

Hell Sentrum

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

Detaljregulering



Dokumentnr. 23119-RIG04

Versjon 2

19.04.2024



Prosjekt

Prosjektnavn:	Hell sentrum
Prosjektfase:	Detaljregulering
Prosjektdel:	Utredning av kvikkleireskredfare
Oppdragsgiver:	COOP MIDT-NORGE SA
Kontaktperson:	Håvard Wiik

Vårt oppdrag

Oppdragsnummer:	23119
Oppdragsleder:	Sigurd Holo Leikarnes/Andreas Gjærum
Fagansvarlig:	Andreas Gjærum
Andre nøkkelpersoner:	Michael Huber

Dokument

Dokumenttype:	Geoteknisk vurdering av områdestabilitet
---------------	--

Versjoner

Indeks	Dato	Beskrivelse	Ansvarlig	Kontroll
01	22.03.2024	Til uavhengig kvalitetssikring	Andreas Gjærum	Sigurd Holo Leikarnes
02	19.04.2024	Til bruk	Andras Gjærum	Sigurd Holo Leikarnes

Sammendrag

Det er utført utredning av kvikkleireskredfare for planlagt ny butikk på Hell. I den sammenheng er det identifisert en kvikkleiresone og gjort vurdering av faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. NVE rapport 1/2019. Sonen er vurdert til faregrad middels, konsekvensklasse meget alvorlig og risikoklasse 4. Det er gjort vurdering av skredmekanisme av overliggende terreng og for skråning ned mot Stjørdalselva. Ny butikk vurderes å ligge utenfor influensområde for overliggende terreng, og utenfor løsneområde for skråningene ned mot Stjørdalselva.

Utførte stabilitetsberegninger viser at prosjektet har tilfredsstillende områdestabilitet og lokalstabilitet.

Eksisterende bygg som skal rives ligger tett inntil skråningsfoten, under riving må det derfor sikres at det ikke oppstår en reel avlastning nær skråningsfoten. Dette kan ivaretas enten ved at rivemassene fra bygget mellomlagres rundt bygget inntil kjellere er fylt med fyllmasser, eller at fyllmassene til kjelleren oppbevares rundt bygget mens det rives (og rivemassenes kjøres bort).

For å unngå skadelige skjevsetninger kan det være nødvendig at skissert oppfylling under bygget sørlige del utføres med lette masser. Tillatt grunntrykk for stripefundament er innledningsvis beregnet å ligge mellom 100 og 140 kPa avhengig av fundamentbredden.

Kategorisering

Geoteknisk kategori:	2
Konsekvensklasse:	CC/RC2
Pålitelighetsklasse:	CC/RC2
Prosjekteringskontrollklasse:	PKK2
Tiltaksklasse:	2
Tiltakskategori:	K2/K4
Seismisk grunntype:	S2

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	6
1.1 Revisjon.....	6
2 Beskrivelse av tiltaket og tomten	6
2.1 Elvebunn.....	8
3 Grunnforhold	8
3.1 Grunnvann.....	10
4 Regelverk, laster og faktorer	12
4.1 Standarder.....	12
4.2 Partialfaktor.....	12
4.3 NVEs kvikkleireveileder 1/2019.....	14
4.3.1 Tiltakskategori – Riving av eksisterende bygg	14
4.3.2 Tiltakskategori – Nytt bygg.	15
4.3.3 Kompetansekrav iht. NVE 1/19	17
4.4 Laster.....	18
4.4.1 Seismiske laster	18
5 Utredning av områdestabiliteten	18
5.1 Eksisterende kvikkleiresone og sikringstiltak.....	19
5.2 Avgrensing av kvikkleireforekomst.....	19
5.3 Kritiske skråninger	21
5.4 Aktuelle skredmekanismer.....	22
5.4.1 Profil 1	22
5.4.2 Profil 2	23
5.4.3 Profil 3	23
5.5 Løsne- og utløpsområde	23
5.6 Klassifisering.....	24
5.6.1 Faregrad	24
5.6.2 Skadekonsekvensklasse	24
5.6.3 Risikoklasse	25
5.7 Stabilitetskrav og føringer for utførelse	26
5.7.1 Ny butikk	26
5.7.2 Riving av eksisterende butikk	26
5.8 Oppsummering kvikkleireutredning	26
6 Stabilitetsberegninger	26
6.1 Materialparametere	27

6.1.1	Laboratorieanalyser	27
6.1.2	Tyngdedetthet	28
6.1.3	Ødometer og OCR	28
6.1.4	Treaks	29
6.2	Tolkning av skjærfasthet.....	32
6.2.1	Overordnet tolkningsfilosofi	32
6.2.2	ADP- forhold	33
6.2.3	Tolkning av CPTU E22	33
6.2.4	Tolkning av CPTU E23	34
6.2.5	Tolkning CPTU E24	34
6.2.6	Tolkning CPTU E25	35
6.2.7	Tolkning CPTU E32	35
6.2.8	CPTU E31, E42 og E43	35
6.2.9	Oversikt SHANSEP korrelasjoner	35
6.2.10	Effektivspenningsparameter	36
6.3	Resultater.....	37
7	Fundamentering	37
8	Referanser	38

Vedlegg

V100

V101-V2	Situasjonsplan
V102	Lagdeling og skredmekanisme profil 1
V103	Lagdeling og skredmekanisme profil 2
V104	Lagdeling og skredmekanisme profil 3
V105 -V2	Kvikkleiresone, løsne- og utløpsområde

V200

V201-V2	Profil 1 – Dagens situasjon - Totalspenningsanalyse
V202	Profil 1 – Dagens situasjon - Effektivspenningsanalyse

Vedlegg 1	Innmålt elvebunn
Vedlegg 2	Landskapsplan
Vedlegg 3	Tolkede ødometerforsøk
Vedlegg 4	Tolket udrenert skjærfasthet fra treaksialforsøk
Vedlegg 5	Tolkede CPTU'er
Vedlegg 6	Tilsvar på kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring

1 Innledning

COOP MIDT-NORGE SA planlegger å rive eksisterende og bygge opp en ny butikk i Hell nær Stjørdalen i Trøndelag. Hensikten med denne rapporten er å utrede områdestabiliteten til tiltaket, og gjøre forprosjektvurderinger av lokalstabilitet og fundamentering.

ERA Geo ved Lingen Grunnboring og GeoField har utført grunnundersøkelser i 3 omganger i forbindelse med prosjektet. Hensikten med den 2. runden med grunnundersøkelser var å ta opp blokkprøver, i håp om at det fra disse kunne tolkes høyere skjærfasthet av leira. Hensikten med den 3. runde var å kartlegge kvikkleireforekomsten mot påvist erosjonsgrop i Stjørdalselva.

1.1 Revisjon

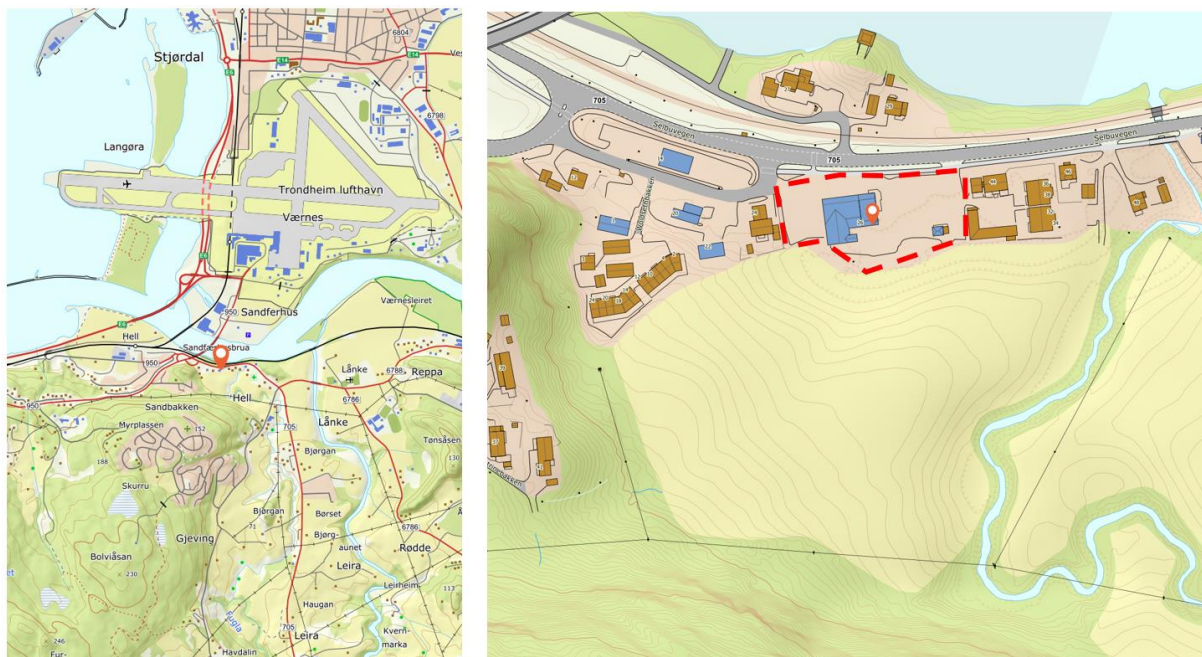
Rapporten er revidert etter utført uavhengig kvalitetssikring iht. NVE rapport 1/2019 (1) av Dr.Techn. Olav Olsen. Kommentarer og tilsvar på utført uavhengig kvalitetssikring er vedlagt på vedlegg 6.

2 Beskrivelse av tiltaket og tomten

Tiltaket ligger på tomt 162/495 i Stjørdal kommune.

Eksisterende butikk skal rives. Dette bygget har en kjelleretasje. Det planlegges deretter å bygg en ny butikk, uten kjeller, noe lenger mot øst på tomten.

Tomten er relativt flat og ligger i bunn av en nordvendt slak skråning bestående av dyrkamark. Helningen av den dyrka marka er ca. 1:8 med en total høydeforskjell av 18,5 meter. I nord avgrenses tomten av Fv. 605. Meråkerbanen går parallelt med fylkesvegen og ligger nord for fylkesvegen i forhold til den aktuelle tomten. Fra jernbanespor går det en skråning ned til Stjørdalselva.



Figur 1: Tiltakets plassering i Stjørdal kommune (Kilde: norgeskart.no, hentet 20.02.2024)



Figur 2 Relieffkart. Prosjektområdet er markert i rødt/oransje (Kilde: hoyedata.no, hentet 09.11.2023)

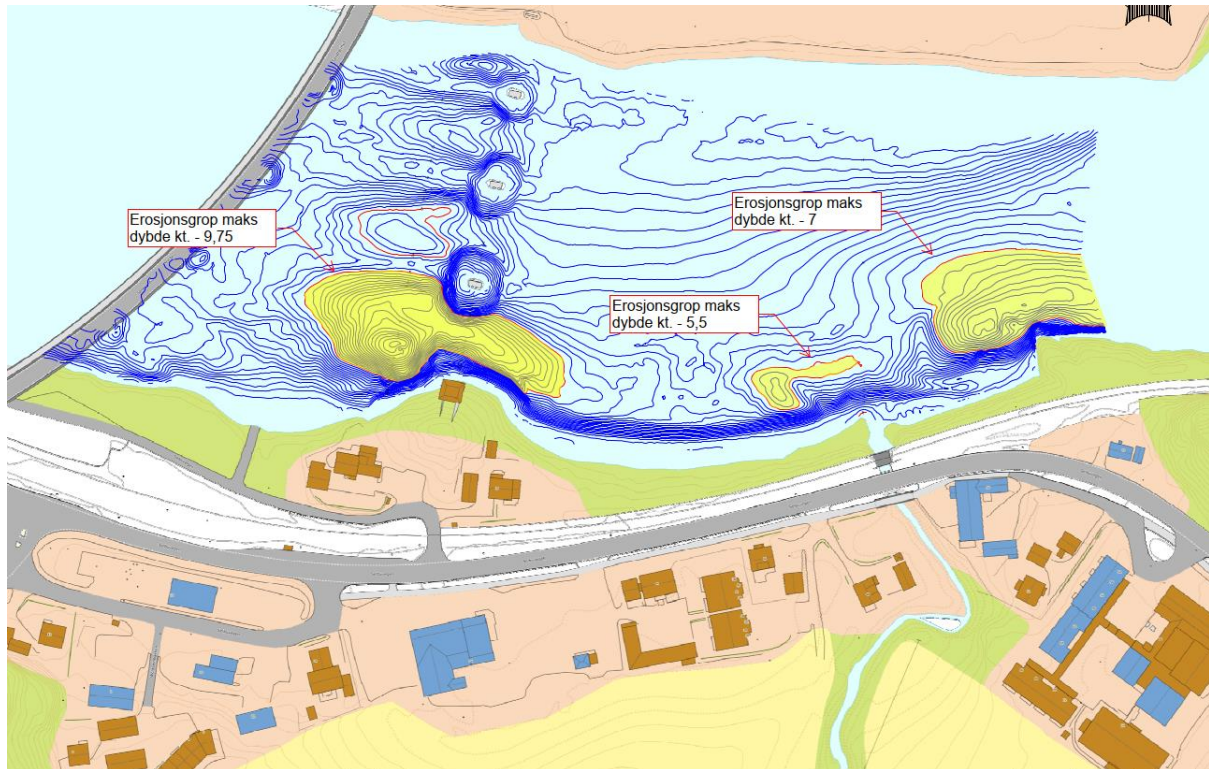
Fra topografisk kart er det gjort identifisering av kritiske skråninger. Som Figur 3 viser er terrenget sør for den aktuelle tomten tilstrekkelig bratt til at det kan gå skred, samtidig som skråningen fra jernbanesporet ned til Stjørdalselva også er tilstrekkelig bratt til at det kan gå skred her. En nærmere avgrensning av skråninger som må vurderes nærmere gis kapittel 5.3.



Figur 3 Utklipp fra NVE Atlas. Område med farge er brattere enn 1:15. (Kilde: nve.no, hentet 09.11.23)

2.1 Elvebunn

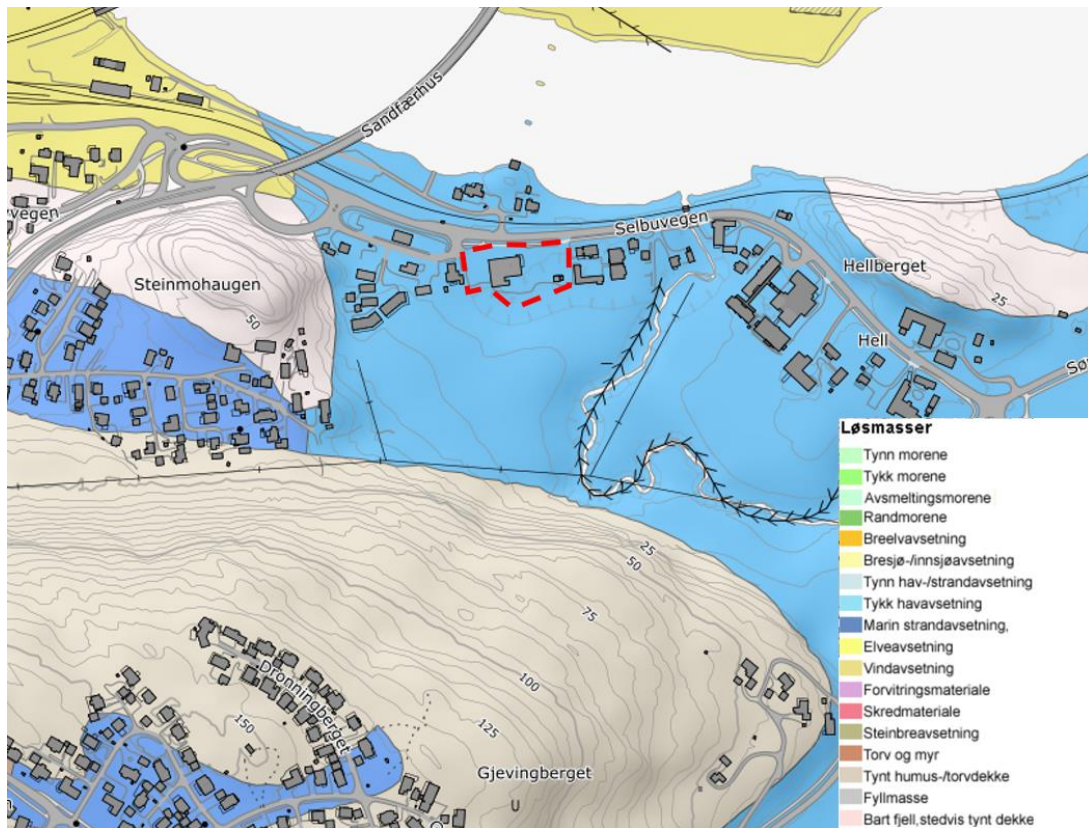
Nidaros Oppmåling har utført innmåling av elvebunnen i Stjørdalselva. Innmålingen viser at det langs den sørlige elvebredden er 3 større eller mindre erosjonsgroper, se Figur 4. I den dypeste erosjonsgropa er elvbunn kartlagt å ligge på kt. -9,75. Gjennomsnittlig dybde langs den sørlige elvebredden ligger ellers mellom kt. -4 og -5.



Figur 4 - Utklipp fra innmålt elvabunn, for bedre oppløsning, se vedlegg 1.

3 Grunnforhold

På NGUs løsmassekart er området kartlagt som tykk havavsetning.

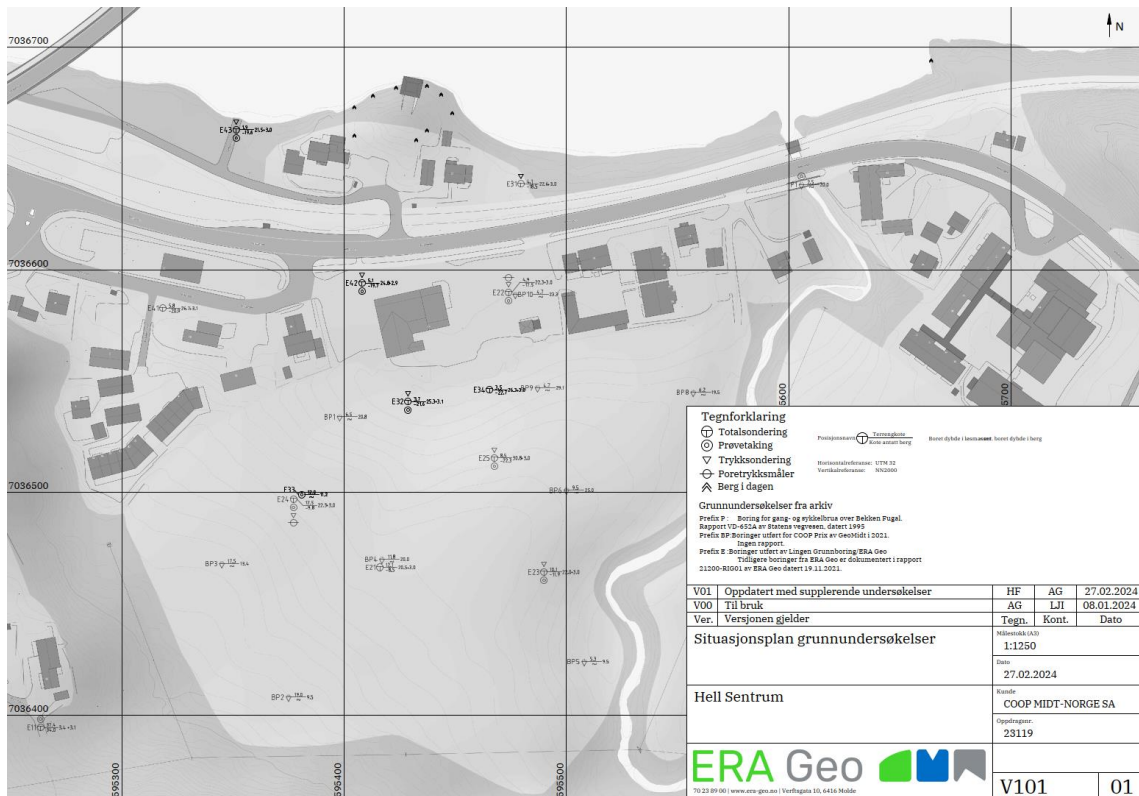


Figur 5 Løsmassekart. (Kilde: ngu.no, hentet 09.11.2023)

Det er på og rundt det aktuelle området utført en rekke ulike grunnundersøkelser:

- Boring for gang- og sykkelbrua over Bekken Fugal. Rapport VD-652A av Statens vegvesen, datert 1995 (2)
- Boringer for atkomstvei og gang- og sykkelveg til Litjbyn. Rapport Vd- 644A av Statens vegvesen datert 1985. (Veg og G/S-veg ble ikke bygd) (3). Disse boringene er ikke vist på situasjonsplaner i dette prosjektet.
- Boringer for Lånke bosenter. Rapport 6090115 av Rambøll, datert 28.03.2009. Disse boringene ligger på østsiden av bekken Fugla og er ikke vist på situasjonsplaner i dette prosjektet (4).
- Boringer utført for COOP MIDT-NORGE SA i 2021. Rapport 21200-RIG01 av ERA Geo, datert 19.11.2021 (5).
- Supplerende boringer COOP MIDT-NORGE SA i 2023 og 2024 av Lingen Grunnboring og GeoField. Rapport 23119-RIG01 V2 av ERA Geo, datert 11.01.2024 (6).
- Boringer utført for COOP MIDT-NORGE SA av GeoMidt i 2021. Det ble ikke utarbeidet egen rapport for disse boringene, sonderingsresultatene er vedlagt rapport 21200-RIG01 fra ERA Geo.

Figur 6 viser de mest relevante grunnundersøkelsene rundt det aktuelle tomte.



Figur 6 Utklipp fra borplan i rapport 23119-RIG-R03

Alle grunnundersøkelsene på Figur 6, med unntak av boringen E11 (i sørvest) og P1 (ved bru i nordøst), antyder eller påviser kvikkleire eller sprøbruddmateriale. Videre i rapporten vil kvikkleire bli brukt som samlebetegnelse for både kvikkleire og leire med sprøbruddoppførsel, altså materiale med omrørt skjærfasthet $c_{u,r} < 1,27$ kPa iht. ISO 17892-6:2017 som definert i NVE rapport 1/2019 (1).

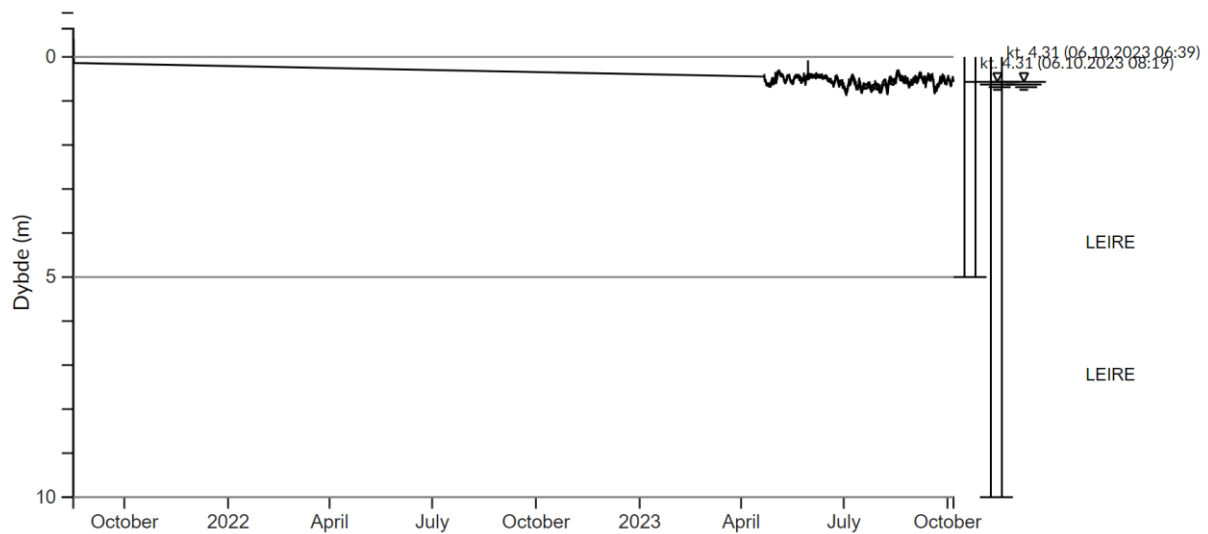
Mektigheten og dybden på laget med kvikkleire varier. Mot nord øker dybden til kvikkleira. I enkelte borer er det påvist et lag med fast granulært materiale på opptil 2 meter over berg.

3.1 Grunnvann

Det er installert poretrykksmålere i posisjon E22 og E24. I begge posisjoner er det installert elektrisk piezometere med minne på 5 og 10 meters dybde. Målerne ble installert august 2021.

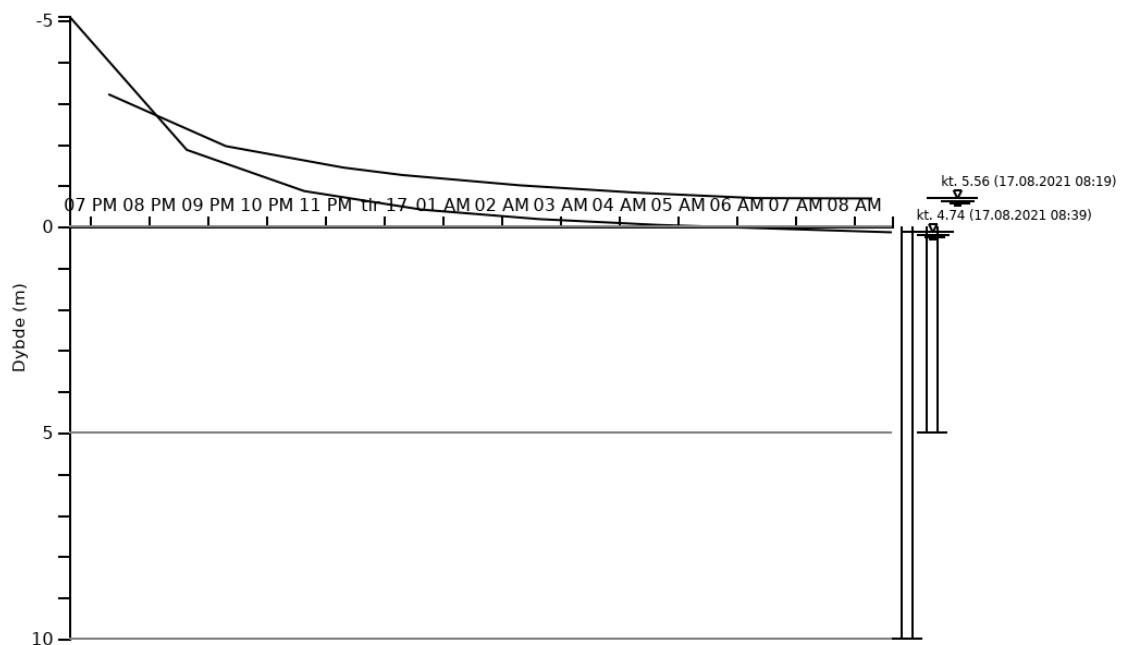
Poretrykksmålerne i pkt. E22 ble avlast okt. 2023, mens målerne i pkt. E24 trolig har blitt kjørt ned i forbindelse med kornproduksjon, og var derfor ikke mulig å finne. For pkt. E24 har vi derfor kun under ett døgn med logging av poretrykket. Måleren i pkt. E22 er satt til å logge poretrykket hver 2. time, tidsserien går derfor ikke lenger tilbake enn april 2023, men som figur Figur 7 viser, måles grunnvannstanden til å ligge ganske stabilt i denne perioden.

I pkt. E22 måles poretrykket til å være hydrostatisk, med grunnvannstand 0,6 meter under terreng.



Figur 7 Poretrykksmålinger pkt. E22

Den korte tidsserien i pkt. E24 antyder i utgangspunktet en poretrykkutvikling som er lavere enn hydrostatisk. Det samme viste målingene det første døgnet i pkt. E22, som med tiden viste seg å være hydrostatisk. Med bakgrunn i målingene og poretrykksutviklingen fra pkt. E22, modelleres grunnvannstanden til å være hydrostatisk i pkt. E24, med grunnvannstand antatt å ligge 2,2 meter under terreng. 2,2 meter dybde samsvarer med antatt tykkelse av tørrskorpeleiren i pkt. E24.



Figur 8 Poretrykksmåling pkt. E24

4 Regelverk, laster og faktorer

4.1 Standarder

I samsvar med gjeldende regelverk plasseres tiltaket i følgende kategorier:

- Pålitelighetsklasse CC/RC2
- Tiltaksklasse 2
- Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2
- Geoteknisk kategori 2
- Seismisk grunntype S2

Ved tiltaksklasse 2 skal det i henhold til Byggesaksforskriften § 14-7 utføres uavhengig kontroll av detaljprosjektering. I tillegg settes det krav til intern systematisk kontroll og utvidet kontroll for tiltak i kontrollklasser PKK2 i henhold til Eurokode 0. Kontrollomfanget er gitt i de respektive regelverkene/standardene.

Med planlagt et konvensjonelt direktefundamentert bygg settes tiltaket i geoteknisk kategori 2. Videre begrunnelse for valgte kategorier og henvisning til relatert regelverk er gitt i vedlegg.

4.2 Partialfaktor

Materialfaktorer for lokalstabilitet og fundamentering er satt ut fra Eurokode 7

I henhold til Eurokode 7-1 (7), Tabell NA.A.4, er kravet til partialfaktor 1,25 for effektivspenningsanalyser og 1,4 for totalspenningsanalyser. I fotnote d i tabellen åpnes det for å tillate uendret eller forbedret partialfaktor for større område dersom beregnet initiell partialfaktor er lavere enn kravet, se Figur 9.

Tabell NA.A.4 – Partialfaktorer for jordparametere (γ_M)^d

Jordparameter	Symbol	Sett ^{b, c}	
		M1	M2
Friksjonsvinkel ^a	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Effektiv kohesjon	γ_c	1,0	1,25
Udrenert skjærfasthet	γ_{cu}	1,0	1,4
Enaksial fasthet	γ_{qu}	1,0	1,4
Tyngdetetthet	γ_f	1,0	1,0

a Denne partialfaktoren gjelder for tan ϕ' .

b Der det er mer ugunstig, skal karakteristisk styrke av jord multipliseres med partialfaktoren.

c Partialfaktoren økes ut over ovenstående verdier når faren for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmaterialer anses å være til stede.

d Ved stabilitetsanalyse av en skråning uten prosjektert tiltak vil det være tilfeller der en for større områder kan ha en lavere beregnet sikkerhetsfaktor enn partialfaktoren i tabellen. Med større områder menes et område som kan rase ut, som er større enn området det planlagte tiltaket dekker, hvis det går et initialskred. Dersom sikringstiltak for å oppnå stabilitet i henhold til verdier i tabellen ikke er praktisk gjennomførbare eller utløser uforholdsmessige inngrep, kan det vurderes om det er forsvarlig å legge til grunn et prinsipp om prosentvis forbedring for området i stedet for krav til gjeldende partialfaktor.

En slik vurdering skal minst inneholde dokumentasjon av følgende:

- omfang av sikringstiltak;
- robusthet mot uventet lastendring;
- robusthet som ivaretar modellusikkerhet;
- mulige konsekvenser av brudd;
- mulige samfunnmessige konsekvenser av at et planlagt tiltak ikke blir gjennomført.

Vurderingen skal kontrolleres av et uavhengig foretak før videre prosjektering av tiltaket utføres.

Hvis vurderingen tilsier at prosentvis forbedring kan brukes for et større område, skal det gjennomføres utvidet kontroll av prosjekteringen (PKK3) og utførelse (UKK3) i henhold til pålitelighetsklasse 3 (se nasjonalt tillegg til NS-EN 1990).

Forut for en slik vurdering forutsettes det at

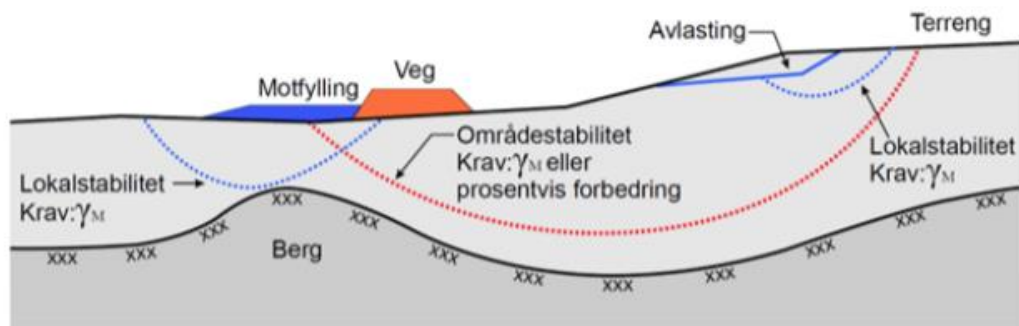
- topografi er godt kartlagt og dokumentert;
- grunnforholdene og fasthetsegenskapene er tilstrekkelig kartlagt og dokumentert med hensyn til eventuell variasjon;
- det prosjekterte tiltakets anleggstekniske gjennomførbarhet er vurdert og dokumentert.

Prosentvis forbedring av stabilitet skal kun gjøres med topografiske tiltak, eventuelt kombinert med masseutskifting til lettere masser.

Figur 9 - Tabell NA.A.4 utklippet fra EC7 med markering av fotnote d.

Det oppfattes slik at Eurokode 7 her omtaler den samme stabiliteten som i NVE rapport 1/2019 omtaler som områdestabilitet. Dette underbygges av kapittel 5.4 i håndbok N-V220, som blant annet gir en illustrativ tegning av forskjell mellom lokalstabilitet og områdestabilitet. Det er i N-V220 også angitt områdestabiliteten (store skjærsirkler som vesentlig går utenfor det aktuelle tiltaket) utredes i henhold til NVE rapport 1/2019.

Håndboken N-V220 sin forståelse og skille mellom områdestabilitet og lokalstabilitet legges til grunn for prosjektet.



Figur 5.4—1 — Illustrasjon av lokal- (blå) og områdestabilitet (rød)

Figur 10 - Utklipp fra N-V220.

4.3 NVEs kvikkleireveileder 1/2019

Faren for kvikkleirskred er utredet i henhold til NVE rapport 1/2019 (1).

Kapittel 3.3 i denne veilederen angir krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet for tiltak i kvikkleiresoner basert på tiltakskategori og faregrad før utbygging. Riving av eksisterende bygg og bygging av ny dagligvare vurderes som to ulike tiltak, med ulik klassifisering.

4.3.1 Tiltakskategori – Riving av eksisterende bygg

Riving av eksisterende bygg, vurderes å klassifiseres som tiltakskategori K2. Tiltaket gir ingen økt personopphold, og rivingens effekt på områdestabiliteten tilsvarer utgraving og oppfylling.

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafiksikkerhetstiltak (ØS-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 11 Tiltakskategori for riving av eksisterende bygg

Ved tiltakskategori K2 gjelder følgende (1):

Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene, se kap. 5.3.3.

Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.

4.3.2 Tiltakskategori – Nytt bygg.

Ny dagligvare butikk vurderes å kategoriseres som tiltakskategori K4, etter tabell 3.2 fra NVEs veileder 1/2019.

Tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepionier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 12 Tiltakskategori for ny butikk

Ved tiltakskategori K4 gjelder følgende (1):

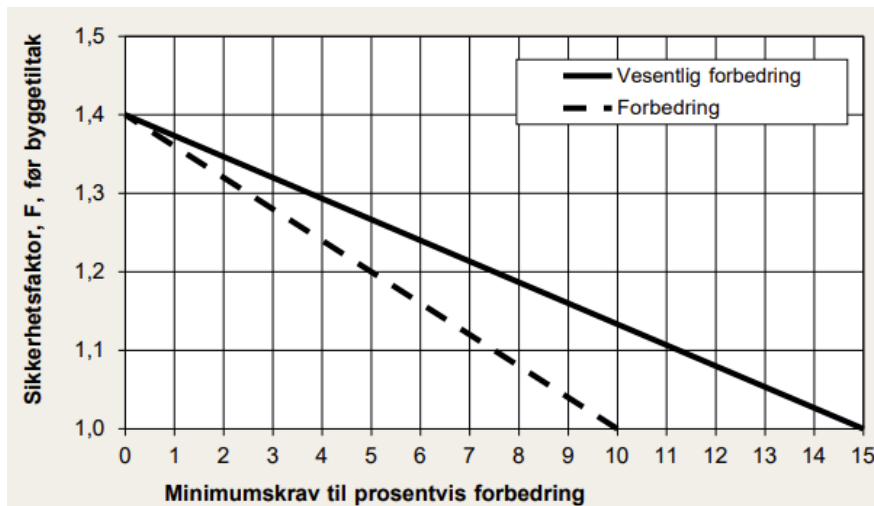
Faresone som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. For tiltakskategori K3 ved lav faregrad er kravene til sikkerhet lik som for tiltakskategori K1.

Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 * f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet (1,15) som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 1 og Figur 13.

Tabell 1 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor.

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



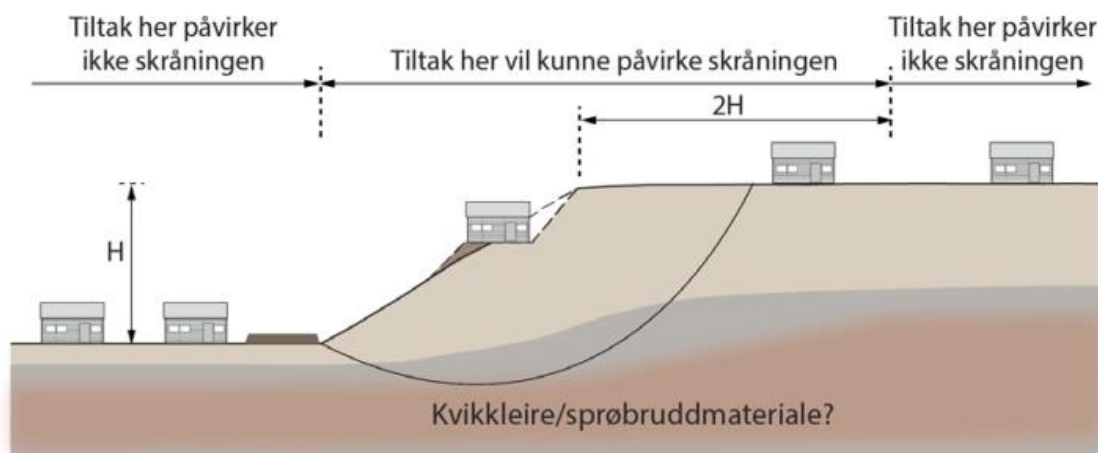
Figur 13 Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$. Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 1 og Figur 13. Kriteriene for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet til tiltaket fremgår av kap. 3.3.7.

Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$ etter at sikringstiltaket er utført.

Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse. Kvalitetssikring gjennomføres av uavhengig foretak.

Figur 3.4 i NVE rapport 1/2019 (1) viser prinsippet for et tiltaks influensområde.



Figur 3.4 Terrengsnitt som viser prinsippet for når en skråning kan vurderes upåvirket av tiltaket (utenfor tiltakets influensområde).

4.3.3 Kompetansekrav iht. NVE 1/19

For utredning av områdeskred kreves det geoteknisk kompetanse for å sikre god kvalitet på vurderinger og beregninger, samt for eventuelle behov for kontroll og oppfølging av

anleggsarbeid. Foretak som gjennomfører en utredning og kvalitetssikring iht. NVE 1/19 må fagansvarlig ha formell kompetanse innenfor geoteknikk, samt referanser for utredning av områdestabilitet. Med formell kompetanse menes ingeniørutdanning med fordypning (tilsvarende MSc) i geoteknikk. Det kreves at ansvarlig foretak fremviser referanseprosjekter. Fagansvarlig for utredningen må ha minimum 5 års erfaring som geotekniker og kunne fremvise relevante referanser.

4.4 Laster

Iht. NVE 1/19 (1) skal det ikke benyttes snølast eller generelle terrenglaster i vurdering av områdestabilitet. Det er derfor kun inkludert laster fra bygg og veg.

For kontroll av lokalstabiliteten til ny butikk er vekten av butikken konservativt modellert med et jevnt fordelt grunntrykk lik 20 kPa i beregninger ned mot Stjørdalselva. Utførte beregninger av stabiliteten til overliggende terreng er utført uten last fra nytt bygg.

I henhold til N200 (8) skal det for stabilitetsberegninger benyttes en jevnt fordelt karakteristisk last på 15 kPa for vegbane og 10 kPa for gang- og sykkelveg, gitt at lasten er ugunstig for stabiliteten.

Trafikklast på anleggsveger og andre midlertidige laster på annet areal vurderes ut fra sannsynlig opptredende last, både i størrelse og utstrekning (9).

I henhold til BaneNor sitt tekniske regelverk (10) skal det benyttes en karakteristisk linjelast lik 110 kN/m ved stabilitetsberegninger .

I henhold til Eurokode 7-1 (7) skal det benyttes en partialfaktor for variable laster fra Tabell NA.A1.2(C), Eurokode 0 (11), ved analyse av skråninger og områdestabilitet. Det betyr at det benyttes partialfaktor for laster $\gamma_0 = 1,3$ (eller 0 hvis lasten er gunstig).

4.4.1 Seismiske laster

Grunntypen ved planlagt bygg klassifiseres som grunntype S2. Det må ved detaljprosjektering vurderes om det kan påvises utelatelse, eller om bygget må prosjekteres for seismiske laster.

Iht. Kapittel 5.2 i NVE 1/19 har det ikke vært vanlig å inkludere jordskjelvlaster for vurdering av områdestabilitet, men det er angitt at for byggetiltak som senere skal detaljprosjekteres og dimensjoneres for jordskjelv bør det så tidlig som mulig vurderes om jordskjelv vil kunne påvirke områdestabiliteten negativt.

ERA Geo har stilt spørsmål vedrørende dette avsnittet til NVE, som har svart at «...og når det gjelder områdestabilitet og kravene til det, så er det ikke behov for å inkludere jordskjelvlaster i beregningene. For lokalstabilitet (konstruksjonen/tiltaket) er det opp til den prosjekterende å vurdere om det er relevant, og om det vil ha betydning for hvilke løsninger de går for, altså for gjennomførbarheten til tiltaket.»

Med bakgrunn i svaret til NVE er det ikke tatt med jordskjelvkrefter ved kontroll av områdestabiliteten.

5 Utredning av områdestabiliteten

Marin grense ved Stjørdalen ligger på rundt kt. + 180. Figur 14 viser at deler av overliggende, samt underliggende terreng ned mot Stjørdalselva er kartlagt som «Mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire». Som vist på Figur 3 er terrenget her brattere

enn 1:20. Terrenget ned mot og elvebunn i Stjørdalselva er også brattere enn 1:20. Dette medfører at områdestabiliteten må utredes både for skred fra overliggende terreng og for eventuelle bakovergripende kvikkleireskred fra Stjørdalselva.



Figur 14 Utklipp fra NVE-Atlas med "Mulighet for sammenhengende forekomster av marin leire" og eksisterende kvikkleiresone markert. Rosa sterk viser området med utført tiltak i bekken

5.1 Eksisterende kvikkleiresone og sikringstiltak

Rett øst for bekken Fugla er det også opprettet en eksisterende kvikkleiresone, 612 Hell med faregrad Middels. Det har blitt utført bunnheving og erosjonssikring av bekken. Disse arbeidene ble iht. NVE Atlas utført i 2013 og er vist med rosa linje på Figur 14.

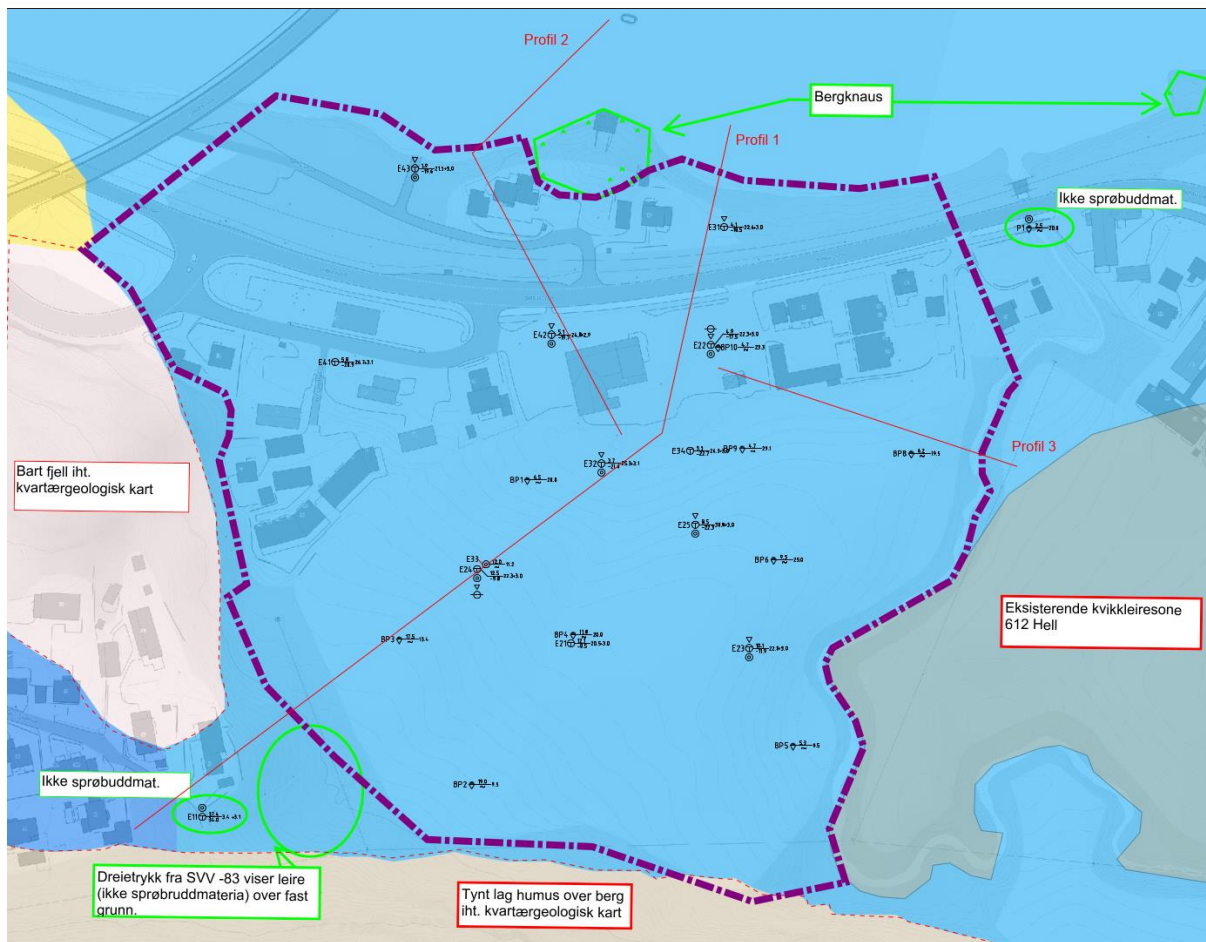
5.2 Avgrensning av kvikkleireforekomst

Tabell 2 viser grunnlaget for utført avgrensning av kvikkleireforekomsten, mens Figur 15 viser avgrensningen på en plantegning.

Tabell 2 Aktuelle avgrensninger

Nr	Retning	Grunnlag	Kommentar	Referanse- nummer
1	Nord	Stjørdalselva	Avgrensning ut i Stjørdalselva er ikke utført. Maksimal dybde er målt til kt. -9,75. Det må gjøres vurdering av muligheten for retrogressivt skred i Stjørdalselva.	Vedlegg 1

2	Nord	Bergknaus	Påvist berg under befaring på området. Også synlig på flyfoto.	-
3	Nordvest	Sandfærhus- bru	Rapport om prøvepeling omtaler utførte grunnundersøkelser, hvor det står at grunnen består av finkornig friksjonsmaterial.	(12)
4	Vest – Sørvest	Kvartærgeolo- gisk kart	På kvartærgeologisk kart er området kartlagt som bart fjell, stemmer med bilder fra Google Maps fra Fv. 705.	-
5	Sørvest	Statens vegvesen – Rapport Vd 664 A	Utførte grunnundersøkelser for ikke-realisert adkomstveg og gang- og sykkelveg til Litjbyn, viser friksjonsmateriale over fast grunn. Samfaller med boring E 11.	(3)
6	Sør	Kvartærgeolo- gisk kart	På kvartærgeologisk kart er området kartlagt som tynt lag humus over berg.	(13)
7	Øst	Bekken Fugla	Bekken er brukt til å avgrense kvikkleireforekomster som kan påvirke kvikkleiresonen.	
8	Øst	Statens vegvesen – Rapport VD- 652A	Boring, og opptatte prøver i forbindelse med bygging av G/S-bru viser ingen antydning til sprøbruddmateriale.	(2)
9	Øst	Bekken Fugla	Bekkens retningsendring, sammen med utført boring ved G/S-brua er brukt som indikator på at massene er noe fastere på tomten til Selbuvegen 48.	-



Figur 15 Avgrensning av kvikkleireforekomst

5.3 Kritiske skråninger

Basert på avgrensning av kvikkleireforekomsten og helningskart er kritiske skråninger markert på Figur 16.



Figur 16 - Identifiserte kritiske skråninger. Kvikkleireforekomst er tegnet med lilla, de mørkerøde sirklene angir kritiske skråninger

5.4 Aktuelle skredmekanismer

For å nærmere vurdere de ulike kritiske skråningene er det tegnet opp 3 terrengprofil. Profilene er vist på tegning V102 til V104, deres skissemessige plasseringer vist på Figur 15, nøyaktige plassering er vist på tegning V101.

Profil 1 er brukt for å vurdere skredmekanisme fra overliggende terreng, og ned mot Stjørdalselva, øst for bergknausen. Profil 2 er brukt for å vurdere skredmekanisme og utbredelse av løснеområde fra Stjørdalselva vest for bergknausen og ned mot den dype erosjonsgroppa. I profil 3 er det utført en terrenganalyse for å vurdere om et potensielt initialscred ned i bekken Fugla har potensiale for å bre seg bakover mot den nye butikken.

5.4.1 Profil 1

Tolket lagdeling i profil 1 er vist på tegning V102. Mot sørøst begrenses utbredelsen av kvikkleire iht. tidligere borerer utført av Statens vegvesen. Disse borerene er ikke digitalisert, og i profil 1 er forekomsten av kvikkleire tegnet konservativt langt mot sørvest. I pkt. E22 er skillet ned til kvikkleire konservativt lagt rett under opptatte prøver som ikke viser sprøbruddoppførsel. Utført CPTU i pkt. E31 antyder tilsvarende grunnforhold som i pkt. E22, med et tykt lag av ikke kvikk/sprøbruddoppførsel antatt bestående av siltig leirige masser. NIFS 2015 tolkning av CPTU i E31 antyder mulig forekomst av sprøbruddoppførsel fra ca. 8 meters dybde ned til faste masser.

Sonderboring i pkt. P1 antyder tilsvarende grunnforhold som i pkt. E31. Det er i pkt. P1 tatt opp prøver ned til 6 meters dybde, som viser lag av silt, sand og leire uten sprøbruddoppførsel.

Skillet ned til mulig sprøbruddmateriale i pkt. E31, er konservativt satt lik det konservative skille fra pkt. E22. Dette tilsvarer at det fra 7 meters dybde er antatt sprøbruddoppførsel i pkt. E31.

Nybyggets sørvestlige og nordøstlige hjørne er tegnet inn vinkelrett på profilet.

Skred fra overliggende terreng

Opptatte prøver i overliggende terreng viser at leira er veldig sensitiv, med omrørt skjærfasthet målt så lav som 0,07 kPa. Med et jevnt hellende terreng som i profil 1, vil b/D-forholdet, avhenge av hvor forholdet beregnes, mot toppen av skråningen er $b/D > 40\%$. Fra overliggende terreng antas det derfor mulig med et retrogressivt skred. Løsneområdet er konservativt satt til 172 meter. Utløpsområdet er tilnærmet åpent, og antas derfor lik 1,5 x Løsneområdet som angitt for retrogressive skred i åpent terreng, i kap. 4.6 i NVE rapport 1/2019 (1). Dette tilsvarer 262 meter.

Skred i skråning mot Stjørdalselva

b/D-forholdet ned mot elva er $2,2/8,7 = 0,2510$. Dette tilsier at aktuell skredmekanisme er rotasjonsskred. Med total høydeforskjell lik $H = 9$ meter, blir totalt løsneområde lik $5xH = 45$ meter.

5.4.2 Profil 2

Profil 2 er vist på tegning V103.

I boring E43 er det påvist et lag med sprøbruddmateriale mellom 3-4 meters dybde. Opptatt sylinderprøve fra 12 meters dybde viser også sprøbruddmateriale.

Basert på at omrørt skjærfasthet i opptatte prøver, over 1:15 linjen i pkt. E32 er større enn 0,69 kPa (iht. ISO 1789-6:2017), kan faren for retrogressivt skred utelukkes.

I boring E42, er det et sjikt med avtagende bormotstand mellom 7 og 8 meter. Det ble gjort forsøk på å ta prøver fra sjiktet materialet, men prøven ble mistet under oppheising. Sjiktet med avtagende bormotstand i pkt. E42 samsvarer med kotehøyden til opptatt prøve med sprøbruddoppførsel i pkt. E43. Selv om det potensielt kan være et gjennomgående lag med sprøbruddoppførsel, vurderes det som lite sannsynlig at det kan løsne et større flakskred her, da laget kun er 1 meter tykt og helt horisontalt. Ned mot Stjørdalselva vurderes derfor rotasjonsskred som mest sannsynlige skredmekanisme.

Total høydeforskjell fra elvebredden til bunn av erosjonshullet er 13,9m. Løsneområde for rotasjonsskred blir følgelig 69,5 meter.

5.4.3 Profil 3

Profil 3 er vist på tegning V104, og brukt for å vurdere om et initialskred ned mot bekken Fugla, har potensiale for å bre seg bakover inn mot ny butikk.

Terrenganalyse viser at et initialskred ned mot Fugal har potensiale for å forplante seg ca. 43 meter mot vest. Et teoretisk skred her vil altså ikke påvirke en ny butikk. Disse vurderingene er uavhengig av grunnforholdene. Det er derfor ikke inntegnet boringer på disse profiler.

5.5 Løsne- og utløpsområde

Definert løsne- og utløpsområdet som kan påvirke den nye butikken er tegnet på tegning V105. Som vist på tegning V102 - V105 vil ikke skred i skråningen ned mot Stjørdalselva, eller bekken Fugla påvirke ny butikk.

5.6 Klassifisering

Det gjøres kun utredning av kvikkleiresonen som kan påvirke planlagt tiltaket. Det gjøres derfor ingen videre utredning eller klassifisering av skråningene ned mot Stjørdalselva.

5.6.1 Faregrad

Basert på NVE sin ekstern rapport 9/2020 (1) klassifiseres faresonen med hensyn til faregrad.

Tabell 3 Tabell for fastsetting av faregrad.

Matrise for evaluering av faregrad

Faktor	Vekttall	Faregrad, score				Valgt score	Sum
		3	2	1	0		
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	3	3
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	1	2
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	> 2,0	3	6
Poretrykk	Overtrykk, kPa	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydr.	0	0
	Undertrykk, kPa	> -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)		0	0
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 - H/4	< H/4	Tynt lag	3	6
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	3	3
Erosjon	3	Aktiv glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0
Inngrep	Forverring	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0
Sum		51	34	17	0		20
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39 %

Dette gir faregrad **middels**.

Kommentar til Tabell 3:

Tidligere skredaktivitet: Det er på NVE temakart Skredhendelser (14) registret 3 tidligere leirskred på området.

Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR): Overlagring er beregnet fra 20 meters dybde i boring E24, som er nivået til kritiske skjærsirkel. Valg av dybde og borepunkt er gjort iht. (15).

Erosjon: I bekken Fugla er det tidligere utført sikringstiltak.

Inngrep: For snitt ned mot bekken kan det argumenteres at det er utført forbedring, men NVE 9_2020 sier at det skal ta utgangspunkt i sonens mest kritiske snitt. På grunn av størst høydeforskjell er sonens kritiske snitt vurdert å være profil 1, som går ned mot ny butikk, her er det ikke utført inngrep.

5.6.2 Skadekonsekvensklasse

Basert på NVE sin ekstern rapport 9/2020 klassifiseres faresonen med hensyn til skadekonsekvens.

Tabell 4 Tabell for fastsetting av konsekvensklasse.

Matrise for evaluering av skadekonsekvens

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score				Valgt score	Sum
		3	2	1	0		
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen	2	8
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	3	9
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5.000	1.001 - 5.000	100 - 1.000	< 100	3	6
Toglinje, baneprioritet	2	1 - 2	3 - 4	5	Ingen	2	4
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0
Oppdemning/flo	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	1	2
Sum		45	30	15	0		29
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		64 %

Fra Tabell 4 kategoriseres konsekvensklasse **meget alvorlig**.

Kommentar til Tabell 4:

Vei, ÅDT: Det er på vegkart.no angitt at ÅDT for vegen er 5600. Dette er på vegkart.no angitt at dette antallet er estimert på skjønn (16).

Kraftnett: Kraftkablene over området vurderes fra kart å være del av lokalnettet på Hell.

Oppdemning/flo: Dersom skredmassene fra et eventuelt skred er så flyktige at de renner helt ut i elva forventes det at skredmassene ikke har potensiale til å lage en stor oppdemning, men at massene vil vaskes bort av vannmassene. Det bemerkes at en økning av denne scoren til 3 uansett ikke vil påvirke verken konsekvensklasse eller risikoklasse.

5.6.3 Risikoklasse

Kvikkleiresonen deles inn i risikoklasser etter beregning av risiko = skadekonsekvens x faregrad, iht. føringer fra eksternt rapport 9/2020 (17). For å få en enhetlig basis for beregningene er poengverdiene for skadekonsekvens og faregrad omgjort til "% av maksimal poengverdi". Tallverdien for risiko fremkommer således ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Risiko er inndelt i fem klasser, hvor høyest risiko er sone 5 og lavest sone 1.

Tabell 5 Intervaller for risikoklasser.

Risikoklasse	1	2	3	4	5
Intervall, tallverdi	0 - 170	171 - 630	631 - 1900	1901 - 3200	3201 - 10 000

Tabell 6 Vurdering av faregrad, konsekvensklasse, risiko og risikoklasse.

Sone	Faregrad, %	Konsekvens, %	Risiko, tallverdi (% x %)	Risikoklasse
Faresone	39	64	2614	4

Som vist i Tabell 6 klassifiseres sonen til risikoklasse 4.

5.7 Stabilitetskrav og føringer for utførelse

5.7.1 Ny butikk

Med planlagt tiltak i bunn av skråningen, er det vurdert at overliggende terreng ligger utenfor influensområdet til den nye butikken. En forutsetning for å si at ny butikk ligger utenfor influensområdet til overliggende skråning, er at tiltak ikke på noe som helst tidspunkt skal påvirke skråningsstabiliteten negativt. Det betyr at terrenget ved butikken i ikke kan avlastes.

Det er utført stabilitetsberegning i profil 1 som dokumenter at overliggende skråningen har tilfredsstillende sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$ og robusthet $F_{cu} \geq 1,20$ i dagens situasjon. Utførte beregninger, materialparametere og resultater er dokumentert i kap.6.

For å sikre at ny butikk ikke påvirker stabiliteten til skråningen negativt, og ivareta områdestabiliteten må følgende føringer følges:

- eventuell uttrauing for ny butikk, eller på tomten for øvrig, må utføres seksjonsvis for å unngå en midlertidig avlastning nær skråningsfoten. Utgravingsmassene må ikke kjøres bort fra området, før de er erstattet med nye masser.
- Dersom det ved detaljprosjektering vurderes nødvendig å pelefundamentere ny butikk må det benyttes peler som kan installeres med skånsom boring, uten poretrykksoppbygging eller massefortregning under installasjon. Dette for ikke å forverre stabiliteten av overliggende skråning.

5.7.2 Riving av eksisterende butikk

Under riving av eksisterende butikk må det sikres at områdestabiliteten ikke forverres som følge av at det fjernes vekt (rivemasser) nær skråningsbunn. For å unngå dette er det tre alternativer:

- 1) Rivemassene mellomlagres rundt bygget, inntil kjelleren er fylt med fyllmasser.
- 2) Fyllmassene som skal brukes til å fylles kjelleren kjøres på plassen og mellomlagres rundt bygget, mens bygget rives og rivemassene kjøres bort.

5.8 Oppsummering kvikkleireutredning

Basert på disse vurderingene og føringene i dette kapitelet og stabilitetsberegningene i kapittel 6 kan områdestabiliteten ivaretas jamfør Punkt 1-10 Tabell 3.1 i NVE rapport 1/2019 (1).

Vurderingene krever uavhengig kvalitetssikring iht. NVE 1/19. Dr.Techn Olav Olsen er engasjert til den jobben.

Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred iht. NVE 1/19 er utført av foretak med tilstrekkelig kompetanse. Utredningen er utført av Andreas Gjørnum som også har vært fagansvarlig. Han har mer enn 5 års erfaring som geotekniker og har flere referanseprosjekter å vise til.

Kompetansekravet for å kunne gjennomføre utredningen er derfor ivaretatt iht. Kap. 3.1 i NVE rapport 1/2019.

6 Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsanalyser i profil 1 for å:

- 1) Kontrollere at overliggende terreng har tilfredsstillende områdestabilitet som spesifisert i NVE rapport 1/2019. Krav $F_{cu} \geq 1,20$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.
- 2) Kontrollere lokalstabiliteten

6.1 Materialparametere

6.1.1 Laboratorieanalyser

Det er utført laboratorieundersøkelser i tre omganger. I første omgang ble det gjort forsøk på 54mm sylinderprøver. På grunn av avvik mellom laboratorieforsøk og trykksoneringer, hvor labforsøk viste lavere skjærstahet enn CPTU, ble det anbefalt å ta opp og utføre labforsøk på blokkprøver. Tredje runde med laboratorieundersøkelser ble utført for å fastsette bruddmekanisme ned mot Stjørdalselva.

I første omgang ble det tatt opp 14 stk. 54mm sylinderprøver fra 4 ulike borepunkt. I andre omgang ble det tatt opp totalt 13 blokkprøver fra 2 borepunkt. Det ble tatt opp ekstra mange blokkprøver, for å ha prøver i reserve i tilfelle prøveforstyrrelse eller mislykket blokk som følge av andre forhold. Det er derfor ikke utført spesialforsøk på alle blokkprøvene. Skjærfasthet fra enaksforsøkene lå også mye høyere enn tolket skjærfasthet fra treaksialforsøk, det ble som følge av en kost/nytte-vurdering besluttet å ikke utført enaks på de resterende blokkprøvene.

Tabellen under viser oversikt over opptatte prøver, samt hvor det er utført spesialforsøk eller enaks.

Tabell 7 Opptatte prøver og utførte laboratorieforsøk

Borepunkt	Dybde	Prøve	Treaks	Ødometer	Enaks	
E22	4-4,8	54mm	-	Ja	Ja	
E22	7-7,8	54mm	-	Ja	Ja	
E22	13-13,8	54mm	Ja	-	Ja	
E23	5-5,8	54mm	Ja	-	Ja	
E23	10-10,8	54mm	Ja	-	Ja	
E23	13-13,8	54mm	Ja	-	Ja	
E24	5-5,8	54mm	-	-	-	
E24	10-10,8	54mm	Ja	Ja	Ja	
E24	15-15,8	54mm	Ja	-	Ja	
E25	5-5,8	54mm	-	Ja	Ja	
E25	8-8,8	54mm	Ja	-	Ja	
E25	9-9,8	54mm	-	-	Ja	
E25	11-11,8	54mm	Ja	Ja	-	
E25	13-13,8	54mm	Ja	-	-	
E32	4-4,3	Blokk	Ja	-	Ja	
E32	5,3-5,6	Blokk	-	Ja	-	
E32	7,0-7,3	Blokk	Ja	-	-	
E32	8,2-8,5	Blokk	Ja	Ja	-	
E33	4,4-4,7	Blokk	Ja	-	-	
E33	5,5-5,8	Blokk	Ja	-	-	
E33	9,1-9,4	Blokk	Ja	-	-	
E33	10-10,6	Blokk	-	Ja	-	
E33	10,9-11,2	Blokk	Ja	-	-	
E42	8,0-9,0	75mm	-	-	Ja	
E42	9-10	75mm	-	-	Ja	
E42	11-12	75mm	-	-	Ja	
E43	5-6	75mm	-	-	Ja	
E43	9-10	75mm	-	-	Ja	
E43	12-13	75mm	-	-	Ja	

6.1.2 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet fra utførte ødometerforsøk legges til grunn for tyngdetettheten, da dette vurderes å være den målingen av tyngdetetthet med færrest feilkilder. Gjennomsnittlig tyngdetetthet fra ødometerforsøkene, er 1,95 Mg/m³ som tilsvarer 19,1 kN/m³, dette rundes ned til 19 kN/m³.

6.1.3 Ødometer og OCR

Det er utført totalt 8 ødometerforsøk, 3 på opptatte blokkprøver, og resterende på 54mm sylindereprøver. Vedlegg 3 viser tolket prekonsolidering fra forsøkene.

Tabell 8 under viser tolkning og prøve kvalitet, basert på Karlsrud og Hernandez-Martinez (18) i fra de ulike forsøkene. Fra tolket pc' er det beregnet en tidligere terrenghøyde for avsetningen.

Tidligere terrenghøyde er beregnet ved å anta at grunnvannstand stod i flukt med tidligere terrengoverflaten.

F.eks for ødometerforsøk fra 8,425 m dybde i pkt. E32. Prøvens kotehøyde er 4,725 og tolket pc' = 200kPa. Tidligere terrenghøyde beregnes da som:

$$\text{Estimert tidligere terreng} = z + \frac{pc'}{\gamma'_{\text{effektiv}}} = -4,725 + \frac{200kPa}{9 \frac{kN}{m^3}} = +17,5$$

Tabell 8 Tolket overlagring og prøve kvalitet i utført ødometerforsøk

Borepunkt	Prøve	Kote	Dybde [m]	pc' [kPa]	OCR	$\Delta\sigma'$ [kPa]	Moc/Mnc	Prøvekvalitet	Estimert tidlig terrenghøyde
E22	54mm	4,9	4,3	137	3,08	93	3,0	Meget god til perfekt	15,8
E22	54mm	4,9	7,5	190	2,58	116	2,7	Meget god til perfekt	18,5
E24	54mm	12,5	10,4	95	0,82	-20	1,2	Dårlig	-
E25	54mm	8,5	5,5	120	1,68	49	3,0	Meget god til perfekt	16,3
E25	54mm	8,5	11,3	200	1,62	76	2,7	Meget god til perfekt	19,4
E32	Blokk	3,7	8,4	200	2,44	118	5,2	Meget god til perfekt	17,5
E32	Blokk	3,7	5,4	155	2,83	100	4,3	Meget god til perfekt	15,5
E33	Blokk	12	10,5	150	1,29	34	3,6	Meget god til perfekt	18,2

Ødometerresultat fra blokkprøver vektlegges fremfor prøvene fra 54mm sylinderprøver. Generelt samsvarer estimert tidligere terreng fra all forsøkene ganske godt.

Det gis størst tillitt til ødometerforsøk fra E32 dybde 8,4m og E33 dybde 10,5m, hvor tidligere terreng estimeres til henholdsvis kt. +17,5 og +18,2.

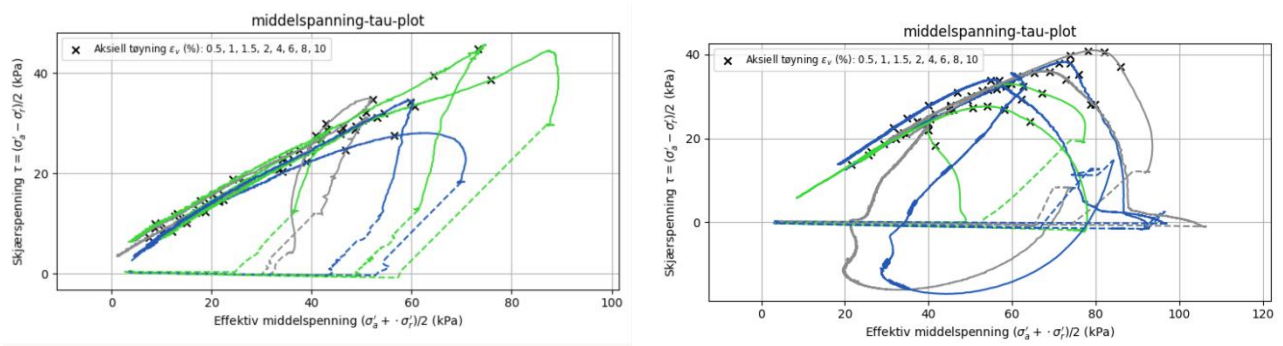
6.1.4 Treks

Tabell 9 viser prøve kvaliteten for utførte treksforsøk.

Tabell 9 Prøvekvalitet for treksforsøk.

Borepunkt	Prøve	Dybde [m]	Belastning	$\Delta V/V$	$\Delta e/e_0$	Klassifisering av prøve kvalitet	
						$\Delta V/V$	$\Delta e/e_0$
E22	54mm	13,4	Passivt	1,1 %	0,025	Perfekt	Perfekt
E23	54mm	5,3	Isotrop konsolidering	2,3 %	0,055	Akseptabel	Akseptabel
E23	54mm	10,4	Passivt	2,7 %	0,065	Akseptabel	Akseptabel
E23	54mm	13,5	Isotrop konsolidering	2,9 %	0,068	Akseptabel	Akseptabel
E24	54mm	10,3	Isotrop konsolidering	4,5 %	0,098	Veldig forstyrret	Veldig forstyrret
E24	54mm	15,4	Isotrop konsolidering	3,3 %	0,081	Akseptabel	Veldig forstyrret
E25	54mm	8,3	Aktivt	2,7 %	0,064	Akseptabel	Akseptabel
E25	54mm	11,4	Aktivt	2,4 %	0,056	Akseptabel	Akseptabel
E25	54mm	13,4	Isotrop konsolidering	3,8 %	0,093	Akseptabel	Veldig forstyrret
E32	Blokk	4,1	Aktivt	0,8 %	0,017	Akseptabel	Perfekt
E32	Blokk	7,2	Aktivt	1,3 %	0,028	Akseptabel	Perfekt
E32	Blokk	8,3	Aktivt	1,2 %	0,027	Akseptabel	Perfekt
E33	Blokk	4,5	Aktivt	0,9 %	0,019	Perfekt	Perfekt
E33	Blokk	5,6	Aktivt	1,0 %	0,022	Perfekt	Perfekt
E33	Blokk	9,2	Aktivt	2,7 %	0,056	Akseptabel	Akseptabel
E33	Blokk	11,0	Aktivt	1,9 %	0,039	Perfekt	Perfekt

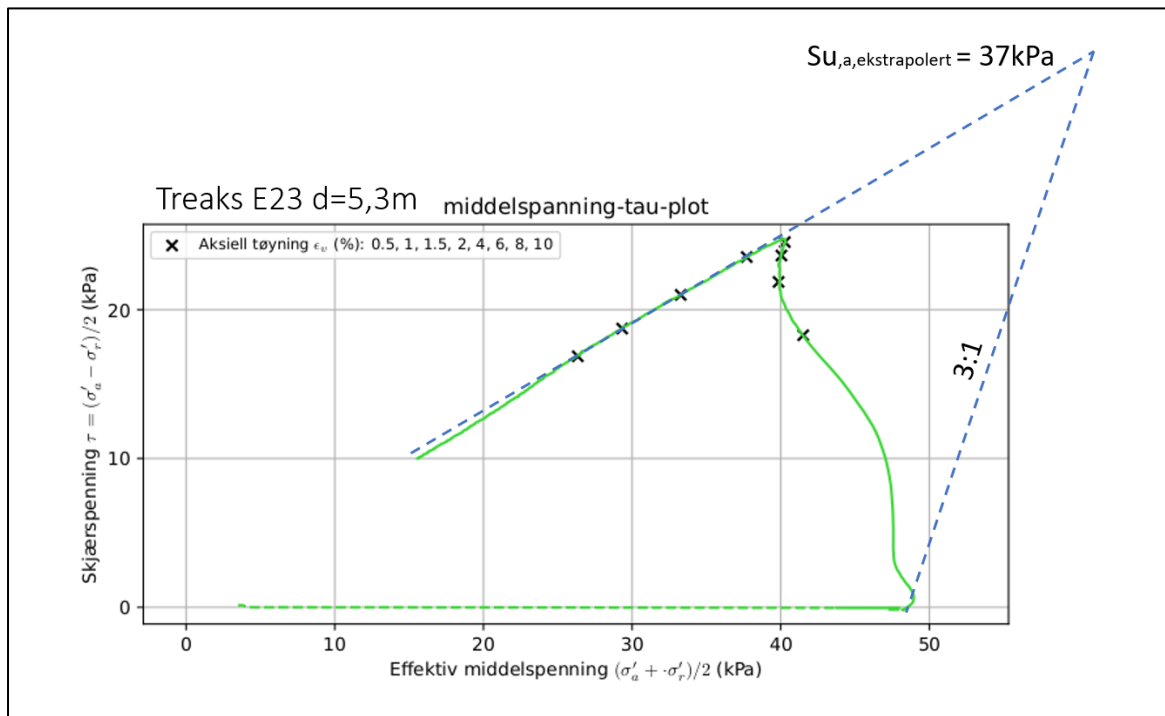
Som Tabell 9 viser er det generelt lavere kvalitet på treksforsøkene som er utført på opptatte 54mm sylindrerprøver. I tillegg til kvantitativ klassifisering av prøve kvaliteten, viser spenningsplottene større grad av prøveforstyrrelse, og lavere skjærfasthet. Under ser man spenningsstien fra blokkprøvene til venstre og 54mm sylindrerprøvene til høyre.



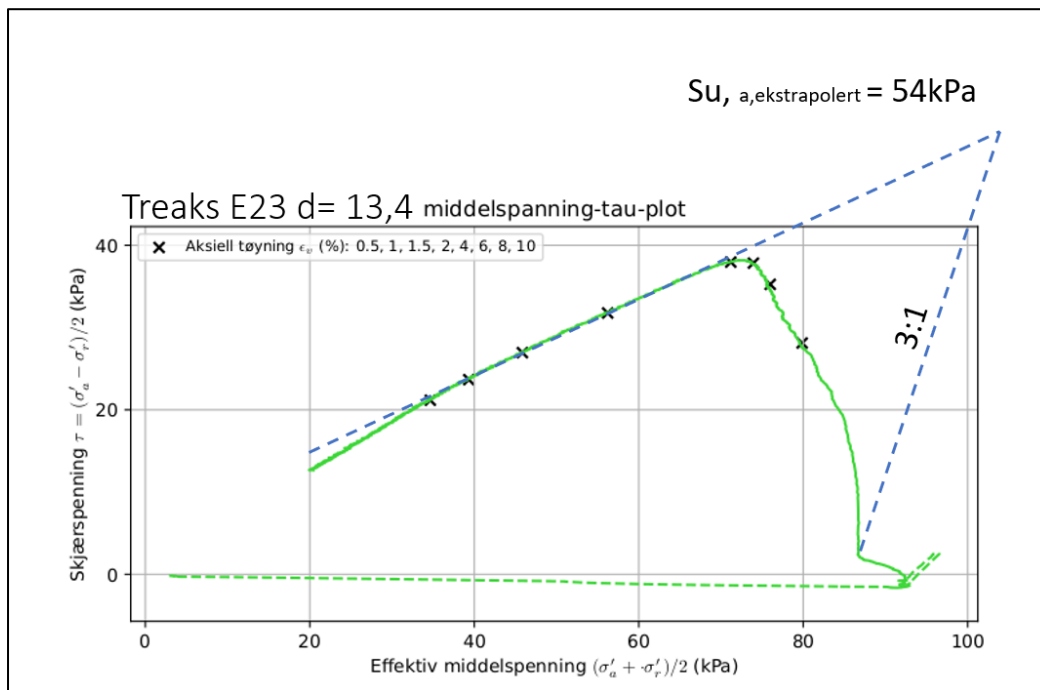
Figur 17 Samleplott fra henholdsvis blokkprøver og 54mm sylindrerprøver. Plott fra blokkprøvene er til venstre og plott for 54mm er på høyre side.

Blokkprøver av høy kvalitet kan få en nær elastisk spenningssti, med helning 1:3 opp til bruddtaket som forklart i NVE rapport 41/2013 (19). Dette stemmer godt i forhold til enkelte av blokkprøvene, hvor spenningsstien øker med 1:3 fra konsolidering opp til brudd. Disse plottene underbygger påstanden om at tolket skjærfasthet fra 54 mm sylindrerprøvene er mye lavere enn in-situ styrke pga. prøveforstyrrelser, og vektlegges derfor ikke i fastsettelse av styrke.

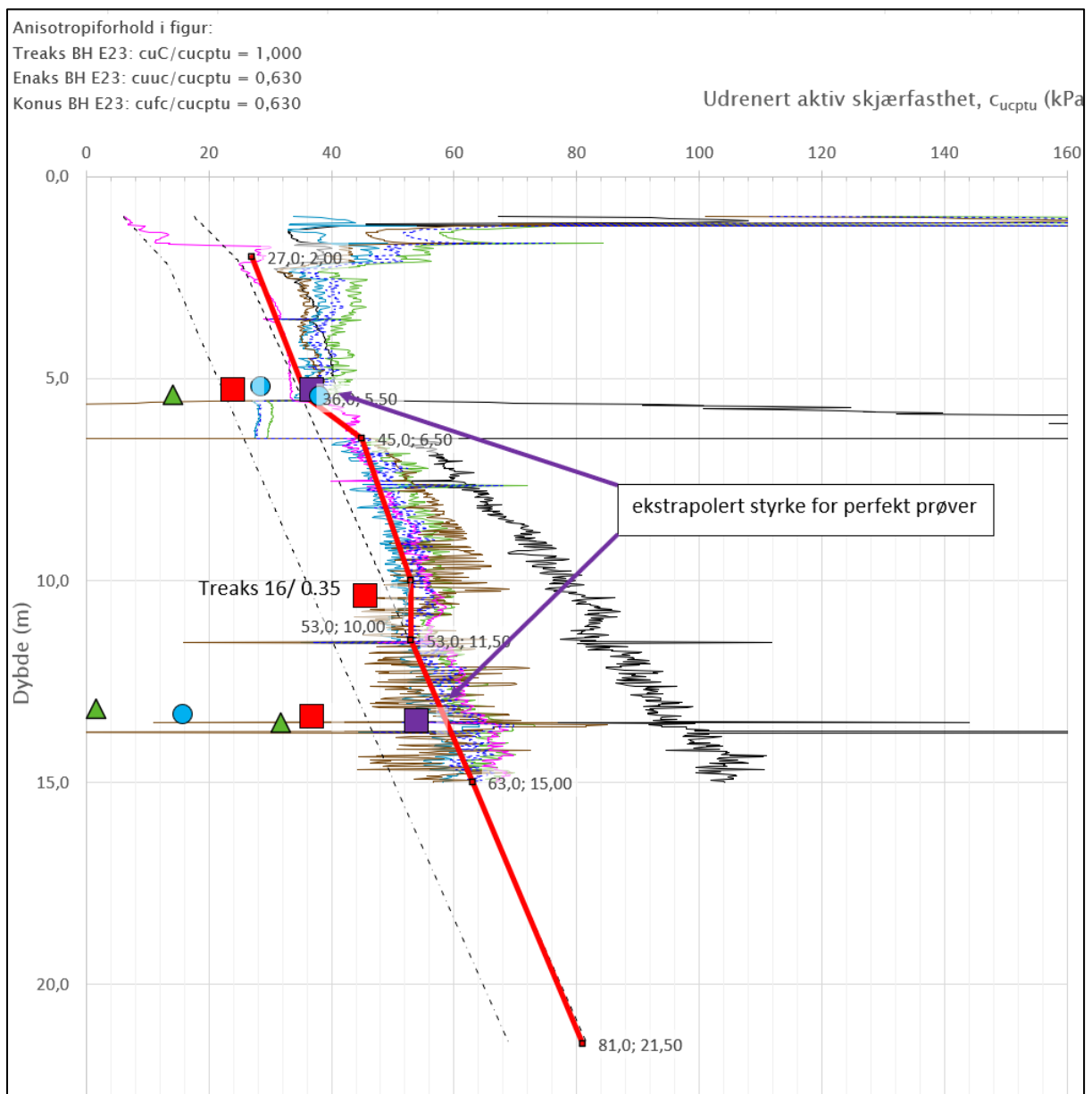
Det er gjort ekstrapolering av treksforsøk på 54 mm fra pkt. E23, for å se hvilke styrke som kunne forventes, forutsatt en ideel elastisk oppførsel med stigning 3:1, se Figur 18 og Figur 19.



Figur 18 Ekstrapolering av spenningssti fra treaksialforsøk på 54mm forsøk i pkt. E 23, dybde 5,3 meter.



Figur 19 Ekstrapolering av spenningssti fra treaksialforsøk på 54mm forsøk i pkt. E 23, dybde 13,4 meter.



Figur 20 -Utklipp fra tolkning av CPTU i pkt. E32, med tolket ekstrapolert styrke inntegnet.

Som plott fra CPTU i pkt. E23 viser, er det bedre samsvar mellom ekstrapolert styrke og tolkningskurvene. For prøven på 13,5 m dybde, ligger fortsatt ekstrapolert styrke noe lavere enn tolkningskurven, dette vurderes å skyldes at treaksialforsøket ble utført for lav effektiv middelspenning. Ref Figur 19 kan det sees at høyere effektiv middelspenning forventes å gi høyere skjærfasthet.

6.2 Tolking av skjærfasthet

6.2.1 Overordnet tolkningsfilosofi

Udrenert skjærfasthet tolkes i tråd med anbefaling i NVE rapport 77/2014 (20) med følgende rangering av måle- og erfaringsdata ved valg av designlinje:

- 1.Treaksialforsøk av god kvalitet (kvalitetsklasse 1)

2.CPTU (Anvendelsesklasse 1)

3.Erfaringsverider (CUA/PO', SHANSEP)

4.Konus, Enaks, Vingebor

Som følge av prøveforstyrrelsene på opptatte 54mm sylinderprøver, vurderes ikke tolket skjærfasthet fra disse prøvene som treksialforsøk av god kvalitet.

Tolket prekonsolidering og skjærfasthet fra blokkprøvene i pkt, E32 og E33 brukes for å etablere SHANSEP-verdier mot høykvalitetsblokkprøver. Ved valg av designlinje vektet disse SHANSEP-verdiene i utgangspunktet tyngere enn treksialforsøkene fra 54 mm sylinderprøver. Dette fordi tolket skjærfasthet fra treksialforsøkene fra 54 mm sylinderprøver har viser seg å være forstyrret, og ligger generelt under tolkningskurvene til CPTU.

De blokkprøvene med *perfekt* prøve kvalitet samsvarer godt med CPTU-tolkningskurvene fra pkt. E32 og E24. Dette gir tillitt til CPTU-tolkningskurvene, og viser at disse gir et godt grunnlag for tolkning av udrenert skjærfasthet.

6.2.2 ADP- forhold

Det er for materialet tolket en $I_p < 10\%$. Det settes da ut fra NIFS (21) ADP-faktor i leiren på $C_{uD}/C_{uC} = 0,63$ og $C_{uE}/C_{uC} = 0,35$.

I_p	C_{uD}/C_{uC}	C_{uE}/C_{uC}
$I_p \leq 10\%$	0,63	0,35
$I_p > 10\%$	$0,63 + 0,00425 * (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 * (I_p - 10)$

Figur 21 Utklipp fra NIFS 14/2020 (21).

6.2.3 Tolkning av CPTU E22

Prekonsolidering

Ødometerforsøk fra 7,5m vektlegges når prekonsolideringen skal defineres for pkt. E22, da estimert tidligere terreng fra 7,5 meter samsvarer mest med de to beste ødometerforsøkene på blokk, samtidig som designlinjen til OCR fortsatt ligger under de ulike tolkningskurvene (med unntak av OCR5 Mayne 2012, som ligger mye lavere enn alle de andre tolkningskurvene).

Laboratorieforsøk/Tolkningskurve

Treksialforsøkene på blokkprøver fra pkt. E32 er plottet, da høydeforskjellen fra disse to borepunktene kun er 1,2 meter. Treksialforsøkene på 4,1 og 8,3 meter samsvarer fint med tolkningskurven $N_{ke.L}$. Tolket skjærfasthet fra treksialforsøk på 7,2 meter ligger under tolkningskurven $N_{ke.L}$, men her er det utført både konus og enaks fra opptatt 54mm sylinderprøve, som viser høyere styrke enn treksialforsøket. Trykksonderingen i pkt. E22 er generelt også noe fastere enn E32 mellom 5 og 8 meter.

Designkurven for skjærfasthet er lagt likt med tolkningskurven $N_{ke.L}$. Fra underkant trykksondering til berg brukes SHANSEP-verdiene $\alpha=0,3$ og $m=0,8$, da disse verdiene samsvarer med designlinjen mellom 14 og 16 meter.

6.2.4 Tolkning av CPTU E23

Prekonsolidering

Estimert tidligere terreng fra pkt. E33 (+18,2), tolket fra ødometerforsøk på blokk i legges til grunn for OCR-kurva, da denne sammenfaller fint med tolkningslinjene.

Laboratorieforsøk/tolkningskurve

Designlinja legges etter tolkningslinjene, uten å vektlegge tidligere forsøk på 54mm sylindrerprøver. Tolkningslinjene ligger over SHANSEP korrelasjoner tolket fra E24 og E32. Tolket skjærfasthet fra tolkningskurvene i pkt. E23 samsvarer generelt fint med SHANSEP verdiene $\alpha=0,32$ $m=0,8$. Da tolkningslinjene har vist godt samsvar med blokkprøver i pkt. E24 og E32 velges det å legge designlinjen etter tolkningslinjene. Poretrykksresponsen i pkt. E23 er generelt høyere enn de andre boringene, som antyder noe fastere løsmasser i pkt. E23.

6.2.5 Tolkning CPTU E24

Prekonsolidering

Ødometerforsøk fra pkt. E33 brukes vektlegges ved definisjon av OCR-kurve.

Laboratorieforsøk

Forsøkene fra 54 mm sylindrerprøver sees bort i fra pga. prøveforstyrrelse. Det er tatt opp supplerende blokkprøver i pkt. E33 som er lagt til grunn for designkurva. De tre treaksialforsøkene med best kvalitet, (dybde 4.5, 5,7 og 11.0 meter) vektlegges tyngst ved valg av designlinjen. Treaksialforsøket fra 9,2 meter er klassifisert til å ha større prøveforstyrrelse, og sees derfor bort fra under valg av designlinja.

Tolkningskurver

Designkurva trekkes gjennom de tre treaksialforsøkene. Dette samsvarer godt med $N_{\Delta u, L}$. Tolkningskurvene til Larsson 2007, samt $N_{\Delta u, K}$ og $N_{Kt, K}$, har samme økning med dybden men ligger i snitt 5-10 kPa høyere enn Lunne et al. sin $N_{\Delta u, L}$ -kurve.

I toppen av skjærstyrkeprofilen er det sett bort i fra $N_{\Delta u, K}$, da denne ligger mye lavere enn de andre tolkningskurvene, og B_q -verdien er lav.

Fra 15 meter antydes det et svakt lag. Dette samsvarer med koten til det svake laget i pkt. E25. Tykkelsen av det svake laget i pkt. E25 er ca. 3 meter. I pkt. E24 har vi ikke holdepunkter for å avgrense tykkelsen til det svake laget, da trykksonderingen er avsluttet på 16,5 meters dyp, samtidig som totalsonderingen har registrert minkende boremotstand ned til berg. Det svake laget i pkt. E24 trekkes derfor helt ned til berg. Styrken til dette laget beregnes med SHANSEP-verdier, tolket fra det svake laget i pkt. E25, $\alpha=0,25$ og $m=0,6$.

6.2.6 Tolkning CPTU E25

Prekonsolidering

Kurven for OCR legges mellom de utførte ødometerforsøkene, da hver av forsøkene ligger over og under estimert tidligere terreng fra andre ødometerforsøk i prosjektet. OCR-kurven stemmer da også godt med tolkningskurvene mellom 14 og 15 meter, samt 4 til 10 meter.

Laboratorieforsøk/tolkningskurve

Det er tidligere utført laboratorieforsøk i posisjon E25, med treaksialforsøk og rutineforsøk på 54mm sylinderprøver. Designlinjen legges på $N_{ke,L}$ fra 3 til 10 meters dybde, da denne samsvarer fint med SHANSEP. Designlinjen legges generelt høyere enn treaksialforsøkene som er utført på 54 mm sylinderprøver. Mellom ca. 10 og 13 meters dybde, tyder boringene og tolkningskurvene på et svakt lag, her er designlinjen lagt ned til skjærfasthet tolket fra treaksialforsøkene. Dette vurderes som et konservativt valg, da kurvene fra treaksialforsøket antyder at forsøket er forstyrret. Fra 13 til 16 meter legges designlinjen på $N_{ke,L}$. Videre i dybden legges designlinjen likt med høye SHANSEP-verdier ($\alpha=0,32$ og $m=0,8$), som samsvarer med SHANSEP-verdier fra pkt. E23.

6.2.7 Tolkning CPTU E32

Prekonsolidering

Prekonsolidering fra ødometer på 8,4 meter dybde i E32, legges til grunn for OCR kurven, da estimert tidligere terreng høyde fra dette forsøket samsvarer best med de andre utførte ødometerforsøkene på prosjektet. Ødometerforsøk fra 5,4 meters dybde antyder lavere prekonsolidering, trolig pga. prøveforstyrrelse.

Tolkningskurve

Tolkningskurvene $N_{\Delta u,K}$ og $N_{Kt,K}$ samsvarer fint med utførte treaksialforsøk, dypeste treaks er utført på 8,5 meters dyp. Fra 8,5 til 13,5 m er designlinjen lagt mellom $N_{\Delta u,K}$ og $N_{Kt,K}$, dette tilsvarer også ca. en midlet tolkningslinje. Ved 13,5 m viser tolkningslinjene et hopp i skjærfasthetsutviklingen. Fra 14 m ned til bunn av sonderingen treffes det en rekke tynne friksjonslag, disse kan ses som utslag på tolkningslinjene. Fra 15 til 24 m er designlinjen angitt som en midlet skjærfasthet fra tolkningslinjene $N_{\Delta u,K}$ og $N_{Kt,K}$. Det kan argumenteres at «duppene» i tolkningslinjen skyldes de granulære lagene, at dette kan sees bort i fra og at designlinjen kunne være lagt etter de områdene med god poretrykkmetning. Dette hadde gitt noe høyere tolket skjærfasthet mellom 15 til 24 m.

6.2.8 CPTU E31, E42 og E43

Disse CPTU'ene ble utført for å identifisere lagdelingen i løsmassene. Det er ikke utført tolkning av skjærfasthet fra disse trykksonderingene.

6.2.9 Oversikt SHANSEP korrelasjoner

Tabell 10 viser oversikt over tolkede og benyttede SHANSEP-verdier.

Tabell 10 Tolkede og benytt SHANSEP-verdier

Borepunkt	Estimert tidligere terreng	SHANSEP-verdier					
		Generell tilpasning		Svakt lag		Til berg - under CPTU*	
		α	m	α	m	α	m
E32	17,5	0,27	0,8	-	-	0,3	0,8
E24	18,2	0,3	0,8	0,25	0,6	0,25	0,6
E22	18,5	0,27	0,8	-	-	0,3	0,8
E25	17,9	0,27	0,8	0,25	0,6	0,32	0,8
E23	18,2	0,32	0,8	-	-	0,32	0,8

* I pkt. E32 er det boret til berg

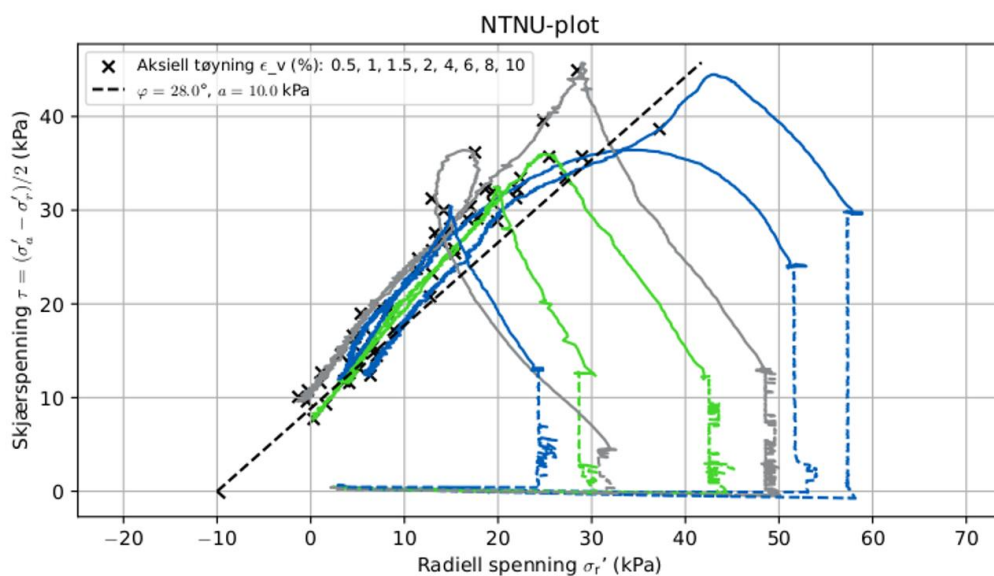
6.2.10 Effektivspenningsparameter

Benyttede effektivspenningsparametere er angitt i Tabell 11.

Tabell 11 Effektivspenningsparametere

Materiale	Tyngdetetthet (kN/m ³)	Friksjonsvinkel (°)	Attraksjon (kPa)	Kohesjon (kPa)	Kilde/Begrunnelse
Tørrskorpeleire	19	30	0	0	NVE rapport 1/2019
Leire	19	28	10	5,3	Konservativt tolket fra treaksialforsøk, se Figur 22
Friksjonsmateriale	19	35	0	0	Antatt sand eller fastere.

Figur 22 viser sammenstilling av utførte treaksialforsøk på oppptatte blokkprøver fra pkt. E32 og E33, med inntegnet tolkningslinje.



Figur 22 Sammenstilling av treaksialforsøk på blokkprøver i leire og kvikkleire

6.3 Resultater

Tabell 12 viser beregnet sikkerhet for profil 1.

Tabell 12 Beregningsresultat

Beregnings situasjon - Tegningsnummer	Beregnet stabilitet	Krav område-stabilitet	Krav lokal-stabilitet
Totalspenningsanalyse Dagens situasjon* - V201	F _{cu} = 1,21 (områdestabilitet) F _{cu} = 1,94 (lokalstabilitet)	F _{cu} ≥ 1,2	F _{cu} ≥ 1,4
Effektivspenningsanalyse Dagens situasjon - V202	F _{cφ} = 2,95 (overliggende terreng)	F _{cφ} ≥ 1,25	F _{cφ} ≥ 1,25

*For å kontrollere lokalstabiliteten fra nytt bygg ned til Stjørdalselva er last fra planlagt butikk lagt inn på den halvdelen som er nærmest elva. Beregninger av stabiliteten til overliggende terreng er utført uten last. fra

Tabell 12 viser at både områdestabiliteten og lokalstabiliteten er tilfredsstillende for prosjektet. Fundamentering

7 Fundamentering

Overkant ferdig gulv er planlagt på kt. +5,5. Dette medfører at det under den sørlige delen av bygget er nødvendig med en fylling på opptil ca. 1,5 meter.

Styrkeparameter fra pkt. E22 legges til grunn for beregning av tillatt grunntrykk. Utført CPTU antyder at det er leire i grunnen fra ca. 2 meter under terreng. Forutsatt lastspredning 2:1, gjennom det fastere topplaget av tørrskorpe og sandig siltig masser, og uk. fundament antatt på 1 meter under terreng, fås en tillatt bæreevne som angitt under.

Tabell 13 Beregnet tillatt grunntrykk på stripefundament

Fundamentbredde 1m uk. terreng [m]	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Tillatt grunntrykk uk. fundament [kPa]	140	130	125	120	115	110	105	105

På ødometerforsøk fra pkt. E32 tolkes M i leire å ligge mellom 7,5 og 9 MPa. Det brukes en midlere M= 8,25 MPa i beregning av setningene. For topplaget antas det en m= 75 som er en forsiktig setningsmodul for siltig sand og sandig silt. Innledende setningsberegninger viser da at det må forventes rundt 1- 2cm langtidssetninger av fundamentene.

Planlagt oppfylling under sørenden av bygget bør utføres med lettemaser, skumglass, lettklinker eller EPS, for å unngå store skjesetninger. Ved bruk av sprengstein til 1,5m oppfylling, vil dette kunne gi opptil 8cm setninger, da leirlaget under fyllingen er opptil 22m tykt (eks topplag). Dette er langtidssetninger som vil løpe over flere år etter at oppfyllingen er utført.

8 Referanser

1. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Veileder 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.* 2020.
2. **Statens vegvesen .** *Rapport VD-652A - G/S-veg Hell Fugla bru.* 1995.
3. —. *Oppdrag Vd-664 A - Boligområdet Littjbyn på Gjevingåsen i Stjørdal.* 1985.
4. **Rambøll Norge AS.** *Rapport 6090115, Datarapport for grunnundersøkelser, Lånke bosenter.* 28.03.2009.
5. **ERA Geo.** *Rapport 21200-RIG01, Hell Sentrum, Geoteknisk datarapport .* 19.11.2021.
6. —. *Rapport 23119-RIG03 versjon 2, Hell sentrum, Geoteknisk datarapport.* 29.02.2024.
7. **Standard Norge.** *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler.* 2016.
8. **Statens vegvesen.** *Håndbok N200 Vegbygging.* 2021.
9. **Statens Vegvesen.** *Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging.* 2022.
10. **Bane Nor.** Teknisk regelver.
https://trv.banenor.no/wiki/Underbygning/Prosjektering_og_bygging/Generelle_tekniske_krav#Dimensjonerende_laster. [Internett] 12 10 2023. [Sitert: 16 11 2023.]
11. **Standard Norge.** *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.* 2016.
12. **Vegdirektoratet - Veglaboratoriet.** *Prøvepeling ved Stjørdalsbrua F.v.50.* 1956.
13. **Statens Vegvesen.** *2013134266-1 Notat.* 2013.
14. **NVE.** <https://temakart.nve.no/link/?link=skredhendelser>. *Temakart NVE Skredhendelser.* [Internett] [Sitert: 20 11 2023.] <https://temakart.nve.no/link/?link=skredhendelser>.
15. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Ekstern rapport Nr. 9/2020 av NGI - Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.* 2020.
16. **Statens vegvesen .** Vegkart. [Internett] [Sitert: 20 11 2023.] <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@297692,7041763,14>.
17. **NVE.** *Ekstern rapport nr. 9/2020 Oversiktskartlegging av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.* s.l. : Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020.
18. **Karslud, K, Hernandes-Martinez.** Strength and deformation properties of Norwegian clays from laboratory tests on high quality block samples. *Canadian Geotechnical Journal.* 2014.
19. **NVE.** *Rapport 41/2013 : Natruffareprosjekt: Delprosjekt 6 Kvikkleire : State-of-the-art: Blokkprøver.* 2013.
20. —. *Rapport 77/2014: Valg av karakteristik CuA -profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser.* 19.05.2015.
21. **Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE.** *Rapport 14/2014 - Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire - En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.* 2014.

Vedlegg: Kategorisering iht. regelverk

Valg av geoteknisk kategori

Kapittel 2.1 i NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 definerer geoteknisk kategori, som kan benyttes til å fastsette kravene til geoteknisk prosjektering. Ut fra konstruksjonenes kompleksitet og fundamenteringsforhold, samt vurdering av grunnens kompleksitet settes det for dette oppdraget geoteknisk kategori 2.

Valg av konsekvensklasse

Konsekvensklasse (CC) defineres ut fra kriterier gitt i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, tillegg B.

Prosjektet vurderes å ha middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser, og settes dermed i CC2.

Valg av pålitelighetsklasse CC/RC

Tabell NA.A1 (901) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 angir veiledende eksempler på plassering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Det er i tabellen delt opp i pålitelighetsklasse CC/RC for klasse 1 til 4. Pålitelighetsklassen er direkte knyttet opp mot konsekvensklassen (CC).

Grunnforhold og tiltak anses som enkelt og oversiktlig. Med dette plasseres disse arbeidene i pålitelighetsklasse CC/RC2.

Valg av prosjekteringskontrollklasse

Avhengig av konstruksjonens eller konstruksjonsdelens pålitelighetsklasse, er krav til prosjekteringskontroll klassifisert som prosjekteringskontrollklasse PKK, angitt i Tabell NA.A1 (902) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.

For pålitelighetsklasse 2, settes minste prosjekteringskontrollklasse PKK2. Det settes da krav til egenkontroll og intern systematisk kontroll. I tillegg settes det krav til utvidet kontroll. I PKK2 kan den utvidete kontrollen begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretak.

Valg av tiltaksklasse

Tiltaksklasse fastsettes ut fra Tabell 2 i veilederen til Byggesaksforskriften § 9-4. Fastsetting av tiltaksklasse er viktig for at oppgaven skal ansvarsbelegges med rett kompetanse. Ved søknad om tillatelse til tiltak skal forslag på tiltaksklasse angis, men det er kommunen som fastsetter tiltaksklassen.

Kriterier for tiltaksplassering for prosjektering bestemmer tiltaksklasse for prosjektet.

Tiltaksklasse 2 for geoteknikk omfatter blant annet fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990+NA plasseres i pålitelighetsklasse 2. For tiltaksklasse 2 skal det utføres uavhengig kontroll i henhold til § 14-7.

Valg av seismisk grunntype

På grunnlag av avstand til berg og type løsmasse på tomten skal det settes Grunntype etter Tabell NA.3.1 i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. For dette aktuelle prosjektet settes det generelt seismisk grunntype S2. For grunntype A-E settes parameterne etter tabell NA.3.3 i NS-EN 1998-1.

For fastsettelse av spissverdien for berggrunnens akselerasjon, agR , benyttes tabell NA.3.2(901 til 911) i NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021. For det aktuelle tiltaket er spissverdien for berggrunnens akselerasjon på $0.2m/s^2$.

Det skal ut fra NVE veileder nr. 1-2019 Tabell 3.1 og 3.2 settes tiltakskategori. Denne defineres ut fra påvirkningen tiltaket har på omgivelsene, samt hvilket tiltak det er snakk om, med tanke på menneskelig tilflytning. Tiltakskategorien setter sammen med kvikkleiresonens faregrad før utbygging, hvilke sikkerhetsfaktorer som skal være ivaretatt for områdestabilitet, samt krav til kontrollregime. For dette tiltaket settes det tiltakskategori: K2 og K4 og faregrad før utbygging: middels.



Vi gir deg trygg grunn.

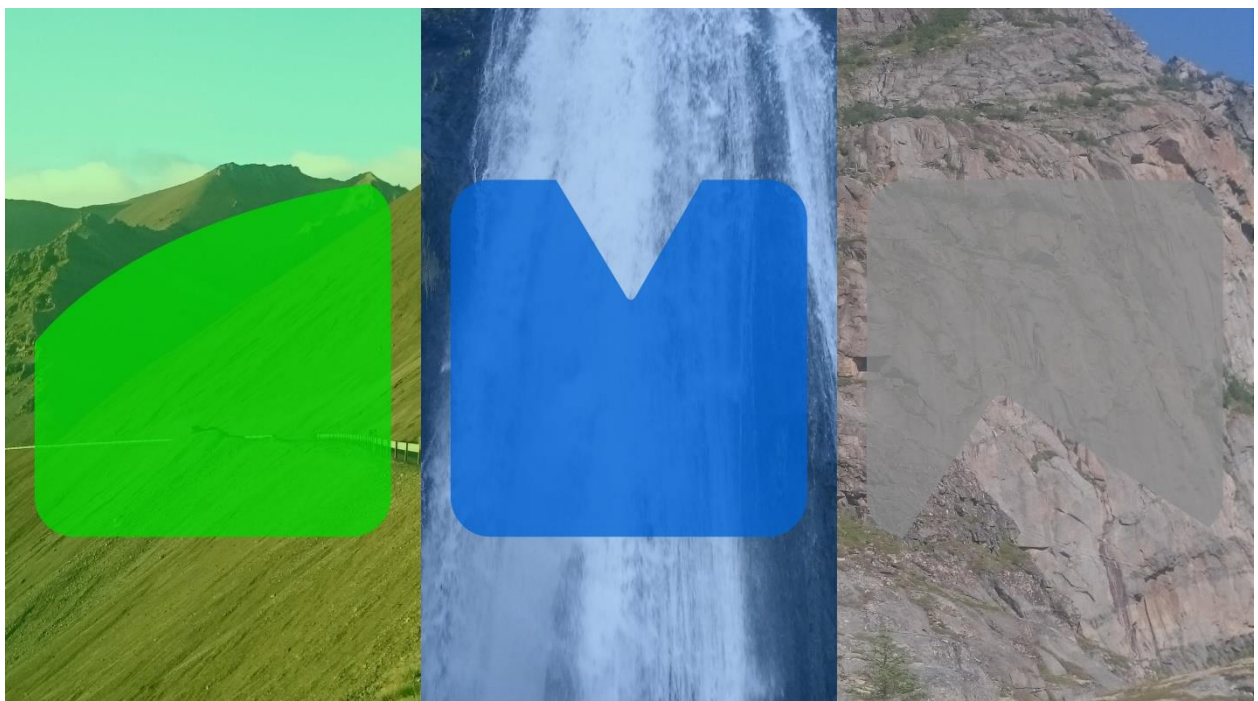
ERA Geo er et uavhengig spesialiselskap innenfor geoteknikk, som jobber aktivt i det geotekniske miljøet. Vi bistår i prosjekter over hele Norge.

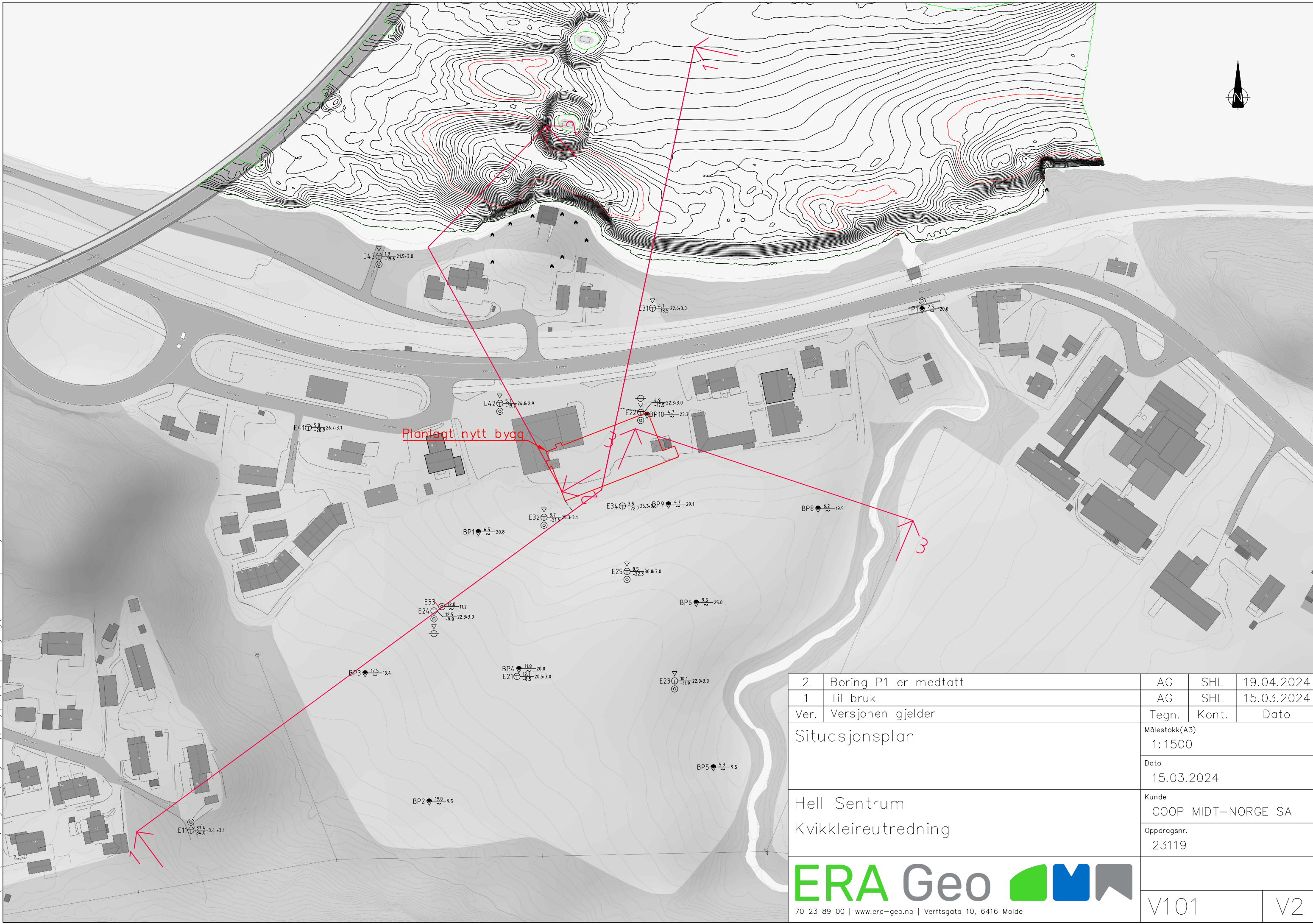
ERA Geo AS
era-geo.no

Verftsgata 10
6416 Molde

Tel.: 70 23 89 00
post@era-geo.no

Org.nr. NO 920 591 035 MVA





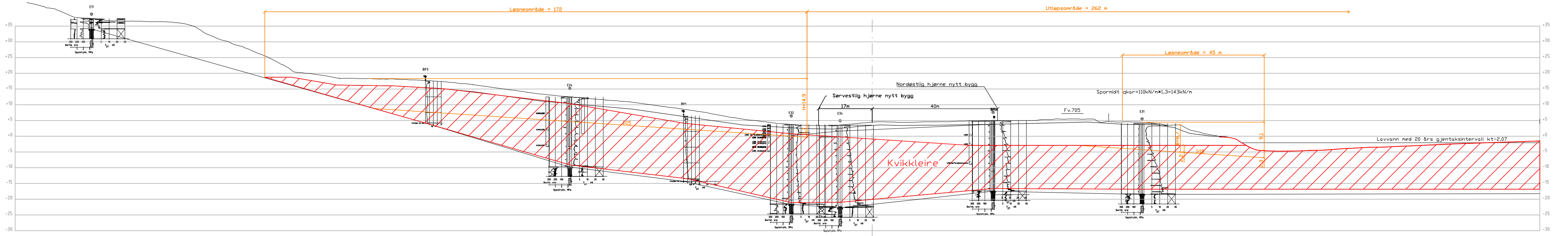
Planlagt nytt bygg

2	Boring P1 er medtatt	AG	SHL	19.04.2024
1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato

Situasjonsplan	Målestokk(A3)	1:1500
	Dato	15.03.2024

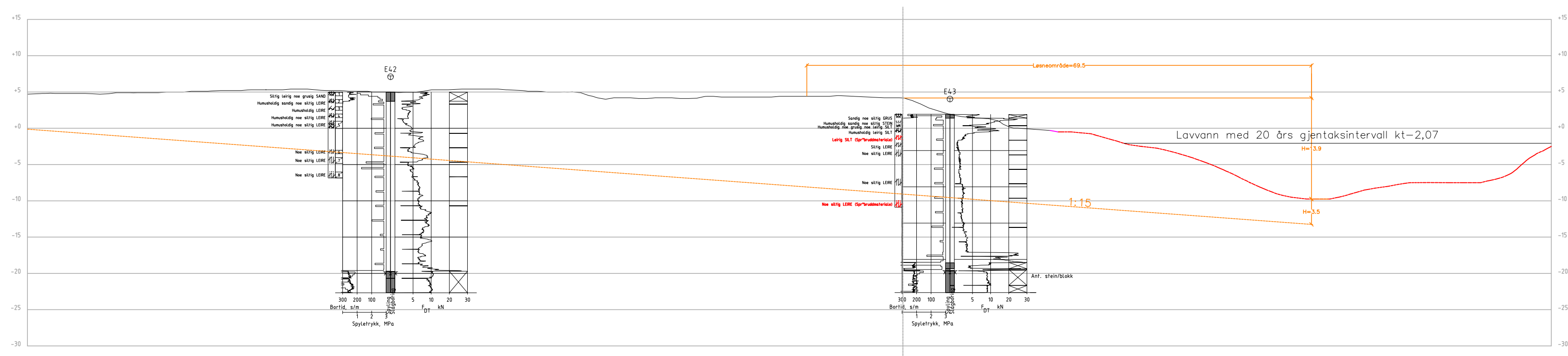
Hell Sentrum Kvikkleireutredning	Kunde	COOP MIDT-NORGE SA
	Oppdragsnr.	23119



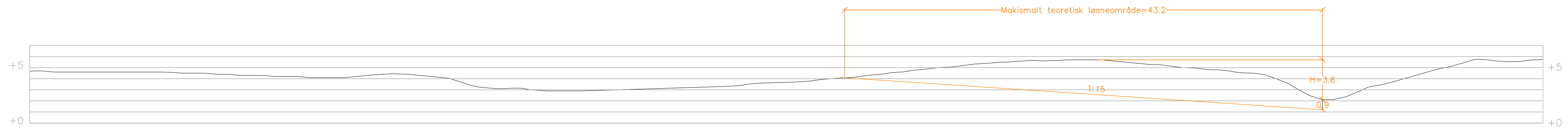



V1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Tverrprofil 1		Målestokk(A3)		
Vurdering skredmekanisme		1: 900		
Hell Sentrum		Kunde		
		COOP MIDT-NORGE SA		
		Oppdragsnr.		
		23119		
ERA Geo				
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde				
V102			V1	

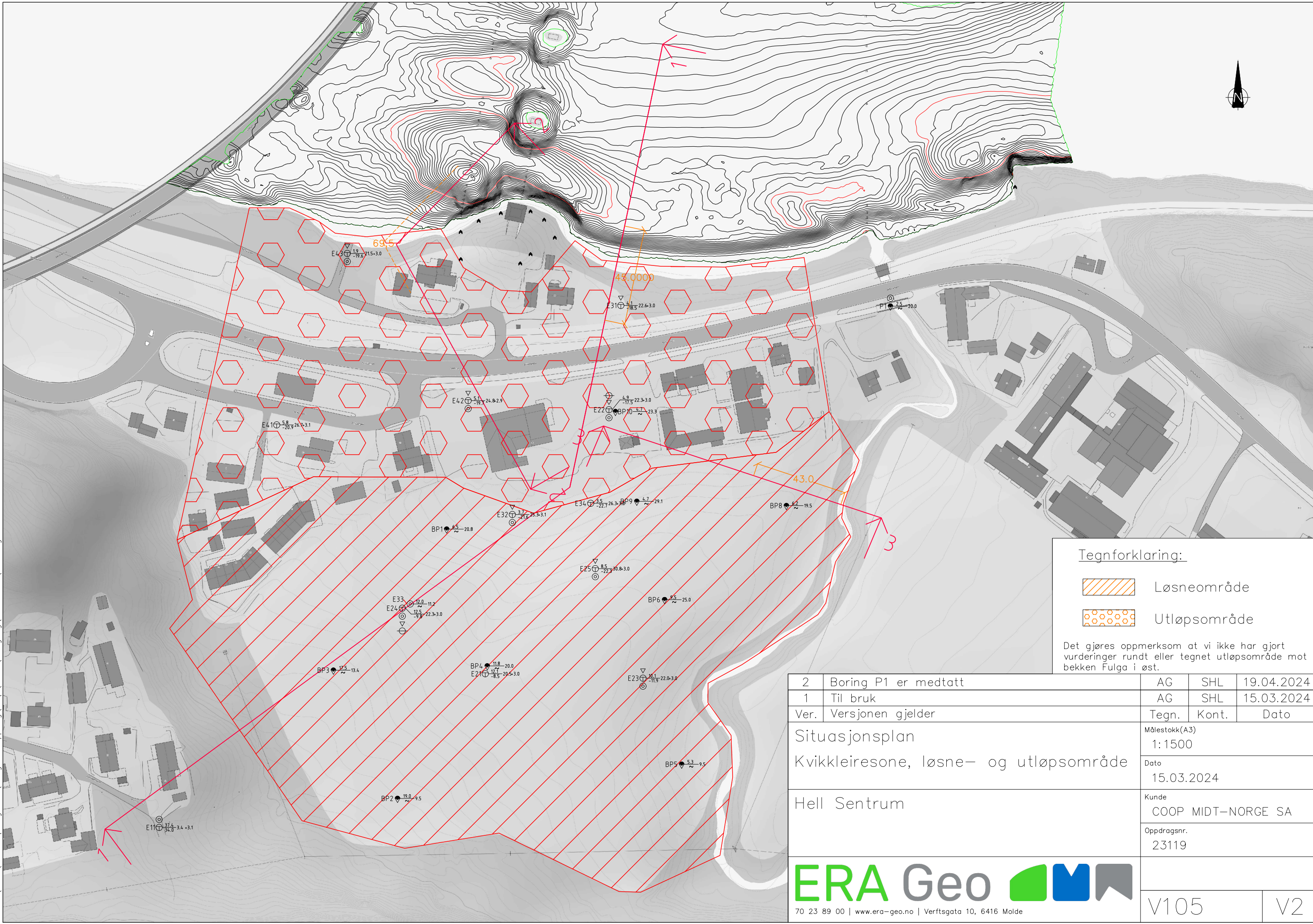
c:\users\andreas\era_geo_as\era_geo - oppdrag\23\1\23119\6_tegning\64_resultat\arkfil.dwg 19.03.2024 03:32



1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Tverrprofil 2		Målestokk(A3)		
Vurdering skredmekanisme		1:500		
		Dato		
		15.03.2024		
Hell Sentrum		Kunde		
		COOP MIDT-NORGE SA		
		Oppdragsnr.		
		23119		



1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Tverrprofil 3		Målestokk(A3)		
Vurdering skredmekanisme		1: 250		
Hell Sentrum		Dato		
Kvikkleireutredning		15.03.2024		
		Kunde		
		COOP MIDT-NORGE SA		
		Oppdragsnr.		
		23119		
				
70 23 89 00 www.era-geo.no Verftsgata 10, 6416 Molde		V104		V1



Tegnforklaring:

-  Løsneområde
-  Utløpsområde

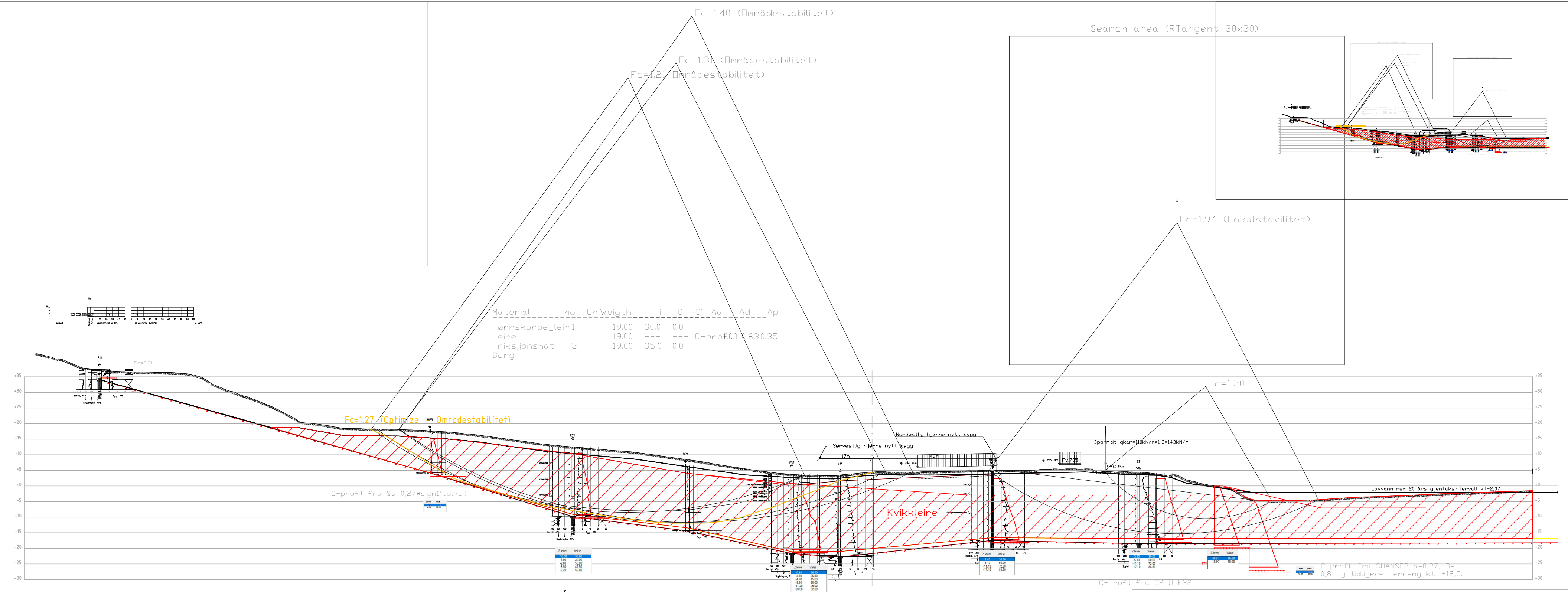
Det gjøres oppmerksom at vi ikke har gjort vurderinger rundt eller tegnet utløpsområde mot bekken Fulga i øst.

2	Boring P1 er medtatt	AG	SHL	19.04.2024
1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Situasjonsplan		Målestokk(A3) 1:1500		
Kvikkleiresone, løsne- og utløpsområde		Dato 15.03.2024		
Hell Sentrum		Kunde COOP MIDT-NORGE SA		
		Oppdragsnr. 23119		

ERA Geo 

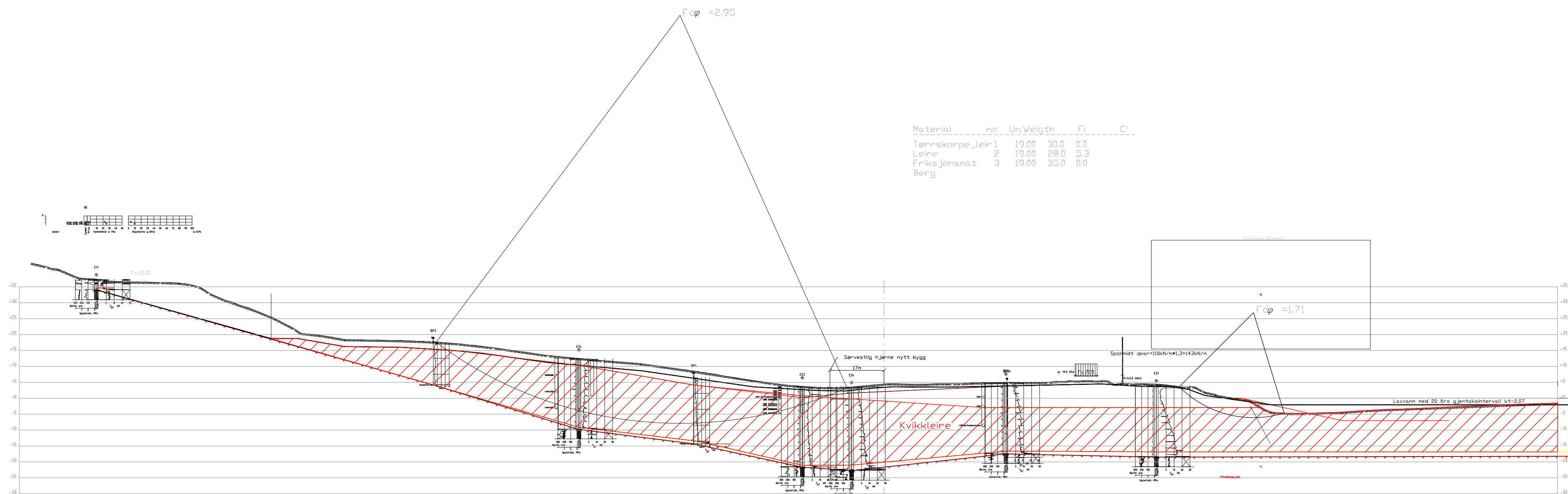
70 23 89 00 | www.era-geo.no | Verftsgata 10, 6416 Molde

c:\users\andreas\era_geo_as\era_geo - oppdrag_23119_6_tegning\64_resultat\arkiv_200.dwg 18.04.2024 11:11



2	Last fra butikk er medtatt for lokalstabilitet	AG	SHL	18.04.2024
1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Totalspenningsanalyse dagens situasjon		Målestokk(A3) 1: 900		
Profil 1		Dato 15.03.2024		
Hell Sentrum		Kunde COOP MIDT-NORGE SA		
		Oppdragsnr. 23119		

c:\users\andreas\era_geo_as\era_geo - oppdrag\23\1\23119\6_tegning\64_resultat\arkiv\200.dwg 22.03.2024 02:57

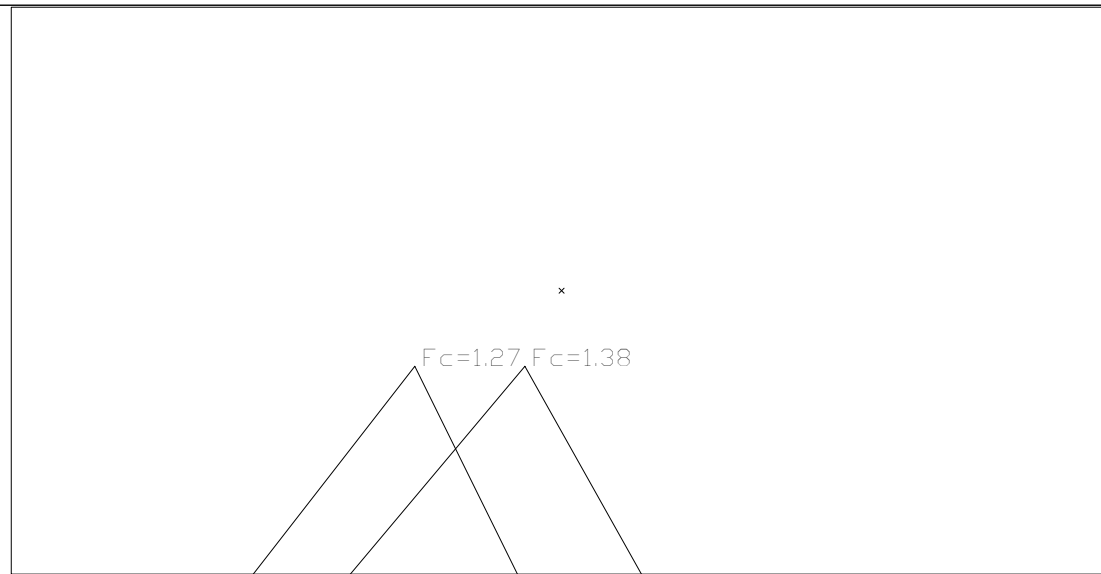


1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Effektivspenningsanalyse dagens situasjon		Målestokk(A3) 1: 900		
Profil 1		Dato 15.03.2024		
Hell Sentrum		Kunde COOP MIDT-NORGE SA		
		Oppdragsnr. 23119		

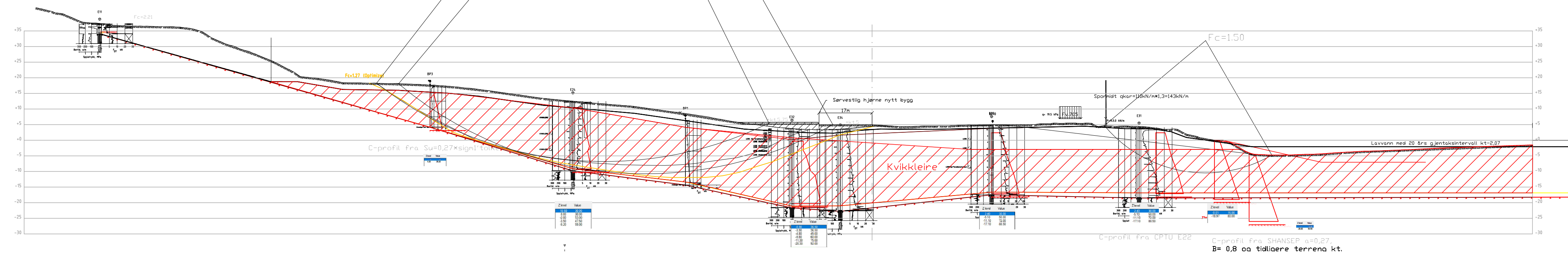


V202 V1

c:\users\andreas\era_geo_as\era_geo - oppdrag\23\1\23119_6_tegning\64_resultat\arkiv\200.dwg 22.03.2024 02:59



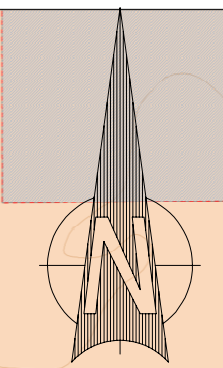
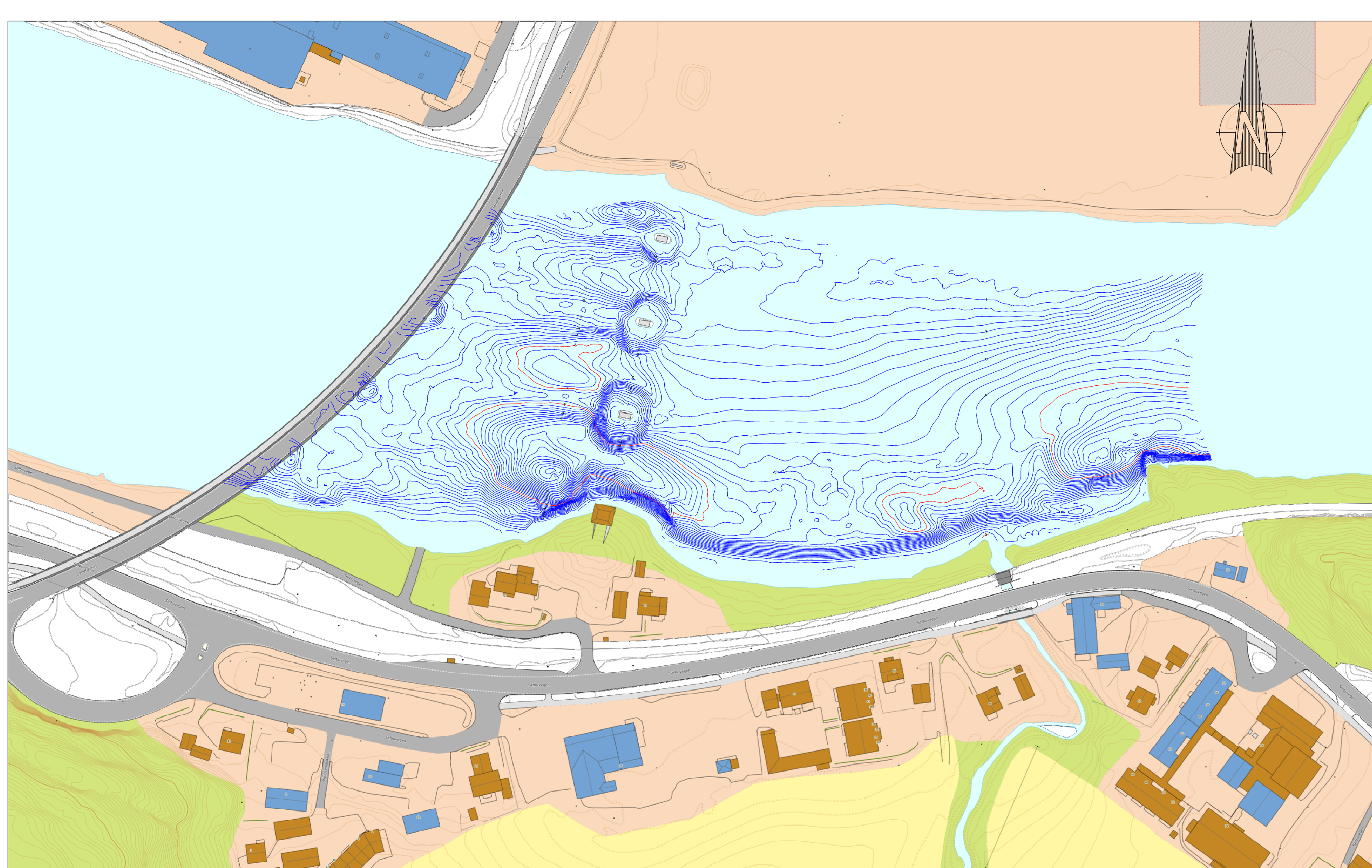
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpe_lêir		19.00	30.0	0.0			
Leire		19.00	---	---	C-profil	1.00	0.630.35
Friksjonsmat 3		19.00	35.0	0.0			
Berg							



1	Til bruk	AG	SHL	15.03.2024
Ver.	Versjonen gjelder	Tegn.	Kont.	Dato
Effektivspenningsanalyse dagens situasjon		Målestokk(A3) 1: 900		
Profil 1		Dato 15.03.2024		
Hell Sentrum		Kunde COOP MIDT-NORGE SA		
		Oppdragsnr. 23119		

ERA Geo 
 70 23 89 00 | www.era-geo.no | Verftsgata 10, 6416 Molde

V203 | V1



Tungavegen 28
7047 Trondheim
Tlf : 73 82 99 00
E-post: post@nidopp.no
www.nidopp.no

Coop
13633 Bunnkartlegging Stjørdalselva
Bunnkartlegging Stjørdalselva

M:13633 Bunnkartlegging Stjørdalselva/TER 18/BUNN4901.BIM

Utarbeidet av: set	Dato: 10.01.2024	Godkjent:	Målestokk: 1:1500
-----------------------	---------------------	-----------	----------------------

KARTPLAN : Euref89, UTM sone 32

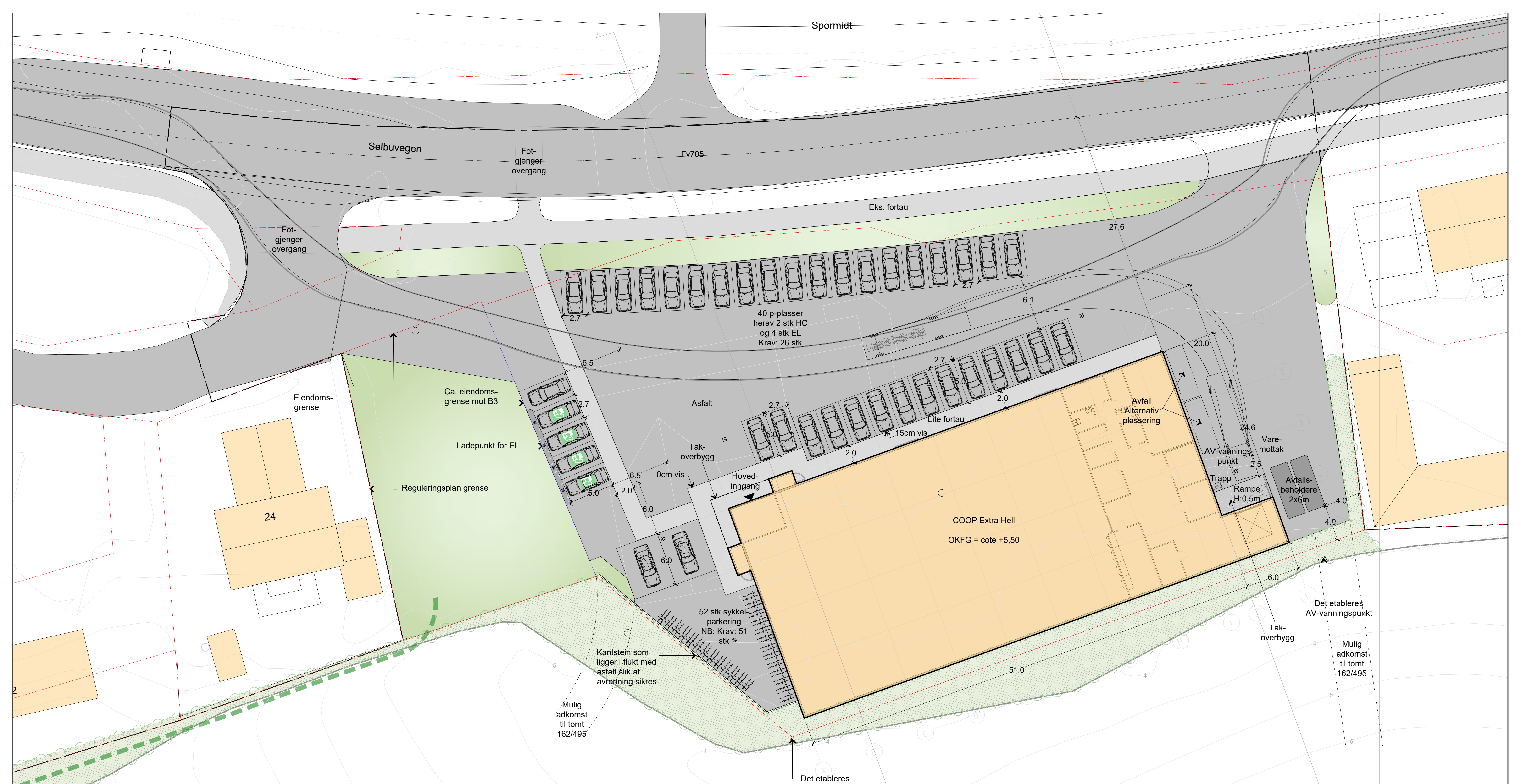
HØYDEREFERANSE : NN2000

ARKSTØRRELSE :

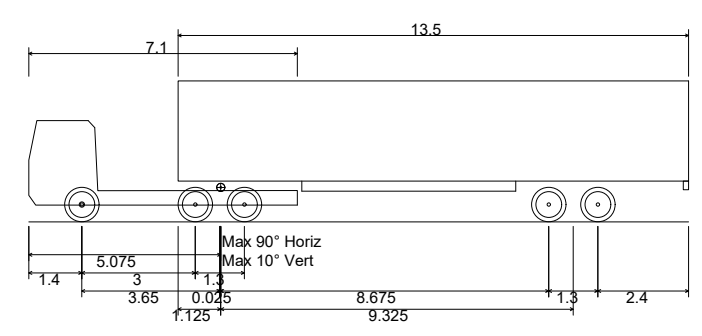
TEGNINGSNR / LØPENR :

REV.

REV.	DATO	ENDRING	TEGN. GODKJ.



Følgende kjøretøy er benyttet til sporing:
Semitrailer



Lps - Lastbil med pahangsvagn eller slavgagn
 Overall Length 17.450m
 Overall Width 2.600m
 Overall Body Height 3.730m
 Ca. eiendomsgranse mot B3 0.445m
 Min Body Ground Clearance 2.600m
 Track Width 6.000m
 Lock-to-lock time 6.000s
 Wall to Wall Turning Radius 8.000m

TEGNFORKLARING

	Reguleringsplan grense		Kjørbar asfalt, veg		Eksisterende kote		Parkeringsplass HC, Dim 4,5 x 6,0 m. Skiltet.		Mur av betong. Alle murer skal ha rekkverk der høyden er over 0,5m
	Eiendomsgranse		Gangbar asfalt,fortau/gs-veg		Ny kote, ca plassering		P-plass med lademulighet EL		Avfallsbeholder Dim 2,0 x 6,0 meter
	Ca. eiendomsgranse mot B3		Gress		Avvanningspunkt Koordineres med VA/VVS/RIB/Bygn.Fys.		Snarvei		
	Nye bygninger og boder		Grønn buffer		Brannkum, eks. og ny (ikke tegnet på enda)		Lysmast		
	Eksisterende bygninger				Ny punkthøyde, ca høyde (ikke tegnet på enda)				

	Kjørbar asfalt, veg		Eksisterende kote
	Gangbar asfalt,fortau/gs-veg		Ny kote, ca plassering
	Gress		Avvanningspunkt Koordineres med VA/VVS/RIB/Bygn.Fys.
	Grønn buffer		Brannkum, eks. og ny (ikke tegnet på enda)
			Ny punkthøyde, ca høyde (ikke tegnet på enda)

	Parkeringsplass HC, Dim 4,5 x 6,0 m. Skiltet.
	P-plass med lademulighet EL
	Snarvei
	Lysmast
	Avfallsbeholder Dim 2,0 x 6,0 meter

	Mur av betong. Alle murer skal ha rekkverk der høyden er over 0,5m
	Avfallsbeholder Dim 2,0 x 6,0 meter

MERKNADER
 ARK-grunnlag mottatt 18.3.2024 ligger til grunn.
 Det skal være minimum 2% fall ut fra bygg i min 3,0m. Krav i TEK17.
 Materialet fra LARK er ikke koordinert mot grunnlag fra VEG, VA eller RIB.

HENVISNINGER
 - L-202 - Terrensnitt C-C' og D-D'.
 - Bransjestandard for varelevering

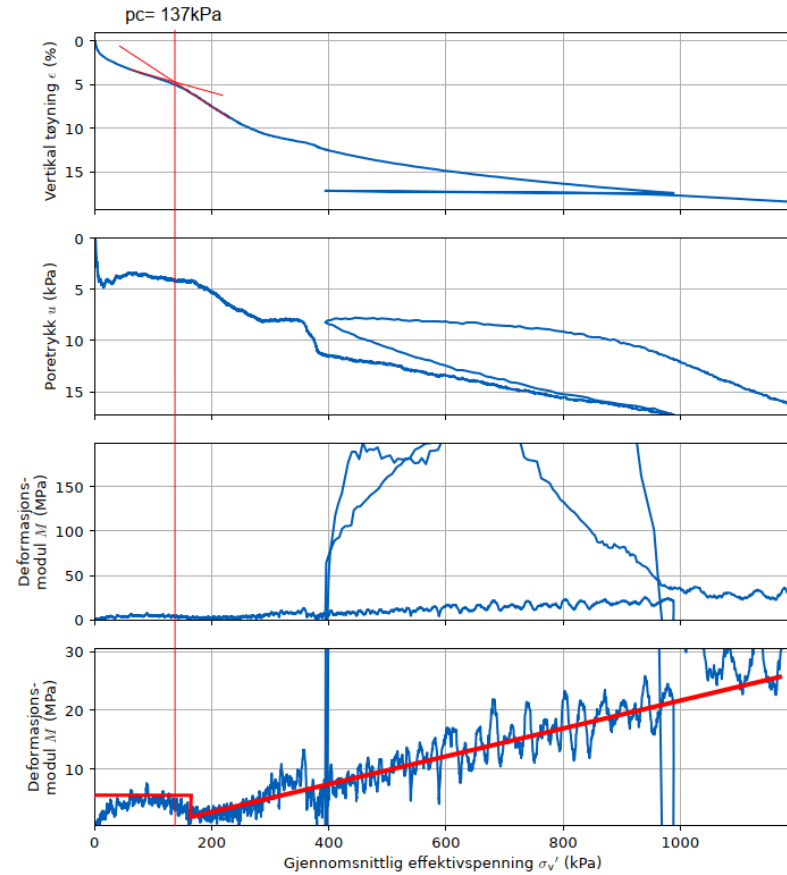
01	16.04.24	Tatt ut stabiliserende fylling fra GEO	BD	KR	FAA
Nr.	Dato	Beskrivelse	Utarb.	Kontr.	Godkj.
Prosjekt Coop Extra Hell butikk			Oppdragsgiver COOP Midt Norge SA		
Innhold Forprosjekt LARK Utomhusplan Sporing for Semitrailer			Saksbeh. FAA		
Målestokk 1:200			Papirformat A1		
Prosjektleder SELEBRIG ARKTEKTER AS			Tegningsnummer L-115		
Prosjekt nummer 23059			Tegning 01		

Vedlegg 3 – Tolkning Ødometerforsøk

Borepunkt E22, Dybde: 4,25-4,3m

2.2.1 Posisjon E22: Delprøve L1RE-3 (Dybde 4,250 til 4,300 m)

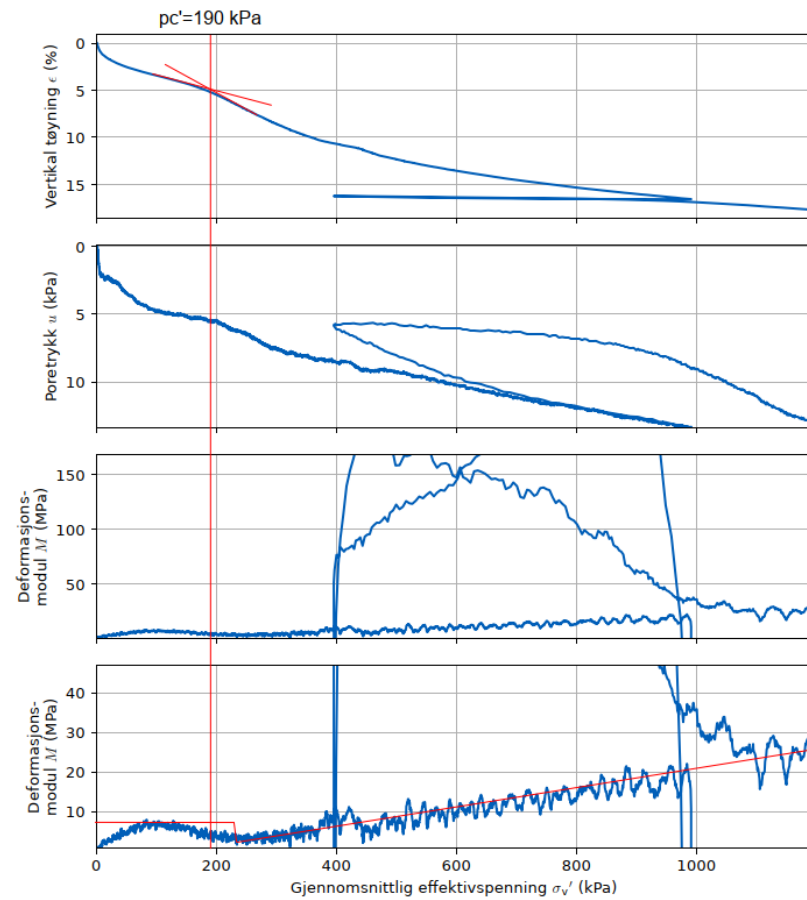
Ødometerforsøk



Borepunkt E22, Dybde: 7,5 – 7,56m

2.2.2 Posisjon E22: Delprøve L1RF-6 (Dybde 7,500 til 7,560 m)

Ødometerforsøk

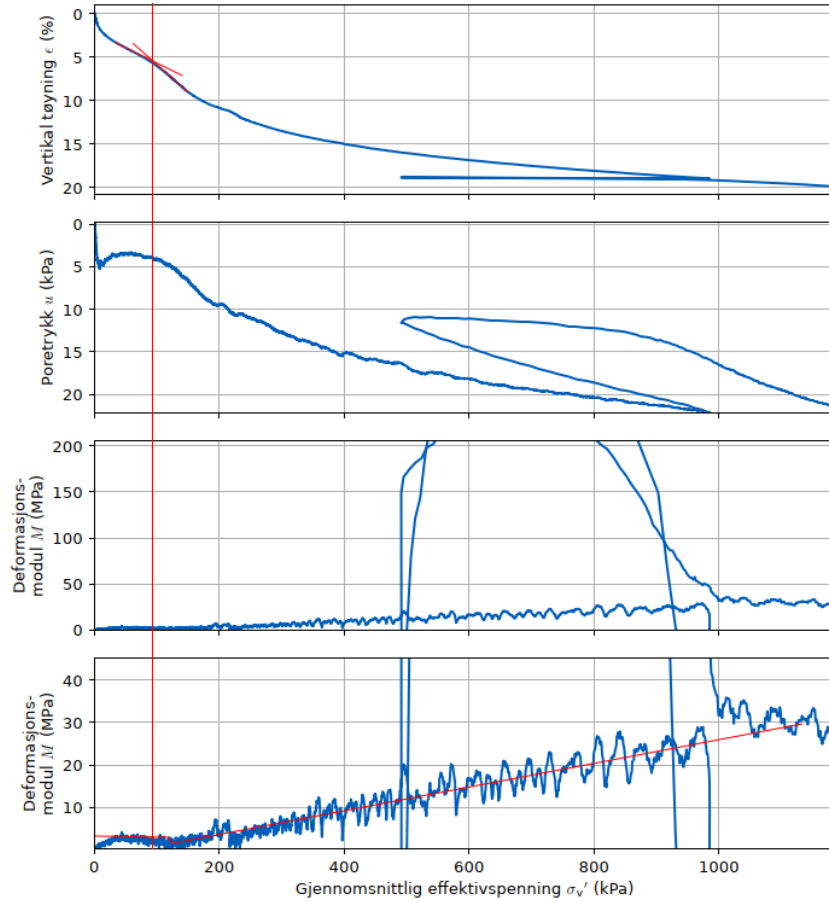


Borepunkt E24, Dybde: 10,35-10,4m

2.2.3 Posisjon E24: Delprøve L1R6-4-1 (Dybde 10,350 til 10,400 m)

Ødometerforsøk

$p_c' = 95 \text{ kPa}$

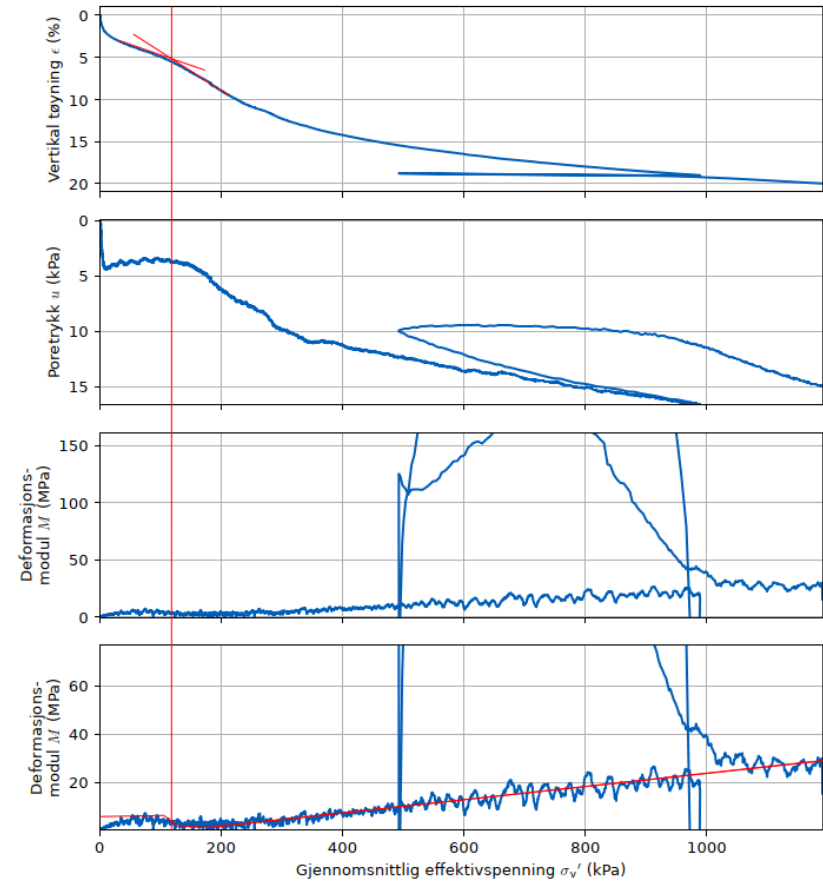


Borepunkt E25, Dybde 5,47 – 5,52

2.2.4 Posisjon E25: Delprøve L1R6-6 (Dybde 5,470 til 5,520 m)

Ødometerforsøk

$p_c' = 120 \text{ kPa}$

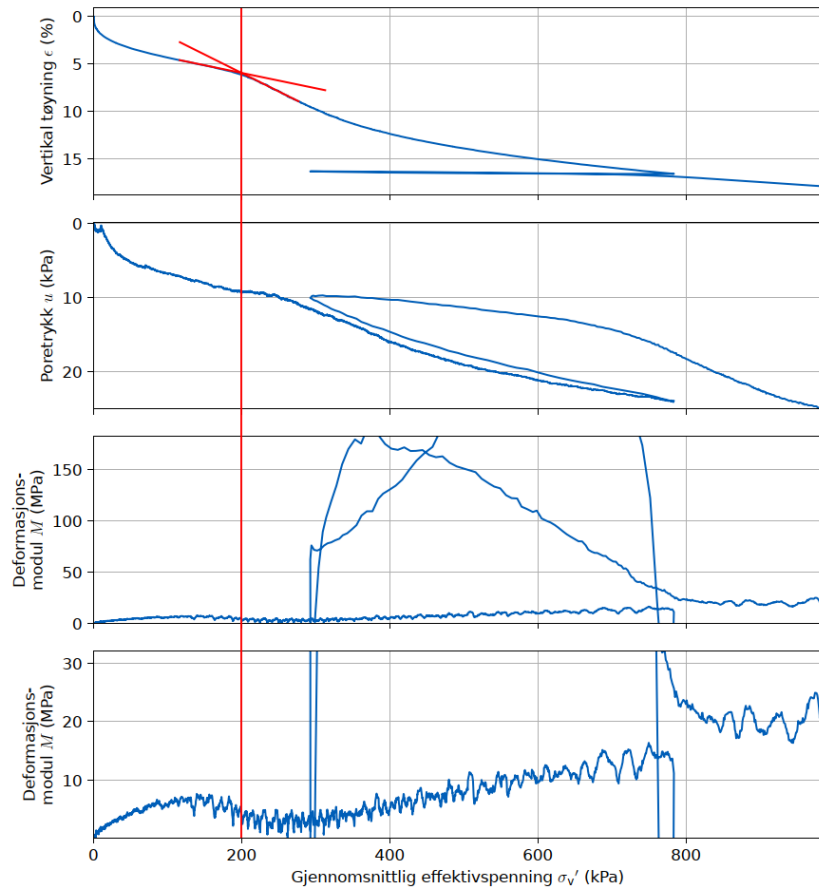


Borepunkt E25, Dybde: 11,24-11,34

2.2.5 Posisjon E25: Delprøve L1R9-3 (Dybde 11,240 til 11,340 m)

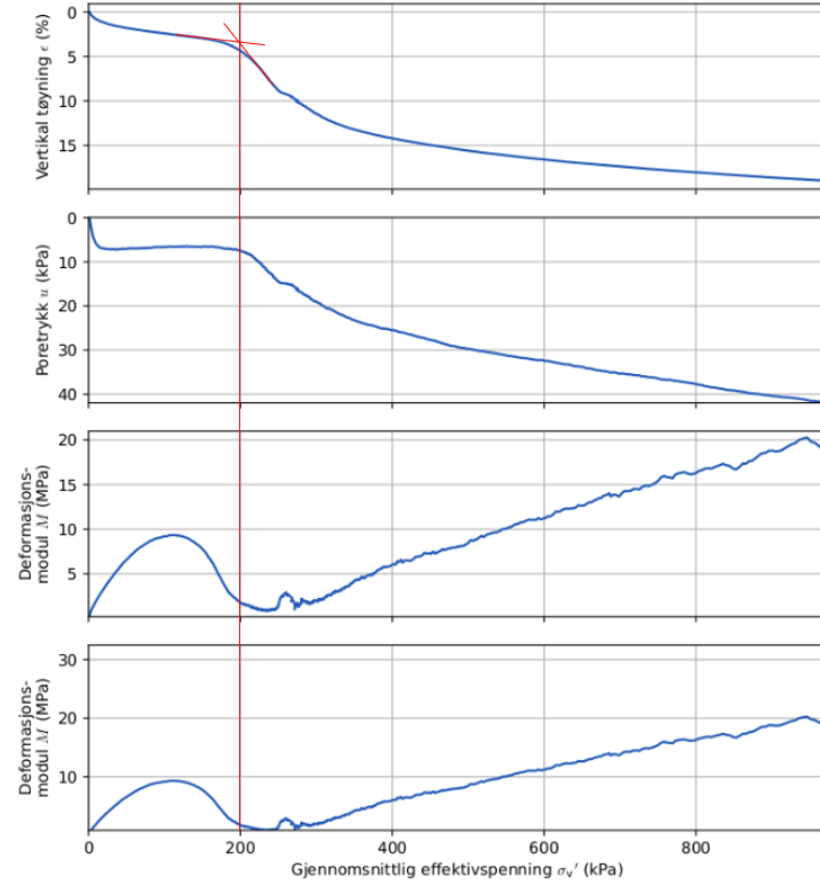
Ødometerforsøk

$p_c' = 200 \text{ kPa}$

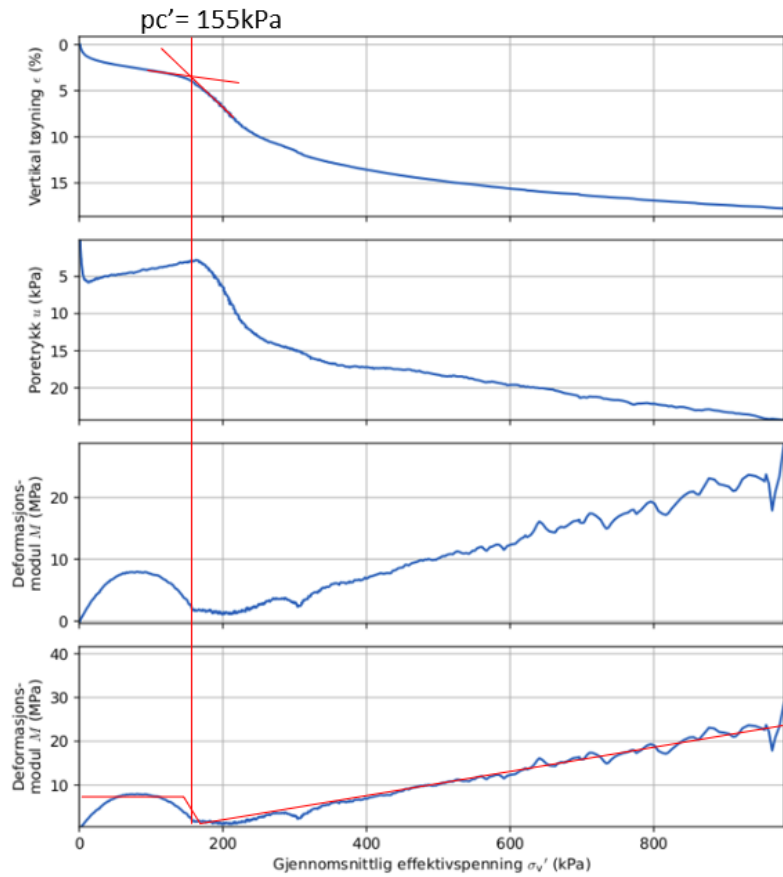


Borepunkt E32, Dybde 8,4 – 8,45

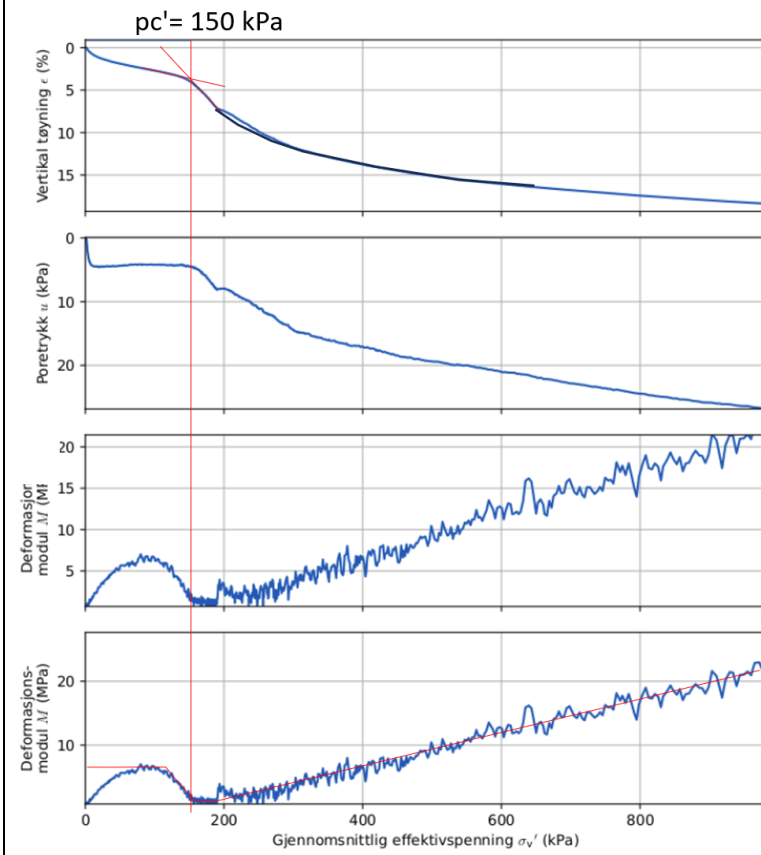
$p_c' = 200 \text{ kPa}$



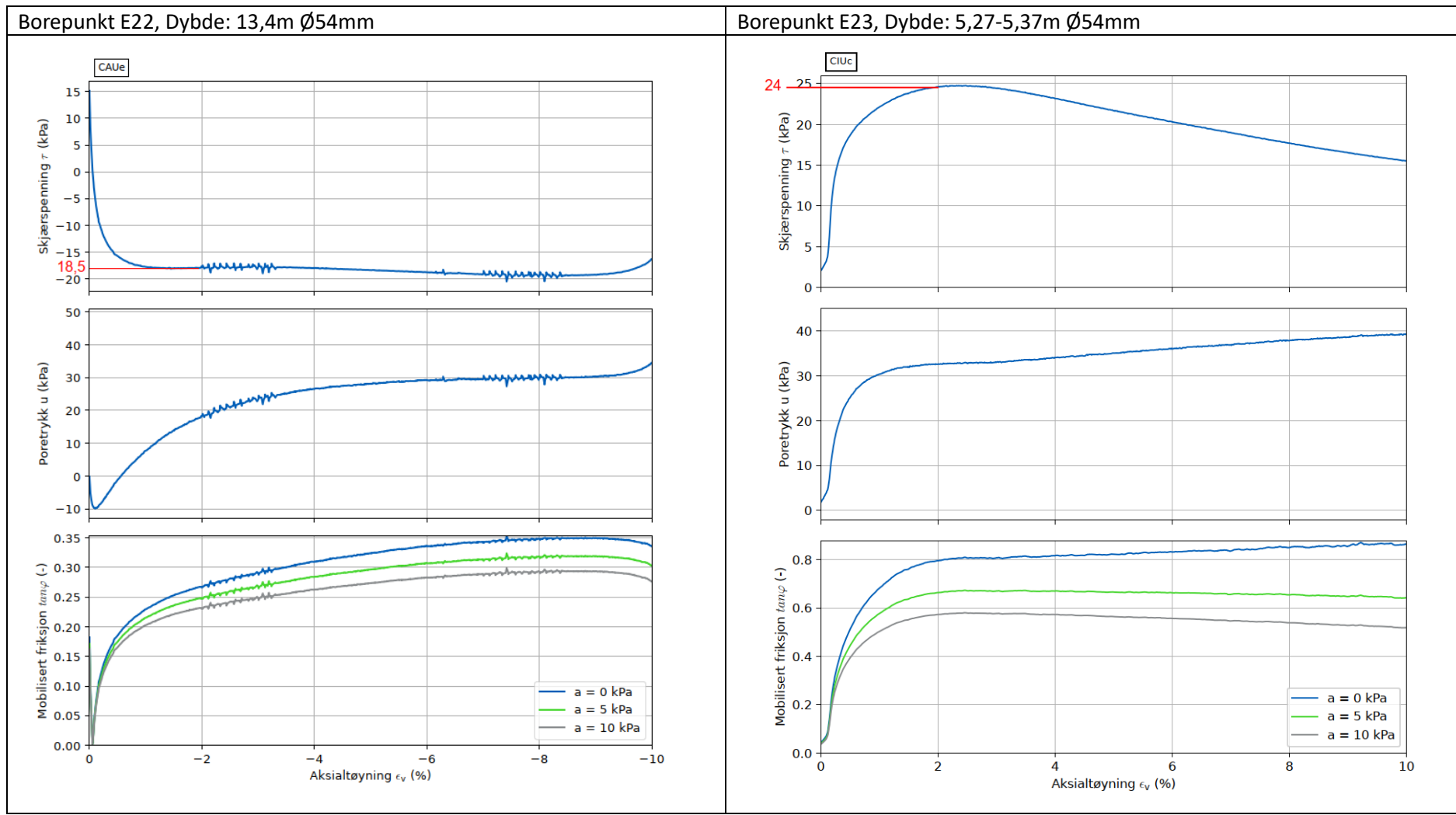
Borepunkt E32, Dybde: 5,35-5,47



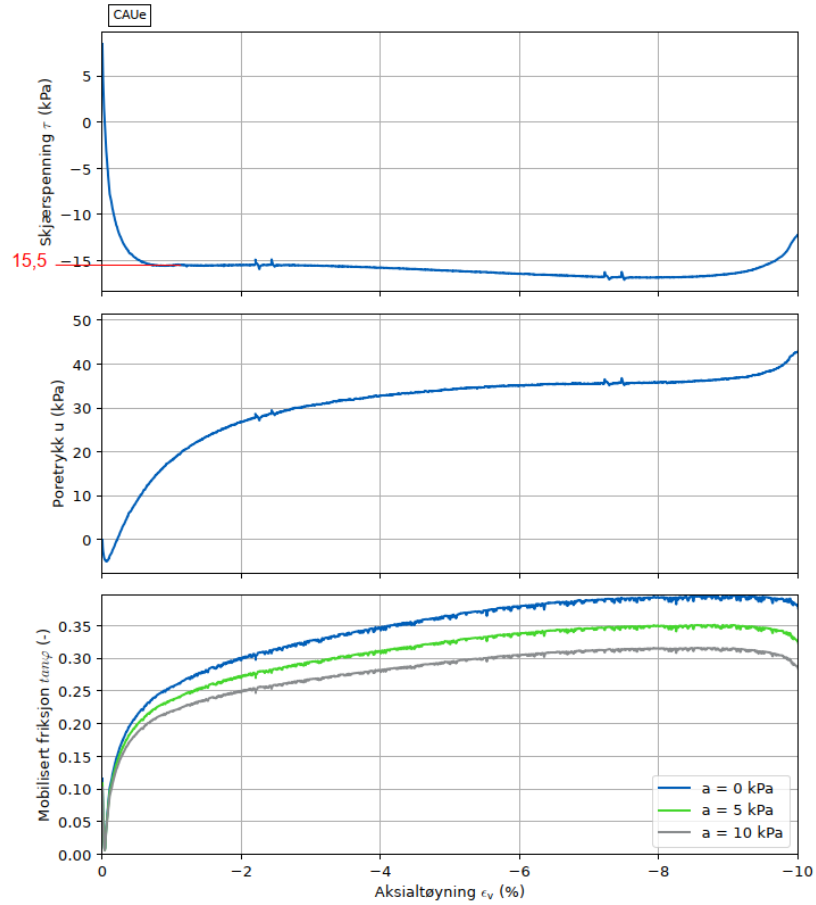
Borepunkt E33, Dybde 10,37 – 10,54



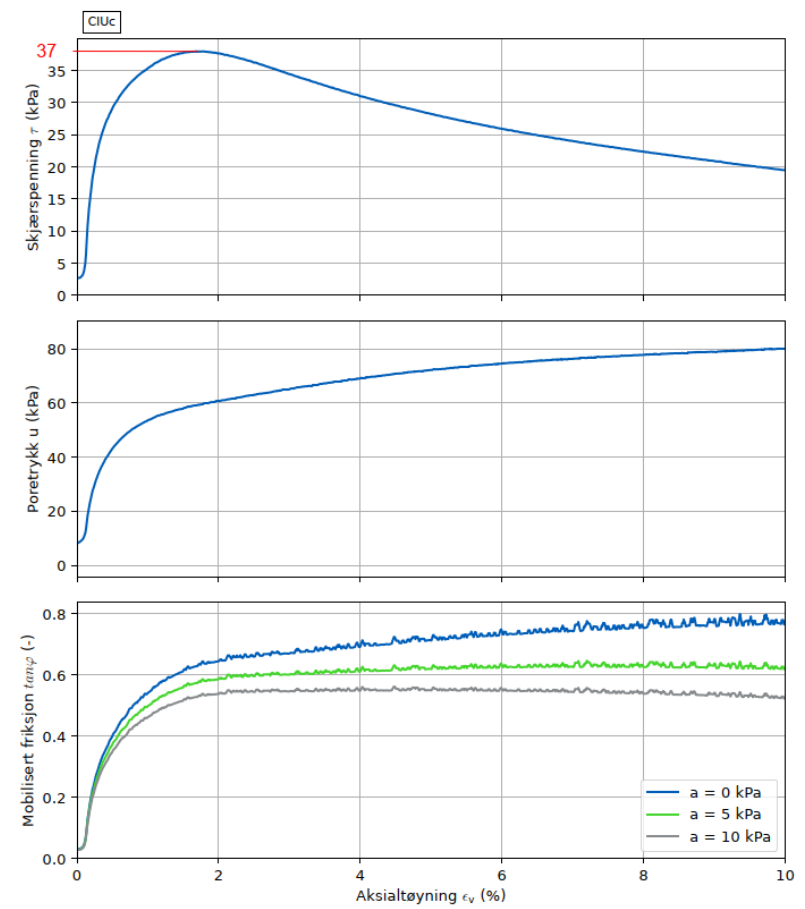
Vedlegg 4 – Tolkning udrenert skjærfasthet fra treaksialforsøk



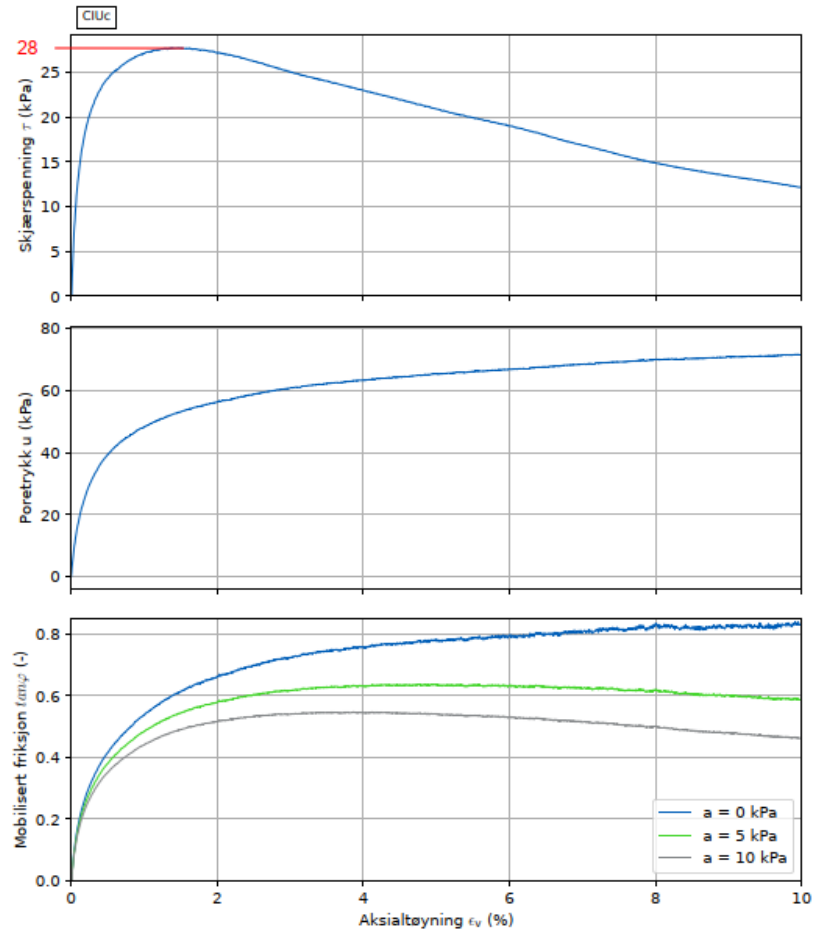
Borepunkt E23, Dybde: 10,35-10,45m Ø54mm



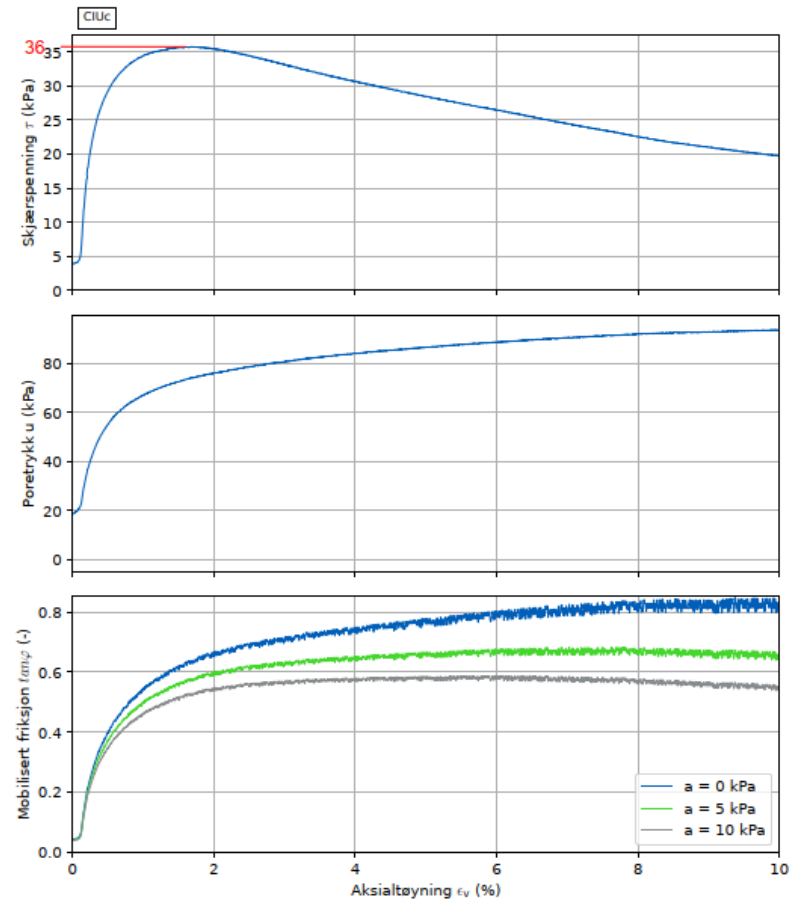
Borepunkt E23, Dybde 13,4 – 13,5m Ø54mm



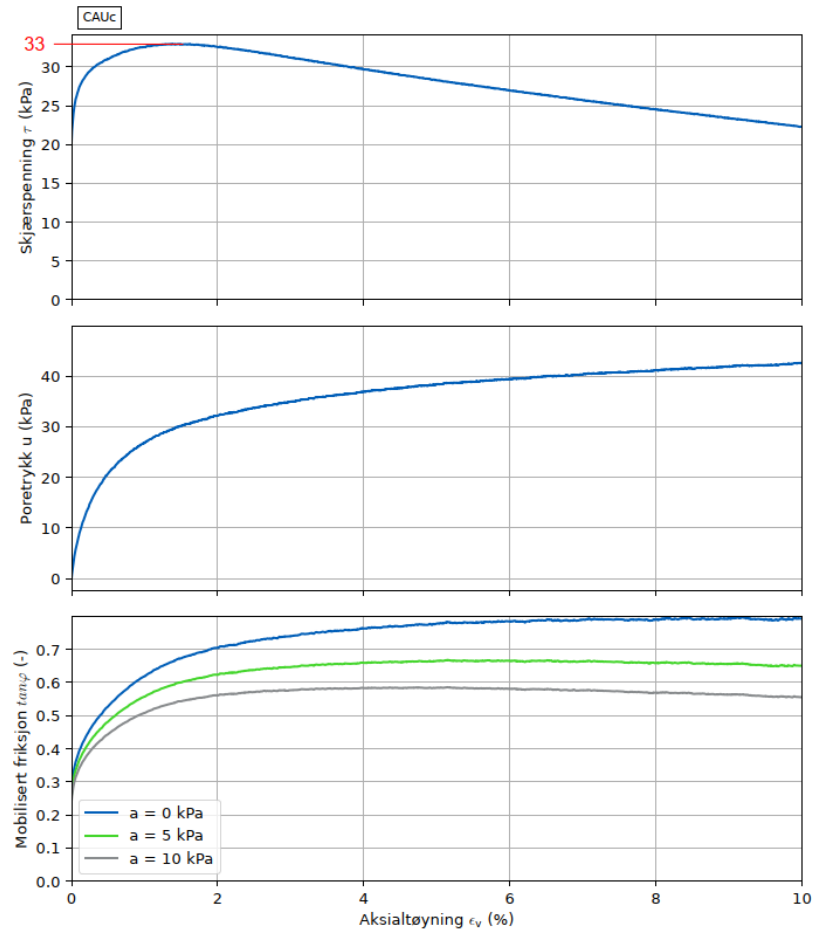
Borepunkt E24, Dybde: 10,25-10,35 Ø54mm



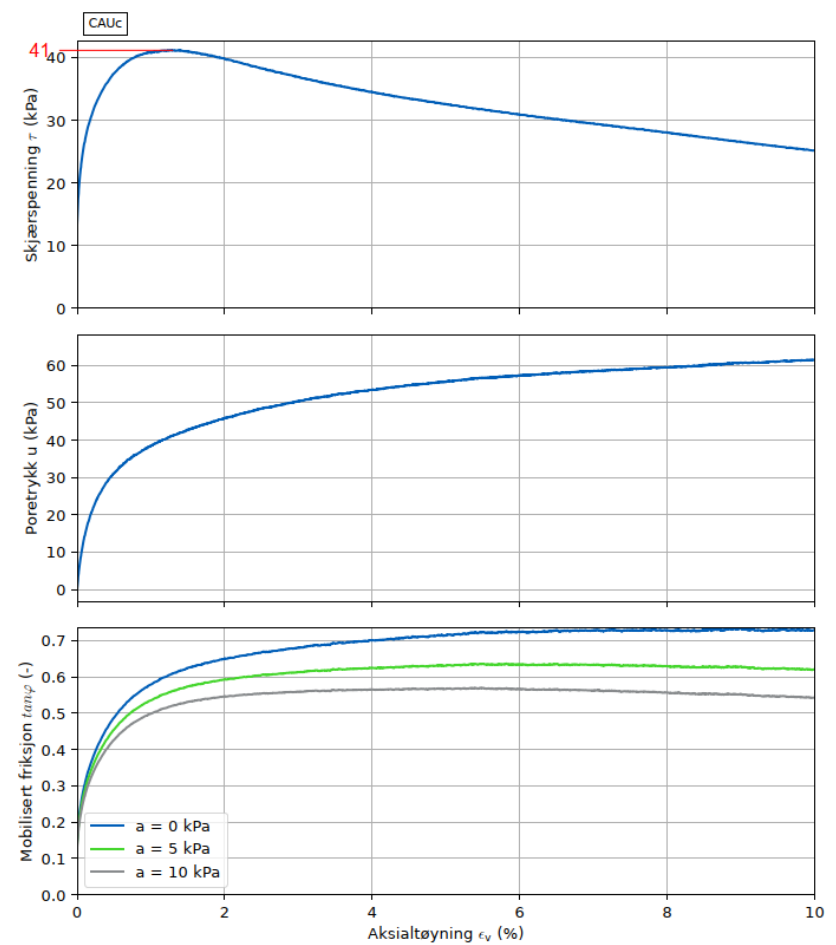
Borepunkt E24, Dybde 15,35-15,45 Ø54mm



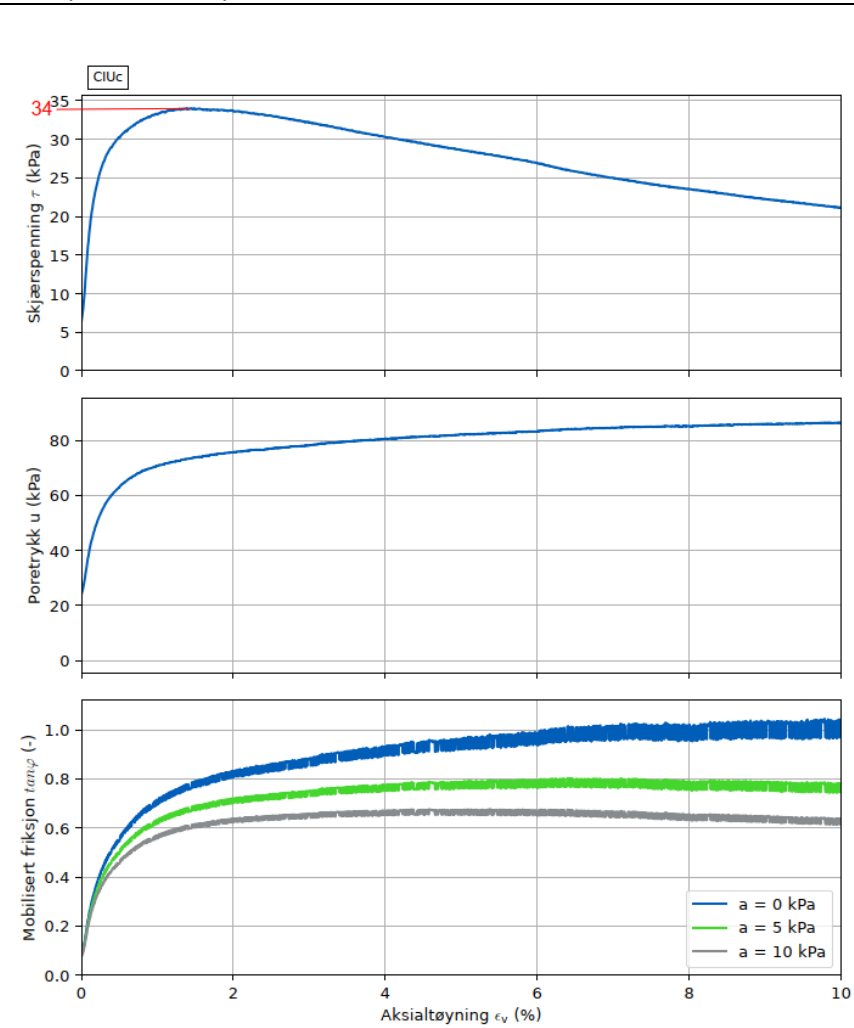
Borepunkt E25, Dybde: 8,25-8,35 Ø54mm



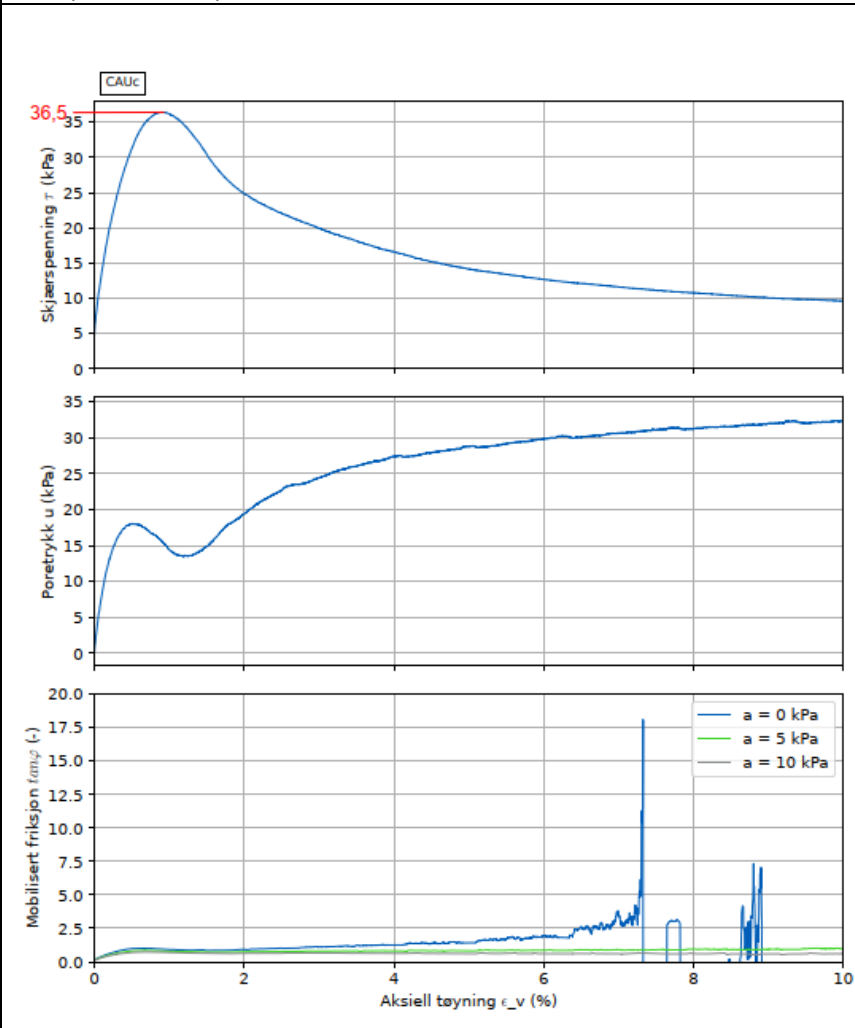
Borepunkt E25, Dybde 11,34 – 11,44 Ø54mm



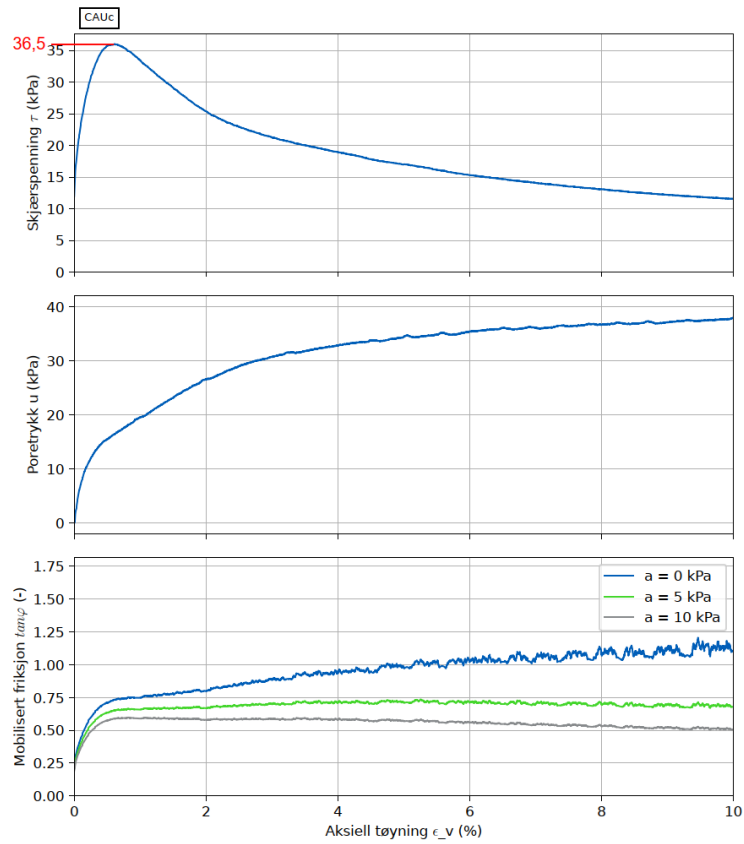
Borepunkt E25, Dybde: 13,35-13,45 Ø54mm



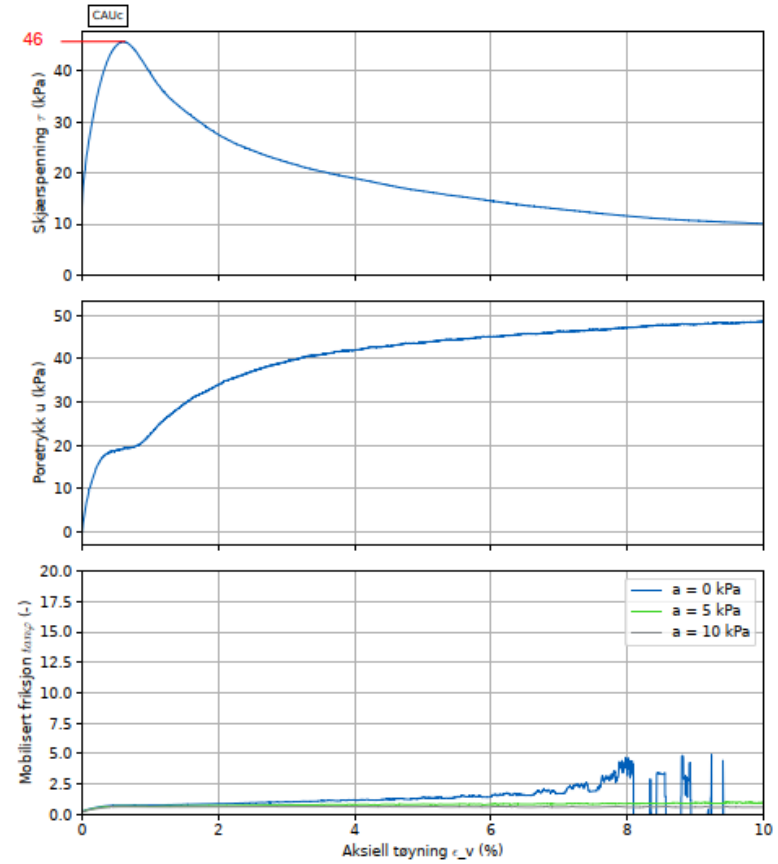
Borepunkt E32, Dybde 4,0 – 4,185 Blokk



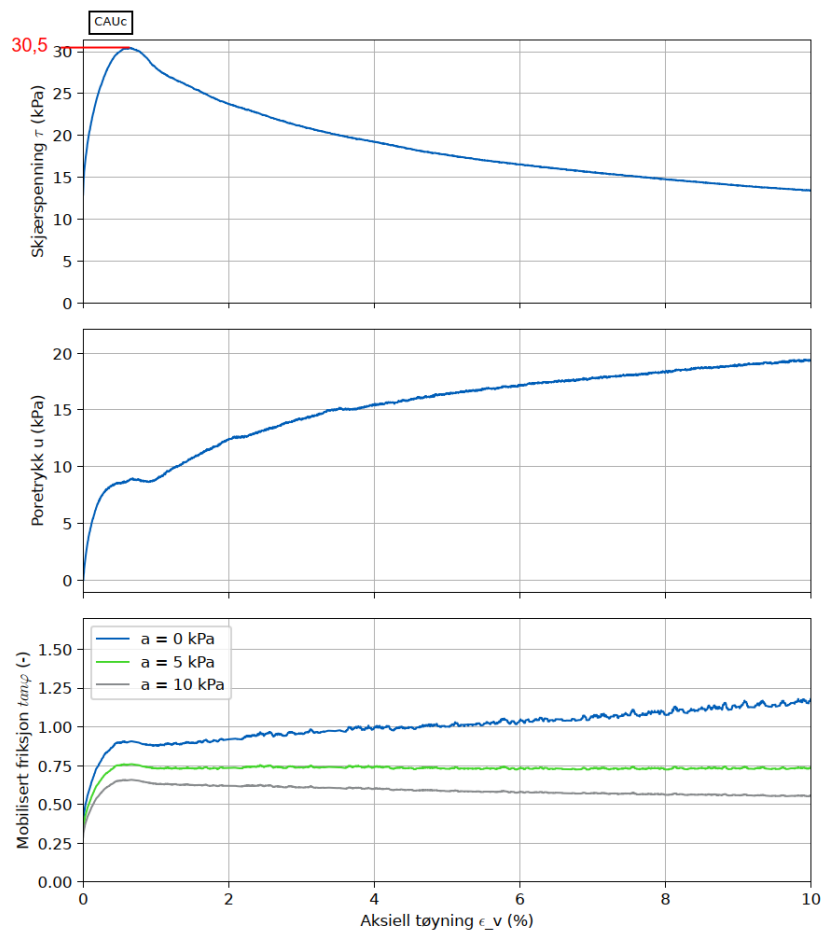
Borepunkt E32, Dybde: 7,06-7,26 Blokk



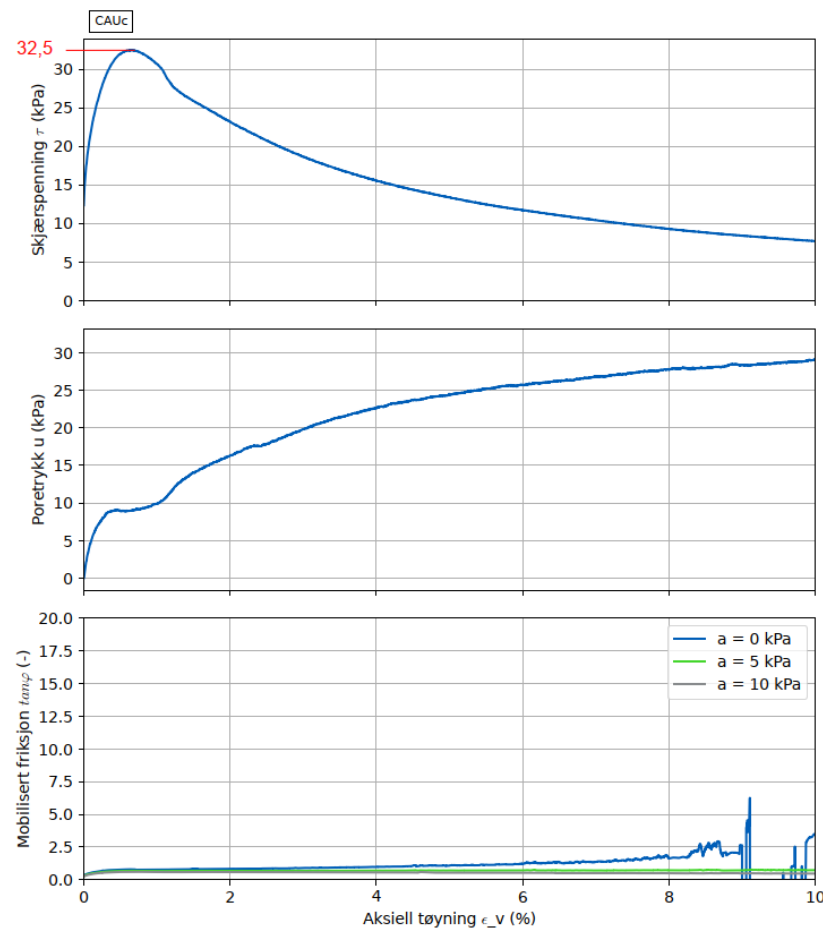
Borepunkt E32, Dybde 8,24 – 8,4 Blokk



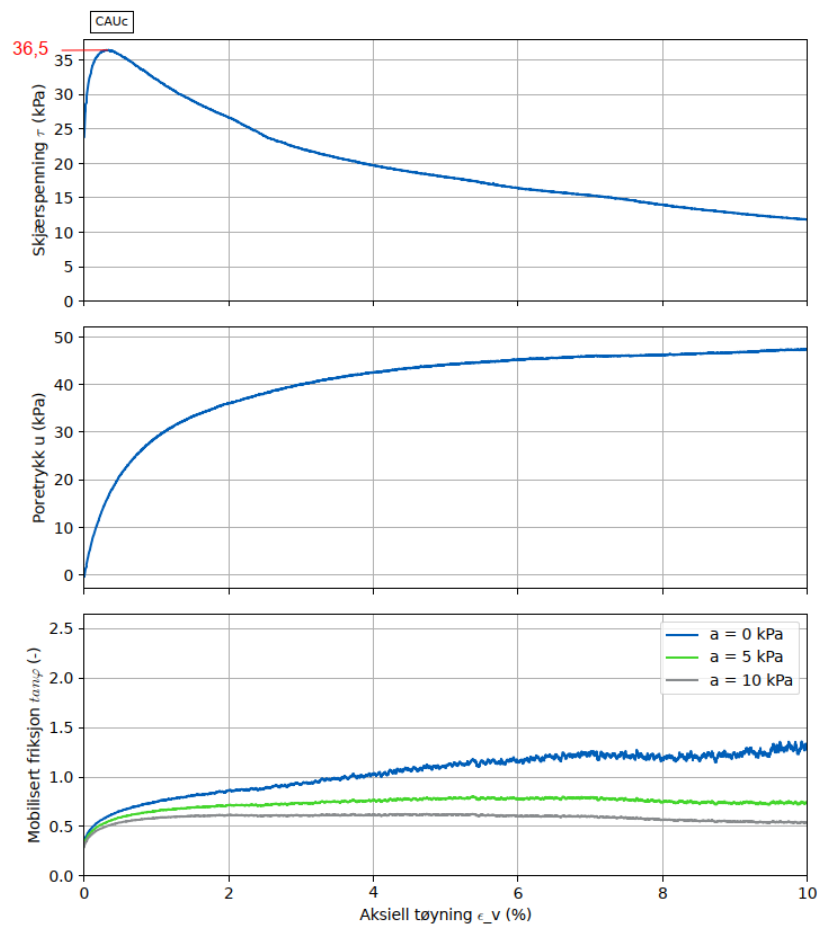
Borepunkt E33, Dybde: 4,43-4,62 Blokk



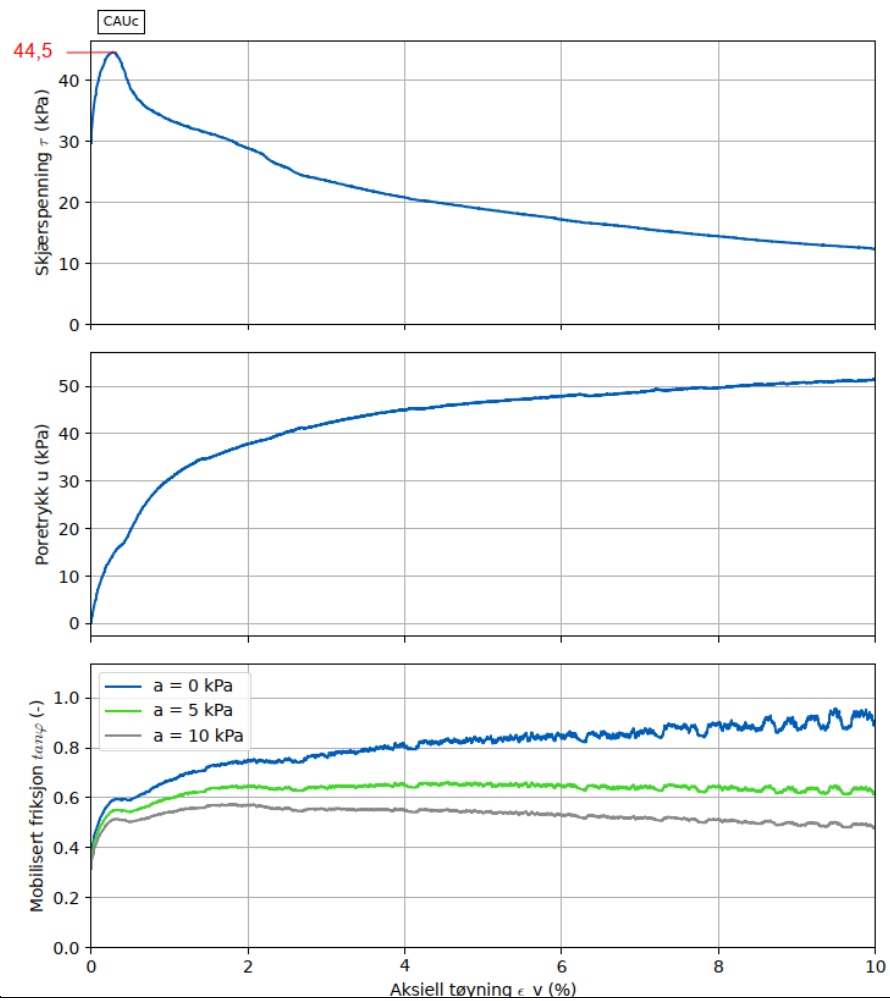
Borepunkt E33, Dybde 5,55 – 5,74 Blokk




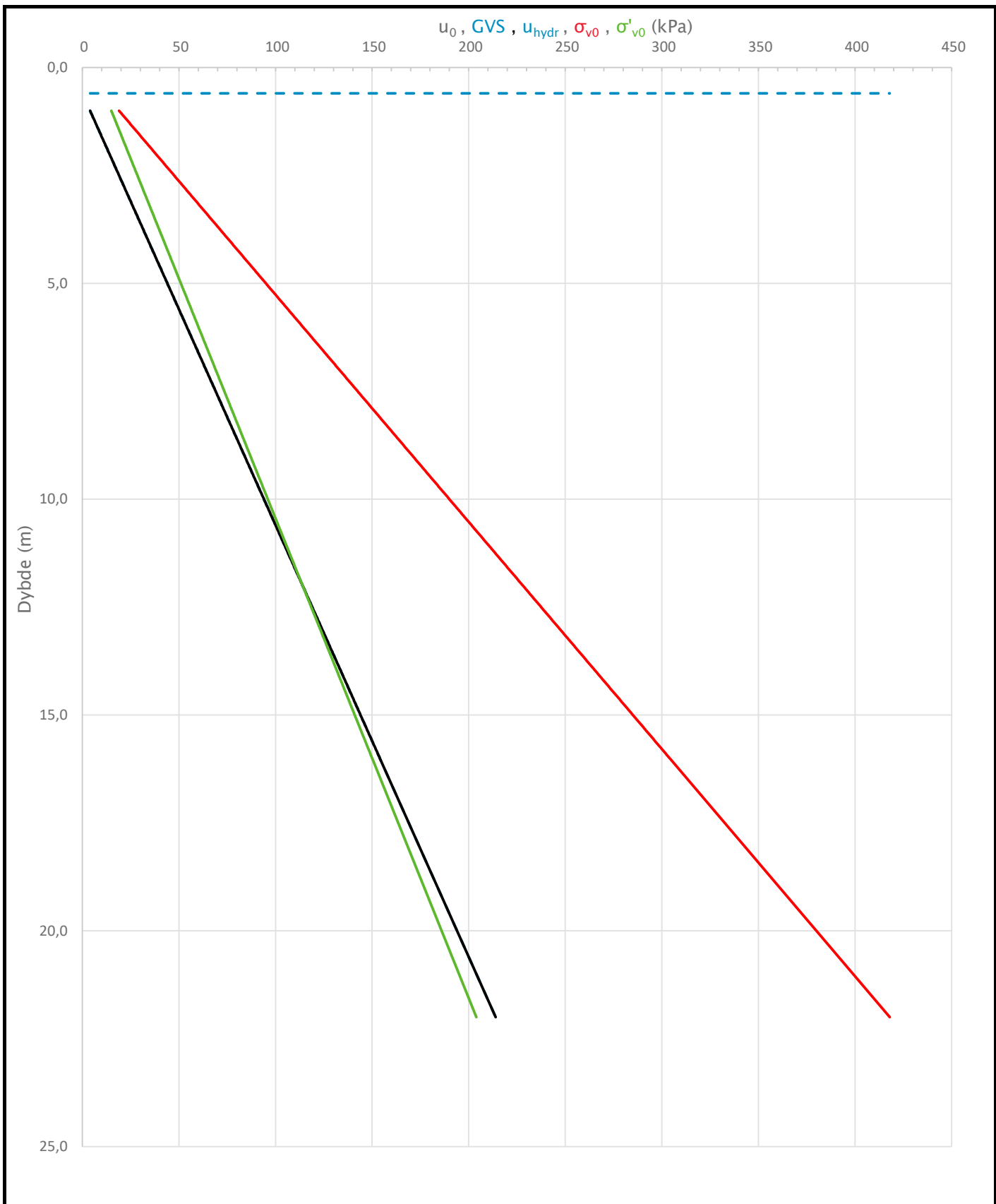
Borepunkt E33, Dybde: 9,15-9,31 Blokk



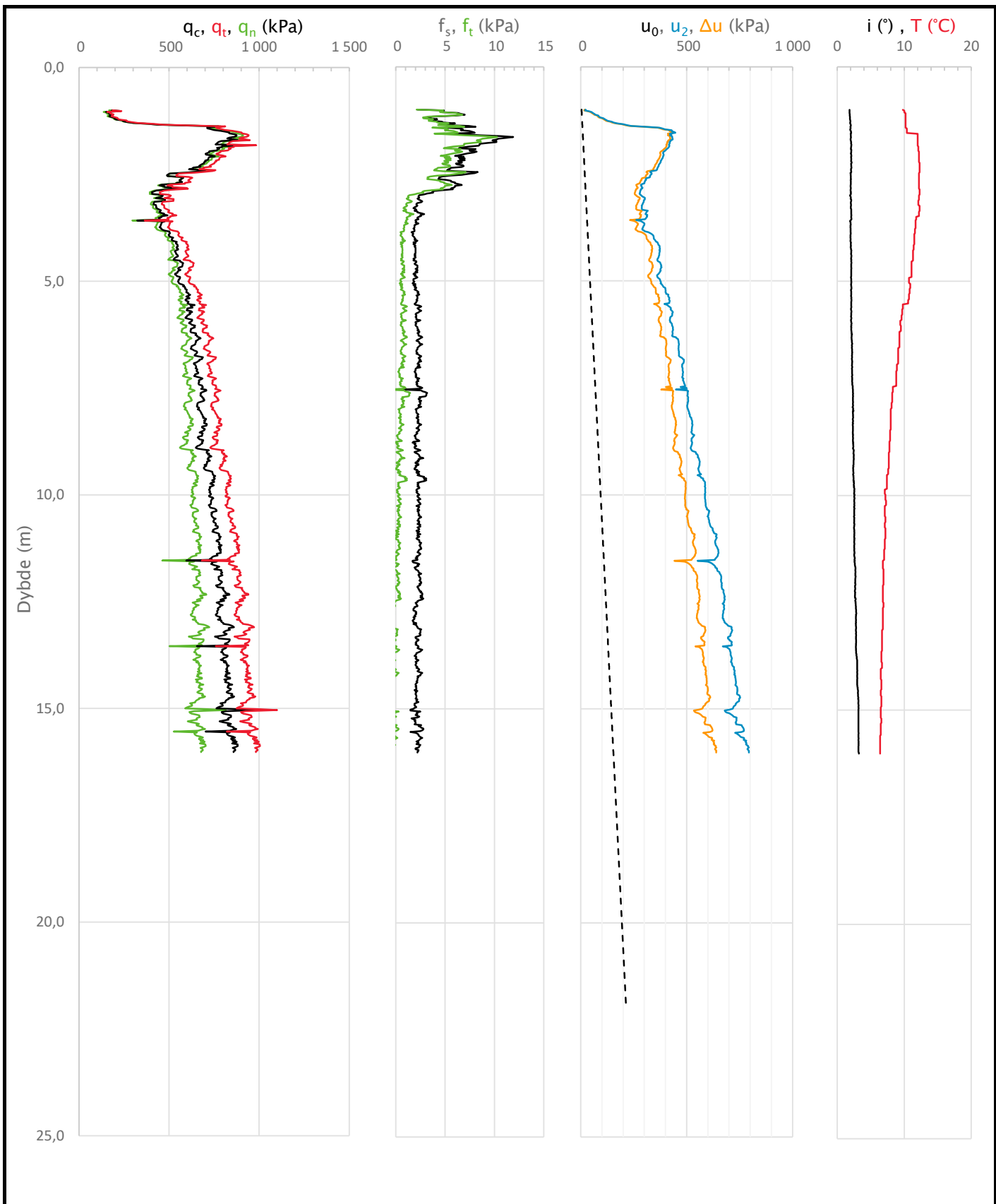
Borepunkt E33, Dybde 10,95 – 11,14 Blokk




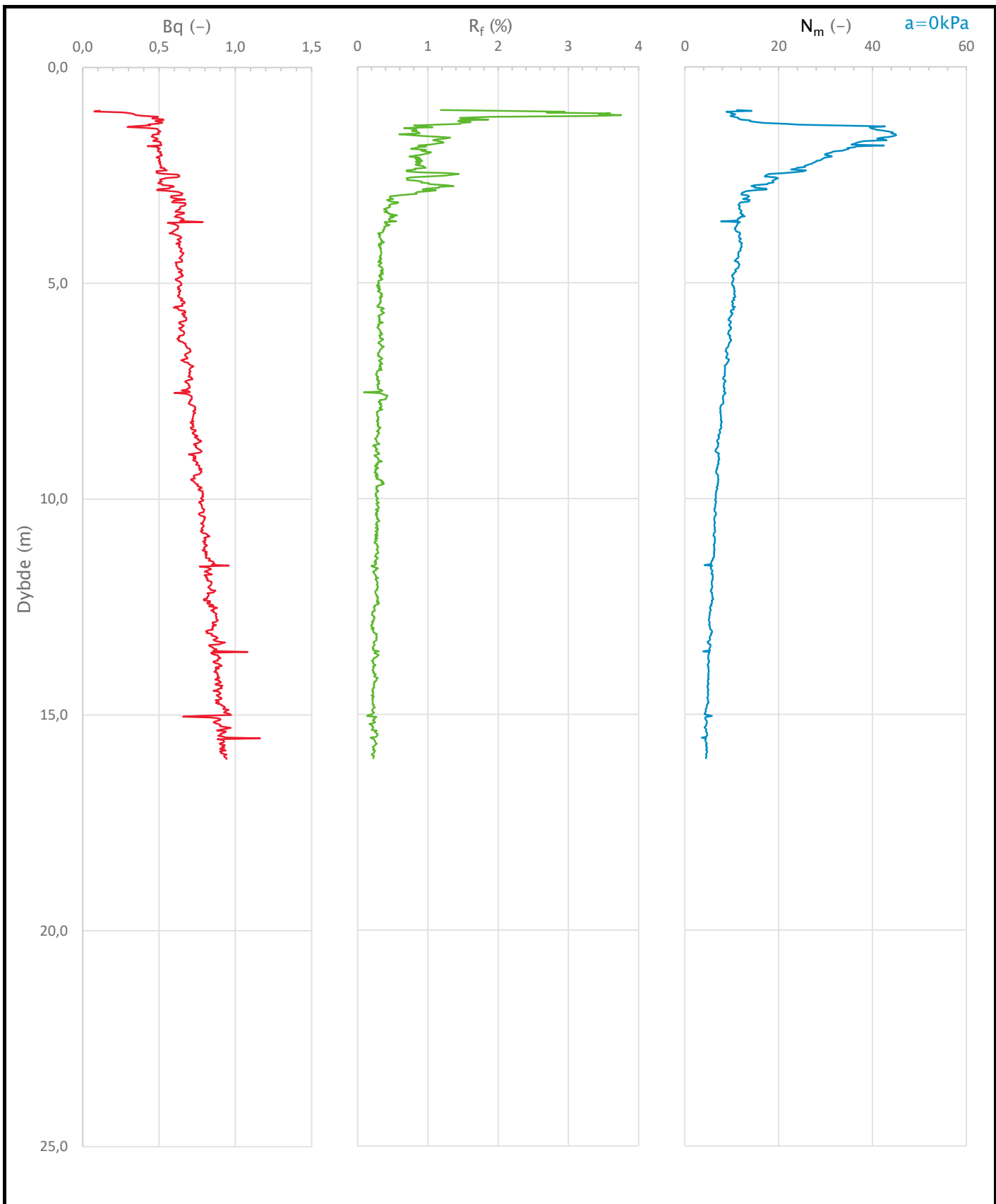
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5213		Boreleder		Sigurd	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		5,9	
Kalibreringsdato	14.08.2020		Maks helning (°)		3,2	
Dato sondering	10.08.2021		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1288		3797		3617	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5923		0,01		0,0211	
Arealforhold	0,8440		0,0010			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	27,824		0,682		1,876	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7651,6		128,9		256,4	
Registrert etter sondering (kPa)	-19,5		-1,2		0,4	
Avvik under sondering (kPa)	19,5		1,2		0,4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4,7		0,1		0,3	
Maksverdi under sondering (kPa)	994,0		11,9		794,0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	24,8	2,5	1,3	11,1	0,7	0,1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	2	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt Coop Sentrum			Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +4,9 E22	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5213	
	Utført AG		Kontrollert SHL		Godkjent AG	
	Divisjon Ekstern konsulent		Dato sondering 10.08.2021		Anvend.klasse 1	
					Figur 1	




Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +4,9
Coop Sentrum				E22	
Innhold				Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	2
	Ekstern konsulent	10.08.2021	Rev. dato		



Prosjekt Coop Sentrum		Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +4,9 E22
Innhold Måledata og korrigerede måleverdier				Sondennummer 5213
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 10.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 3



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +4,9
Coop Sentrum				E22	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG	Figur	4
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	10.08.2021	Rev. dato		

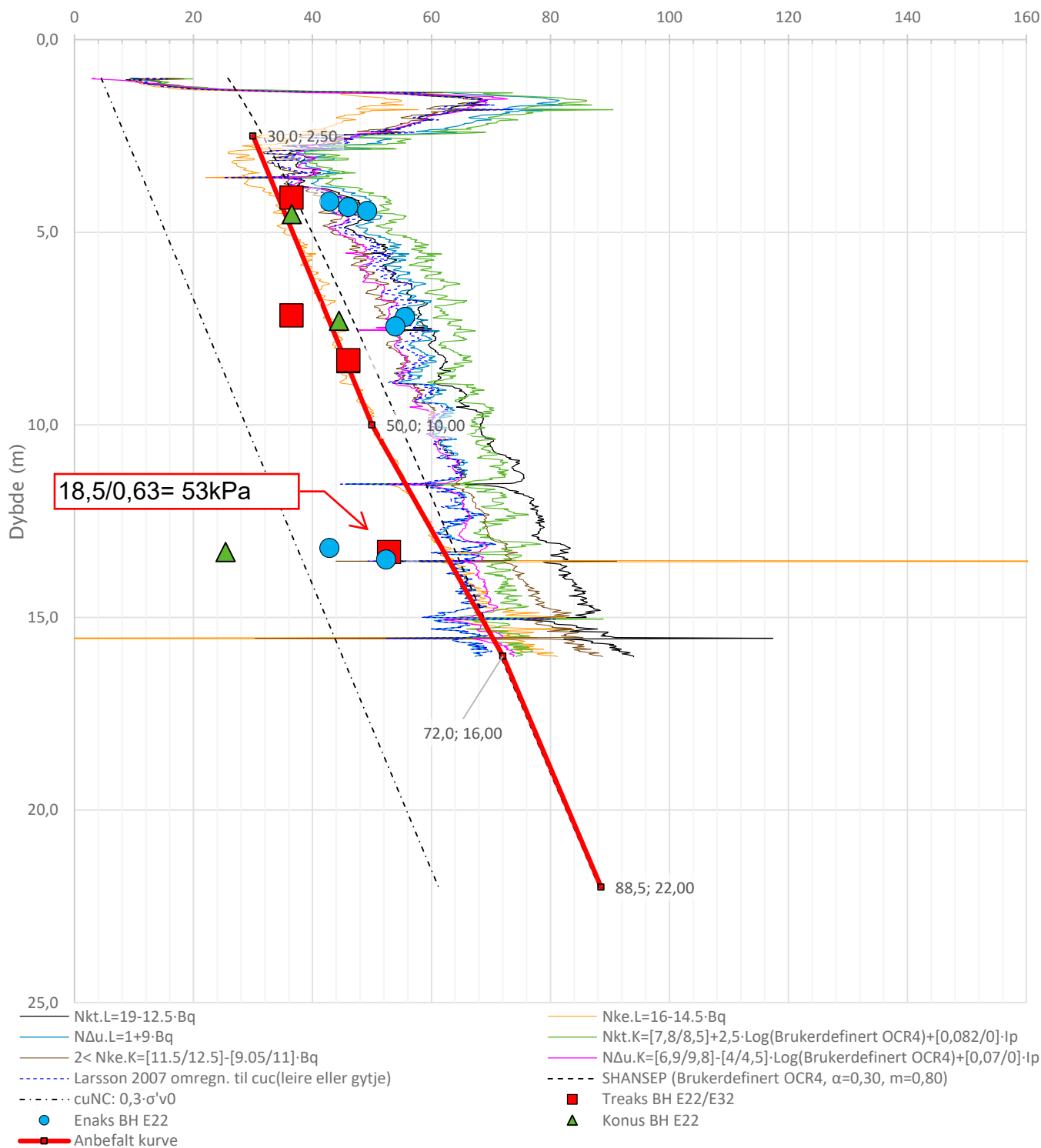
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH E22/E32: $c_u/c_{u\text{cptu}} = 1,000$

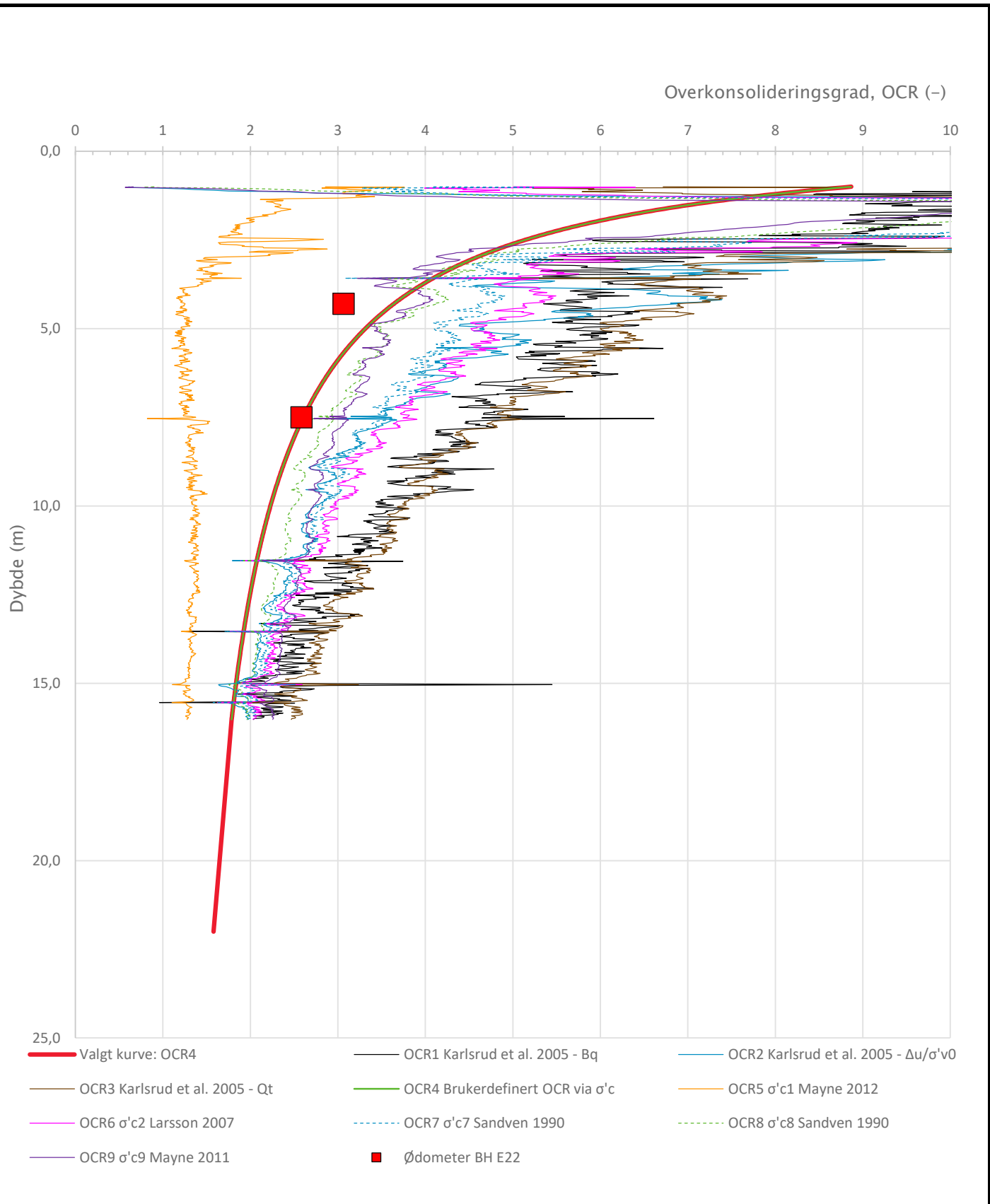
Enaks BH E22: $c_{uc}/c_{u\text{cptu}} = 0,630$

Konus BH E22: $c_{ufc}/c_{u\text{cptu}} = 0,630$


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

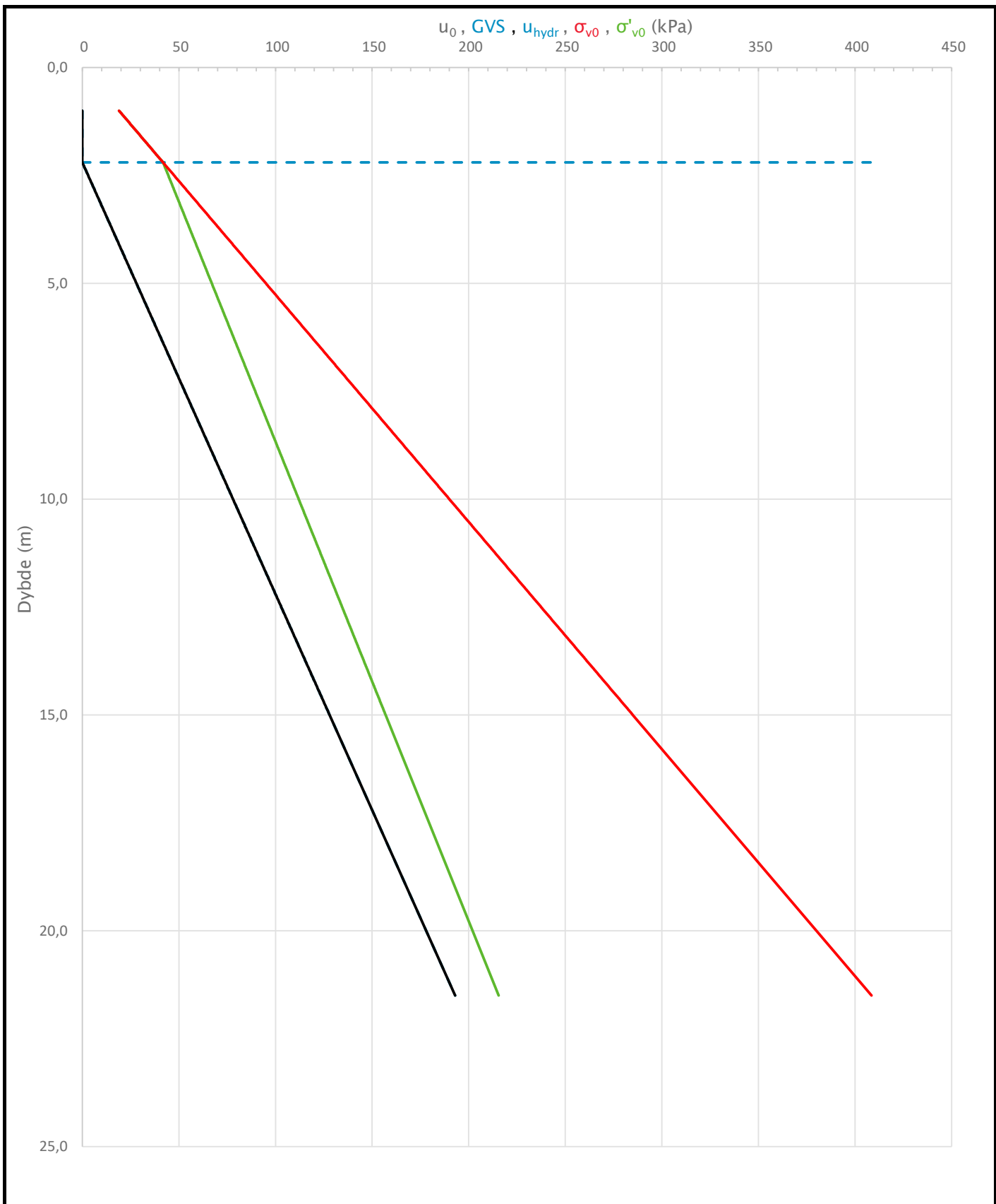


Prosjekt Coop Sentrum		Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +4,9 E22
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5213
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 10.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5

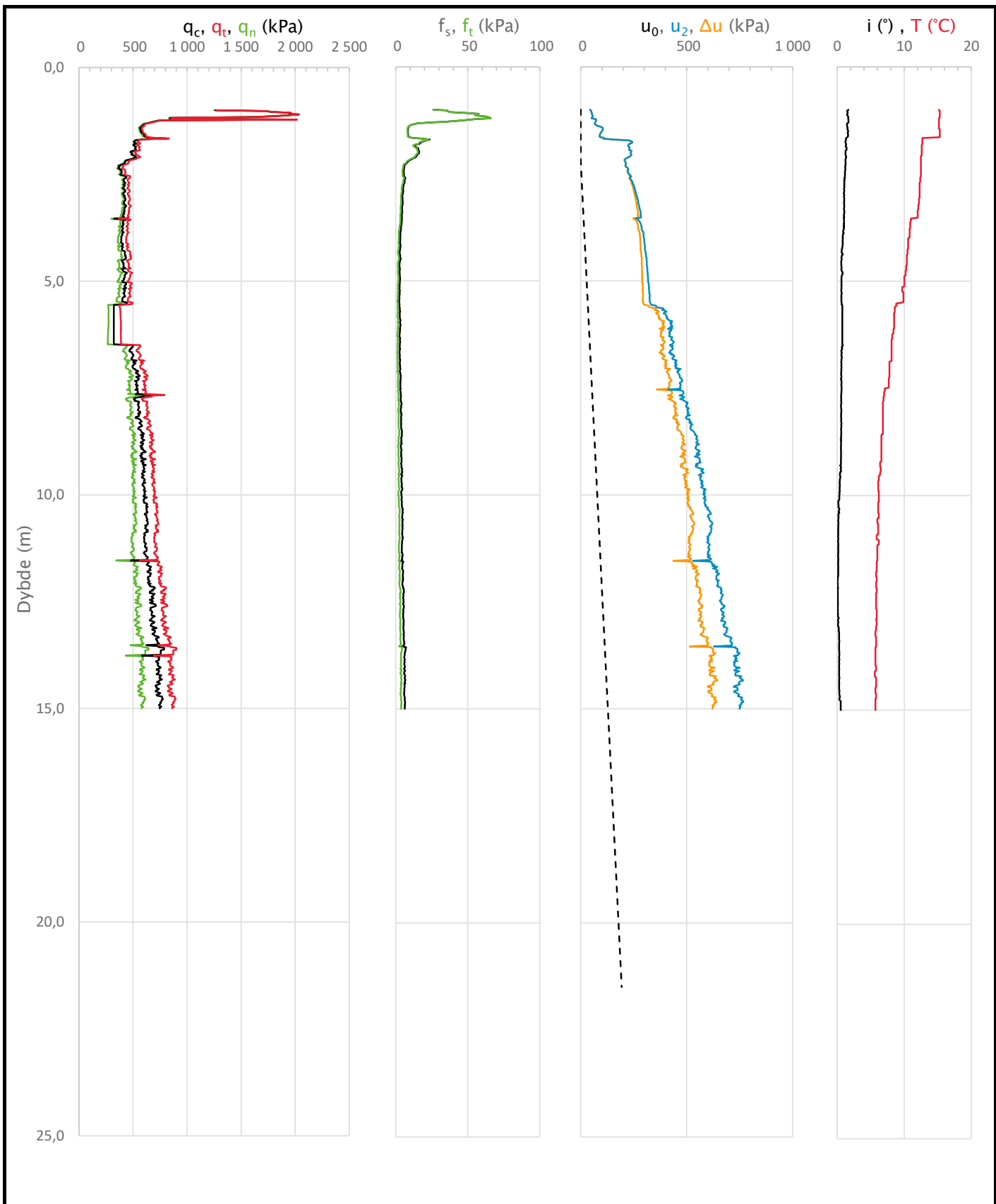



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +4,9
Coop Sentrum				E22	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	10.08.2021	Rev. dato		

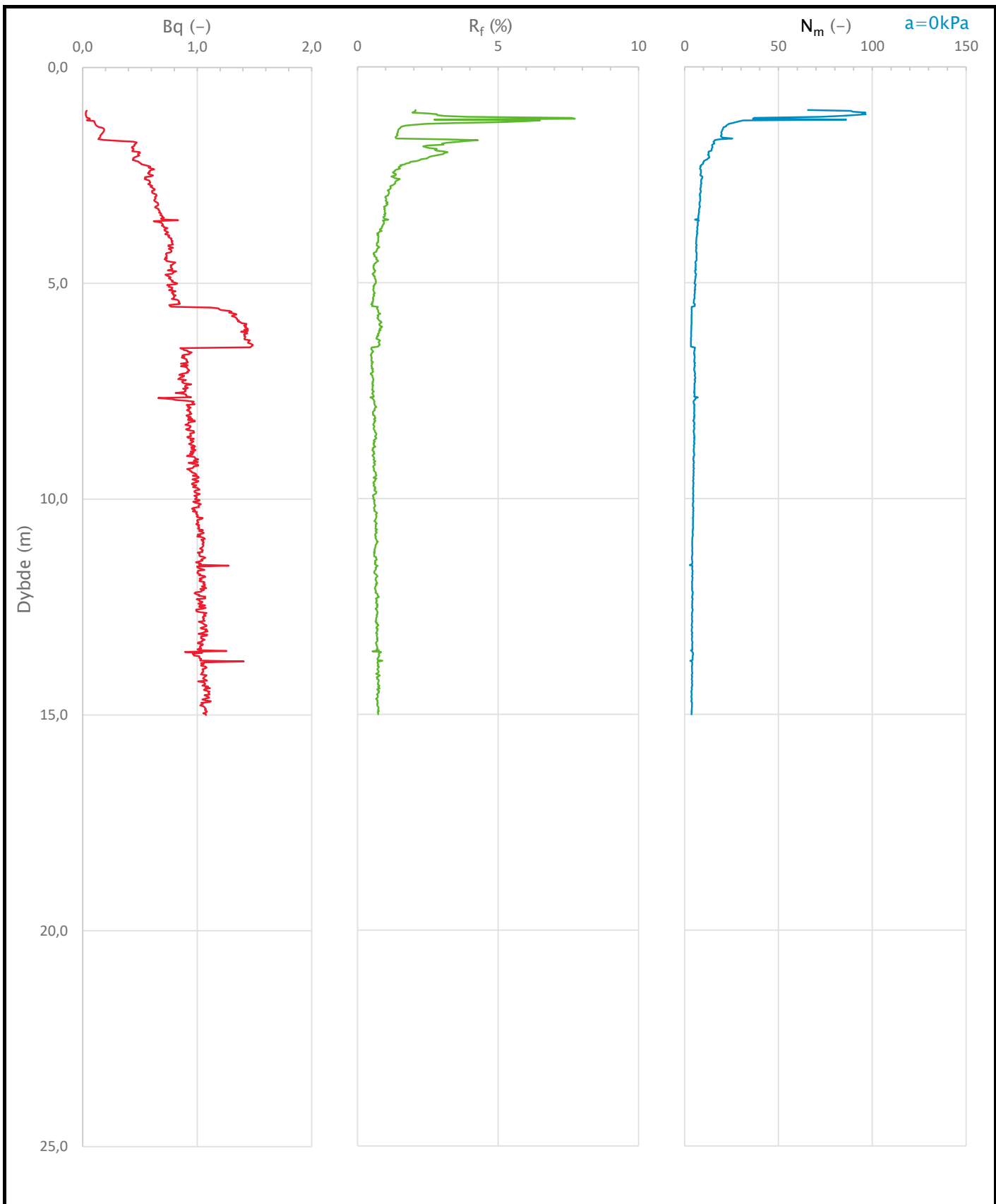
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5213		Boreleder		Sigurd	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		9,7	
Kalibreringsdato	14.08.2020		Maks helning (°)		1,7	
Dato sondering	11.08.2021		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1288		3797		3617	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5923		0,01		0,0211	
Arealforhold	0,8440		0,0010			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	27,824		0,682		1,876	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7657,0		128,9		248,4	
Registrert etter sondering (kPa)	0,0		-1,1		0,1	
Avvik under sondering (kPa)	0,0		1,1		0,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	7,7		0,2		0,5	
Maksverdi under sondering (kPa)	2029,4		66,0		767,7	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	8,3	0,4	1,3	2,0	0,6	0,1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Prosjekt Coop Sentrum			Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +10,1 E23	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5213	
	Utført AG		Kontrollert SHL		Godkjent AG	
	Divisjon Ekstern konsulent		Dato sondering 11.08.2021		Anvend.klasse 1	
					Figur 1	




Prosjekt Coop Sentrum			Prosjektnummer: 21200		Borhull E23
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			Sondenummer 5213		
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 11.08.2021	Revisjon Rev. dato		Figur 2



Prosjekt Coop Sentrum		Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +10,1 E23
Innhold Måledata og korrigerede måleverdier				Sondennummer 5213
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 11.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 3



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +10,1
Coop Sentrum				E23	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG	Figur	4
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	11.08.2021	Rev. dato		

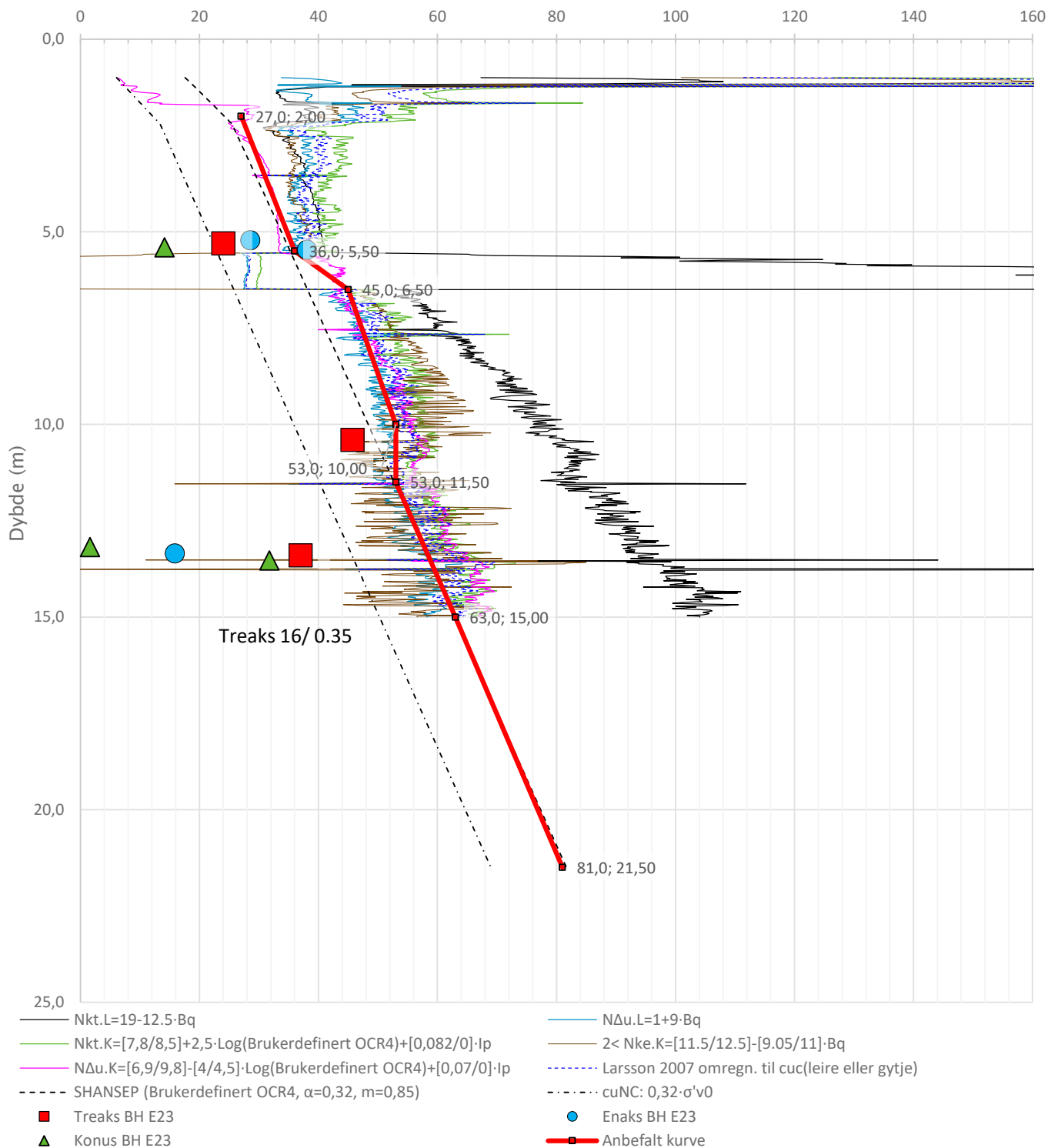
Anisotropiforhold i figur:

Trecks BH E23: $c_uC/cuc_{ptu} = 1,000$

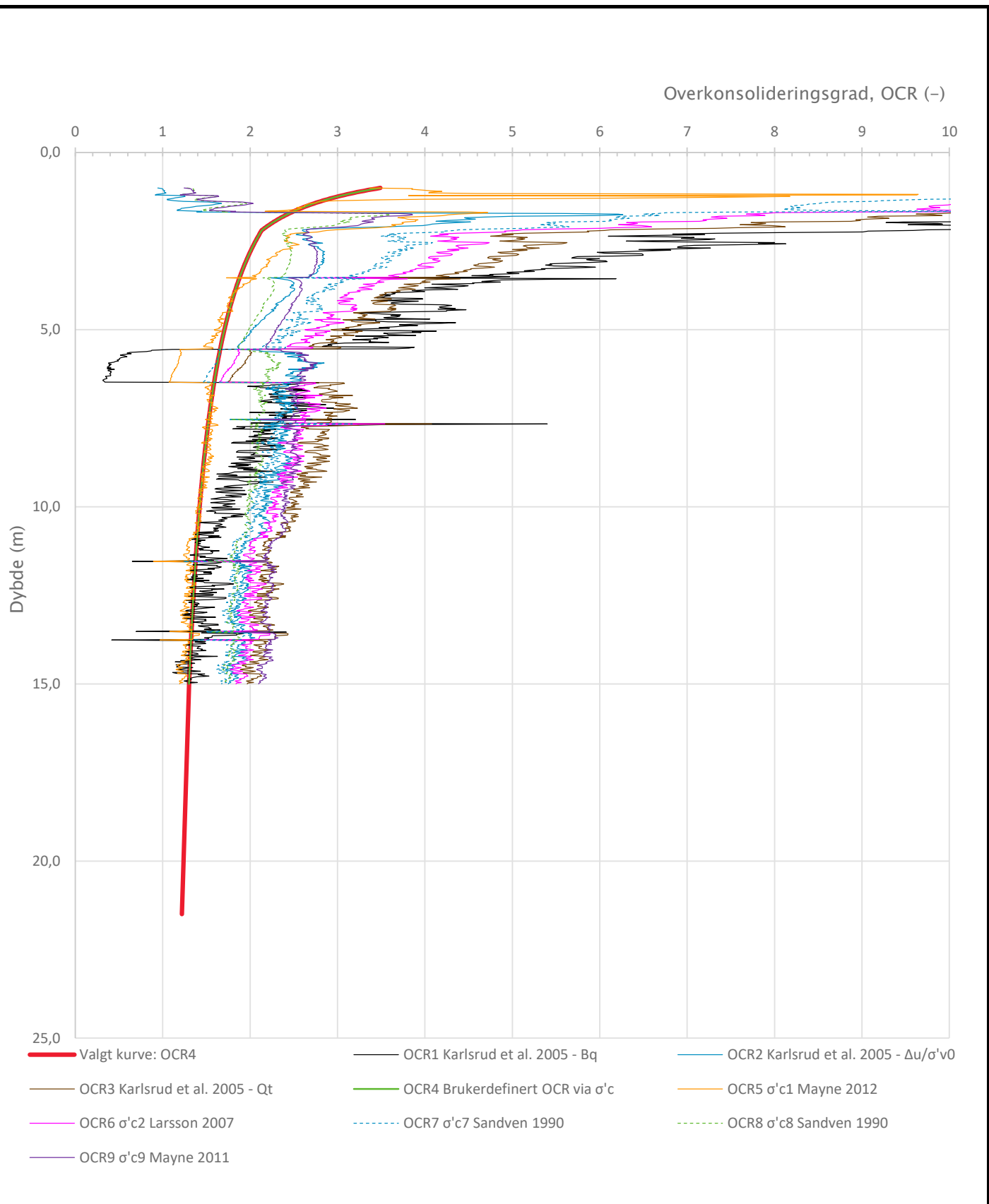
Enaks BH E23: $c_{uc}/cuc_{ptu} = 0,630$

Konus BH E23: $c_{ufc}/cuc_{ptu} = 0,630$


Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

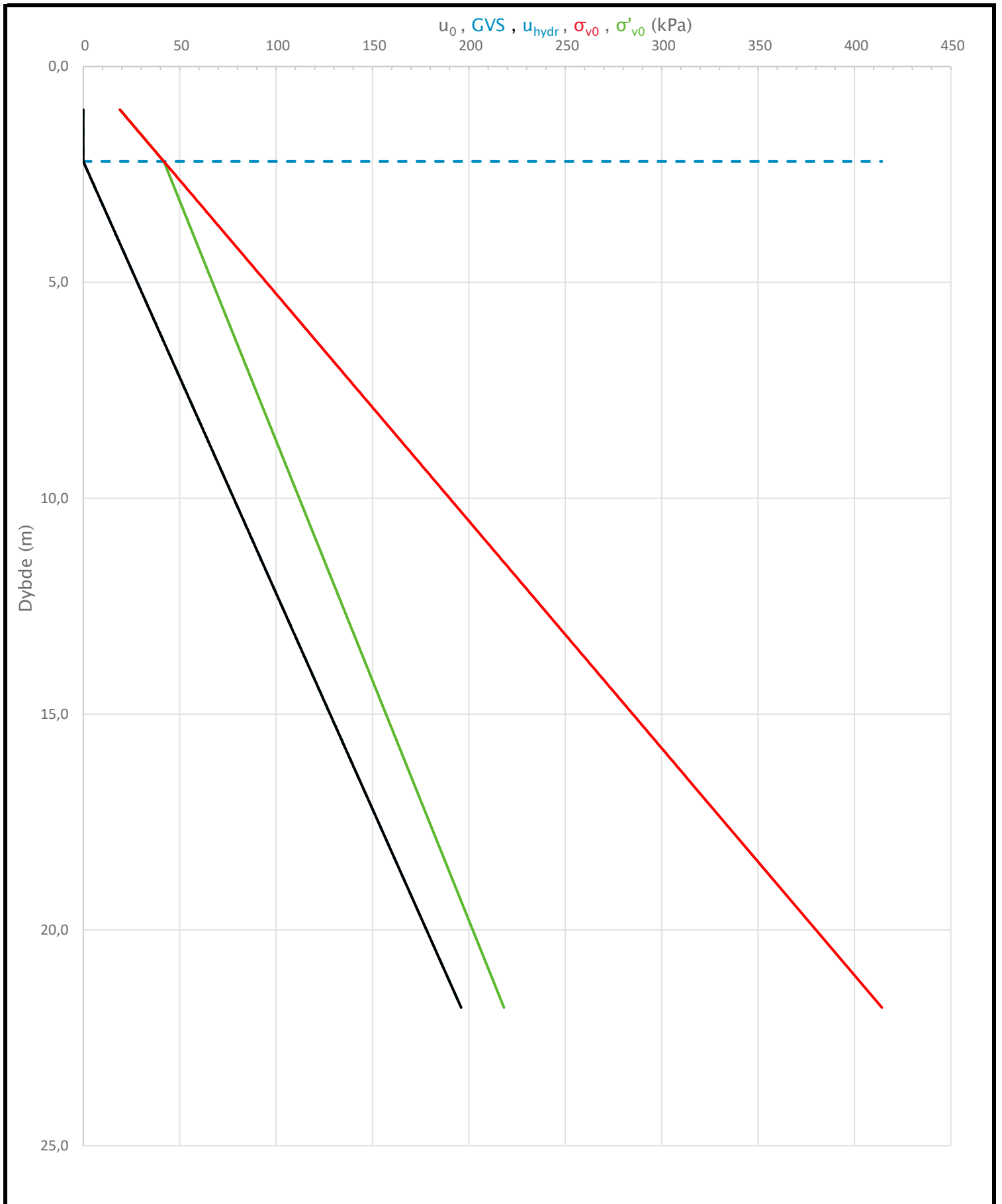



Prosjekt Coop Sentrum		Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +10,1 E23
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5213
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 11.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5

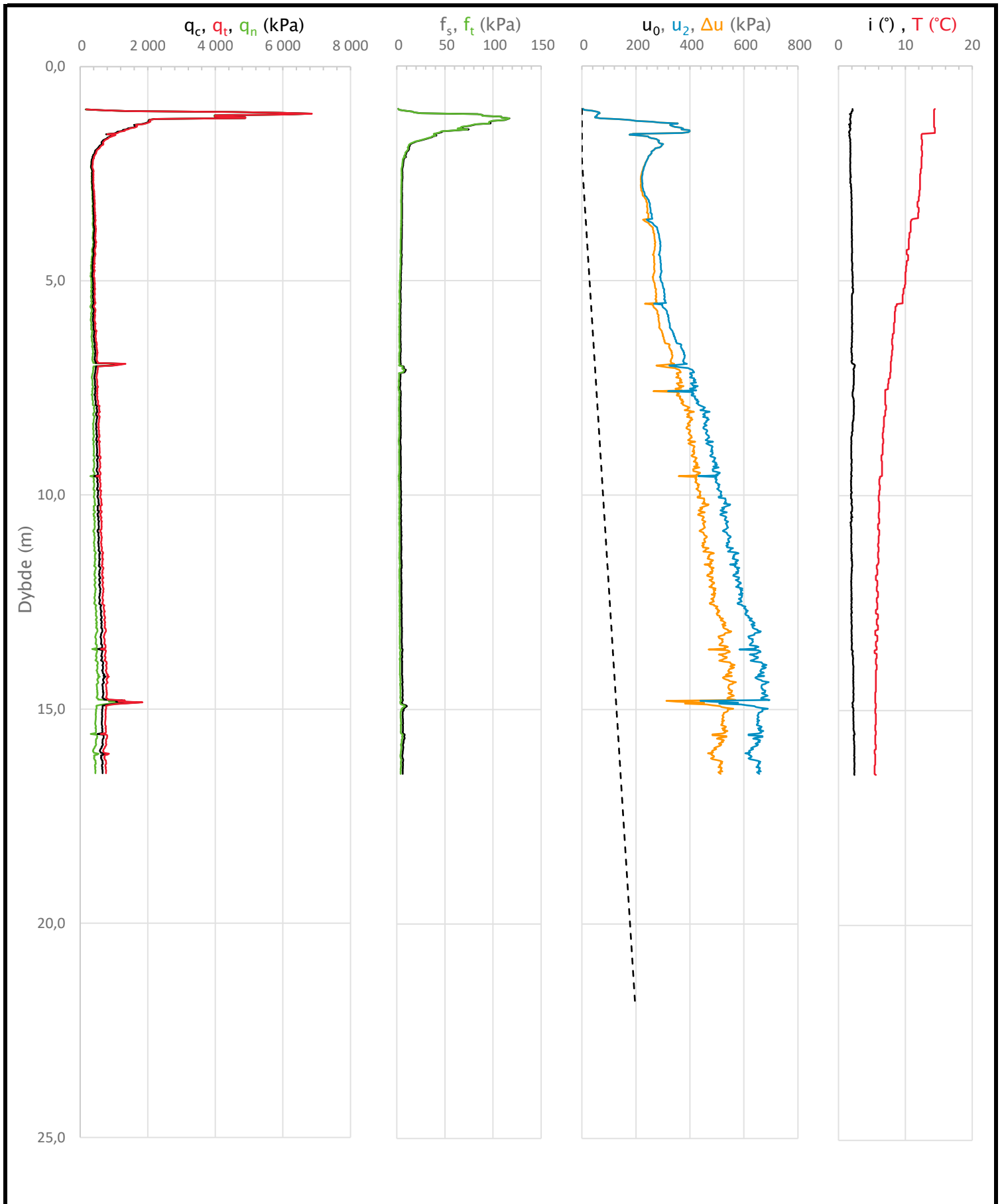



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +10,1
Coop Sentrum				E23	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG	Figur	8
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	11.08.2021	Rev. dato		

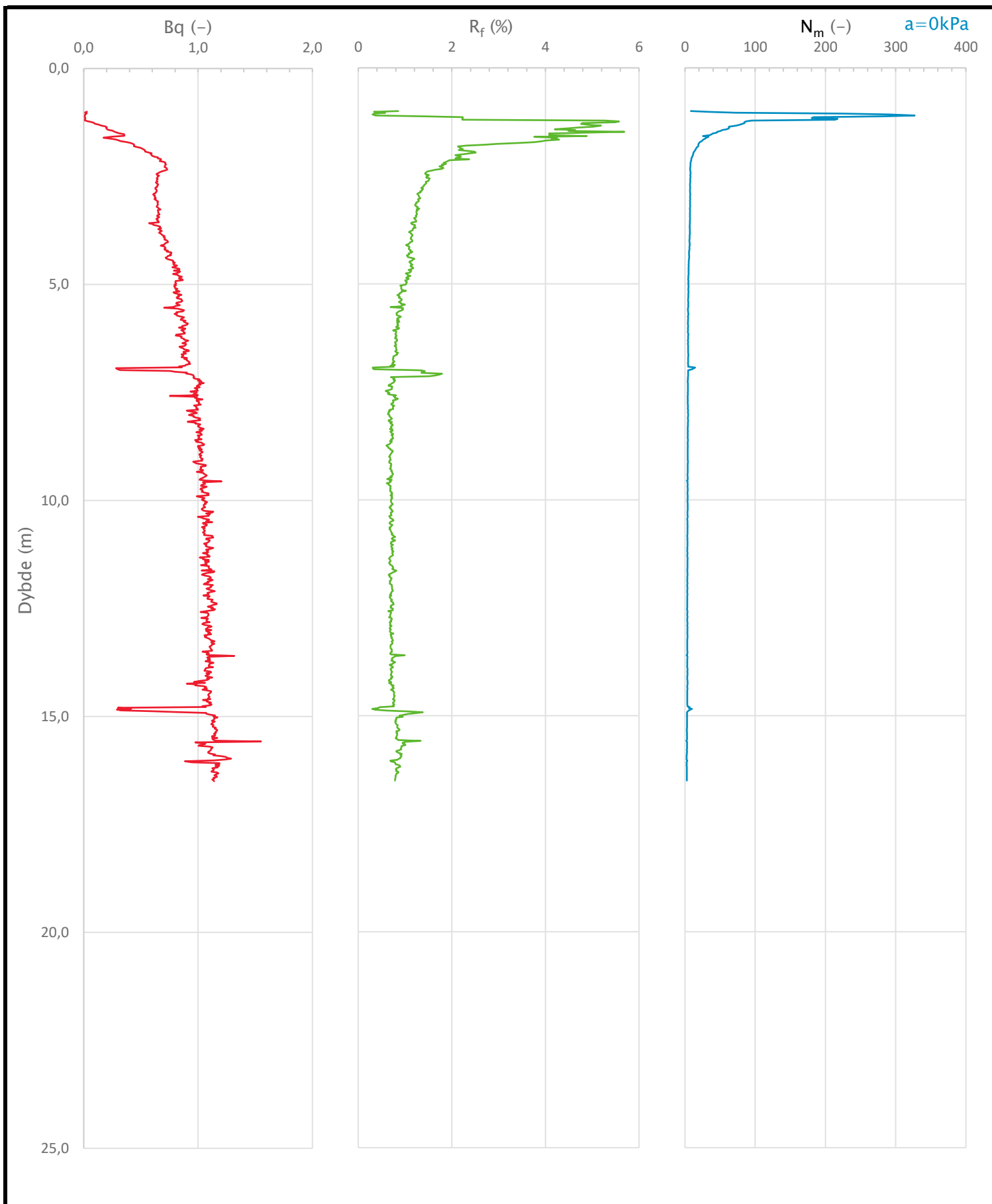
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5213		Boreleder		Sigurd	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		9	
Kalibreringsdato	14.08.2020		Maks helning (°)		2,5	
Dato sondering	12.08.2021		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1288		3797		3617	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5923		0,01		0,0211	
Arealforhold	0,8440		0,0010			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	27,824		0,682		1,876	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7665,8		128,9		255,1	
Registrert etter sondering (kPa)	-18,9		-0,6		-3,6	
Avvik under sondering (kPa)	18,9		0,6		3,6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	7,2		0,2		0,5	
Maksverdi under sondering (kPa)	6846,5		117,2		695,2	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	26,6	0,4	0,8	0,7	4,1	0,6
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +12,5	
Coop Sentrum					E24	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5213	
	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	AG		SHL		AG	
Divisjon		Dato sondering		Revisjon		Figur
Ekstern konsulent		12.08.2021		Rev. dato		1






Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +12,5
Coop Sentrum				E24	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AG	SHL	AG	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
Ekstern konsulent	12.08.2021	Rev. dato	2		



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +12,5
Coop Sentrum				E24	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	3
	Ekstern konsulent	12.08.2021	Rev. dato		



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +12,5
Coop Sentrum				E24	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AG	SHL	AG	1	
<div style="display: flex; align-items: center;">   </div>	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	12.08.2021	Rev. dato	4	

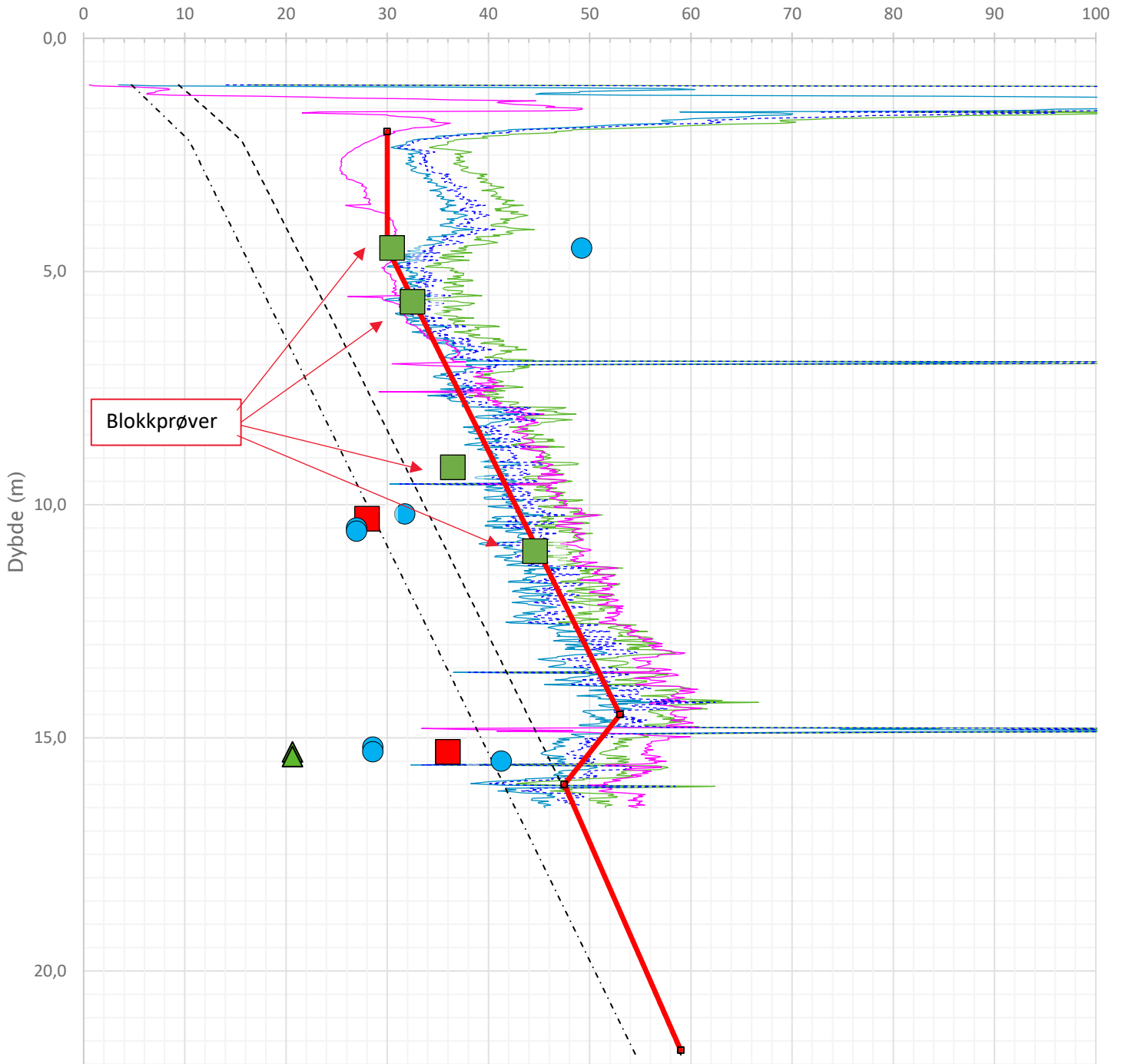
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH E24/E33: $c_uC/cucptu = 1,000$

Enaks BH E24: $c_uuc/cucptu = 0,630$

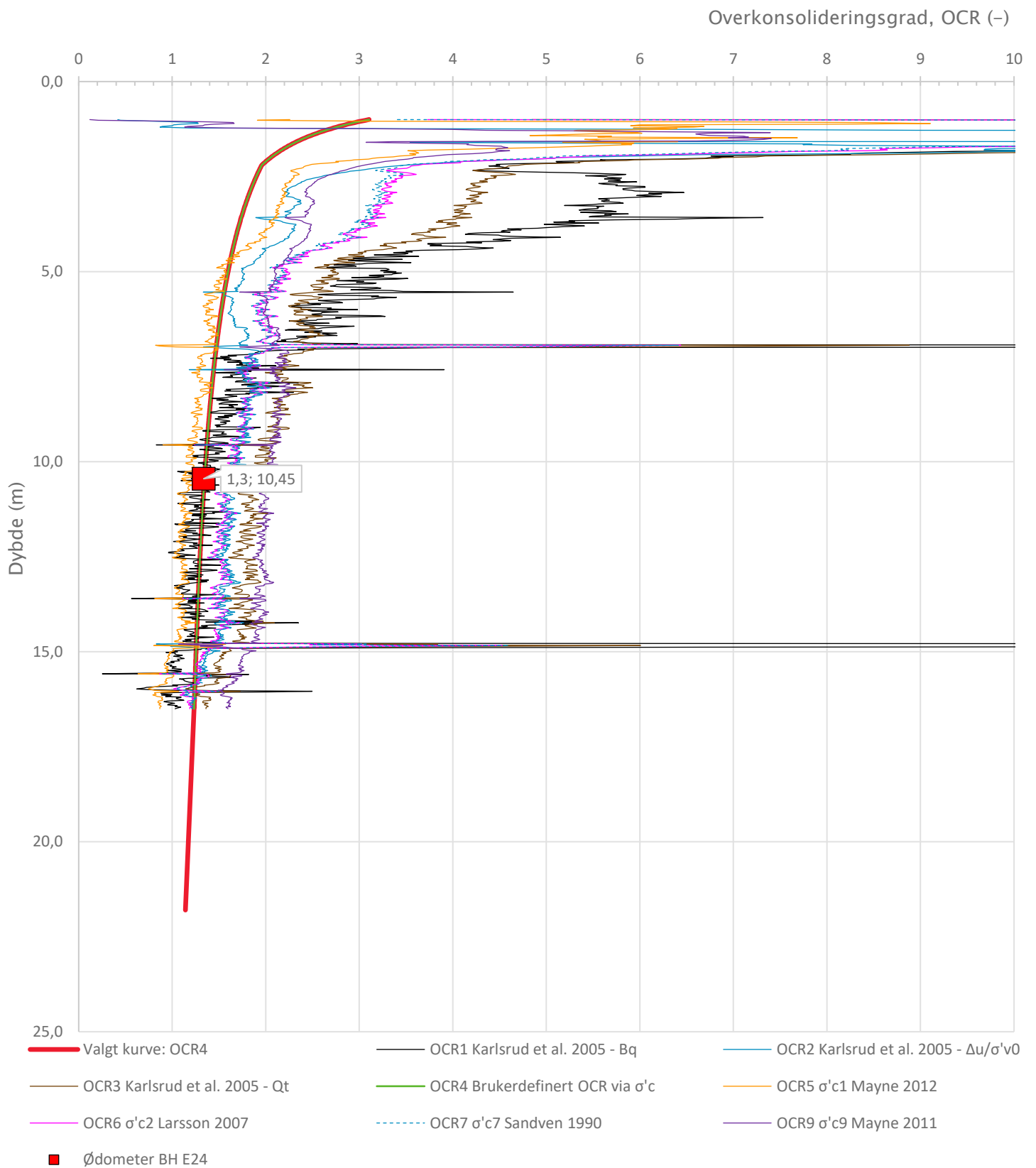
Konus BH E24: $c_uvc/cucptu = 0,630$



Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)




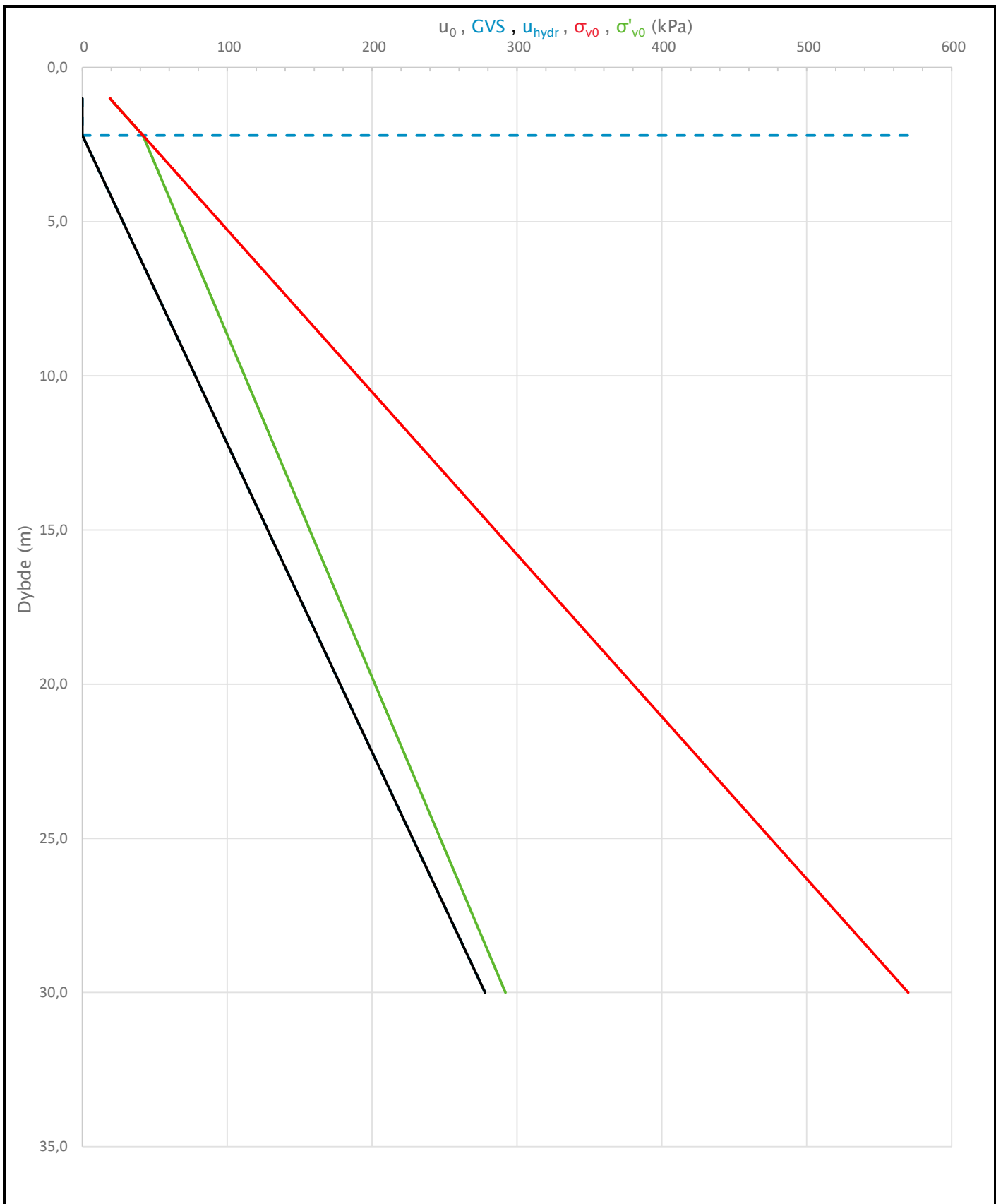
- $N\Delta u.L=1+9 \cdot Bq$
- $N\Delta u.K=[6,9/9,8]-[4/4,5] \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,07/0] \cdot lp$
- $N\Delta u = \text{Brukerdefinert}$
- - - - $c_uNC: 0,25 \cdot \sigma'v0$
- Enaks BH E24
- Anbefalt kurve
- $Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5 \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0,082/0] \cdot lp$
- - - - Larsson 2007 omregn. til cuc (leire eller gytje)
- - - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0,25$, $m=0,60$)
- Treaks BH E24/E33
- ▲ Konus BH E24

Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +12,5
Coop Sentrum				E24	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AG	SHL	AG	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	12.08.2021	Rev. dato	5	

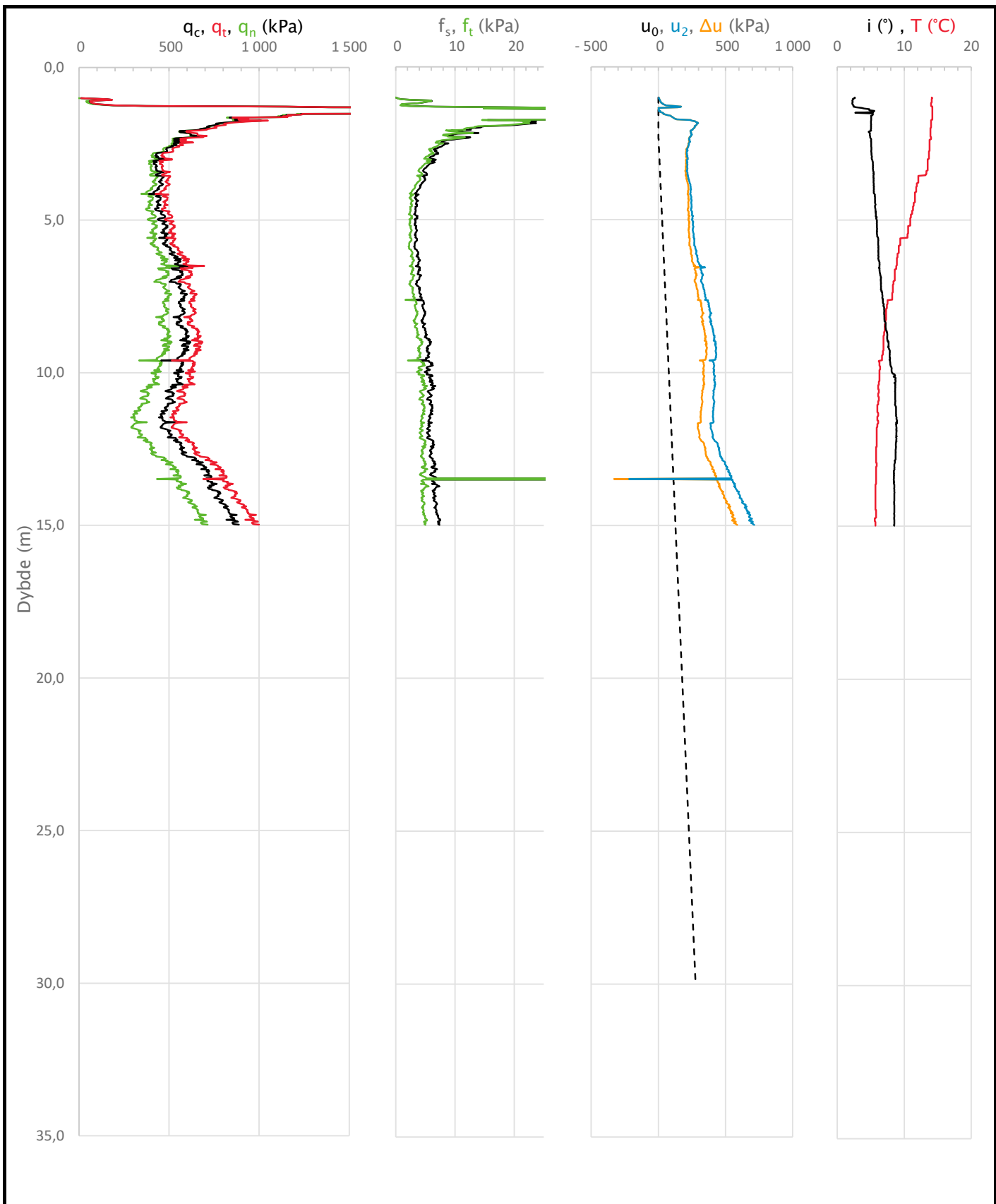


Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +12,5
Coop Sentrum				E24	
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AG	SHL	AG	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	Ekstern konsulent	12.08.2021	Rev. dato	8	

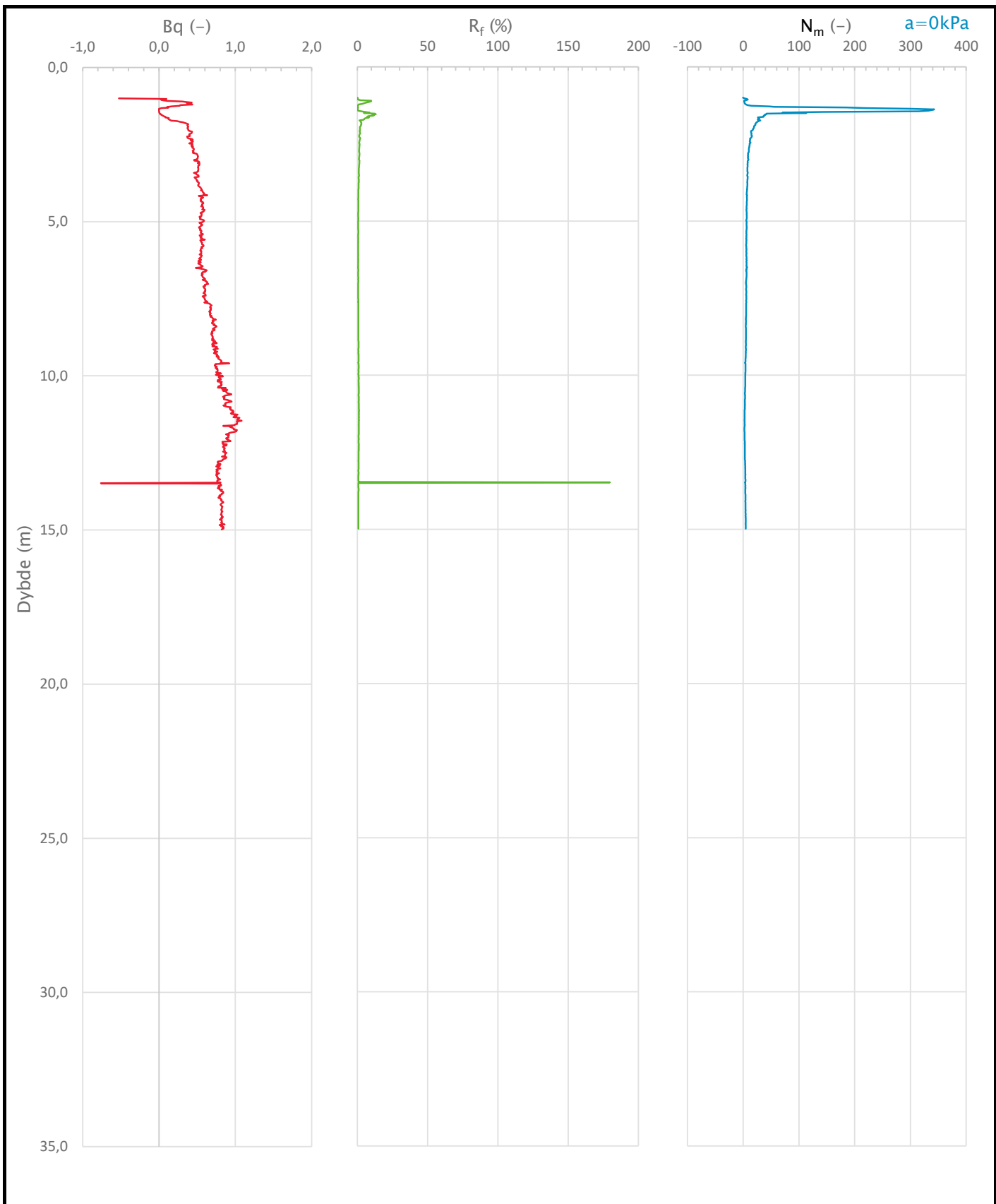
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5213		Boreleder		Sigurd	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		8,6	
Kalibreringsdato	14.08.2020		Maks helning (°)		8,9	
Dato sondering	10.08.2021		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1288		3797		3617	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5923		0,01		0,0211	
Arealforhold	0,8440		0,0010			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	27,824		0,682		1,876	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktsskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7629,1		129,9		253,1	
Registrert etter sondering (kPa)	-28,4		0,3		-0,4	
Avvik under sondering (kPa)	28,4		0,3		0,4	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	6,8		0,2		0,5	
Maksverdi under sondering (kPa)	9010,9		1238,5		714,6	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	35,8	0,4	0,5	0,0	0,9	0,1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	Ikke OK		OK		OK	
Kommentarer: Sidefriksjon målt over i kun én lesningsintervall						
Prosjekt Coop Sentrum			Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +8,5 E25	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5213	
	Utført AG		Kontrollert SHL		Godkjent AG	
	Divisjon Ekstern konsulent		Dato sondering 10.08.2021		Anvend.klasse 1	
					Figur 1	




Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +8,5
Coop Sentrum				E25	
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	2
	Ekstern konsulent	10.08.2021	Rev. dato		



Prosjekt Coop Sentrum		Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +8,5 E25
Innhold Måledata og korrigerede måleverdier				Sondennummer 5213
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 10.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 3



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +8,5
Coop Sentrum				E25	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG	Figur	4
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	10.08.2021	Rev. dato		

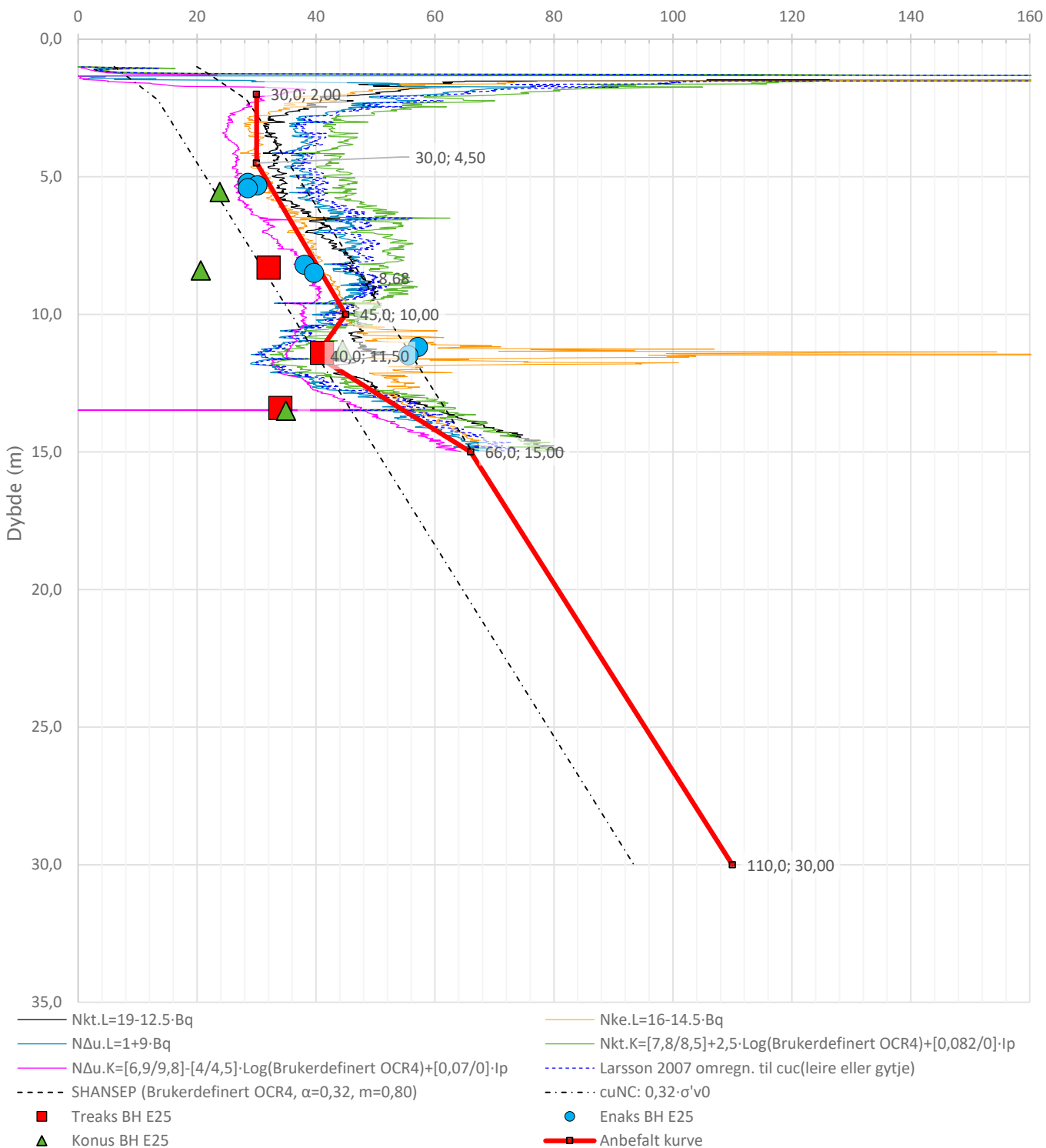
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH E25: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

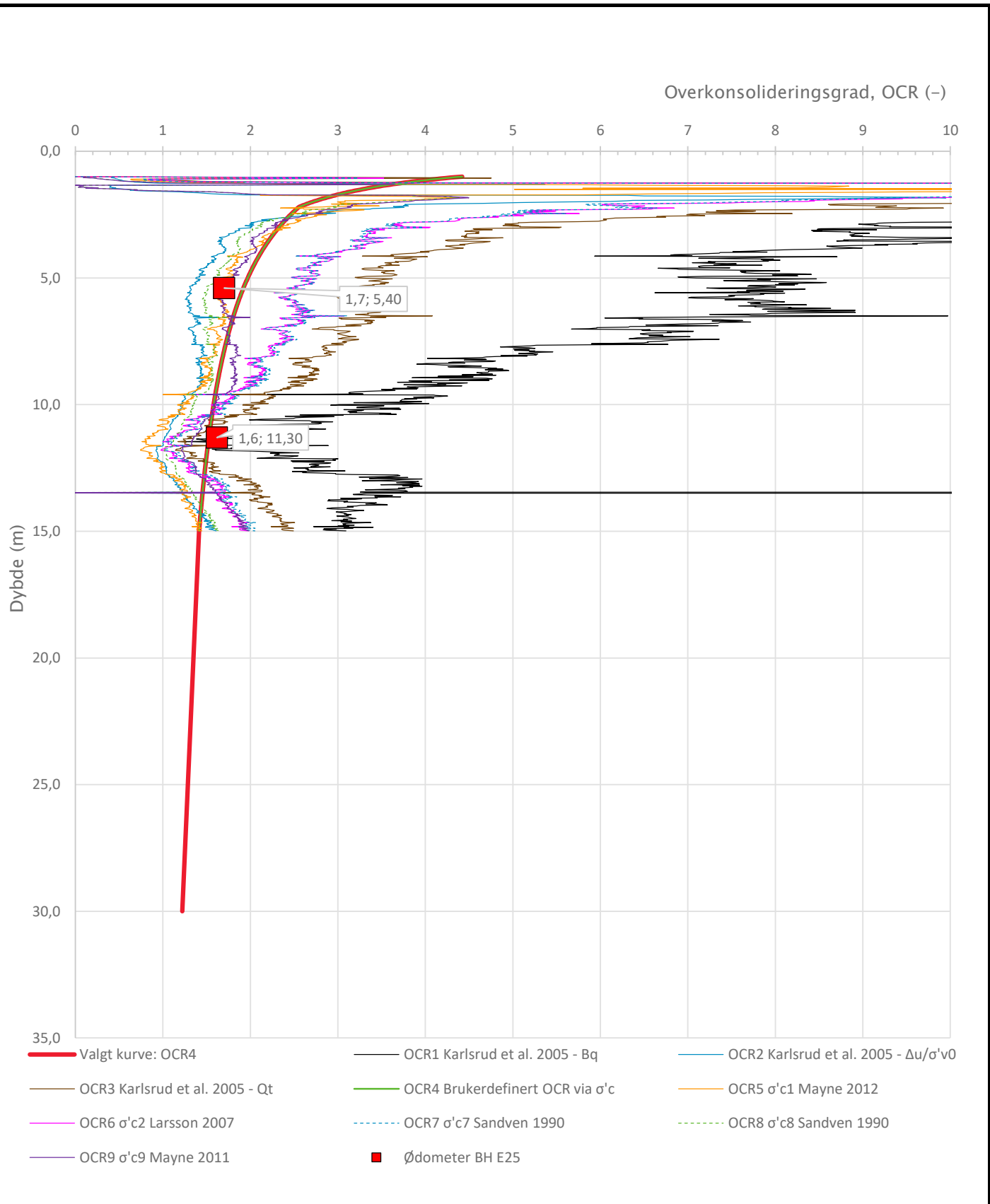
Enaks BH E25: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH E25: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$


Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

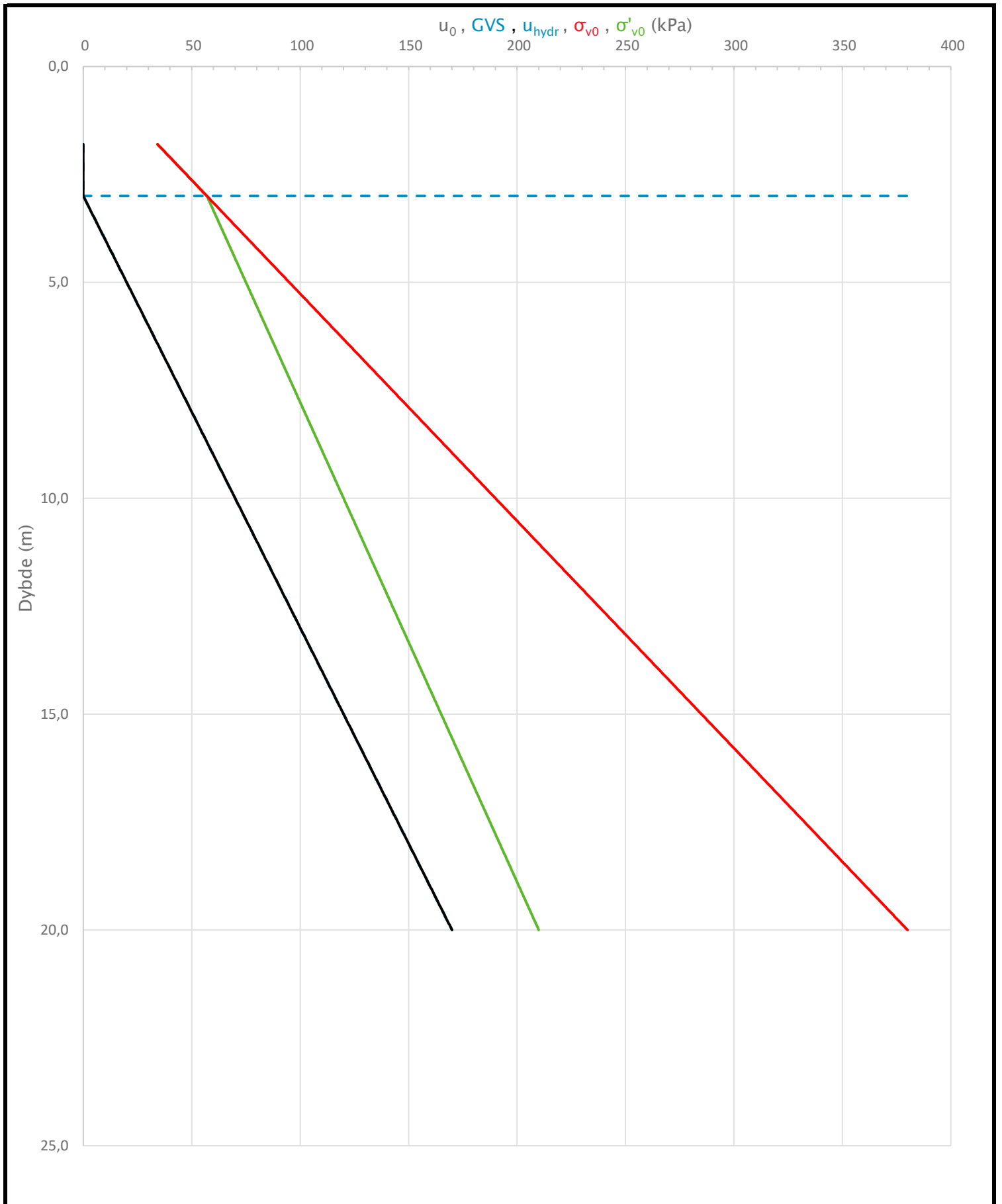


Prosjekt Coop Sentrum		Prosjektnummer: 21200		Borhull Kote +8,5 E25
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 5213
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 10.08.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5

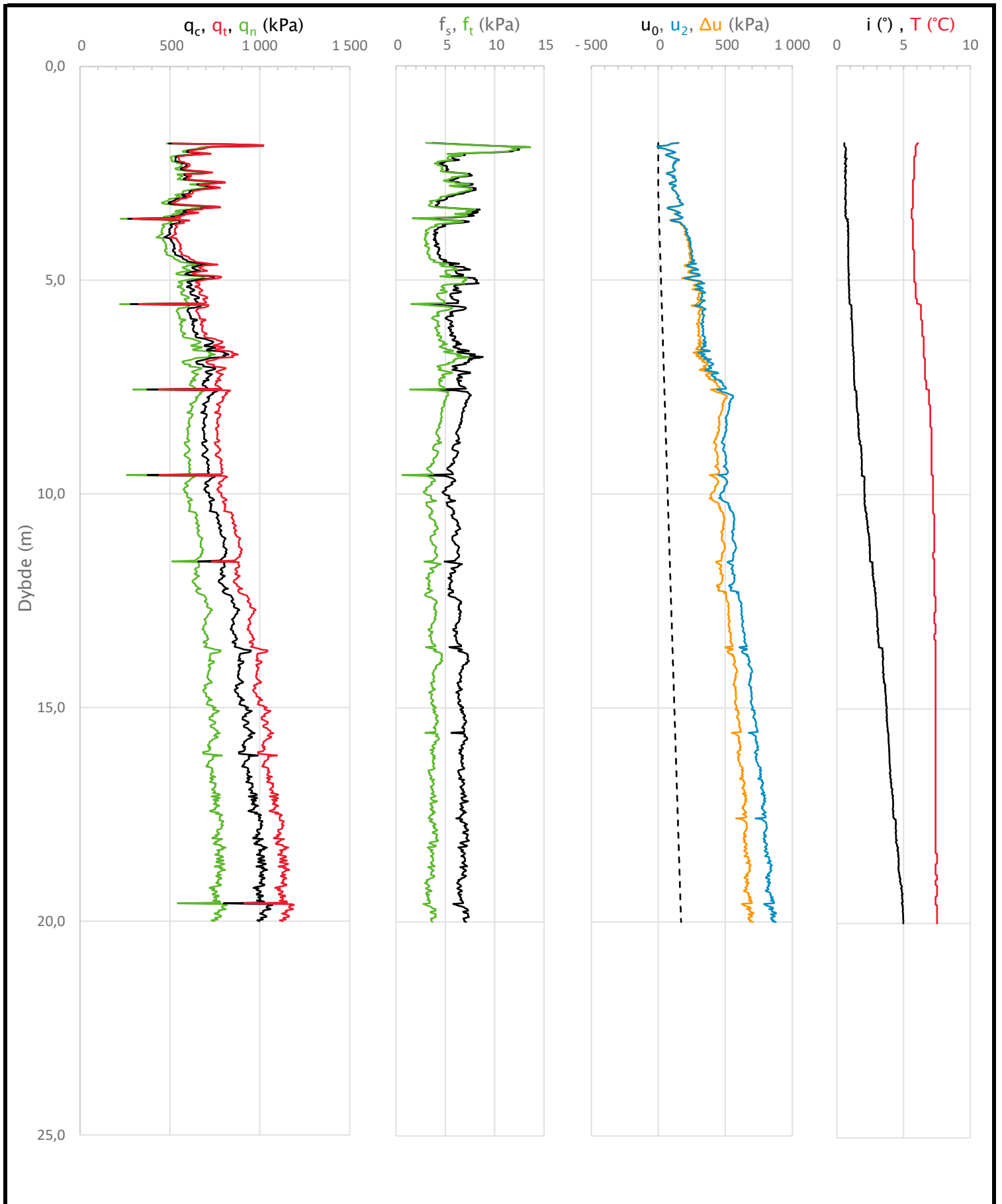



Prosjekt		Prosjektnummer: 21200		Borhull	Kote +8,5
Coop Sentrum				E25	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				5213	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AG	SHL	AG	Figur	8
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		
	Ekstern konsulent	10.08.2021	Rev. dato		

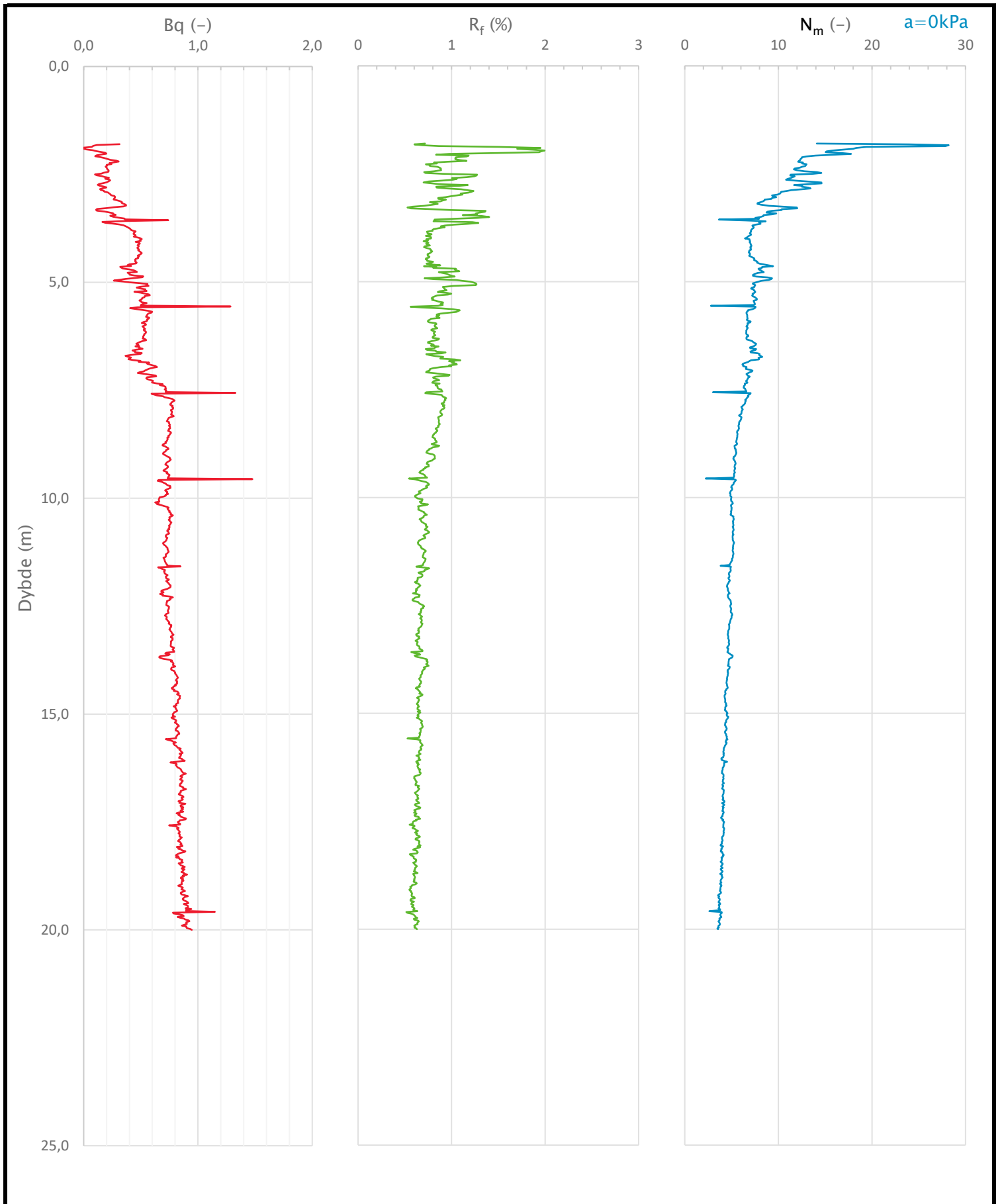
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5770		Boreleder		Jomar	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		1,9	
Kalibreringsdato	11.01.2024		Maks helning (°)		5,0	
Dato sondering	06.02.2024		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1301		3926		3624	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5864		0,0097		0,0211	
Arealforhold	0,8530		0,0020			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,099		0,203		2,188	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7181,9		120,5		250,7	
Registrert etter sondering (kPa)	26,4		-0,9		-0,1	
Avvik under sondering (kPa)	26,4		0,9		0,1	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,1		0,0		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	1070,8		13,6		878,9	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	28,1	2,6	0,9	6,8	0,2	0,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Hell Sentrum			Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03			Borhull E31
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5770	
ERA Geo 	Utført AG		Kontrollert SHL		Godkjent AG	
	Divisjon Ekstern konsulent		Dato sondering 06.02.2024		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse	1
					Figur	1




Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E31
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondennummer 5770
ERA Geo 	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 06.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 2

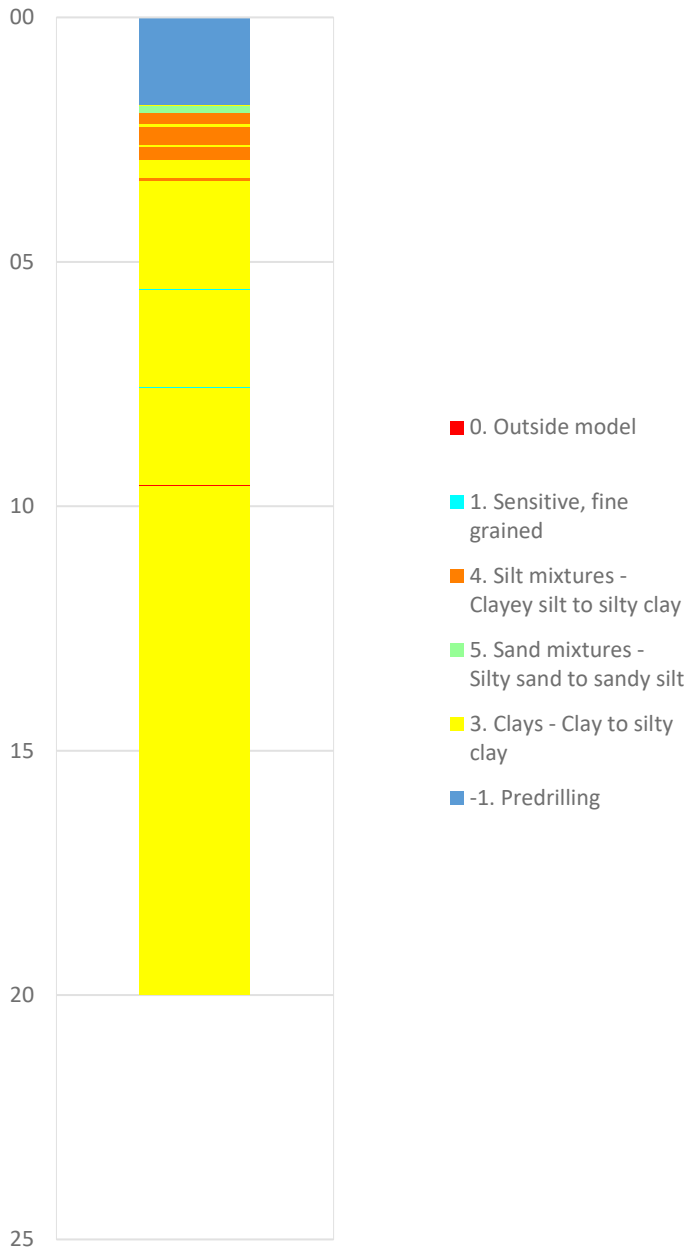


Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E31
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5770
ERA Geo 	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 06.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 3



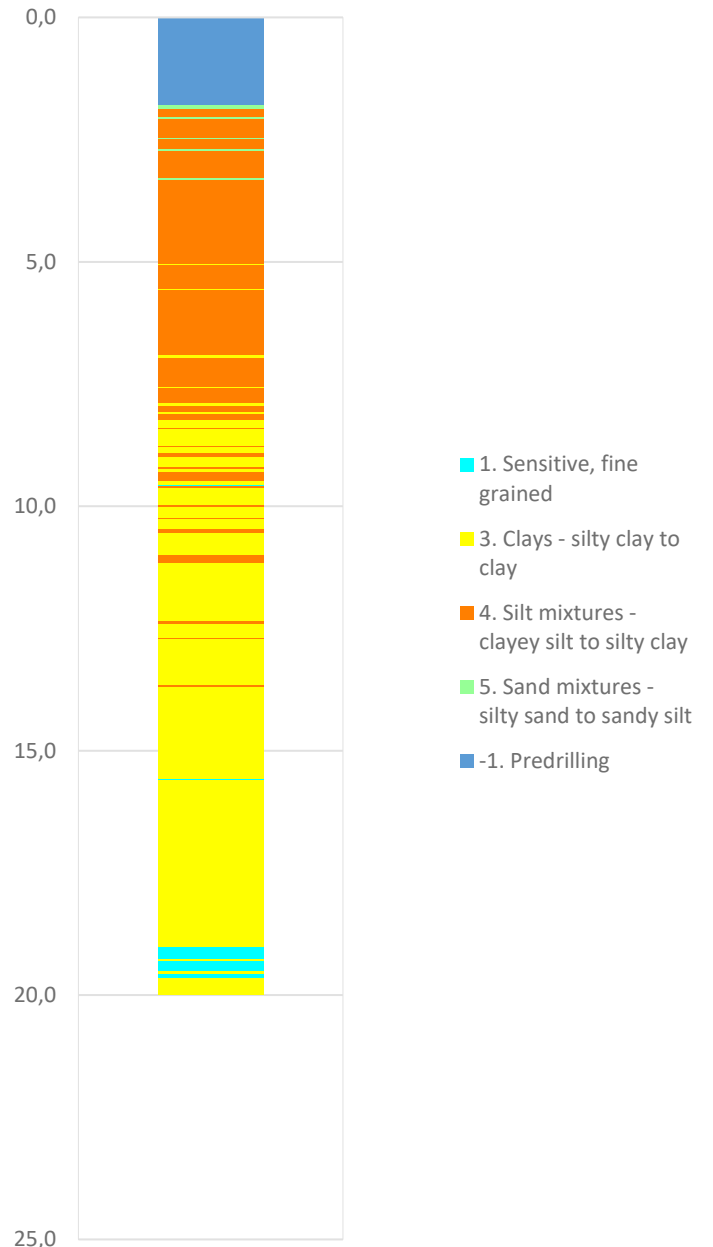
Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E31
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 5770
ERA Geo 	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 06.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 4

Robertson 1990 (Bq-Qt)

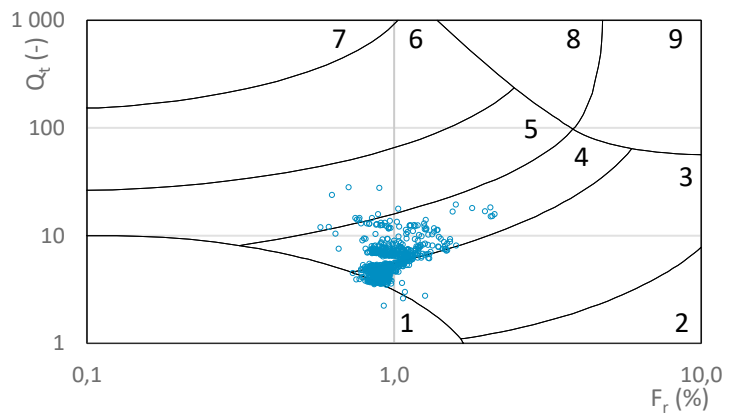
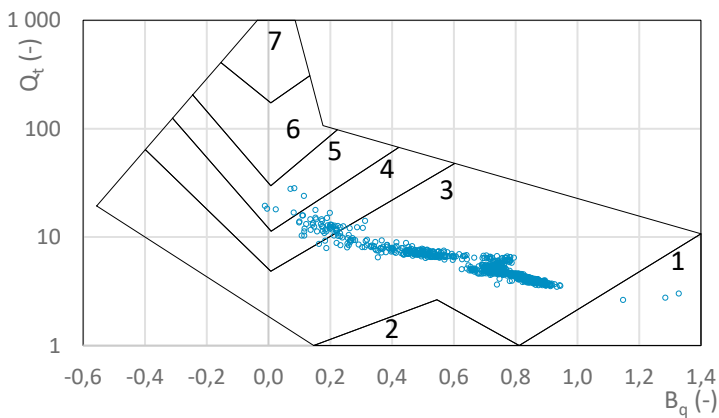


- 0. Outside model
- 1. Sensitive, fine grained
- 4. Silt mixtures - Clayey silt to silty clay
- 5. Sand mixtures - Silty sand to sandy silt
- 3. Clays - Clay to silty clay
- -1. Predrilling

Robertson 1990 (Fr-Qt)

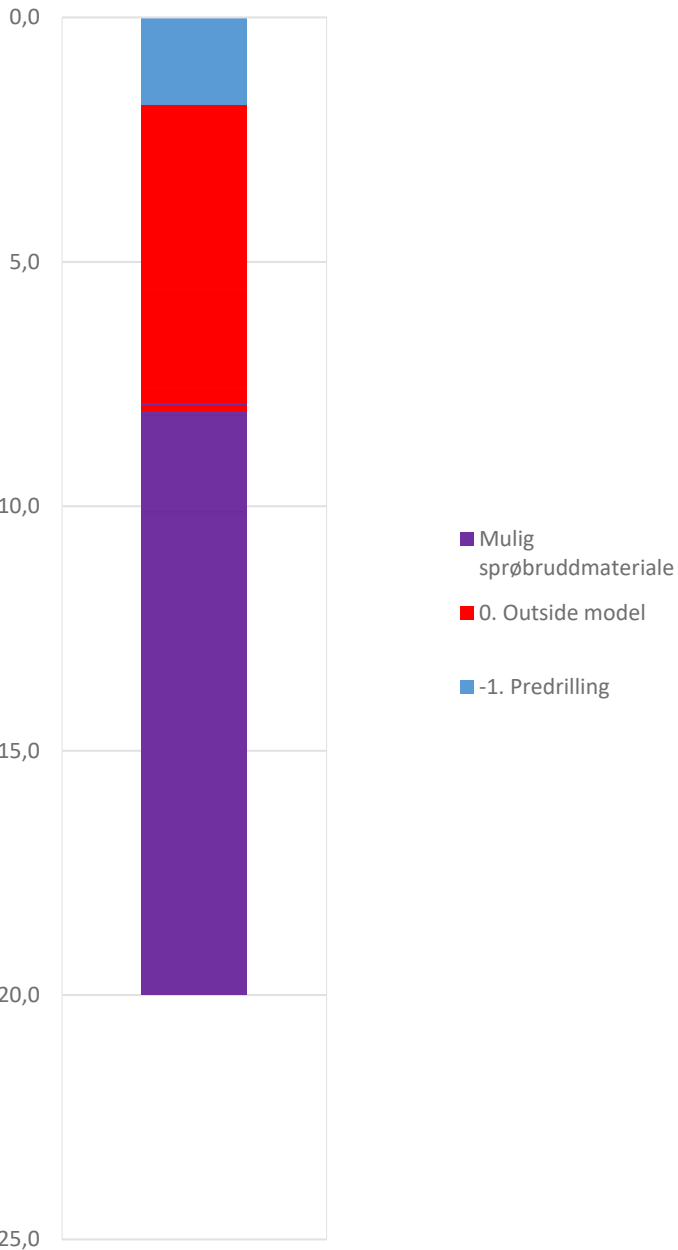


- 1. Sensitive, fine grained
- 3. Clays - silty clay to clay
- 4. Silt mixtures - clayey silt to silty clay
- 5. Sand mixtures - silty sand to sandy silt
- -1. Predrilling

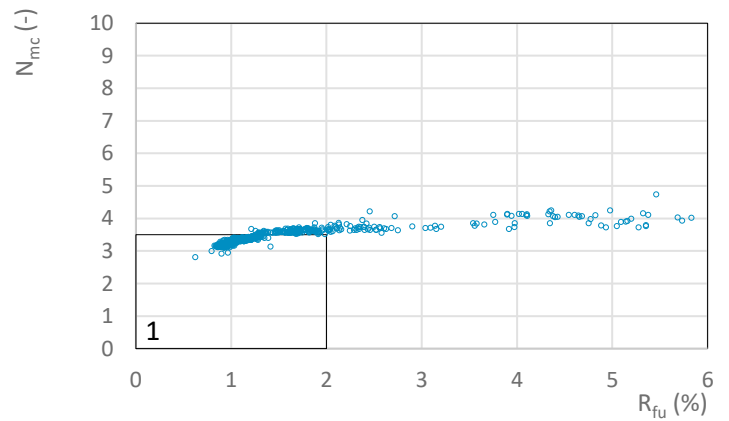
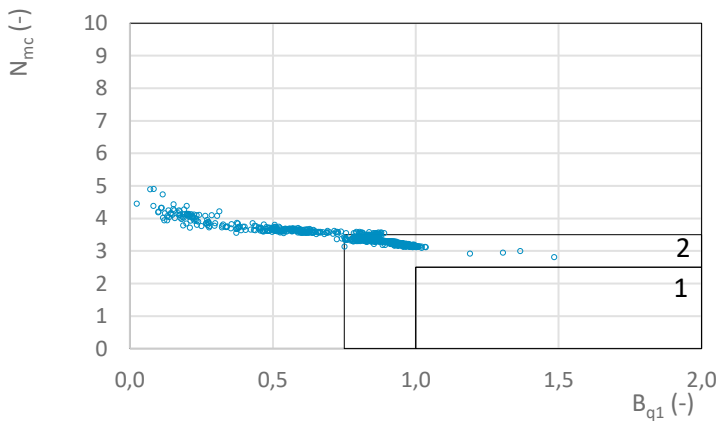
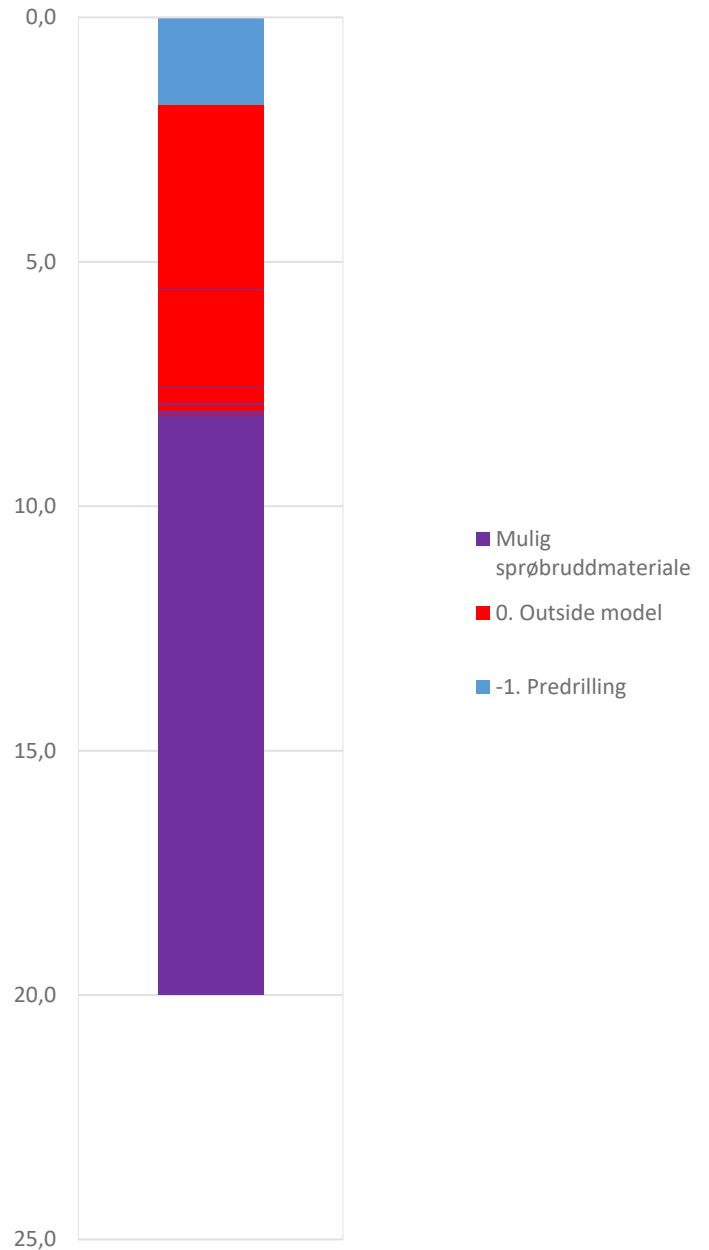


Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E31
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				Sondennummer 5770
ERA Geo	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 06.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 16


NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

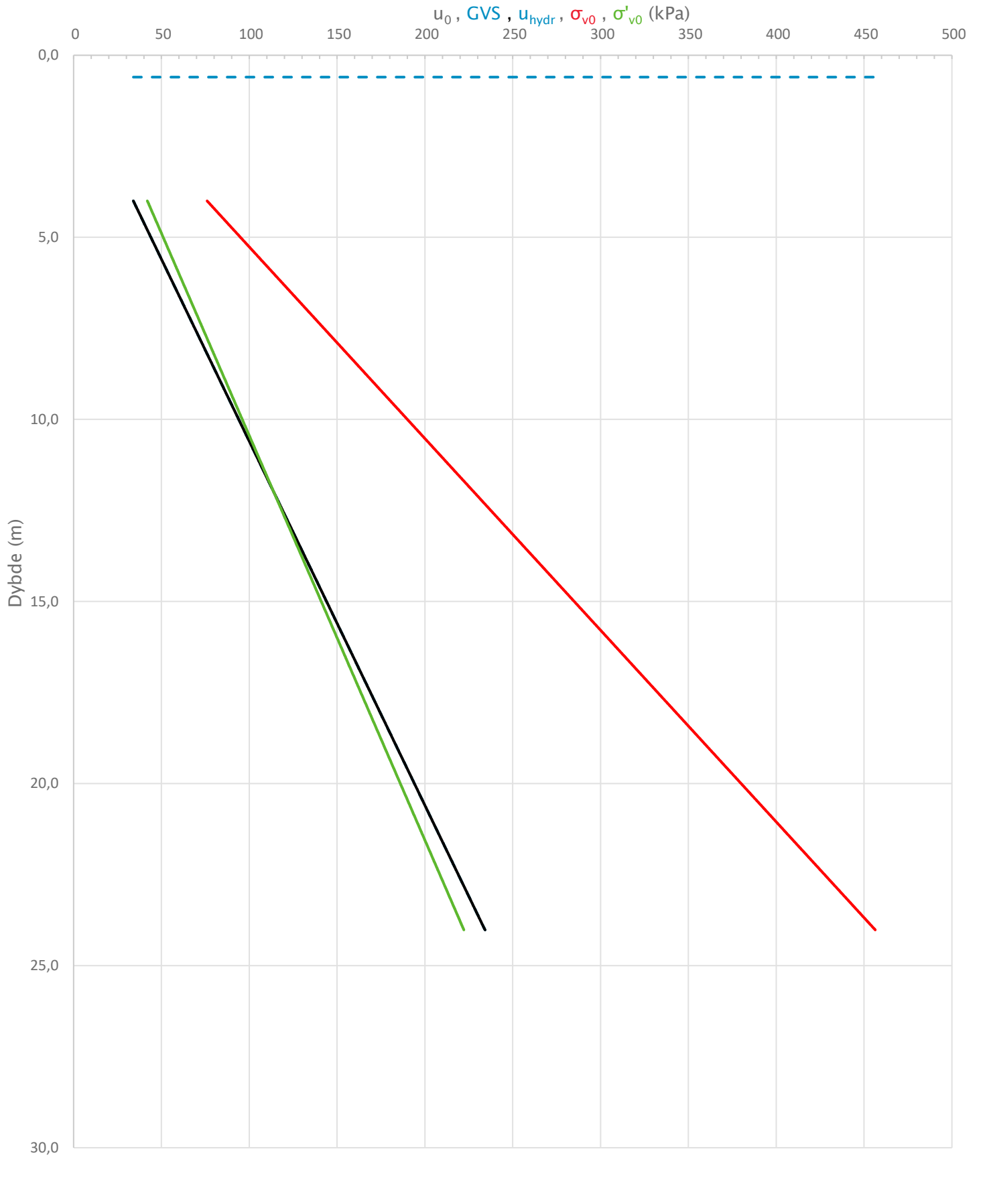


NIFS 2015 (Rfu-Nmc)

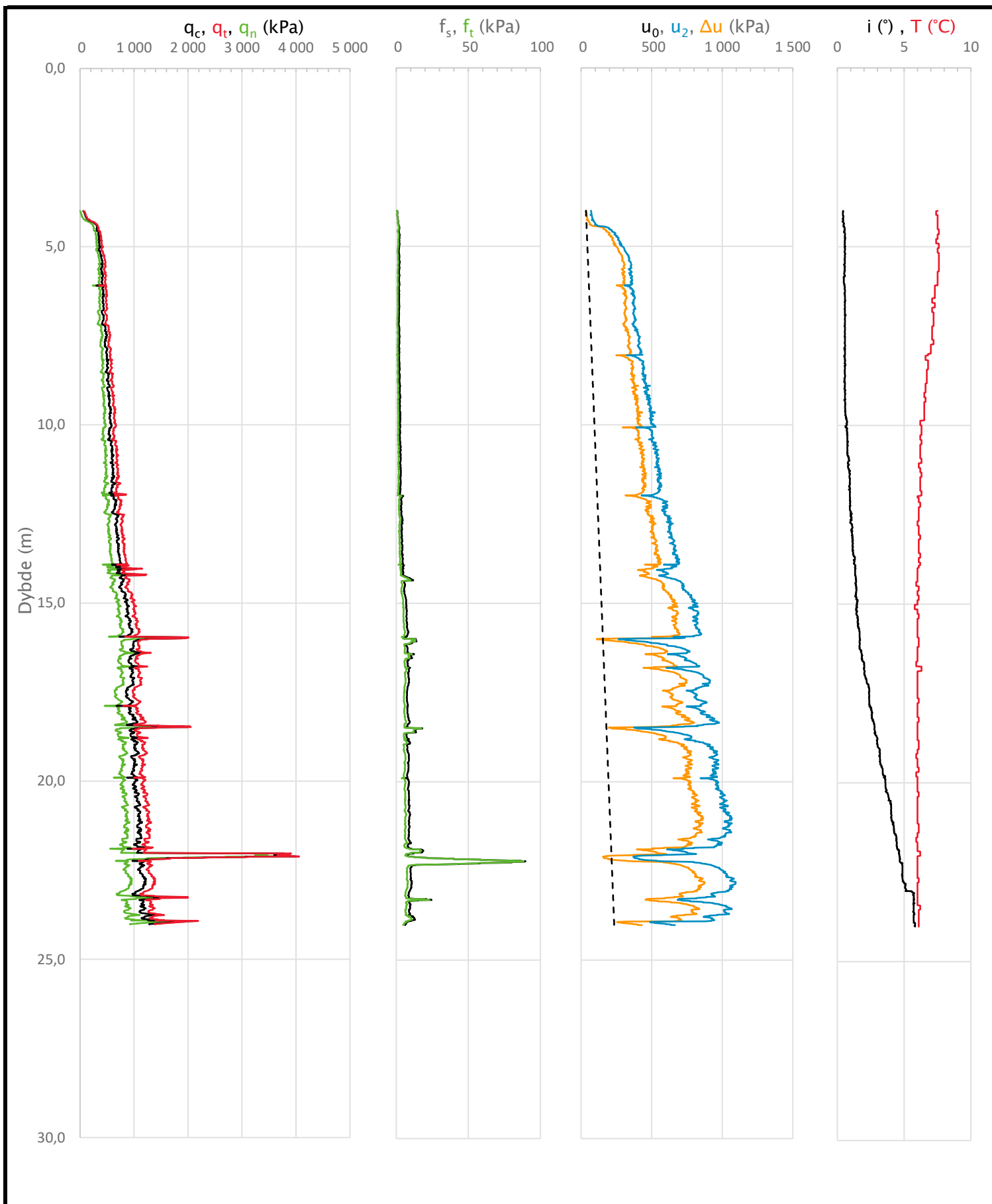



Prosjekt Hell Sentrum			Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E31
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondenummer 5770		
ERA Geo	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 06.02.2024	Revisjon Rev. dato		Figur 21

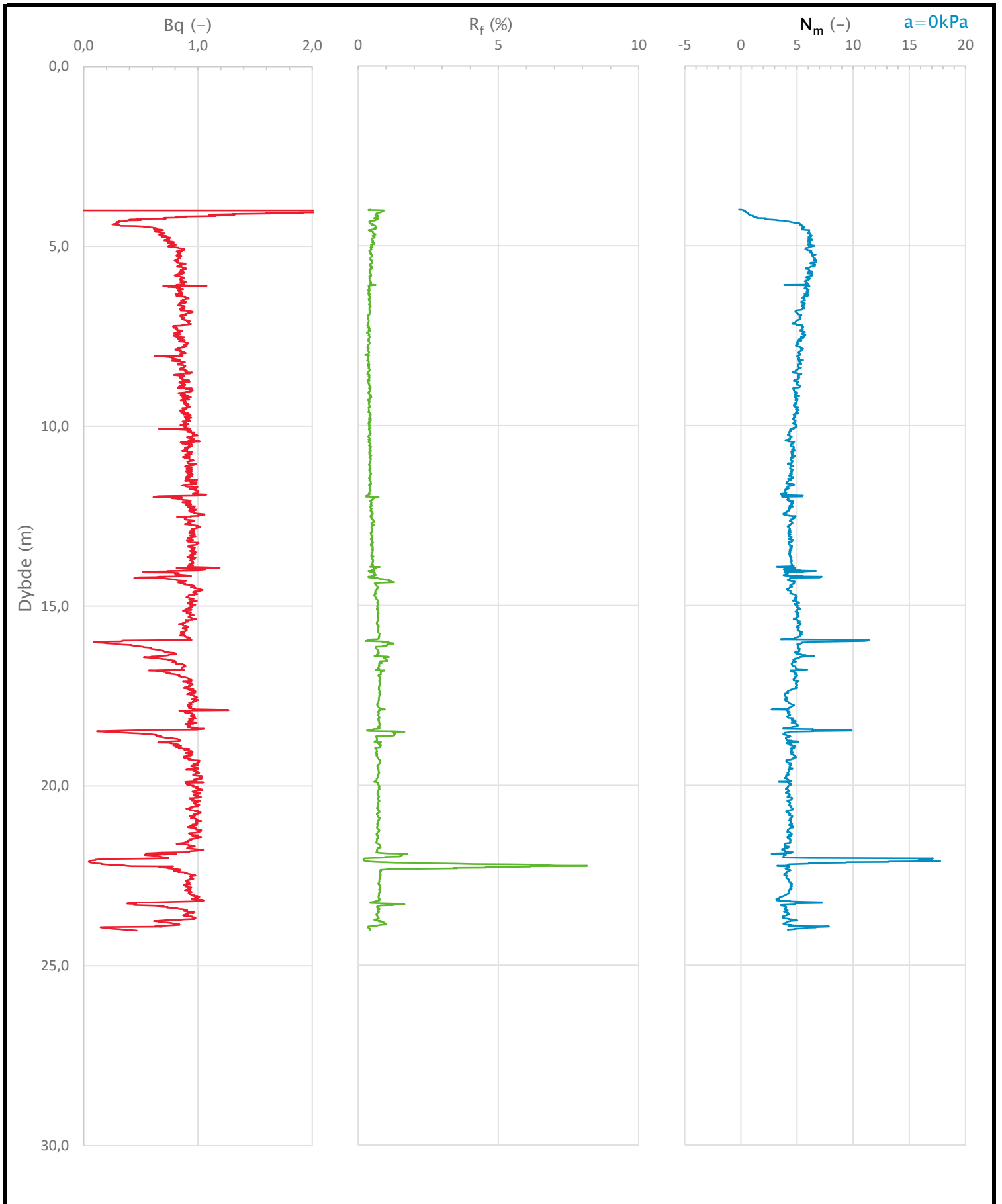
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5613		Boreleder	wd		
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)	1,8		
Kalibreringsdato	20.04.2023		Maks helning (°)	5,8		
Dato sondering	05.10.2023		Maks avstand målinger (m)	0,01		
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1286		3594		3440	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5933		0,0106		0,0222	
Arealforhold	0,8410		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	18,973		0,551		3,324	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7149,5		139,2		267,0	
Registrert etter sondering (kPa)	39,7		-2,7		-1,9	
Avvik under sondering (kPa)	39,7		2,7		1,9	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,9		0,0		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	4001,0		89,7		1097,0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	41,1	1,0	2,7	3,0	2,1	0,2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Hell Sentrum			Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull Kote +3,7 E32	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5613	
	Utført AG		Kontrollert SHL		Godkjent AG	
	Divisjon Utbygging		Dato sondering 05.10.2023		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse 1	
					Figur 1	




Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E32	Kote +3,7
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer 5613	
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG		Anvend.klasse 1
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 05.10.2023	Revisjon Rev. dato		Figur 3



Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E32	Kote +3,7
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5613	
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 05.10.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 2	



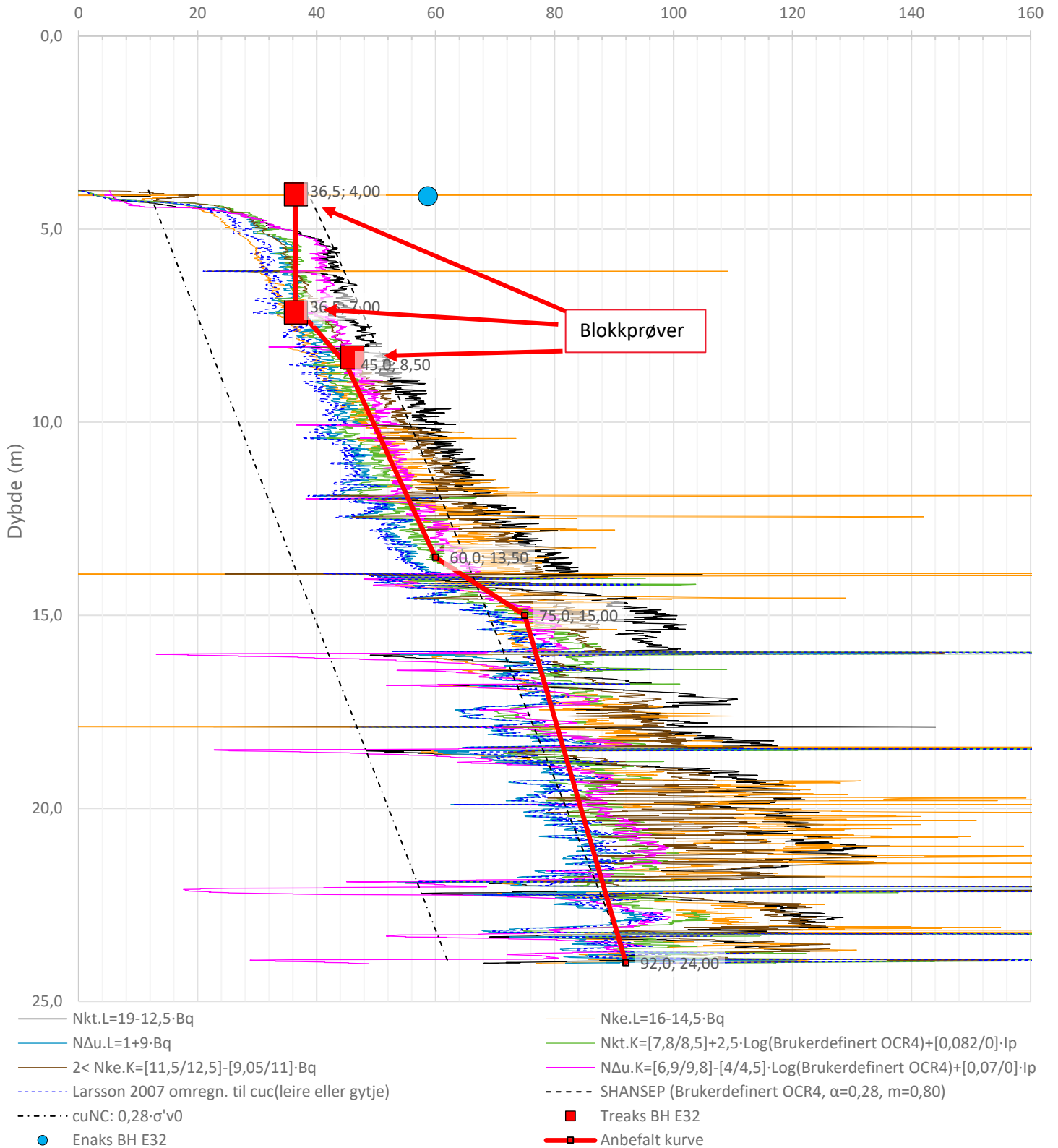
Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E32	Kote +3,7
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 5613	
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 05.10.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 4	


Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH E32: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

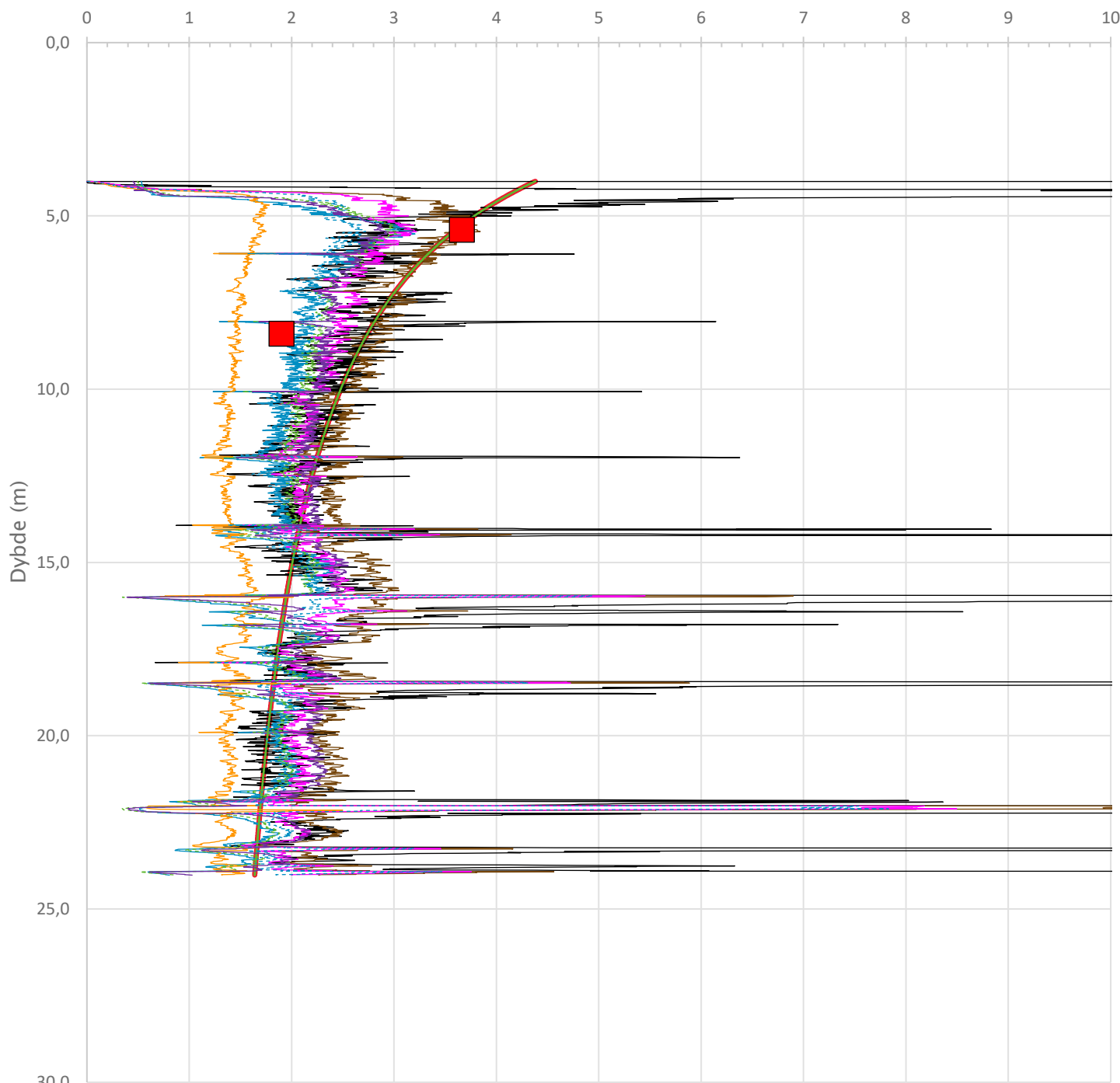
Enaks BH E32: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)





Prosjekt Hell Sentrum	Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull Kote +3,7 E32
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondennummer 5613
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 05.10.2023	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 5

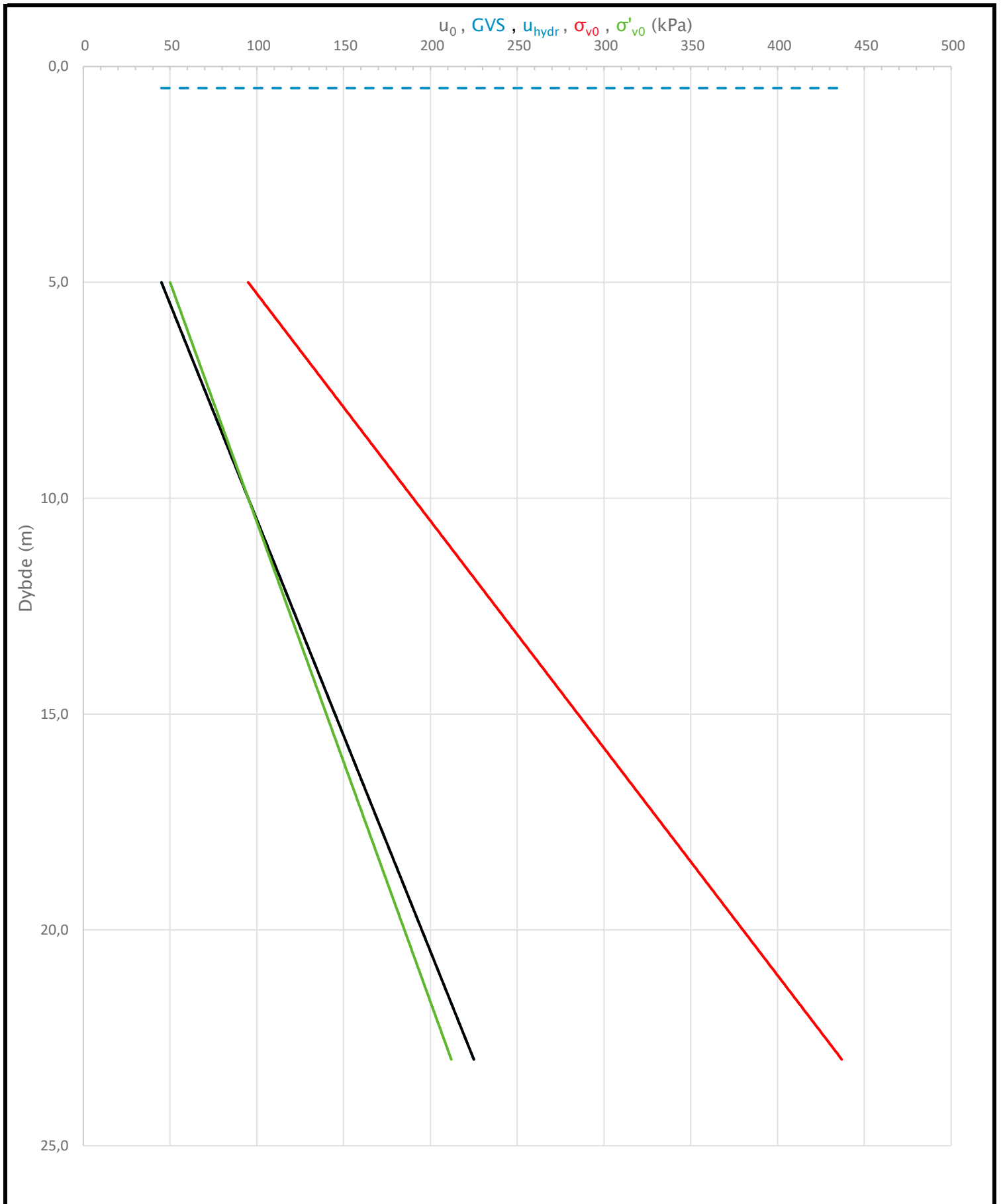
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



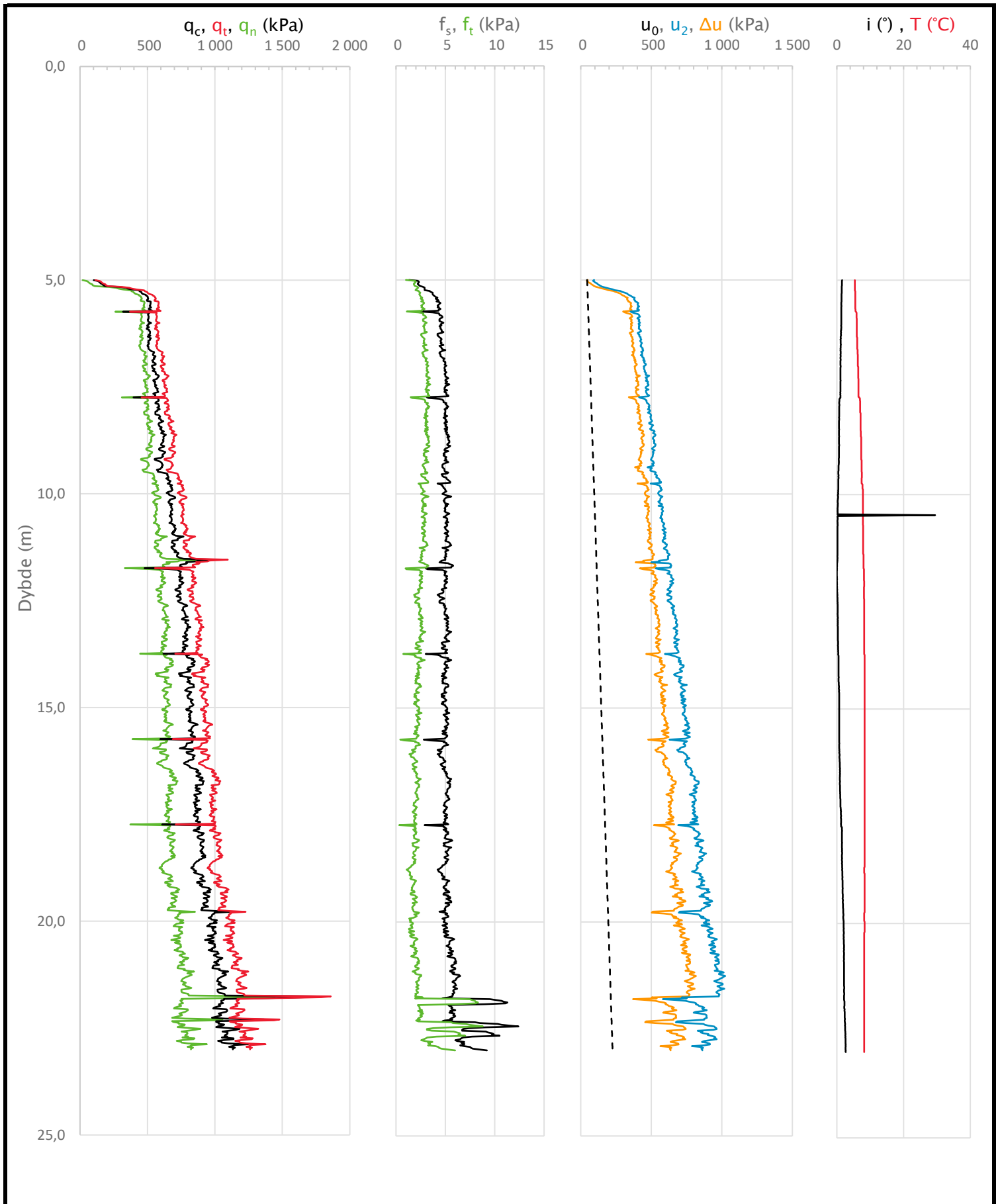
- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH E32

Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E32	Kote +3,7
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondennummer 5613	
	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1	
	Divisjon Utbygging	Dato sondering 05.10.2023	Revisjon Rev. dato	Figur 8	

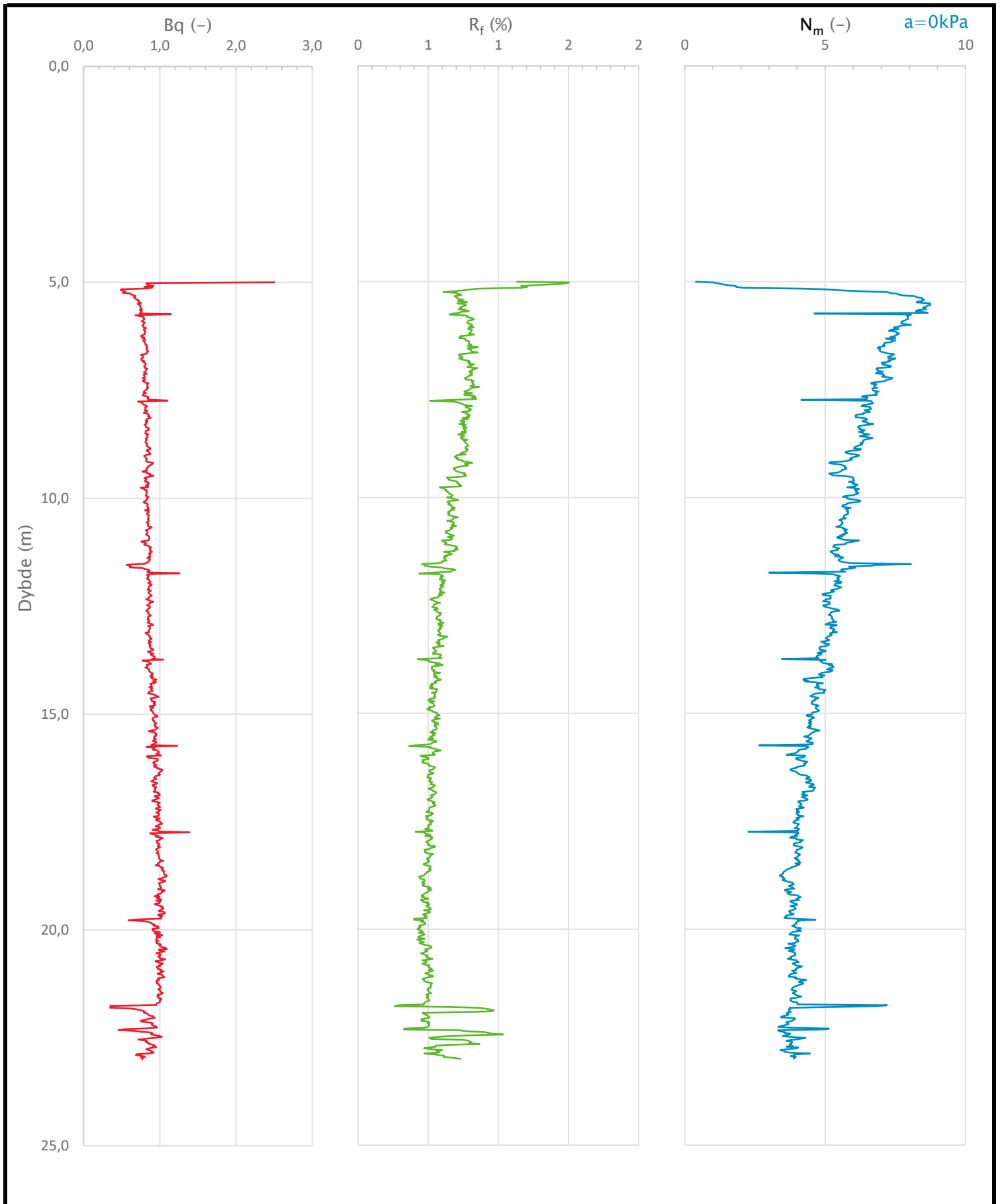
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5770		Boreleder		Jomar	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		2,9	
Kalibreringsdato	11.01.2024		Maks helning (°)		29,5	
Dato sondering	07.02.2024		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1301		3926		3624	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5864		0,0097		0,0211	
Arealforhold	0,8530		0,0020			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,099		0,203		2,188	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7194,8		120,6		250,9	
Registrert etter sondering (kPa)	40,5		-1,2		0,7	
Avvik under sondering (kPa)	40,5		1,2		0,7	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,7		0,0		0,2	
Maksverdi under sondering (kPa)	1753,6		12,4		1024,5	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	42,8	2,4	1,2	9,9	0,9	0,1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		Ikke OK	
Temperatur						
OK						
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 23119		Rapportnummer: RIG03	
Hell Sentrum					E42	
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5770	
ERA Geo 	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	HF		AG		AG	
Divisjon		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Ekstern konsulent		07.02.2024		Rev. dato		
						Figur
						1
						1




Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E42
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondennummer 5770
ERA Geo 	Utført HF	Kontrollert AG	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 07.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 2

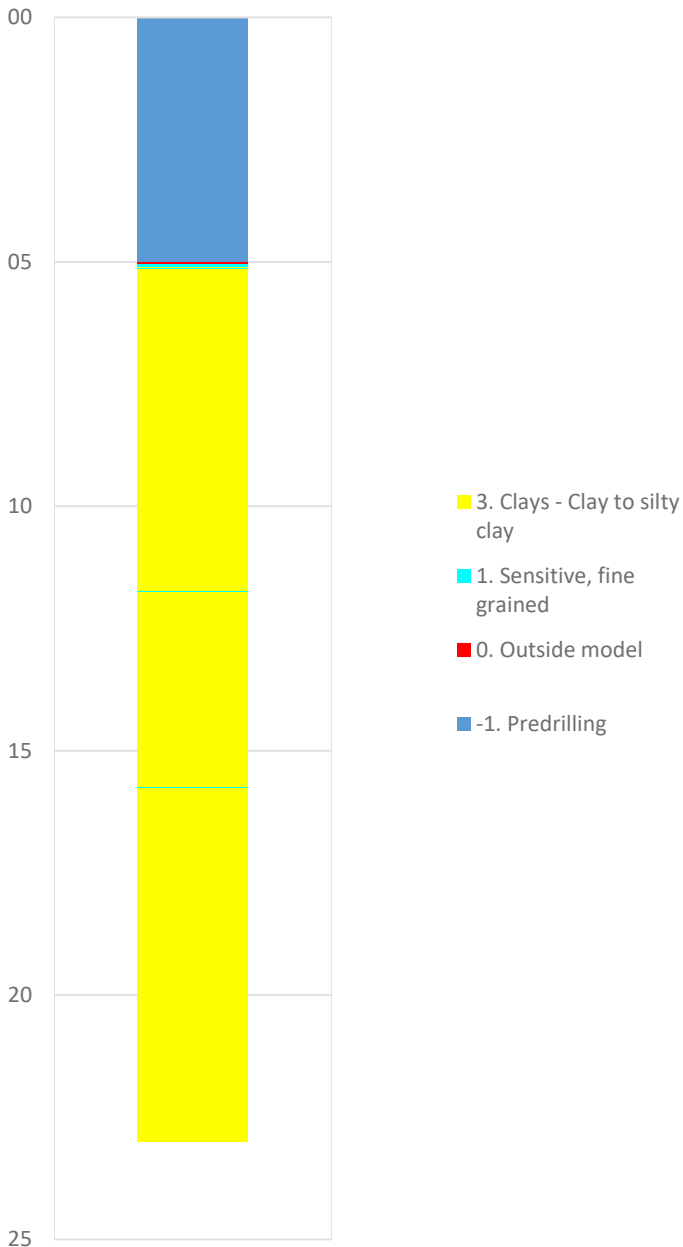


Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E42
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5770
ERA Geo	Utført HF	Kontrollert AG	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 07.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 3

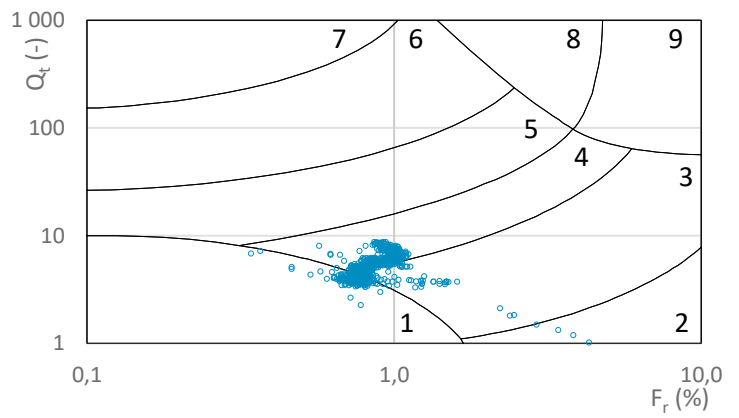
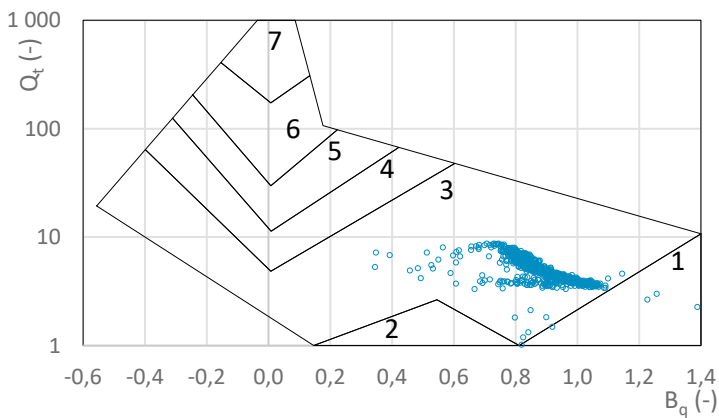
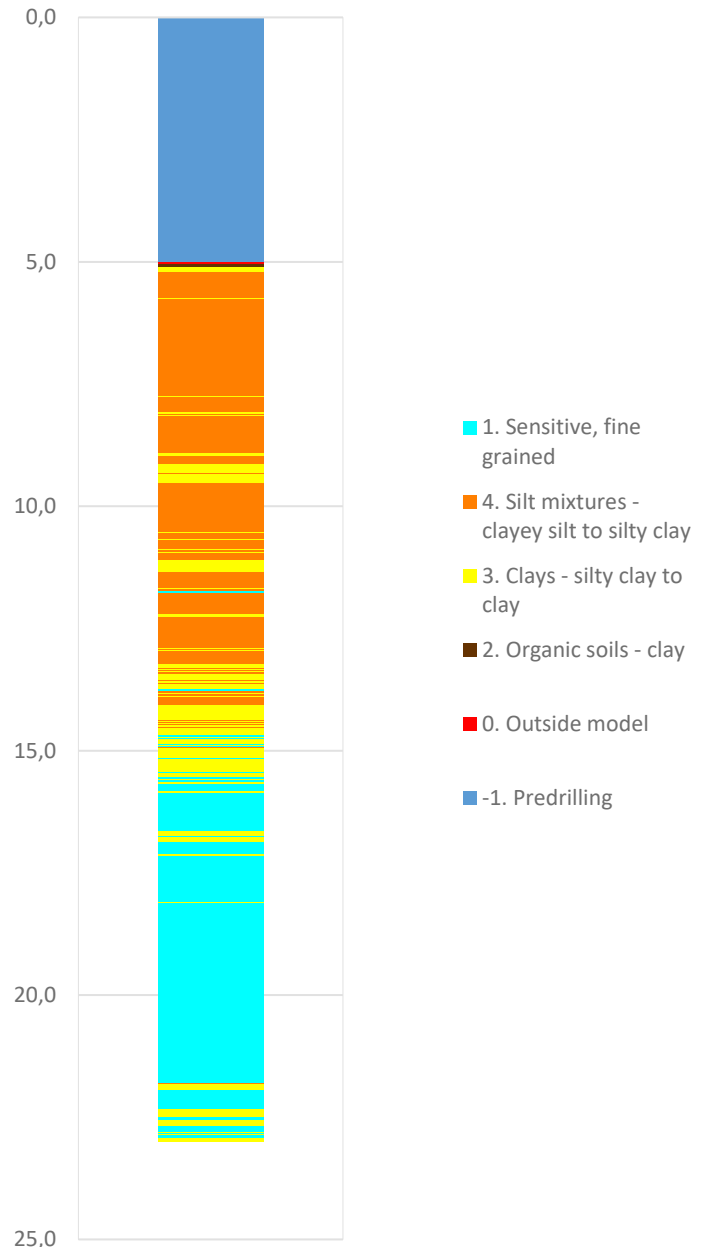


Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E42
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 5770
ERA Geo 	Utført HF	Kontrollert AG	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 07.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 4

Robertson 1990 (Bq-Qt)

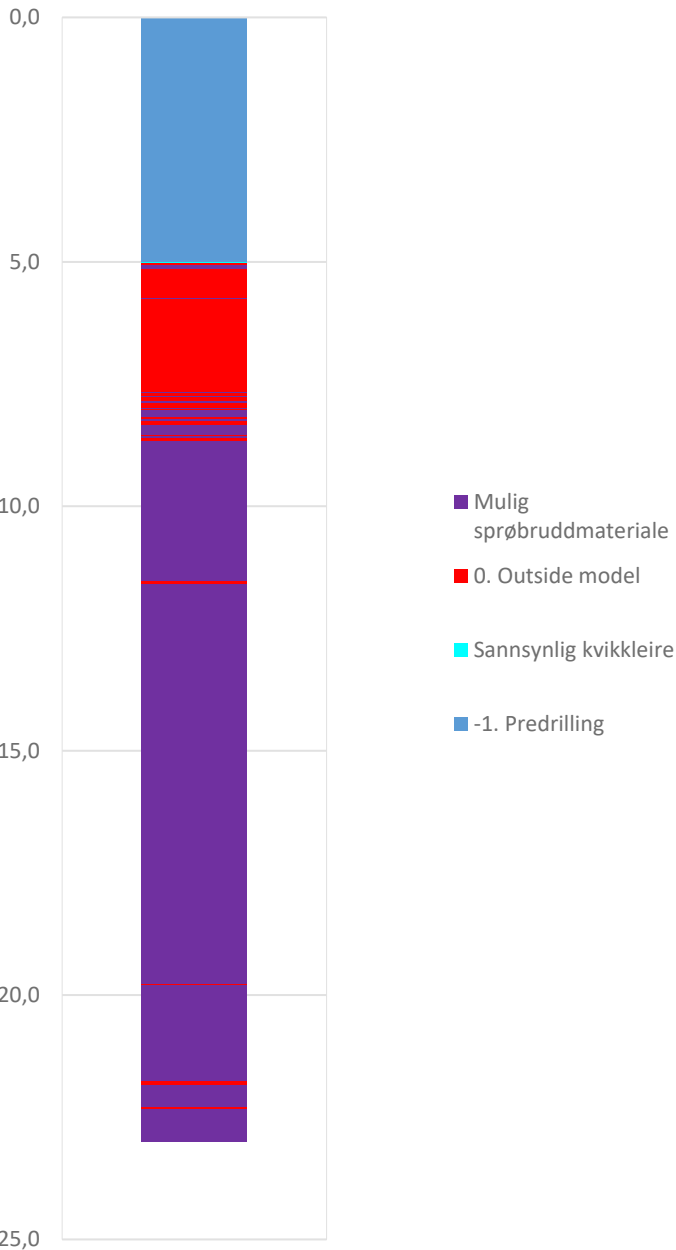


Robertson 1990 (Fr-Qt)

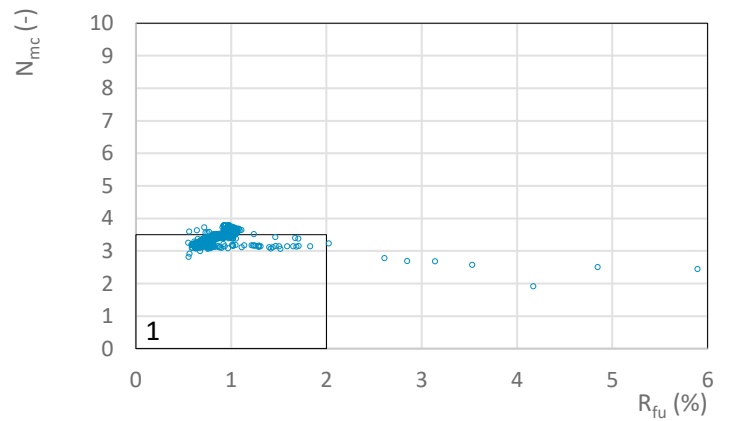
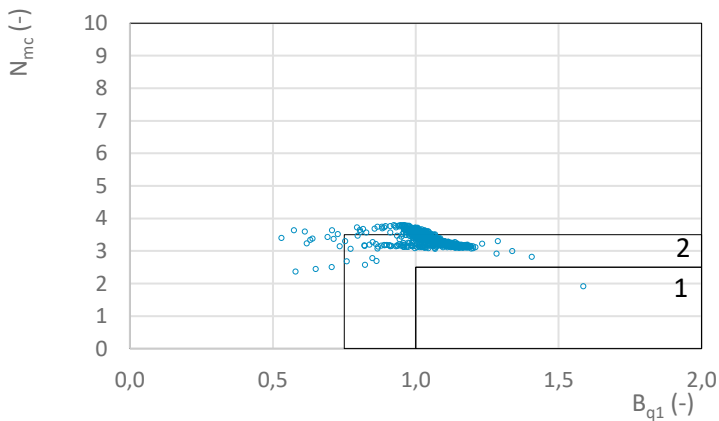
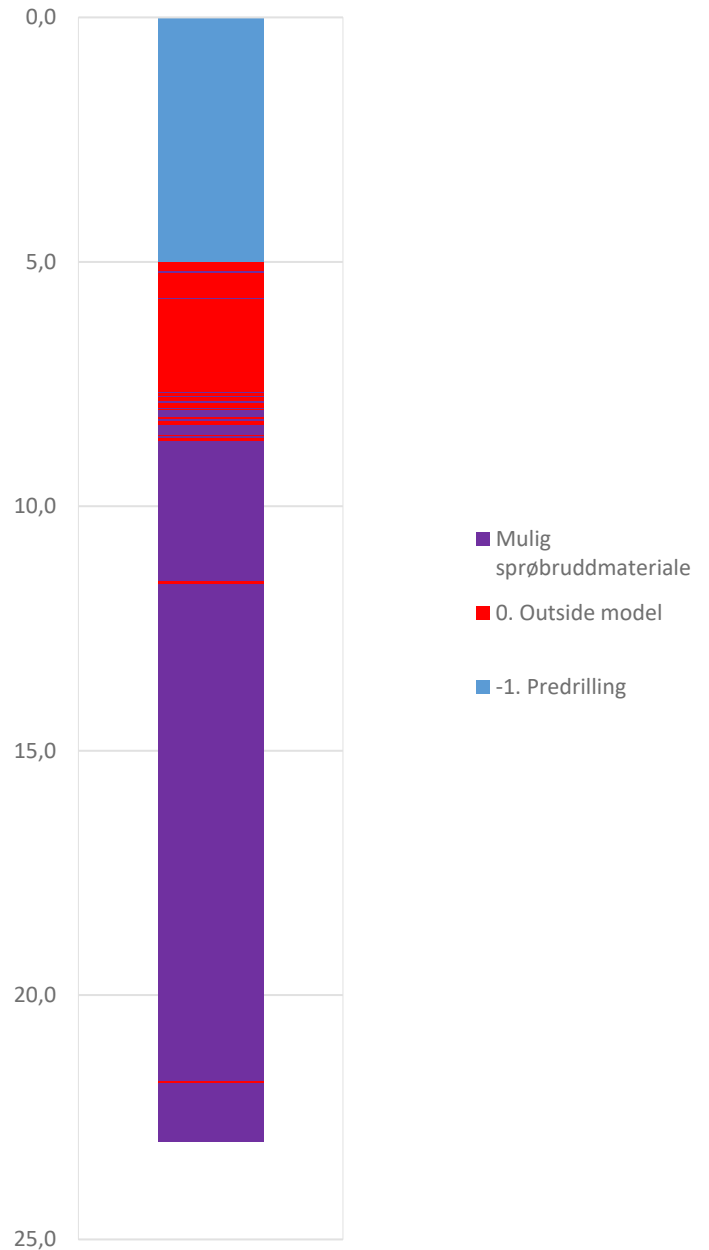


Prosjekt Hell Sentrum			Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E42
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990			Sondenummer 5770		
ERA Geo	Utført HF	Kontrollert AG	Godkjent AG		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 07.02.2024	Revisjon Rev. dato		Figur 16


NIFS 2015 (Bq1-Nmc)

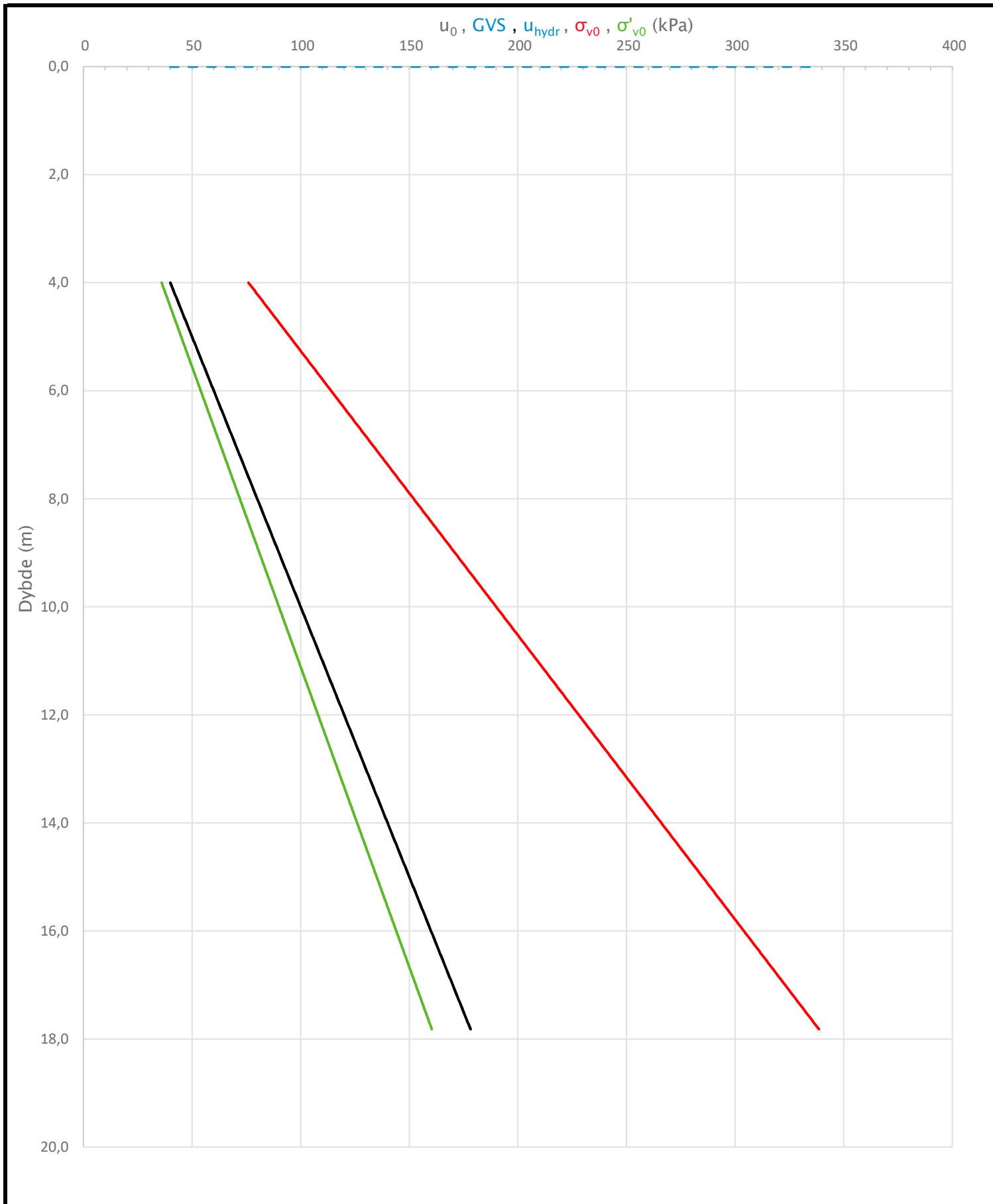


NIFS 2015 (Rfu-Nmc)

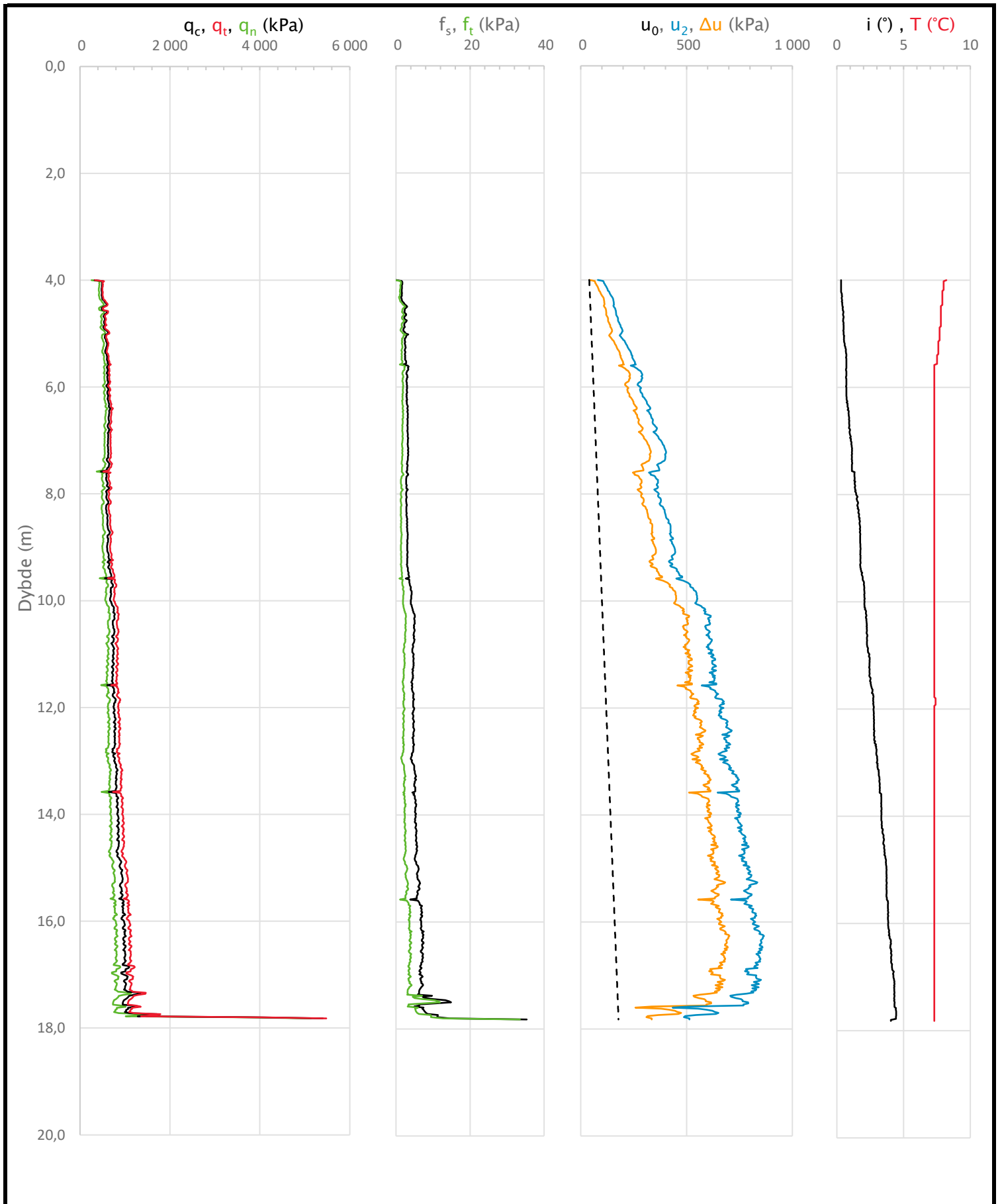


Prosjekt Hell Sentrum			Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E42
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondenummer 5770		
ERA Geo	Utført HF	Kontrollert AG	Godkjent AG		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 07.02.2024	Revisjon Rev. dato		Figur 21

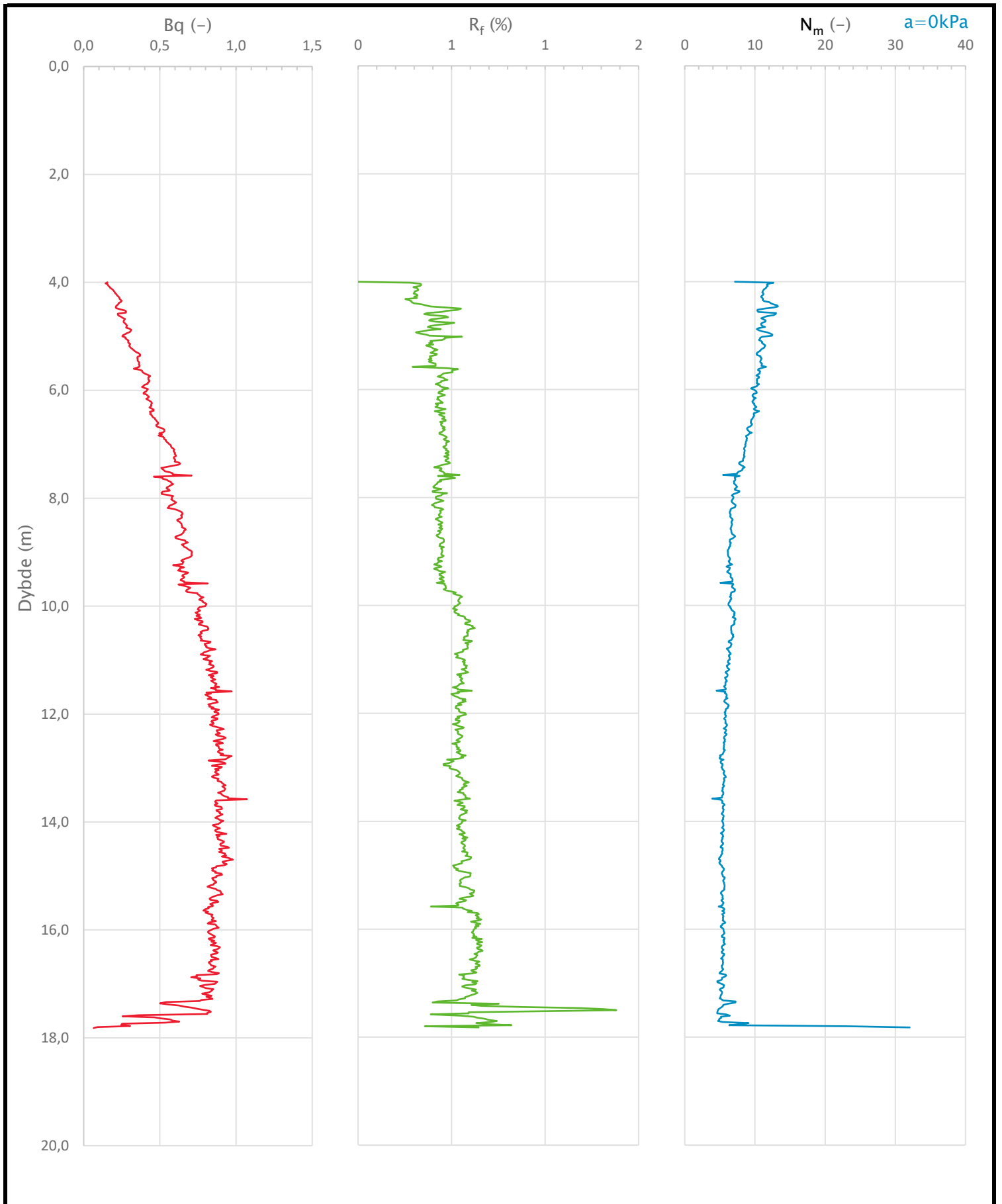
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5770		Boreleder		Jomar	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0,9	
Kalibreringsdato	11.01.2024		Maks helning (°)		4,4	
Dato sondering	05.02.2024		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1301		3926		3624	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5864		0,0097		0,0211	
Arealforhold	0,8530		0,0020			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,099		0,203		2,188	
Temperaturområde (°C)	35					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7172,5		119,6		250,8	
Registrert etter sondering (kPa)	28,8		-0,3		1,0	
Avvik under sondering (kPa)	28,8		0,3		1,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,5		0,0		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	5402,6		35,3		865,8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	29,9	0,6	0,3	0,9	1,1	0,1
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Hell Sentrum			Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03			Borhull E43
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5770	
ERA Geo 	Utført AG		Kontrollert SHL		Godkjent AG	
	Divisjon Ekstern konsulent		Dato sondering 05.02.2024		Revisjon Rev. dato	
					Anvend.klasse	1
					Figur	1



Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E43
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondennummer 5770
ERA Geo	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 05.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 2

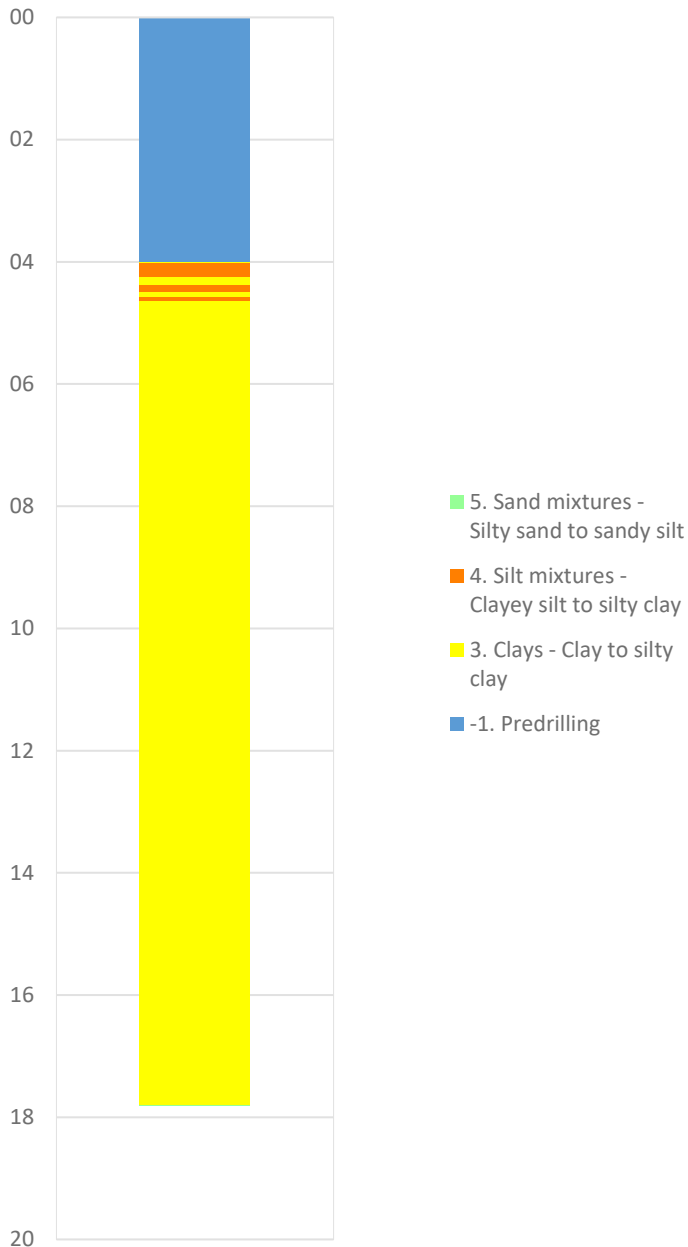


Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E43
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5770
ERA Geo	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 05.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 3

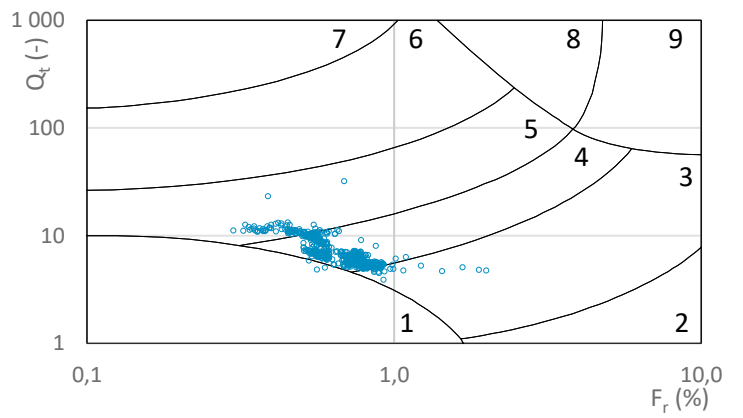
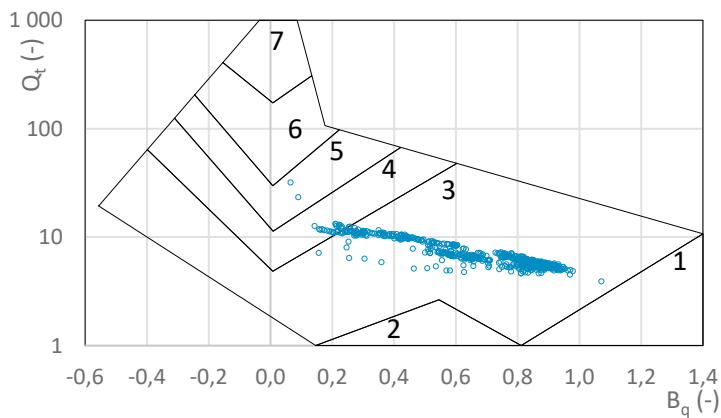
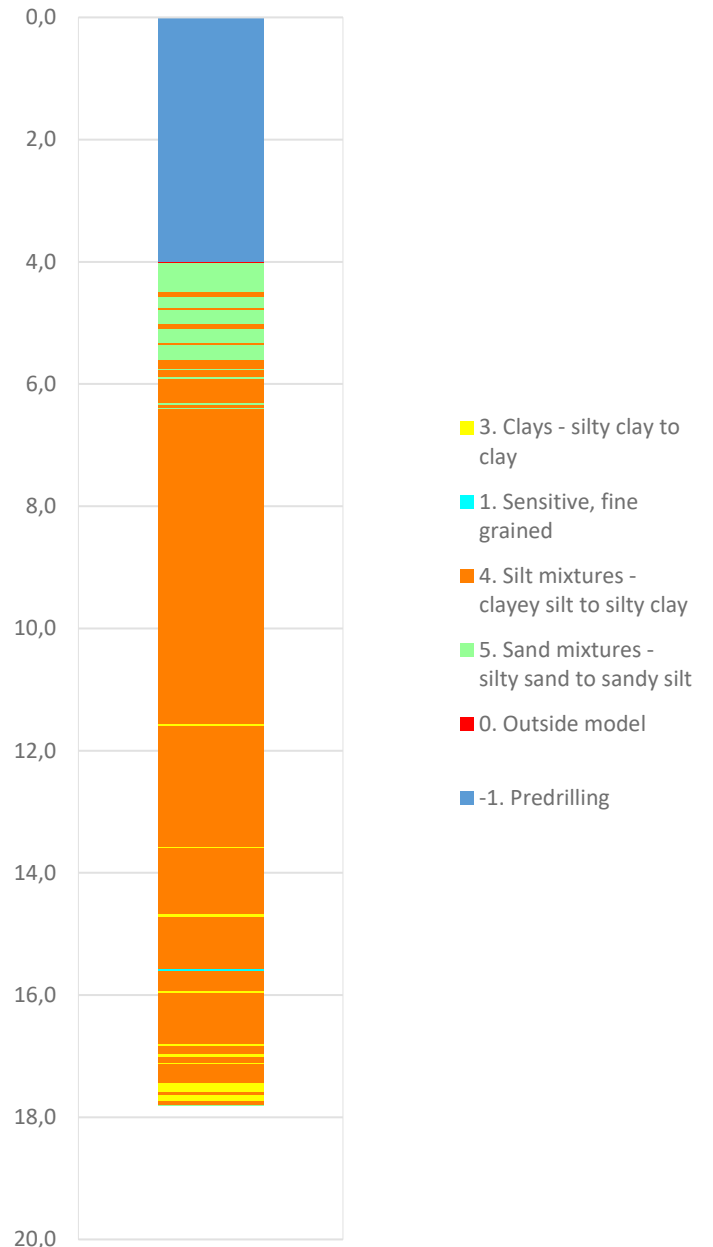


Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E43
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 5770
ERA Geo	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 05.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 4

Robertson 1990 (Bq-Qt)

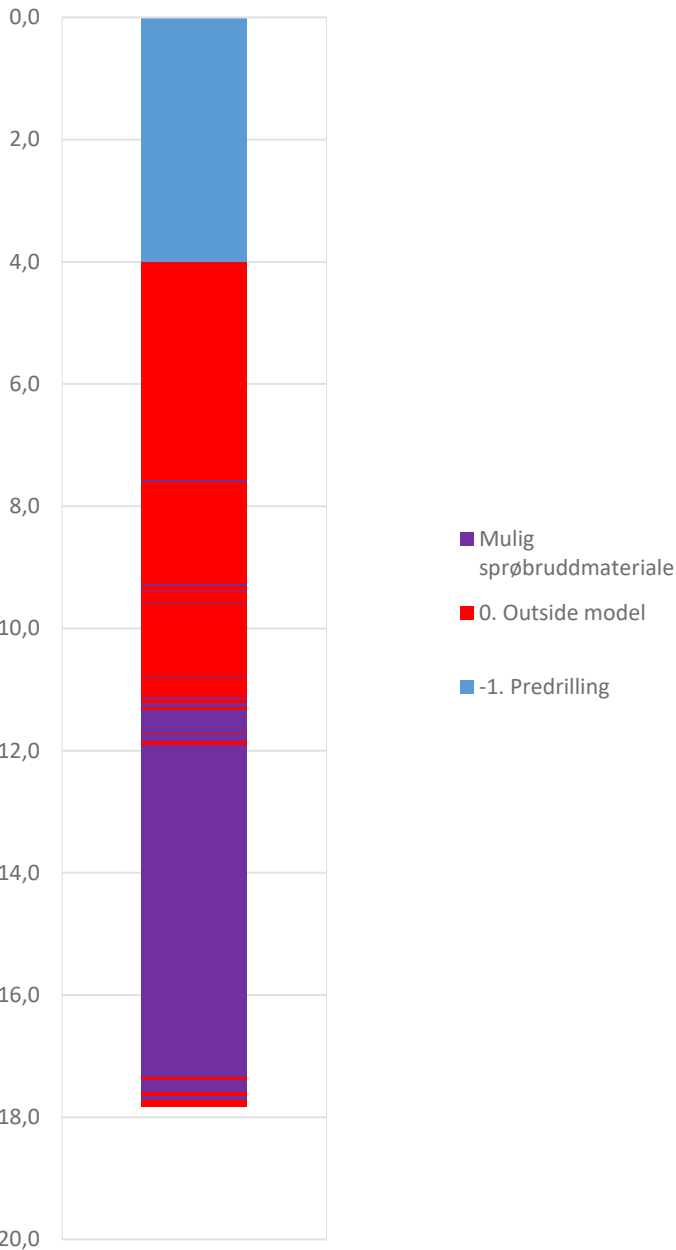


Robertson 1990 (Fr-Qt)

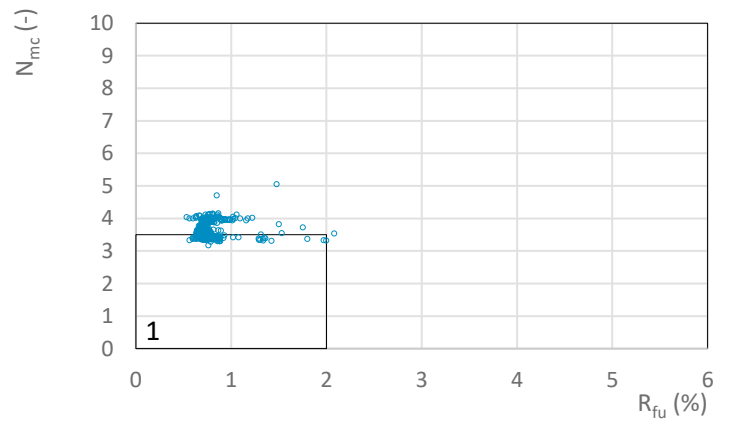
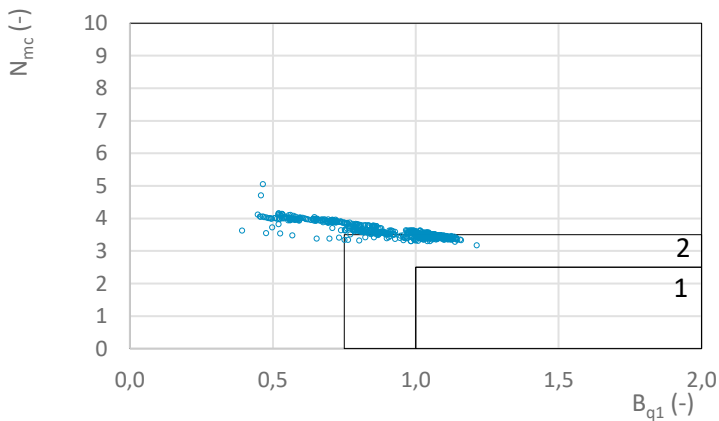
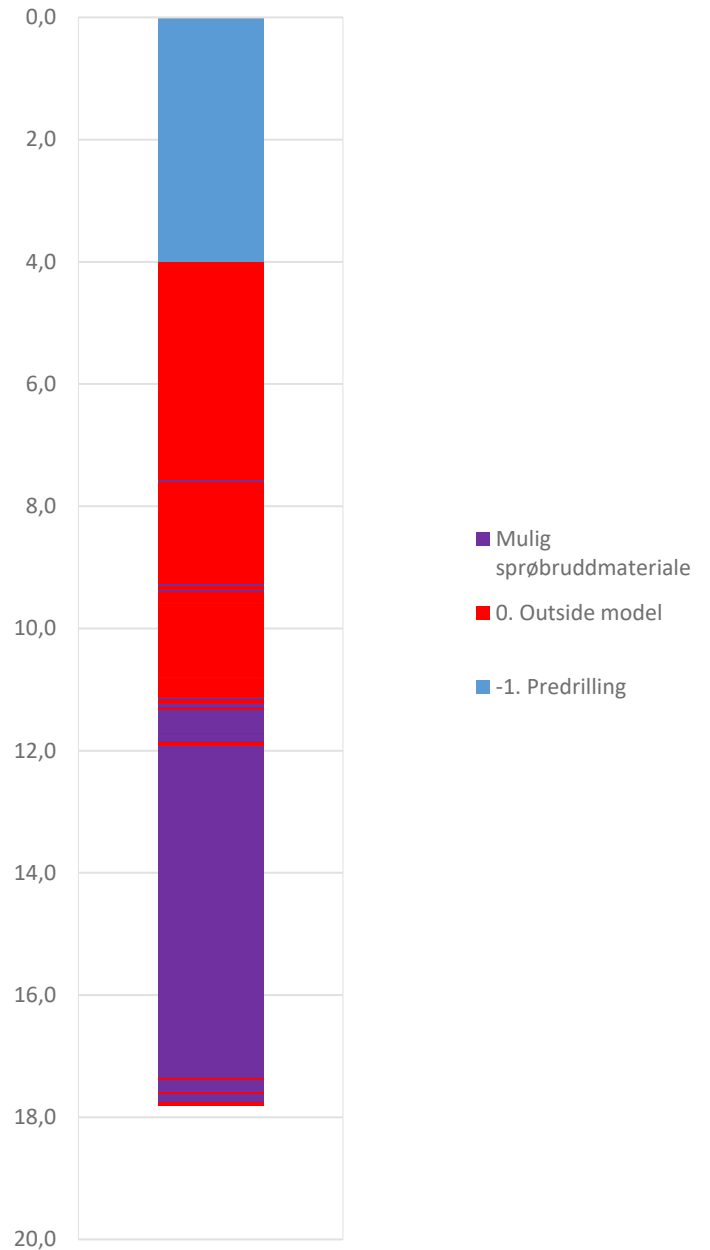


Prosjekt Hell Sentrum		Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E43
Innhold Jordartsklassifisering etter Robertsson 1990				Sondennummer 5770
ERA Geo	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 05.02.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 16

NIFS 2015 (Bq1-Nmc)



NIFS 2015 (Rfu-Nmc)



Prosjekt Hell Sentrum			Prosjektnummer: 23119 Rapportnummer: RIG03		Borhull E43
Innhold Jordartsklassifisering etter NIFS 2015 – detektering av sensitive materialer			Sondenummer 5770		
ERA Geo	Utført AG	Kontrollert SHL	Godkjent AG		Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 05.02.2024	Revisjon Rev. dato		Figur 21

Vedlegg 6 - Tilsvar på kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring iht. NVE

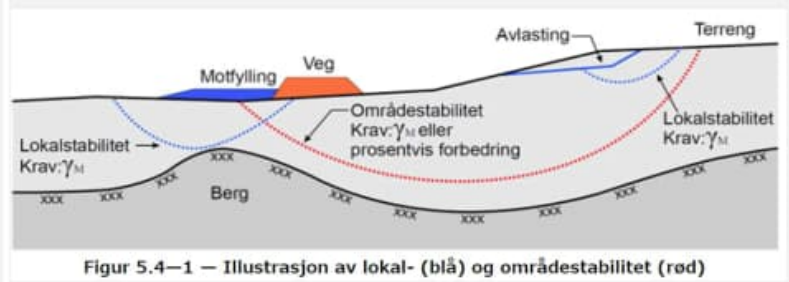
Type kontroll Uavhengig kvalitetssikring iht. NVE rapport 1/2019
 Uavhengig kvalitetssikrer Dr. Tech. Olav Olsen
 Kontrollrapport 14258-OO-RIG-N-001
 Datert 11.04.2024

Konklusjon rapport: Dr.techn. Olav Olsen har utført en kvalitetssikring av Era Geo AS sin utredning av områdestabilitet for ny Coop-butikk på Hell. Kontrollen er utført iht. NVEs veileder 1/2019 «Sikkerhet mot områdeskred».

Det er gitt noen kommentarer, men alle har status lukket. OO er av den oppfatning at rapporten må revideres. Ny revisjon forutsettes oversendt for ny gjennomgang.

Pkt.	Kommentar fra Dr. Techn. Olav Olsen	Status
1	Kapittel 3.1: Poretrykk måles, og poretrykksfordeling samt grunnvannstand tolkes og antas. Dvs. at en ikke kan måle at poretrykket har en hydrostatisk fordeling med dybden, selv om en har flere piezometer i ulike dybder i samme punkt, men de kan gi grunnlag for å gjøre en slik tolkning/antagelse. Presentasjonen av poretrykk i figur 7 og 8 er ikke lett leselige. Det ser ut til at tolkede grunnvannsstands nivåer harmonerer med dybdeaksen.	L
	Tilsvar ERA Geo: Det vurderes at kvaliteten på figuren er tilstrekkelig god til at grunnvannstand kan leses av fra oversendt pdf. Det gjøres ingen endring.	
2	Kapittel 4.1: Er det riktig å bruke geoteknisk kategori 3 sammen med konsekvensklasse/pålitelighetsklasse CC/RC 2? OO's oppfatning er at forholdene her ikke er spesielt komplekse sett opp imot andre sammenlignbare tiltak.	L
	Tilsvar ERA Geo: Når det nå ikke blir fylling settes den geotekniske kategorien til 2.	
3	Kapittel 4.3: Oppdelingen i ulike tiltakskategori for rivingen av dagens bygg og oppføringen av dagens bygg synes fornuftig. Det er imidlertid i rivefasen at potensialet for negativ påvirkning på stabiliteten i skrånningen i sør er størst, og hensynet til nærliggende veg og jernbane kunne med fordel også vært redegjort for/vurdert ved fastsettelse av tiltakskategori.	L
	Tilsvar ERA Geo : Det er, fra NVE rapport 1/2019, vår tolkning , at nærliggende infrastruktur og vegger ikke skal hensyntas ved valg av tiltaksklasse. Tiltaksklassen er derfor valgt basert på tabell 3.2. Det gjøres ingen endring.	
4	Kapittel 5.5: Det er litt uklart, men vi forstår det slik at en velger å ikke angi løsnemråder for skrånningen ut imot elva i profil 1 og 2, til tross for at en har argumentert for og bestemt omfanget av potensielle løsnemråder (rotasjonsskred). OO er av den oppfatning at det ikke er formålstjenlig å avgrense løsnemråder for rene rotasjonsskred. Videre er vi av den erfaring (nylig) at NVE ønsker disse opptegnet og meldt inn, men samtidig, og på sikt, ser at aktsomhetsområdet for marin leire overlapper erstatter de tradisjonelle faresonene der en ikke har potensiale for større områdeskred. Dvs. at på tross av at de to aktuelle løsnemrådene ikke påvirker tiltaket, kunne det pr. i dag vært fornuftig å angi to nye løsnemråder med egen klassifisering. Da særlig sett opp imot at en har pågående erosjon i elva.	L
	Tilsvar ERA Geo. Lengden på estimert rotasjonsskred er påtegnet på med orange på tegning V102 - V105. Det er også sendt varsel til kommunen, fylkeskommunen, BaneNor samt NVE om erosjonsgroppen og påtruffet sprøbruddmateriale.	
5	Kapittel 5.6.2: Oppdemming/floam – Det er forholdsvis flatt oppover i elveløpet, og en evt. oppdemming her kan etter OO's oppfatning medføre noe mer påvirkning enn det det er gitt uttrykk for. Hvorvidt et evt. skred når ut i elva er imidlertid mer usikkert.	L
	Tilsvar ERA Geo:Dersom skredmassene fra et eventuelt skred er så flyktige at de renner helt ut i elva forventes det at skredmassene ikke har potensiale til å lage en stor oppdemming, men at massene vil vaskes bort av vannmassene. Endring av denne scoren til middels vil forsvarevidt heller ikke påvirke verken konsekvensklassen eller risikoklassen.	

Vedlegg 6 - Tilsvar på kommentarer fra uavhengig kvalitetssikring iht. NVE

6	<p>Kapittel 5.7: OO er av den oppfatning at en ikke behøver å etablere ei motfylling i skråningsfoten for å oppnå krav til lokalstabilitet. Slik vi ser det er det her gjort en sammenblanding av lokal- og områdestabilitet, og en evt. oppfylling i skråningsfoten kan begrenses til det som er nødvendig for å opparbeide underlag for bygget. Dvs. at OO mener at de aktuelle glideflatene som en forbedrer ved utlegging av motfyllingen representerer områdestabilitet iht. figuren under (Figur 5.4-1 fra SVV håndbok V220 2023). Videre kan en også argumentere for at tiltaket ikke påvirker de aktuelle flatene negativt, og at krav til robusthet iht. NVE 1/2019 er tilstrekkelig. Slik robusthet er dokumentert ved stabilitetsberegninger, også uten at det er tatt hensyn til evt. geometrieffekter i skråningen.</p>  <p>Figur 5.4-1 – Illustrasjon av lokal- (blå) og områdestabilitet (rød)</p>	L
	<p>Tilsvar ERA Geo: Regelverket er ikke helt tydelig på dette området, da det blant annet er en glidende overgang mellom lokal- og områdestabilitet. Vi er imidlertid enig om at de store skjærsirklene, iht. figur 5.4-1 V220 kan redefineres som områdestabilitet. Dette innarbeides i rapporten og medfører at det ikke vil være behov for motfylling.</p>	
7	<p>Trafikklasten på jernbanen modelleres normalt som ei jevnt fordelt last over de to svillene, men det er sannsynlig at dette ikke har betydning for resultat og konklusjon.</p>	L
	<p>Tilsvar ERA Geo: Dette påvirker ikke planlagt tiltak, og revurderes derfor ikke.</p>	
8	<p>Tolkningen av kvikkleire/sprøbruddmateriale i borpunkt E31 synes i overkant konservativt.</p>	L
	<p>Tilsvar ERA Geo: Med sprøbruddmateriale påvist i grunn i nærliggende område, og tolkning av CPTU etter NIFS 2015 som antyder "Mulig sprøbruddmateriale" beholdes dagens tolkning.</p>	
9	<p>Det er enkelte skrivefeil i tekstramme på tegningene. Det er blant annet skrevet feil profilnummer og spenningsanalyse (total-/effektiv-)</p>	L