

APRIL 2022
FREDRIKSTAD KOMMUNE

OVERFØRINGSLEDNING, ÅRUM – ØRA

VURDERINGS- OG PROSJEKTERINGSRAPPORT – NIVÅLØFTER KLOKKERSTUVEIEN



COWI

APRIL 2022
FREDRIKSTAD KOMMUNE

OVERFØRINGSLEDNING, ÅRUM - ØRA

VURDERINGS- OG PROSJEKTERINGSRAPPORT – NIVÅLØFTER KLOKKERSTUVEIEN

OPDRAGSNRR.

A227456

DOKUMENTNR.

A227456-RAP-RIG-003-00

VERSION

1.0

UTGIVELSES DATO

04.04.2022

BESKRIVELSE

Nivåløfter Klokkerstuveien

UTARBEIDET

JFRY

KONTROLLERT

CBNI

GODKJENT

HEAR

INNHOOLD

1	Innledning	7
1.1	Plannivå	8
1.2	Prosjektet	8
1.3	Tilgjengelig geoteknisk informasjon	10
2	Prosjekteringsforutsetninger	11
2.1	Seismisk påvirkning	11
3	Topografi	12
3.1	Topografi	12
3.2	Kvartærgeologi og mulighet for marine leire	14
4	Grunn og grunnvannsforhold	16
4.1	Løsmasser og dybder til berg	16
4.2	Grunnvannsforhold	18
5	Geotekniske parametere	19
5.1	Rutineundersøkelser	19
5.2	Treaksialforsøk	19
5.3	Ødometerforsøk	19
5.4	Tolkning av CPTU	20
5.5	Karakteristiske styrke- og deformasjonsparametere	20
6	Natur påkjenning	22
6.1	Flom	22
6.2	Skred i bratt terreng, snø steinsprang og jord og flomskred	22
6.3	Områdestabilitet	23

7	Prosjekt gjennomføring	25
7.1	Grunnvannshåndtering	25
7.2	Setninger	25
7.3	Supplerende undersøkelser	25
8	Geoteknisk prosjektering	26
8.1	Beregningsforutsetninger	26
8.2	Kalksementstabilisering	27
8.3	Grøftekasser, nivåløfter Klokkestuveien	29
9	Punkter som må kontrolleres/undersøkes under utførelsen	30
10	Referanser	31

VEDLEGG

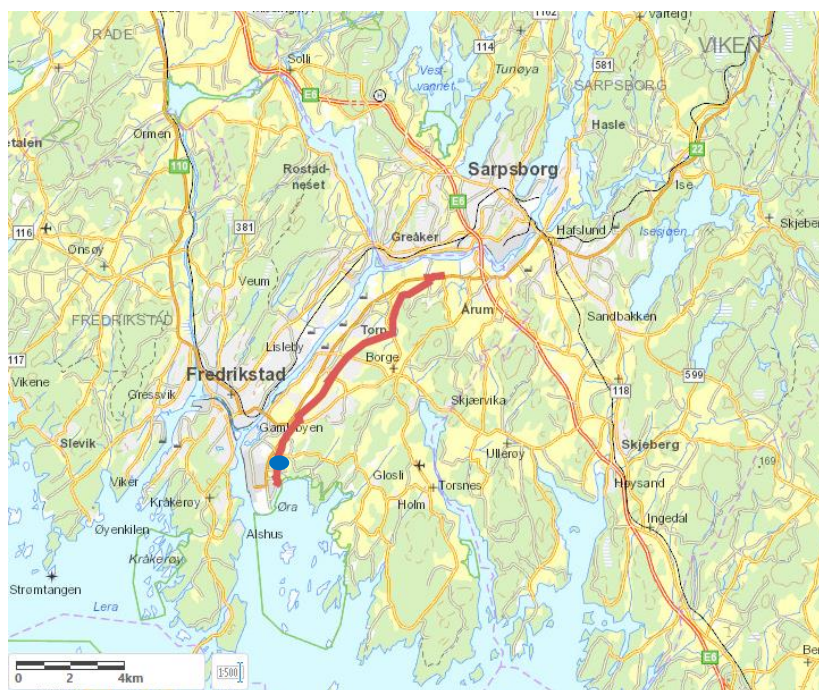
Borprofil, BH20	Vedlegg 1.0
Treksforsøk, τ - s' diagram	Vedlegg 2.0
Treksforsøk, prøve kvalitet	Vedlegg 2.1
Ødometerforsøk	Vedlegg 3.0
CPTu, BH20	Vedlegg 4.0
Innblaningsforsøk i BH20	Vedlegg 5.0
Bunnoppressing, grøftetråse	Vedlegg 6.0
Bunnoppressing, grøftetråse uten KS	Vedlegg 6.1
Bunnoppressing, kummer	Vedlegg 6.2

1 Innledning

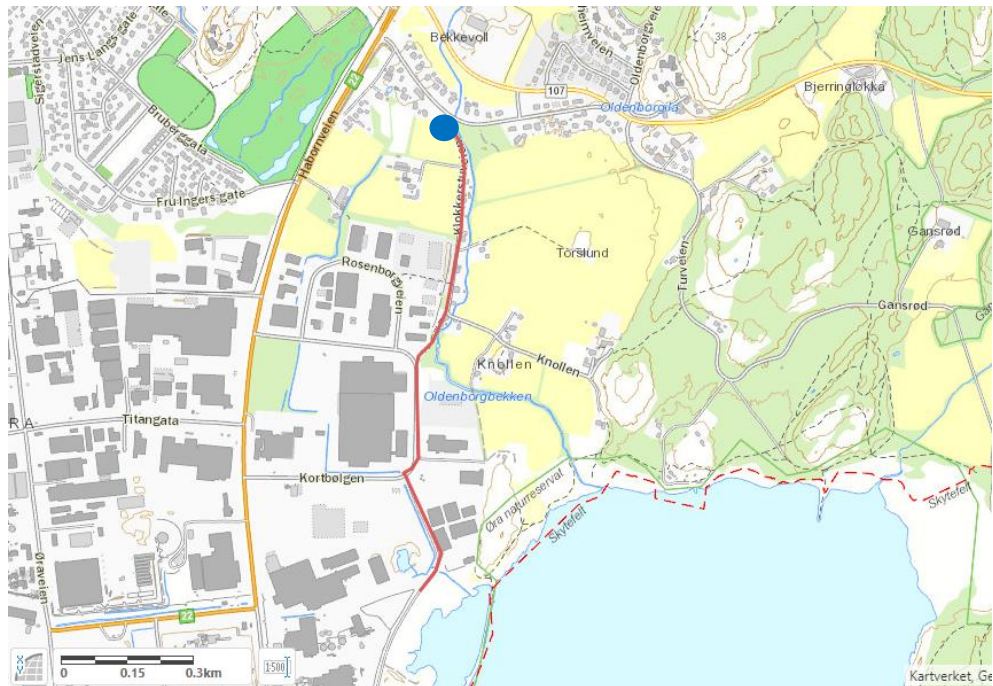
COWI A/S er engasjert av Fredrikstad kommune i forbindelse med etablering av en rundt 10 kilometer ny overføringsledning for spillvann mellom Årum (Fredrikstad) til renseanlegg for avløpsvann på Øra med tilhørende nivåløfter. Denne rapport tar seg om nivåløfteren på Klokkerstuveien.

Foreliggende rapport vil oppsummere resultater av utførte og historiske geoteknisk grunnundersøkelser, utredning for området iht. NVE 1/2019 /3/, prosjektering av utgravning samt vurdering av tiltak som må ivaretas i forbindelse med tilkobling av fase 1 bypass til nivåløfteren Klokkerstuveien.

Plassering av hele prosjektområdet kan ses på Figur 1, markert med rød linje, nivåløfter klokkerstuveien er markert med blå sirkel. Mer detaljert plassering ses i Figur 2.



Figur 1: *Situasjonsplan av prosjektområdet. Prosjektområde markert med rød linje. Nivåløfter Klokkerstuveien er markert med blå sirkel*



Figur 2: VA-trase markert med rød og nivåløfter Klokkestuveien med blå sirkel.

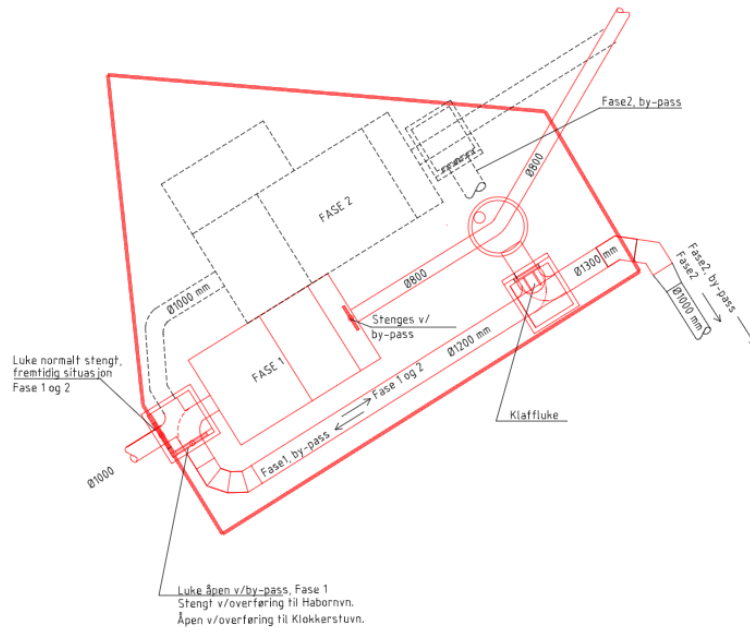
1.1 Plannivå

Prosjektet utarbeides for plannivå svarende til detaljprosjekteringsfase. Det skal være tilstrekkelig sikkerhet mot område-skred i henhold til kravene i plan- og bygningsloven § 28-1, § 29-5 /1/ og byggteknisk forskrift kap. 7. /2/ Sikkerhet mot område-skred utredes i samsvar med NVEs veileder 1/2019. /3/

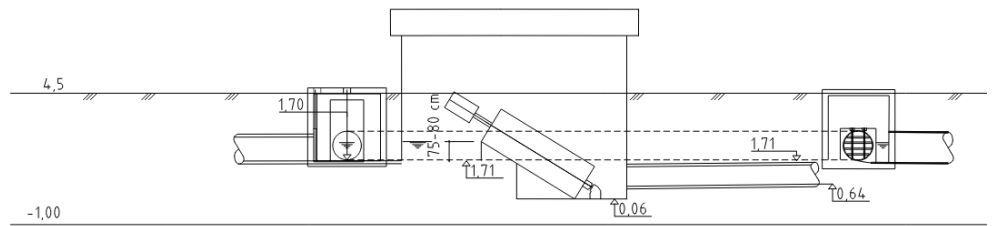
Denne rapporten tar ikke for seg vurdering omkring forurenset grunn.

1.2 Prosjektet

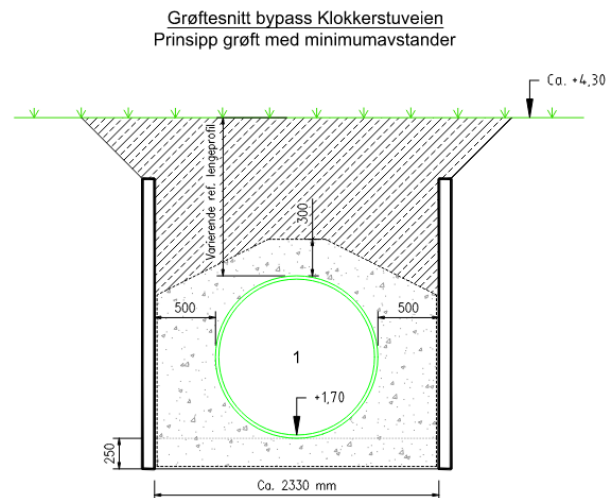
Prosjektet innebærer en rundt 10 kilometer lang ny overføringsledning for spillvann mellom Årum (Fredrikstad) til renseanlegg for avløpsvann på Øra med tilhørende nivåløfter. Denne rapport tar seg av nivåløfter Klokkestuveien. VA-anlegget skal tilkobles eksisterende nivåløfter gjennom bypass fase 1. Utgravningsnivået er satt til 3,0 m dybde og bredden av grøfteutgravningen er 2,33 m. Se Figur 3 og Figur 4 for henholdsvis plan- og snitt tegning av nivåløfteren samt Figur 5 for grøftesnitt. Det henvises til Geoteknisk prosjekteringsforutsetningsrapport A227456-RIG-RAP-001-00 /6/ for mer detaljert informasjon omkring hele prosjektet.



Figur 3: Plantegning av nivåløfter Klokkerstuveien.



Figur 4: Snitt tegning av nivåløfter Klokkerstuveien.



Figur 5: Grøftesnitt bypass Klokkerstuveien.

1.3 Tilgjengelig geoteknisk informasjon

Det er tidligere gjort geotekniske grunnundersøkelser på prosjektområdet adskillige gange. I 2020 sammenstiller Multiconsult eksisterende og supplerende geotekniske grunnundersøkelser utført på prosjektområdet i forbindelse med forprosjektet til dette prosjekt.

COWI A/S har gjort egne grunnundersøkelse av etappe 1 og etappe 2 (Entreprise 1 og 4) på prosjektområdet ultimo 2021.

Følgende grunnundersøkelser er gjort.

- > **Geoteknisk datarapport**, *Overføring Sarpborg/Årum - Øra*, Multiconsult, Oppdrags nr. 10219284, datert 2020-09-25. /4/
- > **Geoteknisk datarapport**, *Årum-Øra Fredrikstad GU*, COWI A/S, Oppdrags nr. A237144, datert 2022-02-04 /5/

I tillegg til eksisterende grunnundersøkelser er det gjort bruk av offentlig tilgjengelige data fra kartdatabaser og modeller, som høydedata.no, norgeskart.no, NVE Atlas mv. til vurdering av geoteknisk forhold.

2 Prosjekteringsforutsetninger

Gjeldende regelverk, fastsettelse av geoteknisk kategori og krav til prosjekterings- og utførelseskontroll er omhandlet i Geoteknisk prosjekteringsforutsetningsrapport A227456-RIG-RAP-001-00 /6/. Det henvises til ovennevnte dokument for mer detaljert informasjon.

Basert på rådende topografi- og grunnforhold samt planlagte tiltak i det aktuelle området, kan følgende forutsetninger oppsummeres:

- > Konsekvensklasse CC2
- > Pålitelighetsklasse RC2
- > Prosjekteringskontrollklasse PKK2
- > Utførelseskontrollklasse UKK2
- > NVEs tiltakskategori K3.

For prosjektering kreves en materialfaktor på $\gamma_M = 1,40$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_M = 1,25$ effektivspenningsanalyse, jf. NS/EN 1997-1:2004+NA:2016. /8/

I bruddgrensetilstand er partialfaktor for lastene $\gamma_Q = 1,3$ for trafikklaster og $\gamma_G = 1,0$ for permanente laster i henhold til NS/EN 1990:2002+NA:2016 tabell NA.A2.4(C). /9/

2.1 Seismisk påvirkning

Ikke relevant for den geotekniske prosjektering. Det henvises til Geoteknisk prosjekteringsforutsetningsrapport A227456-RIG-RAP-001-00 /6/ for mer detaljert beskrivelse.

3 Topografi

En generell gjennomgang av topografi for området og grunnforhold er nødvendig for å kunne vurdere prosjekteringsforutsetninger i forhold til utførelses- og sikkerhetskrav som må overholdes i forbindelse med prosjektet.

Det er benyttet informasjon fra kvartærgeologisk kartgrunnlag og de utførte grunnundersøkelser.

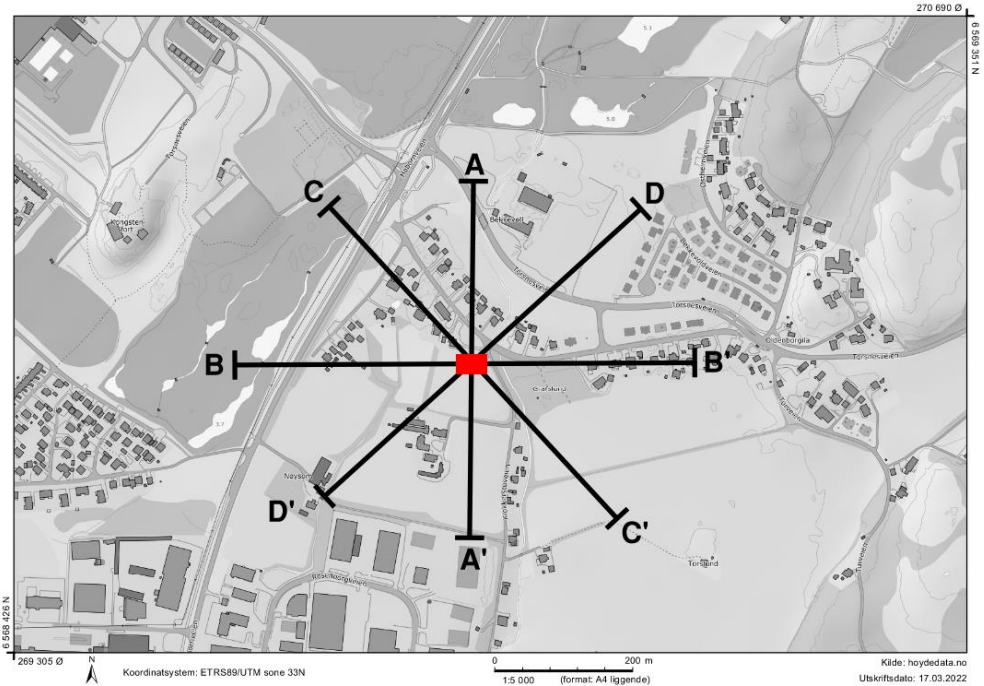
3.1 Topografi

Prosjektområdet er plassert i bebygget området. I Figur 6, ses batymetrien av området omkring nivåløfteren markert med rød firkant. Området omkring nivåløfteren vurderes relativt flatt. Lengre mott nordvest og mott nordøst ses terrengstigninger. Disse bakkene er registret som fjell i dagen, jf. utført terrenganalyse i Geoteknisk prosjekteringsforutsetningsrapport A227456-RIG-RAP-001-00 /6/ og markert med gul i Figur 6.

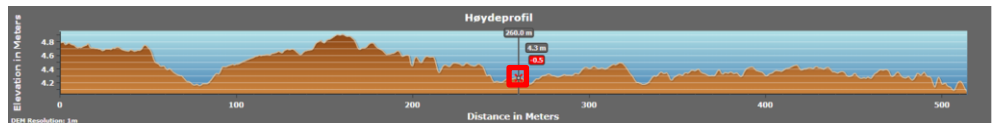
Figur 7, viser en oversikt over analyserte terrengsnitt fra Den Norske høydemodell, Høydedata.no, hvor nivåløfteren er markert med rød firkant. I Figur 8 til Figur 11, ses de analysert terrengsnitt. Det vurderes, at terrenget omkring nivåløfteren er flatt uten bratte skråninger med helning brattere end 1:20 og en høyde $\geq 5,0$ m, hvilket tilsier mulighet for områdeskred jf. NVE veilede 2019/1.



Figur 6: Utklipp fra Høydedata.no som viser batymetrien rundt om nivåløfteren markert med rød firkant. Gule sirkler marker terrengstigninger.



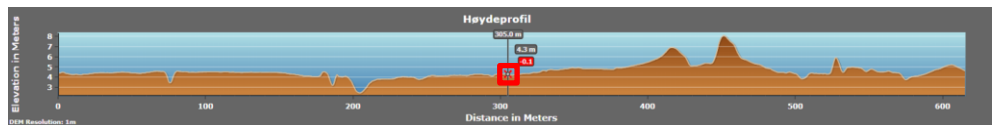
Figur 7: Utklipp fra høydata.no, med analyserte terrenng snitt. Nivåløfteren klokkerstuveien er markert med rød.



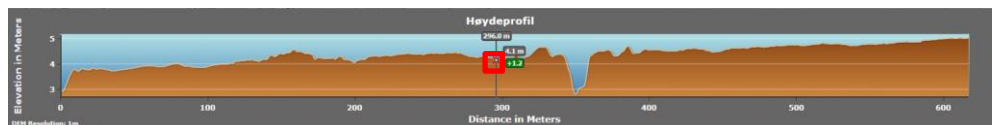
Figur 8: Utklipp fra høydata.no det viser terrenget fra nord mott sør. Snitt A-A' på Figur 7. Nivåløfteren klokkerstuveien er markert med rød.



Figur 9: Utklipp fra høydata.no det viser terrenget fra vest mott øst. Snitt B-B' på Figur 7. Nivåløfteren klokkerstuveien er markert med rød.



Figur 10: Utklipp fra høydata.no det viser terrenget fra nordvest mott sørøst. Snitt C-C' på Figur 7. Nivåløfteren klokkerstuveien er markert med rød.

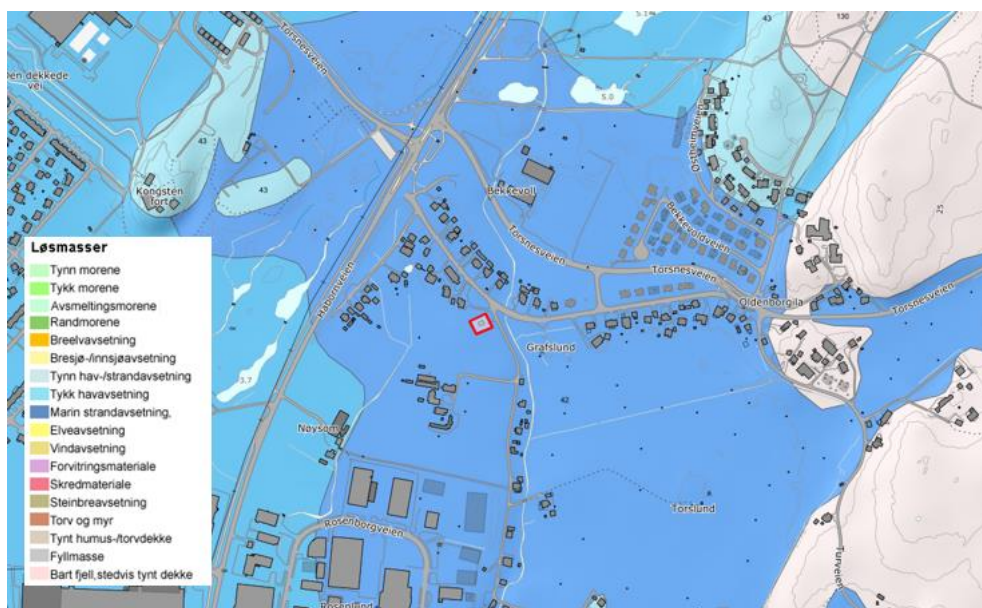


Figur 11: Utklipp fra høydata.no det viser terrenget fra sørvest mott nordøst. Snitt D-D' på Figur 7. Nivåløfteren klokkerstuveien er markert med rød.

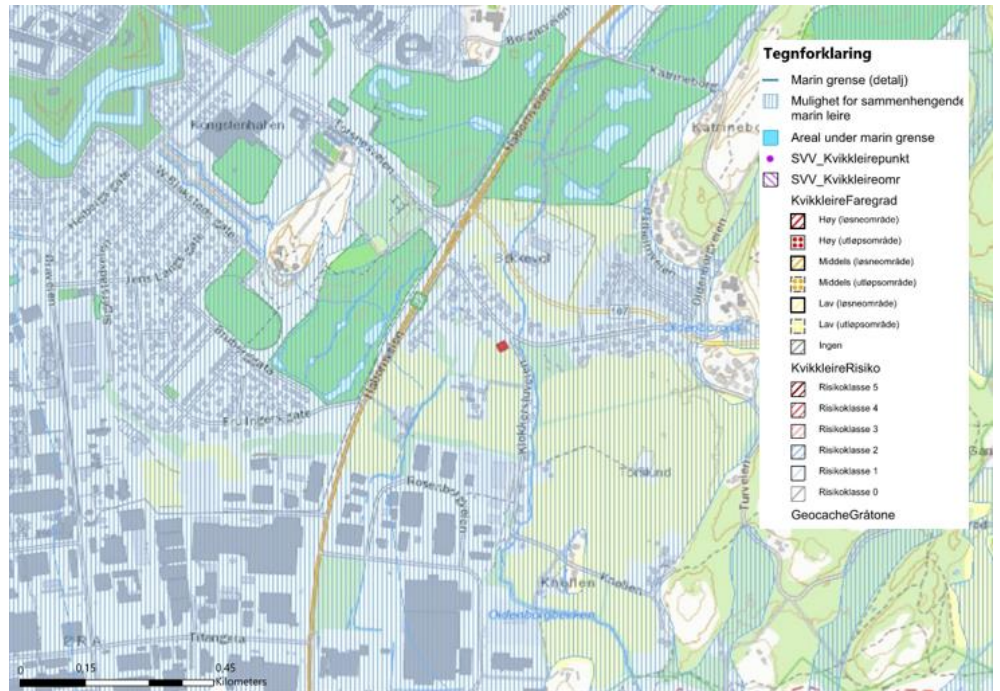
3.2 Kwartærgeologi og mulighet for marine leire

Norges geologiske undersøkelser (NGU) kvartærgeologiske kart (se Figur 12) viser at det overveiende treffes marine strandavsetninger ved nivåløfteren Klokkekerstuveien. Marine strandavsetninger kornstørrelse varierer fra sand til blokk, men sand og grus er vanligst. Strandavsetninger ligger som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter.

Kartutsnittet fra NVE atlas (se Figur 13) viser at nivåløfteren er plassert under den marine grense, hvilket betyr, at det per definisjon er risiko for å treffe kvikkleire eller sprøbrudsmaterialer. Det er ikke registret kvikkleirepunktene eller kartlagt kvikkleirefaregrad omkring nivåløfteren Klokkekerstuveien.



Figur 12: Utklipp fra NGUs løsmassekart som viser nivåløfter er plassert i et område med marine avsetninger. Nivåløfteren er markerte med rød firkant.



Figur 13: Utklipp fra NVE Atlas med angivelse av marin grense og kvikkleiren faregrad, risikoklasse og kvikkleirepunktene. Nivåløfteren klockerstuveien er markerte med rød firkant.

4 Grunn og grunnvannsforhold

I dette avsnitt beskrives de grunn- og grunnvannsforhold der er observert innenfor Nivåløfteren Klokkerstuveien på bakgrunn grunnundersøkelser utført av COWI A/S. De eksisterende grunnundersøkelse inngår ikke, men disse vil bli brukt til prosjektering i det omfang det vurderes nødvendig.

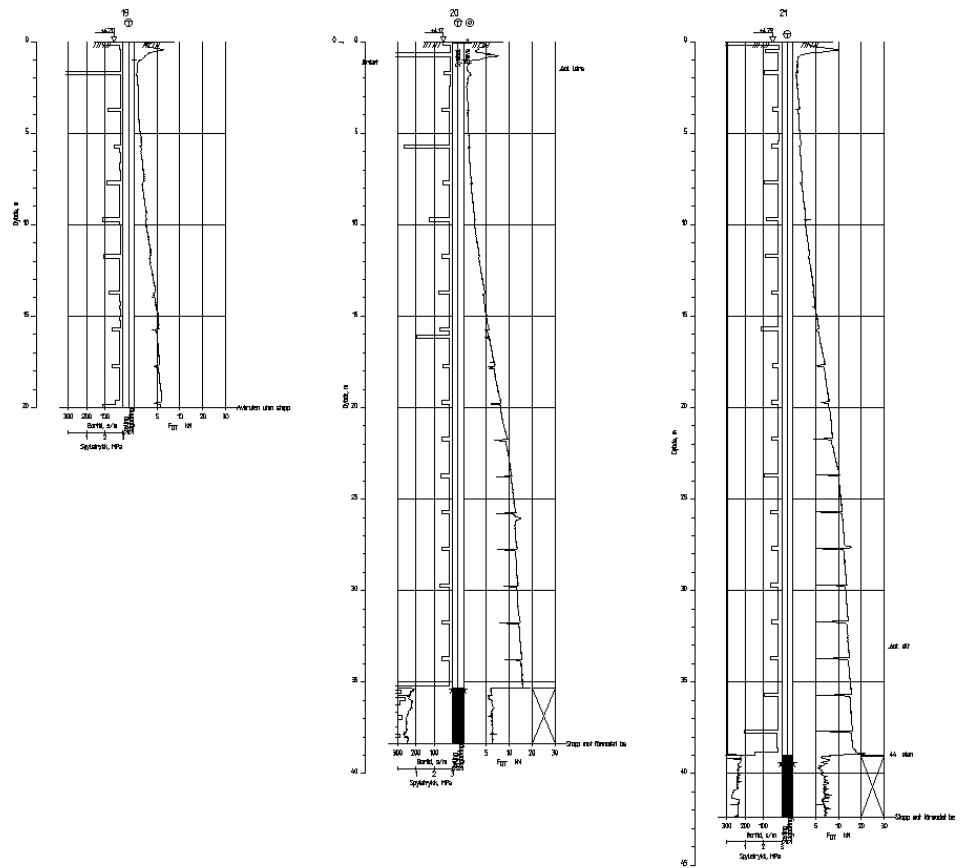
4.1 Løsmasser og dybder til berg

COWI A/S har i forbindelse med dette prosjekt utført 2 totalsonderinger BH20 og BH21 ved nivåløfteren Klokkestuveien. BH19 er plassert nær nivåløfter og medtatts i den geotekniske vurdering av området. Se Figur 15 for oversikt over plassering av boringene.

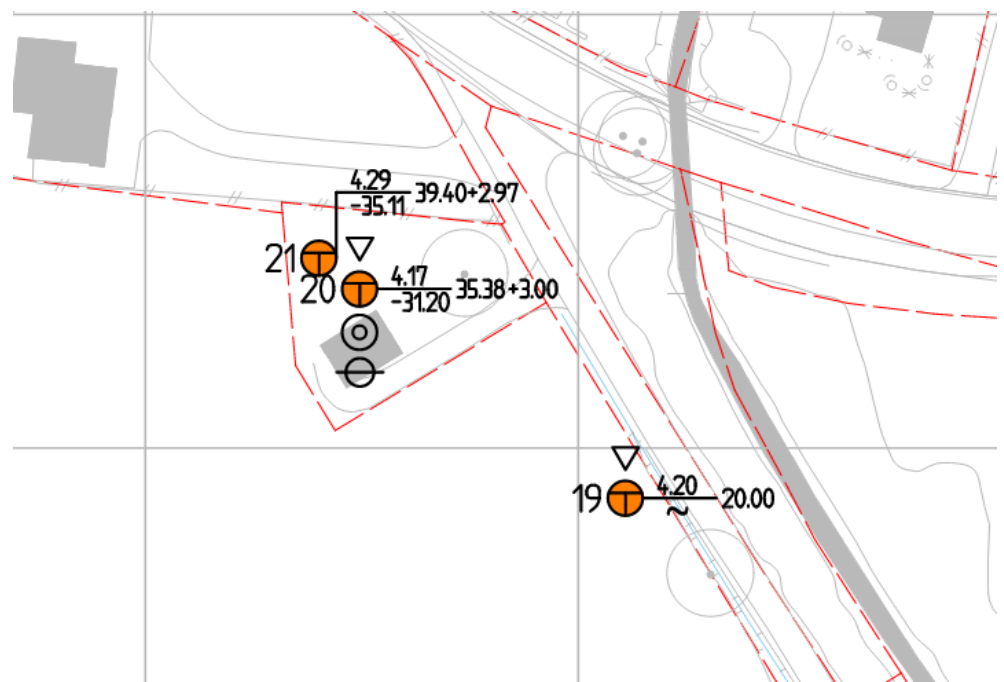
I BH20 er det tatt prøveserie, trykksondring CPTu og installert en hydraulisk poretrykksmåler for måling av poretrykk.

De utførte boringer viser at grunnforholdene i hovedsak består av et topplag av sand/fyllmasser av rundt 1,0 m mektighet. Herunder treffes 2,0 m siltig leire. Fra rundt 3,0 m til 5,0 m under terreng treffes bløt leire. Heretter treffes leire med stigende styrke i dybden til fjell. I BH20 og BH21 er fjell truffet på henholdsvis 35,0 m og 39,0 m under terreng. I BH19 er det boret til rundt 20,0 meter under terreng og det er ikke påvist fjell. Totalsonderingene ses i Figur 14.

For mere detaljert boreplan og informasjon henvises til geotekniske datarapport /5/.



Figur 14: Utførte totalsonderingene BH19-BH21 ved nivåløfter Klokkerstuveien.



Figur 15: Borplan, nivåløfter Klokkerstuveien.

4.2 Grunnvannsforhold

Det er installert hydraulisk poretrykksmåler med spiss i leire 7,0 m under terreng i BH20. De hydrauliske poretrykksmåler er lest av 15.12.21 og 17.03.22, hvor vannspeilet er registret i kote +3,60 moh og i kote +3,58 moh (0,58 m og 0,60 meter under terreng). Tabell 1 viser resultatet av installert hydrauliske piezometer.

Tabell 1: Oversikt over vannstandsmåler ved BH20.

Bor-hull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / kote	Målt Vannspeil kote, 15.12.21	Målt Vannspeil kote, 17.03.22
BH20	+4,18	Hydraulisk pZ	7,0 m / -2,83	+3,60	+3,58

Grunnvannstanden varierer normalt med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med nedbør og/eller snøsmelting.

5 Geotekniske parametere

I området er det utført totalsonderinger, trykksonderinger (CPTU) og tatt opp prøveserier. Geoteknisk laboratorium har utført rutineanalyser på samtlige prøver og i tillegg har det, på utvalgte intakte 54mm prøver, blitt utført ødometerforsøk og treksialforsøk.

Følgende avsnitt presenterer metoder anvendt til å tolke de ulike felt- og laboratorieforsøkene for bestemmelse av karakteristiske parametere.

For mere detaljert metodikk for tolkning av geotekniske grunnundersøkelser henvises til Geoteknisk prosjekteringsforutsetningsrapport A227456-RIG-RAP-001-00. /6/

Følgende parametere er vurdert:

- > Tyngdetetthet, γ/γ'
- > Udrenert skjærfasthet, c_u
- > Effektiv friksjonsvinkel, ϕ' og attraksjon, a
- > Deformasjonsparameter, M og m

5.1 Rutineundersøkelser

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver er antatt å gi verdier for direkte skjærfasthet, c_{uD} .

Borprofil av BH20 med resultater av rutineforsøkene er vist i vedlegg 1.0.

5.2 Treksialforsøk

Det er utført totalt 2 stk. treksialforsøk i BH20, 2 stk i BH10 og 1 stk i BH16.

Kvaliteten av utførte forsøk er vurdert på bakgrunn av poreallet. Forsøkene får en prøve kvalitet som "god til bra" og "dårlig" iht. til endring i poretall. Angivelse av de enkelte prøvers kvalitet kan ses i vedlegg 2.1.

Drenerte styrkeparametere, ϕ' og a/c' er fastlagt fra et samleplot hvor utførte treksialforsøk er fremstilt i et $\tau - s'$ diagram vist i vedlegg 2.0. Her er ϕ' vurderte til 25 og a til 8.

5.3 Ødometerforsøk

For bestemmelse av deformasjonsegenskaper er det utført 1 stk. "Constant Rate of Strain" (CRS)-forsøk.

Ødometerforsøket er tolket, hvor det defineres en deformasjonsmodul, M , gjeldene i det forkonsoliderte området. Modultallet, m , er gjeldende i det normal-konsoliderte området. I tillegg er forkonsolideringsspenningen, σ'_{pc} , tolket.

Resultatene av ødometerforsøk er vist i vedlegg 3.0.

5.4 Tolkning av CPTU

Den udrenerte aktive skjærfastheten basert på CPTU-forsøkene, c_{uA} , er bestemt i henhold til NGI, på basis av N_{kt} . Hvor anisotropiforholdet (A/D/P) er 1/0,63/0,35. I vedlegg 4.0 ses tolkningen av CPTU i BH20.

5.5 Karakteristiske styrke- og deformasjonsparametere

Styrke- og deformasjonsparametere er basert på felt og laboratorier forsøkene samt erfaringstall gitt i SVV håndbok V220.

5.5.1 Trufne avleiringer ved nivåløfter Klokkerstuveien

I Tabell 2, ses tolket styrke og deformasjons parameter for de trufne avleiringer ved nivåløfter Klokkerstuveien.

Tabell 2: Styrke og deformasjons parameter for de trufne avleiringer i ved nivåløfter Klokkerstuveien.

Materiale	Dybde (m)	γ/γ' (kN/m ³)	ϕ' (°)	c_{uD} (kPa)	c_{uA} (kPa)	a (kPa)	c' (kPa)	M_i (MPa)	m
Fyllmaser, sand	0-1	19/9	30	-		-		20	200'
Leire, siltig	1-3	17,5/7,5	25	20	32	8	3,7	1,5	13,8
Leire, bløt	3-5	17,5/7,5	23	10	20	5	2,1	1,5	13,8
Leire	5-35	17,5/7,5	25	Se Tabell 3	Se Tabell 3	8	3,7	1,5-5	13,8

'400 over grunnvann, 200 under grunnvann.

Tabell 3: Direkte skjærfasthetsprofil for BH20.

Dybde under terreng	Direkte skjærfasthet c_{uD} (kPa)	Aktiv skjærfasthet c_{uA} (kPa)
5,0 m	12,6	20
15,0 m	27,7	44
30,0 m	50,4	80

5.5.2 Kalksementstabilisert leire

Det er utført total 3 stk. innblandingsforsøk i BH20. Resultatene av innblandingsforsøk er vist i vedlegg 5.0.

For kalksementstabilisert leire er de karakteristiske jordparameterne gitt av Tabell 4.

Tabell 4: Karakteriske parameter for KS-leire.

Udrenert skjærfasthet	$C_{u,D} = 70 \text{ kPa}$
Tyngdetetthet	$\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$
Innblandingsforhold	50 % sement / 50 % multicem
Innblandingsmengde	100 kg/m^3

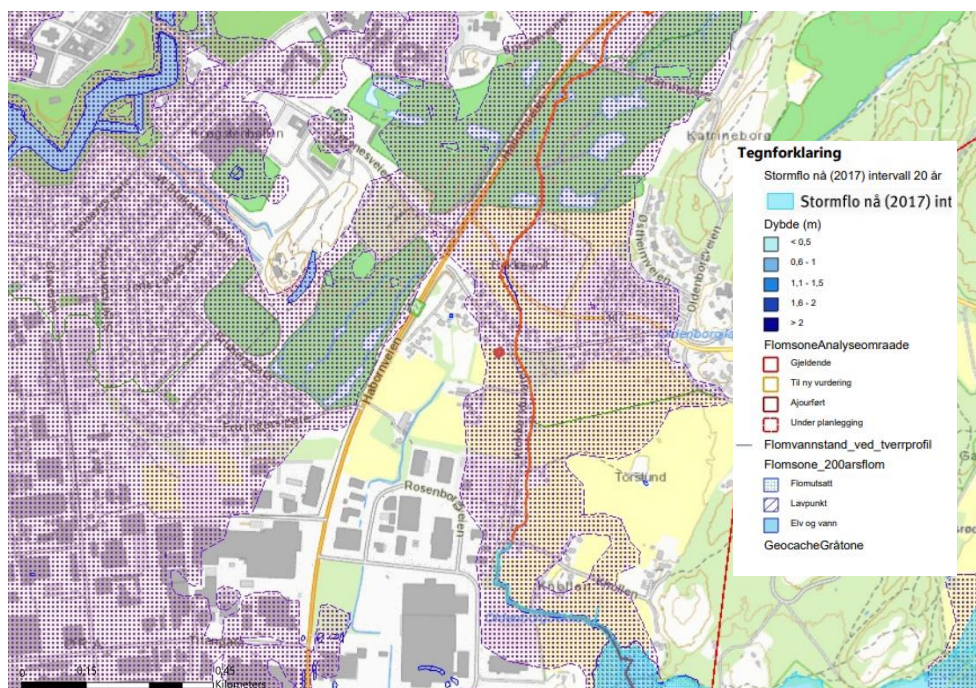
6 Natur påkjenning

I henhold til byggt teknisk forskrift kap. 7. /2/ skal natur påkjenning for ethvert prosjekt ivaretas, herunder også områdestabilitet.

NVE atlas sitt aktsomhet kart er kun basert på terrengdata og ikke felt observasjoner, og fanger dermed ikke opp mindre brattkanter og løse blokke. Der kan derfor være forskjell på NVE sine aktsomhets områder og egentlig vurderinger av faresoner basert på felt observasjoner.

6.1 Flom

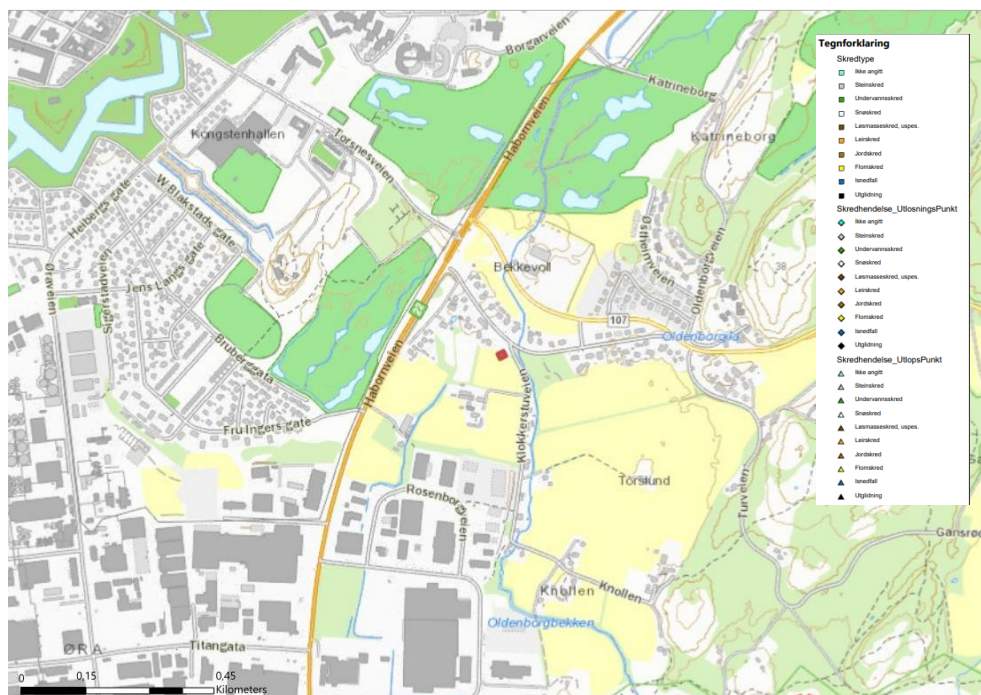
I henhold til NVE Atlas er nivåløfter Klokkestuveien et aktsomhetsområde for flom men ikke et aktsomhetsområde for stormflo fra sjø- eller havstigning i henhold til NVE Atlas, se Figur 16.



Figur 16: Utklipp fra NVE Atlas med angivelse av flomsoner. Nivåløfter er markert med rød linje.

6.2 Skred i bratt terreng, snø steinsprang og jord og flomskred

Det er ikke registrert noen steinskredfarer eller aktsomhetsområder nær Nivåløfter Klokkestuveien, se Figur 17.



Figur 17: Utklipp fra NVE Atlas med angivelse av skredhendelser. Nivåløfter Klokkestuveien er markert med rød linje.

6.3 Områdestabilitet

I henhold til NVEs veileder 1/2019 /3/ må det gjøres en vurdering av områdestabilitet når området ligger under den marine grensen og det dermed er risiko for kvikkleire/sprøbrudsmateriale.

NVEs veileder 1/2019 /3/ beskriver prosedyre for identifisering og avgrensning av kvikkleireområder.

Tiltaket Årum-Øra, falder innenfor tiltakskategori K3 jf. NVEs veileder 1/2019 /3/. Tiltakskategori K3 utløser krav om uavhengig kvalitetssikring av områdestabilitetsvurderingen, i tilfelle av det gjøres stabilitetsberegningene, dette skal gjennomføres i regi av byggherre. Tiltakskategori K3 utløser krav om dokumentasjon av sikkerhet ved beregningene.

I det følgende gjøres en utredning av områdeskredfaren iht. prosedyren NVE 1/2019 /3/.

6.3.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området.

Det vises til avsnitt 3.2. Det er ikke registrert kvikkleirepunktene eller kartlagt kvikkleirefaregrad omkring nivåløfteren Klokkestuveien. Se Figur 13.

6.3.2 Avgrens områder med mulig marin leire

Det vises til avsnitt 3.2. Kartutsnittet fra NVE atlas (se Figur 13) viser at nivåløfteren er plassert under den marine grense, hvilket betyr at det per definisjon er risiko for å treffe kvikkleire eller sprøbrudsmaterialer.

6.3.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.

Det vises til avsnitt 3.1. Det er ikke registret skråninger omkring nivåløfteren med en snitt helning som er brattere enn 1:20, hvilket jf. NVEs veileder 1/2019 /3/ tilsier mulighet for områdeskred. Slik Nivåløfteren Klokkestuveien er ikke plassert i et aktsomhetsområde for skred (løsneområde).

Nivåløfteren Klokkestuveien er ikke vurdert som plassert i et utløpsområde. Mott nordvest og nordøst, finnes terreng helning som tilsier mulighet for områdeskred jf. NVEs veileder 1/2019. Disse områder er registret som fjell i dagen.

Det konkluderes hermed, at det ikke er fare for områdestabiliteten, da det ikke finnes sprøbrudsmaterialer eller kvikkleire på og rundt prosjektområdet og der ikke finnes terreng som tilsier mulighet for områdeskred. Områdestabiliteten er derfor, ivaretatt.

Ettersom det ikke er nødvendig at lave stabilitetsberegning for at ivaretatt områdestabiliteten, har NVE opplyst, at det er ikke nødvendig at sende utredning av områdeskredfare til uavhengig kvalitetssikring.

7 Prosjekt gjennomføring

I forbindelse med utgravning til VA-ledningsnett er det vurdert mulig å benytte grøftkasser for utgravning til tilkobling til nivåløfter Klokkestuveien etter det er utført grunnforsterking med kalksementstabilisering.

Det er vurdert at en åpen utgravning krever et anlegg slakker end 1:2 uten belastning av graveskråningen. Dette er ikke vurdert realistisk og det slik nødvendig å installere grøftkasser for at begrense utbredelsen av utgravningen. Kalksementstabilisering er nødvendig for at kunne benytte grøftkasser grunnet de bløte avleiringer.

7.1 Grunnvannshåndtering

Utfra den gjennomførte grunnundersøkelse er det konstatert at grunnvannsspeilet treffes 0,5 m under terreng og at det i forbindelse med gjennomføring av de prosjekterte utgravninger skal håndteres grunnvann.

Det vurderes at håndteringen av det høye grunnvannsspeil overveiende kan håndteres ved simpel lensepumpning i forbindelse med gjennomføring av utgraving, da der overveiende treffes leire hvor der skal graves.

Det må forventes at der løpende, ved utgraving, må vurderes hva den mest hensiktsmessige metode for håndtering at det konstatert høye grunnvannsspeil.

7.2 Setninger

I forbindelse med kalksementstabiliseringen kan det ikke avvises, at det kan medføre lokalesetninger av eksisterende nivåløfter.

7.3 Supplerende undersøkelser

Det vurderes ikke å være behov for supplerende undersøkelser.

8 Geoteknisk prosjektering

I det følgende avsnitt vurderes det nødvendige tiltak i forbindelse med kalksementstabilisering og for utgravningsarbeider for grøftkasser omkring nivåløfteren Klokkerstuveien.

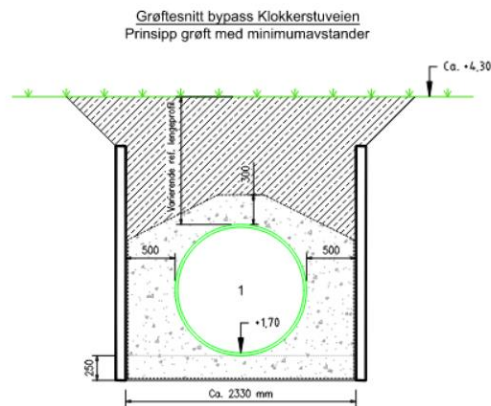
8.1 Beregningsforutsetninger

I det følgende er angitt de beregningsforutsetninger det er anvendt ved prosjektering i forbindelse med kalksementstabilisering og utgravningsarbeider.

8.1.1 Geometri

Det prosjekteres med en utgravningsdybde på 3,0 m med overutgraving på 10% av gravedybden som anført i NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+ NA:2016. Det total prosjekterings utgravningsdybde er 3,3 m. Det anbefales kontinuerlig kontroll på utgravningsdybden f.eks. med GPS-utstyr i gravemaskin, slik gravenivået ikke er dypere enn prosjektert.

Grøftebredden omkring VA-ledningen er satt til 2,33 m jf. prinsipp tegning TGN-RIVA-H04. Utgravning til kummene til tilkobling av bypass til eksisterende VA-ledningene er prosjekterte som en grøftkasser av 3,4x3,9 m og 3,4x3,4 m.



Figur 18: Grøftesnitt – Nivåløftere Klokkerstuveien.

8.1.2 Laster

Det er tatt med en generell overfalte last på 20 kPa, svarende til 27, kPa med partialfaktor $\gamma_m = 1,35$. Denne last representerer maskiner og kjøretøyer.

8.1.3 Jordparameter

Det henvises til avsnitt 5.5.

8.1.4 Grunnvannsspeil

Design grunnvannsspeilet i terreng.

8.2 Kalksementstabilisering

Det utføres grunnforsterkning mellom 3,0 og 5,0 m under terreng med kalksementpele. Pelene er forutsatt utført i trekant gittermønster av enkle pele med en diameter på 0,6 m. Gjennomsnittlig skjærstyrke, τ_m i kalksementstabilisert område er satt til å være 20 kPa, svarende til styrkekrav for én pel på 70 kPa. På bakgrunn av ovenstående kriterier er den beregnet dekningsgraden, $a=0,17$ med en avstand, cc mellom pelene på 1,4 m jf. /10/.

Tabell 5: Benyttet parametere for valgt pelemønster

Udrenert skjærfasthet	$C_{u,D} = 20 \text{ kPa}$
Tyngdetetthet	$\gamma = 17,5 \text{ kN/m}^3$
Diameter	$d = 0,6 \text{ m}$
Dekningsgrad	$a = 0,17$
Avstand mellom pele, trekant gittermønster	$cc = 1,4 \text{ m}$

Krav til oppnådd styrke av kalksementpelene må verifiseres i felt etter de har herdet 28 døgn. Det kan gjøres ved FKES-test i felten eller uttatt kjerneprøver som sendes på laboratoriet. Basert på fasthetsprøving i felt- på utvalgte peler kan det foretas en optimalisering av innblandingsforhold og mengde stabiliseringsmiddel.

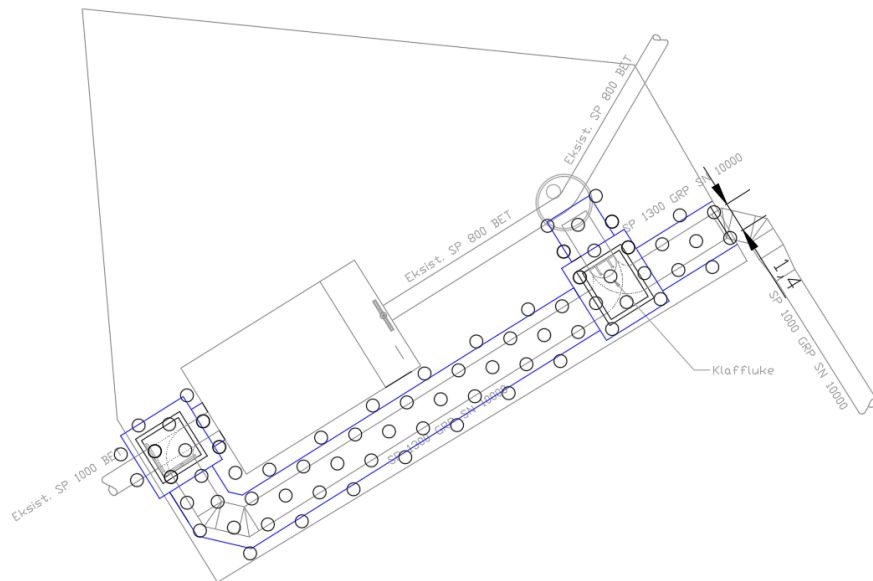
I tilfelle av at pele belastet før 28 døgn, skal styrken i hver pel reduseres og gjennomsnittlig skjærstyrke i det kalksementstabilisert område revurderes. Sakkyndig geotekniker skal kontaktes i tilfelle av avvik for prosjekterte styrker.

Kalksementstabilisering av bløt grunn medfører økt poreovertrykk i grunnen. Økt poretrykk i grunnen kan i verste fall medføre utglidninger/lokalt grunnbrudd i forbindelse med installering av pelene. COWI A/S anbefaler installering av vertikaldren med en cc -avstand på 3,0 m tilpasset kalksement mønstret. Når øvrige peler er installert og har herdet tilstrekkelig, kan "dårlige" peler utskiftes.

Før installering av kalksementpelene skal trestubber/røtter fjernes. Deretter skal et bærelag for kalksementtriggen etableres. Dette kan være en pute av sand/grus eller tilsvarende masser. Massene skal være egnet for penetrering av kalksementvispen.

Innstillinger av kalksementpelene skal følges opp av sakkyndig geotekniker. Utførende entreprenør skal daglig rapportere om fremdrift, oversikt over installerte peler og observasjoner slik at det i enighet kan legges opp en plan for videre arbeid/fremdrift.

Pelemønster og omfang er vist på prinsipptegning i Figur 19, hvor grøfttekassene er markert med blå. Det vurderte 70 pele av 2,0 m lengde.



Figur 19: Prinsipptegning av kalksementpele med cc avstand 1,4 m. Grøfttekassene er markert med blå.

8.2.1 Arbeidsgang

Forslag til arbeidsgang for installasjon av kalksementpeler er som følger:

1. Fjerning av øvreliggende organiske masser og planering.
2. Etablering av bærelag for kalksement-rigg. Dette kan være en pute av sand/grus eller tilsvarende masser. Massene skal være egnet for penetrering av kalksement-vispen. Dette kan avklares nærmere med kalksement-entreprenør.
3. Installasjon av vertikaldren.
4. Installasjon av kalksementpeler, herunder oppfølging av poretryksmålere.
5. Fasthetsprøving av kalksementpeler.

Generelt må det regnes med forflytninger mellom installasjon av pelene, slik at poretryksoppbygging og "sjokkvirkning" i grunnen begrenses til et minimum. Boring og innblanding av kalk/sement skal foregå som en jevn og kontinuerlig prosess slik at mest mulig homogenitet oppnås i pelene. For kontroll av herdeforløp og pelenes kvalitet/homogenitet skal det utføres fasthetsprøving i felt på

utvalgte peler. Det er i utgangspunktet forutsatt fasthetsprøving med FTKPS på ca. 10% av installerte peler, svarende til 7 pele.

8.3 Grøftkasser, nivåløfter Klokkestuveien

Det vurderes at det kan benyttes grønne kasser etter herdet kalksementstabilisering til utgraving av VA-ledning rundt eksisterende nivåløfter ved Klokkestuveien. Eksisterende nivåløfter Klokkestuveien er fundamenterte rundt 4,0 - 5,0 m under terreng. Avstanden mellom kanten av grønne kassen og eksisterende nivåløfter er 0,7 m. Det vurderes, at lasten fra eksisterende nivåløfteren ikke har innvirkning på grønne kassen.

I Tabell 6, ses resultatet av bunnoppressings beregningene for VA-ledningen med og uten kalksementstabilisering samt kummer for nivåløften Klokkestuveien, etter at det er kalksementstabilisert. Sikkerhetskravet er satt til 1.4. Det ses at beregningene overholder sikkerhetskravet på 1,4 vet kalksementstabilisering og er under 1,4 vet ikke at kalksementstabiliser. I tilfelle av bredder utgravninger skal geoteknisk ingeniør kontaktes. Beregningene for bunnoppressing ses i vedlegg 6.0, 6.1 og 6.2.

Tabell 6: Oversikt over bunnoppressings beregningen ved nivåløfter Klokkestuveien.

Profil	Last (kPa)	$c_{u,D}$ (kPa)	Dybde (m)	Bredde (m)	Seksjonslengde (m)	Sikkerhet γ_m
Nivåløfter Klokkestuveien – grønne trase*	20	10	3,3	2,33	30	0,8
Nivåløfter Klokkestuveien – grønne trase	20	20	3,3	2,33	30	1,60
Nivåløfter Klokkestuveien – kummer	20	20	3,3	3	3	1,74

*Uten kalksementstabilisering

Når det anvendes grønne kasser er det viktig at grønne kassene installeres kontinuerlig med utgravingen både i dybden og i utgravningens lengderetning. Ytterligere er det viktig at det er kontakt mellom massene og grønne kassen, både mens grønne kassen installeres og når den er installert.

Ved bruk av grønne kasser/prefabrikkert avstivinger skal der foreligge en bruksveiledning som klart viser til hvilke dybder og til hvilke jordarter konstruksjonen er beregnet.

9 Punkter som må kontrolleres/undersøkes under utførelsen

I forbindelse med gjennomføring av prosjektet anbefales følgende punkter kontrolleres:

1. At det innen igangsettelse utarbeides arbeidsbeskrivelser, kalksementpeleplan, graveplan, grøftesnitt og SHA plan.
2. At det daglig rapportere om fremdrift, oversikt over installerte peler og observasjoner slik at det i enighet kan legges opp en plan for videre arbeid/fremdrift.
3. At det føres daglig kontroll av poretrykksmålere under installasjon av kalksementpeler
4. At det føres kontroll av herdeforløp og pelenes kvalitet/homogenitet ved FKES-test i felten eller uttatt kjerneprøver som sendes på laboratoriet.
2. At der graves ut til angitt dybde og prosjekterte avstivningsmetoder anvendes.
3. At grunnforholdene er som beskrevet i vurderingsrapporten.
4. At grunnvannsforholdene er som beskrevet i vurderingsrapporten.
6. At innbygningsmassene omkring ledningene er i henhold til prosjektbeskrivelsen/tegninger og at de generelle fyllingsmateriale over ledningene er egnet til formålet.
6. At det føres logg over installasjon av stålkjernepler og det fylles ut sjekklister eller tilsvarende egenkontroll iht. entreprenørens kvalitetssikringssystem.

Ansvar for gjennomførelse av ovennevnte kontroll tilfaller byggeledelsen og entreprenør.

10 Referanser

- /1/ **Kommunal – moderniseringsdepartementet**
PBL, Plan og bygningsloven
- /2/ **Direktoratet for byggkvalitet**
Byggteknisk forskrift (TEK17)
2017.
- /3/ **Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE)**. Veileder nr 1 -
2019 -
Sikkerhet mot kvikkleireskred. s.l. : NVE, 2019.
- /4/ **Geoteknisk datarapport, Overføring Sarpborg/Årum - Øra**, Multi-
consult, Oppdrags nr. 10219284, datert 2020-09-25
- /5/ **Geoteknisk datarapport, Årum-Øra Fredrikstad GU**, COWI A/S,
Oppdrags nr. A237144, datert 2022-02-04
- /6/ **Geoteknisk prosjekteringsforutsetningsrapport**, Overføringsled-
ning, Årum – ØRA, COWI A/S, Oppdrags nr. A227456, Rapport nr.
A227456-RIG-RAP-001-00, datert 2022-xx-xx
- /7/ **Statens Vegvesen**
Statens vegvesen (SVV), Håndbok N200-Vegbygning
Vegdirektoratet, 2018
- /8/ **NS/EN 1997-1:2004+NA:2016**
Geoteknisk prosjektering del 1: Allmenne regler (Eurokode 7)
Norsk Standard, 2016.
- /9/ **NS/EN 1990:2002+NA:2016**
Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Eurokode 0)
Norsk Standard, 2016.
- /10/ **Statens Vegvesen**
Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger
og skrånninger

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser										ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)		
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	10				20	30	40	50				
	FYLLMASSE: SILT, sandig, organisk enk. leirklumper, teglstein																	2,2						
	LEIRE, siltig lagvis med SAND, organisk																							
	LEIRE, siltig vertikale sjikt av sand i prøven															1,77			▼	▼	○	○	○	4
5	LEIRE enk. skjellrester	█	ØT													1,74	2,71		▼	▼	○	○	○	4
	LEIRE enk. skjellrester	█														1,75			▼	▼	○	○	○	3
10	LEIRE															1,71			▼	▼	○	○	○	3
15	LEIRE															1,77	2,70		▼	▼	○	○	○	4
20	LEIRE		KT																▼	▼	○	○	○	3

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksjell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold
|—| Plastisitetsindeks, I_p

▼ ISO 17892-6: 2017
Omrørt konus
▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
Ø = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
Borbok: COWI

PRØVESERIE

Borhull:

BH20

COWI AS

Dato:

2022-01-13

Årum - Øra, Etappe 1: Øra -PST

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

GEO

Kontrollert:

ANNM

Godkjent:

SIOR

Oppdragsnummer:

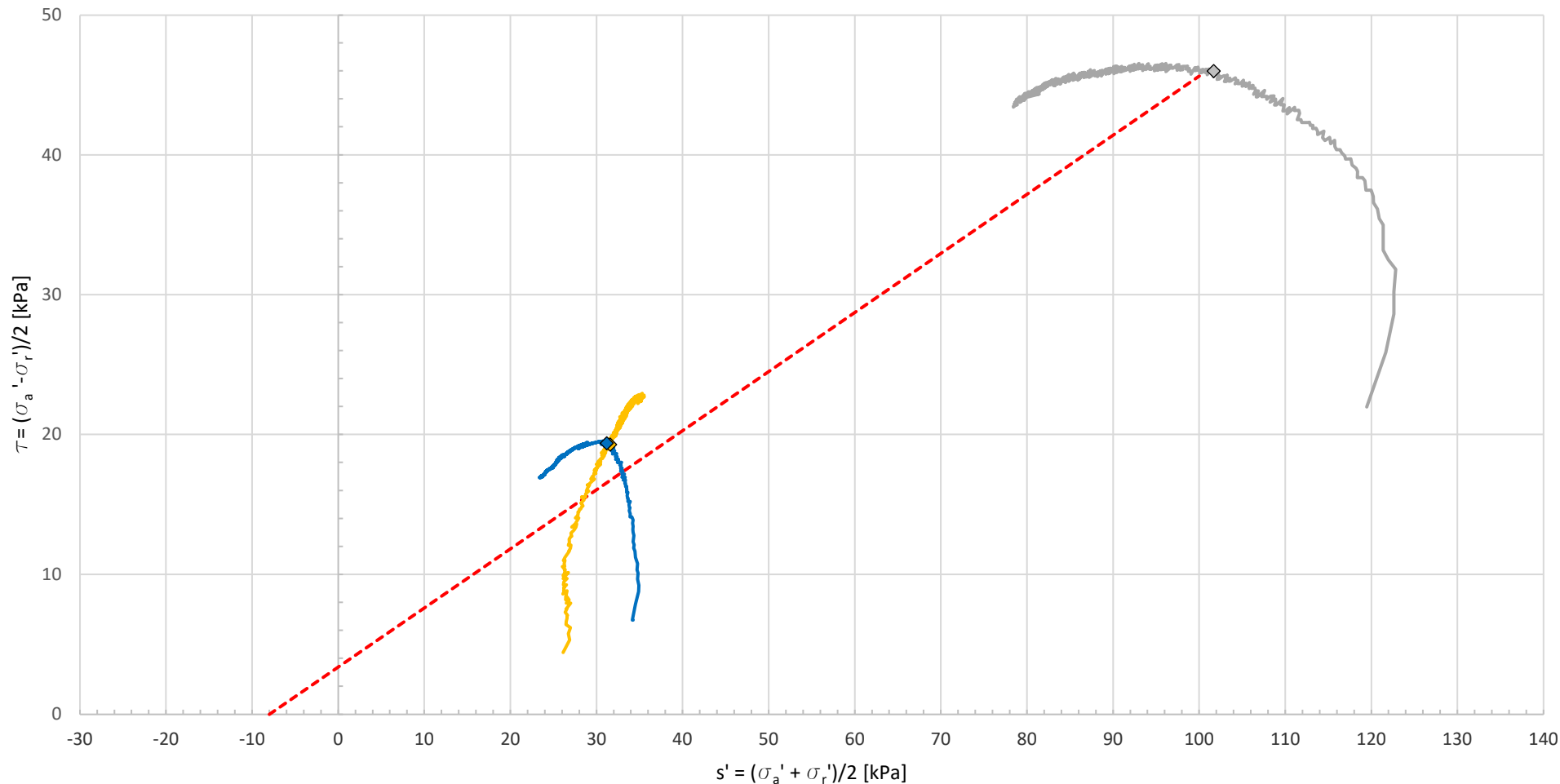
10242013

Tegningsnr.:

RIG-TEG-207.1

Rev. nr.:

00



- - - a = 8 kPa, phi = 25 deg
- BH20_4.4
- BH20_17.5
- BH16_2.45
- ◆ BH16_2.45_2 %
- ◆ BH20_4.4_2 %
- ◆ BH20_17.5_2 %

FK Detaljprosjektering VA Årum-Øra

Effektive styrkeparametre basert på triaksialforsøk (CAUa)


COWI AS	Dato:	Utarbeider:	Kontroll:	Godkjent:	https://cowi.sharepoint.com/sites/A227456-project/Shared Documents/60-WorkInProgress/10-Documents/RIG/Rapporter/Vurderingsrapport Klokkestuveien/Materiale parametre/Tolkning av treaks_JFRY.xlsm	COWI
	05-04-2022	JFRY	CBNI	HEAR		
	Oppdrag nr.:	Vedlegg nr.:	Versjon:			
	A082311	2.0	1	Side 7/11		

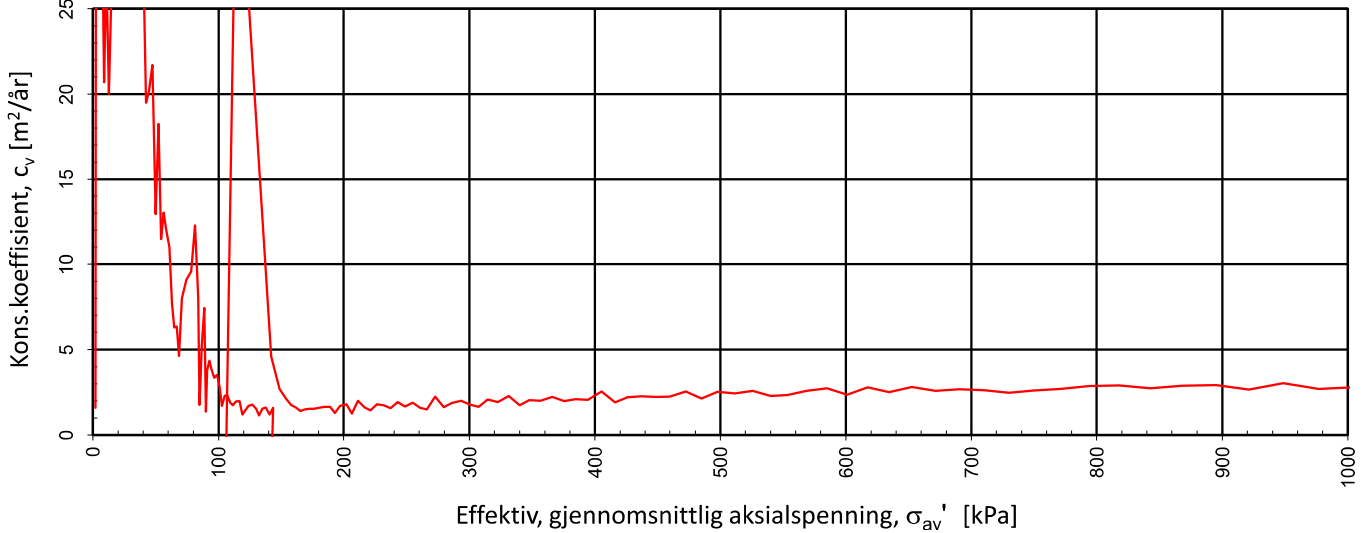
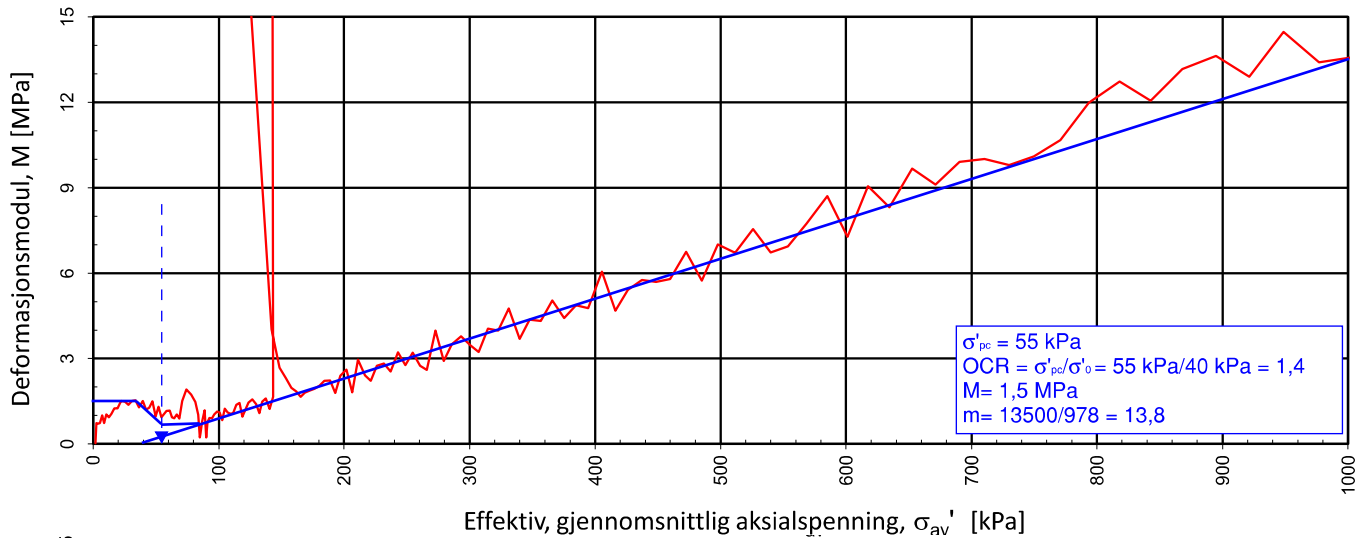
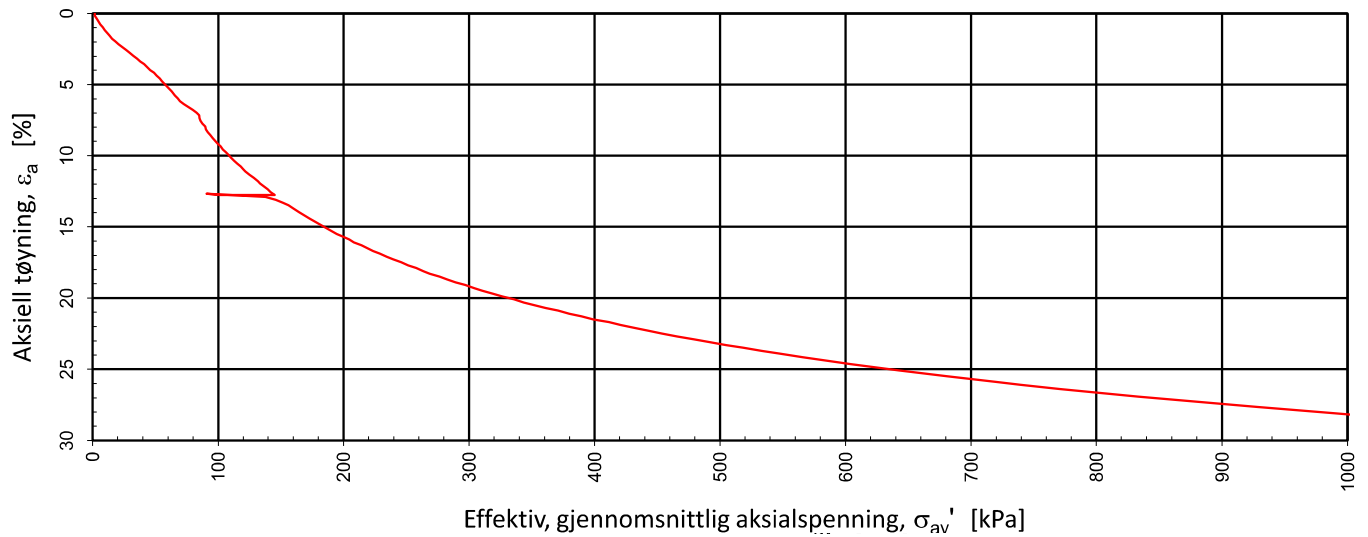
Test	Basert på poretal							Basert på utpresset porevann						Indikasjon på prøveforstyrrelse
	e _i	e _c	Δe	Δe/e _i	OCR	Klassifisering	Prøvekvalitet	V _i	V _s	V _{vi}	V _{vc}	ΔV _v	Klassifisering	
	-	-	-	-	-	-	-	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	-	
BH10_5,35m	-	-		0,060	1,0	2	God til bra	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH10_15,45m	-	-		0,100	1,0	3	Dårlig	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH16_2,45m	-	-		0,040	1,5	2	God til bra	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH20_4,4m	-	-		0,070	1,5	3	Dårlig	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH20_17,5m	-	-		0,130	1,0	3	Dårlig	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH25_4,5m	-	-		0,060	1,0	2	God til bra	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH25_12,5m	-	-		0,100	1,0	3	Dårlig	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH29_9,4m	-	-		0,080	1,0	3	Dårlig	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei
BH29_11,4m	-	-		0,110	1,0	3	Dårlig	-	#VALUE!	#####	#VALUE!	#VALUE!	#VALUE!	Nei


FK Detaljprosjektering VA Årum-Øra

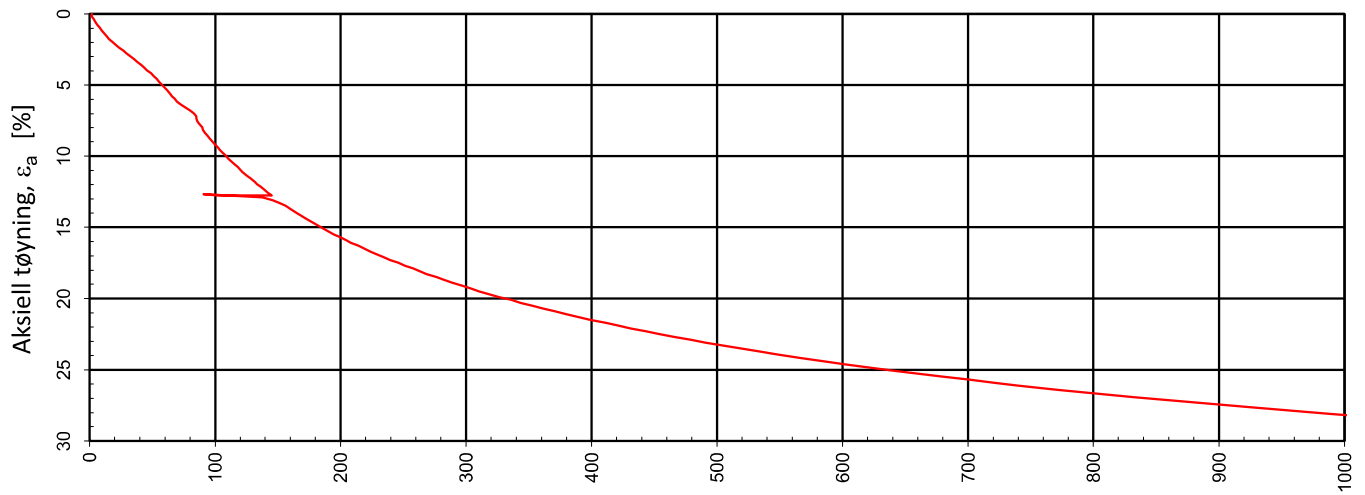
*Indikasjon på prøvekvallitet av treaksialforsøk iht. SVV V220

**Indikasjon på prøveforstyrrelse iht. NIFS 77/2014

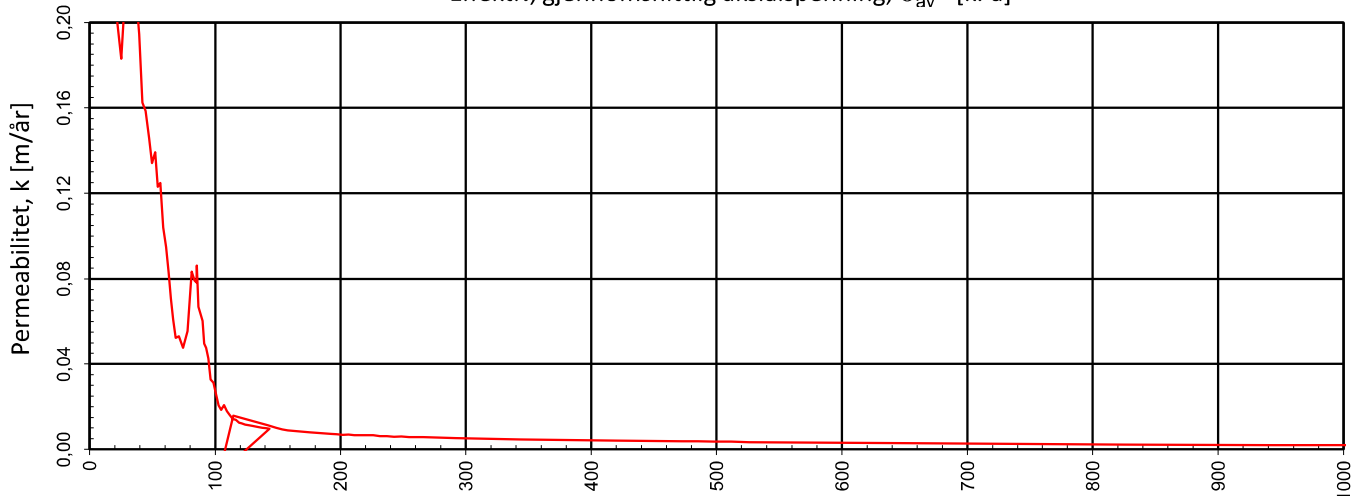
COWI AS	Dato: 05-04-2022	Utarbeider: JFRY	Kontroll: CBNI	Godkjent: HEAR	https://cowi.sharepoint.com/sites/A227456-project/Shared Documents/60-WorkInProgress/10-Documents/RIG/Rapporter/Vurderingsrapport Klokkerstuveien/Materiale parametre/Tolkning av treaks_JFRY.xlsm	
	Oppdrag nr.: A227456	Vedlegg nr.: 2.1	Versjon: 1.0			



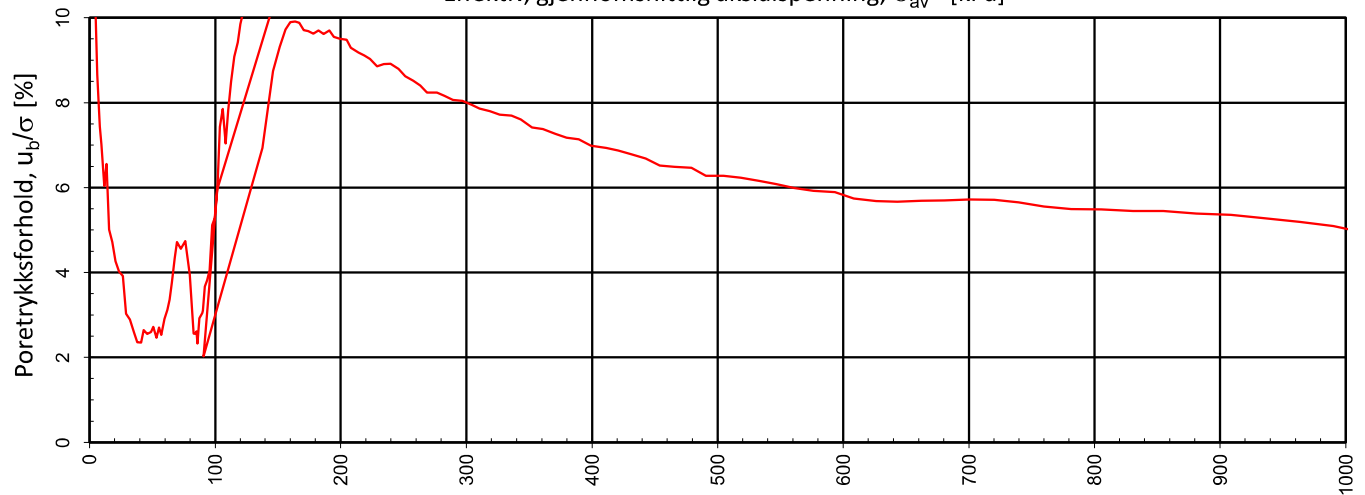
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	4,50	1,70	48,23	1
COWI AS	Årum - Øra, Etappe 1: Øra -PST			Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	SIOR
				Borpunkt	Dato	Revisjon
				BH20	06.01.2022	0
Ødometerforsøk			Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
			10242013		RIG-TEG-401.1	



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

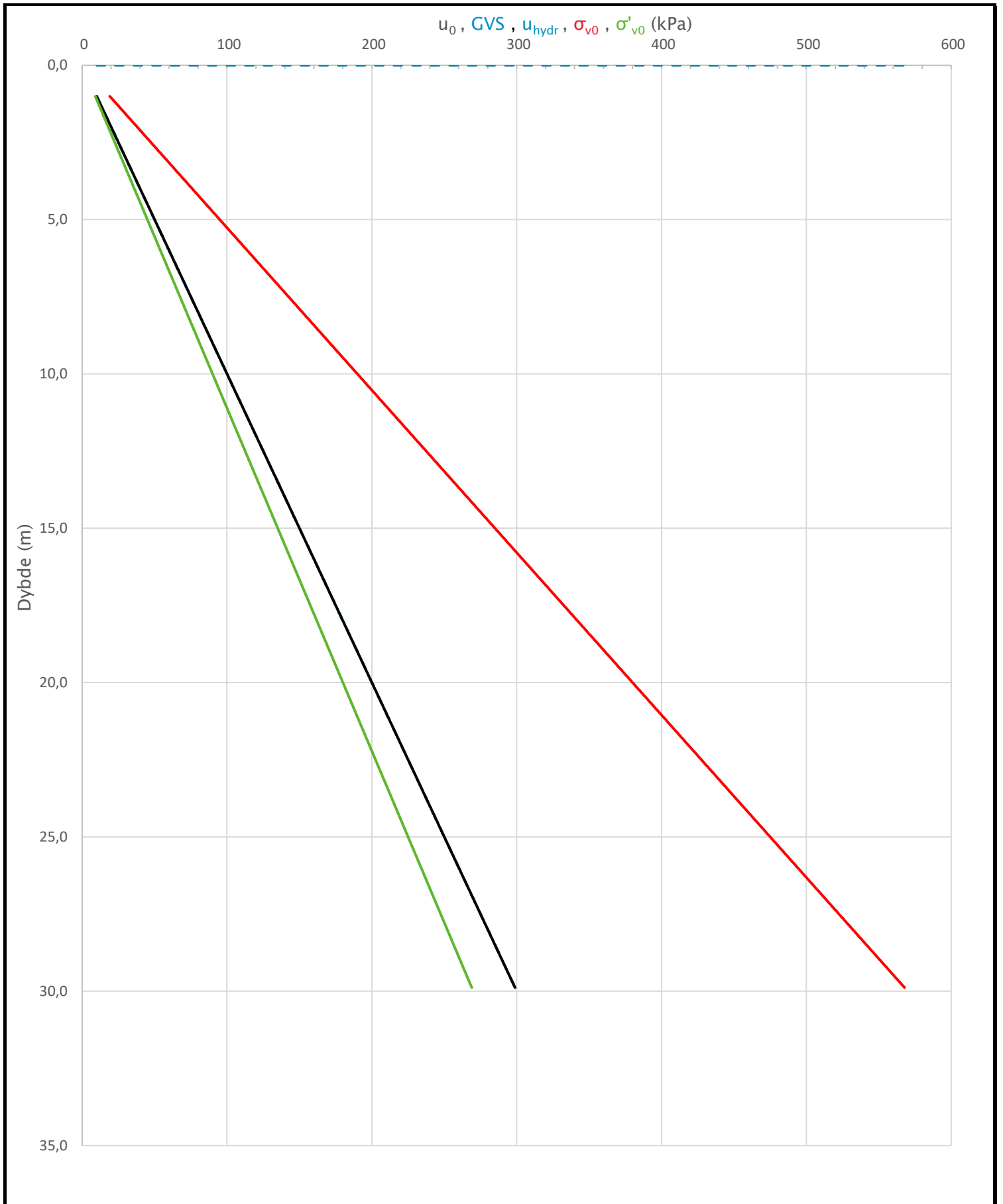


Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

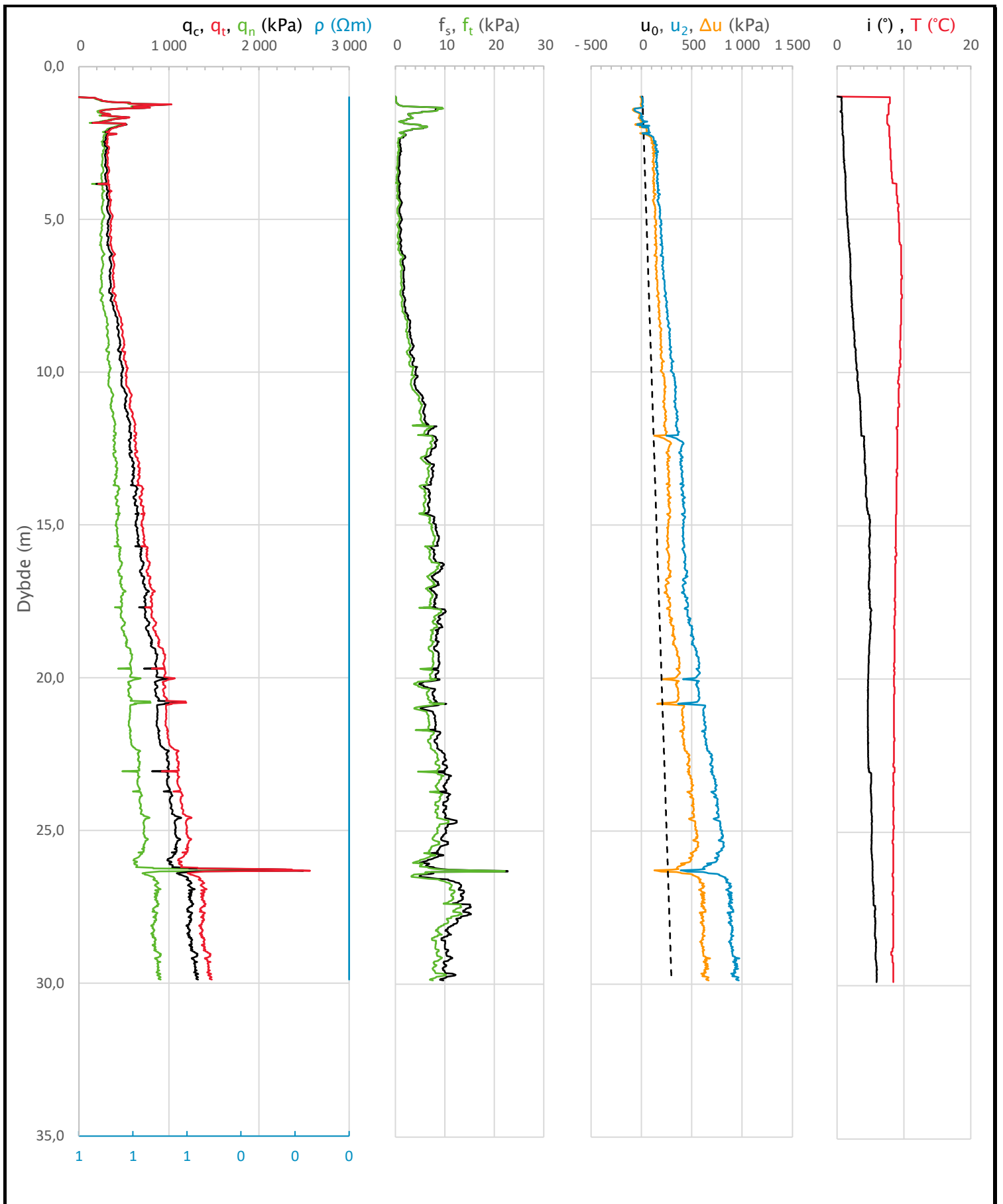


Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]

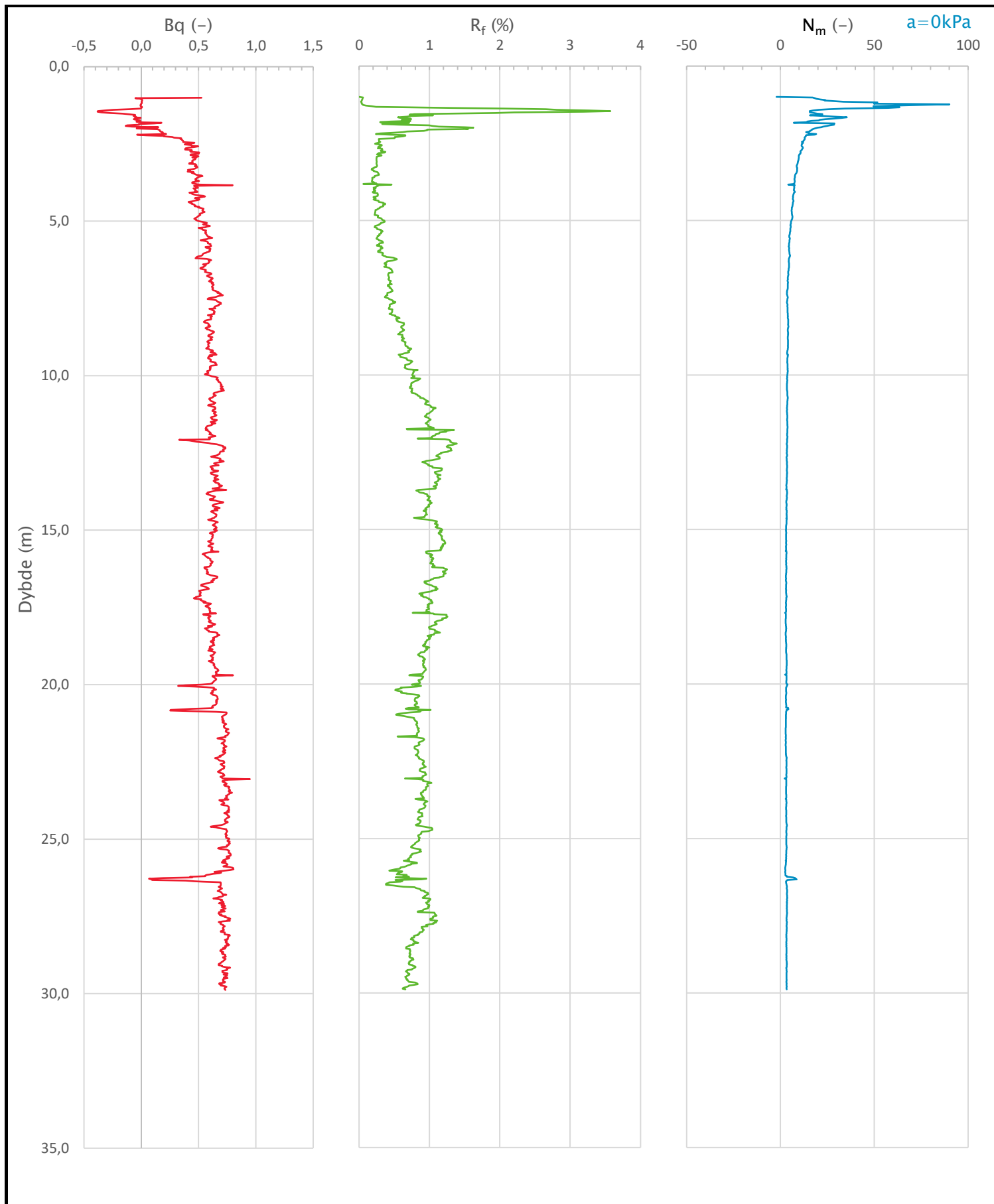
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS	20,00	50,00	4,50	1,70	48,23	1
COWI AS				Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
				GEO	ANNM	SIOR
				Borpunkt	Dato	Revisjon
Årum - Øra, Etappe 1: Øra -PST				BH20	06.01.2022	0
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer		Tegningsnummer
				10242013		RIG-TEG-401.2



Prosjekt Årum - Øra			Prosjektnummer: A227456	Borhull BH20
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger			Sondennummer 4554	
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent HEAR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13-12-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 1



Prosjekt Årum - Øra		Prosjektnummer: A227456		Borhull BH20
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 4554
	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent HEAR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13-12-2021	Revisjon	Figur 2
			Rev. dato	



Prosjekt Årum - Øra		Prosjektnummer: A227456		Borhull BH20
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 4554
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent HEAR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13-12-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 3

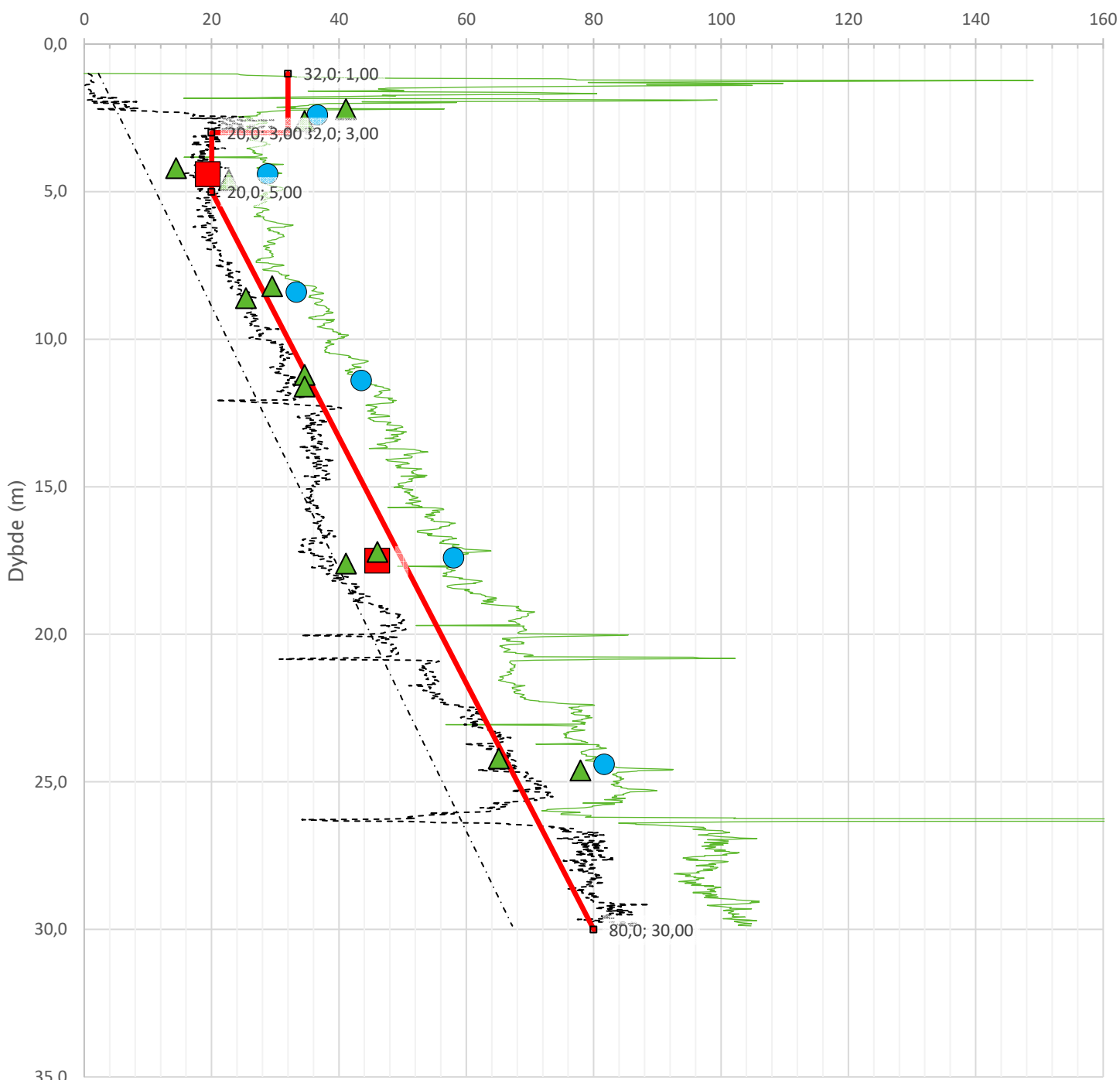
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH BH20: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH BH20: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH BH20: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(OCR2)+[0,082/0]·lp

----- SHANSEP (OCR2, $\alpha=[0,31-0,33]$, $m=[0,71-0,77]$)

- - - - - $c_{uNC}: 0,25 \cdot \sigma'_{v0}$

■ Treaks BH BH20

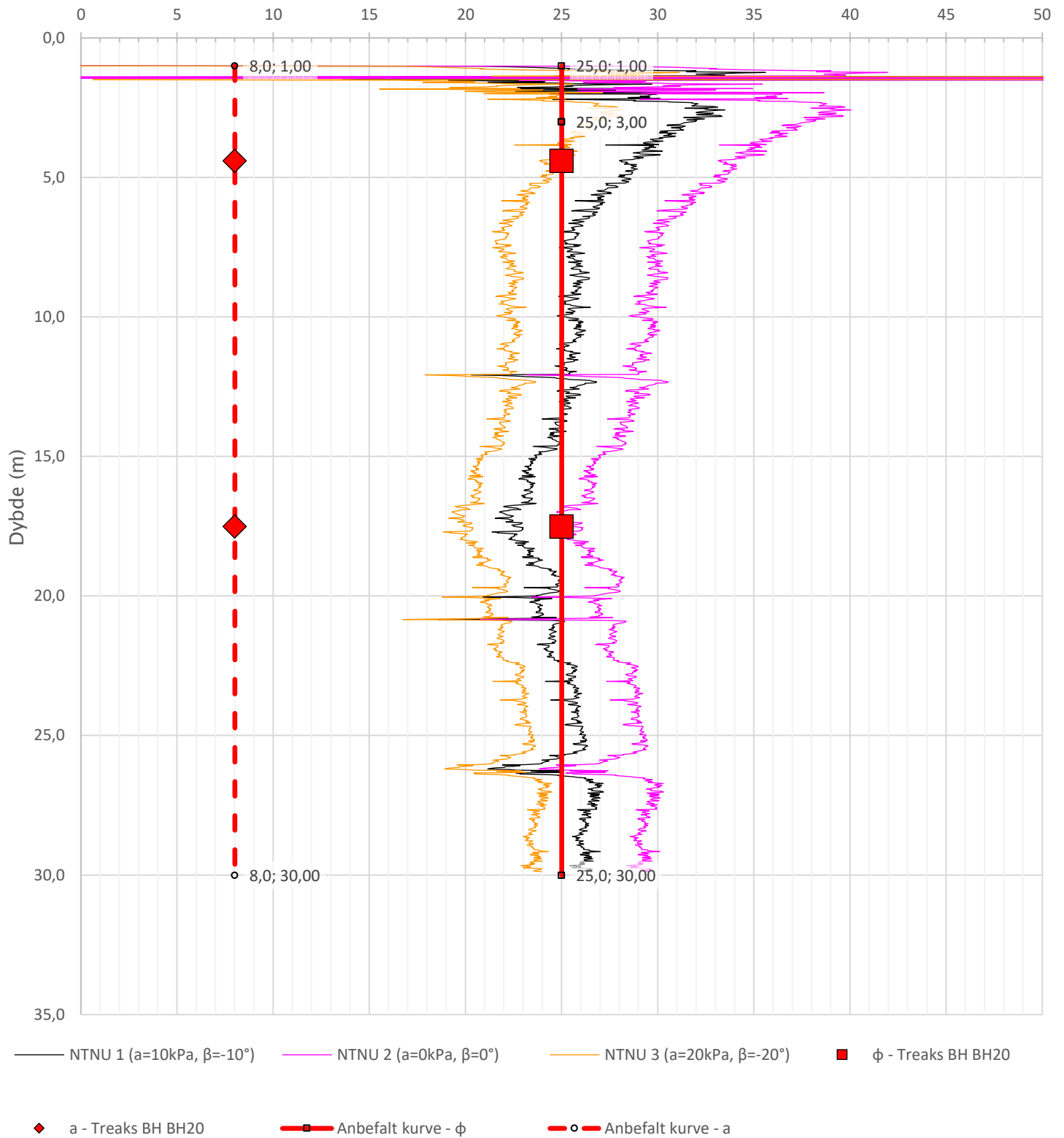
● Enaks BH BH20

▲ Konus BH BH20

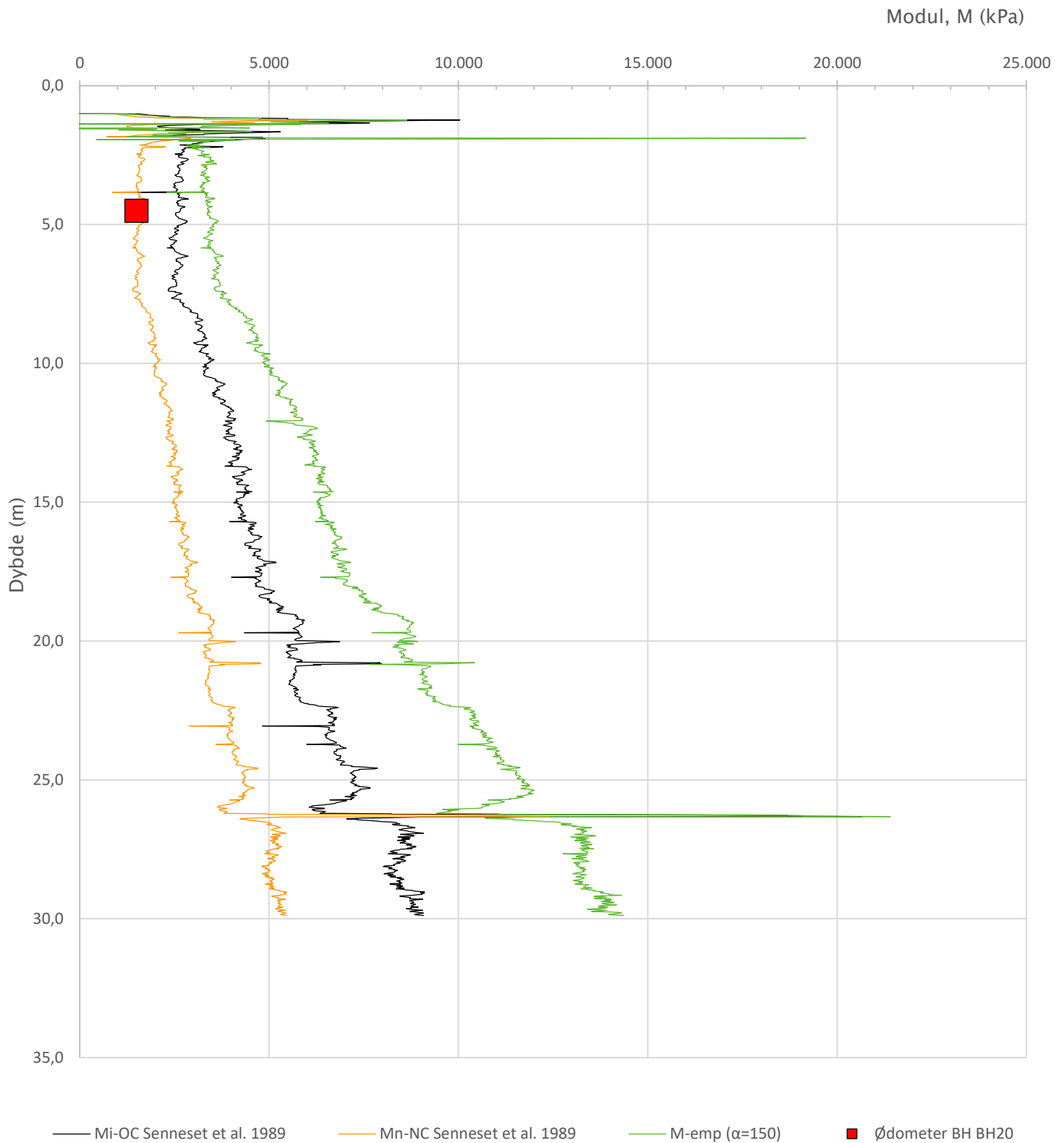
—■— Anbefalt kurve

Prosjekt Årum - Øra		Prosjektnummer: A227456		Borhull BH20
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 4554
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent HEAR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13-12-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 4

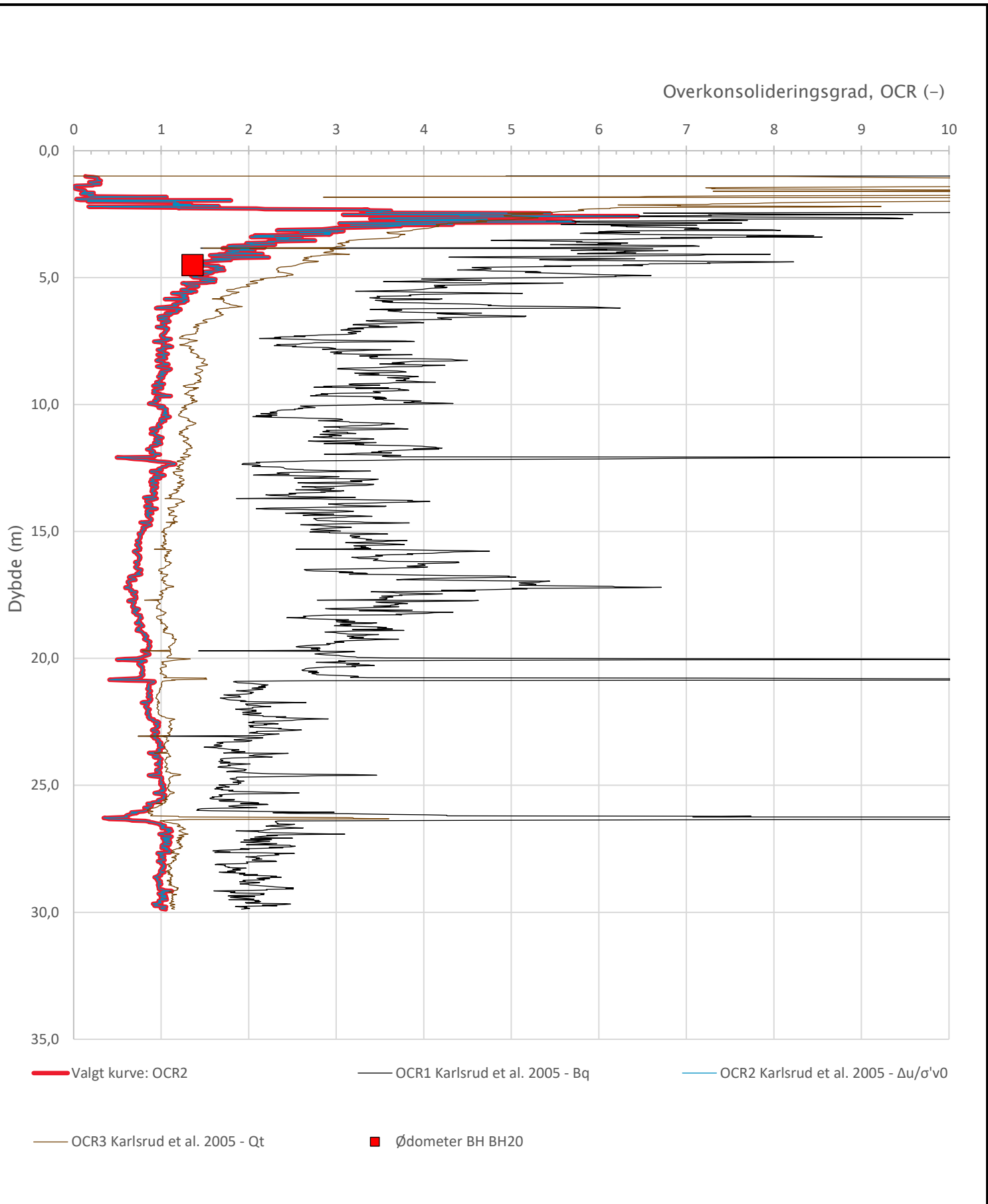
Friksjonsvinkel, ϕ (°)
attraksjon, a (kPa)



Prosjekt Årum - Øra			Prosjektnummer: A227456	Borhull BH20
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer 4554	
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent HEAR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13-12-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5



Prosjekt Årum - Øra			Prosjektnummer: A227456	Borhull BH20
Innhold Tolkning av modul			Sondennummer 4554	
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent HEAR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13-12-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 6



Prosjekt Årum - Øra			Prosjektnummer: A227456	Borhull BH20
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR			Sondennummer 4554	
	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent HEAR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13-12-2021	Revisjon Rev. dato	Figur 7

Vedlegg 2

Årum - Øra, Etappe 1: Øra -PST		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	<p>Vanninnhold homogenisert masse: 52,0 %</p> <p>Vanninnhold etter innblanding av bindemiddel: Batch 1 - 44,5 %</p>									
COWI AS		SISJ	GEO	SIOR										
Oppdragsnummer		10242013		11,0-25,0		18.01.2022								
Prøve		Multicem		Romvekt		Vanninnhold		Tegningsnummer		S _u [kPa]		Tøyning [%]		
Nr.	Dato	Antall Døgn	Blandingsforhold [Kg/m ³]	Multicem 50	Sement	Test	Vekt [g]	Høyde [mm]	[kN/m ³]	etter herding [%]	enaksialforsøk	Resultat	Snitt	
1	01.02.2022	14	100	50 %	50 %	A	394,86	102,20	16,5	45,6	RIG-TEG-291.1	62,9		4,7
2	01.02.2022	14	100	50 %	50 %	B	404,54	102,10	17,0	40,5	RIG-TEG-291.2	56,8		3,4
3	01.02.2022	14	100	50 %	50 %	C	405,69	101,50	17,1	38,4	RIG-TEG-291.3	108,8		4,1

- Forutsetninger:**
- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
 - Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
 - Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
 - Udrenert skjærstyrke (cu) settes lik en forsiktig anslått middelvei ned til en dybde lik 2/3B under utgravingsens bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på 1,5B.

Krav:
$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng q_k **20 kN/m²**
 - Trykk mot bunn av byggegrop p_k **0 kN/m²**
- (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

Terrengforhold:

- Gravedybde Z **3,3 m**
- Bredder av byggegrop B **2,33 m**
- Lengde av byggegrop L **30 m**

Karakteristiske parametre - jord:

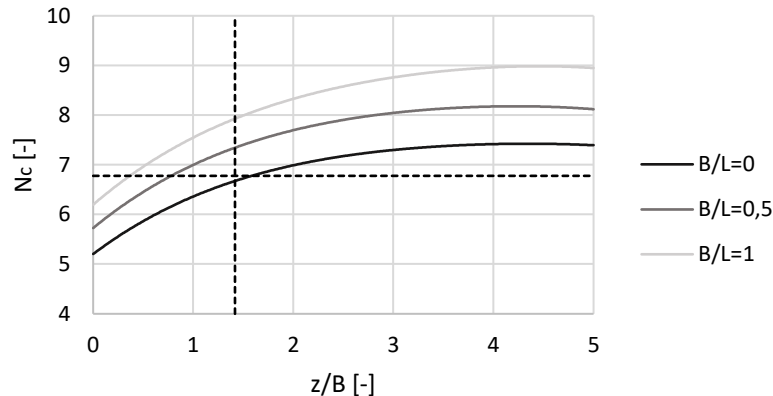
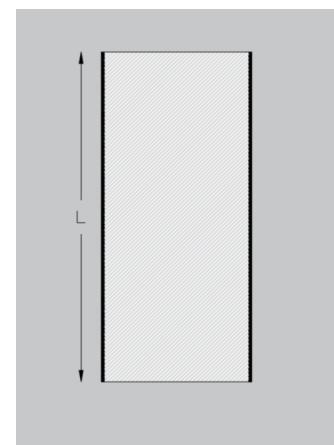
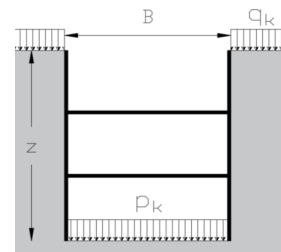
- Udrenert skjærstyrke $c_{u,k}$ **20 kPa**
- Tyngdetetthet - over bunn av utgraving γ **17,5 kN/m³**

Krav til sikkerhet:

- materialefaktor γ_M **1,40**
- Lastfaktor - terrengbelastning γ_Q **1,35**
- Lastfaktor - trykk mot bunn γ_p **1,00**

Bæreevnefaktorer

- Bredder/lengdeforhold B/L **0,1**
- Dybde/bredderforhold Z/B **1,4**
- Bæreevnefaktor N_c **6,8**
- **Oppnått materialefaktor** γ_M **1,60**



Kontroll

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor) Tilstrekkelig

Oppdrag: A227456

Prosjekt navn Overføringsledning Årum - Øra - Nivåløfter Klokkerstuveien

Beregningsidentifikasjon Grøftetrase med kalksementstabilisering

Lastkombinasjon

Dato:	Utarbeiter:	Kontroll:	Godkjent:
05-04-2022	JFRY	CBNI	HEAR
Oppdrag nr.:	Vedlegg nr.:	Versjon	
A227456	6.0	1.0	



- Forutsetninger:**
- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
 - Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
 - Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
 - Udrenert skjærstyrke (cu) settes lik en forsiktig anslått middelvei ned til en dybde lik 2/3B under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på 1,5B.

Krav:
$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng q_k **20 kN/m²**
 - Trykk mot bunn av byggegrop p_k **0 kN/m²**
- (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

Terrengforhold:

- Gravedybde Z **3,3 m**
- Bredder av byggegrop B **2,33 m**
- Lengde av byggegrop L **30 m**

Karakteristiske parametre - jord:

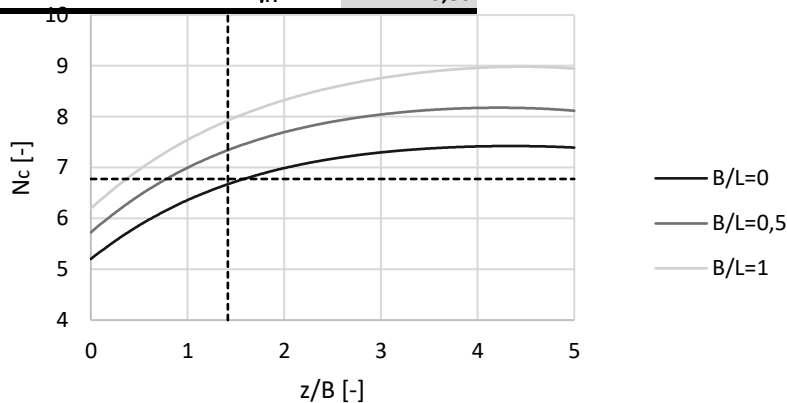
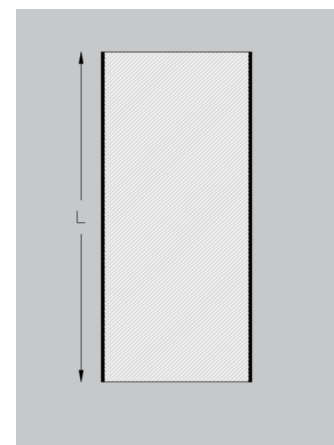
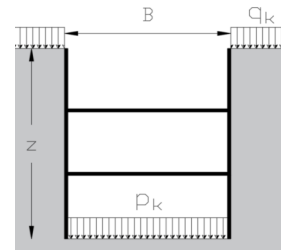
- Udrenert skjærstyrke $c_{u,k}$ **10 kPa**
- Tyngdetetthet - over bunn av utgraving γ **17,5 kN/m³**

Krav til sikkerhet:

- materialefaktor γ_M **1,40**
- Lastfaktor - terrengbelastning γ_Q **1,35**
- Lastfaktor - trykk mot bunn γ_p **1,00**

Bæreevnefaktorer

- Bredder/lengdeforhold B/L **0,1**
- Dybde/bredderforhold Z/B **1,4**
- Bæreevnefaktor N_c **6,8**
- **Oppnått materialefaktor** γ_M **0,80**



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor) Ej tilstrekkelig

Oppdrag: A227456

Prosjekt navn Overføringsledning Årum - Øra - Nivåløfter Klokkerstuveien

Beregningsidentifikasjon Grøftetrase uten kalksementstabilisering

Lastkombinasjon

Dato: 05-04-2022	Utarbeiter: JFRY	Kontroll: CBNI	Godkjent: HEAR
Oppdrag nr.: A227456	Vedlegg nr.: 6.1	Versjon 1.0	



- Forutsetninger:**
- Beregning i henhold til SVV Håndbok V220 Kapittel 10.4.1
 - Stabilitet av utgraving skal kontrolleres separat
 - Effekt av skrånende terreng må vurderes separat
 - Udrenert skjærstyrke (cu) settes lik en forsiktig anslått middelvei ned til en dybde lik 2/3B under utgravings bunn, med spesiell vekt på svært bløte lag innenfor en dybde på 1,5B.

Krav:
$$\text{Oppnått materialefaktor} = \frac{N_c \cdot c_u}{\gamma \cdot z + q_k \cdot \gamma_Q - p_k \cdot \gamma_p} \geq \gamma_M$$

Karakteristiske laster:

- Last på terreng q_k 20 kN/m²
 - Trykk mot bunn av byggegrop p_k 0 kN/m²
- (f.eks. vekt av vann ved vandfylt grop)

Terrengforhold:

- Gravedybde Z 3,3 m
- Bredder av byggegrop B 3,4 m
- Lengde av byggegrop L 3,9 m

Karakteristiske parametre - jord:

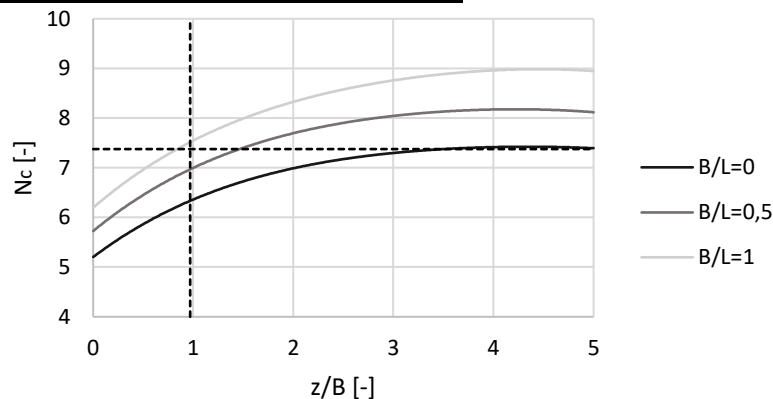
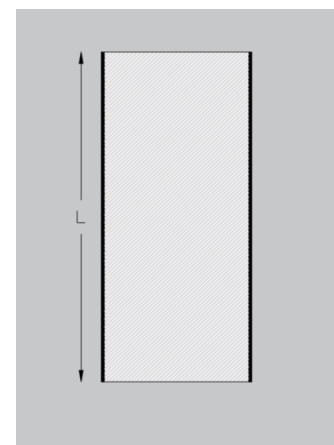
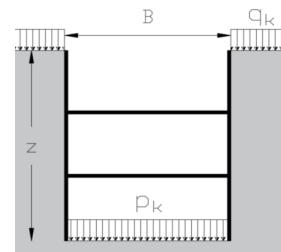
- Udrenert skjærstyrke $c_{u,k}$ 20 kPa
- Tyngdetetthet - over bunn av utgraving γ 17,5 kN/m³

Krav til sikkerhet:

- materialefaktor γ_M 1,40
- Lastfaktor - terrengbelastning γ_Q 1,35
- Lastfaktor - trykk mot bunn γ_p 1,00

Bæreevnefaktorer

- Bredder/lengdeforhold B/L 0,9
- Dybde/bredderforhold Z/B 1,0
- Bæreevnefaktor N_c 7,4
- Oppnått materialefaktor γ_M 1,74



Kontrol

- Oppnått sikkerhet (Materialefaktor) Tilstrekkelig

Oppdrag: A227456

Prosjekt navn Overføringsledning Årum - Øra - Nivåløfter Klokkerstuveien

Beregningsidentifikasjon Kummer

Lastkombinasjon

Dato: 05-04-2022	Utarbeiter: JFRY	Kontroll: CBNI	Godkjent: HEAR
Oppdrag nr.: A227456	Vedlegg nr.: 6.2	Versjon 1.0	

