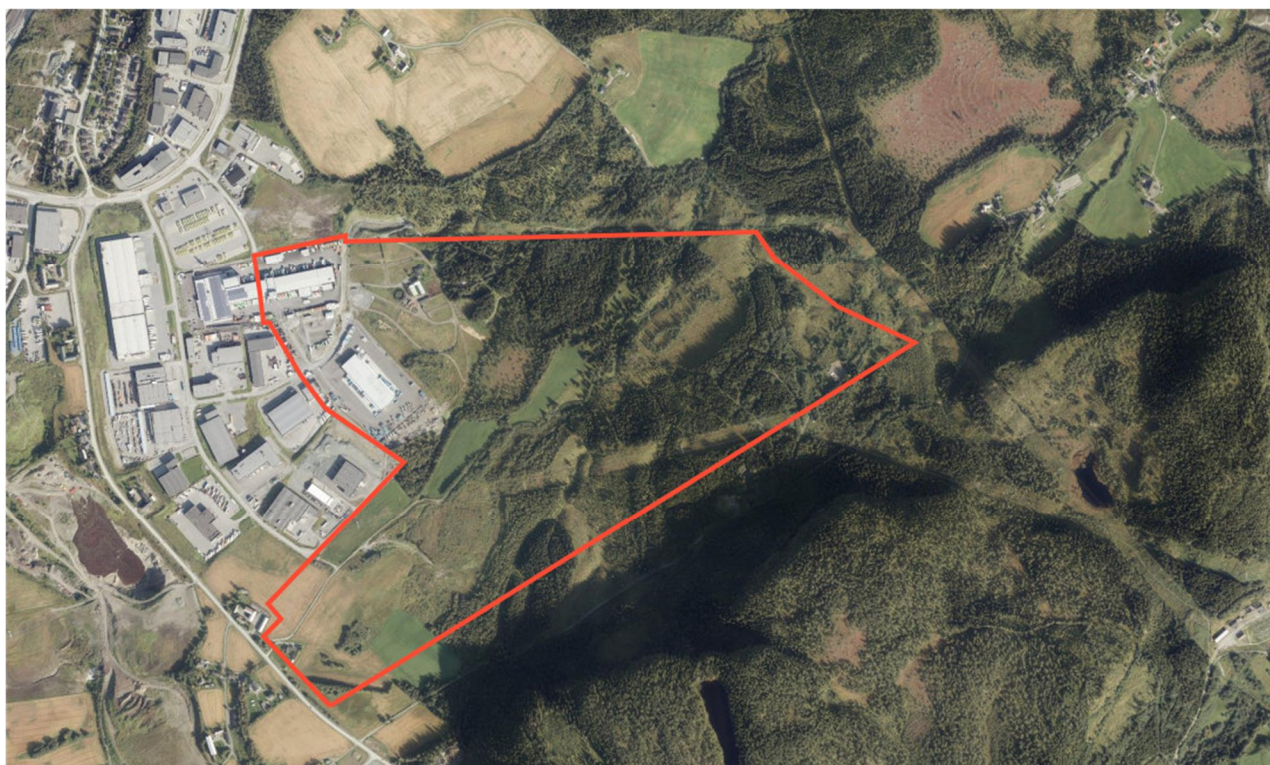


Beregnet til
Trondheim kommune v/John Leirvik

Dokument type
Rapport

Dato
26-11-2021

TORGÅRD OMRÅDESTABILITET BEREGNINGSGRUNNLAG



TORGÅRD OMRÅDESTABILITET BEREGNINGSGRUNNLAG

Oppdragsnavn **Torgård områdestabilitet - beregningsgrunnlag**
Prosjekt nr. **1350037896**
Mottaker **Trondheim kommune**
Dokument type **Rapport**
Versjon **02**
Dato **26-11-2021**
Utført av **Einar Lyche/Erlend Engesvold/Bård Arvid Gjengstø**
Kontrollert av **Rolf Røsand/Bård Arvid Gjengstø/Erlend Engesvold**
Godkjent av **Erlend Engesvold**
Beskrivelse **Beregningsgrunnlag for områdestabilitet**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

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

Revisjon	00	01	02
Dato	19.02.2021	23.09.2021	26.11.2021
Utarbeidet av	EILY/EHU	EHU	BAGJ
Kontrollert av	EHU/RHR	BAGJ	EHU
Godkjent av	EHU	EHU	EHU
Beskrivelse		Revisjon etter uavhengig kvalitetssikring	Revisjon etter uavhengig kvalitetssikring
		Revidert tekst fremgår av revisjonsstrek i venstre marg	Revidert tekst fremgår av revisjonsstrek i venstre marg

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	3
1.1	Bakgrunn og mål for prosjektet	3
1.2	Tiltakskategori	4
2.	Grunnundersøkelser langs kantraviner – kritiske profiler	5
2.1	Grunnundersøkelser med datarapport	5
2.2	Beregningsgrunnlag for stabilitetsanalyse av kantraviner	6
3.	Beskrivelse av grunnforhold	7
3.1	Topografi	7
3.2	Kvartærgeologi/løsmasser og berg	8
3.2.1	Løsmassemektigheter i grove trekk, basert på Totalsonderingene:	8
3.2.2	Dybde til fastere masser/berg.	8
3.2.3	Lagdeling	9
3.2.4	Grunnvannsnivå/poretrykk	9
3.2.5	Udrenert skjærfasthet	9
	Sprøbruddmateriale er tolket ved sensitivitet over 15 og omrørt skjærfasthet mindre enn 2 kPa. Trondheim kommunes konusforsøk for prosjektet, ref. /2/, er utført etter prosedyre av Skaven-Haug/SGI, som er tilnærmet lik NS8015:1988.	10
3.2.6	Kompressibilitet	10
3.2.7	Treaksialforsøk	10
3.3	Tidligere erosjonssikring	11
3.4	Befaringer	12
4.	Referanser	16

TEGNINGER

Tegn. nr.	Rev.	Tittel	Målestokk	Format
101	01	Situasjonsplan – Oversiktskart	1 : 2 500	A1
102	01	Situasjonsplan – Profil A og B	1 : 2 000	A4
103	01	Situasjonsplan – Profil C og D	1 : 2 000	A4
104	01	Situasjonsplan – Profil E og F	1 : 2 000	A4
105	01	Situasjonsplan – Profil G og H	1 : 2 000	A4
106	02	Profil A	1 : 400	A3LLLL
107	02	Profil B	1 : 400	A3LLL
108	02	Profil C	1 : 400	A3LL
109	02	Profil D	1 : 400	A3LL
110	02	Profil E	1 : 400	A3L
111	02	Profil F	1 : 400	A3LL
112	02	Profil G	1 : 400	A3L
113	02	Profil H	1 : 400	A3LL

VEDLEGG

Vedlegg. nr.	Tittel
1	Referanse grunnundersøkelser
2	Tolkning av CPTU borpunkt 1
3	Tolkning av CPTU borpunkt 4
4	Tolkning av CPTU borpunkt 9
5	Tolkning av CPTU borpunkt 11
6	Tolkning av CPTU borpunkt 14
7	Tolkning av CPTU borpunkt 24
8	Tolkning av CPTU borpunkt 26
9	Tolkning av treaksialforsøk borpunkt 4
10	Tolkning av treaksialforsøk borpunkt 11
11	Tolkning av treaksialforsøk borpunkt 19
12	Tolkning av treaksialforsøk borpunkt 25
13	Tolkning av ødometerforsøk borpunkt 4, forsøk 1
14	Tolkning av ødometerforsøk borpunkt 4, forsøk 2
15	Tolkning av ødometerforsøk borpunkt 5
16	Tolkning av ødometerforsøk borpunkt 12
17	Tolkning av ødometerforsøk borpunkt 19
18	Tolkning av ødometerforsøk borpunkt 25

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og mål for prosjektet

Planområdene N7 og N8 er deler av kommuneplan Tiller i Trondheim kommune. Prosjektet søker å avklare de geotekniske stabilitetsmessige mulighetene for å utvikle planområdene N7 og N8 til næringstomter på Torgård. Dette er prosjektets mål.

Prosjektet er inndelt i flere faser fram mot endelig avklaring. I forprosjektet - fase 1, er det pekt på behovet for å først avklare stabiliteten ut mot de avgrensede kantravinene som omgir planområdet, se tabell 1 som viser faseinndelingen.

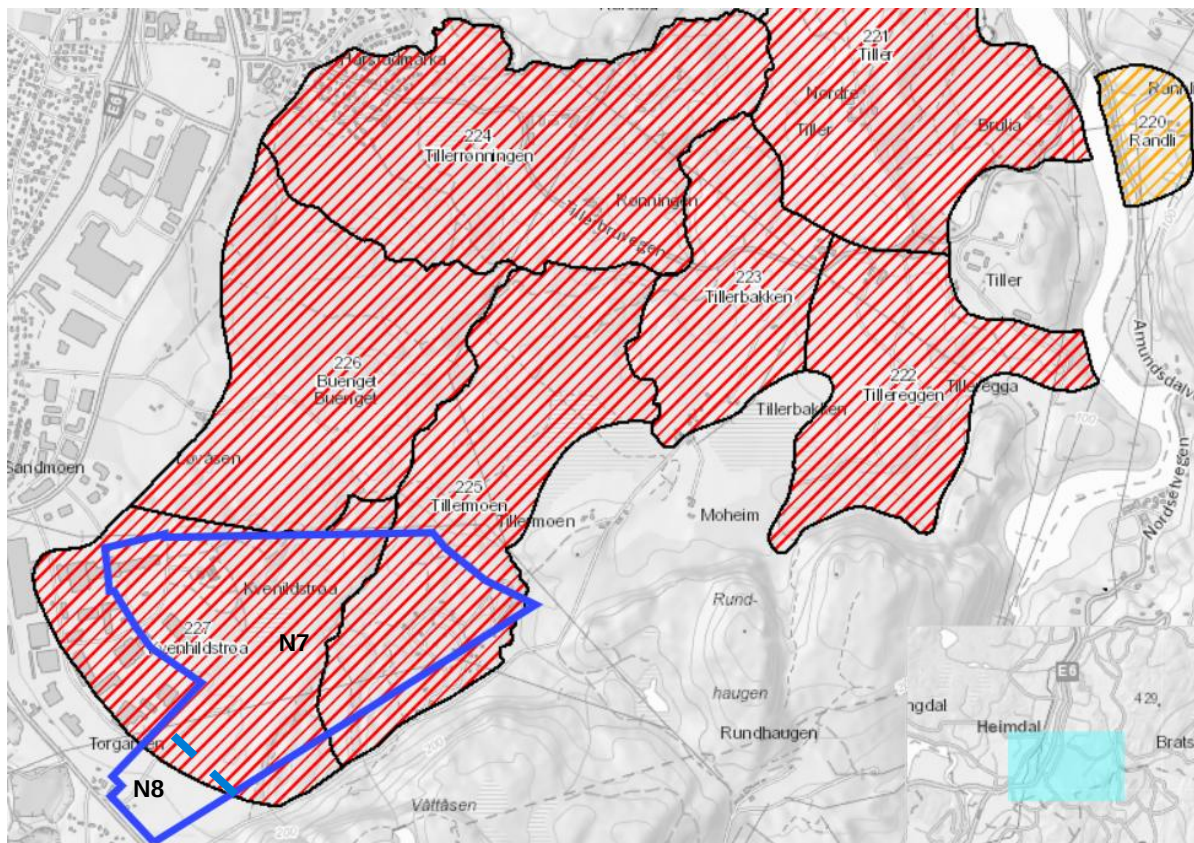
Tabell 1: Prosjektets faser

Prosjektfaser	
1	Forprosjekt - Prosjektbeskrivelse med kostnadsverislag
2	Følge opp grunnundersøkelser og lage beregningsgrunnlag for stabilitetsanalyser av kantraviner (Gjeldende rapport) <ul style="list-style-type: none"> Lage detaljert borplan for grunnundersøkelsene Fortløpende oppfølging av feltarbeid, med justering/tilpassing av borplan basert på fortløpende resultater/rådata fra sonderinger. Sette opp prøvetakingsplan basert på sonderingsresultater Supplering med plan for måling av poretrykk og CPTU. Supplering med plan for prøvetaking, med angivelse av prøvetyper- og nivåer. Tolkning av laboratorieforsøk og CPTU Opptegning av beregningsprofiler Sammenstille beregningsgrunnlag i rapport for uavhengig kvalitetssikring.
3	Grunnundersøkelser med datarapport Trondheim kommune utfører grunnundersøkelser (felt + lab.) iht. borplan fra Rambøll. Kostnadsberegnes av Trondheim kommune.
4	Uavhengig kvalitetssikring av beregningsgrunnlaget for kantraviner Beregningsgrunnlaget kvalitetssikres av uavhengig foretak.
5	Stabilitetsberegninger og vurderinger for kantraviner <ul style="list-style-type: none"> Stabilitetsberegninger i 8 beregningsprofil av dagens stabilitet Vurdering av behov for og utførelse av stabiliserende tiltak. Kostnadsverislag stabiliserende tiltak Delta i diskusjoner og orienteringer for myndigheter Utarbeidelse av vurderingsrapport
6	Uavhengig kvalitetssikring av vurderingsrapport for kantraviner Vurderingsrapport kvalitetssikres av uavhengig foretak.

Forprosjektrapporten fra fase 1, ref. /1/, peker på at det vil være skredsikkerhet og sikringstiltak mot kantravinene som er primært viktig for å sikre planområdene N7 og N8 mot påvirkning som kan være negativ i forhold til områdeskredfare. Med dette på plass kan den etterfølgende arrondering av planområdet innenfor plangrensene, utformes med løsninger for infrastruktur og planering av tomter som sikrer tilfredsstillende intern stabilitet i planområdet.

I rapporten fra forprosjektet (fase 1) er det laget en prosjektbeskrivelse, med vurdering av strategi for videre skredfareavklaring og sikringstiltak langs kantravinene, inkl. forslag til grunnundersøkelser for dette formålet.

Siden planområdet er lokalisert innenfor et større område definert som faresone for potensielle kvikkleireskred, se figur 1, er det et særlig fokus på å ivareta krav til områdestabilitet. Dette arbeidet følger NVEs veileder 1/2019: «Sikkerhet mot kvikkleireskred», ref. /3/. Den geotekniske utredningen skal utføres for kommuneplannivå. Likevel er det utført vurderinger og undersøkelser utover hva som er beskrevet som anbefalt detaljeringsnivå for kommuneplan.



Figur 1: Planområde og omgivende potensielle faresoner for kvikkleireskred

Denne rapporten utgjør fase 2 av prosjektet for utredning av skredssikkerhet på Torgård-området. Her gjennomgås og oppsummeres resultatene fra denne fasen, med beskrivelse av topografi og grunnforhold, og påviste grunnforhold fra grunnundersøkelsene. Rapporten bygger på rapporten fra forprosjektet i fase 1, og må sees i sammenheng med denne for å gi fullstendig bakgrunn.

Basert på de 8 profilene som er undersøkt presenterer rapporten beregningsgrunnlaget for de etterfølgende stabilitetsanalyser.

Denne rapporten med beregningsgrunnlag skal kvalitetssikres av uavhengig foretak (prosjektets fase 4) i henhold til i NVEs veileder 1/2019.

Stabilitetsanalysene inkl. vurdering av evt. behov for sikringstiltak av kantravinene, skal deretter gjennomføres i prosjektets fase 5.

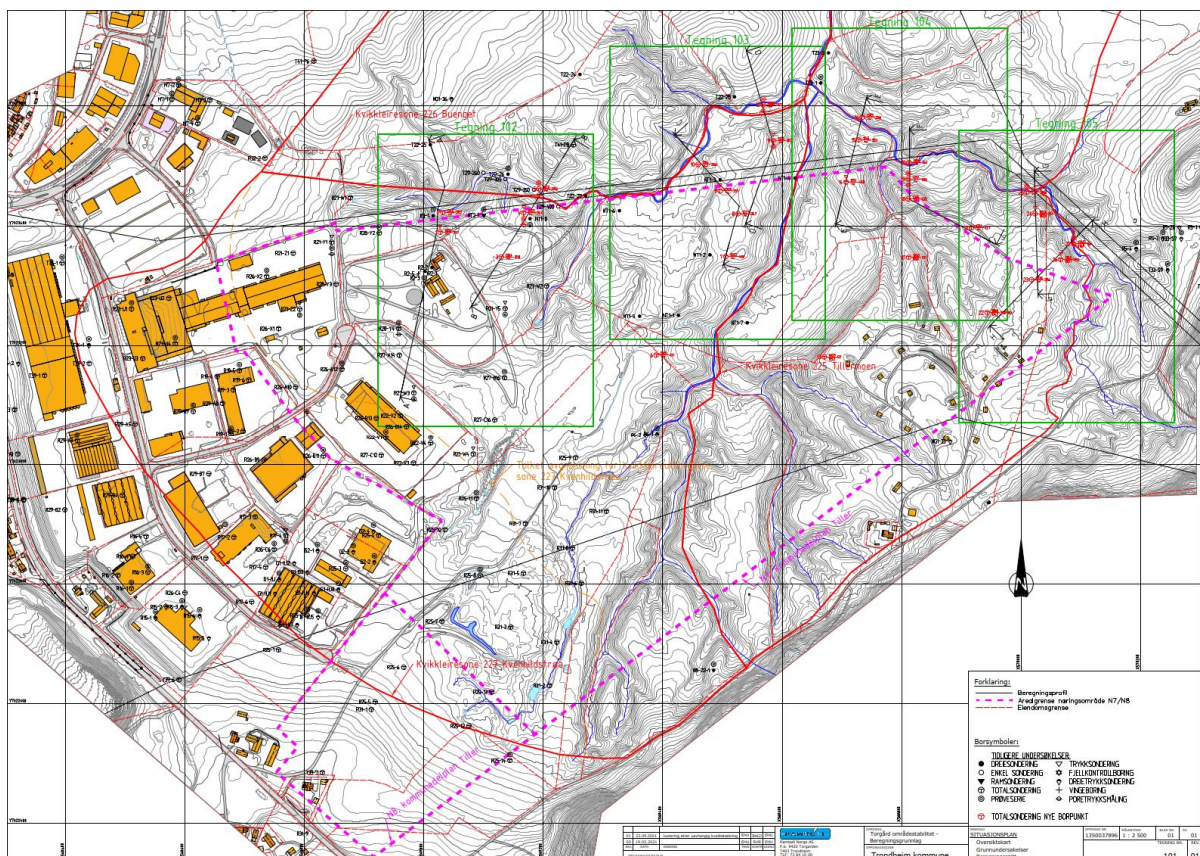
1.2 Tiltakskategori

Ved utbygging i fareområder for kvikkleire, eller i områder hvor det er registrert sprøbruddegenskaper, skal det utføres vurderinger og klassifisering av tiltak i henhold til NVEs veileder 1/2019. Planområdet er tenkt utbygging for næringsbygg- og arealer, og følgelig vil utbyggingen tilhøre tiltakskategori K4, «Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner».

2. GRUNNUNDERSØKELSER LANGS KANTRAVINER – KRITISKE PROFILER

2.1 Grunnundersøkelser med datarapport

Plan for grunnundersøkelsene/borplan (fra fase 1) er videreført som vist i denne rapportens tegning 101, kun med små justeringer – hovedsakelig vedr. punktplassering pga. lokale forhold.



Figur 2: Borplan med profiler (nedskalert tegning 101).

Borpunktene er i utgangspunktet plassert relatert til de 8 antatt mest kritiske profiler ut mot kantravinene (KR 1 og KR 2), angitt i forprosjektet. Profilene er vist på borplanen, tegn. 101.

Alt feltarbeidet og det vesentligste av laboratoriearbeidet er utført av Trondheim kommune.

Fra Rambølls side, har oppdraget i fase 2 også omfattet fortløpende oppfølging av boreprogrammet i felt og lab., med tilpassing og detaljering av utførelse etter registrert behov.

Kort oppsummert omfatter grunnundersøkelsene følgende:

- 27 pkt. totalsonderinger, til gjennomsnittlig 35 meter dybde
- 6 pkt. CPTU, til gjennomsnittlig 25 meter dybde
- 4 pkt. poretrykksmåling i 2 dybder, totalt 7 målere
- 8 pkt. Ø54 mm sylindreprøvetaking á 5 prøver, totalt 40 prøver

Laboratorieundersøkelser:

- 40 prøver med rutineundersøkelser av leirmateriale
- 8 treksialforsøk
- 6 ødometerforsøk

Alle resultater fra grunnboringene og rutine laboratorieundersøkelsene er presentert i egen datarapport, utarbeidet av Trondheim kommune – rapport nr. R.1762, ref. /2/.

Datarapporten utgjør prosjektets fase 3 (jfr. oversikten i tabell 1).

Utførte grunnundersøkelser følger ikke anbefalinger til omfang gitt i NVEs veileder 1/2019 for stabilitetsberegninger i en soneutredning. Likevel vurderes omfanget som tilstrekkelig for utredning av planområdets utviklingsmuligheter i henhold til kommuneplanen. Ytterligere undersøkelser forutsettes utført i forbindelse med detaljprosjektering av nødvendige sikringstiltak og for senere reguleringsplanarbeid.

2.2 Beregningsgrunnlag for stabilitetsanalyse av kantraviner

Datarapporten fra Trondheim kommune sammen med etterfølgende tolknings- og vurderingsarbeid utgjør grunnlaget for beregningsgrunnlaget i denne rapporten. Det er tidligere utført mange grunnundersøkelser ved Torgårdområdet, men de fleste av disse er utført i de allerede utbygde næringsområdene og ligger utenfor de identifiserte, kritiske beregningsprofiler. De tidligere undersøkelsene er likevel kartlagt for referanse, og er vist på vedlagt situasjonsplaner, tegning 101–105. Rapportreferanser til borpunktnummer er sammenstilt i vedlegg 1.

Borpunktene er som foran beskrevet lokalisert i 8 profiler langs KR1 og KR2 (jfr. tegning 101), som antas representative som mest kritisk i forhold til stabilitet ut mot ravinene.

På egne utsnitt av tegning 101 er profilenes plassering vist på tegning 102–105.

De 8 antatt kritiske profiler er vist opptegnet på tegning 106–113.

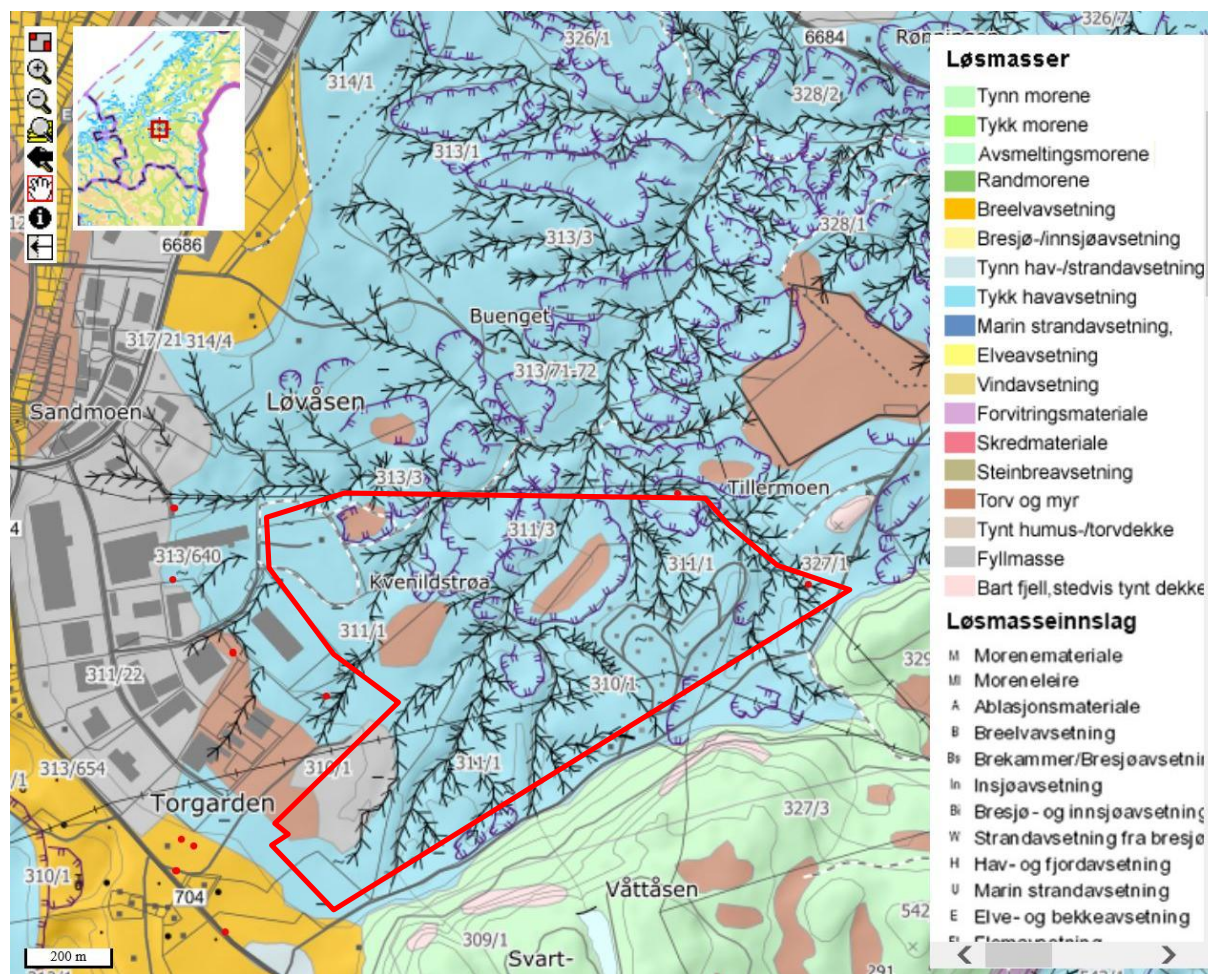
3. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLD

3.1 Topografi

Planområdet og kvikkleiresonene videre nordøstover dannet opprinnelig et basseng, med jevn flate og slakt fall ut fra Skjøla-ryggen (Torgårdssletta)/Vestre Rosten i bakkant på kote ca +140 - + 150, utover mot Tiller og Nidelva i NØ. Helningen varierte mellom ca. 1:50 og 1:100 målt tangentielt til terrengoverflaten innenfor planområdet.

Den opprinnelig slake, jevne havbunnen er imidlertid – under og etter siste istids avsmeltingsfase og tilhørende landheving, kraftig gjennomskåret av et utalls små og store eroderende ravinebækker fra begge sider (V og Ø), inn mot sentralt samleutløp som drenerer til Nidelva i NØ. Bekkeravinenene ligger relativt tett innenfor planområdet, med økende dybde sentralt inn mot Håbrubekken, og mot Rønningsbekken (lengre i nord). Ravinedybden ut mot kantravinene KR1 og KR2 varierer, men for det meste mellom 10 og 15 m – opp mot vel 20 m.

Topografien lar seg lettest studere på kartet i tegning 101 og på kartutsnittene tegning 102–105. Figur 3 nedenfor viser et utsnitt av NGUs kvartærgeologiske kart, supplert med registrerte skredgroper (skålform/bakre skredkant) og erosjonsraviner (fiskebensmønster).



Figur 3: Utsnitt av NGUs kvartærgeologiske kart med raviner og skredgroper.

I ravinlandskapet er det gjennom tidene gått mange store og små leirskred; bare

innenfor planområdet et 10-talls. De større skredene kan ha vært kvikkleireskred. Dagens terreng er derfor svært kupert på tvers av ravinene, og slakt hellende langs og på toppen av terrengryggene mellom ravinene og langs ravinebunn.

Ravineskråningene er generelt nokså bratte, opptil 1:2 og brattere, med dårlig overflatestabilitet.

3.2 Kvartærgeologi/løsmasser og berg

Det ravinerte bassenget er opprinnelig et havbunnsområde fylt med opp mot 40–45 m mektige løsmasseavsetninger. I alt vesentlig består disse av marin leire. Nært terreng kan topplaget variere noe, med tynne grus/sandlag, torv eller tørrskorpeutvikling.

Kvikk og sensitiv leire er utviklet i en betydelig del av den marine leira.

3.2.1 Løsmassemektheter i grove trekk, basert på Totalsonderingene:

For oversikt vises til de opptegnede terrengprofilene med boreresultater i tegning 106–113.

Langs kantravinen KR1 i vest er det boret gjennom løsmasser til mellom 35 og 40 m dybde fra topp av terrengryggene, med avslutning ned mot ca. kote +85 til +90. Under ravinebunn er boreddybden 25–30 m, også ned mot ca. kote +85 til +90.

Langs kantravinen KR2 i øst viser boringene fra topp av terrengryggene og fra bunn av ravinene løsmassedybder på minst 25–45 m, dvs. ned mot ca. kote +75 til +85.

3.2.2 Dybde til fastere masser/berg.

I profil A og B er sonderingene ved avslutningen mellom ca. kote +90 og +95 kommet ned i fastere (friksjons) masser/lag, mulig nært ned mot overgang til berg.

I profil C og D er det ikke nevneverdig antydning til fastere masser/berg ved boringenes avslutning på kote +85 til +90.

I profil E og F indikeres i hovedtrekk ingen overgang til fastere masser før boravslutning mellom ca. kote +75 og +85.

I profil G avsluttes boringene 24 og 25 ved ca. 30 meter dybde mot faste masser. I boring 24 avsluttes boringen mot antatt berg ved ca. kote +102,5.

I profil H avtar boreddybden gradvis ut mot bekkedalen i øst, hvor det er registrert fastere/grovere masser i 5 m dybde, tilsvarende kote ca. +120 i boring 27. Boring 22, 26 og 27 er avsluttet imot antatt berg.

Det er kun i sørøstre del av KR2 hvor det er registrert indikasjoner på områder med mer gruntliggende berg. Foruten boringene 22, 24, 26 og 27, som ligger i beregningsprofilene, er det også registrert antatt berg i borpunkt 13 og 17.

3.2.3 Lagdeling

En grov og enkel beskrivelse av løsmasselagene er i hovedtrekk som følger. Regnet fra terreng er det 4 lag:

Lag 1: Øvre topplag av varierende karakter: Torv, sand/grus (tynne lag), tørrskorpeleire (lite utviklet) med planterester (rotsone). Torvtykkelser kan være større i rene myrområder.

Lag 2: Siltig leire, middels til fast med udrenert skjærfasthet fra konus- og enaksialforsøk, c_{ufc}/c_{uuc} , $\sim 30\text{--}60$ kPa fra ca. 1–7 m under terreng, noe dypere (10 m) i pkt. 25.

Lag 3: Kvikv/til dels høysensitiv leire, bløt til middels med udrenert skjærfasthet fra konus- og enaksialforsøk, c_{ufc}/c_{uuc} , $\sim 15\text{--}30$ kPa.

Dette laget varierer i mektighet, under platåene (ryggene) innenfor skråningene ca. 15–25 m, til 10–15m. Lengst øst i KR2 er kvikkeleirelaget fraværende under ravinen.

Lag 4: Består av leire, gradvis økende i styrke mot fast (40–60 kPa) leire med overgang til grovere materialer (sand/grus) av ukjent mektighet før berg påtreffes. Dybden av dette laget er lite kartlagt, men synes å kunne være av størrelse 5–10 m. Kun i borpunkt 13 og 27 er berg registrert grunnere enn 10 m.

En mere oversiktlig framstilling framgår av profilene i tegning 106–113, og i detalj på borprofilene i datarapporten, ref. /2/. Tolkede materialparametere framgår av vedlegg 2–18.

3.2.4 Grunnvannsnivå/poretrykk

Poretrykk er målt med hydrauliske og elektriske piezometer i 4 punkter.

I profil B er det installert 1 måler på topp (punkt 4) og 2 målere ved bunn skråning (punkt 5). Den dypeste måleren i pkt. 5 viser ca. 20 kPa. poreovertrykk.

I profil D er det installert 2 målere i bunnen av skråningen (punkt 12). Den dypeste måleren viser ca. 57 kPa poreovertrykk ved 15 meter under terreng.

I profil F er det installert 2 målere ca. midt i skråning (punkt 19). Målingene viser poretrykksøkning under hydrostatisk (88 %) mellom 7 til 12 meter under terreng.

3.2.5 Udrenert skjærfasthet

Udrenert skjærfasthet er tolket på grunnlag av utførte trykksonderinger (CPTU) og undersøkelser i laboratoriet. Tolkningene er gjort på grunnlag av empiriske korrelasjoner fra Lunne et al. (2005), ref. /4/, og Karlsrud et al. (2005), ref. /5/. Fasthetsprofil er tolket på grunnlag av spissmotstand og poreovertrykk, med koeffisienter N_{kt} og $N_{\Delta u}$ basert på B_q , OCR og I_p , for sensitive og ikke-sensitive materiale. Tolkning av udrenert skjærfasthet er vist i vedlegg 2–8. På tegning 106-113 er tolkning av tidligere terreng tegnet inn. Tolkning av tidligere terreng er basert på utførte CPTU og ødometerforsøk.

Stabilitetsberegninger med totalspenningsanalyse vil utføres med anisotrop skjærfasthet, der følgende anisotropiforhold vil benyttes, med bakgrunn i $I_p \leq 10$, ref. /7/.

$$c_{uD}/c_{uA} = 0,63$$

$$c_{uP}/c_{uA} = 0,35$$

Sprøbruddmateriale er tolket ved sensitivitet over 15 og omrørt skjærfasthet mindre enn 2 kPa. Trondheim kommunes konusforsøk for prosjektet, ref. /2/, er utført etter prosedyre av Skaven-Haug/SGI, som er tilnærmet lik NS8015:1988.

3.2.6 Kompressibilitet

Det er utført ødometerforsøk i 4 punkt for å vurdere leiras konsolideringsforhold og kompressibilitet. Tolkningen av prekonsolideringsspenning er vist i vedlegg 13–18.

Det er ikke registrert vannutpressing ved konsolidering av ødometerforsøkene. En visuell bedømming av prøve kvaliteten er oppsummert i Tabell 2 under.

Tabell 2: Visuell bedømmelse av prøve kvaliteten fra ødometerforsøk

Borpunkt	Prøve nr.	Dybde [m]	Jordart	Kvalitet
4	01	3,32	Siltig leire	God til brukbar
4	02	7,32	Siltig leire	God til brukbar
5	10	5,36	Siltig leire	God til brukbar
12	19	8,32	Kvikkleire	God til brukbar
19	25	7,30	Kvikkleire	Dårlig
25	30	4,32	Siltig leire	God til brukbar

3.2.7 Treksialforsøk

Det er utført 8 treksialforsøk for tolkning av skjærstyrke og effektivspenningsparametere. Forsøkene er utført som aktive bruddforsøk med anisotropisk konsolideringsspenning. Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon er vist i vedlegg 9–12, og oppsummert i tabell 3 under.

Tabell 3: Tolkede effektivspenningsparametere fra treksialforsøk

Borpunkt	Prøve nr.	Dybde [m]	Friksjonsvinkel, ϕ [-]	Attraksjon, a [kPa]	Beskrivelse
4	03	12,2	21,8	5	Kvikkleire
4	03	12,3	21,8	5	Kvikkleire
11	15	11,3	23,3	5	Kvikkleire
11	15	11,4	23,3	5	Kvikkleire
19	26	11,3	22,8	15	Kvikkleire, tynne siltlag
19	26	11,5	22,8	15	Kvikkleire, tynne siltlag
25	31	8,4	26,6	15	Leire, tynne siltlag
25	31	8,5	26,6	15	Leire, tynne siltlag

Bedømmelse av prøve kvaliteten er utført iht. NGF melding nr. 11, ref. /6/, og er oppsummert i tabell 4 på neste side.

Tabell 4: Bedømmelse av prøvekvalitet fra treaksialforsøk

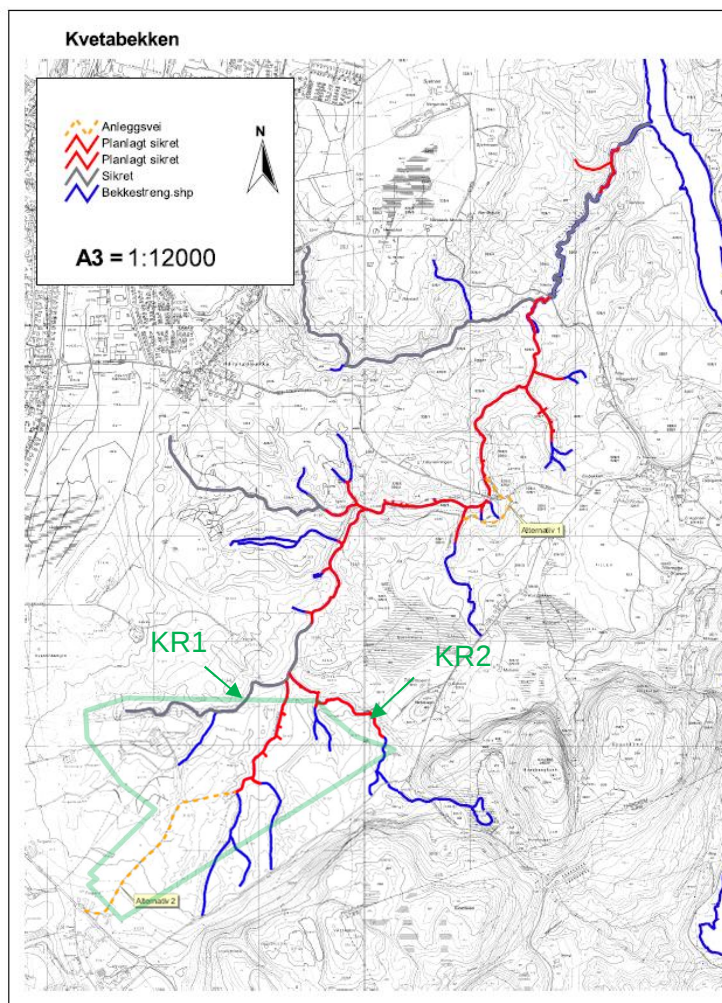
Borpunkt	Prøve nr.	Dybde			Beskrivelse	Kvalitet
		[m]	OCR	$\Delta e/e_{o,i}$		
4	03	12,2	1-2	0,138	Kvikkleire	Dårlig
4	03	12,3	1-2	0,199	Kvikkleire	Veldig dårlig
11	15	11,3	1-2	0,108	Kvikkleire	Dårlig
11	15	11,4	1-2	0,144	Kvikkleire	Veldig dårlig
19	26	11,3	1-2	0,067	Kvikkleire, tynne siltlag	God til brukbar
19	26	11,5	1-2	0,077	Kvikkleire, tynne siltlag	Dårlig
25	31	8,4	4-6	0,03	Leire, tynne siltlag	God til brukbar
25	31	8,5	4-6	0,034	Leire, tynne siltlag	God til brukbar

3.3 Tidligere erosjonssikring

Det er utført omfattende erosjonssikring i hele kvikkleireområdet, slik som vist på figur 4. Denne sikringen har primært konserverende effekt, med hovedmål å motvirke at skredrisikoen utvikler seg negativt som følge av erosjon.

Som det fremgår av erosjonssikringsplanen, er ikke alle vassdrag erosjonssikret. Dette ut fra behovet på registreringstidspunktet. Dette kan ha forandret seg.

Dersom etterfølgende stabilitetsanalyser viser behov for stabiliserende oppfylling av kantravinene KR1 og/eller KR2, må det vurderes om ikke allerede utført erosjonssikring må inngå i oppfyllingen, og erstattes med nytt sikringslag på toppen av oppfyllingen. Dette vil avhenge av type masser som evt. anvendes i oppfylling.



Figur 4: Plan for erosjonssikring i Kvatabekkvassdraget fra NVE

FIGURFORKLARING:

Planen for erosjonssikring er fra ca. 2005–2010. Utarbeidet av NVE.

Planområdet N7 og N8 er skissert inn med **grønt** polygon.

Hovedbekkene i dette området benevnes som Rønningsbekken (nordligst) og Håbrubekken (sydligst)

Rød strek viser planlagt og ferdig utført erosjonssikring, utført av NVE.

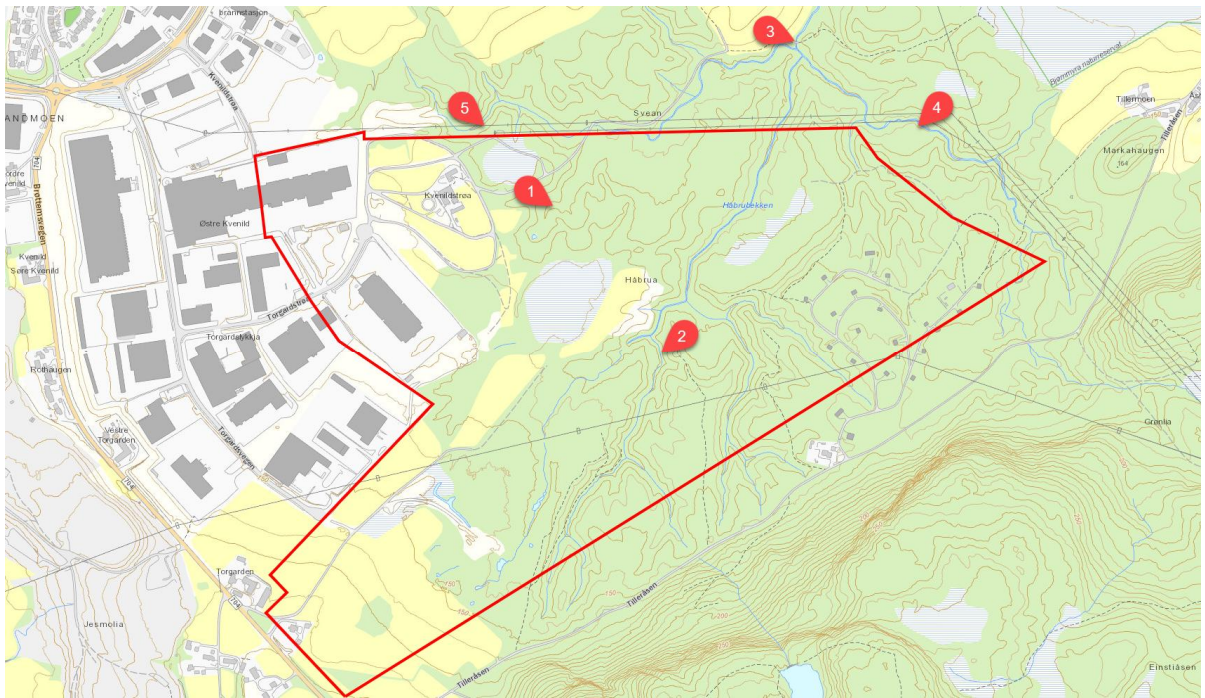
Blå strek viser ikke-sikrede bekke-/elvestrenger, som på registreringstidspunktet ikke fremsto med aktiv erosjon.

Grå strek viser sikrede bekkestrenger, utført av Trondheim kommune.

Gul strek (stiplet) viser opparbeidete anleggsveger i fbm. sikringsarbeidet.

3.4 Befaringer

I forbindelse med prosjektet har Rambøll utført to befaringer av planområdet for å kartlegge erosjonsforhold. Den 8. desember 2016 ble det utført en befaring både langs kantraviner og langs raviner internt på planområdet, og en ny befaring ble utført langs kantravinene den 11. august 2021. Ingen pågående, aktiv erosjon ble registrert ved noen av befaringene, men erosjonssikringen langs av vassdraget ble verifisert og billedokumentert. Et utvalg av bildene som ble tatt er vist i figur 6–10. En bildeoversikt er vist i figur 5.



Figur 5: Oversiktskart med bildelokasjoner fra befaringer.



Figur 6: [1] Befaring 8. desember 2016. Steinsatt bekk.



Figur 7: [2] Befaring 8. desember 2016.



Figur 8: [3] Befaring 11. august 2021. Steinsatt bekk.



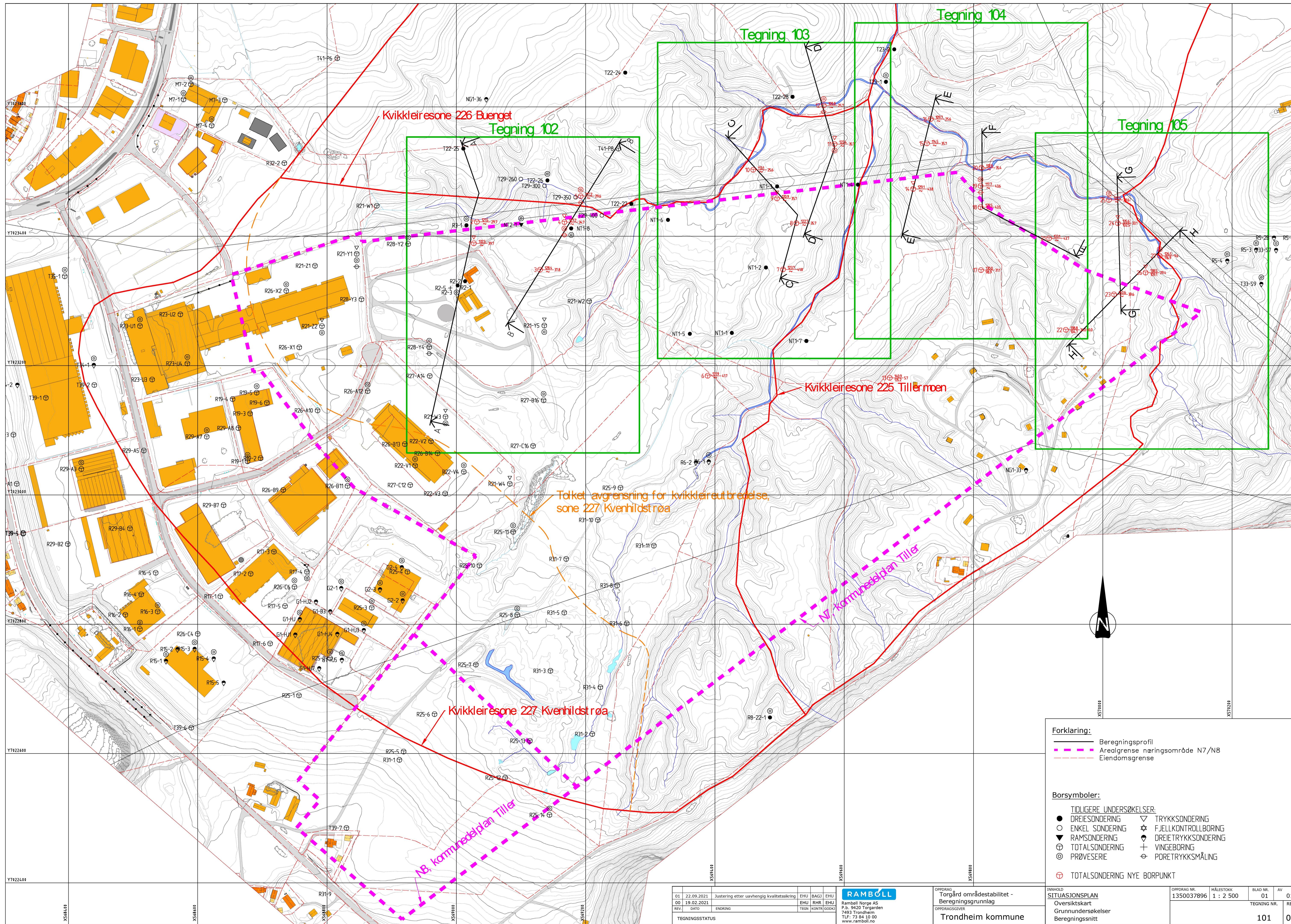
Figur 9: [4] Befaring 11. august 2021. Tørrlagt bekk med steinsatt bunn.



Figur 10: [5] Befaring 11. august 2021. Erosjonssikret bekk.

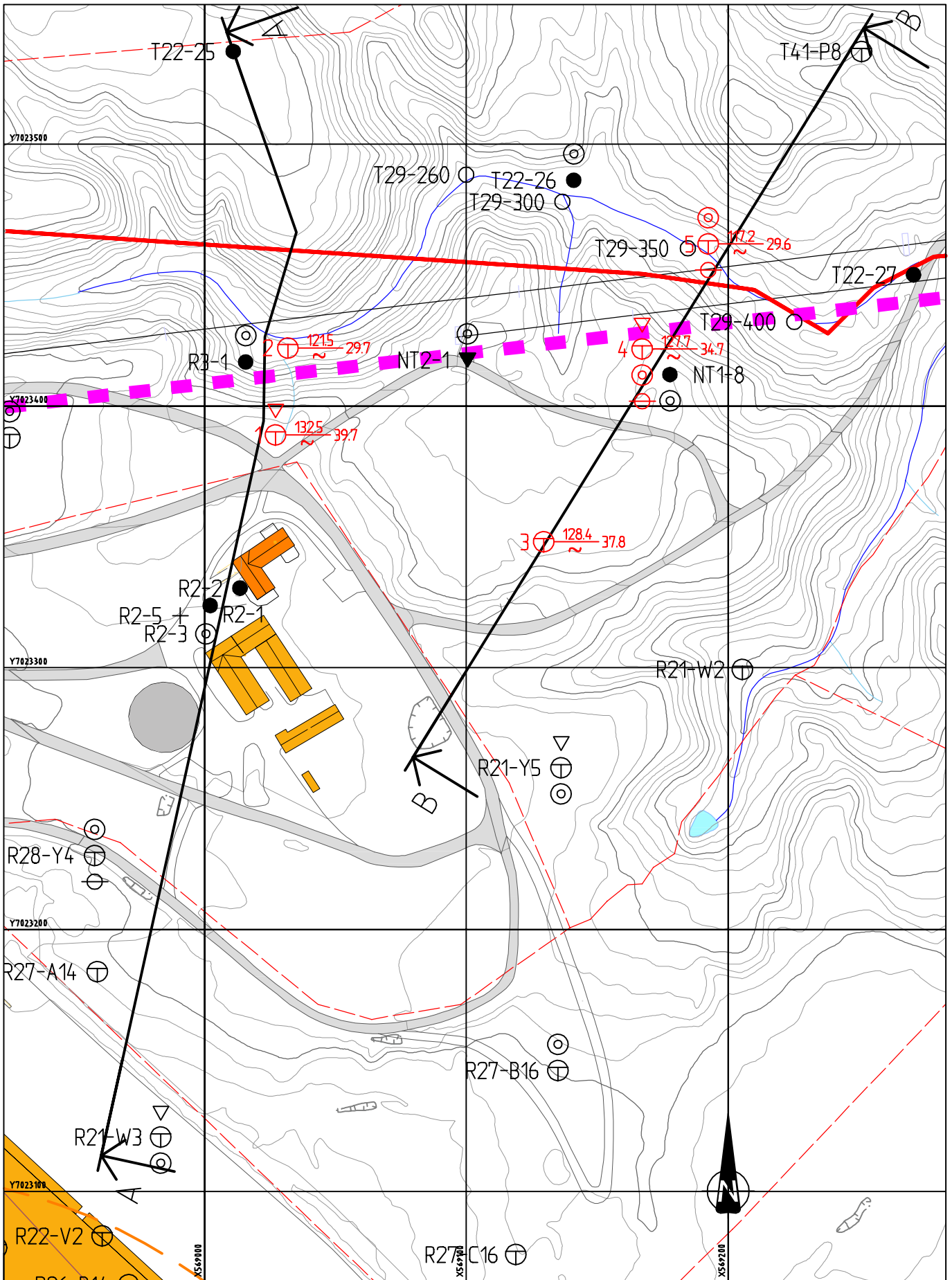
4. REFERANSER

- /1/ Rambøll, rapport g-rap-001 1350033200 (12.04.2019) «Torgård forprosjekt grunnundersøkelser»
- /2/ Trondheim kommune, rapport R1762 (04.02.2021) « Torgård »
- /3/ NVE, veileder 1/2019 « Sikkerhet mot kvikkleireskred – Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper »
- /4/ Lunne, T, Robertson, P.K. & Powell, J.J.M. (1997). «Cone Penetration Testing in geotechnical practice»
- /5/ Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D.A. & Strandvik, S. (2005). «CPTU correlations for clays»
- /6/ NGF, melding nr. 11 (2013). « Veiledning for prøvetaking»
- /7/ NVE, JBV og SVV, NIFS-rapport 14/2014. «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer»



- Forklaring:**
- Beregningsprofil
 - - - Arealgrense næringsområde N7/N8
 - Eiendomsgrense
- Borsymboler:**
- TIDLIGERE UNDERSØKELSER:**
- DREIESONDERING
 - ENKEL SONDERING
 - ▼ RAMSONDERING
 - ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊙ PRØVESERIE
 - ⊕ TOTALSONDERING NYE BORPUNKT
 - ▽ TRYKKSØNDERING
 - ☆ FJELLKONTROLLBORING
 - ◆ DREIE TRYKKSØNDERING
 - + VINGEBORING
 - ⊖ PORETRYKKS MÅLING

D1 22.09.2021 Justering etter uavhengig kvalitetssikring EHU BAGJ EHU D0 19.02.2021 EHU RHR EHU REV. DATO ENDRING TEGN. KONTR. GODKJ.	RAMBOLL Ramboll Norge AS P.b. 9420 Torgarden 7493 Trondheim TLF: 73 84 10 00 www.ramboll.no	OPPDRAG Torgård område stabilitet - Beregningsgrunnlag OPPDRAGSGIVER Trondheim kommune	INNHOLD SITUASJONSPLAN Oversiktskart Grunnundersøkelser Beregningsnett	OPPDRAG NR. 1350037896 MÅLESTOKK 1 : 2 500 BLAD NR. 01 TEGNING NR. 101 AV 01 REV. 01
---	---	---	---	---



01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetsikring	EHU	BAGJ	EHU
0	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350037896 Målestokk: 1:2 000 Status:

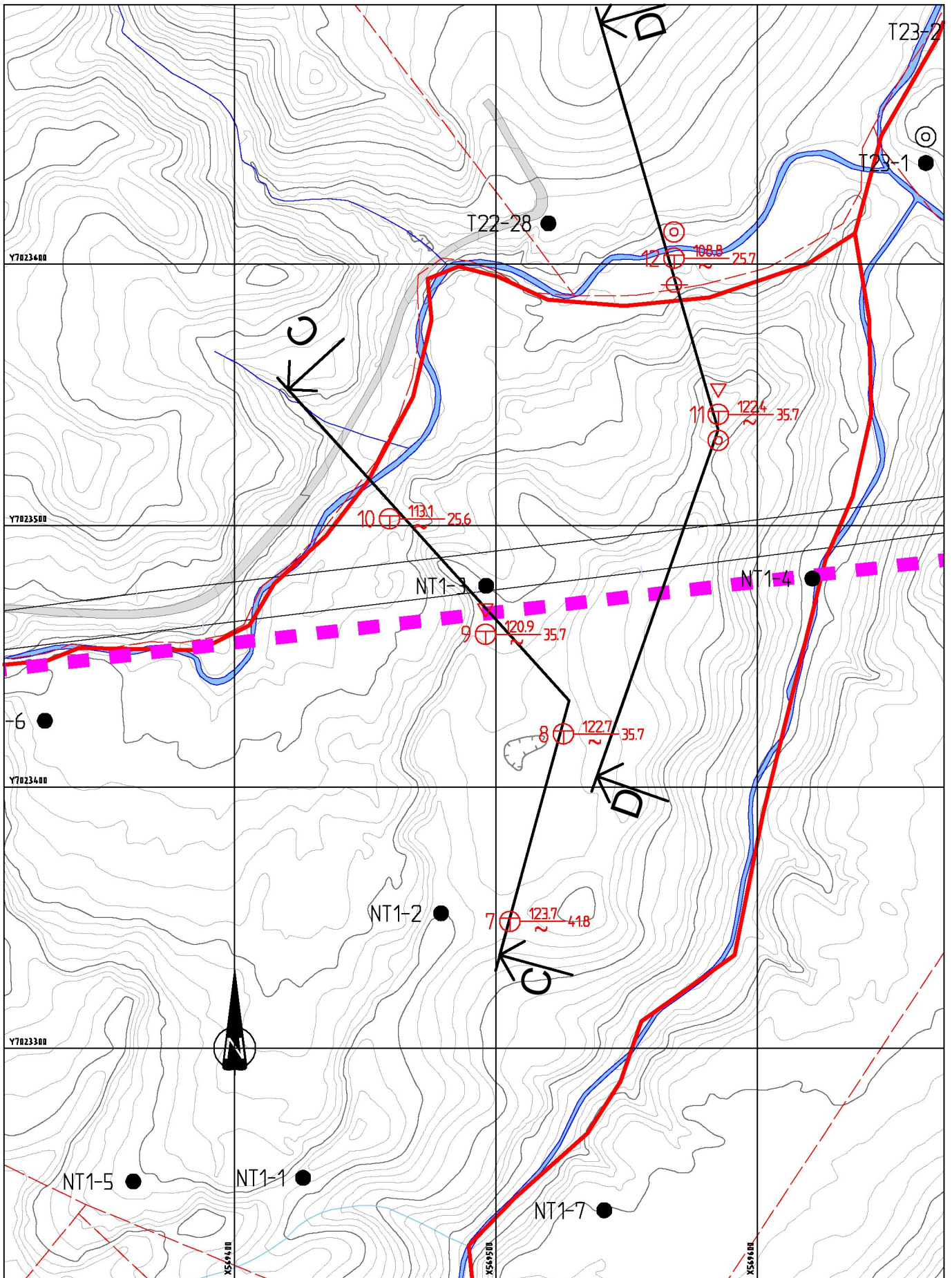
Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag
Trondheim kommune

SITUASJONSPLAN
Beregningsprofil A-A og B-B

RAMBOLL

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

Tegning nr: 102 Rev: 01



01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetsikring	EHU	BAGJ	EHU
0	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350037896 Målestokk: 1:2 000 Status:

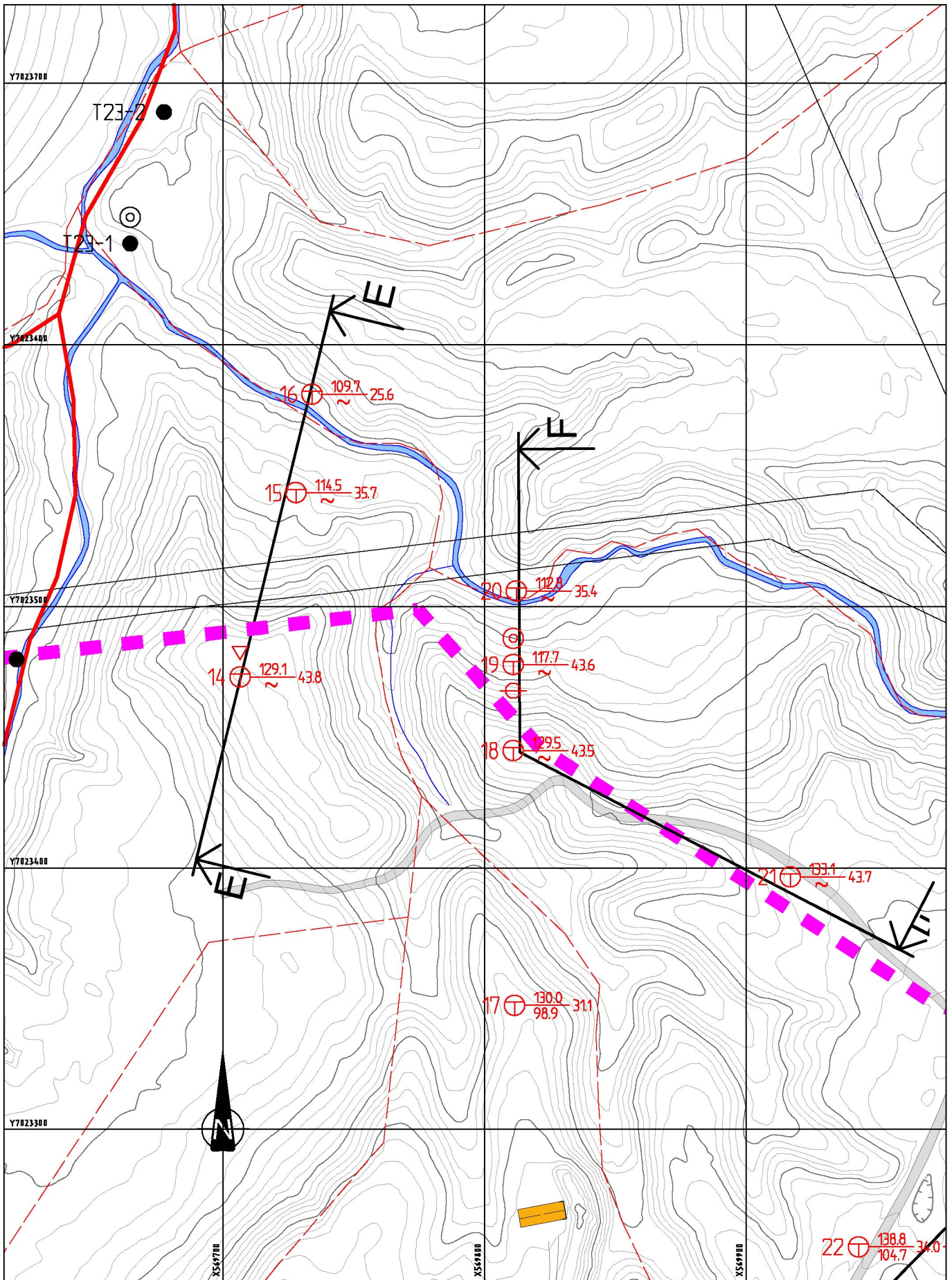
Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag
Trondheim kommune

SITUASJONSPLAN
Beregningsprofil C-C og D-D

RAMBOLL

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

Tegning nr: 103 Rev: 01



Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetsikring	EHU	BAGJ	EHU
0	19.02.2021		EHU	RHR	EHU

Oppdrag nr: 1350037896 Målestokk: 1:2 000 Status:

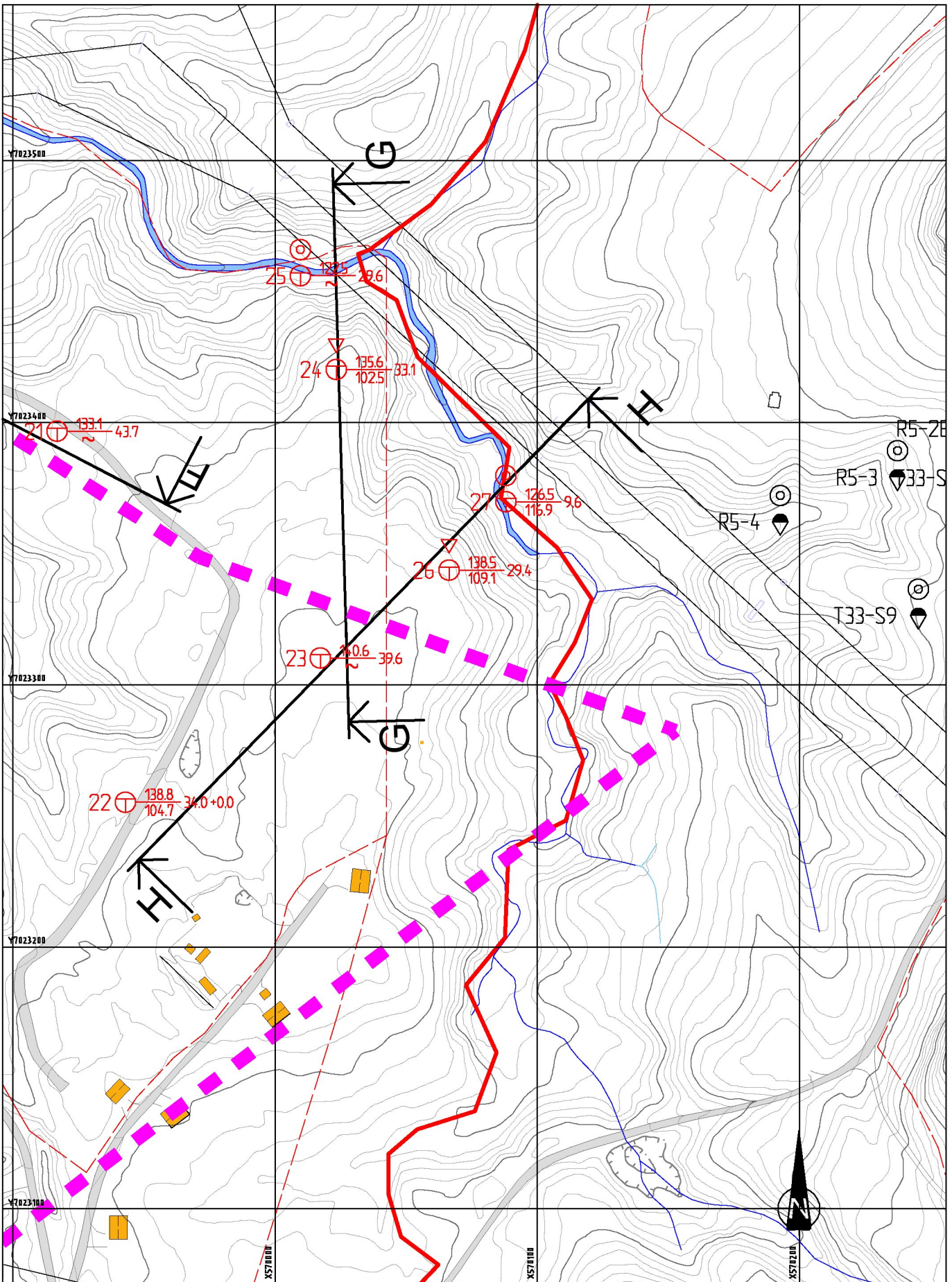
Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag
Trondheim kommune

SITUASJONSPLAN
Beregningsprofil E-E og F-F

RAMBOLL

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

Tegning nr: 104 Rev: 01



01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetsikring	EHU	BAGJ	EHU
0	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
Rev	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj

Oppdrag nr: 1350037896 Målestokk: 1:2 000 Status:

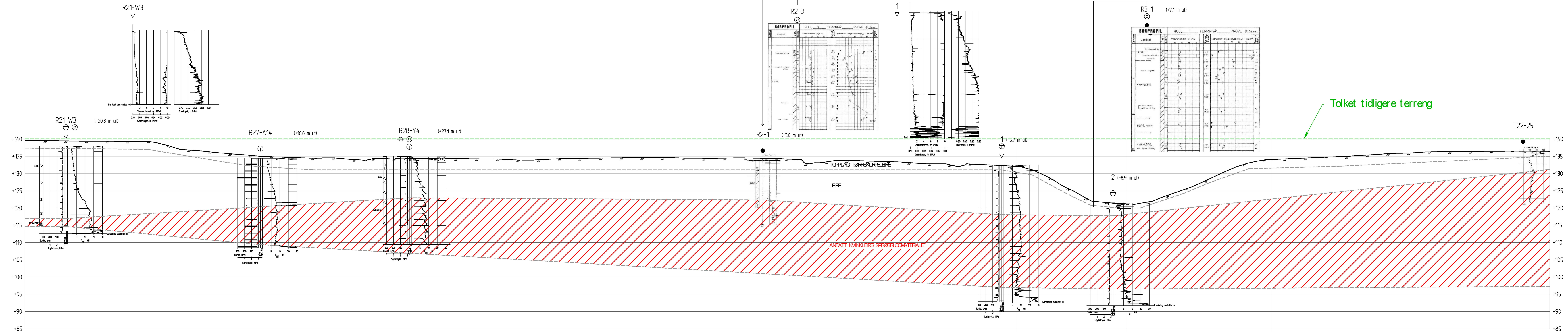
Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag
Trondheim kommune

SITUASJONSPLAN
Beregningsprofil G-G og H-H

RAMBOLL

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

Tegning nr: 105 Rev: 01



Profil A-A
1 : 400

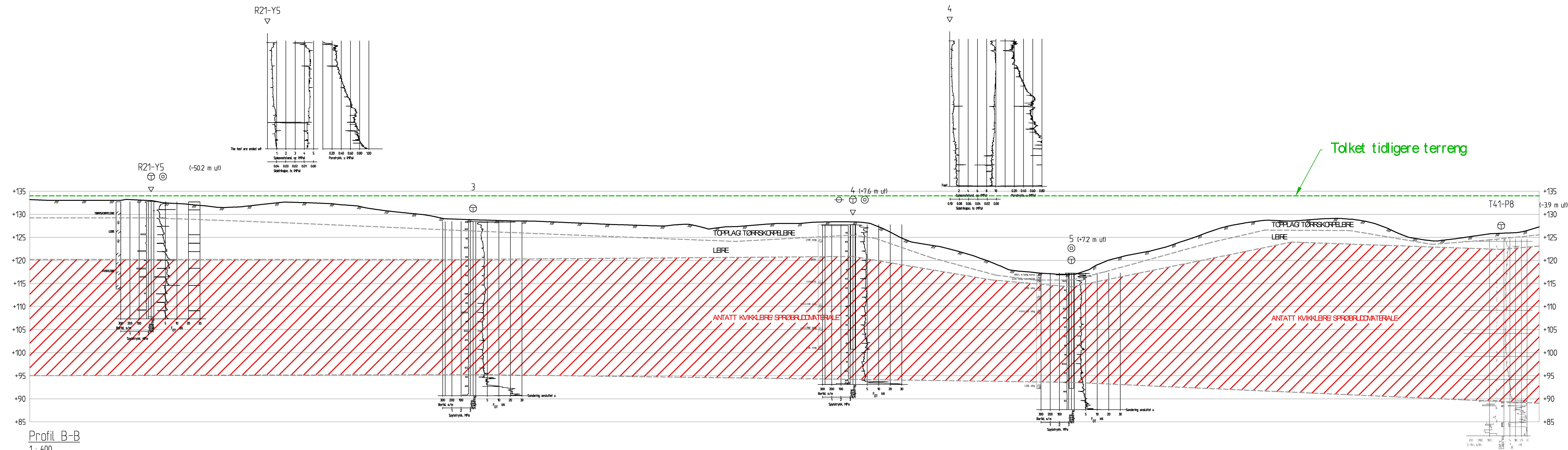
02	26.11.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	BAGI	EHU	EHU
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	EHU	BAGI	EHU
00	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
REV.	DATE	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDAG: Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag
OPPDAGSGIVER: Trondheim kommune

INNHOOLD: PROFIL A-A
Totalsondering
CPTU
Proveserie

OPPDAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350037896	1 : 400	01	01
TEGNING NR.			REV.
106			02



Profil B-B
1 : 400

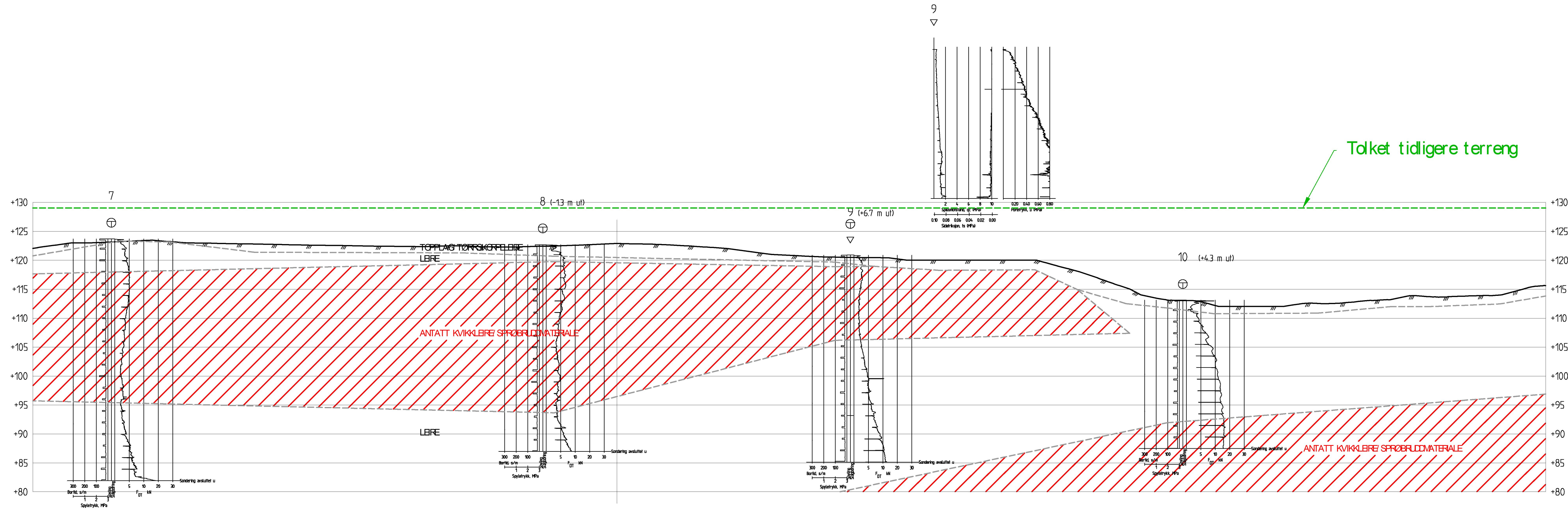
02	26.11.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	BAG	EHU	EHU
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	EHU	BAG	EHU
00	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG
Torgård områdestabilitet -
Beregningsgrunnlag
OPPDRAGSGIVER
Trondheim kommune

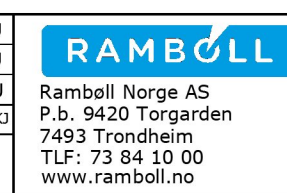
INNHOLD
PROFIL B-B
⊕ Totalsondring ⊖ Poretrykksmåling
▽ CPTU
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350037896	MÅLESTOKK 1 : 400	BLAD NR. 01	AV 01
OPPDRAGSGIVER NR.		TEGNING NR. 107	REV. 02



Profil C-C
1 : 400

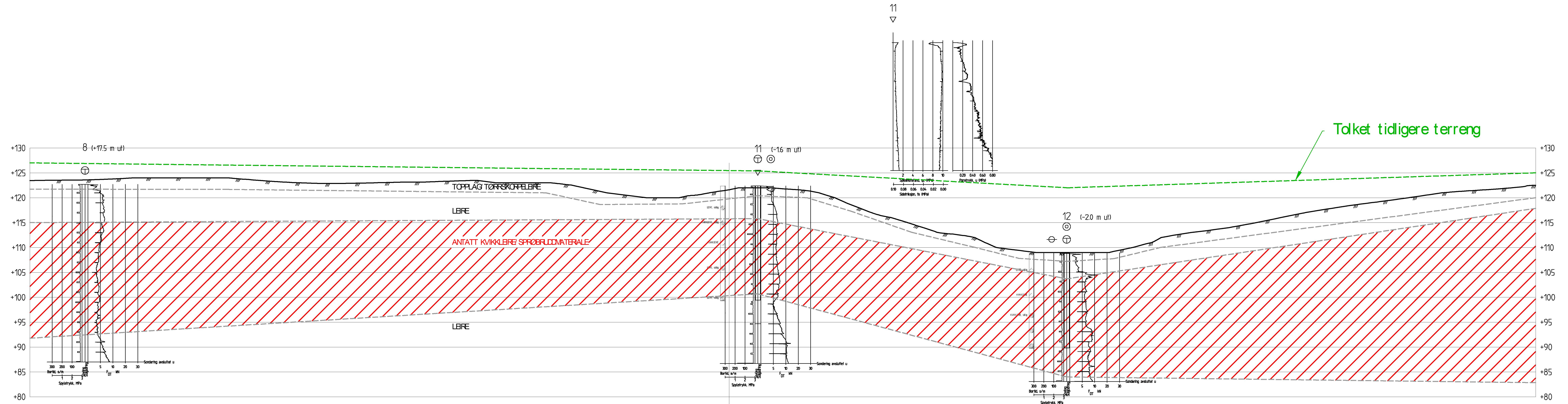
02	26.11.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	BAGJ	EHU	EHU
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	EHU	BAGJ	EHU
00	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



OPPDRAG
Torgård områdestabilitet -
Beregningsgrunnlag
OPPDRAGSGIVER
Trondheim kommune

INNHOLD
PROFIL C-C
⊕ Totalsondering
▽ CPTU

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350037896	1 : 400	01	01
TEGNING NR.		REV.	
108		02	



Profil D-D
1 : 400

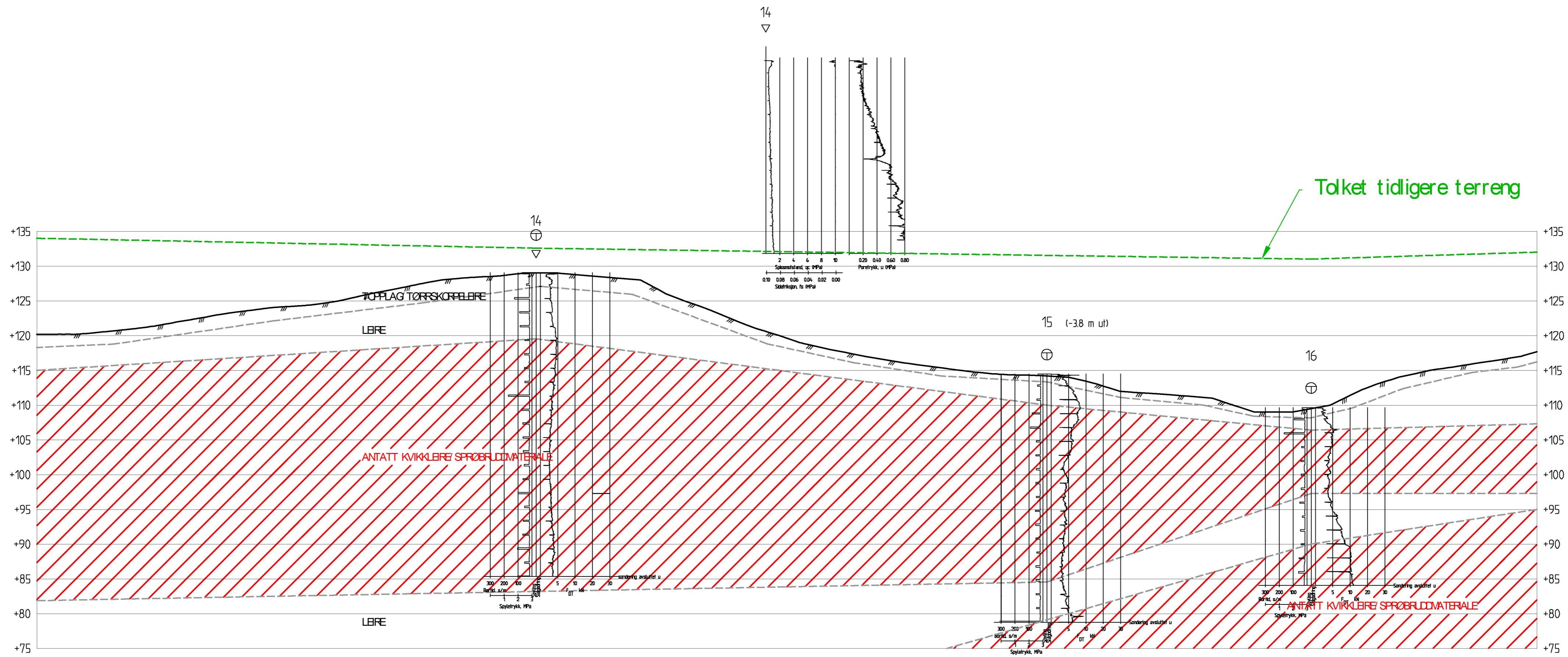
02	26.11.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	BAGJ	EHU	EHU
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	EHU	BAGJ	EHU
00	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG
Torgård områdestabilitet -
Beregningsgrunnlag
OPPDRAGSGIVER
Trondheim kommune

INNHOOLD
PROFIL D-D
⊕ Totalsondring ⊖ Poretrykksmåling
▽ CPTU
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR.	MÅLESTOKK	BLAD NR.	AV
1350037896	1 : 400	01	01
TEGNING NR.		REV.	
109		02	



Profil E-E
1 : 400

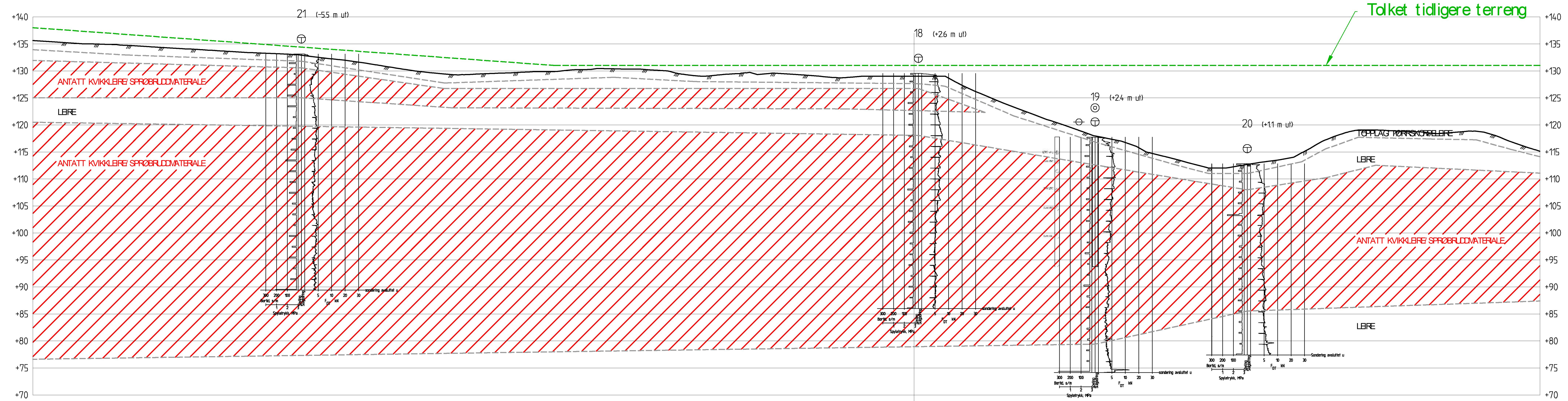
02	26.11.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	BAGJ	EHU	EHU
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	EHU	BAGJ	EHU
00	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG
Torgård områdestabilitet -
Beregningsgrunnlag
OPPDRAGSGIVER
Trondheim kommune

INNHOOLD
PROFIL E-E
Totalsondering
CPTU

OPPDRAG NR. 1350037896	MÅLESTOKK 1 : 400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 110			REV. 02



Tolket tidligere terreng

Profil F-F
1 : 400

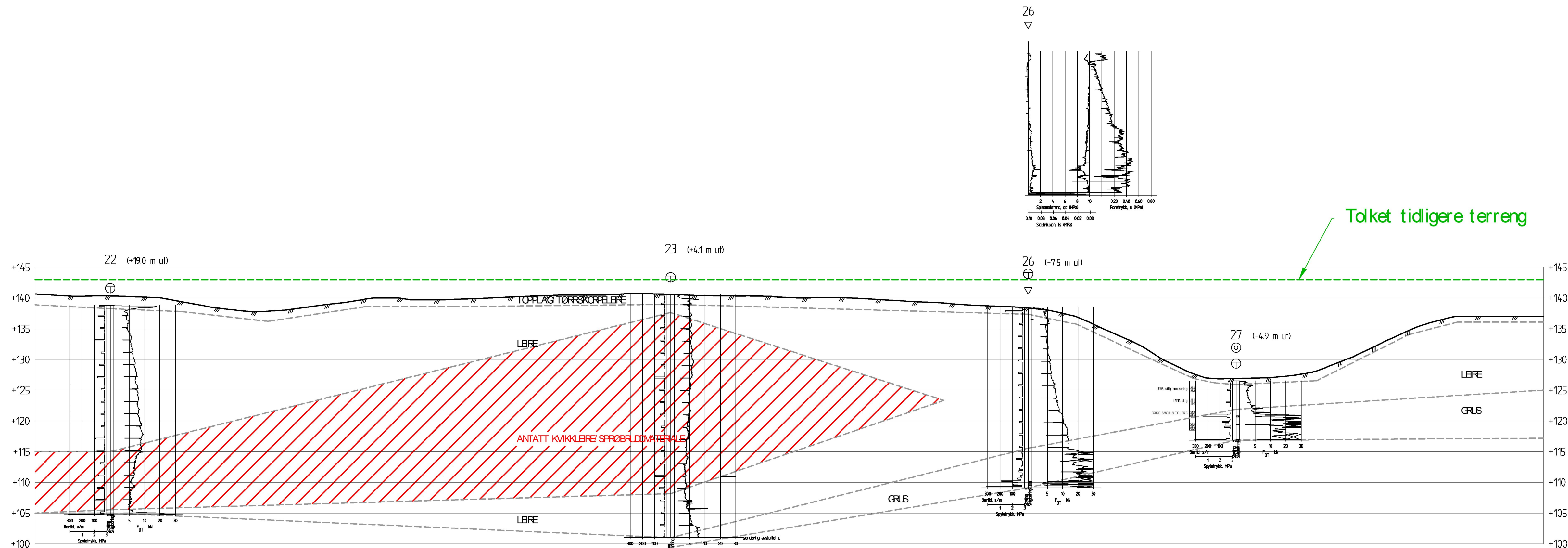
02	26.11.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	BAGJ	EHU	EHU
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	EHU	BAGJ	EHU
00	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					

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

OPPDRAG
Torgård områdestabilitet -
Beregningsgrunnlag
OPPDRAGSGIVER
Trondheim kommune

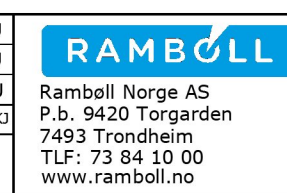
INNHOOLD
PROFIL F-F
⊕ Totalsondering
⊖ Poretrykkmåling
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350037896	MÅLESTOKK 1 : 400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 111		REV. 02	



Profil H-H
1 : 400

02	26.11.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	BAGJ	EHU	EHU
01	22.09.2021	Justering etter uavhengig kvalitetssikring	EHU	BAGJ	EHU
00	19.02.2021		EHU	RHR	EHU
REV.	DATO	ENDRING	TEGN	KONTR	GODKJ
TEGNINGSSTATUS					



OPPDRAG
Torgård områdestabilitet -
Beregningsgrunnlag
OPPDRAGSGIVER
Trondheim kommune

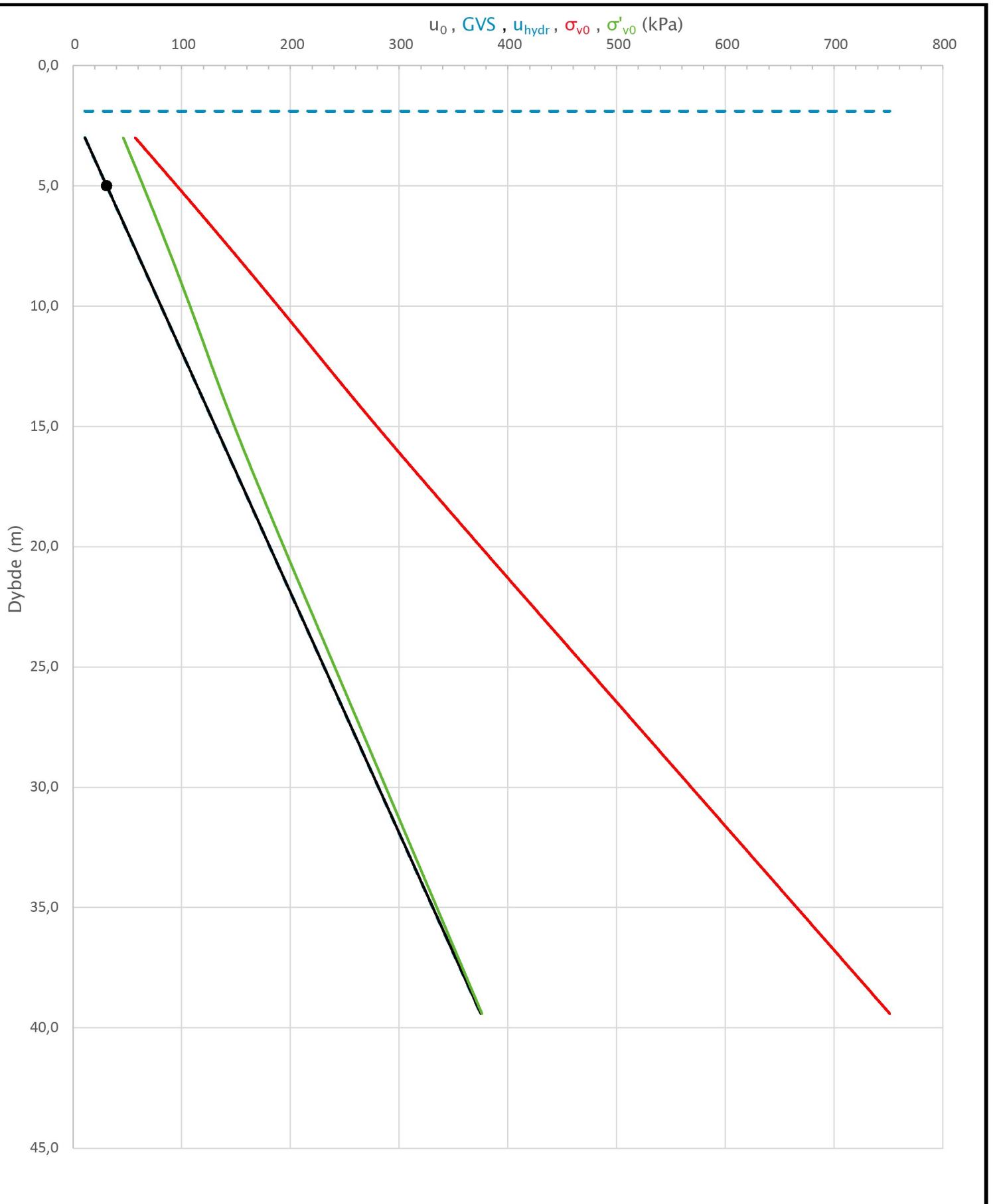
INNHOOLD
PROFIL H-H
⊕ Totalsondering
▽ CPTU
⊙ Prøveserie

OPPDRAG NR. 1350037896	MÅLESTOKK 1 : 400	BLAD NR. 01	AV 01
TEGNING NR. 113		REV. 02	

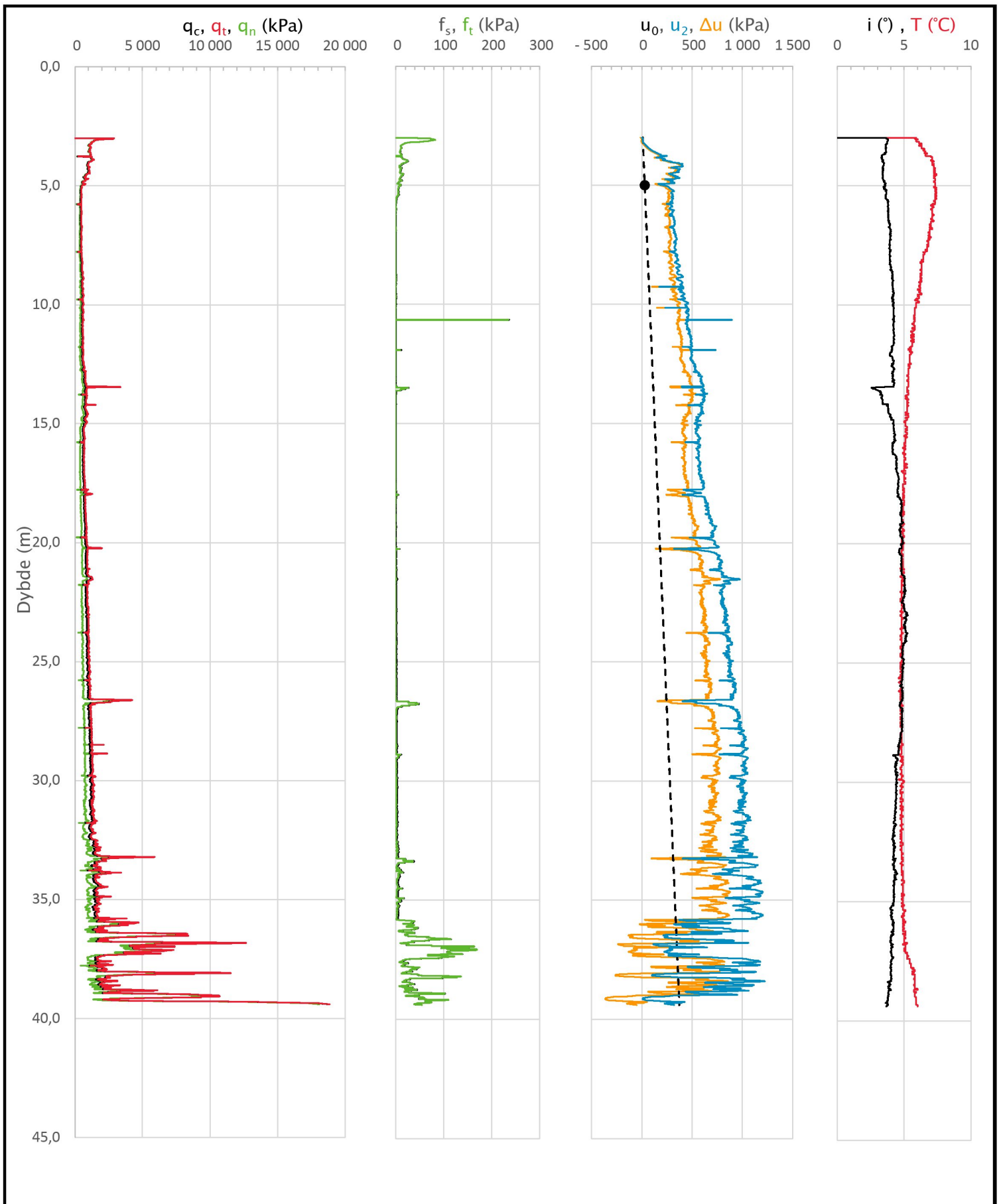
VEDLEGG 1 – REFERANSE GRUNNUNDERSØKELSER

Rapportnummer	Forkortelse	Rapportnavn	Firma
20140107G	G1	Torgård vaskeri	Geo Midt AS
20151020G	G2	TROTAN Torgardsvegen	Geo Midt AS
418044	M2	Tømmerlunna	Multiconsult AS
300663-1	M3	Tømmerlunna	Multiconsult AS
411490-1	M5	Tømmerlunna	Multiconsult AS
413555-3-1	M7	Brannstasjon-Sandmoen	Multiconsult AS
57404	M9	ASKO - Kjeldsberg	Multiconsult AS
57440	M10	Østre Rosten. Forlengelse	Multiconsult AS
84050	NG1	Kvikkleirekartleggin	NGI
27.09.00	NT1	Håbrubekkdalen	NTNU
24/08	NT2	Tiller	NTNU
01696	R1	Heimdal - Bratsberg	Rambøll
05584	R2	Skred, Kvenildstrøa	Rambøll
05897	R3	Kvenildstrøa	Rambøll
11179	R5	Tillermarka	Rambøll
11601	R6	Dalfylling Torgård	Rambøll
00363-2	R7	Heimdalsmyra	Rambøll
01110-2	R8	Heimdal Øst	Rambøll
06522-2	R9	Hårstadmarka. Bolig	Rambøll
6100676	R15	Torgård. Norsk Scania	Rambøll
6110211	R16	Torgård, felt A4	Rambøll
6120288	R17	Torgård. Norsk Stå	Rambøll
6120644	R18	Løvåsmoen	Rambøll
6120791	R19	Torgård. Industribygg	Rambøll
1350007510	R20	Hårstadmarka	Rambøll
1350007793	R21	Torgård. Områdevurdering	Rambøll
1350008273	R22	Torgård. IPM-terminal	Rambøll
1350009455	R23	Torgård. Posten og Bring	Rambøll
1350007510-2	R24	Hårstadmarka. Masse	Rambøll
6050766-1	R25	Torgård-eiendomsutv	Rambøll
6061002-2	R26	Kvenild	Rambøll
6061002-3	R27	Kvenild	Rambøll
6100648R01	R28	Torgård, Tiller	Rambøll
640472A	R29	Torgårdssletta	Rambøll
600013	R30	Løvåsmyra. NKL	Rambøll
6120714	R31	Kvikkleire Torgård	Rambøll
R.0353	T1	Løvåsmyra	Trondheim kommune
R.0444	T3	Heimdal - Kambrua	Trondheim kommune
R.0644	T6	Heimdalsbyen	Trondheim kommune
R.0658	T7	Hårstaddalen	Trondheim kommune
R.0707	T8	Søndre Tverrveg	Trondheim kommune
R.0726-10	T10	Løvåsmyra pumpestasjon	Trondheim kommune

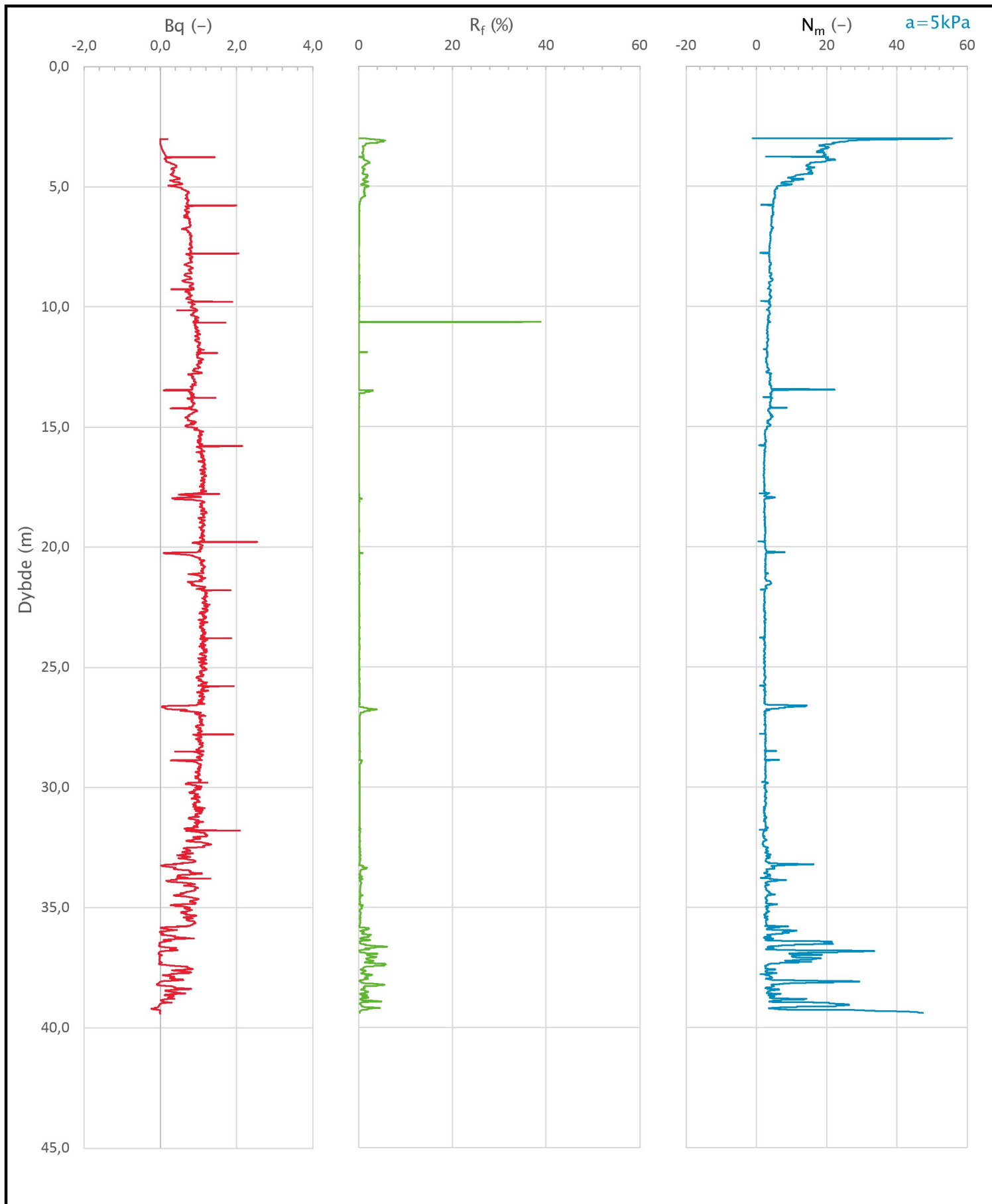
R.0726-5	T17	Østre Rosten	Trondheim kommune
R.0726-6	T18	Løvåsmyra	Trondheim kommune
R.0726-7	T19	Løvåsmyra Felt C D	Trondheim kommune
R.0872	T22	Kvenildmarka	Trondheim kommune
R.0996	T23	Håbrubekkdalen	Trondheim kommune
R.1018	T25	Tømmerlunna	Trondheim kommune
R.1099	T26	Tillerbruvegen - Kve	Trondheim kommune
R.1156	T28	Østre Rosten	Trondheim kommune
R.1167	T29	Kvetabekken	Trondheim kommune
R.1167	T29	Kvetabekken	Trondheim kommune
R.1168	T30	Rønningsdalen	Trondheim kommune
R.1168-2	T31	Tiller	Trondheim kommune
R.1168-3	T32	Kvetabekken	Trondheim kommune
R.1168-4	T33	Kvetabekken	Trondheim kommune
R.1182	T34	Kvenild	Trondheim kommune
R.1182-2	T35	Kvenild	Trondheim kommune
R.1190	T36	Løvås	Trondheim kommune
R.1348	T39	Torgård	Trondheim kommune
R.1473	T41	Tiller - Løvåsmyra	Trondheim kommune



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +132,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					1
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01	2-1	
			Rev. dato		
			23.09.2021		



Prosjekt Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt Kote +132,5 1
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer 4352
	Tegnet BAGJ	Kontrollert EHU	Godkjent EHU	Anvend.klasse 1
	Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering 27.11.2019	Revisjon 01 Rev. dato 23.09.2021	Vedlegg 2-2



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +132,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					1
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01	2-3	
			Rev. dato		
			23.09.2021		

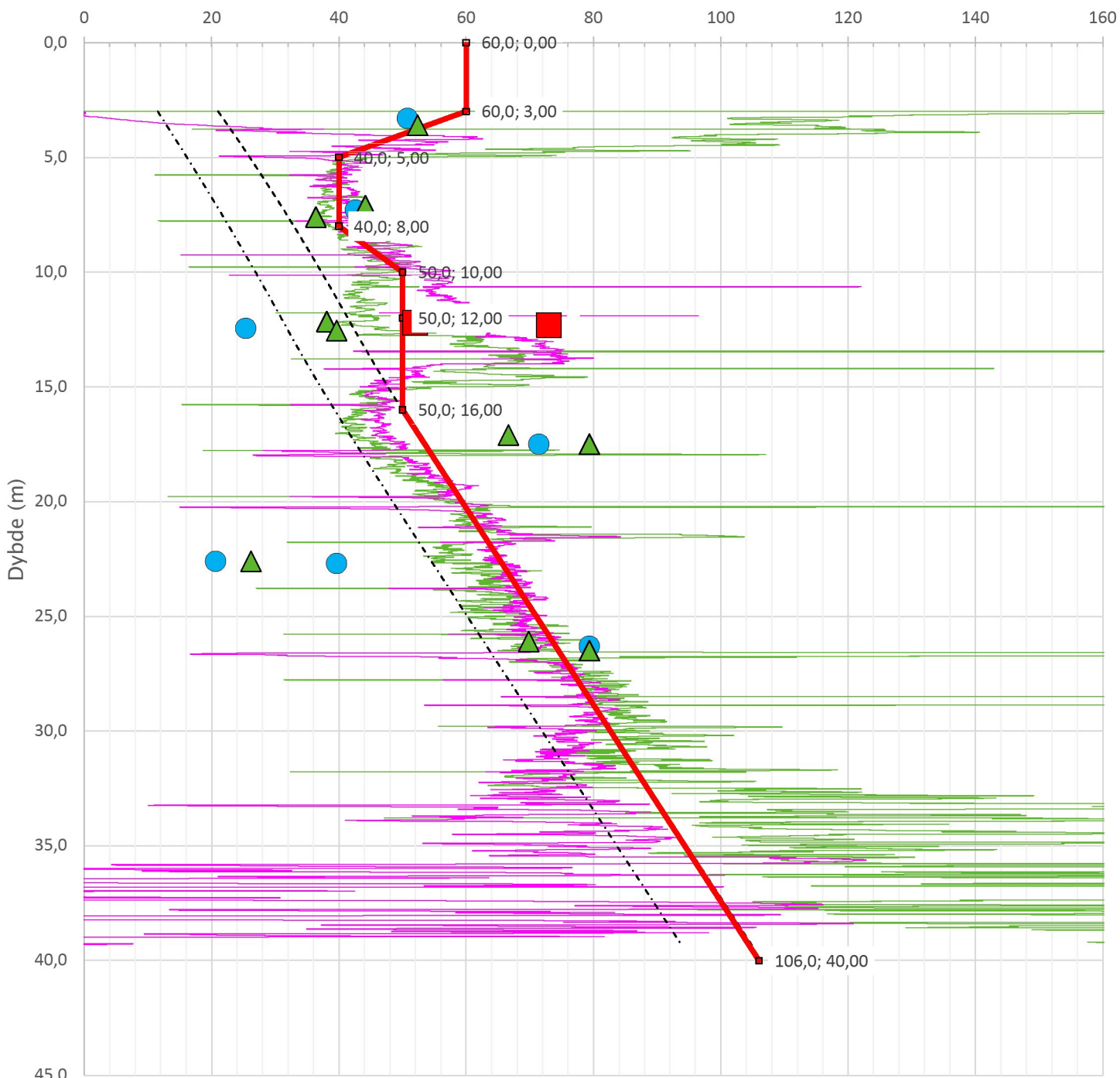
Anisotropiforhold i figur:

Trecks BP 4: $c_uC/cucptu = 1,000$

Enaks BP 4: $c_{uuc}/cucptu = \text{var. (min:0,630 max:0,633)}$

Konus BP 4: $c_{ufc}/cucptu = \text{var. (min:0,630 max:0,634)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp

— NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp

----- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0,25$, $m=0,65$)

..... cuNC: $0.25 \cdot \sigma'_{v0}$

■ Trecks BP 4

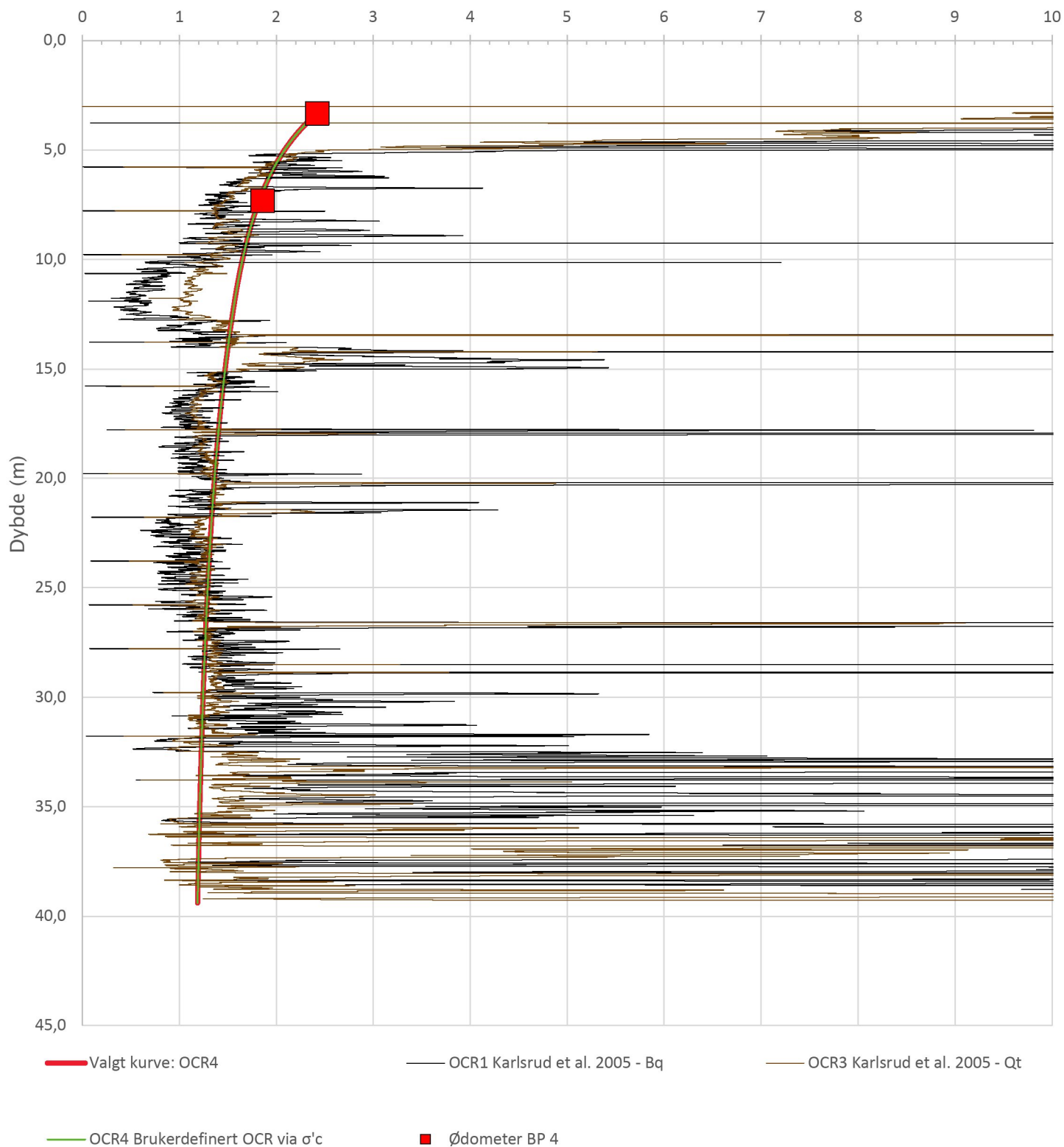
● Enaks BP 4

▲ Konus BP 4

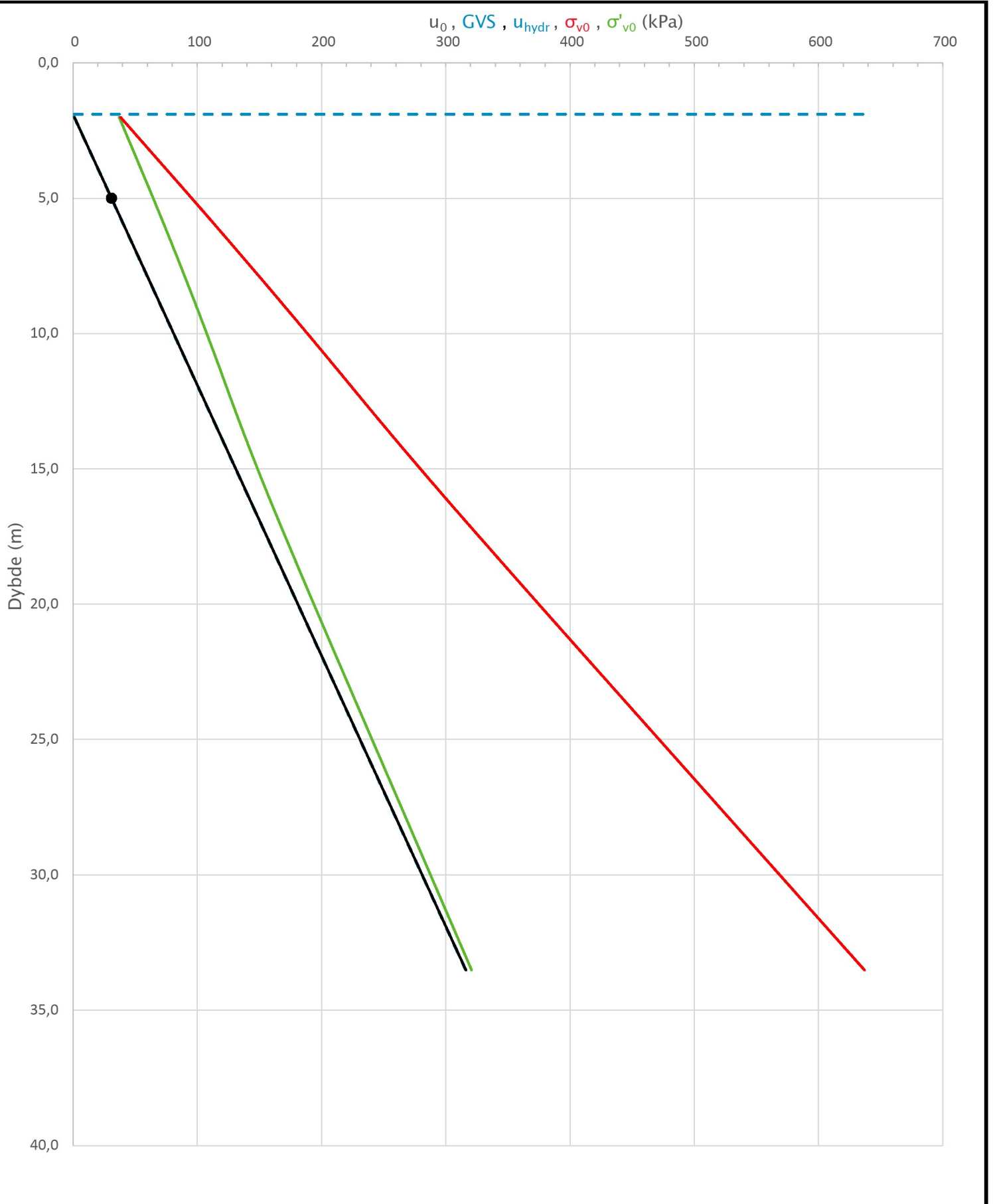
— Designlinje

Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +132,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					1
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	2-4	

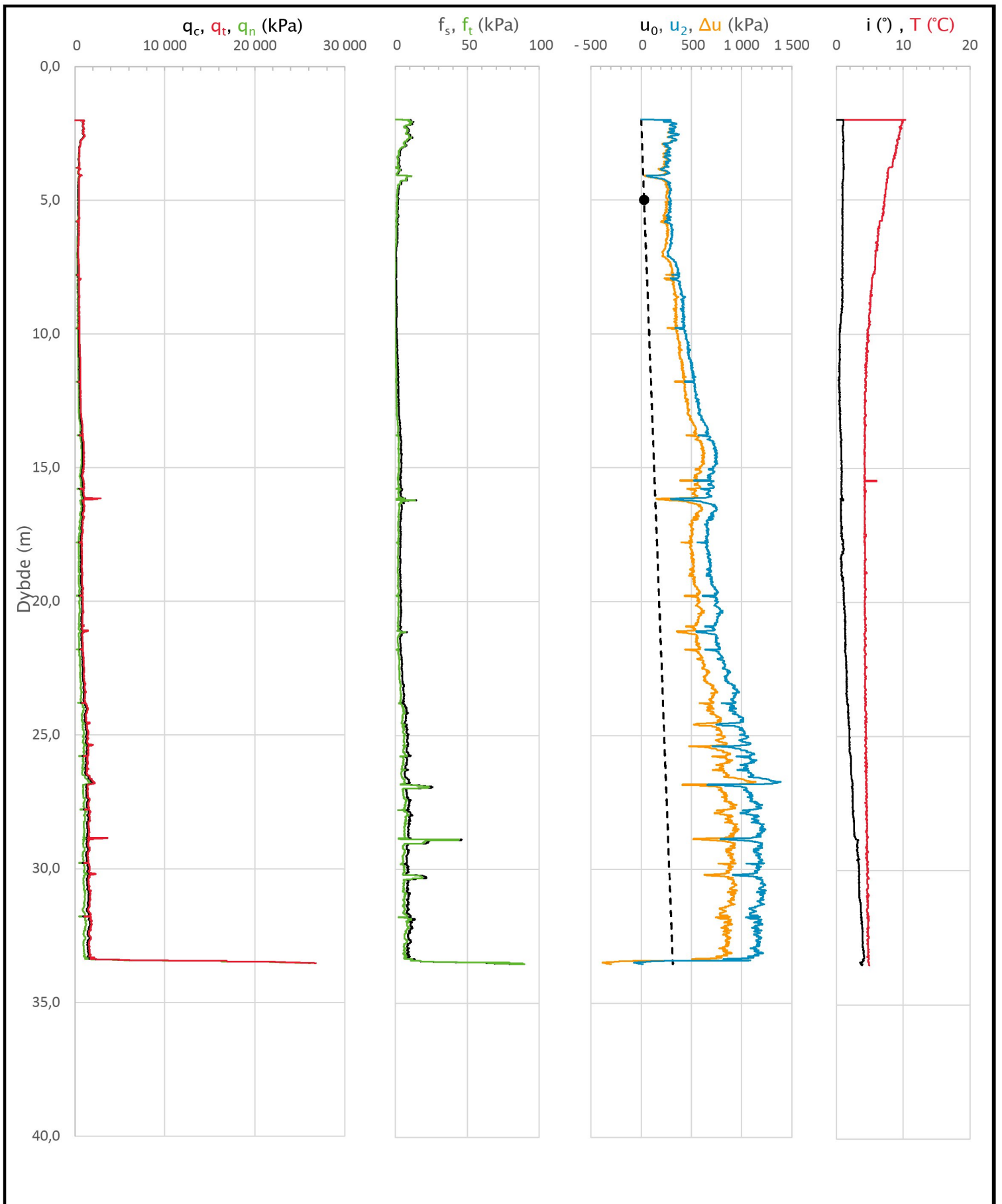
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



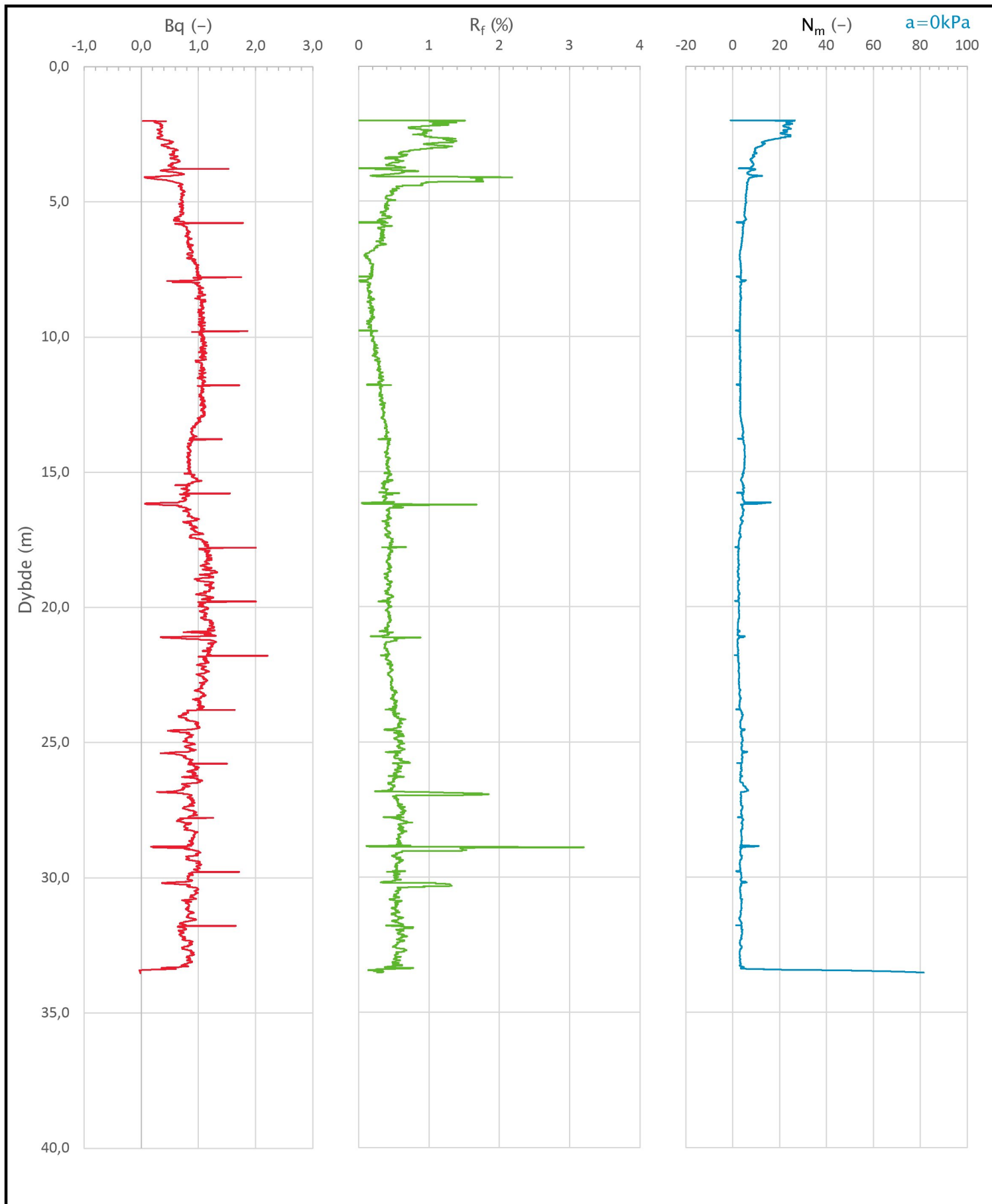
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +132,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					1
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01 23.09.2021	2-5	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +127,7
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					4
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	Vedlegg	
	27.11.2019	01	23.09.2021	3-1	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +127,7
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					4
Innhold					Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01	3-2	
			Rev. dato		
			23.09.2021		



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +127,7
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					4
Innhold					Sondennummer
Avledede dimensjonsløse forhold					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	3-3	

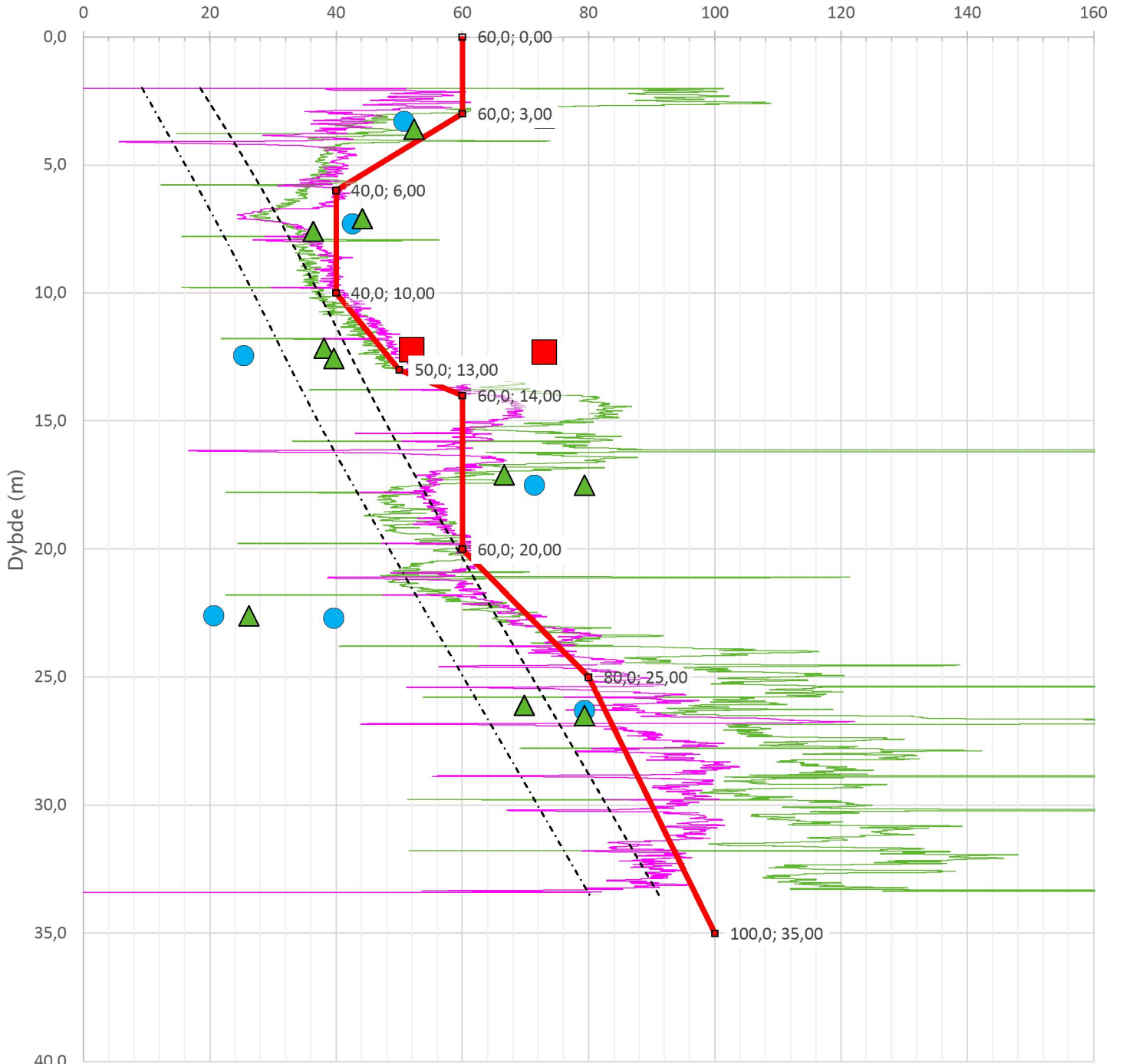
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BP 4: $c_uC/cucptu = 1,000$

Enaks BP 4: $c_{uuc}/cucptu = \text{var. (min:0,630 max:0,633)}$

Konus BP 4: $c_{ufc}/cucptu = \text{var. (min:0,630 max:0,634)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



— Nkt.K=[7,8/8,5]+2,5·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,082/0]·lp

— NΔu.K=[6,9/9,8]-[4/4,5]·Log(Brukerdefinert OCR4)+[0,07/0]·lp

----- SHANSEP (Brukerdefinert OCR4, $\alpha=0,25$, $m=0,65$)

----- cuNC: $0,25 \cdot \sigma'v0$

■ Treaks BP 4

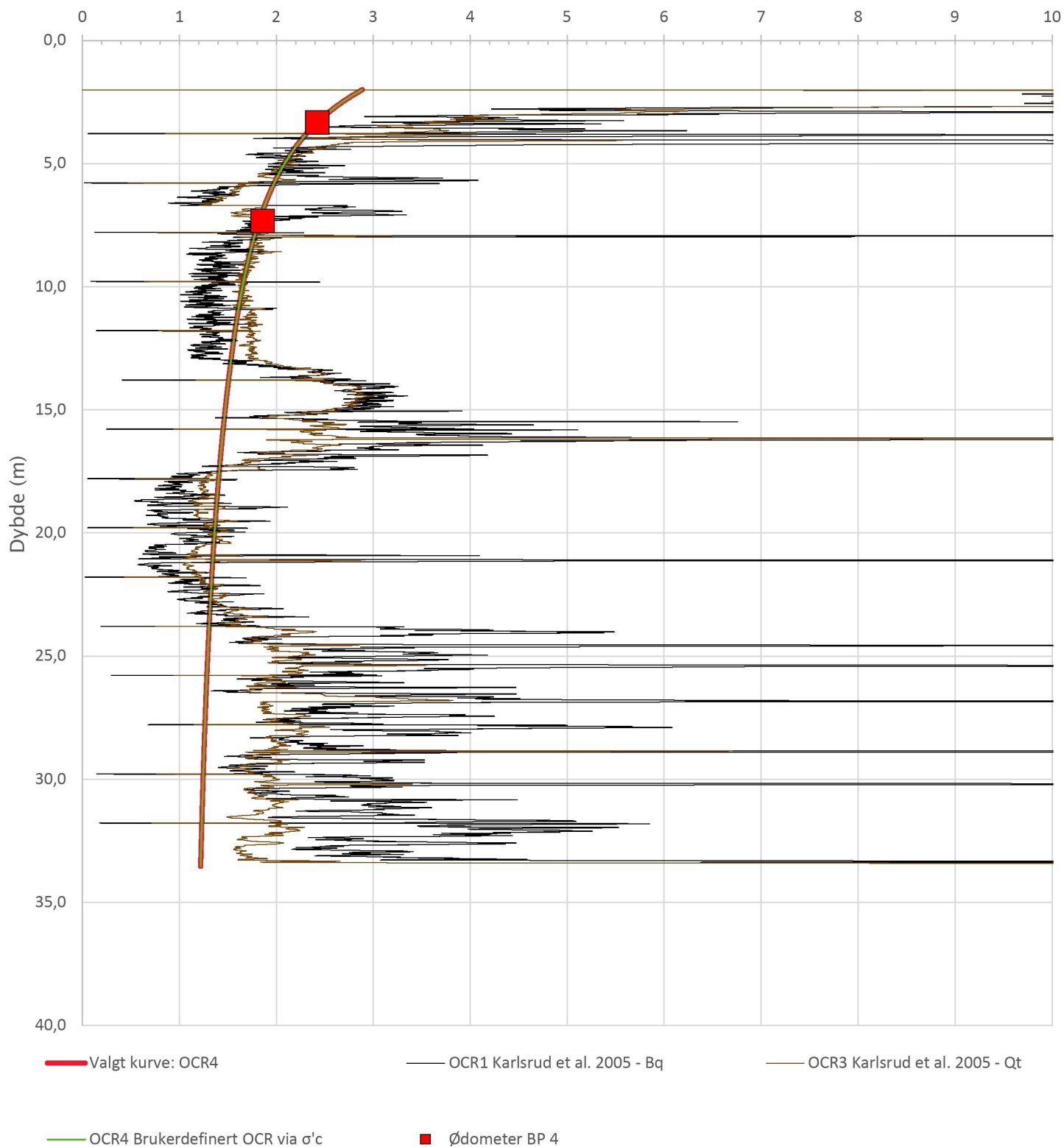
● Enaks BP 4

▲ Konus BP 4

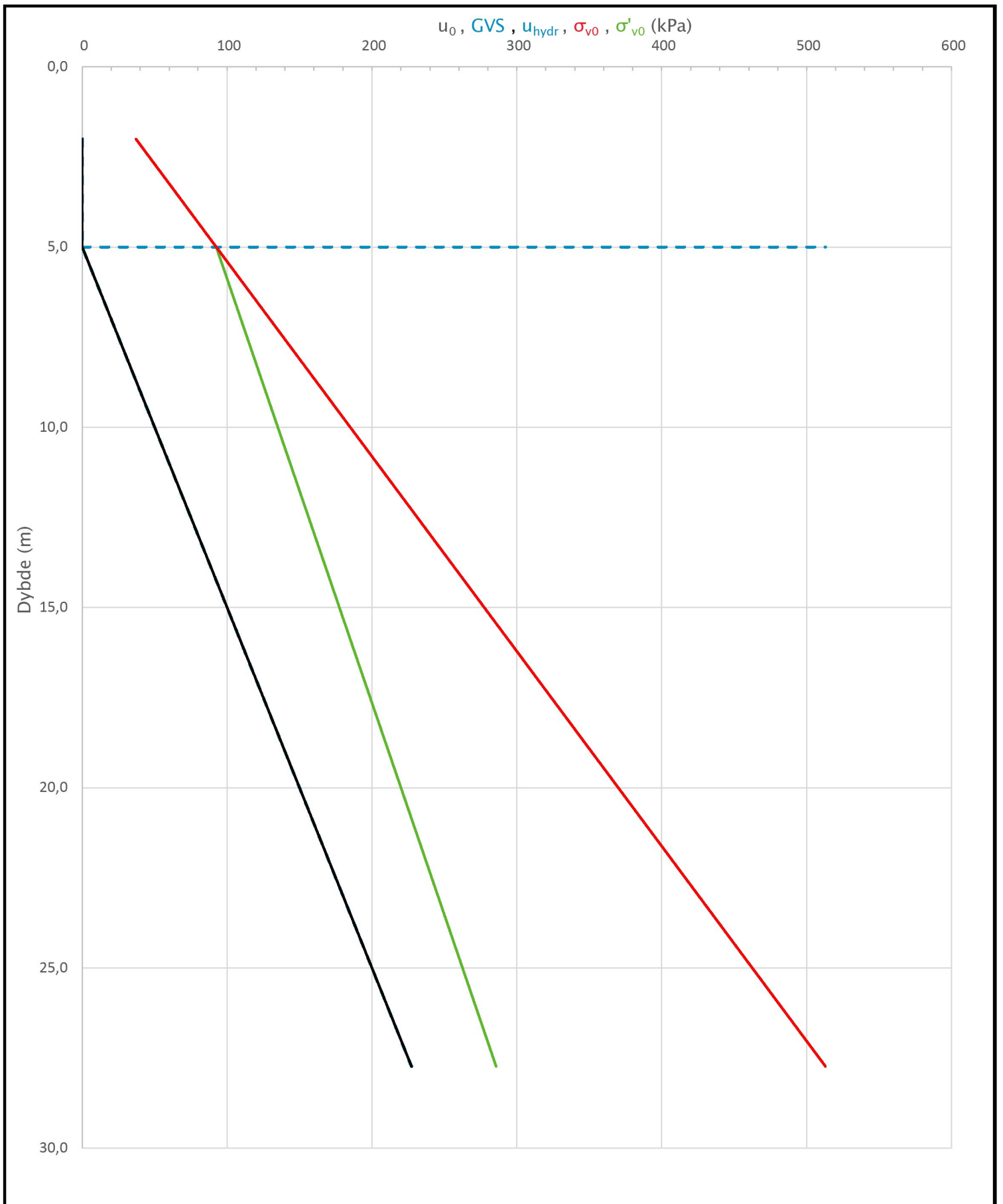
—■— Designlinje

Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +127,7
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					4
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01	3-4	
			Rev. dato		
			23.09.2021		

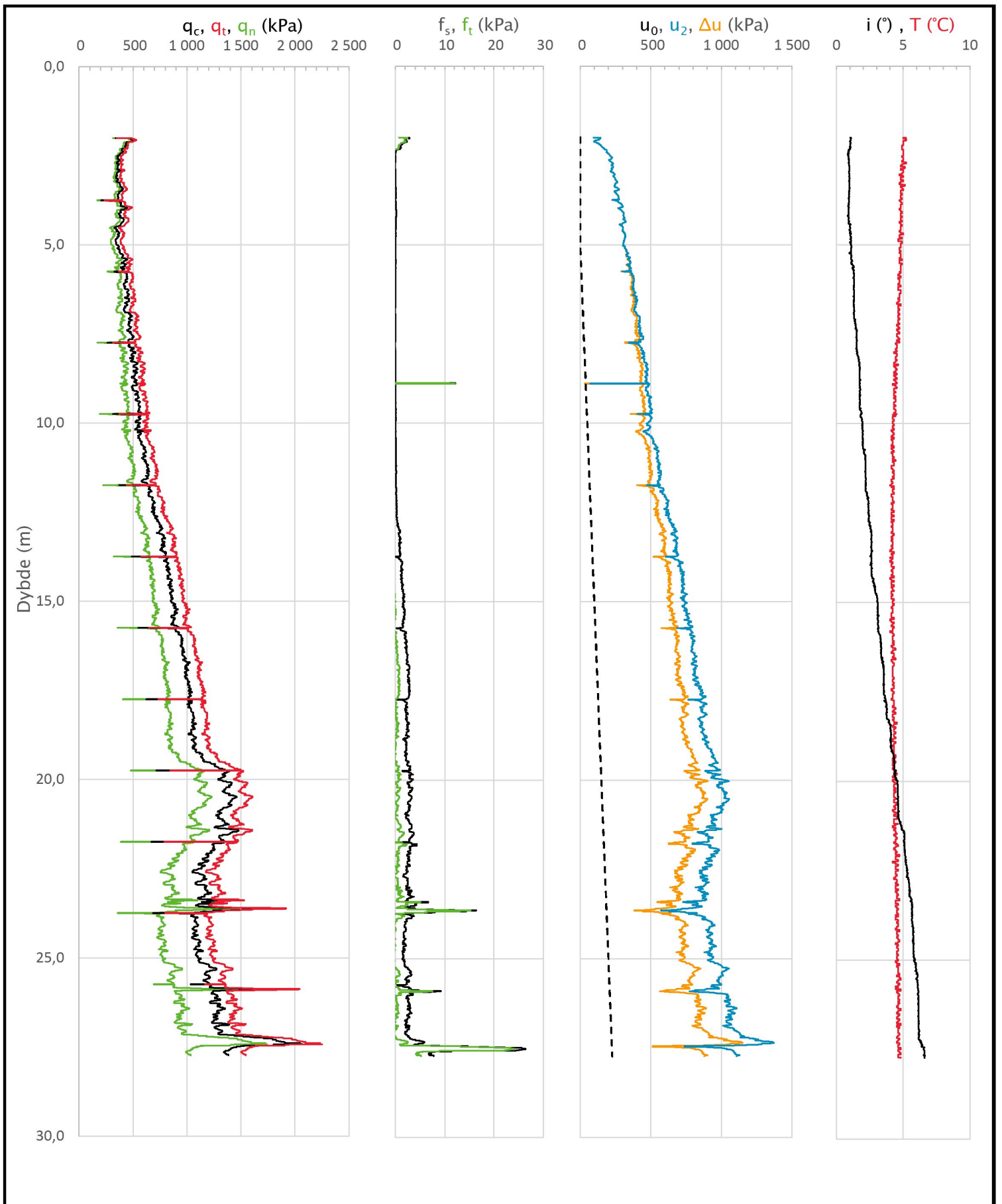
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



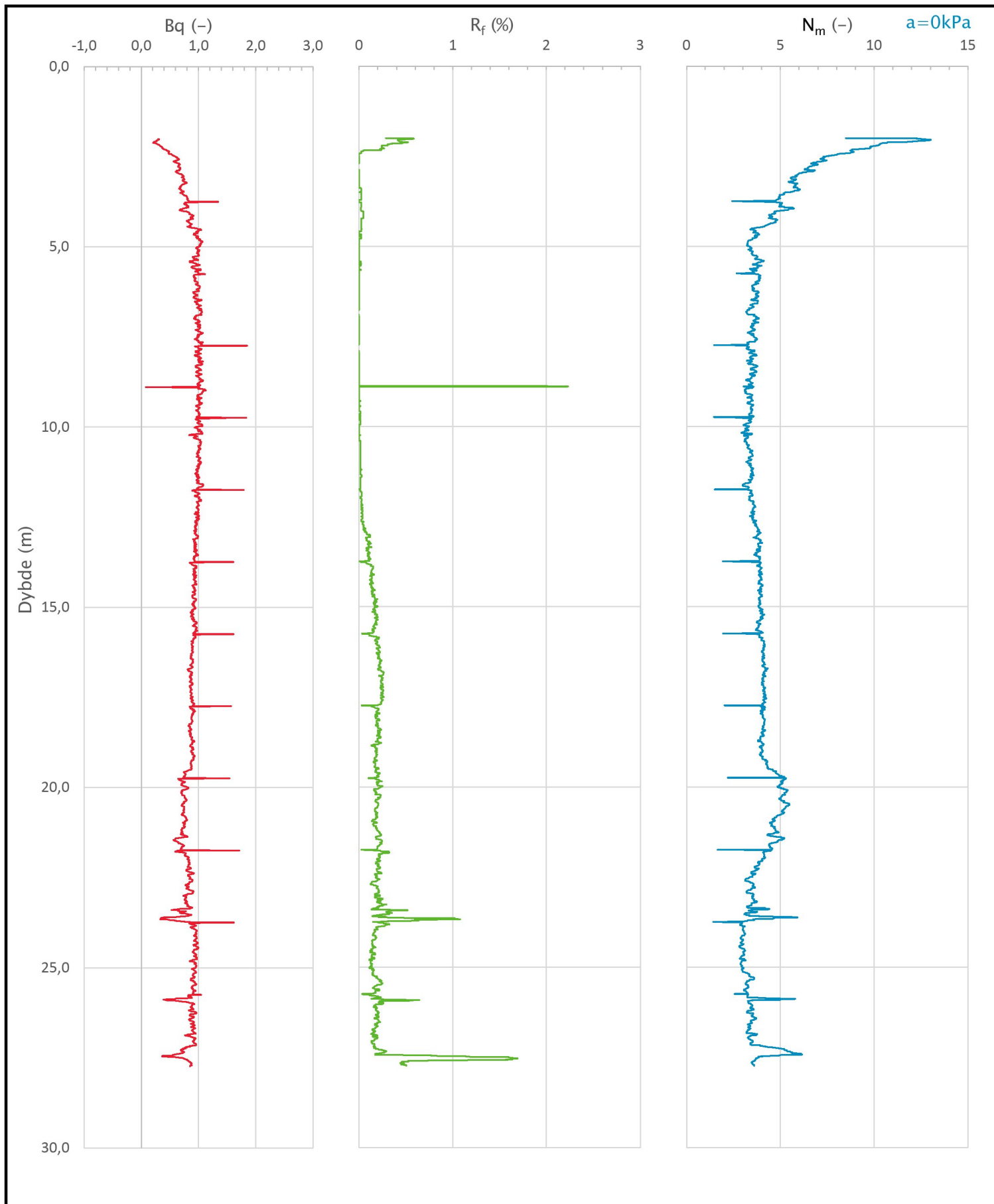
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +127,7
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					4
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	27.11.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	3-5	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +120.9
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					9
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	Vedlegg	
	13.12.2019	01	23.09.2021	4-1	

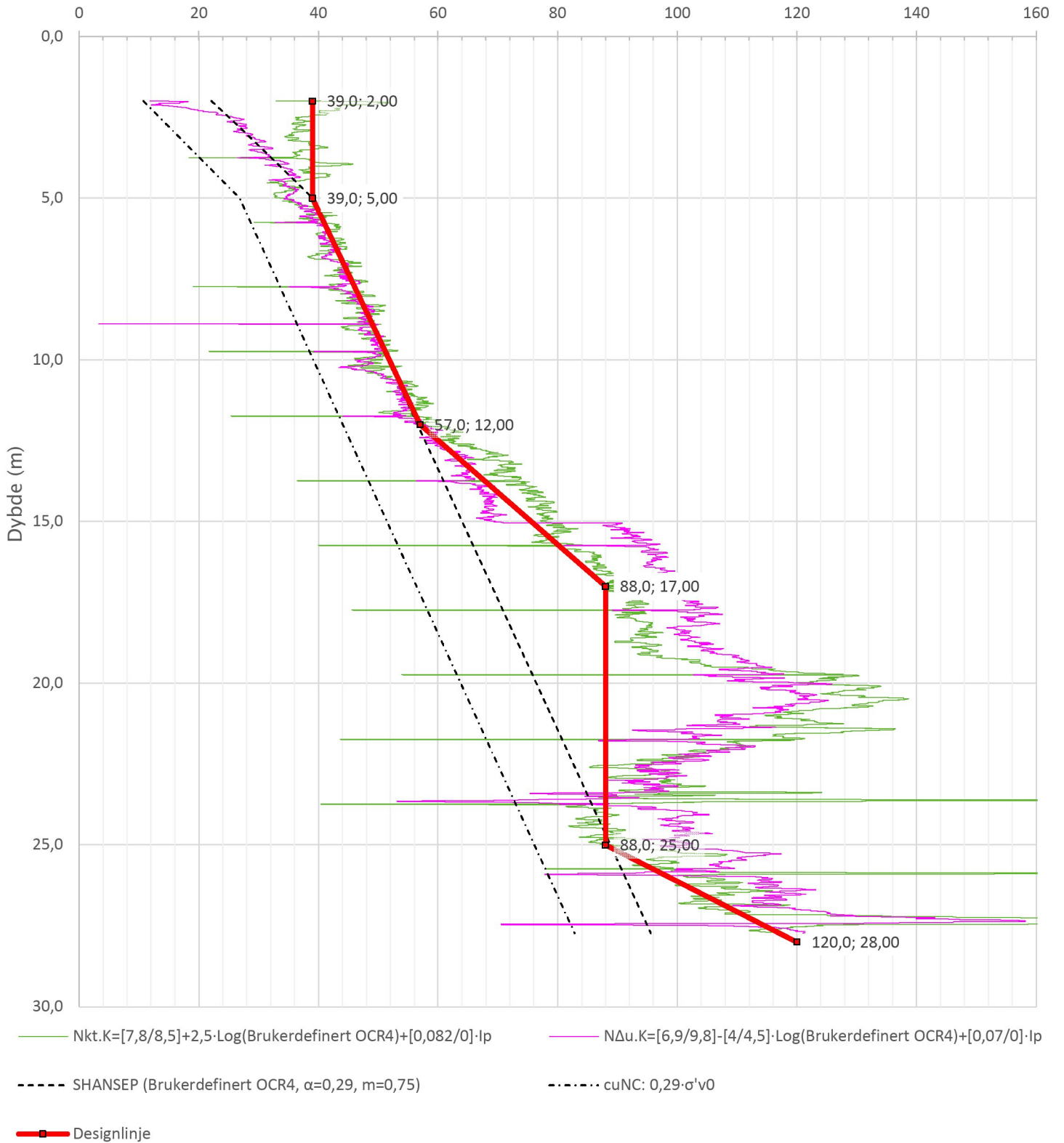


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +120.9
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					9
Innhold					Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	13.12.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	4-2	

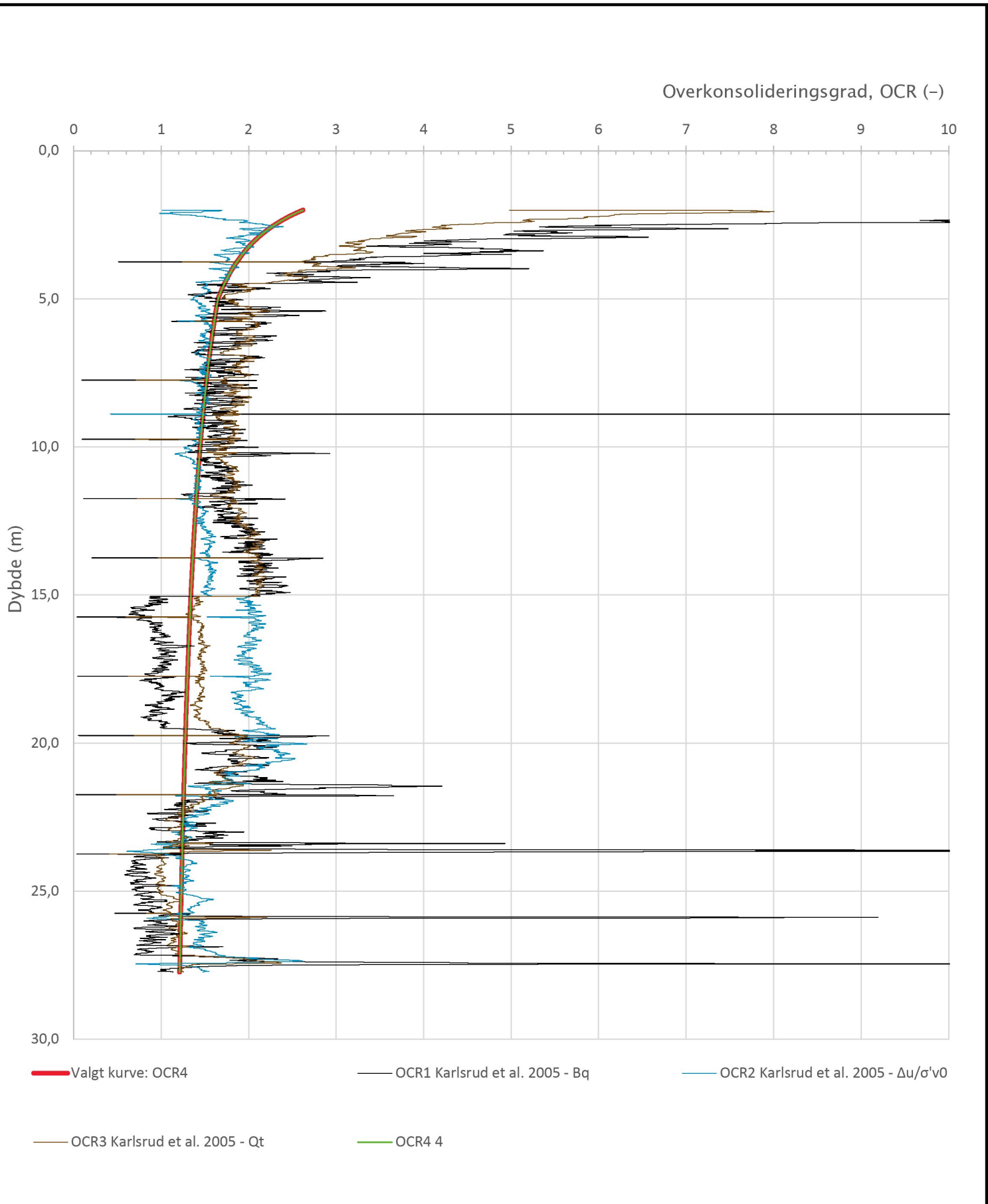


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +120.9
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag				9	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	13.12.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	4-3	

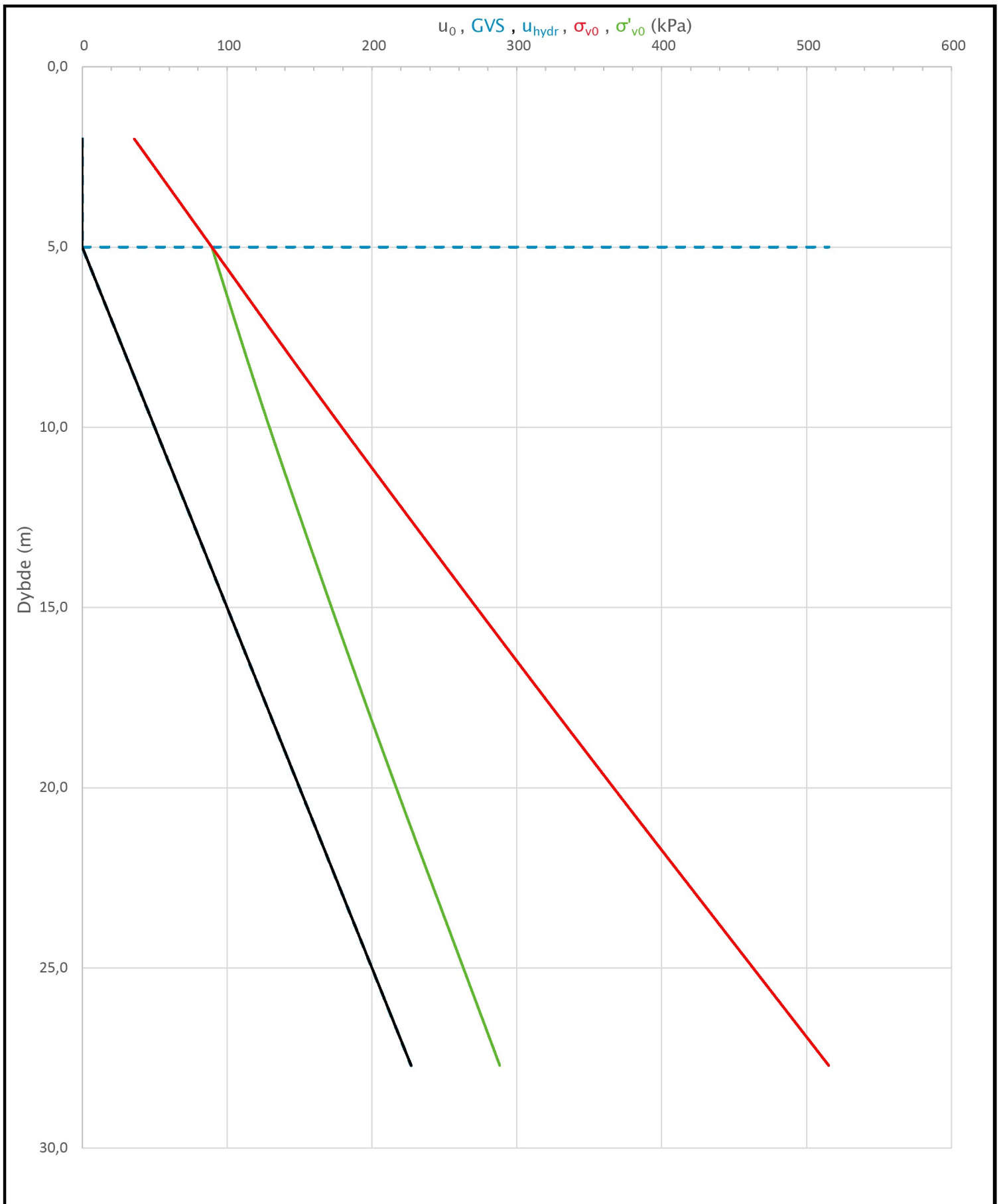
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



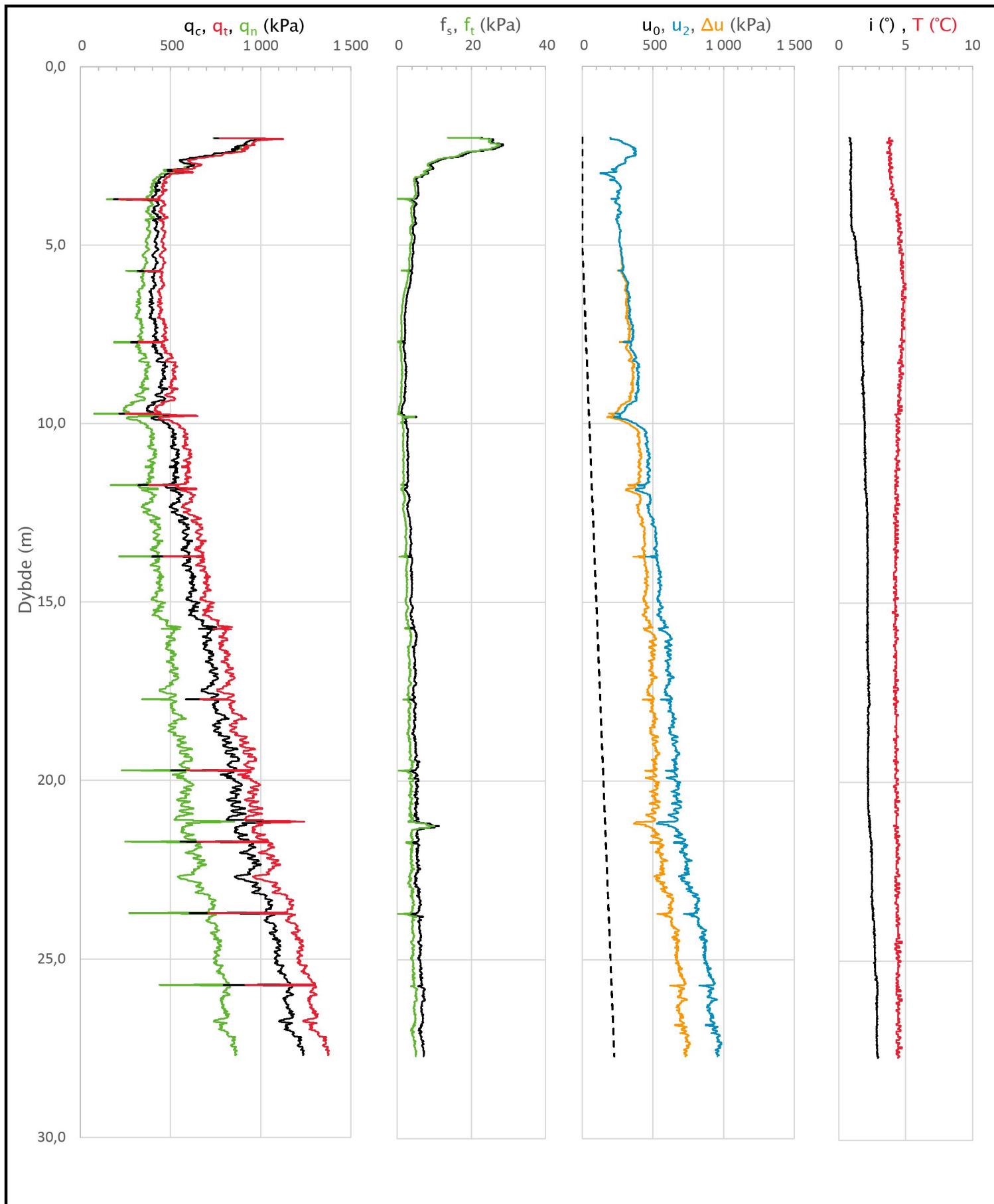
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +120,9
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					9
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	13.12.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	4-4	



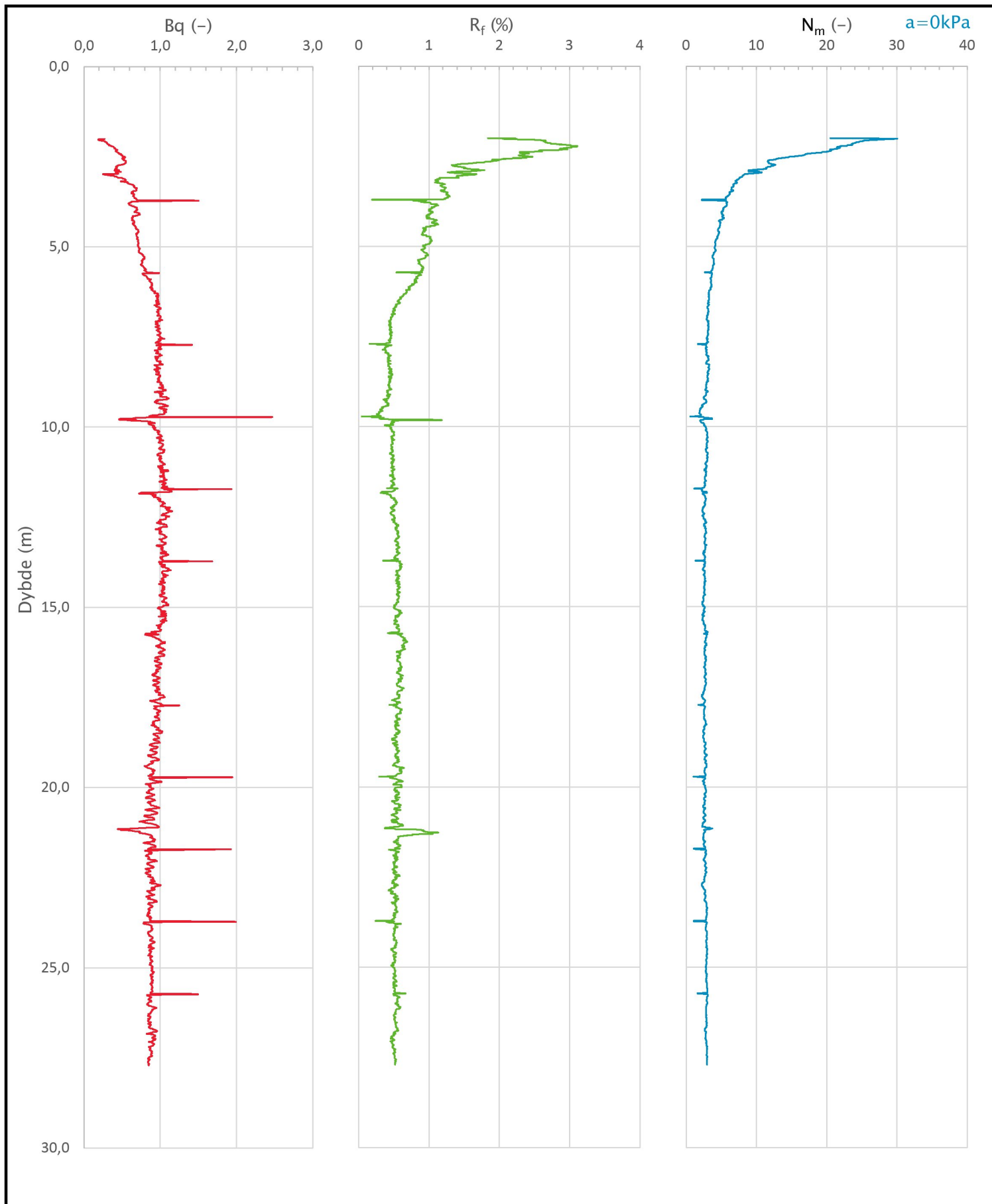
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +120,9
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					9
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	13.12.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	4-5	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +122,4
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					11
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering	Revisjon	01	Vedlegg	
	13.12.2019	Rev. dato	23.09.2021		



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +122,4
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag				11	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	13.12.2019	01	5-2	
			Rev. dato		
			23.09.2021		



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +122,4
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					11
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	13.12.2019	01	5-3	
			Rev. dato		
			23.09.2021		

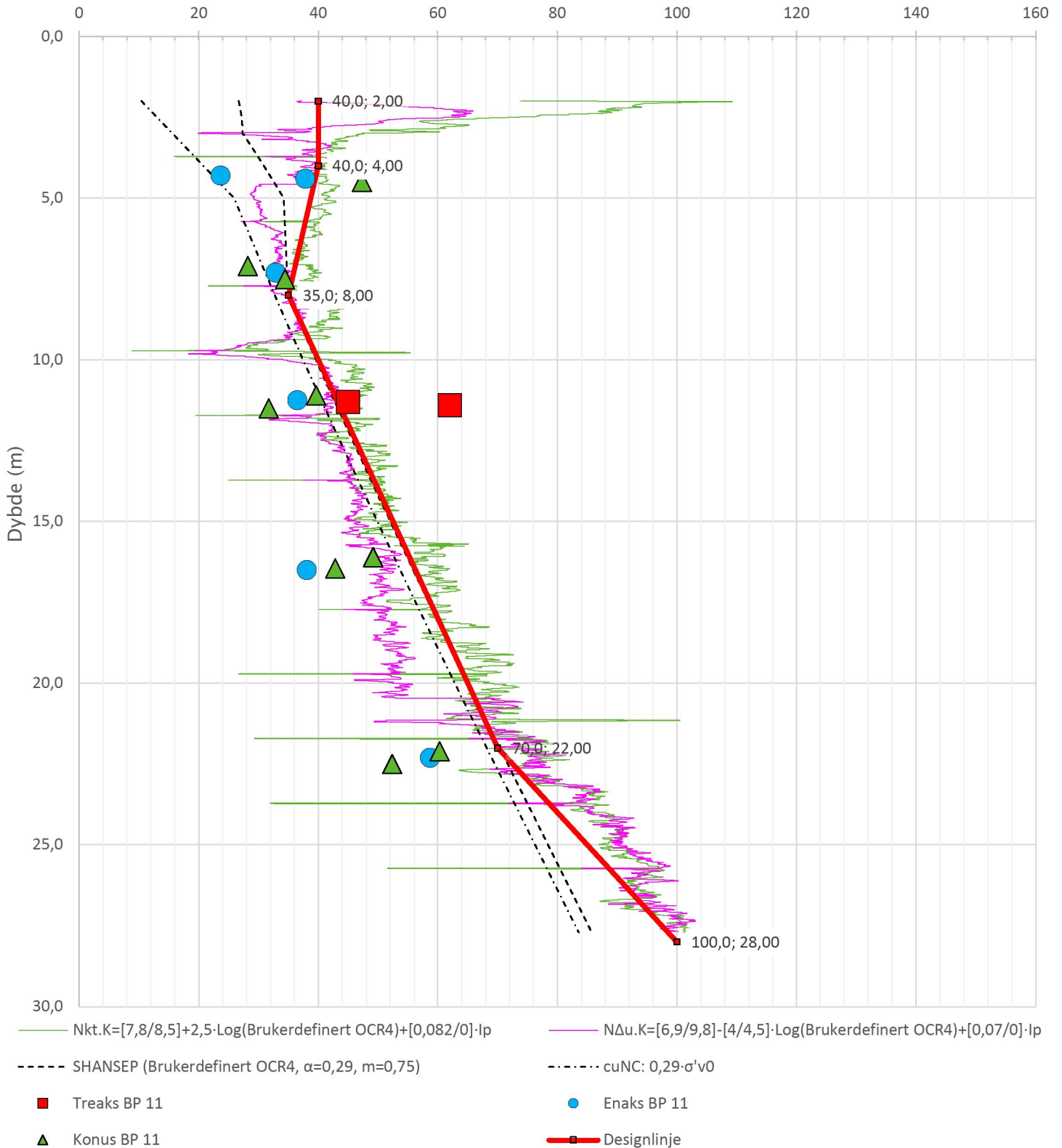
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BP 11: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BP 11: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,638)}$

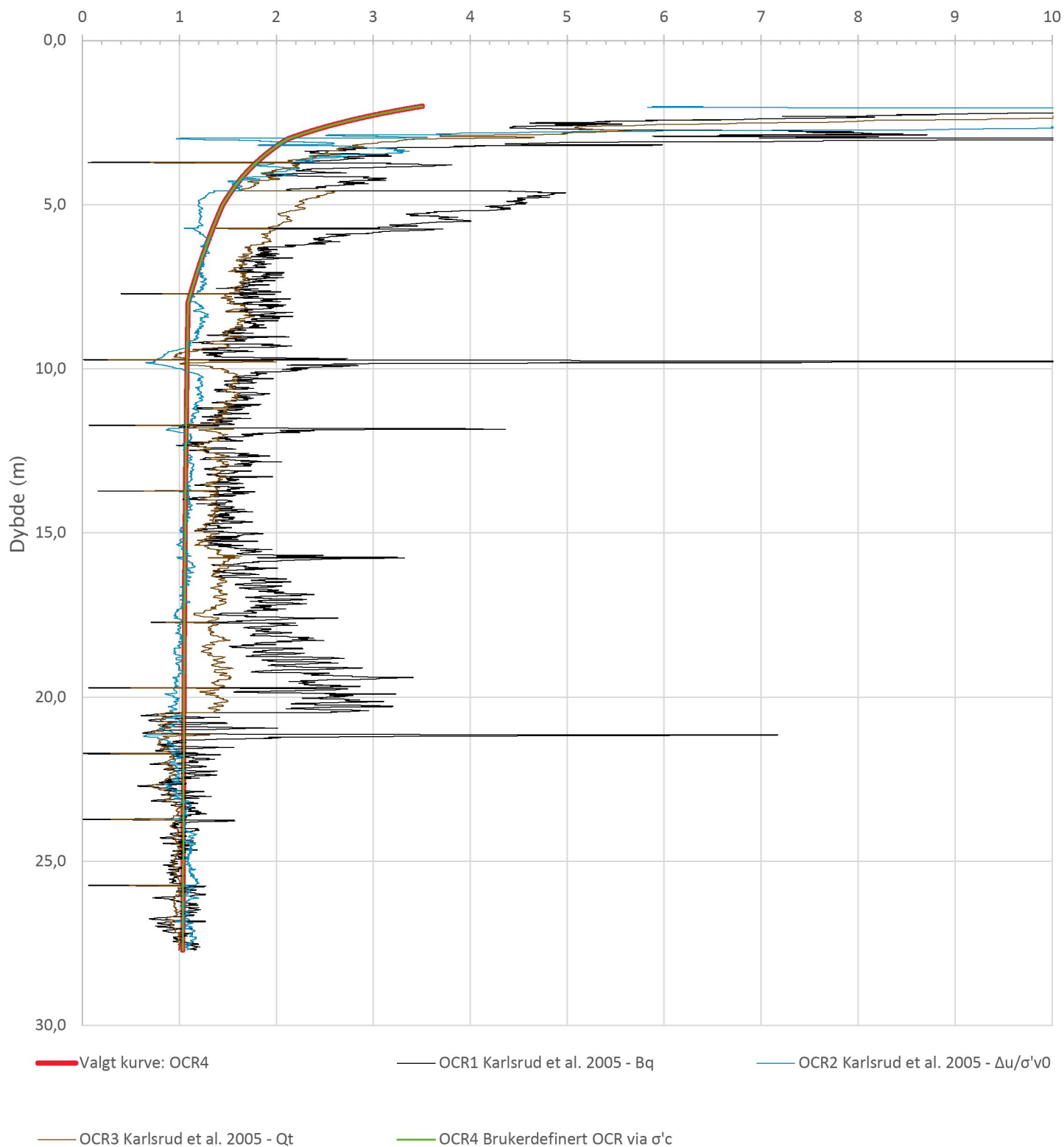
Konus BP 11: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,638)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

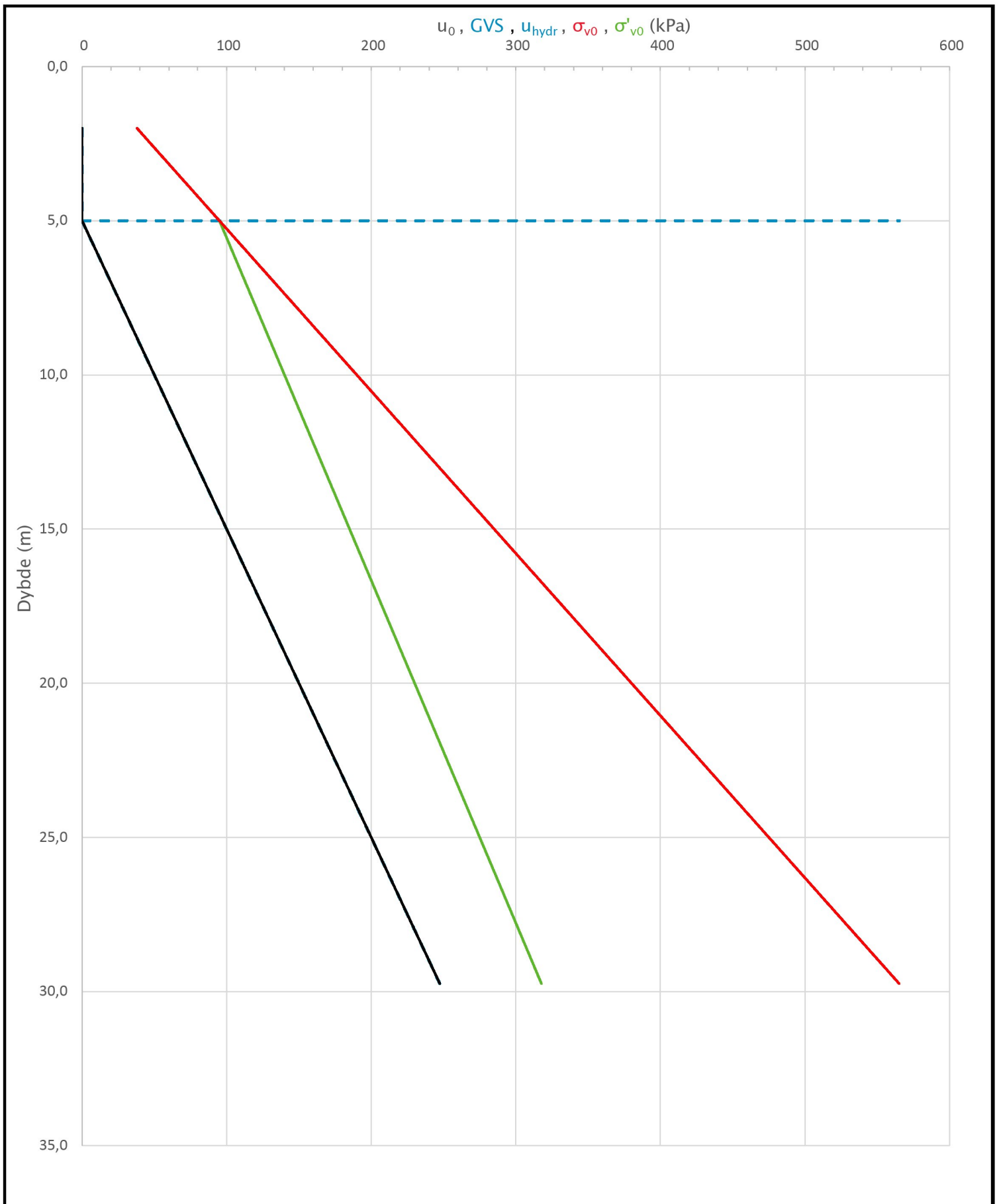


Prosjekt	Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +122,4
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag			11	
Innhold	Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet		Sondennummer	4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	BAGJ	EHU	EHU	1
Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Rev. dato	Vedlegg
Statens vegvesen	13.12.2019	01	23.09.2021	5-4

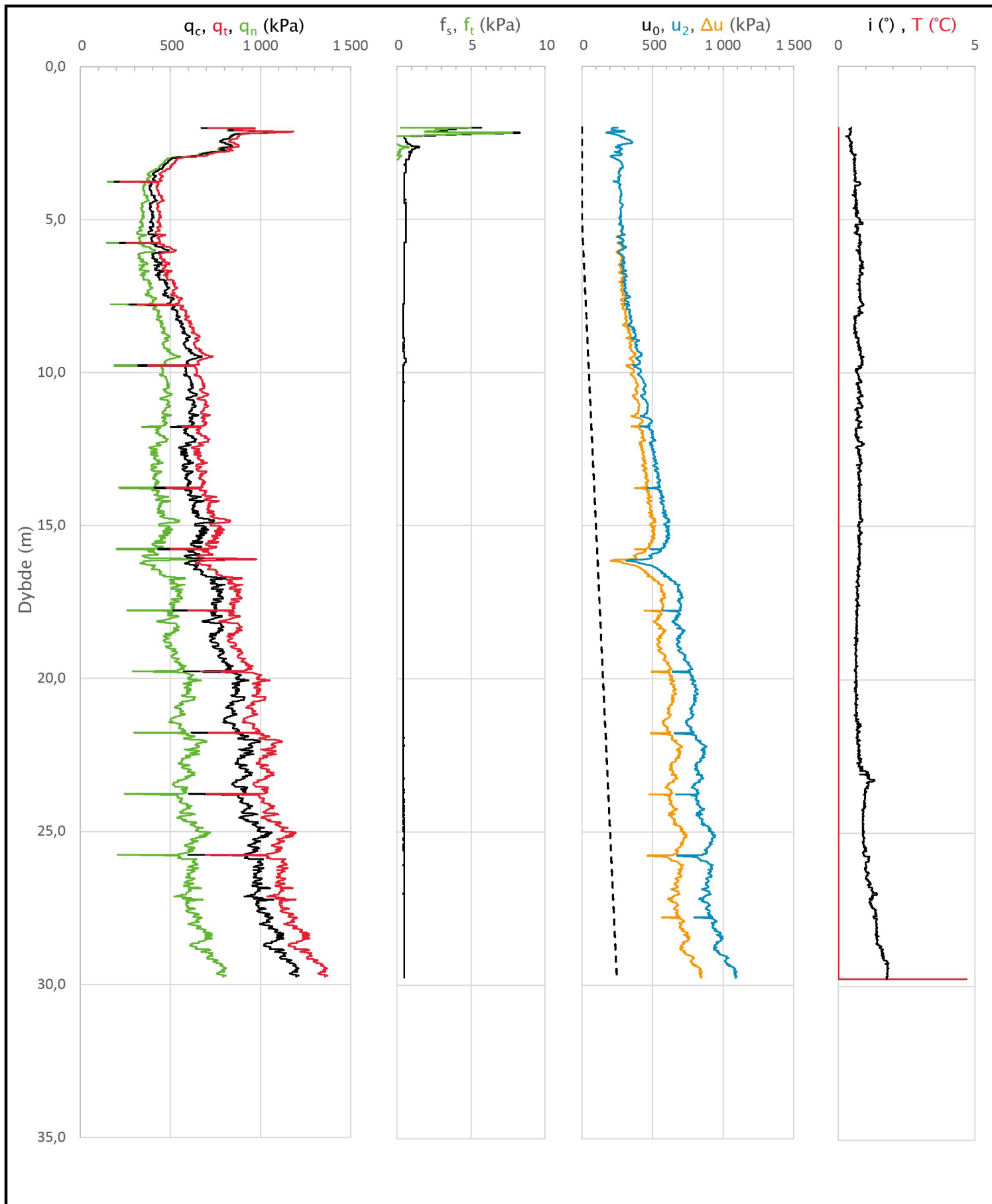
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



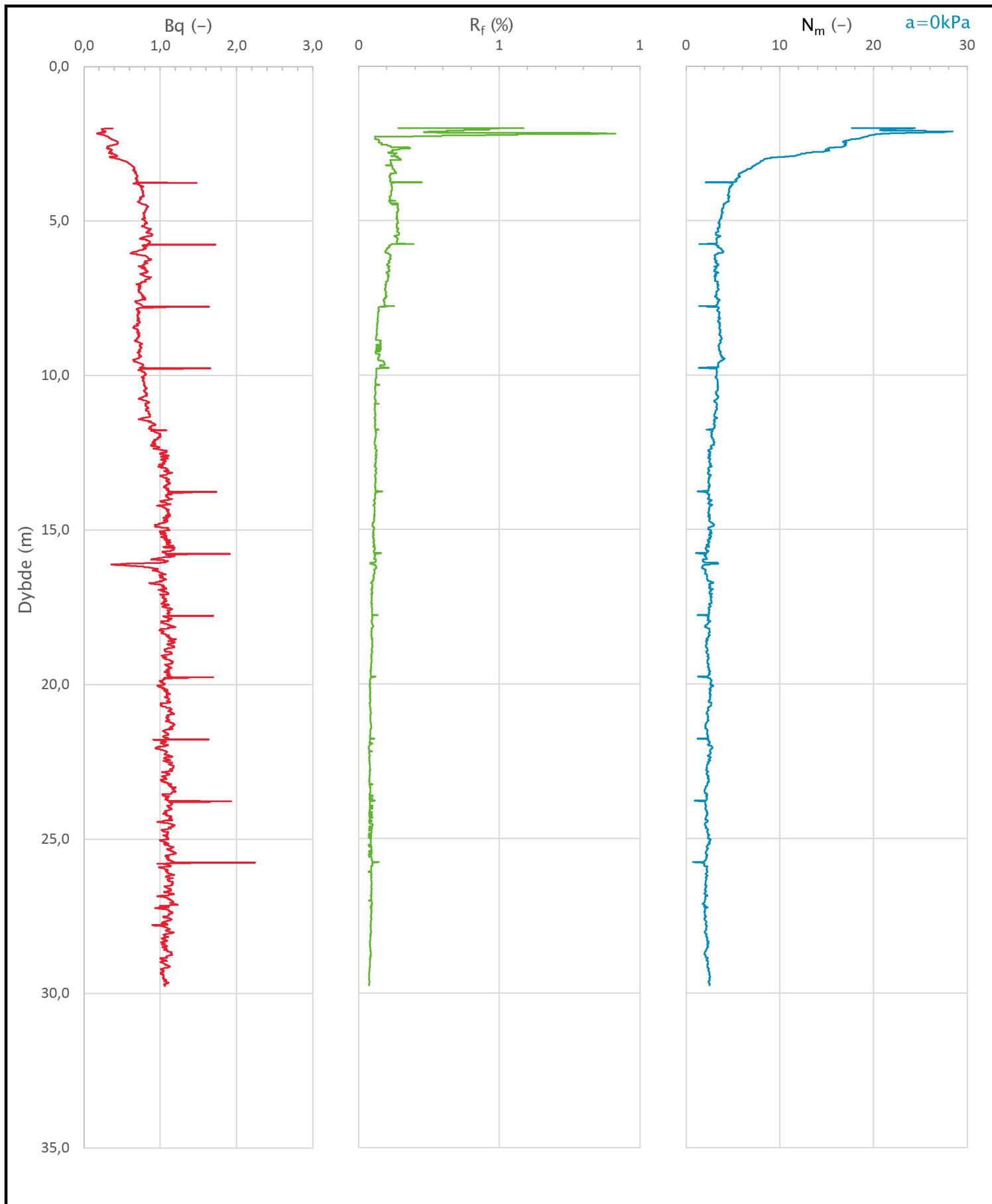
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +122,4
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					11
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	13.12.2019	01 Rev. dato 23.09.2021	5-5	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +129,1
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					14
Innhold		In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		Sondennummer	
					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	BAGJ	EHU	EHU		
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	6-1
	Statens vegvesen	24.01.2020	01 Rev. dato 23.09.2021		

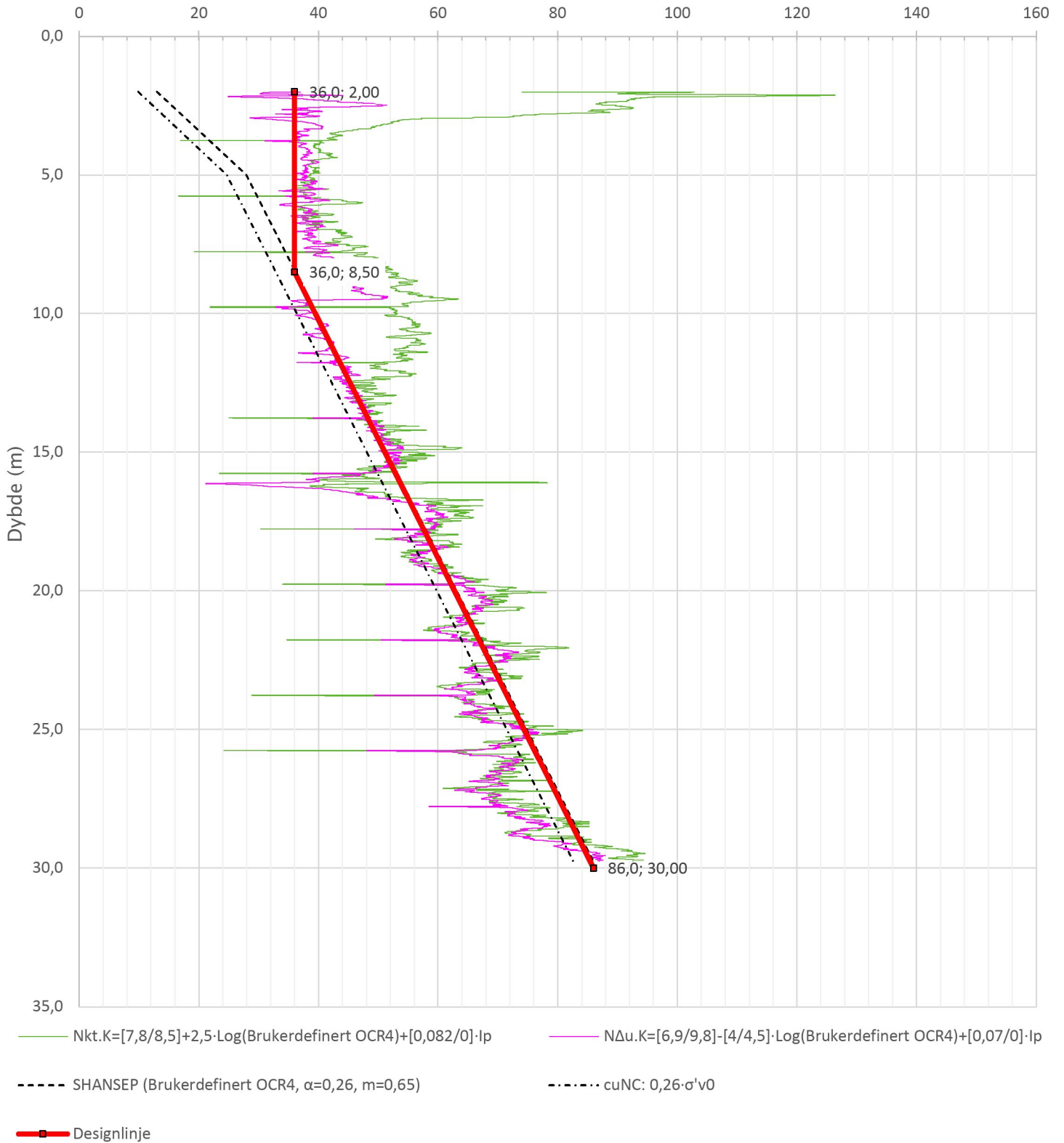


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +129,1
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					14
Innhold					Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	24.01.2020	01 Rev. dato 23.09.2021	6-2	

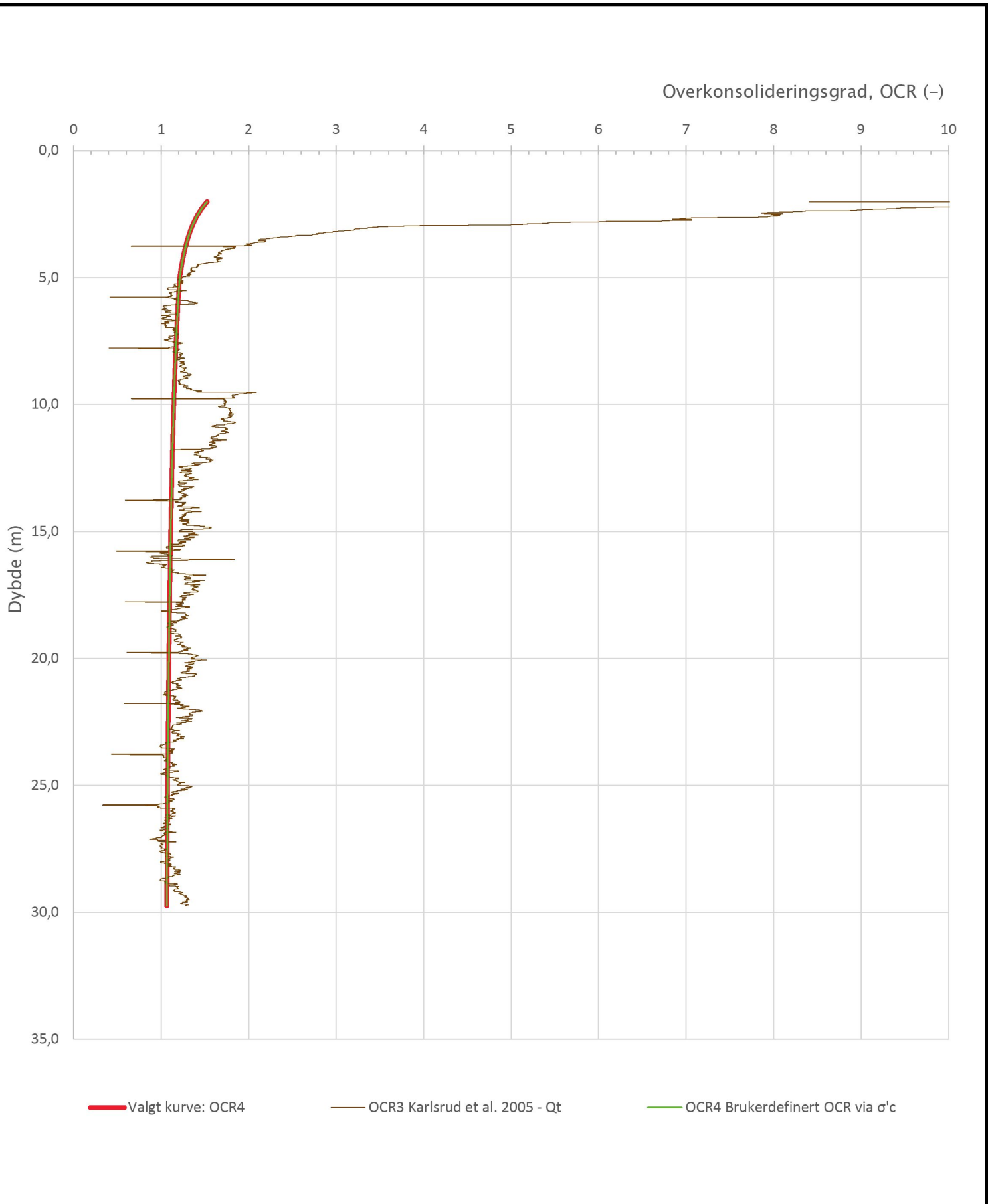


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +129,1
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag				14	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	24.01.2020	01 Rev. dato 23.09.2021	6-3	

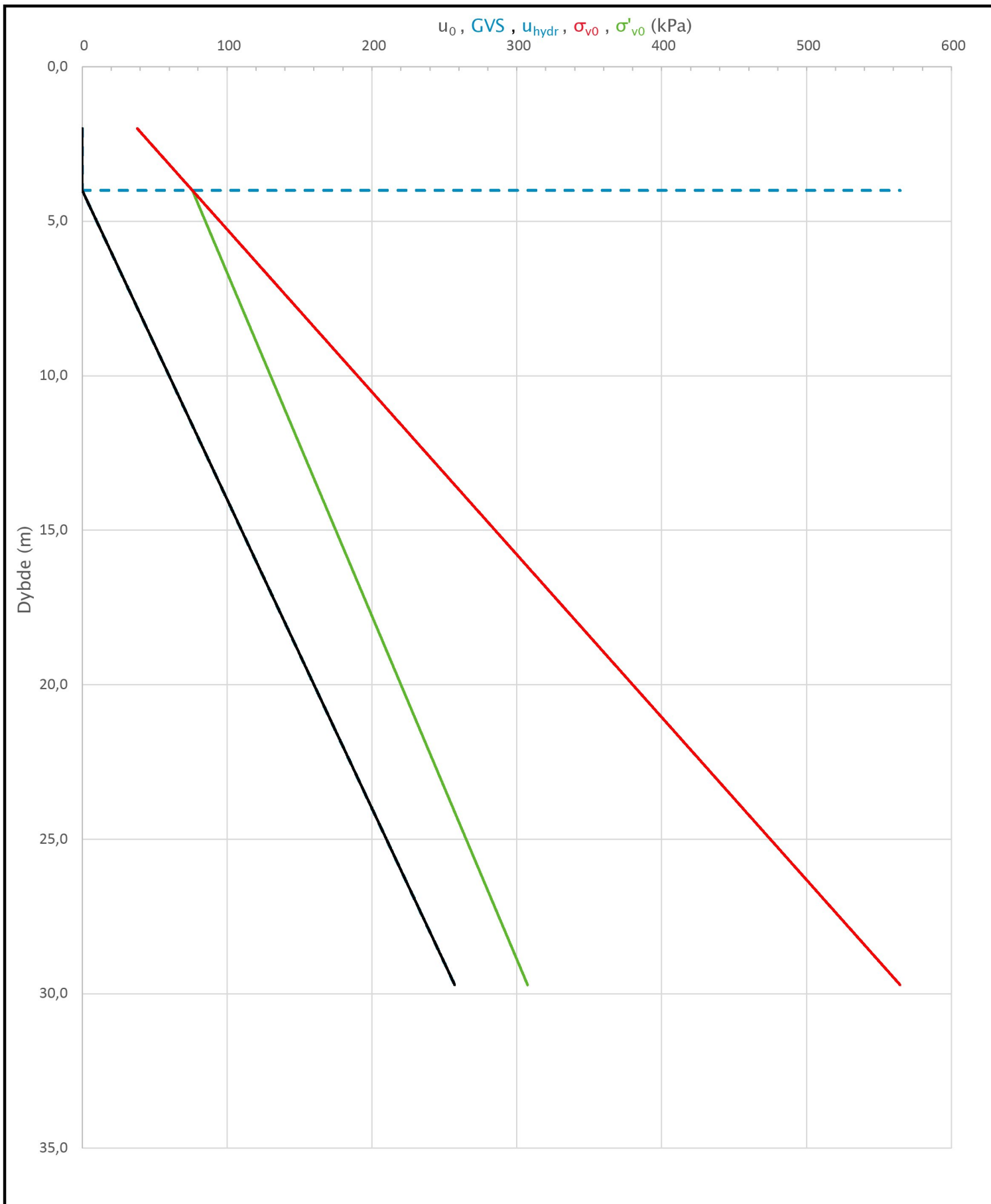
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



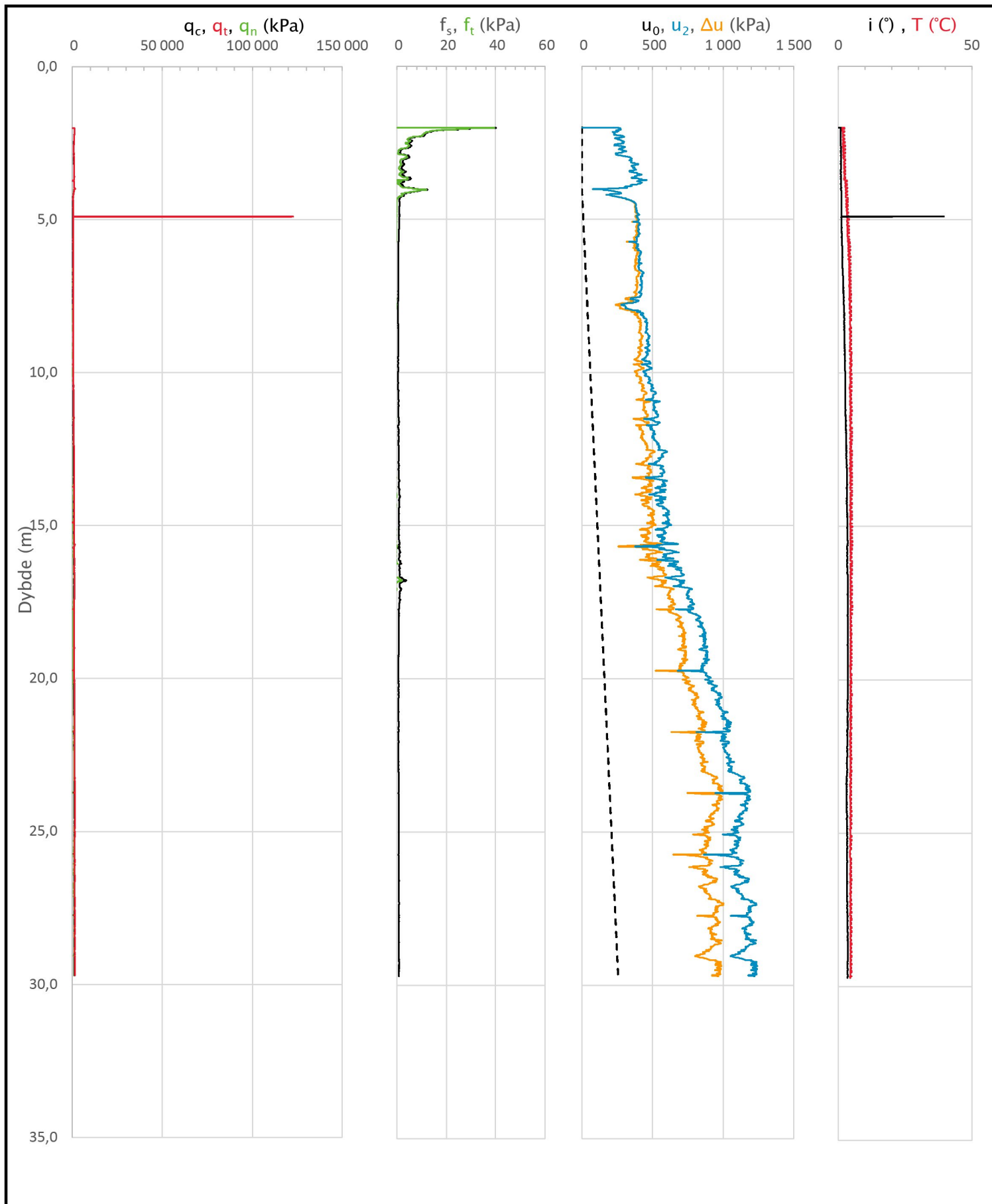
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +129,1
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag				14	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	24.01.2020	01 Rev. dato 23.09.2021	6-4	



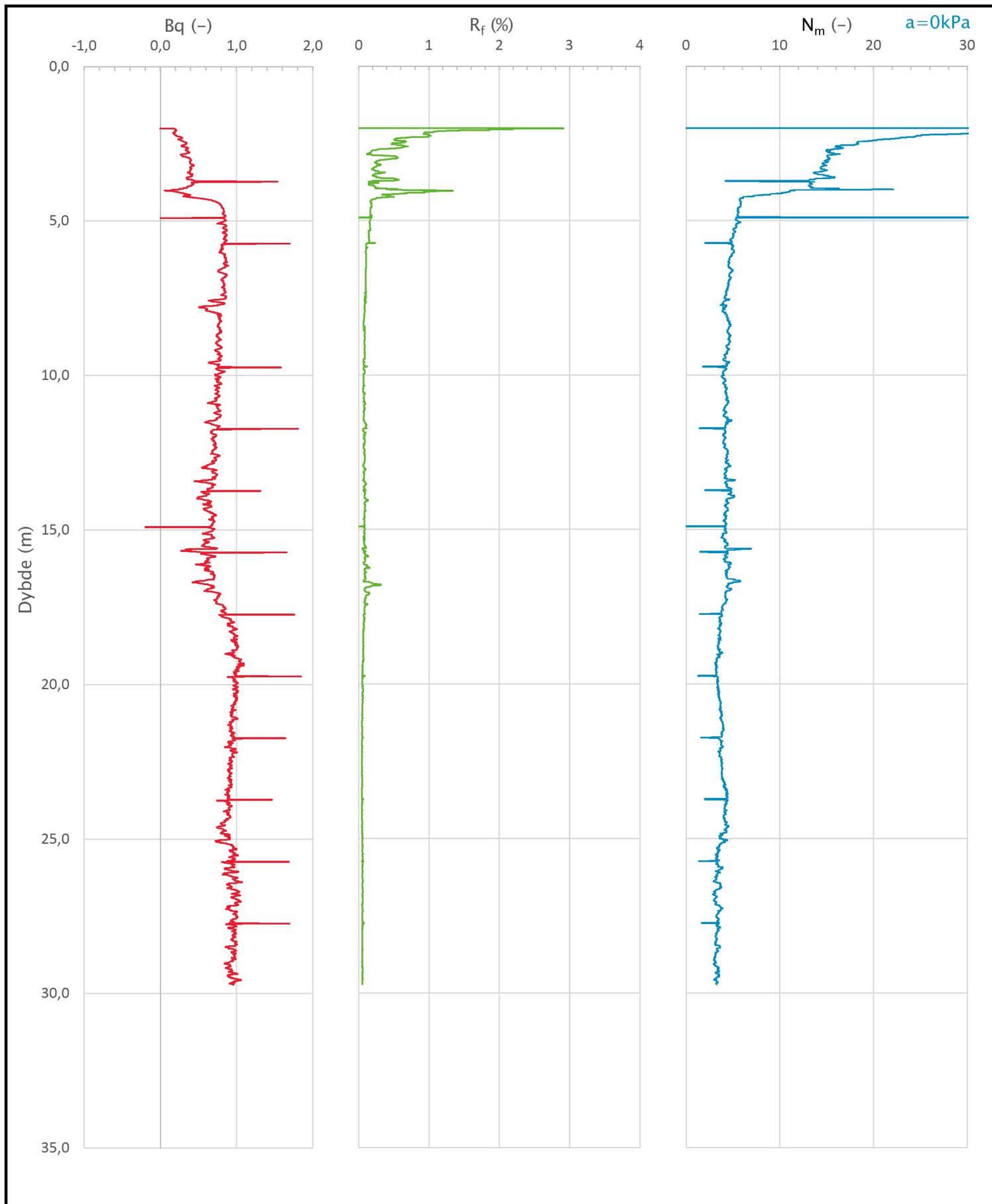
Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +129,1
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					14
Innhold					Sondennummer
Overkonsolideringsgrad, OCR					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	24.01.2020	01 Rev. dato 23.09.2021	6-5	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,6
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					24
Innhold				Sondenummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering	Revisjon	01	Vedlegg	
	22.01.2020	Rev. dato	23.09.2021		

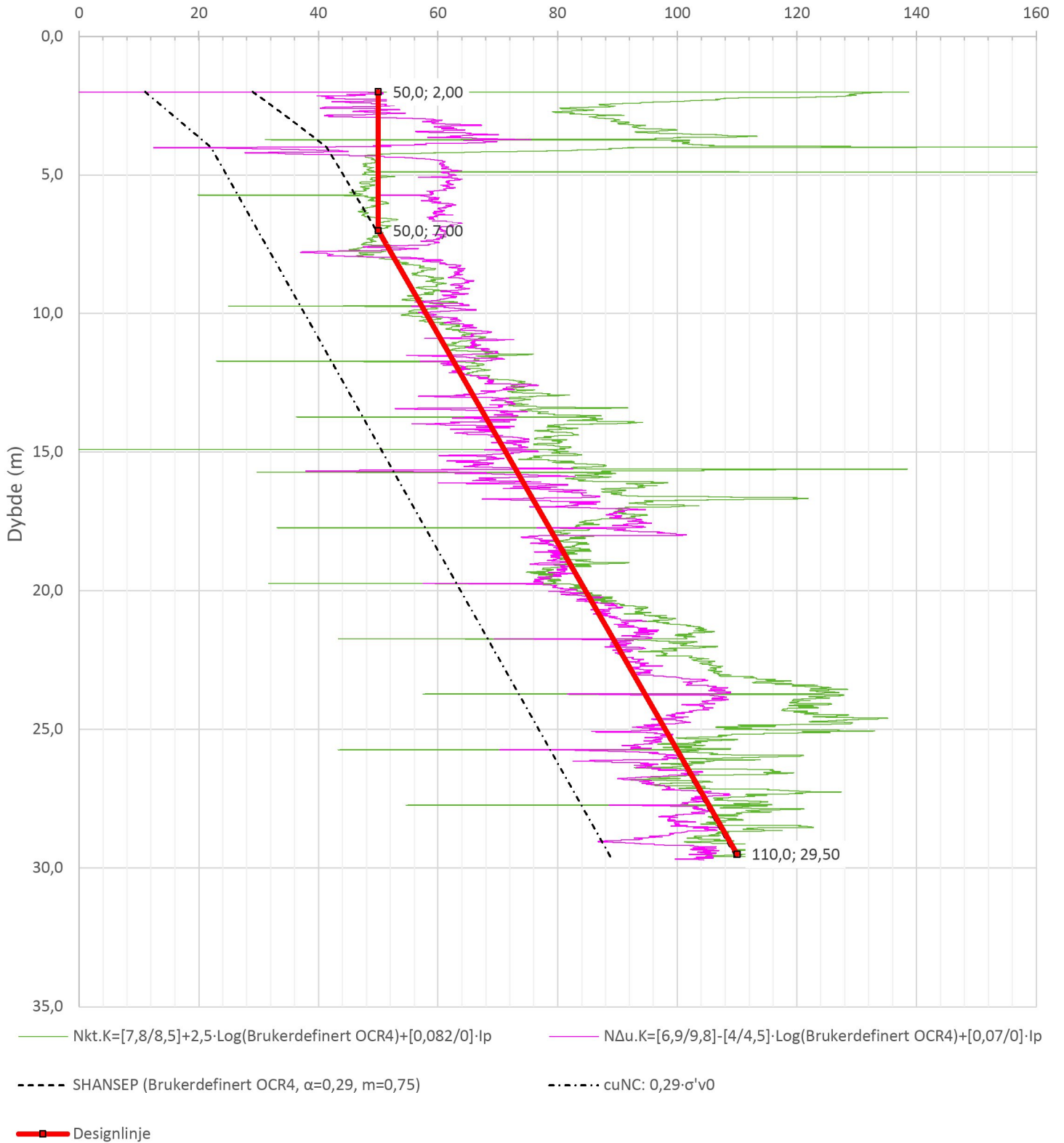


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,6
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag				24	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering	Revisjon	01	Vedlegg	
	22.01.2020	Rev. dato	23.09.2021		

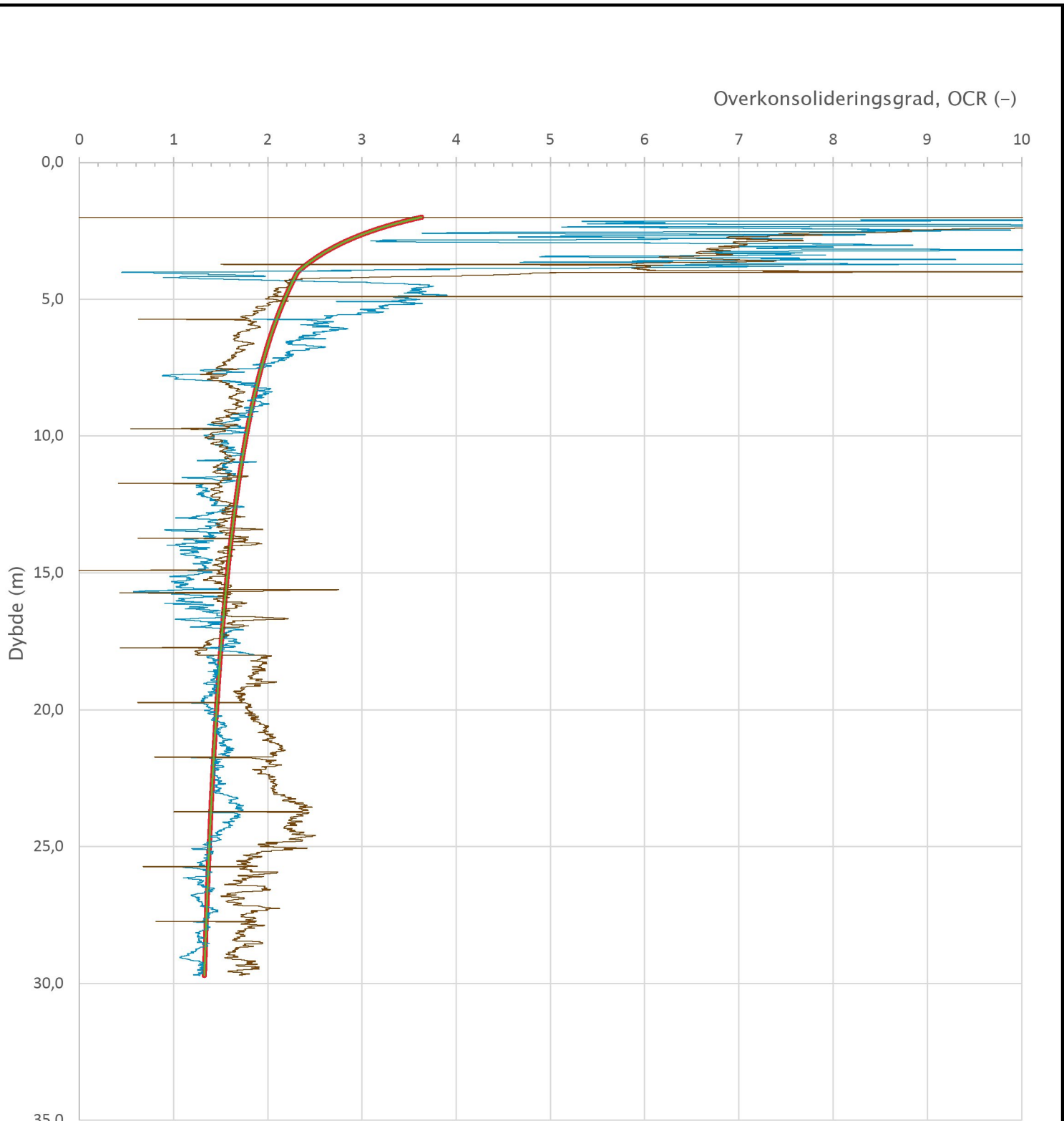


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,6
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag				24	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	22.01.2020	01 Rev. dato 23.09.2021	7-3	

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

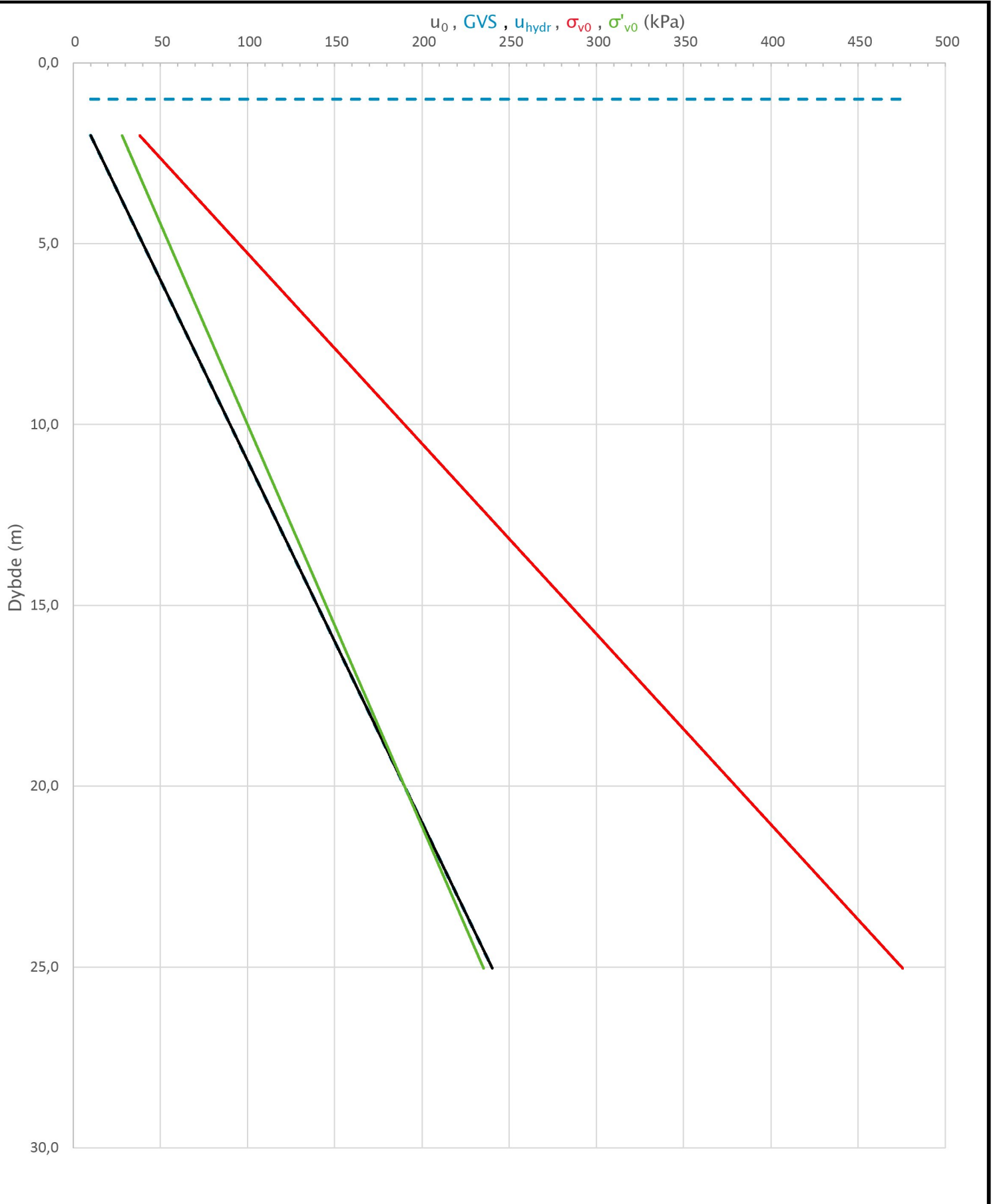


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,6
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					24
Innhold					Sondennummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	BAGJ	EHU	EHU	1	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	22.01.2020	01 Rev. dato 23.09.2021	7-4	

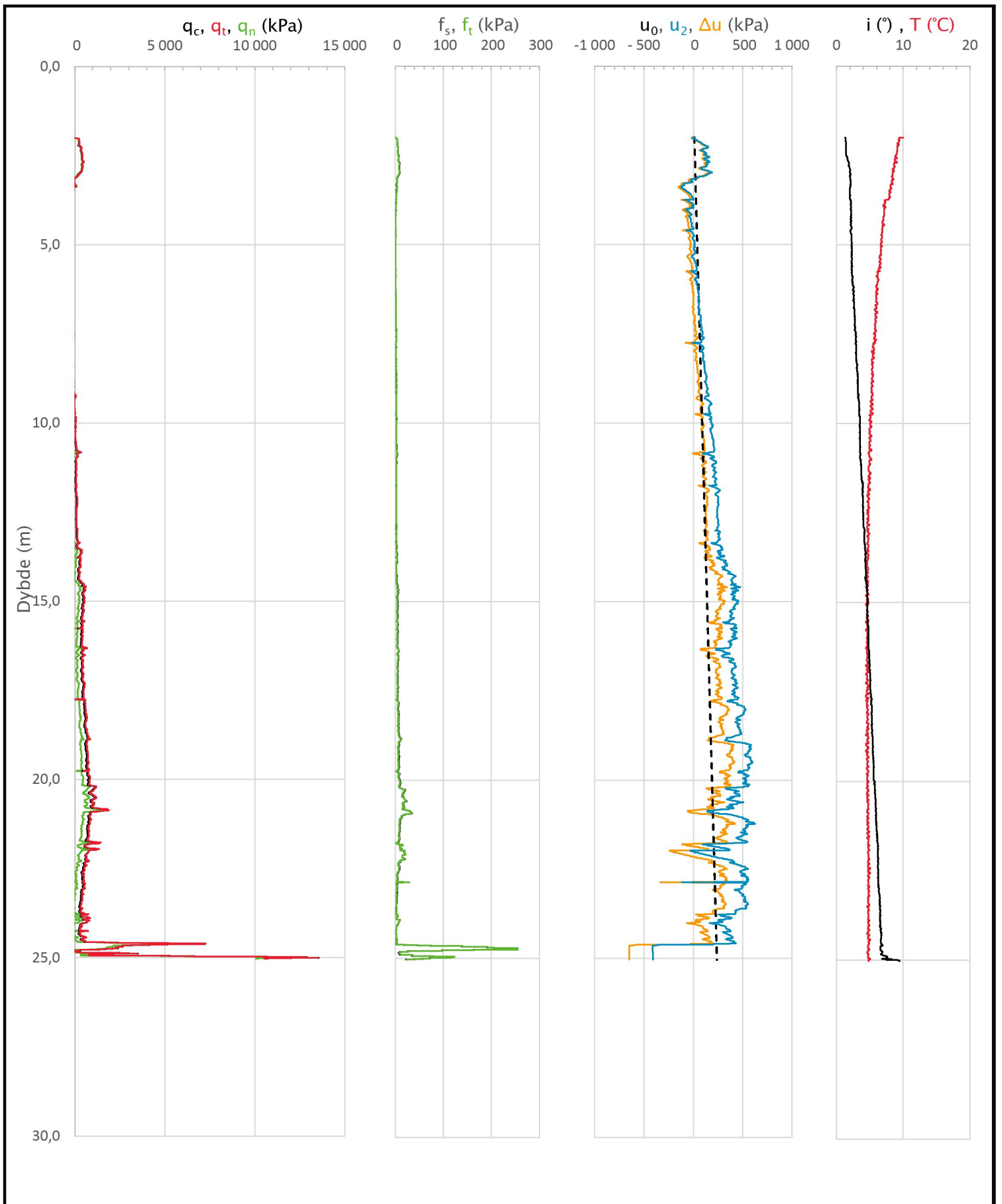


— Valgt kurve: OCR4
 — OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
 — OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
 — OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$

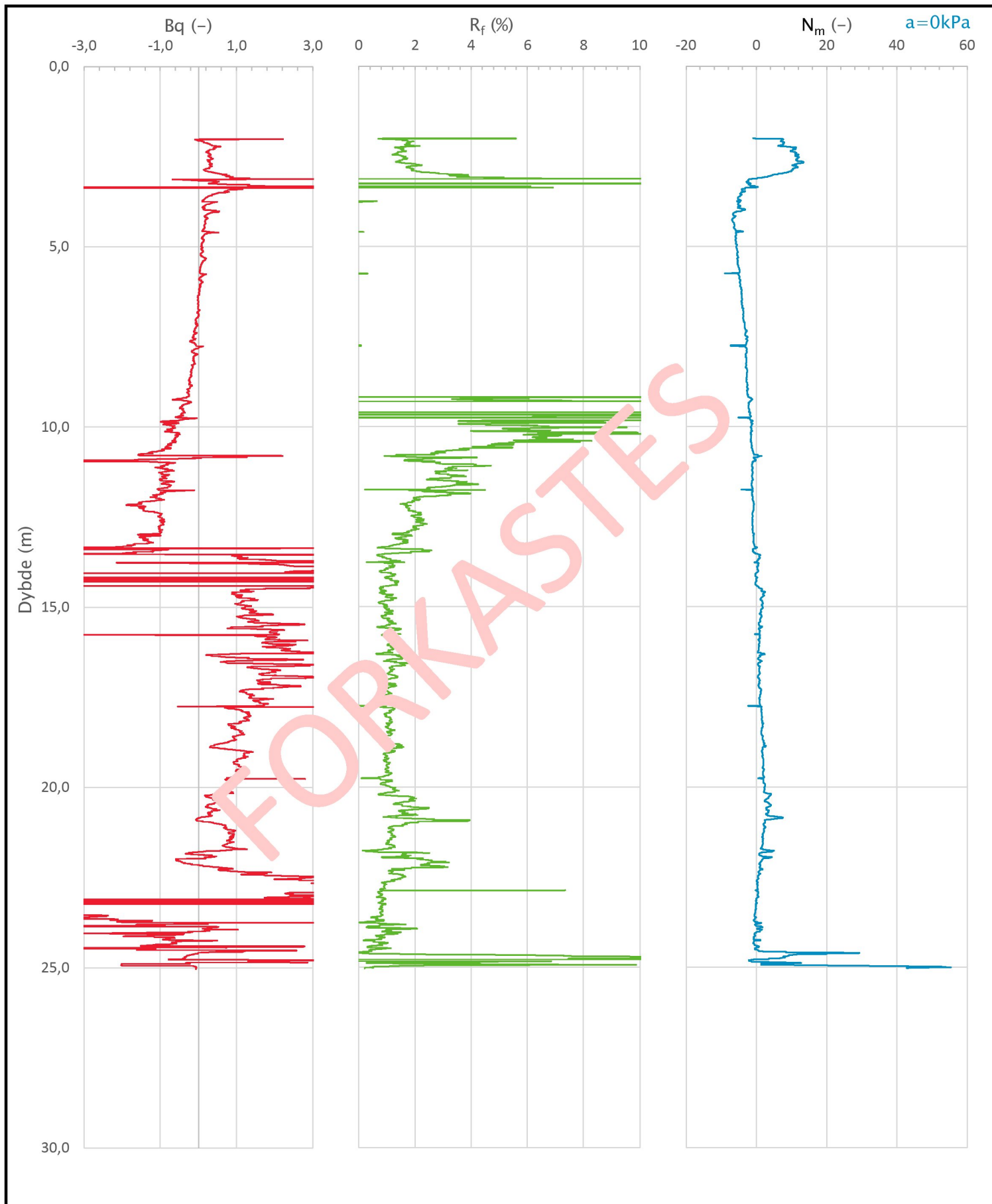
Prosjekt Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt Kote +135,6 24
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer 4352
	Tegnet BAGJ	Kontrollert EHU	Godkjent EHU	Anvend.klasse 1
	Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering 22.01.2020	Revisjon 01 Rev. dato 23.09.2021	Vedlegg 7-5



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					26
Innhold					Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EHU	RHR	EHU	NA	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	21.01.2020	0	8-1	
			Rev. dato		
			19.02.2021		

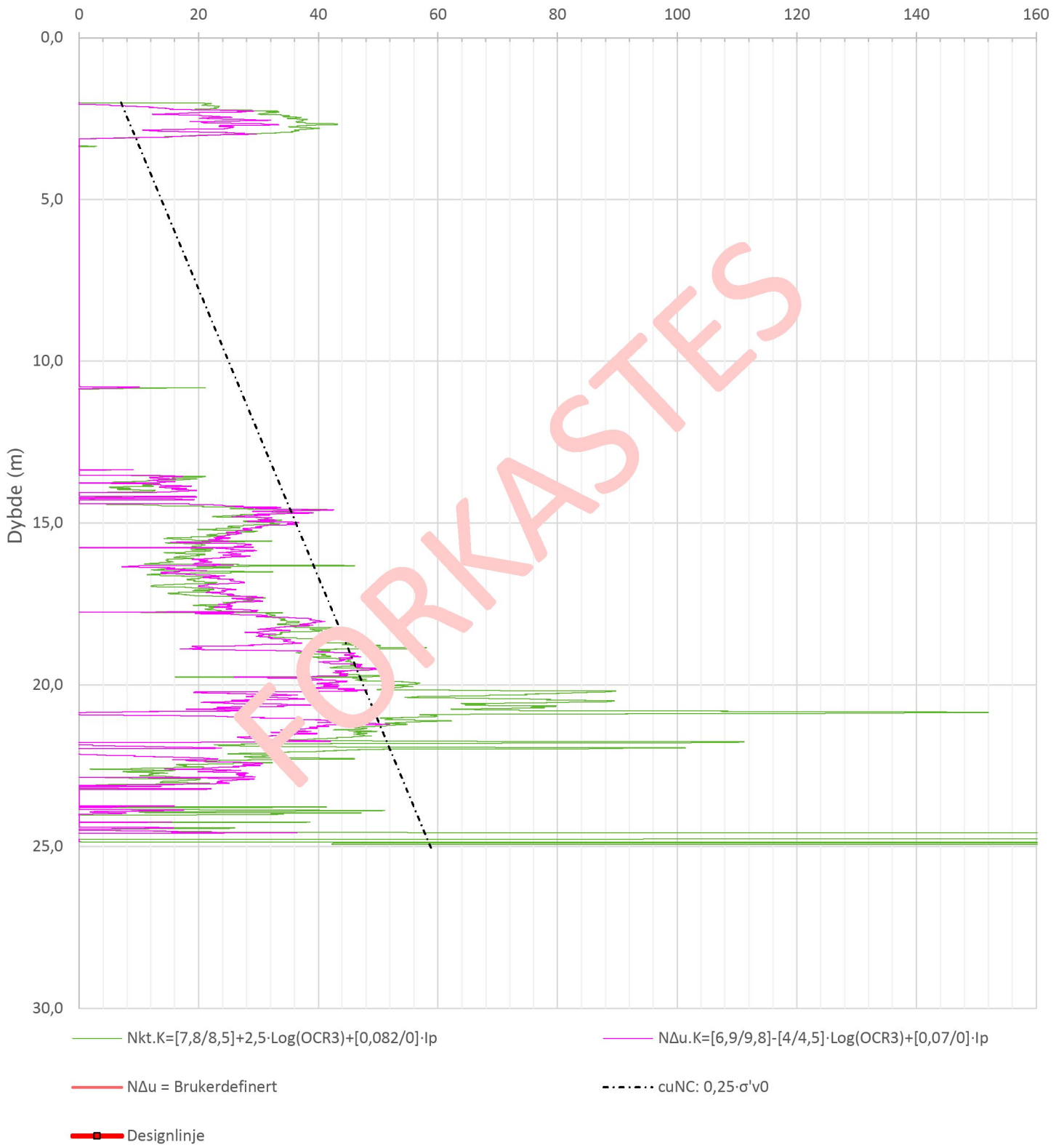


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					26
Innhold					Sondennummer
Måledata og korrigerte måleverdier					4352
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EHU	RHR	EHU	NA	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	21.01.2020	0	8-2	
			Rev. dato		
			19.02.2021		

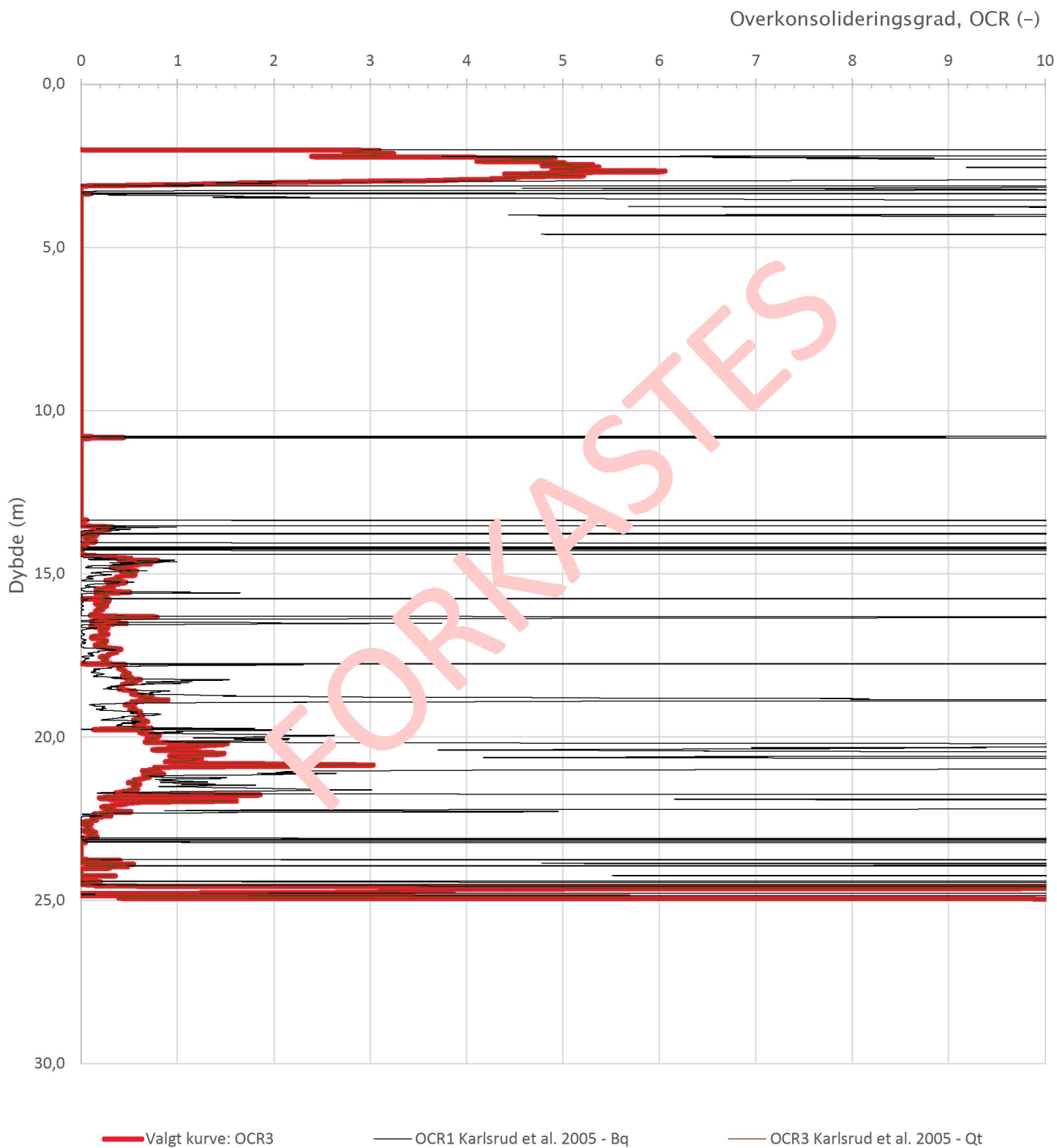


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag				26	
Innhold				Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EHU	RHR	EHU	NA	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	21.01.2020	0	8-3	
			Rev. dato		
			19.02.2021		

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

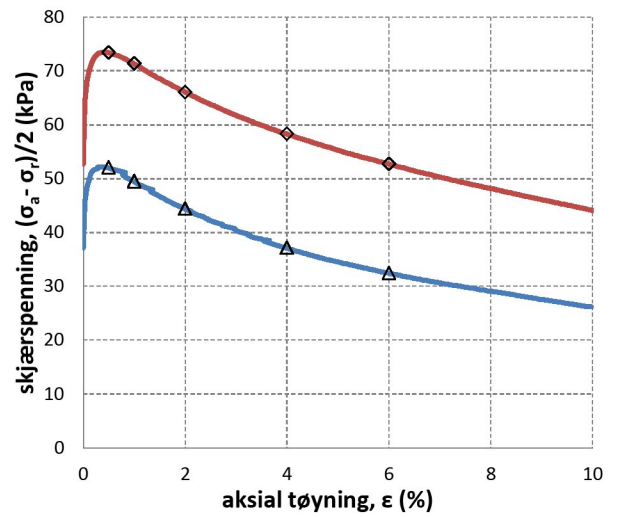
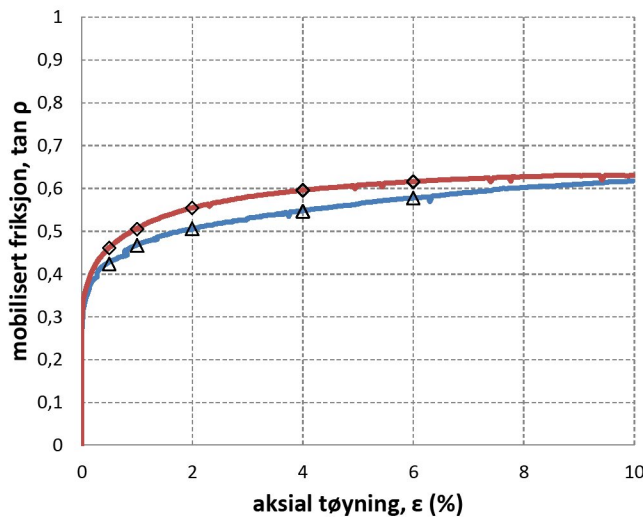
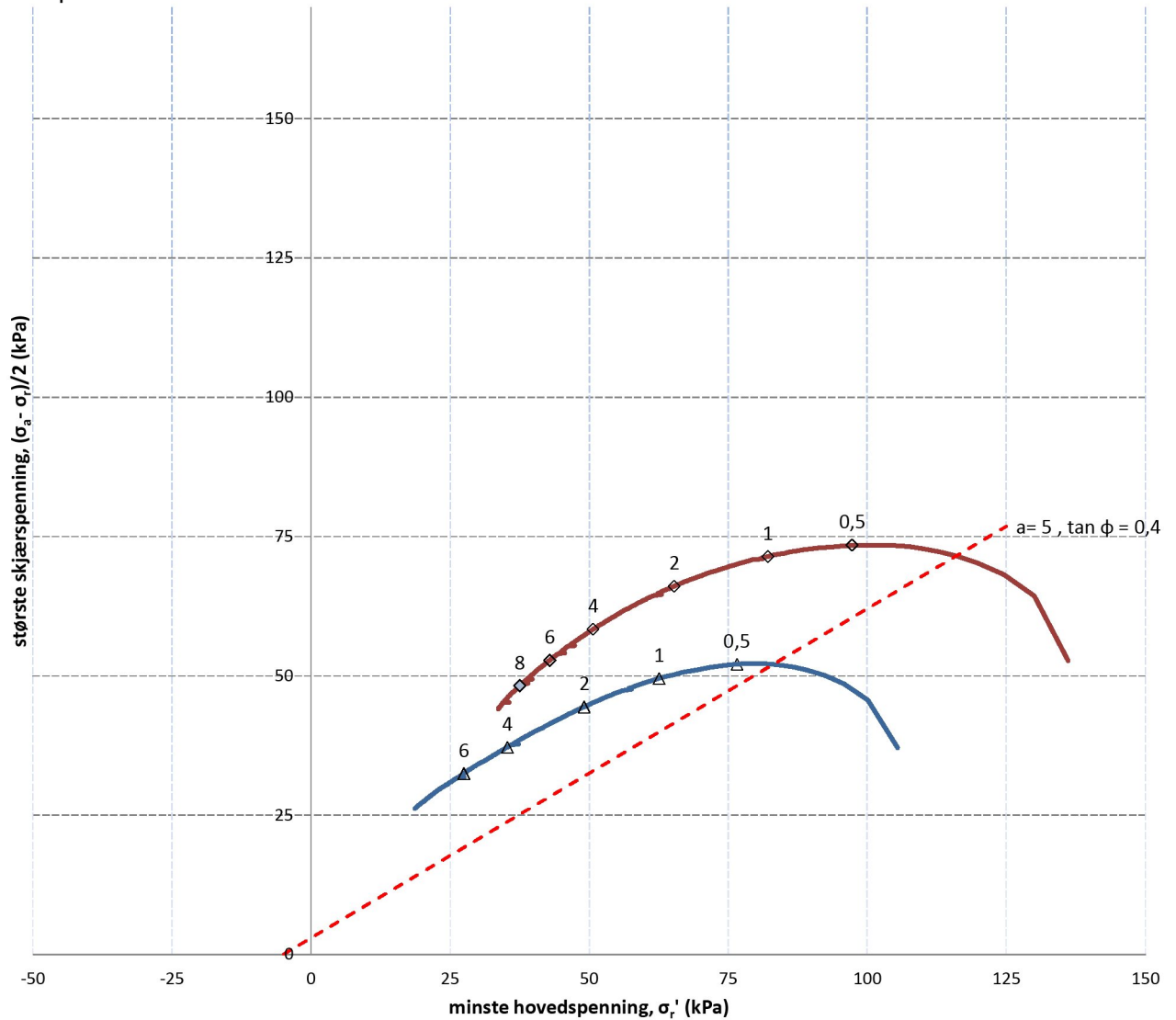


Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					26
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EHU	RHR	EHU	NA	
Regneark utviklet av Statens vegvesen	Dato sondering	Revisjon	0	Vedlegg	
	21.01.2020	Rev. dato	19.02.2021	8-4	



Prosjekt		Prosjektnummer: 1350037896 Rapportnummer: G-rap-001		Borpunkt	Kote +135,5
Torgård områdestabilitet – Beregningsgrunnlag					26
Innhold				Sondenummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				4352	
	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	EHU	RHR	EHU	NA	
	Regneark utviklet av	Dato sondering	Revisjon	Vedlegg	
	Statens vegvesen	21.01.2020	0 Rev. dato 19.02.2021	8-5	

NTNU-plott



— prøve 1, a = 5 — prøve 2, a = 5

PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	4	03	12,30m	CAUA	43,4	7,6	0,138	171	174	105	Kvikkleire
2	◇	4	03	12,20m	CAUA	42,5	10,8	0,199	170	228	136	Kvikkleire



Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag

Trondheim kommune

TOLKNING TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.
EHU/RHR

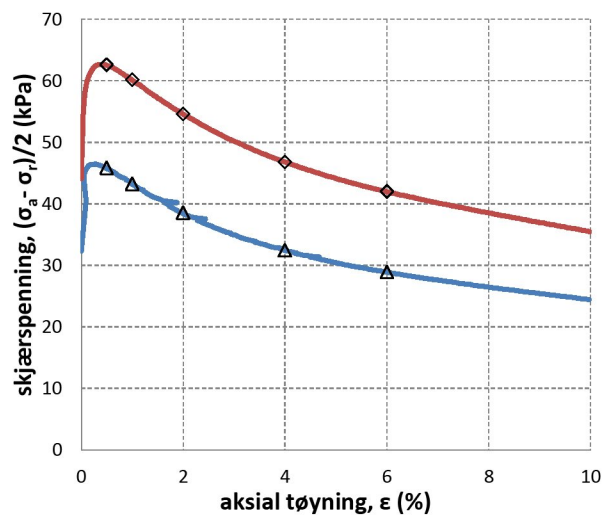
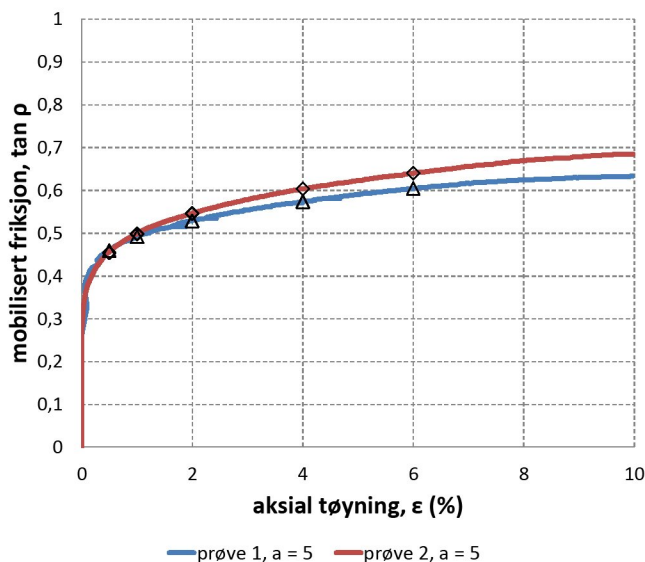
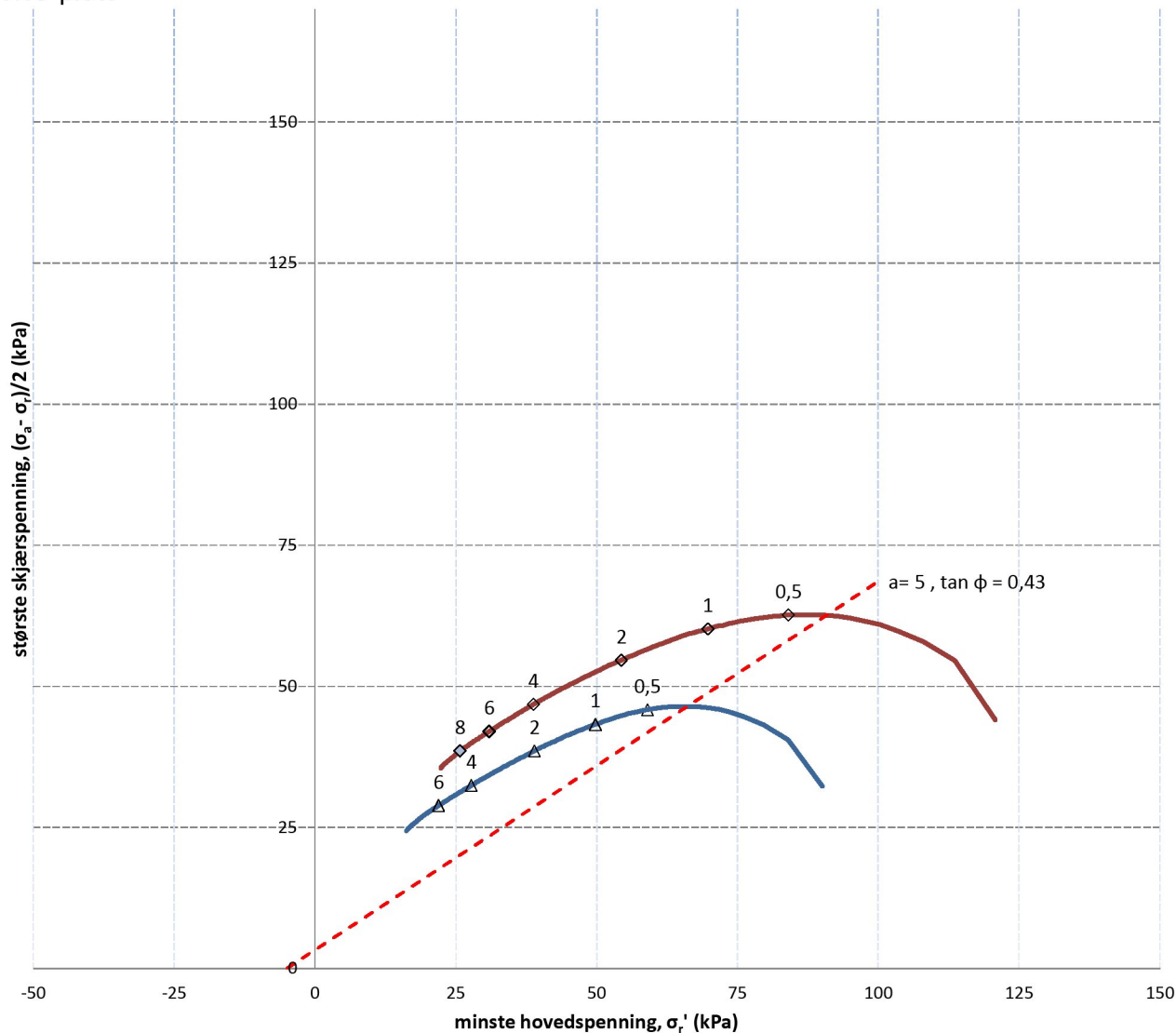
Dato forsøk
31.01.2020

Tegn. Dato
19.02.2021

Oppdrag
1350037896

Vedlegg
9

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	11	15	11,30m	CAUA	38,9	5,7	0,108	152	151	90	Kvikkleire
2	◇	11	15	11,40m	CAUA	38,4	7,5	0,144	153	203	121	Kvikkleire



Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag

Trondheim kommune

TOLKNING TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.
EHU/RHR

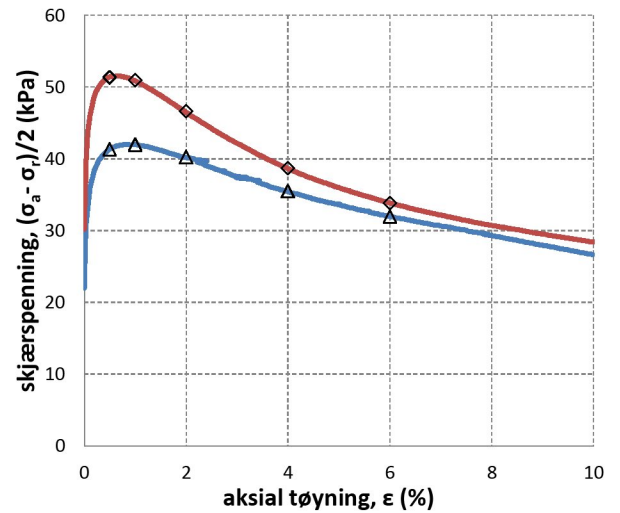
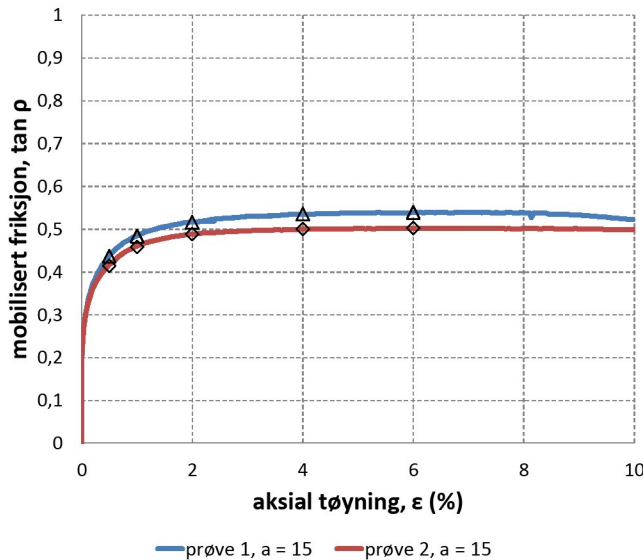
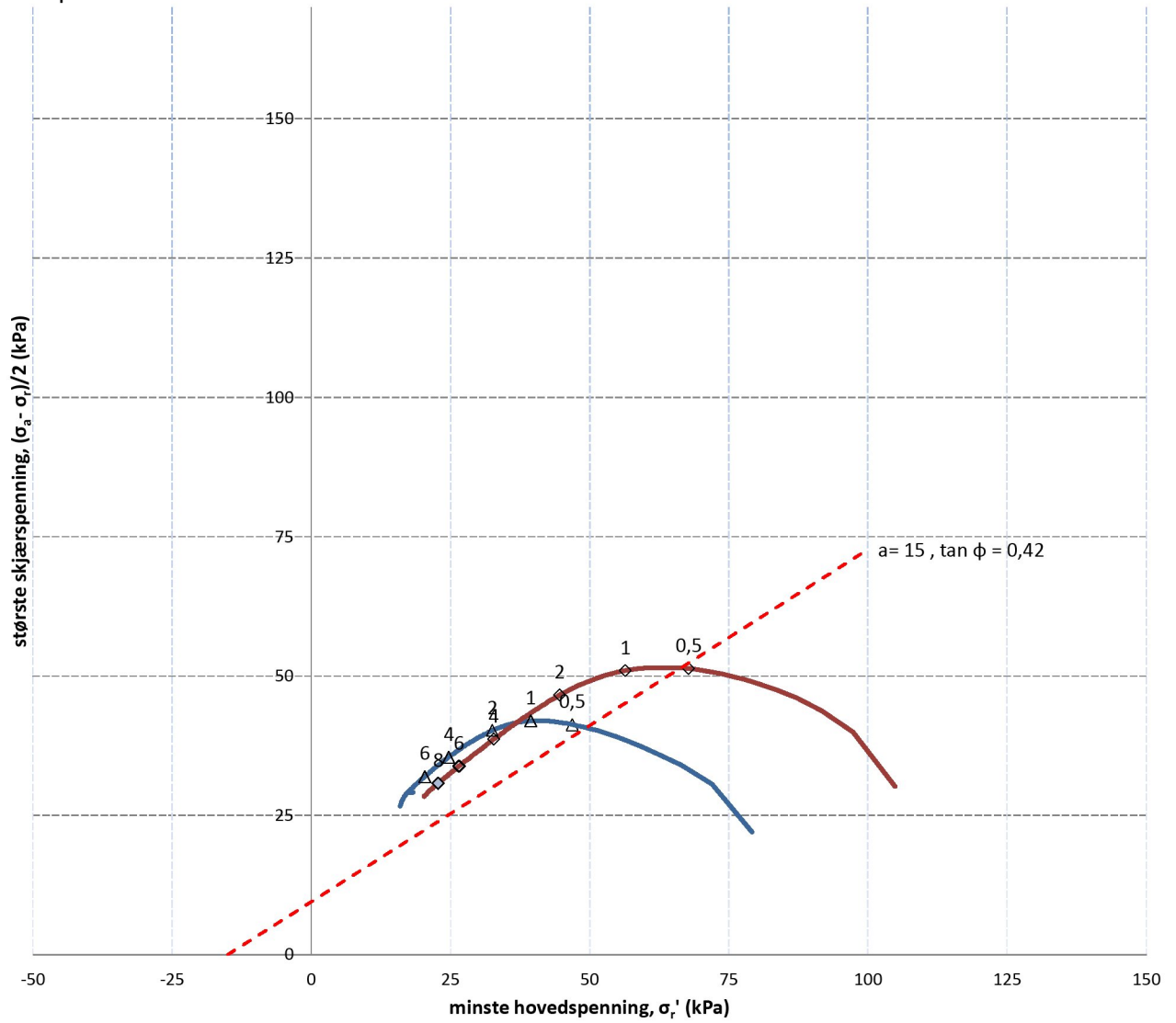
Dato forsøk
10.02.2020

Tegn. Dato
19.02.2021

Oppdrag
1350037896

Vedlegg
10

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	Δ	19	26	11,30m	CAUA	28,2	3,0	0,067	122	122	79	Kvikkleire, tynne siltlag
2	◇	19	26	11,50m	CAUA	34,6	3,8	0,077	124	163	105	Kvikkleire, tynne siltlag



Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag

Trondheim kommune

TOLKNING TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.
EHU/RHR

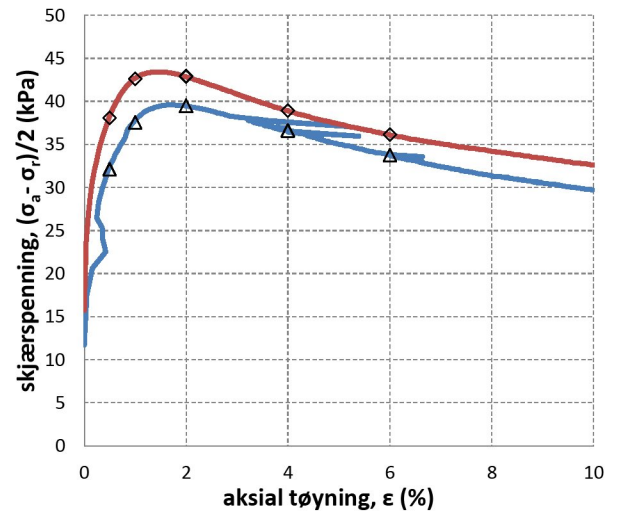
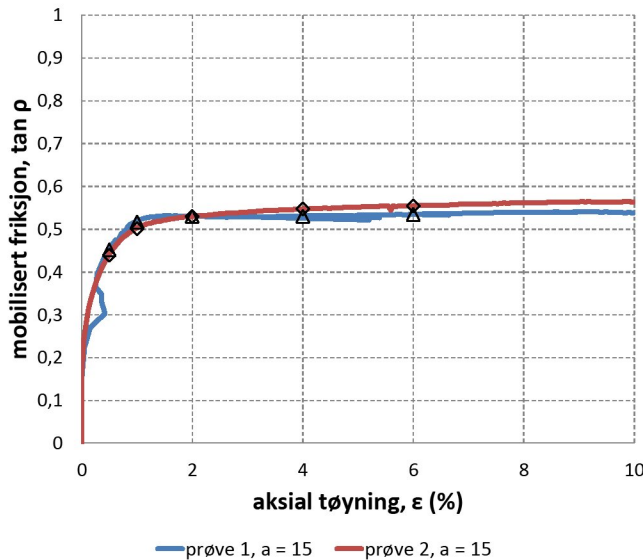
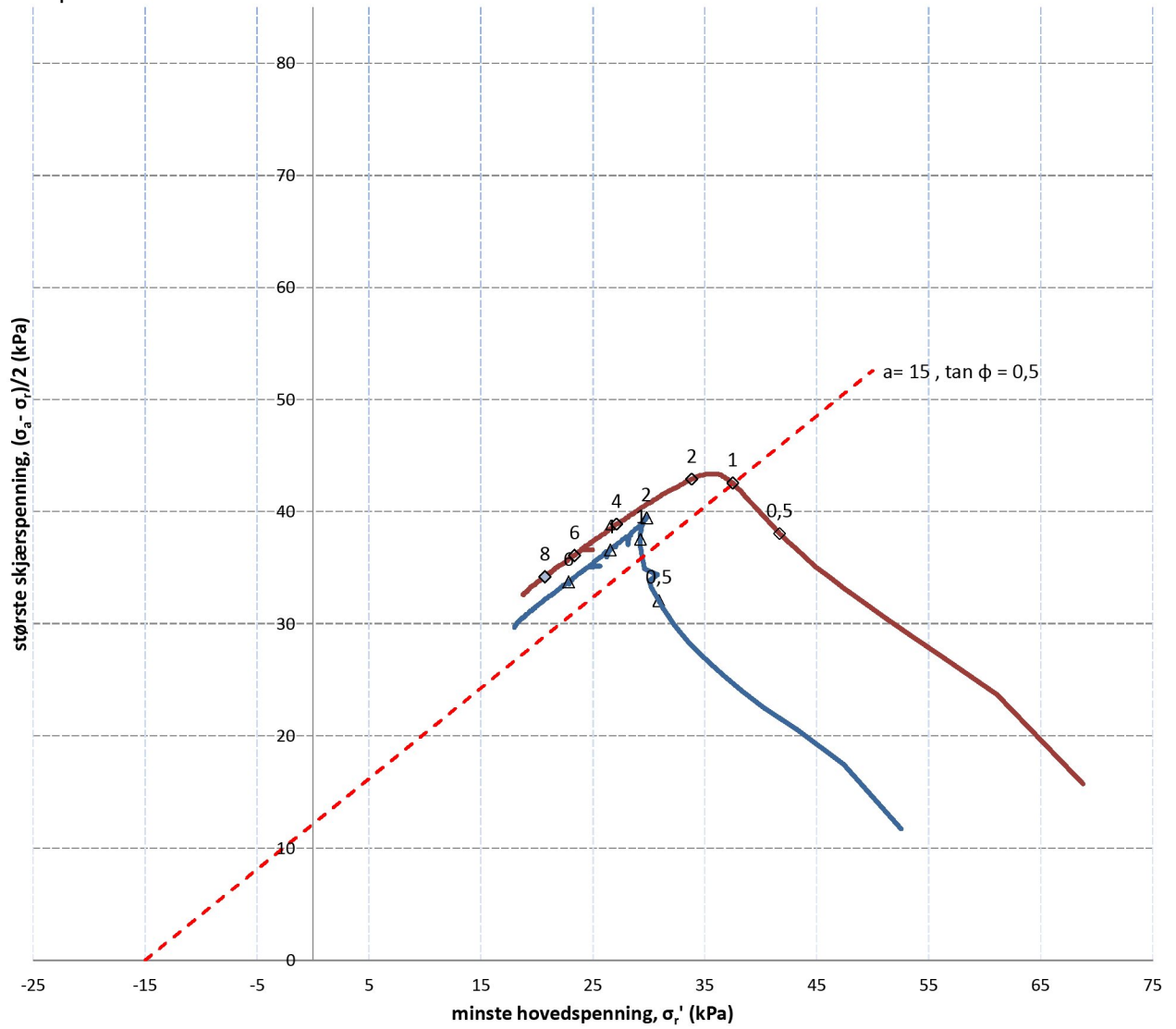
Dato forsøk
12.02.2020

Tegn. Dato
19.02.2021

Oppdrag
1350037896

Vedlegg
11

NTNU-plott



PRØVE	SYMBOL	PUNKT	LAB	DYBDE	TYPE	w(vekt%)	dV (%)	de/e ₀	Konsolideringsspenninger			KOMMENTAR
									p ₀ ' (kPa)	p _a ' (kPa)	p _r ' (kPa)	
1	△	25	31	8,40m	CAUA	33,2	1,5	0,030	76	76	52	Leire, tynne siltlag
2	◊	25	31	8,50m	CAUA	32,6	1,7	0,034	77	100	69	Leire, tynne siltlag



Torgård områdestabilitet - Beregningsgrunnlag

Trondheim kommune

TOLKNING TREAKSIALFORSØK

Tegn./kontr.
EHU/RHR

Dato forsøk
14.02.2020

Tegn. Dato
19.02.2021

Oppdrag
1350037896

Vedlegg
12

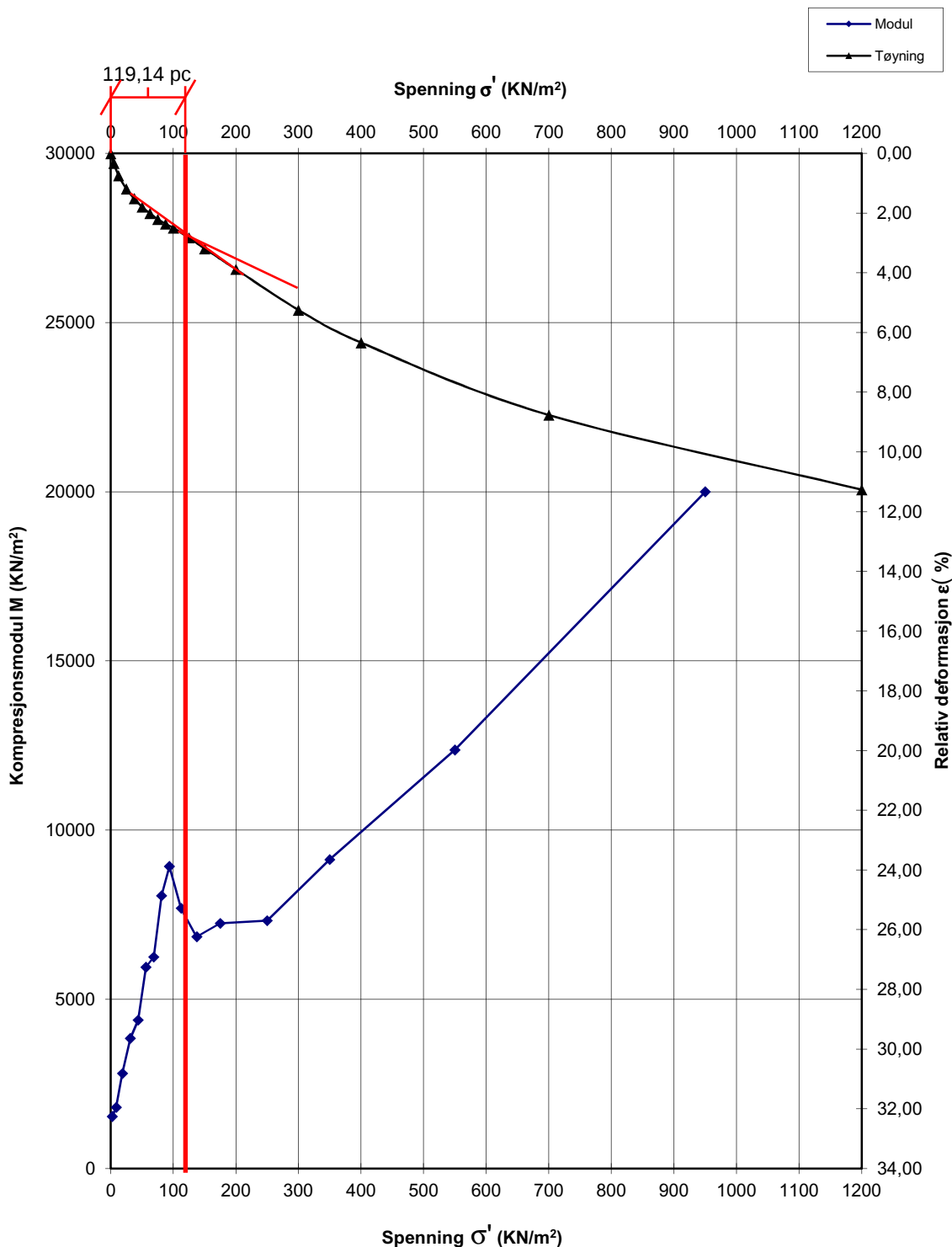


TRONDHEIM KOMMUNE
 Kommunalteknikk
GEOTEKNISK FAGGRUPPE

Ødometerforsøk

Prosj. :	R1762 Torgård		
Boring	4	Dato :	07.01.2020
Operatør	8da	Tegn. Nr.	81

ØDOMETERFORSØK



Lab. Nr.	Hull Nr.	Dybde	P_0'	P_c'	OCR	Jordart	Anm.
01	4	3,32m				LEIRE siltig	



TRONDHEIM KOMMUNE

Kommunalteknikk

GEOTEKNISK FAGGRUPPE

Ødometerforsøk

Prosj. :

R1762 Torgård

Boring

4

Dato :

14.01.2020

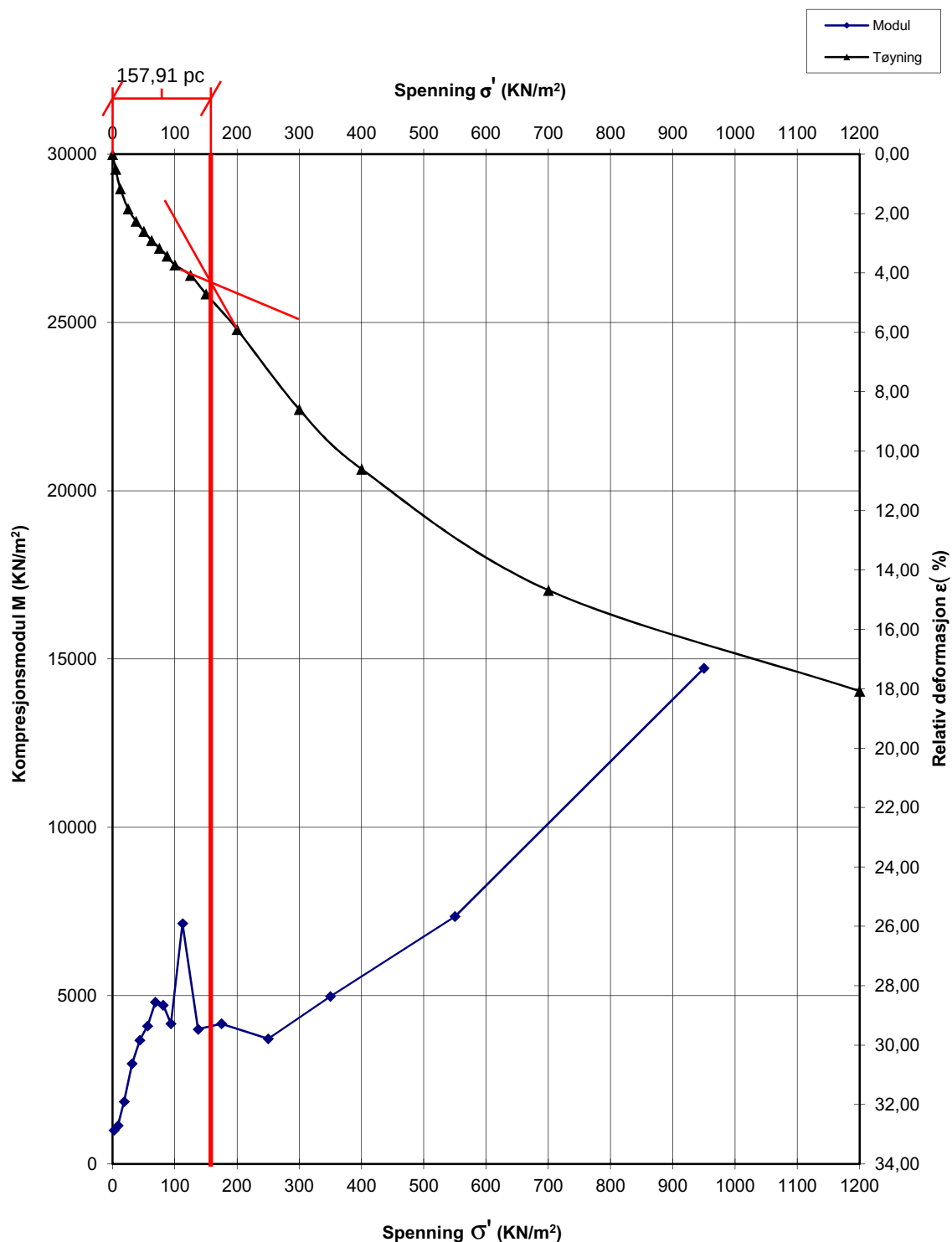
Operatør

8da

Tegn. Nr.

82

ØDOMETERFORSØK



Lab. Nr.:

02

Hull Nr.:

4

Dybde

7,32m

 P_0' P_c'

OCR

Jordart

LEIRE siltig

Anm.



TRONDHEIM KOMMUNE

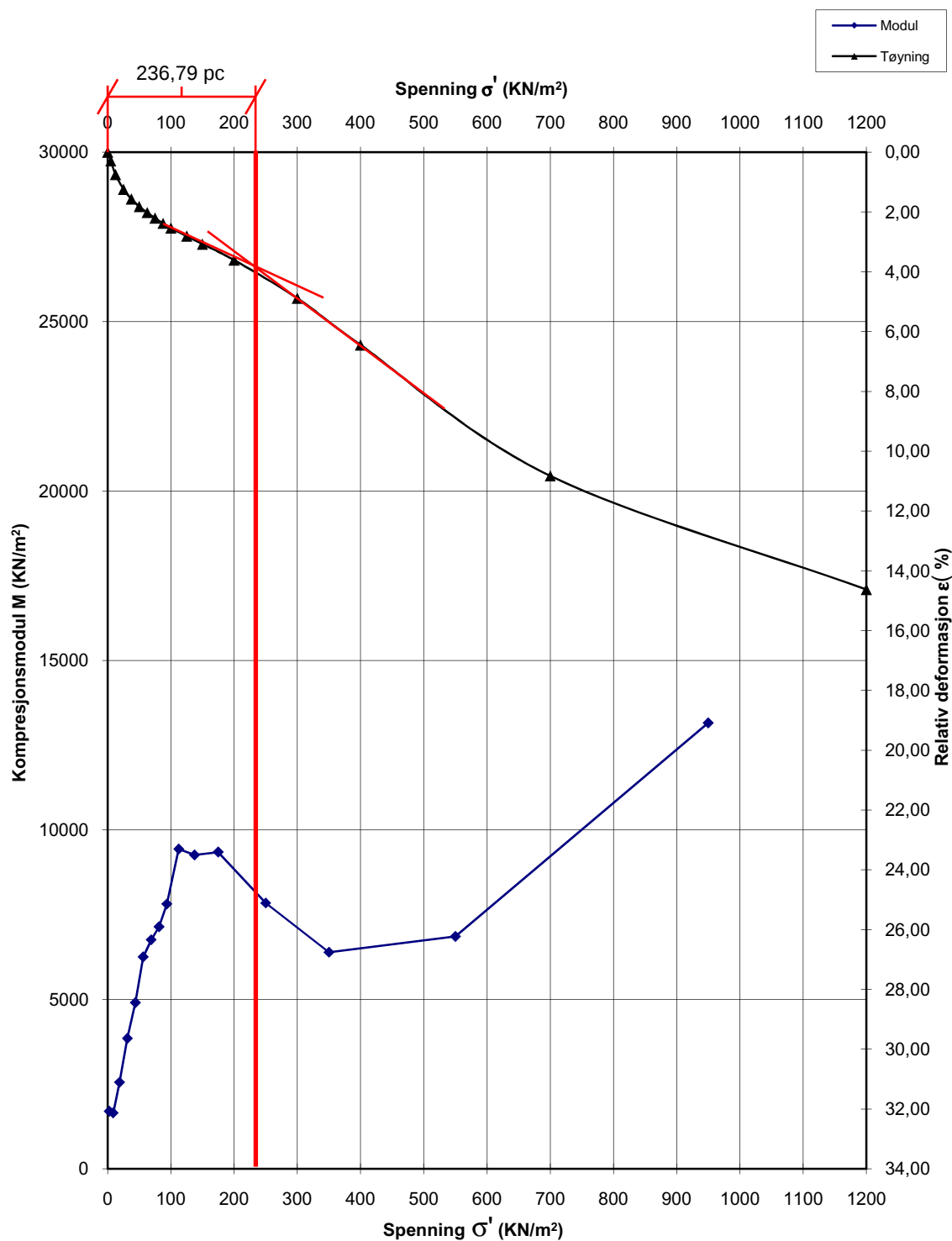
Kommunalteknikk

GEOTEKNISK FAGGRUPPE

Ødometerforsøk

Proj. :	R1762 Torgård		
Boring	5	Dato :	18.02.2020
Operatør	8da	Tegn. Nr.	83

ØDOMETERFORSØK



Lab. Nr.	Hull Nr.	Dybde	P_0'	P_c'	OCR	Jordart	Anm.
10	5	5,36m				LEIRE siltig	

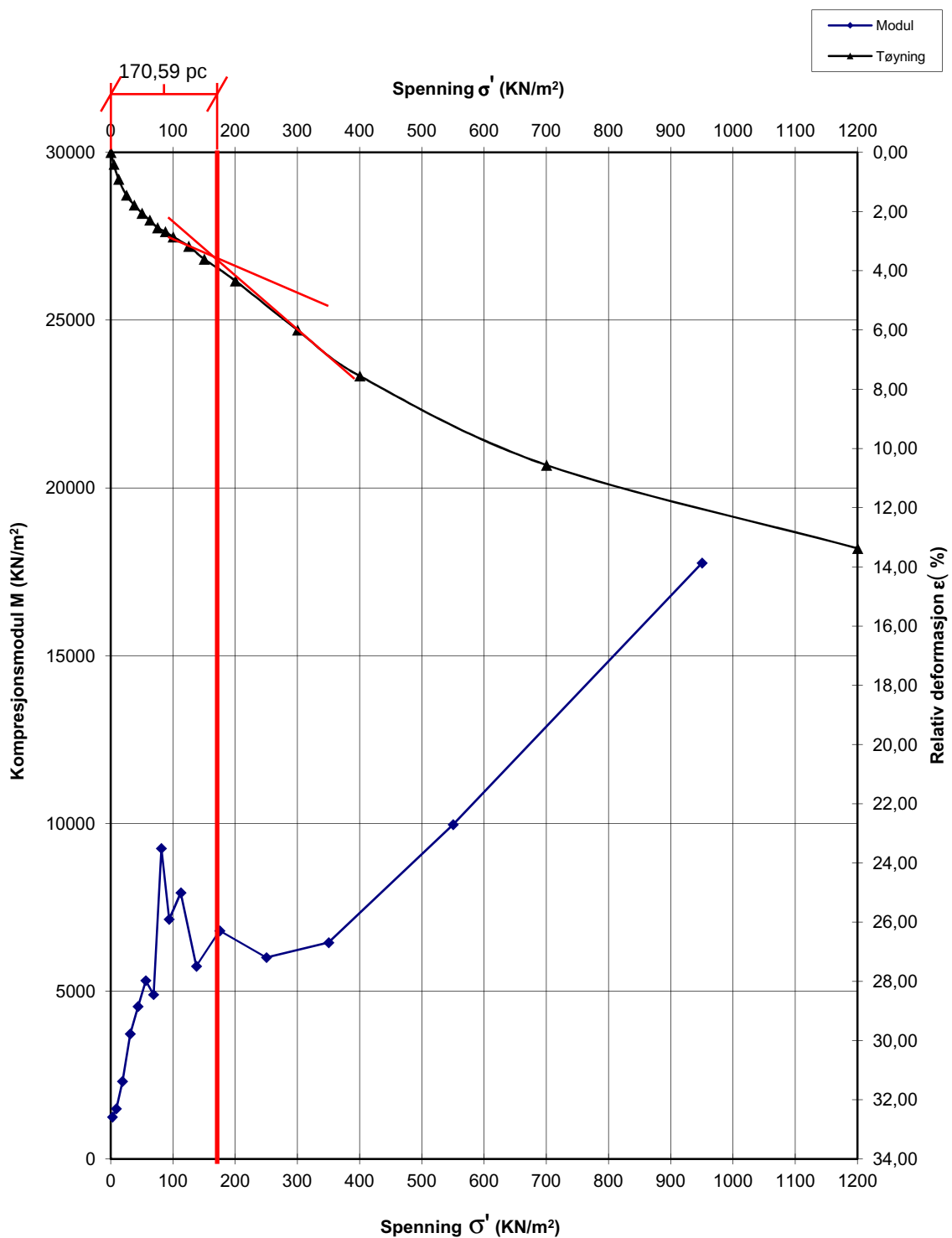


TRONDHEIM KOMMUNE
Kommunalteknikk
GEOTEKNISK FAGGRUPPE

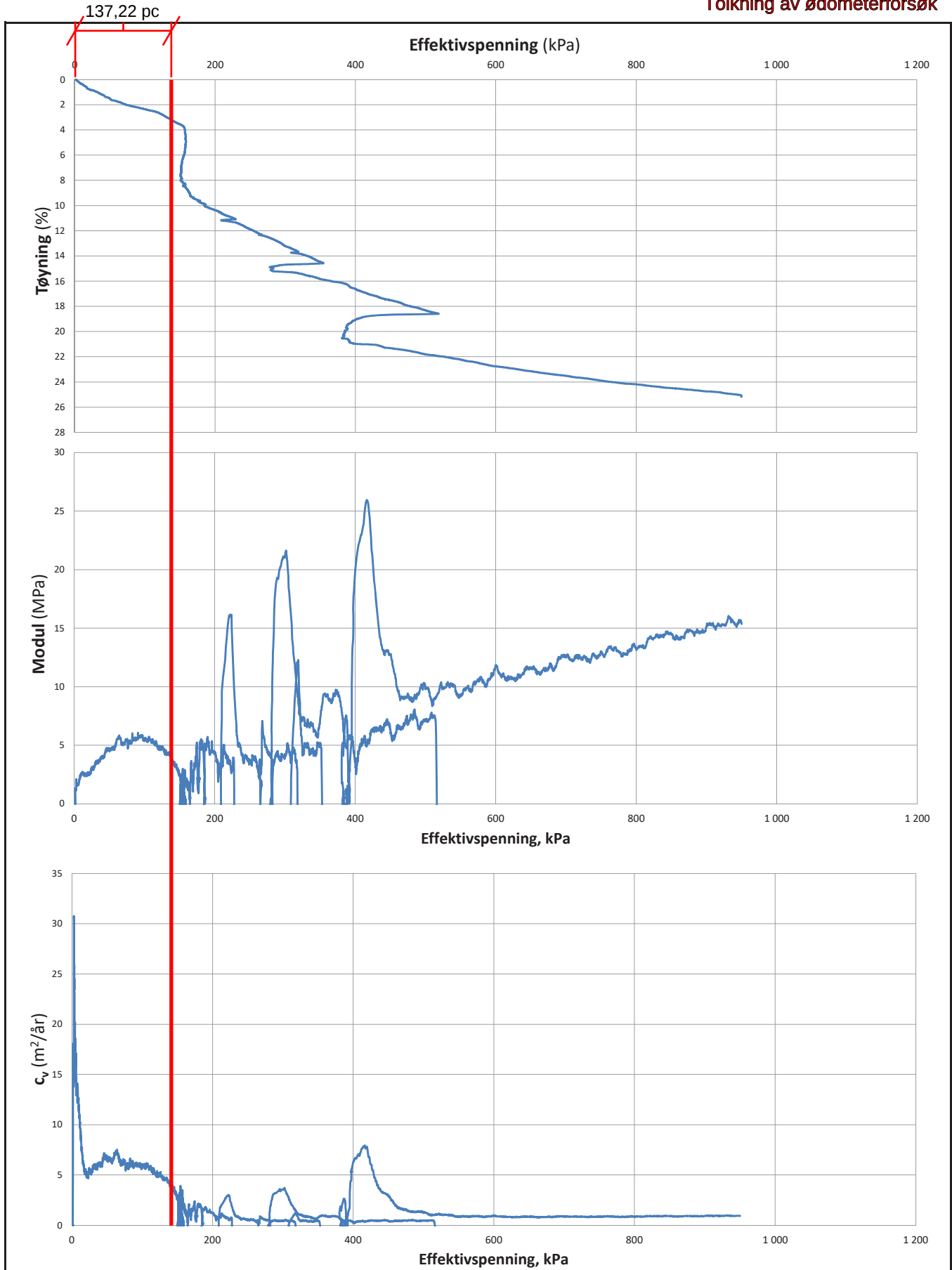
Ødometerforsøk

Proj. :	R1762 Torgård		
Boring	12	Dato :	04.03.2020
Operatør	8da	Tegn. Nr.	84

ØDOMETERFORSØK



Lab. Nr.	Hull Nr.	Dybde	P_0'	P_c'	OCR	Jordart	Anm.
19	12	8,32m				KVIKKLEIRE	



PUNKT	LAB	DYBDE	KOMMENTAR
19	25	7,30m	Kvikkleire



Torgård	Tegn./kontr. VRD/EHU	Oppdrag 1350037896
Trondheim kommune	Forsøk dato 10.03.2020	Rapport TRK R1762
ØDOMETERFORSØK	Tegn. Dato 27.02.2019	Tegn. Nr. 085



TRONDHEIM KOMMUNE

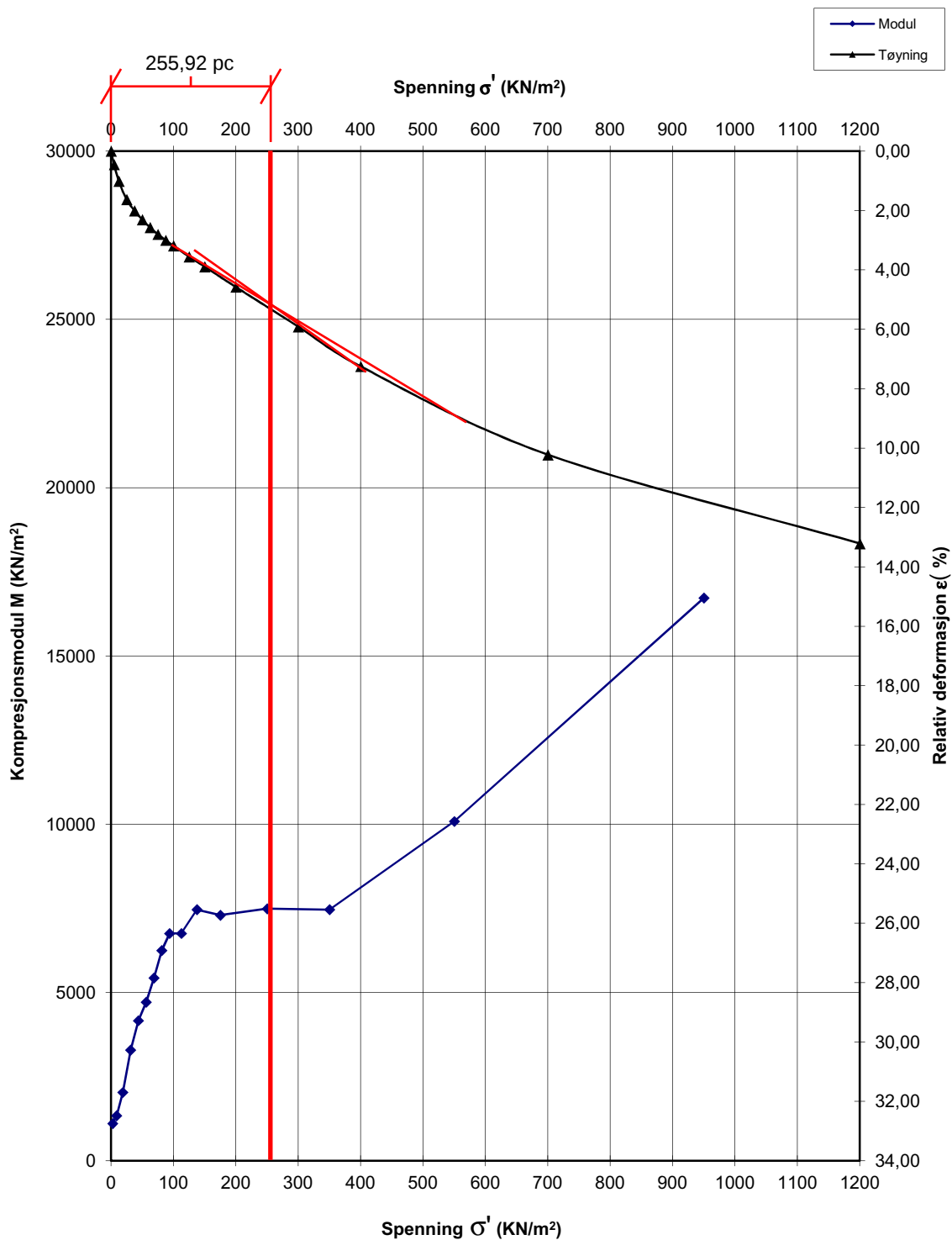
Kommunalteknikk

GEOTEKNISK FAGGRUPPE

Ødometerforsøk

Proj. :	R1762 Torgård		
Boring	25	Dato :	10.03.2020
Operatør	8da	Tegn. Nr.	86

ØDOMETERFORSØK



Lab. Nr.	Hull Nr.	Dybde	P_0'	P_c'	OCR	Jordart	Anm.
30	25	4,32m				LEIRE siltig	