk

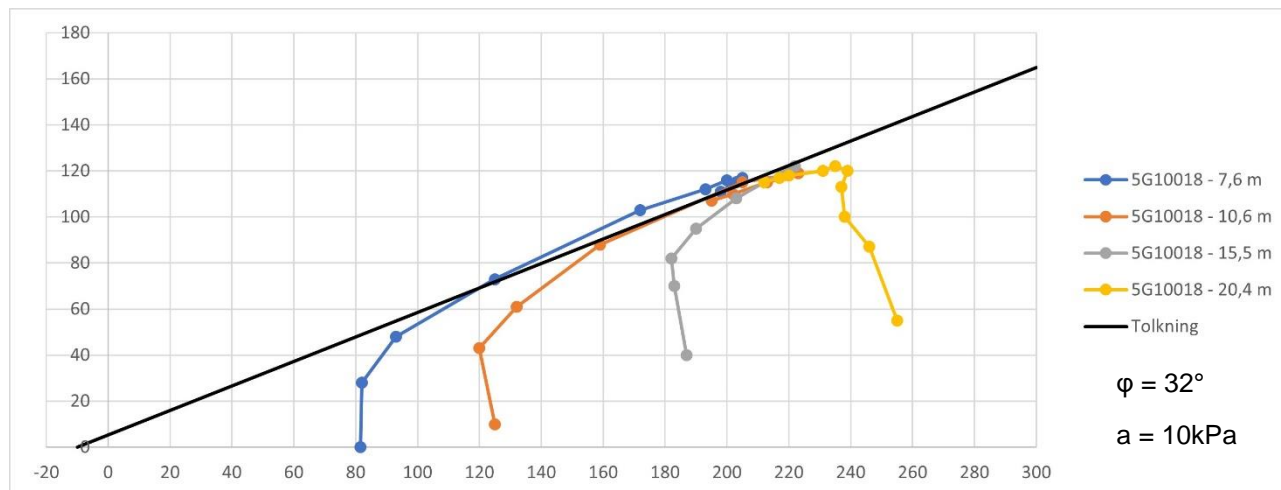
B.1 5G10013



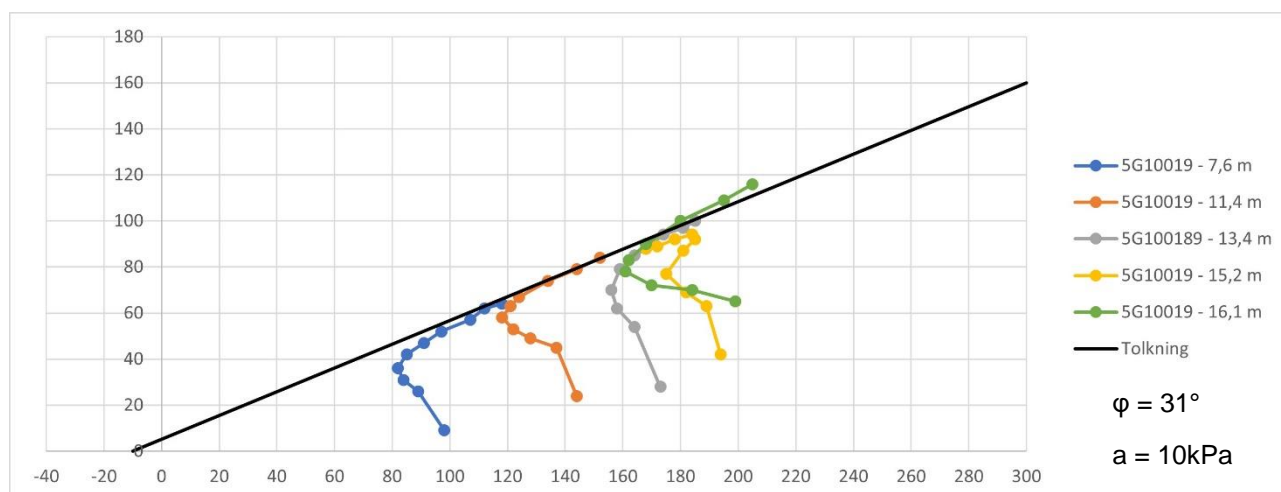
B.2 5G10014



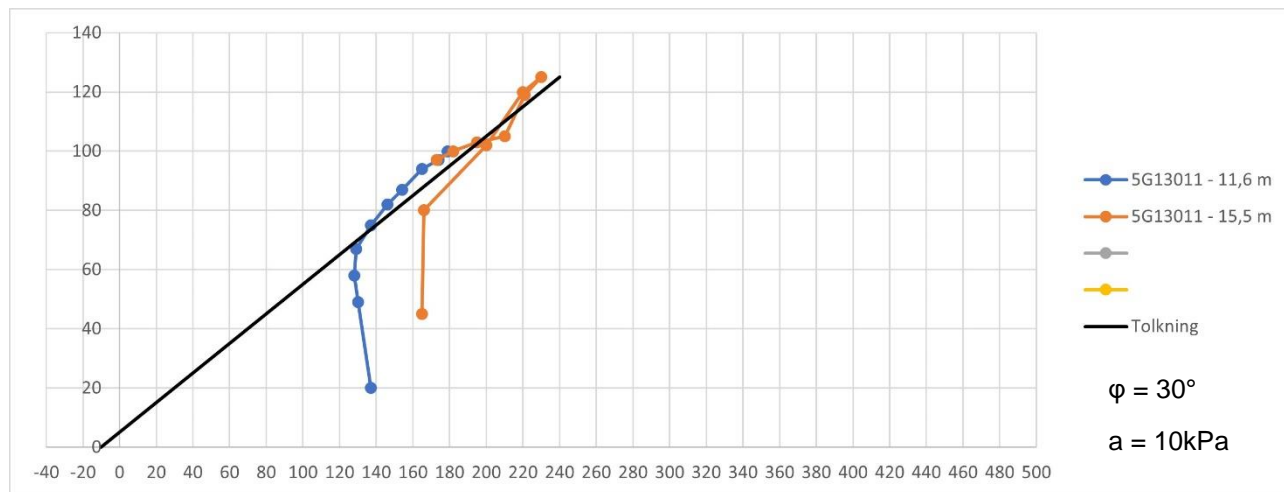
B.3 5G10018



B.4 5G10019



B.5 5G13011



Vedlegg C Tolkede trykksonderinger

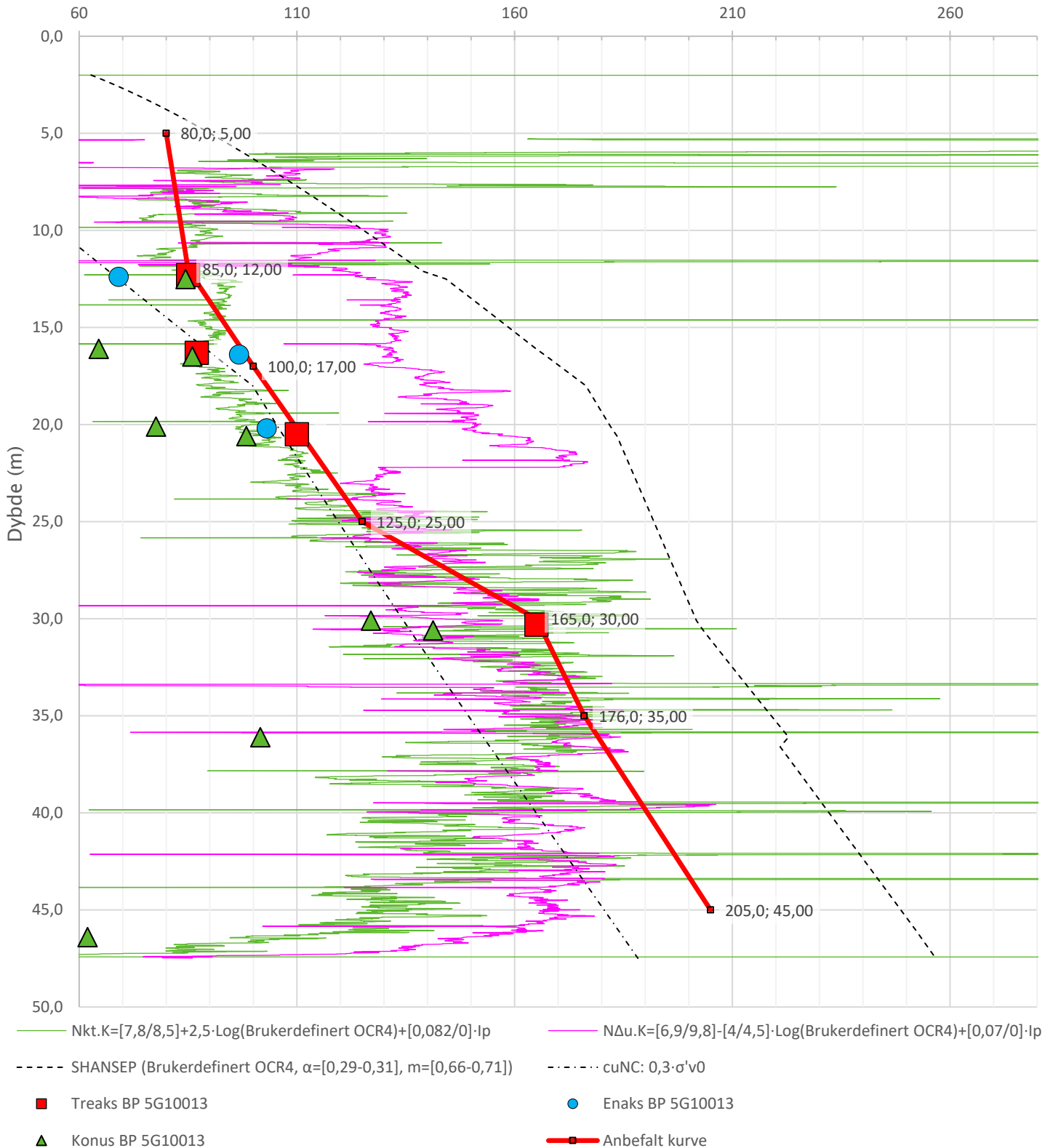
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BP 5G10013: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BP 5G10013: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,651)}$

Konus BP 5G10013: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,651)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



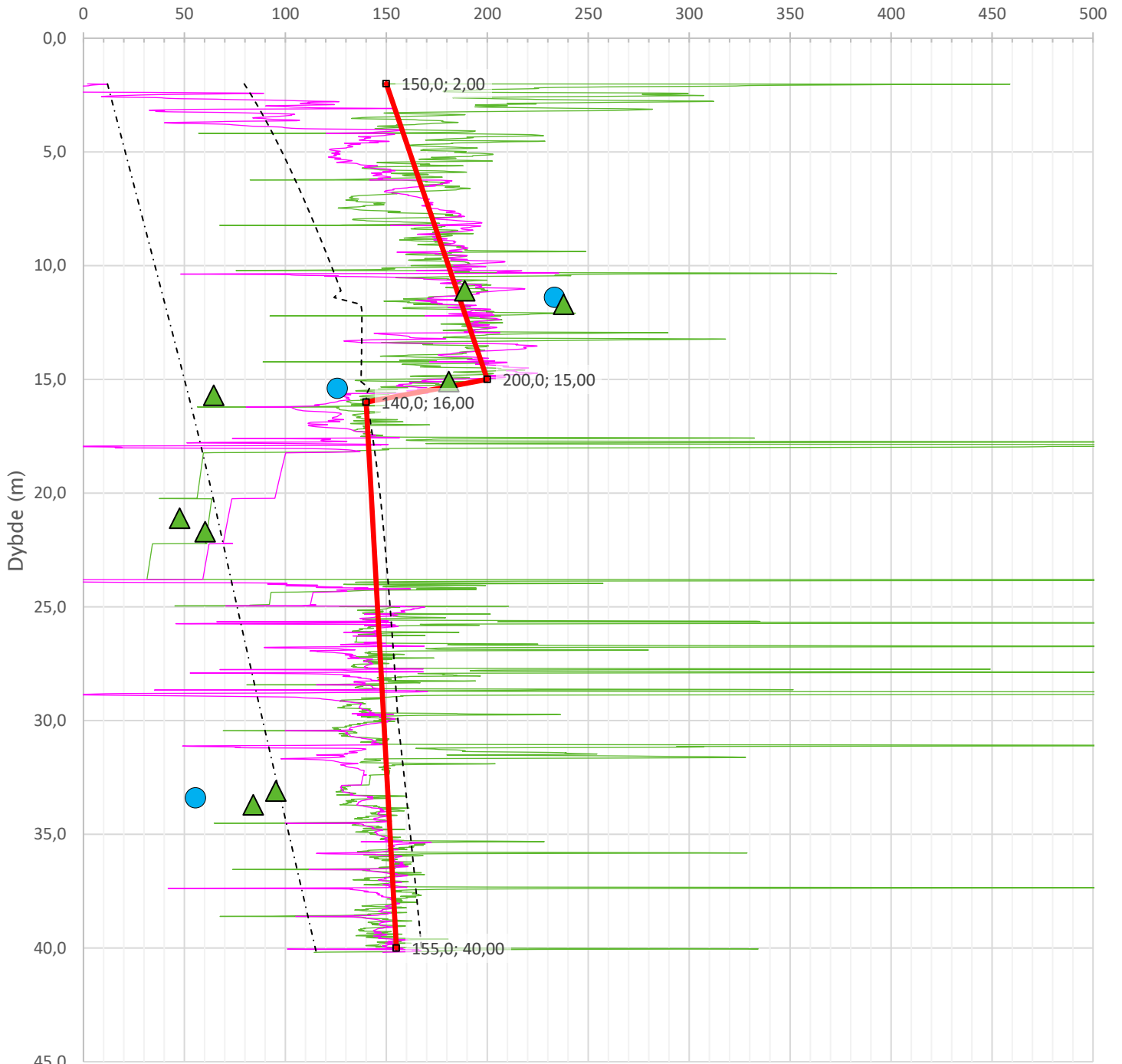
Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +126
Riperbakken kvikkleiresone				5G10013	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4763	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ringerike kommune	2017-07-31	Rev. dato	C1		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH 5G10017: c_{uc}/c_{ucptu} = var. (min:0,630 max:0,636)

Konus BH 5G10017: c_{ufc}/c_{ucptu} = var. (min:0,630 max:0,636)

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



$N_{kt}.K=[7,8/8,5]+2,5 \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,082/0] \cdot I_p$

$N_{\Delta u}.K=[6,9/9,8]-[4/4,5] \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,07/0] \cdot I_p$

----- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=[0,29-0,30]$, $m=[0,66-0,69]$)

----- $c_{uNC}: 0,3 \cdot \sigma'_{v0}$

■ Treaks BH 5G10017

● Enaks BH 5G10017

▲ Konus BH 5G10017

—■— Anbefalt kurve

Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +107
Riperbakken kvikkleiresone				5G10017	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				30451	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks		
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ringerike kommune	2017-08-18	Rev. dato		
				C2	

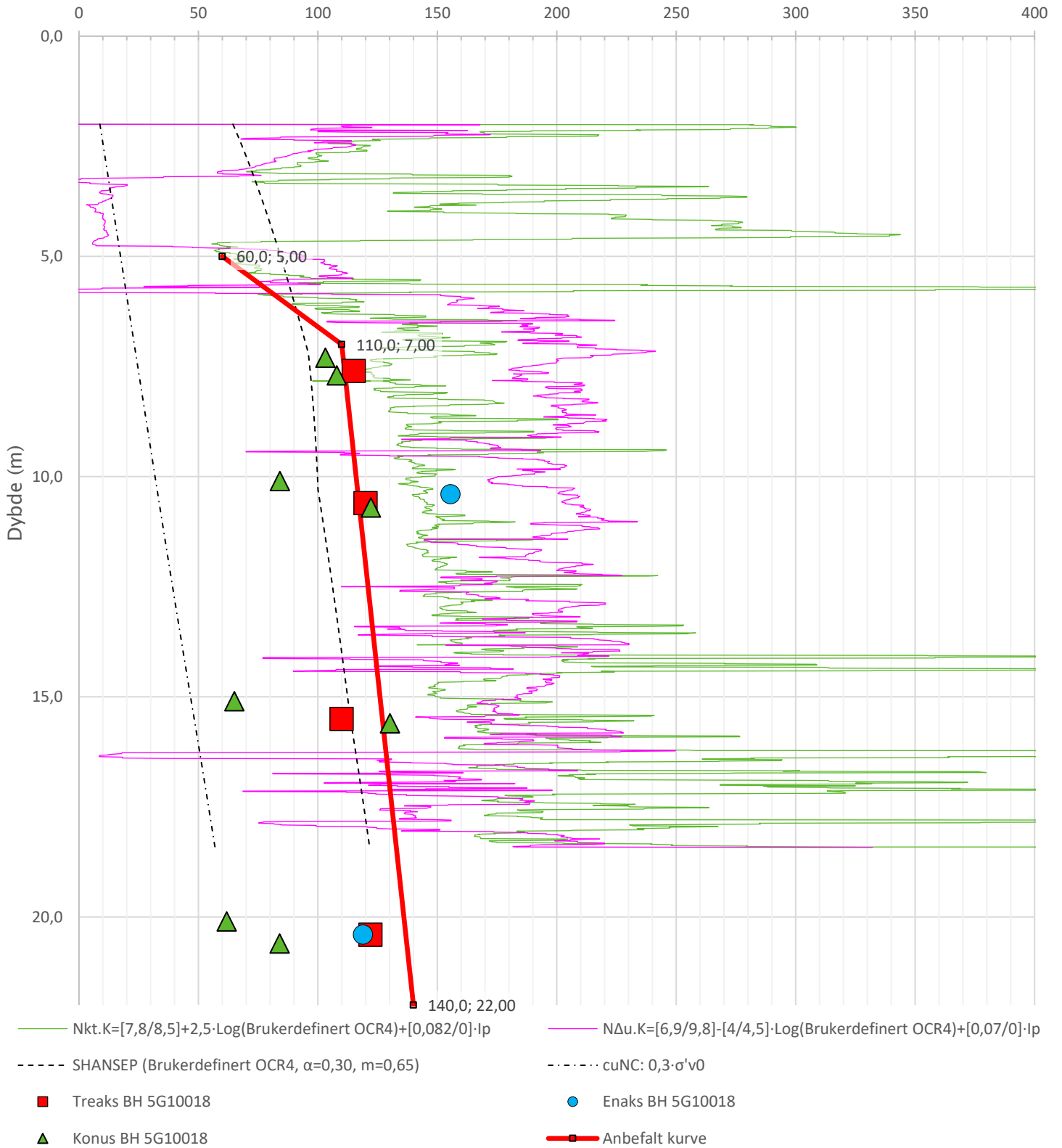
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH 5G10018: $c_u/c_{u\text{cptu}} = 1,000$

Enaks BH 5G10018: $c_{uc}/c_{u\text{cptu}} = \text{var. (min:0,630 max:0,631)}$

Konus BH 5G10018: $c_{ufc}/c_{u\text{cptu}} = \text{var. (min:0,630 max:0,631)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, $c_{u\text{cptu}}$ (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull
Riperbakken kvikkleiresone				5G10018
Innhold				Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4763
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	KriEks	KriAu	KriEks	1
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur
Ringerike kommune	2017-08-14	Rev. dato	C3	

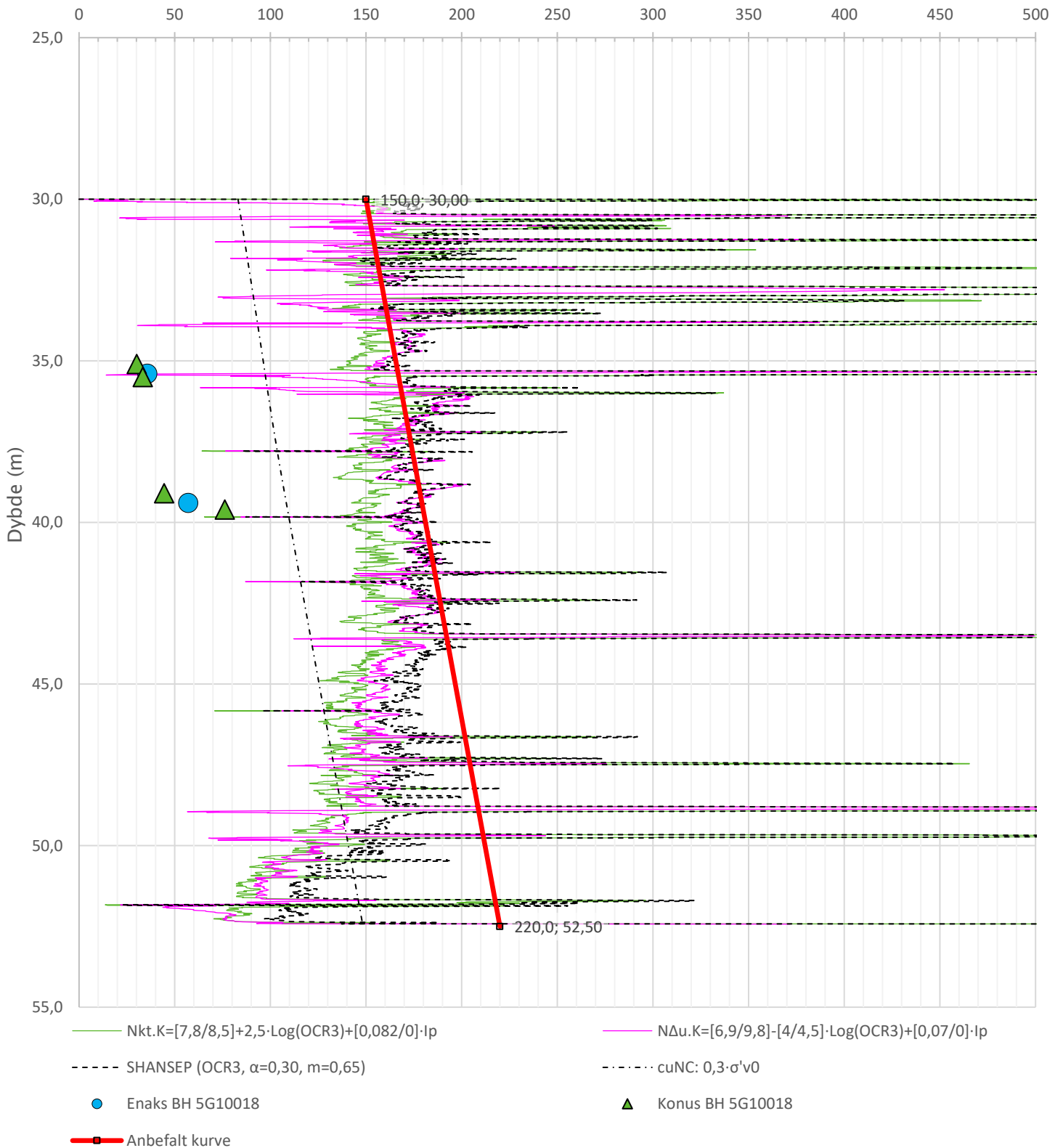
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH 5G10018A: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 5G10018: $cuuc/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 5G10018: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +101,2
Riperbakken kvikkleiresone				5G10018A	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4763	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ringerike kommune	2017-08-14	Rev. dato	C4	

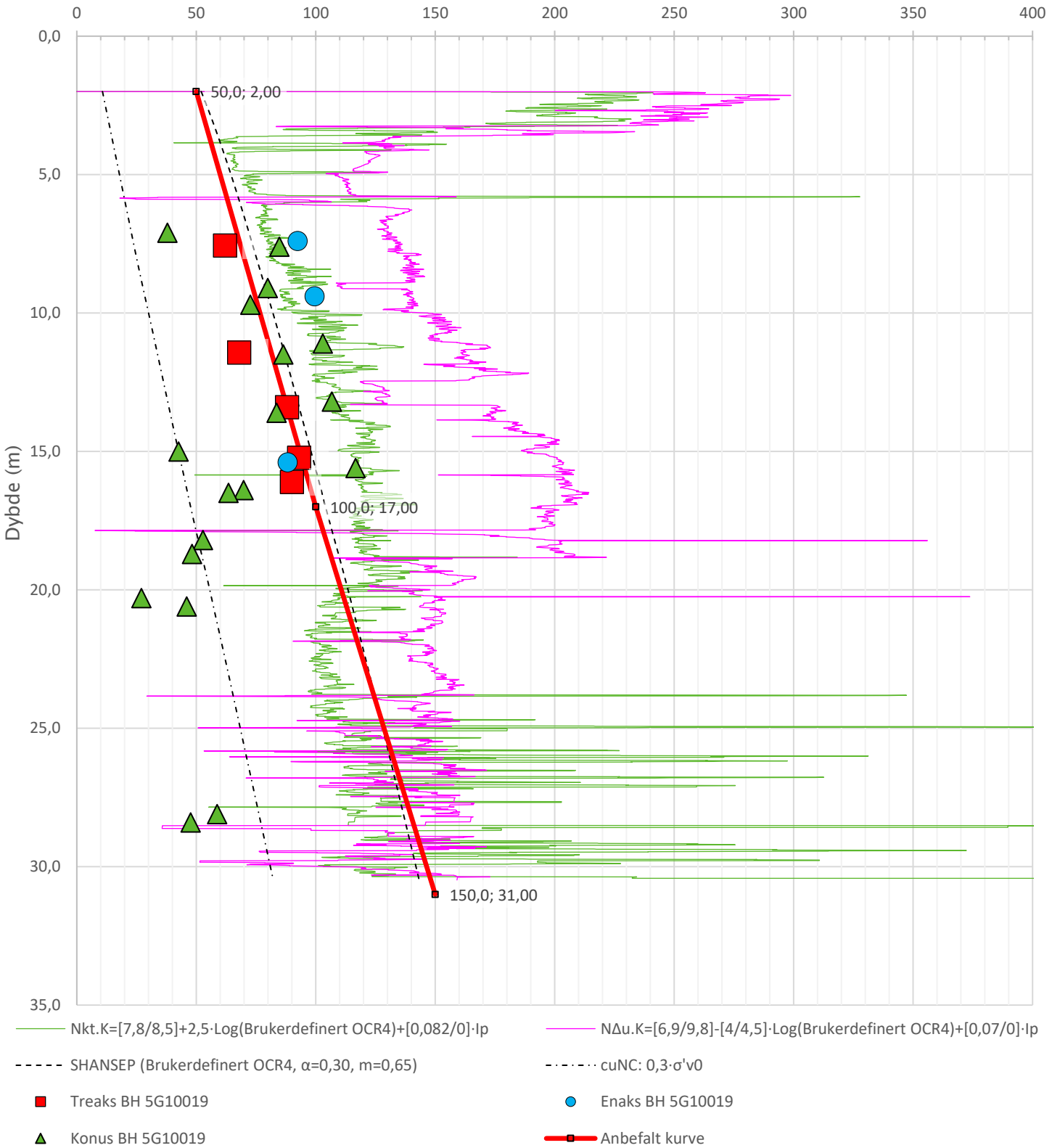
Anisotropiforhold i figur:


Treaks BH 5G10019: $c_u/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 5G10019: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,634 max:0,663)}$

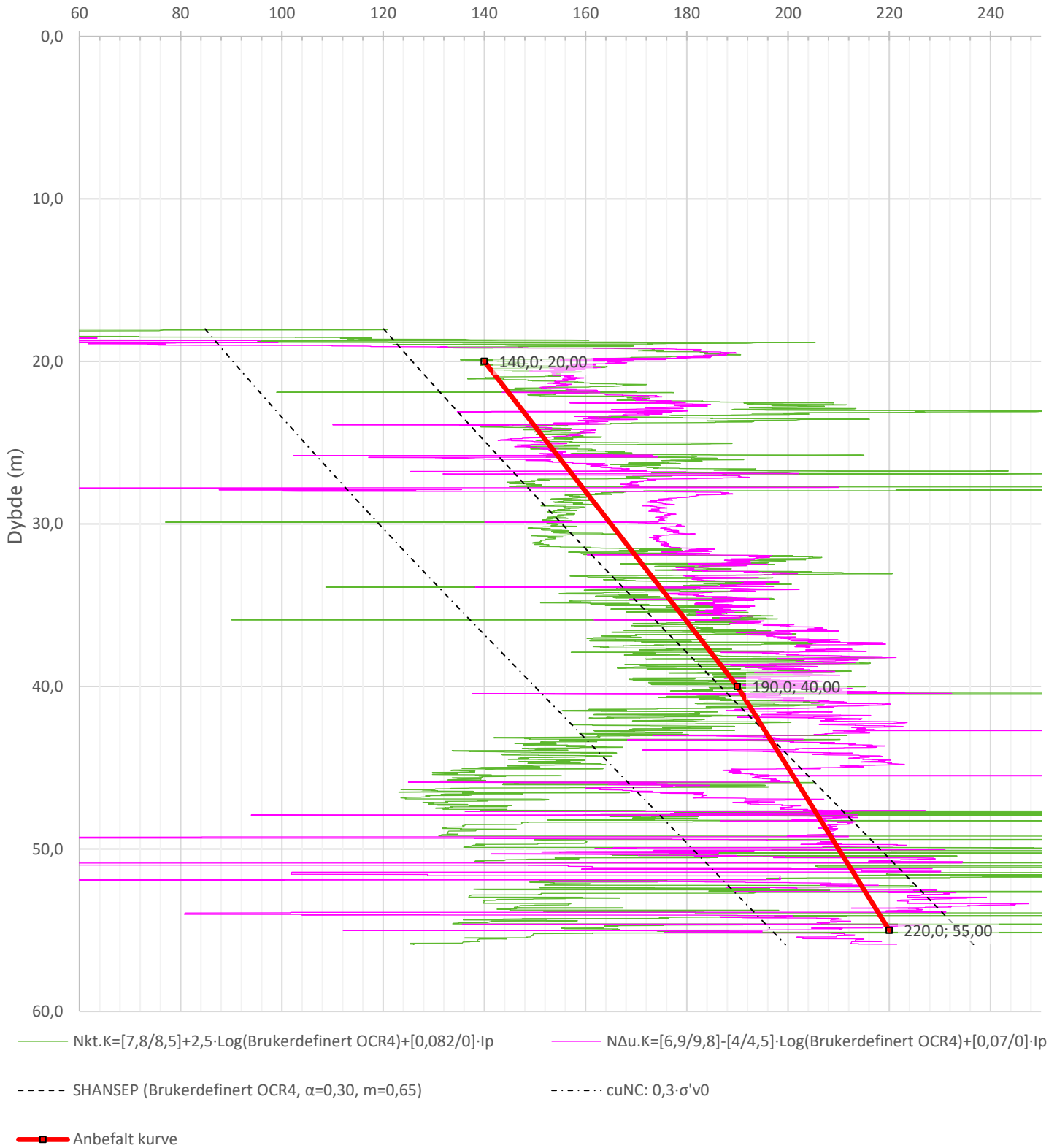
Konus BH 5G10019: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,664)}$


Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



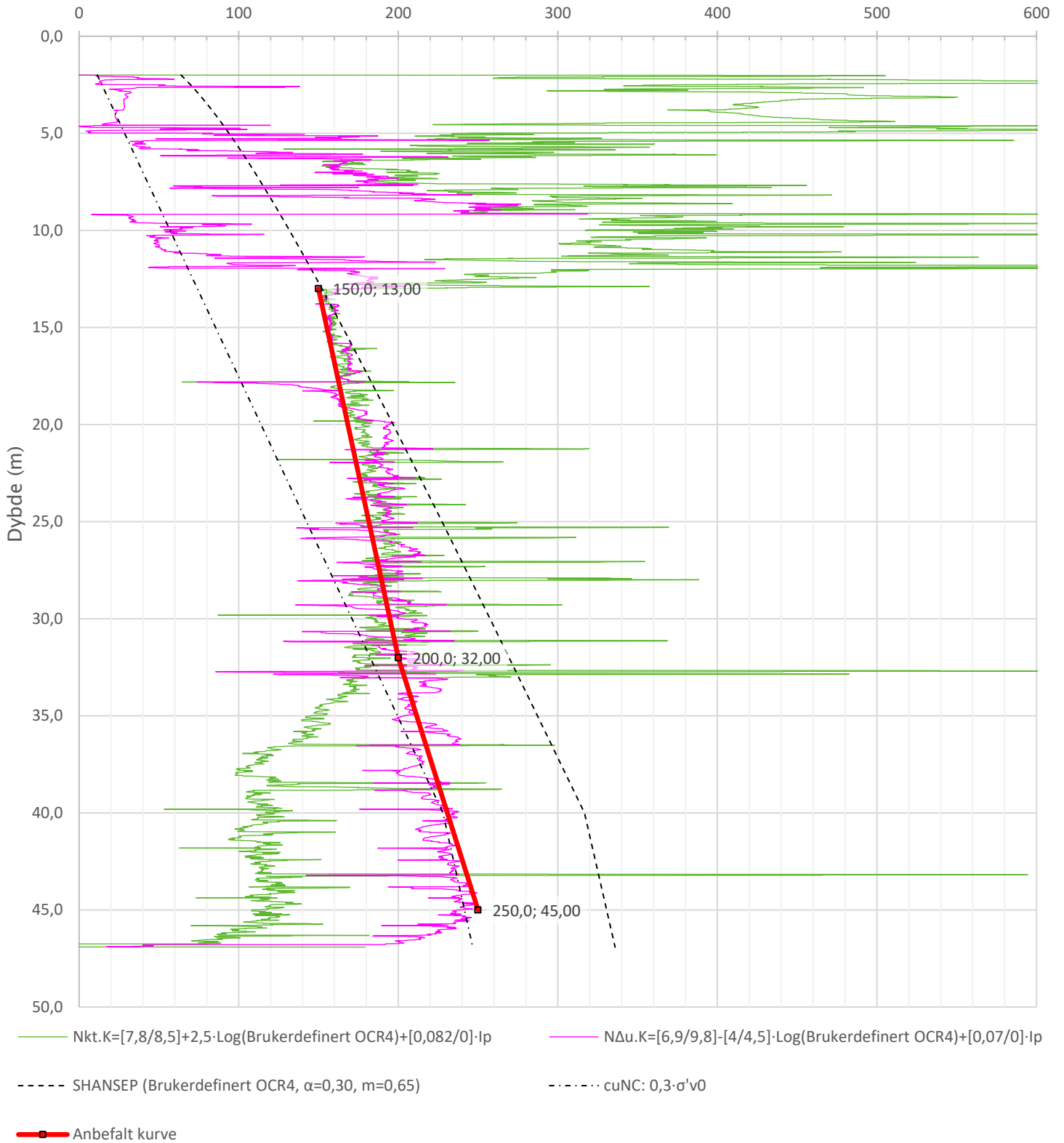
Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +112,9
Riperbakken kvikkleiresone				5G10019	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4866	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks	3	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ringerike kommune	2017-08-07	Rev. dato	C5		


Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



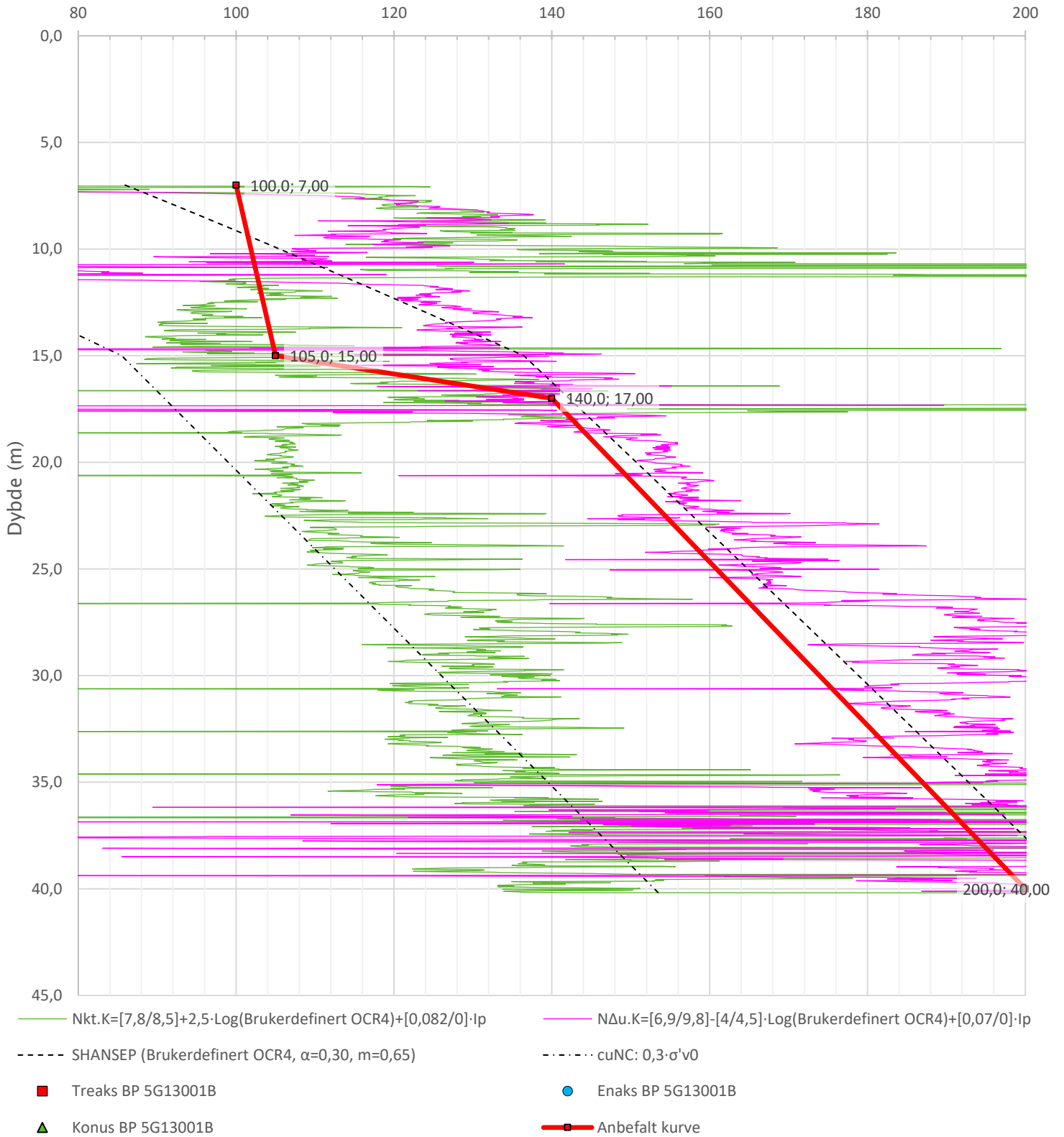
Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +136,8
Riperbakken kvikkleiresone				5G10020D	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4766	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks	1	
Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur		
Ringerike kommune	2017-08-28	Rev. dato	C6		


Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +132,3
Riperbakken kvikkleiresone				5G10022	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4763	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks	1	
Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur		
Ringerike kommune	2017-08-09	Rev. dato	C7		

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



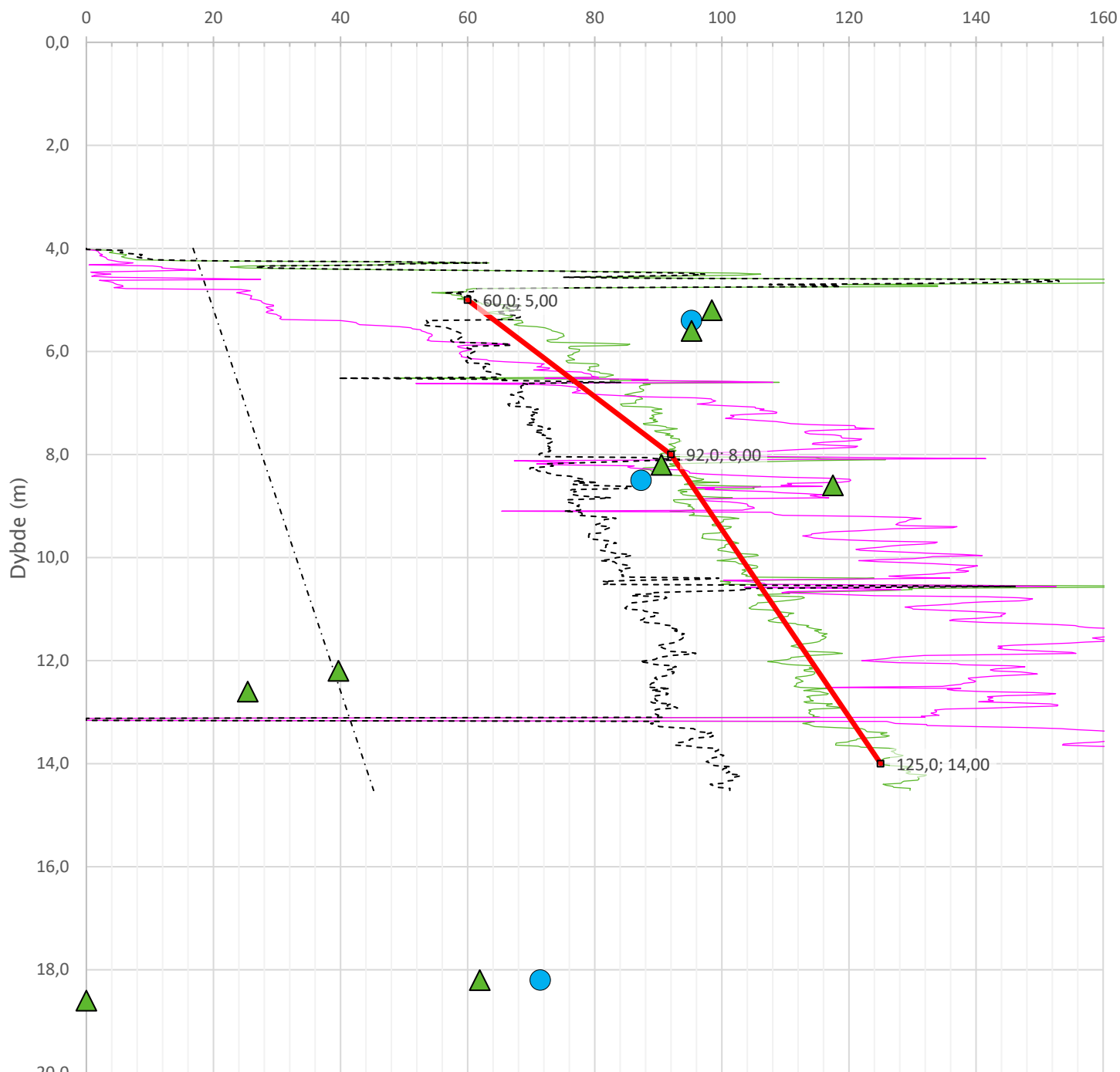
Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +128
Riperbakken kvikkleiresone				5G13001B	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4761	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks	1	
Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur		
Ringerike kommune	2017-01-20	Rev. dato	C8		

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BP 5G13004: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BP 5G13004: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(OCR3)+[0,082/0]·Ip

— NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(OCR3)+[0,07/0]·Ip


- - - SHANSEP (OCR3, $\alpha=[0,30-0,30]$, $m=[0,66-0,68]$)

- - - - - $c_{uNC}: 0,3 \cdot \sigma'_{v0}$

● Enaks BP 5G13004

▲ Konus BP 5G13004

—■— Anbefalt kurve

Prosjekt		Prosjektnummer: 5209464 Rapportnummer: 5209464-RIG-R01		Borhull	Kote +107
Riperbakken kvikkleiresone				5G13004	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4761	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KriEks	KriAu	KriEks	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ringerike kommune	2017-01-09	Rev. dato	C9		

X:\in\oppdrag\planov\k\520\94\5209464\BIM\Geo\teknisk\Modell\oversikt\teknisk\profiler_v2_rev_UAK.dwg - AnsSt - Plottet: 2021-04-22, 08:51:41 - LAYOUT = 101 - XREF = Borpunkter_1:2000, Profiler



FORKLARINGER

- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ⊕ Terrengkode
Bergkode Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

HENVISNINGER

1. BaneNOR (2017). «Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE) Ringeriksbanen. Styggedalen-Hønefoss. Detaljplan og teknisk plan. Geoteknisk datarapport. Strekning 5», dok.nr. FRE-50-A-25110, rev.01A
2. BaneNOR (2017). «Fellesprosjektet Ringeriksbanen og E16 (FRE) Ringeriksbanen Sundvollen-Hønefoss. Grunntundersøkelser (Strekning 3, 4 og 5/Avrop 08-S3 S4 S5). Datarapport.», dok.nr. FRE-00-A-91001, rev.01A.

Tegningsnummer	101	Revisjon	J02
----------------	-----	----------	-----

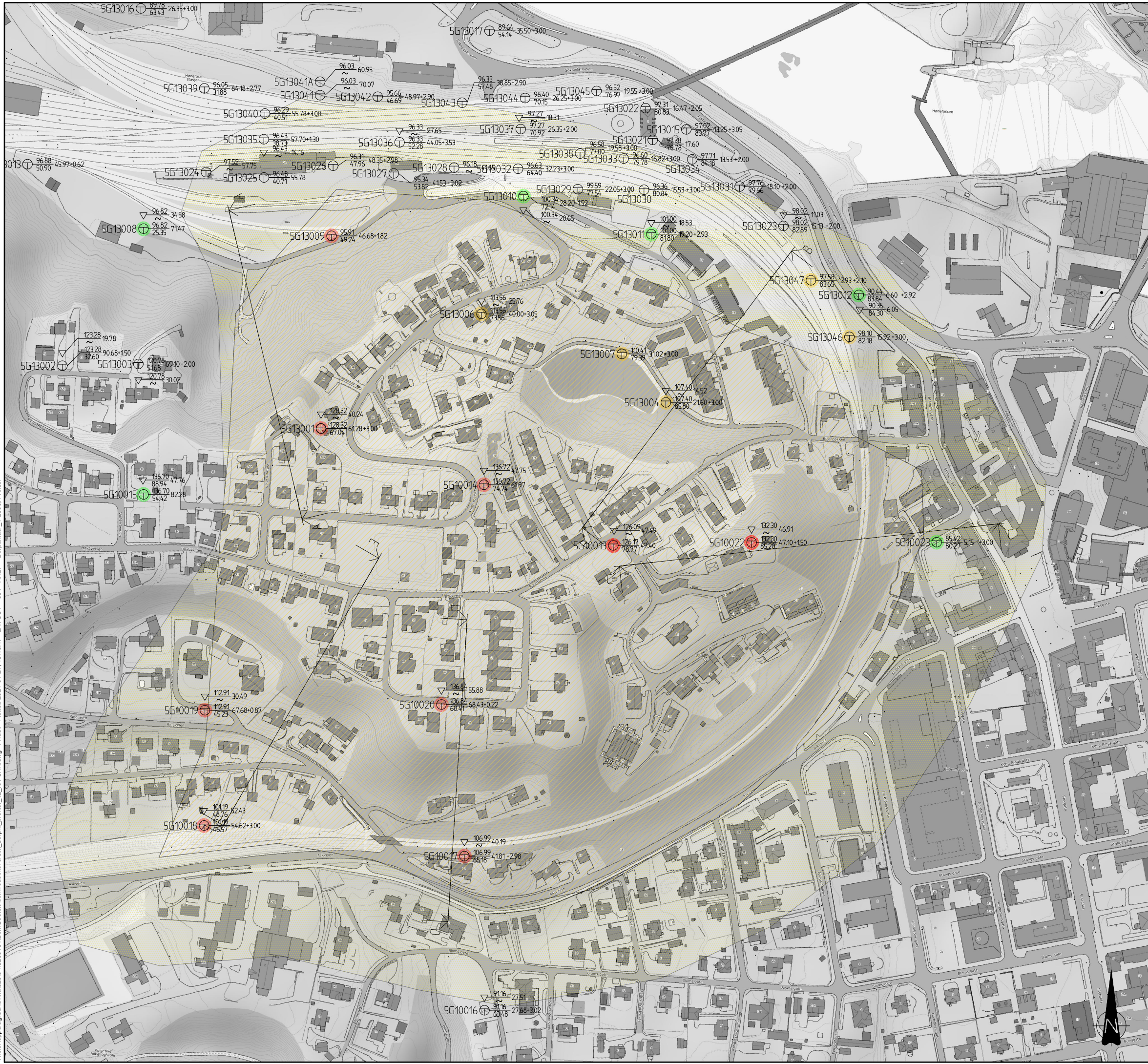
J02	2021-04-23	For bruk	AndSt	KriEks	KriEks
B01	2021-02-22	For info/kommentar hos eksterne parter	KriEks	KriAu	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.

Ringerike kommune Målestokk (gjelder A3)
1:1500

Oversiktstegning profiler og sonderinger

X:\nonoppdrag\Sandvika\520\415209464\BIM\Cadeteknik\Modell\oversikt_borptk_profiler_v2_rev_UAK.dwg - AndSI - Plottet: 2021-04-21, 15:46:17 - LAYOUT = 301 - XREF = Borpunkt_1-2000_Profiler



- Påvist kvikkleire
- Antatt kvikkleire
- Antatt ikke kvikkleire
- Kvikkleiresone - løsnemråde. Faregrad lav.
- Kvikkleiresone - utløpsområde. Faregrad lav.

Tegningsnummer	Revisjon
301	J02

J02	2021-04-23	For bruk	AndSt	KriEks	KriEks
B01	2021-02-22	For info/kommentar hos eksterne parter	KriEks	KriAu	KriEks
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeid	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrækning enn formålet tilsier.

Ringerike kommune Målestokk (gjelder A3)
1:1500

Oversiktstegning
Revidert løsnem- og utløpsområde.