

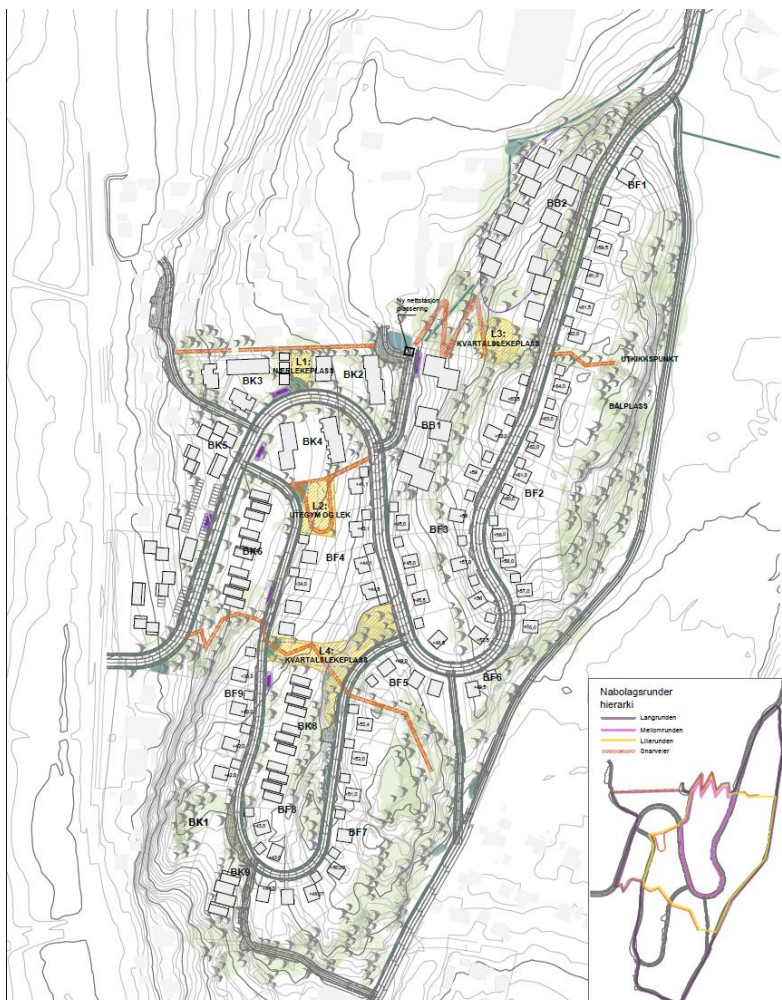
# NOTAT

Oppdragsnavn **Brønnerødla - byggesak**  
 Prosjekt nr. **1350047003**  
 Kunde **Ingeniørfirmaet Svendsen og Co**  
 Notat nr. **G-not-001**  
 Versjon **Rev03**  
 Til **Ingeniørfirmaet Svendsen og Co v/Stig Svendsen**  
 Fra **Rambøll Norge AS v/Ingrid Engeset**  
 Kopi

Utført av **Ingrid Engeset/Rebecca Ravindran**  
 Kontrollert av **Sebastien Resseguier**  
 Godkjent av **Sebastien Resseguier**

## GEOTEKNISK VURDERING AV OMRÅDESTABILITET FOR UTBYGGING VED BRØNNERØDLIA

Dato 20.09.2022



Rambøll  
 Harbitzalléen 5  
 Postboks 427 Skøyen  
 0213 Oslo

T +47 22 51 80 00  
<https://no.ramboll.com>

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
1.1	Om prosjektet	4
<b>2</b>	<b>Regelverk og krav</b>	<b>5</b>
2.1.1	Myndighetskrav	5
2.1.2	TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger	5
2.1.3	Geoteknisk kategori	6
2.1.4	Pålitelighetsklasse og prosjekteringskontrollklasse	6
2.2	Tiltaksklasse	7
2.2.1	Tiltakskategori iht. NVE 1/2019	7
<b>3</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>7</b>
3.1	Utførte grunnundersøkelser	7
3.2	Terreng og grunnforhold	8
3.2.1	Topografi	8
3.2.2	Kvartærgeologisk kart	8
3.2.3	Grunnforhold	9
<b>4</b>	<b>Utredning av områdestabilitet etter NVE 1/2019</b>	<b>10</b>
4.1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	10
4.2	Avgrens områder med mulig marin leire	11
4.3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	12
4.4	Bestem tiltakskategori	14
4.5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulige løsneområder	15
4.6	Befaring	16
4.7	Gjennomfør grunnundersøkelser	20
4.8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	20
4.9	Klassifiser faresoner	22
4.10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	22
<b>5</b>	<b>Stabilitetsberegninger</b>	<b>22</b>
5.1	Sikkerhetskrav for planlagte tiltak	22
5.2	Representative profiler	23
5.3	Kvalitet på felt- og laboratorieundersøkelser	23
5.4	Dimensjonerende laster	25
5.5	Beregningsprogram	25
5.6	Utførelse av beregninger og bruddtyper	25
5.7	Tolkning av materialparametere	25
<b>6</b>	<b>Stabilitetsberegninger i profil A</b>	<b>26</b>
6.1	Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale	26
6.2	Tolkning av materialparametere	26
6.2.1	Grunnvannstand og poretrykksforhold	26
6.2.2	Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert)	27
6.2.3	Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert)	27
6.3	Resultater fra stabilitetsberegninger	27
6.3.1	Dagens situasjon	27
6.3.2	Fremtidig situasjon	27
<b>7</b>	<b>Stabilitetsberegninger i profil B</b>	<b>28</b>
7.1	Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale	28
7.2	Tolkning av materialparametere	28

7.2.1	Grunnvannstand og poretrykksforhold .....	28
7.2.2	Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert).....	28
7.2.3	Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert).....	29
7.3	Resultater fra stabilitetsberegninger.....	29
7.3.1	Dagens situasjon .....	29
7.3.2	Fremtidig situasjon.....	29
<b>8</b>	<b>Stabilitetsberegninger i profil C .....</b>	<b>30</b>
8.1	Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale.....	30
8.2	Tolkning av materialparametere.....	30
8.2.1	Grunnvannstand og poretrykksforhold .....	30
8.2.2	Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert).....	30
8.2.3	Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert).....	30
8.3	Resultater fra stabilitetsberegninger.....	30
8.3.1	Dagens situasjon .....	30
8.3.2	Fremtidig situasjon.....	31
<b>9</b>	<b>Stabilitetsberegninger i profil D .....</b>	<b>32</b>
9.1	Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale.....	32
9.2	Tolkning av materialparametere.....	32
9.2.1	Grunnvannstand og poretrykksforhold .....	32
9.2.2	Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert).....	32
9.2.3	Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert).....	32
9.3	Resultater fra stabilitetsberegninger.....	32
9.3.1	Dagens situasjon .....	32
9.3.2	Fremtidig situasjon.....	33
<b>10</b>	<b>Tiltak .....</b>	<b>33</b>
<b>11</b>	<b>Plan for gjennomføring.....</b>	<b>33</b>
11.1	Rekkefølgebestemmelser.....	34
<b>12</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>34</b>
	<b>VEDLEGG A – SITUASJONSPLAN GRUNNUNDERSØKELSER, PROFILER og TILTAK .....</b>	<b>35</b>
	<b>VEDLEGG B – ROS-ANALYSE LØSNEOMRÅDE.....</b>	<b>35</b>
	<b>VEDLEGG C – TOLKNING AV STYRKEPARAMETERE; TREAKS, ØDO, CPTU .....</b>	<b>35</b>
	<b>VEDLEGG D – BEREGNINGSPROFILER (A, B, C OG D).....</b>	<b>35</b>
	<b>VEDLEGG E – LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE.....</b>	<b>35</b>

**Rev01** omhandler endring for KS-stabilisering for profil C-C.

**Rev02** omhandler flytt og revisjon av beregninger for profil C-C etter det ble utført supplerende fjellkontrollboringer. Revisjonen omhandler kapittel 3 og 8 samt tegning V000, V003-1, V003-2, V003-3 og V003-4 og V005.

**Rev03** omhandler endringer etter UAK utført av Multiconsult. Det henvises til «verifikasjonsskjema for utført 3.partskontroll» for kapitler med endringer.

## 1 Innledning

### 1.1 Om prosjektet

Rambøll Norge er engasjert av Ingeniørfirmaet Svendsen & Co for å gjennomføre vurderinger av områdestabilitet i forbindelse med prosjektering av boligområdet Brønnerødla i Fredrikstad kommune. Plantiltaket omfatter frittliggende og konsentrert småhusbebyggelse og blokkbebyggelse. Figur 1 viser området av den aktuelle utbyggingen.



**Figur 1: Oversikt over planlagt boligområde ved Brønnerødla.**

Foreliggende notat er utarbeidet i forbindelse med søknad om igangsettingstillatelse (IG) for infrastruktur og rammesøknad for boligutbyggingen. Notatet omhandler i hovedsak myndighetskrav, prosjekteringsforutsetninger og utredning av områdestabilitet iht. TEK 17 §7-3 og NVE Veileder 1/2019.



Notatet utarbeides som grunnlag til byggesak iht. kap 3.4.4 i NVE 1/2019. Tiltakene for å utbedre \_\_\_\_\_  
områdestabilitet må videre detaljprosjekteres før det kan søkes om IG for vei. \_\_\_\_\_

## 2 Regelverk og krav

### 2.1.1 Myndighetskrav

#### 2.1.1.1 Forskrifter

- TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger
- TEK17§ 10-2 Konstruksjonssikkerhet
- SAK 10 Byggesaksforeskriften

#### 2.1.1.2 Prosjekteringsstandarder

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0 – Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7 del 1 – Geoteknisk prosjektering)
- NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 (Eurokode 8 del 1 – Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning)

#### 2.1.1.3 Veiledninger og retningslinjer

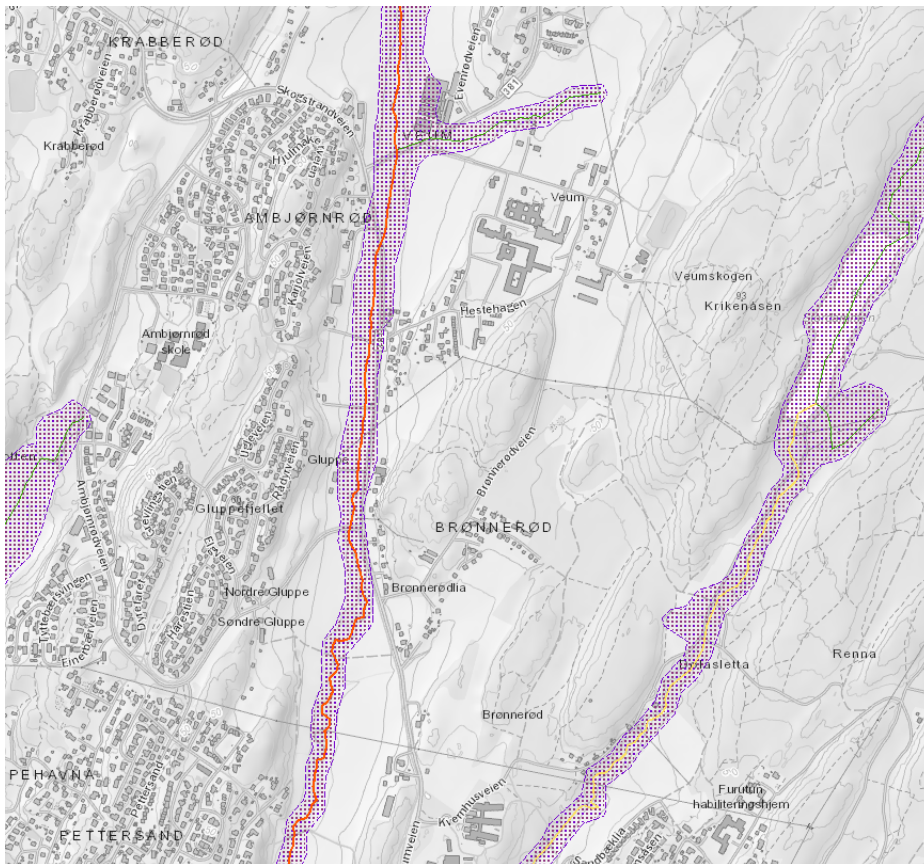
- Statens vegvesen Håndbok V220
- Statens vegvesen Håndbok N200
- NVE Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred – Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper
- NVE Retningslinjer 2/2011 – Flom og skredfare i arealplaner

### 2.1.2 TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

Tek17 § 7-2 og 7-3 stiller krav til sikkerhet mot flom, stormflo og skred.

#### Flom

Det er registrert en aktsomhetssone for flom langs elven som renner langs Veumveien, se Figur 2. Dette hensyntas i prosjektering av tiltak innenfor aktsomhetssonen.



Figur 2: Aktsomhetszone for flom hentet fra NVE Atlas (01.12.2021).

### Skred

Det er ikke registrert fare for fjellskred eller steinsprang innenfor tiltaksområdet iht. karttjenesten NVE Atlas (01.12.2021).

Det er registrert kvikkleire i området som medfører krav til vurdering av områdestabilitet. Områdestabiliteten utredes iht. NVEs veileder 1/2019. Det planlagte tiltaket havner i tiltakskategori K3/K4 iht. veilederen og utløser krav om kontroll av et uavhengig foretak. Områdestabiliteten svares ut fra kapittel 4 i notatet.

### **2.1.3 Geoteknisk kategori**

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7) stiller krav til prosjektering ut fra geoteknisk kategori og pålitelighetsklasse (CC/RC). Det er antatt at tiltak som skal prosjekteres havner under **geoteknisk kategori 2**.

### **2.1.4 Pålitelighetsklasse og prosjekteringskontrollklasse**

Pålitelighetsklasse for prosjektering av tiltak for områdestabilitet velges iht. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 tabell NA.A1(901) og tabell NA.A1(902). Pålitelighetsklasse velges iht. til tabell med veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Det er vurdert at planlagte tiltak havner i pålitelighetsklasse PKK3 da det havner under kategoriseringen «grunn og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller».

Prosjektkontrollklasser og utførelseskontrollklasser velges iht. valgte pålitelighetsklasser. Dette tilsier at tiltak som havner i pålitelighetsklasse 3 får krav om prosjekteringskontroll- og utførelsesklasse **og UKK3**.

PKK3

Endelig valg av prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse velges før detaljprosjektering.

Prosjektet er også underlagt faglig uavhengig kontroll iht. NVEs veileder 1/2019.

## 2.2 Tiltaksklasse

Tiltaket plasseres i **tiltaksklasse 2** iht. SAK10. Det vurderes at nødvendige tiltak for å sikre områdestabiliteten ligger under « *middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til små til middels konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet.*»

### 2.2.1 Tiltakskategori iht. NVE 1/2019

Boligområdet havner i tiltakskategori K4 og tilkomstvei lengst sørvest på området havner i tiltakskategori K1 (se begrunnelse i kap. 4.4). Deler av tiltaket havner i tiltakskategori K4 iht. NVE 1/2019. En kvalitetssikring må derfor utføres av uavhengig foretak med geoteknisk kompetanse iht. til NVE 1/2019 kap. 3.3.6 og 4.9.

## 3 Grunnlag

### 3.1 Utførte grunnundersøkelser

Rambøll Norge AS utførte grunnundersøkelser i 2014 i forbindelse med reguleringsplan for å svare ut områdestabilitet. Det ble utført totalt 19 totalsunderinger, 5 prøveserier, 2 CPTU og satt ned 2 hydrauliske piezometere.

Rambøll Norge AS utførte videre supplerende grunnundersøkelser i 2020 for å svare ut områdestabilitet. Det ble i denne omgang utført 5 totalsaldering og opptak av to prøveserier.

Etter gjennomgang av grunnlag om grunnforholdene ble det avgjort at det måtte utføres flere supplerende grunnundersøkelser for å svare ut områdestabiliteten i områdene mot nord og vest. Rambøll Norge AS utførte supplerende grunnundersøkelser i januar 2022. Undersøkelsene besto av 15 totalsonderinger, 6 CPTU, 5 prøveserier og 2 elektriske piezometere.

Det ble i juni/juli 2022 utført 54 supplerende bergkontrollboringer for å avgrense dybden til berg. Relevante kontrollboringer er lagt inn i situasjonsplan V000.

Informasjon om utførte grunnundersøkelser kan finnes i følgende rapporter:

- Rambøll Norge AS, Grunnundersøkelsesrapport 1350040259 G-rap-001: «Ingeniørfirmaet Svendsen & Co, Grunnundersøkelser Brønnerødli», datert 17.11.2020
- 1021472-RIG-RAP-002 Veum smart city AS, Detaljreguleringsplan Veum park, Multiconsult (13.11.2015)
- Rambøll Norge AS, Grunnundersøkelsesrapport 1350047003 G-rap-001 «Brønnerødli, Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS», datert 09.06.2022

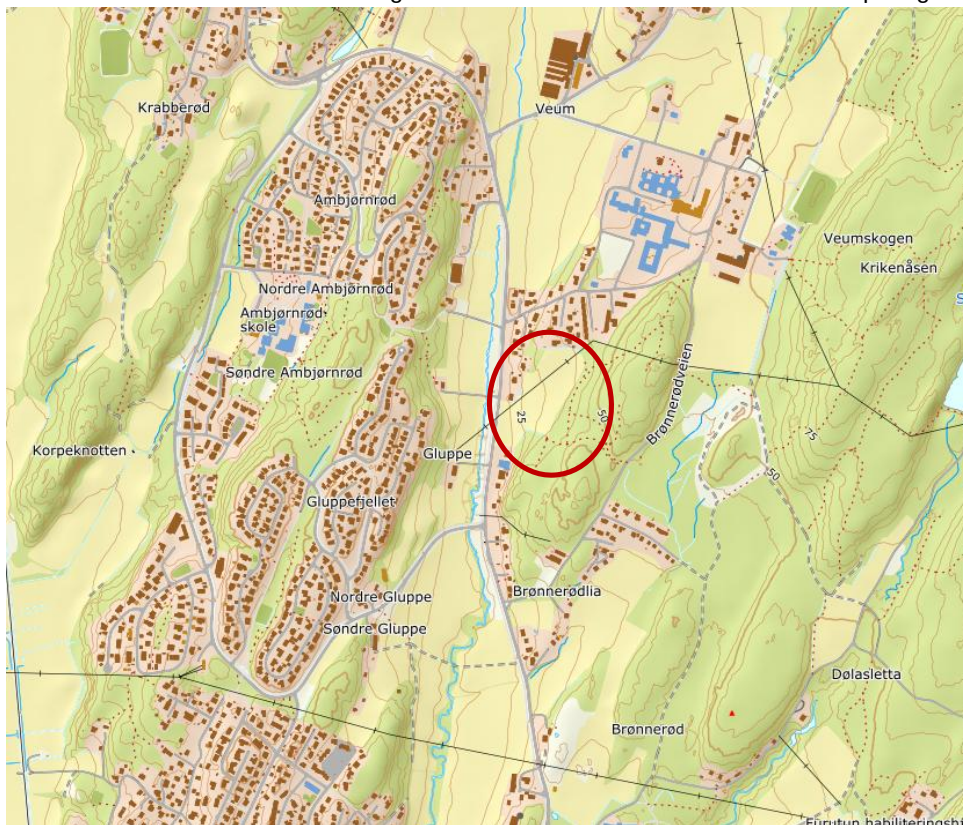
## 3.2 Terreng og grunnforhold

### 3.2.1 Topografi

Tiltaksområdet ligger nord for Fredrikstad sentrum, ca. 2,5 km nord for Rv 110. Området øst for Veumveien faller av fra kote +61 til kote +15 i bekken i bunn av dalen. Områder som ikke har synlig fjell befinner seg under kote+40 til +50.

Terrenget på vestsiden av Veumveien faller av fra kote +50 til kote +15 i bekken. Områder som ikke har synlig fjell, befinner seg mellom kote +25 /+30 og kote +15.

Fra nord mot sør i dalen faller terrenget fra kote +18 til kote +15. Området er vist på Figur 3.

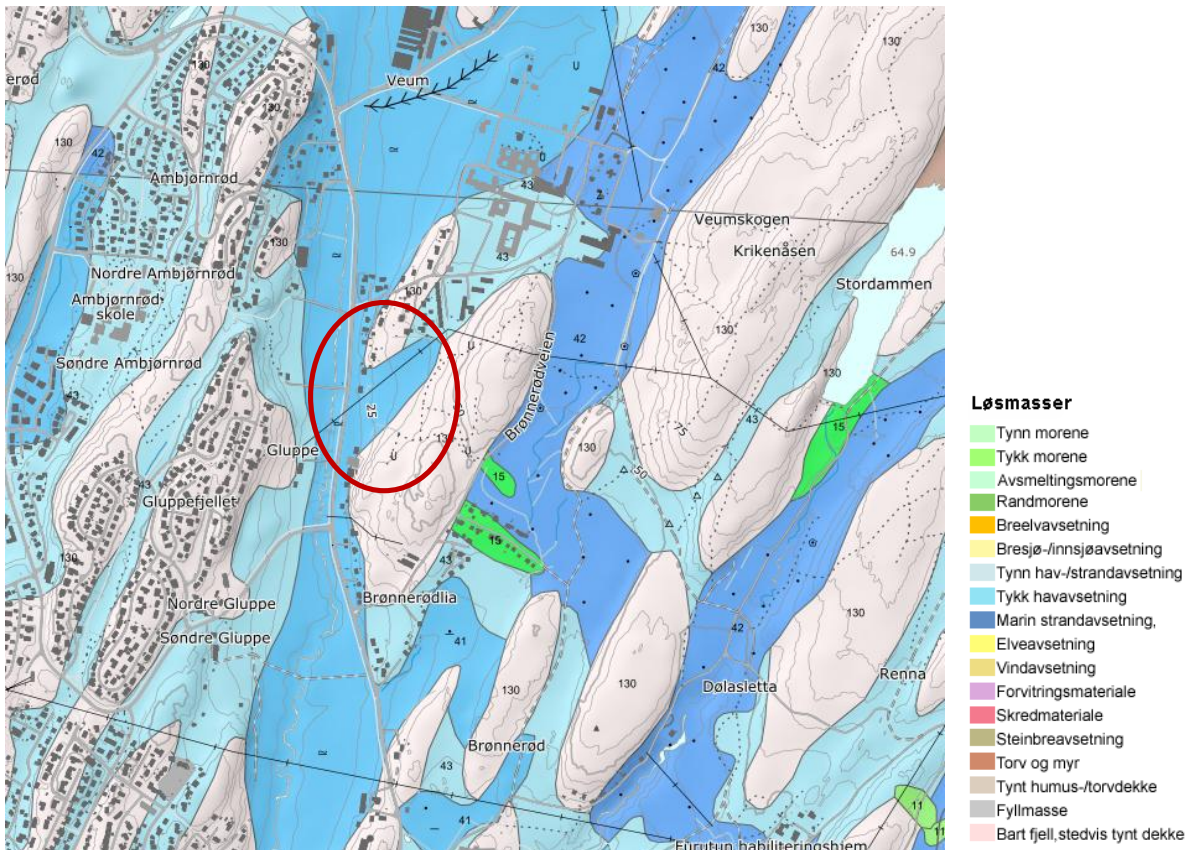


Figur 3: Utklipp med topografi på området. Rød sirkel markerer utredningsområdet.

### 3.2.2 Kvartærgeologisk kart

I henhold til NGUs kvartærgeologisk kart er deler av tiltaksområdet kartlagt som bart fjell. Kartet angir i andre områder tykk hav- og fjordavsetning, se Figur 4.





Figur 4: Utklipp fra NGUs karttjeneste for løsmasser. Hentet: 01.12.2021.

### 3.2.3 Grunnforhold

#### 3.2.3.1 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser hovedsakelig matjord over leire, men også innslag av sandige masser. Leira defineres som kvikk og sprøbruddsmateriale på flere områder. Leira har lagvis sandig, grusig innslag som er synlig på tvers av dalen. Dybden til berg varierer over området og mektighet av løsmassene varierer mellom 1,5 m og 49 m iht. utførte feltundersøkelser. Det er kortere dybder til berg lengst mot vest og nordvest i det planlagte boligområdet og mot øst på østsiden av dalen. Det er også registrert noe kortere dybder til berg for feltundersøkelsene utført mot nord og sør. Dybden til berg er dypst sentrert midt i dalen.

#### 3.2.3.2 Berggrunn

Berggrunnen er antatt å bestå av granitt iht. NGUs karttjeneste over bergarter (19.01.2022). Bergkoten er interpolert mellom kontrollboringer utført ved feltundersøkelser. I områder uten kontrollboringer er boringer stanset i antatt berg. Bergdybden kan avvike fra antatte høyder.

#### 3.2.3.3 Grunnvannstand og poretrykk

Vannspeilet i bekken vest for Veumveien antas å ligge ca. på kote +16. Det ble installert to hydrauliske poretrykksmålere på 10 m dybde i punkt 3 og 9 i 2013/2014. Vannstand i piezometere ble målt 30.01.2014. I begge piezometere ble det påvist poreovertrykk.

Det ble satt ned to elektriske piezometere i borhull 305 ved utførelse av grunnundersøkelser i 2022. Disse ble satt på 5 og 12 m dybde. Innmåling 17.02.2022 viser at disse også har et poreovertrykk.

## 4 Utredning av områdestabilitet etter NVE 1/2019

Utredning av områdestabiliteten utføres for boligområdet vist i Figur 1 iht. prosedyren angitt i kapittel 3 i NVEs veileder 1/2019. Del 1 av prosedyren inneholder steg 1-3 *Aktsomhetsområder*. Del 2 av prosedyren inneholder steg 4-11 *Utredning av faresoner*.

Boligområdet havner i tiltakskategori K4 og tilkomstvei lengst sørvest på området havner i tiltakskategori K1.

Veilederen beskriver nødvendig omfang og detaljeringsgrad for utredninger tilpasset byggesaksnivå som følgende: « *I byggesak skal tilstrekkelig sikkerhet mot områdeskred være oppfylt i henhold til kravene i plan- og bygningsloven §28-1, §29-5 og byggeteknisk forskrift kap. 7 (...).*

*For tiltakskategorier K0-K2 er det ikke nødvendig med soneutredning iht. steg 4-11 i prosedyren, men tiltaket må ikke ha negativ påvirkning på stabiliteten og erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges, se kap. 3.3.3-3.3.5.*

*For tiltakskategori K3-K4 som ligger innenfor aktsomhetsområder, må det gjøres en soneutredning ved å følge steg 4-11 i prosedyren for å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet. Eventuelle sikringstiltak må prosjekteres før søknaden kan behandles av kommunen. Soneutredningen skal kvalitetssikres av uavhengig foretak».*

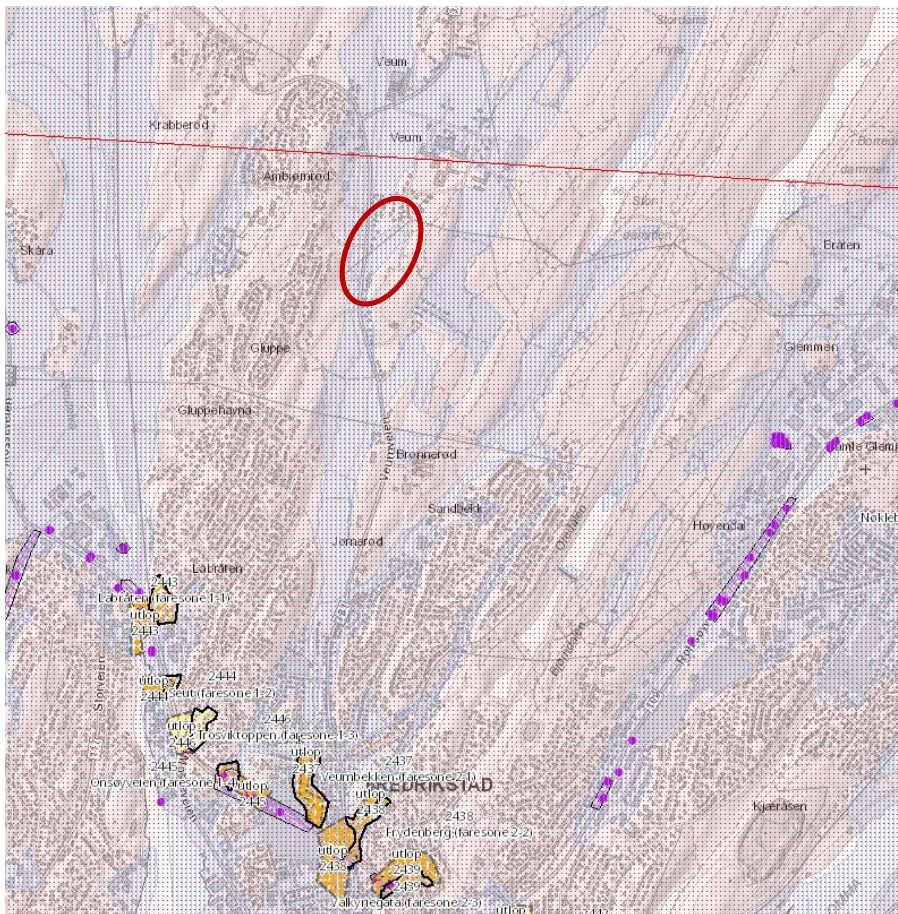
*I byggesaken må ansvarlig søker i tillegg påse at området vil ha tilfredsstillende sikkerhet mot skred i alle faser av utbyggingen, slik at stabiliteten ikke på noe tidspunkt blir forverret. Hvis sikkerhetsfaktoren er mindre enn kravene i kap. 3.3.6, må nødvendige sikringstiltak gjennomføres før selve byggverk påbegynnes. Ansvarlig prosjekterende for fagområde geoteknikk skal utarbeide plan for gjennomføringen som ivaretar dette. Planen skal omfatte nødvendige faseplaner og rekkefølgeplaner med ev. spesiell arbeidsbeskrivelse. For prosjektering av geoteknikk i tiltaksklasse 2 og 3 er det krav om obligatorisk uavhengig kontroll iht. SAK10. Tiltak i faresoner skal i utgangspunktet plasseres i tiltaksklasse 2 eller 3 for fagområdet geoteknikk etter SAK10 § 9-4. For tiltak som ikke påvirker stabiliteten kan det etter faglig begrunnelse velges lavere klassifisering.*

Områdestabiliteten for tiltaket svares ut fra kapittel 4.1.

### 4.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området

Planområdet ligger ikke innenfor eller i umiddelbar nærhet av en registrert kvikkleiresone i henhold til faresonekart fra NVE, se Figur 5. Nærmeste kartlagte kvikkleiresoner ligger i nærheten av Fredrikstad sentrum. Nærmeste sone er 2443 Labråten som ligger ca. 1,7-1,8 km sørvest for tiltaksområdet, se Figur 5. Kvikkleiresonen er kartlagt som utløpsområde med faregrad middels.



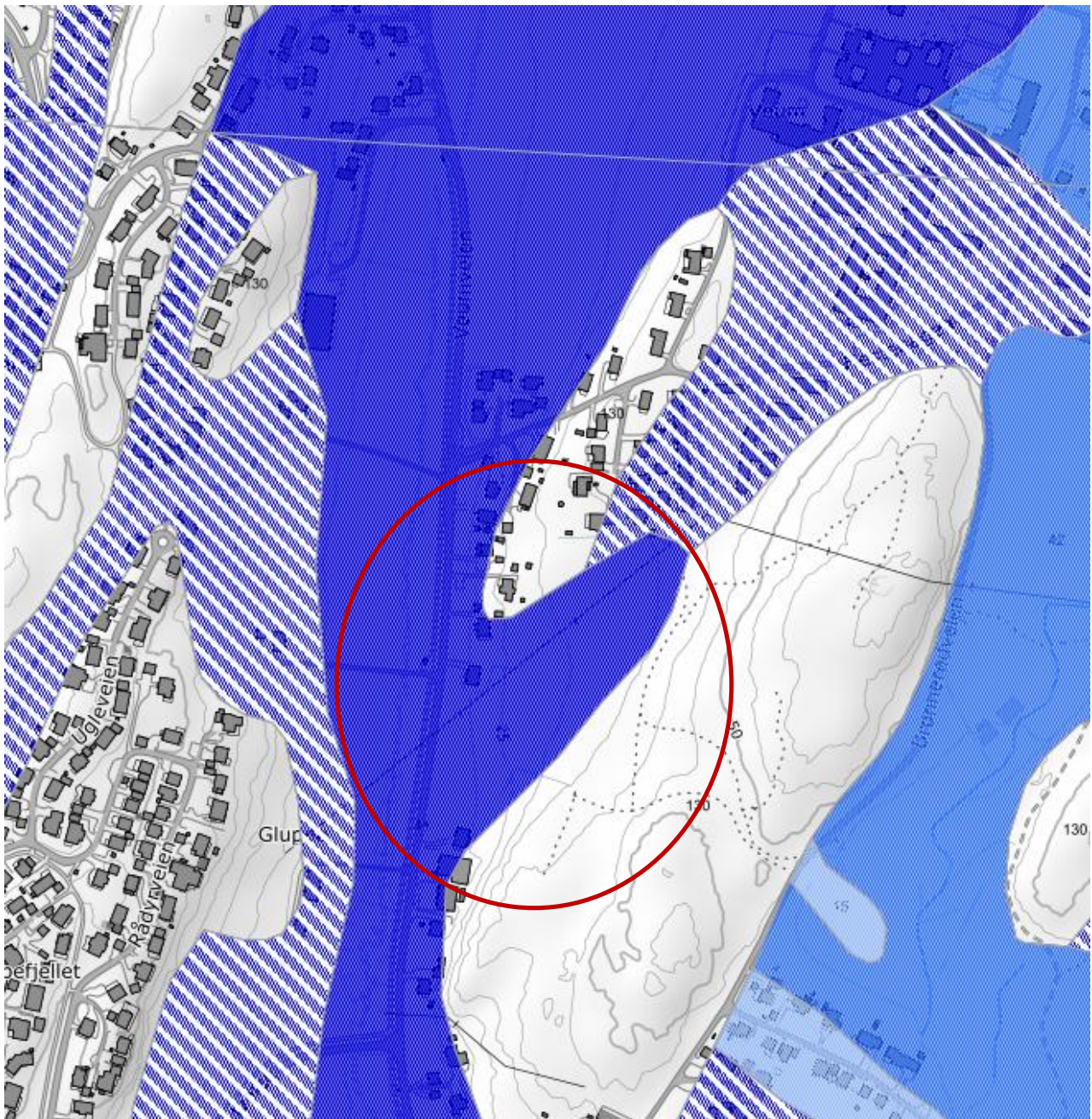


Figur 5: Kartlagte kvikkleiresoner i området. Hentet fra NVE Atlas 01.12.2021.

#### 4.2 Avgrens områder med mulig marin leire

I henhold til NGUs karttjenester befinner deler av planområdet seg under marin grense og marine avsetninger kan forekomme. Figur 6 viser NGUs karttjeneste for mulig marin leire.





Figur 6: Utklipp med oversikt over mulig marin leire hentet fra NGUs løsmassekart. Markerte områder kan ha marin leire. Hentet 01.12.2021.

#### 4.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred

Følgende terrengkriterier legges til grunn for å tegne aktsomhetsområder:

- a) Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred:
  - Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 m, eller
  - Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m

Aktsomhetsområder ligger innenfor 20 x skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning.

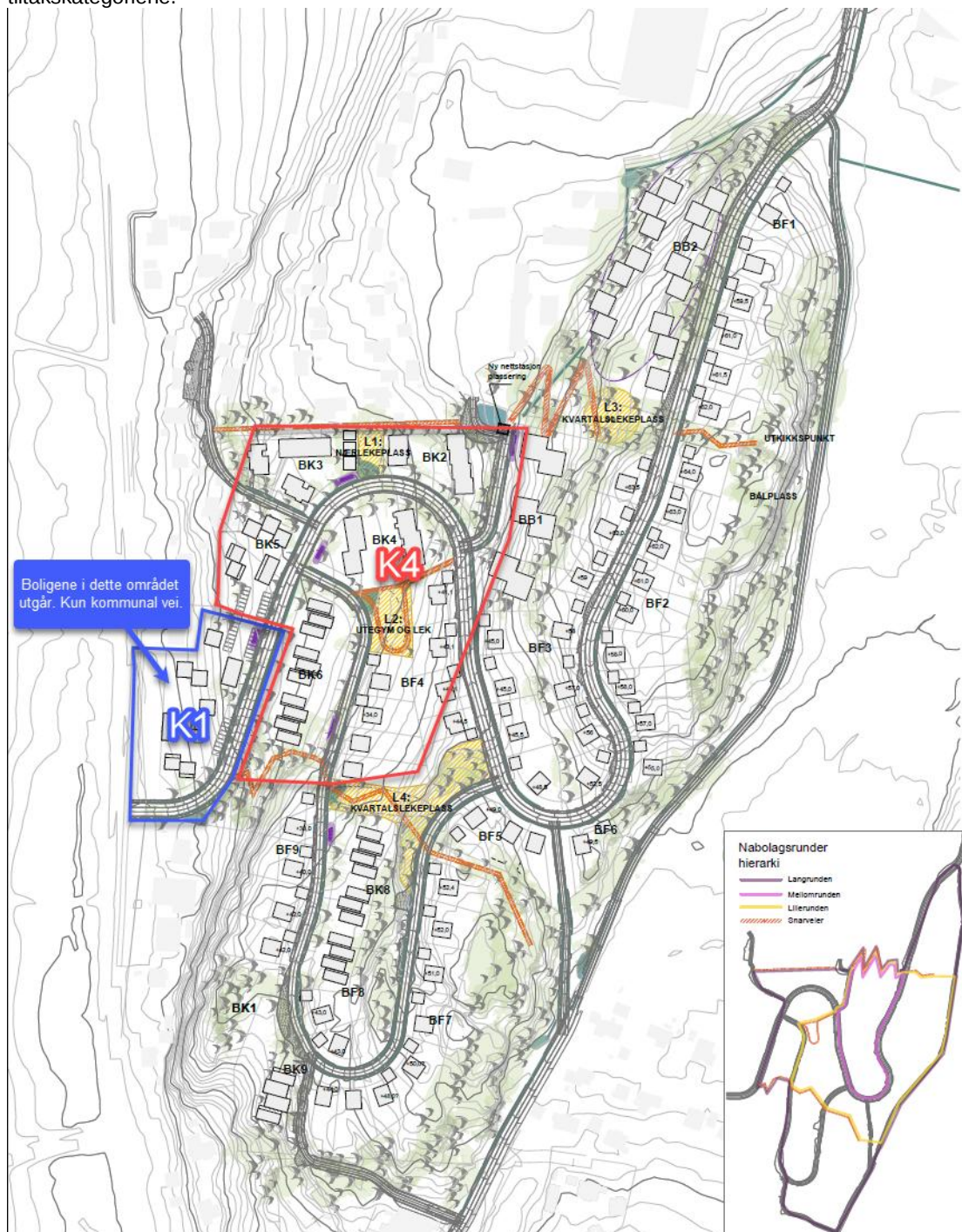
- b) Terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:





#### 4.4 Bestem tiltakskategori

Tiltakskategori fastsettes ut fra konsekvens for tiltaket ved skred. Tiltak som medfører tilflytting av mennesker, skal alltid settes i kategori K3 eller K4. For området markert med rødt omriss skal det bygges ut flere boliger. Utbyggingen er planlagt å ha over to boenheter. Dette tilsier at tiltaket havner i tiltakskategori K4. Området, markert med blått, nærmest Veumveien skal kun bestå av adkomstvei (kommunal vei) og plasseres derfor i tiltakskategori K1. Figur 8 viser områder som inngår i de ulike tiltakskategoriene.



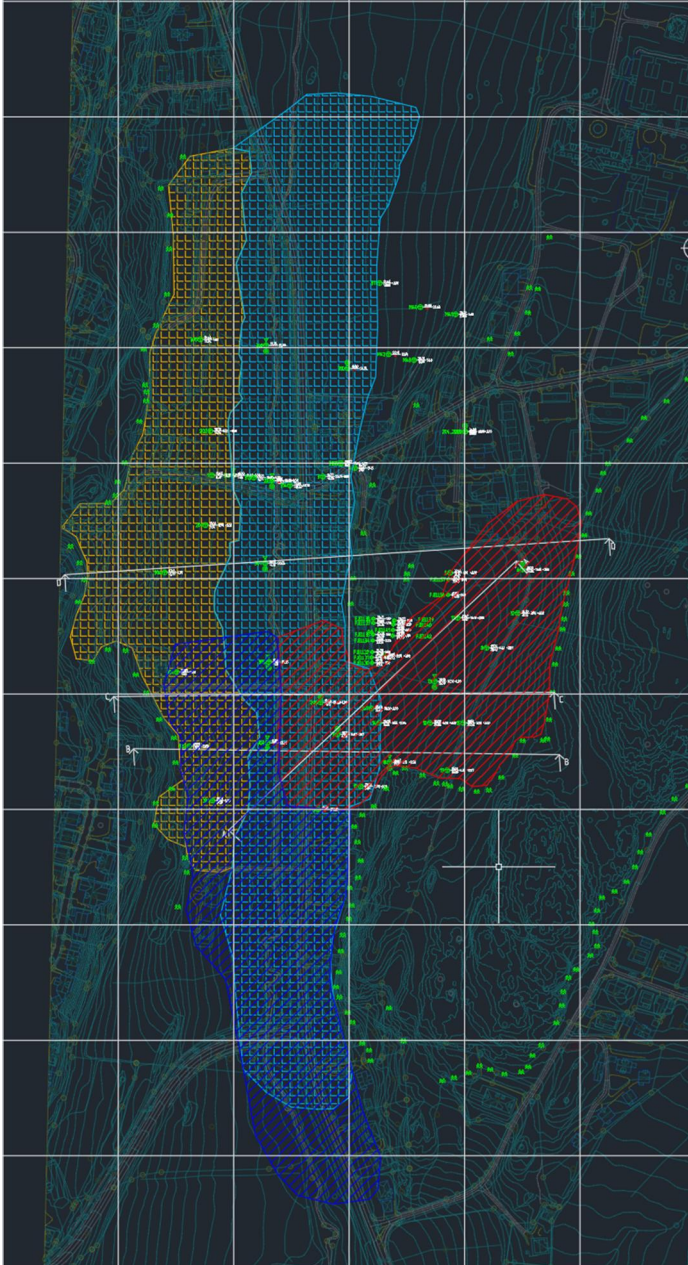
Figur 8: Planlagt tiltaksområde for utbygging. Blått markert område havner i tiltakskategori K1. Rødt område havner i tiltakskategori K4.



#### 4.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulige løsneområder

Iht. krav for kritiske skråninger og mulige løsneområder i veilederen er det detektert to løsneområder som kan påvirke tiltaksområdet med tilhørende utløpsområder. Utløpsområdene er tilnærmet samme område i bunn av dal.

Løsneområdene er markert med rødt og oransje, utløpsområder er markert med lys blå og blått i Figur 9. Det henvises også til vedlegg E for tegning av løsne og utløpsområder.



Figur 9: Løsneområder markert med rødt. Utløpsområder markert med blått.



#### 4.6 Befaring

Det ble utført en befaring av geotekniker fra Rambøll Norge AS 24.06.2021 for å se på planområdet og vurdere erosjon i bekken. På befaringen er det vurdert at det er noe synlig erosjon i bekk, og at det vil være behov for erosjonssikring, se bilder under. Det ble ellers ikke avdekket andre forhold som kan påvirke videre utredning av områdestabiliteten enn det som var kjent fra tilgjengelige kartgrunnlag.

##### Vurdering av erosjon iht. NVE 9/2020

Iht. NVEs veileder 9/2020 kapittel 5 er det utført en vurdering av erosjonen i Veumbekken. Bekken er relativt lite fall i, og normal strømningshastighet er sannsynligvis ikke høy. Det kan være noe høyere strømhastighet i bekken ved store nedbørsmengder. Det er vurdert at det er lite eller ingen naturlig erosjonssikring i langs bekken. Det er en del små busker og trær, men det er synlig røtter side på bekk som trolig er vasket fram ved høyere vannstand. Det vurderes at eksisterende trær/busker ikke har tilstrekkelig funksjon som naturlig erosjonssikring. Det ble ikke funnet noen utløste skred eller overflateutglidninger på grunn av erosjon, men det kan ikke utelukkes at det kan forkomme i fremtiden. Det er videre vurdert at synlig materiale i elven er sandige masser med noe silt. Dette er lett eroderbare masser og det er kjent at massene under dette laget er leire. Det er fare for at videre erosjon kan avdekke leirmasser, og det vurderes at erosjonen i bekken ikke skal settes i «lite erosjon», men økes til «noe erosjon».



















**4.7 Gjennomfør grunnundersøkelser**

Det er utført grunnundersøkelser i 3 omganger for å få nok grunnlag til å svare ut områdestabiliteten. Grunnundersøkelser er utført i 2014, 2020 og 2022. Grunnundersøkelser viser gjennomgående materiale med lite motstand og at det er dypt til berg i midten av dalen og at bergkoten stiger mot øst og vest.

**4.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder**

**Skredmekanisme**

For å avgrense løsneområdet er det benyttet kapittel 4.5 i veilederen. Det er benyttet flytskjemaet som vises i figur 4.3 i veilederen.

Ved å følge dette flytskjemaet vil en kunne vurdere hvilken skredmekanisme som er aktuell for området og videre avgrense løsneområder.

<p>Viser grunnundersøkelser sprøbruddsmateriale?          NS8015: <math>c_{ur} \leq 2\text{kPa}</math>          ISO 17892-6: <math>c_{ur} \leq 1,27</math></p>	<p>For grunnundersøkelser utført etter NS8015 er det funnet sprøbruddsmateriale i borpunkt 2, 6, 9, 13 og 206.</p>
--	--



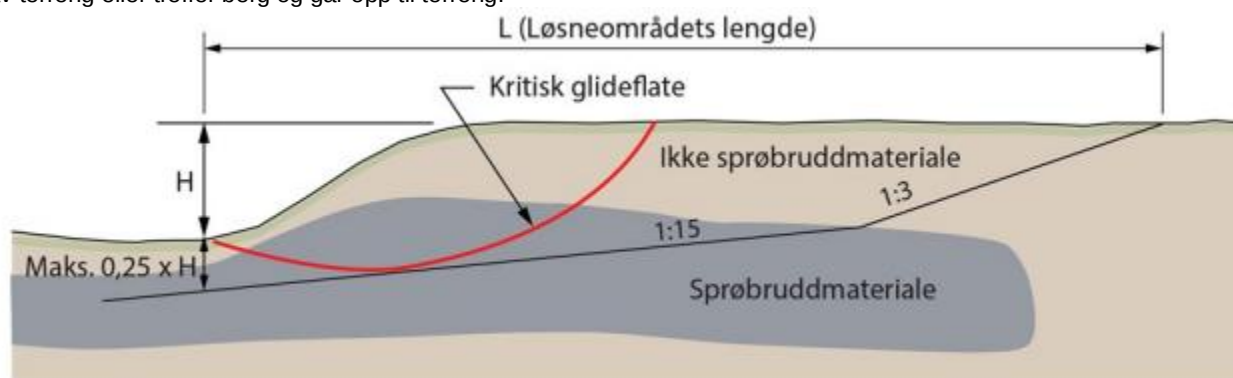
	For grunnundersøkelser utført etter ISO 17892-6 er det funnet sprøbruddsmateriale i borpunkt 303, 305, 307, 309 og 310.
Tilsvarende omrørt fasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon NS8015: cur ≤ 1kPa ISO 17892-6: cur ≤ 0,69 kPa eller IL > 1,2	For borpunkt etter NS8015 er det registrert cur ≤ 1 kPa i alle de nevnte borpunktene.  For borpunkt etter ISO 17892-6 er det registrert cur ≤ 0,69 i alle de nevnte punktene.
Andel sprøbruddsmateriale over mest kritiske glideflate b/D > 40%	For området mot vest er det vurdert basert på løsmasseprofil at den mest kritiske sirkelen vil ha b/D > 40 %. Det vurderes at området er utsatt for retrogressive skred.  For området mot øst for hvor det skal bygges ut med boliger er det vurdert basert på løsmasseprofil og beregninger at profilene har b/D > 40% og retrogressive skred kan forekomme.

### Løsneområder

Det er vurdert at det kan forekomme retrogressive skred for begge sider av dalen. Basert på dette skal lengden på løsneområdet tegnes inn som  $L=15H$ . Videre benyttes det NGI-metoden for vurdering av løsneområdet nærmere.

Basert på utførte grunnundersøkelser viser det seg at det er antatt å være sprøbrudd/kvikkleire hele veien til berg mot vest og øst. Løsneområdet er avgrenset i områder hvor grunnundersøkelser tilsier at det er berg i dagen eller mindre enn 2 m til berg.

Bruddsirkler er dype for begge sider av dalen og det er vurdert at et initialskred vil starte maks  $0,25xH$  under terreng ved utløp på kritisk sirkel. Videre er det vurdert en linje på 1:15 til linjen treffer terreng. Dersom linjen treffer berg er det vurdert at linjen føres opp til berg flater av igjen. Dersom linjer fremdeles går gjennom sprøbruddsmateriale skal den fortsettes med en stigning på 1:15 til den går ut av terreng eller treffer berg og går opp til terreng.



Dalen strekker seg fra nord mot sør og det er kjent at det er homogene masser gjennomgående i dalen. Det må derfor vurderes sideveis utbredelse. Dalen faller av slakt fra nord mot sør med en helning på ca. 1:125 fra start løsneområdet i nord til slutt løsneområde i sør.

For vestsiden av dalen er løsneområdet avgrenset mot nord og sør ved at det er berg i dagen og en høydeforskjell mindre enn 5 m. Dette tilsier basert på kapittel 3.2 prosedyre del 3 at det kan avgrenses da det ikke er fare for å et løsneområde.

### Utløpsområder

Avgrensning av utløpsområder baserer seg på kapittel 4.6 i veilederen. Det er vurdert at retrogressive skred i kanalisert terreng kan ha en utløpslengde på  $L=3 \times L$  i åpent terreng er lengden vurdert til  $L=1,5 \times L$ . Det er vurdert at utløpsområdet vil være en kombinasjon av disse. Og at utløp kan strekke seg et stykke opp langs dalen på motsatt side, men ikke lengre enn  $1,5 \times L$  på grunn av topografien. Langs dalen er det tegnet at utløpsområdet kan strekke seg  $3 \times L$ . Det er antatt at et utløpsområde vil stoppe opp tidligere enn  $3 \times L$  basert på at helningen i dalen er veldig slak og massene da vil samle seg i bunn av dal.

### Videre vurderinger løsne- og utløpsområder

Det er videre i notatet kun vurdert løsne- og utløpsområder på østsiden av dalen hvor tiltak skal bygges. For tiltaksområdet på østsiden nærmest Veumveien skal det kun etableres en kommunal vei som havner i tiltakskategori K1, se Figur 8. Iht. Veilederen er det krav at tiltaket ikke skal påvirke områdestabiliteten negativt. Området med vei vil kun havne i en potensiell utløpsone fra vest, og vil ikke påvirke områdestabiliteten på vestsiden negativt.

#### 4.9 Klassifiser faresoner

Klassifisering av faresoner utføres ved å gjennomføre en risiko- og fareutredning (ROS-analyse). Det er funnet et løsneområde som kan påvirke tiltaksområdet med krav om soneutredning. Området er avgrenset som området øst for Veumveien med boligutbygging. Utredningene finnes i Vedlegg B.

Det er vurdert at alle profilene havner i tilnærmet samme poengskala

I dagens situasjon er faresonen er vurdert til skadekonsekvensklasse «Alvorlig», faregradklasse «Høy» og Risikoklasse 4.

I fremtidig situasjon er faresonen vurdert til skadekonsekvensklasse «Meget alvorlig», faregradklasse «Høy» som tilsier Risikoklasse 4 for det planlagte tiltaket.

#### 4.10 Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet

Det er videre utført stabilitetsanalyser for flere profiler i fra kapittel 5.

## 5 Stabilitetsberegninger

### 5.1 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak

#### Sikkerhetskrav for tiltakskategori K1

Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Det skal gjøres en vurdering av alle relevante løsne- og utløpsområder med tanke på skråninger hvor erosjon kan utløse skred, se kap. 4. For vurdering av erosjon, se NVE Ekstern rapport 9/2020 (15).

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



Vurderinger og utarbeidelse av dokumentasjon skal gjennomføres av foretak med geoteknisk kompetanse som angitt i kap. 3.1. Kvalitetssikring gjennomføres internt i foretaket.

#### Sikkerhetskrav for tiltakskategori K3/K4

Faresonen som kan berøre tiltaket må avgrense og utredes for områdeskredfare. Dette gjelder også om området ligger i en utløpssone. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges.

Dersom tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten kreves det sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet i dagens situasjon må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE 1/2019.

For skråninger som ligger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , samt krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,20$ . ved lavere sikkerhet og/eller robusthet i dagens situasjon skal  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE 1/2019.

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

## 5.2 Representative profiler

Det er satt opp 4 representative profiler som skal beregnes for områdestabilitet for løsnemrådet som påvirker K4 tiltaket. Profilene er nummerert fra A-D.

Plantegning av profilene er vist vedlegg A.

## 5.3 Kvalitet på felt- og laboratorieundersøkelser

Kvaliteten av trykksonderinger (CPTU) som skal benyttes for bestemmelse av fasthetsparametere bør tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 i samsvar med kap. 5. i NGF melding nr.5. Dersom en lavere anvendelsesklasse oppnås, skal kvalitet og bruk av tolkede materialegenskaper vurderes ut fra dette. Ved prøvetaking skal det tilstrebes høyeste kvalitetsklasse.

Prøver som det utføres laboratorieundersøkelser på bør være av god kvalitet. Ved utførelse av treaksjalforsøk og ødometerforsøk bør det tilstrebes at prøvene skal tilfredsstillende høyeste kvalitetsklasse «veldig god til utmerket» iht. tabell 6 i NGF melding nr. 11.

OCR-nivå benyttet i vurdering av prøve kvalitet er basert på utførte ødometerforsøk og tolkning av OCR fra utførte CPTU.

Kvalitet på utførte felt- og laboratorieundersøkelser er vist i Tabell 1, Tabell 2 og Tabell 3. Undersøkelser markert med blå i tabell 1, 2 og 3 er benyttet for beregninger i dette notatet.

**Tabell 1: Kvalitetsklasse CPTU. Undersøkelser markert med blått er benyttet for vurderinger i dette notatet.**

Feltundersøkesler (CPTU)	
Borpunkt	Kvalitetsklasse
2 og 2_supp	1
13	2 og 4
18	1 og 2

303	1
305	1
307	1
309	1
312	1

**Tabell 2: Kvalitet utførte treaks. Undersøkelser markert med blått er benyttet for vurderinger i dette notatet.**

Treaksialeforsøk						
Borpunkt	Dybde [m]	Treaksialeforsøk	$\Delta V$ [%]	$\Delta e/e_0$ [%]	OCR [-]	Kvalitet
2	4,5	CAUc	3,1	0,063	1-2	God til brukbar
2	8,6	CAUc	4,3	0,069	1-2	God til brukbar
13	2,45	CAUc	1,7	0,023	1-2	Veldig god til utmerket
13	5,45	CAUc	5,2	0,052	1-2	God til brukbar
303	4,6	CAUA	3,8	0,069	1-2	God til brukbar
303	12,5	CAUA	4,4	0,104	1-2	Dårlig
305	5,4	CAUA	3,1	0,051	2-4	Dårlig
305	5,5	CAUA	6,0	0,096	2-4	Dårlig
305	16,4	CAUA	4,2	0,107	1-2	Dårlig
305	16,5	CAUA	4,4	0,109	1-2	Dårlig
307	5,5	CAUA	7,2	0,111	1-2	Dårlig
307	12,5	CAUA	6,7	0,159	1-2	Veldig dårlig
309	3,5	CAUA	4,1	0,082	2-4	Dårlig
309	15,5	CAUA	7,9	0,152	1-2	Veldig dårlig
310	3,5	CAUA	2,3	0,044	2-4	God til brukbar
310	13,4	CAUA	9,1	0,148	1-2	Veldig dårlig

**Tabell 3: Utførte ødometer. Undersøkelser markert med blått er benyttet for vurderinger i dette notatet.**

Ødometerforsøk			
Borpunkt	Dybde [m]	Forsøk	OCR
2	8,45	Kontinuerlig	2
305	2,5	Kontinuerlig	3,5
305	5,65	Kontinuerlig	2,1
305	16,6	Kontinuerlig	1,3
309	3,4	Kontinuerlig	Tolket, dårlig kvalitet
309	6,2	Kontinuerlig	1,3

For tolkning av ØDO er det benyttet tyngdetetthet fra samme dybde i lab og grunnvannstand 0,5 m under terreng.

Borpunkt	Dybde	$\sigma'_c$	OCR
305	2,5	65	3,5
	5,6	70	2,1
	16,6	140	1,3

#### 5.4 Dimensjonerende laster

Det benyttes ikke snølaster eller generelle terrenglaster i forbindelse med stabilitetsanalyser. For laster fra fyllinger, bygg, trafikk og anleggsvirksomhet benyttes eurokode 1 og Statens vegvesen Håndbok N200 for laster. Trafikk- og anleggslast benyttes ikke dersom de har gunstig virkning, men tas med dersom det påvirker negativt. Laster som er benyttet i beregningene er oppgitt i Tabell 4.

**Tabell 4: Relevante laster for beregninger.**

Trafikklast (N200)	15 kPa
Gang- og sykkelsti (N200)	10 kPa

Det skal benyttes partialfaktor  $\gamma_Q=1,3$  på laster på trafikklast iht. NS-EN 1997-1.

Det benyttes ikke konstruksjonslast da det forutsettes at alle bygg fundamenteres utføres kompensert eller til berg.

#### 5.5 Beregningsprogram

Stabilitetsberegningene er utført med dataprogrammet GeoSuite Stability fra programpakken GeoSuite versjon 22.0.1.0 med beregningsmetode Beast 2003. GeoSuite Stability baserer seg på en likevektsbetrakning av mulige bruddflater.

#### 5.6 Utførelse av beregninger og bruddtyper

Basert på utførte grunnundersøkelser har vi ikke nok informasjon til å beregne alle profilene før det er utført supplerende grunnundersøkelser. Det utføres beregninger for 4 relevante profiler (A, B, C og D).

Det er utført beregninger ved totalspenningsanalyse og effektivspenningsanalyse for dagens situasjon og situasjon etter utbygging med nødvendige tiltak. Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, men effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjonen.

Det er beregnet for sirkulære og ikke sirkulære bruddflater for beregningene.

Det er vurdert basert på dybden av det bløte lagene at det er retrogressive skred som er aktuelle. På grunn av topografi og sammenhengende materiale er det antatt at et initialscred kan spre seg sidelengs til det er topografisk mulig å avgrense, berg i dagen eller mindre enn 5 m høydeforskjell i løseområdet.

#### 5.7 Tolkning av materialparametere

Tolkede parametere for de ulike lagdelingene i grunnen er basert på resultater fra laboratorieanalyser av sylinderprøver, CPTU og totalsonderinger. I områder hvor det er lite informasjon, dårlig kvalitet på prøver eller mangler data er det benyttet erfaringsverdier fra området eller erfaringsverdier fra Håndbok V220 og V221.

#### Tyngdetetthet

Tyngdetettheten til løsmassene er vurdert ut fra utførte laboratorieanalyser og erfaringsverdier. Benyttet romvekt er vist i tegningene for de ulike beregningsprofilene.

#### Totalspenningsparametere

Udrenert skjærstyrke er valgt på grunnlag av utførte treaksforsøk, trykksonderinger (CPTU), erfaringsverdier ( $C_{ua}/PO'$ ) og rutineundersøkelser i lab. Tolkede CPTU som er benyttet i beregningene er vist i vedlegg C. Benyttet skjærfasthet er vist i tolkningsdiagrammet som designlinje. Grunnlag for valgt designlinje er beskrevet under beregningskapitlene for hver enkelt profil.



I totalspenningsanalysene tas det hensyn til leiras spenningsanisotropi (ADP-analyse). Utgangspunktet i beregningene er udrenert aktiv skjærfasthet  $c_{uD}$  for leire. Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet ut fra følgende ADP-forhold iht. tabell 1 i NVEs rapport nr. 14/2014.

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

Vurdering av leiras sensitivitet er gjort på grunnlag av utførte laboratorieundersøkelser og tolkninger av totalsonderinger og CPTU.

### Effektivspenningsparametere

For effektivspenningsanalyse er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksforsøk, erfarings verdier og parameterforslag fra V220. Grunnlag for valgte parametere er vist i beregningskapitlene for hver enkel profil og parameterne er vist i tegningene for beregningsprofilene. Treakser er tolket individuelt, benyttede verdier for ulike lag vises i tegninger.

### Poretrykk

Målt poretrykk på området viser at det er poreovertrykk i nederste del av dalen mot Veumveien. Det er ikke sjekket om det er poreovertrykk i øvre del av dalføret på begge sider. I beregningene er det derfor valgt å benytte poreovertrykk i hele profilet i alle profil.

Poreovertrykk er målt til ca. 120%. For å redusere inntegning av poretrykks-profiler er det valgt å tegne en grunnvannslinje som ligger ca. 0,5 m under terrenget i hele profilet og øke  $\gamma_w = 12 \text{ kN/m}^3$ .

## 6 Stabilitetsberegninger i profil A

Profil A trekkes gjennom området hvor det er planlagt å bygge ut boliger. Krav til stabilitet i dette området er iht. veilederen  $F_{cu} \geq 1,40 * f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  dersom tiltaket forverrer stabiliteten. Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten kreves det sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis.

### 6.1 Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale

Lagdelingen er tolket basert på utførte totalsonderinger, CPTU og laboratorieundersøkelser utført i prøveserier langs profil A. Lagdelingen er vurdert å bestå av et lag med tørrskorpe over kvikkleire med sandlag i dybden. Mot berg er det registrert noe leire og grovere materiale som er antatt å være sandig morene. Lagdelingen er vist i stabilitetsberegningene for profil A i vedlegg D tegning V001-1, V001-2, V001-3 og V001-4.

### 6.2 Tolkning av materialparametere

#### 6.2.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstanden på området er tolket iht. poretrykk målt i borpunkt 10 og 305. Disse viser begge poreovertrykk. Det er valgt å benytte poreovertrykk i hele profilet da vi ikke har kjennskap til om det er poreovertrykk i området lengst mot øst.

For vurdering av poretrykk i alle profil henvises det til kapittel 5.7.

### 6.2.2 Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert)

Effektivspenningsparametere er vurdert på tolket treacks i borpunkt 13 og 303 samt erfaringsverdier og parameterforslag i V220. Utførte treakser i borpunkt 13 er vurdert til å være «god til brukbar» og «dårlig». Det valgt å benytte resultater fra treacks i borpunkt 13 som en indikasjon til erfaringsverdier og parameterforslag i V220.

Utførte treakser i borpunkt 303 er vurdert til å være «god til brukbar» og «dårlig». Det valgt å benytte resultater fra treacks i borpunkt 303 som en indikasjon til erfaringsverdier og parameterforslag i V220.

Valgte verdier er vist i beregningsprofiler.

### 6.2.3 Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert)

Totalspenningsparametere er vurdert på gjennomførte CPTU i borpunkt 13 og 303. Laboratoriedata er hentet fra borpunkt 6, 9, 13 og 303.

Tabell 1 og Tabell 2 er kvalitet på CPTU og treacks angitt. På grunn av kvaliteten er det valgt å benytte utførte treakser og indikasjoner for Su-profil. CPTU er tolket som en middelvei av de ulike tolkningsmetodene som er angitt i Statens Vegvesens tolkningsark. Rutineforsøk er også benyttet som en indikasjon for Su-profil i de borpunktene vi har prøveserier.

## 6.3 Resultater fra stabilitetsberegninger

### 6.3.1 Dagens situasjon

#### Effektivspenningsanalyse:

Resultater fra dagens situasjon viser at  $F_{c\phi} > 1,25$  for effektivspenningsanalyser i både sirkulære og ikke-sirkulære bruddflater. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{c\phi} = 1,95$ .

#### Totalspenningsanalyse:

Beregningene viser sikkerhet for ikke-sirkulære og sirkulære udrenerte beregninger. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cu} = 1,43$ .

Resultat laveste sikkerhet	
Analyse	Sikkerhet
Effektivspenning	1.95
Totalspenning	1.43

### 6.3.2 Fremtidig situasjon

For den fremtidige situasjonen er det satt på trafikklast. Det er forutsatt at alt av boliger og utbygging som utføres på området skal bygges kompensert, eller ved å føre krefter til berg dersom grunnforholdene tilsier at dette er en mulig løsning uten forverring i anleggsgjennomføring.

For sikring av områdestabiliteten er det lagt en motfylling øst for Veumveien på ca. 1 m. Det er også benyttet kalksementstabilisering i snittet da det sammenfaller med stabilisering som må utføres for profil C.

Det er beregnet at pelene settes som enkle peler i trekantformasjon. Dette tilsier en dekningsgrad på ca. 90%. Enkle peler er vurdert å ha en  $S_u = 100$  kPa. Dekningsgraden er tilnærmet lik en blokk og det er vurdert at gjennomsnittlig  $S_u$  på stabilisert materiale vil være ca. 150 kPa.

Når det benyttes kalksementstabilisering er kravet til sikkerhet  $F_{cu} = 1,40$  og  $F_{c\phi} = 1,25$  for alle glideflater som går gjennom det stabiliserte materialet. For andre glidesirkler kreves det absolutt sikkerhet  $F_{c\phi} = 1,25$  og  $F_{cu} = 1,61$ .

#### Effektivspenningsanalyse:

Effektivspenningsanalysen viser forbedring i alle kritiske glideflater med resultat  $F_{c\phi} > 1,25$  i dagens situasjon.

#### Totalspenningsanalyse:

I fremtidig situasjon, forverres stabiliteten pga. trafikklaster dersom det ikke settes i gang stabiliserende tiltak. Ved å benytte motfylling og kalksementstabilisering er det beregnet en sikkerhet  $F_{cu} = 1,47$  for den mest kritiske glideflaten gjennom stabilisert materiale. Analysen er utført med glippe mellom berg og stabilisering, og det er ikke funnet en kritisk glidesirkel som ikke går gjennom stabilisert materiale.

Resultat laveste sikkerhet	
Analyse	Sikkerhet
Effektivspenning	2.00
Totalspenning	1.47

## 7 Stabilitetsberegninger i profil B

Profil B trekkes fra øst mot vest i området hvor det er planlagt å bygge ut boliger til motsatt ende av dalen. Krav til stabilitet i dette området er iht. veilederen  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  dersom tiltaket forverrer stabiliteten. Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten kreves det sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis.

### 7.1 Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale

Lagdelingen er tolket basert på utførte totalsonderinger, CPTU og laboratorieundersøkelser i prøveserier langs profil B. Lagdelingen er vurdert å bestå av et lag med tørrskorpe overleire og kvikkleire med tynne sandlag. Mot berg er det stedvis observert noe grovere materiale som er antatt å være sandig morene. Lagdelingen er vist i stabilitetsberegningene for profil B i vedlegg D tegning V002-1, V002-2, V002-3 og V002-4.

### 7.2 Tolkning av materialparametere

#### 7.2.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstanden på området er tolket iht. poretrykk målt i borpunkt 9 og 305. Disse viser begge poreovertrykk. Det er valgt å benytte poreovertrykk i hele profilet da vi ikke har kjennskap til om det er poreovertrykk i området lengst mot øst.

For vurdering av poretrykk i alle profil henvises det til kapittel 5.7.

#### 7.2.2 Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert)

Effektivspenningsparametere er vurdert på tolket treks i borpunkt 303 og erfaringsverdier i V220.



### 7.2.3 Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert)

Totalspenningsparametere er vurdert på gjennomførte CPTU i borpunkt 18 og 303. Laboratoriedata er hentet fra borppunkt 9, 18, og 303.

Tabell 1 og Tabell 2 er kvalitet på CPTU og treaks angitt. På grunn av kvaliteten er det valgt å benytte utførte treakser og indikasjoner for Su-profil. CPTU er tolket som en middelværdi av de ulike tolkningsmetodene som er angitt i Statens Vegvesens tolkningsark. Rutineforsøk er også benyttet som en indikasjon for Su-profil i de borpunktene vi har prøveserier.

## 7.3 Resultater fra stabilitetsberegninger

### 7.3.1 Dagens situasjon

#### Effektivspenningsanalyse:

Dagens situasjon viser at alle sirkulære og ikke-sirkulære buddsirkler har sikkerhet  $F_{cp} \geq 1,25$  i sikkerhet. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cp} = 1,36$ .

#### Totalspenningsanalyse:

Beregningene viser sikkerhet for ikke-sirkulære og sirkulære udrenerte beregninger. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cu} = 1,31$ .

Resultat laveste sikkerhet	
Analyse	Sikkerhet
Effektivspenning	1,36
Totalspenning	1,31

### 7.3.2 Fremtidig situasjon

For den fremtidige situasjonen er det satt på trafikklast. Det er forutsatt at alt av boliger og utbygging som utføres på området skal bygges kompensert, eller ved å føre krefter til berg dersom grunnforholdene tilsier at dette er en mulig løsning uten forverring i anleggsgjennomføring.

For sikring av områdestabiliteten er det lagt en motfylling øst for Veumveien på ca. 1 m høyde, og avlastning. Avlastning er på det høyeste 2 m under planlagt vei. Dette tilsier at veioppbygging og trafikklast utføres kompensert. Faktisk avlastning må detaljprosjekteres for å kartlegge nøyaktig hvor stor avlastning må være.

#### Effektivspenningsanalyse:

Fremtidig situasjon viser tilfredsstillende sikkerhetsfaktor i alle glideflater som hadde sikkerhet  $F_{cp} \geq 1,25$  i dagens situasjon. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cp} = 1,73$ .

#### Totalspenningsanalyse:

Fremtidig situasjon viser en forverring på grunn av trafikklast dersom det ikke settes i gang stabiliserende tiltak. Kravet i veilederen tilsier at dersom tiltaket forverrer stabiliteten kreves absolutt sikkerhetskrav  $F_c = 1,25$  og  $F_{cu} = 1,61$ .

Ved å benytte motfylling og avlastning er det beregnet en sikkerhet  $F_{cu} = 1,65$  for den mest kritiske glidefalten.

Resultat laveste sikkerhet	
Analyse	Sikkerhet
Effektivspenning	1.73
Totalspenning	1.65

## 8 Stabilitetsberegninger i profil C

Profil C trekkes gjennom området hvor det er planlagt å bygge ut boliger og i området langs Veumveien hvor det er eksisterende boliger. Krav til stabilitet i dette området er iht. veilederen  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  dersom tiltaket forverrer stabiliteten. Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten kreves det sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis.

### 8.1 Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale

Lagdelingen er tolket basert på utførte totalsonderinger, CPTU og laboratorieundersøkelser i prøveserier langs profil C. Lagdelingen er vurdert å bestå av et lag med tørrskorpe over kvikkleire med tynne sandlag. Mot berg er det observert et grovere materiale som er antatt å være sandig morene. Lagdelingen er vist i stabilitetsberegningene for profil C i vedlegg D tegning V003-1, V003-2, V003-3 og V003-4.

### 8.2 Tolkning av materialparametere

#### 8.2.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstanden på området er tolket iht. poretrykk målt i borpunkt 9 og 305. Disse viser begge poreovertrykk. For å være konservativ er det lagt inn poreovertrykk i hele beregningsprofilen.

For vurdering av poretrykk i alle profil henvises det til kapittel 5.7.

#### 8.2.2 Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert)

Effektivspenningsparametere er vurdert på tolket treaks i borpunkt 13 og 305.

Utførte treakser i borpunkt 13 og 305 er vurdert til å være «dårlig». Det valgt å benytte resultater fra treaks som en indikasjon sammen med erfaringsverdier og parameterforslag i V220.

Valgte verdier er vist i beregningsprofiler.

#### 8.2.3 Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert)

Totalspenningsparametere er vurdert på gjennomførte CPTU i borpunkt 13 og 305. Laboratoriedata er hentet fra borpunkt 13, 206 og 305.

Tabell 1 og Tabell 2 er kvalitet på CPTU og treaks angitt. På grunn av kvaliteten er det valgt å benytte utførte treakser som indikasjoner for valg av Su-profil. CPTU er tolket som en middelvei av de ulike tolkningsmetodene som er angitt i Statens Vegvesens tolkningsark. Rutineforsøk er også benyttet som en indikasjon for Su-profil i de borpunktene vi har prøveserier.

## 8.3 Resultater fra stabilitetsberegninger

### 8.3.1 Dagens situasjon

Effektivspenningsanalyse: \_\_\_\_\_



Dagens situasjon viser at alle sirkulære og ikke-sirkulære bruddsirkler har sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$  i sikkerhet. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{c\phi} = 1,49$ .

#### Totalspenningsanalyse:

Dagens situasjon viser sirkulære og ikke-sirkulære bruddflater for udrenerte beregninger. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cu} = 1,09$  for sirkulære bruddflater. Ikke-sirkulære bruddflater viser laveste sikkerhet  $F_{cu} = 1,76$ .

Resultat laveste sikkerhet	
Analyse	Sikkerhet
Effektivspenning	1.48
Totalspenning	1.09

### 8.3.2 Fremtidig situasjon

For den fremtidige situasjonen er det satt på trafikklast. Det er forutsatt at alt av boliger og utbygging som utføres på området skal bygges kompensert, eller ved å føre krefter til berg dersom grunnforholdene tilsier at dette er en mulig løsning uten forverring i anleggsgjennomføring.

Sikkerheten i dagen situasjon er ikke god nok og for å sikre området er det behov for å kalksementstabilisere på området BK5 og i et område under planlagt vei. Det er lagt inn en stabilisering med bredde ca. 15 m lengst mot vest og 5 m bredde lengst mot øst markert på tegning V000. Stabiliseringsområdet er lagt inn som «Lime cement colomns» i Geosuite. Stabiliseringen under planlagt vei fjerner kritiske glidesirkler som ikke gikk gjennom stabilisert materiale på område BK5.

Det er beregnet at pelene settes som enkle peler i trekantformasjon. Dette tilsier en dekningsgrad på ca. 90%. Enkle peler er vurdert å ha en  $S_u = 100$  kPa. Dekningsgraden er tilnærmet lik en blokk og det er vurdert at gjennomsnittlig  $S_u$  på stabilisert materiale vil være ca. 150 kPa.

Når det benyttes kalksementstabilisering er kravet til sikkerhet  $F_{cu} = 1,40$  og  $F_{c\phi} = 1,25$  for alle glideflater som går gjennom det stabiliserte materialet. For andre glidesirkler kreves det absolutt sikkerhet  $F_c=1,25$  og  $F_{cu}=1,61$ .

Dersom prøvegraving tilsier at det er mulig å grave seksjonsvis og kompensere hele veioppbygning og trafikklast kan en vurdere at tiltaket ikke bli forverret av etablering av vei. Da vil sikkerhetskravet endre seg. Det er vurdert at dette kan vurderes nærmere i detaljprosjektering av tiltakene.

#### Effektivspenningsanalyse:

Fremtidig situasjon viser sikkerhet  $F_{c\phi} \geq 1,25$  i alle kritiske glideflater fra dagens situasjon. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{c\phi} = 1,49$ .

#### Totalspenningsanalyse:

Det er ikke mulig å benytte motfylling i dette snittet og det er valgt å bruke kalksementstabilisering som krever sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$ . Det er beregnet sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,4$  i alle kritiske glideflater fra dagens situasjon. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cu} = 1,88$  for glidesirkler gjennom stabilisert materiale.

Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_c=1,55$  for glidesirkel som ikke går gjennom stabilisert materiale. Dette er for en glidefalte som ikke påvirkes negativt av trafikklast og det vurderes at sikkerheten er

tilstrekkelig iht. kravene. Det er tatt en beregningsjekk av at sikkerheten for glideflaten er høyere enn i dagens situasjon.

For å hindre bæreevnebrudd for vei i øvre del er det avlastet 1 m på det høyeste. Dette gir en sikkerhet på  $F_{cu}=1,62$  for veien.

Resultat laveste sikkerhet	
Analyse	Laveste beregnet sikkerhet
Effektivspenning	1.49
Totalspenning	1.55

## 9 Stabilitetsberegninger i profil D

Profil D trekkes gjennom området hvor det er planlagt å bygge ut boliger lengst nord. Krav til stabilitet i dette området er iht. veilederen  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$  dersom tiltaket forverrer stabiliteten. Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten kreves det sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,40$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c\phi}$  økes prosentvis.

### 9.1 Tolkning av lagdeling og sprøbruddsmateriale

Lagdelingen er tolket basert på utførte totalsonderinger, CPTU og laboratorieundersøkelser i prøveserier langs profil D. Lagdelingen er vurdert å bestå av et lag med tørrskorpe over kvikkleire med sandlag. Stedvis er det noe grovere materiale mot berg som er antatt å være sand/morene. Lagdelingen er vist i stabilitetsberegningene for profil D i vedlegg D tegning V004-1, V004-2, V004-3 og V004-4.

### 9.2 Tolkning av materialparametere

#### 9.2.1 Grunnvannstand og poretrykksforhold

Grunnvannstanden på området er tolket iht. poretrykk målt i borpunkt 3 og 305. Disse viser begge poreovertrykk. For å være konservativ er det lagt inn poreovertrykk i hele beregningsprofilen.

For vurdering av poretrykk i alle profil henvises det til kapittel 5.7.

#### 9.2.2 Effektivspenningsparametere (a $\phi$ -analyse, drenert)

Effektivspenningsparametere er vurdert basert på treakser utført på tiltaksområdet, erfaringsverdier og V220.

Valgte verdier er vist i beregningsprofiler.

#### 9.2.3 Totalspenningsparametere (ADP-analyse, udrenert)

Totalspenningsparametere er vurdert på laboratedata i borpunkt 6.

Su-profil er valgt basert su-verdier fra rutineundersøkelser, erfaringsverdier og V220. Økning i Su- profil er lagt med samme økning som  $0,25 \times p_0'$ .

## 9.3 Resultater fra stabilitetsberegninger

### 9.3.1 Dagens situasjon

Effektivspenningsanalyse: \_\_\_\_\_

Dagens situasjon viser at alle sirkulære og ikke-sirkulære buddsirkler har sikkerhet  $F_{cp} \geq 1,25$  i sikkerhet. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cp} = 1,45$ .

#### Totalspenningsanalyse:

Dagens situasjon viser sirkulære og ikke-sirkulære bruddflater. Laveste sikkerhet er beregnet til  $F_{cu} = 1,61$  for sirkulær bruddflate.

### 9.3.2 Fremtidig situasjon

For den fremtidige situasjonen er det satt på trafikklast. Det er forutsatt at alt av boliger og utbygging som utføres på området skal bygges kompensert, eller ved å føre krefter til berg dersom grunnforholdene tilsier at dette er en mulig løsning uten forverring i anleggsgjennomføring.

For å sikre områdestabiliteten er det lagt ut en motfylling som reduserer helningen på terrenget ca. midt i profilet. På topp er det lagt inn en avlasting basert på bygninger som skal bygges. Motfyllingen er ca. 2 m høy på det høyestepunktet.

#### Effektivspenningsanalyse:

Fremtidig situasjon viser forbedring i alle glideflater som hadde sikkerhet  $F_{cp} \geq 1,25$  i dagens situasjon. Laveste beregnet sikkerhet for områdestabilitet  $F_{cu} = 2,69$ .

#### Totalspenningsanalyse:

Fremtidig situasjon er en forverring av sikkerheten i dagens situasjon. Trafikklasten medfører at de kritiske sirkelene får lavere sikkerhet enn  $F_{cu} = 1,61$ .

Ved å benytte motfylling er det beregnet laveste sikkerhet  $F_{cu} = 1,72$ . Resterende sirkler som kan påvirke tiltaket viser forbedring og sikkerhet  $F_{cu} \geq 1,61$ . Det er mulig å optimalisere fyllingen i detaljprosjektering av tiltaket for å komme nærmere  $F_{cu} = 1,61$ .

## 10 Tiltak

Oppsummering av nødvendige tiltak for å sikre områdestabiliteten:

- Erosjonssikring av Veumbekken
- Avlastning i profil A, B og D
- Motfylling i profil A, B og D.
- Kalksementstabilisering på BK5 i profil A og C og under vei i profil C

Skissering av de nødvendige tiltakene er vist i tegning V000 med snitt. Utforming og størrelse av tiltak kan endres ved detaljprosjektering av tiltakene.

## 11 Plan for gjennomføring

Før utbygging på området kan startes må sikringstiltakene være utført. Rekkefølgebestemmelser for sikringstiltak er listet opp under.

Erosjonssikring av elven langs Veumveien må utføres før arbeider startes opp. Erosjonssikring av elv på detaljprosjekteres av personell med riktig fagkompetanse på dette området.



Videre må motfyllinger etableres. Motfyllinger må detaljprosjekteres og etablering av motfyllinger må utføres på en slik måte at de ikke forverrer stabiliteten i utførselen. Avlastninger utføres etter motfyllinger er etablert.

Videre må kalksementstabilisering detaljprosjekteres og etableres. Det skal settes opp en plan for gjennomføring av stabiliseringen. For å ha tilstrekkelig sikkerhet må det avlastes i området før stabilisering starter opp. Det skal vurderes behov for supplerende poretrykksmålere for utførelse av stabiliseringsarbeider.

Gjennomføring av stabilisering må planlegges og utføres slik at det ikke forverrer områdestabiliteten ved utførelse. Dette medfører at det må etableres rekkefølgebestemmelser for hvor peler kan settes og poretrykket må overvåkes ved utførelse.

Det er forutsatt at alle bygg etableres kompensert eller på peler til berg. Det er påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale fra ca. 0,5-1 m under terreng. For å avklare om det er mulig å gjennomføre avlastning av terreng må det utføres prøvegravinger på området samt befarings for å kartlegge berg nærmere.

Dersom det ikke er mulig å avlaste terreng for kompensert fundamentering uten stabiliserende tiltak kan det være behov for å kalksementstabilisere flere områder for å få nok sikkerhet i fasen med masseutskifting.

### 11.1 Rekkefølgebestemmelser

1. Vurdere prøvegravning for å avklare om det er mulig med avlastning for kompensert fundamentering av infrastruktur. Utførelse av prøvegravning må utføres i samråd med geotekniker slik det ikke forverrer dagens situasjon.
2. Detaljprosjektering av de nødvendige tiltakene for å sikre områdestabiliteten
3. Erosjonssikring av bekk langs Veumveien
4. Avlastning i området langs profil A og B utføres.
5. Motfylling langs Veumveien for profil A og B etableres.
6. Motfylling langs profil D etableres.
7. Kalksementstabilisering under vei i profil C utføres
8. Kalksementstabilisering på BK5 utføres.
9. Supplerende kalksementstabilisering dersom det ikke er mulig å avlaste terrenget for kompensert fundamentering av infrastruktur.

## 12 Konklusjon

I dagens situasjon det flere områder ikke har høy nok sikkerhet for å bygge K4 tiltak. Det er nødvendig med stabiliserende tiltak for å øke stabilitet og tilfredsstillende krav til områdestabilitet iht. NVE 1/2019 og TEK 17. Løsne- og utløpsområde er vist i vedlegg E tegning V005.

Følgende forutsetninger må tilfredsstilles:

- De forutsettes at de nødvendige stabiliserende tiltakene som er beskrevet i kap. 10 utføres iht. rekkefølgekrav i kap 11.1 før utbygging på tiltaksområdet.
- Det forutsettes at alle fremtidige bygg i utbyggingsområdet BB1, L1, L2, BK2, BK3, BK4, BF4, BK5 og BK6 utføres kompensert.
- Det forutsettes at det kun etableres kommunal vei i området hvor det var planlagt BK7.

Det er forutsatt at fremtidig utbygging av boliger i områder BB1, L1, L2, BK2, BK3, BK4, BF4, BK5 og BK6 utføres kompensert eller at last føres til berg. Grunnundersøkelsene viser at det er antatt sprøbrudd/kvikkleire i flere områder fra ca. 0,5-1 m under terreng på flere områder. For å vurdere om det er mulig å bygge kompensert med avlastning av terreng må det gjennomføres prøvegravinger. Prøvegravinger vil avklare om det er mulig å bygge kompensert med avlastning, om det må etableres på peler eller om behov for supplerende forsterkning av grunn for å sikre områdestabiliteten.

#### **VEDLEGG A – SITUASJONSPLAN GRUNNUNDERSØKELSER, PROFILER og TILTAK**

#### **VEDLEGG B – ROS-ANALYSE LØSNEOMRÅDE**

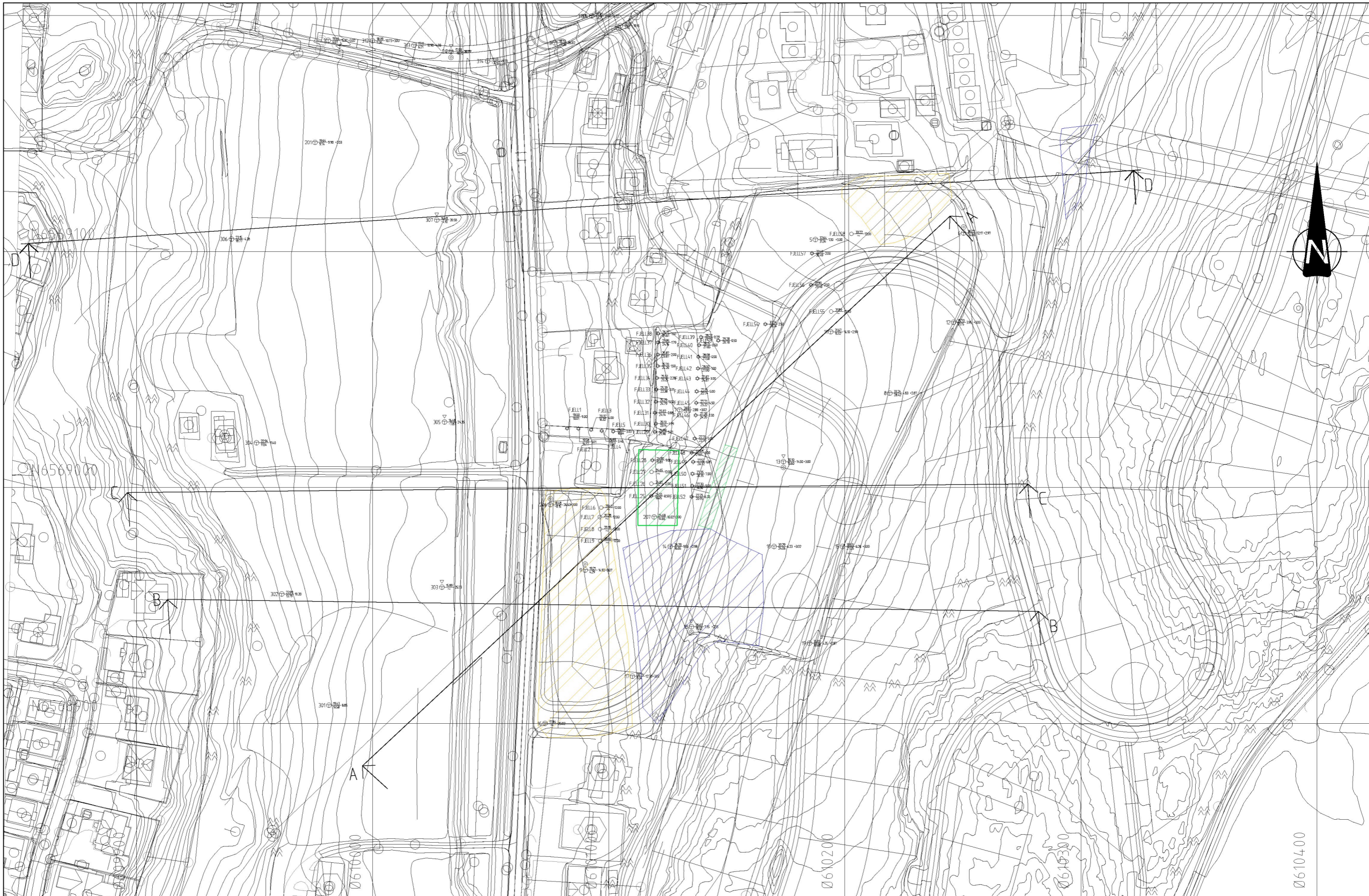
#### **VEDLEGG C – TOLKNING AV STYRKEPARAMETERE; TREAKS, ØDO, CPTU**

#### **VEDLEGG D – BEREGNINGSPROFILER (A, B, C OG D)**

#### **VEDLEGG E – LØSNE- OG UTLØPSOMRÅDE**

# **VEDLEGG A**





03	19.09.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

OPPDAG  
**Brønnerødli - byggesak**  
 OPPDRAGSGIVER  
 Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHold  
 Situasjonsplan  
 Snitt  
 Borpunkt  
 Tiltak

- Motfylling
- Avlastning
- Kalksementstabilisering

OPPDAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:1500	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. V000		REV. 03	



## **VEDLEGG B**



# ROS-ANALYSE

Iht. NVE Ekstern rapport nr. 9/2020 - Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred

Oppdrag: **Brønnerødla - byggesak**  
Oppdragsnummer: **1350047003**

Signatur: **INET** Dato: **23.05.2022**  
Kontrollert: **LSTO** Dato: **10.06.2022**

## DAGENS SITUASJON\_OMRÅDE 1

Skadekonsekvens					Konsekvens, score					
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar	Faktorer	Vekttall	3	2	1	0
Boligheter	4	2	8	>5 boliger, spredt utover løse og utløpsområde	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	1	3	Bilutstyrbutikk langs Veumveien	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse	Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	2	3	6	SVV ÅDT>5000	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0	0	Ingen toglinje	Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Iht. NVE Atlas - Distribusjonsnett	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/fiom	2	1	2	Liten bekk langs dal. Liten sannsynlighet for oppdemming og flodbølge	Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng (score x vektall):										
				20						
Prosent av maks:				44 %						
<b>Skadekonsekvensklasse:</b>				<b>Alvorlig</b>						

Faregrad					Faregrad, score					
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar	Faktorer	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ingen registrerte skredhendelser i NVE Atlas	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	2	4	H = 41 - 17 = 24 m	Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå	2	3	6	OCR mellom 1-2	Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	2	6	25 kPa poreovertrykk målt in bunn av dal i kote +5	Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0	Ikke relevant	Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	> - 50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Støste kvikkleiremektighet antatt til 15 m i BP. 206	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet målt til 270 i BP. 9	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	2	6	Liten bekk i bunn av dal.	Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep, forverring	3	0	0	Ingen inngrep på dagens situasjon	Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	0	0	Ingen inngrep på dagens situasjon	Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum poeng (score x vektall):										
				31						
Prosent av maks:				61 %						
<b>Faregradsklasse:</b>				<b>Høy</b>						

Risiko	
Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	2702
<b>Risikoklasse:</b>	<b>4</b>





# ROS-ANALYSE

Iht. NVE Ekstern rapport nr. 9/2020 - Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred

Oppdrag: **Brønnerødla - byggesak**  
Oppdragsnummer: **1350047003**

Signatur: \_\_\_\_\_ Dato: **10.06.2022**  
Saksbehandler: **INET**  
Kontrollert: **LSTO** Dato: **10.06.2022**

## FREMTIDIG SITUASJON\_OMRÅDE 1

Skadekonsekvens					Konsekvens, score					
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar	Faktorer	Vekttall	3	2	1	0
Boligheter	4	3	12	>5 boliger tett bebyggelse	Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	1	3	Bilutstyrbutikk langs Veumveien	Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen Bebyggelse, verdi	1	0	0	Ingen annen bebyggelse	Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei	2	3	6	SVV ÅDT>5000	Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje	2	0	0	Ingen toglinje	Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Iht. NVE Atlas - Distribusjonsnett	Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming/fiom	2	1	2	Liten bekk langs dal. Liten sannsynlighet for oppdemming og flodbølge	Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng (score x vekttall):					24					
Prosent av maks:					53 %					
<b>Skadekonsekvensklasse:</b>					<b>Meget Alvorlig</b>					

Faregrad					Faregrad, score					
Faktorer	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar	Faktorer	Vekttall	3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Ingen registrerte skredhendelser i NVE Atlas	Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde	2	2	4	H = 41 - 17 = 24 m	Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/håværende terrengnivå	2	2	4	OCR mellom 1-2	Tidligere/håværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk	3	2	6	25 kPa poreovertrykk målt in bunn av dal på ca. kote +5	Poretrykk, overtrykk (kPa)	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk	-3	0	0	Ikke relevant	Poretrykk, undertrykk (kPa)	-3	> - 50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Støste kvikkleiremektighet antatt til 15 m i BP. 206	Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	3	3	Sensitivitet målt til 270 i BP. 9	Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	2	6	Liten bekk i bunn av dal.	Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep, forverring	3	0	0	Ingen inngrep forverrer dagens situasjon	Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	1	-3	Motfyllinger på ca. 1-2 m og KS-stabilisering	Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum poeng (score x vekttall):					26					
Prosent av maks:					51 %					
<b>Faregradsklasse:</b>					<b>Høy</b>					

Risiko	
Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	2719
<b>Risikoklasse:</b>	<b>4</b>

**VELDEGG C**

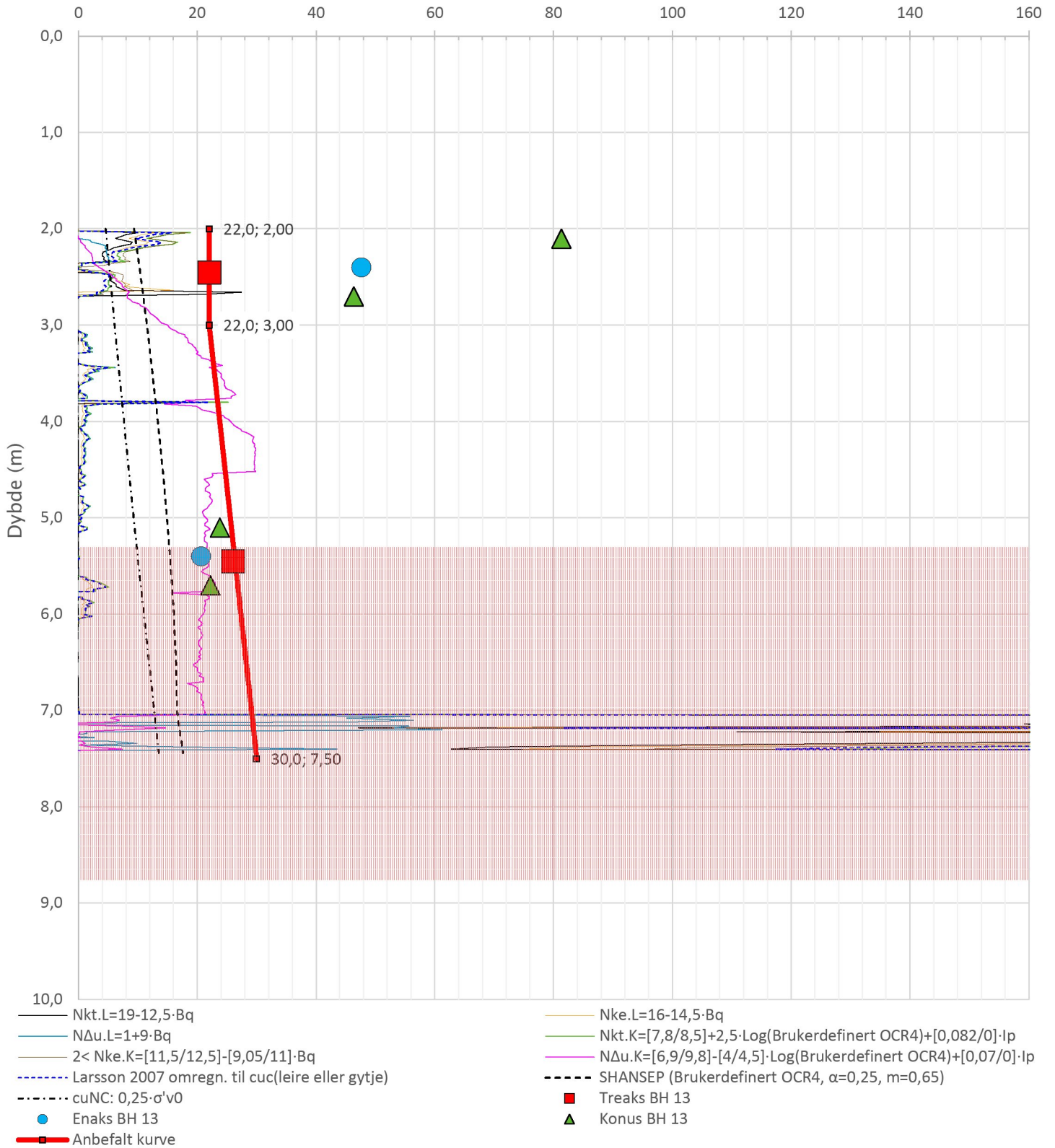
Anisotropiforhold i figur:

Trecks BH 13:  $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 13:  $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,651)}$

Konus BH 13:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,652)}$

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

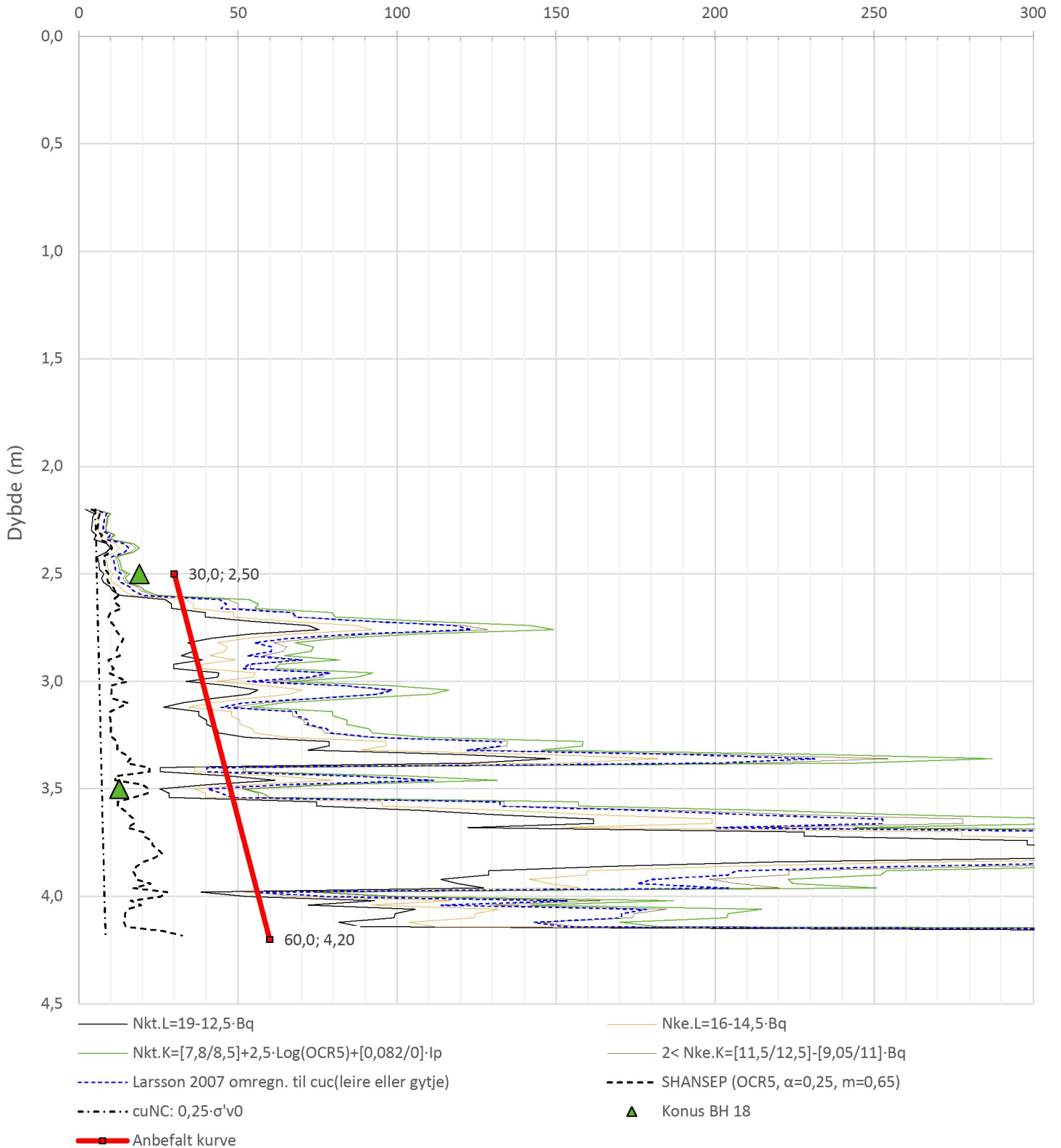



Prosjekt	Prosjektnummer: 1350040259 Rapportnummer: 1350040259-G-rap-001			Borhull	Kote +30,102
<b>Brønnerødla – byggesak</b>					<b>13</b>
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondennummer	<b>4438</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	HASK	KARE	INET		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
Utbygging	06.08.2014	Rev. dato	<b>5</b>		



Anisotropiforhold i figur:  
Konus BH 18:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

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



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350040259 Rapportnummer: 1350040259-G-rap-001		Borhull	Kote +26,666
<b>Brønnerødliabyggesak</b>				<b>18</b>	
Innhold		Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	<b>4438</b>
 <b>Statens vegvesen</b>	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	HASK	KARE	INET		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	Figur	
Utbygging	06.08.2014			<b>5</b>	

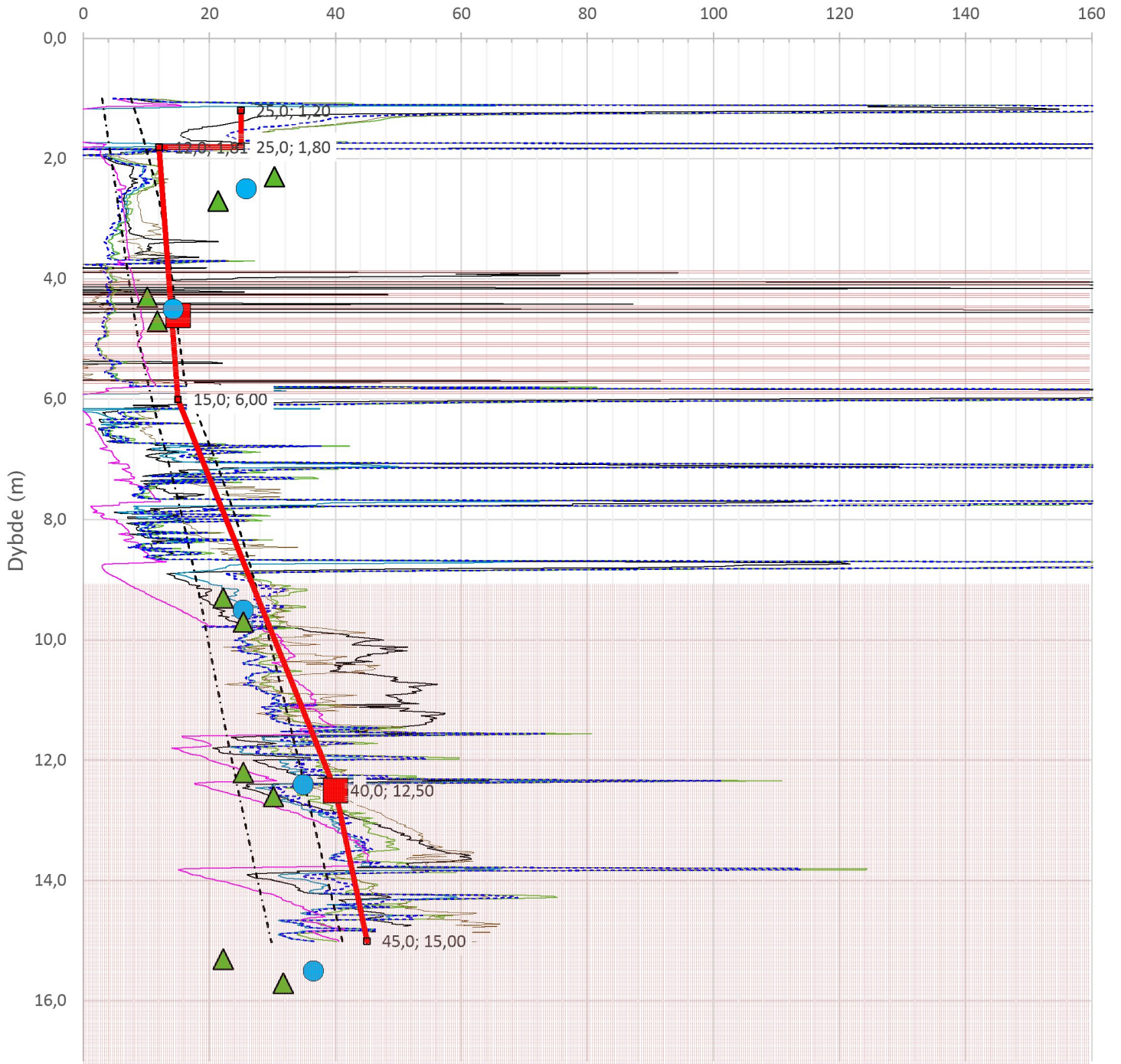
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 303:  $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 303:  $c_{uuc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,658)}$

Konus BH 303:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,659)}$

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]·lp
- NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp
- - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4,  $\alpha=0,25$ ,  $m=0,65$ )
- Treaks BH 303
- ▲ Konus BH 303
- 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)
- - - - -  $c_{uNC}: 0,25 \cdot \sigma'_{v0}$
- Enaks BH 303
- Anbefalt kurve

Prosjekt	Prosjektnummer: 1350047003 Rapportnummer: 1350047003-G-rap-001	Borhull	Kote +15,888
<b>Brønnerødliabyggesak</b>		<b>303</b>	
Innhold		Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		<b>4505</b>	
	Utført	Kontrollert	Godkjent
	HASK	KARE	INET
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Anvend.klasse
Utbygging	25.01.2022	Rev. dato	1
			Figur
			<b>5</b>



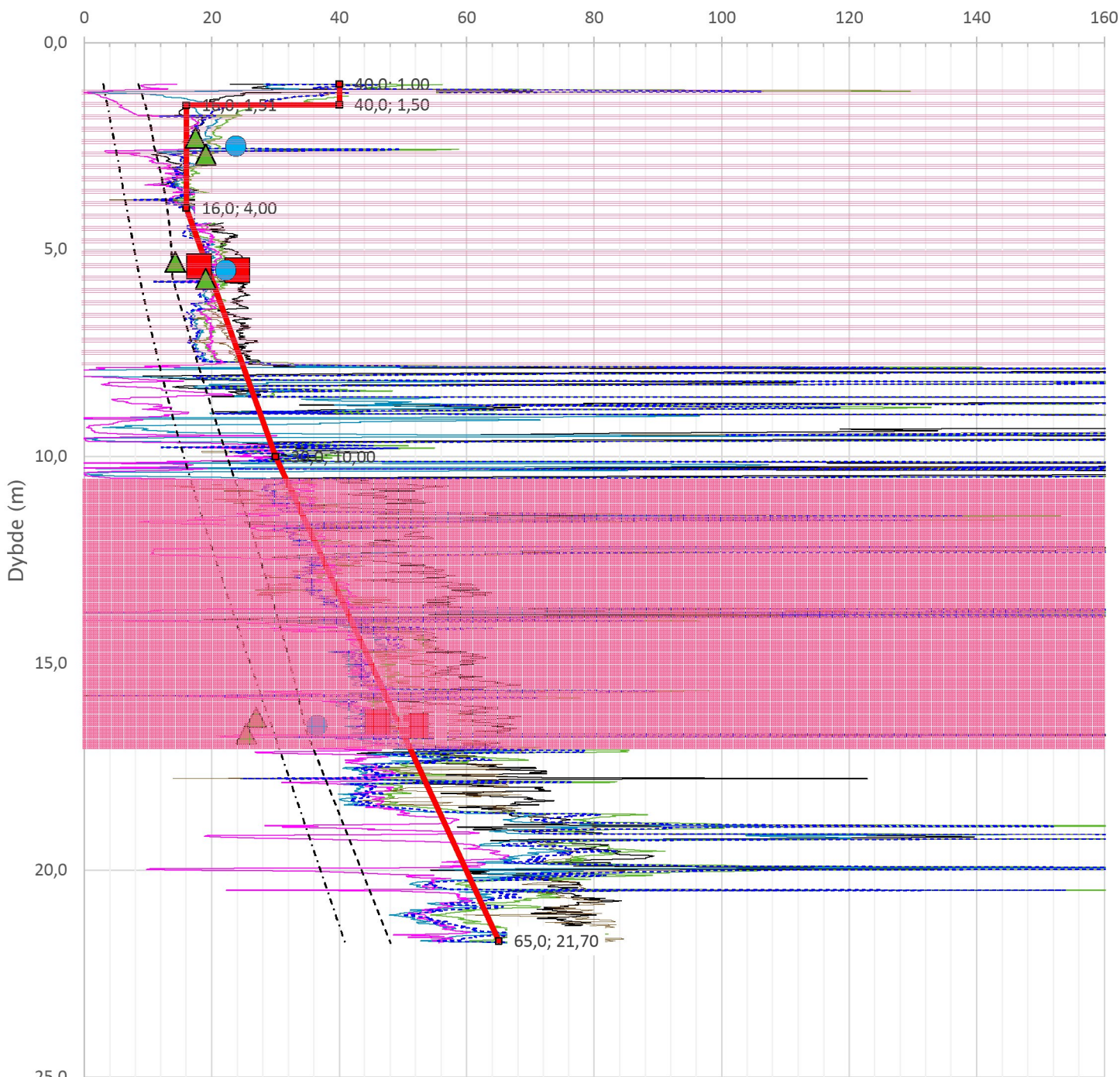
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 305:  $c_u/c_{ucptu} = 1,000$


Enaks BH 305:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Konus BH 305:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

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

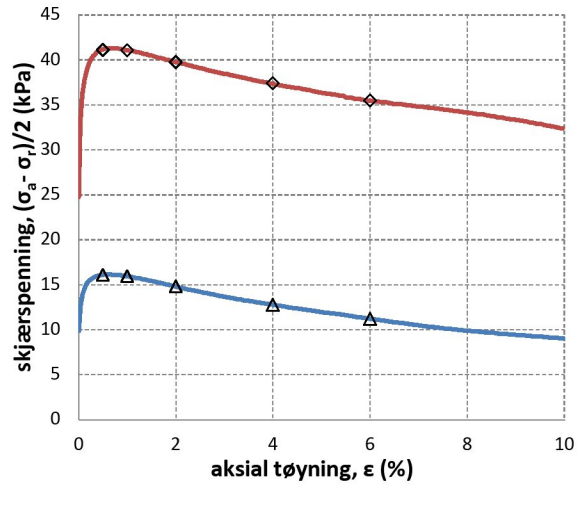
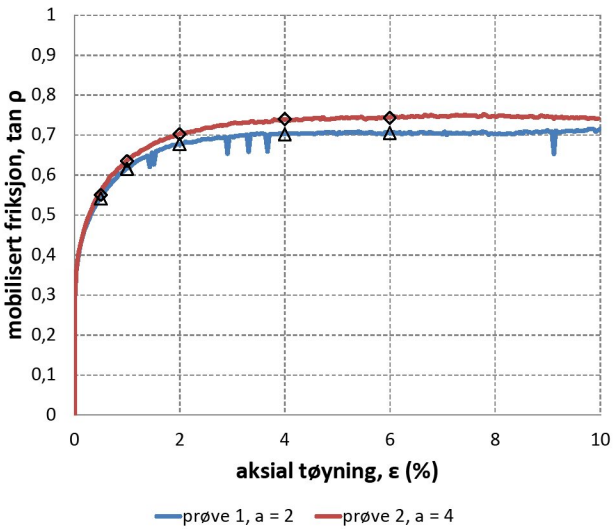
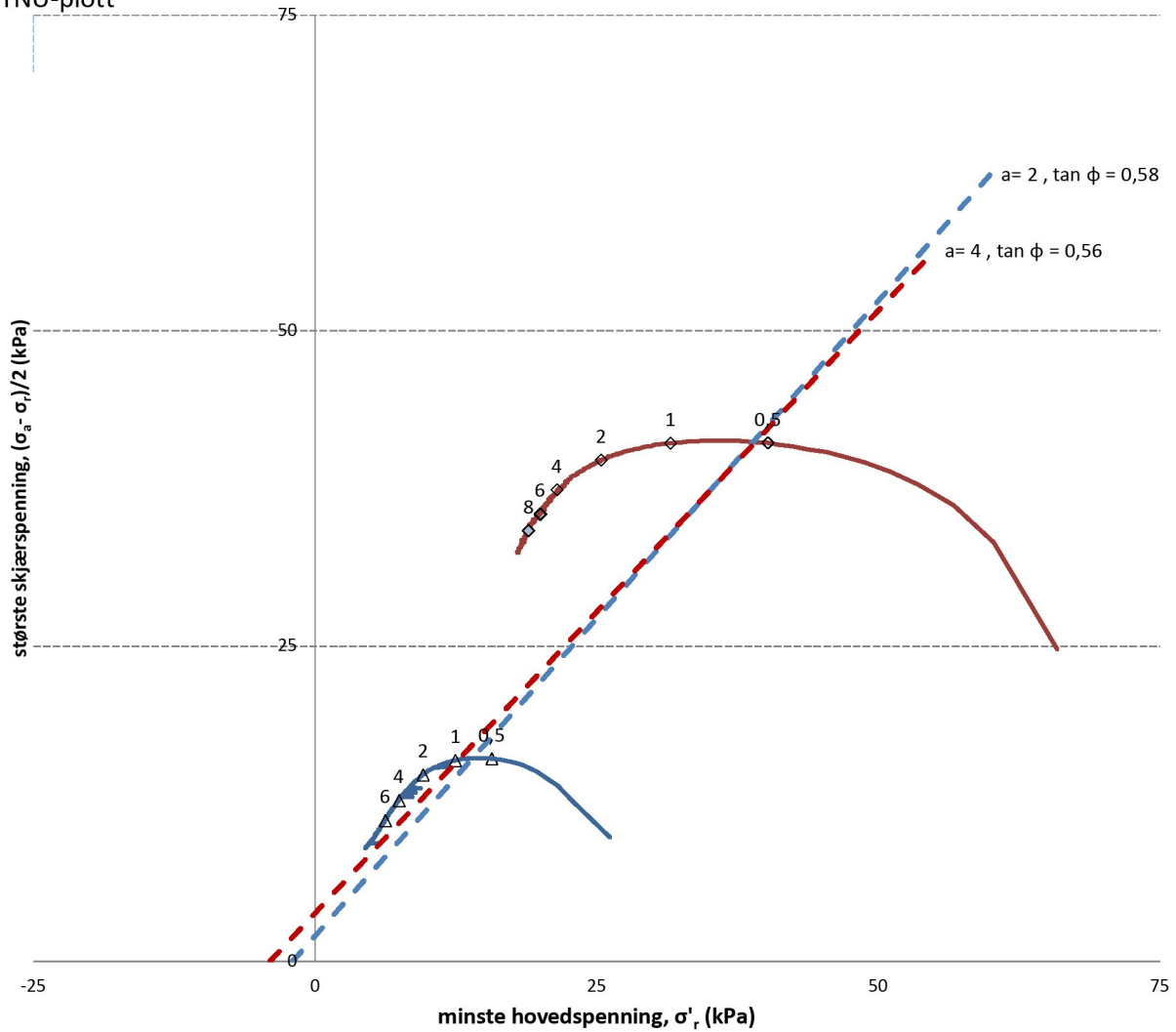


- Nkt.L=19-12,5·Bq
- Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp
- NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp
- - - SHANSEP (Brukerdefinert OCR4,  $\alpha=0,28$ ,  $m=0,65$ )
- Treaks BH 305
- ▲ Konus BH 305
- NΔu.L=1+9·Bq
- 2< Nke.K=[11,5/12,5]-[9,05/11]·Bq
- - - - - Larsson 2007 omregn. til  $c_{uc}$ (leire eller gytje)
- - - - -  $c_{uNC}: 0.28 \cdot \sigma'_{v0}$
- Enaks BH 305
- Anbefalt kurve

Prosjekt		Prosjektnummer: 1350047003 Rapportnummer: 1350047003-G-rap-001		Borhull	Kote +16,48
<b>Brønnerødliabyggesak</b>				<b>305</b>	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				<b>4505</b>	
 Statens vegvesen	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	HASK	KARE	INET		
Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur		
Utbygging	25.01.2022	Rev. dato	<b>5</b>		



NTNU-plott



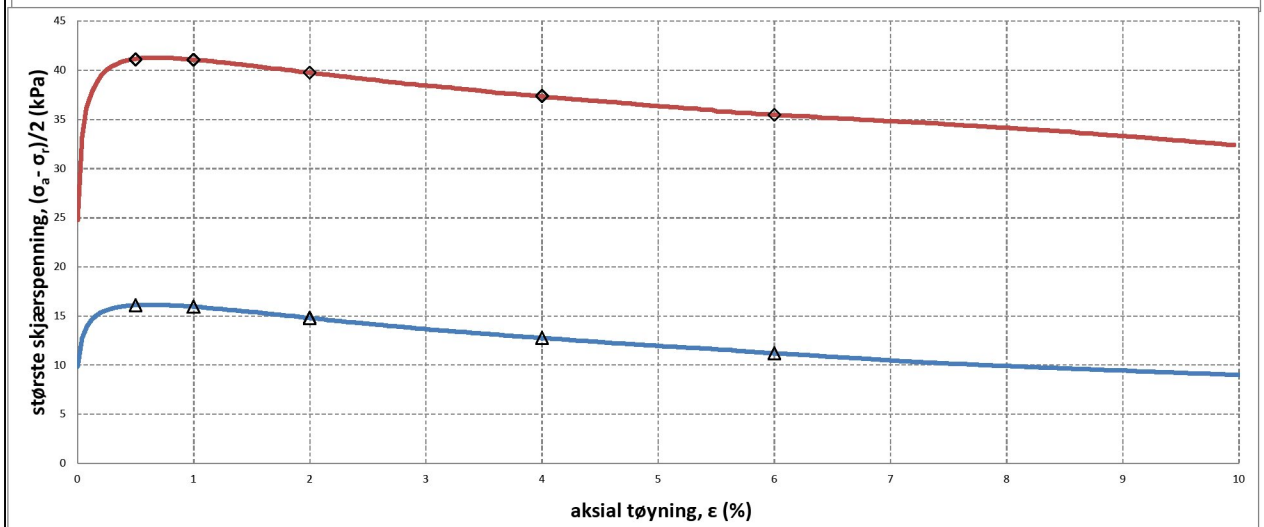
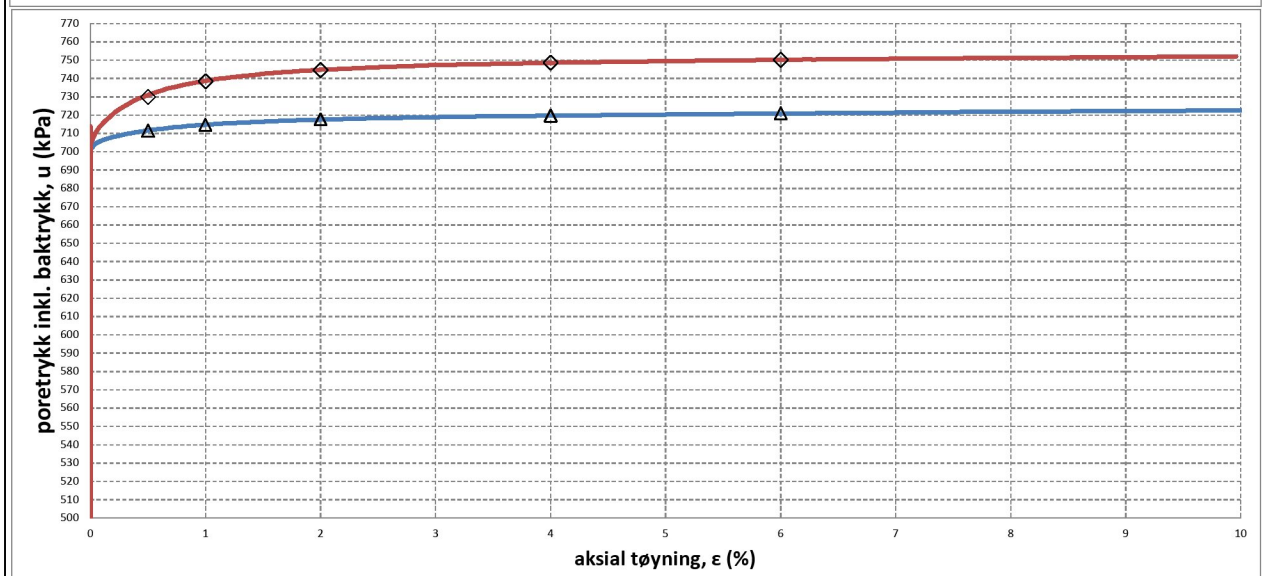
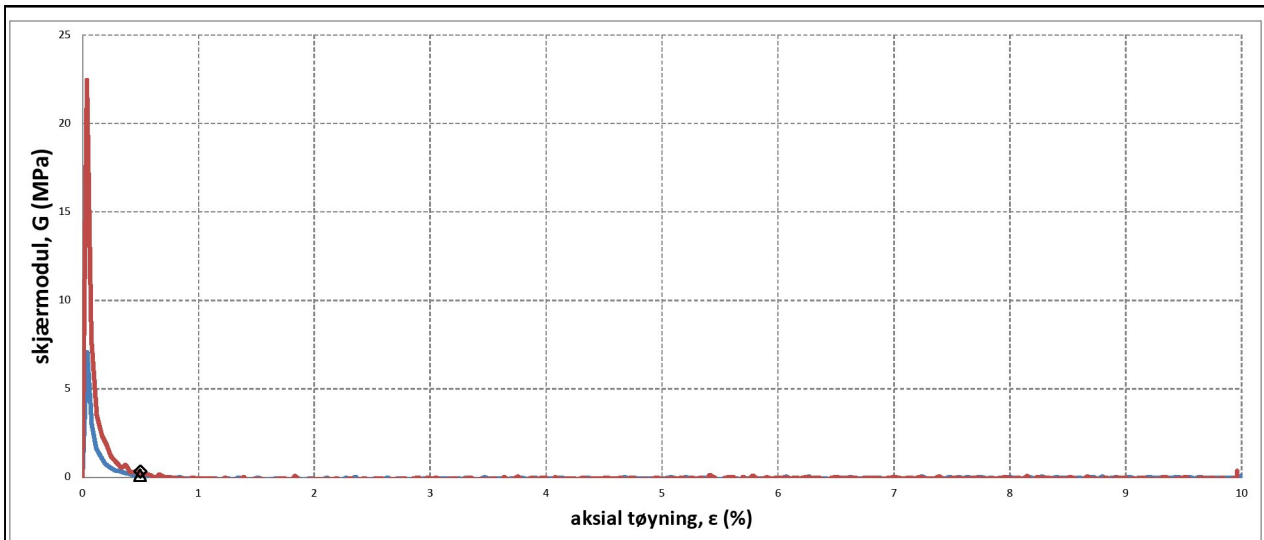
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	303	2	4,60m	CAUA	43,1	3,8	0,069	46	45	26	Kvikkleire
2	◇	303	5	12,5m	CAUA	26,5	4,4	0,104	118	114	66	Leire, sandig



Brønnerødli - byggesak

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 1350047003
Tegn./kontr. VRD/HASK	Vedlegg C
Dato 04.03.2022	Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	Δ	303	2	4,60m	CAUA	43,1	3,8	0,069	46	45	26	Kvikkleire
2	◇	303	5	12,5m	CAUA	26,5	4,4	0,104	118	114	66	Leire, sandig



Brønnerødla - byggesak

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350047003

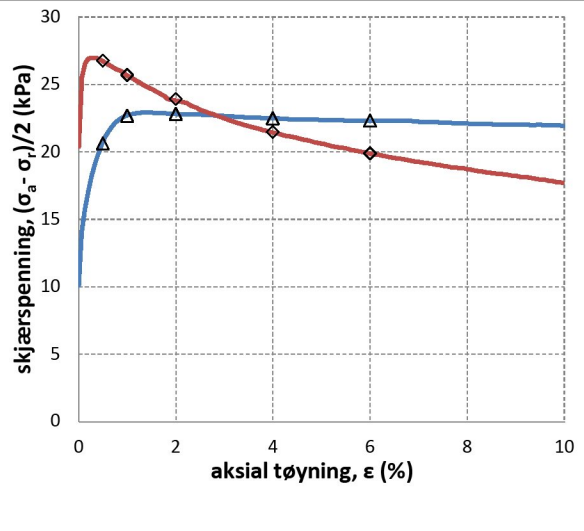
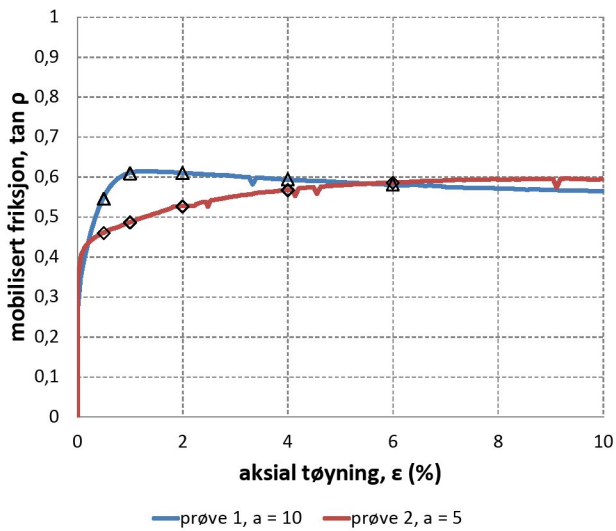
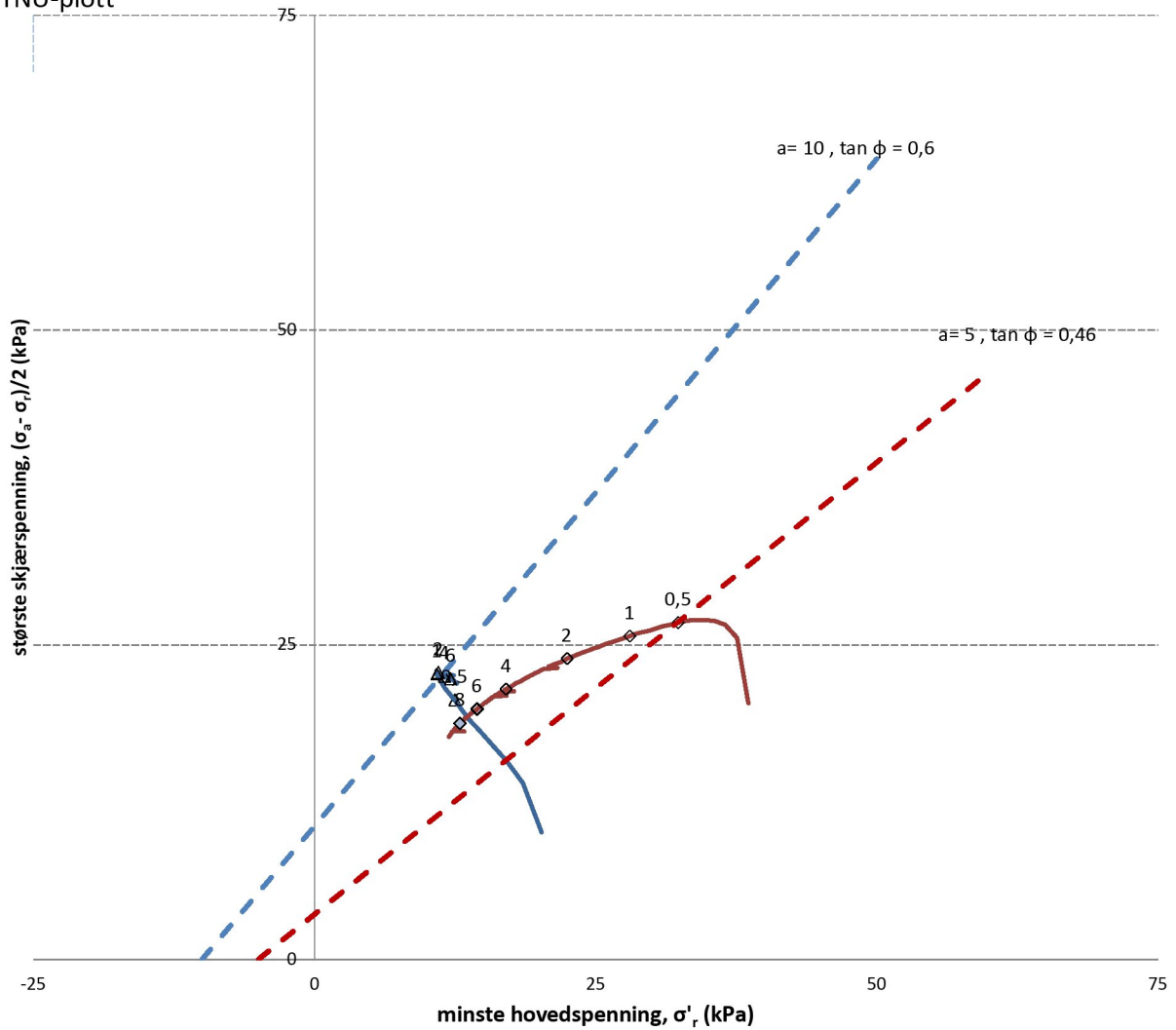
Tegn./kontr.  
VRD/HASK

Dato  
04.03.2022

Bilag  
C

Tegn. Nr.  
0

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	13	25	2,45m	CAUA	39,0	1,2	0,023	40	40	20	Leire, endel sand og små gr
2	◇	13	26	5,45m	CAUA	37,5	2,7	0,052	78	77	39	Leire, enkelte sandkorn

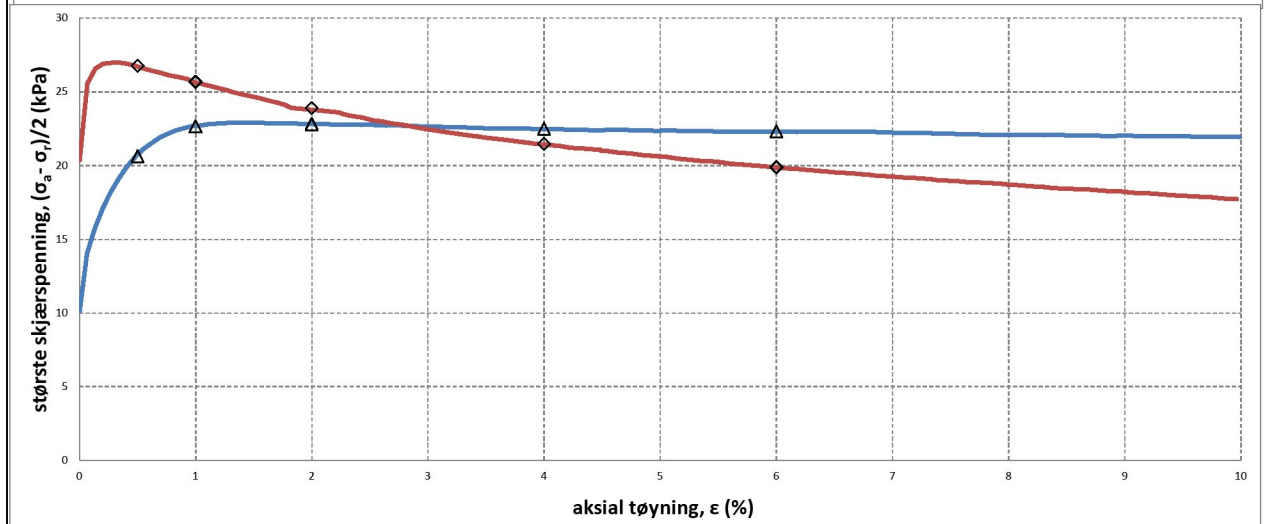
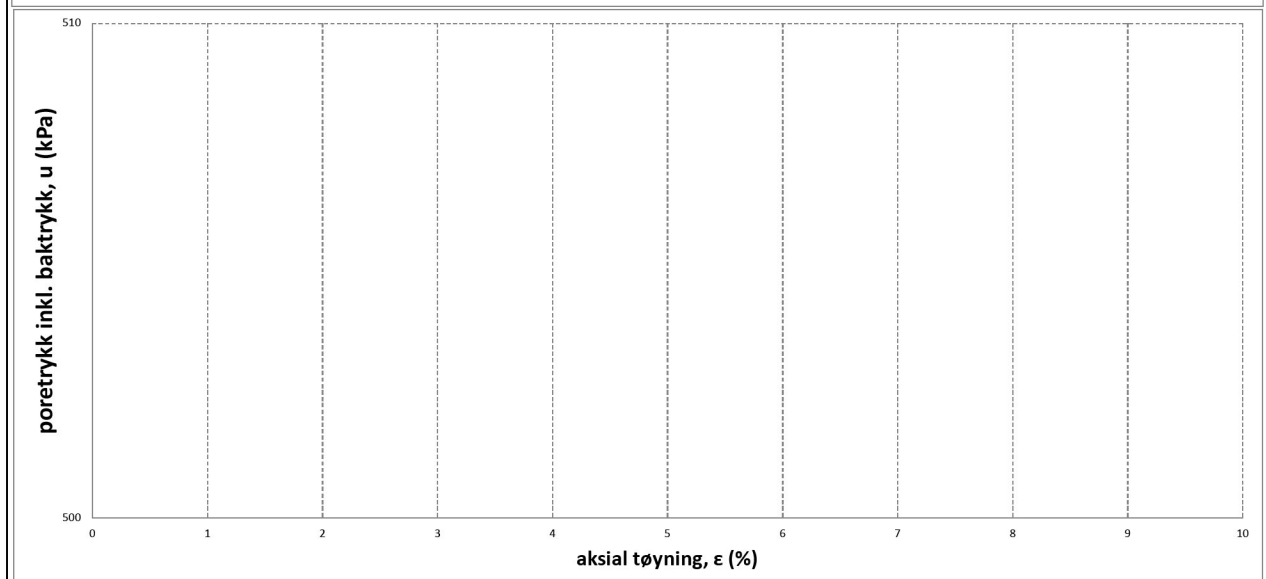
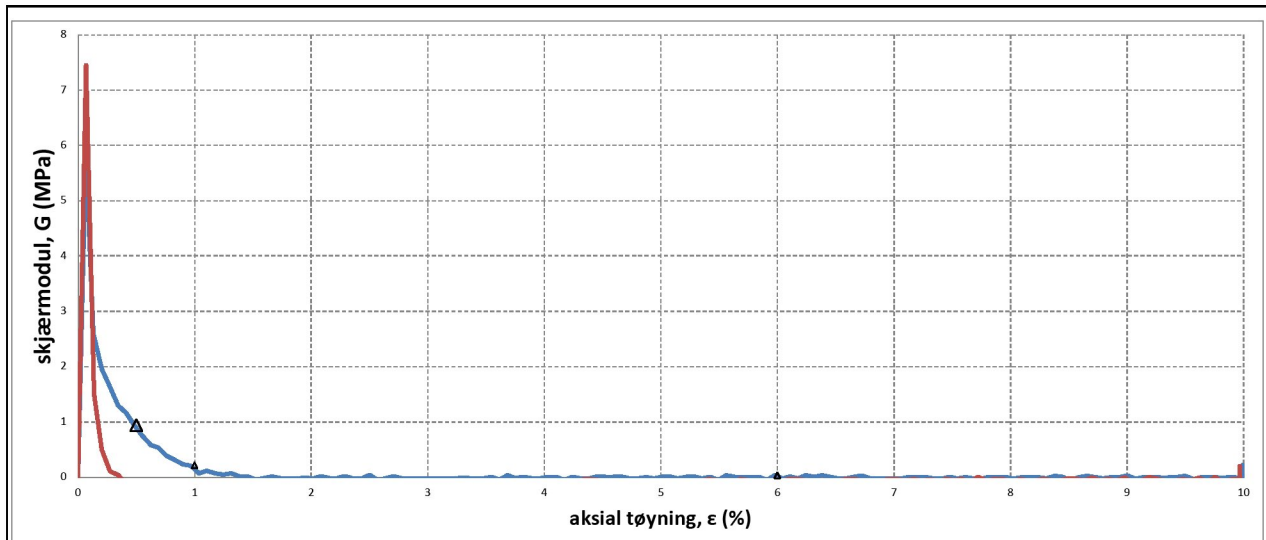


Brønnerødli

TREAKSIALFORSØK

	Oppdrag 2120079-004
Tegn./kontr. VRD/HASK	Vedlegg C
Dato 18.08.2014	Tegn. Nr.





PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	Δ	13	25	2,45m	CAUA	39,0	1,2	0,023	40	40	20	Leire, endel sand og små gr
2	◇	13	26	5,45m	CAUA	37,5	2,7	0,052	78	77	39	Leire, enkelte sandkorn



Brønnerødli

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
2120079-004

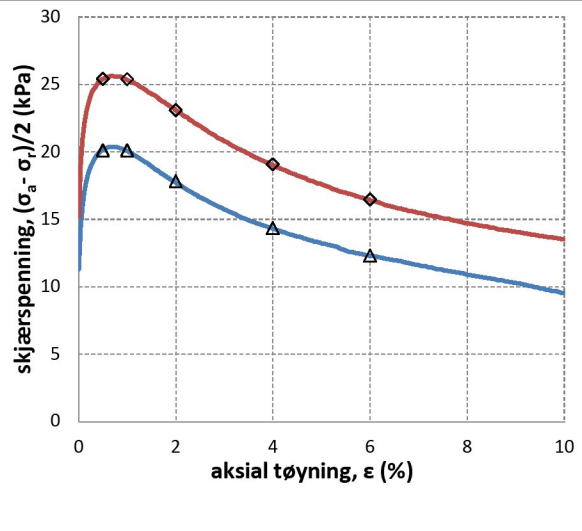
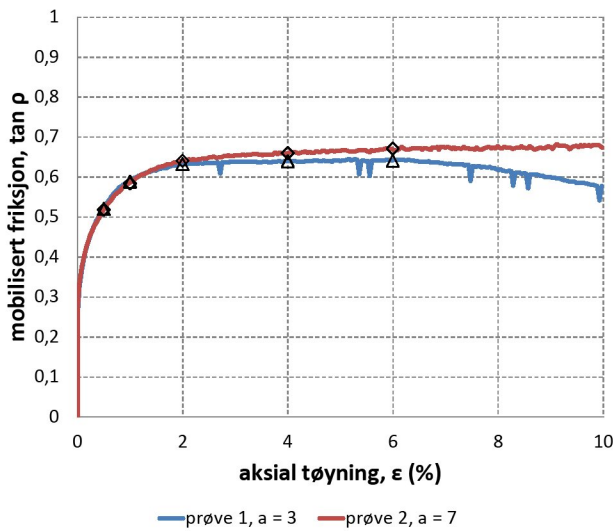
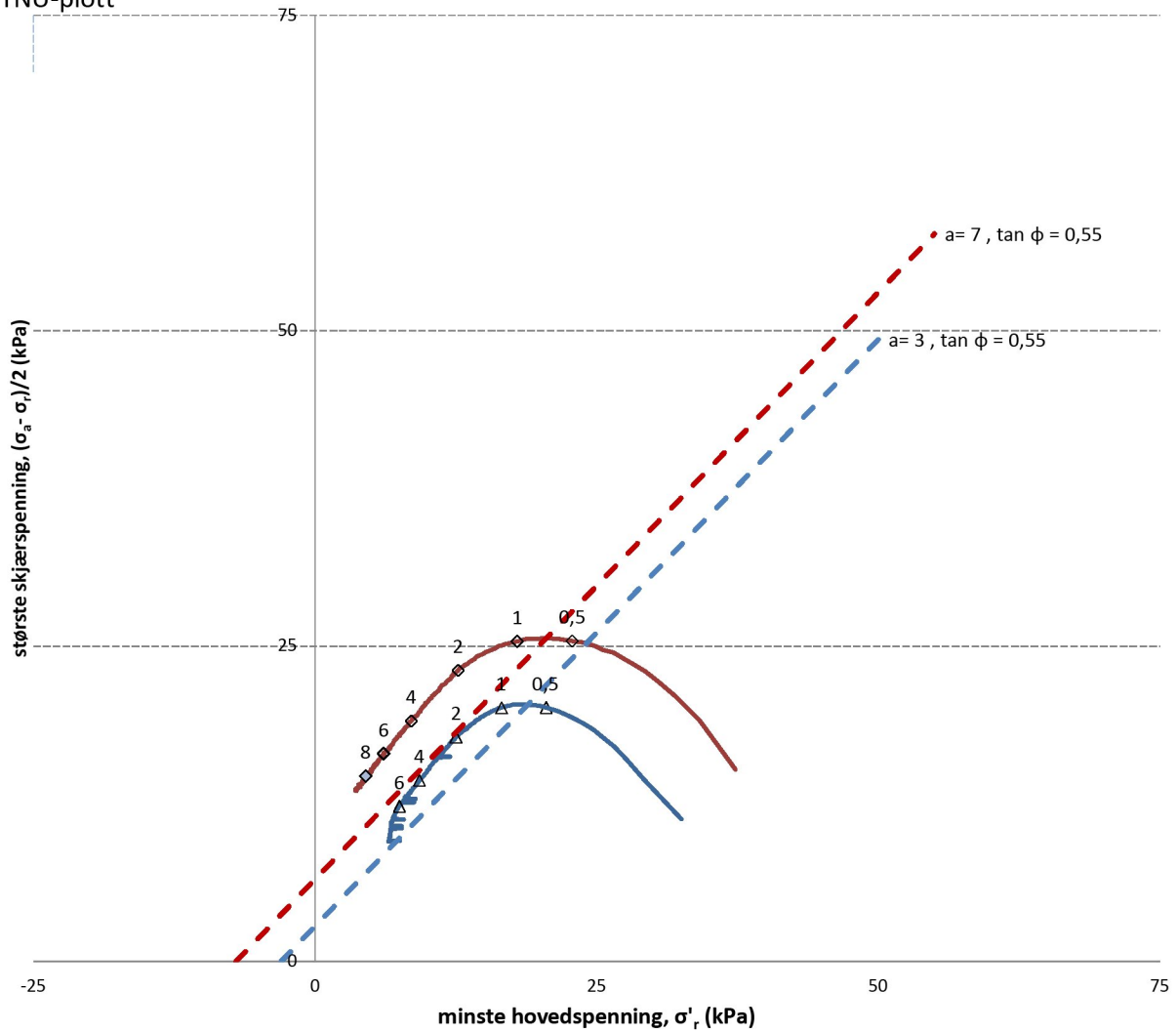
Tegn./kontr.  
VRD/HASK

Dato  
18.08.2014

Bilag  
C

Tegn. Nr.  
0

NTNU-plott



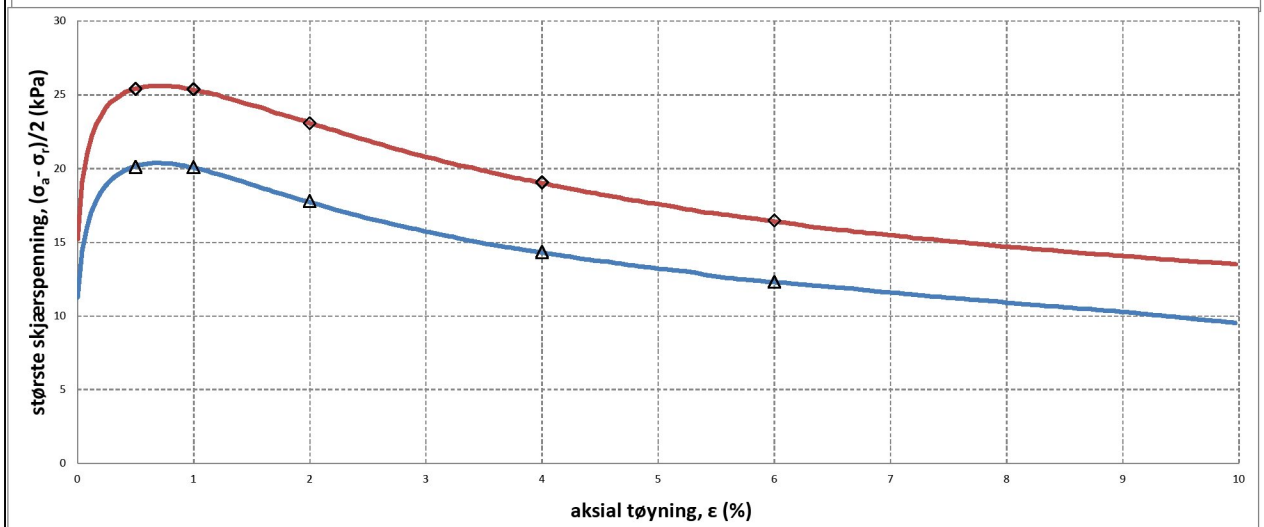
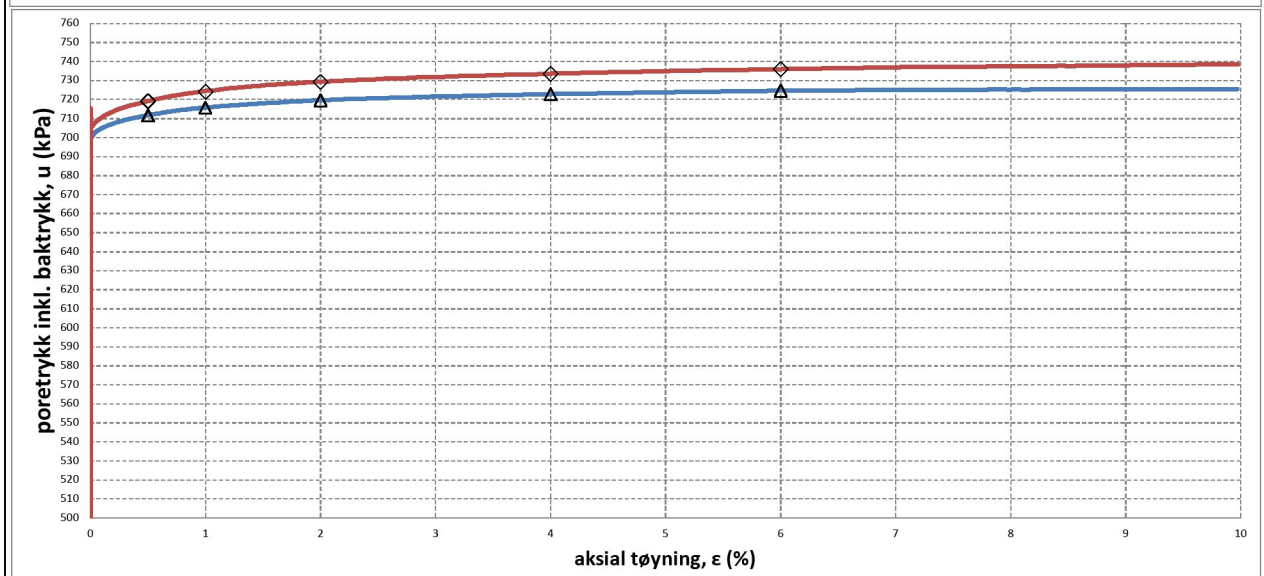
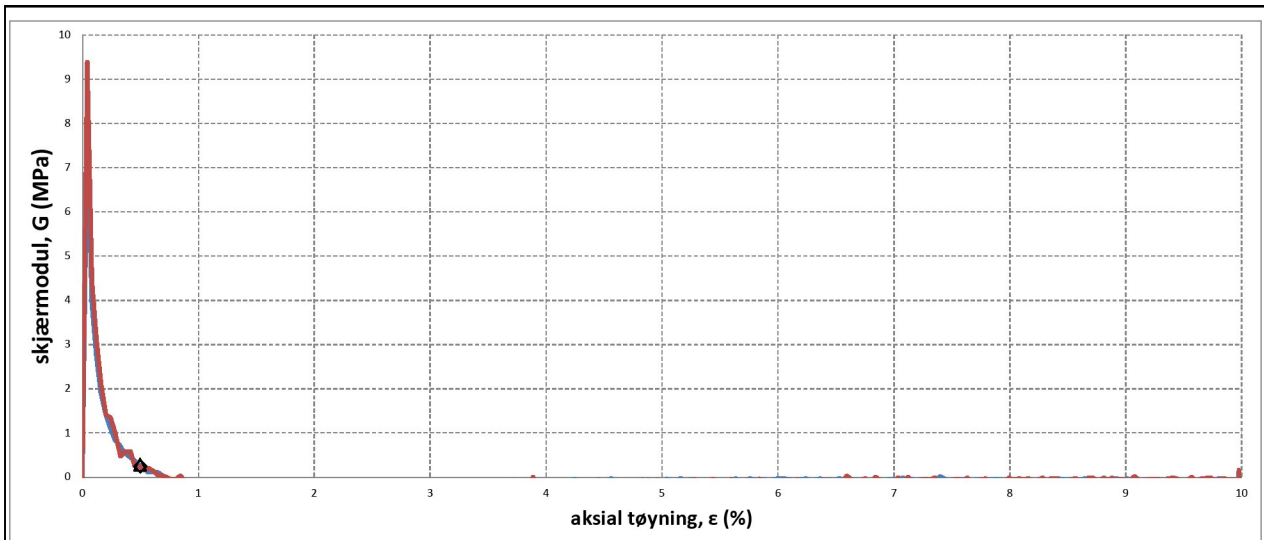
PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	305	8	5,40m	CAUA	56,8	3,1	0,051	55	55	33	Kvikkleire
2	◇	305	8	5,50m	CAUA	59,5	6,0	0,096	70	66	37	Kvikkleire



Brønnerødli - byggesak  
 Brønnerødli - byggesak  
 TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.  
 VRD/HASK  
 Dato  
 03.03.2022

Oppdrag  
 1350047003  
 Vedlegg  
 C  
 Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₐ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	Δ	305	8	5,40m	CAUA	56,8	3,1	0,051	55	55	33	Kvikkleire
2	◇	305	8	5,50m	CAUA	59,5	6,0	0,096	70	66	37	Kvikkleire



Brønnerødla - byggesak

Brønnerødla - byggesak

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350047003

Tegn./kontr.  
VRD/HASK

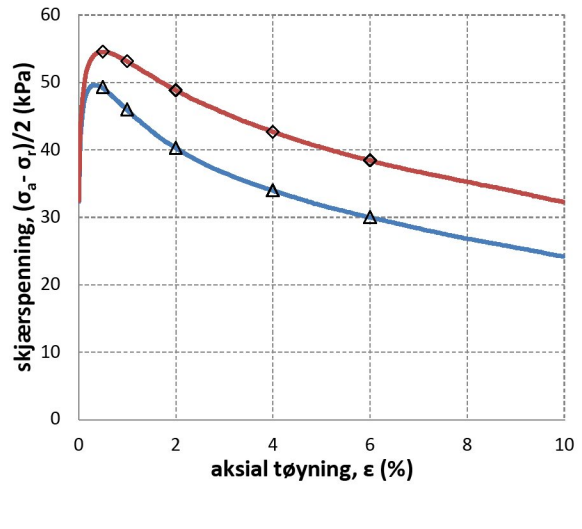
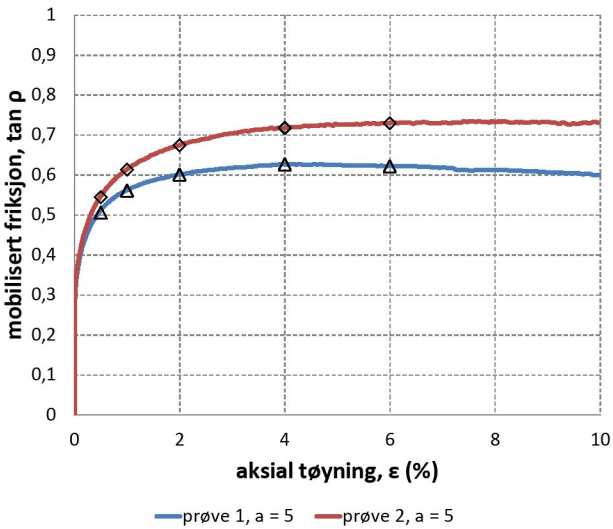
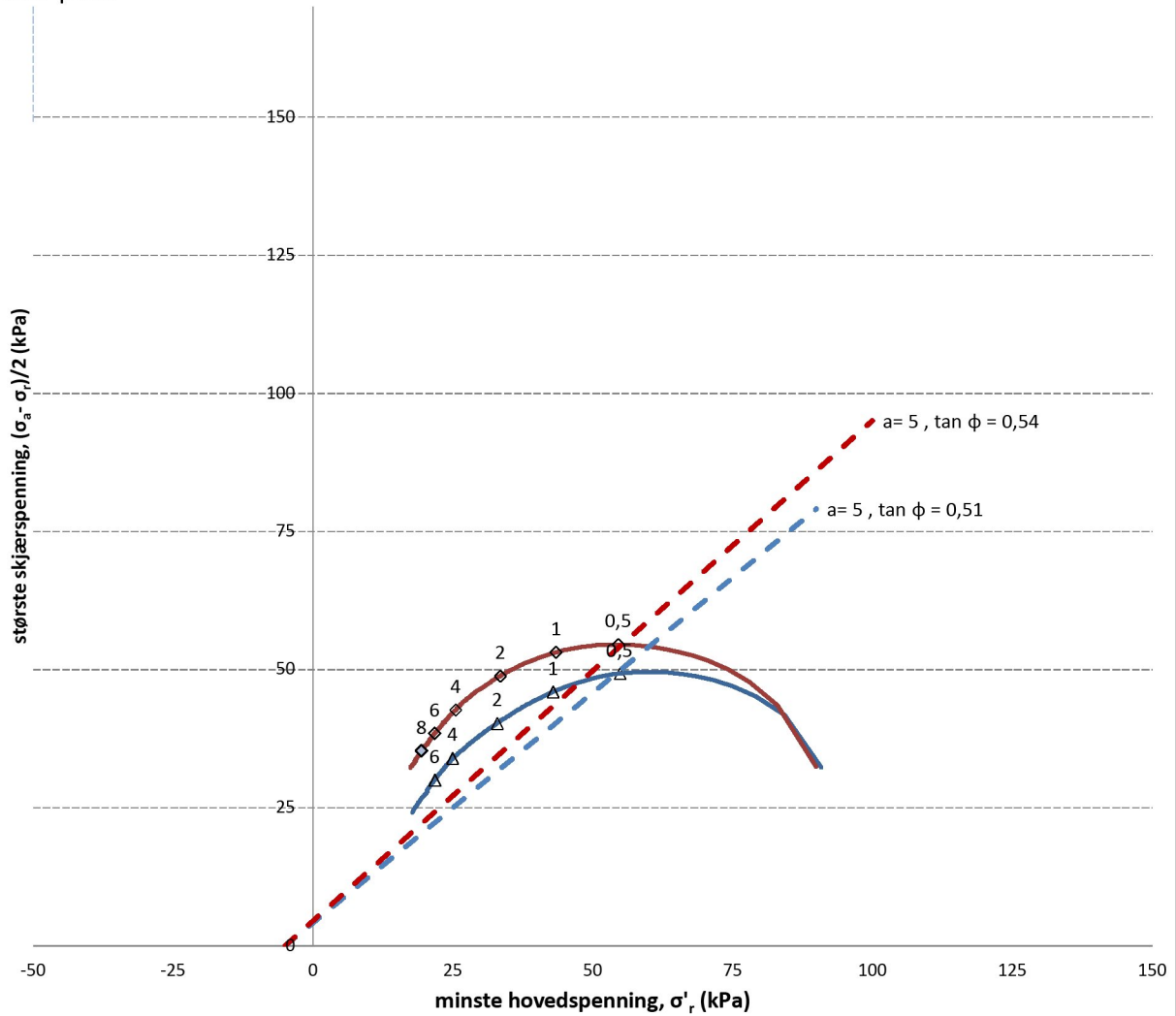
Dato  
03.03.2022

Bilag  
C

Tegn. Nr.  
0



NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p <sub>0</sub> ' (kPa)	p <sub>a</sub> ' (kPa)	p <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	305	11	16,40m	CAUA	23,0	4,2	0,107	154	154	91	Kvikkleire, sandig
2	◇	305	11	16,50m	CAUA	24,6	4,4	0,109	160	153	90	Kvikkleire, sandig



Brønnerødli - byggesak

Brønnerødli - byggesak

TREAKSIALFORSØK

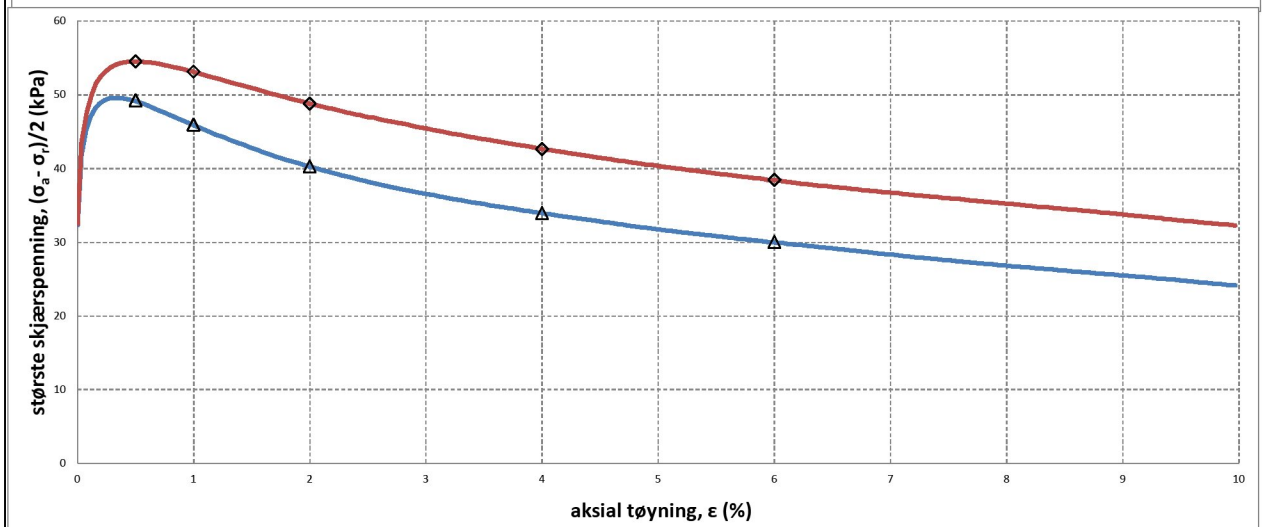
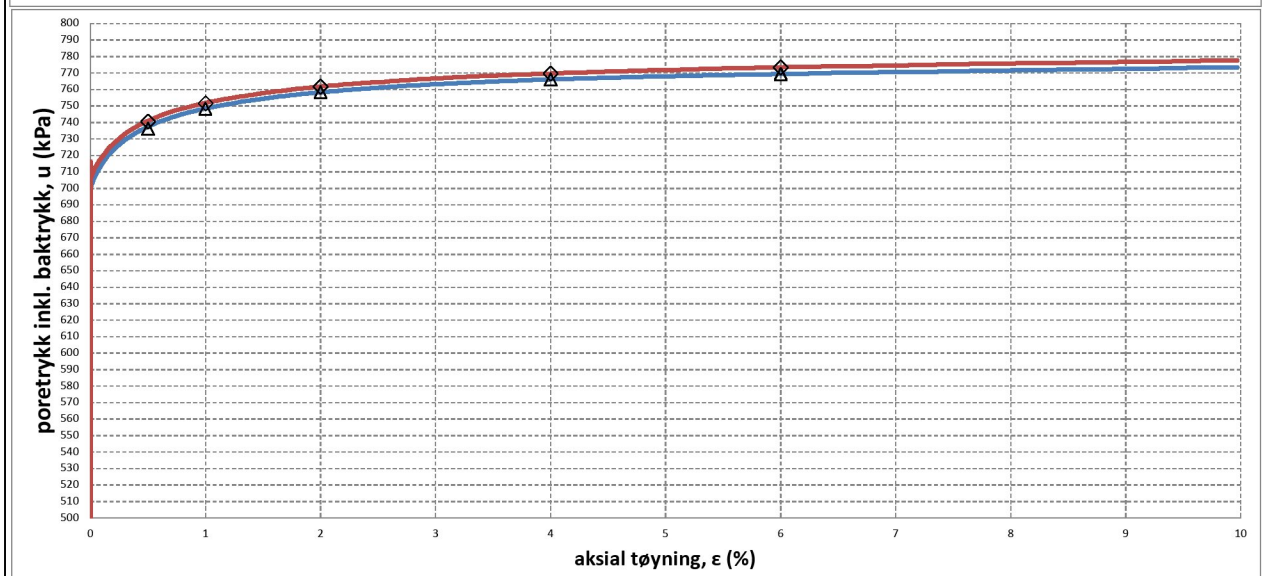
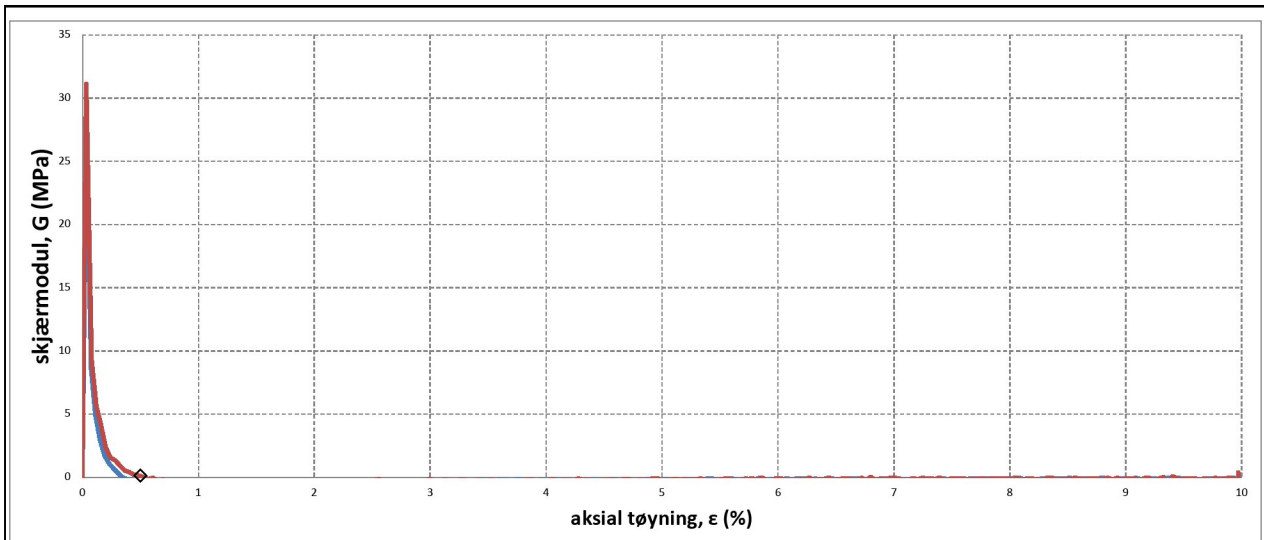
Oppdrag  
1350047003

Tegn./kontr.  
VRD/

Dato  
02.05.2022

Bilag

Tegn. Nr.



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p₀' (kPa)	pₛ' (kPa)	pᵣ' (kPa)	
1	△	305	11	16,40m	CAUA	23,0	4,2	0,107	154	154	91	Kvikkleire, sandig
2	◇	305	11	16,50m	CAUA	24,6	4,4	0,109	160	153	90	Kvikkleire, sandig



Brønnerødla - byggesak

Brønnerødla - byggesak

TREAKSIALFORSØK

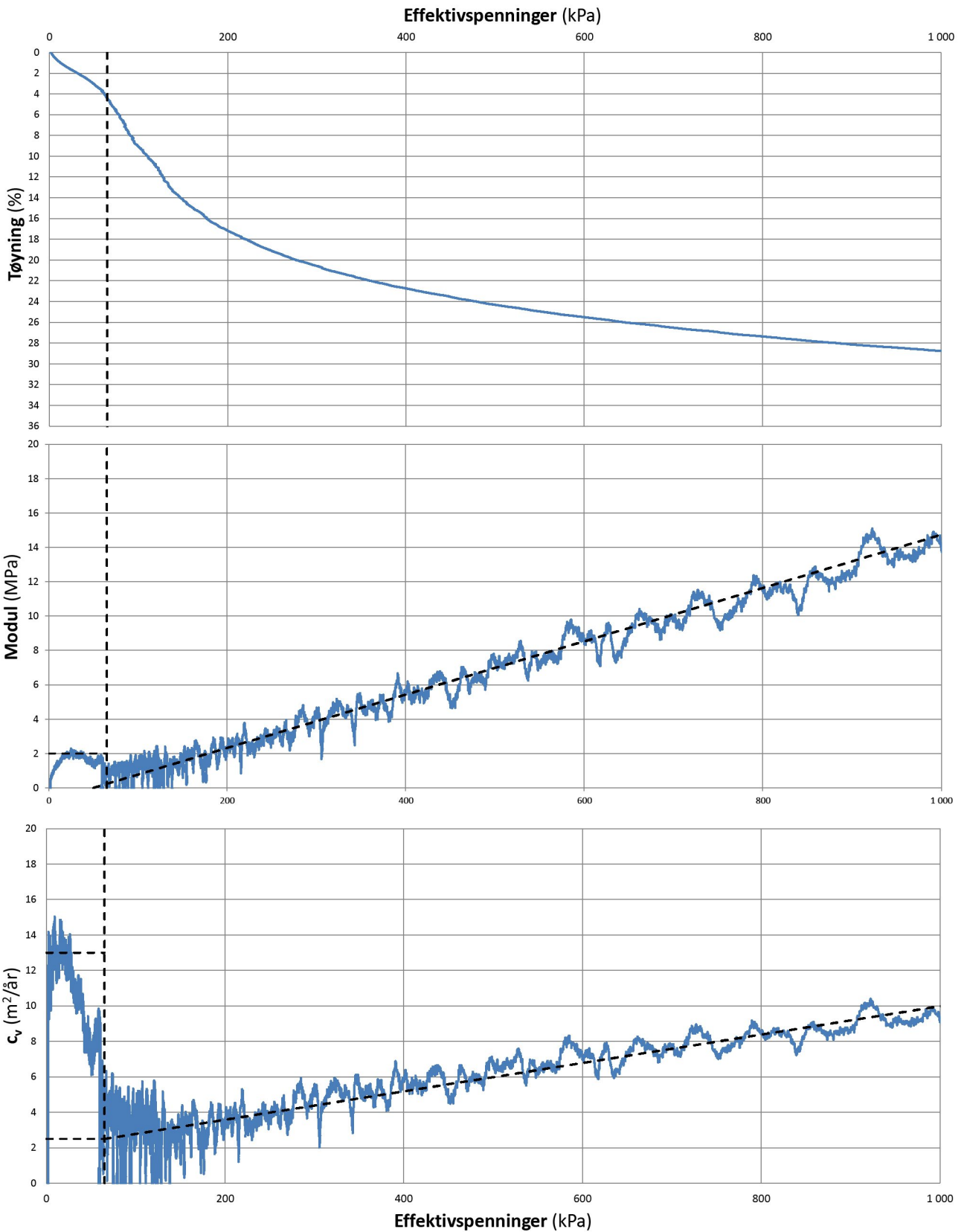
Oppdrag  
1350047003

Tegn./kontr.  
VRD/

Dato  
02.05.2022

Bilag  
-

Tegn. Nr.  
0



$\sigma'_c$	$\sigma'_r$	$M_{oc}$	$m$	$c_{v,oc}$	$c_{v,nc}$	$m_{cv}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[m <sup>2</sup> /år]	[m <sup>2</sup> /år]	[m <sup>2</sup> /((år*kPa))]
65	50	2000	15	13	2,5	0,0080

BORHULL	LAB. NO.	DYBDE	DATO LAB. TEST	KOMMENTAR
305	7	2,50m	23.02.2022	Kvikkleire, sandig



Brønnerødli - byggesak

ØDOMETERTEST  
TOLKNING

PROSJ. NO.  
1350047003

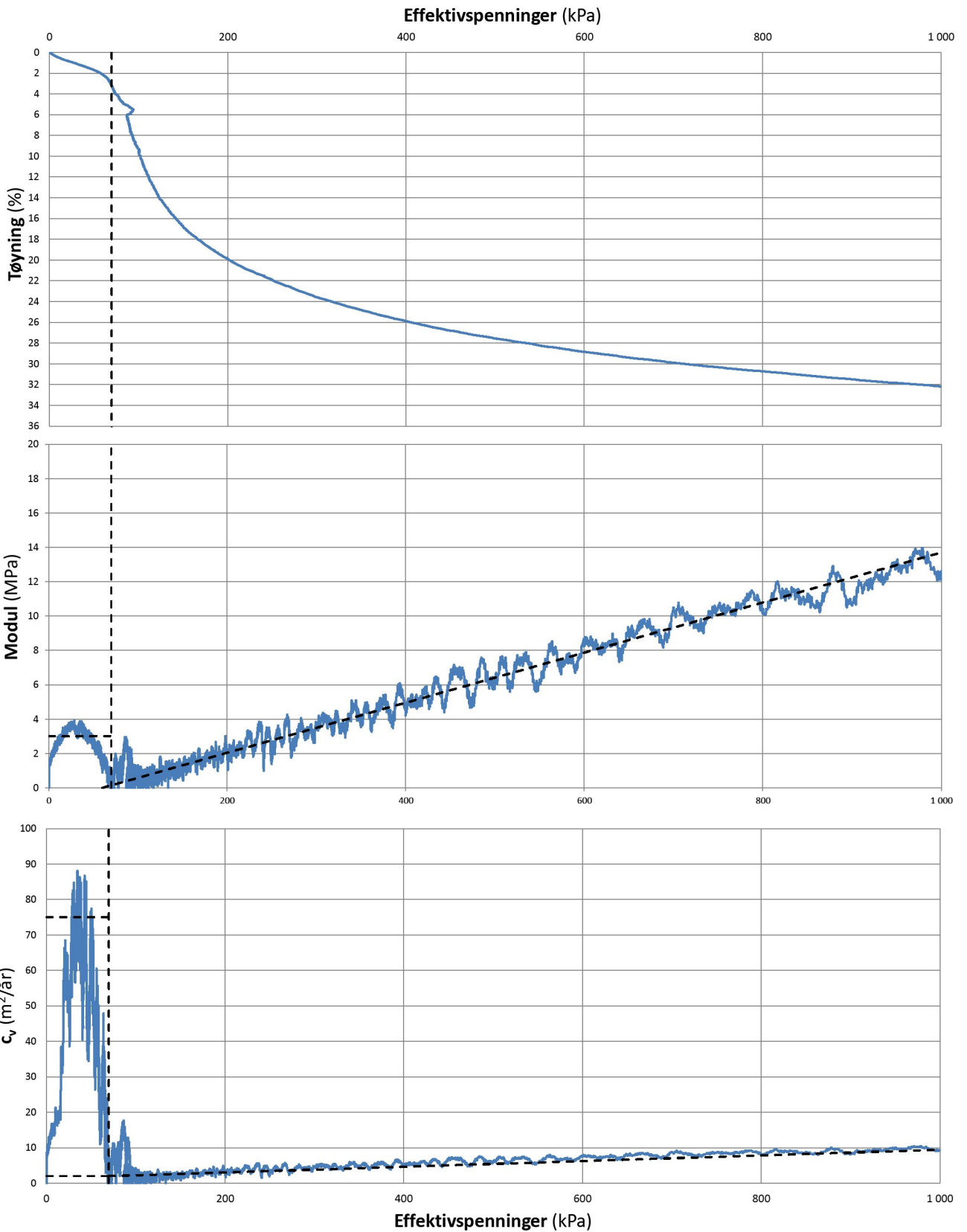
TEGN./KONT.  
HASK/INET

VEDLEGG  
C

TEGN. DATA  
25.04.2022

TEGN. NO  
-





$\sigma'_c$	$\sigma'_r$	$M_{oc}$	$m$	$c_{v,oc}$	$c_{v,nc}$	$m_{c_v}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[m <sup>2</sup> /år]	[m <sup>2</sup> /år]	[m <sup>2</sup> /((år*kPa))]
70	60	3000	14	75	2	0,0080

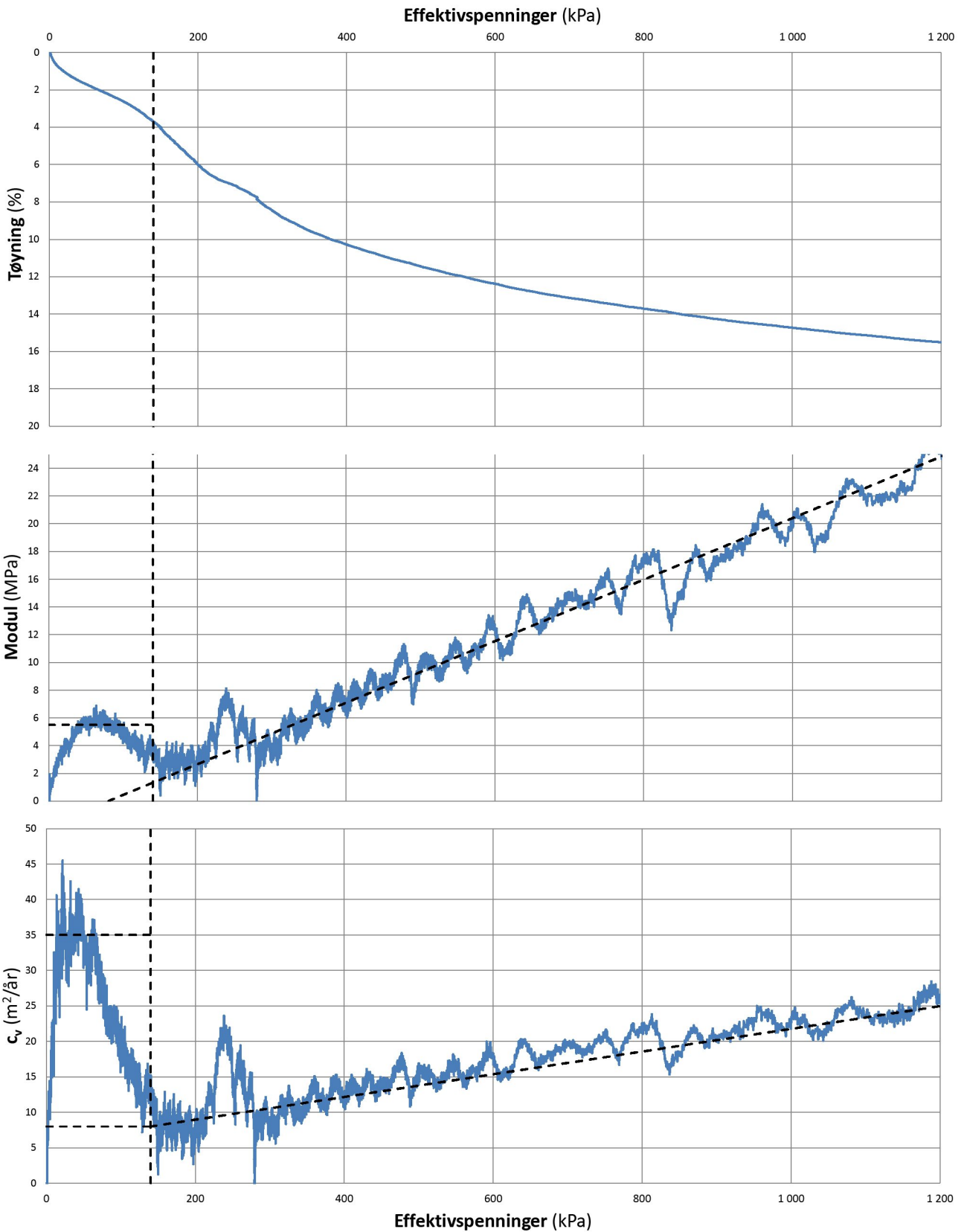
BORHULL	LAB. NO.	DYBDE	DATO LAB. TEST	KOMMENTAR
305	8	5,65m	Brønnerødli	- IKvikkleire



Brønnerødli - byggesak

ØDOMETERTEST  
TOLKNING

	PROSJ. NO. 1350047003
TEGN./KONT. HASK/INET	VEDLEGG C
TEGN. DATA 25.04.2022	TEGN. NO -



$\sigma'_c$	$\sigma'_r$	$M_{oc}$	$m$	$c_{v,oc}$	$c_{v,nc}$	$m_{cv}$
[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[kN/m <sup>2</sup> ]	[-]	[m <sup>2</sup> /år]	[m <sup>2</sup> /år]	[m <sup>2</sup> /(år*kPa)]
140	80	5500	21	35	8	0,0160

BORHULL	LAB. NO.	DYBDE	DATO LAB. TEST	KOMMENTAR
305	11	16,60m		Brønnerødliå - lLeire, sandig



Brønnerødliå - byggesak

ØDOMETERTEST  
TOLKNING

PROSJ. NO.  
1350047003

TEGN./KONT.  
HASK/INET

VEDLEGG  
C

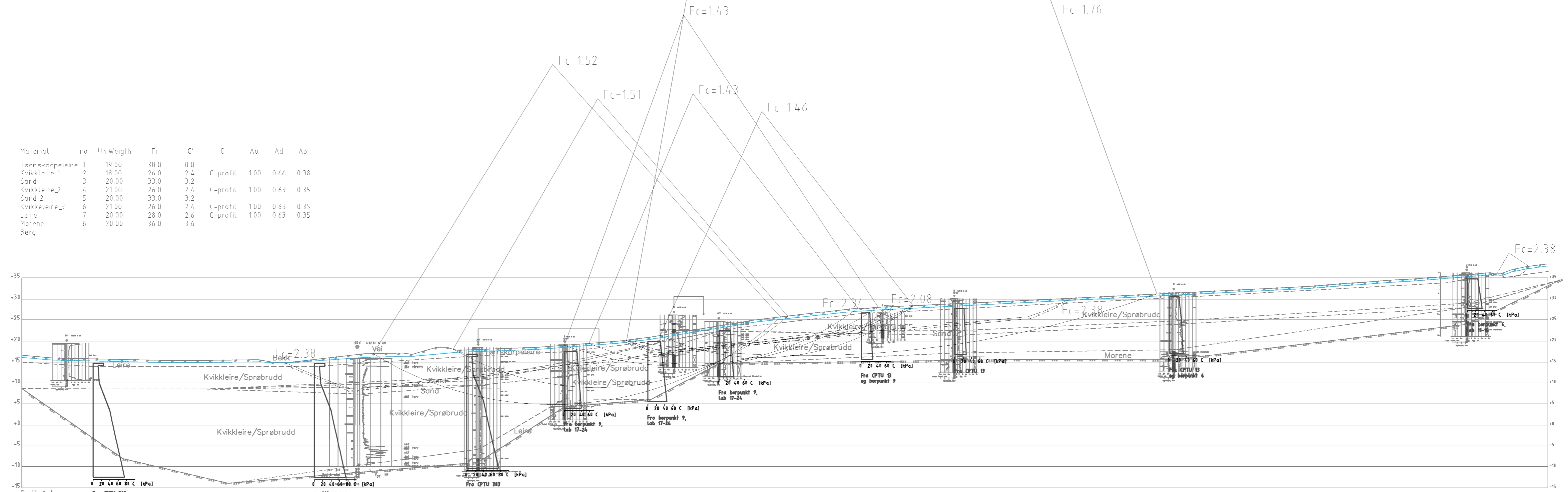
TEGN. DATA  
04.05.2022

TEGN. NO  
-

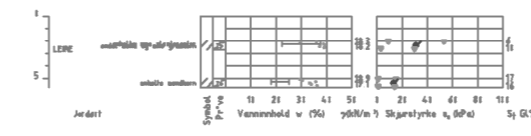
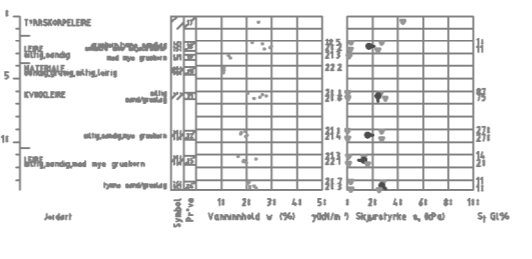
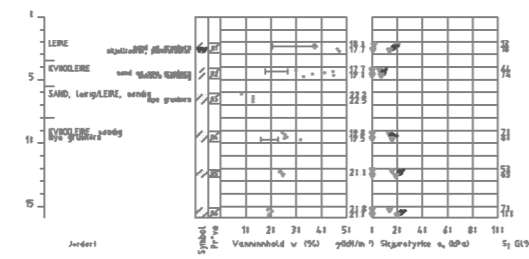
## **VEDLEGG D**



Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørnskorpeleire	1	19.00	30.0	0.0					
Kvikkleire_1	2	18.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.66	0.38	
Sand	3	20.00	33.0	3.2					
Kvikkleire_2	4	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Sand_2	5	20.00	33.0	3.2					
Kvikkleire_3	6	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Leire	7	20.00	28.0	2.6	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Morene	8	20.00	36.0	3.6					
Berg									



Profil A-A  
1:600



01	19.09.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Brønnerødla byggesak**  
OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHOOLD  
Stabilitetsanalyse profil A-A  
Dagens situasjon, ADP

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR.	REV.
		V001-1	01

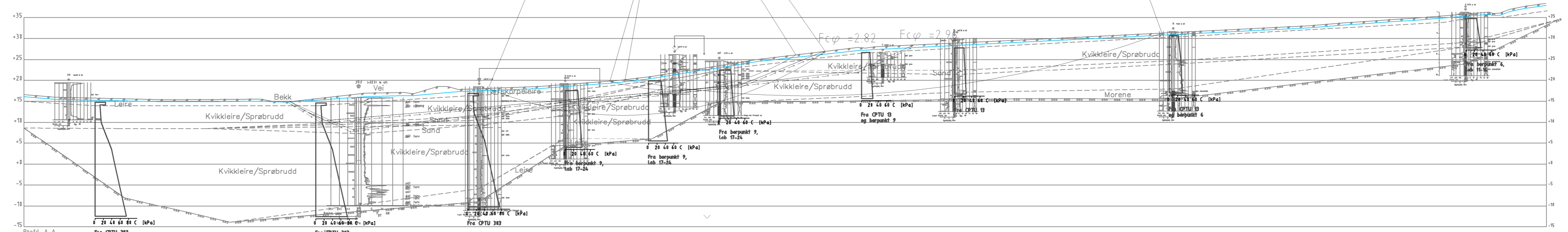
$F_c \varphi = 2.96$

$F_c \varphi = 2.08$

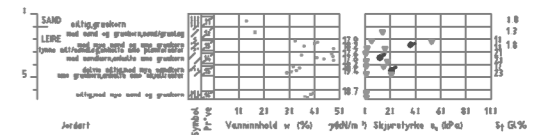
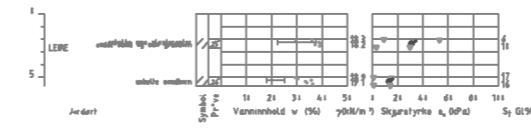
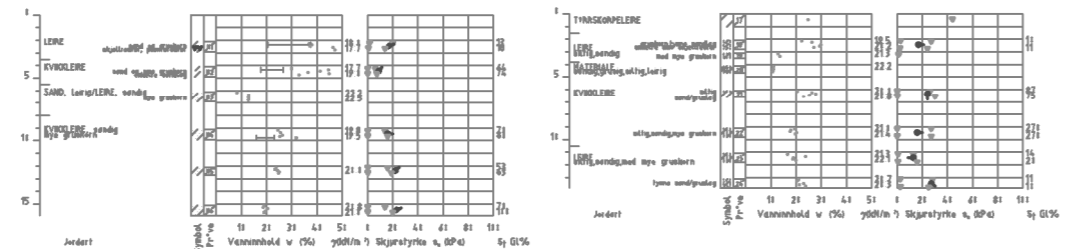
Search area (RTangent)

$\times F_c \varphi = 1.95$

Material	no	Un Weigth	F <sub>i</sub>	C'	C	A <sub>a</sub>	Ad	Ap
Tørnskorpeleire	1	19.00	30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	18.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.66	0.38
Sand	3	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_2	4	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand_2	5	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_3	6	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	7	20.00	28.0	2.6	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	8	20.00	36.0	3.6				
Berg								



Profil A-A  
1:600



01	19.09.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

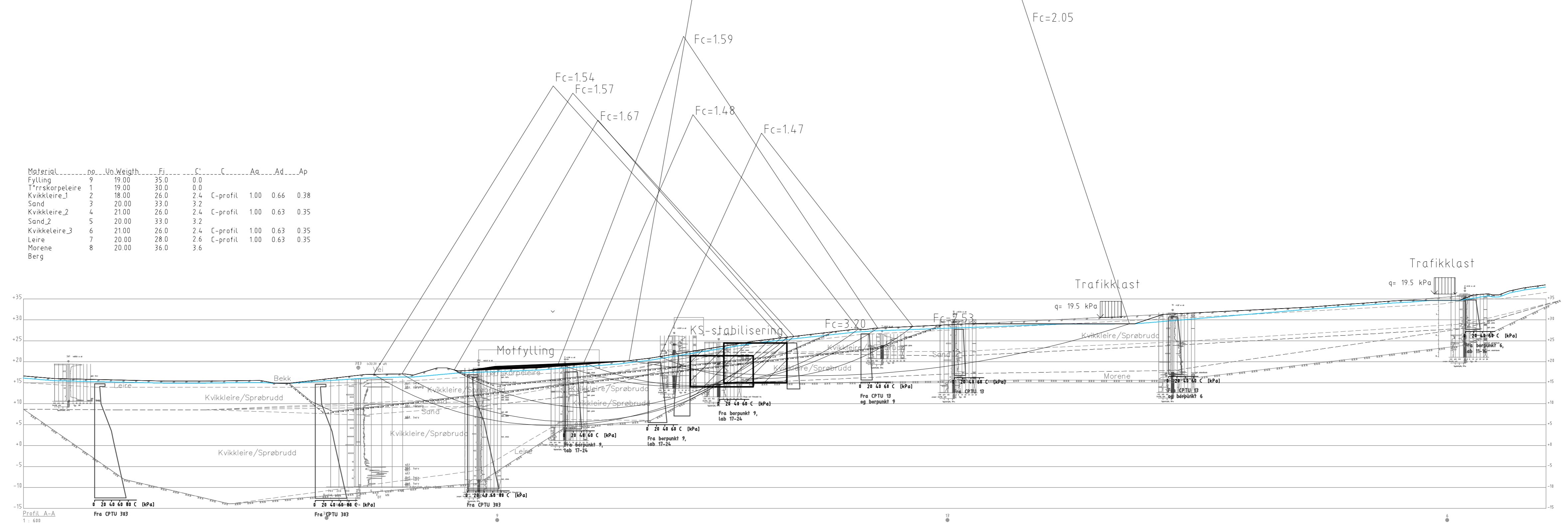
**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDAG  
**Brønnerødla byggesak**  
OPPDAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

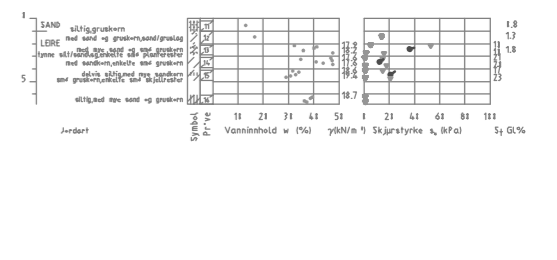
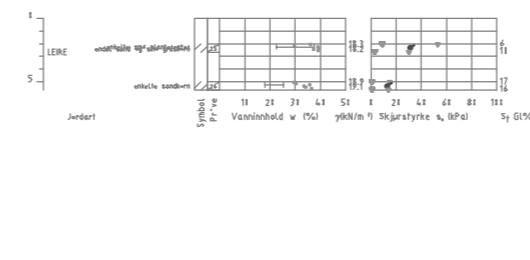
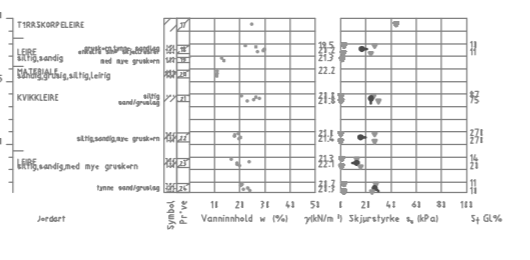
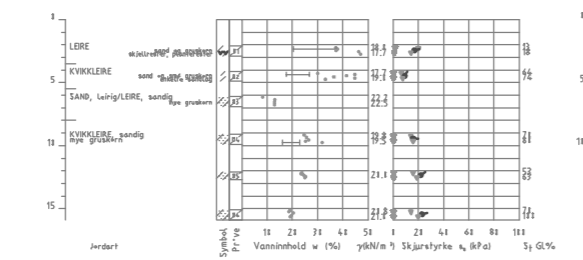
INNHOOLD  
Stabilitetsanalyse profil A-A  
Dagens situasjon, APhi

OPPDAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V001-2	REV. 01

Material	no	Un_Weight	F <sub>i</sub>	C'	C	A <sub>a</sub>	A <sub>d</sub>	A <sub>p</sub>
Fylling	9	19.00	35.0	0.0				
T <sup>r</sup> rrskorpeleire	1	19.00	30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	18.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.66	0.38
Sand	3	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_2	4	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand_2	5	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_3	6	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Leire	7	20.00	28.0	2.6	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	8	20.00	36.0	3.6				
Berg								



Profil A-A  
1 : 600

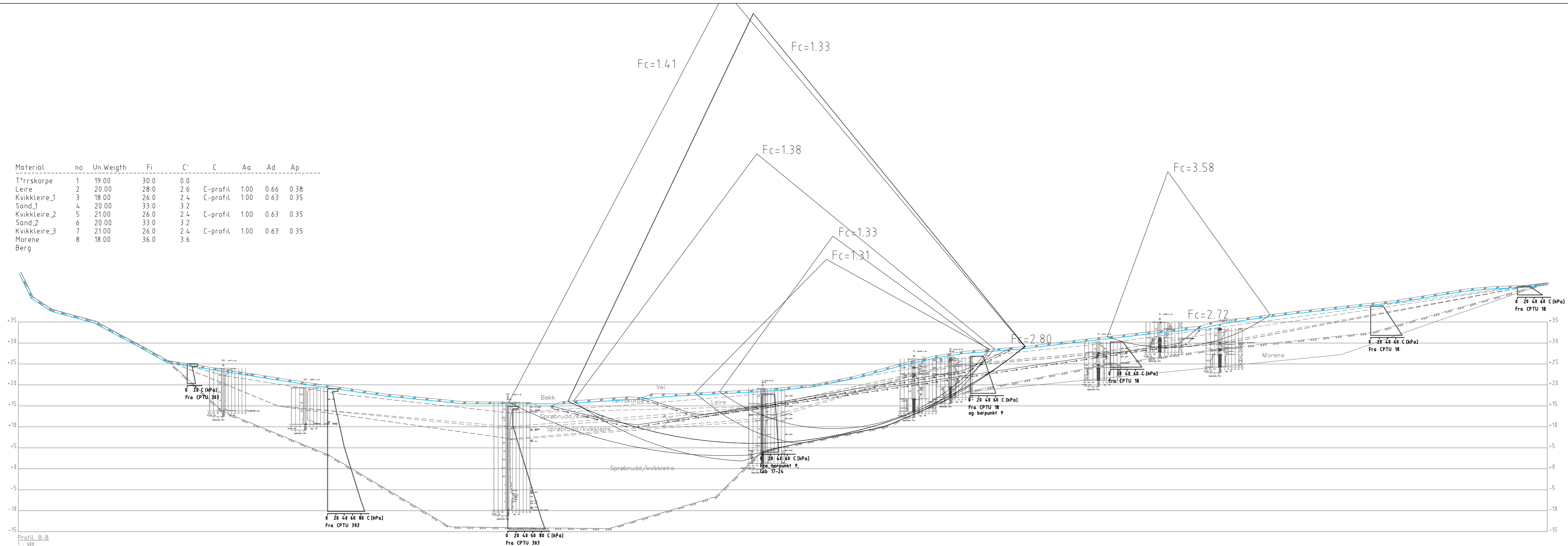


01 19.09.2022			INET SERE INET						OPPDRAG <b>Brønnerødla byggesak</b>			INNHOLD Stabilitetsanalyse profil A-A Fremtidig situasjon, ADP			OPPDRAG NR. 1350047003		MÅLESTOKK 1:600		BLAD NR. 01		AV 01	
REV. DATO ENDRING			TEGN KONTR GODKJ			Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			OPPDRAGSGIVER Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS													
TEGNINGSSTATUS																		V001-3 01				

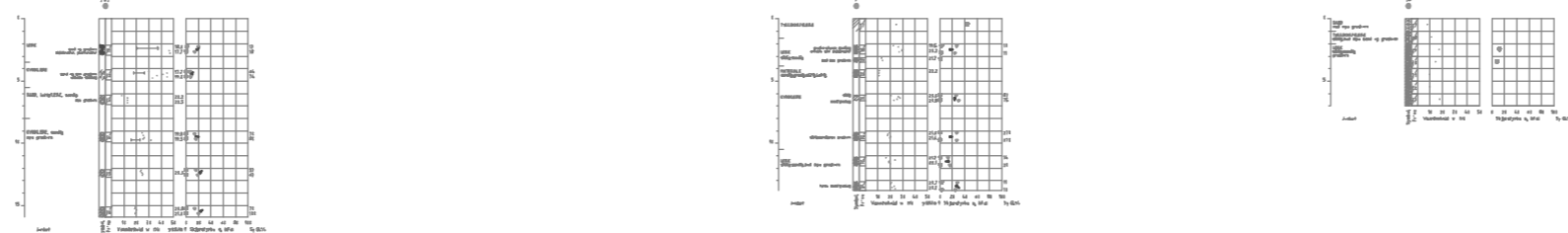




Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
T'rnskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	20.00	28.0	2.6	C-profil	1.00	0.66	0.38
Kvikkleire_1	3	18.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand_1	4	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_2	5	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand_2	6	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_3	7	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	8	18.00	36.0	3.6				
Berg								



Profil B-B  
1 : 600



00	10.06.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

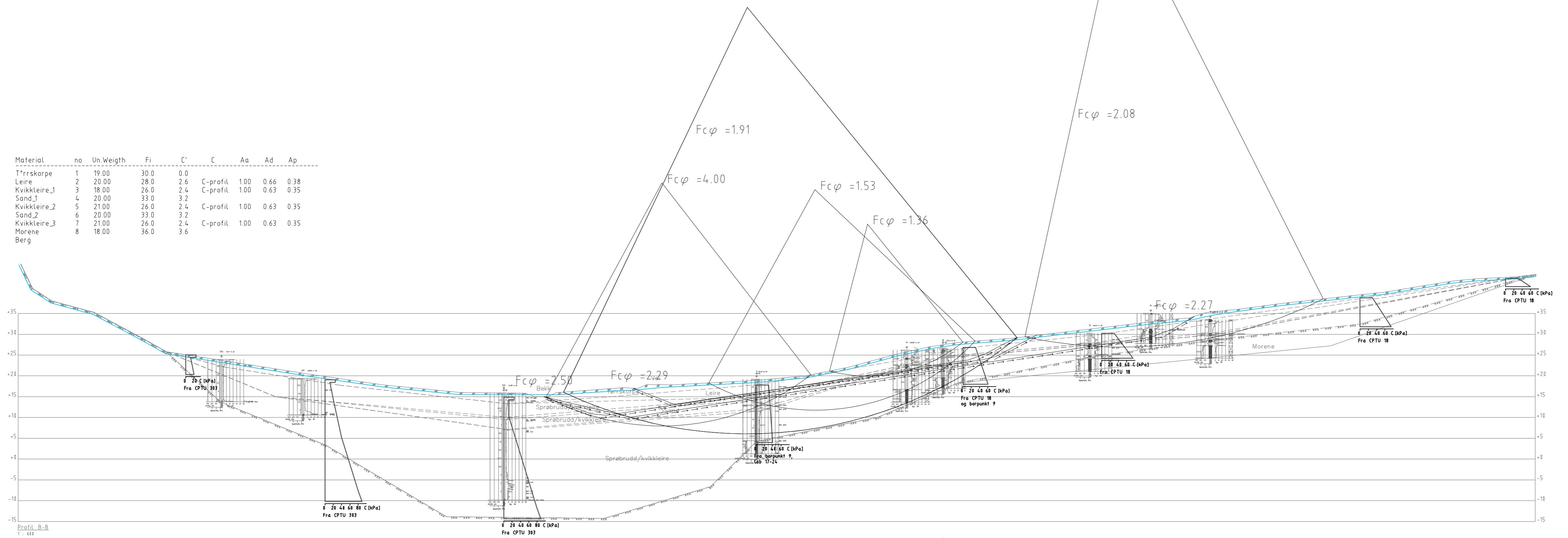
**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P. b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Brønnerødli byggesak**  
OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

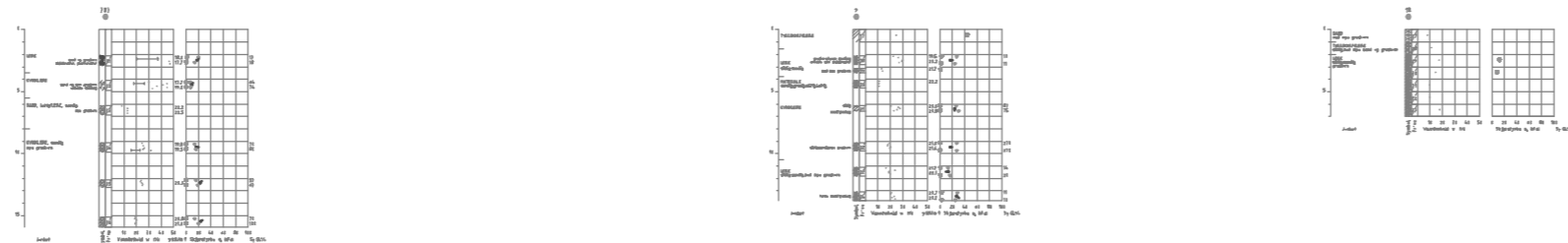
INNHOOLD  
Stabilitetsanalyse profil B-B  
Dagens situasjon, ADP

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR.	REV.
		V002-1	00

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
T'rnskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	20.00	28.0	2.6	C-profil	1.00	0.66	0.38
Kvikkleire_1	3	18.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand_1	4	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_2	5	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand_2	6	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_3	7	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	8	18.00	36.0	3.6				
Berg								



Profil B-B  
1 : 400



00	10.06.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
Rambøll Norge AS  
P. b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

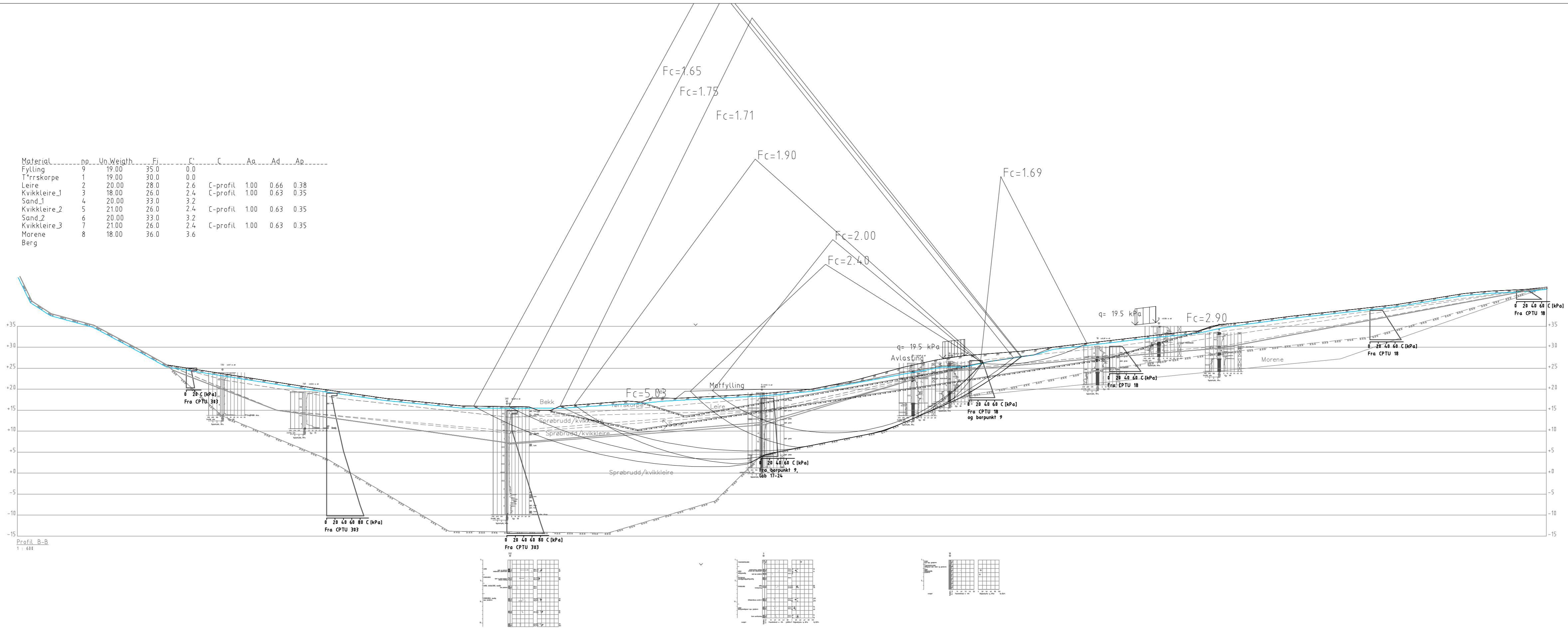
OPPDRAG  
**Brønnerødli byggesak**  
OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHold  
Stabilitetsanalyse profil B-B  
Dagens situasjon, APhi

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR.	REV.
		V002-2	00



Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	9	19.00	35.0	0.0					
Tjrrskorpe	1	19.00	30.0	0.0					
Leire	2	20.00	28.0	2.6	C-profil	1.00	0.66	0.38	
Kvikkleire_1	3	18.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Sand_1	4	20.00	33.0	3.2					
Kvikkleire_2	5	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Sand_2	6	20.00	33.0	3.2					
Kvikkleire_3	7	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Morene	8	18.00	36.0	3.6					
Berg									



Profil B-B  
1:600

01	19.09.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSTATUS					

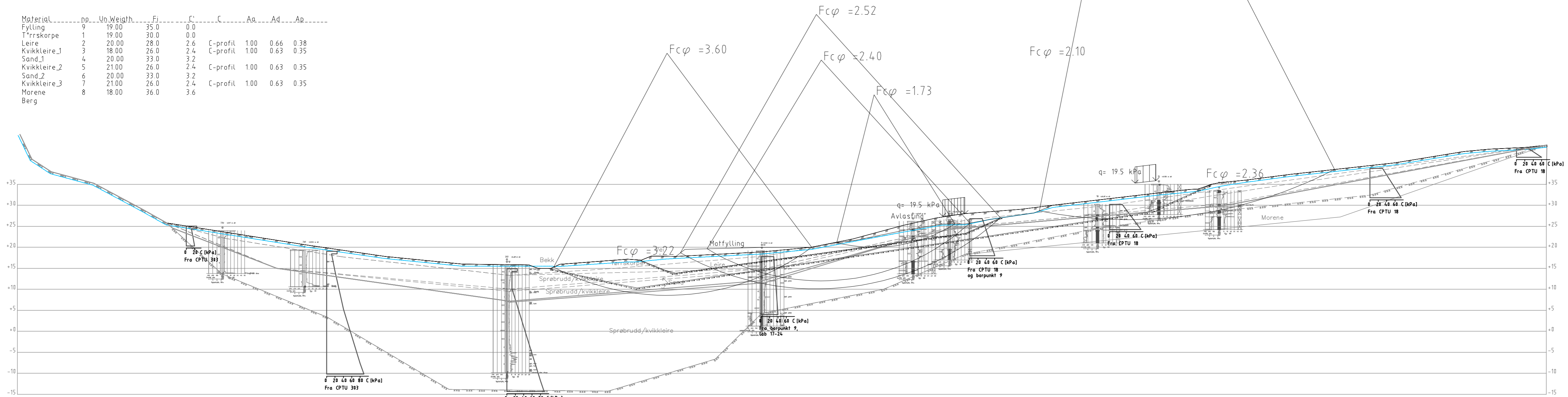
**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDAG  
**Brønnerødli byggesak**  
OPPDAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

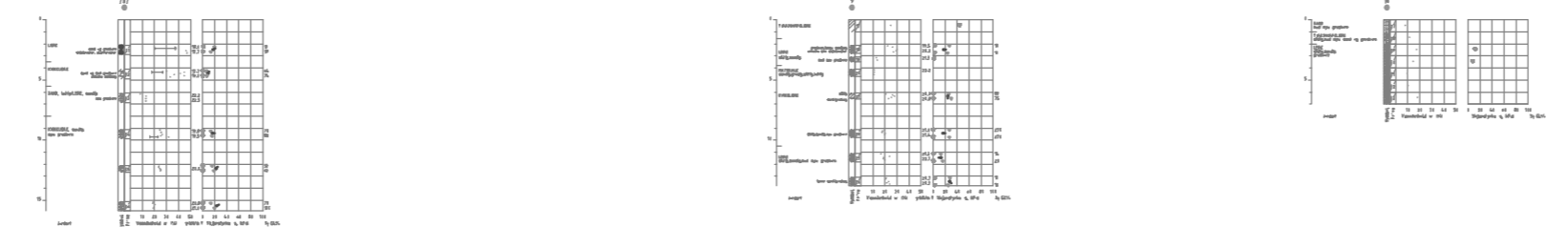
INNHOLD  
Stabilitetsanalyse profil B-B  
Fremtidig situasjon, ADP

OPPDAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V002-3	REV. 01

Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	9	19.00	35.0	0.0					
Tjrrskorpe	1	19.00	30.0	0.0					
Leire	2	20.00	28.0	2.6	C-profil	1.00	0.66	0.38	
Kvikkleire_1	3	18.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Sand_1	4	20.00	33.0	3.2					
Kvikkleire_2	5	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Sand_2	6	20.00	33.0	3.2					
Kvikkleire_3	7	21.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Morene	8	18.00	36.0	3.6					
Berg									

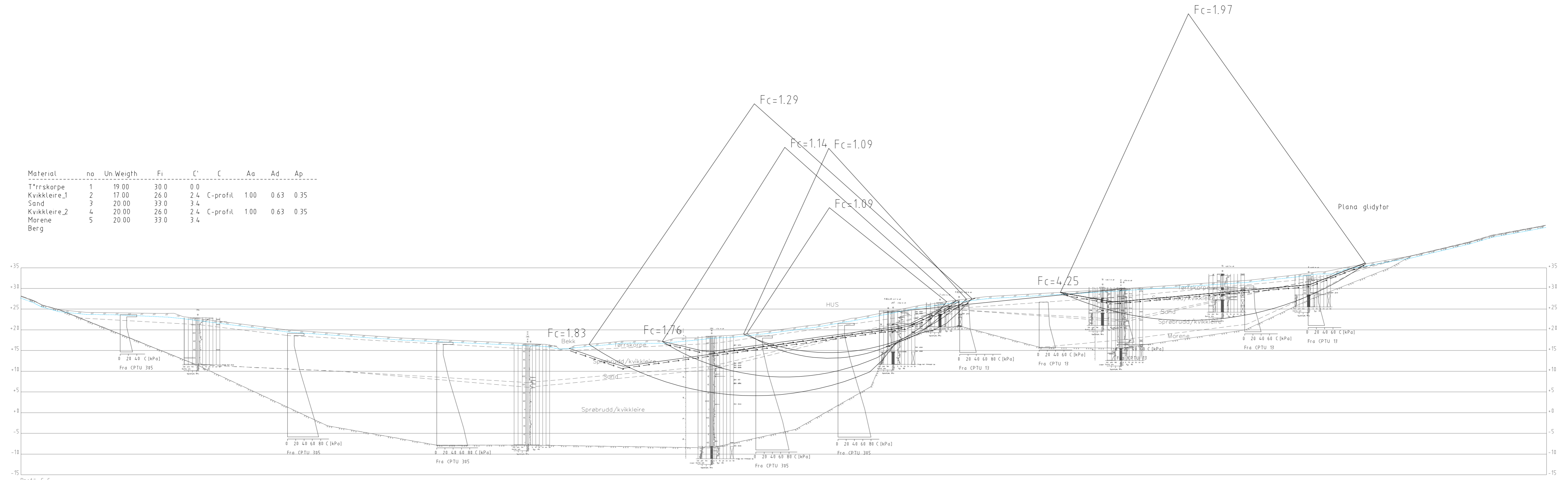


Profil B-B  
1:600

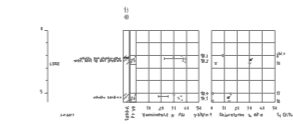
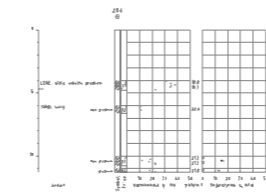
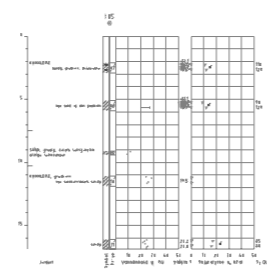


<table border="1"> <tr> <td>01</td> <td>19.09.2022</td> <td></td> <td>INET</td> <td>SERE</td> <td>INET</td> </tr> <tr> <td>REV.</td> <td>DATO</td> <td>ENDRING</td> <td>TEGN</td> <td>KONTR</td> <td>GODKJ</td> </tr> </table>			01	19.09.2022		INET	SERE	INET	REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ			OPPDRAG <b>Brønnerødli byggesak</b>		INNHOLD Stabilitetsanalyse profil B-B Fremtidig situasjon, APHI		OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
01	19.09.2022		INET	SERE	INET																			
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ																			
TEGNINGSSTATUS						Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgården 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no		OPPDRAGSGIVER Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS		TEGNING NR. V002-4		REV. 01												

Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørskorpe	1	19.00		30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	17.00		26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand	3	20.00		33.0	3.4				
Kvikkleire_2	4	20.00		26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	5	20.00		33.0	3.4				
Berg									



Profil C-C  
1:600



02	29.08.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

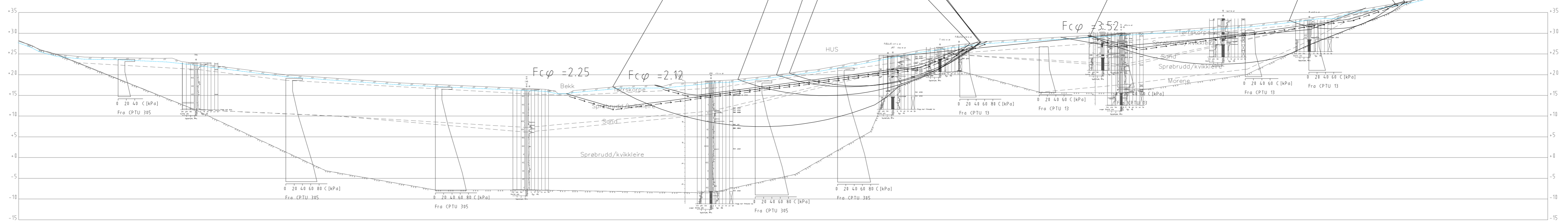
OPPDRAG  
**Brønnerødla byggesak**  
OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHold  
Stabilitetsanalyse profil C-C  
Dagens situasjon, ADP

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V003-1	REV. 02



Material	no	Un Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
T*rrrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	17.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand	3	20.00	33.0	3.4				
Kvikkleire_2	4	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	5	20.00	33.0	3.4				
Berg								



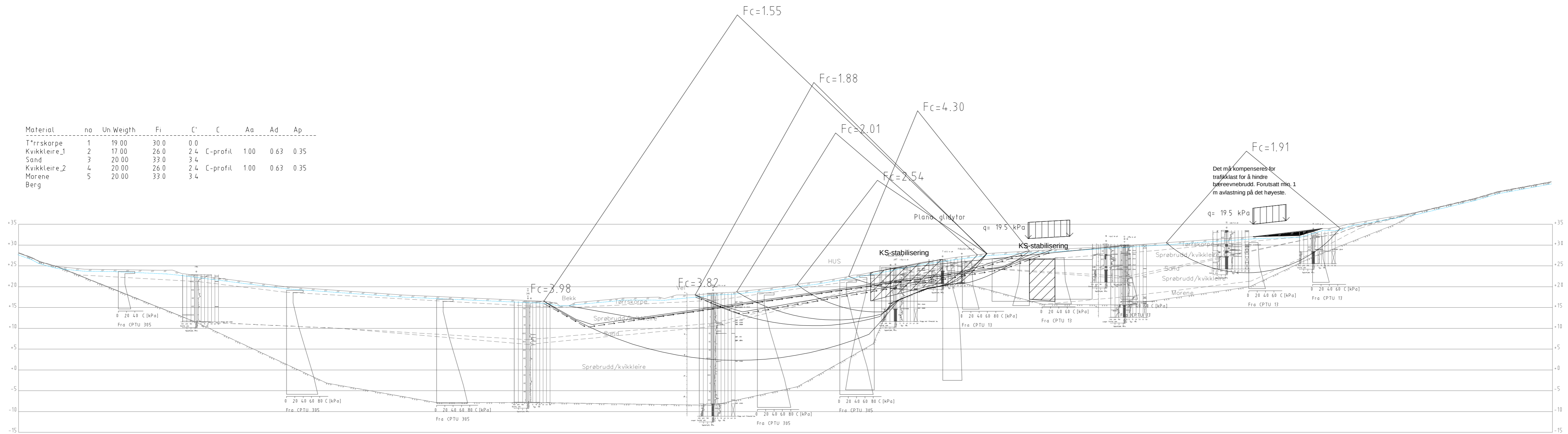
Profil C-C  
1:600



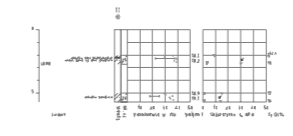
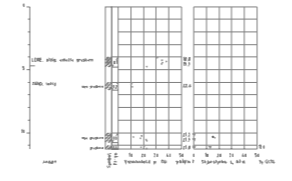
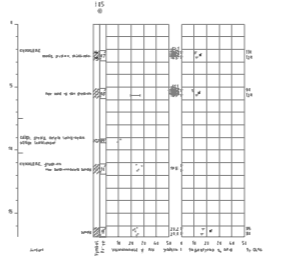
				<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG <b>Brønnerødli byggesak</b>		INNHold Stabilitetsanalyse profil C-C Dagens situasjon, APHI		OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
01	29.08.2022			INET	SERE	INET	OPPDRAGSGIVER Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS				TEGNING NR. V003-2		REV. 02	
TEGNINGSSTATUS				REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ					

Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

Material	no	Un Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	17.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand	3	20.00	33.0	3.4				
Kvikkleire_2	4	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Marene	5	20.00	33.0	3.4				
Berg								



Profil C-C  
1:600



03	19.09.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

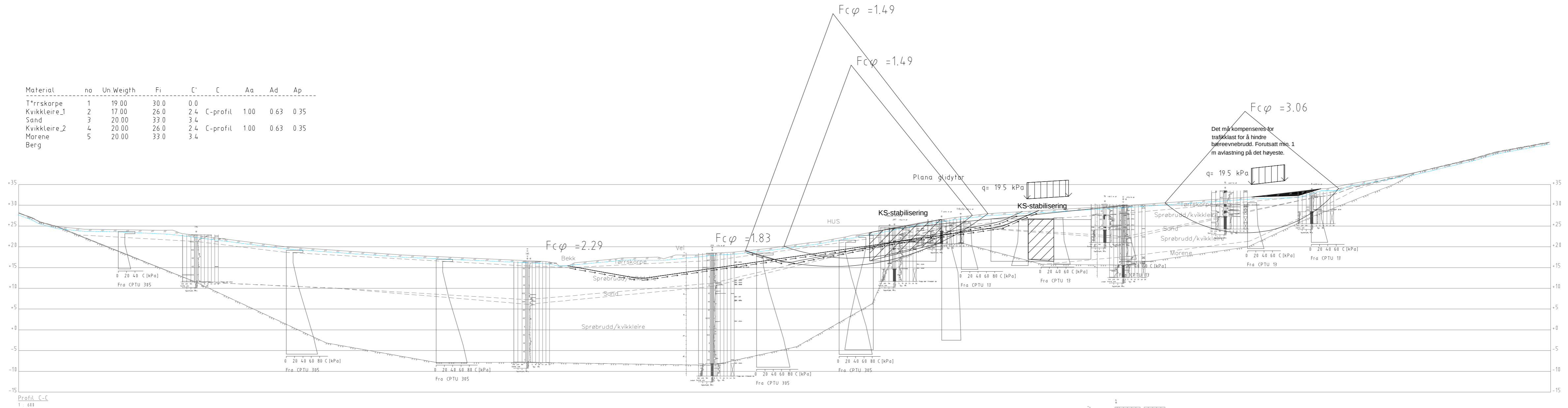
**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Brønnerødla byggesak**  
OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

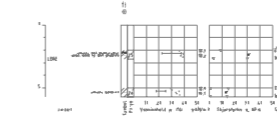
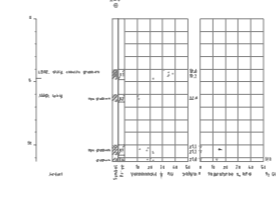
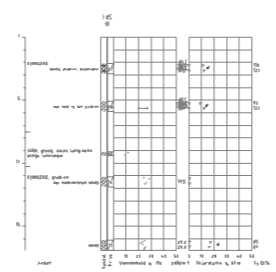
INNHold  
Stabilitetsanalyse profil C-C  
Fremtidig situasjon, ADP

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. V003-3			REV. 03

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	17.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand	3	20.00	33.0	3.4				
Kvikkleire_2	4	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Marene	5	20.00	33.0	3.4				
Berg								



Profil C-C  
1:600



03	19.09.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

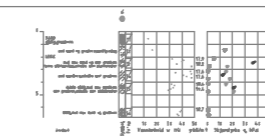
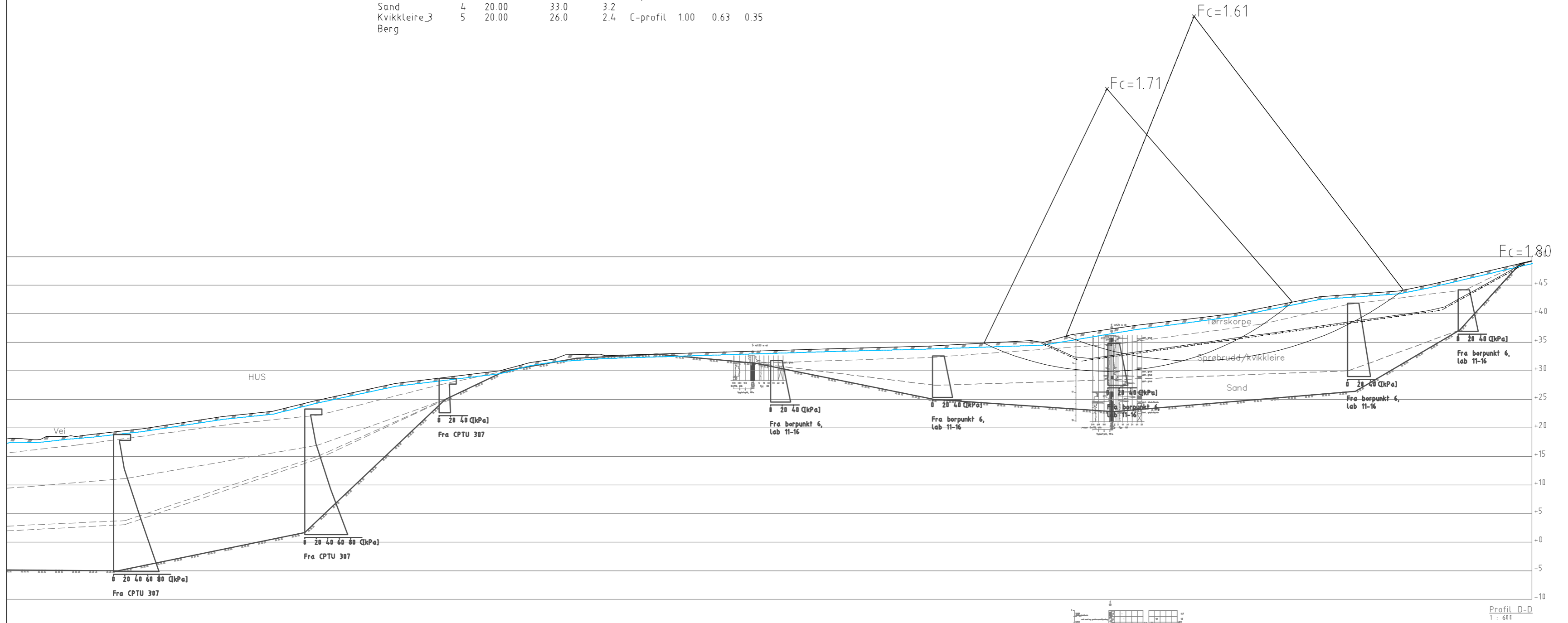
OPPDRAG  
**Brønnerødla byggesak**  
OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHold  
Stabilitetsanalyse profil C-C  
Fremtidig situasjon, APH1

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. V003-4			REV. 03



Material	no	Un. Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	6	19.00	35.0	0.0				
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	17.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire_2	3	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand	4	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_3	5	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg								



Profil D-D  
1 : 600

00	10.06.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

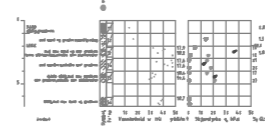
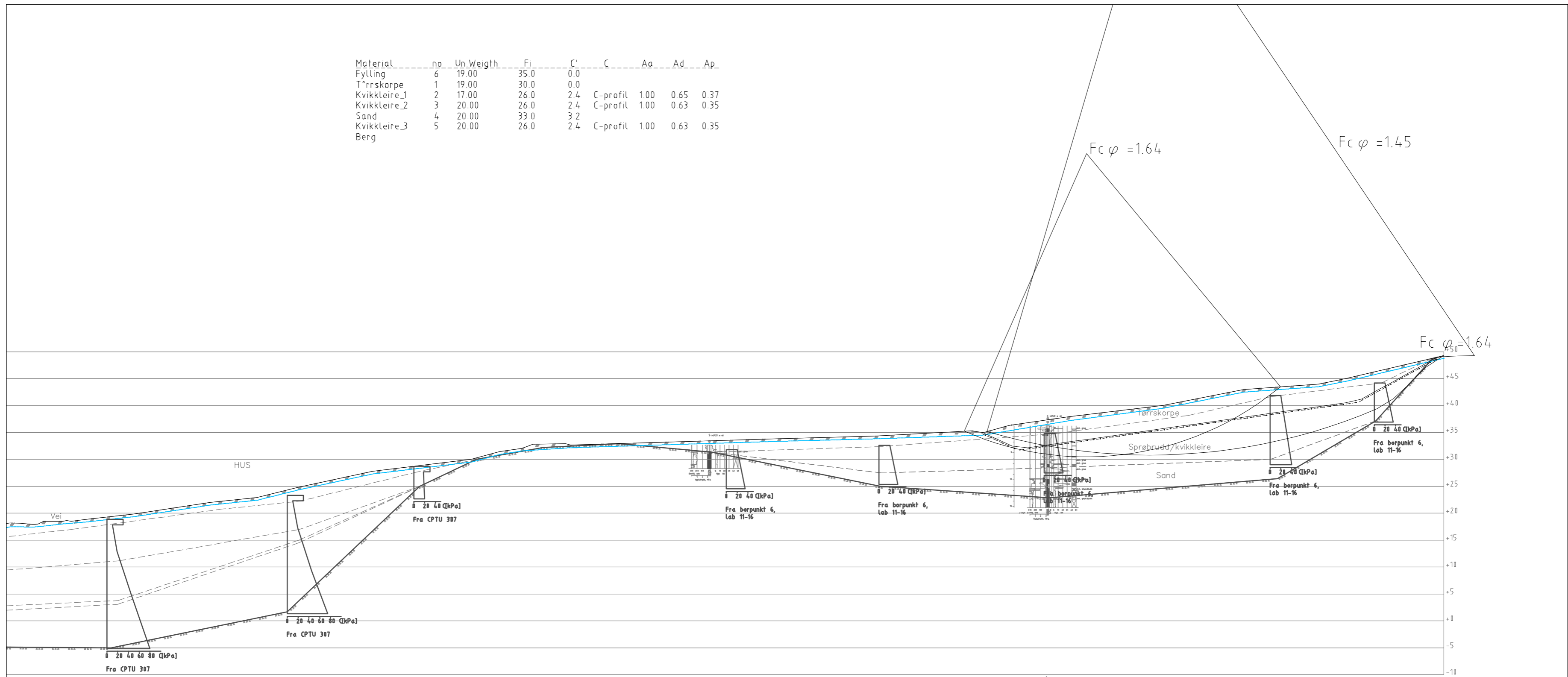
**RAMBOLL**  
Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Brønnerødliia byggesak**  
OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHOOLD  
Stabilitetsanalyse profil D-D  
Dagens situasjon, ADP

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V004-1	REV. 00

Material	no	Un. Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	6	19.00	35.0	0.0				
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	17.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire_2	3	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand	4	20.00	33.0	3.2				
Kvikkleire_3	5	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg								



00	10.06.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**

Rambøll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

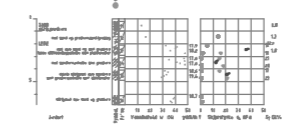
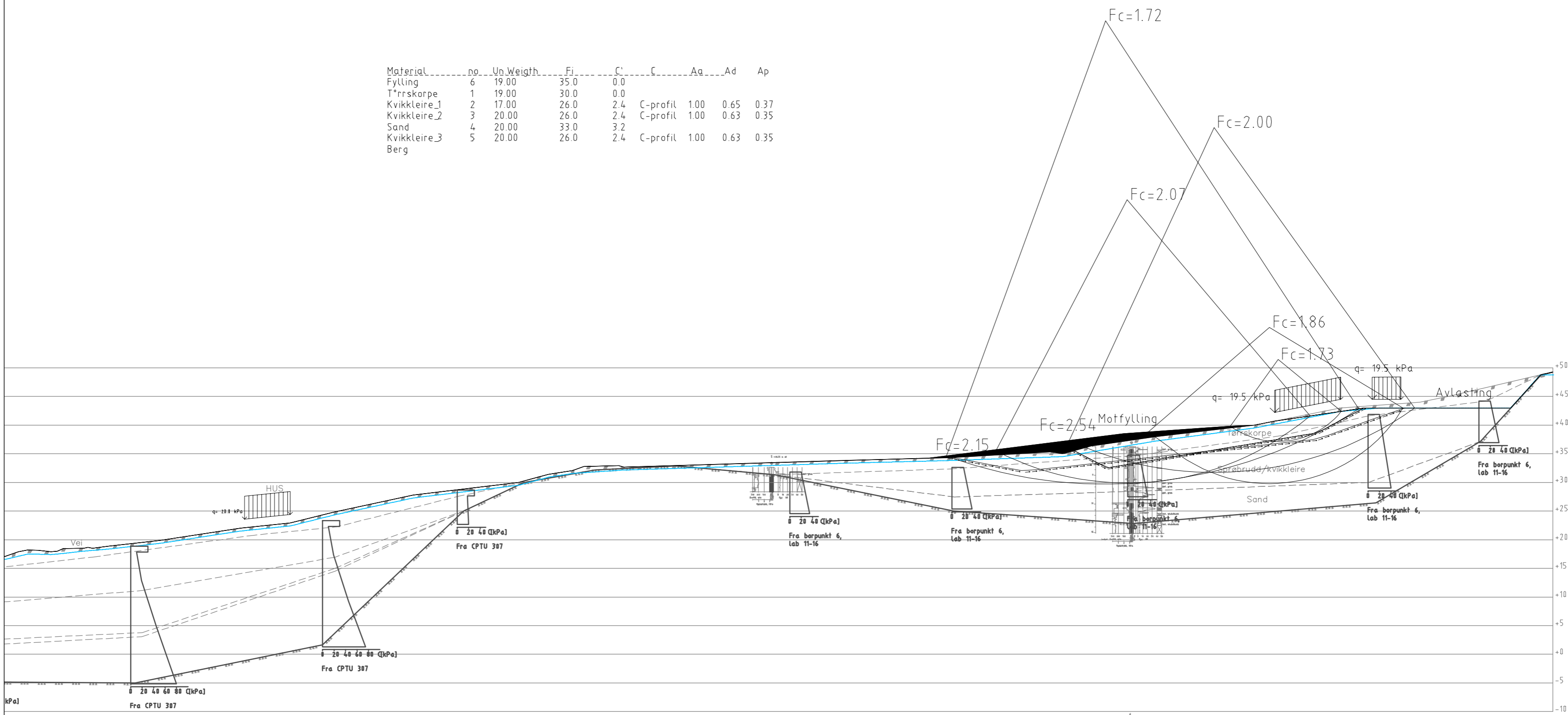
OPPDRAG  
**Brønnerødliia byggesak**

OPPDRAGSGIVER  
Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHold  
Stabilitetsanalyse profil D-D  
Dagens situasjon, APhi

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V004-2	REV. 00

Material	no	Un	Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	6	19.00	35.0	0.0					
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0					
Kvikkleire_1	2	17.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.65	0.37	
Kvikkleire_2	3	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Sand	4	20.00	33.0	3.2					
Kvikkleire_3	5	20.00	26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35	
Berg									



Profil D-D  
1 : 600

00	10.06.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

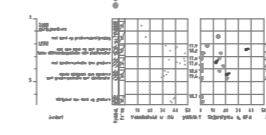
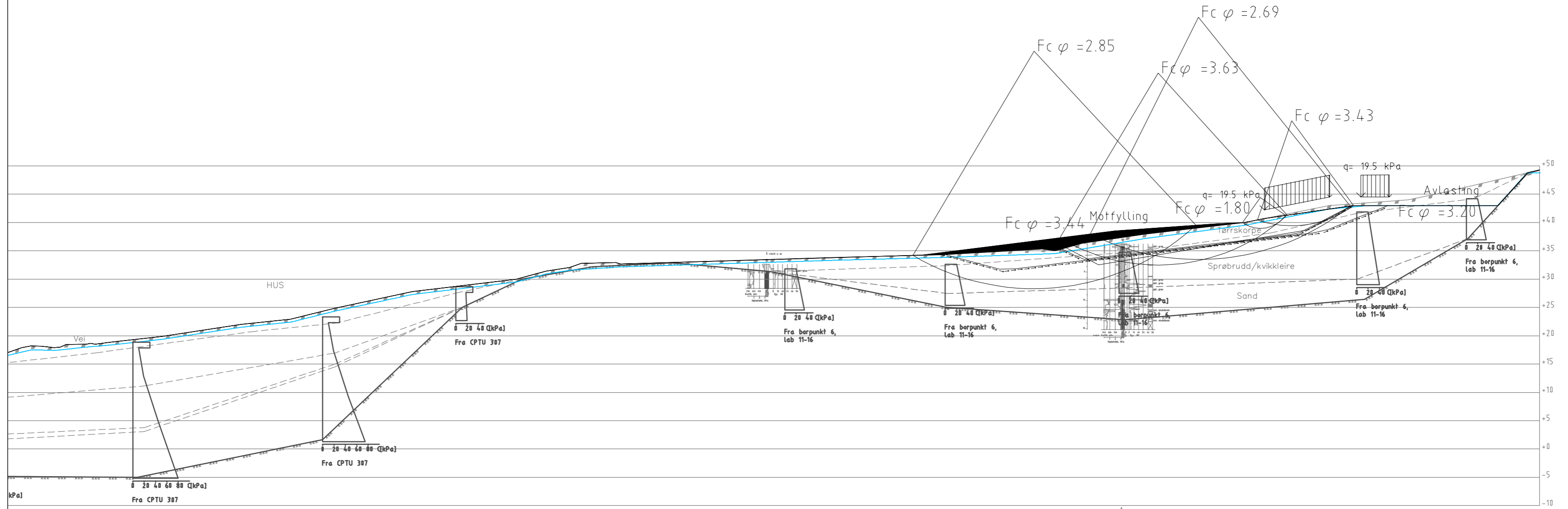
OPPDAG  
**Brønnerødli byggesak**  
 OPPDRAGSGIVER  
 Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHOLD  
 Stabilitetsanalyse profil D-D  
 Fremtidig situasjon, ADP

OPPDAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V004-3	REV. 00



Material	no	Un	Weight	Fi	C	φ	Aa	Ad	Ap
Fylling	6	19.00		35.0	0.0				
Tørreskorpe	1	19.00		30.0	0.0				
Kvikkleire_1	2	17.00		26.0	2.4	C-profil	1.00	0.65	0.37
Kvikkleire_2	3	20.00		26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand	4	20.00		33.0	3.2				
Kvikkleire_3	5	20.00		26.0	2.4	C-profil	1.00	0.63	0.35
Berg									



Profil D-D  
1 : 600

00	10.06.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Rambøll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

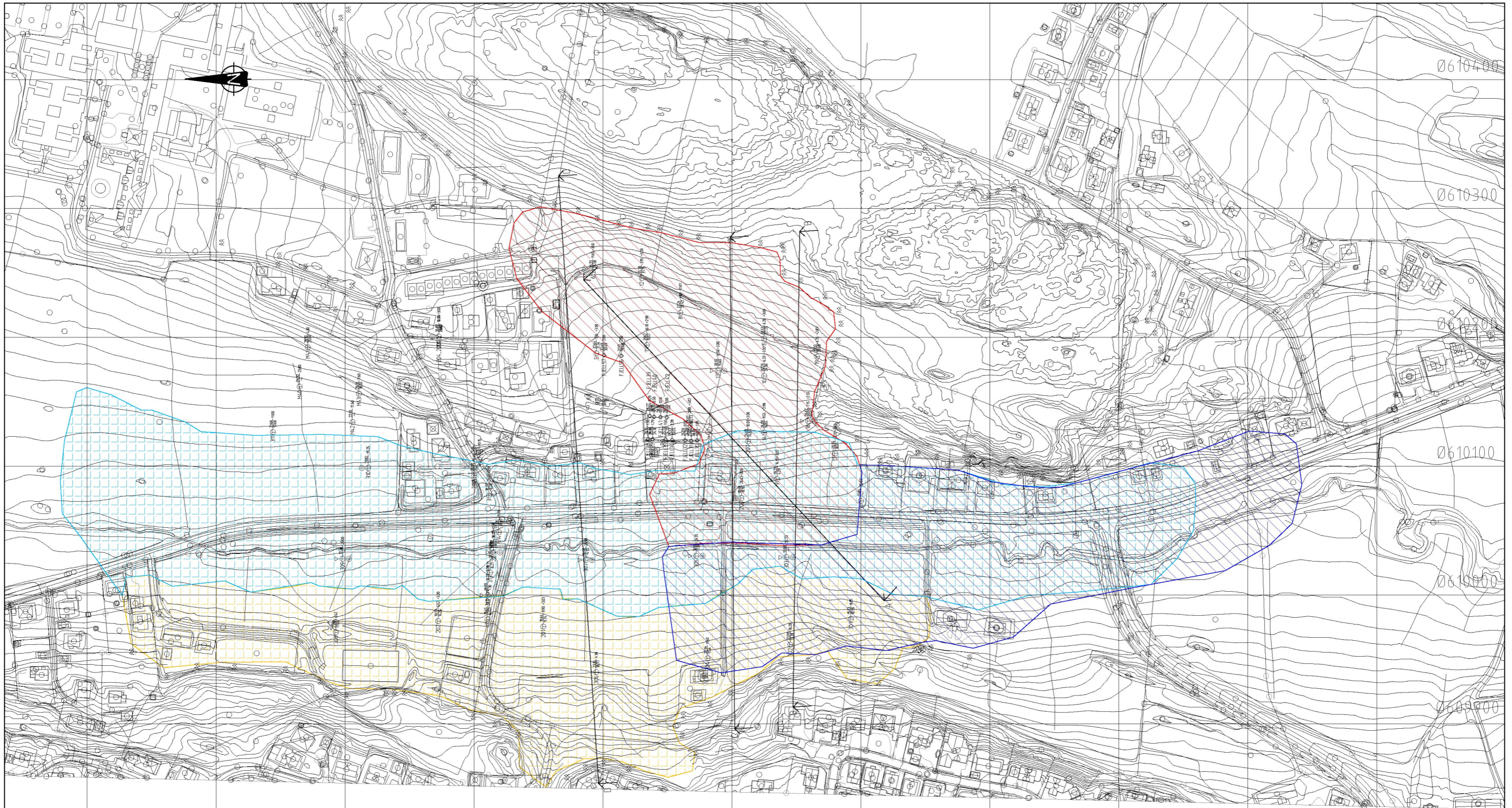
OPPDRAG  
**Brønnerødliia byggesak**  
 OPPDRAGSGIVER  
 Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHOLD  
 Stabilitetsanalyse profil D-D  
 Fremtidig situasjon, APHI

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:600	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V004-4	REV. 00

## **VEDLEGG E**





N6569500	N6569400	N6569300	N6569200	N6569100	N6569000	N6568900	N6568800	N6568700	N6568600	N6568500	N6568400
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

02	19.09.2022		INET	SERE	INET
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

**RAMBOLL**  
 Ramboll Norge AS  
 P.b. 9420 Torgarden  
 7493 Trondheim  
 TLF: 73 84 10 00  
 www.ramboll.no

OPPDRAG  
**Brønnerødli - byggesak**  
 OPPDRAGSGIVER  
 Ingeniørfirmaet Svendsen & Co AS

INNHOOLD  
 Løsne- og utløpsområde  
 Løsneområde  
 Utløpsområde

OPPDRAG NR. 1350047003	MÅLESTOKK 1:3000	BLAD NR. 01	AV 01
		TEGNING NR. V005	REV. 02