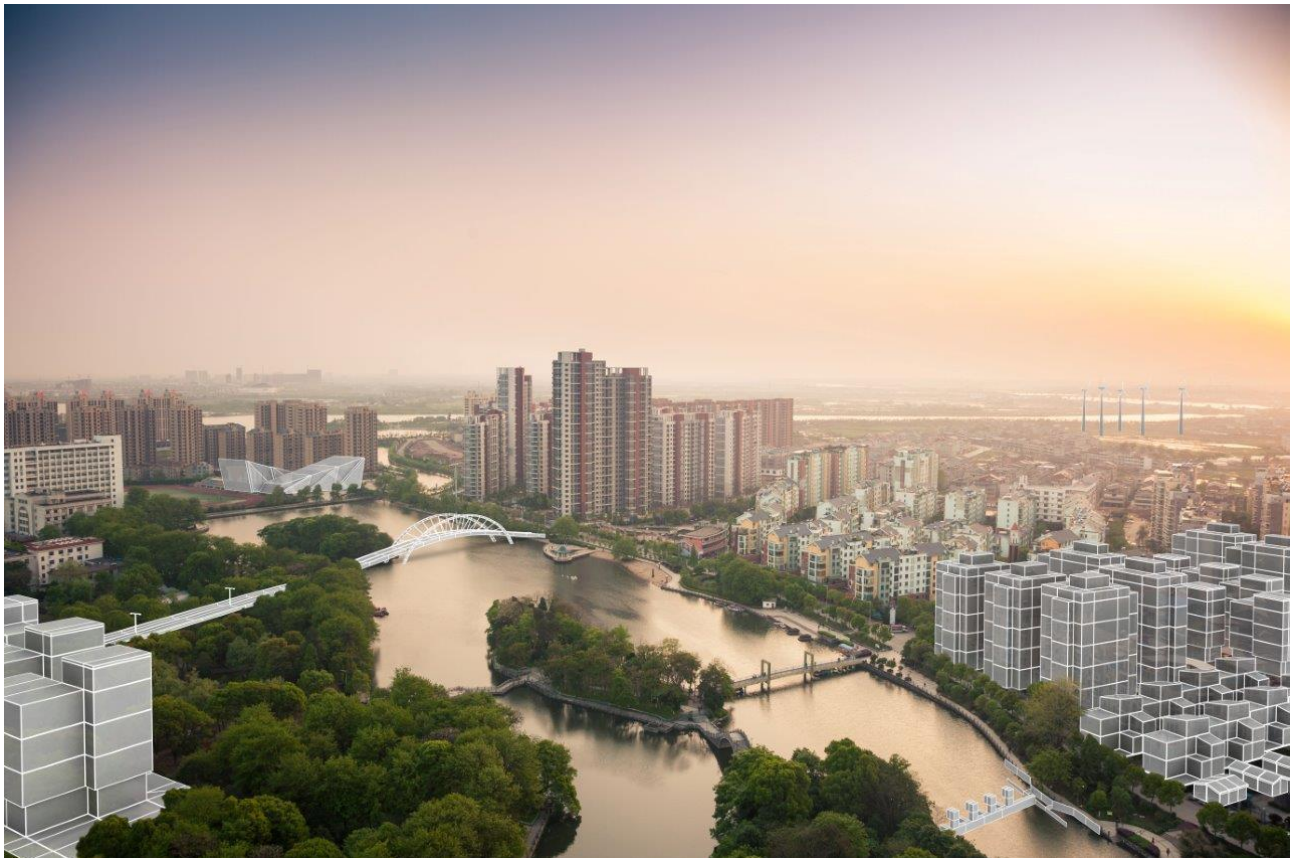


---

10211253\_RIG\_R06\_A03

---

## Kvikkleireutredning



Kunde: Nedre Romerike Vannverk IKS  
Prosjekt: A120013 Prosjekteringsoppdrag Sandbekken - Sørlihavna  
Prosjektnummer: 10211253  
Dokumentnummer: RIG\_R06 Rev.: A03

## Sammendrag:

Sweco Norge AS har på oppdrag av Nedre Romerike Vannverk (NRV) utført en kvikkleirevurdering for planlagt VA-trasé mellom Sandbekken og sørlighavna. Den foreliggende rapporten tar for seg delstrekning 2 og 3. Det er utført grunnundersøkelser i to omganger for strekningen.

Del 2 består generelt av middels fast til bløt leire. Det er i tillegg påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale flere punkt langs traseen. Det er derfor utført en vurdering av kvikkleireområdet.

Del 3 består av en strekning med tykt leirelag, generelt av middels fast til meget fast leire, og en strekning med friksjonsmasser over berg. Det er ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale langs traseen.

I forbindelse med kvikkleireutredningen er det vurdert stabilitet i flere snitt. Alle beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet for aktuelle skråninger, både for dagens situasjon, og i anleggsfase. Ferdigsituasjon medfører ingen forverring ift. dagens situasjon, og er derfor ikke vurdert. Området er vurdert til å ha middels faregrad for kvikkleireskred både før og etter tiltak og skadekonsekvensen av et skred er vurdert til alvorlig. Tiltaket havner i risikoklasse 3 av 5. Det er påvist betydelig erosjon i ravinen. Videre utredning av erosjonsforhold er ivarettatt i egen rapport.

Det er krav til tredjepartskontroll av rapporten. Rapporten må kontrolleres iht. NVEs kvikkleireveileder 1/2019, og iht. Plan- og bygningsloven for geoteknisk prosjektering i kategori 2.

## Rapporteringsstatus:

- Endelig  
 Oversendelse for kommentar  
 Utkast

|   |   |
|---|---|
| <b>Utarbeidet av:</b><br>Anna Teetzmann/ Johannes Gaspar Holten | <b>Sign.:</b>                             |
| <b>Kontrollert av:</b><br>Åsmund Elgvasslien                    | <b>Sign.:</b>                             |
| <b>Prosjektleder:</b><br>Hilde Lill Nystog Aas                  | <b>Prosjekteier:</b><br>Kirsti Hanebrekke |

## Revisjonshistorikk:

| Rev. | Dato       | Beskrivelse                           | Utarbeidet av | Kontrollert av |
|------|------------|---------------------------------------|---------------|----------------|
| A03  | 20.12.2021 | Implementering av kommentarer fra UAK | NOJHOL        | NOASEL         |
| A02  | 13.12.2021 | Implementering av kommentarer fra UAK | NOTEET/NOJHOL | NOASEL         |
| A01  | 26.03.2021 | Kvikkleireutredning                   | NOTEET        | NOASEL         |

# Innholdsfortegnelse

|   |    |
|---|----|
| Tegninger .....                                   | 4  |
| Vedlegg .....                                     | 4  |
| 1 Innledning .....                                | 5  |
| 2 Grunnlag.....                                   | 5  |
| 3 Grunnundersøkelser .....                        | 6  |
| 3.1 Eksisterende grunnundersøkelser .....         | 6  |
| 3.2 Nye grunnundersøkelser.....                   | 6  |
| 4 Terreng og grunnforhold .....                   | 6  |
| 4.1 Terreng.....                                  | 6  |
| 4.2 Løsmasser og grunnforhold .....               | 7  |
| 5 Kvikkleirevurdering .....                       | 7  |
| 5.1 Profil 0 - 400 .....                          | 8  |
| 5.2 Profil 400 - 600.....                         | 9  |
| 5.3 Profil 600 - 1100.....                        | 9  |
| 5.4 Profil 1100 - 1450.....                       | 9  |
| 6 Grunnlag for stabilitetsberegninger.....        | 12 |
| 6.1 Aktuelle beregningsprofiler.....              | 12 |
| 7 Stabilitetsvurderinger .....                    | 13 |
| 7.1 Beregningsforutsetninger .....                | 13 |
| 7.2 Resultater .....                              | 13 |
| 7.3 Løsne- og utløpsområde .....                  | 14 |
| 7.4 Stabilitet mot ravinedal/anleggsområdet ..... | 15 |
| 8 Konklusjon .....                                | 15 |
| 9 Referanser .....                                | 16 |

## Tegninger

| Tegning nr. | Rev nr. | Tittel                                       | Målestokk |
|-------------|---------|--|-----------|
| G300        | B       | Oversiktskart                                | 1:50 000  |
| G301        | B       | Oversiktskart – Grunnundersøkelser – Del 2-1 | 1:2 000   |
| G302        | B       | Oversiktskart – Grunnundersøkelser – Del 2-2 | 1:2 000   |
| G303        | B       | Oversiktskart – Grunnundersøkelser – Del 3-1 | 1:2 000   |
| G304        | B       | Oversiktskart – Grunnundersøkelser – Del 3-2 | 1:2 000   |
| G305        | B       | Oversiktskart – Terrenghelning               | 1:1 000   |
| G306        | B       | Profil A-A Dagens situasjon                  | 1:600     |
| G307        | B       | Profil A-A Styrte boring                     | 1:600     |
| G308        | B       | Profil B-B Dagens situasjon                  | 1:750     |
| G309        | B       | Profil B-B Utgraving for K260                | 1:500     |
| G310        | B       | Profil C-C Dagens situasjon                  | 1:700     |
| G311        | B       | Profil C-C Styrte boring                     | 1:750     |
| G312        | B       | Profil 1-1 Dagens situasjon                  | 1:400     |
| G313        | B       | Profil 2-2 Dagens situasjon                  | 1:400     |
| G314        | B       | Profil 2-2 Anleggslast                       | 1:400     |
| G315        | B       | Profil 3-3 Dagens situasjon                  | 1:400     |
| G316        | B       | Profil 3-3 Anleggssituasjon                  | 1:400     |
| G317        | B       | Løsneområde for profil B-B                   | 1:400     |
| G318        | B       | Løsne- og utløpsområde                       | 1:2 000   |

## Vedlegg

Vedlegg 1: Tolkning av CPTu

Vedlegg 2: Tolkning av treaksialforsøk

Vedlegg 3: Vurdering av faregrad

# 1 Innledning

Sweco Norge AS har på oppdrag av Nedre Romerike Vannverk (NRV) utredet sikkerheten mot et områdeskred ifm. kvikkleireforekomster langs planlagt VA-trase mellom Sandbekken og Sørlihavna som detaljreguleres. Tiltaket er delt inn i 3 delstrekninger. Den foreliggende rapporten dekker delstrekning 2 og 3, mens delstrekning 1 er ivaretatt i egen rapport [1]. Se Figur 1 for plassering av tiltaket.



Figur 1: Plassering av tiltak. VA-trase er skissert med omtrentlig plassering.

Sweco har utført grunnundersøkelser på og ved traseen, som vil ligge til grunn for vurderinger foretatt i rapporten. Løsmassene på tomten består i hovedsak av et lag tørrskorpeleire, over tykt lag av middels fast leire. Det er påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale i flere punkter langs traseen. Dybde til fjell er påvist i flere punkter langs traseen. Det er benyttet NVEs veileder for sikkerhet mot kvikkleireskred 1/2019 [2].

## 2 Grunnlag

Geoteknisk prosjektering av VA-traseen er utført på bakgrunn av kart og dybdeprofiler utarbeidet for strekningen. Gjeldende grunnlag er:

- Tegning A120013\_DEL 2\_72001
- Tegning A120013\_DEL 2\_72002
- Tegning A120013\_DEL 2\_72003
- Tegning A120013\_DEL 3\_72001
- Tegning A120013\_DEL 3\_72002
- Tegning A120013\_DEL 3\_72003

## 3 Grunnundersøkelser

### 3.1 Eksisterende grunnundersøkelser

Sweco har tidligere utført grunnundersøkelser for tilstøtende VA-trase mellom Nordli og Sørli. Multiconsult har også utført grunnundersøkelser ifm. utbygging av Hammer skole. Resultater fra grunnundersøkelser er dokumentert i følgende rapporter:

- ✓ Sweco Norge AS, «177320-03 - NRV IKS - Reservevannforsyning- Tilknytning til Oslo, Sørli-Nordli. Grunnundersøkelser. Datarapport,» 2015 [3]
- ✓ Multiconsult AS, «118141-1 - Hammer skole - Grunnundersøkelser Datarapport», 2008 [4]

### 3.2 Nye grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i flere omganger for dette prosjektet. Resultater fra disse er gitt i følgende datarapporter:

- 10212379\_RIG\_R01\_A01 Datarapport [5]
- 10217447\_RIG\_R01\_A01-Datarapport Del 2 og 3 [6]
- 10220874\_RIG\_R01\_A01 Datarapport supplerende grunnundersøkelser Del 2 og 3 [7]
- 10211253\_RIG\_R07\_A01\_Datarapport - Ravine Østbyenga [8]

## 4 Terreng og grunnforhold

### 4.1 Terreng

#### 4.1.1 Del 2

Traseen strekker seg over ca. 1450 meter for delstrekning 2, se tegning G301 – G302. Området er i hovedsak dominert av landbruk og dyrket mark, og tilnærmet hele traseen skal etableres på dyrket mark. Terrengen ligger mellom kote +150 og +170. Mellom profil 0 og 250 etableres traseen nord for Gamleveien. Her skal traseen krysse Losbyelva.

Fra profil 250 skal traseen etableres sør for Gamleveien. Mellom profil 250 – 800 ligger traseen i en slak skråning som går ned mot et lite bekkeløp. Høydeforskjellen mellom bekkeløp og trasé er meget liten (ca. 2-3 meter). Mellom profil 1150 – 1350 går traseen like bak parkeringsanlegget til et borettslag (gnr/bnr 85/31 og 85/28), og ligger samtidig i bunnen av en noe større skråning som går opp mot Østbyenga (gnr/bnr 85/48 og 85/74). Skråningen har en høydeforskjell på tilnærmet 10 meter, og en gjennomsnittlig helning på omtrent 1:14.

#### 4.1.2 Del 3

Traseen strekker seg over ca. 1270 meter for delstrekning 3, se tegning G303 og G304.

##### **Profil 0 – 700**

Området er i hovedsak dominert av landbruk og dyrket mark, i et ravinert landskap. Traseen legges nord og nordvest for Hovelsrudveien. Traseen følger en jevn linje, og preges ikke direkte av det ravinerte landskapet. Terrengen stiger jevnt fra vest til øst langsmed Hovelsrudveien, fra kote +182 til kote +190.

##### **Profil 700 – 830**

Trase ligger inntil vegen med bratt hellende skogkledt landskap på nordvestre side. Terrengen ligger mellom kote +188 i sørvest og +192 i nordøst. Traseen trekkes noe ned i skråningen fra profil 750.

Skråningen på nordvestlig side av traséen har her en snitthelning på 1:5. På sørøstlig side hvor traséen trekkes ned i skråninga, er det berg i dagen.

#### **Profil 830 - 1270**

Mellom profil 600 – 1270 grenser tiltaket mot Østmarka i sør-øst, hvor terrenget stiger bratt opp, og det er mye berg i dagen. Traseen ligger her delvis i veien, og delvis nord for veien. Traseen krysser Sagelva rundt profil 1170. Terrenget langs traséen varierer fra kote +188 til +209.

## **4.2 Løsmasser og grunnforhold**

Sweco har utført grunnundersøkelser på og ved traseen. Det er generelt boret til 10-20 meter under terreng, eller til berg. Det er påvist berg i syv punkter langs traseen, og det er sondert til antatt berg i 10 punkter. Dybde til berg varierer mellom 4,35 meter og 22,50 meter i punkter med bergpåvisning.

### **4.2.1 Del 2**

Løsmassene på del 2 består i hovedsak av et lag tørrskorpeleire, over tykt lag av bløt til middels fast leire. Leiren er i all hovedsak middels til meget sensitiv, og det er påvist sprøbruddmateriale i fem punkter langs del 2, samt at det er tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale i flere punkter. Tegning G302-G304 angir et oversiktskart med sammenstilte borpunkter for Del 2, hvor det er vist punkter med påvist og antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale og hvor det ikke er antatt/påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale.

### **4.2.2 Del 3**

#### **Profil 0 – 670**

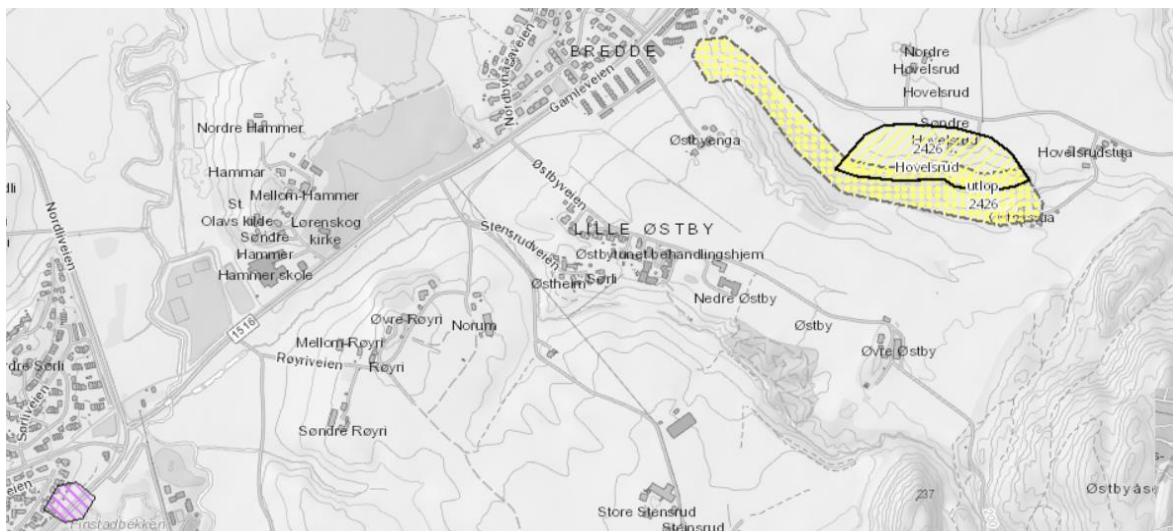
Mellom ca. profil 0 – 670 består løsmassene på del 3 i hovedsak av et lag av tørrskorpeleire, over et tykt lag av middels fast leire med lav sensitivitet. Det er ikke påvist eller tolket (antydning til) kvikkleire på denne strekningen. Ved utførelse av grunnundersøkelser var det mistanke om kvikkleire i dette området. Prøveserie fra SW26 fant derimot ikke tegn til hverken kvikkleire eller sprøbruddmateriale. Leiren hadde generelt omrørt skjærstyrke  $\geq 5$  kPa, og en sensitivitet mellom 5 – 8 [6]. De resterende borpunktene i denne delen, dvs. punkt SW17, SW18, SW19, SW31 OG SW32, har tilsvarende motstand i dybden, og oppfører seg generelt likt som SW26. De er dermed heller ikke tolket som sprøbruddmateriale. I tillegg er det ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale i punkt SW15 fra Del 1 [5], som ligger noe vest for profil 0 på Del 3.

#### **Profil 670 - 1270**

Mellom ca. profil 670 – 1270 er det generelt kort til berg, og løsmassene er preget av friksjonsmasser og fyllmasser. Mellom profil 950 – 1200 er det ikke utført grunnundersøkelser. I området er det observert berg i dagen sør for Kongevegen, og kartgrunnlag, flyfoto og befarings tilsier lignende grunnforhold i begge ender av denne strekningen. Det er også observert berg i dagen flere steder langs denne strekningen.

## **5 Kvikkleirevurdering**

Den aktuelle traseen ligger i et område med en kjent kvikkleiresone, *2426 Hovelsrud*. Kvikkleiresonen er vurdert av Sweco Norge i 2019 i forbindelse med del 1 av traseen, og er dokumentert i rapport *10211253\_RIG\_R02\_A01* [1]. Det ble da sett på stabilitet for de aktuelle arbeidene som skulle utføres, samt stabilitet for dagens situasjon. Området ble vurdert til å ha lav faregrad både før og under tiltak. Basert på vurdering av løsne- og utløpsområde er det lite sannsynlig at et skred her kan påvirke del 2 og 3 av traseen.



Figur 2: Registrerte kvikkleiresoner

Det er også registrert noen områder med kvikkleire av Statens vegvesen. Den eksisterende faresonen 2426 Hovelsrud har en utløpssone som strekker seg inn mot tiltaket. Det gjøres i denne vurderingen en soneutredning for tiltaket og tegning G318 viser hvordan den nye sonen plasseres ifht. utløpssonen for 2426 Hovelsrud.

Hele traseen, med omkringliggende terreng, ligger under den marine grensen. Det er derfor gitt at det potensielt kan være kvikkleire på tomtene. Det gjøres vurdering for enkeltområder langs traseen, da det er stor forskjell i skredpotensiale.

Da det ikke er påvist eller tolket kvikkleire langs del 3 vurderes det at videre utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred ikke er nødvendig for denne delen av traseen.

Da det er påvist kvikkleire i deler av delstrekning 2 gjøres det i det påfølgende avsnittet en vurdering av sikkerheten mot kvikkleireskred. Terrengets helning varierer en del langs delstrekning 2. Det er ingen områder med meget bratte skråninger, men det er lengre seksjoner med helning mellom 1:10 og 1:15. Iht. NVE 1/2019 [2] kan man ikke utelukke kvikkleireskred for områder med jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde over 5m uten videre utredning

Grunnundersøkelser i området har påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i punkt SW6, SW10, SW29, SW38 og SW44. Sprøbruddmaterialet ligger ca. 4 – 15 meter under terreng, og med varierende mektighet. Det er i tillegg tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale i flere punkter, se tegning G302-G304.

## 5.1 Profil 0 - 400

Mellom ca. profil 0 – 400 er det vurdert at terrenget ikke gir mulighet for kvikkleireskred, da terrenghelningen er liten (slakere enn 1:20), høydeforskjellene er små, og det er ingen, eller beskjedne, naturlige skråninger. Rundt profil 400 er det to borepunkter (SW3 og SW4) hvor det er antatt sprøbruddmateriale. Punktene ligger i en meget slak skråning, som går inn mot en mindre bekk. På motsatt side av bekken ligger en lang og slak skråning. Ettersom denne ligger i et område med potensielt sprøbruddmateriale, samt at skråningen har en bekk i bunn, bør det gjøres en befaring av bekken for å vurdere eventuell erosjon som kan påvirke utglidningsfaren i skråninga. I denne fasen er det kun gjort enkle vurderinger knyttet til historiske flyfoto av bekken. Disse indikerer svært lite endringer i bekkeløpet. Sweco har vært på befaringer i nærområdet uten å ha sett direkte på bekken, men det har ikke på avstand blitt observert indikasjon på erosjon i bekkeløpet. Bekkeløpet har i tillegg svært slak helning og bekken ligger ikke i et utvasket ravinert bekkeløp, og det er lite sannsynlig at det er betydelig hastighet på vannet i bekken. Det er derfor vurdert at det ikke er fare for erosjon og at det ikke vil utløses områdeskred som kan påvirke prosjektet i dette området.

Det anbefales at kommunen utfører en befaring langs bekken for å sjekke for erosjon.



## 5.2 Profil 400 - 600

Mellom ca. profil 400 – 600 er terrenget tilnærmet likt, hvor det er en mindre skråning som går ned fra fylkesvegen ned mot en liten bekk. Helningen er generelt mellom 1:10 og 1:15 og høydeforskjellen er mellom 5 og 7 meter mellom bekk og vei. I punkt SW34 er det utført prøveserie i flere dybder, men det er ikke påvist kvikkleire eller sprøbruddmateriale i noen av disse [7]. Det er heller ikke påvist eller tolket sprøbruddmateriale i området rundt Hammer skole, som ligger i overkant av strekningen [4]. Sikkerheten mot kvikkleireskred er derfor ikke vurdert for denne strekningen.

## 5.3 Profil 600 - 1100

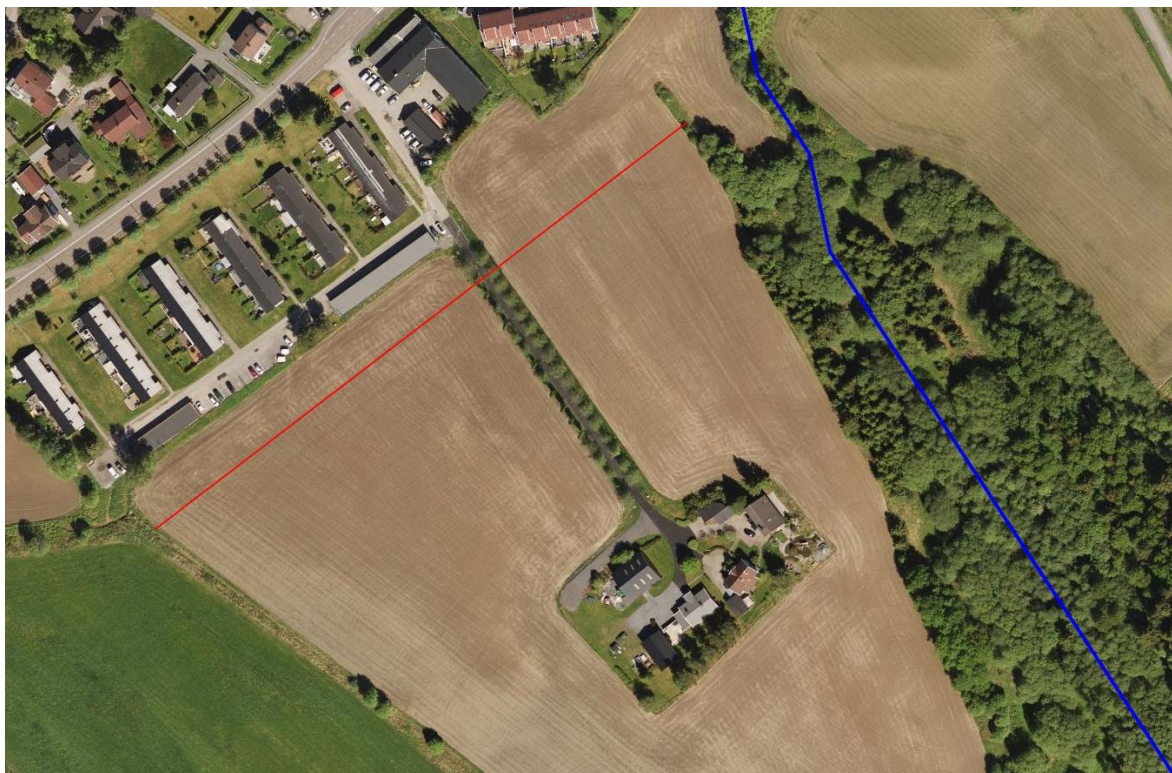
Mellom ca. profil 600 – 1100 er det påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale (SW6). Sprøbruddmaterialet er påvist fra kote +154,7, mens bekken sørøst for tiltaket ligger på kote +157,6. Terrenget i området er flatt med helning slakere enn 1:20 uten lokale høydeforskjeller og tilsier ikke risiko for kvikkleireskred. Det er derfor vurdert at det ikke er behov for videre utredning i dette området.

## 5.4 Profil 1100 - 1450

Mellom ca. profil 1100 – 1450 ligger planlagt trase i bunn av en naturlig skråning med gjennomsnittlig helning på ca. 1:15. På topp av skråningen ligger det et gårdsbruk, mens det i bunn er boligbebyggelse. I dette området skal det benyttes styrt boring, men det vil også være åpen graving og etablering av en større kum, samt et riggområde for den styrte boringen. Dette området fremstår som mest kritisk for videre kartlegging. Videre utredning av sikkerheten mot kvikkleireskred vil fokusere på denne strekningen.

### 5.4.1 Erosjon

Det er begrenset med erosjon i området. Det aktuelle tiltaket følger den røde linjen, se Figur 3. Den røde linjen skisserer omtrent tiltakets plassering. Her er det ingen tegn på erosjon, da dette er landbruksareal som er i hyppig bruk.



Figur 3: Erosjonsforhold

Den blå linjen indikerer hvor bekkeløpet ligger i ravinen øst for tiltaket. I denne ravinen er det betydelig erosjon. Det ble gjennomført en befarings i ravinen i februar 2021, og på nytt i oktober 2021. I tillegg er det utført supplerende grunnundersøkelser i ravinen i oktober 2021 [7].

Ved den første befaringsen var det mye snøsmelting, og det var høy vannføring i bekken. Det er tydelige tegn til erosjon langs bekkedanten, og bekken har gravd seg godt ned i terrenget, med bratte sidekanter, se Figur 4. I elvekanten graver elven seg inn i leirelaget. Det er ikke tegn til at det eroderes inn i bløte/sensitive masser. Ved grunnundersøkelser er det påvist et lag av tørrskorpeleire, med en mektighet på 2-3 meter. Det er i dette laget det utvaskes.

Skråningene i overkant av elven viser ingen tegn til utglidninger. Trærne opp mot Østbyenga står tilnærmet vertikalt, noe som antyder lite sig i massene.

Det skal utarbeides en egen vurdering knyttet til erosjonssikring av ravinen. En mer detaljert vurdering av erosjonsforholdene gis i denne. Det er vurdert at, grunnet god stabilitet og at tiltaket ligger utenfor influensområdet til ravinen, er det ikke nødvendig med en grundigere utredning i denne rapporten.



Figur 4: Erosjon langs bekkedant.

Erosjon bør også vurderes for skråninga rundt profil 400 som beskrevet i kapittel 5.1.

## 5.4.2 Soneavgrensning og klassifisering

### Soneavgrensning

Innledende vurdering av eventuell kvikkleiresone er utført basert på samlet vurdering av skråningshøyder, terrenghelning og erosjonsforhold. Figur 5 viser grovt terrenghelning i området, angitt i grader. 3 grader tilsvarer ca. 1:19, og er derfor valgt som en grenseverdi. Blå stiplet linje angir hvor tiltaket skal plasseres. Fra figuren fremgår det tydelig at området mellom borettslaget og gårdsbygningene må tas med i en aktuell sone. Mest kritisk terreng går ned mot ravinen helt nord i området. Sør i området blir området med kritisk terreng snevrere, og ligger et godt stykke unna

tiltaket. Det vurderes at tiltaket her ligger utenfor influensområdet til skråningen, og ikke har direkte påvirkning på denne skråningen, og da heller ikke vil være utløsende for potensielle skred. Det er vurdert at de mest aktuelle bruddflatene for et skred i skråningen nedenfor Østbyenga er dype, sirkulære glideflater, uten retrogressiv skredutvikling. Det vurderes at et skred av denne typen ikke vil propagere sideveis i sør-vestlig retning. På bakgrunn av disse faktorene er det valgt å avgrense vurderingen langs den røde linjen i figuren.



Figur 5: Terrenghelning i området rundt potensielt skredområde.

### Faregradsklassifisering

Innledende faregradsvurdering er utført for tiltaket (se vedlegg 4), spesielt med tanke på et skred som går helt nord i del 2 av traseen. Faregradsvurderingen er utført i henhold til NGIs rapport «Program for økt sikkerhet mot leirskred» [9]. Faregradsevalueringen gir at det er **middels faregrad** for kvikkleireskred både før og etter tiltak. På bakgrunn av bebyggelse og infrastruktur i området er skadekonsekvensen vurdert til **alvorlig**. Summen av dette er at tiltaket havner i **risikoklasse 3** av 5 mulig.

### 5.4.3 Sikkerhet for planlagt tiltak

I henhold til *NVEs veileder 1/2019* [2] tabell 3.2 faller tiltaket under tiltakskategori K3, da prosjektet medfører etablering av et *større VA-anlegg*. Tiltaket ligger delvis i et område med påvist kvikkleire, i en skråning med helning brattere enn 1:20. Per dags dato har løseområdet middels faregrad, se Vedlegg 3 For tiltakskategori K3 med middels faregrad medfører dette stabilitetsanalyser som dokumenterer:

- ✓ Absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene og er i veilederen satt til 1,15. Dette gir at  $F_{cu} \geq 1,4 \cdot 1,15 = 1,61$ .
- ✓ Hvor tiltak ikke forverrer stabiliteten er krav til sikkerhetsfaktor:  $F_{cu} \geq 1,4$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Prosentvis forbedring av stabilitet dersom  $F_{cu} < 1,4 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} < 1,25$ .

- ✓ For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . Ved lavere sikkerhet kreves prosentvis forbedring av stabiliteten

Iht. NVEs veileder 1/2019 [2] gjelder følgende kriterier for hva som kan regnes som skråninger utenfor influensområdet:

- ✓ Skråning som kan vurderes som upåvirket av tiltaket så lenge det ikke bygges i eller nært skråningen.
- ✓ Dersom tiltaket ligger i en avstand større enn 2H bak fra skråningstopp (i ravine- og platåterreng). H er total høydeforskjell i skråninga.
- ✓ Dersom tiltaket ligger i foten av skråninga og tiltaket ikke forverrer stabiliteten.

Videre må stabilitetsvurderingene kvalitetssikres av et uavhengig foretak.

## 6 Grunnlag for stabilitetsberegninger

### 6.1 Aktuelle beregningsprofiler

For å få oversikt over topografi og grunnforhold, spesielt beliggenhet av sprøbruddmateriale, er det tegnet opp fem terrengprofiler. Det er gjort beregninger for dagens situasjon i alle profilene, mens stabilitet i anleggsfasen er vurdert i fire av profilene. Profilene er vist på tegning G306 – G316.

#### 6.1.1 Tolkning av lagdeling

Tolket lagdeling framgår i profilene vist på tegning G306 – G316. Det er i mange av profilene ikke påvist sammenhengende lag av kvikkleire/sprøbruddmateriale. Det er i disse tilfellene valgt å tolke lagdelingen konservativt.

#### 6.1.2 Grunnvannstand og poretrykk

Det er satt ned to piezometer ved punkt SW42, hvilket fremgår av tegning G303. Målingene fra disse viser hydrostatisk grunnvannstand fra 0.3 m under terreng.

#### 6.1.3 Tolkning av trykksonderinger

Trykksonderinger med poretrykksmåling (CPTU) er dokumentert i Vedlegg 1. Det er utført CPTU-forsøk i borehull SW10, SW38, SW44, SW47, SW52. Det er vurdert at **anvendelsesklasse 1** er oppnådd for SW10 og SW47. Det er vurdert at **anvendelsesklasse 1** er oppnådd for friksjon og poretrykk i SW38 og SW44, mens det ble vurdert anvendelsesklasse 2 for spissmotstanden. Trykksonderingen i SW52 har anvendelsesklasse 1 for spissmotstand og friksjon, mens poretrykket har anvendelsesklasse 3.

#### 6.1.4 Tolkning av treksialforsøk

Tolkning av treksialforsøk er dokumentert i Vedlegg 2. Det er utført treksialforsøk på prøver fra SW38, SW44 og SW47. Prøvekvalitet fremgår av Vedlegg 2.

#### 6.1.5 Valg av geotekniske parametere

Valg av geotekniske parametere er gjort med bakgrunn på utførte grunnundersøkelser og erfaringsverdier. Tørrskorpeleiren og friksjonslaget er definert ut fra erfaringsverdier i *Håndbok V220* [10].

I leira er det utført konus og enaksialforsøk som estimerer udrenert skjærstyrke. Skjærstyrken funnet ved disse forsøkene er den direkte skjærstyrken og kan korreleres med aktiv og passiv skjærstyrke. Skjærstryken er også funnet ved treksforsøk. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale i fem

prøver. Valg av karakteristisk su-profil er utført iht. anbefalinger i NIFS-rapport 77/2014 [11], og etter metodikk fra vedlegg 1..

|                         | Tyngdetetthet<br>$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | Udrenert<br>skjærstyrke<br>$s_u$ [kPa]                      | Attraksjon<br>$a$ [kPa] | Friksjonsvinkel<br>$\phi$ [°] |
|-------------------------|--|---|-------------------------|-------------------------------|
| Tørrskorpeleire         | 19   | -   | 0                       | 31                            |
| Middels fast/bløt leire | 19   | Det er benyttet<br>SuA-profil<br>basert på<br>CPTU-tolkning | 10                      | 28                            |
| Kvikkleire/sprøbrudd    | 19   | Det er benyttet<br>SuA-profil<br>basert på<br>CPTU-tolkning | 10                      | 28                            |
| Sand/grus               | 18   | -   | 3,6                     | 36                            |

Tabell 1: Valgte materialparametere, basert på erfaringsverdier og grunnundersøkelser. CPTu tolkningene som gir grunnlag for valg av SuA-profil fremgår av vedlegg 2.

## 7 Stabilitetsvurderinger

### 7.1 Beregningsforutsetninger

#### 7.1.1 ADP-forhold

I beregningene er det hensyntatt at leire er et anisotrop materiale, det vil si at skjærstyrken varierer med glideflatens helning. Skjærstyrkeforhold angis som relasjon mellom  $s_uA$  (aktiv skjærstyrke) og henholdsvis direkte og passiv skjærstyrke. I beregningene er følgende anisotrope forhold benyttet [11]:

$$s_{uD} = 0,63 \times s_{uA} \text{ (direkte skjærstyrke)}$$

$$s_{uP} = 0,35 \times s_{uA} \text{ (passiv skjærstyrke)}$$

#### 7.1.2 Beregningsprogram

Til stabilitetsberegninger er det benyttet GeoSuite Stability versjon 22.0.0 med beregningsmetode BEAST benyttet.

#### 7.1.3 Glideflater

Aktuelle bruddmekanismer er vurdert for hvert enkelt beregningsprofil. Alle profiler er vurdert til å ha sirkulær bruddmekanisme som gjeldende, med henholdsvis dype glideflater. Det er også utført og dokumentert kontroll for plane glideflater.

### 7.2 Resultater

Det er utført beregninger i fem profiler, resultatene fra beregningene fremgår av Tabell 2 og profilene fremgår av tegning G302. Profil A-A, B-B, C-C, 2-2 og 3-3 berøres av tiltaket. For profil A-A og C-C innebærer tiltaket styrt boring, mens det i profil B-B innebærer utgraving for en kum. Profil 1-1 gjør rede for stabiliteten ned mot ravedalen fra toppen av skråningen, i mest kritiske snitt, men berøres ikke av tiltaket da skråningen ligger utenfor influensområdet.

Det er utført beregninger med drenert analyse ( $\alpha\phi$ -analyse) i alle profiler for dagens situasjon. Disse beregningene viser at analysemetoden gir høy sikkerhet i skråningen og at kritisk situasjon kan analyseres ved udrenert analyse (ADP-analyse). Det er også gjort vurderinger for plane bruddflater for dagens situasjon i profil B-B, C-C, 1-1, 2-2 og 3-3. Disse viser høyere sikkerhet for plane bruddflater for alle profiler utenom profil B-B. Derfor er det også gjort en vurdering for plan bruddflate i utgravingsfasen for profil B-B. Beregningene med plane bruddflater er utført med ADP-analyse.

Tabell 2 Sammenstilling av beregningsresultater.

| Profil                  | Beregningsresultat for sikkerhetsfaktor, F |   |                          | Tegning |
|-------------------------|--|---|--------------------------|---------|
|                         | Rotasjonsskred<br>ADP-analyse              | Rotasjonsskred<br>$\alpha\phi$ -analyse | Plan bruddflate<br>(ADP) |         |
| A-A, Dagens situasjon   | 2,07                                       | 4,62                                    | -                        | G306    |
| A-A, Styrt boring       | 2,04                                       | -                                       | -                        | G307    |
| B-B, Dagens situasjon   | 1,87                                       | 5,12                                    | 1,82                     | G308    |
| B-B, Utgraving for K260 | 1,61                                       | 4,42                                    | 1,68                     | G309    |
| C-C, Dagens situasjon   | 1,80                                       | 4,49                                    | 1,83                     | G310    |
| C-C, Styrt boring       | 1,76                                       | -                                       | -                        | G311    |
| 1-1, Dagens situasjon   | 1,40                                       | 1,77                                    | 1,46                     | G312    |
| 2-2, Dagens situasjon   | 1,97                                       | 2,46                                    | 2,02                     | G313    |
| 2-2, Anleggssituasjon   | 1,64                                       | 2,16                                    | -                        | G314    |
| 3-3, Dagens situasjon   | 1,75                                       | 2,31                                    | 1,80                     | G315    |
| 3-3, Anleggssituasjon   | 1,65                                       | -                                       | 1,62                     | G316    |

Skråningsstabiliteten er lavest for profil 1-1 med rotasjonsskred for dagens situasjon. Profilet ligger utenfor influensområdet til tiltaket og har dermed et krav om sikkerhetsfaktor på  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet på  $F_{cu} \geq 1,20$ . Sikkerheten er dermed ivaretatt iht. NVE veileder 1/2019 [2].

Laveste sikkerhetsfaktor innenfor influensområdet oppnås for profil B-B under utgravinga i anleggsperioden. Sikkerhetsfaktoren er her  $F_{cu} = 1.61$ . Resterende profiler oppnår høyere sikkerhet for både dagens situasjon og anleggsfase. Sikkerheten iht. NVE veileder 1/2019 [2] er dermed ivaretatt for resterende profiler for både drenert og udrenert analyse.

### 7.3 Løsne- og utløpsområde

Basert på veilederens metodikk for vurdering av aktuelle skredmekanismer under punkt 4.5.1 skal andel sprøbruddmateriale over mest kritisk glideflate avgjøres. Dersom dette forholdet er over 40% er det mulighet for at det kan oppstå retrogressive skred iht. flytskjemaet i veilederens figur 4.3. Ved

et mindre forholdstall vil aktuelle skredmekanismer være rotasjonsskred eller flakskred. Andel sprøbruddmateriale vurderes her etter eksempelet for jevnt hellende terreng. Basert på resultatene som oppnås for stabilitetsanalysene, er dette et tilfelle hvor den kritiske glideflaten er dyp. Starten på 1:15-linja settes dermed til en maksimal dybde på  $0,25 \cdot H$  målt fra der hvor glideflaten kommer ut nede i skråningen. 1:15-linja tegnes i dette tilfellet som en sekant til glideflaten, se tegning G317. Denne 1:15-linja trenger ikke ned i sprøbruddmaterialet som ligger relativt dypt i skråninga. Basert på dette konkluderes det med at andel sprøbruddmateriale over kritisk glideflate er mindre enn 40% og at det ikke er fare for retrogressivt skred. Iht. NGI-metoden defineres det at en flate som ligger dypere enn  $0,25 \cdot H$  under skråningsfot er mindre relevant som initialskred.

Det er valgt å gjøre en konservativ vurdering av løsneområdet ved å avgrense løsneområdet vha. NGI-metoden som omfatter retrogressive skred som redegjort for i veilederens punkt 4.5.3. Se også tegning G317 sammen med de videre forklaringene for illustrasjon på hvordan dette er gjort for profil B-B. Metoden foreslår at i tilfeller hvor kritisk glideflate er dypere enn  $0,25 \cdot H$  under skråningsfot, så skal det tegnes en 1:15-linje med start i maksimalt  $0,25 \cdot H$  under skråningsfot. Der hvor 1:15 linja skjærer laget av sprøbruddmaterialet dras det en 1:3 linje opp til terreng for å avgjøre bakre kant av løsneområdet. Som vist av tegning G317 vil 1:15-linja som starter ved  $0,25 \cdot H$  under skråningsfoten aldri skjære inn i sprøbruddmaterialet og derfor ikke ha noe skjæringspunkt ut av materialet som danner grunnlag for 1:3 linja. Det gjøres derfor en forenkling hvor det trekkes en 1:3 linje fra punktet hvor kritisk glideflate skjærer toppen av sprøbruddmaterialet og til terreng. Det anses likevel som en konservativ vurdering av løsneområdet ettersom det gjøres en vurdering for retrogressive skred. Et løsneområde for rotasjonsskred ville vært betydelig kortere, det samme er tilfellet for flakskred.

Iht. NVE veileder 1/2019 punkt 4.6 kan utløpsområdet avgrenses til retrogressive skred i åpent terreng, lik  $L_u = 1,5L$ , hvor  $L$  er lengden på løsneområdet. Dette er maksimal lengde for hvor langt skredmassene vil gå i en retning. Bredden på utløpsområdet er erfaringsmessig lik bredden på løsneområdet.

Løsneområdet har tilfredsstillende stabilitet iht. NVE veileder 1/2019 [2], og det vurderes derfor at et områdeskred ikke er aktuelt. En skisse av aktuelt løsne- og utløpsområdet fremgår av tegning G318.

## 7.4 Stabilitet mot ravnedal/anleggsområdet

Stabilitet inn mot ravinen er utredet i flere snitt. Ved utløpet til ravinen, helt nord, skal det etableres et anleggsområde like ovenfor skråningskanten. Det er i dette tilfellet vurdert at ingen anleggsvirksomhet eller mellomlagring av masser kan forekomme innenfor influensområdet for skråningen iht. NVE 1/2019 [2]

## 8 Konklusjon

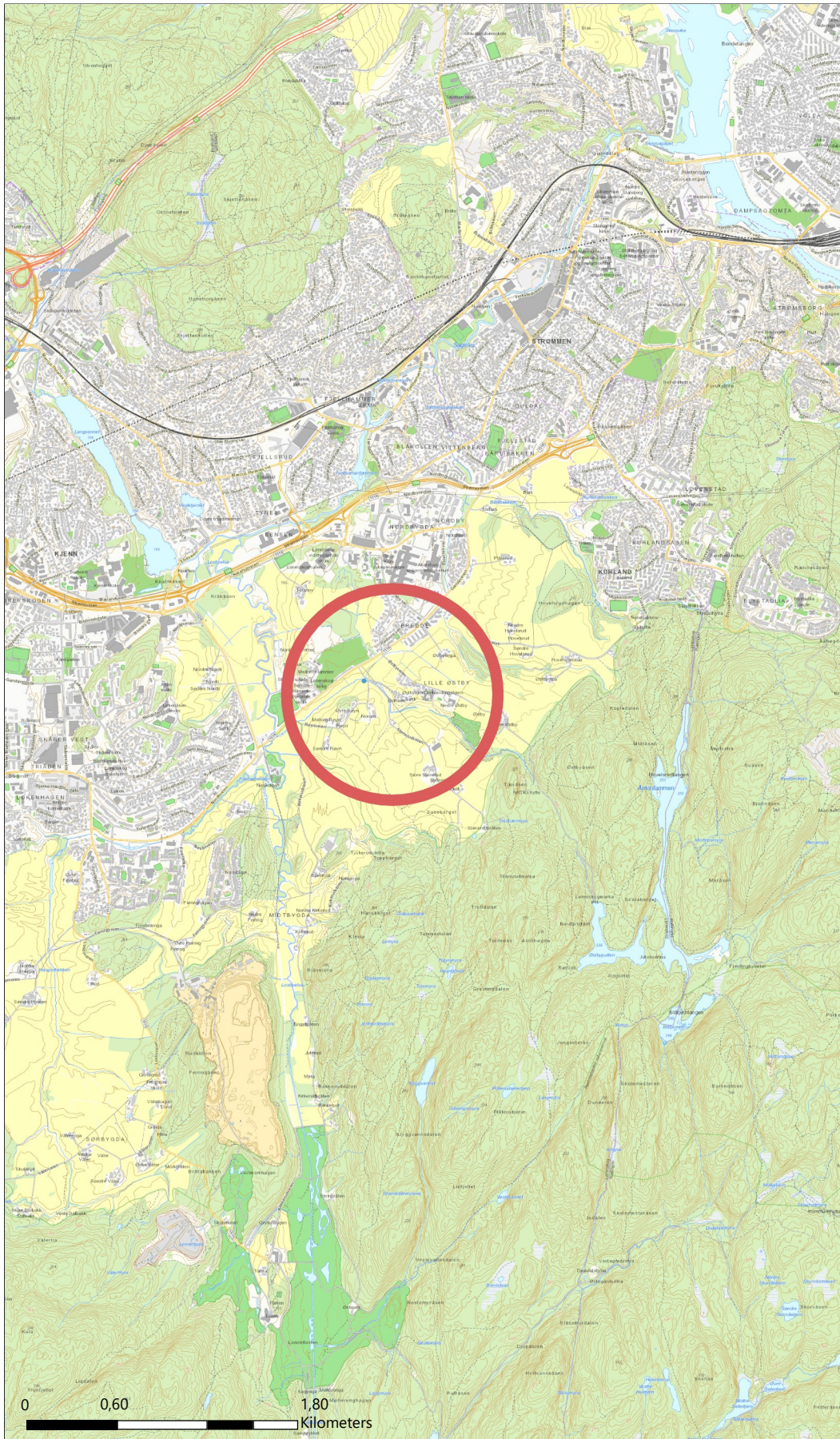
Det er utført en kvikkleireutredning for VA-traséen mellom Sandbekken og Sørlhavna. Utredningen er utført i henhold til NVE veileder 1/2019 [2]. Tiltaket faller under tiltakskategori K3 og ligger i risikoklasse 3 med middels faregrad. Dette medfører krav om absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,4 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Stabilitetsberegningene viser at sikkerhetsfaktoren er større enn 1,61 for alle beregningsprofilene før og etter tiltak uavhengig av bruddflate. Det konkluderes derfor med at stabiliteten er tilfredsstillende for tiltaket.

Stabilitet mot ravinen er tilfredsstillende. Det er påvist kvikkleire i snitt som er kritiske mot ravinen. Dette er hensyntatt i beregningene. I områder med lav skråningshøyde er det påvist kvikkleire, men det er ikke vurdert sannsynlig at det vil gå et skred her. I bekken i ravinen er det tydelige tegn på erosjon, som kan være en forverrende faktor. Det er gjennomført to befaringer i ravinen i 2021. Videre utredning av erosjonsforhold er ivaretatt i egen rapport.

## 9 Referanser

- [1] Sweco Norge AS, «10211253\_RIG\_R02\_A01-Prosjekteringsrapport Del 1,» 2019.
- [2] NVE, «Veileder Nr. 1/2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [3] Sweco Norge AS, «177320-03 - NRV IKS - Reservevannforsyning- Tilknytning til Oslo, Sørli-Nordli. Grunnundersøkelser. Datarapport,» 2015.
- [4] Multiconsult AS, «118141-1 - Hammer skole - Grunnundersøkelser Datarapport,» 2008.
- [5] Sweco Norge AS, «10212379 RIG\_R01\_A01 Datarapport,» 2019.
- [6] Sweco Norge AS, «10217447 RIG\_R01\_A01-Datarapport,» 2020.
- [7] Sweco Norge AS, «10220874 RIG\_R01\_A01 Datarapport grunnundersøkelser,» 2021.
- [8] Sweco Norge AS, «10211253\_RIG\_R07\_A01\_Datarapport - Ravine Østbyenga,» 2021.
- [9] NGI, «Program for økt sikkerhet mot leirskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport 20001008-2, Revisjon 3, datert 8 oktober 2008,» 2001.
- [10] Statens Vegvesen, Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging, 2018.
- [11] NIFS, «Rapport 77/2014 - Valg av karakteristisk cuA – profil basert på felt – og laboratorieundersøkelser,» 2014.
- [12] Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, 2016.
- [13] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016, 2016.
- [14] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014,» 2014.
- [15] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift (TEK17), 2017.
- [16] Sweco Norge AS, *10211253-RIG-R01-A01-Datarapport fra grunnundersøkelser*, 2019.
- [17] NIFS, «Rapport nr 14-2016: Metode for vurdering av løсне- og utslippsområder for områdeskred.,» 2016.





## Tegnforklaring

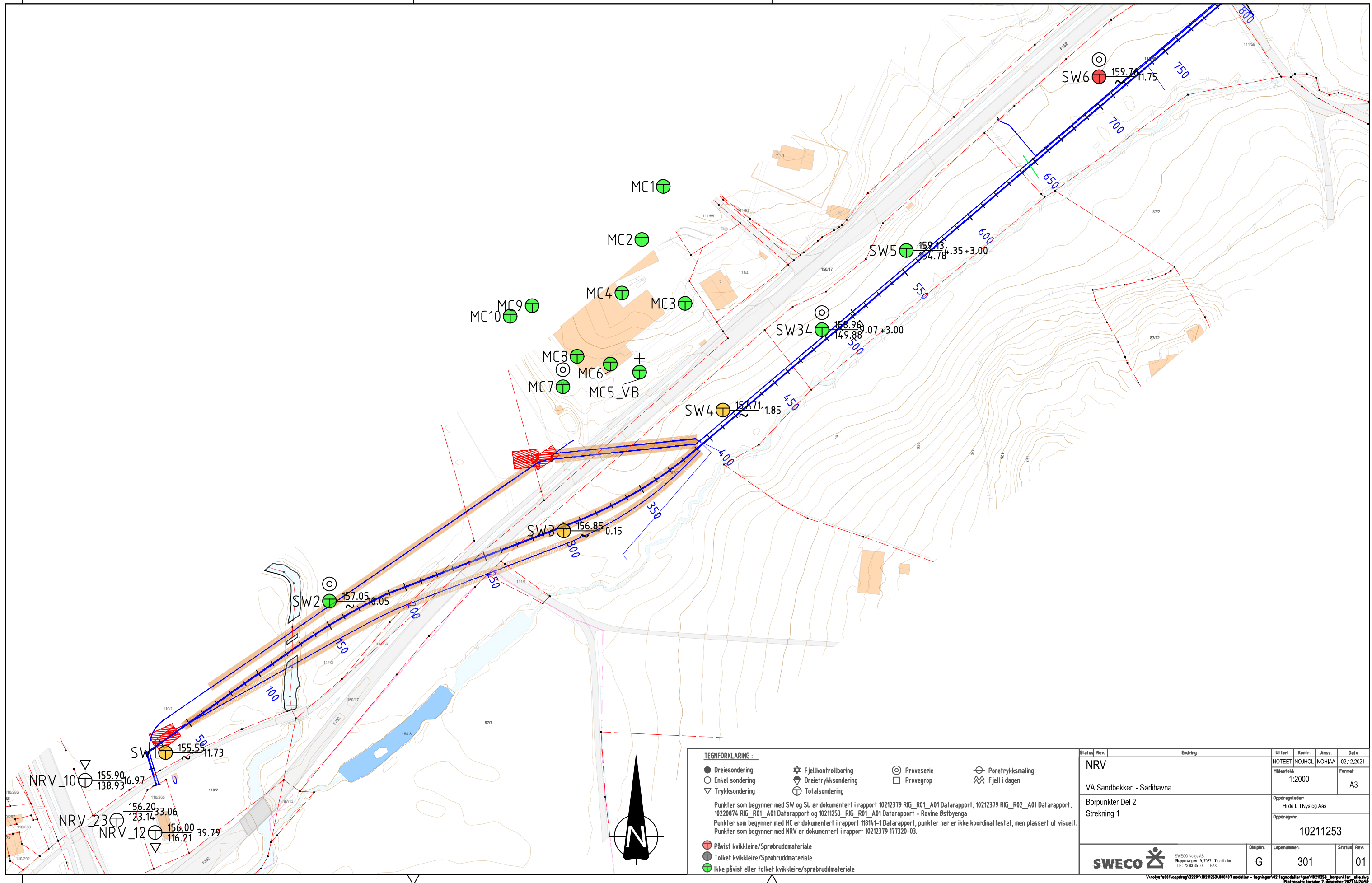
GeocacheGråtone

G300

NVEAtlas 26.3.2021



Kommentar



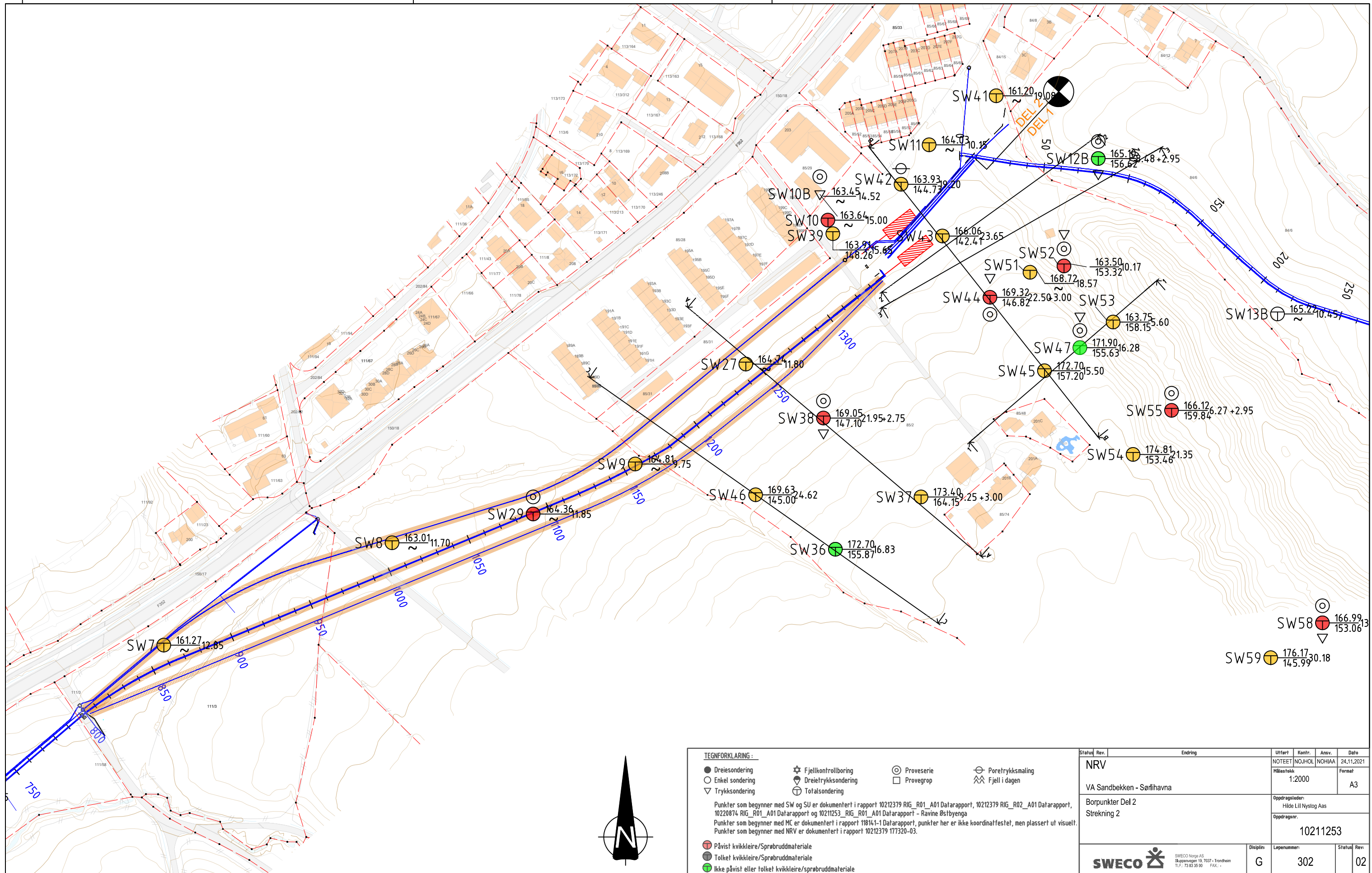
**TEGNFORKLARING :**

|                   |                       |              |                    |
|-------------------|-----------------------|--------------|--------------------|
| ● Dreiesonering   | ⚙ Fjellkontrollboring | ⊙ Proveserie | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sondering | ⚙ Dreietrykksondering | □ Provegrop  | ⚙ Fjell i dagen    |
| ▽ Trykksonering   | ⊕ Totalsonering       |              |                    |

Punkter som begynner med SW og SU er dokumentert i rapport 10212379 RIG\_R01\_A01 Datarapport, 10212379 RIG\_R02\_A01 Datarapport, 10220874 RIG\_R01\_A01 Datarapport og 10211253\_RIG\_R01\_A01 Datarapport - Ravine Østbyenga  
Punkter som begynner med MC er dokumentert i rapport 11814-1-1 Datarapport, punkter her er ikke koordinatfestet, men plassert ut visuelt.  
Punkter som begynner med NRV er dokumentert i rapport 10212379 177320-03.

|  |
|--|
| ⊕ Påvist kvikkleire/Sprøbruddmateriale                   |
| ⊖ Tolket kvikkleire/Sprøbruddmateriale                   |
| ● Ikke påvist eller tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale |

| Status                          | Rev. | Endring  | Urført         | Kontr.                | Ansv.      | Date       |
|---------------------------------|------|--|----------------|-----------------------|------------|------------|
| NRV                             |      |  | NOTEET         | NOJHOL                | NOHJAA     | 02.12.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlhavna       |      |  | Målestokk      | 1:2000                | Format     | A3         |
| Borpunkter Del 2<br>Strekning 1 |      |  | Oppdragsleder: | Hilde Lill Nystog Aas |            |            |
|                                 |      |  | Oppdragsnr.    | 10211253              |            |            |
| SWECO                           |      | SWECO Norge AS<br>Skjerveveien 10, 7037 - Trondheim<br>Tlf: 73 83 35 90 FAK: . | Disiplin       | G                     | Løpnummer: | 301        |
|                                 |      |  | Status         | Rev.                  | 01         |            |



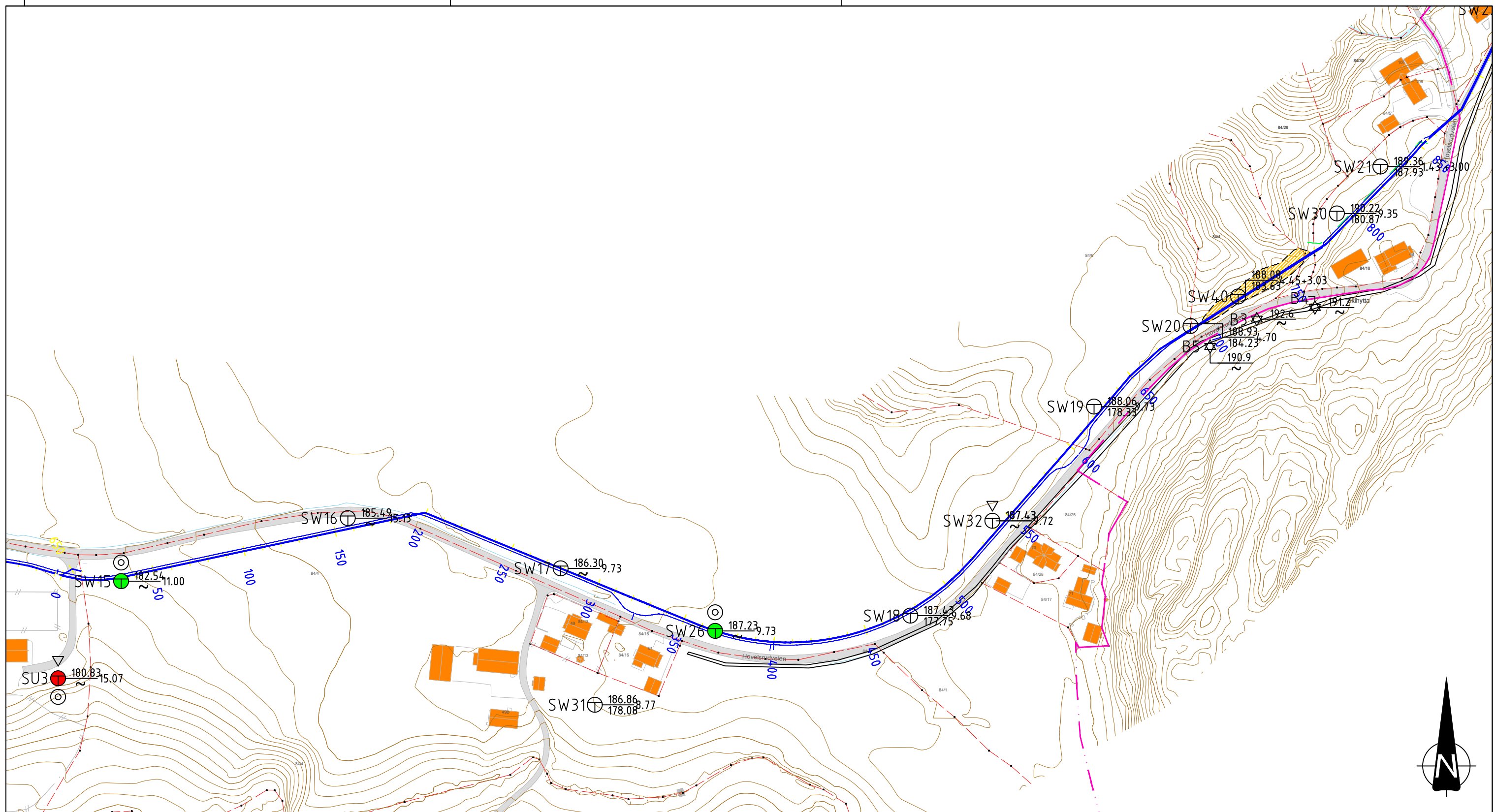
**TEGNFORKLARING :**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊙ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Proveserie
- Provegrop
- ⊖ Porettrykksmåling
- ⊕ Fjell i dagen

Punkter som begynner med SW og SU er dokumentert i rapport 10212379 RIG\_R01\_A01 Datarapport, 10212379 RIG\_R02\_A01 Datarapport, 10220874 RIG\_R01\_A01 Datarapport og 10211253\_RIG\_R01\_A01 Datarapport - Ravine Østbyenga  
 Punkter som begynner med MC er dokumentert i rapport 11814-1 Datarapport, punkter her er ikke koordinatfestet, men plassert ut visuelt.  
 Punkter som begynner med NRV er dokumentert i rapport 10212379 177320-03.

- Påvist kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- ⊙ Tolket kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- Ikke påvist eller tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale

| Status                    | Rev. | Endring   | Ufført                | Kent.      | Ansv.  | Date       |
|---------------------------|------|---|-----------------------|------------|--------|------------|
| NRV                       |      |   | NOTEET                | NOJHOL     | NOHJAA | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlhavna |      |   | Målestokk             | 1:2000     | Format | A3         |
| Borpunkter Del 2          |      |   | Oppdragsleder:        |            |        |            |
| Strekning 2               |      |   | Hilde Lill Nystog Aas |            |        |            |
|                           |      |   | Oppdragsnr.           |            |        | 10211253   |
| SWECO                     |      | SWECO Norge AS<br>Skjervevegen 18, 7037 - Trondheim<br>Tlf: 73 83 35 90 | Disiplin              | Løpenummer | Status | Rev.       |
|                           |      |   | G                     | 302        |        | 02         |



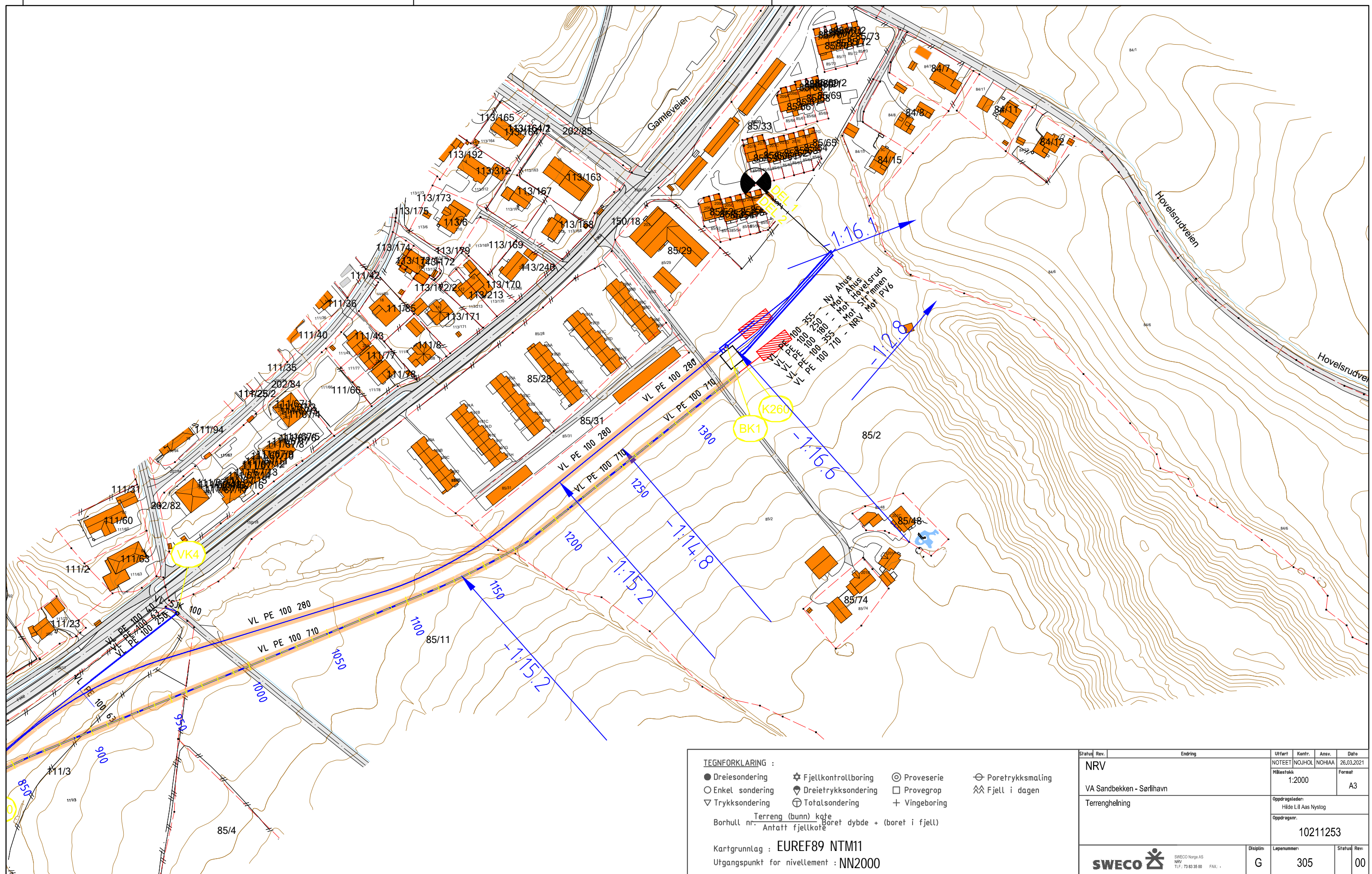
**TEGNFORKLARING:**

- Dreiesonering
- Enkel sonering
- ▽ Trykksoneering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊙ Dreietrykksoneering
- ⊕ Totalsoneering
- ⊙ Proveserie
- Provegrop
- ⊖ Poretrykksmaling
- ⊕ Fjell i dagen

Punkter som begynner med SW og SU er dokumentert i rapport 10212379 RIG\_R01\_A01 Datarapport, 10212379 RIG\_R02\_A01 Datarapport, 10220874 RIG\_R01\_A01 Datarapport og 10211253\_RIG\_R01\_A01 Datarapport - Ravine Østbyenga  
 Punkter som begynner med MC er dokumentert i rapport 11814-1-1 Datarapport, punkter her er ikke koordinatfestet, men plassert ut visuelt.  
 Punkter som begynner med NRV er dokumentert i rapport 10212379 177320-03.

- Påvist kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- Tolket kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- Ikke påvist eller tolket kvikkleire/Sprøbruddmateriale

| Status                          | Rev. | Endring   | Urfart         | Kentr.                | Ansv.  | Date       |
|---------------------------------|------|---|----------------|-----------------------|--------|------------|
| NRV                             |      |   | NOJHOL         | NOASEL                | NOHJAA | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlhavna       |      |   | Målestokk      | 1:2000                | Format | A3         |
| Borpunkter Del 3<br>Strekning 1 |      |   | Oppdragsleder: | Hilde Lill Nystog Aas |        |            |
|                                 |      |   | Oppdragsnr.    | 10211253              |        |            |
| SWECO                           |      | SWECO Norge AS<br>Skjervevegen 19, 7037 - Trondheim<br>Tlf: 73 83 35 90 | Disiplin       | Løpenummer            | Status | Rev.       |
|                                 |      |   | G              | 303                   |        | 01         |



**TEGNFORKLARING :**

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⊛ Fjellkontrollboring
- ⊕ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Proveserie
- Provegrop
- + Vingeboring
- ⊖ Porettrykksmåling
- ⚡ Fjell i dagen

Terrang (bunn) kote  
 Borhull nr. Antatt fjellkote      Boret dybde + (boret i fjell)

Kartgrunnlag : EUREF89 NTM11  
 Utgangspunkt for nivellement : NN2000

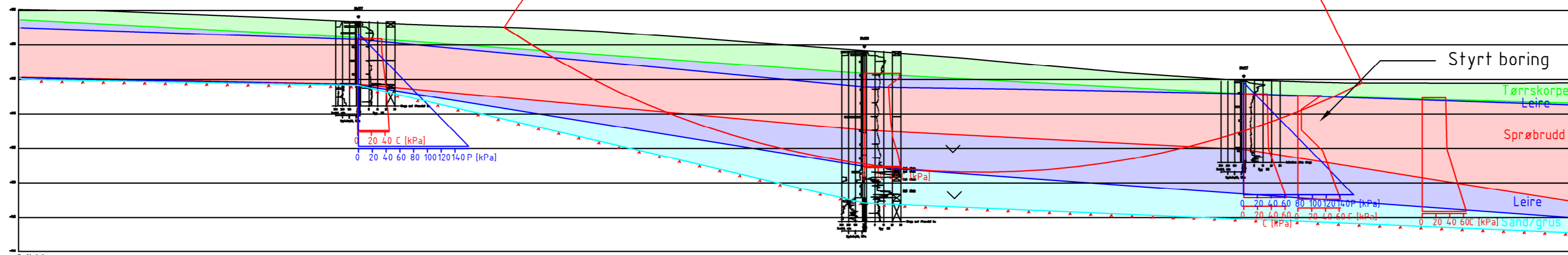
| Status                    | Rev. | Endring | Uffert         | Kontr.               | Ansv.  | Dato       |
|---------------------------|------|---------|----------------|----------------------|--------|------------|
| NRV                       |      |         | NOTEET         | NOJHOL               | NOHAA  | 26.03.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlinavn |      |         | Målestokk      | 1:2000               | Format | A3         |
| Terrenghelning            |      |         | Oppdragsleder: | Hilde Lil Aas Nystog |        |            |
|                           |      |         | Oppdragsnr.    | 10211253             |        |            |
|                           |      |         | Disiplin       | Løpernummer          | Status | Rev.       |
|                           |      |         | G              | 305                  |        | 00         |

g:\8 energi\3118 trd infra\trondheim\45 faglig\11 geoteknik\arkiv\geoteknik\10211253 sandbekken\va\utgr\211\terrenghelning\svd.dwg  
 Plottdato: fredag 26. mars 2021 15:34:42



**F<sub>c</sub>=2.04**  
×

| Material   | Un.Weigth | Sub.Weigth | F <sub>i</sub> | C <sup>∞</sup> | C           | A <sub>a</sub> | A <sub>d</sub> | A <sub>p</sub> |
|------------|-----------|------------|----------------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| Tørrskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0           | 0.0            |             |                |                |                |
| Leire      | 19.00     | 9.00       |                |                | C-prof 1.00 | 0.63           | 0.35           |                |
| Sprøbrudd  | 19.00     | 9.00       |                |                | C-prof 1.00 | 0.63           | 0.35           |                |
| Leire      | 19.00     | 9.00       |                |                | C-prof 1.00 | 0.63           | 0.35           |                |
| Sand/grus  | 18.00     | 8.00       | 36.0           | 3.6            |             |                |                |                |



**TEGNEFORKLARING:**

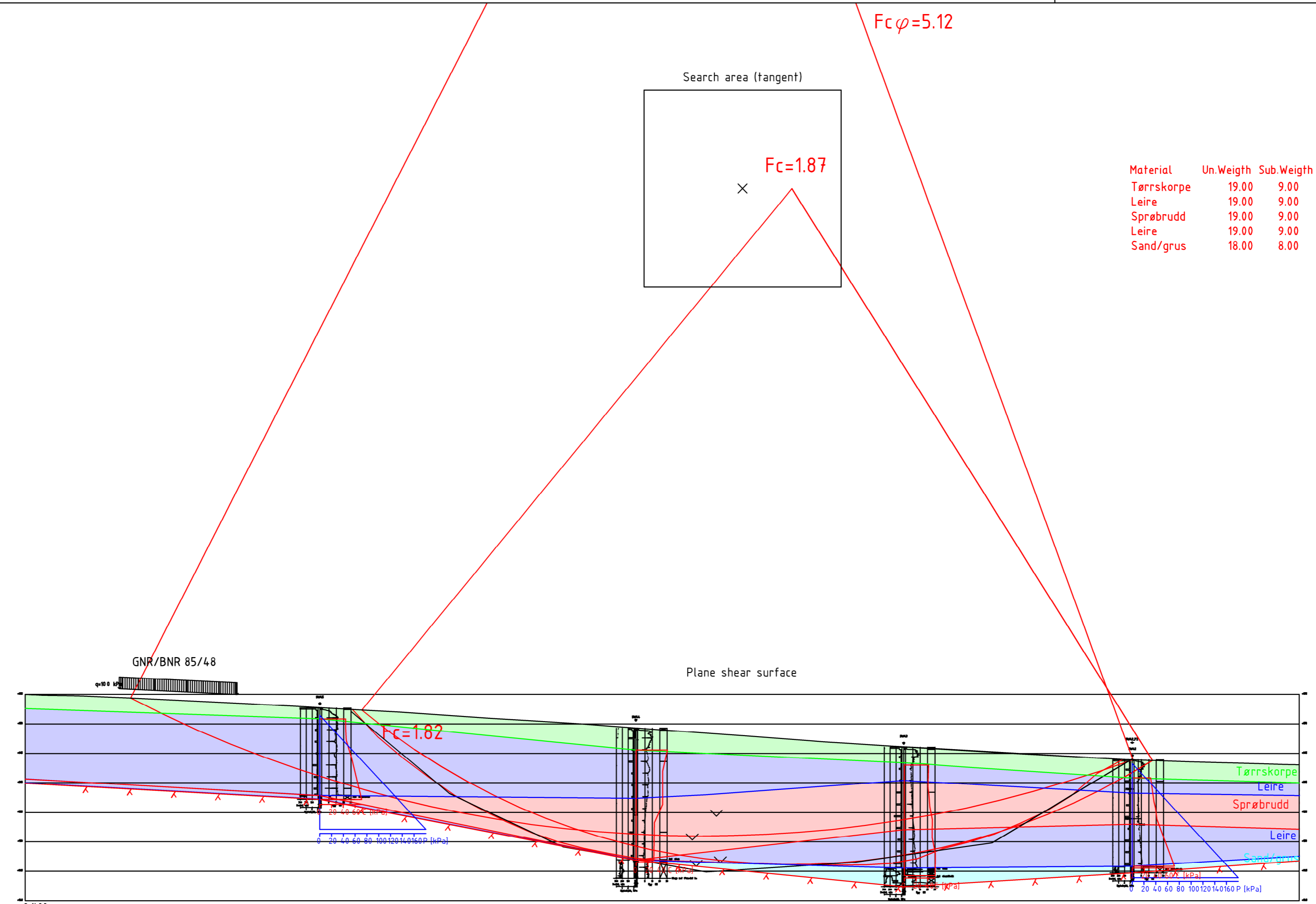
- Dreiesending
- Enkel sending
- ▽ Trykssending
- ☆ Fjallkontrollboring
- ◇ Dreietrykssending
- ⊕ Totalsending
- ⊙ Proveserie
- ⊖ Dreietrykssending
- ⊕ Prøvegrupp
- ⊕ Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⊕ Berg i degen

Borhull nr.    Terrang (s jobnans) kote    Boret i løsmasser + boret i berg  
 Antall bergkote

Kartgrunnlag: ETR509 WTM-SOME 11  
 Utgangspunkt for nivåelement: M0000

|  |   |                |                      |              |            |
|--|---|----------------|----------------------|--------------|------------|
| B  | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll | NOTEET         | NOASEL               | NOASEL       | 24.11.2021 |
| A  | Utsendelse til uavhengig kontroll                 | NOTEET         | NOASEL               | NOASEL       | 17.08.2021 |
| Rev.   | Endring   | Utført         | Kontr.               | Ansv.        | Dato       |
| NRV  |   | NOTEET         | NOASEL               | NOASEL       | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlihavna   |   | Målestokk:     | 1:500                | Format:      | A3L        |
| Profil A-A Styrt boring  |   | Oppdragsleder: | Hilde LRI Aas Hysteg | Oppdragsnr.: | 10211253   |
|  |   | Skala:         | G                    | Løpnummer:   | 307        |
| <small>SWECO Norge AS<br/>         Skjerveveien 9<br/>         Postboks 100, 1203 Thonhøva, Tlf: 73 03 35 00</small> |   | Skala:         | B                    | Stempel:     | B          |

\*Oppdragsnr. 10211253 er et av de mange rapportene som er utarbeidet av SWECO Norge AS for oppdragsnr. 10211253. Rapporten er utarbeidet av SWECO Norge AS den 24. november 2021 kl 14:53.



| Material   | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørrskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 0.0 |             |      |      |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sprøbrudd  | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sand/grus  | 18.00     | 8.00       | 36.0 | 3.6 |             |      |      |    |

**TEGNERFORKLARING:**

- Dreiesending
- Enkel sending
- ▽ Trykssending
- ☆ Fjallkontrollboring
- ◆ Dreietrykssending
- ⊕ Totalsending
- ⊙ Proveserie
- Prøvegrup
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykssmåling
- ⊕⊕ Berg i dyben

Borhull nr.    Terrang (s jobnuss) kote    Boret i løsmasser + boret i berg  
 Antall bergkote

Kartgrunnlag: ETRISØ9 WTM-SOME 11  
 Utgangspunkt for nivåenett: M0000

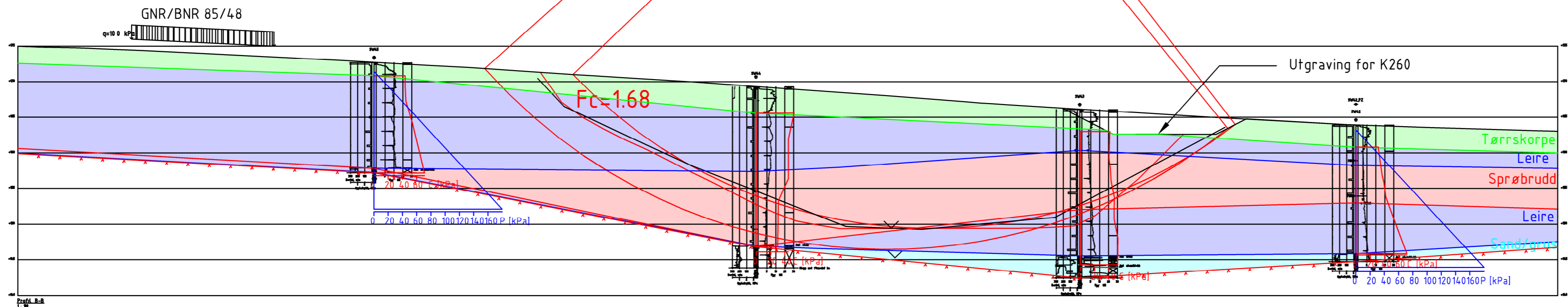
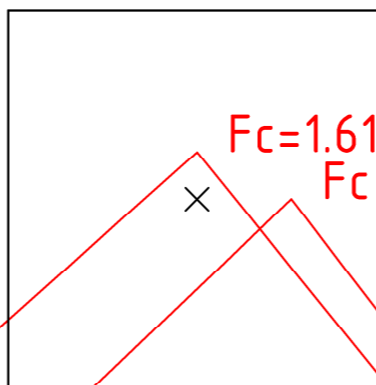
|                             |  |                |                      |              |            |
|-----------------------------|--|----------------|----------------------|--------------|------------|
| B                           | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll              | NOTEET         | NOASEL               | NOASEL       | 24.11.2021 |
| A                           | Ansøknad til uavhengig kontroll                                | NOTEET         | NOASEL               | NOASEL       | 17.08.2021 |
| Rev.                        | Endring  | Utført         | Kontrollert          | Ansv.        | Dato       |
| NRV                         |  | NOTEET         | NOASEL               | NOASEL       | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlihavna  |  | Målestokk:     | 1:600                | Format:      | A3L        |
| Profil B-B Dagens situasjon |  | Oppdragsledet: | Hilde LRI Aas Hystog | Oppdragsnr.: | 10211253   |
| SWECO                       | SWECO Norge AS<br>Sveinbjørnsen 9<br>Postboks 100<br>0403 Oslo | Skjema:        | G                    | Løpnummer:   | 308        |
|                             |  | Stadium:       | B                    |              |            |

Oppdragsnr.: 10211253 | 10. november 2021

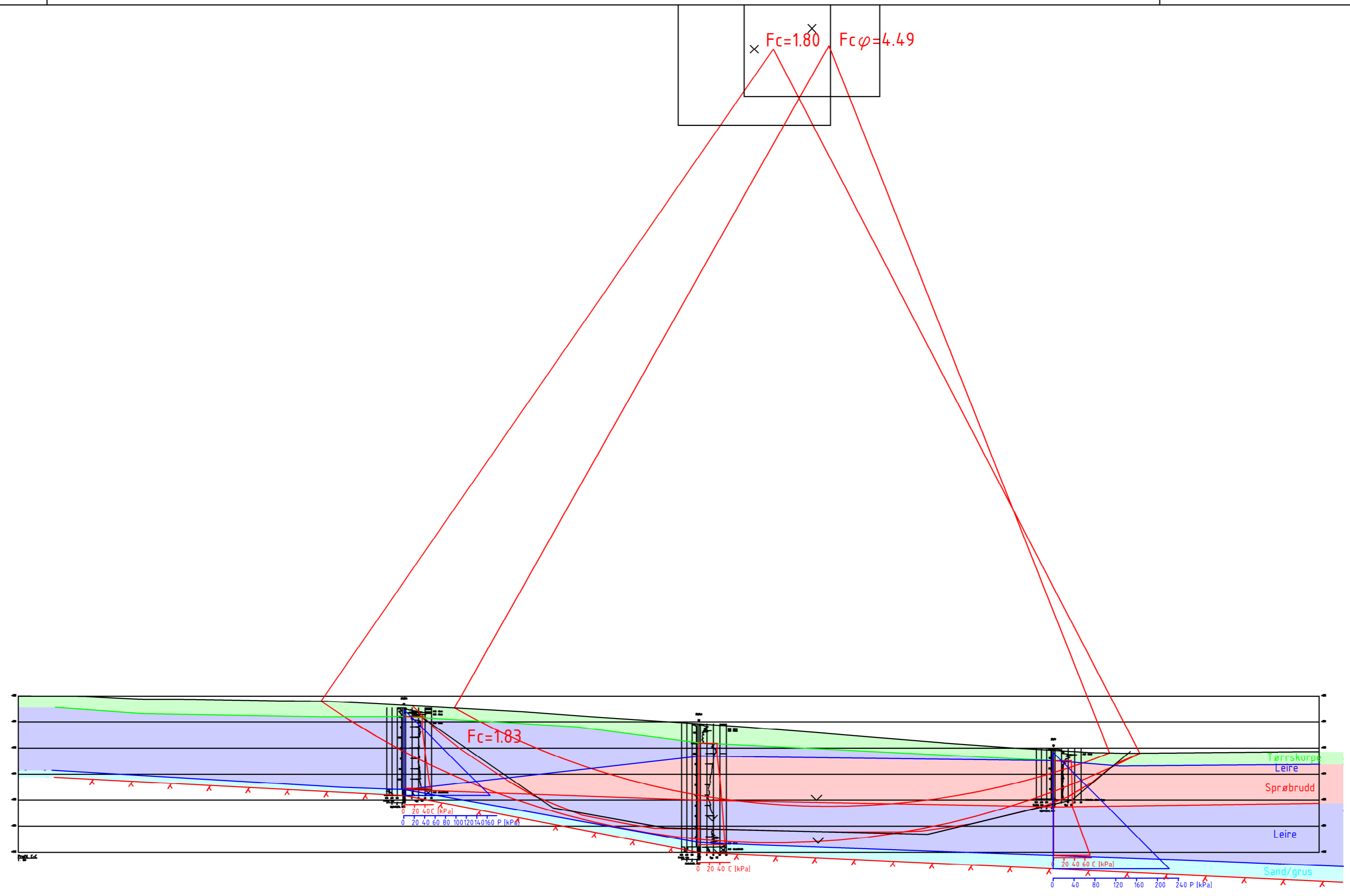


| Material   | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørrskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 0.0 |             |      |      |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sprøbrudd  | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sand/grus  | 18.00     | 8.00       | 36.0 | 3.6 |             |      |      |    |

Search area (tangent)



| TEGNEFORKLARING:  |   |               |                      |
|---|---|---------------|----------------------|
| ● Dreiesending  | ☆ Fjellkontrollboring   | ⊕ Prøveserie  | ⊖ Poretrykssmåling   |
| ○ Enkel sending   | ⊕ Dreietrykssending   | □ Prøvegrup   | ⊖ Berg i degen       |
| ▽ Trykksending  | ⊕ Totalsending  | + Vingeboring |                      |
| Borhull nr.    Terrang (s jobnans) kote    Boret i løsmasser + boret i berg |   |               |                      |
| Kartgrunnlag: ETRS89 WTM-SOME 11  |   |               |                      |
| Utgangspunkt for nivåelement: M0000   |   |               |                      |
| B   | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll                       | NOTEET        | NOASEL               |
| A   | Utsendte til uavhengig kontroll   | NOTEET        | NOASEL               |
| Rev.  | Endring   | Utført        | Kontr.               |
| NRV   |   | NOTEET        | NOASEL               |
| VA Sandbekken - Sørlhavna   |   | 1500          | A3L                  |
| Profil B-B Utgraving for K260   |   | Oppdragsledet | Hilde LRI Aas Hysteg |
|   |   | Oppdragsnr.   | 10211253             |
| SWECO   | SWECO Norge AS<br>Sveinungesgt 9<br>POB 1001 Thonhølla 115<br>110 05 OS | Disiplin      | Løpnummer            |
|   |   | G             | 309                  |
|   |   | Statustil     | B                    |



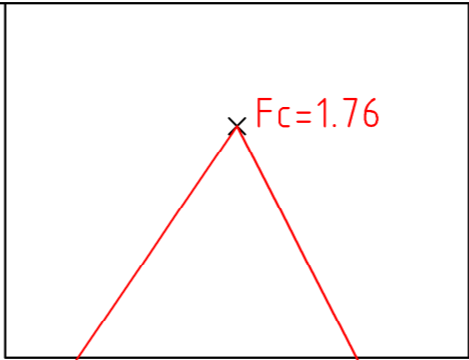
**TEGNEFORKLARING:**

- Dreiesending
- Enkel sending
- ▽ Trykksending
- ☆ Fjallkontrollboring
- ◇ Dreietrykksending
- ⊕ Totalsending
- ⊙ Proveserie
- ⊞ Prøvegrup
- + Vingeboring
- ⊕ Poretrykksmåling
- ⊞ Berg i dyben

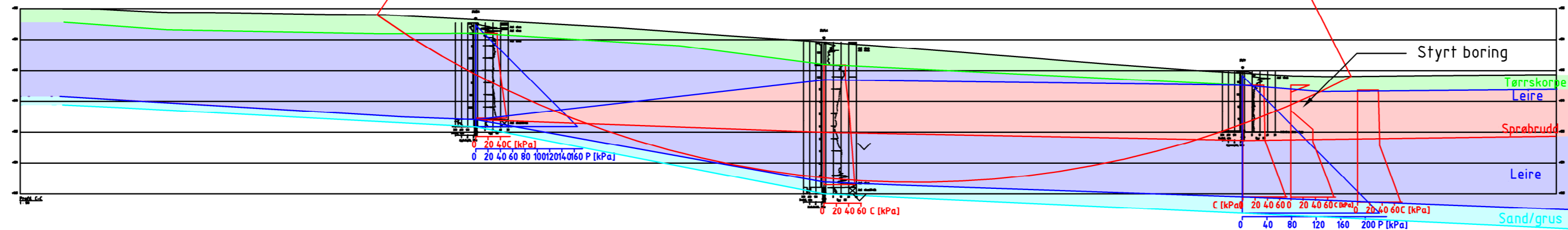
Borhull nr. \_\_\_\_\_ Terrang (s jobbnr) kote \_\_\_\_\_ Boret i løsmasser + boret i berg \_\_\_\_\_  
 Antall bergkote \_\_\_\_\_  
 Kartgrunnlag: ETR589 WTM-SOME 11  
 Utgangspunkt for nivåelement: M0000

| B                           | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll | NOTEET        | NOASEL               | NOASEL      | 24.11.2021 |
|-----------------------------|---|---------------|----------------------|-------------|------------|
| A                           | basert på uavhengig kontroll                      | NOTEET        | NOASEL               | NOASEL      | 17.08.2021 |
| Rev.                        | Endring   | Utført        | Kontr.               | Ansv.       | Dato       |
| NRV                         |   | NOTEET        | NOASEL               | NOASEL      | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlihavna  |   | Målestokk     | 1:700                | Format      | A3L        |
| Profil C-C Dagens situasjon |   | Oppdragsledet | Hilde LRI Aas Hystog | Oppdragsnr. | 10211253   |
|                             |   | Skjema        | Løpnummer            | Stadium     | Brev       |
|                             |   | G             | 310                  |             | B          |

Oppdragsnr.: 10211253 | 10. november 2021 | 16:04:53



| Material   | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørrskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 0.0 |             |      |      |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sprøbrudd  | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sand/grus  | 18.00     | 8.00       | 36.0 | 3.6 |             |      |      |    |



**TEGNERFORKLARING:**

- Dreiesending
- Enkel sending
- ▽ Trykssending
- ☆ Fjallkontrollboring
- ◆ Dreietrykssending
- ⊕ Totalsending
- ⊙ Proveserie
- ⊖ Dreietrykssending
- ⊕ Vingeboring
- ⊕ Poretrykssmåling
- ⊕ Berg i dyben

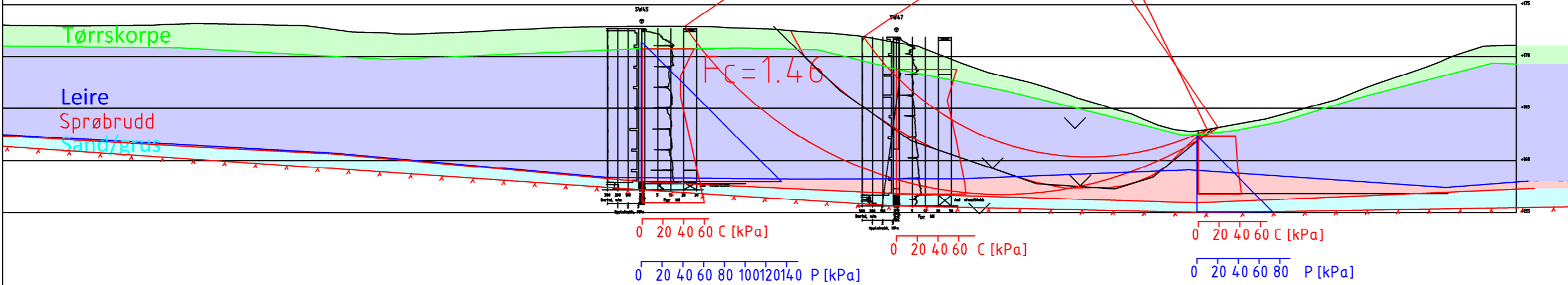
Borhull nr. Terrang (s jobnum) kote Boret i løsmasser + boret i berg)  
 Antall bergkote

Kartgrunnlag: **ETRS89 NTM-SOME 11**  
 Utgangspunkt for nivåelement: **M0000**

|                            |   |                                      |                |                       |            |
|----------------------------|---|--------------------------------------|----------------|-----------------------|------------|
| B                          | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll | NOTEET                               | NOASEL         | NOASEL                | 24.11.2021 |
| A                          | Utsendelse til uavhengig kontroll                 | NOTEET                               | NOASEL         | NOASEL                | 17.08.2021 |
| Rev.                       | Endring   | Utført                               | Kontr.         | Ansv.                 | Dato       |
| NRV                        |   | NOTEET                               | NOASEL         | NOASEL                | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlihavna |   | Målestokk: 1:700                     |                | Format: A3L           |            |
| Profil C-C Styrt boring    |   | Oppdragsleder: Hilde Lili Aas Hystog |                | Oppdragsnr.: 10211253 |            |
| SWECO                      |   | Disiplin: G                          | Løpnummer: 311 | Status: B             | B          |

Oppdragsnr.: 10211253 | 13. november 2021 | 16:42:49

GNR/BNR 85/48  
 q=10kPa



| Material   | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørrskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 0.0 |             |      |      |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sprøbrudd  | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sand/grus  | 18.00     | 8.00       | 36.0 | 3.6 |             |      |      |    |

**TEGNERFORKLARING:**

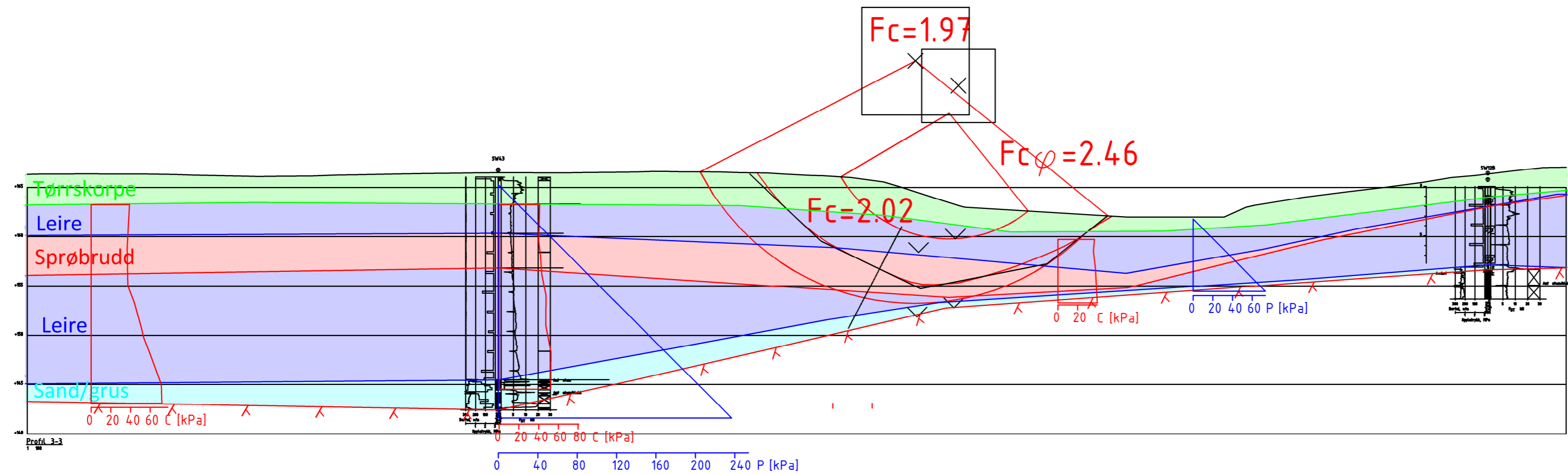
- Dreiesending
- Enkel sending
- ▽ Tryksending
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksending
- ⊕ Totalsending
- ⊙ Provaserie
- ⊖ Dreietrykksmåling
- ⊞ Pravegrup
- + Vingeboring
- ⊕ Berg i dyben

Borhull nr. \_\_\_\_\_ Terrang (s) jobunnsl kote \_\_\_\_\_ Anfallt bergkote \_\_\_\_\_ Boret i løsmasser + boret i berg

Kartgrunnlag: ETR589 NTH-SOME 11  
 Utsgangspunkt for nivåelement: M0000

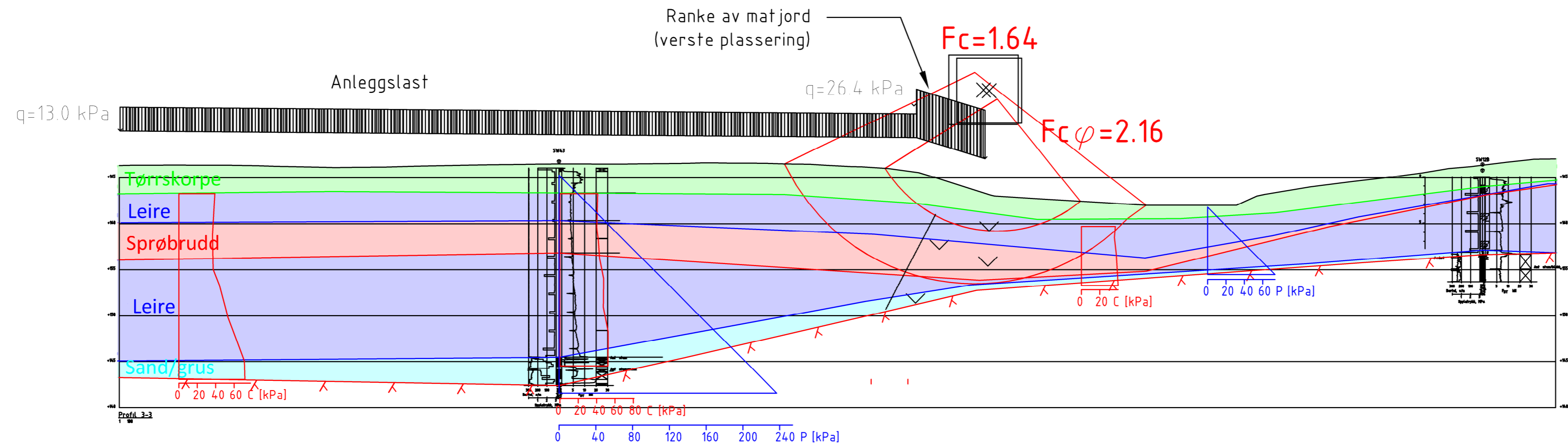
|                             |   |                 |                      |              |            |
|-----------------------------|---|-----------------|----------------------|--------------|------------|
| B                           | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll | NOTEET          | NOASEL               | NOASEL       | 24.11.2021 |
| A                           | Utsendelse til uavhengig kontroll                 | NOTEET          | NOASEL               | NOASEL       | 17.08.2021 |
| Rev.                        | Endring   | Utført          | Kontr.               | Ansv.        | Dato       |
| NRV                         |   | NOTEET          | NOASEL               | NOASEL       | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørløhavna  |   | Målestokk:      | 1:400                | Format:      | A3L        |
| Profil 1-1 Dagens situasjon |   | Oppdragssteden: | Hilde LRI Asa Hysteg | Oppdragsnr.: | 10211253   |
|                             |   | Skala:          | G                    | Løpnummer:   | 312        |
|                             |   | Stadium:        |                      | Brev:        | B          |

| Material   | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørrskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 0.0 |             |      |      |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sprøbrudd  | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sand/grus  | 18.00     | 8.00       | 36.0 | 3.6 |             |      |      |    |



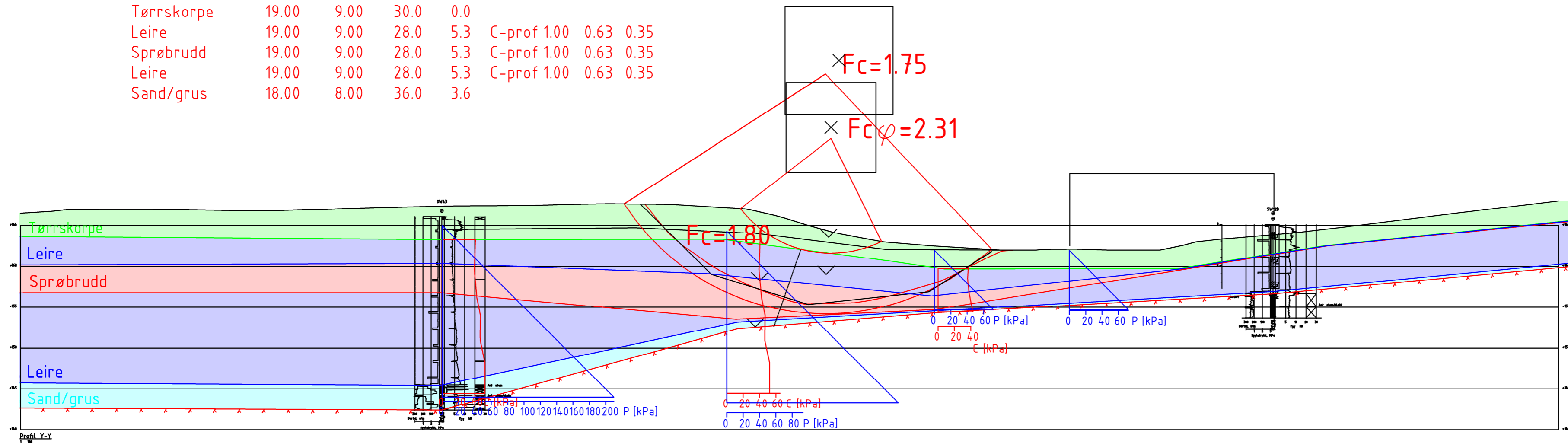
| TEGNFORKLARING:                     |  |                                  |                        |
|-------------------------------------|--|----------------------------------|------------------------|
| ● Dreiesending                      | ☆ Fjellkontrollboring  | ⊙ Prøveserie                     | ⊖ Poretrykssmåling     |
| ○ Enkel sending                     | ⊕ Dreietrykssending  | □ Prøvegrup                      | ⊖ Berg i dyben         |
| ▽ Trykssending                      | ⊕ Totalsending   | + Vingeboring                    |                        |
| Borhull nr.                         | Terrang (s jobbnr) kote                                      | Boret i løsmasser + boret i berg |                        |
|                                     | Anfatt bergkote  |                                  |                        |
| Kartgrunnlag: ETR589 NTH-SOME 11    |  |                                  |                        |
| Utgangspunkt for nivåelement: M0000 |  |                                  |                        |
| B                                   | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll            | NOTEET                           | NOASEL                 |
| A                                   | Utsendelse til uavhengig kontroll                            | NOTEET                           | NOASEL                 |
| Rev.                                | Endring  | Utført                           | Kontr.                 |
| NRV                                 |  | NOTEET                           | NOASEL                 |
| VA Sandbekken - Sørlihavna          |  | 1:400                            | A3L                    |
| Profil 2-2 Dagens situasjon         |  | Oppdragsleder:                   | Hilde Lilli Aas Hystog |
|                                     |  | Oppdragsnr.                      | 10211253               |
| SWECO                               | SWECO Norge AS<br>Sveinungsgate 9<br>Postboks 110, 0403 Oslo | Skjema                           | Løpnummer              |
|                                     |  | G                                | 313                    |
|                                     |  | Stempel                          | B                      |

| Material   | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørrskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 0.0 |             |      |      |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sprøbrudd  | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Leire      | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sand/grus  | 18.00     | 8.00       | 36.0 | 3.6 |             |      |      |    |



| TEGNERFORKLARING   |   |                |                       |
|--|---|----------------|-----------------------|
| ● Dreiesending   | ☆ Fjellkontrollboring                             | ⊙ Proveserie   | ⊕ Poretrykssmåling    |
| ○ Enkel sending  | ⊖ Dreietrykksending                               | ⊠ Prøvegrup    | ⊗ Berg i degen        |
| ▽ Trykksending   | ⊕ Totalsending                                    | +              | Vingeboring           |
| Borhull nr. Terrang (s jobbnr) kote Boret i løsmasser + boret i berg |   |                |                       |
| Kartgrunnlag: ETR589 NTH-SOME 11                                     |   |                |                       |
| Utgangspunkt for nivåelement: M0000                                  |   |                |                       |
| B  | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll | NOTEET         | NOASEL                |
| A  | Utsendelse til uavhengig kontroll                 | NOTEET         | NOASEL                |
| Rev.   | Endring   | Utført         | Kontr.                |
| NRV  |   | NOTEET         | NOASEL                |
| VA Sandbekken - Sørlihavna   |   | 14.00          | A3L                   |
| Profil 2-2 Anleggssituasjon  |   | Oppdragsleder: | Hilde Lili Aas Hystog |
|  |   | Oppdragsnr.    | 10211253              |
| SWECO Norge AS   |   | Disiplin       | Løpnummer             |
| Sveinung 9   |   | G              | 314                   |
| Post: 065 Thonhøvdals tlf: 73 83 35 00                               |   | Statustil      | B                     |

| Material    | Un.Weigth | Sub.Weigth | Fi   | C'  | C           | Aa   | Ad   | Ap |
|-------------|-----------|------------|------|-----|-------------|------|------|----|
| Tørreskorpe | 19.00     | 9.00       | 30.0 | 0.0 |             |      |      |    |
| Leire       | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sprøbrudd   | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Leire       | 19.00     | 9.00       | 28.0 | 5.3 | C-prof 1.00 | 0.63 | 0.35 |    |
| Sand/grus   | 18.00     | 8.00       | 36.0 | 3.6 |             |      |      |    |

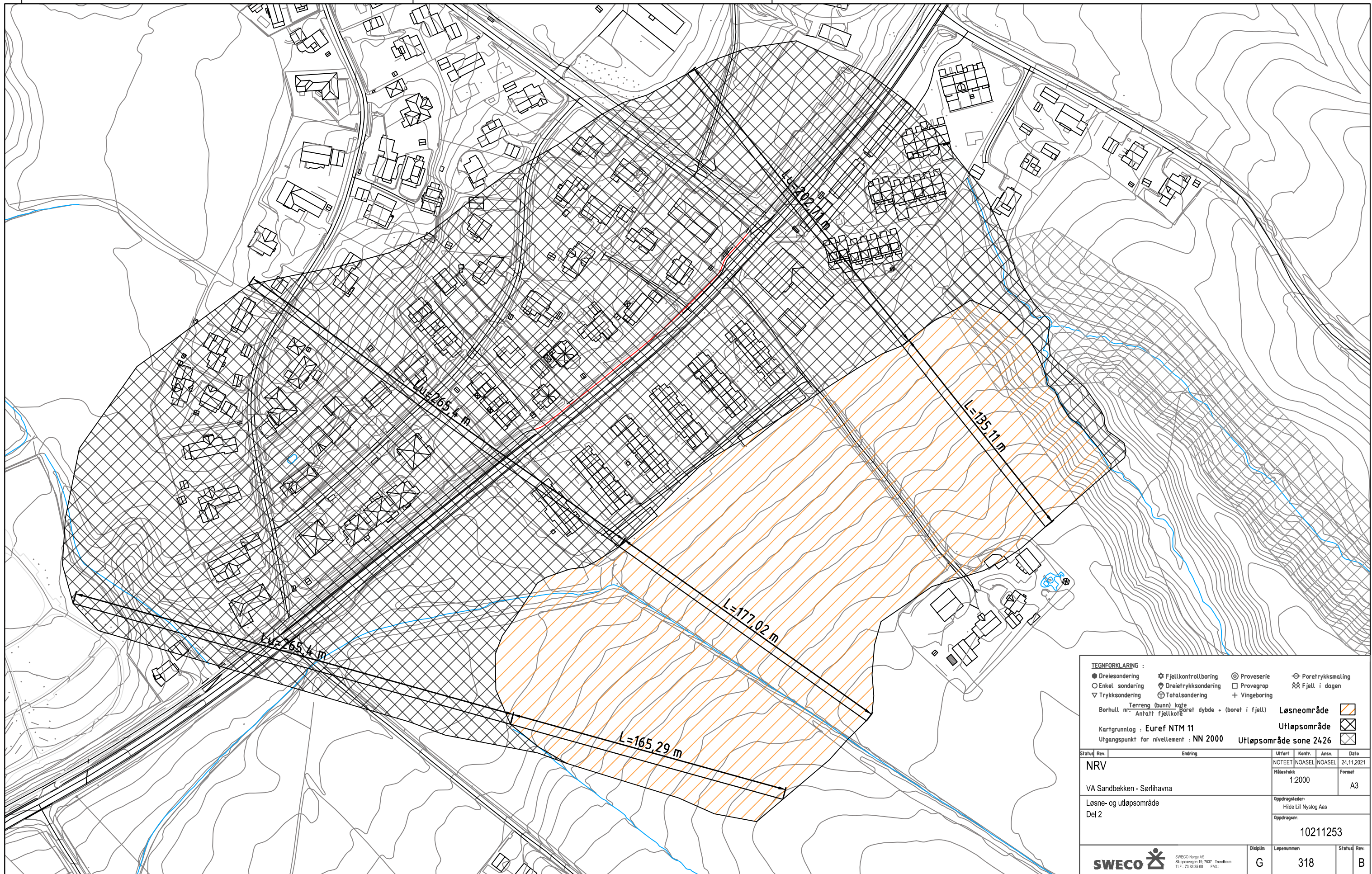


| TEGNERFORKLARING  |  |                                     |                    |
|---|--|-------------------------------------|--------------------|
| ● Dreiesending  | ☆ Fjallkontrollboring  | ⊕ Proveserie                        | ⊖ Poretrykksmåling |
| ○ Enkel sending   | ⊕ Dreietrykssending  | ⊖ Prøvegrup                         | ⊖ Berg i dyben     |
| ▽ Trykssending  | ⊕ Totalsending   | ⊖ Vingeboring                       |                    |
| Borhull nr. Terrang (s jobbnr) kote    Boret i løsmasser + boret i berg |  |                                     |                    |
| Kartgrunnlag: ETR589 WTM-SOME 11  |  |                                     |                    |
| Utgangspunkt for nivåelement: M0000                                     |  |                                     |                    |
| B   | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll                        | NOTEET                              | NOASEL             |
| A   | Revisjon etter kommentarer fra uavhengig kontroll                        | NOTEET                              | NOASEL             |
| Rev.  | Endring  | Utført                              | Kontr.             |
| NRV   |  | NOTEET                              | NOASEL             |
| VA Sandbekken - Sørløhavna  |  | 1:400                               | A3L                |
| Profil 3-3 Dagens situasjon   |  | Oppdragsleder: Hilde LRI Aas Hystog |                    |
|   |  | Oppdragsnr.:                        | 10211253           |
| SWECO   | SWECO Norge AS<br>Sveinungsgate 9<br>POB 100 Thonhølla 15<br>15 03 35 10 | Skisse                              | Løpnummer          |
|   |  | G                                   | 315                |
|   |  | Statustil                           | B                  |









**TEGNFORKLARING :**

- Dreiesonering      ✦ Fjellkontrollboring      ⊙ Proveserie      ⊖ Poretrykksmåling
- Enkel sonering      ⊕ Dreietrykksonering      □ Provegrop      ⚡ Fjell i dagen
- ▽ Trykksonering      ⊕ Totalsonering      + Vingeboring

Borhull nr.:      Terreng (bunn) kote      boret dybde - (boret i fjell)      **Løsneområde**

Kartgrunnlag : **Euref NTM 11**      **Utløpsområde**

Utgangspunkt for nivellement : **NN 2000**      **Utløpsområde sone 2426**

| Status  | Rev. | Endring | Urført                               | Kontr.       | Ans.    | Dato       |
|---|------|---------|--------------------------------------|--------------|---------|------------|
| NRV   |      |         | NOTEET                               | NOASEL       | NOASEL  | 24.11.2021 |
| VA Sandbekken - Sørlinavna  |      |         | Målestokk:                           | 1:2000       |         |            |
| Løsne- og utløpsområde  |      |         | Oppdragsleder: Hilde Lill Nystog Aas |              |         |            |
| Del 2   |      |         | Oppdragsnr.: 10211253                |              |         |            |
| SWECO Norge AS<br>Skjervevegen 16 7037 - Trondheim<br>TLF: 73 83 35 00 FAX: . . |      |         | Disiplin:                            | Løpernummer: | Status: | Rev.       |
|   |      |         | G                                    | 318          |         | B          |

## TOLKNING AV CPTU

|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| KUNDE / PROSJEKT<br>Nedre Romerike Vannverk IKS<br>A120013 Prosjekteringsoppdrag Sandbekken -<br>Sørlhavna | PROSJEKTLEDER<br>Hilde Lill Nystog Aas | DATO<br>19.11.2021 |
| PROSJEKTNUMMER<br>10211253   | OPPRETTET AV<br>Anna Teetzmann         | REV. DATO          |

### Grunnlag

Det er utført og tolket 5 trykksonderinger ifm. den foreliggende vurderingen. Sonderingene er utført mellom 2019 – 2021. Sonderinger er tolket i Statens vegvesen - CPTu regneark versjon v.2021.01. Det er vektlagt anbefalinger i NIFS-rapport 77/2014 [1] ved tolkning av trykksonderinger.

### Beregningsmetoder

Korrigert spissmotstand,  $q_t$ , og korrigert sidefriksjon,  $f_t$ , er definert som:

$$q_t = q_c + u_2(1 - a)$$

$$f_t \approx f_s - b \cdot u_2$$

hvor  $q_c$  er spissmotstand,  $u_2$  er poretrykk målt umiddelbart bak den koniske delen av CPT-sonden,  $a$  er netto arealforhold for spissen og  $b$  er netto arealforhold for friksjonshylse. Poretrykksforholdet,  $B_q$ , er definert som:

$$B_q = \frac{u_2 - u_0}{q_t - \sigma_{v0}}$$

hvor  $\sigma_{v0}$  er total in-situ vertikalspenning, og  $u_0$  er in-situ poretrykk. Friksjonsforhold,  $R_f$ , er definert som:

$$R_f = \frac{f_t}{q_t}$$

### Tolkning

Trykksonderinger er tolket ved hjelp av følgende empiriske formler [1] for udrenert skjærfasthet:

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

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

hvor  $N_{kt}$  og  $N_{\Delta u}$  er konfaktorer. Konfaktorene er estimert etter følgende formler [2]:

$$N_{kt} = \begin{cases} 7,8 + 2,5 \log OCR + 0,082 I_p, & S_t < 15 \\ 8,5 + 2,5 \log OCR, & S_t \geq 15 \end{cases}$$

$$N_{\Delta u} = \begin{cases} 6,9 - 4,0 \log OCR + 0,07 I_p, & S_t < 15 \\ 9,8 - 4,5 \log OCR, & S_t \geq 15 \end{cases}$$

hvor  $S_t$  er sensitivitet,  $I_p$  er plastisitetsindeks og  $OCR$  er overkonsolideringsgrad. Empiriske forsøk viser god overensstemmelse for konfaktorene, så lenge de er innenfor gitte intervaller:

$$N_{kt} = 5 - 16$$

$$N_{\Delta u} = 4,5 - 10$$

$$N_{ke} = 1,5 - 10$$

Udrenert skjærstyrke kan også estimeres basert på SHANSEP-parametere [3]. Formuleringen er empirisk uttrykt som en sammenheng mellom spenningstilstand, poretrykk og spenningshistorie. Uttrykkes ved følgende formel:

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

hvor  $\alpha$  og  $m$  er konstanter som bestemmes for et større område.  $\alpha$  og  $m$  er valgt med bakgrunn av en kurvetilpasning for alle trykksonderingene.

Basert på SHANSEP-parametere kan det også etableres en kurve for normalkonsolidert udrenert skjærstyrke. Dette kan anses som en nedre grenseverdi for valg av karakteristisk udrenert skjærstyrke. Denne er uttrykt som:

$$c_{uNC} = \alpha \cdot p'_0$$

Overkonsolideringsgraden tolkes etter følgende formel [2]:

$$OCR = \begin{cases} \left(\frac{q_t - \sigma_{v0}}{3\sigma'_{v0}}\right)^{1,2}, & S_t < 15 \\ \left(\frac{q_t - \sigma_{v0}}{2\sigma'_{v0}}\right)^{1,11}, & S_t \geq 15 \end{cases}$$

Det er ikke utført ødometerforsøk for dette prosjektet.

### Veiledning

Følgende overordnede veiledende prinsipper er benyttet ved tolkning av trykksonderinger:

- Anvendelsesklasse: Korrelasjoner knyttet til faktorer med anvendelsesklasse 1 er vektlagt.
- Konfaktorer: Korrelasjoner er kun vektlagt ved dybder hvor korresponderende konfaktor er innenfor gyldighetsintervallet.
- SHANSEP: Udrenert skjærstyrke basert på SHANSEP-parametere vektlegges der hvor det er god kurvetilpasning mellom denne og andre relevante korrelasjoner. Det er etterstrebet å ikke gå under SHANSEP, med mindre det er gode grunner til det.
- Laboratoriedata: Der hvor laboratoriedata er av god kvalitet, og gir realistisk tilpasning mot målte verdier.

### Resultater

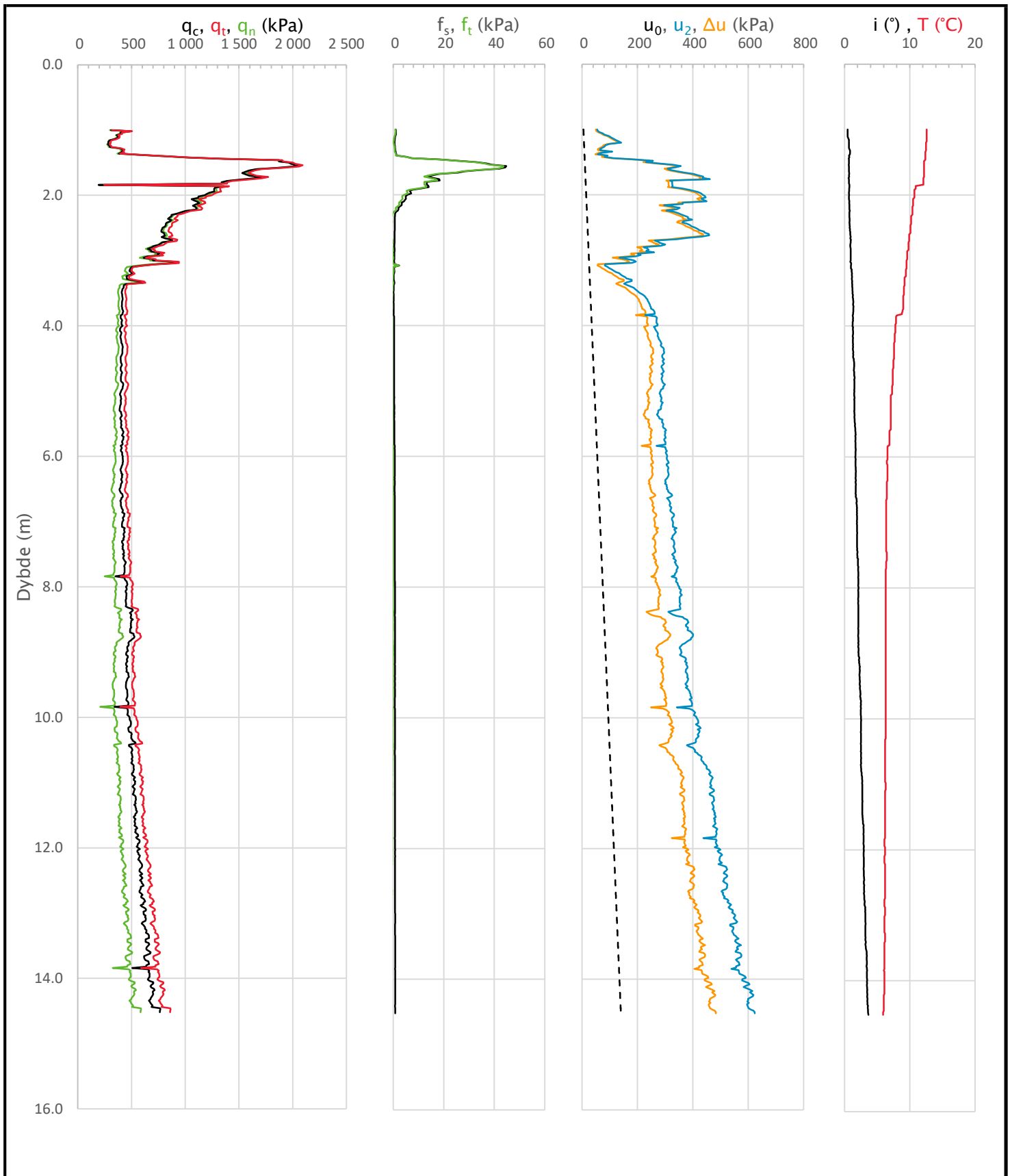
Tolkning av CPTU i borpunkt SW10, SW38, SW44, SW47, SW52 er presentert i dette vedlegget.


Anvendelsesklasse 1 er oppnådd for trykksonderingene i SW10 og SW47. I trykksonderingene i SW38 og SW44 er anvendelsesklasse 1 oppnådd for friksjon og poretrykk, mens spissmotstanden oppnådde anvendelsesklasse 2. Trykksonderingen i SW52 har anvendelsesklasse 1 for spissmotstand og friksjon, mens poretrykket har anvendelsesklasse 3.

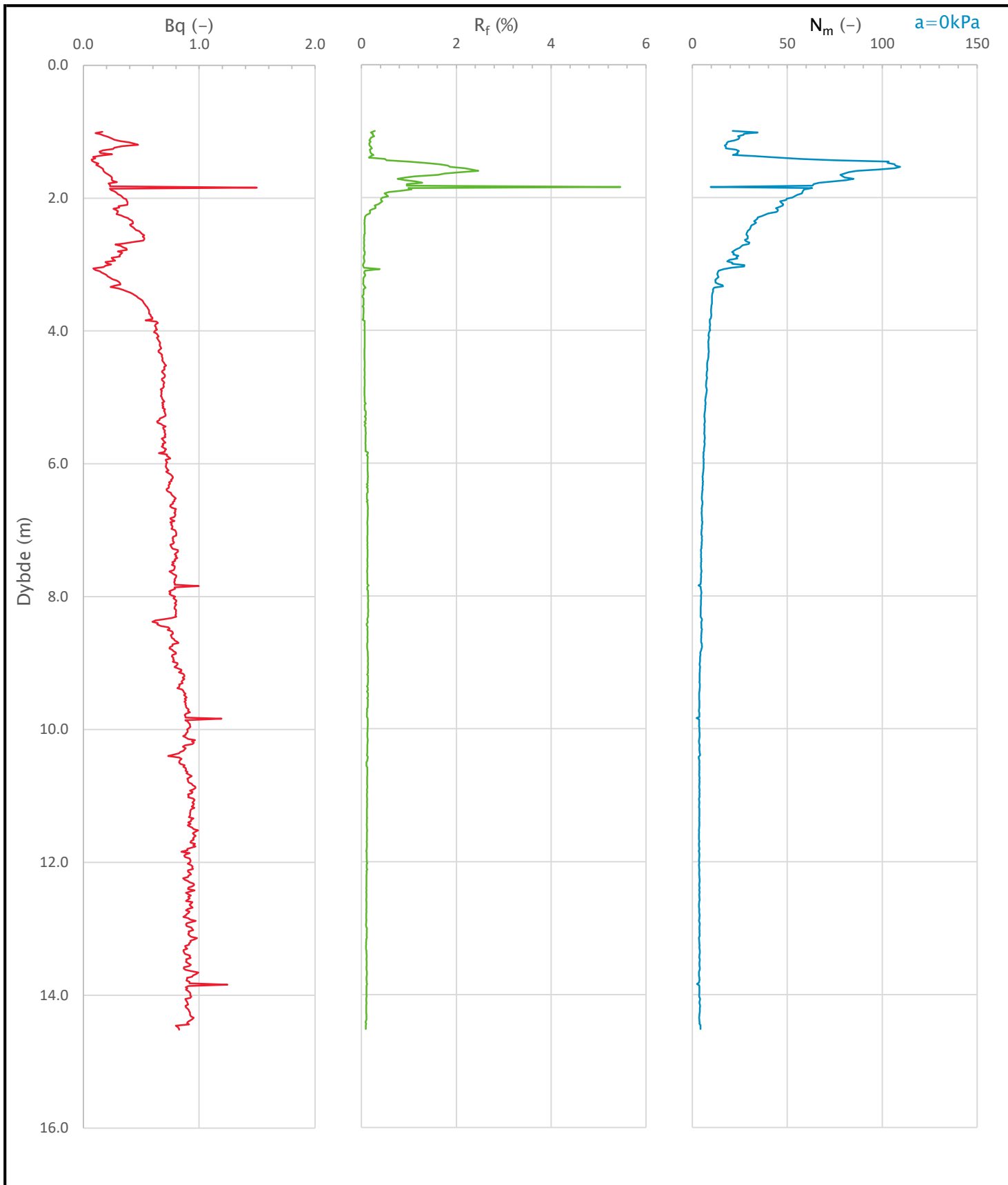
For det gitte området er det tolket at shansep-verdiene  $\alpha = 30$  og  $m = 0,7$  gir god tilpasning. Det vurderes at det er godt grunnlag for å angi disse da det er 5 trykksonderinger innenfor et relativt lite område. Shansep-verdiene er også innenfor erfaringsverdier for norske leirer.


## Referanser

- [1] T. Lunne, J. J. Powell og P. K. Robertson, «Cone penetration testing in geotechnical practice,» 1997.
- [2] K. Karlsrud, T. Lunne, D. A. Kort og S. Strandvik, «CPTU correlations for clays, Correlations CPTU pour les argiles.,» 2005.
- [3] P. K. Robertson, R. G. Campanella, D. Gillespie og J. Greig, «Use of piezometer cone data,» *Proceedings of the ASCE Specialty Conference In Situ '86: Use of In Situ Tests in Geotechnical Engineering*, pp. 1263-80, 1986.



|  |                               |   |                           |                             |
|--|-------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                               | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW10</b>      |
| Innhold<br>Måledata og korrigerede måleverdier   |                               |   |                           | Sondennummer<br><b>5181</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>       | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br>Ekstern konsulent | Dato sondering<br>22.04.2020                        | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>1-1</b>         |



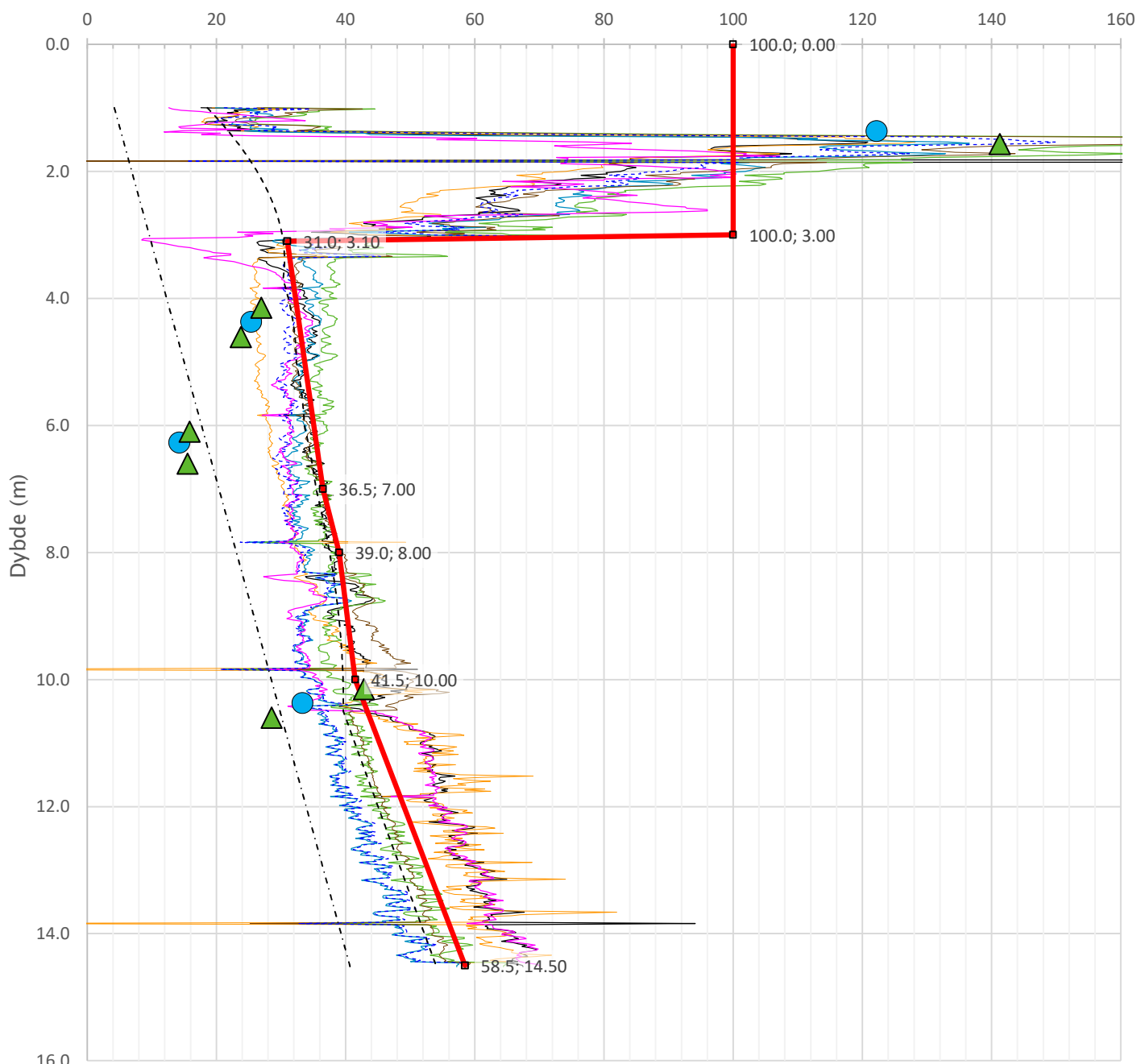
|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW10</b>      |
| Innhold<br>Avledede dimensjonsløse forhold   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5181</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>22.04.2020</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>1-2</b>         |

Anisotropiforhold i figur:


Enaks BH SW10:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH SW10:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

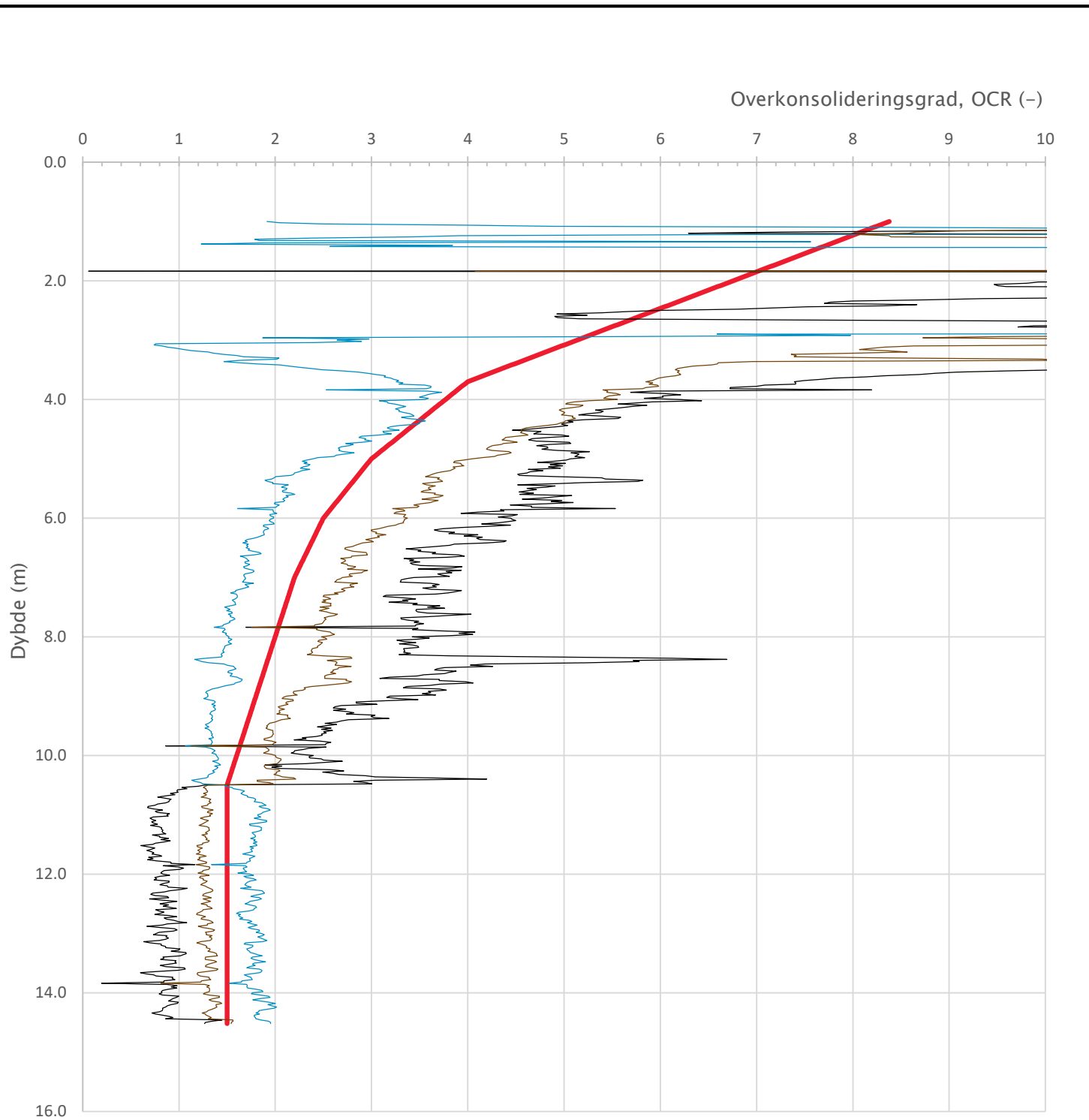
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)




- Nkt.L=19-12,5·Bq
- NΔu.L=1+9·Bq
- 2 < Nke.K=[11,5/12,5]-[9,05/11]·Bq
- Larsson 2007 omregn. til cuc(leire eller gytje)
- cuNC: 0,3·σ'v0
- ▲ Konus BH SW10
- Nke.L=16-14,5·Bq
- Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp
- NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp
- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, α=0.30, m=0.70)
- Enaks BH SW10
- Anbefalt kurve

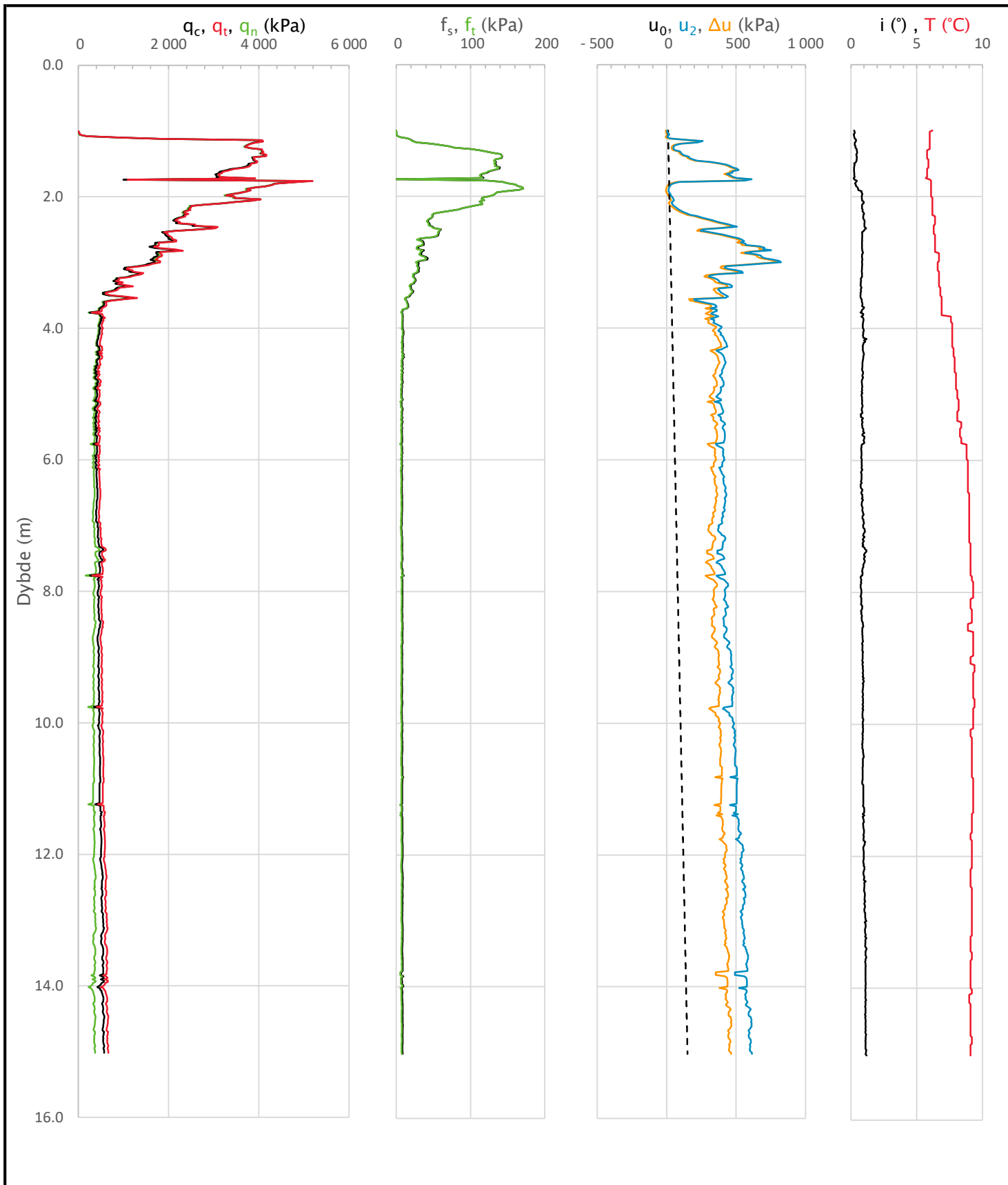
|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW10</b>      |
| Innhold<br>Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5181</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>22.04.2020</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>1-3</b>         |




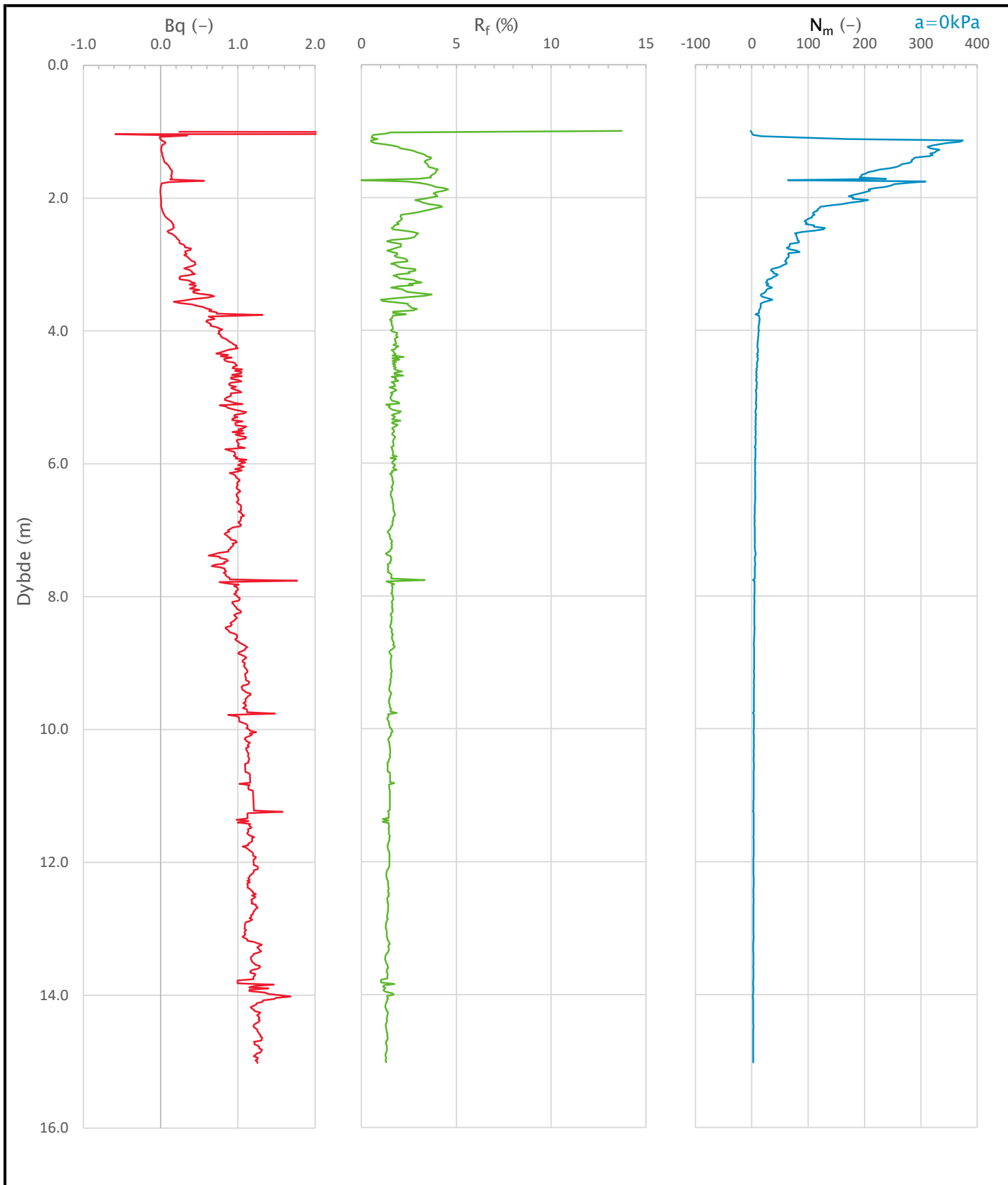



— Valgt kurve: OCR4 — OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq — OCR2 Karlsrud et al. 2005 -  $\Delta u/\sigma'_{v0}$  — OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt

|  |                                      |                                     |   |                           |                        |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------|------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      |                                     | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW10</b> |
| Innhold<br>Overkonsolideringsgrad, OCR   |                                      |                                     | Sondennummer<br><b>5181</b>                         |                           |                        |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>        | Godkjent<br><b>NOASEL</b>                           | Anvend.klasse<br><b>1</b> |                        |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>22.04.2020</b> | Revisjon<br>Rev. dato                               | Figur<br><b>1-4</b>       |                        |



|  |                               |   |                           |                             |
|--|-------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavn</b>   |                               | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW38</b>      |
| Innhold<br>Måledata og korrigerede måleverdier   |                               |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>       | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br>Ekstern konsulent | Dato sondering<br>28.01.2021                        | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>2-1</b>         |



|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavn</b>   |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW38</b>      |
| Innhold<br>Avledede dimensjonsløse forhold   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>28.01.2021</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>2-2</b>         |

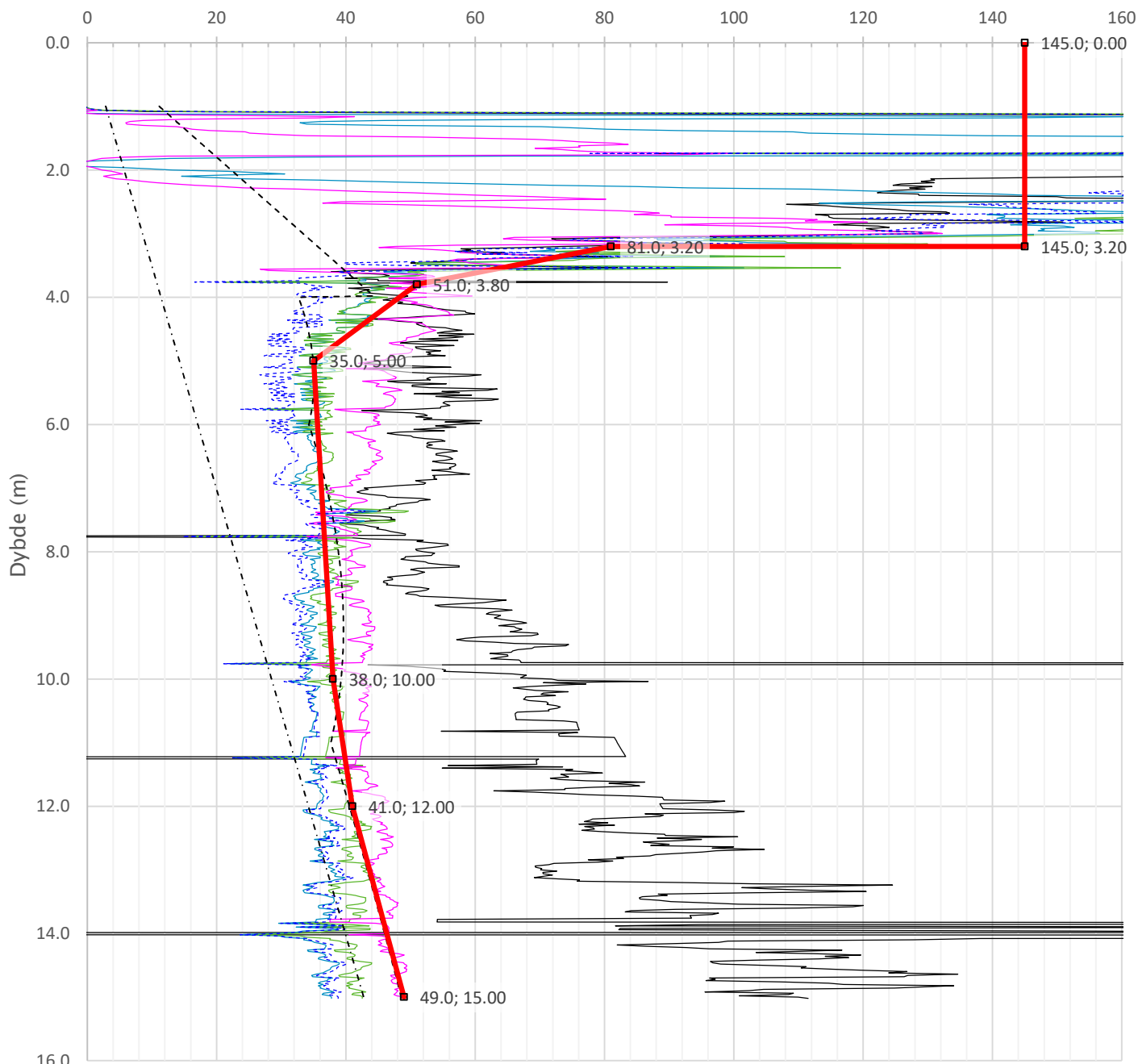
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH SW38:  $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH SW38:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$

Konus BH SW38:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



— Nkt.L= $19-12.5 \cdot B_q$

— N $\Delta$ u.L= $1+9 \cdot B_q$

— Nkt.K= $[7.8/8.5]+2.5 \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0.082/0] \cdot I_p$


— N $\Delta$ u.K= $[6.9/9.8]-[4/4.5] \cdot \text{Log}(\text{Brukerdefinert OCR4})+[0.07/0] \cdot I_p$

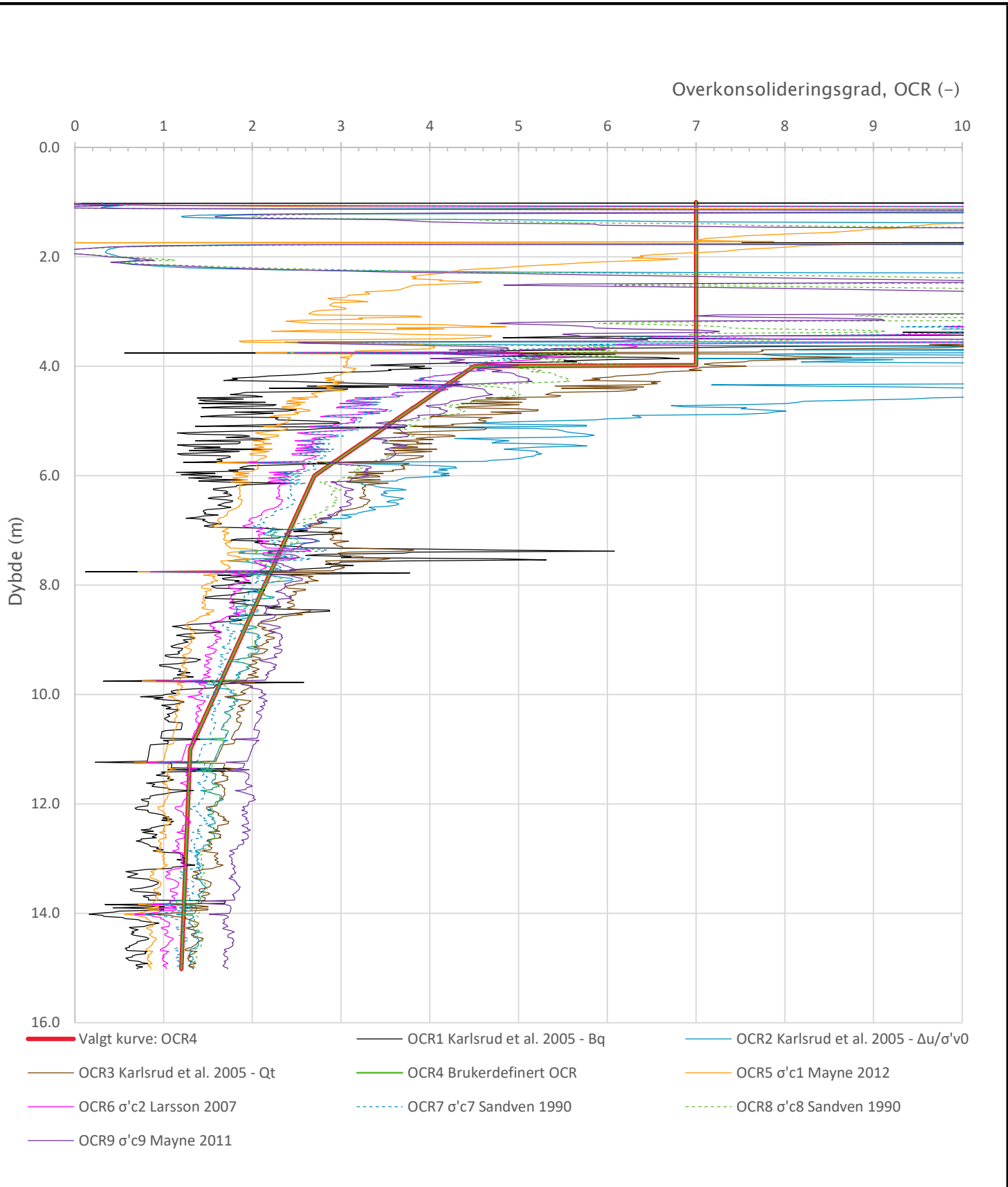
--- Larsson 2007 omregn. til  $c_{uc}$  (leire eller gytje)


--- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4,  $\alpha=0.30$ ,  $m=0.70$ )

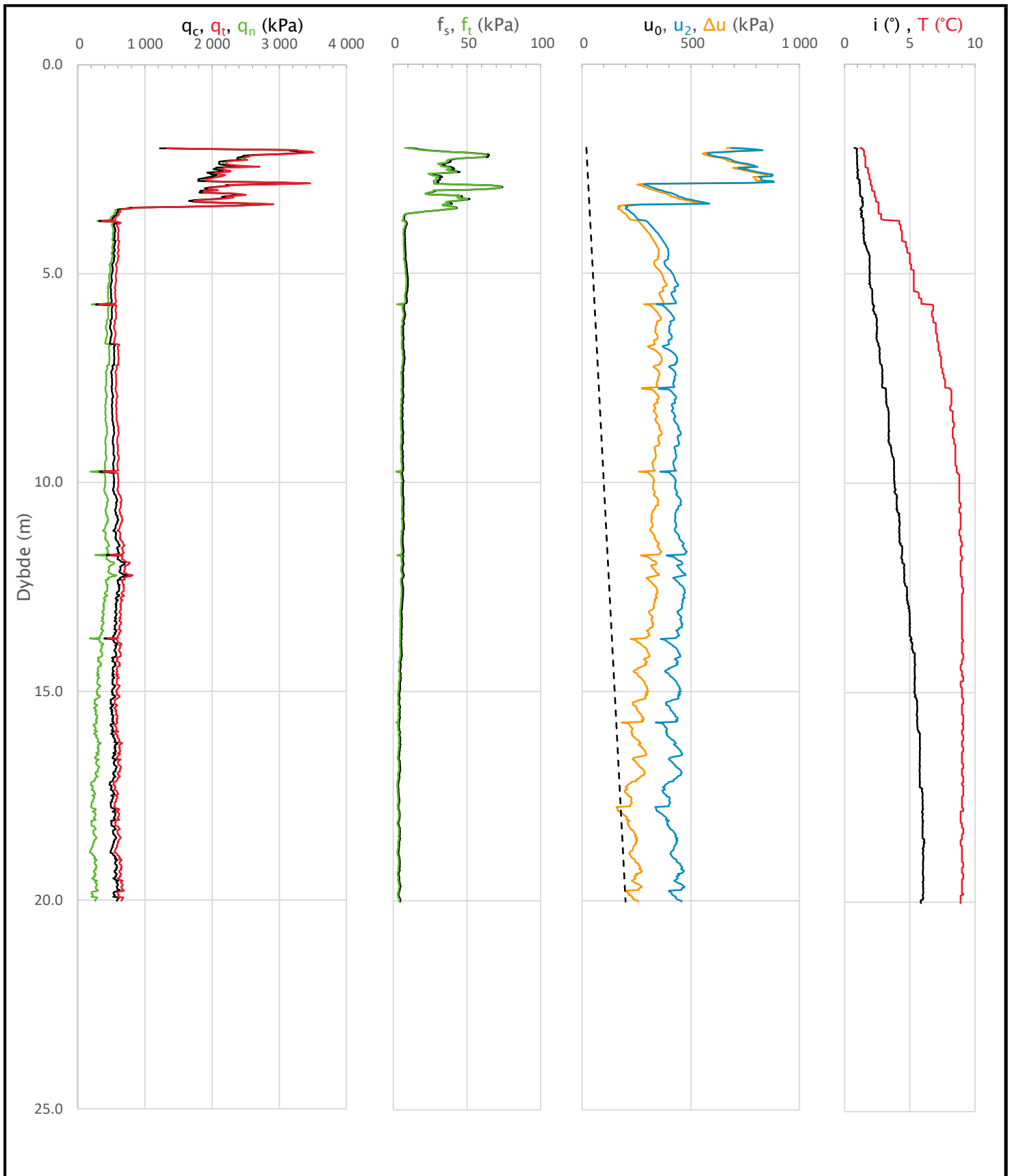
--- cuNC:  $0.3 \cdot \sigma'_{v0}$


—■— Anbefalt kurve

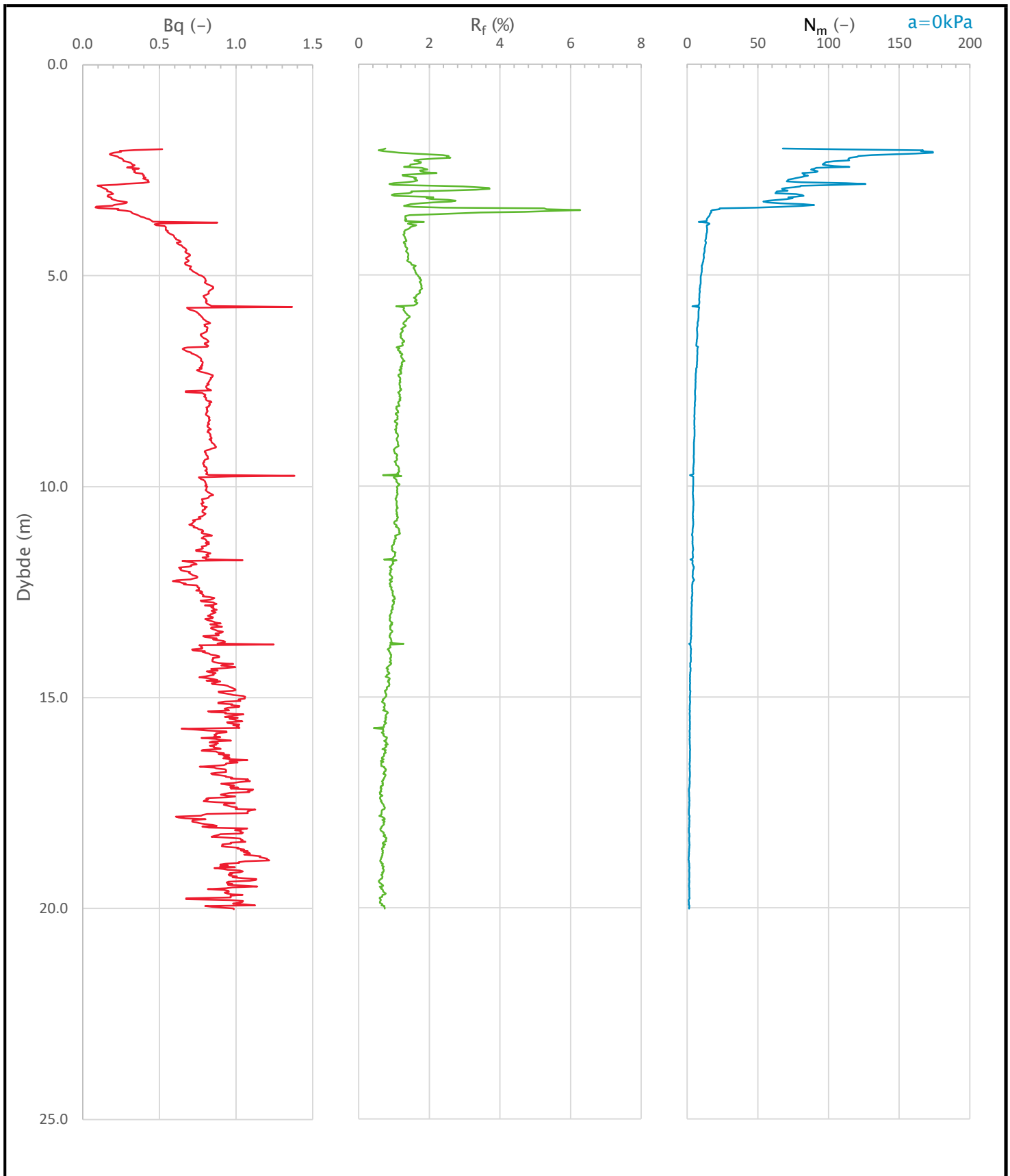
|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavn</b>   |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW38</b>      |
| Innhold<br>Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>28.01.2021</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>2-3</b>         |




|  |   |                |           |               |
|--|---|----------------|-----------|---------------|
| Prosjekt   | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 | Borhull        |           |               |
| <b>VA Sandbekken – Sørlihavn</b>   |   | <b>SW38</b>    |           |               |
| Innhold  |   | Sondennummer   |           |               |
| Overkonsolideringsgrad, OCR  |   | <b>5559</b>    |           |               |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført  | Kontrollert    | Godkjent  | Anvend.klasse |
|  | NOTEET  | NOJHOL         | NOASEL    | 1             |
|  | Divisjon  | Dato sondering | Revisjon  | Figur         |
|  | Ekstern konsulent                                   | 28.01.2021     | Rev. dato | 2-4           |



|  |                               |   |                           |                             |
|--|-------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                               | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW44</b>      |
| Innhold<br>Måledata og korrigerede måleverdier   |                               |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>       | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br>Ekstern konsulent | Dato sondering<br>26.01.2021                        | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>3-1</b>         |



|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW44</b>      |
| Innhold<br>Avledede dimensjonsløse forhold   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>26.01.2021</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>3-2</b>         |

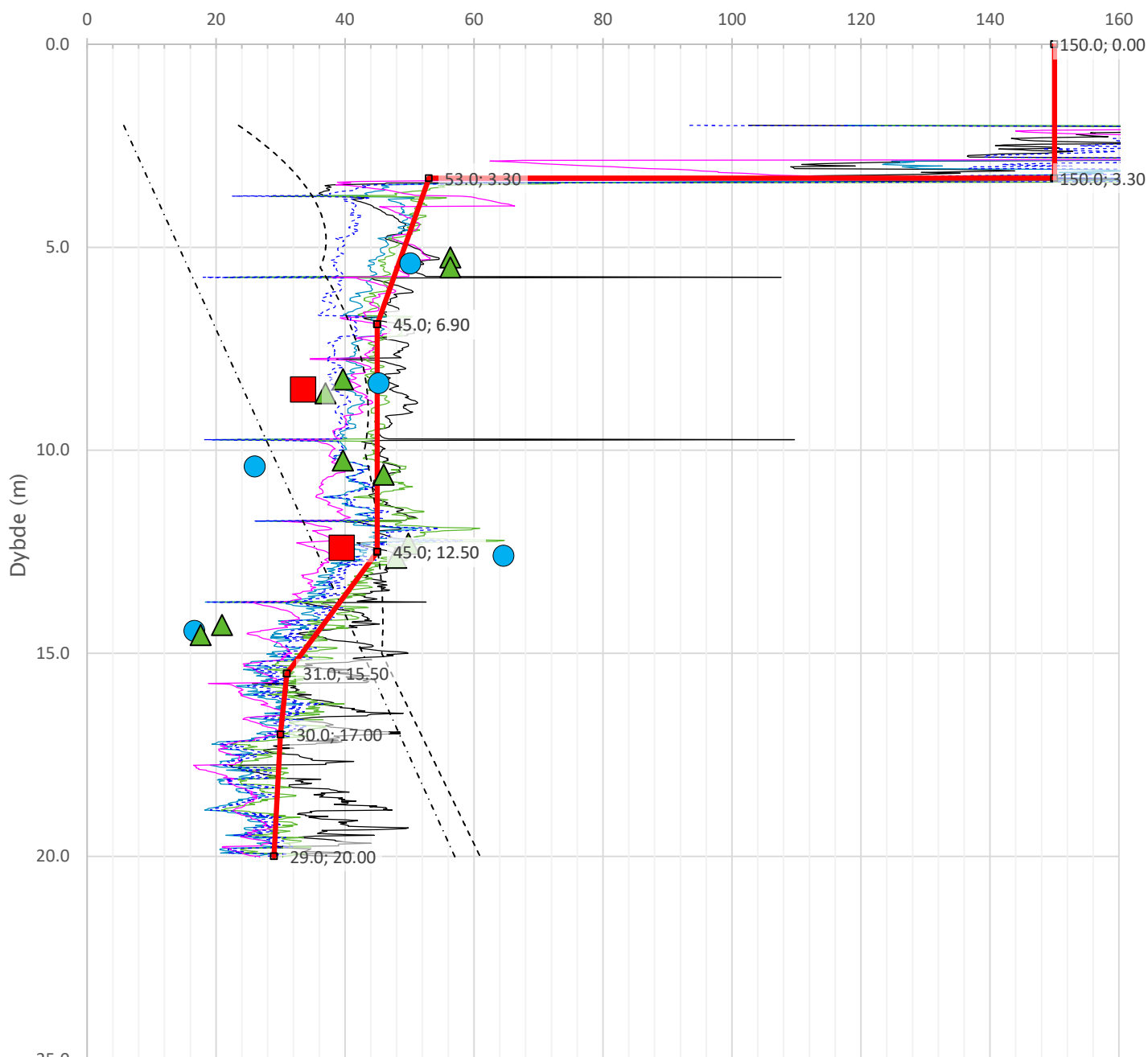
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH SW44:  $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH SW44:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$


Konus BH SW44:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)

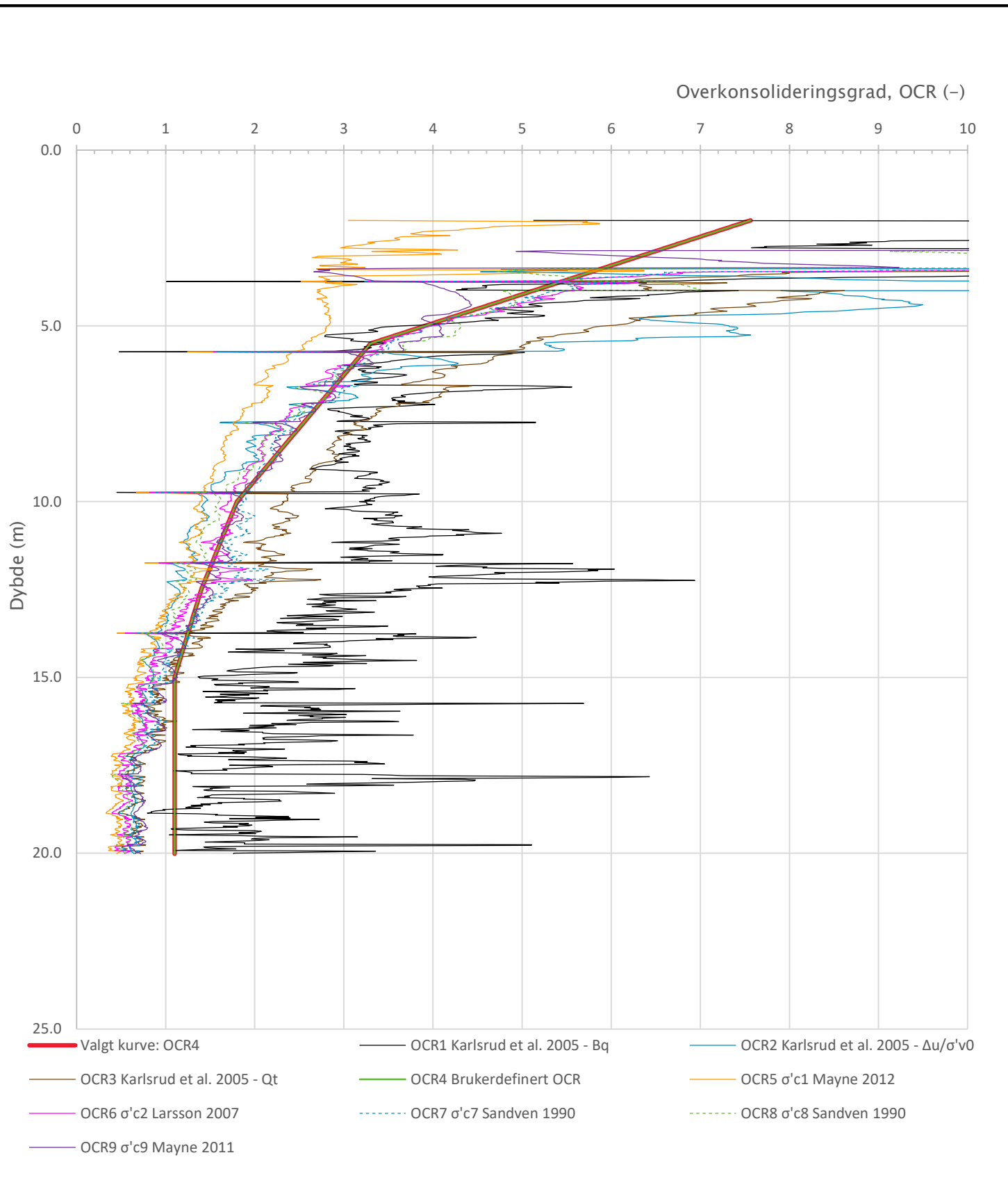



- Nkt.L=19-12.5·Bq
- Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·Ip
- - - - - Larsson 2007 omregn. til cuc(leire eller gytje)
- - - - - cuNC: 0.3·σ'v0
- Enaks BH SW44
- Anbefalt kurve

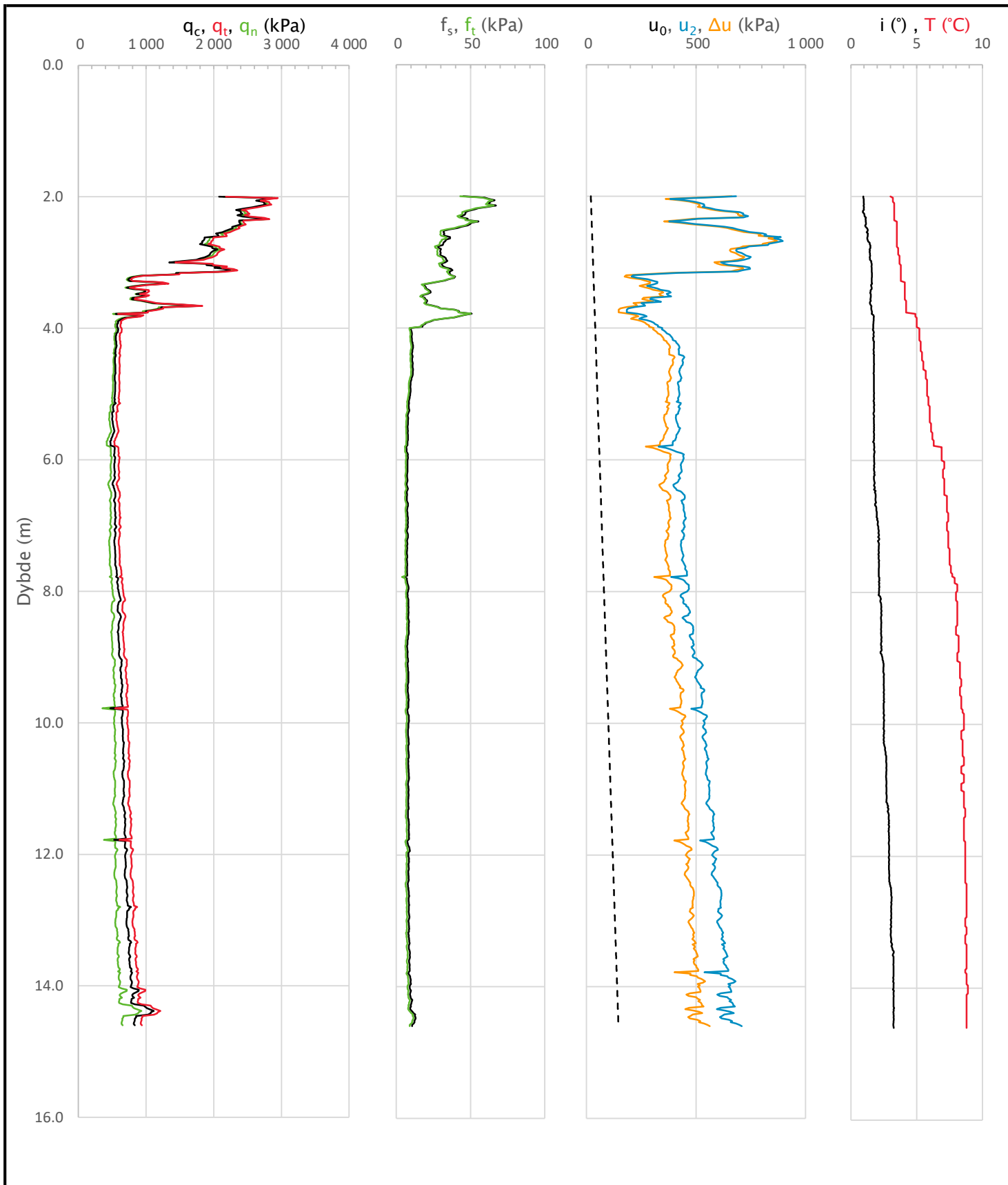
- NΔu.L=1+9·Bq
- NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.07/0]·Ip
- - - - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, α=0.30, m=0.70)
- Treaks BH SW44
- ▲ Konus BH SW44


|  |                                      |                                     |   |  |                             |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      |                                     | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |  | Borhull<br><b>SW44</b>      |
| Innhold<br>Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet   |                                      |                                     |   |  | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>        | Godkjent<br><b>NOASEL</b>                           |  | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>26.01.2021</b> | Revisjon<br>Rev. dato                               |  | Figur<br><b>3-3</b>         |

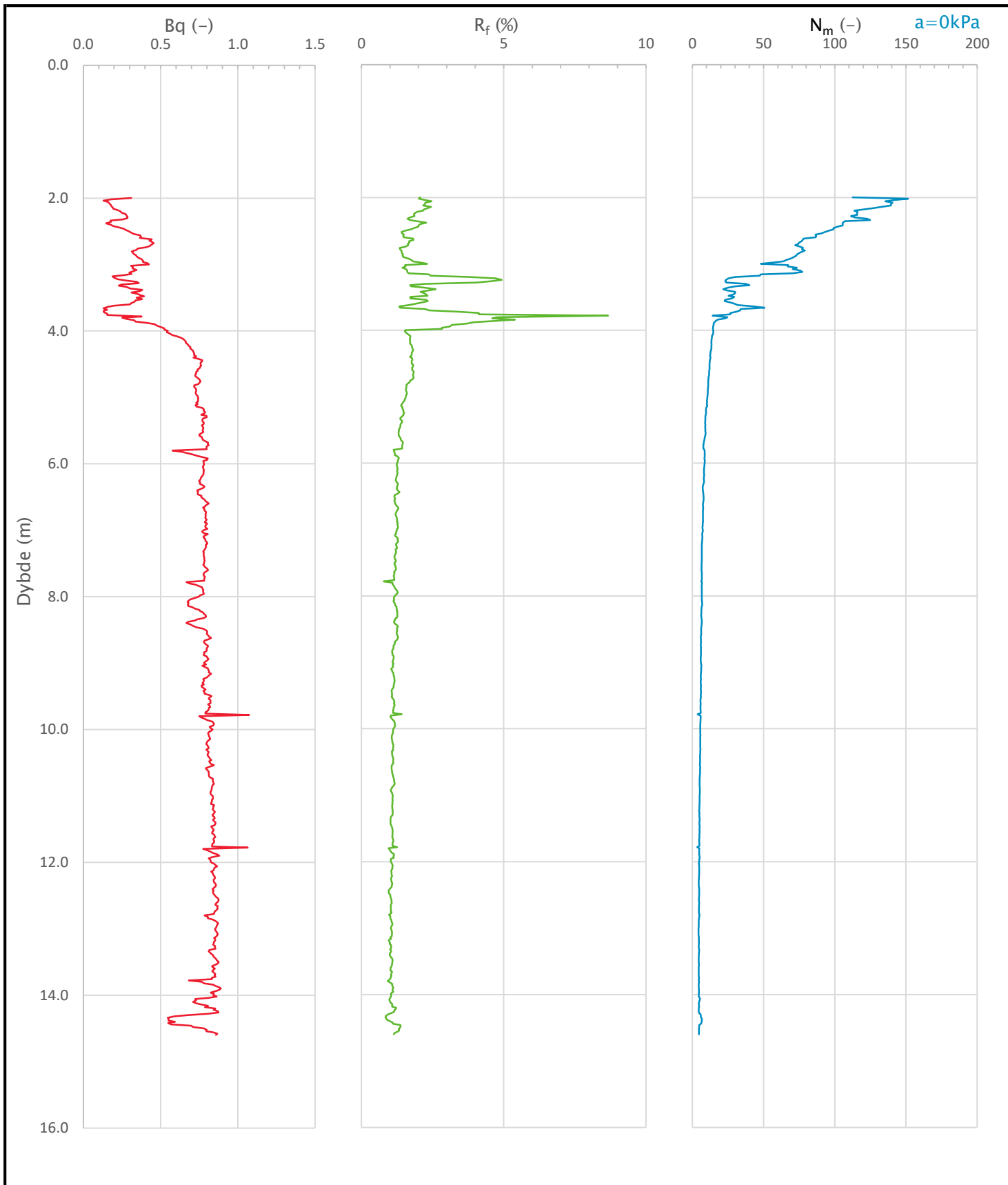





|  |                   |   |           |               |
|--|-------------------|---|-----------|---------------|
| Prosjekt   |                   | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |           | Borhull       |
| <b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                   |   |           | <b>SW44</b>   |
| Innhold  |                   |   |           | Sondennummer  |
| Overkonsolideringsgrad, OCR  |                   |   |           | <b>5559</b>   |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført            | Kontrollert   | Godkjent  | Anvend.klasse |
|  | NOTEET            | NOJHOL  | NOASEL    | 1             |
|  | Divisjon          | Dato sondering                                      | Revisjon  | Figur         |
|  | Ekstern konsulent | 26.01.2021  | Rev. dato |               |



|  |                       |                              |                             |                           |
|--|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Prosjekt<br><b>Testprosjekt</b>  |                       |                              | Borhull<br><b>SW47</b>      |                           |
| Innhold<br>Måledata og korrigerede måleverdier   |                       |                              | Sondennummer<br><b>5559</b> |                           |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført                | Kontrollert                  | Godkjent                    | Anvend.klasse<br><b>1</b> |
|  | Divisjon<br>Utbygging | Dato sondering<br>25.01.2021 | Revisjon<br>Rev. dato       | Figur<br><b>4-1</b>       |



|  |                              |                                     |                       |                             |
|--|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>Testprosjekt</b>  |                              |                                     |                       | Borhull<br><b>SW47</b>      |
| Innhold<br>Avledede dimensjonsløse forhold   |                              |                                     |                       | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført                       | Kontrollert                         | Godkjent              | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Utbygging</b> | Dato sondering<br><b>25.01.2021</b> | Revisjon<br>Rev. dato | Figur<br><b>4-2</b>         |

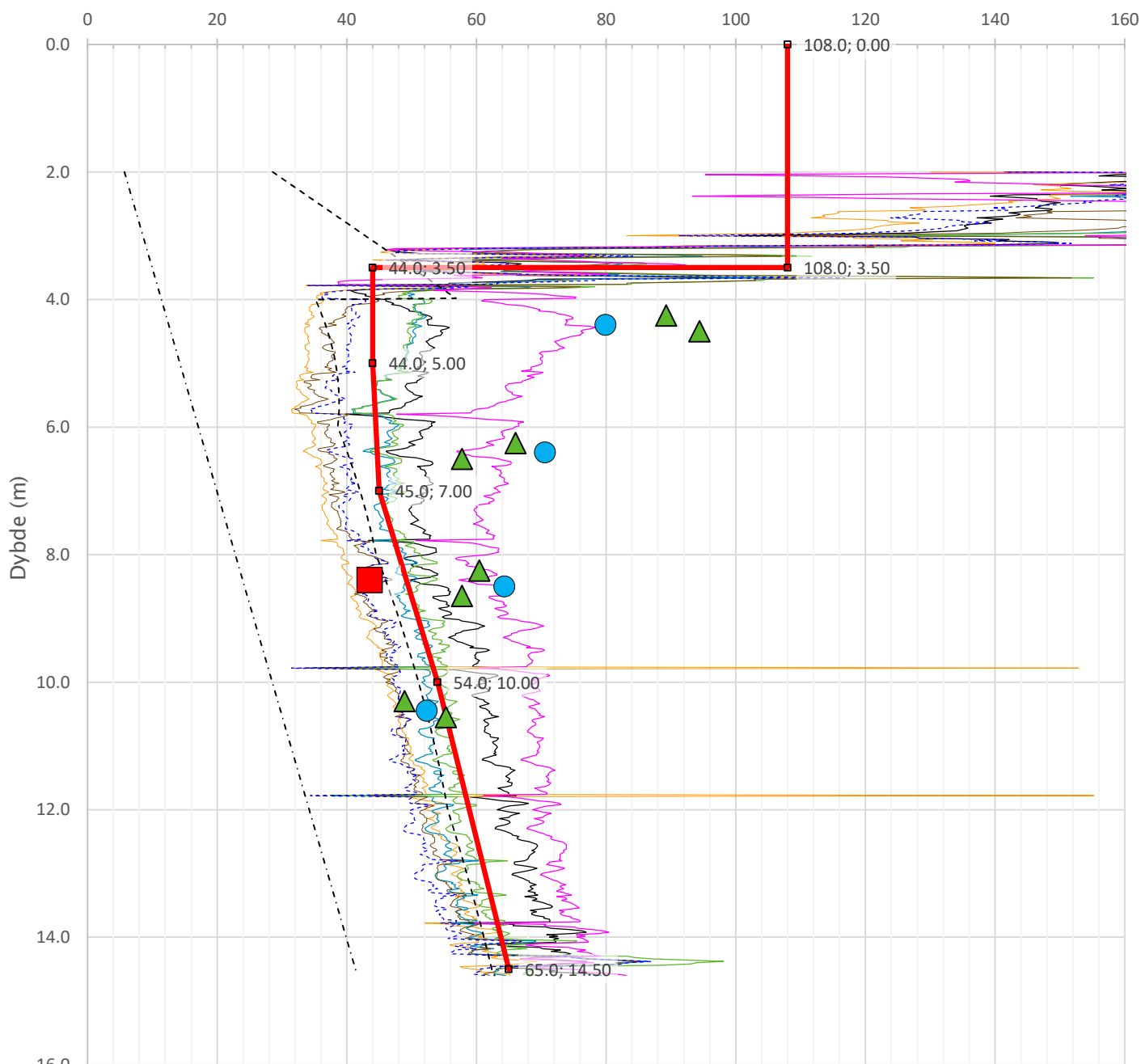
Anisotropiforhold i figur:

Treks BH SW47:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 1.000$

Enaks BH SW47:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.642$

Konus BH SW47:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.642$

Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)



Nkt.L=19-12.5·Bq

NΔu.L=1+9·Bq

2 < Nke.K=[11.5/12.5]·[9.05/11]·Bq

--- Larsson 2007 omregn. til  $c_{uc}$  (leire eller gytje)

---  $c_{uNC} = 0.3 \cdot \sigma'_{v0}$

● Enaks BH SW47

—■— Anbefalt kurve

— Nke.L=16-14.5·Bq


— Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·lp

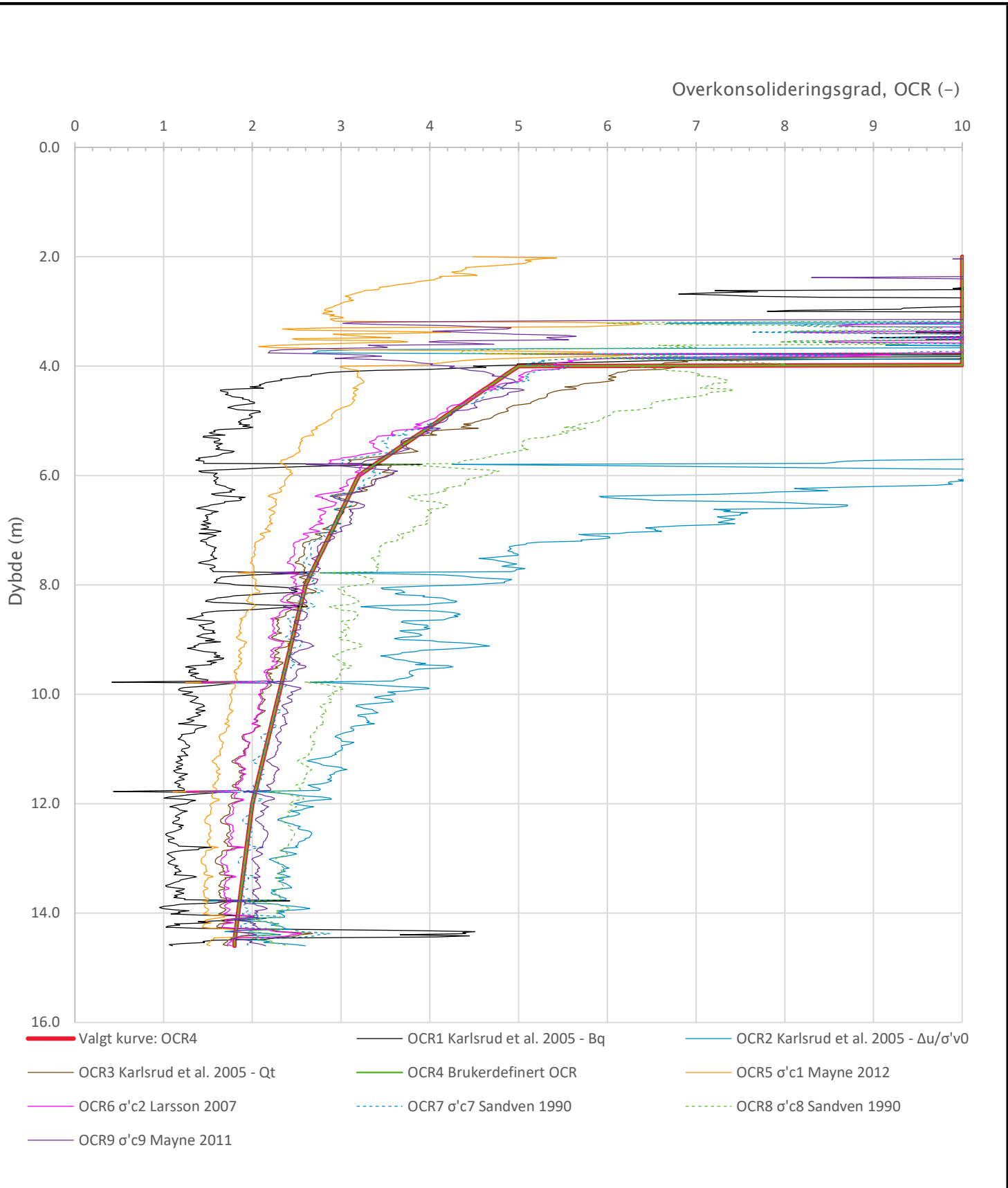
— NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.07/0]·lp


--- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4,  $\alpha=0.30$ ,  $m=0.70$ )

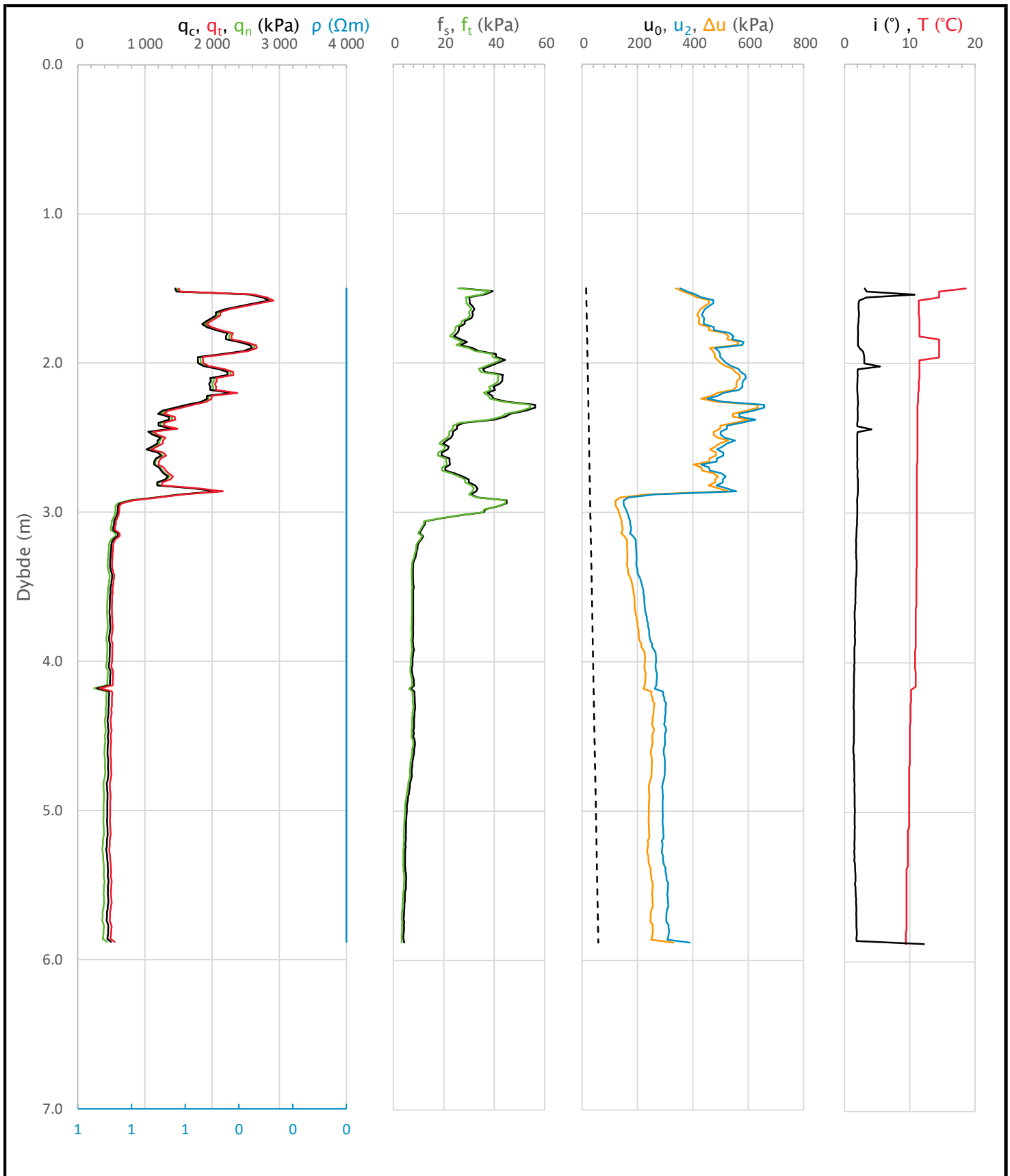
■ Treks BH SW47


▲ Konus BH SW47

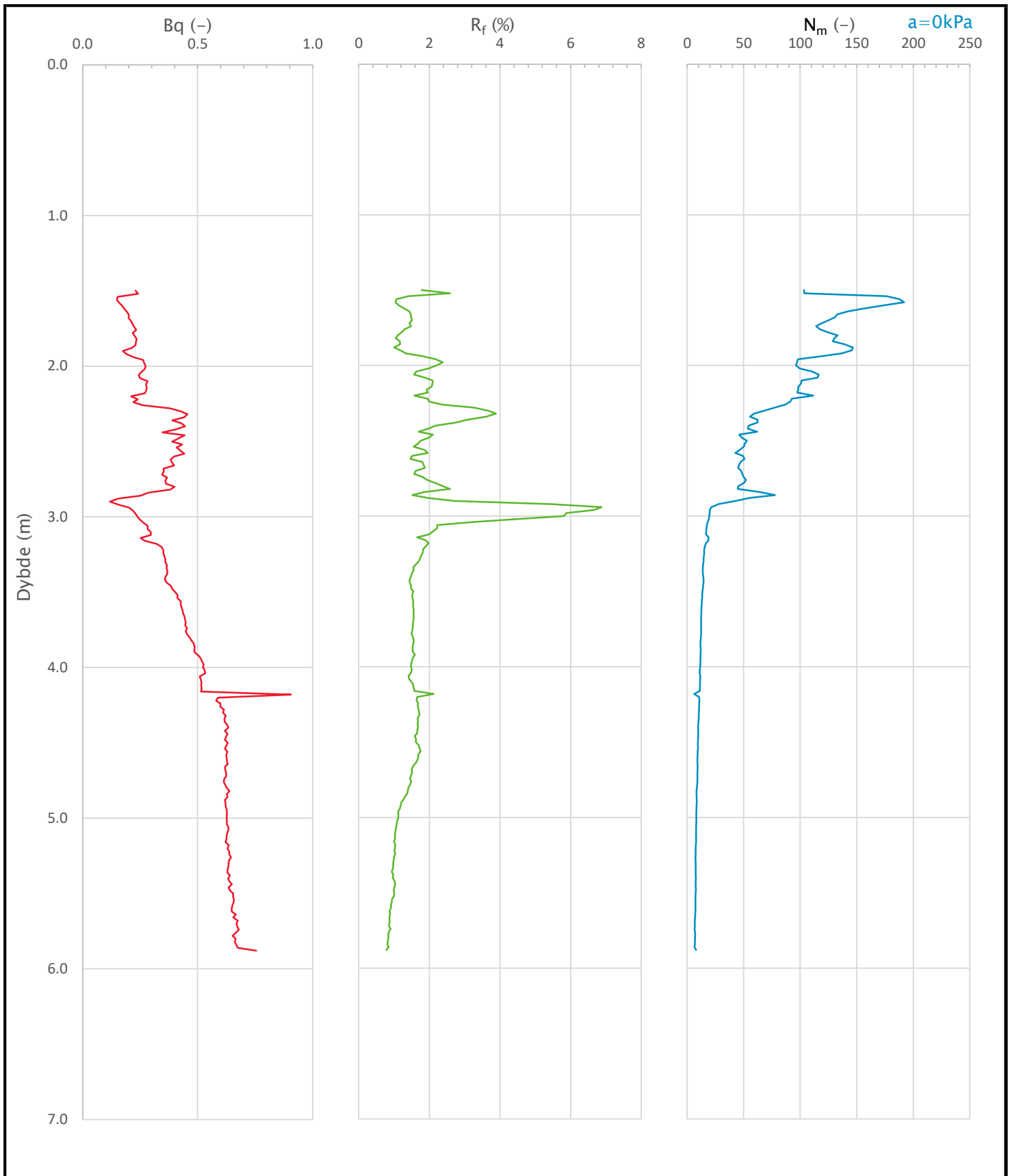
|  |                              |                                     |                             |                           |
|--|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Prosjekt<br><b>Testprosjekt</b>  |                              |                                     | Borhull<br><b>SW47</b>      |                           |
| Innhold<br>Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet   |                              |                                     | Sondennummer<br><b>5559</b> |                           |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført                       | Kontrollert                         | Godkjent                    | Anvend.klasse<br><b>1</b> |
|  | Divisjon<br><b>Utbygging</b> | Dato sondering<br><b>25.01.2021</b> | Revisjon<br>Rev. dato       | Figur<br><b>4-3</b>       |




|  |                              |                                     |                       |                             |
|--|------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>Testprosjekt</b>  |                              |                                     |                       | Borhull<br><b>SW47</b>      |
| Innhold<br>Overkonsolideringsgrad, OCR   |                              |                                     |                       | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført                       | Kontrollert                         | Godkjent              | Anvend.klasse<br><b>1</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Utbygging</b> | Dato sondering<br><b>25.01.2021</b> | Revisjon<br>Rev. dato | Figur<br><b>4-4</b>         |



|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW52</b>      |
| Innhold<br>Måledata og korrigerede måleverdier   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>3</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>14.10.2021</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>5-1</b>         |

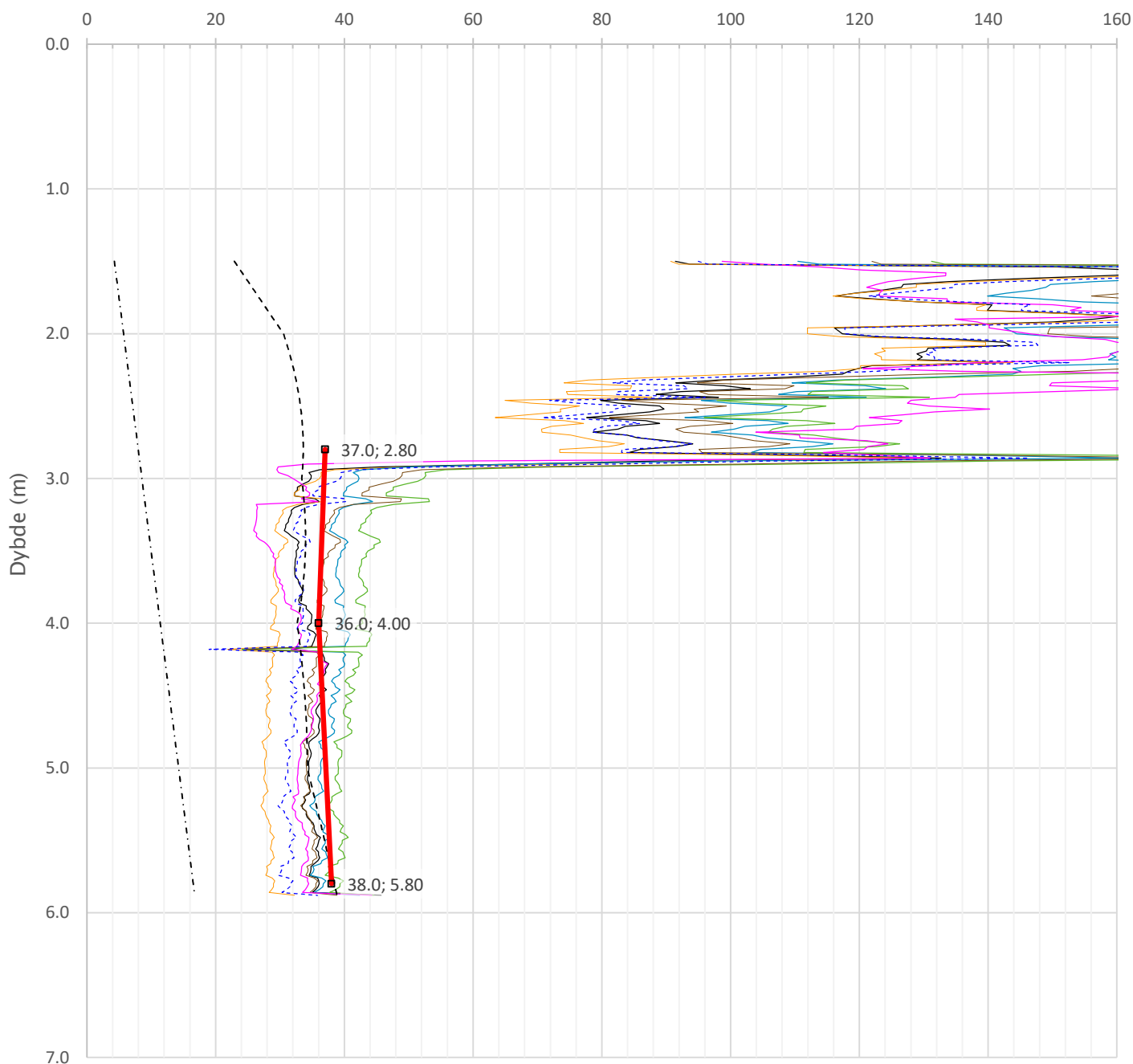


|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW52</b>      |
| Innhold<br>Avledede dimensjonsløse forhold   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>3</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>14.10.2021</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>5-2</b>         |


Anisotropiforhold i figur:

Trecks BH SW52:  $c_uC/c_{ucptu} = 1.000$

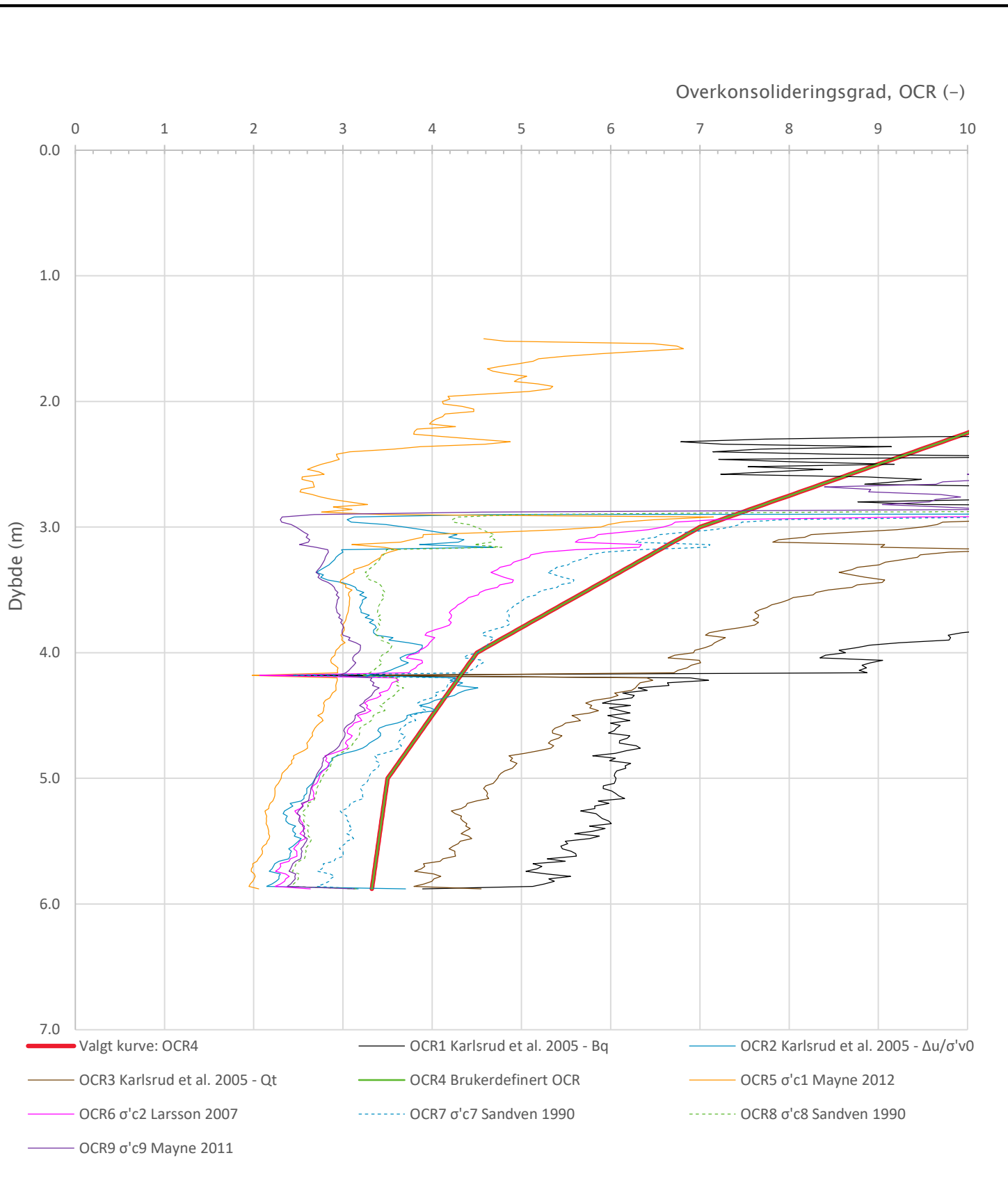
Udrenert aktiv skjærfasthet,  $c_{ucptu}$  (kPa)




- Nkt.L=19-12.5·Bq
- Nke.L=16-14.5·Bq
- NΔu.L=1+9·Bq
- Nkt.K=[7.8/8.5]+2.5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.082/0]·lp
- 2 < Nke.K=[11.5/12.5]-[9.05/11]·Bq
- NΔu.K=[6.9/9.8]-[4/4.5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0.07/0]·lp
- ····· Larsson 2007 omregn. til  $c_uC$  (leire eller gytje)
- ····· SHANSEP (Brukerdefinert OCR4,  $\alpha=0.30$ ,  $m=0.70$ )
- ·····  $c_{uNC} = 0.3 \cdot \sigma'_{v0}$
- ■ Anbefalt kurve

|  |                                      |   |                           |                             |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------|
| Prosjekt<br><b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                                      | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |                           | Borhull<br><b>SW52</b>      |
| Innhold<br>Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet   |                                      |   |                           | Sondennummer<br><b>5559</b> |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført<br><b>NOTEET</b>              | Kontrollert<br><b>NOJHOL</b>                        | Godkjent<br><b>NOASEL</b> | Anvend.klasse<br><b>3</b>   |
|  | Divisjon<br><b>Ekstern konsulent</b> | Dato sondering<br><b>14.10.2021</b>                 | Revisjon<br>Rev. dato     | Figur<br><b>5-3</b>         |





|  |                   |   |           |               |
|--|-------------------|---|-----------|---------------|
| Prosjekt   |                   | Prosjektnummer: 10211253 Rapportnummer: RIG_R06_A02 |           | Borhull       |
| <b>VA Sandbekken – Sørlihavna</b>  |                   |   |           | <b>SW52</b>   |
| Innhold  |                   |   |           | Sondennummer  |
| Overkonsolideringsgrad, OCR  |                   |   |           | <b>5559</b>   |
| <br><b>Statens vegvesen</b> | Utført            | Kontrollert   | Godkjent  | Anvend.klasse |
|  | NOTEET            | NOJHOL  | NOASEL    | <b>3</b>      |
|  | Divisjon          | Dato sondering                                      | Revisjon  | Figur         |
|  | Ekstern konsulent | 14.10.2021  | Rev. dato | <b>5-4</b>    |

## Vedlegg 2: Tolkning av treaksialforsøk

## TOLKNING AV TREAKSIALFORSØK

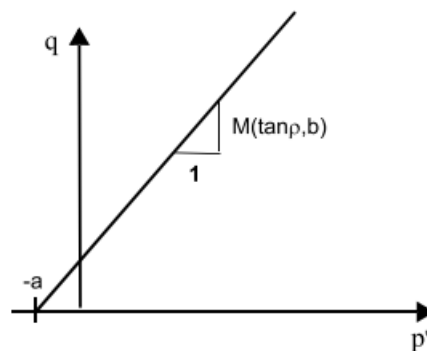
|  |  |                    |
|--|--|--------------------|
| KUNDE / PROSJEKT<br>Nedre Romerike Vannverk IKS<br>A120013 Prosjekteringsoppdrag Sandbekken -<br>Sørlhavna | PROSJEKTLEDER<br>Hilde Lill Nystog Aas | DATO<br>26.03.2021 |
| PROSJEKTNUMMER<br>10211253   | OPPRETTET AV<br>Anna Teetzmann         | REV. DATO          |

### Beregningsmetoder

Friksjonsvinkel ( $\varphi$ ), attraksjon ( $a$ ), kohesjon ( $c$ ) og udrenert skjærfasthet ( $c_{uA}$ ) er tolket fra CAUC treaksialforsøk. Tolkning av treaks resultater gjøres ofte i et  $p' - q$ -plot som vist i Figur 1. Deviatorspenning,  $q$  og middelspenning,  $p'$  er definert som:

$$q = (\sigma''_v - \sigma'_h) = (\sigma''_a - \sigma'_r)$$

$$p' = (\sigma''_v + 2\sigma'_h)/2 = (\sigma'_a + 2\sigma'_r)/2$$



Figur 1: Definisjon av bruddlinjen i  $p' - q$ -plot [1]

Friksjonsvinkelen er tolka fra et  $p' - q$ -plot. Helningen til bruddlinjen for et aktivt treaksialt trykkforsøk er definert som:

$$M = \frac{6 \sin(\rho)}{3 - \sin(\rho)}$$

Attraksjonen,  $a$ , kan leses av direkte i diagrammet, mens kohesjonen følger følgende sammenheng:

$$c' = a \cdot \tan(\varphi)$$

Prøvens kvalitet er vurdert etter  $\Delta e/e_0$  [2], hvor  $\Delta e$  er endring i porettall etter konsolidering til estimerte in-situ spenninger og  $e_0$  er initial porettall. Figur 2 angir tabell benyttet for å vurdere prøve kvalitet. OCR er tolket fra CPT-resultater. To av prøvene har akseptabel prøve kvalitet, mens de to andre har dårlig prøve kvalitet. Noen viktige parametere er gjengitt i Tabell 1.

| OCR | $\Delta e/e_0^4$        |                 |            |               |
|-----|-------------------------|-----------------|------------|---------------|
|     | Veldig god til utmerket | God til brukbar | Dårlig     | Veldig dårlig |
| 1–2 | <0,04                   | 0,04-0,07       | 0,07-0,14  | >0,14         |
| 2–4 | <0,03                   | 0,03-0,05       | 0,05-0,10  | >0,10         |
| 4–6 | <0,02                   | 0,02-0,035      | 0,035-0,07 | >0,07         |

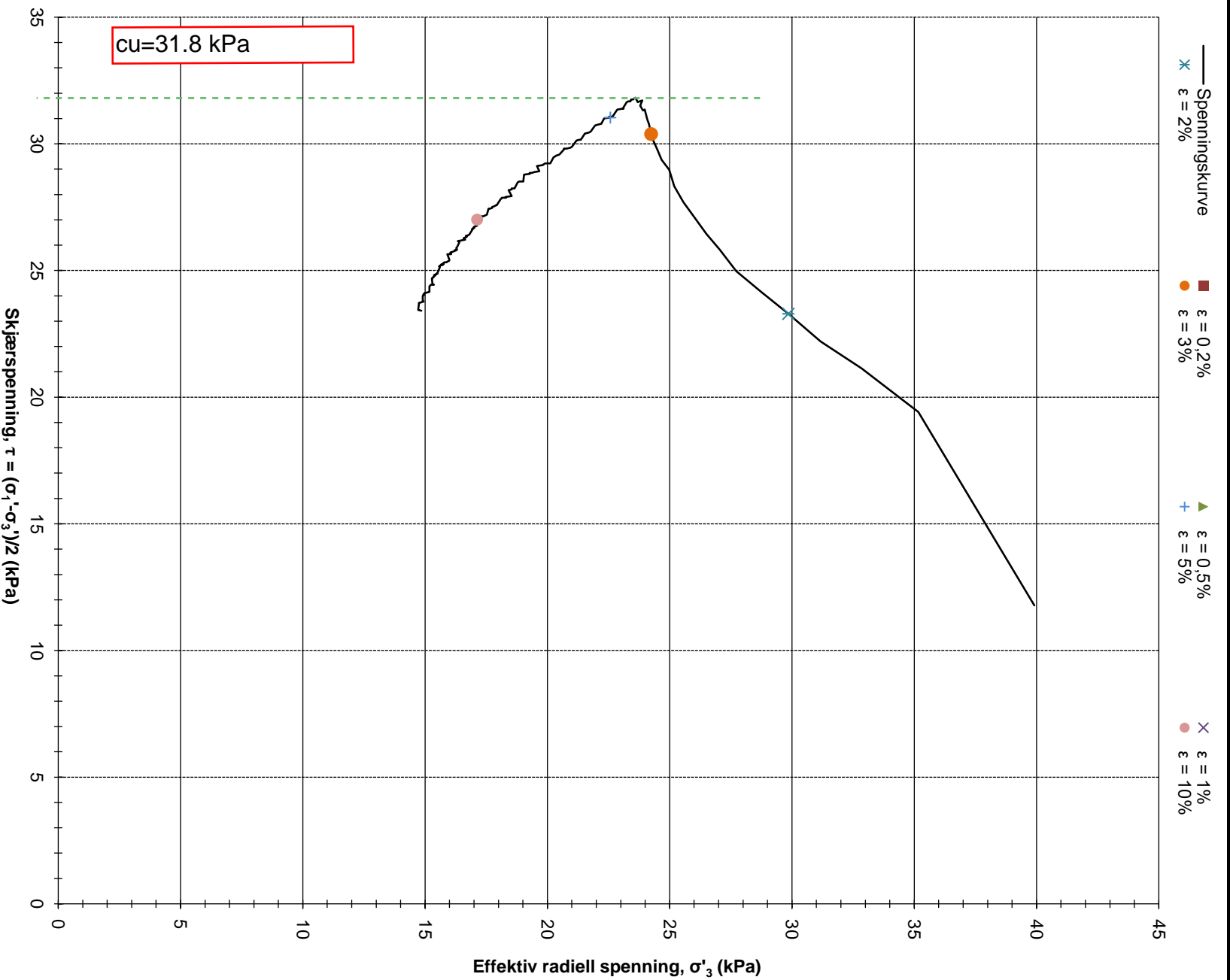
Figur 2: Evaluering av prøve kvalitet basert på  $\Delta e/e_0$ [2].

Resultatene fra treaksialforsøk, sammen med tolkningen, er presentert i dette vedlegget.

Tabell 1: Parametere fra treaksialforsøk.

| Punkt  | Dybde [m] | OCR [-] | $\sigma'_{v0}$ [kPa] | $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] | w [%] | $\varphi$ [°] | $\alpha$ [kPa] | $c_{uA}$ [kPa] | $\frac{\Delta e}{e_0}$ [-] | Prøve-kvalitet  |
|--------|-----------|---------|----------------------|-------------------------------|-------|---------------|----------------|----------------|----------------------------|-----------------|
| SW38   | 6,4       | ~2,6    | 67,6                 | 19,0                          | 32,8  | 28            | 10             | 31,8           | 0,068                      | Dårlig          |
| SW44-1 | 8,5       | ~2,3    | 82,3                 | 18,5                          | 37,1  | 28            | 10             | 33,5           | 0,079                      | Dårlig          |
| SW44-2 | 12,4      | ~1,5    | 117,4                | 19,0                          | 33,5  | 28            | 10             | 39,5           | 0,058                      | God til brukbar |
| SW47   | 8,4       | ~2,6    | 83,9                 | 18,8                          | 34,5  | 28            | 10             | 43,5           | 0,078                      | Dårlig          |

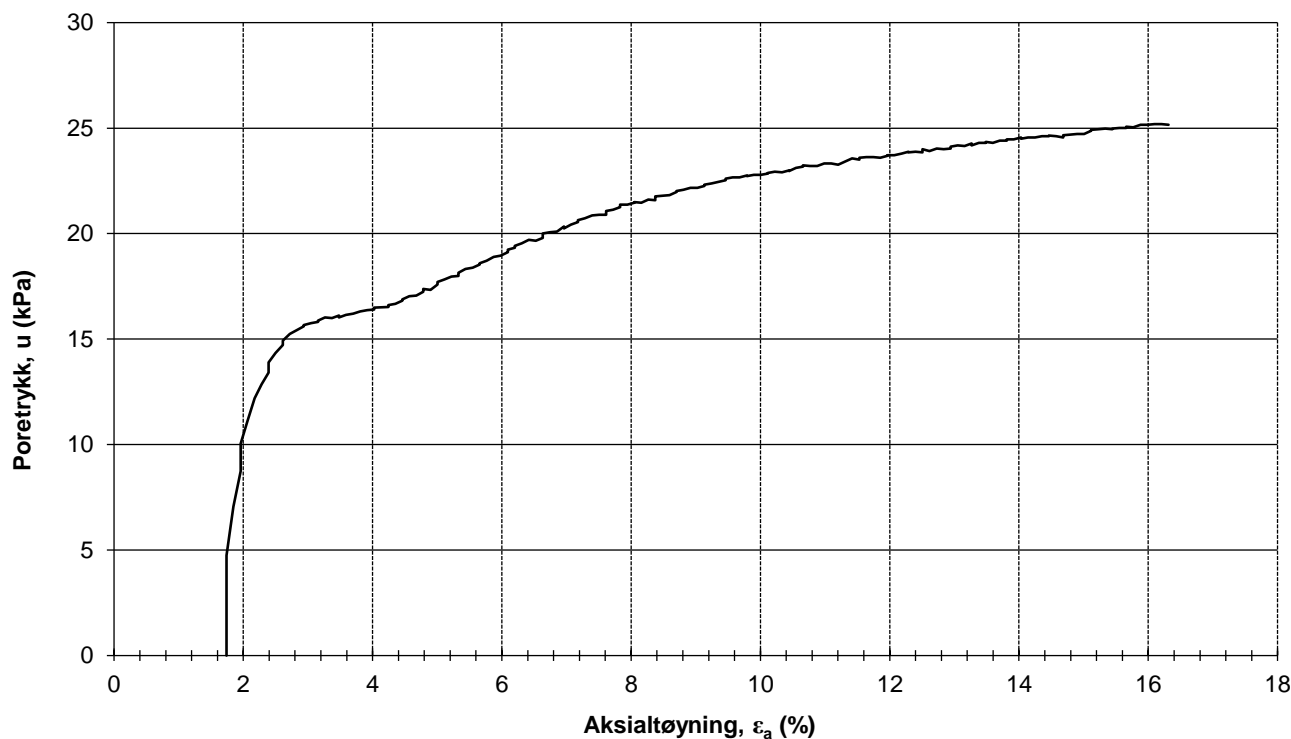
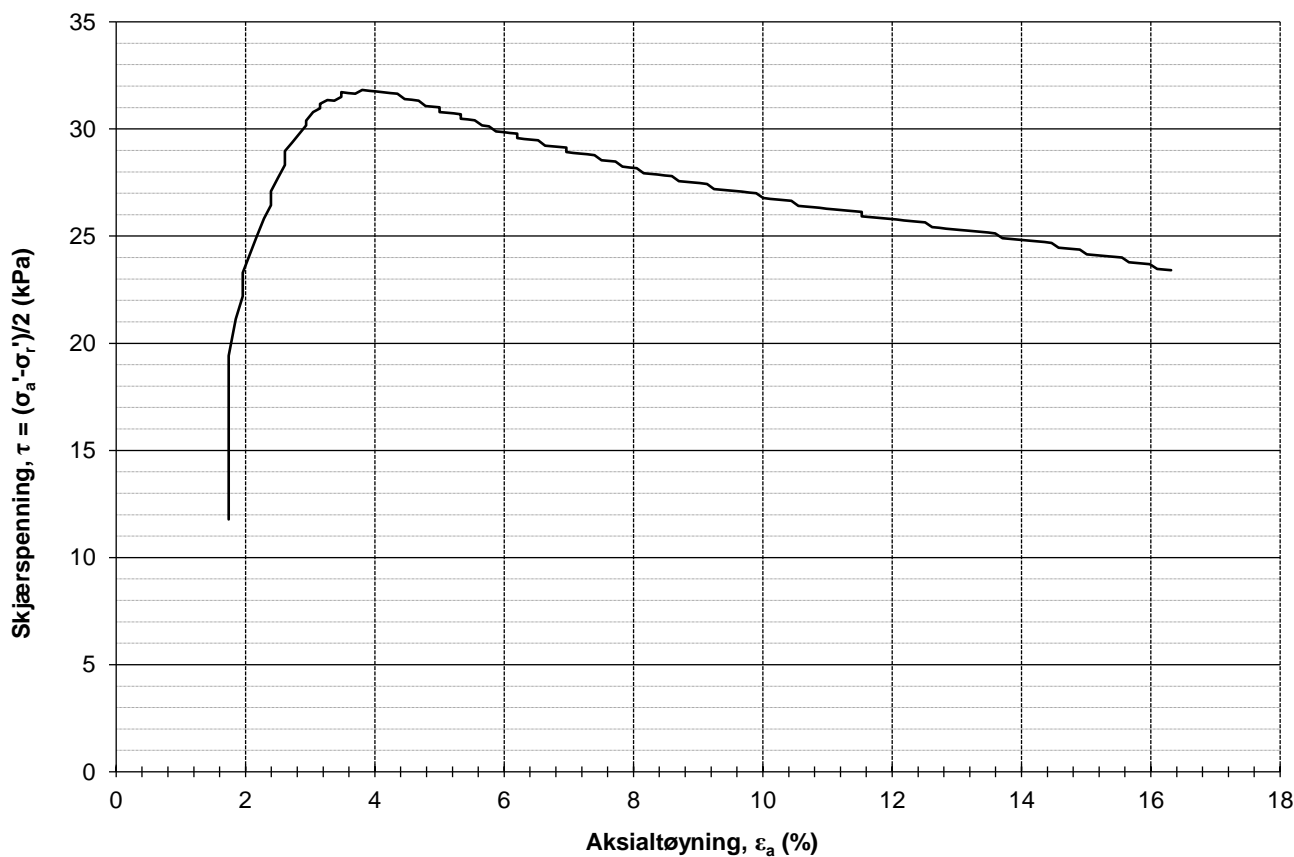
- [1] Geotechnical Division at the department of civil and environmental engineering. Geotechnical engineering advanced course. (2019).  
 [2] NGF. Veiledning for prøvetaking. 1–30 (2013).




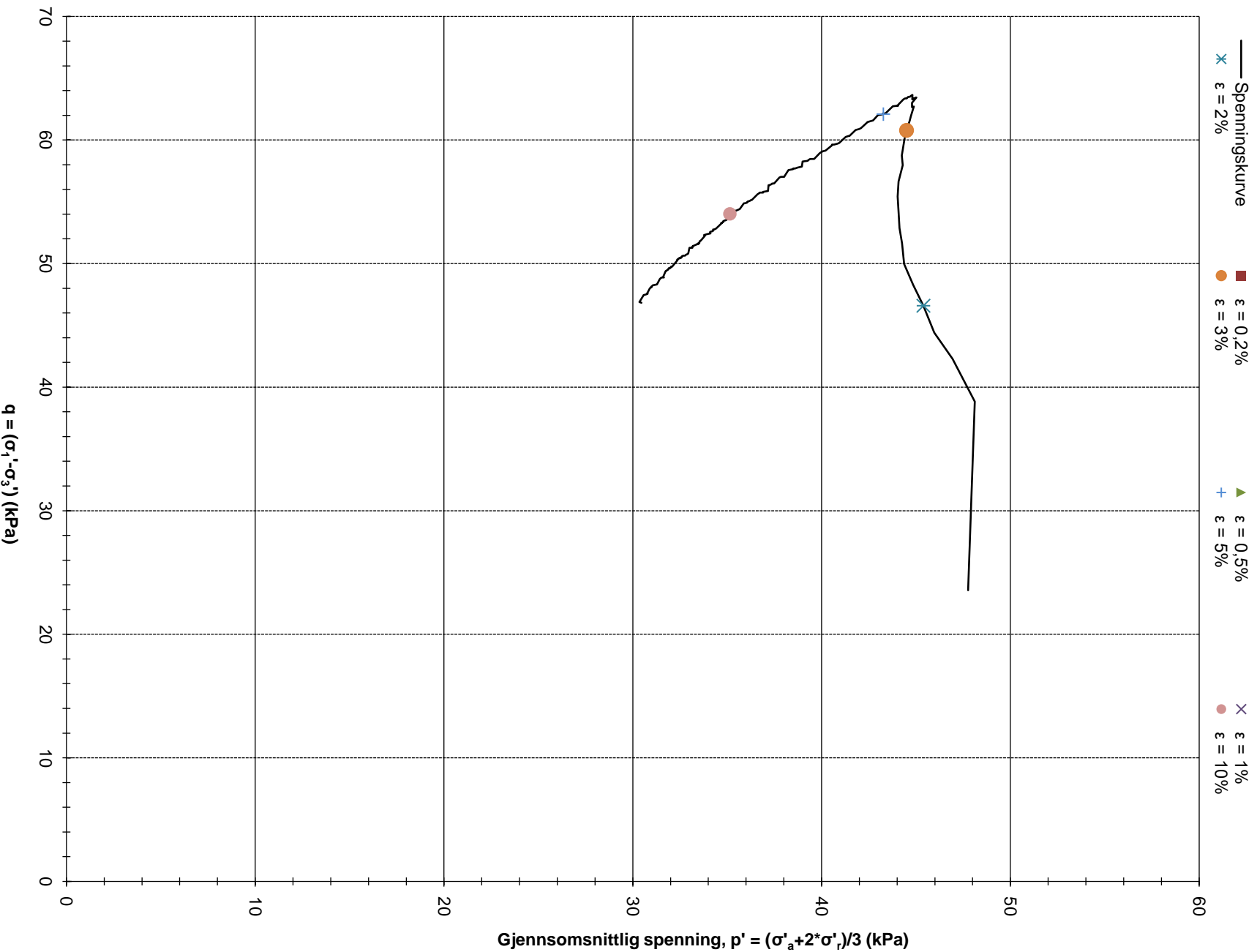
|  |      |                  |            |
|--|------|------------------|------------|
| Dybde (m)                              | 6,4  | Dato prøvetaking | 26.01.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_a$ (kPa) | 63,5 | Dato forsøk      | 05.02.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_r$ (kPa) | 39,9 | Type forsøk      | 1          |

|  |  |              |  |
|--|--|--------------|--|
| Oppdragsgiver                                |  | Prosjekt nr. |  |
| SWECO Norge AS                               |  | 21032        |  |
| Prosjekt                                     |  | Side         |  |
| 10220874 Sandbekken                          |  | 1 av 4       |  |
| Titel  |  | Ansvarlig    |  |
| Treaksialforsøk, $\tau_{max}$ vs $\sigma'_3$ |  | MS           |  |
|  |  | Tegning nr.  |  |
|  |  | R01C13       |  |
|  |  | Borpunkt     |  |
|  |  | SW38         |  |
|  |  | Kontrollert  |  |
|  |  | KS           |  |

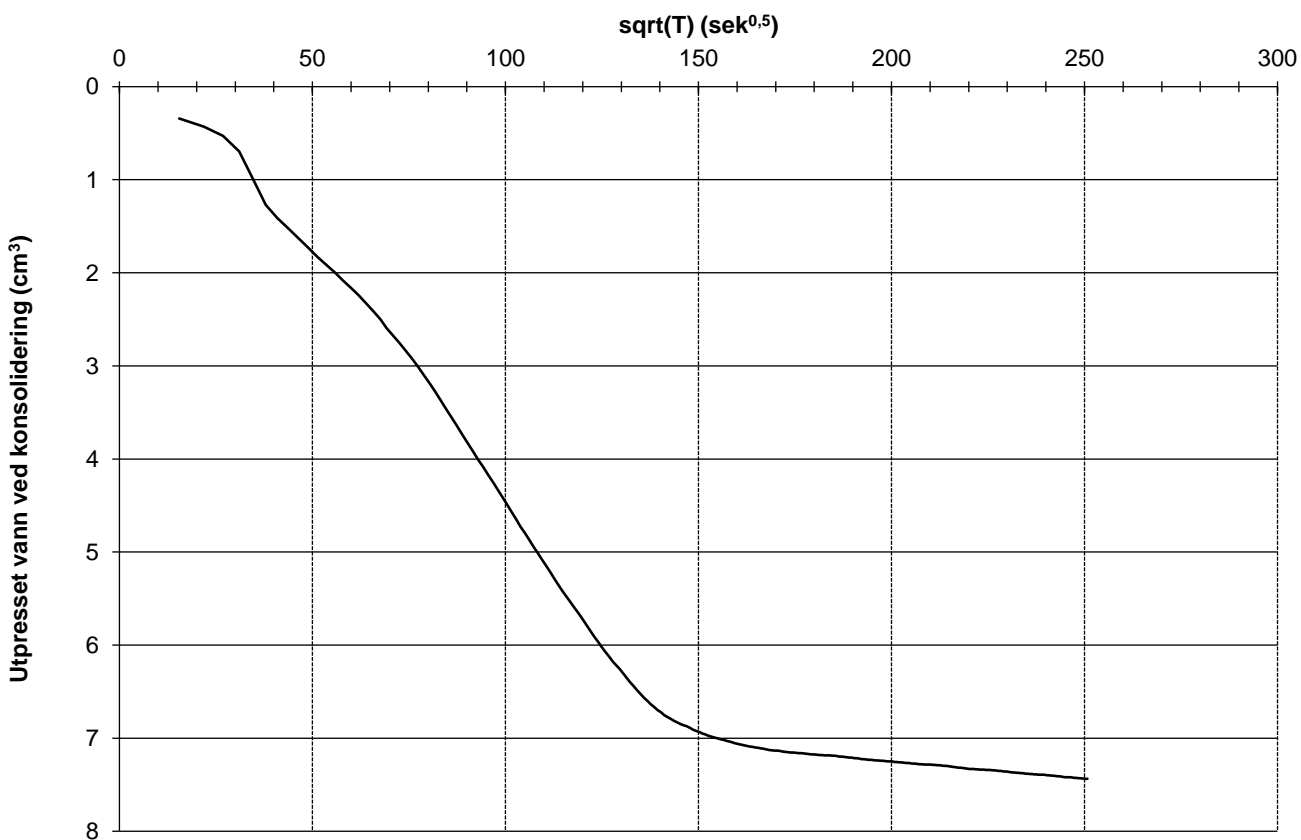
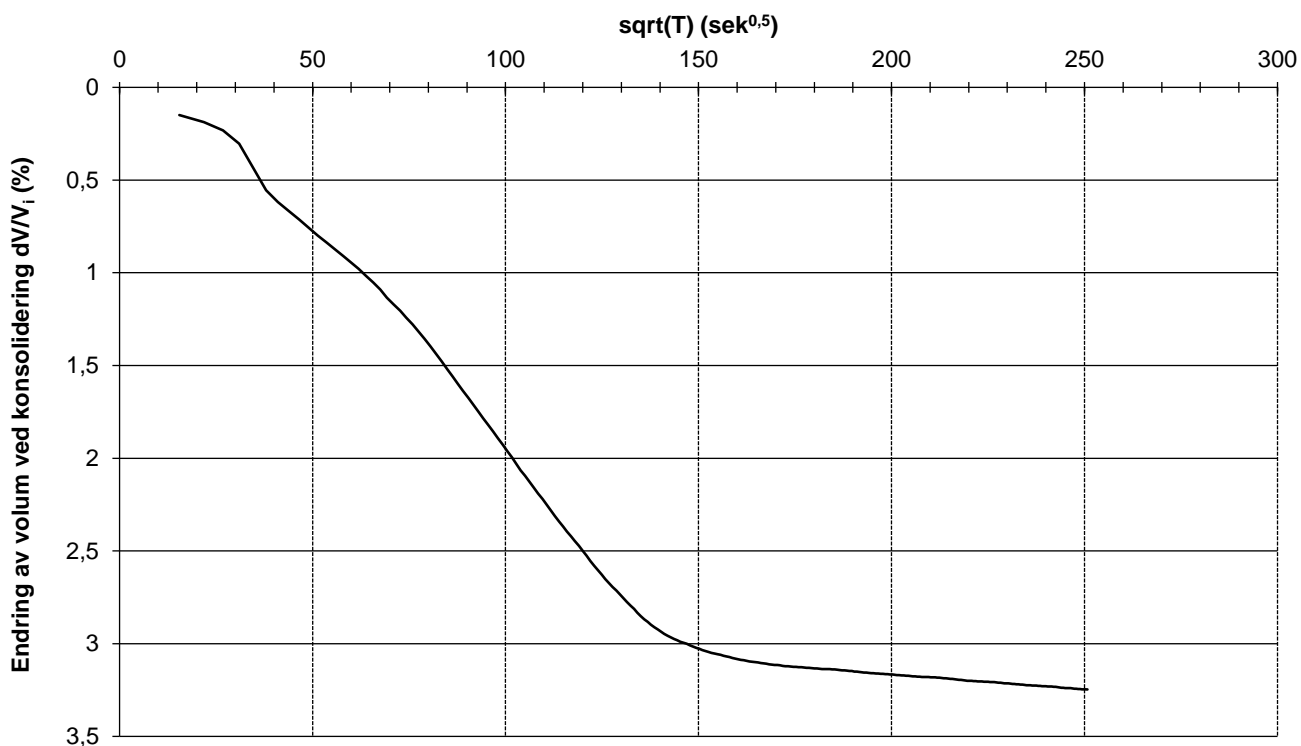





|   |                |              |                    |  |
|---|----------------|--------------|--------------------|--|
| Dybde (m)   | 6,4            | Kommentar    | LEIRE, med siltlag |  |
| Maks skjærspenning (kPa)  | 31,8           |              |                    |  |
| Ved $\epsilon_a$ (%)  | 3,8            |              |                    |  |
|  | Oppdragsgiver  | Prosjekt nr. | Tegning nr.        |  |
|   | SWECO Norge AS | 21032        | R01C13             |  |
|   | Prosjekt       | Side         | Borpunkt           |  |
| 10220874 Sandbekken   | 2 av 4         | SW38         |                    |  |
| Tittel  | Ansvarlig      | Kontrollert  |                    |  |
| Treaksialforsøk, $\tau$ og u mot $\epsilon_a$                                       | MS             | KS           |                    |  |

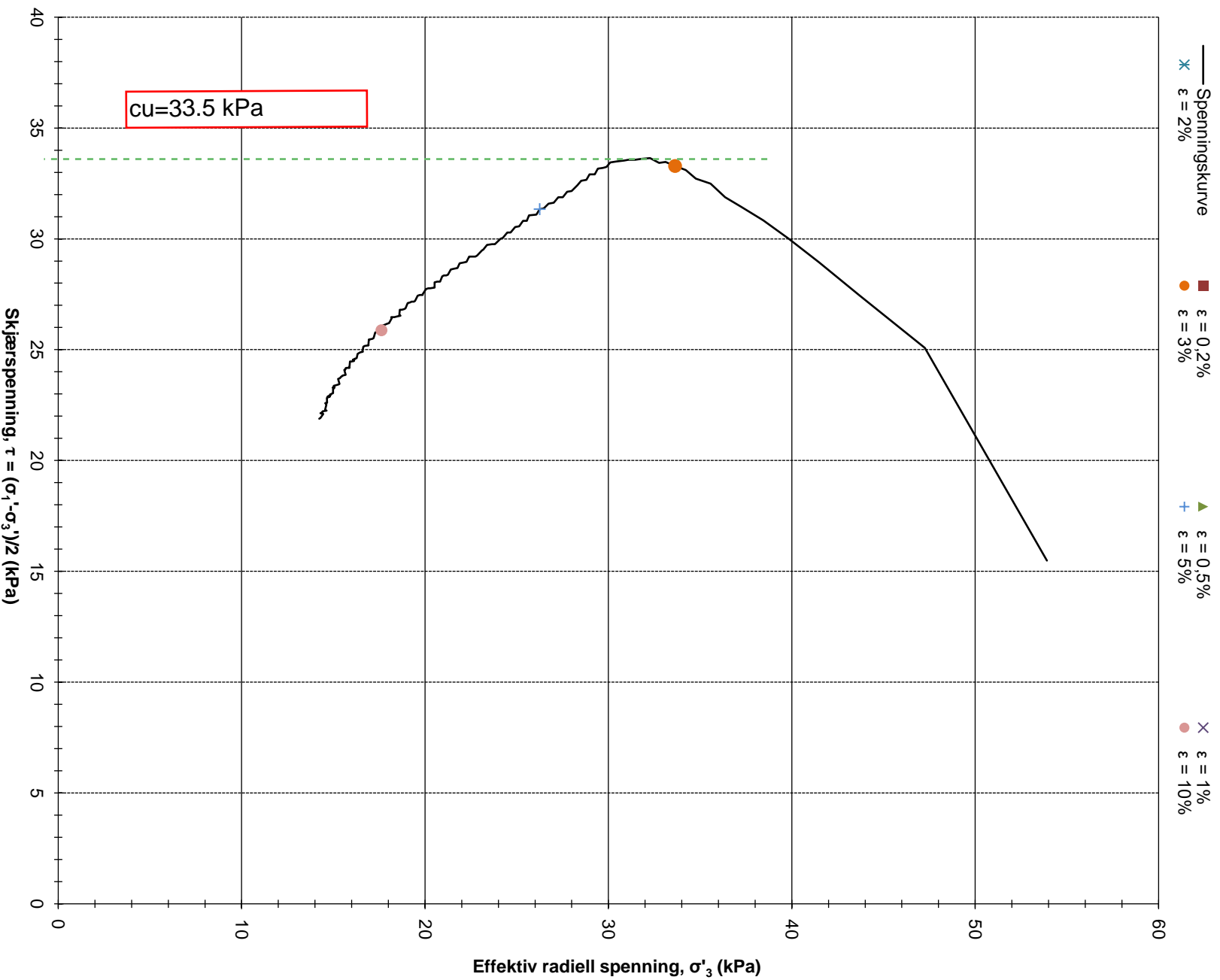


|               |                        |              |        |             |        |
|---------------|------------------------|--------------|--------|-------------|--------|
| Oppdragsgiver | SWECO Norge AS         | Prosjekt nr. | 21032  | Tegning nr. | R01C13 |
| Prosjekt      | 10220874 Sandbekken    | Side         | 3 av 4 | Borpunkt    | SW38   |
| Titel         | Treksialforsøk, q - p' | Ansvarlig    | MS     | Kontrollert | KS     |



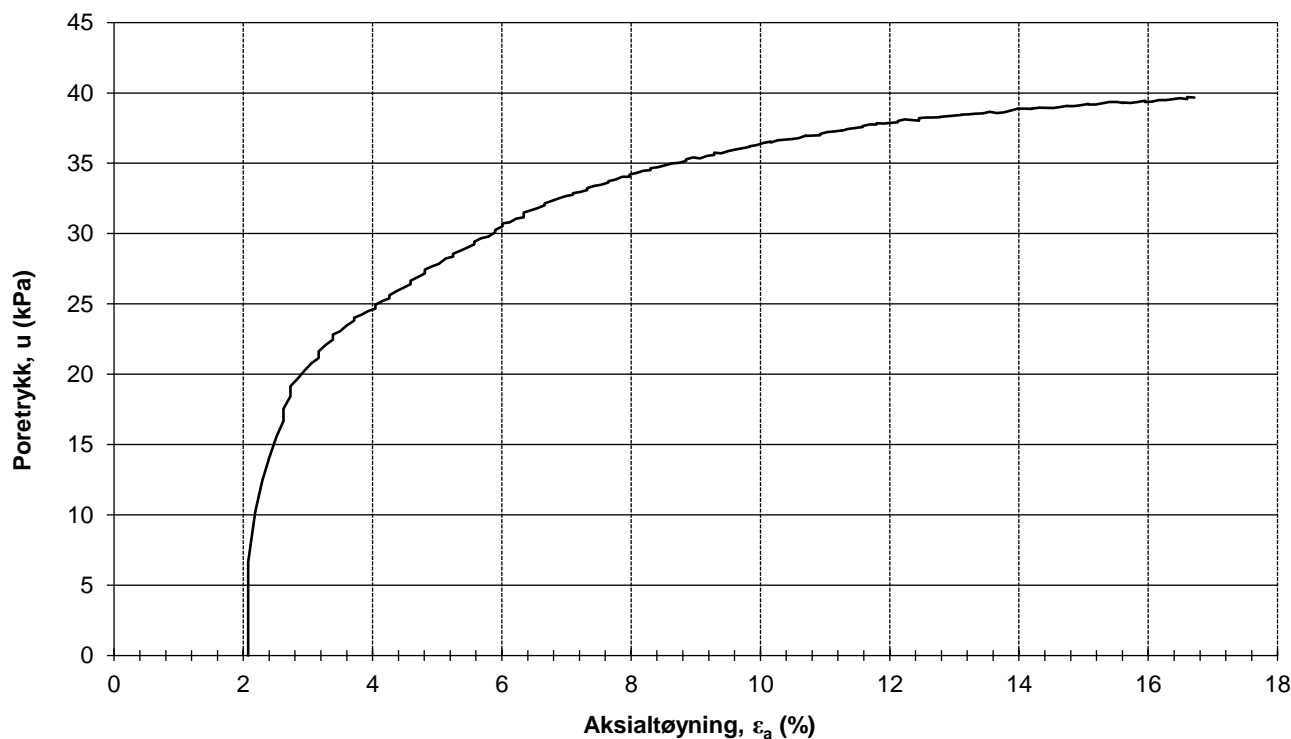
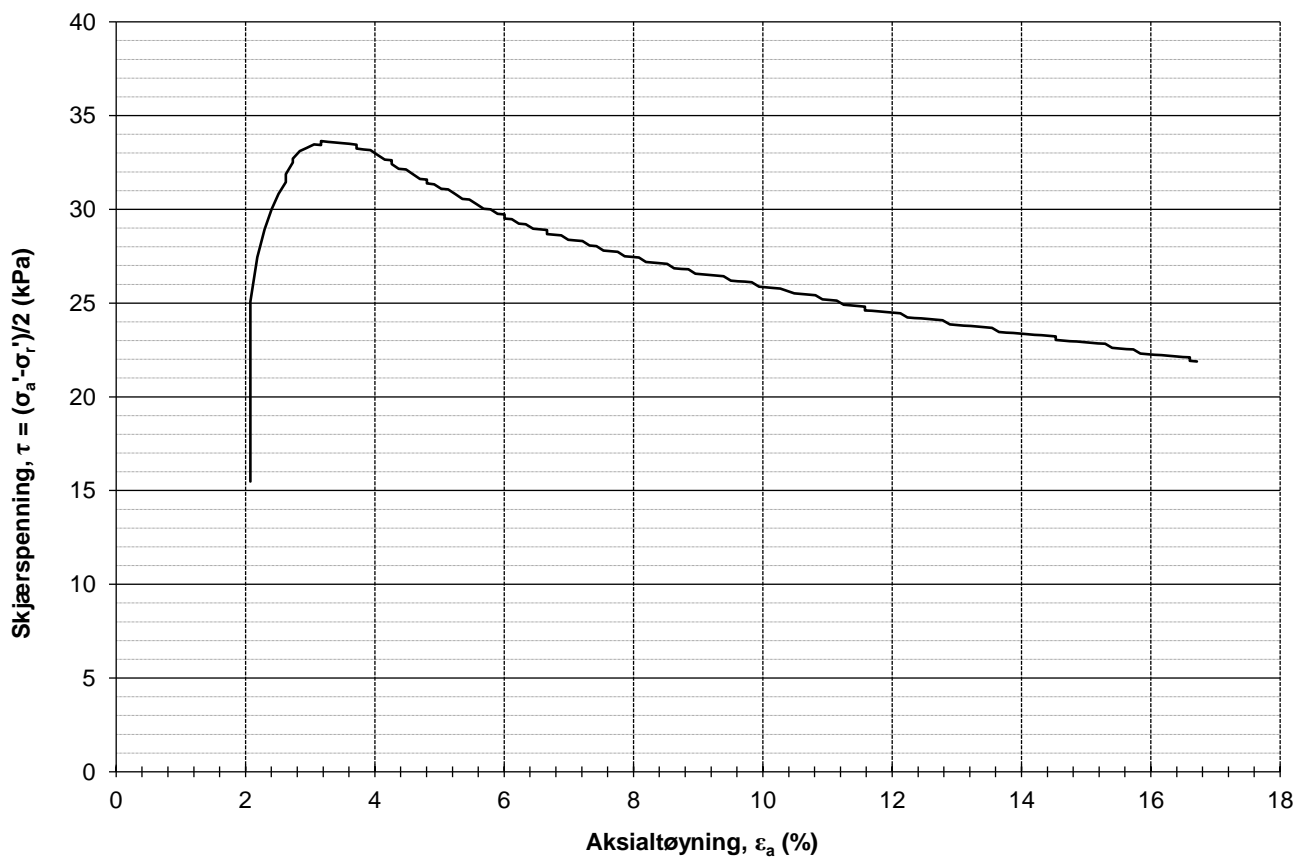
|   |                     |                                   |             |
|---|---------------------|-----------------------------------|-------------|
| Volumtøyning, $dV_{\text{kons.}}/V_i$ (%)   | 3,2                 | Utpresset vann (cm <sup>3</sup> ) | 7,4         |
| $\gamma_{\text{før}}$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 19,0                | $w_{\text{før}}$ (%)              | 32,8        |
| $\gamma_{\text{etter}}$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 19,4                | $w_{\text{etter}}$ (%)            | 30,4        |
|  | Oppdragsgiver       | Prosjekt nr.                      | Tegning nr. |
|   | SWECO Norge AS      | 21032                             | R01C13      |
|   | Prosjekt            | Side                              | Borpunkt    |
|   | 10220874 Sandbekken | 4 av 4                            | SW38        |
| Tittel  | Ansvarlig           | Kontrollert                       |             |
| Treksjalforsøk, konsolidering   | MS                  | KS                                |             |




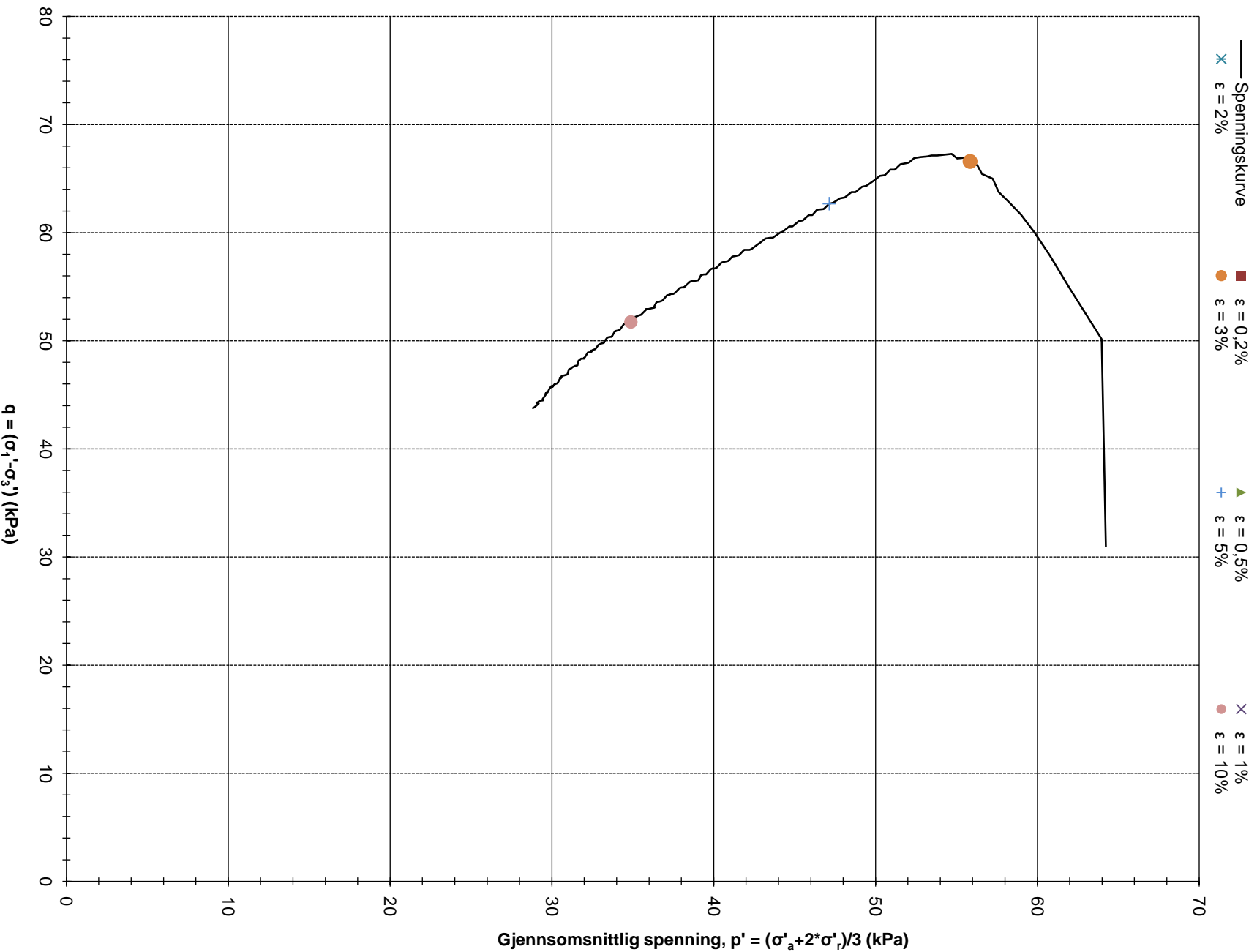


|  |      |                  |            |
|--|------|------------------|------------|
| Dybde (m)                              | 8,5  | Dato prøvetaking | 25.01.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_a$ (kPa) | 84,9 | Dato forsøk      | 08.02.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_r$ (kPa) | 53,9 | Type forsøk      | 1          |

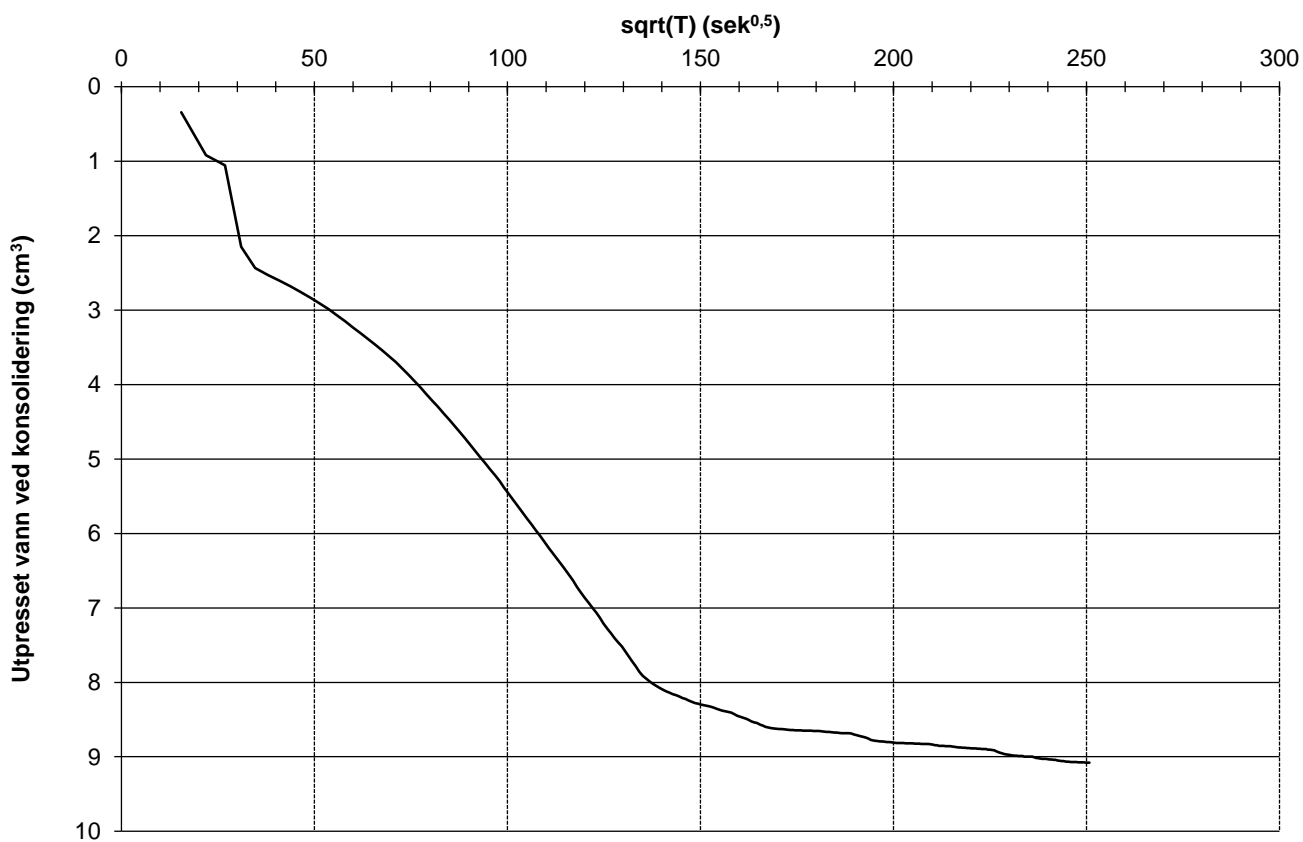
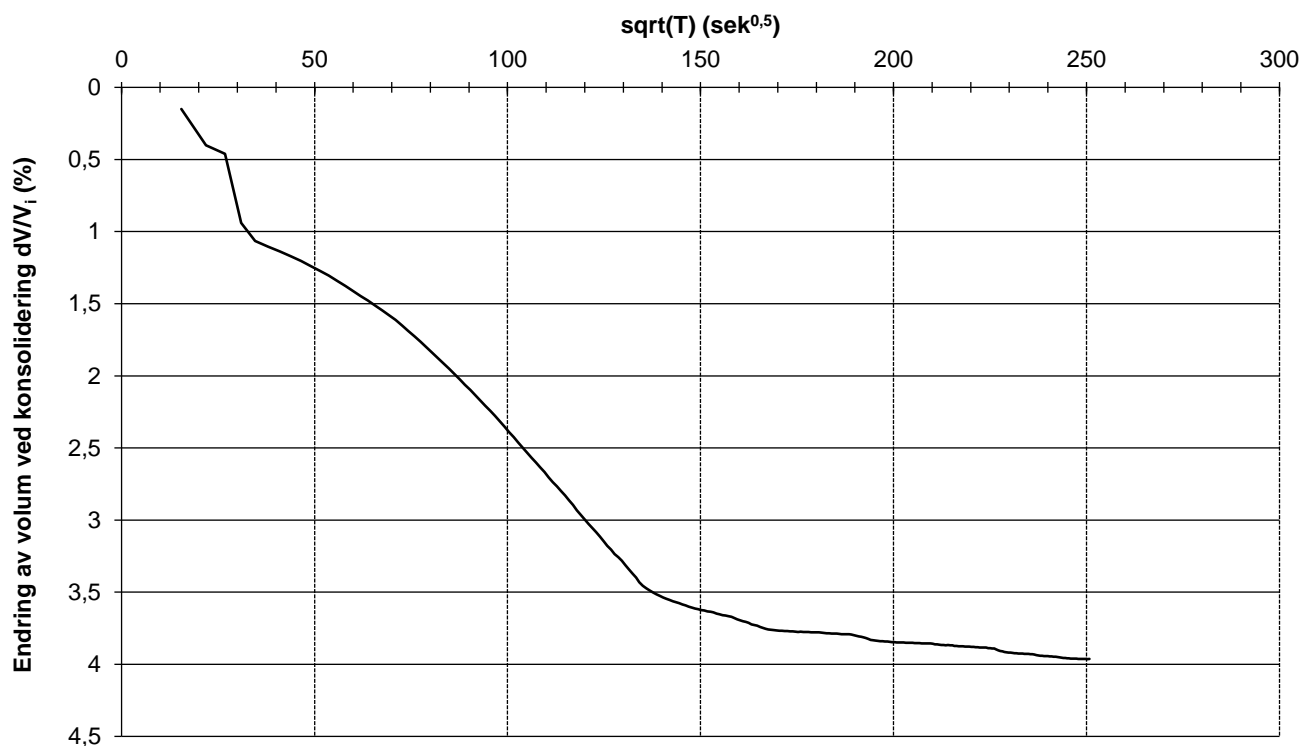
|  |  |              |  |
|--|--|--------------|--|
| Oppdragsgiver                                |  | Prosjekt nr. |  |
| SWECO Norge AS                               |  | 21032        |  |
| Prosjekt                                     |  | Side         |  |
| 10220874 Sandbekken                          |  | 1 av 4       |  |
| Titel  |  | Ansvarlig    |  |
| Treaksialforsøk, $\tau_{max}$ vs $\sigma'_3$ |  | MS           |  |
|  |  | Tegning nr.  |  |
|  |  | R01C14       |  |
|  |  | Borpunkt     |  |
|  |  | SW44         |  |
|  |  | Kontrollert  |  |
|  |  | KS           |  |



|   |               |   |                    |        |             |        |
|---|---------------|---|--------------------|--------|-------------|--------|
| Dybde (m)   | 8,5           | Kommentar                                     | LEIRE, med siltlag |        |             |        |
| Maks skjærspenning (kPa)  | 33,6          |   |                    |        |             |        |
| Ved $\epsilon_a$ (%)  | 3,2           |   |                    |        |             |        |
|  | Oppdragsgiver | SWECO Norge AS                                | Prosjekt nr.       | 21032  | Tegning nr. | R01C14 |
|   | Prosjekt      | 10220874 Sandbekken                           | Side               | 2 av 4 | Borpunkt    | SW44   |
|   | Tittel        | Treaksialforsøk, $\tau$ og u mot $\epsilon_a$ | Ansvarlig          | MS     | Kontrollert | KS     |



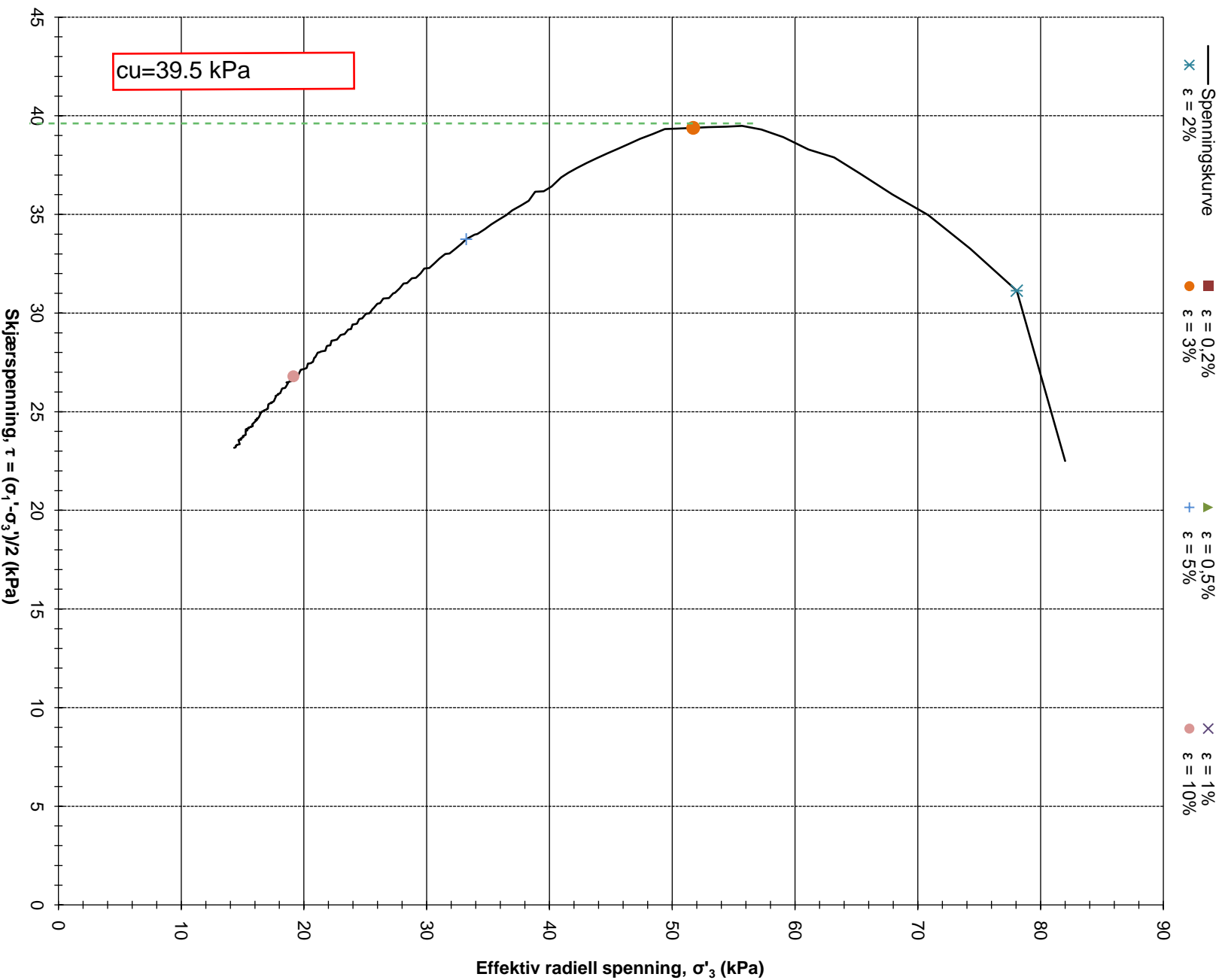
|               |                         |              |        |             |        |
|---------------|-------------------------|--------------|--------|-------------|--------|
| Oppdragsgiver | SWECO Norge AS          | Prosjekt nr. | 21032  | Tegning nr. | R01C14 |
| Prosjekt      | 10220874 Sandbekken     | Side         | 3 av 4 | Borpunkt    | SW44   |
| Titel         | Treaksialforsøk, q - p' | Ansvarlig    | MS     | Kontrollert | KS     |



|  |      |                                   |      |
|--|------|-----------------------------------|------|
| Volumtøyning, $dV_{\text{kons.}}/V_i$ (%)    | 4,0  | Utpresset vann (cm <sup>3</sup> ) | 9,1  |
| $\gamma_{\text{før}}$ (kN/m <sup>3</sup> )   | 18,5 | $w_{\text{før}}$ (%)              | 37,1 |
| $\gamma_{\text{etter}}$ (kN/m <sup>3</sup> ) | 19,0 | $w_{\text{etter}}$ (%)            | 32,9 |

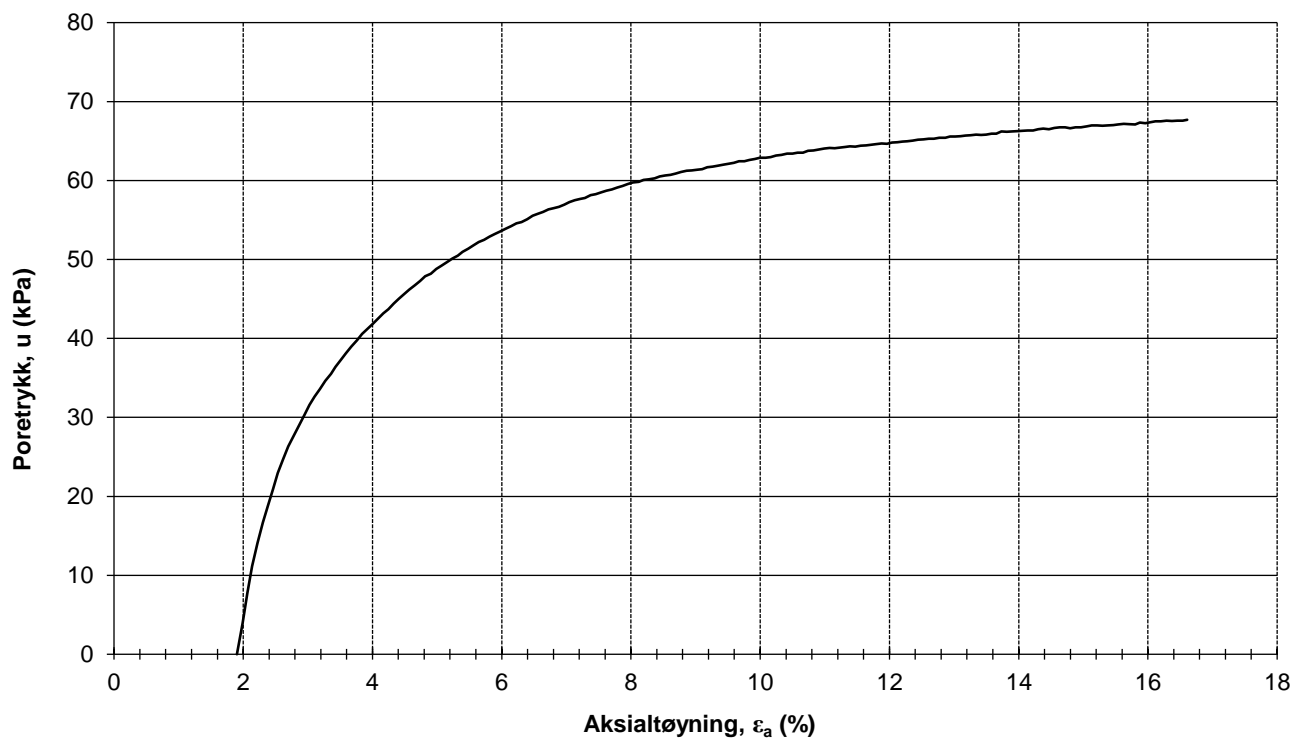
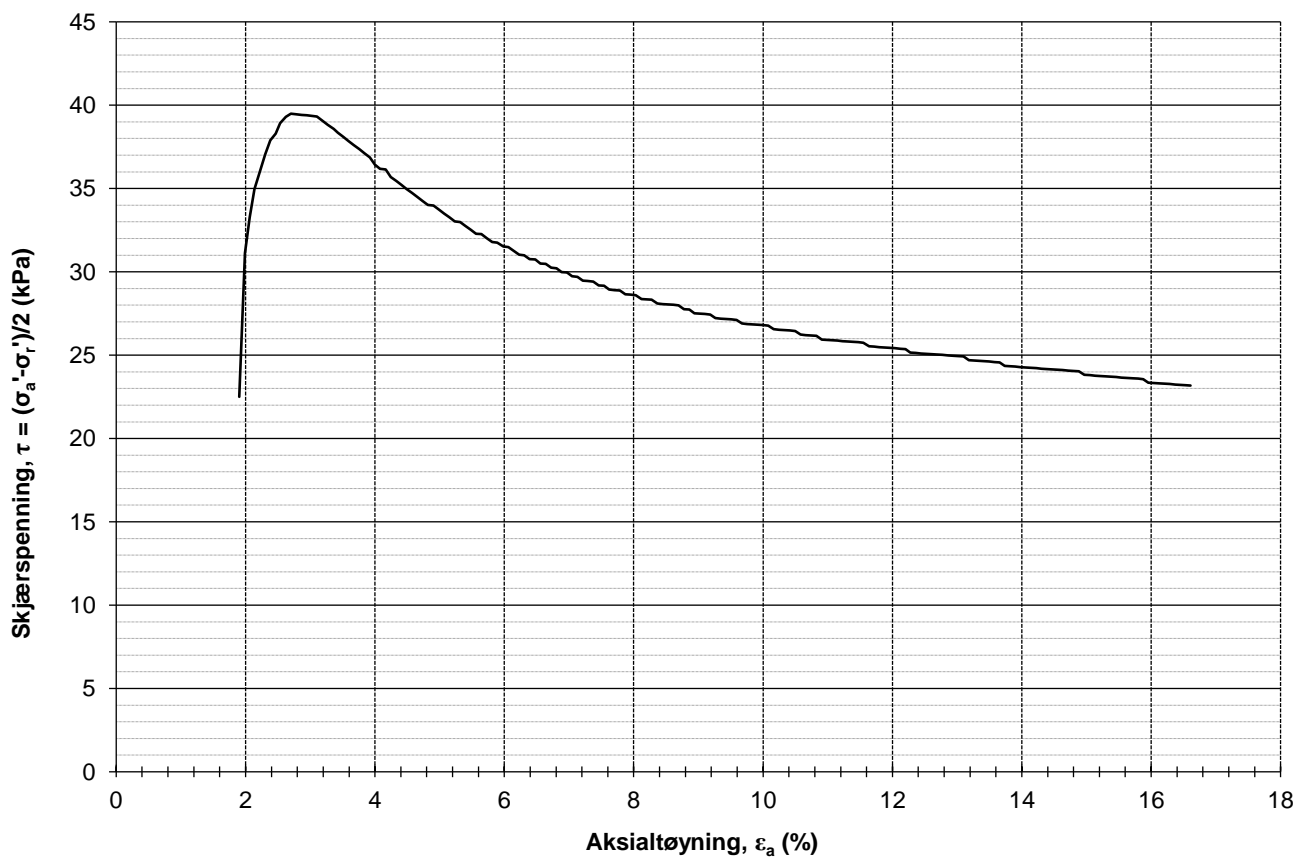



|   |                       |                       |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Oppdragsgiver<br>SWECO Norge AS         | Prosjekt nr.<br>21032 | Tegning nr.<br>R01C14 |
| Prosjekt<br>10220874 Sandbekken         | Side<br>4 av 4        | Borpunkt<br>SW44      |
| Tittel<br>Treksialforsøk, konsolidering | Ansvarlig<br>MS       | Kontrollert<br>KS     |



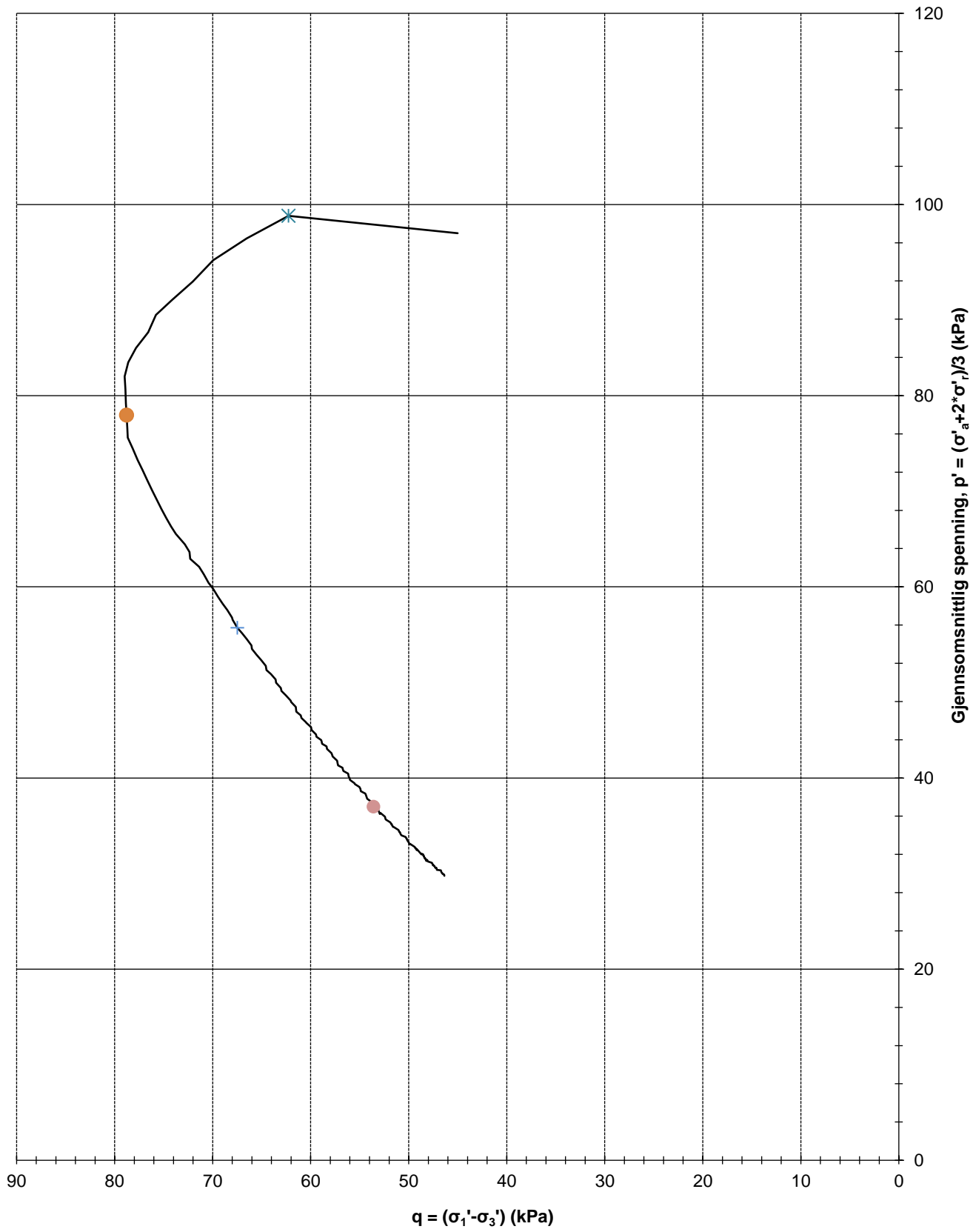
|  |       |                  |            |
|--|-------|------------------|------------|
| Dybde (m)                              | 12,4  | Dato prøvetaking | 25.01.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_a$ (kPa) | 127,0 | Dato forsøk      | 08.02.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_r$ (kPa) | 82,0  | Type forsøk      | 1          |

|  |  |              |  |
|--|--|--------------|--|
| Oppdragsgiver                                |  | Prosjekt nr. |  |
| SWECO Norge AS                               |  | 21032        |  |
| Prosjekt                                     |  | Side         |  |
| 10220874 Sandbekken                          |  | 1 av 4       |  |
| Titel  |  | Ansvarlig    |  |
| Treaksialforsøk, $\tau_{max}$ vs $\sigma'_3$ |  | MS           |  |
|  |  | Tegning nr.  |  |
|  |  | R01C15       |  |
|  |  | Borpunkt     |  |
|  |  | SW44         |  |
|  |  | Kontrollert  |  |
|  |  | KS           |  |

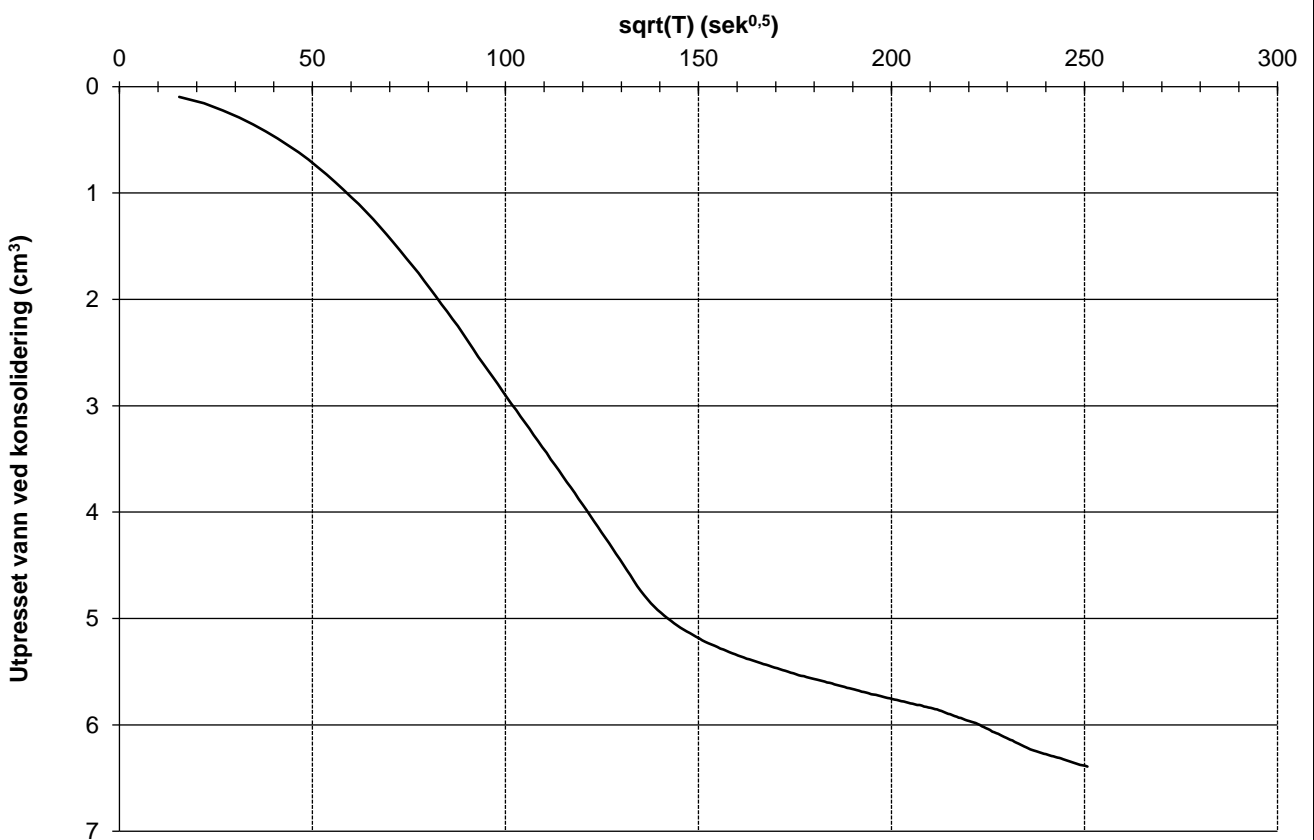
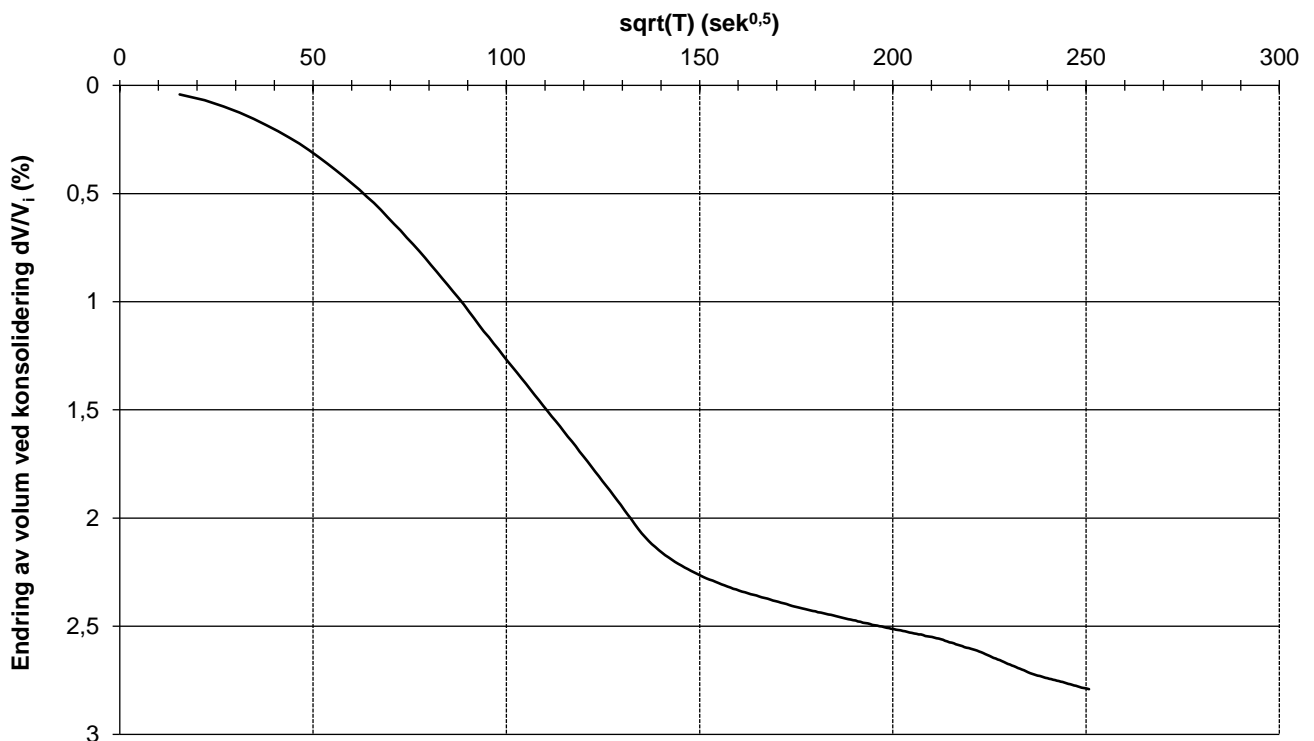



|   |               |   |                     |             |
|---|---------------|---|---------------------|-------------|
| Dybde (m)   | 12,4          | Kommentar                                       | LEIRE, skrå siltlag |             |
| Maks skjærspenning (kPa)  | 39,5          |   |                     |             |
| Ved $\epsilon_a$ (%)  | 2,7           |   |                     |             |
|  | Oppdragsgiver | SWECO Norge AS                                  | Prosjekt nr.        | Tegning nr. |
|   | Prosjekt      | 10220874 Sandbekken                             | Side                | Borpunkt    |
|   | Tittel        | Treaksialforsøk, $\tau$ og $u$ mot $\epsilon_a$ | Ansvarlig           | Kontrollert |
|   |               |   | MS                  | KS          |

— Spenningskurve  
 \*  $\epsilon = 2\%$   
 ■  $\epsilon = 0,2\%$   
 ●  $\epsilon = 3\%$   
 ▲  $\epsilon = 0,5\%$   
 +  $\epsilon = 5\%$   
 ×  $\epsilon = 1\%$   
 ●  $\epsilon = 10\%$

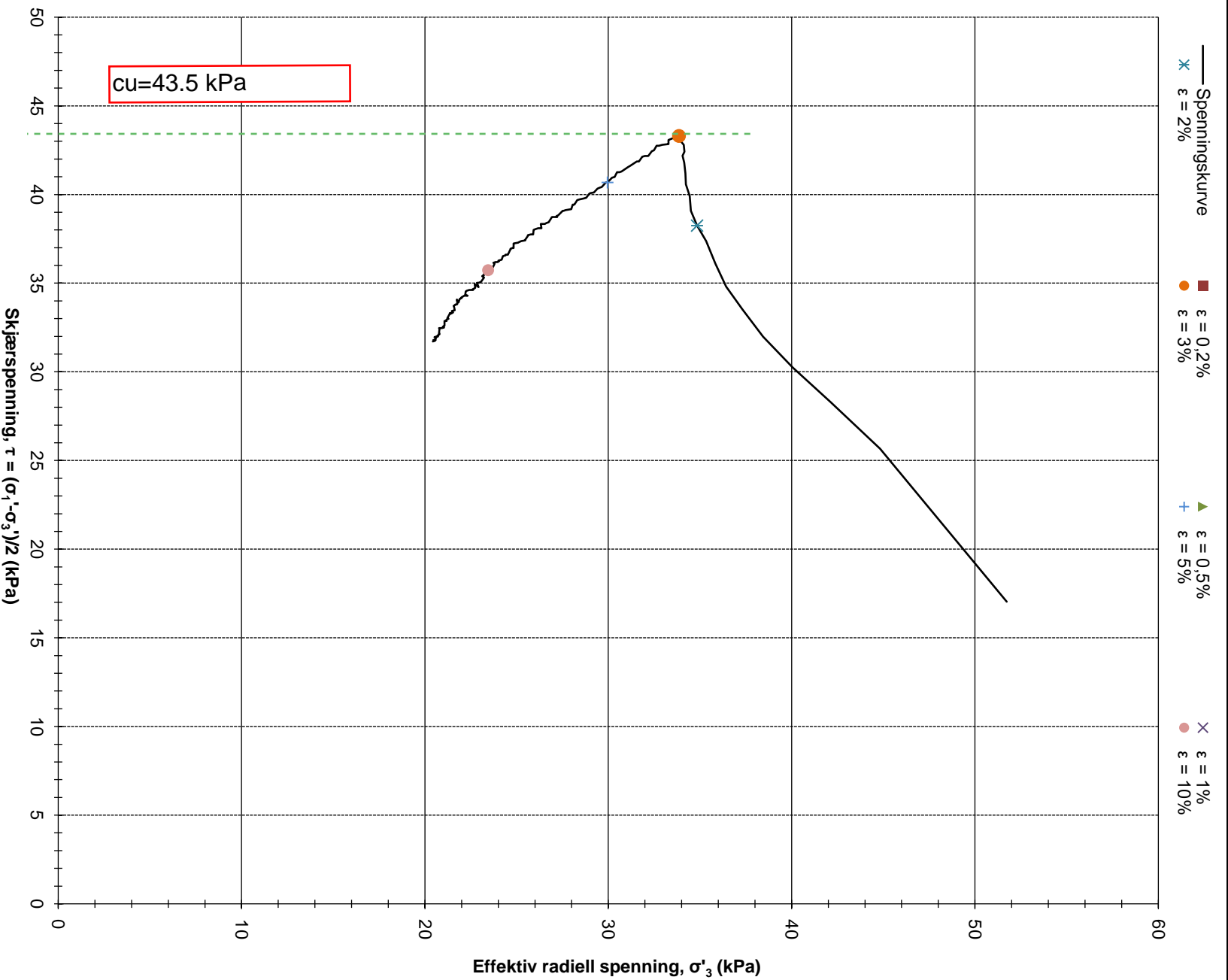


|                                   |                       |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Oppdragsgiver<br>SWECO Norge AS   | Prosjekt nr.<br>21032 | Tegning nr.<br>R01C15 |
| Prosjekt<br>10220874 Sandbekken   | Side<br>3 av 4        | Borpunkt<br>SW44      |
| Tittel<br>Treaksialforsøk, q - p' | Ansvarlig<br>MS       | Kontrollert<br>KS     |



|   |                     |                                   |             |
|---|---------------------|-----------------------------------|-------------|
| Volumtøyning, $dV_{\text{kons.}}/V_i$ (%)   | 2,8                 | Utpresset vann (cm <sup>3</sup> ) | 6,4         |
| $\gamma_{\text{før}}$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 19,0                | $w_{\text{før}}$ (%)              | 33,5        |
| $\gamma_{\text{etter}}$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 19,2                | $w_{\text{etter}}$ (%)            | 32,1        |
|  | Oppdragsgiver       | Prosjekt nr.                      | Tegning nr. |
|   | SWECO Norge AS      | 21032                             | R01C15      |
|   | Prosjekt            | Side                              | Borpunkt    |
|   | 10220874 Sandbekken | 4 av 4                            | SW44        |
| Tittel  | Ansvarlig           | Kontrollert                       |             |
| Treksialforsøk, konsolidering   | MS                  | KS                                |             |

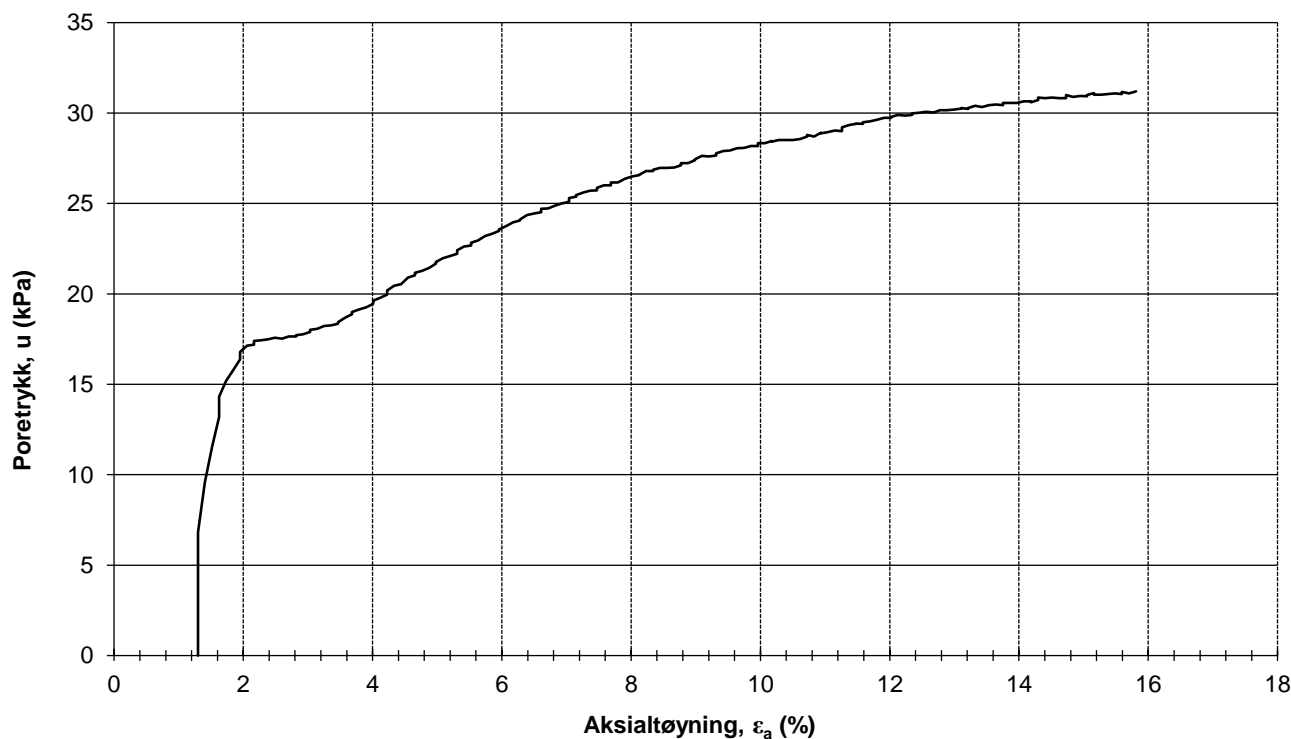
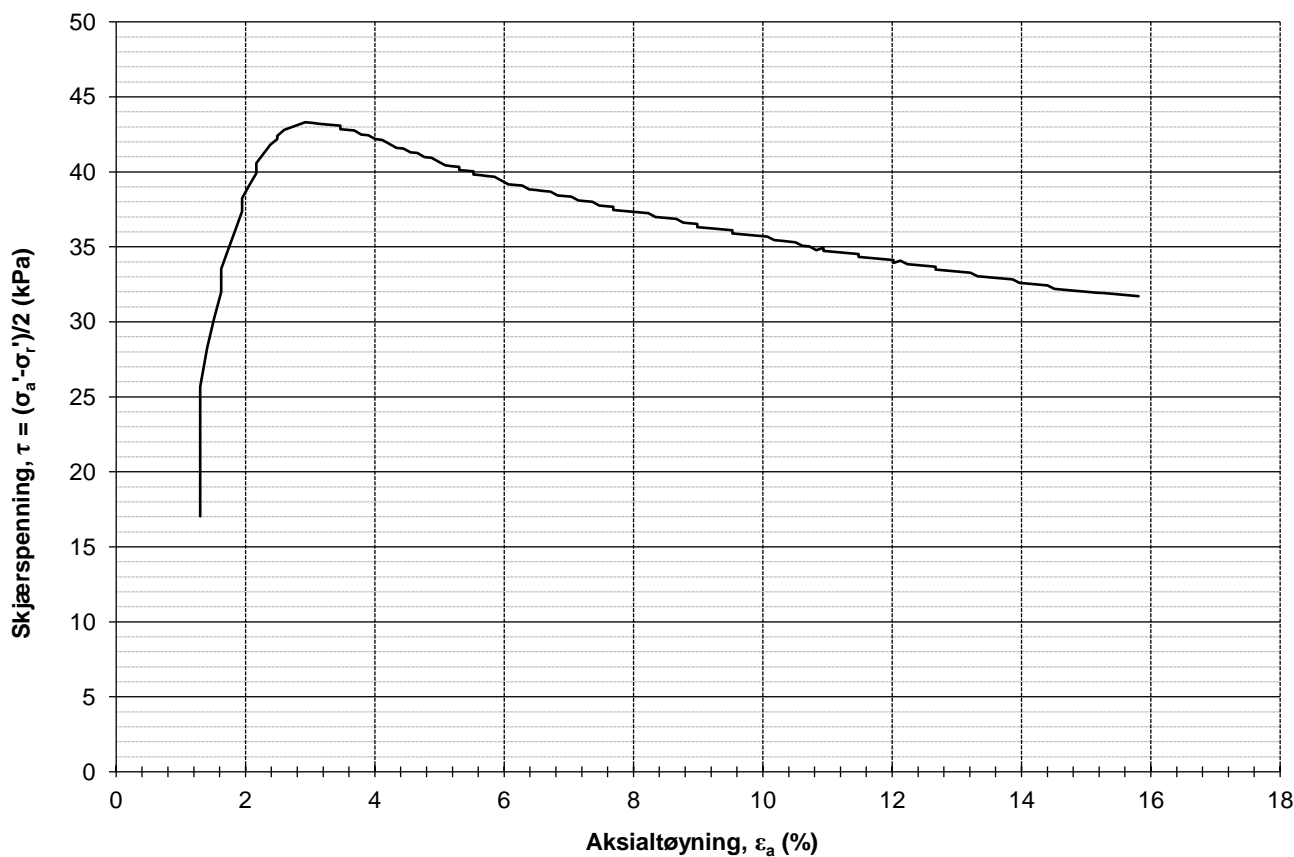





|  |      |                  |            |
|--|------|------------------|------------|
| Dybde (m)                              | 8,4  | Dato prøvetaking | 25.01.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_a$ (kPa) | 85,8 | Dato forsøk      | 10.02.2021 |
| Konsolidert spenning $\sigma'_r$ (kPa) | 51,7 | Type forsøk      | 1          |

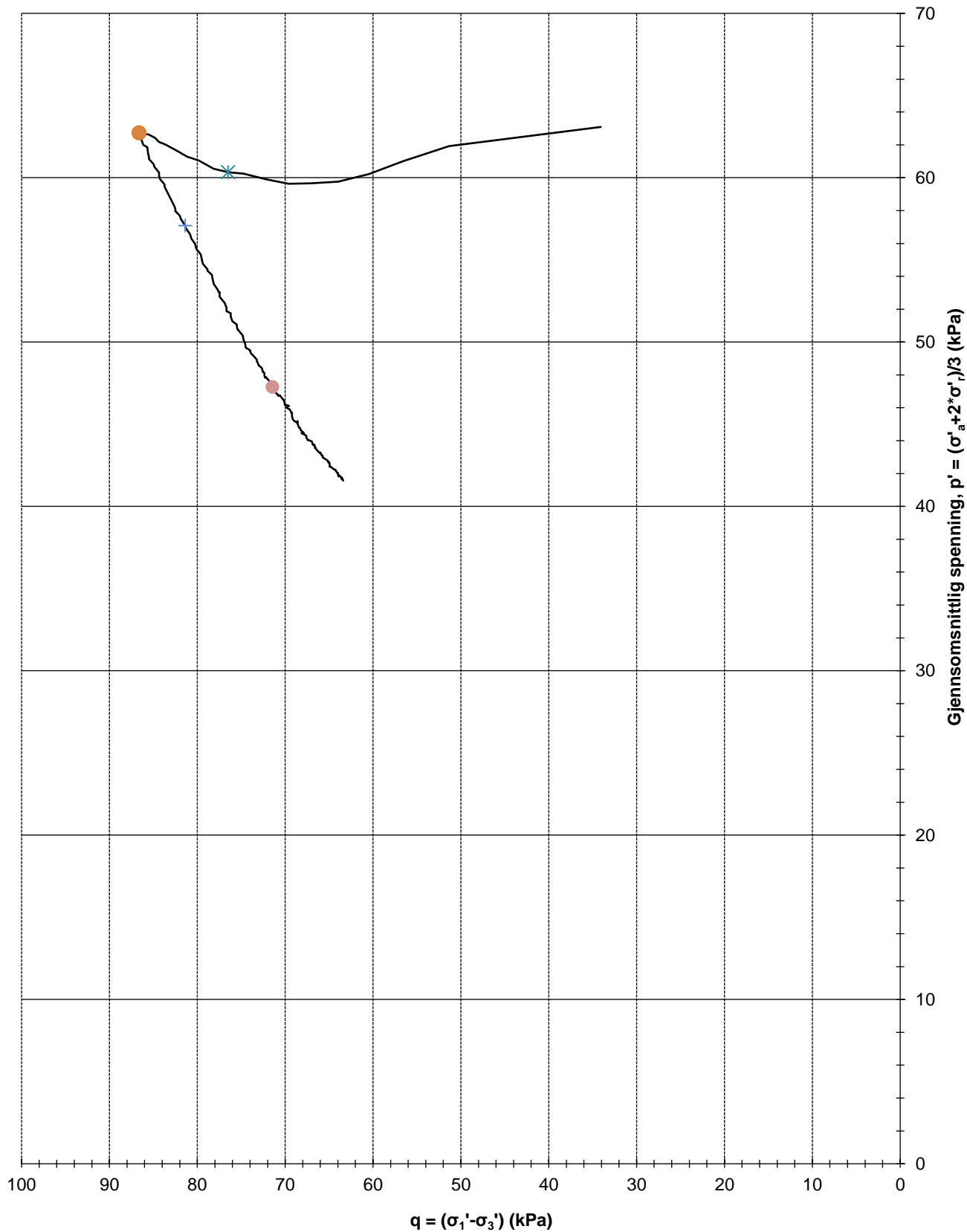
|  |  |              |  |
|--|--|--------------|--|
| Oppdragsgiver                                |  | Prosjekt nr. |  |
| SWECO Norge AS                               |  | 21032        |  |
| Prosjekt                                     |  | Side         |  |
| 10220874 Sandbekken                          |  | 1 av 4       |  |
| Titel  |  | Ansvarlig    |  |
| Treaksialforsøk, $\tau_{max}$ vs $\sigma'_3$ |  | MS           |  |
|  |  | Tegning nr.  |  |
|  |  | R01C17       |  |
|  |  | Borpunkt     |  |
|  |  | SW47         |  |
|  |  | Kontrollert  |  |
|  |  | KS           |  |



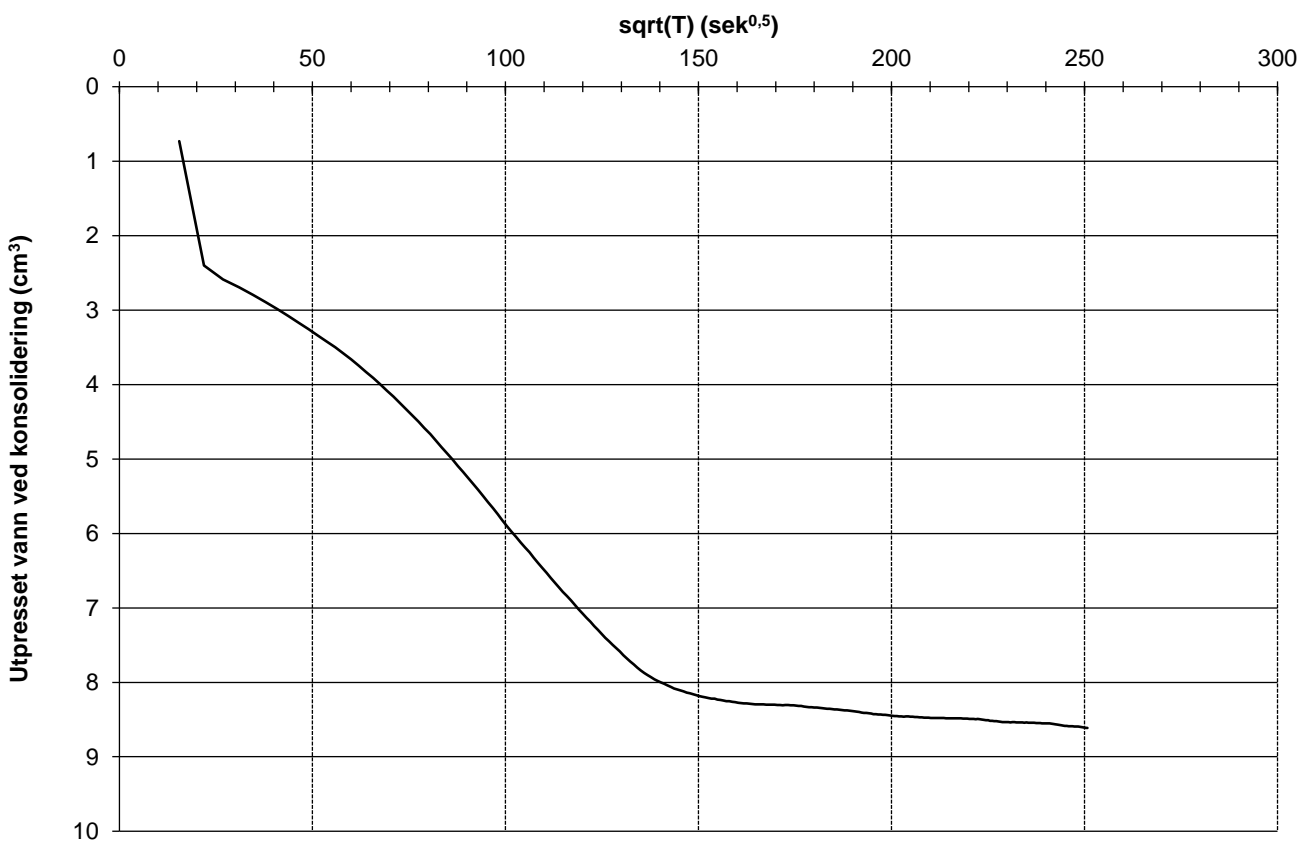
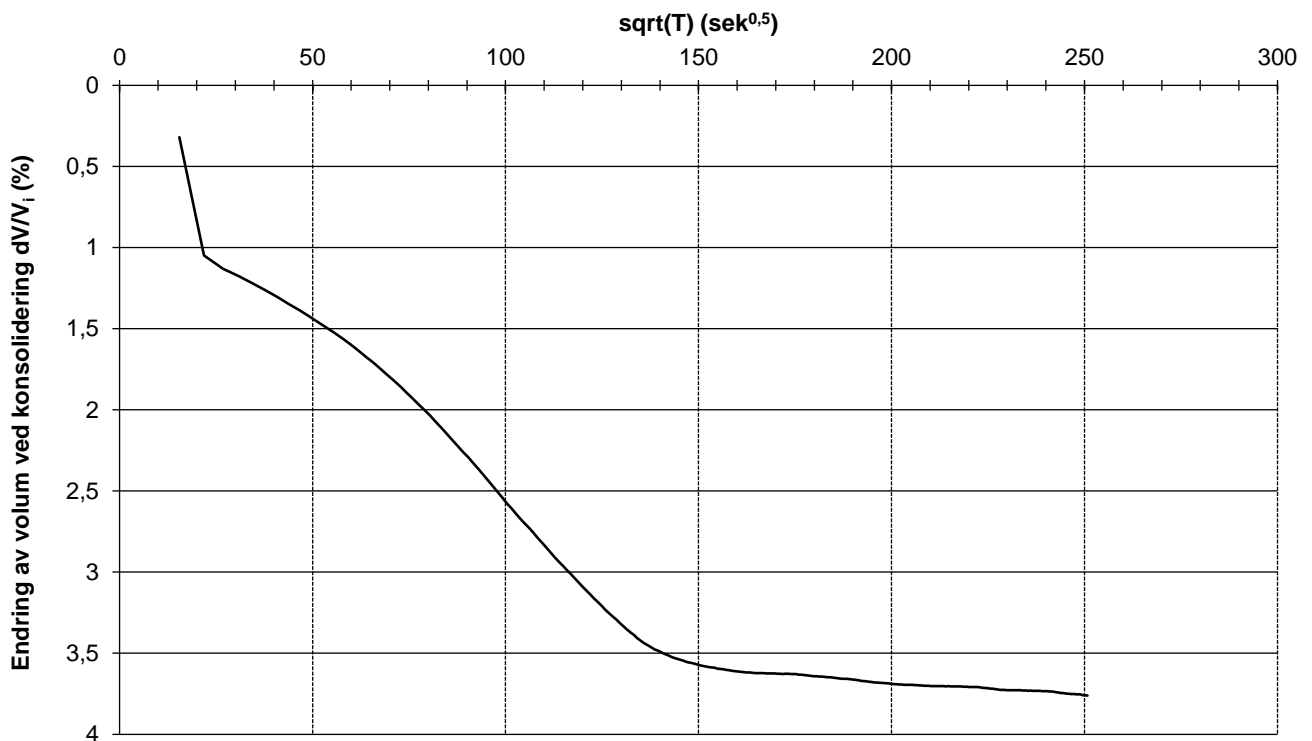


|   |               |   |              |        |             |        |
|---|---------------|---|--------------|--------|-------------|--------|
| Dybde (m)   | 8,4           | Kommentar                                       | LEIRE        |        |             |        |
| Maks skjærspenning (kPa)  | 43,3          |   |              |        |             |        |
| Ved $\epsilon_a$ (%)  | 2,9           |   |              |        |             |        |
|  | Oppdragsgiver | SWECO Norge AS                                  | Prosjekt nr. | 21032  | Tegning nr. | R01C17 |
|   | Prosjekt      | 10220874 Sandbekken                             | Side         | 2 av 4 | Borpunkt    | SW47   |
|   | Tittel        | Treaksialforsøk, $\tau$ og $u$ mot $\epsilon_a$ | Ansvarlig    | MS     | Kontrollert | KS     |

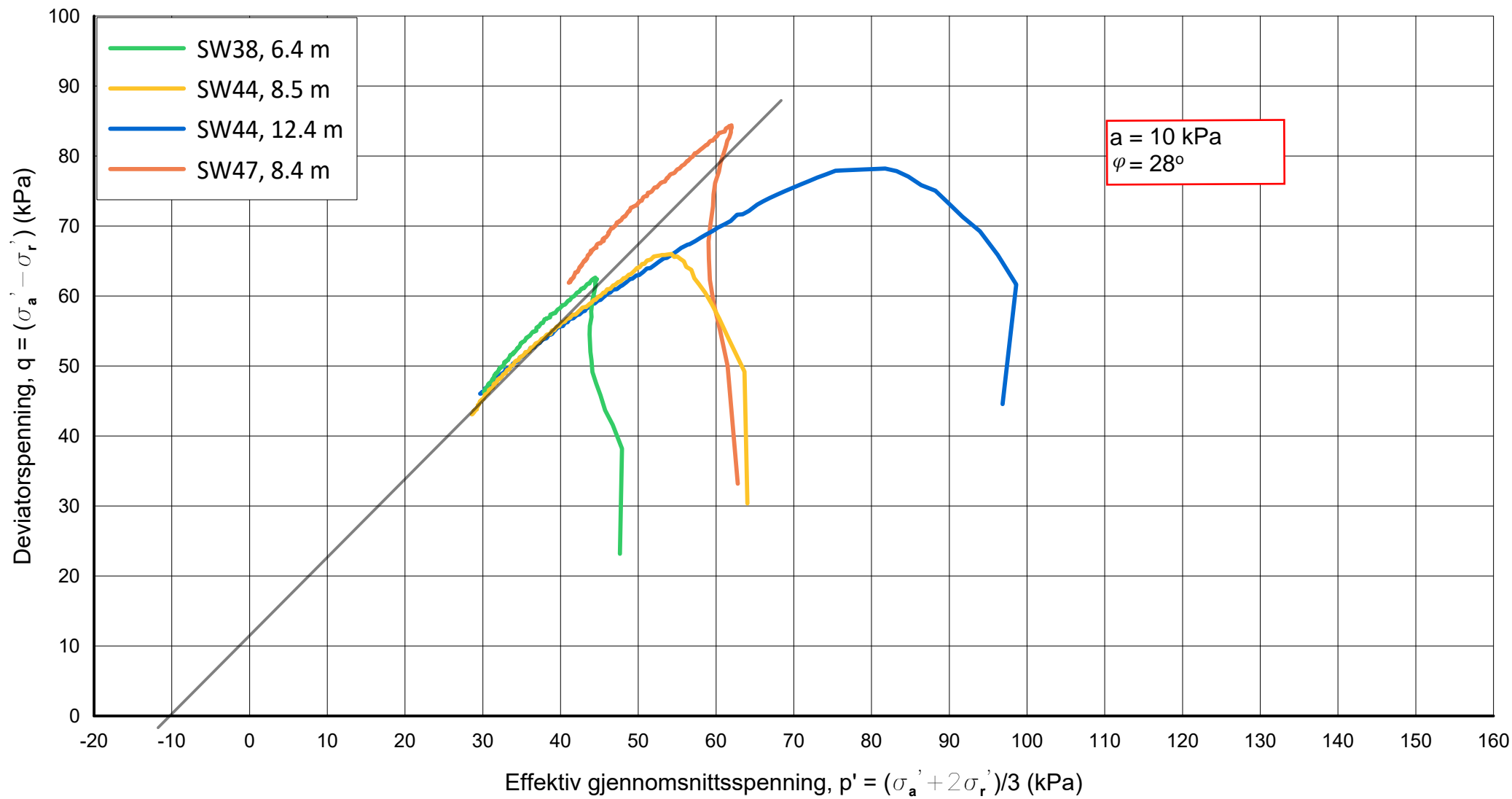
— Spenningskurve  
 \*  $\epsilon = 2\%$   
 ■  $\epsilon = 0,2\%$   
 ●  $\epsilon = 3\%$   
 ▲  $\epsilon = 0,5\%$   
 +  $\epsilon = 5\%$   
 ×  $\epsilon = 1\%$   
 ●  $\epsilon = 10\%$



|                                   |                       |                       |
|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Oppdragsgiver<br>SWECO Norge AS   | Prosjekt nr.<br>21032 | Tegning nr.<br>R01C17 |
| Prosjekt<br>10220874 Sandbekken   | Side<br>3 av 4        | Borpunkt<br>SW47      |
| Tittel<br>Treaksialforsøk, q - p' | Ansvarlig<br>MS       | Kontrollert<br>KS     |



|   |                     |                                   |             |
|---|---------------------|-----------------------------------|-------------|
| Volumtøyning, $dV_{\text{kons.}}/V_i$ (%)   | 3,8                 | Utpresset vann (cm <sup>3</sup> ) | 8,6         |
| $\gamma_{\text{før}}$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 18,8                | $w_{\text{før}}$ (%)              | 34,5        |
| $\gamma_{\text{etter}}$ (kN/m <sup>3</sup> )  | 19,9                | $w_{\text{etter}}$ (%)            | 27,4        |
|  | Oppdragsgiver       | Prosjekt nr.                      | Tegning nr. |
|   | SWECO Norge AS      | 21032                             | R01C17      |
|   | Prosjekt            | Side                              | Borpunkt    |
|   | 10220874 Sandbekken | 4 av 4                            | SW47        |
| Tittel  | Ansvarlig           | Kontrollert                       |             |
| Treksialforsøk, konsolidering   | MS                  | KS                                |             |



## Vedlegg 3: Vurdering av faregrad

**Klassifisering for dagens situasjon**

| Faregradsevaluering                   | Faktorer | Vekttall | Faregrad, score | Kommentar               | Faregrad, score          |         |              |                             |
|---------------------------------------|----------|----------|-----------------|-------------------------|--------------------------|---------|--------------|-----------------------------|
|                                       |          |          |                 |                         | 3                        | 2       | 1            | 0                           |
|                                       |          |          |                 |                         | Tidligere skredaktivitet | 1       | 0            | Ingen registrerte hendelser |
| Skråningshøyde                        | 1        | 0        | ca. 10 meter    | >30                     | 20-30                    | 15-20   | <15          |                             |
| Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR) | 2        | 1        | 1,5 - 2,0       | 1.0-1.2                 | 1.2-1.5                  | 1.5-2.0 | >2.0         |                             |
| Poretrykk, overtrykk                  | 3        | 0        |                 | >+30                    | 10-30                    | 0-10    | Hydrostatisk |                             |
| Poretrykk, undertrykk                 | -3       | 0        |                 | >-50                    | -(20-50)                 | -(0-20) | Hydrostatisk |                             |
| Kvikkleiremektighet                   | 2        | 3        |                 | >H/2                    | H/2 - H/4                | <H/4    | Tynt lag     |                             |
| Sensitivitet                          | 1        | 2        |                 | >100                    | 30-100                   | 20-30   | <20          |                             |
| Erosjon                               | 3        | 2        |                 | Aktiv/glidn.            | Noe                      | Lite    | Ingen        |                             |
| Inngrep, forverring                   | 3        | 1        |                 | Stor                    | Noe                      | Liten   | Ingen        |                             |
| Inngrep, forbedring                   | -3       | 0        |                 | Stor                    | Noe                      | Liten   | Ingen        |                             |
| <b>Faregrad:</b>                      |          |          | <b>19</b>       | <b>Middels faregrad</b> | <b>% av max</b>          |         | <b>37.25</b> |                             |

| Skadekonsekvensklassifisering | Faktorer | Vekttall | Skadekonsekvens, score | Kommentar       | Skadekonsekvens, score |              |              |   |
|-------------------------------|----------|----------|------------------------|-----------------|------------------------|--------------|--------------|---|
|                               |          |          |                        |                 | 3                      | 2            | 1            | 0 |
|                               |          |          |                        |                 | Boligheter, antall     | 4            | 3            |   |
| Næringsbygg, personer         | 3        | 1        | -                      | > 50            | 10 - 50                | < 10         | Ingen        |   |
| Annen bebyggelse, verdi       | 1        | 1        | -                      | Stor            | Betydelig              | begrenset    | Ingen        |   |
| Vei, ADT                      | 2        | 2        | Antagelse              | > 5000          | 1001 - 5000            | 100-1000     | < 100        |   |
| Toglinje, baneprioritet       | 2        | 0        |                        | 1 - 2           | 3 - 4                  | 5            | Ingen        |   |
| Kraftnett                     | 1        | 0        |                        | Sentral         | Regional               | Distribusjon | Lokal        |   |
| Oppdemming/flom               | 2        | 1        | Bekk i ravinen         | Alvorlig        | Middels                | Liten        | Ingen        |   |
| <b>Skadekonsekvensklasse:</b> |          |          | <b>22</b>              | <b>Alvorlig</b> | <b>% av max</b>        |              | <b>43.14</b> |   |

| Risiko-<br>klassifi-<br>sering | Risikoklasse = faregrad x Skadekonsekvens | Risikoklasse,<br>Score | Klassifisering | Risikoklasser, inndeling |                       |          |           |            |
|--------------------------------|---|------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------|----------|-----------|------------|
|                                |   |                        |                | klasse 1                 | klasse 2              | klasse 3 | klasse 4  | klasse 5   |
|                                |   |                        |                | <b>1607</b>              | <b>Risikoklasse 3</b> | 0 - 170  | 171 - 630 | 631 - 1900 |