

Oppdragsgiver  
**Trøndelag fylkeskommune**

Dokument type  
**Geoteknisk rapport**

Dato  
**24.05.2024**

# **FV6590 BENNAVEGEN GS-VEG**

## **GEOTEKNISK VURDERING FOR REGULERINGSPLAN OG PROSJEKTERING AV GANG- OG SYKKELVEG**

# FV6590 BENNAVEGEN GS-VEG GEOTEKNISK VURDERING FOR REGULERINGSPLAN OG PROSJEKTERING AV GANG- OG SYKKELVEG

Oppdragsnavn **Fv6590 Bennavegen GS-veg**  
Prosjekt nr. **1350054996**  
Mottaker **Heidi Eggen**  
Dokument type **Geoteknisk rapport**  
Versjon **1**  
Dato **24.05.2024**  
Utført av **Bård Arvid Gjengstø**  
Kontrollert av **Erlend Engesvold**  
Godkjent av **Randi Trøan**  
Beskrivelse **Geoteknisk vurdering for reguleringsplan og prosjektering av ny gang- og sykkelveg langs Fv 6590 Bennavegen. Prosjekteringen inkluderer vurderinger av skråningsstabilitet, støttekonstruksjoner, fyllings- og gravearbeider og andre relevante geotekniske forhold.**

Rambøll  
Kobbegate 2  
PB 9420 Torgarden  
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00  
<https://no.ramboll.com>

Revisjon	00	01
Dato	29.09.2023	24.05.2024
Utarbeidet av	BAGJ	BAGJ
Kontrollert av	EHU	EHU
Godkjent av	SLAD	RATR
Beskrivelse		Revisjon etter endret veglinje og supplerende grunnundersøkelser  Revidert tekst fremgår av revisjonsstrek i venstre marg

Rambøll Norge AS  
NO 915 251 293 MVA

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>1.</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>Myndighetskrav</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Grunnlag for geoteknisk prosjektering</b>	<b>6</b>
3.1	Geoteknisk kategori	6
3.2	Konsekvensklasse	6
3.3	Pålitelighetsklasse	6
3.4	Kontrollklasse for prosjektering og utførelse	6
3.5	Grunntype og seismisk klasse	6
3.6	Flom- og skredfare	6
3.7	Krav til sikkerhet/materialfaktor	7
<b>4.</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>8</b>
4.1	Tidligere utførte grunnundersøkelser og vurderinger	8
4.2	Nye utførte grunnundersøkelser	8
4.3	Befaring	8
4.4	Koordinatsystem og høydereferanse	8
4.5	Veglinje og profilnummerering	9
4.6	Topografi	9
4.7	Kvartærgeologisk kart	9
4.8	Marin grense og kvikkleiresoner	9
<b>5.</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>9</b>
5.1	Sprøbruddmateriale	9
5.2	Dybde til berg	9
5.3	Grunnvannstand	10
5.4	Oppsummering av grunnforhold	10
<b>6.</b>	<b>Stabilitetsvurdering</b>	<b>10</b>
6.1	Grunnlag for stabilitetsberegninger	10
6.1.1	Kritiske snitt	10
6.1.2	Lagdeling	11
6.1.3	Grunnvannstand og poretrykksforhold	11
6.1.4	Erosjon	11
6.1.5	Laster	11
6.1.6	Materialparametere	11
6.2	Stabilitetsvurdering	13
6.2.1	Profil A	13
6.2.2	Profil B	13
6.2.3	Profil C	14
6.2.4	Profil D	14
6.2.5	Profil I	14
6.2.6	Profil M	14
6.2.7	Profil N	15
6.2.8	Profil O	15
6.2.9	Profil P	15
6.3	Oppsummering	15
<b>7.</b>	<b>Øvrige geotekniske vurderinger</b>	<b>16</b>
7.1	Tørrmur	16
7.1.1	Generelt	16
7.1.2	Profil ca. 50-80 (30 000)	17
7.1.3	Profil ca. 510-540 (30 000)	17

7.1.4	Profil ca. 1395-1410 (30 000)	18
7.1.5	Profil ca. 1500-1550 (30 000)	18
7.2	Fyllingsarbeider	18
7.2.1	Profil 0-400 (20 000), profil 90-500, 610-875 og 1030-1290 (30 000)	18
7.2.2	Massutskifting profil ca. 620-720 (30 000)	19
7.2.3	Bussholdeplass profil 680-740 (30 000)	20
7.2.4	Ny jordbruksadkomst Bennavegen 300.	20
7.2.5	Øvrige terrengarbeider	20
7.3	Graveskråninger	20
7.3.1	Seksjonsvis utgraving	20
7.4	Setninger	21
7.5	Telefarlighets- og bæreevneklassifisering	21
7.6	Frost, tele og vinterarbeid	21
7.7	Riggplan og massedeponi	22
7.8	Rystelser og nærliggende bebyggelse	22
7.9	Riggområde	22
7.10	Mellomlagring av masser	22
7.11	Innspill plan og for utførelse og kontroll	22
<b>8.</b>	<b>Videre arbeider</b>	<b>22</b>
<b>9.</b>	<b>Referanser</b>	<b>23</b>

## TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev.	Tittel	Målestokk	Format
201	0	Oversiktskart	1: 50 000	A4
202	1	Situasjonsplan	1: 2 000	A1
203	0	Beregningsprofil A, Dagens situasjon	1: 600	A3
204	0	Beregningsprofil A, Utbygd situasjon	1: 600	A3
205	0	Beregningsprofil B, Dagens situasjon	1: 600	A3
206	0	Beregningsprofil B, Utbygd situasjon	1: 600	A3
207	0	Beregningsprofil C, Dagens situasjon	1: 400	A3
208	0	Beregningsprofil C, Dagens situasjon, senket topp terreng gj.snittlig 5 meter	1: 400	A3
209	0	Beregningsprofil D, Dagens situasjon	1: 400	A3
210	0	Beregningsprofil H, Dagens situasjon	1: 200	A3
211	0	Beregningsprofil H, Dagens situasjon	1: 200	A3
212	0	Beregningsprofil H, Utbygd situasjon	1: 200	A3
213	0	Beregningsprofil L, Dagens situasjon	1: 200	A3
214	0	Beregningsprofil L, Anleggssituasjon	1: 200	A3
215	0	Beregningsprofil L, Utbygd situasjon	1: 200	A3
216	0	Beregningsprofil M, Dagens situasjon	1: 300	A3
217	0	Beregningsprofil M, Anleggssituasjon	1: 300	A3
218	0	Beregningsprofil M, Utbygd situasjon	1: 300	A3
219	1	Beregningsprofil N, Utbygd situasjon	1: 200	A3

220	0	Beregningsprofil O, Dagens situasjon	1: 200	A3
221	0	Beregningsprofil O, Anleggssituasjon og fylling	1: 200	A3
222	0	Beregningsprofil I, Dagens situasjon	1: 200	A3
223	0	Beregningsprofil I, Utbygd situasjon	1: 200	A3
224	0	Beregningsprofil O', Dagens situasjon	1: 200	A3
225	0	Beregningsprofil O', Utbygd situasjon	1: 200	A3
226	0	Beregningsprofil P, Dagens situasjon	1: 200	A3
227	0	Beregningsprofil P, Utbygd situasjon	1: 200	A3

## VEDLEGG

Vedlegg. nr.	Tittel
1	Kvartærgeologisk kart og marin grense
2	Registrerte kvikkleiresoner og marin grense
3	Tolkning CPTU, borpunkt 3
4	Tolkning CPTU, borpunkt 5
5	Tolkning CPTU, borpunkt 7
6	Tolkning CPTU, borpunkt 20
7	Tolkning treaksialforsøk, borpunkt 5, prøve 17
8	Tolkning treaksialforsøk, borpunkt 7, prøve 28
9	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt 5, prøve 16
10	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt 5, prøve 17
11	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt 5, prøve 18
12	Tolkning ødometerforsøk, borpunkt 7, prøve 27
13	Materialparametere stabilitetsberegninger_rev01
14	Resultater stabilitetsberegninger_rev01
15	Poretrykksprofil borpunkt 4
16	Poretrykksprofil borpunkt 5
17	Innspill kontrollplan grave-, fyllings- og murarbeider

## SAMMENDRAG

Trøndelag fylkeskommune skal sammen med Melhus kommune forlenge gang- og sykkelvegen fra Kvål på strekningen Losenkrysset - Loåsvegen langs Fv. 6590, Bennavegen.

I 2021 utførte Rambøll, på oppdrag for Trøndelag fylkeskommune, detaljprosjektering for den planlagte gang- og sykkelvegen. I løpet av prosjekteringen viste det seg imidlertid at tidligere reguleringsplan ikke var gjennomførbar. Det utarbeides dermed ny reguleringsplan og detaljprosjektering for den planlagte gang- og sykkelvegen.

For ny reguleringsplan er det utarbeidet et forslag der gang- og sykkelvegen ligger på sørsiden av fylkesvegen de første ca. 500 meterne fra Losenkrysset og vestover. Deretter krysser vejen over til nordsiden og følger denne siden av fylkesvegen til Hermanstad.

Det er gjennomført flere runder med grunnundersøkelser, og i forbindelse med dette prosjektet er det utført ytterligere grunnundersøkelser. Grunnundersøkelsene har påvist kvikkleire helt i nordøst av traséen.

Traséen går igjennom en kvikkleiresone og bratt sideterrang med overliggende bebyggelse. Stedvis må det gjøres tiltak som å etablere tørrmur i bakkant for å støtte opp sideskråninger og flytte fylkesveien ut på ny fylling.

Det er krevende stabilitet i det sideskrå terrenget, og spesielt innenfor kvikkleiresonen har de høyeste skrånningene anstrengt stabilitet. Utvidelse av vegarealet er derfor lagt på sørsiden av Bennavegen i den nordligste delen av gang- og sykkelvegstraséen. I den østligste delen ligger gang- og sykkelvegen på utvidelse av eksisterende fylling, før den krysser Bennavegen som forskyves slik at kjørefeltet i retning Kvål ligger på utvidelse av eksisterende fylling. For å gi plass til den nye fyllingen må det etableres en tørrmur ved Bennavegen 218, hvor utgravningen for denne må utføres seksjonsvis med bratte skrånninger og korte seksjoner.

Videre sørover langs traséen er gang- og sykkelvegen planlagt på vestsiden av fylkesvegen. Her er det behov for tørrmurer på tre strekninger. Dette gjelder forbi Bennavegen 265, 351 og 365. Ved Bennavegen 265 og 351 må arbeidet utføres seksjonsvis med bratte skrånninger og korte seksjoner hvis frie graveskrånninger ikke er mulig. Bennavegen skal også utvides mot øst langs to delstrekninger slik som lenger nord. Vegarealet sideforskyves mot øst og gang- og sykkelvegen bruker dagens sørgående kjørefelt. Det er i et borpunkt langs profil 620-720 (30 000) påtruffet masser med høyt innhold av organisk materiale ca. 2,5 meter under terreng som antas å være tidligere matjord som er nedfylt i forbindelse med planeringsarbeider.

Det må gjøres videre arbeider for prosjektet. Både plan for utførelse og kontroll av gravearbeider og plan for deponering av masser og riggplan må vurderes sammen med geotekniker. Det er ikke tilstrekkelig sikkerhet for å benytte parkeringsområdet ved Bennavegen 300 som riggområde før arbeidene med motfyllingen gir tilstrekkelig motvekt. Underveis i utførelsen vil det også kunne være behov for at arbeidene følges opp av geotekniker.

## 1. INNLEDNING

Trøndelag fylkeskommune skal sammen med Melhus kommune forlenge gang- og sykkelvegen fra Kvål på strekningen Losenkrysset – Loåsvegen langs Fv. 6590, Bennavegen. Rambøll Norge AS er engasjert for å utarbeide ny reguleringsplan og revidere detaljprosjektering utført i 2021 i forbindelse med at prosjektet ikke var gjennomførbart innenfor tidligere utarbeidet reguleringsplan [1].

Denne rapporten erstatter helt og fullt tidligere rapport G-rap-002 1350042821 [2]. Rapporten inneholder vurderinger og prosjektering som tilfredsstillende kravene for både reguleringsplan og detaljprosjektering.

Reguleringsarbeidet har utarbeidet et forslag der gang- og sykkelvegen ligger på sørsiden av fylkesvegen de første ca. 500 meterne fra Losenkrysset og vestover. Deretter krysser ve-gen over til nordsiden og følger denne siden av fylkesvegen til Hermanstad.

Gang- og sykkelvegen er ifølge gjeldende reguleringsplan, utarbeidet av Asplan Viak [1], foreslått å ligge på sørsiden av fylkesvegen de første ca. 400 meterne fra Losenkrysset og vestover. Deretter krysser gang- og sykkelvegen over til nordsiden og følger denne siden av fylkesvegen til Hermanstad.

Traséen går igjennom en kvikkleiresone og bratt sideterreng med overliggende bebyggelse. Stedvis må det gjøres tiltak som å etablere tørrmur i bakkant for å støtte opp sideskråninger eller legge ut ve-gen på ny fylling og benytte ett kjørefelt til gang- og sykkelveg.

Foreliggende rapport gir en geoteknisk vurdering og prosjektering basert på utførte grunnundersøkelser og planer fra RIVeg for gang- og sykkelvegen.

Revisjon 01 omfatter endringer langs ca. profil 615-875 og 1030-1270 (30 000) hvor nordgående kjørefelt er flyttet ut på ny fylling og ny gang- og sykkelvegen benytter dagens sørgående kjørefelt. Endringen medførte behov for supplerende grunnundersøkelser og nye stabilitetsberegninger. Enkelte tidligere stabilitetsberegninger er utgått. Endringen medførte også at én L-mur og to tørrmurer utgår i sin helhet samt reduksjon i mengden seksjonsvis utgraving.

I tillegg er det oppdaget et område med nedfylt matjord rundt profil ca. 620-720 (30 000) og det skal etableres ny adkomst for traktor til jordet nord for Bennavegen 300.

Endringer er vist med revisjonsstrek i margen.

## 2. MYNDIGHETSKRAV

Geoteknisk prosjektering for prosjektet er underlagt følgende regelverk:

- Håndbok N200 «Vegbygging» [3]
- Håndbok V220 «Geoteknikk i vegbygging» [4]
- Håndbok V221 «Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger» [5]
- Eurokode 0, «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner» [6]
- Eurokode 7, «Geoteknisk prosjektering» [7]
- Eurokode 8, «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning» [8]
- NVEs retningslinjer 2/2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» [9] med tilhørende teknisk veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [10]

## 3. GRUNNLAG FOR GEOTEKNISK PROSJEKTERING

### 3.1 Geoteknisk kategori

Bestemmelse av geoteknisk kategori er utført i henhold til Håndbok N200 [3] og Eurokode 0 [6]. Gang- og sykkelvegen plasseres i **geoteknisk kategori 2** «*Konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold*» med bakgrunn i at det er kun en mindre del av gang- og sykkelvegen som går igjennom området med påvist kvikkleire, og at gang- og sykkelvegen planlegges med forbedring av områdestabiliteten. For øvrige deler av gang- og sykkelvegen vil det stedvis være behov for seksjonsvis utgraving for å etablere tørrmurer og fylling for nytt kjørefelt. Prosjektering i geoteknisk kategori 2 forutsetter kvantitative geotekniske data.

### 3.2 Konsekvensklasse

Bestemmelse av konsekvensklasse er utført i henhold til tabell 1.1.1-1 [4]. Ifølge Statens vegvesens kartløsning «Vegkart» har Fv. 6590 «Bennavegen» en skjønsmessig vurdert ÅDT på 600 kjøretøy, hvorav andel lange kjøretøy er vurdert til 25 %. Ved et brudd langs Bennavegen er denne en mindre trafikkert veg med dårlige omkjøringsmuligheter, og trafikken må kjøre lengre omveger. Gitt ÅDT ville gang- og sykkelvegen kunne plasseres i konsekvensklasse CC1, men på grunn av dårlige omkjøringsmuligheter velges **konsekvensklasse CC2** for prosjektet, med nærmere beskrivelse: «*Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser*».

### 3.3 Pålitelighetsklasse

Bestemmelse av pålitelighetsklasse er utført i henhold til tabell 1.1.3-1 [3]. Gang- og sykkelvegen er vurdert til å være i pålitelighetsklasse RC2 med bakgrunn i konsekvensklasse CC2.

### 3.4 Kontrollklasse for prosjektering og utførelse

Bestemmelse av kontrollklasse for prosjekterings- og utførelseskontroll er utført i henhold til tabell 1.2.1-1 og 1.2.1-2 [3]. For pålitelighetsklasse RC2 og geoteknisk kategori 2 gjelder **PKK2** og **UKK2** for henholdsvis prosjekterings- og utførelseskontroll.

I henhold til tabell 1.2.2-1 og 1.2.3-1 [3] og [6] gjelder da egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll, både for prosjekterings- og utførelseskontroll.

### 3.5 Grunntype og seismisk klasse

Vurdering av behov for seismisk dimensjonering er utført i henhold til [8].

Seismisk dimensjonering av jord- og fyllingsarbeider kan utelates, siden seismisk dimensjonering gjelder for prosjektering av konstruksjoner. De konstruksjoner som skal etableres langs vegen er tørrmurer i form av gabioner eller steinblokker med høyde i størrelsesorden 1,0-2,0 meter.

Støttekonstruksjonene langs gang- og sykkelvegen faller inn under kategorien «*Støttmurer med høyde lavere enn 3 m langs veger i klasse II*» og skal normalt plasseres i **seismisk klasse I**.

Det kreves normalt ikke påvisning av tilstrekkelig sikkerhet etter [8] for konstruksjoner i seismisk klasse I, og ytterligere vurderinger i henhold til [8] utgår.

### 3.6 Flom- og skredfare

I henhold til NVEs retningslinjer 2/2011 [9] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom og skred).



En kort del av gang- og sykkelvegen går i henhold til kartløsningen atlas.nve.no igjennom akt-somhetsområde for flom like ved Bennavegen 381. Det må påses at stikkrenne under gang- og sykkelvegen dimensjoneres med tilstrekkelig kapasitet i forhold til en flomsituasjon.

Gang- og sykkelvegen ligger delvis innenfor kvikkleiresone 449 «Forset» med middels faregrad, se vedlegg 2. Den delen av sonen gang- og sykkelvegen går igjennom er ikke tidligere utredet.

Det er registrert sprøbruddmateriale i den østligste delen av traséen. Tiltak som omfatter ny infrastruktur i områder med sprøbruddmateriale skal vurderes i henhold til NVE sin veileder 1/2019 [10]. I henhold til veilederens tabell 3.2 vil trafiksikkerhetstiltak som gang- og sykkelveg falle inn under tiltakskategori K1. Krav til sikkerhet er omtalt i kapittel 3.7.

Øvrige naturpåkjenninger er omtalt i geologisk rapport G-rap-003 1350042821 [11].

### 3.7 Krav til sikkerhet/materialfaktor

Krav til sikkerhetsnivå er bestemt i henhold til Statens vegvesens håndbøker N200 [3] og V220 [4], og Eurokode 7 [7].

Materialfaktorer,  $Y_m$ , er bestemt i henhold til figurer 1.4.2-1 og 1.4.2-2 [3] for ulike profilnumre langs veglinjen. Materialfaktorene gjelder for både totalspennings- og effektivspenningsanalyse.

I det videre benyttes benevnelsen «sprøbruddmateriale» om både kvikkleire ( $c_{ur} \leq 0,33$  kPa) og sprøbruddmateriale ( $c_{ur} \leq 1,27$  kPa) slik dette er definert i [10].

Gang- og sykkelvegen kan deles inn i 3 områder med hensyn på bruddmekanisme og eventuelle brudd i grunnen kan derfor oppstå ved både en seig-, nøytral- og sprø-/kontraktant bruddmekanisme.

Kombinasjonen CC2 og seigt-/nøytralt-/sprøtt brudd gir følgende krav til materialfaktor,  $Y_m$ , for lokalstabilitet:

Tabell 1: Krav til materialfaktor

	Myndighetskrav	Analyse	Seig bruddmek.	Nøytral bruddmek.	Sprø bruddmek.
Lokal stabilitet*	Eurokode 7/V220	Totalspenning	1,4	1,4	1,5
Lokal stabilitet*	Eurokode 7/V220	Effektivspenning	1,3	1,4	1,5

\*Lokalstabilitet defineres som kritiske glideflater som berører vegen.

Med hensyn til områdestabilitet gjelder krav til sikkerhet i henhold til [10].

Kvikkleiresone 449 «Forset» er angitt med middels faregrad. Denne typen tiltak plasseres i tiltakskategori K1, «... trafiksikkerhetstiltak, slik som gang- og sykkelveger,...», og da gjelder følgende krav til sikkerhet i henhold til [10]:

- Krav til sikkerhet oppfylles hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten.
- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,40 \cdot fs$  og  $F_{c\phi} \geq 1,25$ , hvor  $fs$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Faktoren « $fs$ » er sprøhetsforholdet som korrigerer sikkerheten mellom et sprøtt brudd og et perfekt plastisk brudd. Sprøhetsforholdet = 1,15.

Dersom det er aktiv erosjon som kan påvirke tiltaket skal det utføres sikringstiltak som forhindrer erosjonen.

Utredningsarbeidet skal kvalitetssikres internt hos foretaket.

## 4. GRUNNLAG

### 4.1 Tidligere utførte grunnundersøkelser og vurderinger

Det er gjennomført en rekke tidligere grunnundersøkelser og vurderinger langs traséen tidligere. I Tabell 2 gis en oversikt over relevante dokumenter som er benyttet i vurderingene i foreliggende rapport.

**Tabell 2: Oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser og vurderinger**

Rapportnr.	Rapportnavn	Firma	Dato	Ref.
<b>6061130 r01</b>	Boligtomt Forset, Kvål - Datarapport	Rambøll	16.09.2009	[12]
<b>6100269 r01</b>	P-07: Grunnundersøkelser Benna-Heimdal - Datarapport for delstrekning P-04	Rambøll	06.08.2010	[13]
<b>6100269 r09</b>	P-07: Grunnundersøkelser Benna-Heimdal - Datarapport for delstrekning Holem-Benna	Rambøll	13.08.2012	[14]
<b>6100434 r01</b>	Enebolig Lykkja, Kvål - Datarapport	Rambøll	23.08.2010	[15]
<b>6120252 G-rap-001</b>	Nytt Høsehus, Kvål	Rambøll	20.04.2012	[16]
<b>1350016373 G-not-001</b>	Hemanstad G/S-veg – Geoteknisk vurdering for skisseplan	Rambøll	06.07.2016	[17]
<b>1350029187 G-rap-001</b>	Fjøs Forset, Kvål	Rambøll	18.09.2018	[18]
<b>1350034377</b>	Kårbolig Forsetvegen 22 - Datarapport	Rambøll	17.06.2019	[19]
<b>1350042821 G-rap-001</b>	Fv 6590 Losenkrysset – Hermanstad gs-veg	Rambøll	08.02.2021	[20]
<b>611327-01</b>	Geoteknisk notat GS-veg Hermanstadvegen	Asplan Viak	09.02.2017	[21]

### 4.2 Nye uførte grunnundersøkelser

Det er gjennomført supplerende grunnundersøkelser i perioden uke 18/2023 og uke 1-2/2024. Grunnundersøkelsene bestod av 16 totalsonderinger, 6 enkle sonderinger, 1 trykksondring og prøveserier i 9 punkter. Resultater fra supplerende grunnundersøkelser er samlet i egen datarapport [22].

### 4.3 Befaring

Det er gjennomført befaring langs hele den planlagte traséen av gang- og sykkelvegen 27/10-2020 av geoteknikerne Erlend Engesvold og Bård Arvid Gjengstø.

### 4.4 Koordinatsystem og høydereferanse

Prosjektet benytter koordinatsystem EUREF89 NTM sone 10 og høydereferanse NN2000.

#### 4.5 Veglinje og profilnummerering

I denne rapporten refereres det til veglinjer og profilnummerering i henhold til geometridata utarbeidet av Rambøll avdeling Samferdsel, og som ligger tilgjengelig i Novapoint Quadrimodell. Veglinje og profilnummerering er sist hentet ut 23.05.2024. Senterlinje med profilnummer er vist i tegning 202. Vegmodeller er vist i relevante snitt med stabilitetsberegninger.

Gang- og sykkelvegen starter ca. 30 meter nordøst for krysset Fv. 6590 «Bennavegen» - Fv. 6578 Lebergsvegen (Losenkrysset) og følger hele veglinje 20 000 og veglinje 30 000 til profil 180 på sørsiden av veien. Deretter krysser gang- og sykkelvegen fylkesvegen og følger veglinje 30 000 fra profil 180 til den avsluttes ved krysset Fv. 6590 «Bennavegen» - «Loåsvegen» (Hermanstad) i profil 1790.

Der det refereres til profilnummer videre i rapporten vil vegmodellnummer stå i parentes bak.

#### 4.6 Topografi

Traséen stiger i hovedsak fra Losenkrysset på ca. kote +71 til Bennavegen 365 hvor gang- og sykkelvegen ligger på ca. kote +175. Videre inn til krysset Loåsvegen/Bennavegen har gang- og sykkelvegen slak stigning til ca. kote +178.

Langs traséen fra Losenkrysset til ca. Bennavegen 351 er det skrått og hovedsakelig bratt sideterreng med til dels høye skråninger.

Det vises for øvrig til tegning 202 for detaljer rundt topografien.

#### 4.7 Kvartærgeologisk kart

Utsnitt av kvartærgeologisk kart fra NGU over området er vist i vedlegg 1. Kartet viser at det langs traséen er avmerket marine avsetninger i form av «Tykk havavsetning» fra Losenkrysset og til Forsetdal gård. Derifra varierer grunnen mellom «Tynn morene», «Breelavsetning», «Tykk morene», «Torv og myr» og «Randmorene» fram til krysset Loåsvegen/Bennavegen.

De marine havavsetningene kan forekomme som sprøbruddmateriale.

#### 4.8 Marin grense og kvikkleiresoner

Gang- og sykkelvegen ligger under marin grense i nord og over denne i sør. Marin grense er angitt på ca. kote +175 for området, se vedlegg 2, og traséen krysser grensen ca. ved Bennavegen 346.

Det er registrert sprøbruddmateriale i enkelte borpunkter helt i nordøst av traséen innenfor kvikkleiresone 449 «Forset», se vedlegg 2 for plassering av faresonen.

## 5. GRUNNFORHOLD

### 5.1 Sprøbruddmateriale

Det er påvist sprøbruddmateriale i flere punkter helt i nordøst av traséen. Situasjonsplanen på tegning 202 viser klassifisering av borpunkter basert på påvist-, antatt-, ikke antatt- og ikke påvist sprøbruddmateriale der dette er relevant.

### 5.2 Dybde til berg

Berg er påvist med 0,8-3,1 meter bergkontrollboring i 46 borpunkter hvor dybden til berg varierer mellom ca. 2,6 og 44,1 meter under terreng langs og ved traséen. I tillegg er en rekke borpunkt avsluttet mot antatt berg hvor dybden til antatt berg varierer mellom ca. 2,2 og 11,1 meter under terreng. Øvrige borpunkter er avsluttet i løsmasser uten at berg er registrert. Berg er også påvist i dagen under befarings på flere lokasjoner.

Dybden til berg varierer mye langs traséen, men hovedsakelig ligger det dypest i nord og avtar mot sør. Det vises til tegning 202 for detaljerte dybder og påvisning av berg i dagen.

### 5.3 Grunnvannstand

Grunnvannstanden er i 2020 og 2021 målt i 2 punkter i nord, borpunkt 4 og 5. Vedlegg 15 og 16 viser sammenstilling av målt poretrykk i henholdsvis borpunkt 4 og 5 med designlinje.

### 5.4 Oppsummering av grunnforhold

De utførte grunnundersøkelsene viser i grove trekk tilsvarende grunnforhold som angitt på kvartærgeologisk kart. Det vil si generelt stor mektighet av marine avsetninger i nord og avtakende mektighet sørover der løsmassene går over til morenemasser og breelavsetning i form av sand og grus.

Løsmassene består generelt av et øvre lag av tørrskorpeleire eller friksjonsmasser. Under dette i den nordlige delen av traséen er det påtruffet leire- og siltholdige masser som er middels fast til fast over antatt morene av varierende mektighet til berg. Det er påvist sprøbruddmateriale i 3 borpunkter, 2, 3 og 20, der sprøbruddmaterialet ligger henholdsvis fra dybde 10, 23 og 8 meter under terreng.

Øvrige sonderinger og prøvetaking viser hovedsakelig friksjonsmasser varierende fra finkornet til grovere masser, stedvis med noe leire, over berg. Prøvene viser generelt silt, sand og morene.

## 6. STABILITETSVURDERING

Det er registrert sprøbruddmateriale i grunnen i den nordøstre delen av traséen av gang- og sykkelvegen og det er dermed påkrevd at områdestabiliteten utredes for å kunne oppfylle kravet til «ikke forverring». Arbeidet utføres iht. [10]. Krav til sikkerhet og dokumentasjon er gjengitt i kapittel 3.7.

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet GeoSuite Stabilitet, versjon 16.1.5 for beregninger utført i [2] og versjon 24.0.7.0 for nye beregninger. GeoSuite Stabilitet baserer seg på en likevektsbetraktning av potensielle bruddflater. Det er utført total- og effektivspenningsanalyse med utgangspunkt i dagens terreng og anleggsfase/utbygd situasjon. Det er sett på om eventuelle tiltak er nødvendige for å tilfredsstille kravene i [10] dersom dagens og framtidig terrengsituasjon ikke tilfredsstiller kravene.

Totalspenningsanalysen tar hensyn til en potensiell situasjon med udrenerte spenningsendringer i grunnen, mens effektivspenningsanalysen er representativ for langtidssituasjon.

### 6.1 Grunnlag for stabilitetsberegninger

#### 6.1.1 Kritiske snitt

Totalt er det sett på 18 forskjellige snitt med hensyn på hvilke av disse som er kritiske og som må beregnes. Av disse er det utført stabilitetsberegninger i 9 profiler som vurderes representative for de kritiske skråningene, skråninger hvor erosjon kan utløse skred, grunnforhold og tiltak langs gang- og sykkelveglinja. Profilenes beliggenhet er vist på situasjonsplanen, tegning 202. Tidligere profiler med beregninger, som er tatt ut som følge av endret veglinje, er vist med grå skrift i tegningslisten, men tegninger og resultater er ikke tatt med i rapporten.

Profil A og B er kritiske profiler med tanke på påvist sprøbruddmateriale og undersøking av skråningens robusthet. I tillegg ligger gang- og sykkelvegen på sørsiden av vejen, og stabiliteten ned mot bekkedalen er her kontrollert.

Profil C, D, I, M, N, O<sup>-</sup> og P representerer kritiske snitt for både høye og lave skråninger hvor det skal graves inn i foten av skråningene eller legges fylling for å anlegge den nye gang- og sykkelvegen, forskyving av Bennavegen eller bussholdeplass.

### 6.1.2 Lagdeling

Tolket lagdeling i beregningsprofilene er vist på tegning 203-227. Lagdeling er tolket ut fra sonderinger og prøvetaking. Lag som er tolket å være sprøbruddmateriale er framhevet med rød skravor i beregningsprofilene.

### 6.1.3 Grunnvannstand og poretryksforhold

Det er utført poretrykkemålinger i to punkter, punkt 4 og 5. Grunnvannslinje og poretryksfordeling i profiler A, B, C og D er tolket og modellert ut fra registreringer herfra. Det er generelt antatt hydrostatisk poretryksfordeling under angitt grunnvannstandslinje basert på registrert grunnvannstand. For profiler I, N, O<sup>-</sup> og P er grunnvannslinjen konservativt antatt å ligge noe høyt, og poretryksfordeling er antatt hydrostatisk. For profil M ligger grunnvannstanden noe lavere basert på topografiske forhold hvor det er lite naturlig tilsig av vann.

### 6.1.4 Erosjon

Bekkefarete langs Bennavegen i nord ble også befart under befaringen nevnt i kapittel 4.3 med hensyn på om eventuell erosjon kan utløse et skred. Det er kun i retning av bekkefarete at erosjon kan utløse et mulig skred. Under befaringen ble det observert lite til ingen erosjon i henhold til [23]. Det vises til prosjektets hydrologirapport for vurdering av erosjonssikring [24].

### 6.1.5 Laster

I profil A og B er det benyttet trafikklast i henhold til [3] for stabilitetsberegningene som går fra Bennavegen og ned til bekkefarete. I profil I, O<sup>-</sup> og P er det benyttet den samme trafikklasten for beregninger som går fra vegarealet mot åker/skogområde. Dimensjonerende trafikklast for veg er oppgitt til 19,5 kPa og tilsvarende for gang- og sykkelveg på 13 kPa.

For profil I er det i tillegg benyttet en terrenglast på eiendommen tilsvarende 13 kPa. Boligen på toppen av skråningen har sokkeletasje som antas å gi en delvis kompensering, men arealet utenfor er oppfylt og benyttes til parkering og lagring. Det er også ferdsel med gang- og sykkeltrafikk på framsiden av bygget samt at fra Google Street View ses det en del lagring av snø.

For profil M er det benyttet en dimensjonerende last for bygget, antatt mindre lagerhall eller garasje, på toppen av skråningen på 10 kPa da bygget antas å være konstruert av bindingsverk.

I profil N ligger det en traktorveg med adkomst til jorde på vestsiden av Bennavegen. Det er vurdert tilstrekkelig trafikklast tilsvarende gang- og sykkelveg, 13 kPa, da vegen ikke virker å kunne tjene formål for større og tyngre kjøretøy.

For profil P er det benyttet last tilsvarende for gang- og sykkelveg på 13 kPa på grusplassen som ligger på vestsiden av Bennavegen. Fra befaring og tilgjengelige flyfoto benyttes grusplassen til parkering av lettere kjøretøy og mindre lagring av utstyr.

Benyttede laster og plassering/utstrekning er vist på tegning 203-227.

### 6.1.6 Materialparametere

#### Romvekt

Løsmassenes romvekt er i stabilitetsberegningene vurdert ut fra utførte laboratorieundersøkelser og erfaringsverdier i [4]. Benyttet romvekt er vist på tegning 203-227. Vedlegg 13 viser en sammenstilling av materialparametere som er benyttet.

### **Udrenert skjærfasthet**

Udrenert skjærfasthet er valgt på grunnlag av utførte trykksondering (CPTU) og undersøkelser fra laboratoriet. Tolket CPTU er vist i vedlegg 3-6. Benyttet skjærfasthet er vist i tolkingsdiagrammene som designlinje. I de områder hvor det ikke er utført CPTU, men prøvetaking, er skjærfasthet bestemt ut fra direkte skjærfasthet fra laboratedata i tillegg til at SHANSEP er benyttet til å estimere av skjærfasthetens utvikling med dybden for profilene A, B, C og D. SHANSEP er bestemt ut fra sammenhengen  $c_{uA} = \alpha \cdot p_0' \cdot OCR^\beta$  med et antatt tidligere terrengnivå for bestemmelse av OCR. Direkteverdiene er lagt inn som aktiv-verdier etter ADP-forhold beskrevet nedenfor.

Benyttede fasthetsprofil er vist i beregningene for totalspenningsanalyse,  $c_u$ . Konstant skjærfasthet er benyttet i enkelte leirelag. Benyttet konstant verdi er vist i vedlegg 13, og i presenterte beregningsprofiler for totalspenningsanalyse.

I beregningene tas det hensyn til leiras spenningsanisotropi (ADP-analyse). Utgangspunktet i beregningene er udrenert aktiv skjærfasthet  $c_{uA}$  for leire. Direkte og passiv skjærfasthet er beregnet ut fra følgende ADP-forhold:

- $c_{uD} = 0,63 \cdot c_{uA}$
- $c_{uP} = 0,35 \cdot c_{uA}$

Anisotropiforholdet er basert på anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering av norske leirer [25]. Det er ikke utført spesielle forsøk eller vurderinger for å kunne benytte andre verdier for dette prosjektet. Registrert skjærfasthet fra konus- og enaksialforsøk anses som representative for prøvens direkte skjærfasthet. Som referanse for tolking av CPTU er derfor skjærfasthet fra konusforsøk,  $c_{uk}$  og enaksialforsøk,  $c_{ue}$ , lagt inn i tolkningsprofil for CPTU som aktiv skjærfasthet med ADP-forhold som vist over, dvs.  $c_{uA} = c_{uk}/c_{ue} / 0,63$ .

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

Det er ikke prosjektert nedplaneringer som medfører behov for å redusere udrenert skjærfasthet.

### **Effektiv skjærfasthet**

For effektivspenningsanalysene er det benyttet tolkede verdier fra utførte treaksialforsøk og erfaringsverdier i henhold til [4].

Tolkede treaksialforsøk er vist i vedlegg 7 og 8, og benyttede verdier er vist i vedlegg 13 og på beregningsprofilene for effektivspenningsanalyser.

### **Kvalitet av grunnundersøkelsene**

54 mm sylindrerprøver av sprøbruddmateriale vurderes å ligge i kvalitetsklasse 1 – 2, i henhold til NGFs melding 11 «Veiledning for prøvetaking», [26].

Vurdering av kvaliteten av treaksialforsøkene er vist i Tabell 3. Bestemmelse av prøve kvalitet er basert på overkonsolideringsgrad og endring i porettall i henhold til tabell 6 i [26].

**Tabell 3: Kvalitetsvurdering av utførte treaksialforsøk**

Punkt	Dybde [m]	Treaksialforsøk	$e/e_0$	OCR [-]	Kvalitet
5	9,5	CAUc	0,054	1-2	God til brukbar
5	9,7	CAUc	0,055	1-2	God til brukbar
7	11,60	CAUc	0,049	1-2	God til brukbar
7	11,75	CAUc	0,052	1-2	God til brukbar

Tolket OCR fra utførte ødometerforsøk er vist i vedlegg 9-12, og er listet i Tabell 4.

**Tabell 4: Tolket OCR fra utførte ødometerforsøk**

Punkt	Dybde [m]	P <sub>o</sub> ' [kPa]	P <sub>c</sub> ' [kPa]	OCR [-]
5	6,5	130	190	1,46
5	9,8	196	260	1,33
5	15,5	310	360	1,16
7	6,45	129	220	1,93

Kvalitet på utførte trykksonderinger (CPTU) tilfredsstillende anvendelsesklasse 1 i alle sonderingene. Dokumentasjon for måledata er vist i datarapport, [2].

### **Oppsummering av materialparametere**

En oppsummering av materialparametere er presentert i vedlegg 13.

## **6.2 Stabilitetsvurdering**

Beregningsresultater og forutsetninger er vist på tegning 203-227. Resultatene er også oppsummert i vedlegg 14.

### **6.2.1 Profil A**

Det er benyttet trafikklast langs Bennavegen og gs-vegen for lokalstabilitetsberegningene, men ikke for områdestabilitetsberegningene. Det er ikke benyttet trafikk- og bygningslast for adkomstveg og Bennavegen 181 da dette ville gitt marginalt lavere sikkerhetsfaktor, og tiltaket forutsettes å gjennomføres ved ikke forverring.

I profil A gir mest kritiske glideflate en sikkerhetsfaktor på 0,93 på totalspenningsbasis og 1,52 på effektivspenningsbasis for dagens situasjon. Begge disse beregningene vurderes som områdestabilitet. Sirkulære bruddflater opptrer som mest kritiske bruddmekanisme for alle stabilitetsberegningene. I og med at skråningen beregningsmessig er labil, medfører dette at sikkerhetsfaktoren på totalspenningsbasis skulle ha vært minst 1,0. Det er ikke utført noen justering av styrkeparametere for å oppnå minimum materialfaktor i denne omgang.

For lokalstabiliteten av gang- og sykkelveg ned mot bekkefare er det for dagens situasjon oppnådd sikkerhetsfaktor på 2,77 og 2,08 på henholdsvis total- og effektivspenningsbasis.

I utbygd situasjon endrer sikkerhetsfaktoren for områdestabilitet seg til 0,94 og 1,53 på henholdsvis total- og effektivspenningsbasis, som anses som en marginal forbedring i sikkerhet. Krav til sikkerhet for områdestabilitet anses dermed som oppfylt.

For lokalstabiliteten endrer sikkerhetsfaktoren seg til henholdsvis 2,65 og 1,71. Kravet til sikkerhet for lokalstabilitet anses dermed som oppfylt.

Kravet til sikkerhet anses dermed som oppfylt i profil A.

### **6.2.2 Profil B**

Det er benyttet trafikklast langs Bennavegen og gs-vegen for lokalstabilitetsberegningene, men ikke for områdestabilitetsberegningene.

I profil B gir mest kritiske glideflate en sikkerhetsfaktor på 0,91 på total- og 1,59 på effektivspenningsbasis for dagens situasjon. Begge disse beregningene vurderes som områdestabilitet. Sirkulære bruddflater opptrer som mest kritiske bruddmekanisme for alle stabilitetsberegningene. I og med at skråningen beregningsmessig er labil, medfører dette at sikkerhetsfaktoren på

totalspenningsbasis skulle ha vært minst 1,0. Det er ikke utført noen justering av styrkeparametere for å oppnå minimum materialfaktor i denne omgang.

For lokalstabiliteten av gang- og sykkelveg ned mot bekkefare er det for dagens situasjon oppnådd sikkerhetsfaktor på 1,51 og 2,14 på henholdsvis total- og effektivspenningsbasis.

I utbygd situasjon endrer sikkerhetsfaktoren for områdestabilitet seg til 0,91 og 1,62 på henholdsvis total- og effektivspenningsbasis. For lokalstabiliteten endrer sikkerhetsfaktoren seg til henholdsvis 2,15 og 1,83.

Kravet til sikkerhet anses dermed som oppfylt i profil B.

### 6.2.3 Profil C

I profil C gir mest kritiske glideflate en sikkerhetsfaktor på 0,96 på total- og 1,27 på effektivspenningsbasis for dagens situasjon. Begge disse beregningene vurderes som områdestabilitet. I og med at skråningen beregningsmessig er labil, medfører dette at sikkerhetsfaktoren på totalspenningsbasis skulle ha vært minst 1,0. Det er ikke utført noen justering av styrkeparametere for å oppnå minimum materialfaktor i denne omgang.

Profil C er en terrengrygg som stikker ut, og profilet er plassert midt over ryggens høyeste punkt. For beregninger i plan tilstand anses derfor ikke situasjonen som representativ. For å vurdere en representativ situasjon, for referanse, er det derfor i tillegg utført beregninger for en terrengform med gjennomsnittlig 5 meter nedplanering, som tilsvarer en ca. 70 meter bred rygg.

For senket terreng ble det oppnådd sikkerhetsfaktor på 1,02 på totalspenningbasis og 1,13 på effektivspenningsbasis.

Tidligere planer medførte utgraving inn i foten av skråningen. Siden planene nå er endret til å etablere fylling på motsatt side av vegen, er ikke utbygd situasjon vurdert. Kravet til sikkerhet anses som oppfylt med bakgrunn i at tiltaket ikke medfører forverring av stabiliteten.

### 6.2.4 Profil D

I profil D gir mest kritiske glideflate en sikkerhetsfaktor på 1,17 på totalspenningbasis og 1,66 på effektivspenningsbasis for dagens situasjon. Begge disse beregningene er vurdert å være områdestabilitet.

Profil D går, som profil C, også over en utstikkende terrengrygg, men i mindre grad. Toppen på terrenget er derfor ikke senket slik som i profil C.

Tidligere planer medførte også for dette profilet utgraving inn i foten av skråningen. Siden planene også her er endret til å etablere fylling på motsatt side av vegen er ikke utbygd situasjon vurdert. Kravet til sikkerhet anses som oppfylt med bakgrunn i at tiltaket ikke medfører forverring av stabiliteten.

### 6.2.5 Profil I

Profil I erstatter tidligere profil H da veggeometrien er endret fra skjæring på vestsiden av Bennavegen til fylling på østsiden. Profilet er forlenget sammenlignet med tidligere angivelse på tegning 202.

Kritiske glideflater gir sikkerhetsfaktor på henholdsvis 1,05 og 1,33 for dagens- og ferdig situasjon.

Kravet til sikkerhet er dermed oppfylt i profil I etter utbygging.

### 6.2.6 Profil M

Det er benyttet en generell last på 10 kPa på toppen av skråningen for bygget som antas å være en mindre lagerhall, stor garasje eller lignende.



I profil M er kritisk glideflate beregnet til 1,50 på effektivspenningsbasis for dagens situasjon.

I anleggsfasen oppnås det sikkerhetsfaktor 1,12 for kritisk flate. For å oppnå tilstrekkelig sikkerhet er det som for tidligere profiler vurdert seksjonsvis utgraving. Det er benyttet samme bredde på utgraving, det vil si 3 meter. Med sidefriksjon oppnås det en sikkerhetsfaktor på 1,39 for de seksjonsvise utgravingene.

For ferdig utbygd situasjon oppnås det en sikkerhetsfaktor på 1,51.

Kravet til sikkerhet er dermed oppfylt i profil M.

### **6.2.7 Profil N**

I profil N er ikke dagens situasjon beregnet, kun ferdig utgravd situasjon. Det er benyttet trafikklast på 13 kPa på toppen av skråningen for traktorveg.

Kritisk glideflate i profil N er beregnet til 1,99 på totalspenningsbasis og 1,40 på effektivspenningsbasis.

Kravet til sikkerhet er dermed oppfylt i profil N.

### **6.2.8 Profil O<sup>-</sup>**

Profil O<sup>-</sup> er trukket noe lenger nord for og erstatter tidligere profil O på grunn av endring i veggeometrien.

For dagens situasjon er kritisk glideflate beregnet til 1,05 på effektivspenningsbasis, og 1,45 på totalspenningsbasis.

For ferdig utbygd situasjon oppnås det sikkerhetsfaktor på 1,31 på effektivspenningsbasis og 1,44 på totalspenningsbasis.

Kravet til sikkerhet er dermed oppfylt i profil O<sup>-</sup> etter utbygging.

### **6.2.9 Profil P**

For dagens situasjon er kritisk glideflate beregnet til 0,99 på effektivspenningsbasis, og 1,29 på totalspenningsbasis.

Det er også kontrollberegnet stabiliteten for parkeringsplassen på vestsiden av Bennavegen for dagens situasjon med hensyn på etablering av riggområde. Det oppnås sikkerhetsfaktor på 1,07 på effektivspenningsbasis og 1,29 på totalspenningsbasis. Det er dermed ikke tilstrekkelig sikkerhet for å benytte parkeringsområdet som riggområde før arbeidene med motfyllingen gir tilstrekkelig motvekt.

For ferdig utbygd situasjon oppnås det sikkerhetsfaktor på 1,25 med skråningshelning 1:2 på effektivspenningsbasis. Ved å legge til en mindre motfylling i foten av skråningen, 1:3 fra kote +132 og ned til terreng, øker sikkerhetsfaktoren til 1,30 på effektivspenningsbasis og 1,52 på totalspenningsbasis.

Kravet til sikkerhet er dermed oppfylt i profil P etter utbygging.

## **6.3 Oppsummering**

Stabiliteten for dagens situasjon i området mellom profil O (20 000) og ca. 330 (30 000) er anstrengt hovedsakelig med hensyn på områdestabilitet, men også lokalstabiliteten på nordsiden av Bennavegen ligger under sikkerhetskravene. Dette medfører svært begrensede muligheter for tiltak i sideskråningene.

Nye beregninger etter supplerende grunnundersøkelser viser at lokalstabilitet ned mot bekkedalen tilfredsstillende sikkerhetskravene. Tidligere område hvor det skulle graves inn i de bratte sideskråningene er endret til å heller flytte vegen sidevegs på ny fylling ned i bekkedalen.

Videre til profil 1780 (30 000) er også stabiliteten anstrengt, men grunnforholdene er her bedre, og løsninger kan gjennomføres med tiltak som seksjonsvis utgraving, støttekonstruksjoner og fyllinger.

Både i profil A og B oppnås det tilfredsstillende sikkerhet. For profil C og D gjøres det ingen inngrep i skråningsfoten, og utfylling for breddeutvidelsen vil fungere som en motfylling og dermed en forbedring av stabiliteten.

I profil M må utgravingene gjennomføres seksjonsvis med en maksimal seksjonsbredde på 3 meter.

For profil I, O og P må helningen til utfylling ikke være brattere enn 1:2.

For profil P må det i tillegg etableres en motfylling fra kote +132 og ned mot terreng med helning 1:3.

I profil N kan utgraving utføres uten tiltak.

## 7. ØVRIGE GEOTEKNISKE VURDERINGER

### 7.1 Tørrmur

Langs gang- og sykkelvegen er det 4 strekninger hvor det skal etableres tørrmurer mot skråninger på oversiden av vegen. Videre kapitler beskriver dimensjonene av de forskjellige tørrmurene. Det er utført beregninger for murene med forskjellig tyngdetetthet i blokkene.

I tidligere beregninger [2] ble det lagt til grunn å bruke gabioner, men det er i denne rapporten lagt til grunn minimum blokkbredde for å ikke binde utførelsen til én murtype.

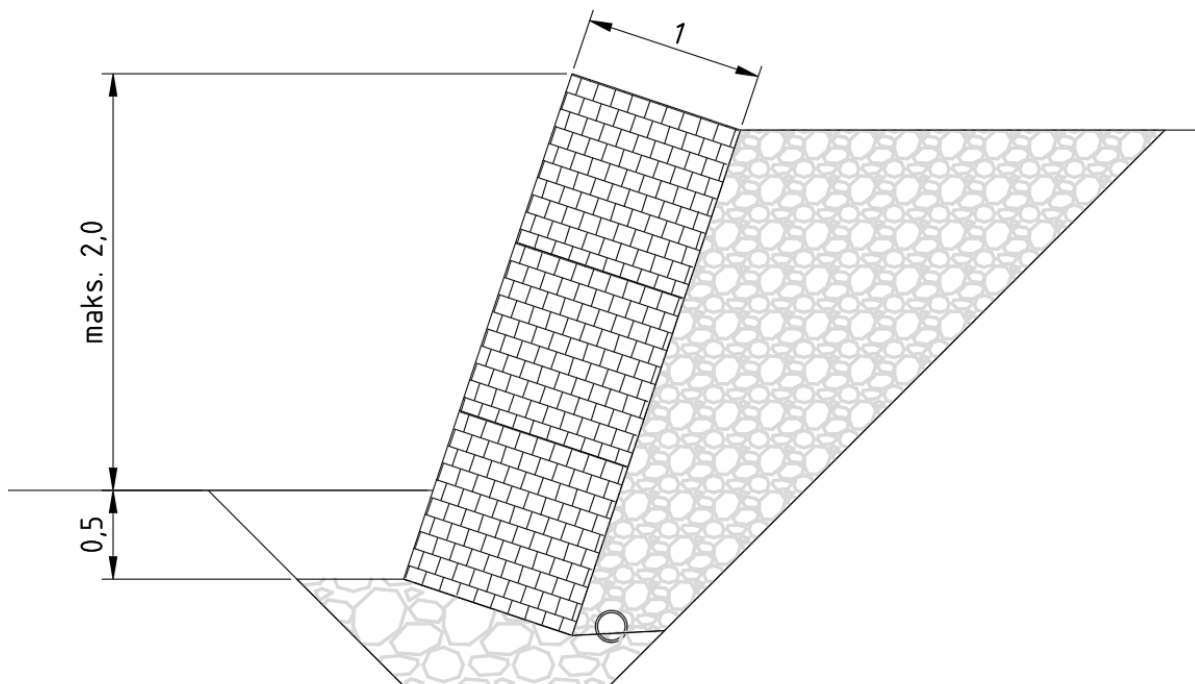
#### 7.1.1 Generelt

I utgangspunktet har de ulike alternativene for tørrmur lik utforming. Under gis en felles utforming av murene som sammen med nedenstående kapitler gir grunnlag for tørrmurenes geometri.

Skulle det vise seg at tørrmurene blir høyere noe sted eller at øvrige forutsetninger endres, skal geotekniker kontaktes, slik at geometrien kan verifiseres.

- Alle tørrmurer skal fundamenteres på en pute av minst 0,3 meter pukkk eller tilsvarende med fiberduk mellom terreng og pukken.
- Fronthelning på tørrmurene skal ikke være brattere enn 3:1. Pukkfundamentet må da avrettes til helning 1:3.
- Fotdybden skal minimum være 0,5 meter.
- Tørrmurene skal stables i forband, og hvis mulig låses sammen.
- Tilbakefylling foran og bak muren med drenerende, mineralske masser. Det anbefales at det frostsikres bak muren da de stedlige massene langs murene er telefarlige.
- Drenering etableres i underkant av muren eller lavere.
- Tilbakefyllingen legges lagvis med normal komprimeres i henhold til Statens vegvesens håndbok V221, [5].

I Figur 1 er det vist et prinsippsnitt av tørrmur med 1 meters blokkbredde.



**Figur 1: Prinsippskisse tørrmur**

### 7.1.2 Profil ca. 50-80 (30 000)

Tørrmur skal her benyttes for å støtte opp skråningen opp til antatt mindre lagerhall på toppen av skråningen for å gi plass til ny gang- og sykkelveg.

Som forutsetning skal ikke terrenget over muren være brattere enn 1:2.

Det er benyttet materialfaktor  $\gamma_m = 1,3$  for beregningen.

Følgende dimensjoner kan benyttes:

**Tabell 1: Minste blokkbredde og høyeste murhøyde profil ca. 50-80 (30 000)**

Tyngdetetthet blokk, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19,0	22,0	24,0
Blokkbredde [m]	0,7	0,6	0,6
Vishøyde [m]	2,2	2,1	2,1

### 7.1.3 Profil ca. 510-540 (30 000)

Tørrmur skal her benyttes for å støtte opp skråningen opp til hagen i Bennavegen 265 for å gi plass til ny gang- og sykkelveg.

Som forutsetning skal ikke terrenget over muren være brattere enn 1:2.

Det er benyttet materialfaktor  $\gamma_m = 1,4$  for beregningen.

Følgende dimensjoner kan benyttes:

**Tabell 2: Minste blokkbredde og høyeste murhøyde profil ca. 510-540 (30 000)**

Tyngdetetthet blokk, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19,0	22,0	24,0
Blokkbredde [m]	1,0	0,8	0,8
Vishøyde [m]	2,0	2,3	2,4

#### 7.1.4 Profil ca. 1395-1410 (30 000)

Tørrmur skal benyttes for å støtte opp løsmassene under garasjen til Bennavegen 351. Vishøyden på muren blir ca. 1 meter, og det vurderes at det kan tilsvarende minste blokkbredde som for profil 1500-1550 angitt i Tabell 3.

#### 7.1.5 Profil ca. 1500-1550 (30 000)

Tørrmur skal benyttes for å redusere det permanente inngrepet på naboeiendommen. Det er ett bopunkt i umiddelbar nærhet på østsiden av Bennavegen som viser faste friksjonsmasser. Det er her noe bedre grunnforhold enn for tidligere dimensjonert tørrmur langs profil 680-880 (30 000), og ca. tilsvarende helningsforhold i bakkant mur.

Som forutsetning skal ikke terrenget over muren være brattere enn 1:3.

Det er benyttet materialfaktor  $\gamma_m = 1,3$  for beregningen.

Følgende dimensjoner kan benyttes:

**Tabell 3: Minste blokkbredde og høyeste murhøyde profil ca. 680-880 (30 000)**

Tyngdetetthet blokk, $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	19,0	22,0	24,0
Blokkbredde [m]	0,5	0,5	0,5
Vishøyde [m]	2,2	2,6	2,7

Det forutsettes at utgravingen kan utføres iht. kapittel 7.3.

## 7.2 Fyllingsarbeider

Generelt skal alle fyllingsarbeider følge gjeldende krav Håndbok N200 [3], V221 [5] og V220 [4].

Det legges hovedsakelig til grunn at fyllinger etableres med helning 1:2. Stedvis over kortere strekninger antas det at helningen kan være noe brattere, men dette må i tilfelle konfereres med geotekniker.

Fyllinger skal bygges opp fra skråningsfot og oppover med sprengstein eller kult. Ved andre behov skal geotekniker kontaktes.

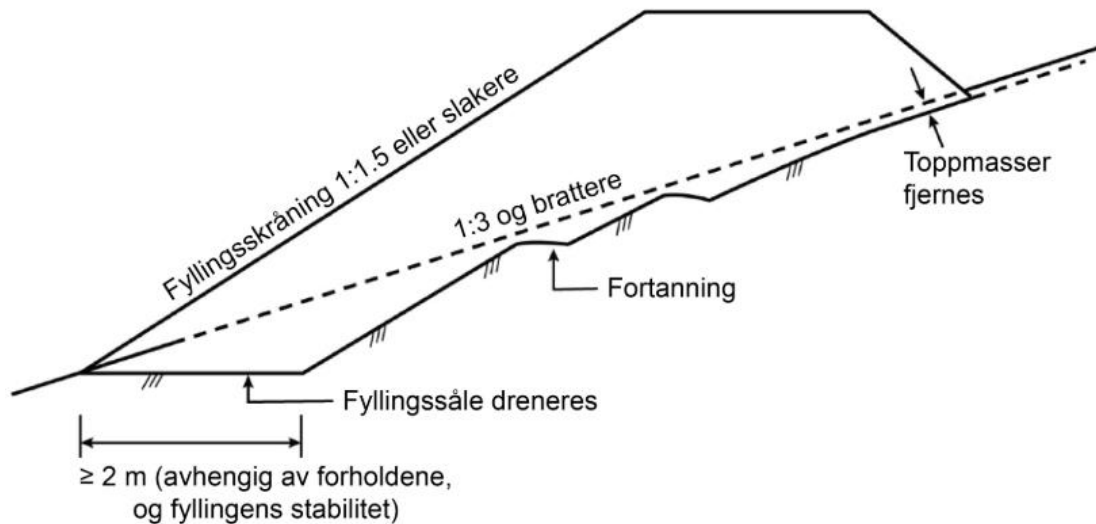
Mellom all fylling og stedlig grunn skal organiske masser fjernes, og det skal legges fiberduk med tilstrekkelig bruksklasse.

#### 7.2.1 Profil 0-400 (20 000), profil 90-500, 610-875 og 1030-1290 (30 000)

Langs den nordligste delen av gang- og sykkelvegen vil denne i stor grad ligge på fylling på sørsiden av vegen. Ved ca. profil 180 (30 000) krysser gang- og sykkelvegen Bennavegen, og videre i vest-/sørover ligger kjørefeltet i retning Kvål på ny fylling fram til ca. profil 500 (30 000). Mellom profilene ca. 610-875 og 1030-1290 (30 000) er det planlagt å legge nordgående kjørefelt ut på ny fylling for å gi plass til gang- og sykkelvegen i dagens sørgående kjørefelt.

Terrenget på sørsiden av Bennavegen i nord heller bratt ned imot en bekkedal. I de områdene hvor fyllingene ikke når ned til bunnen av bekkedalen, eller der hvor fyllingene strekker seg over

på andre siden av bekkedalen og samtidig terrenget er brattere enn 1:3, skal det etableres en fyllingsfot i henhold til Figur 2 under. For høyere utfyllinger (>4 meter) i områder hvor traubunnen består av leire, skal det etableres fortanninger. Påtreffes det bløte masser i gravearbeidet skal geotekniker kontaktes uten ubegrunnet opphold.

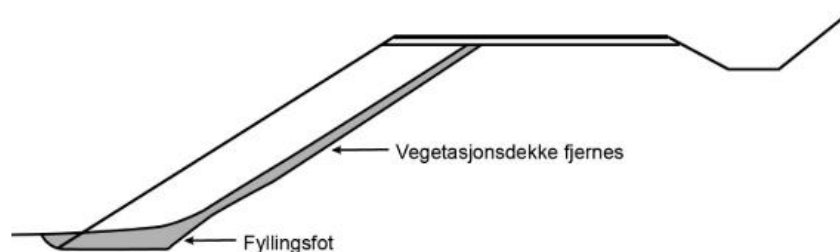


Figur 1.12.3.1-1 — Fyllingssåle ved terrengskråning 1:3 og brattere

Figur 2: Fyllingsfot ved terrengskråning 1:3 eller brattere. Hentet fra [3].

For breddeutvidelse skal det etableres en fyllingsfot og eventuelt vegetasjonsdekke på skråningen fjernes.

Alternativ til fyllingsfot langs profil 90-500 (30 000) vil være å legge fylling mot skråningen på motsatt side av bekkedalen.



Figur 1.12.7-1 — Breddeutvidelse av veg

Figur 3: Breddeutvidelse av veg. Hentet fra [3].

### 7.2.2 Massutsifting profil ca. 620-720 (30 000)

Det er i ett borpunkt i dette området påtruffet masser med høyt innhold av organisk materiale ca. 2,5 meter under terrenget. Fra gamle ortofoto går det et trebelte fra vegen i nordøstlig retning, se Figur 4. Terrenget ser også for øvrig ut til å være mer kuppert enn dagens terrenget. Det antas at jordet er planert en gang mellom ca. 1964 og 1986 iht. til tilgjengelige ortofoto, og at tidligere matjord er fylt ned i området. Det må dermed forventes å kunne påtreffes områder med høyt innhold av humus.

På grunn av anstrengt stabilitet må fjerning av humusholdige masser utføres seksjonsvis hvis mektigheten er større enn 1,0 meter.



Figur 4: Ortofoto som viser hvor tidligere trebelte på østsiden av Bennavegen lå. Til venstre: Foto datert 2021. Til høyre: Foto datert 1947. Kilde: kart.finn.no

### 7.2.3 Bussholdeplass profil 680-740 (30 000)

Ny bussholdeplass etableres på utfylte masser av stein. Oppbygging følger samme prinsipp som gitt i kapittel 7.2.1. Fra utførte stabilitetsberegninger oppnås det tilstrekkelig sikkerhet ved at fyllingen etableres med helning 1:2.

### 7.2.4 Ny jordbruksadkomst Bennavegen 300.

Det skal etableres ny adkomst til jordet nord for Bennavegen 300. I reguleringsplanen ligger det inne 2 alternativer (se tegning 202 for plassering), enten som en utvidelse av fyllingen langs profil 810-870 (30 000) direkte fra gården eller ved egen fylling fra Bennavegen ved ca. profil 775 (30 000). Valgt alternativ må kontrolleres av geotekniker i byggeplanfasen når plassering er bestemt.

### 7.2.5 Øvrige terrengarbeider

Øvrige deler av gang- og sykkelvegen vil ligge i mindre skjæringer eller på mindre fyllinger. Terrengarbeidene vil her ikke medføre nødvendige tiltak utover hva som er tidligere vurdert.

Fylling for anleggsveger er ikke vurdert.

## 7.3 Graveskråninger

Graveskråninger kan normalt anlegges med helning 1:1,5 for skrån timer med høyde inntil 4 meter. Ved høyere utgravinger kan normalt graveskråninger anlegges med helning 1:2. I spesielle områder med bratt sideterreng og hindringer hvor skrån timerne har lav sikkerhet i anleggsfasen, er det vurdert seksjonsvis utgraving.

Ved nedbør eller grunnvannsfremspring kan det være aktuelt å måtte tildekke graveskrån timerne for å hindre overflateerosjon.

### 7.3.1 Seksjonsvis utgraving

Langs profil 50-80, 1395-1410 og muligens 510-540 (30 000) er det hindringer som medfører at graveskråninger med helning 1:1,5 eller slakere ikke kan gjennomføres. Det er dermed lagt til grunn seksjonsvis utgraving langs disse 3 strekningene.

Maksimal seksjonslengde er 3 meter med graveskråning 1:1. Det stilles krav til at entreprenøren kontrollerer utgravde skrån timer med hensyn på HMS, altså kontrollerer at det ikke ligger stein/-blokk eller tilsvarende i skrån timer som kan falle ut.

Skrån timerne skal tilbakefylles før neste seksjon kan påbegynnes. Ingen skrån timer skal stå åpne ved arbeidsdagens slutt.

Ved befar ing i anleggstiden av geotekniker kan det gjøres en vurdering om seksjonslengden kan økes underveis.

For profil 510-540 (30 000) vil det kunne være aktuelt å bruke ordinære graveskrån timer, med helning 1:1,5, ved å midlertidig grave noe inn i hagen til Bennavegen 265.

#### 7.4 Setninger

Gang- og sykkelvegen er prosjektert liggende på fylling langs profil ca. 40-400 (20 000) og profil ca. 0-180 (30 000). Langs profil ca. 180-500 (30 000) viser modellen utfylling i bekkefaret for sideforskyvning av Bennavegen. Også langs profil 610-875 og 1030-1290 sideforskyves Bennavegen ut på fylling mot sør. Langs profil 680-740 (30 000) etableres ny holdeplass i retning Kvål på fylling.

Fyllingene medfører varierende tilleggs last på grunnen avhengig av mektigheten på fyllingene, og det vil oppstå setninger av varierende omfang. Grunnen lengst mot nord består av leire med varierende mektighet over stivere friksjonsmasser og/eller berg. Lenger sør er det hovedsakelig grunnere til berg og i større grad friksjonsmasser.

Setninger forventes i størrelsesorden ca. 2-3 cm langs profil ca. 40-420 (20 000), ca. 3-4 cm langs profil 60-500 (30 000), ca. 2-6 cm langs profil 610-875 (30 000) og ca. 1-2 cm langs profil 1030-1290 (30 000). Det forventes at en del av setningene påløper i anleggsperioden, men det må forventes behov for justeringer over tid.

Videre sørover vil gang- og sykkelvegen ligge i skjæring eller på mindre fylling. Løsmassene her består i større grad av fastere og grovere løsmasser. Dette medfører setninger i størrelsesorden 1-2 cm, og det forventes at disse påløper i løpet av anleggsperioden.

#### 7.5 Telefarlighets- og bæreevneklassifisering

Løsmassene ved traubunnivå langs gang- og sykkelvegen er klassifisert som svært telefarlig med telefarlighetsgruppe T4 fra Losenkrysset og til ca. profil 1220 (30 000). Resterende del av traséen er vurdert å være litt telefarlig (T2).

Tilsvarende grense benyttes for bæreevnegruppe, hvor det for traséen fram til ca. profil 1220 (30 000) benyttes bæreevnegruppe 6 med  $c_u$  liggende mellom 37,5 og 50 kPa. For resterende del av traséen benyttes bæreevnegruppe 4.

For gang- og sykkelvegen som blir liggende på bergskjæring kan det benyttes bæreevnegruppe 3.

#### 7.6 Frost, tele og vinterarbeid

Hovedandelen av de stedlige massene er som nevnt i kapittel 7.5 i stor grad meget telefarlige (T4). Konstruksjoner og andre anlegg i grunnen som ikke tåler frost må derfor isoleres eller sikres mot frost. Frostdybden langs Bennavegen gjennom kvalitetsfylling av pukk/kult er beregnet til ca. 2,0 meter.

Ved vinterarbeid må det sørges for tilstrekkelig frostsikring av grunnen under og bak alle anlegg som ikke tåler frost.

Underlaget for alle konstruksjoner må være snø- og isfritt, og det må kun benyttes fyllmasser som ikke er frosset eller inneholder snø og is. Ved all tilbakefylling anbefales det å benytte drenerende friksjonsmasser av pukk/sprengstein uten finstoff.

## 7.7 Riggplan og massedeponi

Plassering av riggområder skal vurderes i samråd med geotekniker. Om nødvendig skal riggområder prosjekteres av geotekniker.

På grunn av topografien og grunnforholdene langs traséen skal masser ikke lagres eller mellomlagres uten at dette avklares med geotekniker. Plan for mellomlagring av masser kan utarbeides i samråd med geotekniker.

## 7.8 Rystelser og nærliggende bebyggelse

I forbindelse med arbeid som skaper vibrasjoner (gravearbeider tett på bygninger, komprimering etc.) anbefaler vi at de nærmeste bygningene langs traséen besiktes, at det beregnes grenseverdier for nabobygninger, gjennomføres rystelsesmåling og installeres setningsmålere som følges opp under anleggsfasen. Plan for disse arbeider bør være utarbeidet før anleggsstart.

Rystelser i forbindelse med sprenging er vurdert i ingeniørgeologisk rapport [11].

## 7.9 Riggområde

Det er foreløpig planlagt riggområde på de to parkeringsplassene vest for Bennavegen 300 (nord) og nord for Bennavegen 381 (sør).

Det nordlige riggområdet kan på grunn av stabilitetsforhold ikke benyttes før det oppnås tilstrekkelig sikkerhet ved etablering av fyllingen mellom ca. profil 810-870 (30 000). I og med at grunnvannstand er konservativt vurdert høyt kan det settes ned poretrykksmålere for å undersøke om grunnvannstanden står lavere, og dermed kunne benytte riggområdet tidligere. Evt. gravearbeider for opparbeidelse av riggområde må vurderes i samarbeid med geotekniker.

For det sørlige riggområdet vil det kunne etableres et normalt riggområde. Området er hovedsakelig flatt, men terrenget skråner opp mot vest. Det er ikke vurdert evt. behov for utgraving.

## 7.10 Mellomlagring av masser

All mellomlagring av masser, også matjord, skal avklares med geotekniker.

## 7.11 Innspill plan og for utførelse og kontroll

Det er utarbeidet innspill til entreprenørs kontrollplan i vedlegg 17.

# 8. VIDERE ARBEIDER

Det er ikke helt avklart hvor riggområde plasseres, men foreløpig antas dette å bli ved en eller begge utfartsparkeringene langs Bennavegen. Dette må avklares i byggeplanfasen. Stabiliteten for det nordligste området er anstrengt, og kan ikke benyttes før det enten er fylt tilstrekkelig på østsiden av Bennavegen eller supplerende grunnundersøkelser ved poretrykksmåling kan senke grunnvannstanden. Det er ikke satt av områder for massedeponi, og masser som må deponeres skal kjøres til godkjent deponi.

Det er foreløpig ikke angitt områder til massedeponi og rigg. Slike forhold må avklares som en del av de videre arbeider. Det kan ikke utelukkes at det blir behov for egne, supplerende grunnundersøkelser som underlag for en geoteknisk vurdering av områder for massedeponier og rigg.

Det skal etableres ny adkomst til jordet nord for Bennavegen 300. Dette må kontrolleres av geotekniker i byggeplanfasen når plassering er bestemt.

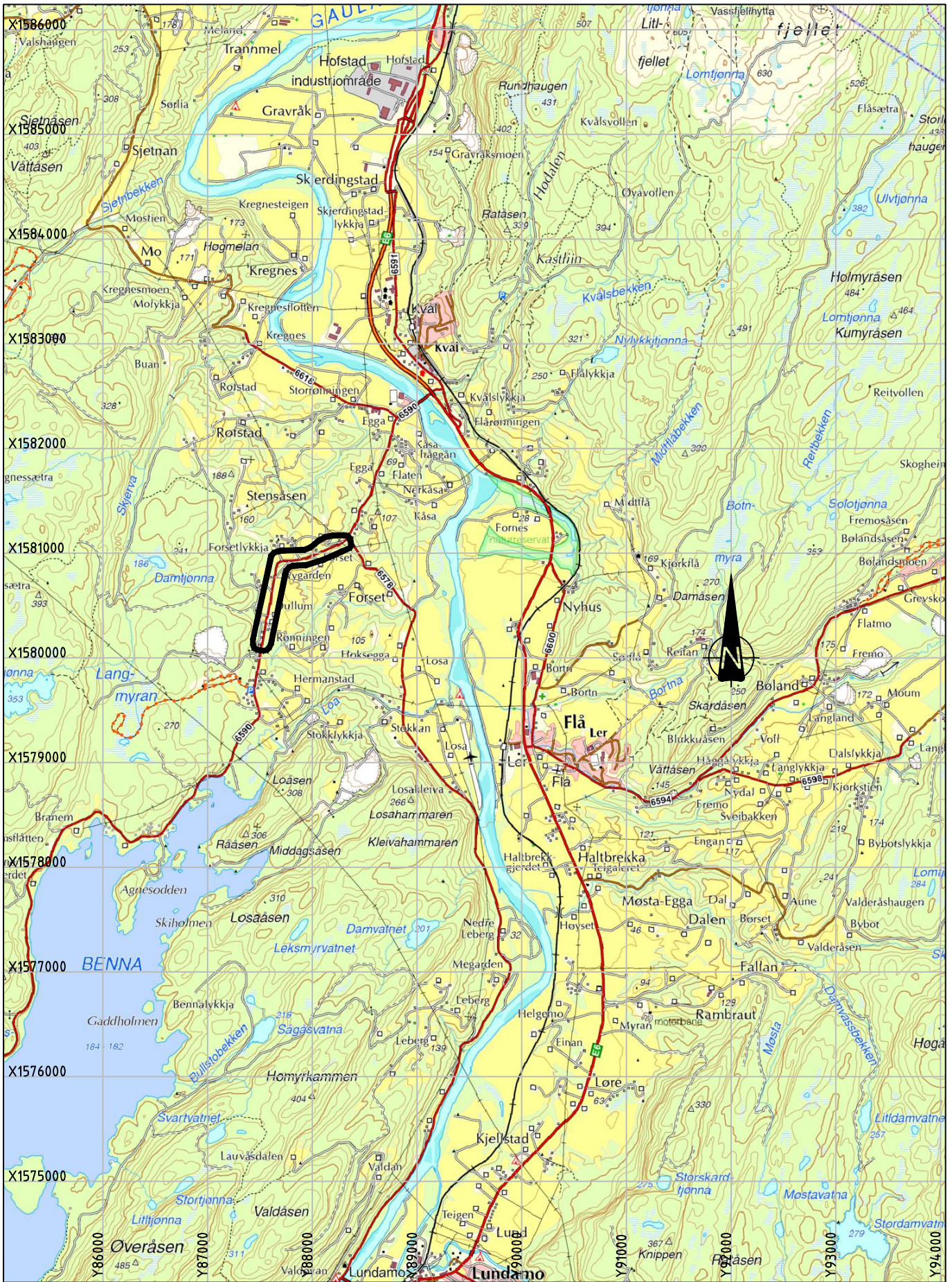
Det anbefales at utførelsen følges opp tett og at geotekniker deltar på befaringer for vurdering av de stedlige grunnforholdene og vurderer de seksjonsvise utgravingene.



## 9. REFERANSER

- [1] Asplan Viak, «611327-01 "Gang- og sykkelveg Hermanstad, Detaljreguleringsplan - Planbestemmelser",» 20.04.2018.
- [2] Rambøll Norge AS, «G-rap-002 1350042821 "Fv 6590 Losenkrysset-Hermanstad GS-veg - Geoteknisk prosjektering av gang- og sykkelveg", foreløpig versjon,» 13.04.2021.
- [3] Statens vegvesen, «Vegnormal N200 Vegbygging,» 01.11.2022.
- [4] Statens vegvesen, «Håndbok N-V220 Geoteknikk i vegbygging,» 18.08.2023.
- [5] Statens vegvesen, «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fylling og skråninger,» 2014 juni.
- [6] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.05.01.
- [7] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler,» 2020.12.18.
- [8] Standard Norge, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021 Eurokode 8 - Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger,» 2021.06.30.
- [9] NVE, «NVE Retningslinjer 2/2011: Flaum og skredfare i arealplanar,» NVE, 2014.05.22.
- [10] NVE, «NVE Veileder nr 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» NVE, 2020 desember.
- [11] Rambøll Norge AS, «G-rap-003 1350054996 "Ingeniørgeologisk rapport",» September 2023.
- [12] Rambøll Norge AS, «6061130 r01 Geoteknisk datarapport "Boligtomt Forset, Kvål",» 16.06.2009.
- [13] Rambøll Norge AS, «6100269 r01 Geoteknisk datarapport "P-07: Grunnudnersøkelser Benna-Heimdal - datarapport for delstrekning P-04",» 06.08.2010.
- [14] Rambøll Norge AS, «6100269 r09 Geoteknisk datarapport "P-07: Grunnudnersøkelser Benna-Heimdal - Datarapport for delstrekning Holem-Benna",» 13.08.2012.
- [15] Rambøll Norge AS, «6100434 r01 Geoteknisk datarapport "Enebolig Lykkja, Kvål",» 23.08.2010.
- [16] Rambøll Norge AS, «G-rap-001 6120252 Geoteknisk datarapport "Nytt Hønsehus, Kvål",» 20.04.2012.
- [17] Rambøll Norge AS, «G-not-001 1350016373 Geoteknisk notat "Hermanstad G/S-veg - Geoteknisk vurdering for skisseplan",» 06.07.2016.
- [18] Rambøll Norge AS, «G-rap-001 1350029187 Geoteknisk datarapport "Fjøs Forset, Kvål",» 18.09.2018.
- [19] Rambøll Norge AS, «G-rap-001 1350034377 Geoteknisk datarapport "Kårbolig Forsetvegen 22",» 17.06.2019.
- [20] Rambøll Norge AS, «G-rap-001 1350042821 Geoteknisk datarapport "Fv 6590 Losenkrysset-Hermanstad gs-veg",» 08.02.2021.
- [21] Asplan Viak, «611327-01 Geoteknisk notat "Geoteknisk notat GS-veg Hermanstadvegen",» 09.02.2017.
- [22] Rambøll Norge AS, «G-rap-001 1350054996\_rev01 Geoteknisk datarapport - "Fv6590 Bennavegen gs-veg",» 27.02.2024.
- [23] NVE/NGI, «NVE Ekstern rapport 9/2020 "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred - Metodebeskrivelse",» Desember 2020.

- [24] Rambøll Norge AS, 1350054996 Rapport 1 - Hydrologiske og hydrauliske beregninger, 29.09.2023.
- [25] NVE m.fl., NIFS-rapport 14/2014: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, NVE, 30.01.2014.
- [26] NGF, «NGF Melding 11 "Veiledning for prøvetaking",» 2013.



0	19.09.2023		BAGJ	EHU	SLAD
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350054996 Målestokk: 1:50 000 Status:

Fv6590 Bennavegen gs-veg  
Trøndelag Fylkeskommune

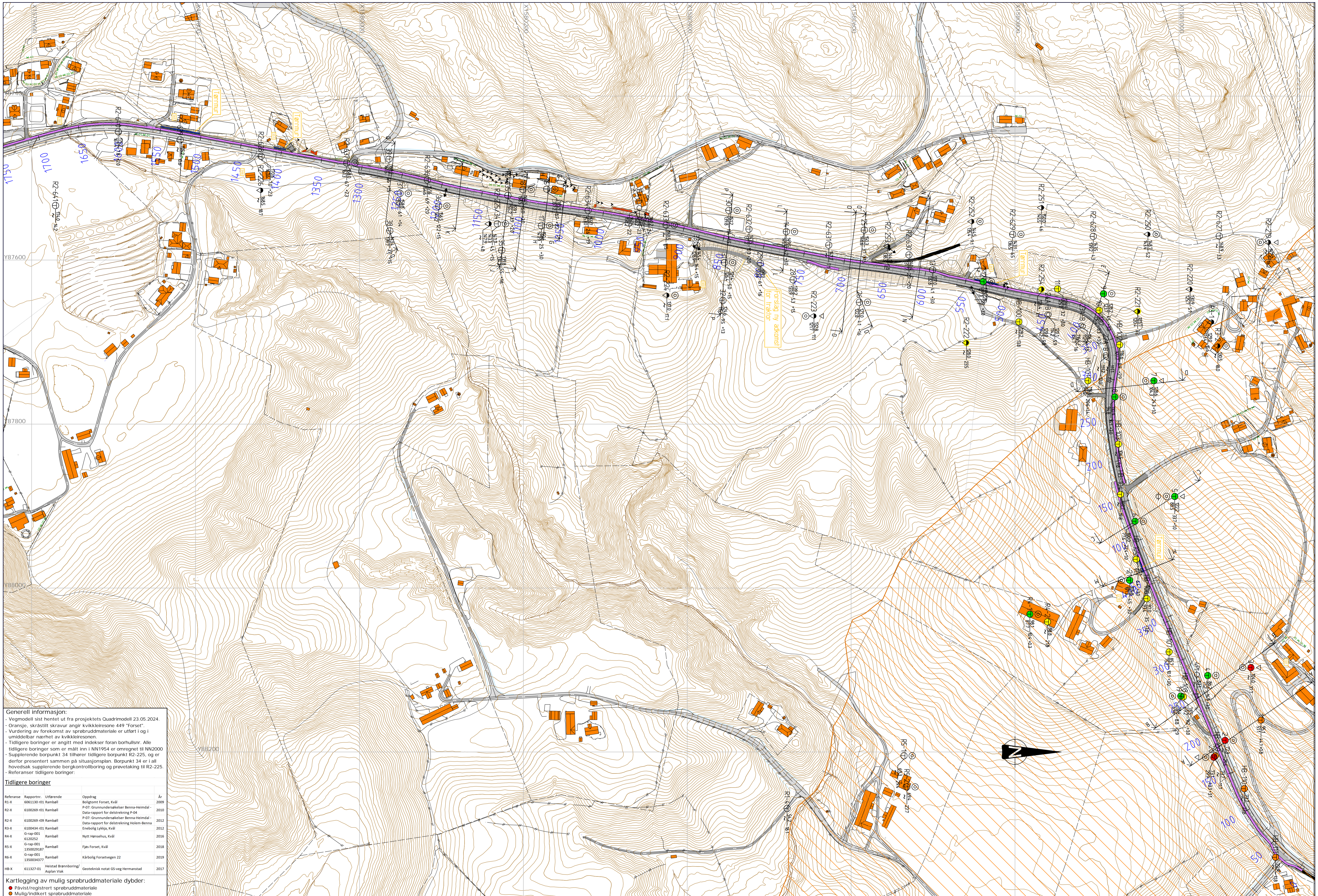
**Oversiktskart**

NTM10 (EUREF89): 15809 00877



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

Tegning nr: 201 Rev: 0



**Generell informasjon:**  
 - Vegmodell sist hentet ut fra prosjektets Quadrimodell 23.05.2024.  
 - Oransje, skråstilt skravur angir kvikkleiresone 449 "Forset".  
 - Vurdering av forekomst av sprosbruddmateriale er utført i og i umiddelbar nærhet av kvikkleiresonen.  
 - Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhuller. Alle tidligere boringer som er målt inn i NN1954 er omregnet til NN2000.  
 - Supplerende borpunkt 34 tilhører tidligere borpunkt R2-225, og er derfor presentert sammen på situasjonsplan. Borpunkt 34 er i all hovedsak supplerende bergkontrollboring og prøvetaking til R2-225.  
 - Referanser tidligere boringer:

Referanse	Rapportnr.	Utførende	Oppdrag	År
R1-X	0061130 r01	Rambøll	Boligområde Forset, Kvål	2009
R2-X	6100269 r01	Rambøll	P-07: Grunnundersøkelser Benna-Heimdal - Data-rapport for delstrøking P-04	2010
R2-X	6100269 r09	Rambøll	P-07: Grunnundersøkelser Benna-Heimdal - Data-rapport for delstrøking Helem-Benna	2012
R3-X	6100434 r01	Rambøll	Enebolig Lykka, Kvål	2012
R4-X	Grap-001	Rambøll	Nytt Håneshus, Kvål	2016
R5-X	Grap-001	Rambøll	Fjes Forset, Kvål	2018
R6-X	Grap-001	Rambøll	Karbolig Forsetvegen 22	2019
HB-X	61127-01	Heistad Boreboring/Asplan Viak	Geoteknik notat G5-veg Hermanstad	2017

**Kartlegging av mulig sprosbruddmateriale dybder:**  
 ● Påvist/registrert sprosbruddmateriale  
 ● Mulig/indikert sprosbruddmateriale  
 ● Antatt ikke sprosbruddmateriale  
 ● Friskmottatt/ikke registrert sprosbruddmateriale

**Boring type (symbol)**  
 ● Terrengekote  
 ● Fjellkote  
 ● Boredebyle i løsnmasse + boring i fjell (m)

**FORKLARING - BORING**

REV	DATE	ENDRING	KAGA	BAGU	RATR
D1	23.05.2024	Nye sonderinger, profiler og vegmodell	KAGA	BAGU	RATR
D0	22.09.2023		KAGA	BAGU	SLAD
REV			TEGR	KONTRE	GOUDU

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

OPPDAG: Fv. 6590 Bennaevgen G/S-veg  
 OPPDRAGSGIVER: Trøndelag fylkeskommune

INNHOVD: SITUASJONSPLAN  
 Totalsondering  
 Trykksond. (CPTU)  
 Dreiltrykkssondering

OPPDAG NR.	MALESTOKK	BLAD NR.	AV
1350054996	1:2000 (A1)	01	01
		TEGNING NR.	REV.
		202	00

Material	no	Un.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	4	19.00	34.0	3.4				

Material	no	Un.Weigh	Fi	C'
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire	2	19.50	27.5	5.2
Sprøbrudd	3	19.50	27.5	5.2
Morene	4	19.00	34.0	3.4

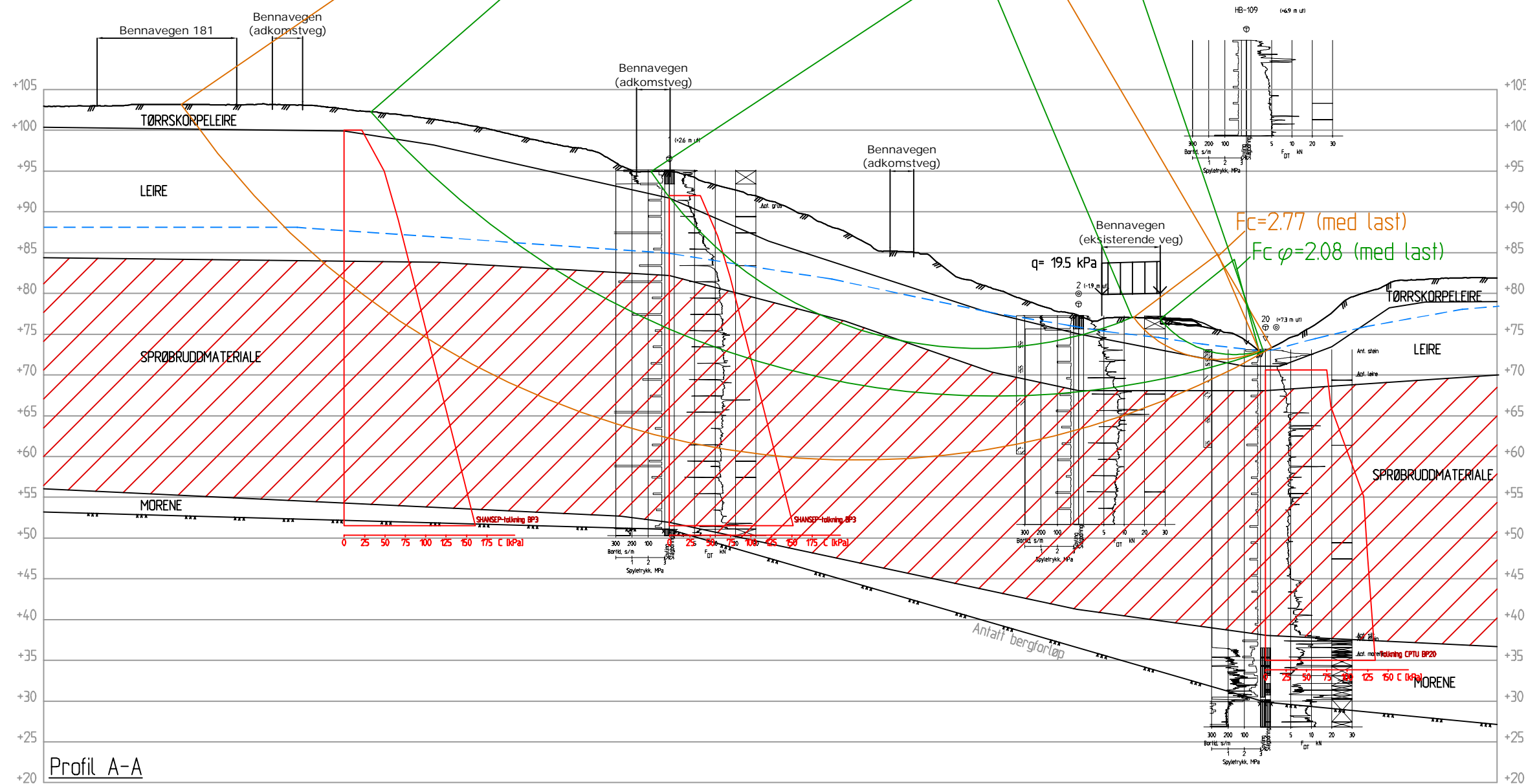
$F_c \varphi = 1.58$  (uten last)

$F_c = 0.93$  (uten last)

NB! Benytter ikke trafikklast for adkomstveg til Bennavegen 181, eller terreglast fra Bennavegen 181. Se kap. 6.2.1 for nærmere beskrivelse og forklaring.

$F_c \varphi = 1.52$  (uten last)

HB-109 (469 m ut)



00	22.09.2023		BAGJ	EHU	SLAD
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002			

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

OPPDRAG	Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg
OPPDRAGSGIVER	Trøndelag fylkeskommune

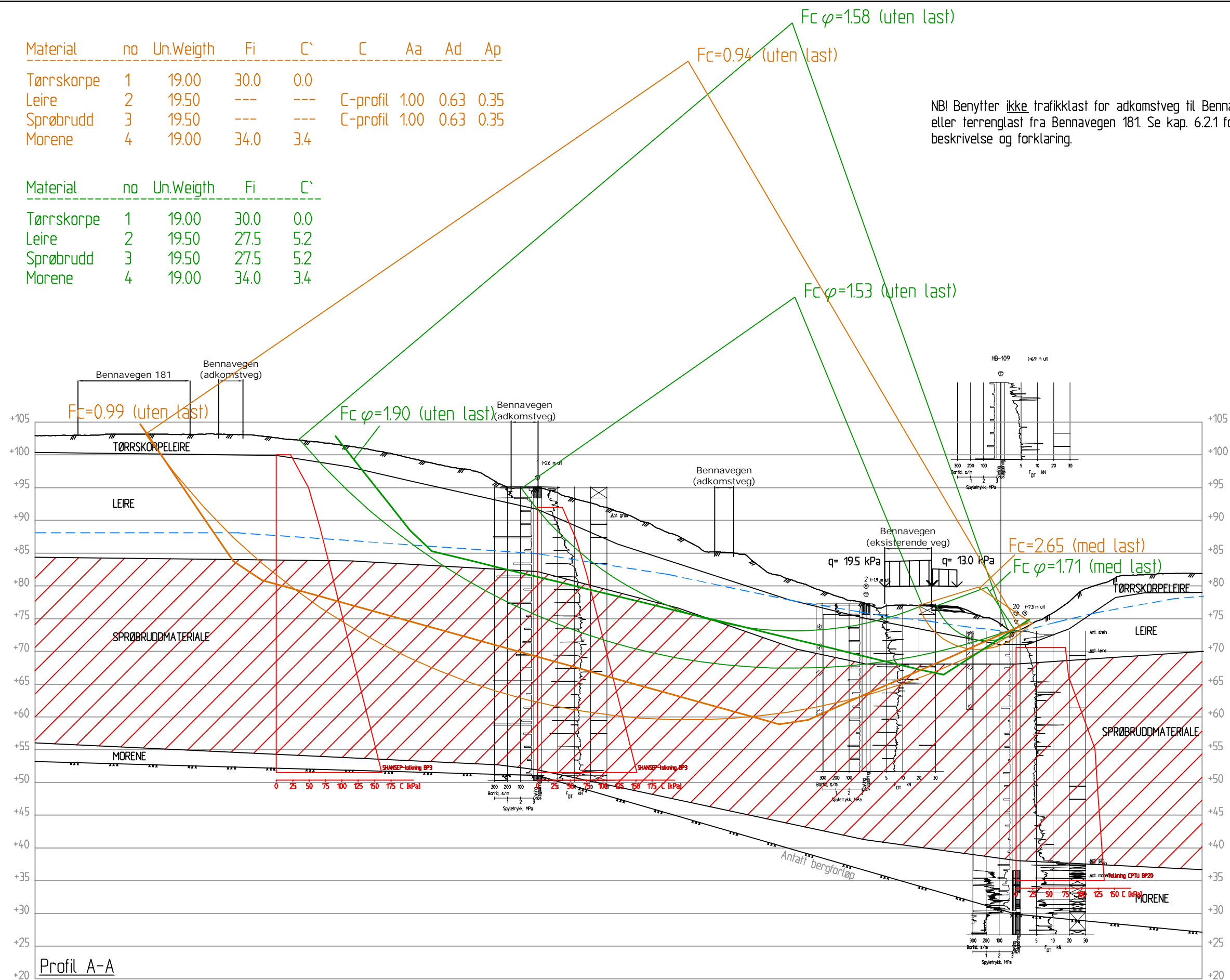
INNHOOLD	BEREGNINGSPROFIL A
	Dagens situasjon
	Effektiv- og totalspenningsanalyse

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350054996	1:600 (A3)	01	01
TEGNING NR.		REV.	
203		00	

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sprøbrudd	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	4	19.00	34.0	3.4				

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire	2	19.50	27.5	5.2
Sprøbrudd	3	19.50	27.5	5.2
Morene	4	19.00	34.0	3.4

NB! Benytter ikke trafikklast for adkomstveg til Bennavegen 181, eller terenglast fra Bennavegen 181. Se kap. 6.2.1 for nærmere beskrivelse og forklaring.



Profil A-A

00	22.09.2023		KAGA	BAGJ	SLAD
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002			

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

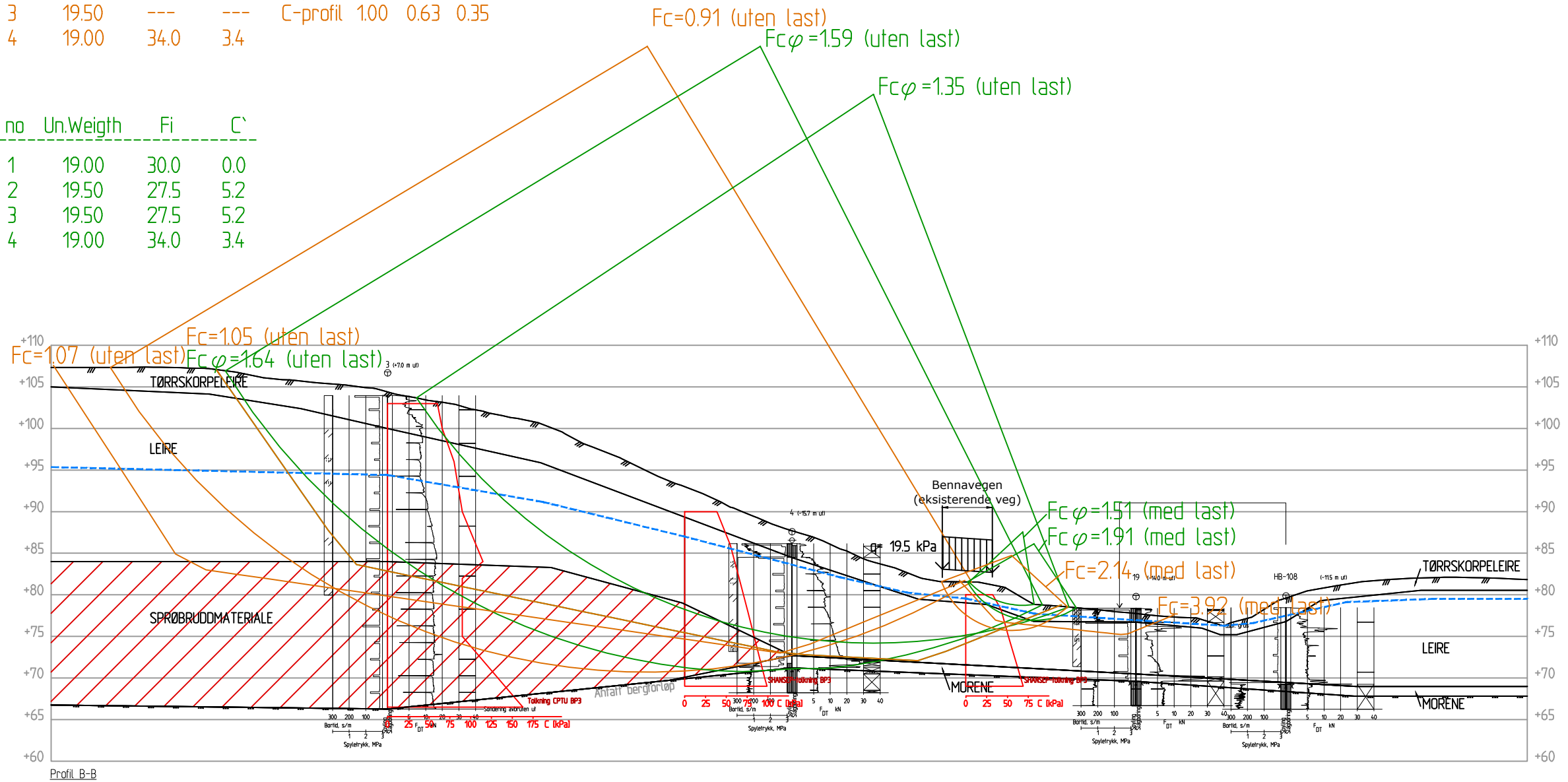
OPPDRAG	Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg
OPPDRAGSGIVER	Trøndelag fylkeskommune

INNHOOLD	BEREGNINGSPROFIL A
	Ferdig situasjon
	Effektiv- og totalspenningsanalyse

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350054996	1:600 (A3)	01	01
TEGNING NR.		REV.	
204		00	

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire/SP	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	4	19.00	34.0	3.4				
Berg								

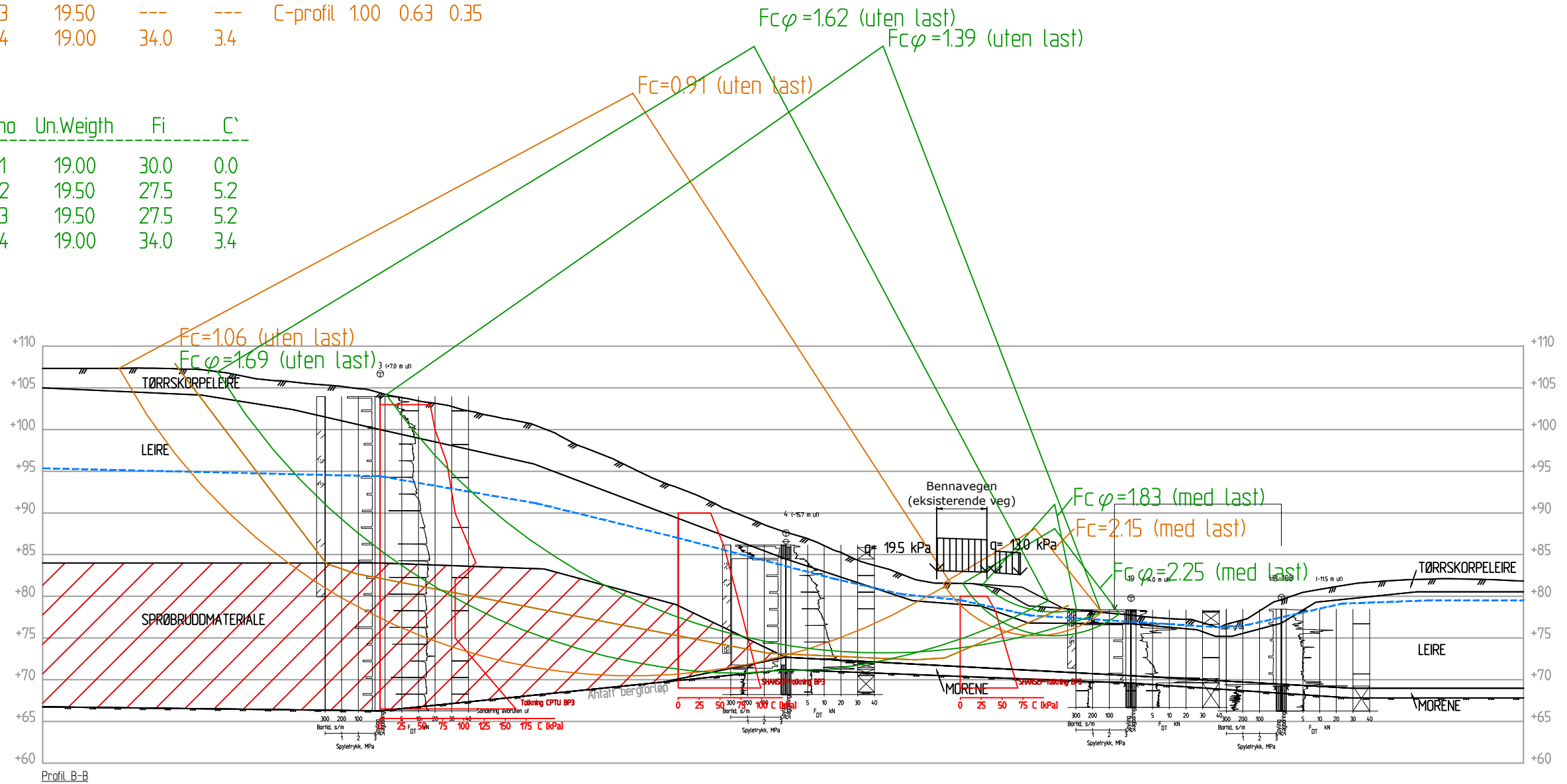
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire	2	19.50	27.5	5.2
Kvikkleire/SP	3	19.50	27.5	5.2
Morene	4	19.00	34.0	3.4
Berg				



00 22.09.2023			BAGJ EHU SLAD						OPPDRAG			INNHOLD			OPPDRAG NR.		MÅLESTOKK		BLAD NR.		AV		
REV. DATO ENDRING			TEGN KONTR GODKJ			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg			BEREGNINGSPROFIL B			1350054996		1:600 (A3)		01		01		
TEGNINGSSTATUS						G-rap-002						OPPDRAGSGIVER			Dagens situasjon			TEGNING NR.				REV.	
												Trøndelag fylkeskommune			Effektiv- og totalspenningsanalyse			205				00	

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire/SP	3	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Morene	4	19.00	34.0	3.4				
Berg								

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire	2	19.50	27.5	5.2
Kvikkleire/SP	3	19.50	27.5	5.2
Morene	4	19.00	34.0	3.4
Berg				



00	22.09.2023		BAGJ	EHU	SLAD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002			

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

OPPDRAG	Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg
OPPDRAGSGIVER	Trøndelag fylkeskommune

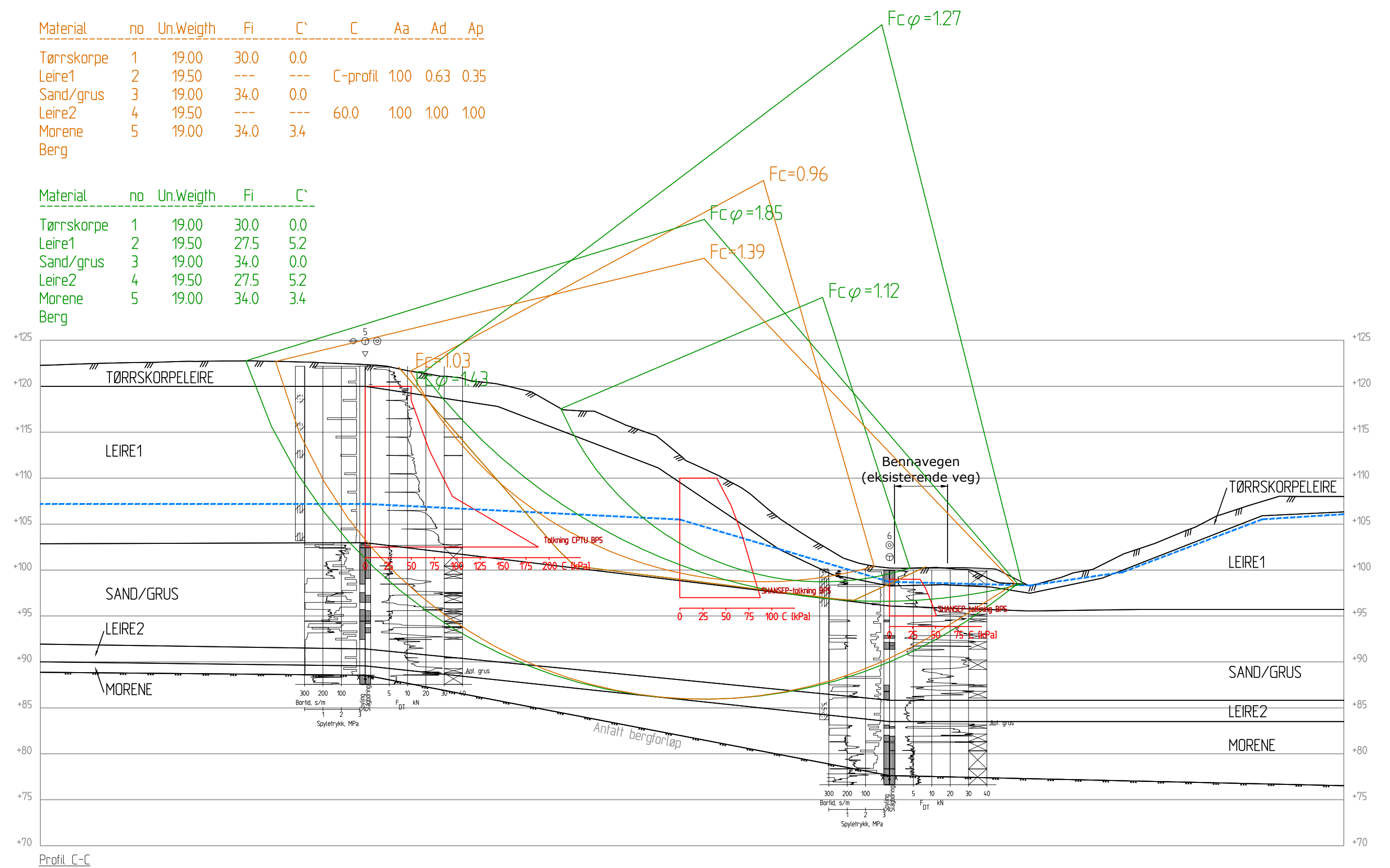
INNHOOLD	BEREGNINGSPROFIL B
	Ferdig situasjon
	Effektiv- og totalspenningsanalyse

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350054996	1:600 (A3)	01	01
TEGNING NR.		REV.	
206		00	



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire1	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand/grus	3	19.00	34.0	0.0				
Leire2	4	19.50	---	---	60.0	1.00	1.00	1.00
Morene	5	19.00	34.0	3.4				
Berg								

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire1	2	19.50	27.5	5.2
Sand/grus	3	19.00	34.0	0.0
Leire2	4	19.50	27.5	5.2
Morene	5	19.00	34.0	3.4
Berg				

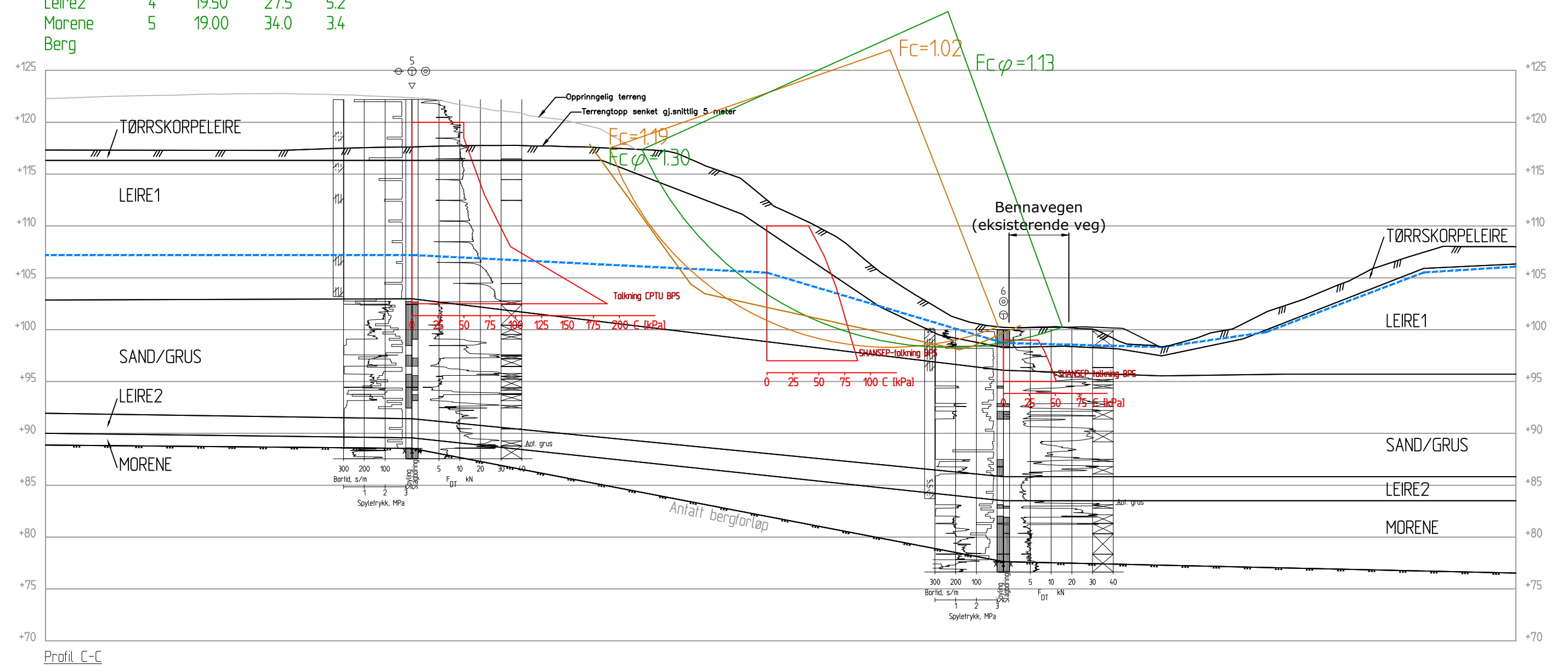


Profil C-C

00 22.09.2023			BAGJ EHU SLAD						OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg			INNHOLD BEREGNINGSPROFIL C			OPPDRAG NR. 1350054996		MÅLESTOKK 1:400 (A3)		BLAD NR. 01		AV 01	
REV. DATO ENDRING			TEGN KONTR GODKJ			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			OPPDRAGSGIVER Trøndelag Fylkeskommune			Dagens situasjon Effektiv- og totalspenningsanalyse			TEGNING NR. 207				REV. 00			
TEGNINGSSTATUS						G-rap-002																

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire1	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Sand/grus	3	19.00	34.0	0.0				
Leire2	4	19.50	---	---	60.0	1.00	1.00	1.00
Morene	5	19.00	34.0	3.4				
Berg								

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire1	2	19.50	27.5	5.2
Sand/grus	3	19.00	34.0	0.0
Leire2	4	19.50	27.5	5.2
Morene	5	19.00	34.0	3.4
Berg				

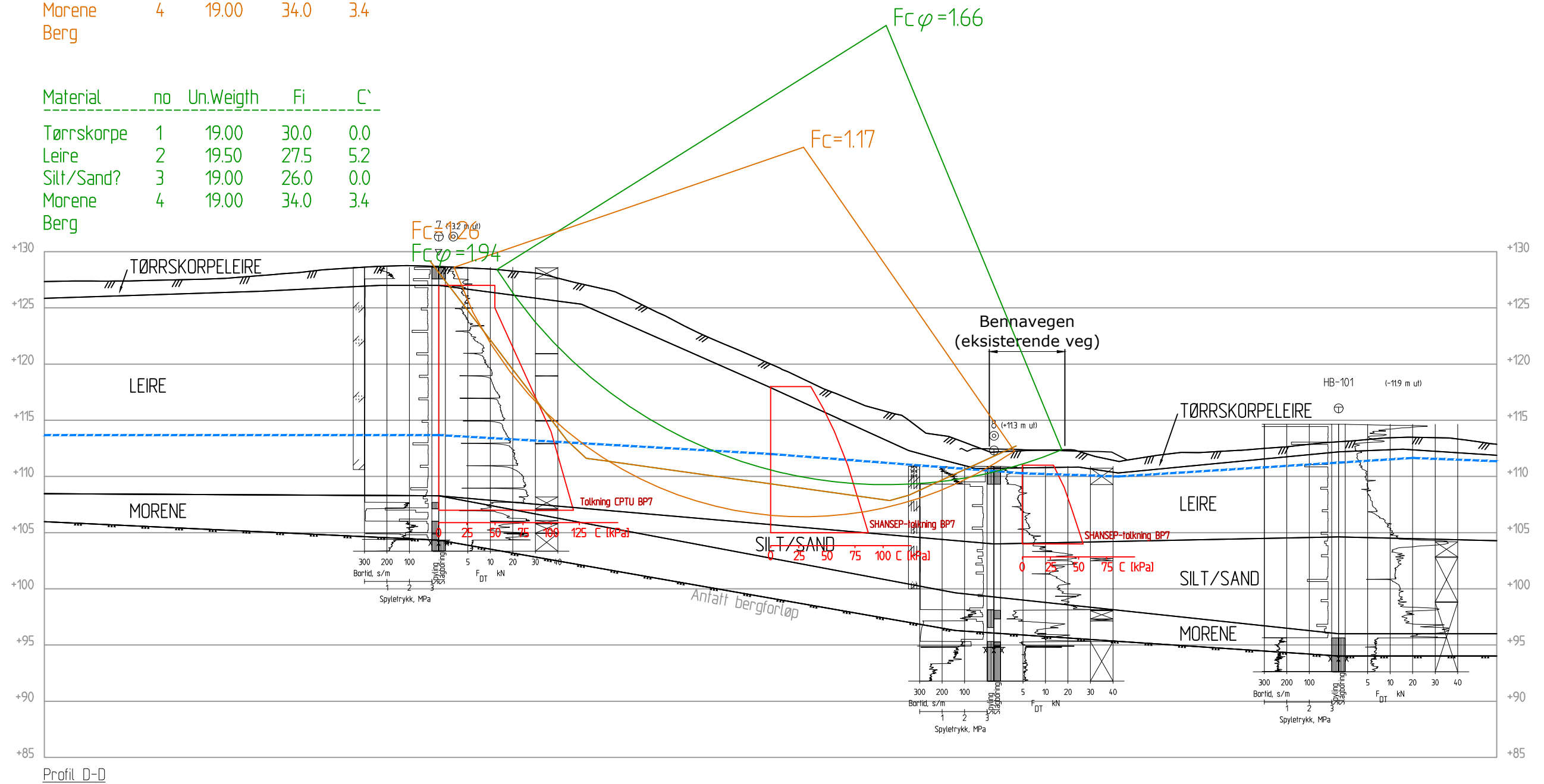


Profil C-C

			OPPDRAG <b>Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg</b>		INNHOLD <b>BEREGNINGSPROFIL C</b>		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:400 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01	
Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no			OPPDRAGSGIVER <b>Trøndelag Fylkeskommune</b>		Dagens situasjon, senket topp terreng gj.snittlig 5 meter Effektiv- og totalspenningsanalyse		TEGNING NR. <b>208</b>				REV. <b>00</b>
TEGNINGSSTATUS <b>G-rap-002</b>			REV. 00 DATO 22.09.2023 ENDRING	BAGJ EHU SLAD TEGN KONTR GODKJ							

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire	2	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.63	0.35
Silt/Sand?	3	19.00	26.0	0.0				
Morene	4	19.00	34.0	3.4				
Berg								

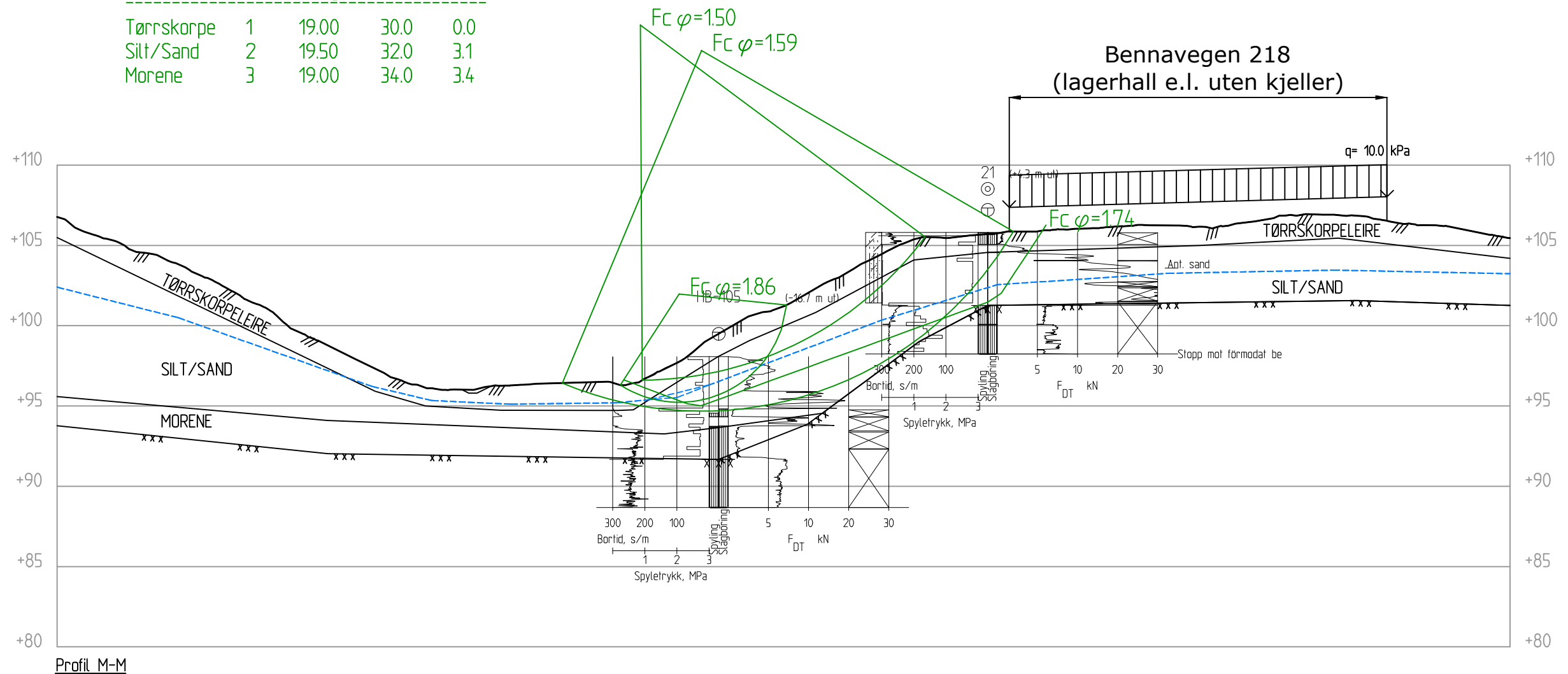
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire	2	19.50	27.5	5.2
Silt/Sand?	3	19.00	26.0	0.0
Morene	4	19.00	34.0	3.4
Berg				



Profil D-D

00 22.09.2023			BAGJ	EHU	SLAD		OPPDRAG	Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHOOLD	BEREGNINGSPROFIL D		OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ		OPPDRAGSGIVER	Trøndelag Fylkeskommune		Dagens situasjon		Effektiv- og totalspenningsanalyse		1350054996	1:400 (A3)	01	01
TEGNINGSSTATUS						G-rap-002	TEGNING NR. 209										REV. 00

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Silt/Sand	2	19.50	32.0	3.1
Morene	3	19.00	34.0	3.4



00	22.09.2023		BAGJ	EHU	SLAD
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		<b>G-rap-002</b>			



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

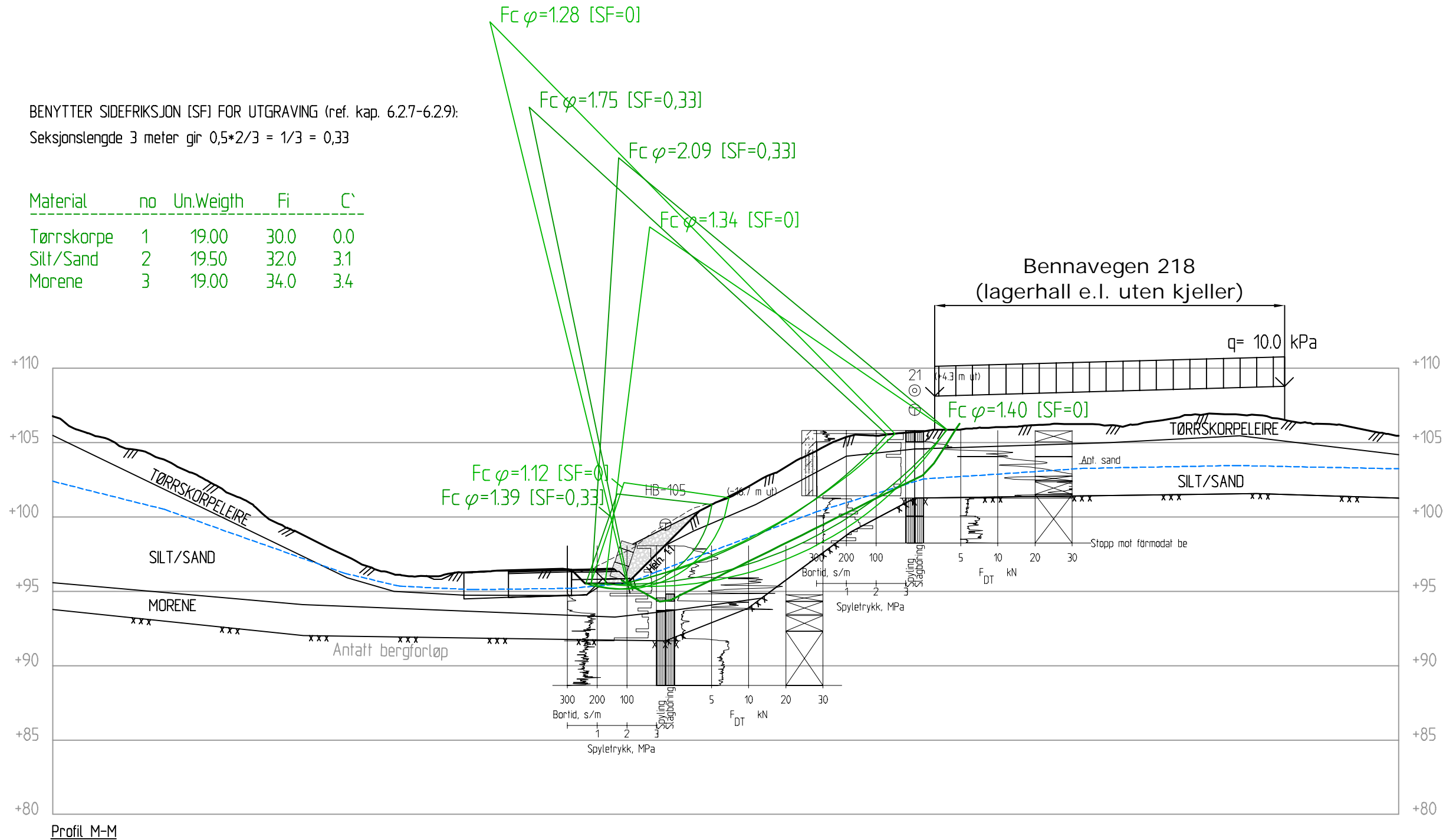
OPPDRAG	Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg
OPPDRAGSGIVER	Trøndelag fylkeskommune

INNHOOLD	BEREGNINGSPROFIL M
	Dagens situasjon
	Effektivspenningsanalyse

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350054996	1:300 (A3)	01	01
TEGNING NR.		REV.	
216		00	

BENYTTET SIDEFRIKSJON [SF] FOR UTGRAVING (ref. kap. 6.2.7-6.2.9):  
 Seksjonslengde 3 meter gir  $0,5 \cdot 2/3 = 1/3 = 0,33$

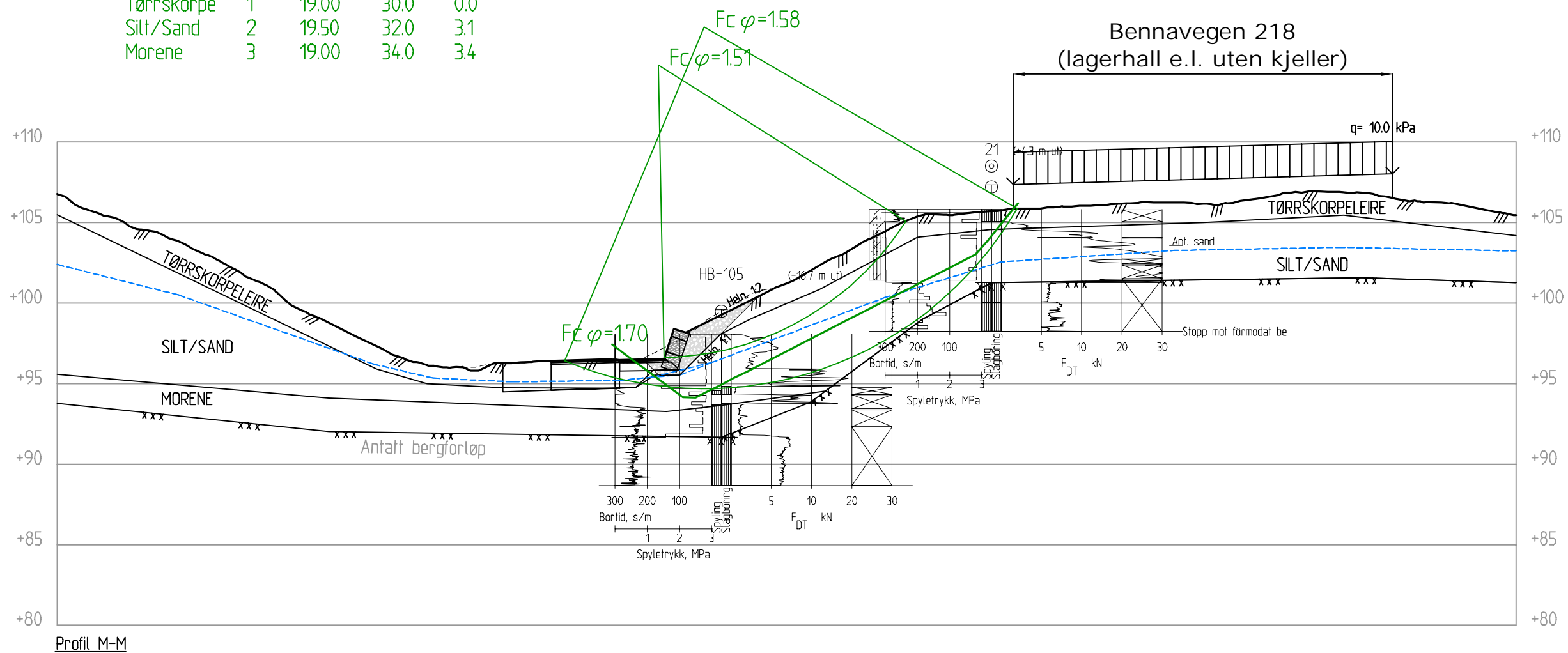
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Silt/Sand	2	19.50	32.0	3.1
Morene	3	19.00	34.0	3.4



Profil M-M

			<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHold BEREGNINGSPROFIL M		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:300 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
00	22.09.2023		KAGA	BAGJ	SLAD	OPPDRAGSGIVER Trøndelag fylkeskommune		Midlertidig gravesituasjon Effektivspenningsanalyse		TEGNING NR. 217			REV. 00
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002				Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no							

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Silt/Sand	2	19.50	32.0	3.1
Morene	3	19.00	34.0	3.4



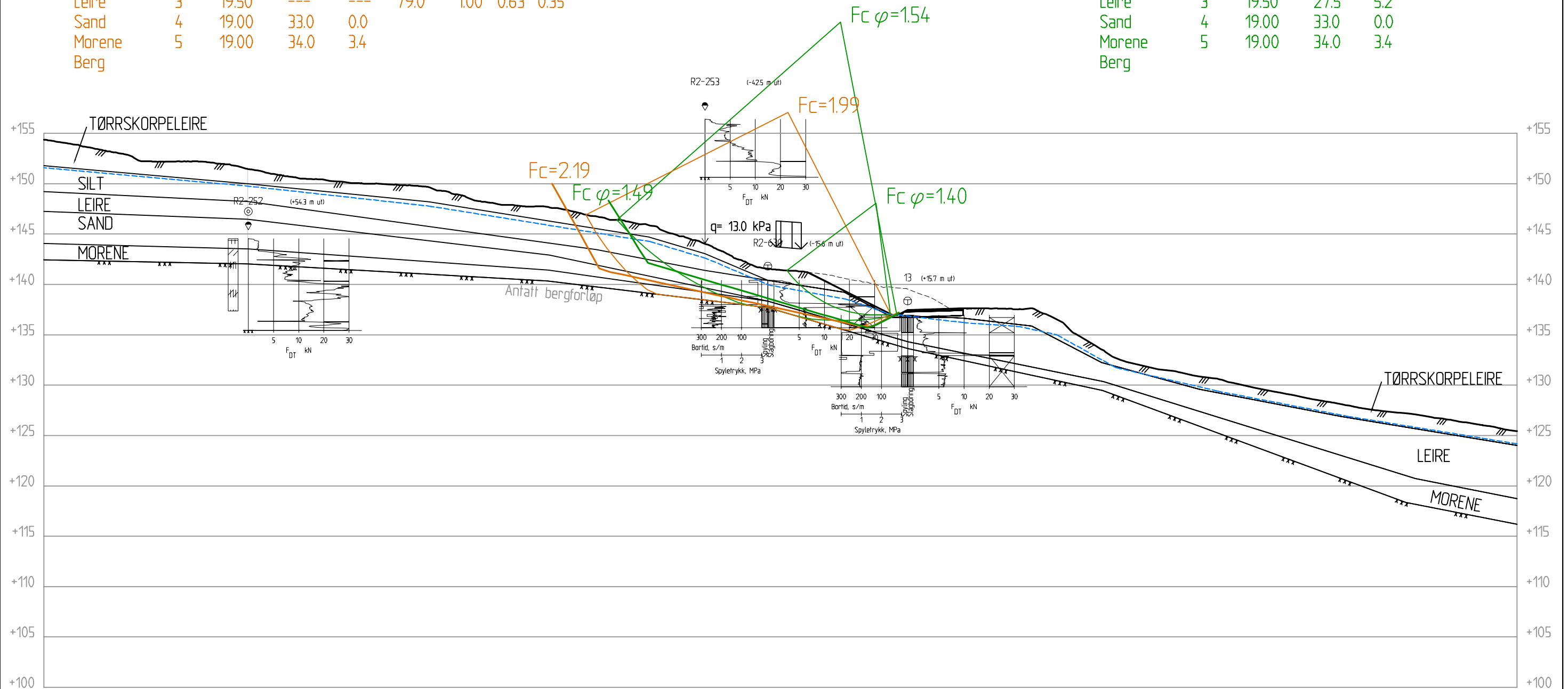
Profil M-M

						OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHOLD BEREGNINGSPROFIL M Ferdig situasjon inkl. støttemur Effektivspenningsanalyse		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:300 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
00 REV.	22.09.2023 DATO	ENDRING				KAGA TEGN	BAGJ KONTR	SLAD GODKJ	OPPDRAGSGIVER Trøndelag fylkeskommune		TEGNING NR. 218		REV. 00
TEGNINGSSTATUS G-rap-002			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no										

Det er benyttet trafikklast kun på sirkel nærmest Bennavegen. For øvrige beregninger er lasten tatt ut

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Silt	2	20.00	31.0	3.0				
Leire	3	19.50	---	---	79.0	1.00	0.63	0.35
Sand	4	19.00	33.0	0.0				
Morene	5	19.00	34.0	3.4				
Berg								

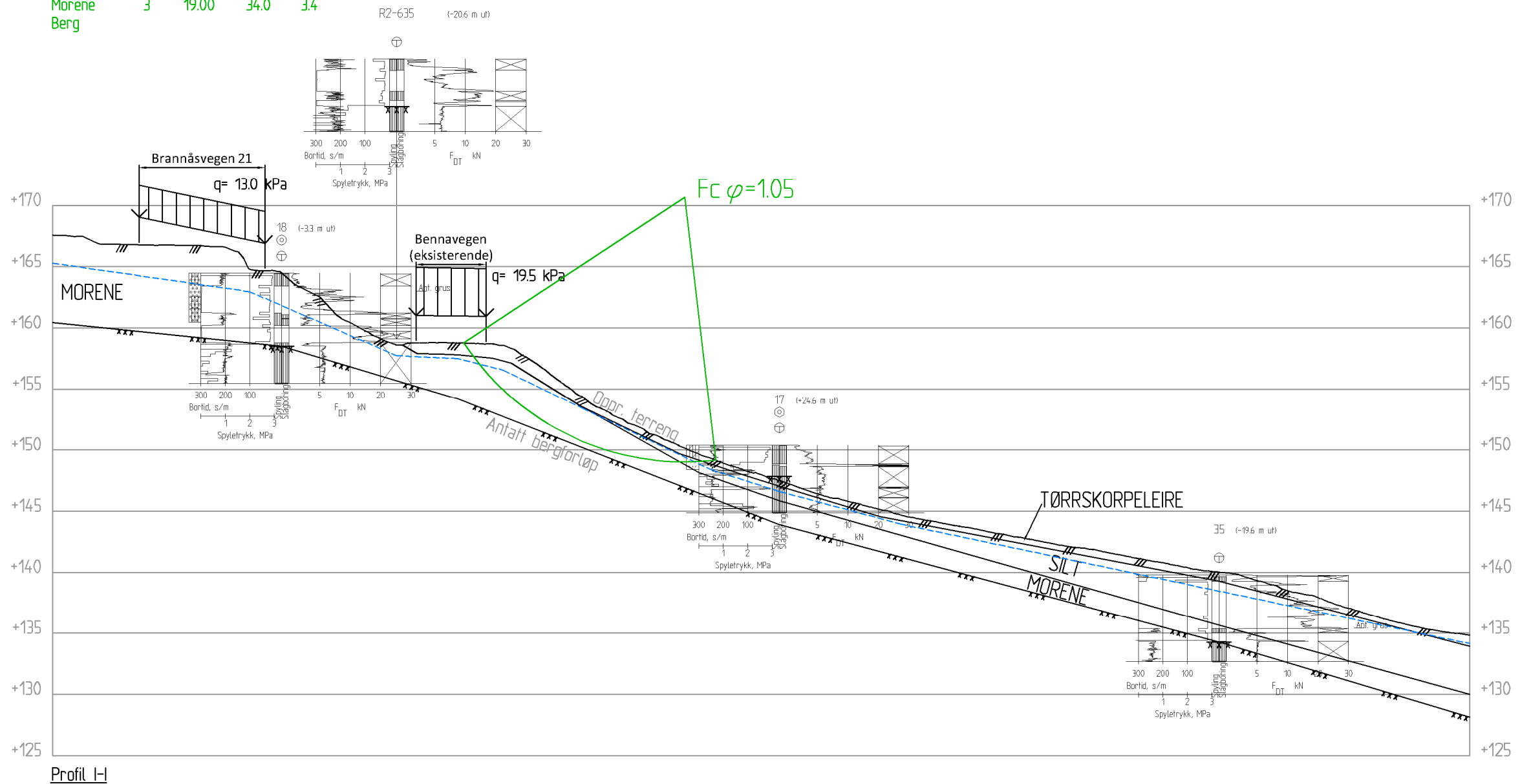
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Silt	2	20.00	31.0	3.0
Leire	3	19.50	27.5	5.2
Sand	4	19.00	33.0	0.0
Morene	5	19.00	34.0	3.4
Berg				



Profil N-N

01	14.05.2024	Lagt til trafikklast på topp av skråning	BAGJ	EHU	RATR	 Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG	Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg	INNHOOLD	BEREGNINGSPROFIL N	OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
00	22.09.2023		KAGA	BAGJ	SLAD		OPPDRAGSGIVER	Trøndelag fylkeskommune	Ferdig situasjon m/skjæring	1350054996	1:400 (A3)	01	01	
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ				Effektiv- og totalspenningsanalyse			TEGNING NR.		REV.
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002									219		01	

Material	no	Un.Weighth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Silt	2	19.50	31.0	3.0
Morene	3	19.00	34.0	3.4
Berg				



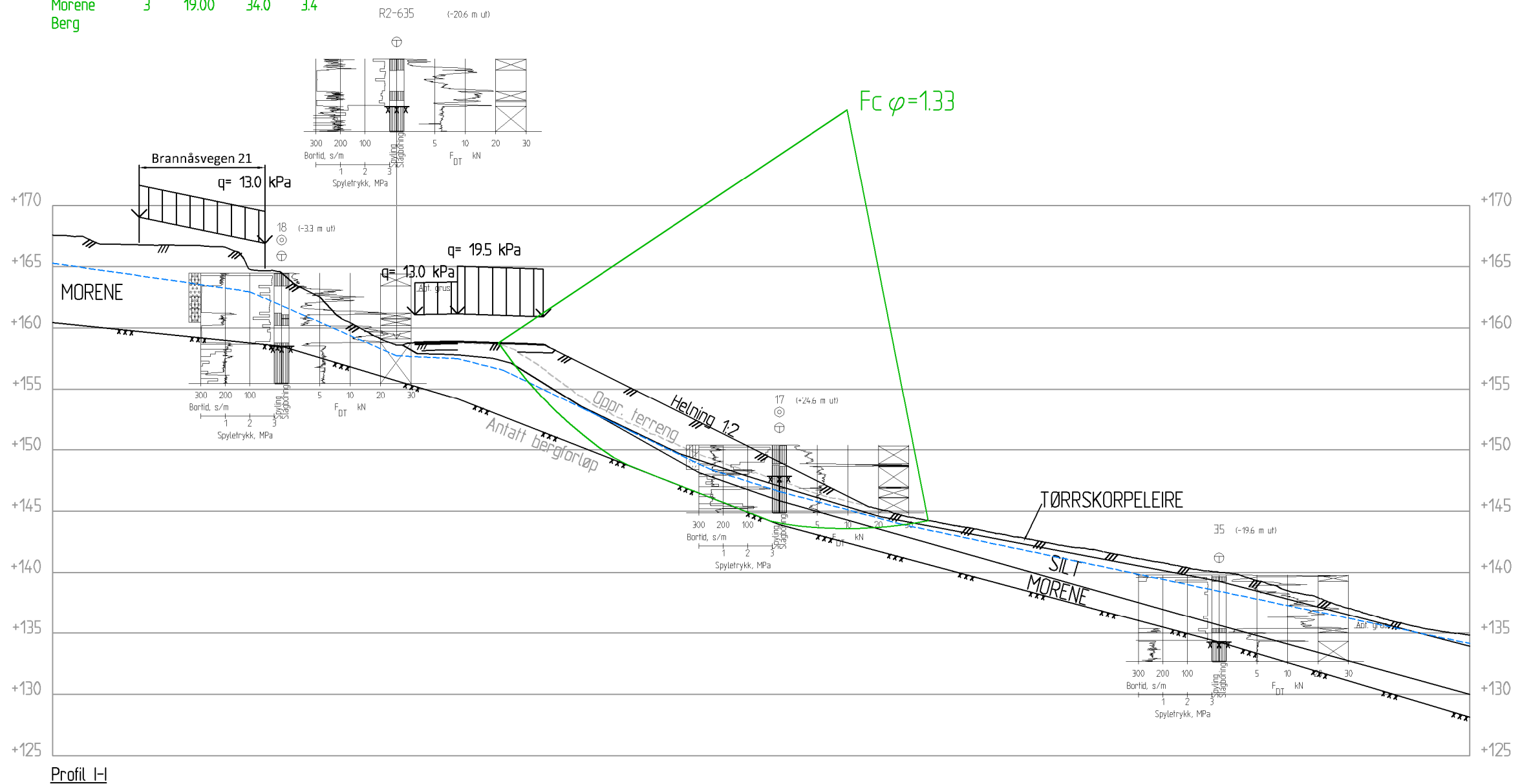
Profil I-I

			<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHOLD BEREGNINGSPROFIL I		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:400 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
00	14.05.2024		KAGA	BAGJ	RATR	OPPDRAGSGIVER Trøndelag fylkeskommune		Dagens situasjon Effektiv- og totalspenningsanalyse		TEGNING NR. 222		REV. 00	
TEGNINGSTATUS		G-rap-002											

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



Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Silt	2	19.50	31.0	3.0
Morene	3	19.00	34.0	3.4
Berg				

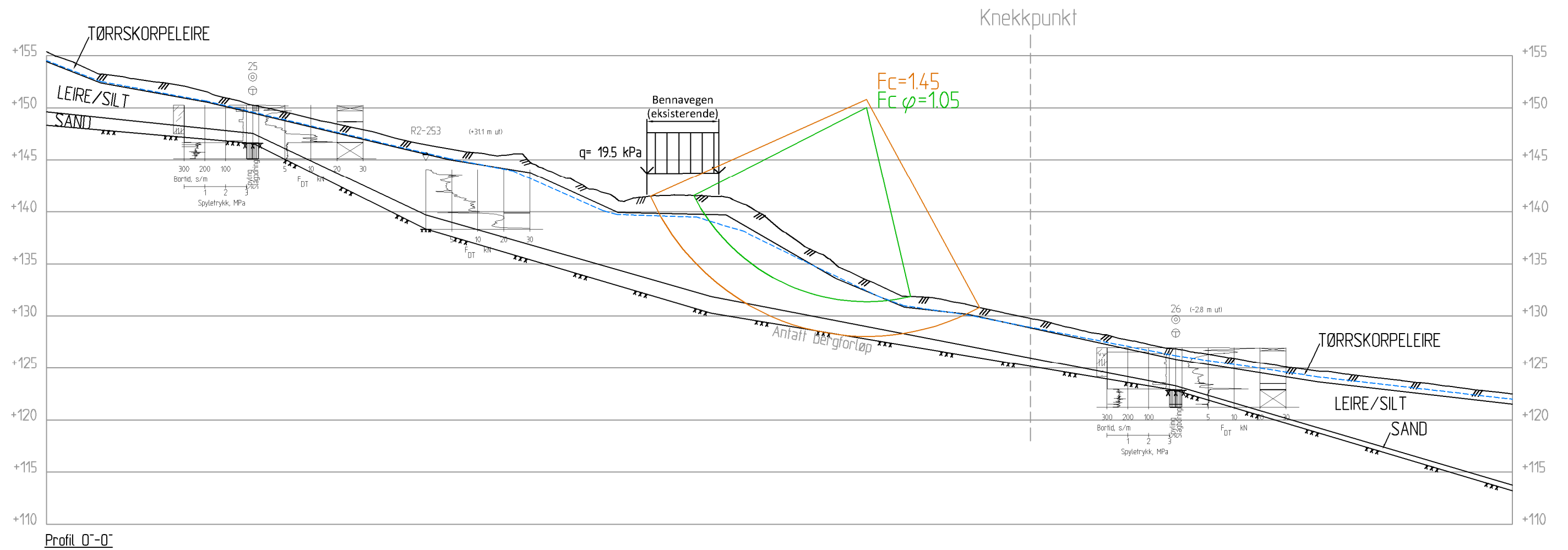


Profil I-I

			<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHOOLD <b>BEREGNINGSPROFIL I</b>		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:400 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
00	14.05.2024		KAGA	BAGJ	RATR	OPPDRAGSGIVER Trøndelag fylkeskommune		Ferdig situasjon Effektiv- og totalspenningsanalyse		TEGNING NR. 223		REV. 00	
TEGNINGSSTATUS		<b>G-rap-002</b>				Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no							

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire/silt	2	19.50	29.0	5.5
Sand	3	19.00	33.0	0.0
Berg				

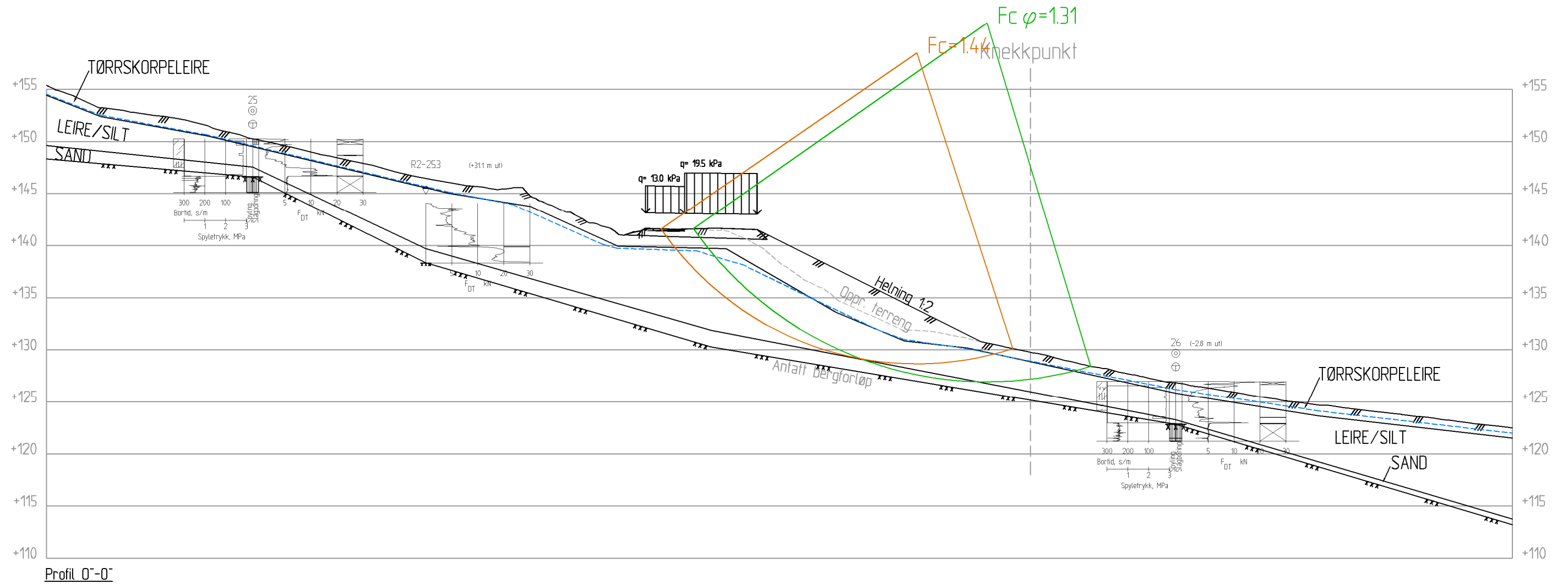
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire/silt	2	19.50	---	---	63.6	100	0.63	0.35
Sand	3	19.00	33.0	0.0				
Berg								



			<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHOOLD BEREGNINGSPROFIL 0'		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:400 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
00	14.05.2024		KAGA	BAGJ	RATR	OPPDRAGSGIVER Trøndelag fylkeskommune		Dagens situasjon Effektiv- og totalspenningsanalyse		TEGNING NR. 224		REV. 00	
TEGNINGSSTATUS G-rap-002			Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no										

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire/silt	2	19.50	29.0	5.5
Sand	3	19.00	33.0	0.0
Berg				

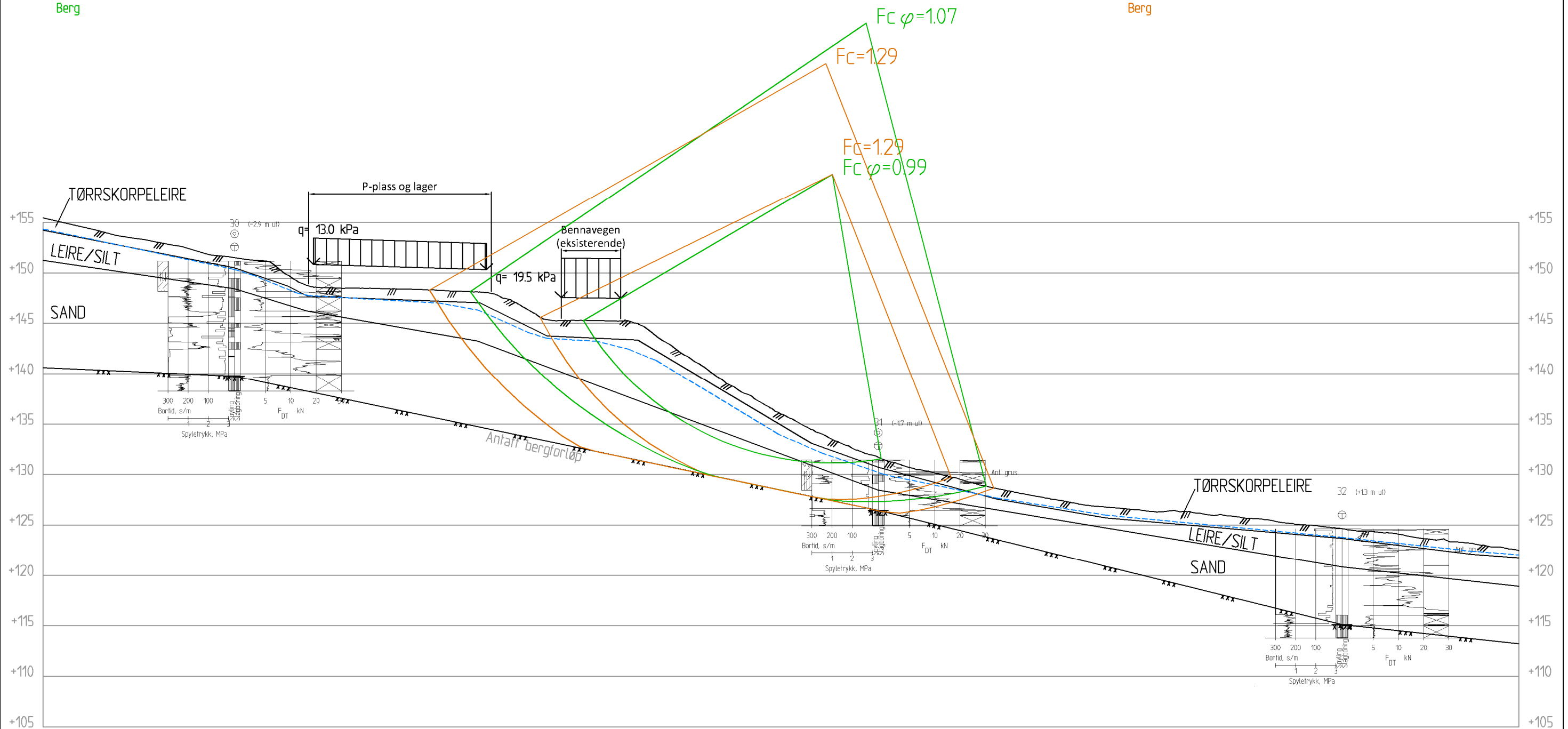
Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire/silt	2	19.50	---	---	63.6	100	0.63	0.35
Sand	3	19.00	33.0	0.0				
Berg								



			<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHOOLD BEREGNINGSPROFIL 0'		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:400 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
00	14.05.2024		KAGA	BAGJ	RATR	OPPDRAGSGIVER Trøndelag fylkeskommune		Ferdig situasjon Effektiv- og totalspenningsanalyse		TEGNING NR. 225		REV. 00	
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002				Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no							

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire/silt	2	19.50	29.0	5.5
Sand	3	19.00	33.0	0.0
Berg				

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire/silt	2	19.50	---	---	95.4	100	0.63	0.35
Sand	3	19.00	33.0	0.0				
Berg								

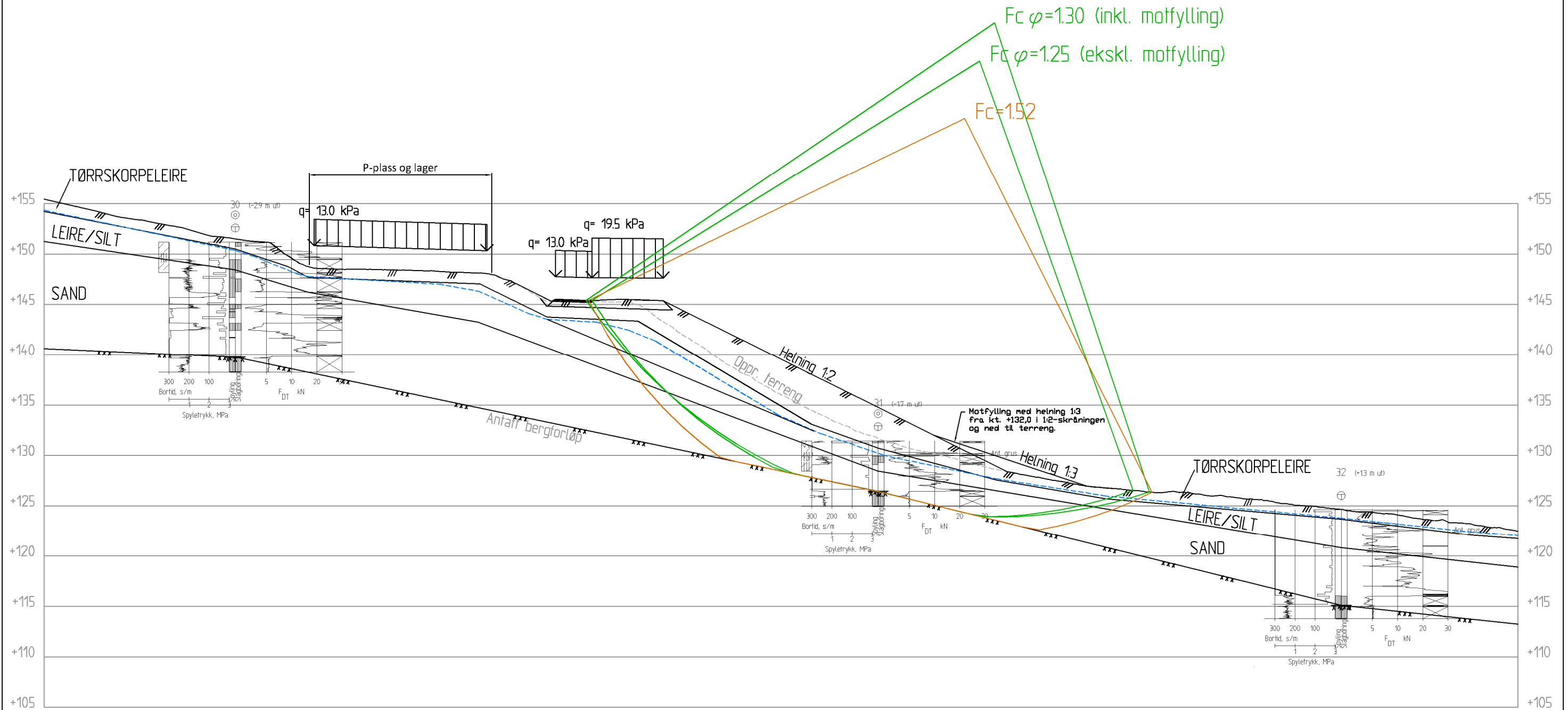


Profil P-P

			<b>RAMBOLL</b>			OPPDRAG Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg		INNHOLD BEREGNINGSPROFIL P		OPPDRAG NR. 1350054996	MÅLESTOKK 1:400 (A3)	BLAD NR. 01	AV 01
00	14.05.2024		KAGA	BAGJ	RATR	OPPDRAGSGIVER Trøndelag fylkeskommune		Dagens situasjon Effektiv- og totalspenningsanalyse		TEGNING NR. 226		REV. 00	
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002				Rambøll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no							

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0
Leire/silt	2	19.50	29.0	5.5
Sand	3	19.00	33.0	0.0
Berg				

Material	no	Un.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	1	19.00	30.0	0.0				
Leire/silt	2	19.50	---	---	95.4	1.00	0.63	0.35
Sand	3	19.00	33.0	0.0				
Berg								



Profil P-P

00	14.05.2024		KAGA	BAGJ	RATR
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS		G-rap-002			

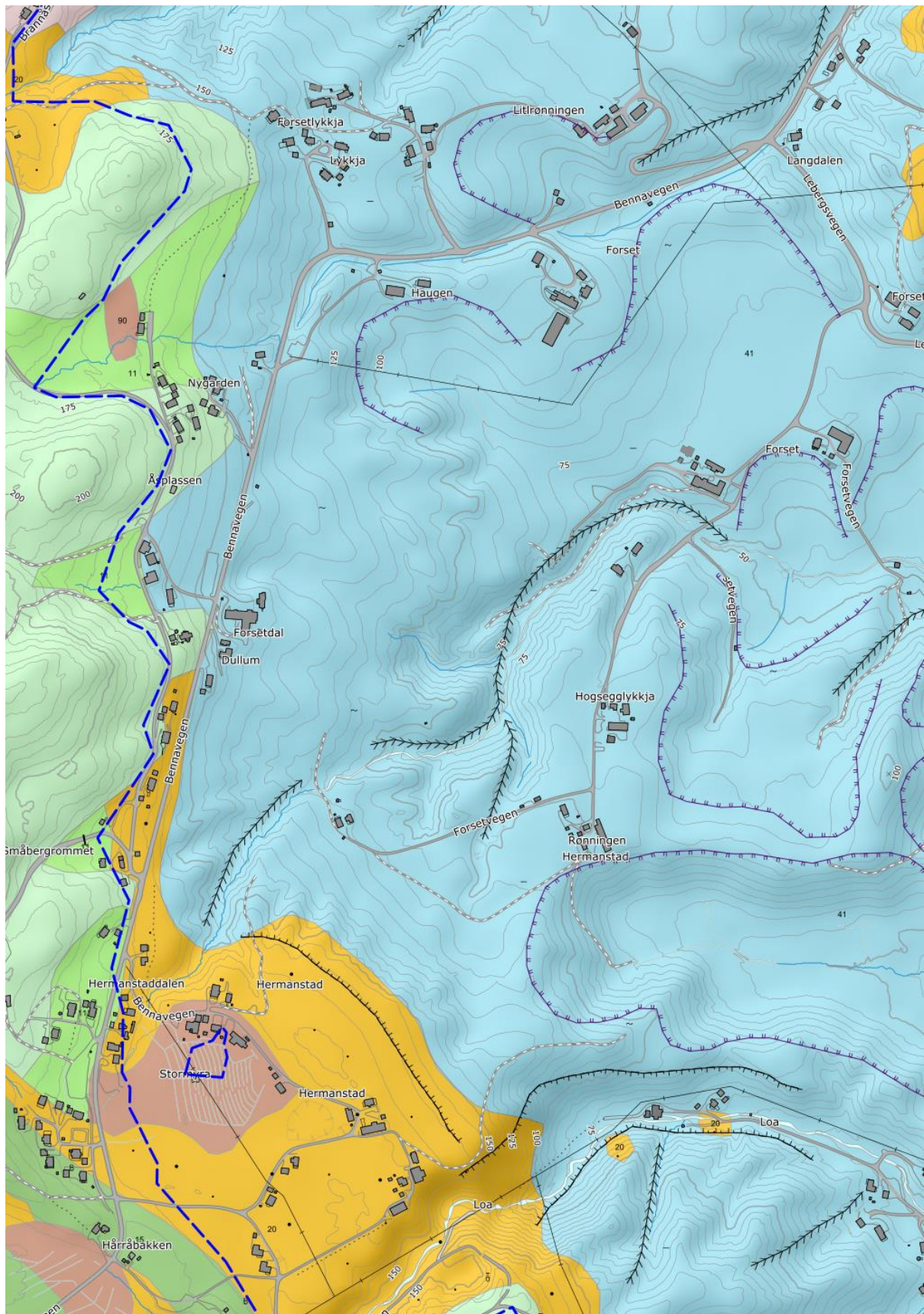


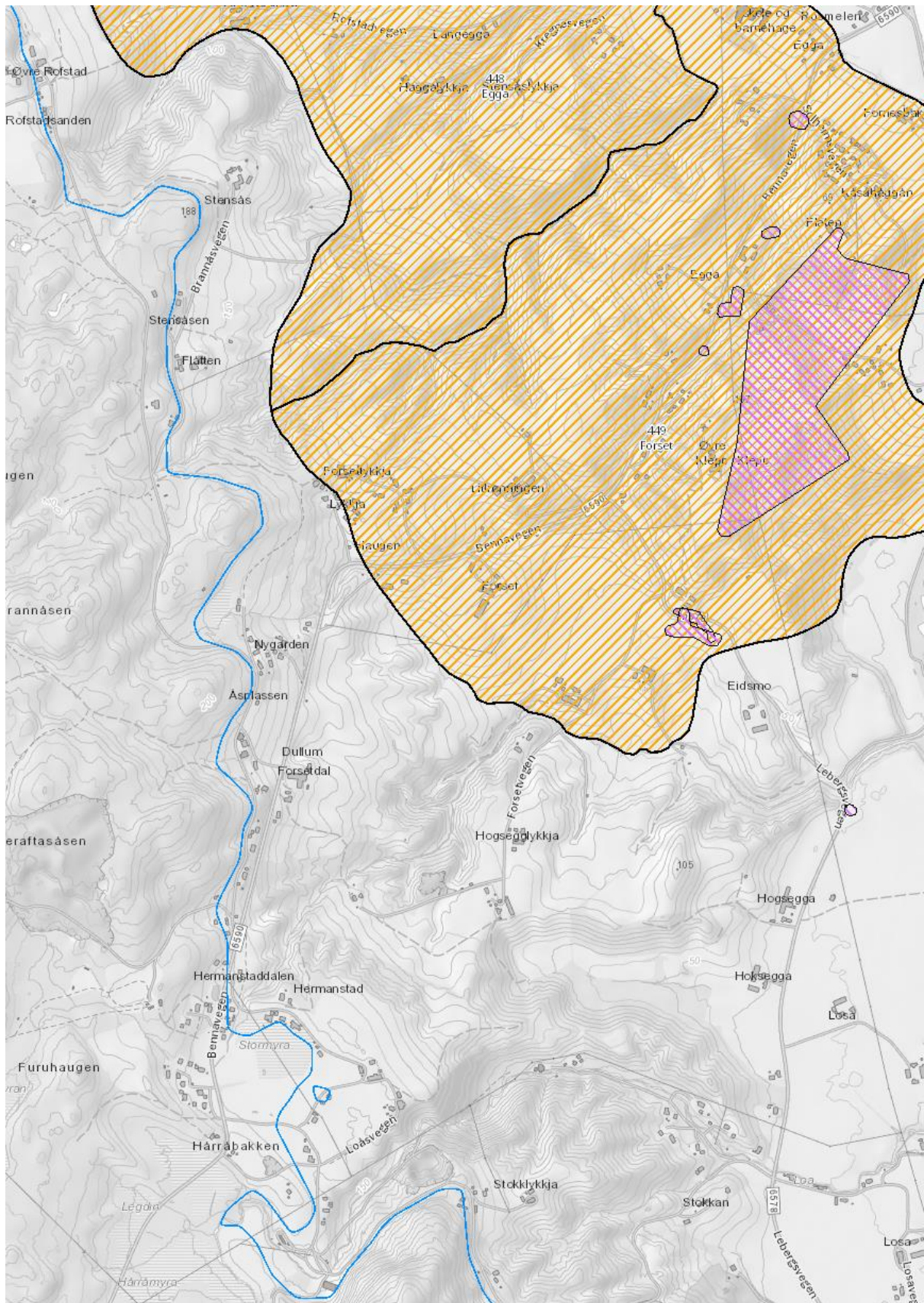
Ramboll Norge AS  
P.b. 9420 Torgarden  
7493 Trondheim  
TLF: 73 84 10 00  
www.ramboll.no

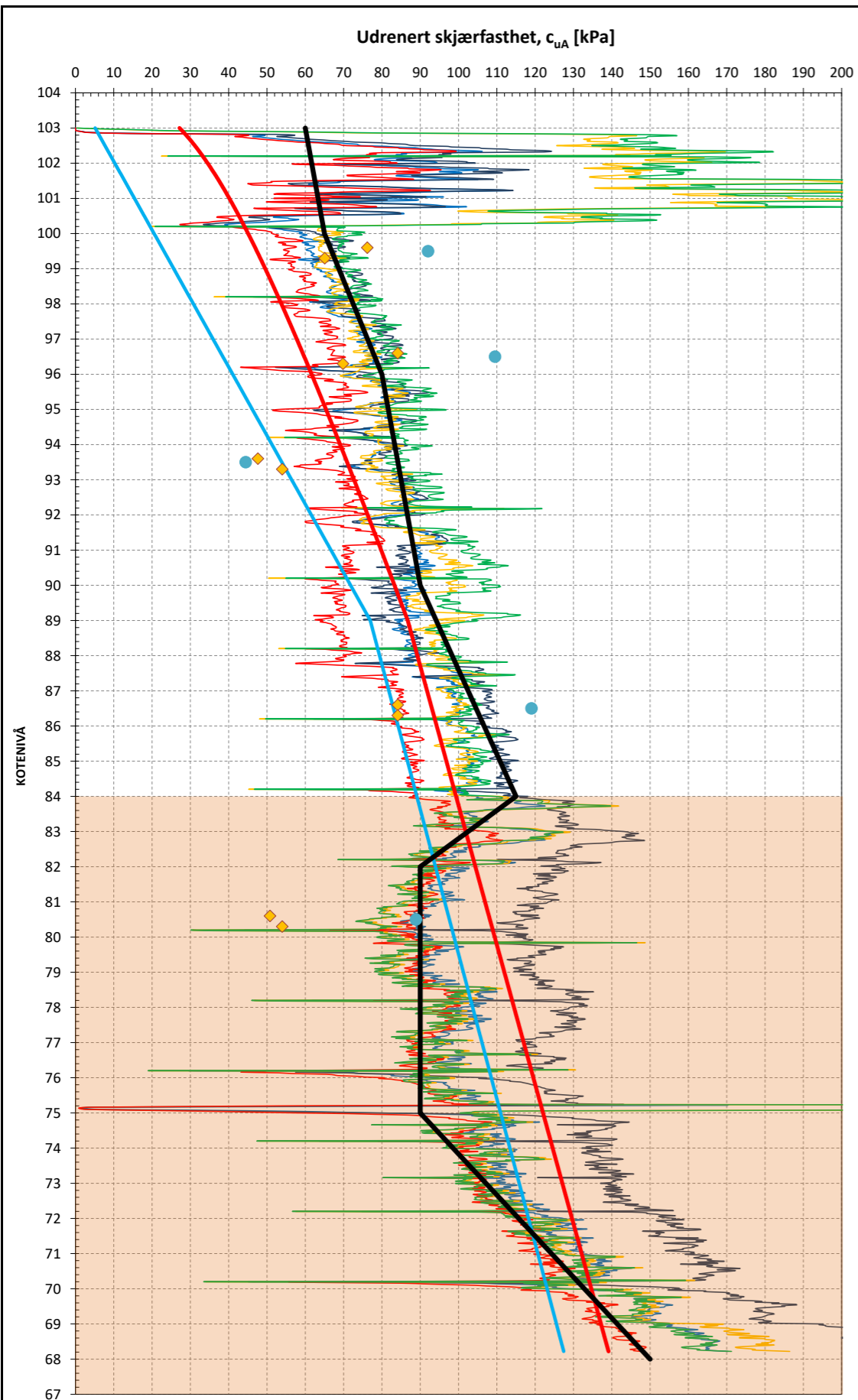
OPPDRAG	Fv. 6590 Bennavegen G/S-veg
OPPDRAGSGIVER	Trøndelag fylkeskommune

INNHOOLD	BEREGNINGSPROFIL P
	Ferdig situasjon
	Effektiv- og totalspenningsanalyse

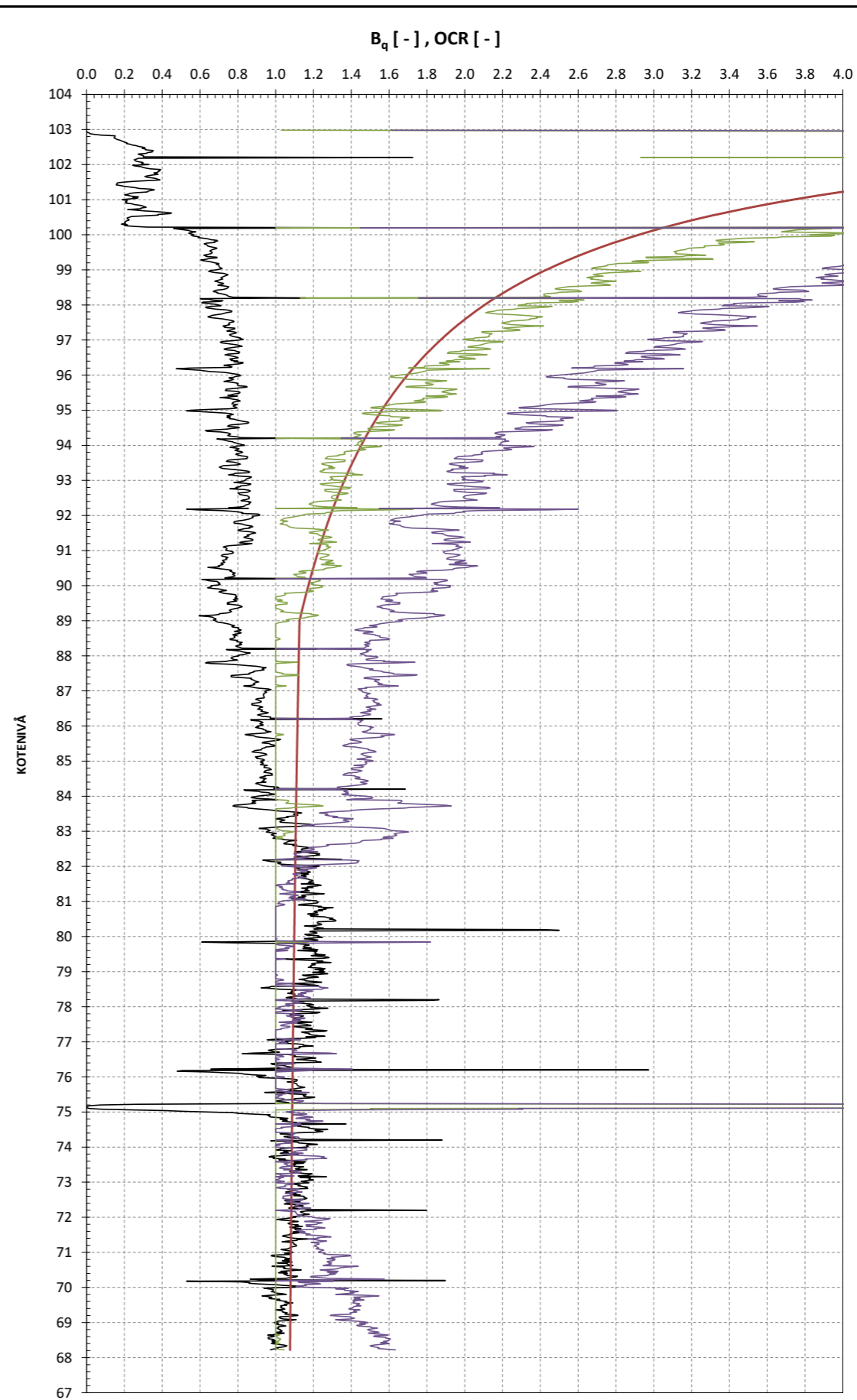
OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350054996	1:400 (A3)	01	01
TEGNING NR.		REV.	
227		00	







- NAU =  $4.5 + 4.0 \cdot B_q$
- Ndu =  $6.9 - 4.0 \cdot \log(OCR) + 0.07 \cdot I_p$  - St<15
- Nkt =  $7.8 + 2.5 \cdot \log(OCR) + 0.082 \cdot I_p$  - St<15
- Ndu =  $9.8 - 4.5 \cdot \log(OCR)$  - St>15
- Nkt =  $8.5 + 2.5 \cdot \log(OCR)$  - St>15
- Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUc - treaksialforsøk
- ◆ Konus\*CuA/CuD
- Enaks\*CuA/CuD
- SHANSEP
- $0.27 \cdot p_0'$
- Designlinje



- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærfasthet
- OCR f(Q,St<15)
- OCR f(Q,St>15)

**Tolkningsgrunnlag**

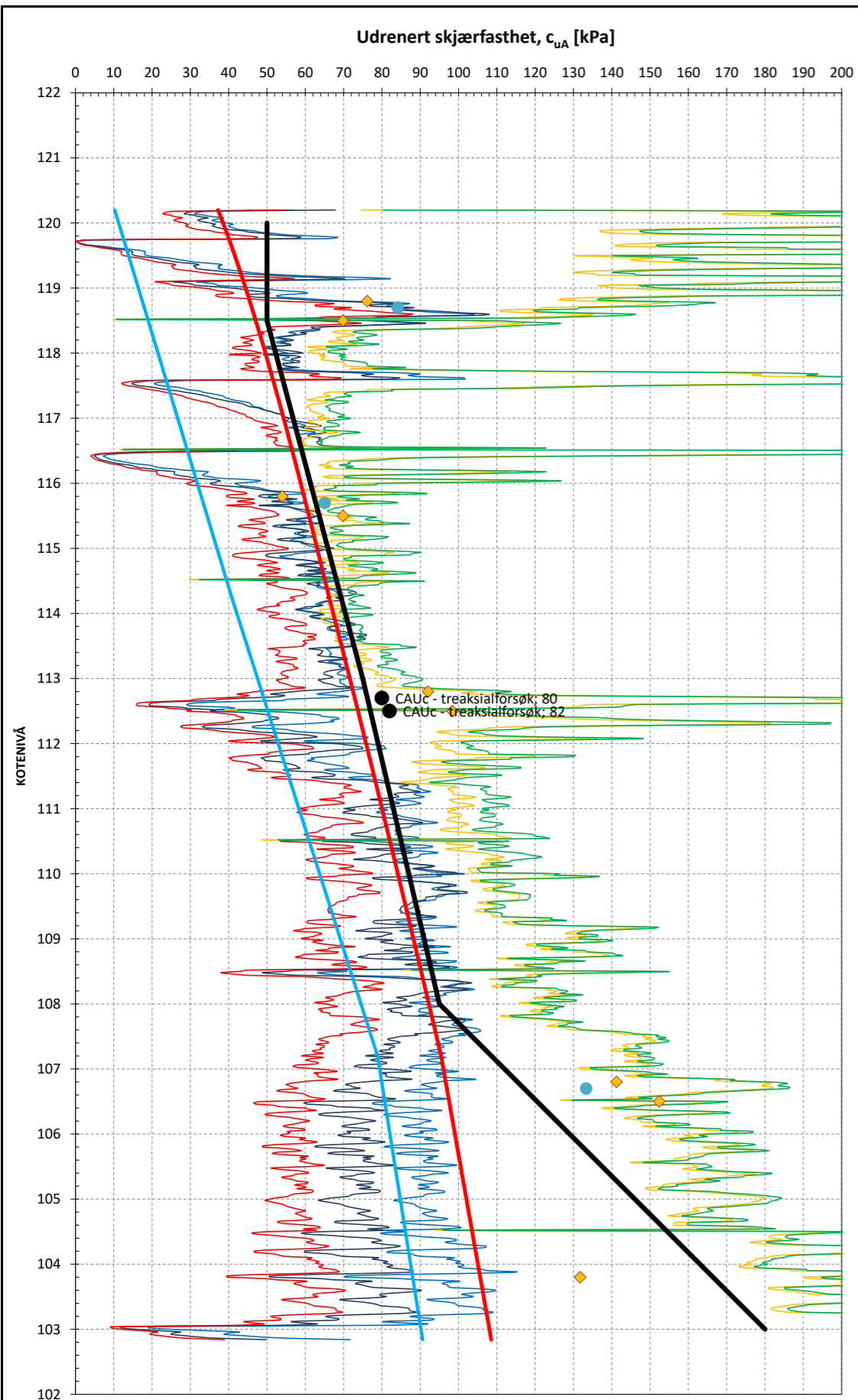
<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Konstant, 19 kN/m <sup>3</sup>
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	15 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0,28$ $\beta = 0,7$
<b>Overkonsolidering:</b>	Tidligere terreng kote +108, GV[z] = 15 m		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet CuD/CuA = 0.63
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Manuell fordeling		

Designlinje, $c_{uA}$	Kote	$c_{uA}$
	103.0	60.0
	100.0	65.0
	96.0	80.0
	90.0	90.0
	84.0	115.0
	82.0	90.0
	75.0	90.0
	68.0	150.0

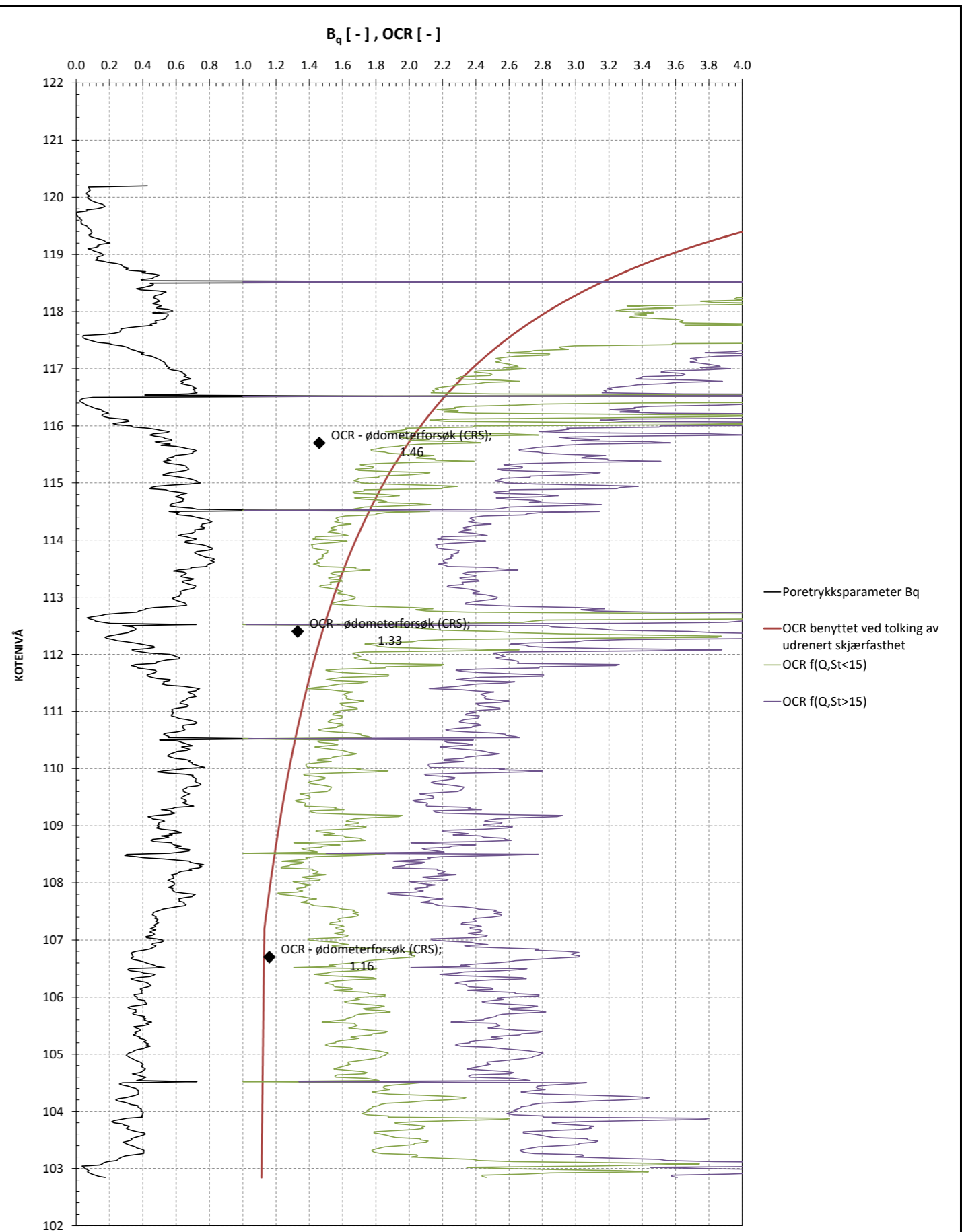


Trøndelag fylkeskommune		Oppdrag
Fv6590 Bennavegen gs-veg		1350054996
Borpunkt: 3	Terrengekote: 104.0	Tegn./kontr. Vedlegg
Tolking/presentasjon av CPTU		BAGJ/EHU 3
Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato Tegn. Nr.
		22.09.2023 -





- $N_{du} = 4.5 + 4.0 * B_q$
- $N_{du} = 6.9 - 4.0 * \log(OCR) + 0.07 * I_p - St < 15$
- $N_{kt} = 7.8 + 2.5 * \log(OCR) + 0.082 * I_p - St < 15$
- $N_{du} = 9.8 - 4.5 * \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt} = 8.5 + 2.5 * \log(OCR) - St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbrudmateriale
- CAUC - treaksialforsøk
- ◆ Konus \* CuA/CuD
- Enaks \* CuA/CuD
- SHANSEP
- $0.27 * p_0'$
- Designlinje



- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærfasthet
- OCR f(Q, St < 15)
- OCR f(Q, St > 15)

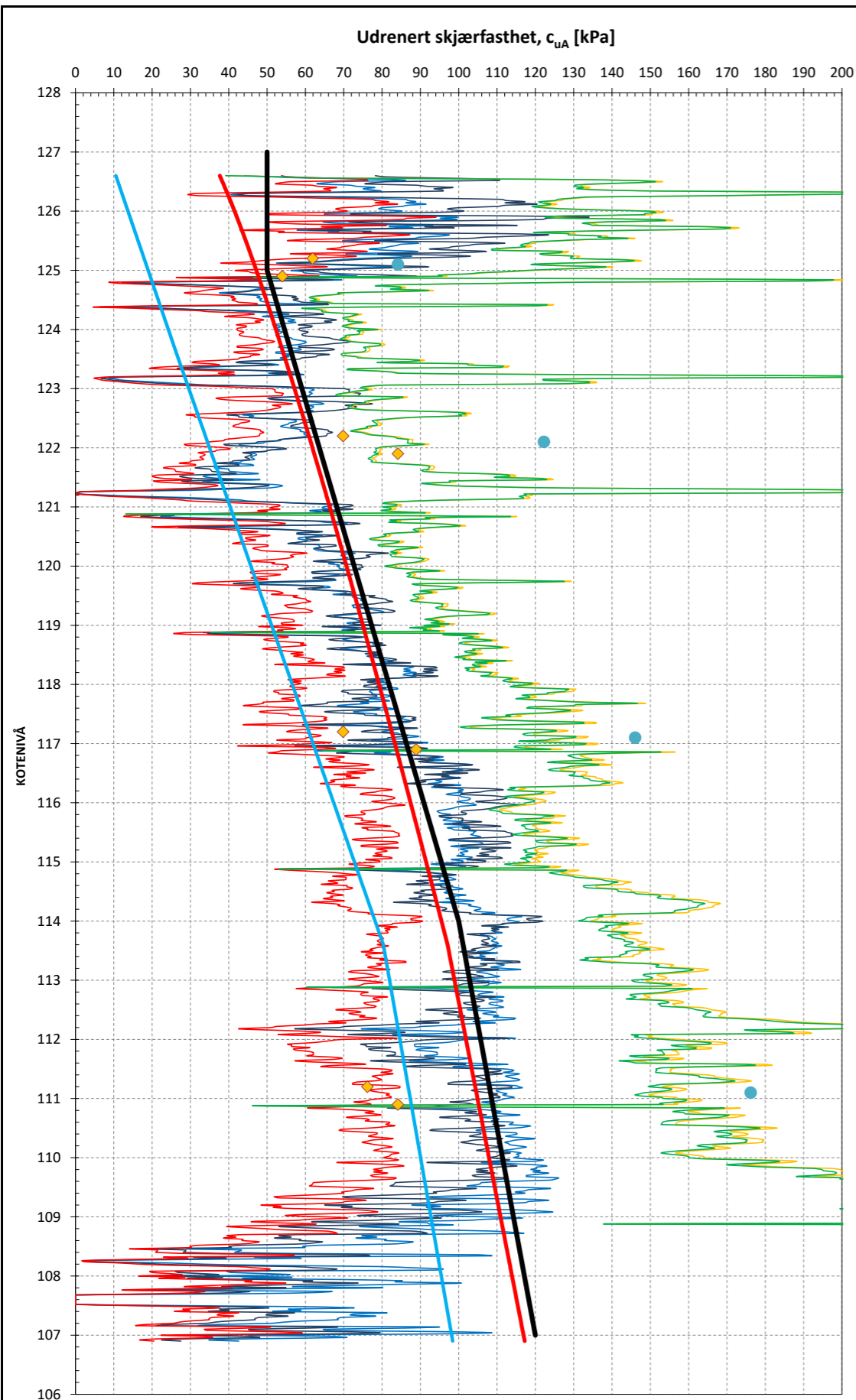
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Manuell fordeling
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	15 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0,3 \quad \beta = 0,7$
<b>Overkonsolidering:</b>	Tidligere terreng kote +126.2, GV[z] = 15 m		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0.63$
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Manuell fordeling		

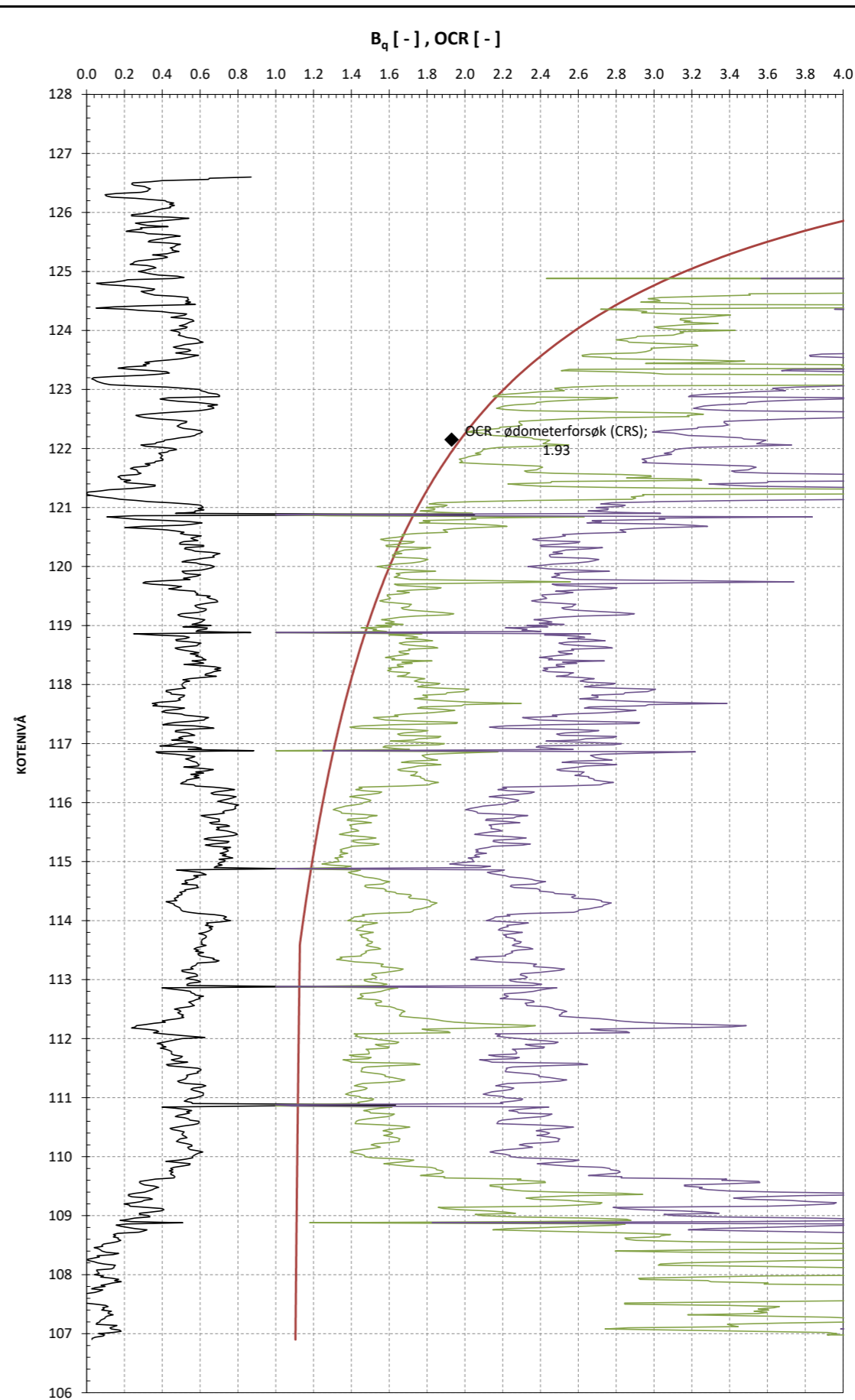
Designlinje, $c_{uA}$	$c_{uA}$
Kote	
120.0	50.0
118.5	50.0
113.0	75.0
108.0	95.0
103.0	180.0



Trøndelag fylkeskommune		Oppdrag
Fv6590 Bennavegen gs-veg		1350054996
Borpunkt: 5	Terrengekote: 122.2	Tegn./kontr. BAGJ/EHU
Tolking/presentasjon av CPTU Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato 22.09.2023
		Tegn. Nr. -



- $N_{dU} = 4.5 + 4.0 * B_q$
- $N_{dU} = 6.9 - 4.0 * \log(OCR) + 0.07 * I_p - St < 15$
- $N_{kt} = 7.8 + 2.5 * \log(OCR) + 0.082 * I_p - St < 15$
- $N_{dU} = 9.8 - 4.5 * \log(OCR) - St > 15$
- $N_{kt} = 8.5 + 2.5 * \log(OCR) - St > 15$
- Kvikkleire/Sprøbruddmateriale
- CAUc - treaksialforsøk
- ◆ Konus\*CuA/CuD
- Enaks\*CuA/CuD
- SHANSEP
- $0.27 * p_0'$
- Designlinje



- Poretrykksparameter  $B_q$
- OCR benyttet ved tolking av udrenert skjærfasthet
- OCR  $f(Q, St < 15)$
- OCR  $f(Q, St > 15)$

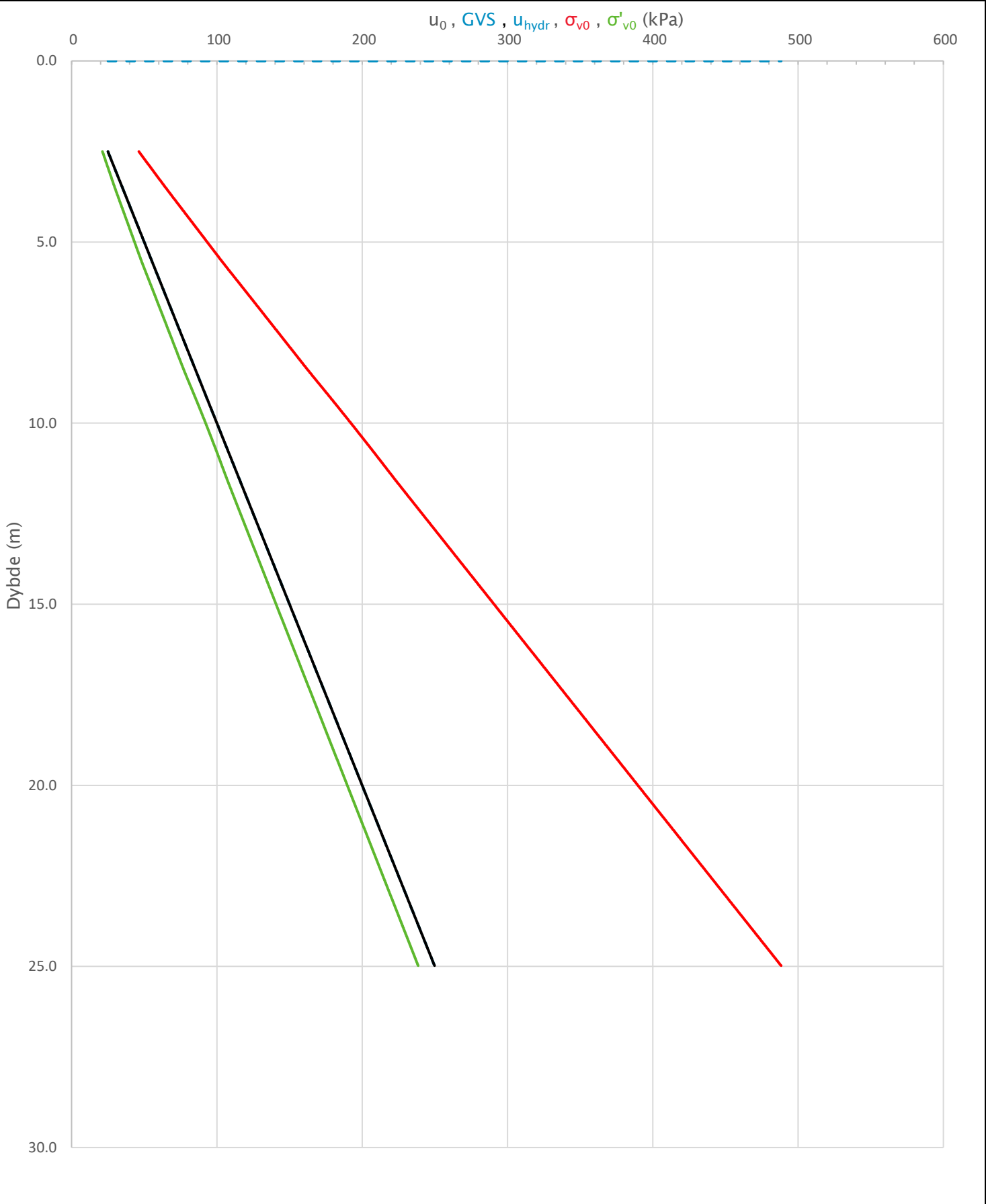
**Tolkningsgrunnlag**

<b>In-situ poretrykk:</b>	Hydrostatisk	<b>Romvekt:</b>	Manuell fordeling
<b>Grunnvannstand [Z]:</b>	15 m	<b>SHANSEP-normalisering:</b>	$\alpha = 0.3 \quad \beta = 0.7$
<b>Overkonsolidering:</b>	Tidligere terreng kote +132.6, GV[z] = 15 m		Verdier for enaks/konus anses representative for direkte skjærfasthet og er derfor korrigert med anisotropiforholdet $CuD/CuA = 0.63$
<b>Plastisitetsindeks, <math>I_p</math>:</b>	Manuell fordeling		

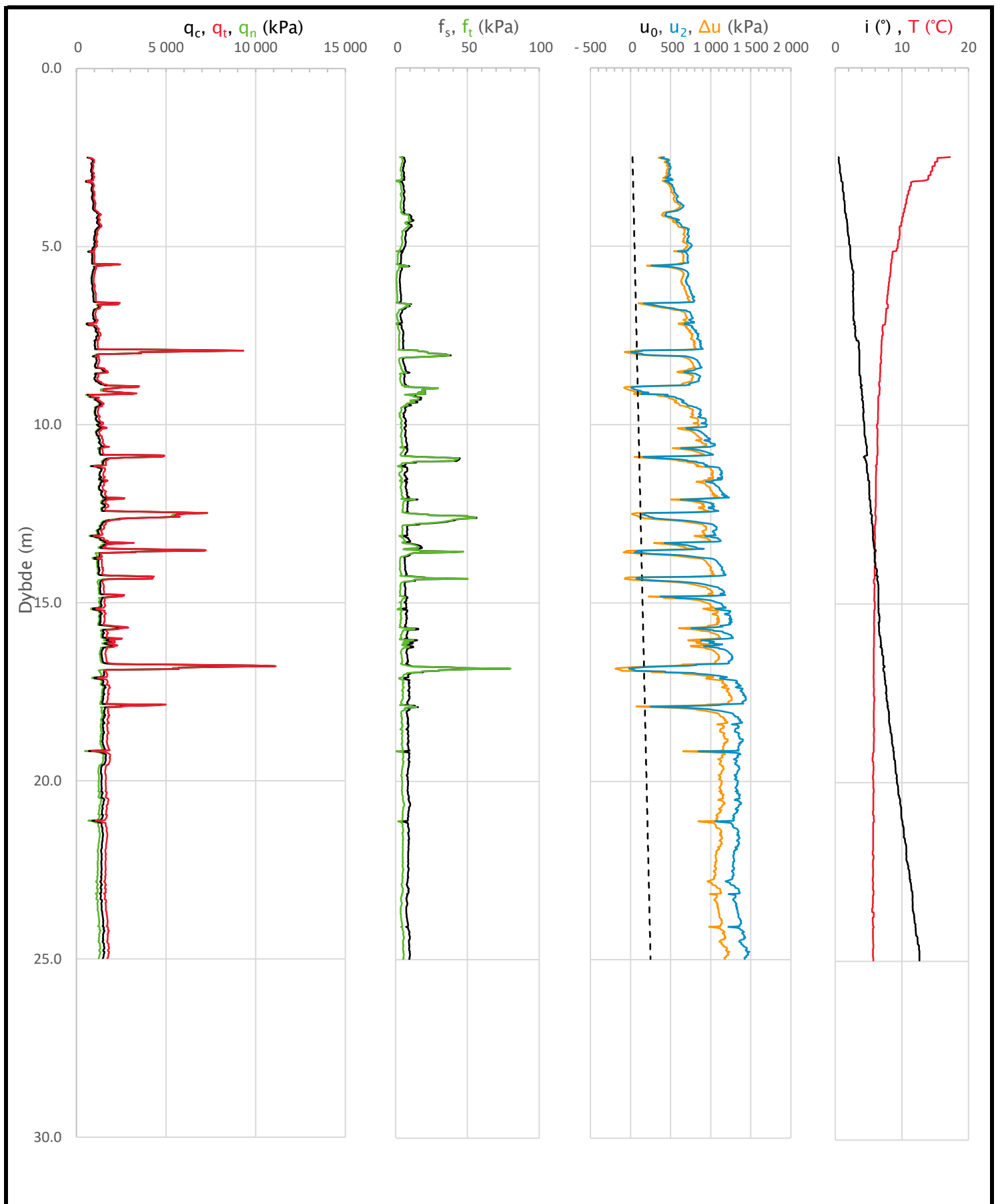
Designlinje, $c_{uA}$	$c_{uA}$
Kote	
127.0	50.0
125.0	50.0
114.0	100.0
107.0	120.0




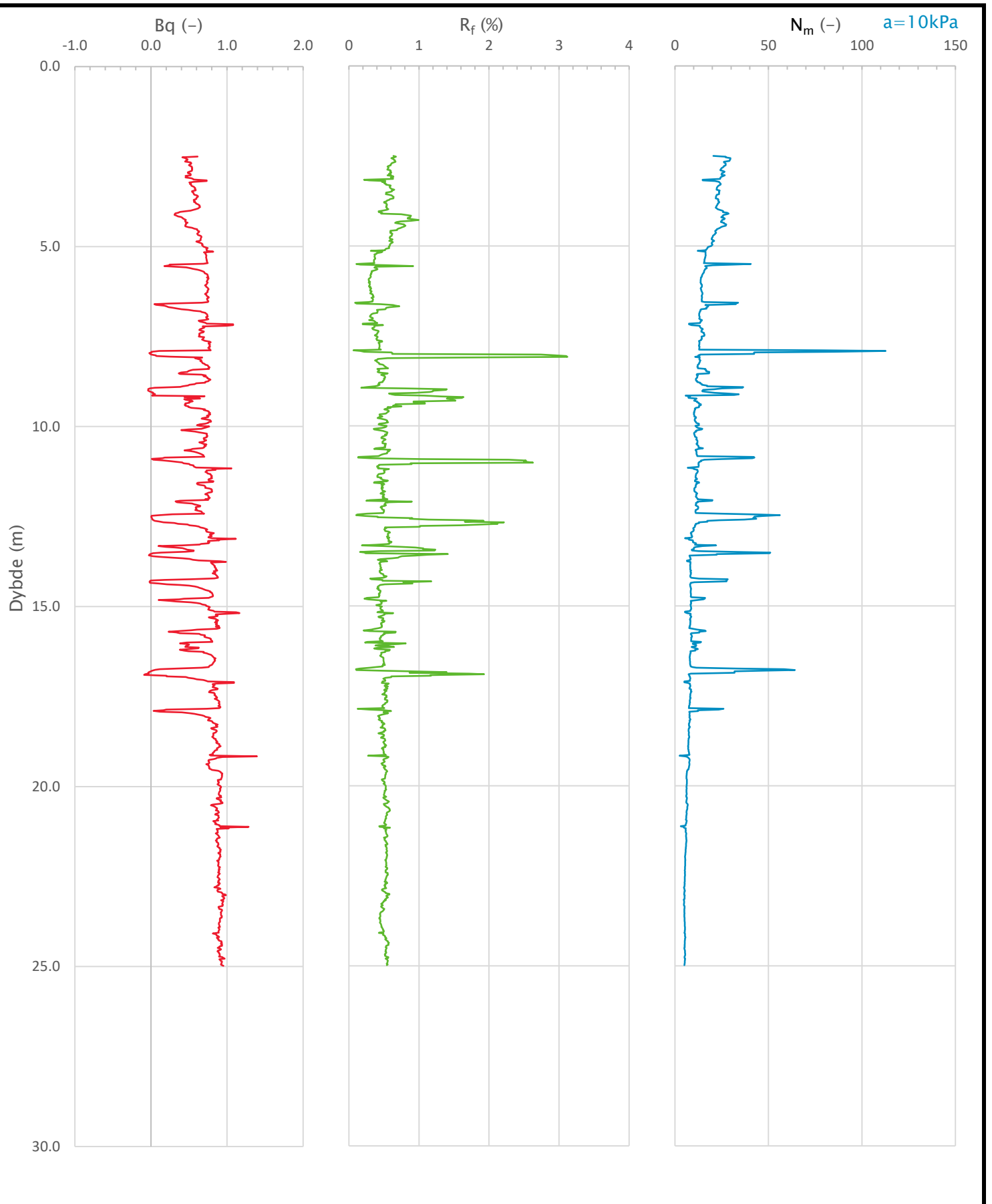
Trøndelag fylkeskommune		Oppdrag
Fv6590 Bennavegen gs-veg		1350054996
Borpunkt: 7	Terrengekote: 128.6	Tegn./kontr. Vedlegg
Tolking/presentasjon av CPTU		BAGJ/EHU 5
Udrenert skjærfasthet og OCR		Dato Tegn. Nr.
		22.09.2023 -




Prosjekt		Prosjektnummer: 1350054996 Rapportnummer: G-rap-002		Borpunkt	Kote +73.1
<b>Fv6590 Bennavegen gs-veg</b>				<b>20</b>	
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	<b>5749</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	<b>1</b>
	KAGA	BAGJ	SLAD		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	<b>6-1</b>
	Statens vegvesen	04.05.2023	0 Rev. dato 22.09.2023		



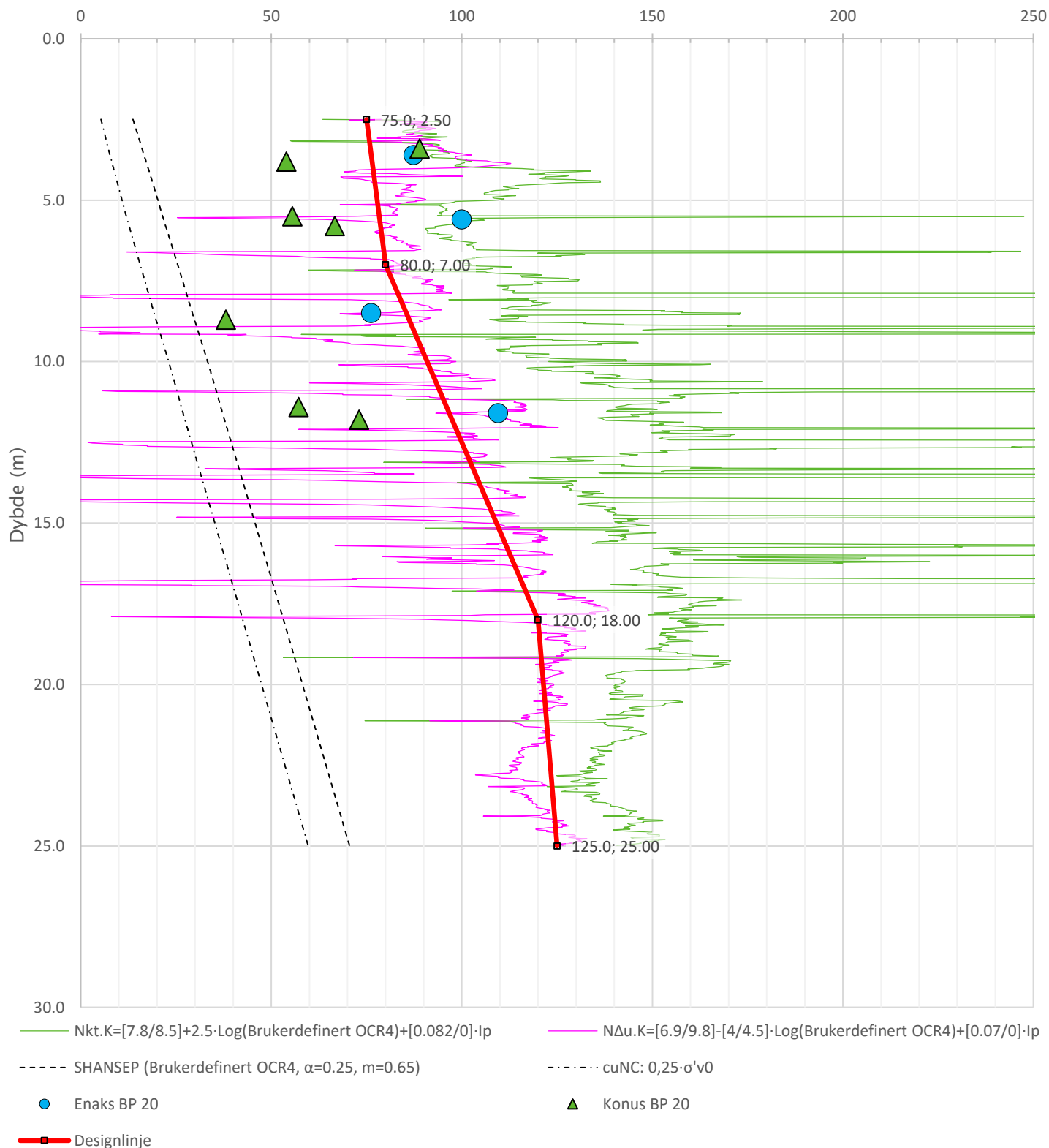
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350054996 Rapportnummer: G-rap-002		Borpunkt	Kote +73.1
<b>Fv6590 Bennavegen gs-veg</b>				<b>20</b>	
Innhold				Sondennummer	<b>5749</b>
Måledata og korrigerte måleverdier				Anvend.klasse	<b>1</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Vedlegg	<b>6-2</b>
	KAGA	BAGJ	SLAD		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	
Statens vegvesen	04.05.2023	0	22.09.2023		




Prosjekt		Prosjektnummer: 1350054996 Rapportnummer: G-rap-002		Borpunkt	Kote +73.1
<b>Fv6590 Bennavegen gs-veg</b>				<b>20</b>	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				<b>5749</b>	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	KAGA	BAGJ	SLAD	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	04.05.2023	0	6-3	
			Rev. dato		
			22.09.2023		

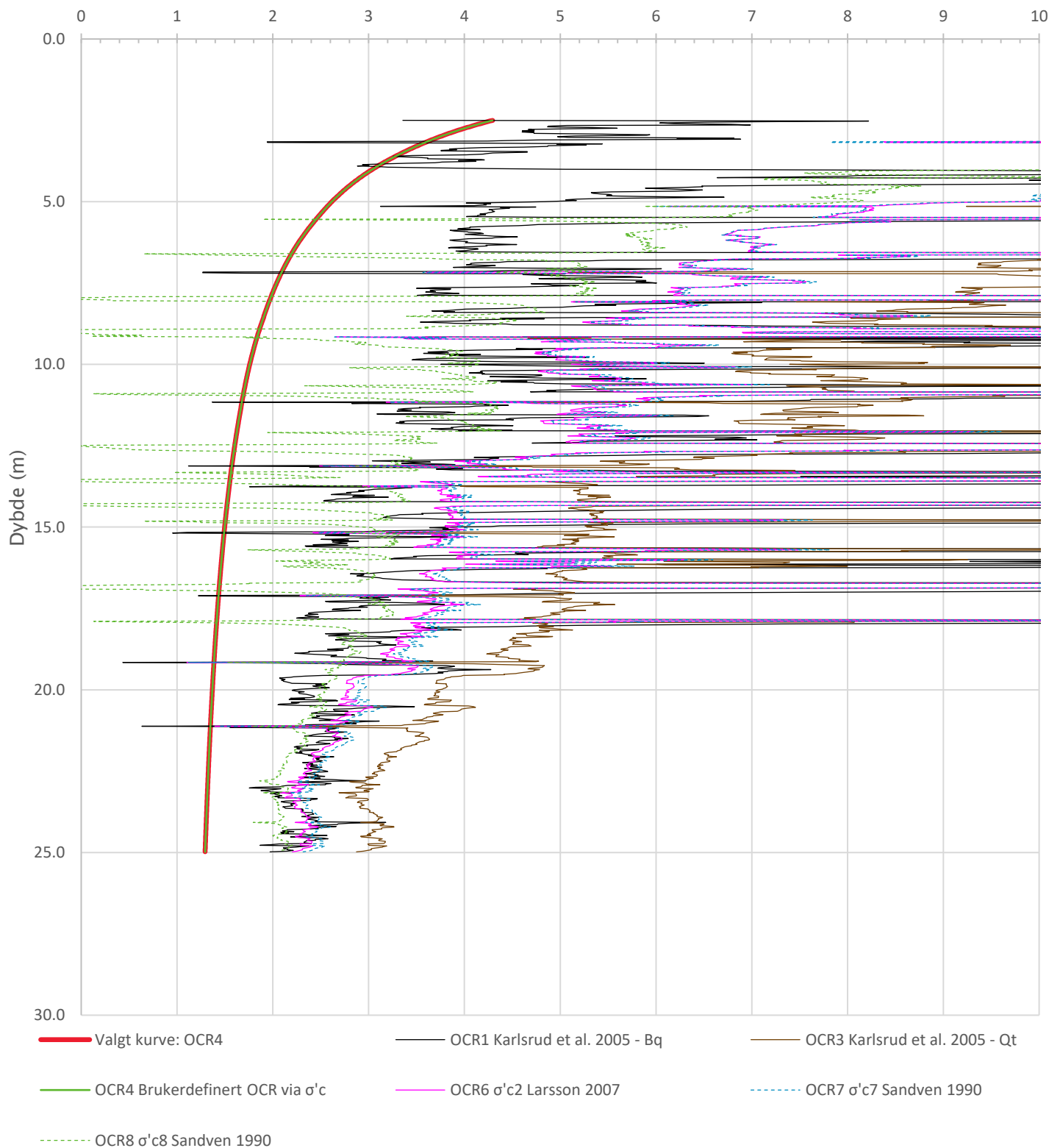
Anisotropiforhold i figur:  
 Enaks BP 20:  $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$   
 Konus BP 20:  $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$


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



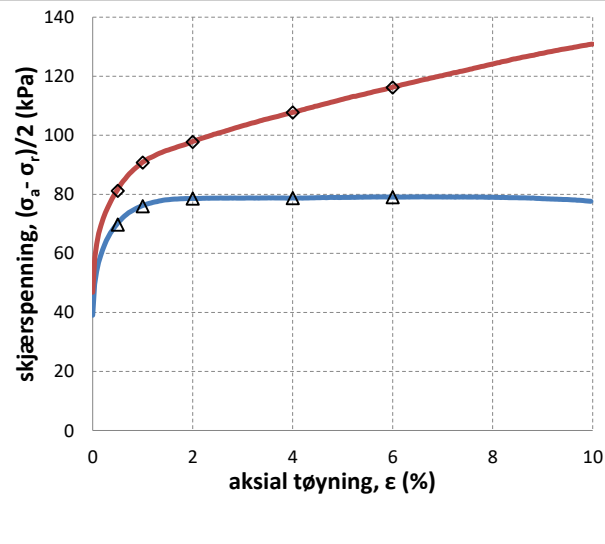
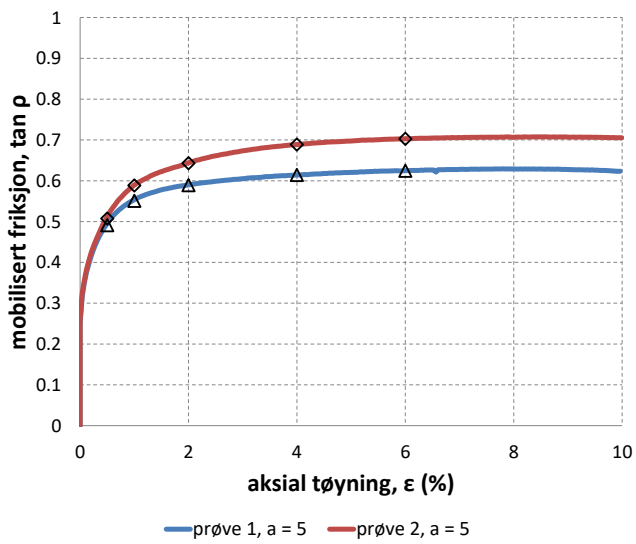
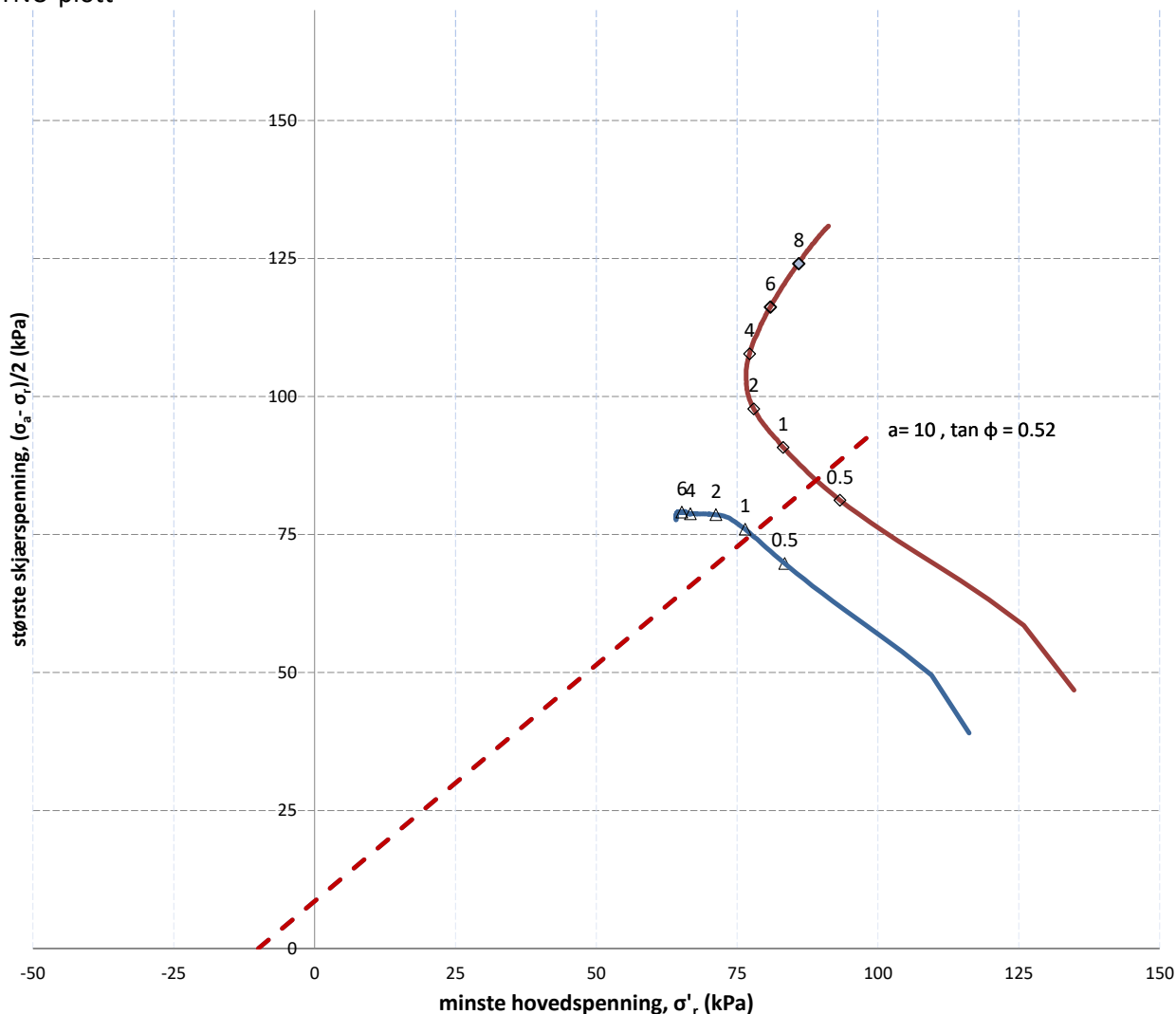
Prosjekt	Prosjektnummer: 1350054996 Rapportnummer: G-rap-002			Borpunkt	Kote +73.1
<b>Fv6590 Bennavegen gs-veg</b>					<b>20</b>
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer
					<b>5749</b>
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	KAGA	BAGJ	SLAD		
	Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering 04.05.2023	Revisjon 0 Rev. dato 22.09.2023	Vedlegg	6-4

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350054996 Rapportnummer: G-rap-002		Borpunkt	Kote +73.1
<b>Fv6590 Bennavegen gs-veg</b>				<b>20</b>	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				<b>5749</b>	
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	KAGA	BAGJ	SLAD		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	6-5
	Statens vegvesen	04.05.2023	0 Rev. dato 22.09.2023		

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e <sub>0</sub>	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									ρ <sub>0</sub> ' (kPa)	ρ <sub>a</sub> ' (kPa)	ρ <sub>r</sub> ' (kPa)	
1	Δ	5	17	9,5 m	CAUA	28.1	2.4	0.054	190	193	116	Leire, siltig (fin silt)
2	◇	5	17	9,7 m	CAUA	25.8	2.3	0.055	194	227	135	Leire, siltig (fin silt)



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350054996

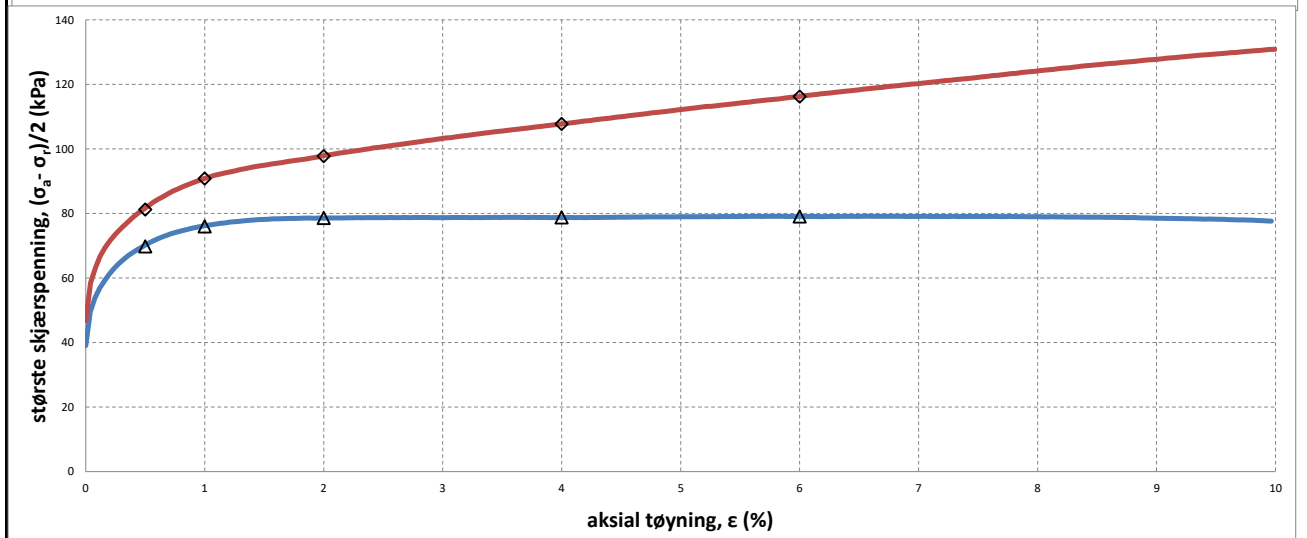
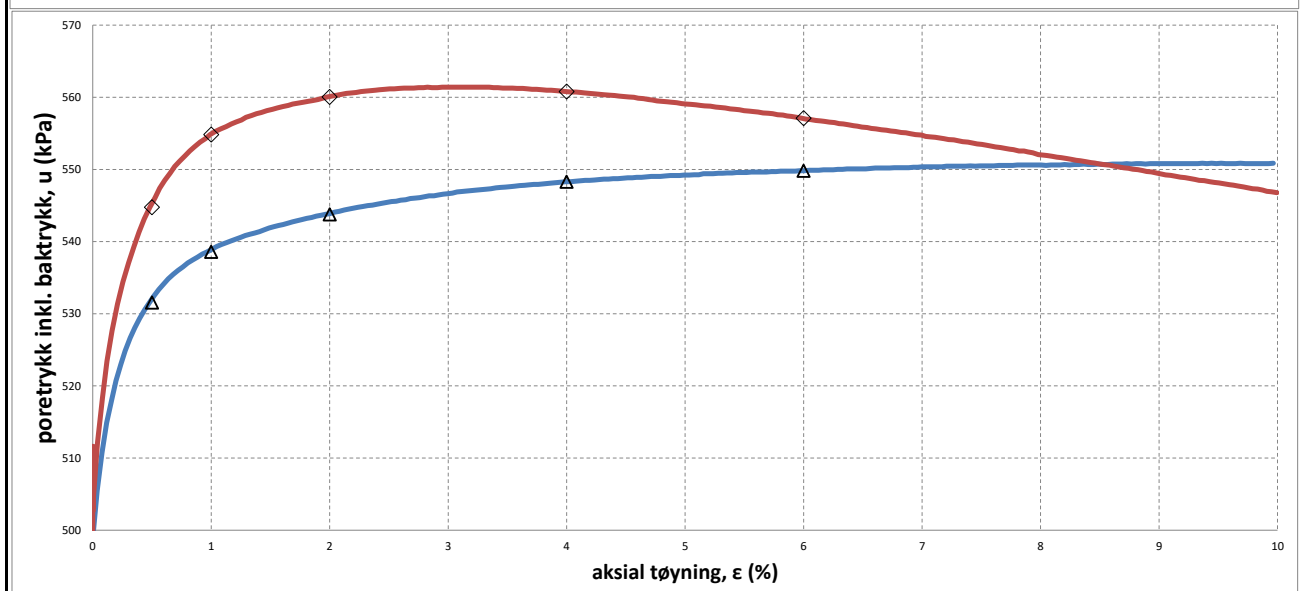
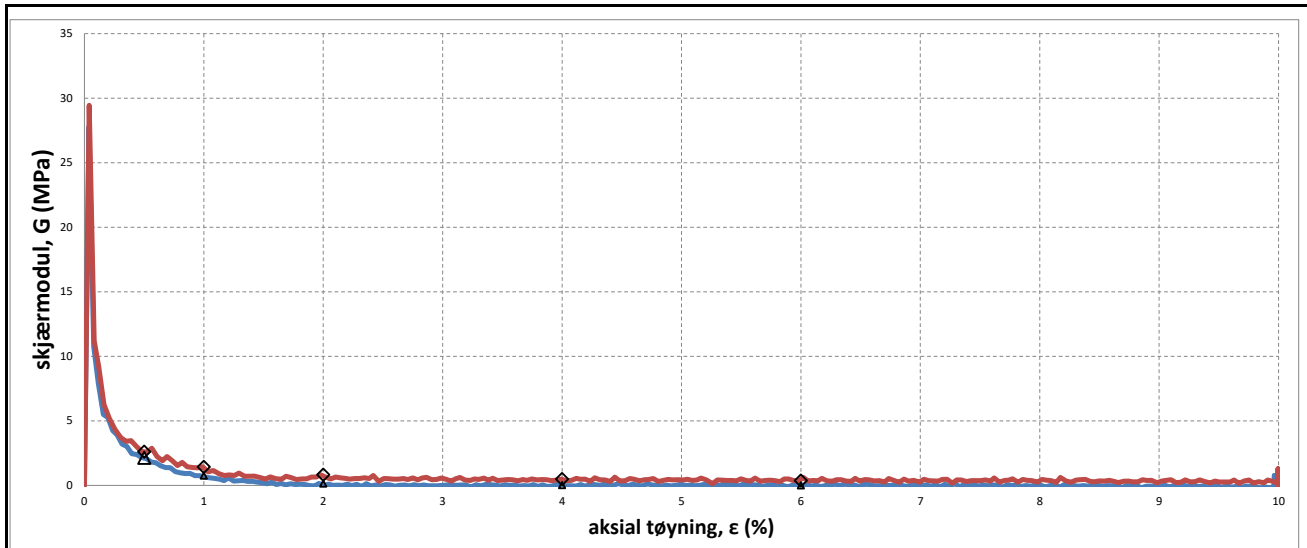
Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

Vedlegg  
7

Dato  
20.01.2021

Tegn. Nr.  
-





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	5	17	9,5 m	CAUA	28.1	2.4	0.054	190	193	116	Leire, siltig (fin silt)
2	◇	5	17	9,7 m	CAUA	25.8	2.3	0.055	194	227	135	Leire, siltig (fin silt)



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

TREAKSIALFORSØK

Oppdrag  
1350054996

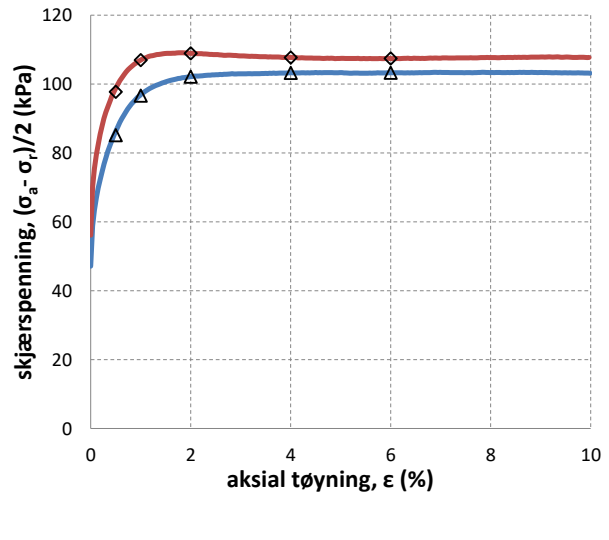
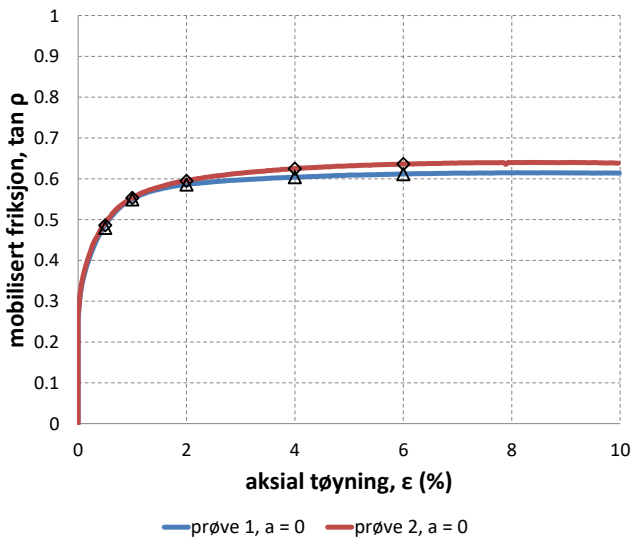
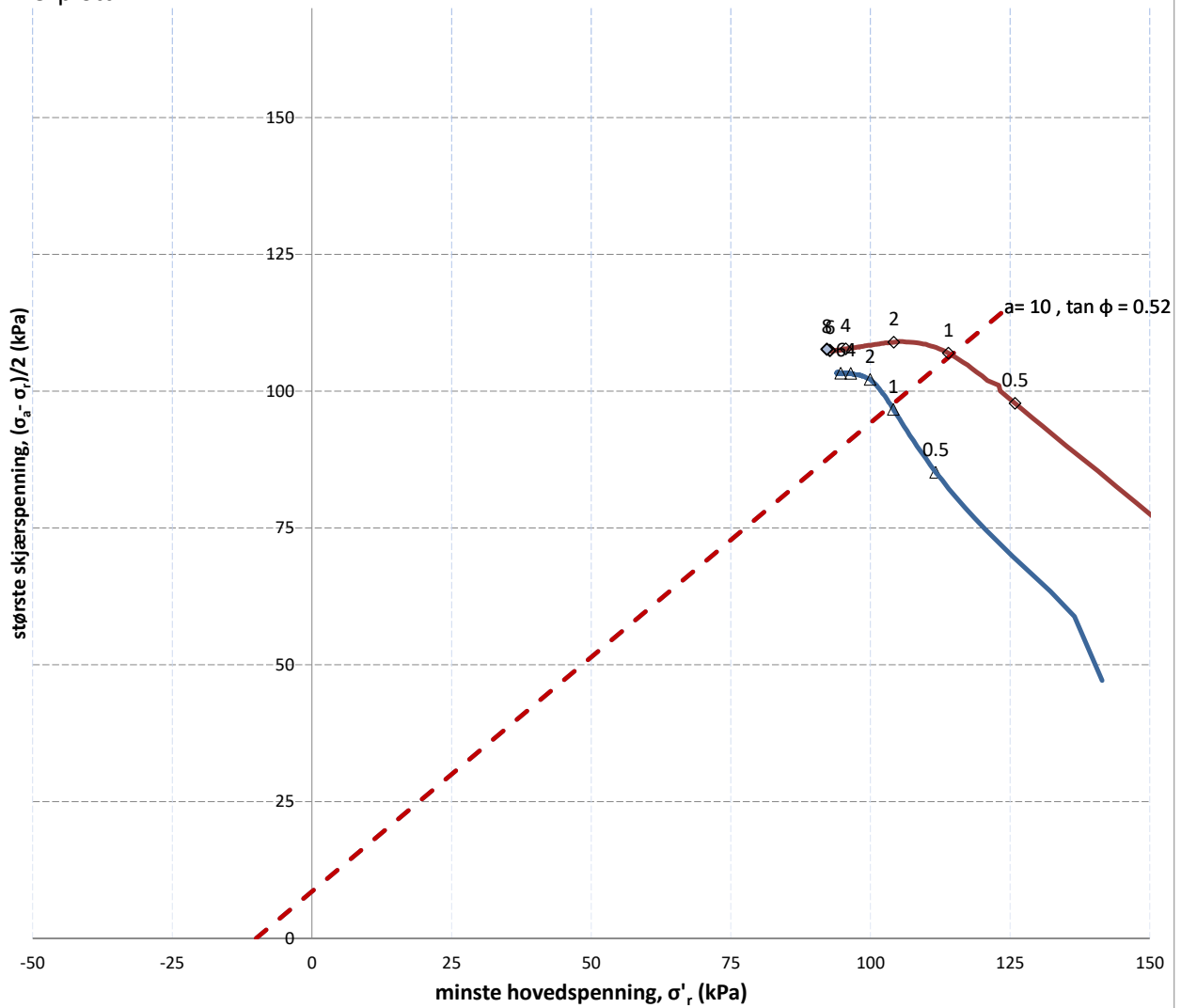
Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

Dato  
20.01.2021

Vedlegg  
7

Tegn. Nr.  
-

# 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	△	7	28	11,60m	CAUA	26.7	2.1	0.049	232	234	142	Leire
2	◇	7	28	11,75m	CAUA	25.6	2.2	0.052	235	275	164	Leire



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

TREAKSIALFORSØK

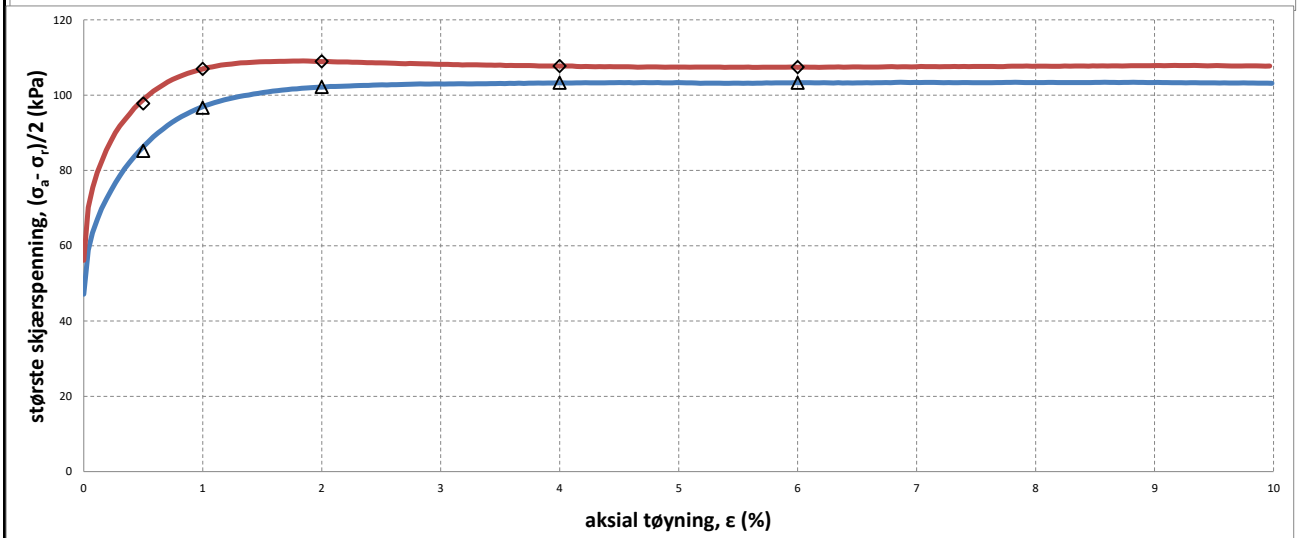
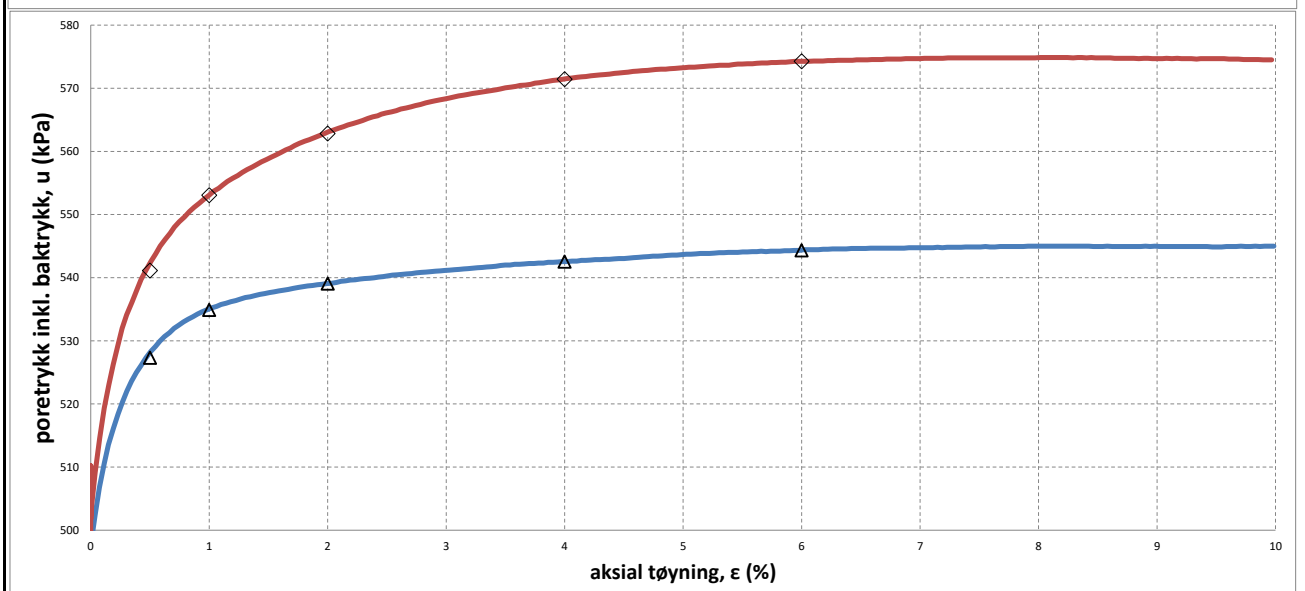
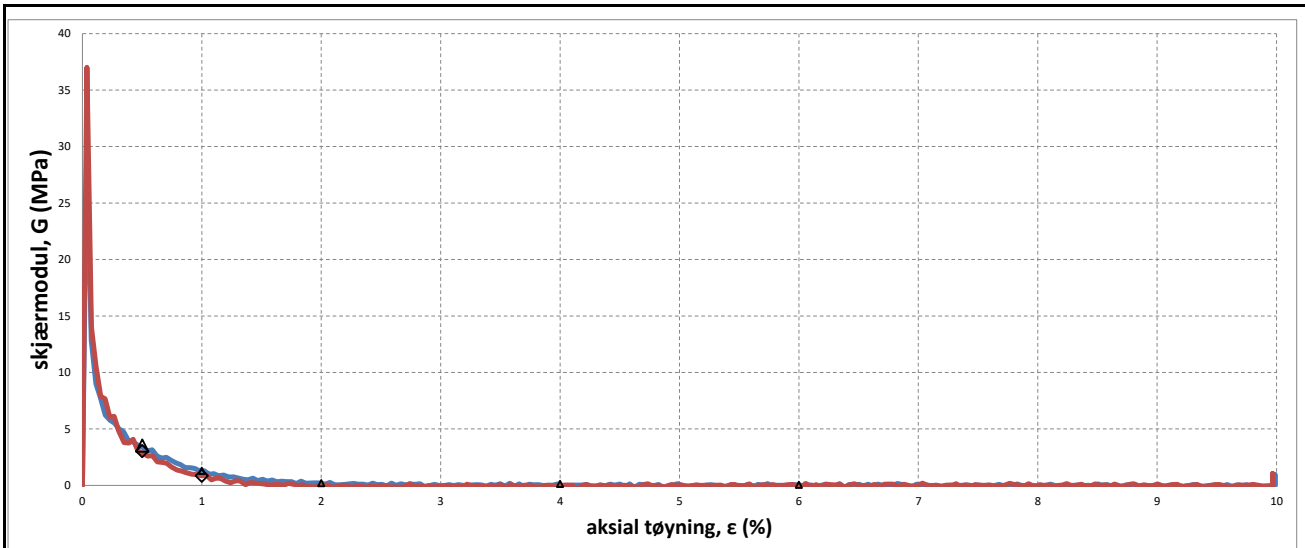
Oppdrag  
1350054996

Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

Vedlegg  
8

Dato  
21.01.2021

Tegn. Nr.  
-



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	7	28	11,60m	CAUA	26.7	2.1	0.049	232	234	142	Leire
2	◇	7	28	11,75m	CAUA	25.6	2.2	0.052	235	275	164	Leire



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

TREAKSIALFORSØK

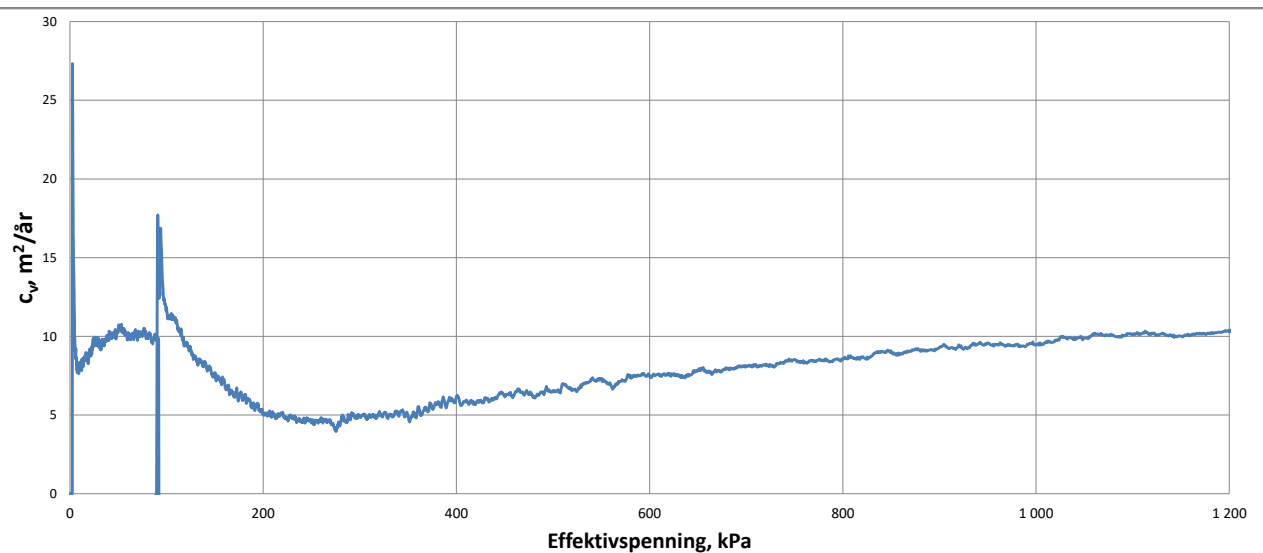
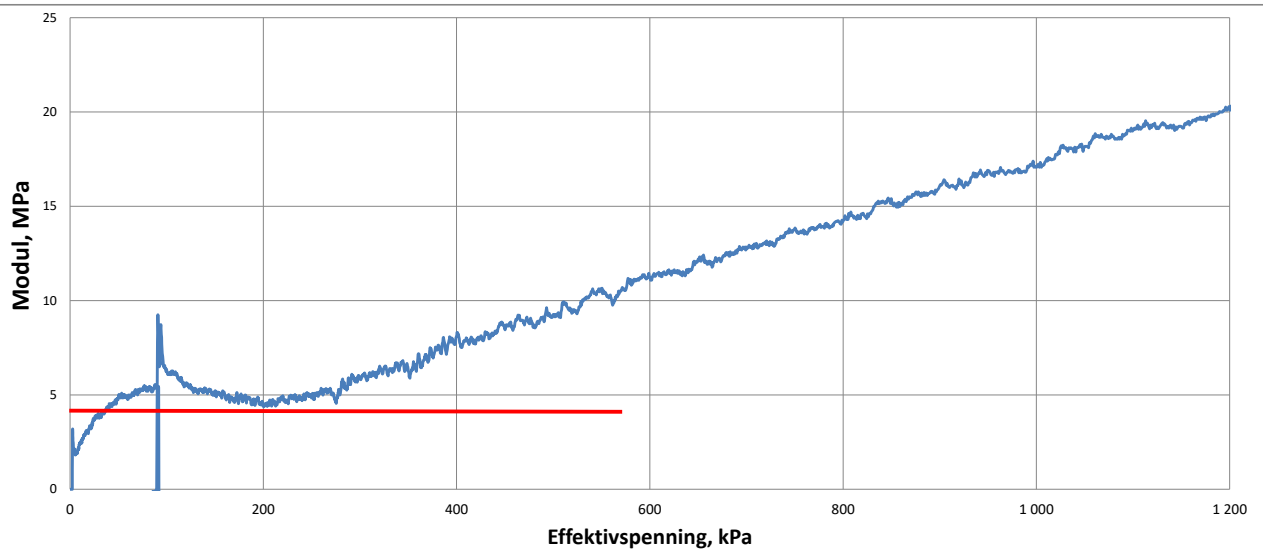
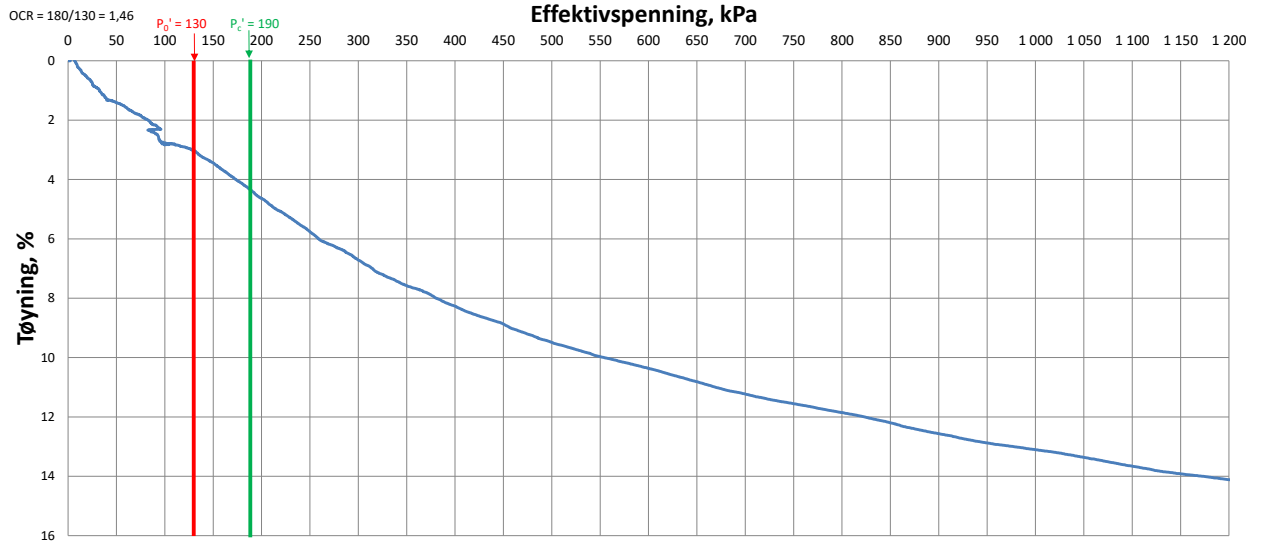
Oppdrag  
1350054996

Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

Dato  
21.01.2021

Vedlegg  
8

Tegn. Nr.  
-



pkt 5 lab 16 dybde 6,5 m Leire, delvis siltig m/ siltige lag (fin silt)



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350054996

Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

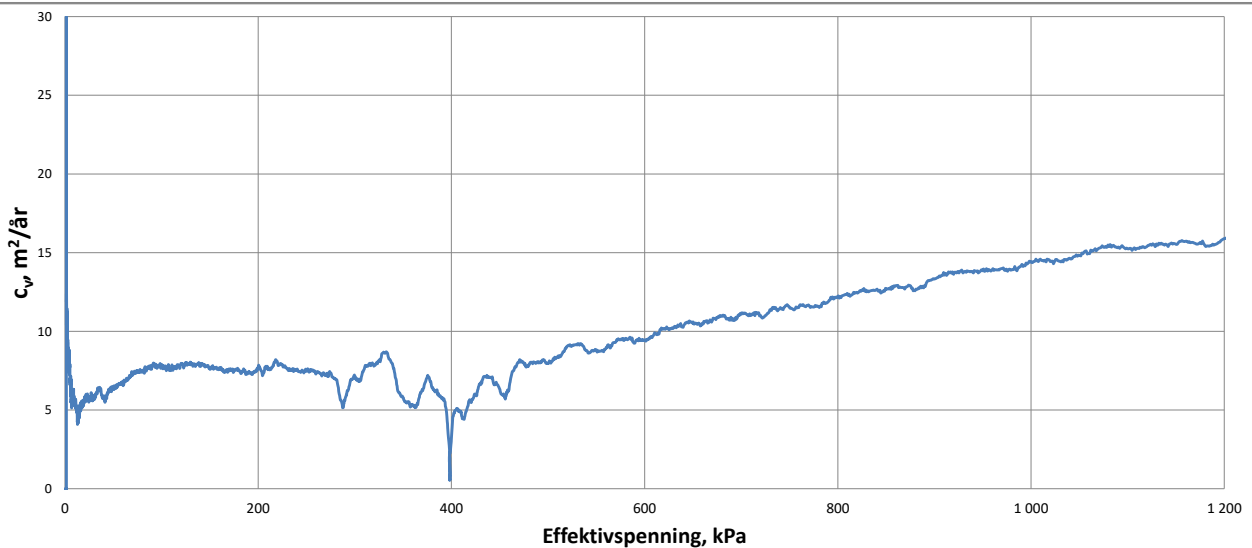
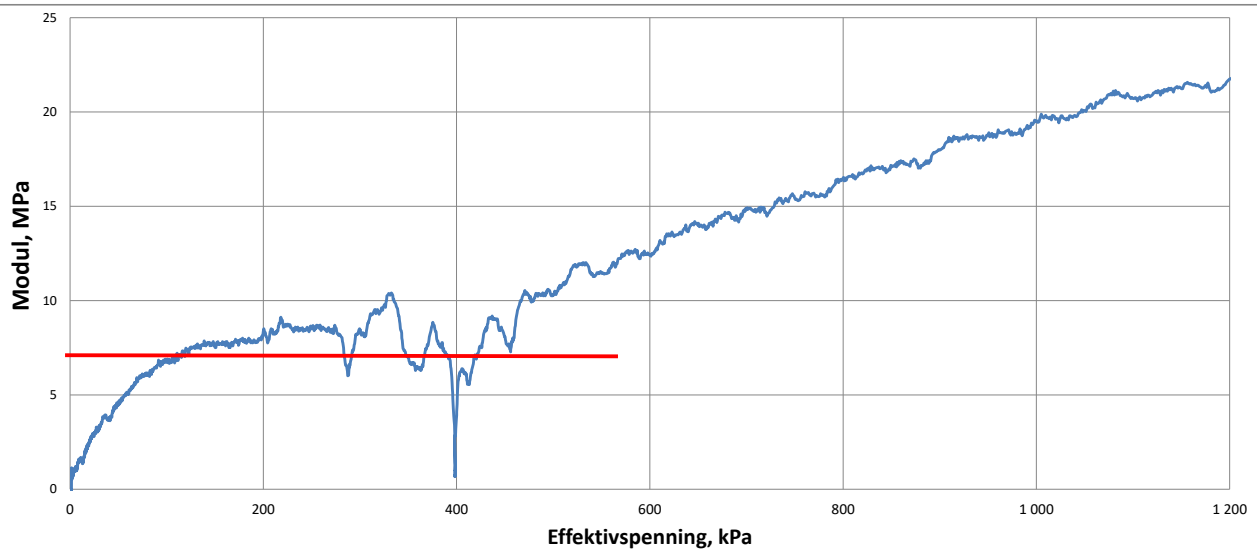
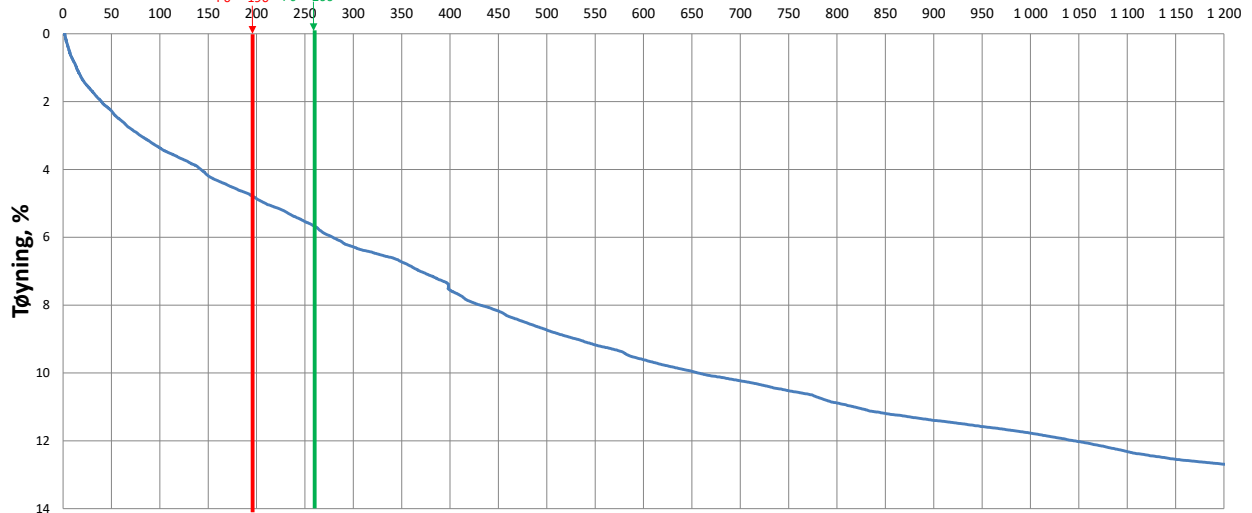
Dato  
14.01.2021

Vedlegg  
9

Tegn. Nr.  
-

OCR = 260/196 = 1,33

Effektivspenning, kPa



pkt 5 lab 17 dybde 9,8 m Leire, siltig (fin silt), enk klumper forsteinet silt



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350054996

Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

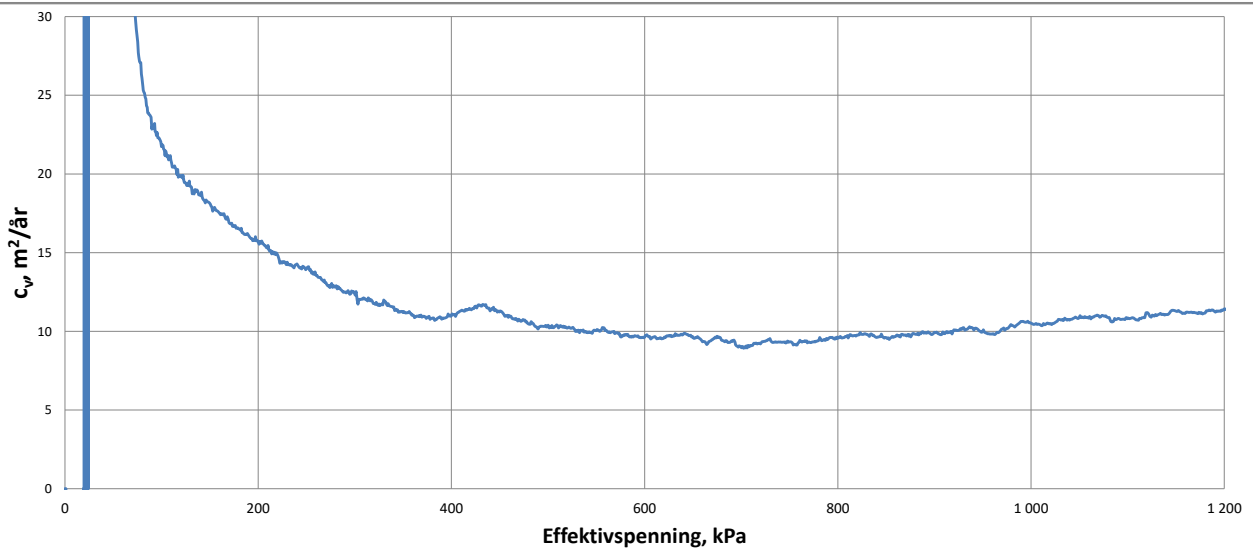
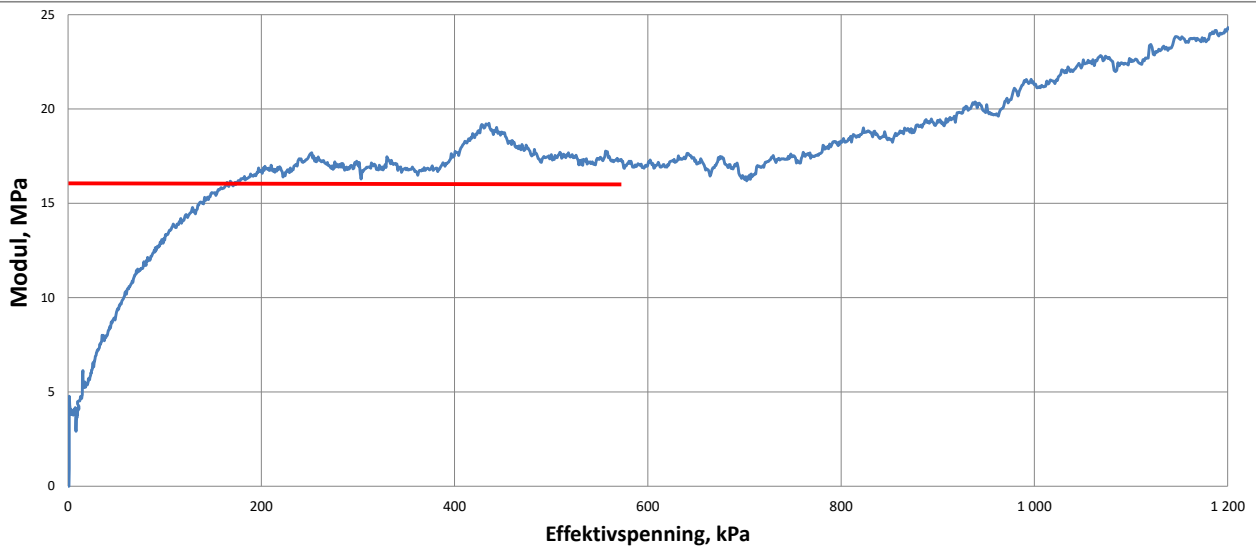
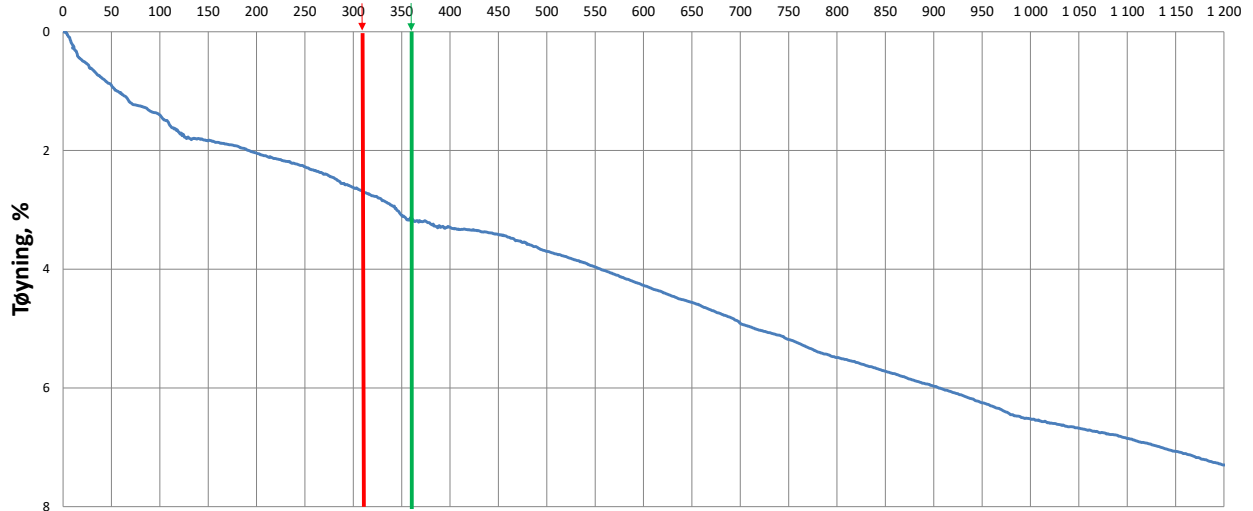
Dato  
14.01.2021

Vedlegg  
10

Tegn. Nr.  
-

OCR = 360/310 = 1,16

Effektivspenning, kPa



pkt 5 lab 18 dybde 15,5 m Leire, siltig



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350054996

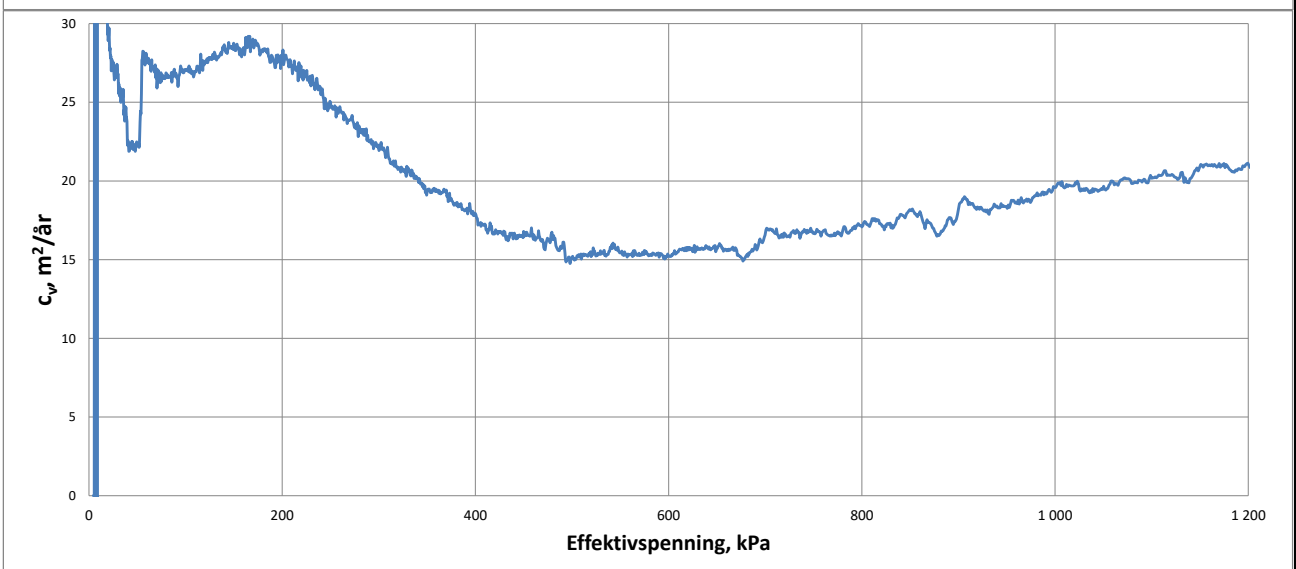
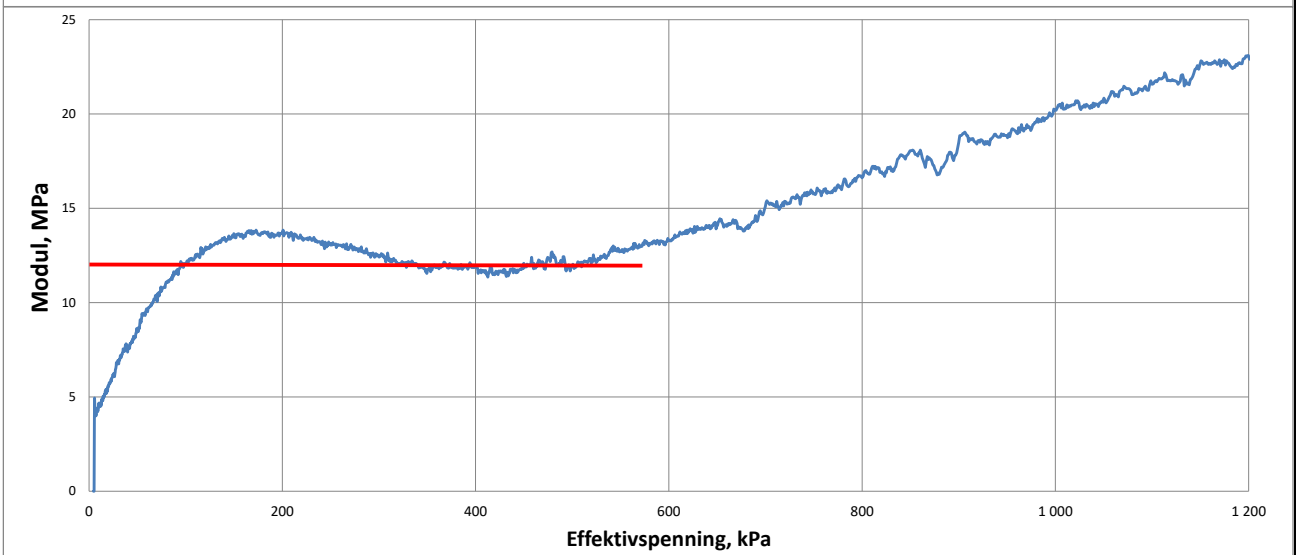
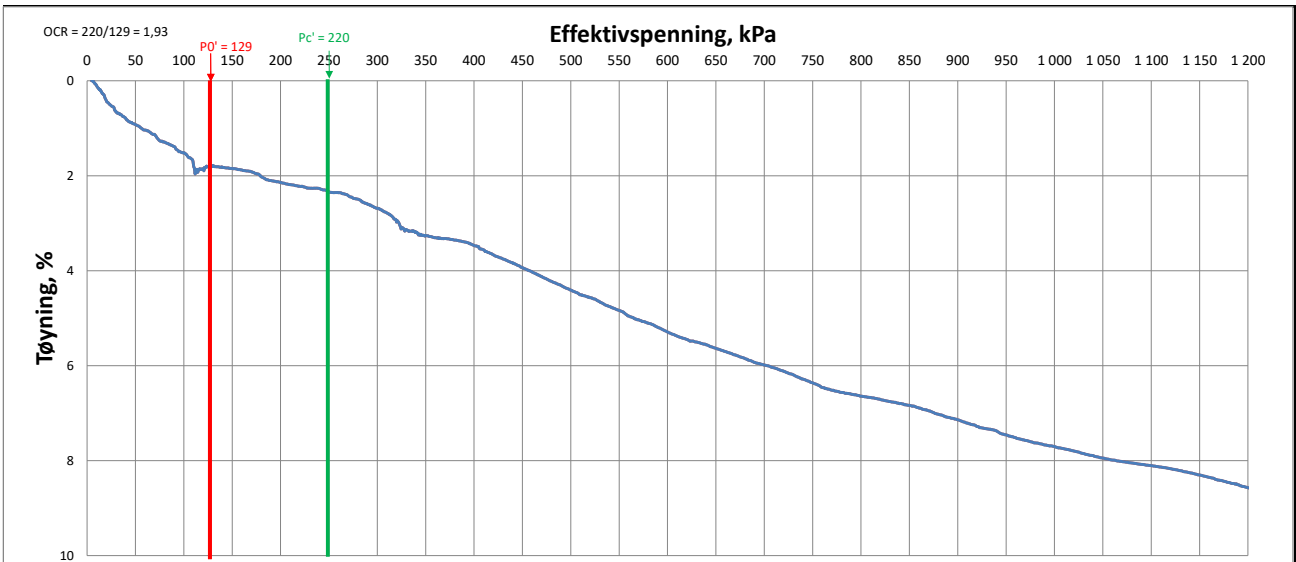
Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

Dato  
22.01.2021

Vedlegg  
11

Tegn. Nr.  
-

Version: 2019-01-30



pkt 7 lab 27 dybde 6,45m Leire



Fv6590 Bennavegen gs-veg

Trøndelag fylkeskommune

Ødometerforsøk

Oppdrag  
1350054996

Tegn./kontr.  
BAGJ/EHU

Dato  
18.01.2021

Vedlegg  
12

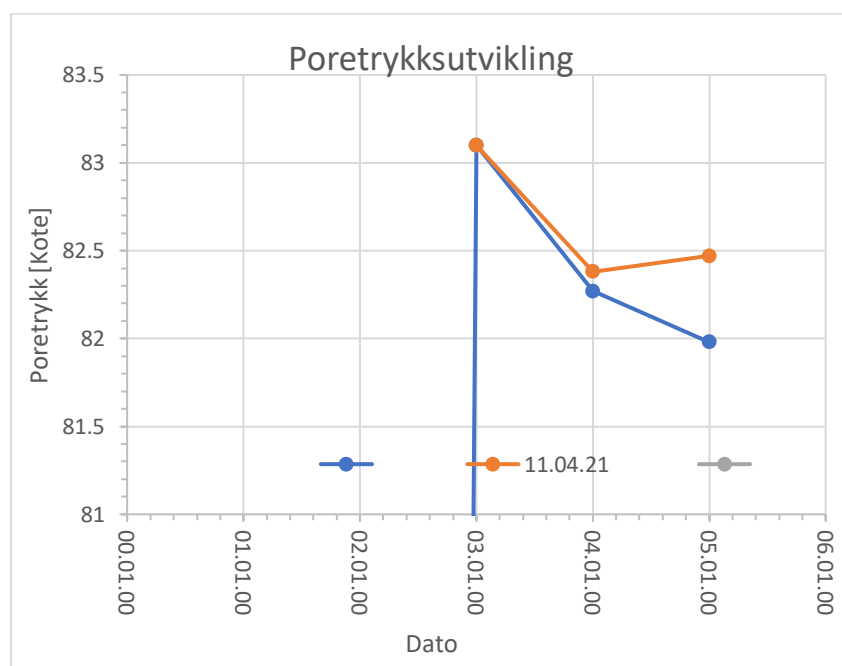
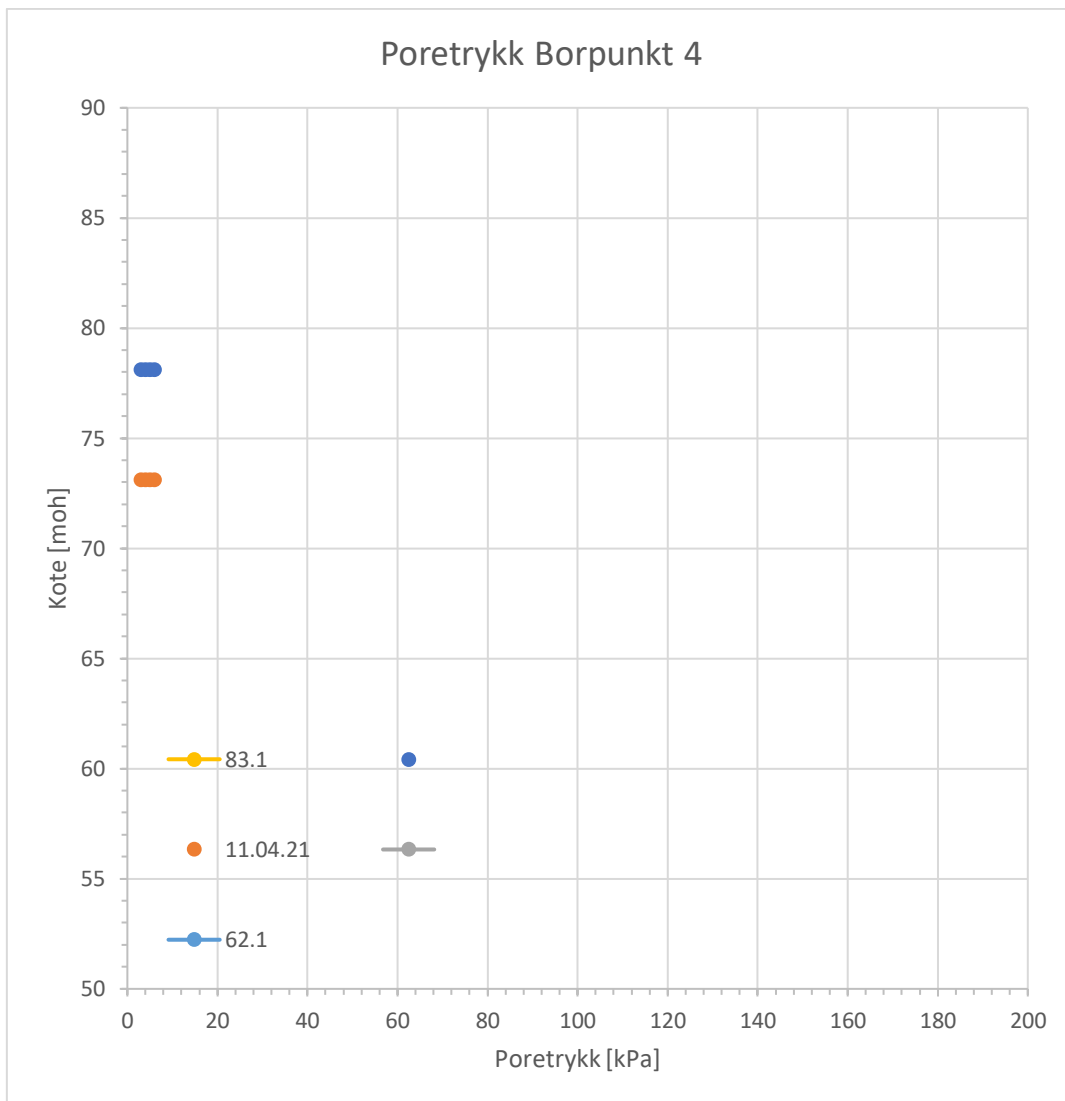
Tegn. Nr.  
-

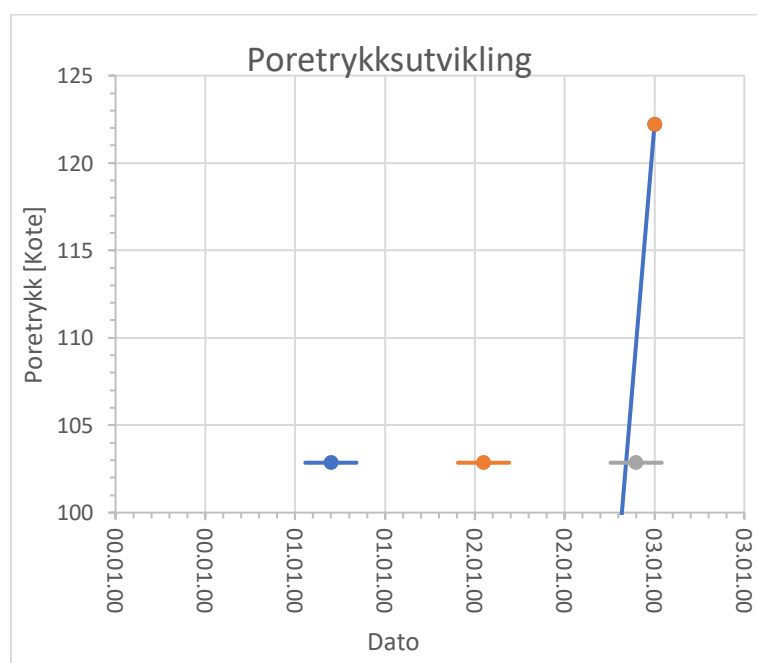
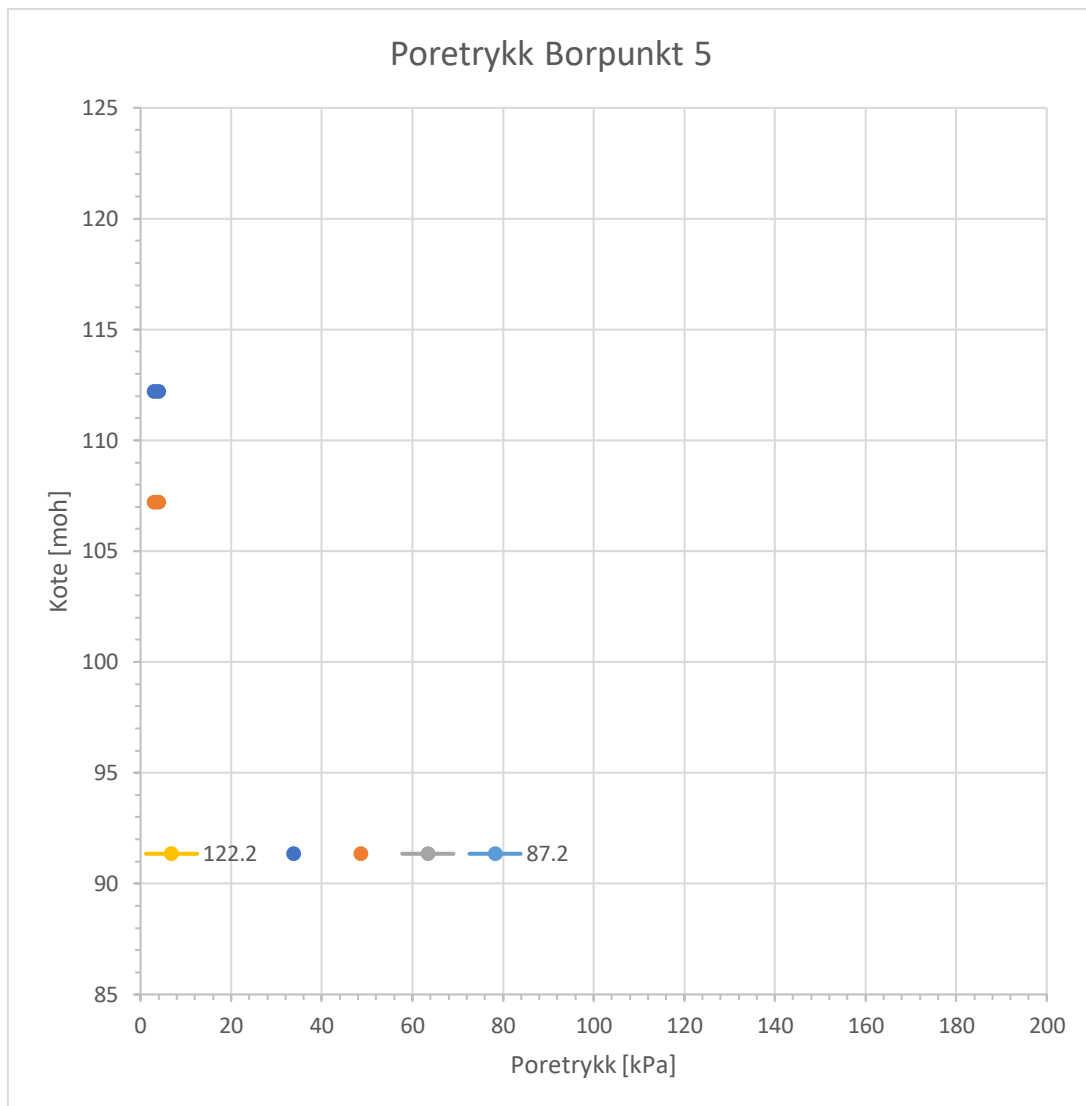
<b>Profil A</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a' [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Leire	19,5	27,5	10,0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Kvikkleire/SP	19,5	27,5	10,0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Morene	19,0	34,0	5,0	-	-	-	-
<b>Profil B</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a' [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Leire	19,5	27,5	10,0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Kvikkleire/SP	19,5	27,5	10,0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Morene	19,0	34,0	5,0	-	-	-	-
<b>Profil C</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a' [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	33,0	0,0	-	-	-	-
Leire1	19,5	27,5	10,0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Sand/grus	19,0	34,0	0,0	-	-	-	-
Leire2	19,5	27,5	10,0	60	1,00	1,00	1,00
Morene	19,0	34,0	5,0	-	-	-	-
<b>Profil D</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a' [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Leire	19,5	27,5	10,0	C-profil	1,00	0,63	0,35
Sand/grus	19,0	26,0	0,0	-	-	-	-
Morene	19,0	34,0	5,0	-	-	-	-
<b>Profil I</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a' [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpe	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Silt	19,5	31,0	3,0	-	-	-	-
Morene	19,0	34,0	5,0	-	-	-	-
<b>Profil M</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	a' [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Silt/sand	19,5	32,0	5,0	-	-	-	-
Morene	19,0	34,0	5,0	-	-	-	-



<b>Profil N</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	$a'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Silt	20,0	31,0	5,0	-	-	-	-
Leire	19,5	27,5	10,0	79,0	1,00	0,63	0,35
Sand	19,0	33,0	0,0	-	-	-	-
Morene	19,0	34,0	5,0	-	-	-	-
<b>Profil O</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	$a'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Leire/silt	19,5	29,0	10,0	63.6	1,00	0,63	0,35
Sand	19,0	33,0	0,0	-	-	-	-
<b>Profil P</b>							
	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\Phi$ [grader]	$a'$ [kPa]	$c_{uA}$ [kPa]	A-verdi	D-verdi	P-verdi
Tørrskorpeleire	19,0	30,0	0,0	-	-	-	-
Leire/silt	19,5	29,0	10,0	95.4	1,00	0,63	0,35
Sand	19,0	33,0	0,0	-	-	-	-

Profil	Analyse	$\gamma_{min}$	Krav til $\gamma$	Krav oppnådd?	
Profil A - Dagens	ADP	0,93	Ikke forverring/1,61	-	
	a $\Phi$	1,52	Ikke forverring/1,25	✓	
	ADP, lokalstabilitet	2,77	1,5	✓	
	a $\Phi$ , lokalstabilitet	2,08		✓	
Profil A - Utbygd	ADP	0,94	Ikke forverring/1,61	✓	
	a $\Phi$	1,53	Ikke forverring/1,25	✓	
	ADP, lokalstabilitet	2,65	1,5	✓	
	a $\Phi$ , lokalstabilitet	1,71		✓	
Profil B - Dagens	ADP	0,91	Ikke forverring/1,61	-	
	a $\Phi$	1,59	Ikke forverring/1,25	✓	
	ADP, lokalstabilitet	1,51	1,5	✓	
	a $\Phi$ , lokalstabilitet	2,14		✓	
Profil B - Utbygd	ADP	0,91	Ikke forverring/1,61	✓	
	a $\Phi$	1,62	Ikke forverring/1,25	✓	
	ADP, lokalstabilitet	2,15	1,5	✓	
	a $\Phi$ , lokalstabilitet	1,83		✓	
Profil C - Dagens	ADP	0,96	1,4	-	
	a $\Phi$	1,12		-	
Profil C - Dagens senket terreng 5 meter	ADP	1,02		-	
	a $\Phi$	1,13		-	
Profil D - Dagens	ADP	1,17		1,4	-
	a $\Phi$	1,66			✓
Profil I - Dagens	a $\Phi$	1,05	1,3	✗	
Profil I - Utbygd	a $\Phi$	1,33		✓	
Profil M - Dagens	a $\Phi$	1,50		✓	
Profil M - Anleggssituasjon	a $\Phi$	1,12	1,3	✓	
	a $\Phi$ , sidefriksjon	1,39		✓	
Profil M - Utbygd	a $\Phi$	1,51	✓		
Profil N - Utbygd	ADP	1,99	1,4	✓	
	a $\Phi$	1,40		✓	
Profil O <sup>-</sup> - Dagens	ADP	1,45	1,4	✓	
	a $\Phi$	1,05	1,3	✗	
Profil O <sup>-</sup> - Utbygd	ADP	1,44	1,4	✓	
	a $\Phi$	1,31	1,3	✓	
Profil P - Dagens	ADP	1,29	1,4	✗	
	a $\Phi$	0,99	1,3	✗	
Profil P - Dagens for riggområde	ADP	1,29	1,4	✗	
	a $\Phi$	1,07	1,3	✗	
Profil P - Utbygd	ADP	1,52	1,4	✓	
	a $\Phi$ , uten motfylling	1,25	1,3	✗	
	a $\Phi$ , med motfylling	1,30		✓	





### Innspill til kontrollplan for grave- og spunt- og stag-/pelearbeider

ID	Kontrollpunkt	Beskrivelse/kontroll
1	Graveskråninger, generell, helning	Helning ikke brattere 1:1,5 inntil 4 meters høyde, høyere utgravinger 1:2
2	Fyllingsskråninger	Hovedsakelig ikke brattere enn 1:2, og stedvis ikke brattere 1:1,5 iht. modell. Mellom profil 680-740 ikke brattere enn 1:2,5
3	Graveskråninger, erosjon	Tildekking ved behov
4	Graveskråninger, seksjonsvis	Maksimal seksjonsbredde, helning ikke brattere enn 1:1
5	Etablering av murer	Verifikasjon av traubunn iht. prosjektering. Utgravingsnivå, tykkelse murfundament, blokkstørrelse, høyde mur, helning mur
6	Grave-/fyllingsnivå	Kontroll av maksimal utgraving og maksimal oppfylling
7	Dokumentasjon tilbakefylling	Materiale, lagtykkelse og komprimering
8	Lagring av løsmasser og riggområde	Ingen lagring på toppen av graveskråninger. Stedvis ingen last på topp graveskråning. Midlertidig lagring av løsmasser i samråd med geotekniker.  Riggområde plasseres tilstrekkelig fra skrån timer.
9	Rystelser ved grave- og komprimeringsarbeider	Plan for plassering av rystelsesmålere og grenseverdier utarbeides i samråd med RIG.  Tilstandsregistrering av nærliggende bygninger.