







NOTAT

OPPDRAAG	Fv. 363 Bamble kirke – Grindbakken, G/S-veg	DOKUMENTKODE	20118-RIG-NOT-03
EMNE	Geoteknisk vurdering av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Asplan Viak	OPPDRAAGSLEDER	Rezhin Rauf
KONTAKTPERSON	Kristine Engell	SAKSBEH	Anniken Wall Asgrimur Björnsson
KOPI		ANSVARLIG ENHET	GEOFAG

Innhold

1	Innledning – sak	3
2	Vårt grunnlagsmateriale i saken	3
3	Topografi.....	4
4	Grunnforhold	4
4.1	Fra kvartærgeologisk kart	4
4.2	Faresone for kvikkleire.....	5
4.3	Fra de utførte grunnundersøkelsene innenfor planområdet.....	6
4.4	Grunnvann/poretrykksforhold.....	6
5	Prosjekteringsforutsetninger geoteknikk.....	6
6	Aktsomhetsområder for områdeskred (NVE 1/2019 punkt 1-4)	7
7	Videre utredning av aktsomhetsområder.....	8
7.1	Delstrekning 1 – Profil 0-190.....	8
7.2	Delstrekning 1 – Profil 190-300.....	8
7.3	Delstrekning 1 – Profil 300-650.....	8
7.4	Delstrekning 1 – Profil 700-900.....	8
7.5	Delstrekning 1 – Profil 1200-1450.....	9
7.6	Delstrekning 2 – Profil 0-200.....	9
7.7	Delstrekning 2 – Profil 2350-2440.....	9
7.8	Konklusjon aktsomhetsområder	9
8	Faresone ved kritisk parti: delstrekning 1 – profil 190-300 (NVE 1/2019 punkt 1-10).....	10
8.1	Generelt	10

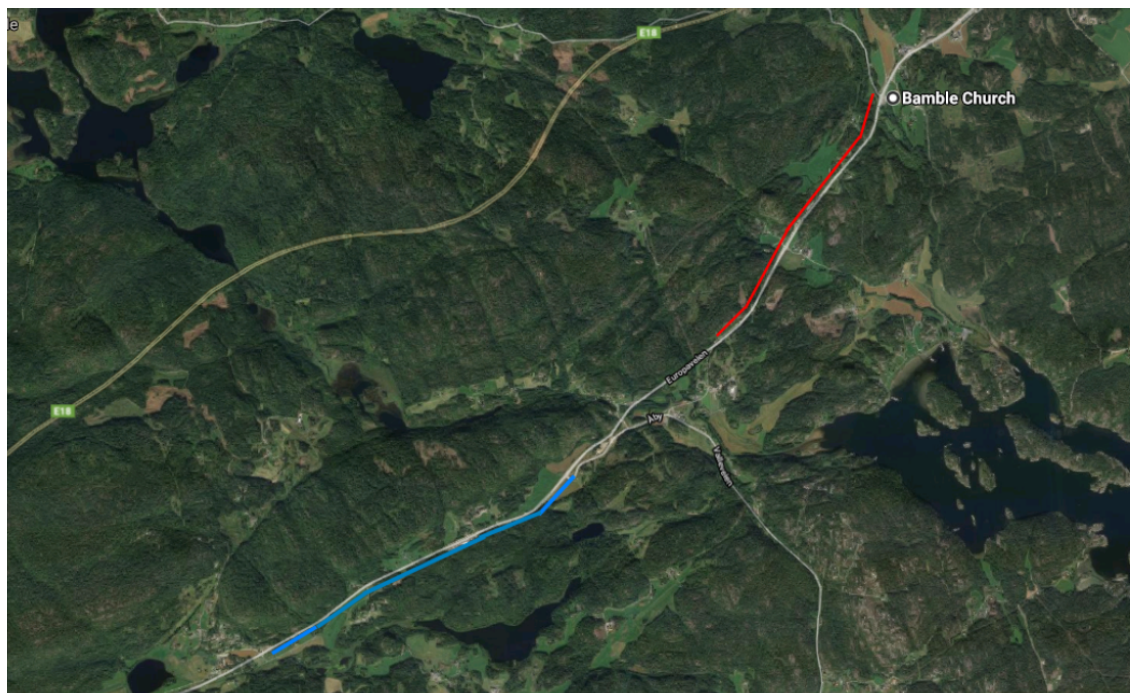
3.0	08.12.2021	Revidert kap. 8.2.1-8.2.4, 8.9 og 9-12 samt mindre endringer i kap. 8.5 og 8.8	Anniken Wall		
2.0	02.11.2021	Revidert etter supplerende grunnundersøkelser	Anniken Wall		
			Asgrimur Björnsson Anniken Wall		
1.0	13.07.2021		AB/AW	RR	RR
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

8.2	Vurdering av skredmekanismer, avgrensning av løsne- og utløpsområder og utbredelse av eventuelt skred	10
8.2.1	Sannsynlig skredmekanisme	10
8.2.2	Løsneområde	11
8.2.3	Utløpsområde	11
8.2.4	Utbredelse av et eventuelt skred rundt tiltaket.....	11
8.3	Vurdering av kritiske snitt og influensområde	13
8.4	Tidligere skred i området	14
8.5	Befaring og vurdering av erosjonsforhold.....	15
8.6	Supplerende grunnundersøkelser utført september 2021	16
8.7	Geotekniske styrkeparametere/laginndeling	17
8.7.1	Skjærfasthet	17
8.7.2	Effektivspenningsparametere	18
8.7.3	Grunnvannsstand/poretrykksforhold	18
8.7.4	Anisotropiforhold.....	18
8.8	Faresoneevaluering og sikkerhetskrav.....	19
8.9	Stabilitetsberegninger og resultater	20
9	Anbefalte tiltak for å sikre lokal- og områdestabilitet	22
10	Vurdering av behov for supplerende grunnundersøkelser i neste fase.....	22
11	Oppsummering utredning av aktsomhetsområder og faresoner	23
12	Konklusjon/Anbefalinger	24
13	Vedlegg	24
14	Referanser.....	25

1 Innledning – sak

Terraplan AS er engasjert av Asplan Viak via avrop på rammeavtale med Vestfold og Telemark fylkeskommune via prosjektleder Kristine Engell. Den geotekniske bistanden omfatter detaljregulering av G/S-veg-strekninger langs med Fv363 mellom Bamble Kirke og Grindbakken. Strekningen kan deles opp i 2 delstrekninger ca. 2 x 1,8 km lange: mellom Bamble kirke og Åby på nordside av eksisterende Fv363 markert med rød linje (Delstrekning 1). Mellom Åby og Grindbakken (delstrekning 2) ved sørsiden av Fv363 markert med blå linje på følgende figur:



Figur 1: Delstrekning Bamble Kirke-Åby vist med rød linje og delstrekning.

Terraplan AS har utført geotekniske vurderinger langs begge delstrekningene og vurdert behov for grunnundersøkelser. Første runde med grunnundersøkelser er utført av Statens Vegvesen i mars 2021, det henvises til utarbeidet geoteknisk datarapport 20118-RIG-RAP-01 utarbeidet av Terraplan [ref. /1/]. Det har videre blitt utført supplerende geotekniske grunnundersøkelser av Statens vegvesen i perioden 08.-15.09.2021. De supplerende grunnundersøkelsene rapporteres i revidert datarapport.

Det er videre utført geotekniske vurderinger med fokus på utfyllingsutslag, setnings – og generelle stabilitetsforhold og forslag til veioverbygning, samt fastsettelse av geotekniske parametere presentert i notat 20118-NOT-02 [ref. /2/].

Foreliggende notat omhandler vurderinger av områdestabiliteten langs begge delstrekningene, med hovedfokus på mest kritiske parti mellom profil 190-300 på delstrekning 1. Notatet er revidert etter tredjepartskontroll utført av NGI og etter utførelse av supplerende grunnundersøkelser i det kritiske området. Områdestabilitetsvurderingene er utført iht. NVEs sine retningslinjer og veileder: «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [ref. /3/] datert desember 2020.

2 Vårt grunnlagsmateriale i saken

Vi har følgende grunnlagsmateriale i denne saken pr dags dato:

- Grunnboringsrapport Terraplan AS 20118-RIG-RAP-01 langs G/S vei [ref. /1/].
- Geoteknisk prosjekteringsnotat, Geotekniske vurderinger 20118-RIG-NOT-02 [ref. /2/].
- Lengdesnitt vei og kulvert Bamble utarbeidet av Asplan Viak mottatt 06.07.2021

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

- NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» datert desember 2020 [ref. /3/]
- Kvartærgeologisk kart, kvikkleirekart og skredhendelseskart
- Hd954A del 1, Statens vegvesen Telemark. E18 Rugtvedt-Dørdal Grunnforhold. 27.9.1993.
- Hd1105A datarapport utarbeidet av Statens Vegvesen

3 Topografi

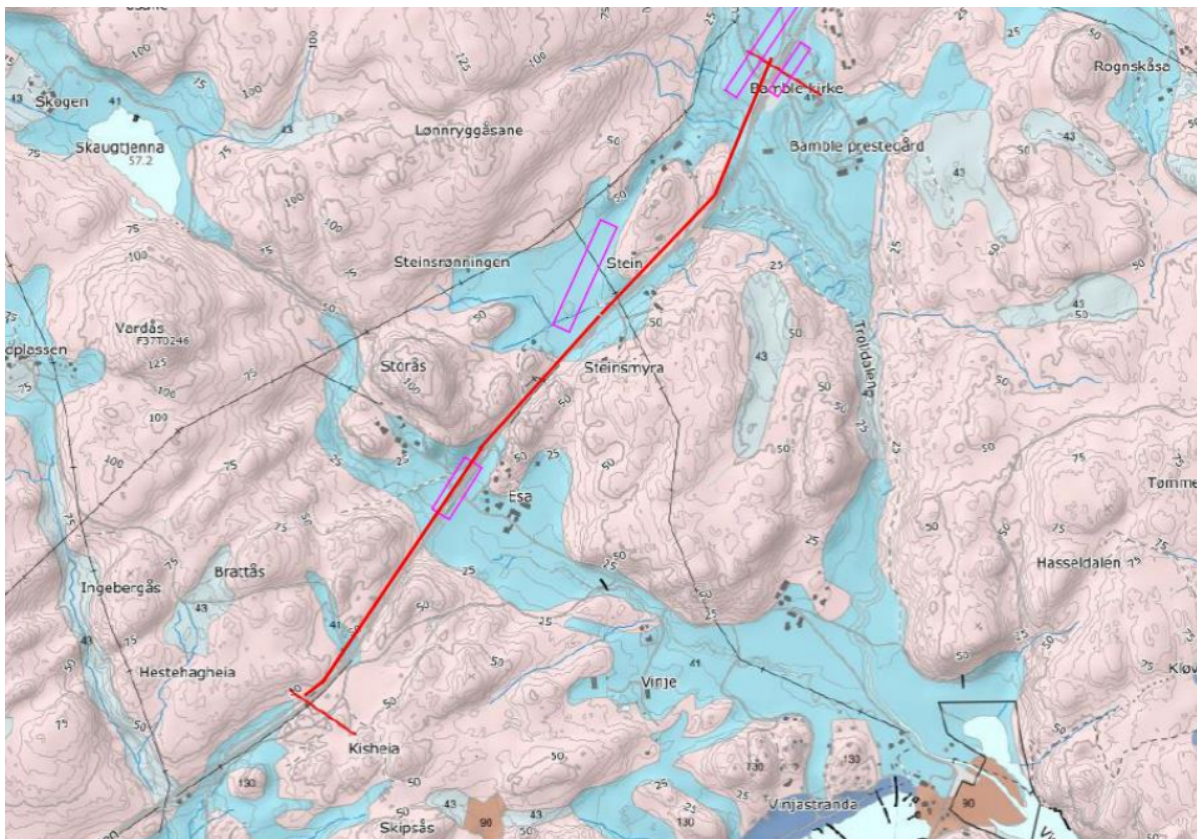
Det henvises til notat 20118-RIG-NOT-02 [ref. /2/] for beskrivelse av topografi og grunnforhold langs alle strekningene.

I det mest kritiske partiet mellom profil 0-300 på delstrekning 1 er det bratte ravedaler på begge sider av tiltaket. Fylkesveien ligger på ca. kote 17-19 på denne strekningen, med ravinebunn på ca. kote 10-11 på det laveste.

4 Grunnforhold

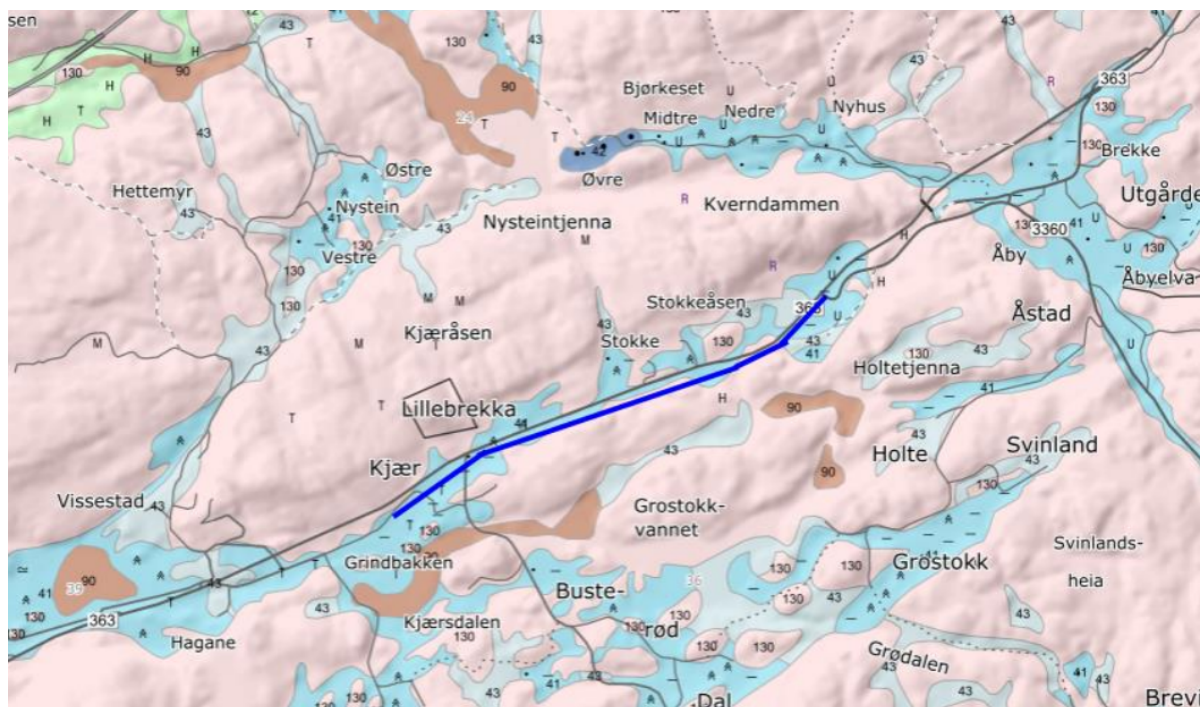
4.1 Fra kvartærgeologisk kart

Iht. NGU løsmassekart vil grunnforholdene variere langs med den planlagte G/S veg. Noen steder kan det være mektige løsmasser bestående av leirige masser (blå) og noen steder kan det være berg i dagen/korte dybder til berg (rosa). Se følgende utsnitt fra NGU løsmassekart:



Figur 2 Utsnitt NGU løsmassekart delstrekning 1: Bamble kirke – Åby markert med rød linje.

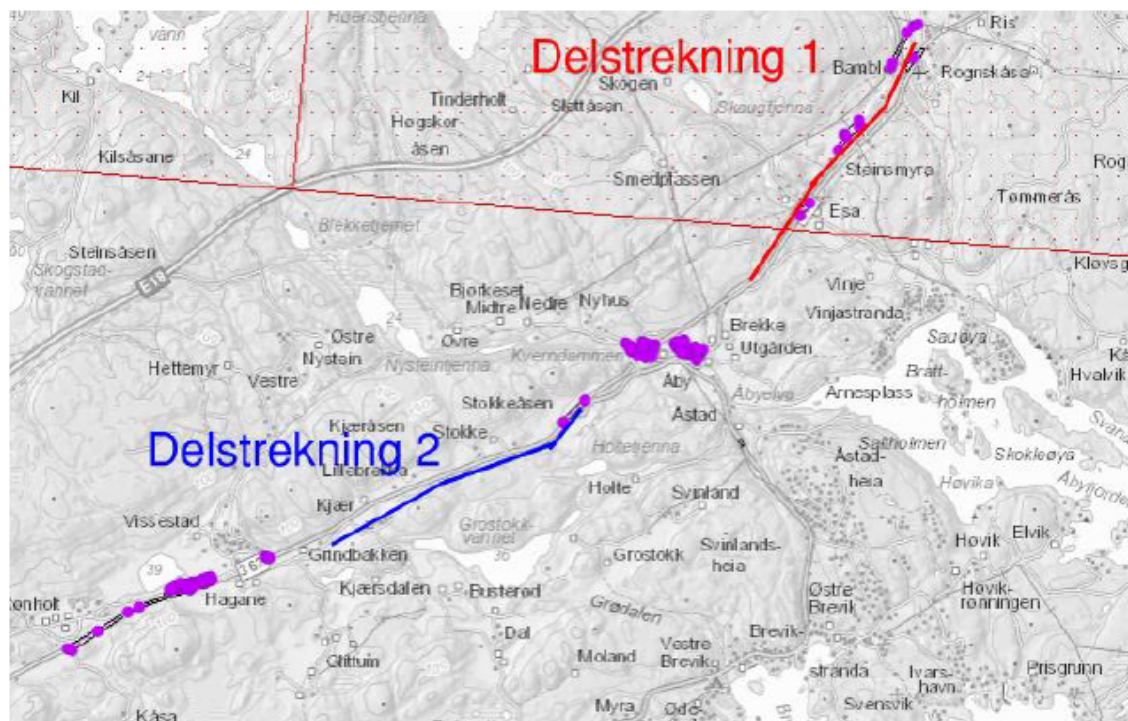
Geoteknisk vurdering av områdestabilitet



Figur 3 Utsnitt NGU løsmassekart delstrekning 2: Åby – Grindbakken markert med blå linje.

4.2 Faresone for kvikkleire

Planområdet ligger ifølge NVEs kartverk ikke innenfor noen kjent kvikkleiresone, men det finnes registrerte kvikkleirepunkter fra Statens vegvesen langs strekningene.



Figur 4: Utsnitt kvikkleirekart hvor delstrekning 1 er markert med rød linje og delstrekning 2 med blå linje.

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

4.3 Fra de utførte grunnundersøkelsene innenfor planområdet

Grunnforholdene varierer langs delstrekningene iht. utførte grunnundersøkelser og observasjoner i felt. Det henvises til geoteknisk datarapport [ref. /1/] og teknisk notat [ref. /2/] for detaljer.

4.4 Grunnvann/poretrykksforhold

Det er installert 3 stk. elektriske poretrykksmålere på strekningen, i borhull 3, 10 og 20. De har logget hver 6. time fra de ble installert, og data ble hentet ut 31.08.2021. Resultatene er presentert i revidert datarapport /1/.

5 Prosjekteringsforutsetninger geoteknikk

Geotekniske prosjekteringsforutsetninger er gitt i notat 20118-RIG-NOT-02 [ref. /2/].

6 Aktsomhetsområder for områdeskred (NVE 1/2019 punkt 1-4)

Etter en gjennomgang av terrengforholdene langs de to delstrekningene kan store deler av strekningene utelukkes som aktsomhetsområder for områdeskred basert på terrengkriteriet i NVE 1/2019. Tabell 1 og tabell 2 oppsummerer identifiserte aktsomhetsområder og vurdert tiltakskategori. Det henvises til notat -02 [ref. /2/] for utdypende begrunnelse av terrengforholdene.

Tabell 1 Delstrekning 1 – Identifisering av aktsomhetsområder

Profilnummer	Aktsomhetsområde basert på terrengkriteriet?	Tiltakskategori
0-190	Ja	K2
190-300	Ja	K4
300-650	Ja	K2
650-700	Nei	-
700-900	Ja	K2
900-1200	Nei	-
1200-1450	Ja	K2
1450-1900	Nei	-

Tabell 2 Delstrekning 2 – Identifisering av aktsomhetsområder

Profilnummer	Aktsomhetsområde basert på terrengkriteriet?	Tiltakskategori
0-200	Ja	K2
200-1000	Nei	-
1000-1900	Nei	-
1900-2350	Nei	-
2350-2440	Ja	K2

7 Videre utredning av aktsomhetsområder

7.1 Delstrekning 1 – Profil 0-190

Prosjektert G/S-veg langs Fv363 blir liggende på en liten fylling ca. 0,5-1,0 m høy frem til profil 190. Tiltaket plasseres i tiltakskategori K2. Krav til områdestabilitet er i henhold til NVE, ingen forverring. Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.

Tiltaket vurderes å være av så begrenset omfang at det ikke vil forverre områdestabiliteten.

7.2 Delstrekning 1 – Profil 190-300

G/S-vegen er planlagt med fylling på inntil 5,5 m holdt tilbake av en ca. 6 m høy støttemur.

Ny kulvert under vei er planlagt dypere enn dagens, og tiltaket medfører dermed graving i foten av skråning i område med påvist kvikkleire.

Tiltaket er vurdert plassert i tiltakskategori K4 på grunn av omfattende inngrep i eks. fylkesvei i form av oppgraving av veioverbygging og fjerning av eks. gangkulvert og overvannskulvert samt for etablering av ny kulvert.

Krav til områdestabilitet er i henhold til NVE sin veileder:

For tiltak som forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_c \Phi \geq 1,25$ hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Tiltaket, slik som opprinnelig planlagt, medfører en forverring av stabiliteten fra dagens situasjon. Stabilitetsvurderinger og full faresoneutredning har blitt utført, ref. kapittel 8.

7.3 Delstrekning 1 – Profil 300-650

Prosjektert G/S-veg mellom profil 300 og 650 blir liggende i fjellskjæring eller på en liten fylling ca. 0,5-1 m høy. Planlagt tiltak på strekningen medfører sprengningsarbeider, der utsprengt materiale teoretisk sett kan skape rystelser som medfører poretrykksoppbygging og fare for områdeskred. Nærmere vurderinger i samarbeid med ingeniørgeologer tilsier at det er svært liten sannsynlighet for at blokker fra sprengning i dette området kan treffe området med kvikkleire pga. avstanden.

Tiltaket plasseres i hht. NVE sin veileder i tiltakskategori K2 der kravet til områdestabilitet er ikke forverring. Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.

Det vurderes at kravet om «ikke forverring» oppnås så lenge kravet til rystelser for sprengning nær kvikkleireforekomster overholdes, ref. notat -02 [ref. /2/].

7.4 Delstrekning 1 – Profil 700-900

Terrenget på østsiden av denne strekningen tilsier at området øst for eksisterende vei er et potensielt løснеområde. GS-vegen skal bygges på motsatt side, men ligger innenfor et potensielt utløpsområde for skred.

Tiltaket plasseres iht. NVE sin veileder i tiltakskategori K2 der kravet til områdestabilitet er ikke forverring. Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.

Prosjektert GS-veg blir liggende i løsmasseskjæring på denne strekningen. Da tiltaket ligger utenfor influensområdet til det potensielle løснеområdet på motsatt side (2 x skråningshøyden) vurderes tiltaket ikke å ha innvirkning på områdestabiliteten, og kravet til sikkerhet er oppfylt.

7.5 Delstrekning 1 – Profil 1200-1450

Prosjektet G/S-veg mellom profil 1200-1450 blir på en fylling av inntil 2 m mektighet.

Terrenget på vestsiden av denne strekningen tilsier at området vest for eksisterende vei er et potensielt løsneområde. GS-vegen blir dermed liggende innenfor et potensielt utløpsområde for skred, men også i et potensielt løsneområde i en veldig begrenset del der den nye fyllingen kommer på toppen av skråningen ned mot bekken ca. ved profil 1360-1370.

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K2. Krav til områdestabilitet er i henhold til NVE, ingen forverring. Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.

Tiltaket vurderes ikke å forverre områdestabiliteten forutsatt at det masseutskiftes med lette masser slik at det kompenseres for vekten av den nye fyllingen. Løsningen må detaljprosjekteres.

7.6 Delstrekning 2 – Profil 0-200

Prosjektet G/S-veg mellom profil 0-200 blir på en fylling på inntil 2 m mektighet.

Tiltaket plasseres i tiltakskategori K2. Krav til områdestabilitet er i henhold til NVE, ingen forverring. Det er ikke krav til soneutredning eller erosjonssikring.

Terrenghelningen nord for tiltaket er ca. 1:12 mot en bekk som går parallelt med veien.

Langs veien har terrenget en jevn stigning. Stigningen er på ca. 1:22. Det er mindre enn 5 m høydeforskjell fra GS-vegen til bekken.

GS-vegen ligger i et potensielt utløpsområde for et eventuelt skred fra høyereliggende terreng. Tiltaket vurderes ikke å påvirke områdestabiliteten, og kravet til sikkerhet er dermed tilfredsstillt.

7.7 Delstrekning 2 – Profil 2350-2440

Mottatte planer viser at det mellom profil 2350 og 2440 er planer om en inntil 5 m høy fylling ut mot bekken i sør.

Utførte grunnundersøkelser viser at det stort sett er friksjonsmasser i området, men et lag med mulig sensitive masser i 1-2 m mektighet under et 1 m tykt tørrskorpelag.

Det vurderes at et eventuelt skred her vil være av begrenset størrelse. Det mulig sensitive laget ligger grunt i toppen av skråningen. Det er ukjent hvordan grunnforholdene er i bekkeløpet.

Det er vurdert at dette bløte laget vil fjernes under planlagt GS-veg, og masseutskiftes ned til det fastere laget. Dette er antagelig gjort under veien, hvor det også er grunt til fjell.

Det vil dermed graves i toppen av skråningen, og den nye fyllingen vil ikke belaste de mulig sensitive massene.

Det vurderes dermed at planlagte tiltak ikke vil påvirke områdestabiliteten, forutsatt at det masseutskiftes ned til friksjonslag. Løsningen må detaljprosjekteres.

7.8 Konklusjon aktsomhetsområder

For de fleste av de identifiserte aktsomhetsområdene kan utredningen avsluttes på bakgrunn av at tiltaket er plassert i tiltakskategori K2, der kravet til sikkerhet er ivaretatt hvis tiltaket ikke forverrer områdestabiliteten. Dette er tilfellet for samtlige K2-tiltak i prosjektet. For K4-tiltaket (Profil 190-300 Delstrekning 1) er videre utredning av faresone for kvikkleireskred utført i påfølgende kapittel.

I N200 /5/ står det i kapittel «1.1.4.3.2 Leveranse i reguleringsplan» at «Skredfare og kvikkleire (sprøbruddmateriale) kartlegges og utredes iht. NVE veileder 1/2019». Det står videre at «eventuelle fareområder (for eksempel kvikkleiresoner) avmerkes i plankartet som hensynssoner med tilhørende planbestemmelser.» I dette prosjektet er det utredet én faresone for kvik

kleireskred. For øvrige aktsomhetsområder er det ikke utført en full faresoneutredning fordi det ikke stilles krav om dette i NVE-veileder 1/2019 for tiltakskategori K0-K2. Dette utelukker ikke at det finnes andre faresoner innenfor planområdet, men regelverket stiller ikke krav om utredning av disse. Stabilitet må alltid vurderes i forbindelse med tiltak, også ved mellomlagring av masser og andre midlertidige tiltak i anleggsfasen som ikke er vurdert i detalj på foreliggende plannivå.

Faresonen (kvikkleiresonen) utredet i kap. 8 blir avmerket på plankartet som en hensynssone med tilhørende planbestemmelser.

8 Faresone ved kritisk parti: delstrekning 1 – profil 190-300 (NVE 1/2019 punkt 1-10)

8.1 Generelt

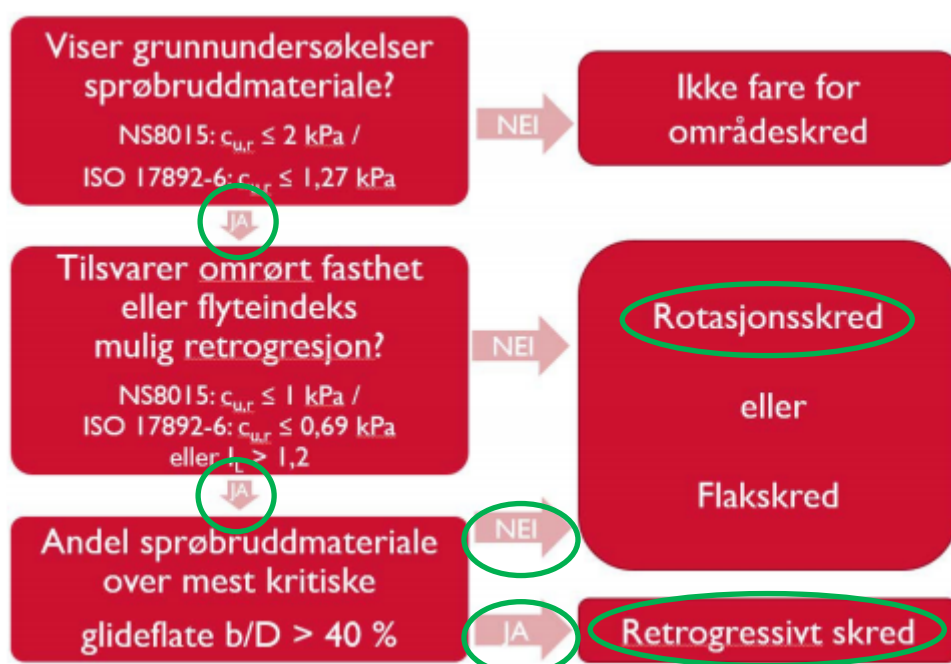
Mest kritiske parti vurderes som mellom profil 190-300 på delstrekning 1, hvor ny kulvert planlegges etablert under veien og det blir en stor fylling for ny GS-veg. Her har det blitt avgrenset en faresone for kvikkleireskred og stabilitetsberegninger i kritiske snitt har blitt utført. Resten av notatet omhandler dette partiet og denne faresonen.

Faresonen er avgrenset på borplan i vedlegg 1.

8.2 Vurdering av skredmekanismer, avgrensning av løsne- og utløpsområder og utbredelse av eventuelt skred

8.2.1 Sannsynlig skredmekanisme

Aktuelle skredmekanismer i sprøbruddmateriale er bl.a. avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte fasthet. Følgende flytskjema fra kap. 4.5 i NVE-veileder 1/2019 benyttes i vurderingen:



Figur 5 Flytskjema for vurdering av skredmekanisme. Se forklaring i teksten under.

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

Omrørt skjærfasthet på opptatte prøver fra kvikkleirelaget er målt mellom 0,1-0,4 iht. ISO 17892-6. Andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate i snitt F og G varierer fra 25% til 83% (se tegning -505 og -507 i vedlegg 3). Her er 1:15-linjen tegnet fra $0,25 \cdot H$ under ravinebunnen iht. NGI-metoden, ref. /3/. Basert på andelen kvikkleire over 1:15-linjen er både rotasjonsskred og retrogressivt skred aktuelle skredmekanismer. Rotasjonsskred er aktuell skredmekanisme direkte rundt tiltaket, hvor vi har grunnundersøkelser som dokumenterer kvikkleirens beliggenhet. I omkringliggende raviner kan vi ikke utelukke retrogressivt skred da vi ikke har tilstrekkelig med grunnundersøkelser for å vurdere kvikkleirens beliggenhet i skråningene.

Flaskred utelukkes basert på at flaskred kan forekomme når det er svake lag parallelt med terreng, terrenget er gjerne jevnt hellende og skredmassene kan gli ut i åpent terreng.

8.2.2 Løsneområde

Rotasjonsskred har erfaringsmessig en maksimal løsnedistanse på $L=5xH$ og retrogressive skred $L=15xH$. I det aktuelle området er den maksimale skråningshøyden $H=11$ m. Det er ikke identifisert andre skråninger i området som er høyere, og $L=55$ m og $L=165$ m er begge brukt videre i avgrensningen av et konservativt løsneområde, jf. Vedlegg 1.

I tillegg til den teoretiske løsnedistansen er bergblotninger og skråningshøyde < 5 m benyttet i avgrensningen av faresonen. Faresonen er mot sør avgrenset der skråningshøyden er ca. 5 m. Mot nord er avgrensningen gjort basert på berg i dagen observert fra flyfoto/topografisk kart og mot E18 hvor det må ha blitt gjort en områdestabilitetsvurdering i forbindelse med utbygging.

8.2.3 Utløpsområde

Utløpsdistansen avhenger av skredmekanisme og terrengforholdene nedstrøms. For rotasjonsskred vil erfaringsmessig en stor del av skredmassene bli liggende igjen i skredgropen. For retrogressive skred i ravinelandskap hvor skredmassene får fritt utløp vurderes utløpsdistansen som $L_u=Lx3$, altså $L_u=165 \text{ m} \times 3 = 495 \text{ m}$ i dette tilfellet.

Det meste av utløpsområdet vil være innenfor det opptegnede løsneområdet. Skredmassene vil bevege seg nedstrøms i ravedalene. Det er et teoretisk utløpsområde lengst sør i faresonen. Dette er ikke tegnet opp da dette er svært langt unna tiltaksområdet og langt utenfor området identifisert som område som kan påvirke tiltaket. Det er usikkerheter knyttet til grunnforhold og eventuell skredmekanisme i den sørligste ravinen og det er dermed vurdert som lite hensiktsmessig å tegne dette utløpsområdet. Vurderingene må tas videre i eventuelt rassikringsprosjekt/revurdering av faresonen.

8.2.4 Utbredelse av et eventuelt skred rundt tiltaket

Det vurderes at et eventuelt skred sannsynligvis vil utløses av naturlige årsaker som erosjon i bekken eller menneskelige aktiviteter som oppfyllinger/deponering av masser på toppen av skråningene og/eller gravearbeider i ravinebunnen. Utbredelsen av et skred sideveis styres av terrengformasjonene (skråningshøyde, -helling, svingende daler) og grunnforholdene (sensitivitet, berg i dagen, endret lagdeling etc.).

I dette ravinelandskapet, hvor det antagelig er store mektigheter med kvikkleire i alle skråninger, vurderes det at utbredelsen sideveis i første rekke vil begrenses av endrede retninger i ravedalene. Utstikkende tunger vil sannsynligvis skli ut først, og skredet vil stoppe der skråningen blir mer innspent. Konservativt kan utbredelsen sideveis avgrensnes med den samme distansen som den bakovergripende løsnedistansen, $L=165$ m. Mens tiltaket også kan rammes av skredmasser fra skred som utløses 495 m oppstrøms for tiltaket (utløpsdistansen).

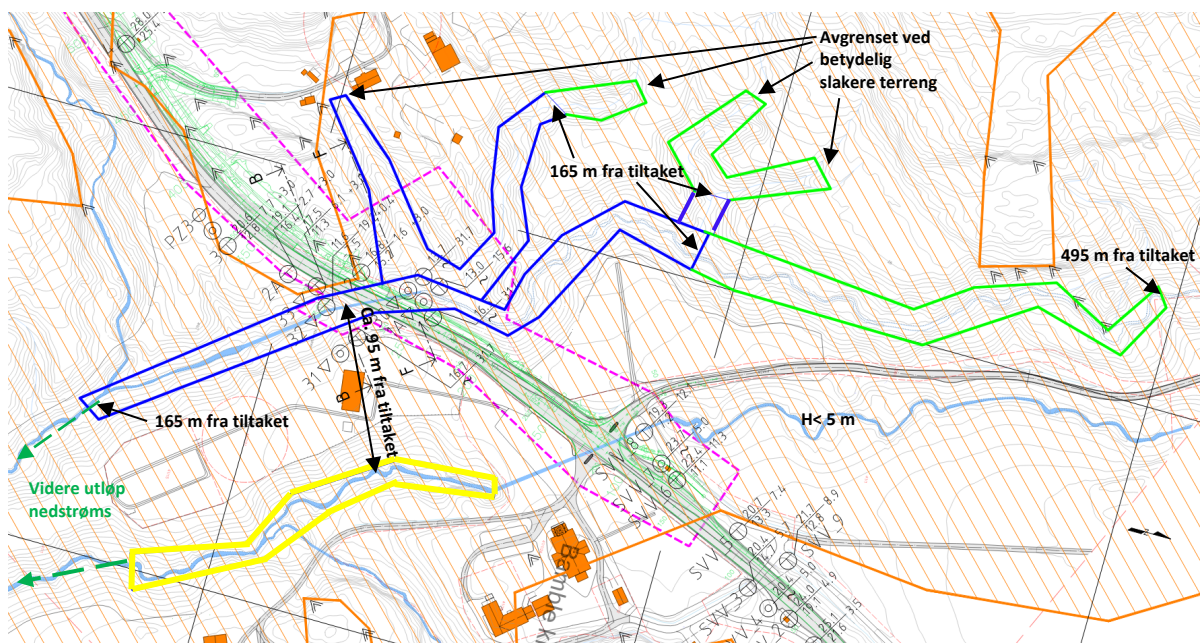
Figur 6 viser i hvilke raviner det kan utløses et initialskred som kan ramme tiltaksområdet; enten i form av at tiltaket ligger innenfor løsneområdet eller utløpsområdet for et skred:

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

- Blå polygoner i figuren under markerer områder hvor et eventuelt initialscred innenfor disse områdene kan utvikle seg videre til tiltaket, slik at tiltaksområdet inngår i et retrogressivt skred. Disse områdene er tegnet i en avstand på $L=165$ m ut fra tiltaket.
- Grønne polygoner markerer områder hvor et eventuelt initialscred medfører at skredmassene teoretisk sett kan ramme tiltaket (tiltaket ligger i utløpsområdet for et retrogressivt skred). For ravinen i nordlig retning er grønt polygon tegnet opptil en avstand på 495 m fra tiltaket. Ellers er de tre andre ravinene nord for tiltaket avgrenset der skråningshøyden er betydelig lavere, og stabiliteten dermed er bedre.
- Gult polygon markerer område hvor tiltaket kan rammes av et eventuelt initialscred i denne ravinen, men ravinen ligger utenfor influensområdet til tiltaket, slik at kravet til sikkerhetsfaktor er $F_{cu} \geq 1,2$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Tiltaket ligger her mer enn $2 \cdot H = 22$ m fra skråningstoppen til ravinen i øst.

Det vurderes at skredmassene vil gå i ravedalene videre nedstrøms, og derfor er grønne polygoner kun tegnet på oppstrøms side av løsneområdene.

Figuren markerer også nødvendig utstrekning av stabiliserende tiltak som er videre diskutert i kap. 0.



Figur 6 Illustrerer hvilke raviner rundt tiltaksområdet hvor et eventuelt initialscred kan ramme tiltaket.

Blå polygoner markerer områder hvor et initialscred kan utløses og tiltaket ligger innenfor løsneområdet for et retrogressivt skred.

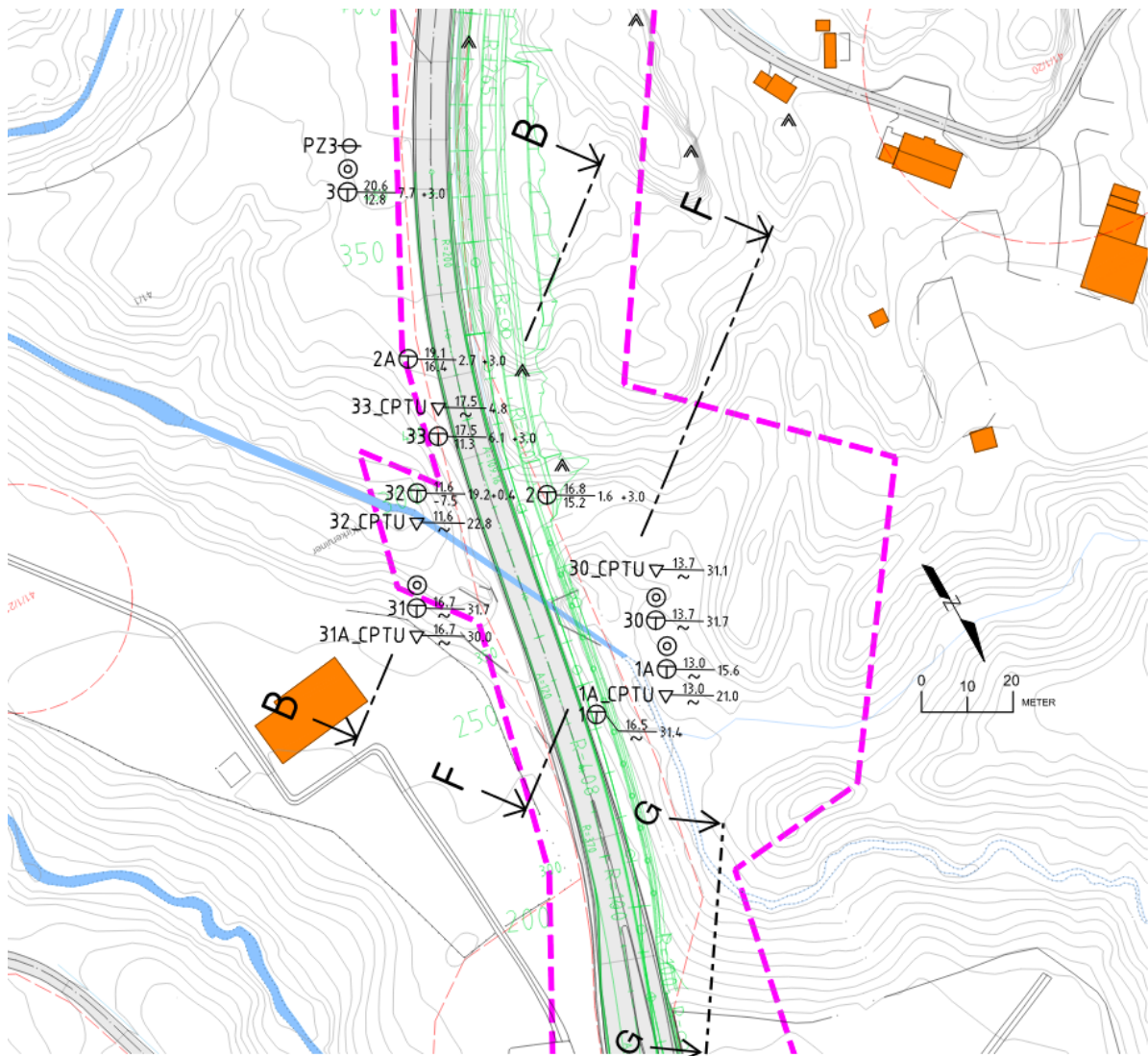
Grønne polygoner markerer hvor det kan utløses en initialscred og tiltaksområdet ligger innenfor utløpsområdet til disse skredmassene.

Gult polygon markerer område hvor tiltaket kan rammes av en initialscred i dette området, men denne ravinen ligger utenfor influensområdet til tiltaket.

8.3 Vurdering av kritiske snitt og influensområde

Det er identifisert tre kritiske snitt vist i Figur 7. Snitt F og G er kritiske for områdestabiliteten i dagens situasjon. Snitt B er vurdert med tanke på lokal stabilitet av det planlagte tiltaket. Ved snitt F planlegges det utfylling for ny GS-veg mot en mur som etableres, og noe graving ved ravinebunnen. Snitt G er ikke direkte påvirket av tiltaket.

Andre skråninger innenfor faresonen vurderes, på bakgrunn av terrengforholdene (skråningshelning og -høyde), som rimelig tilsvarende som snitt G. Andre raviner ligger utenfor influensområdet til tiltaket ($>2*H$). Kravet til sikkerhet for skråninger som ligger utenfor influensområdet til tiltaket er $F_{c\phi} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,2$. Selv om foreliggende stabilitetsberegninger ikke tilfredsstillende kravet til sikkerhet i dagens situasjon innenfor faresonen, vil sikkerheten for tiltaket bli ivaretatt ved stabiliserende tiltak.



Figur 7 Utsnitt fra borplan med beliggenhet av kritiske snitt.

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

8.4 Tidligere skred i området

I NVE Atlas er det oppgitt at det gikk et jordskred i 1934 ved Bamble Prestegård. Det er tegnet inn som to brune punkter på kartet (Figur 8), men begge omhandler det samme skredet med unøyaktig beliggenhet i kartet. Informasjonen som er gitt, er at det raset ut ca. 1000 m³ den 18. desember 1934 mellom prestegården og barnehjemmet. Skredet tok åker, skog etc., men ingen hus eller mennesker kom til skade.

To nyhetsartikler beskriver at det også har gått flere skred i nyere tid i området, ref. /9/, /10/. Begge omtaler flere skred i løpet av de siste ti årene.

Ref. /9/ omhandler kirkeruinen som får stadig flere sprekker. Ruinene har dype raviner på hver side, og ifølge artikkelen medfører erosjon at skråningskantene nærmer seg fra begge sider. I artikkelen fra 2011 står det: «For drøye ti år siden raste omkring tretti meter av kirkegårdsmuren ut og store masser forsvant...»

Ref. /10/ er en artikkel fra november 2014 som omhandler at det gikk et skred tett på Nensethveien like ved Bamble kirke. Det hadde vært store nedbørmengder i tiden før.

Vi kjenner ikke til nærmere beliggenhet av de aktuelle skredene.



Figur 8 Utsnitt fra NVE Atlas /8/ med skredhendelser (leirskred – brune punkter) nær Bamble kirke. Bamble kirke og Bamble prestegård er markert med rød-stiplede sirkler, og kirkeruinene og Nensethveien er markert med blå-stiplede polygoner.

8.5 Befaring og vurdering av erosjonsforhold

Terraplan befarte området 31.08.2021 og registrerte berg i dagen, leste av poretrykksmålerne, så etter tegn til erosjon i ravinedalene samt vurderte fremkommelighet for boreriggen for supplerende grunnundersøkelser i ravinedalen.

Registreringer av berg i dagen som ble utført er vist på revidert borplan, TEG-001 i datarapport, samt i vedlegg 1 i foreliggende notat. Bergblotningene ble ikke innmålt, men registrert manuelt på kart. Registreringene er benyttet i avgrensningen av faresonen.

For tiltakskategori K4 kreves det iht. NVE 1/2019 at erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. Ravinedalene tett på tiltaket (innenfor influensområdet) ble befart for å vurdere eventuell erosjon.

I NVE-rapport 9/2020, ref. /11/, er det gitt en veiledning til kartlegging av erosjonsforhold. Figur 9 viser tabell fra vedlegg A5 i rapporten, som beskriver hva som kjennetegner ingen, lite, noe og kraftig erosjon. Alt i alt sammenfaller observasjoner fra aktuelt område med «lite erosjon». Det har vært en lang tørr periode og de fleste ravinedalene som ble befart var helt tørre. I ravinen hvor det planlegges en ny overvannskulvert, profil 190-300, var det noe vann som stod mer eller mindre stille.

Følgende observasjoner ble gjort:

- Det ble i felt ikke observert tegn til skred/overflateutglidninger. Det finnes imidlertid informasjon om tidligere skred i nærområdet (usikker beliggenhet), ref. forrige delkapittel.
- Lite naturlig erosjonssikring (stein i bekkeløp). Noe stein ved innløp til kulvert på østsiden.
- Lav naturlig gradient i bekkeløp. Lite vann på befaringstidpunkt, og mer eller mindre stillestående vann. Det vurderes at i flomsituasjon kan det være graving i yttersvinger.
- Nye skred og glidninger i fremtiden kan ikke utelukkes.
- Leire i bekkebunn.
- Trær står hovedsakelig vertikalt.
- Klart vann på tidspunkt for befaring.

Selv om det er observert lite erosjon i aktuelt område anbefales det erosjonssikring av ravinedalene hvor et eventuelt skred kan ramme tiltaket Dette er på bakgrunn av informasjon om tidligere skred i området, som sannsynligvis er utløst av erosjon. Området planlegges uansett sikret med en motfylling/bekkeheving, og erosjonssikring inngår som en del av denne sikringen.

A5. Tabell: Kjennetegnene til de ulike gradene erosjon

	Vurderingspunkt	Kraftig erosjon (score 3)	Noe erosjon (score 2)	Lite erosjon (score 1)	Ingen erosjon (0)
	Skred og overflateglidninger i løpet av de siste årene	Dyperegående rotasjoner > 1-2 meter, store overflateglidninger, bredde og lengde > 10 m	Lokale overflateglidninger (bredde og lengde < ca. 10 m)	Ingen skred eller overflateutglidninger har blitt utløst pga. begrenset erosjon. Grunnvannserosjon som ikke har utviklet seg videre til overflateutglidninger og skred.	Finnes ikke
	Naturlig erosjonssikring	Lite eller ingen	Lite eller ingen	Lite eller ingen	I bunn og sider
	Observasjoner av gradient, helning m.v.	Oftest betydelig gradient i elva og bunnsenkning (vannet graver vertikalt). Noen tilfeller med graving i yttersving selv ved gunstigere gradient.	Graving i yttersvinger i perioder med flom. I noen tilfeller blir også overflateutglidninger utløst pga. bunnsenkning.	Gradientforholdene tilsier at erosjon kan oppstå.	Lav naturlig gradient eller evt. terskler
	Nye skred og glidninger i fremtiden	Vil bli utløst	Vil kunne bli utløst	Kan ikke utelukkes	Lite sannsynlig
Kohesjonsjordarter	Leire i elve-/bekkeleiet	Ja. Skred og utglidninger har avdekt underliggende leire/silt	Ja	Ja	Nei
	Kjennetegn for bevegelser i bakken	Trær står på skakke	Trær kan stå på skakke	Trær står i hovedsak vertikalt	Ikke tegn
	Vannet	Oftest misfarget grått (ved normal vannføring)	Oftest misfarget grått (typisk ved høy vannføring), men kan også være klart (typisk ved lav vannføring)	Klart eller noe misfarget grått	Klart

Figur 9 Fra vedlegg A i NVE-rapport 9/2020, ref. /11/: Kjennetegnene til de ulike gradene av erosjon.

8.6 Supplerende grunnundersøkelser utført september 2021

Supplerende grunnundersøkelser i ravinedalen ved Bamble kirke ble utført av Statens vegvesen i perioden 08.09.-15.09.21. Det ble utført 4 stk. totalsonderinger, 5 stk. trykksonderinger og 2 stk. prøveserier med opptak av uforstyrrede prøver. Det ble utført rutineundersøkelser og treaks-forsøk på det uttatte prøvematerialet på NGIs geotekniske laboratorium. Grunnundersøkelsene er rapportert i revidert datarapport, ref. /1/. Dataene er benyttet i reviderte stabilitetsberegninger.

I forbindelse med planlegging av de supplerende grunnundersøkelsene ble også behovet for grunnundersøkelser utenfor tiltaksområdet vurdert. Det ble konkludert med at det ikke er nødvendig å utføre grunnundersøkelser utenfor tiltaksområdet for å vurdere byggbarheten av det planlagte tiltaket. Derimot er faresonen konservativt avgrenset, og vi kjenner ikke grunnforholdene/stabilitetsforholdene i andre deler av faresonen i detalj. Dersom man utfører borer i et større område, kan det være mulig å innsnevre faresonen. Det anbefales at dette gjøres, men ikke som en del av pågående prosjekt.

8.7 Geotekniske styrkeparametere/laginndeling

Styrkeparametere/laginndeling i grunnen er vurdert basert på de utførte felt- og laboratorieundersøkelser presentert i datarapport [ref. /1/].

Ved vurdering av styrkeprofilenes pålitelighet er følgende rangering anvendt:

- Treaksialforsøk av god kvalitet
- CPTU i anvendelsesklasse 1
- Erfaringsverdier, konus-forsøk og enaksialt trykkforsøk

Lagdelingen i de tre kritiske snittene er vist i vedlegg 2 på tegning -500 til -502. I snitt G hvor det ikke er utført boringer, er lagdeling og parametere basert på borhull 30 i snitt F.

8.7.1 Skjærfasthet

Tolkede treaks-forsøk

Det er utført 6 stk. treaks-forsøk. Tolkede treaksforsøk og angivelse av prøve kvalitet er presentert i vedlegg 6. Aktiv udrenert skjærfasthet er tolket mellom 1-2% aksialtøyning.

Designprofil og tolkningsrekkefølge

Tolkede skjærfasthetsprofiler basert på trykksonderinger og treaksialforsøk er presentert i vedlegg 5. Det vises først et samleplott av trykksonderinger utført og tolket i borhull 30, 31 og 32. Samleplottet viser et lavere skjærfasthetsprofil ved borhull 30 enn i 31 og 32. Det er vurdert at skjærfasthetsprofilen i borhull 30 er dimensjonerende for snitt F og G. I snitt B, som strengt tatt er en vurdering av lokal stabilitet, er skjærfasthetsprofilene fra borhull 31, 32 og 33 benyttet i stabilitetsberegningen.

Treksforsøkene er tillagt mest vekt i tolkningen av designprofil, deretter Ndu tolkningslinje fra CPTU når $B_q > 0,6$. I toppen hvor $B_q < 0,6$ er Nkt tolkningslinje benyttet. I tilfeller med enaksialforsøk av god kvalitet er også disse hensyntatt i tolkningen.

For borhull 30 er det presentert to tolkningslinjer i CPTU-tolkningen, «lav» og «middels» skjærfasthet. Som designprofil i snitt F og G er skjærfasthet «lav» benyttet da denne korresponderer best med tolkede treksforsøk av god kvalitet.

Kvalitet trykksonderinger (CPTU)

Trykksonderingen i borhull 1A er ikke benyttet i tolkningen av designprofil fordi den havnet i anvendelsesklasse 2. Borhull 30 ligger like ved borhull 1A, og denne er dermed benyttet som designprofil i dette området.

Flere av trykksonderingene ble utført flere ganger fordi det ikke ble oppnådd tilstrekkelig anvendelsesklasse (klasse 1 kreves for parametertolkning) og/eller god nok korrespondanse i måledataene for spiss-/friksjonsmotstand og poretrykk ved utførelsen. Flere forsøk viste dårlig respons og fall i poretrykket fra ca. 10-15 m dybde under terreng. I tillegg til å utføre forsøkene på nytt ble det forsøkt med venting og poretrykksutjevning i utvalgte nivåer.

Til slutt var det kun i borpunkt 1A hvor tilstrekkelig anvendelsesklasse ikke ble oppnådd. For sonderingene med en poretrykkskurve som følger kurven for spissmotstand er dette noe som forekommer med dybden, og det vurderes at sonderingen kan benyttes for parametertolkning med god sikkerhet i toppen (varierende ca. 8-15 m). Det vurderes at dette fenomenet kan skyldes poreovertrykk i dybden.

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

8.7.2 Effektivspenningsparametere

Tolket lagdeling samt tyngdetetthet og effektivspenningsparametere benyttet i stabilitetsberegningene er gitt i Tabell 3. Effektivspenningsparametere er basert på tolkede treaksforsøk og sammenstilt med de tolkede trykksonderingene (ref. vedlegg 5 og 6).

Tabell 3 Effektivspenningsparametere og tyngdetetthet for de ulike lagene.

	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjonsinkel φ [°]	Attraksjon, a [kPa]
Topplag snitt F og G: silt/fyllmasser	19	30	0
Topplag snitt B: silt	18,5	26	0
Siltig leire	18,5	30	5
Kvikkleire	18,5	30	5

8.7.3 Grunnvannsstand/poretrykksforhold

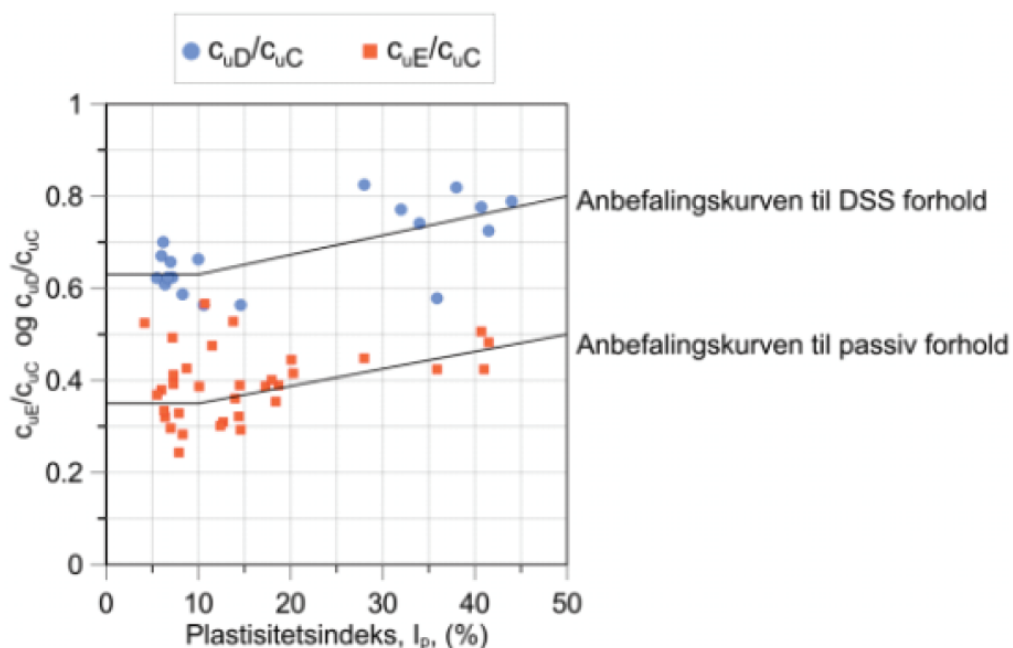
Det er installert en elektrisk poretrykkmåler i borhull 3. Denne viser grunnvannsstand varierende ca. 1-2 m under terreng (topp skråning) forutsatt hydrostatisk trykkfordeling, se vedlegg 8.

Trykksonderingene ga grunn til mistanke om at det er et poreovertrykk i grunnen fra ca. 10-15 m dybde. Dette er hensyntatt i stabilitetsberegningene på følgende måte:

- På topp av skråning er grunnvannsnivået lagt 1,5 m under terreng. Det er modellert med hydrostatisk trykkfordeling med dybden.
- I bunn av skråning er grunnvannsnivået lagt i terrengnivå. Det er modellert med hydrostatisk trykk ned til 10 m dybde, videre med dybden er det lagt inn et økende poreovertrykk på 10 kPa/m.

8.7.4 Anisotropiforhold

ADP forholdene er vurdert iht. NIFs rapport [ref. /4/] se utsnitt følgende figur:



For fastsettelse av anisotropifaktorene er det benyttet plastisitetsindeks I_p på ca. 10%.

Dette gir følgende forhold **Aa=1,0 Ad=0,63 Ap=0,35**

8.8 Faresoneevaluering og sikkerhetskrav

Faresoneevaluering, som omfatter beregning av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for det overnevnte tilfellet, er vist i vedlegg 7. Faregrad, skadekonsekvensklasse og risikoklasse er vurdert til å være følgende:

- Faregradsklasse: Middels
- Skadekonsekvens: Alvorlig
- Risikoklasse: 4

Flere av faktorene i faregradsevalueringen er vurdert konservativt. Dette gjelder spesielt poretrykk, kvikkleiremektighet og erosjon, som er vurdert konservativt da vi ikke har full kontroll på disse forholdene utenfor tiltaksområdet. Ved gjennomføring av et rassikringsprosjekt eller revurdering av faresonen i en annen forbindelse må faregradsevalueringen gjennomgås på nytt. Faregrad «middels» vurderes å være korrekt for denne sonen ut fra en helhetsvurdering.

Faregradsklasse «Middels» vurdert i sammenheng med tiltakskategori K4 (Figur 10) medfører at stabilitetsanalyser for områdevurderinger der tiltaket forverrer stabiliteten, krever en sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,4 * f_s$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet satt til 1,15. Dette medfører sikkerhet $F_{cu} \geq 1,6$.

Prinsippet om prosentvis forbedring kan benyttes for forbedring av stabiliteten ved bruk av topografiske endringer iht. Figur 11. Det forutsettes at stabiliteten ikke forverres i noen faser. Dette innebærer at stabiliserende tiltak som f.eks. etablering av motfylling/bekkeheving må utføres først, og det er ikke tillat med graving i ravinebunn eller andre stabilitetsforverrende inngrep før området er sikret. Prinsippet om prosentvis forbedring er benyttet videre her, da stabiliteten forutsettes å ikke forverres i noen faser av anleggsarbeidene.

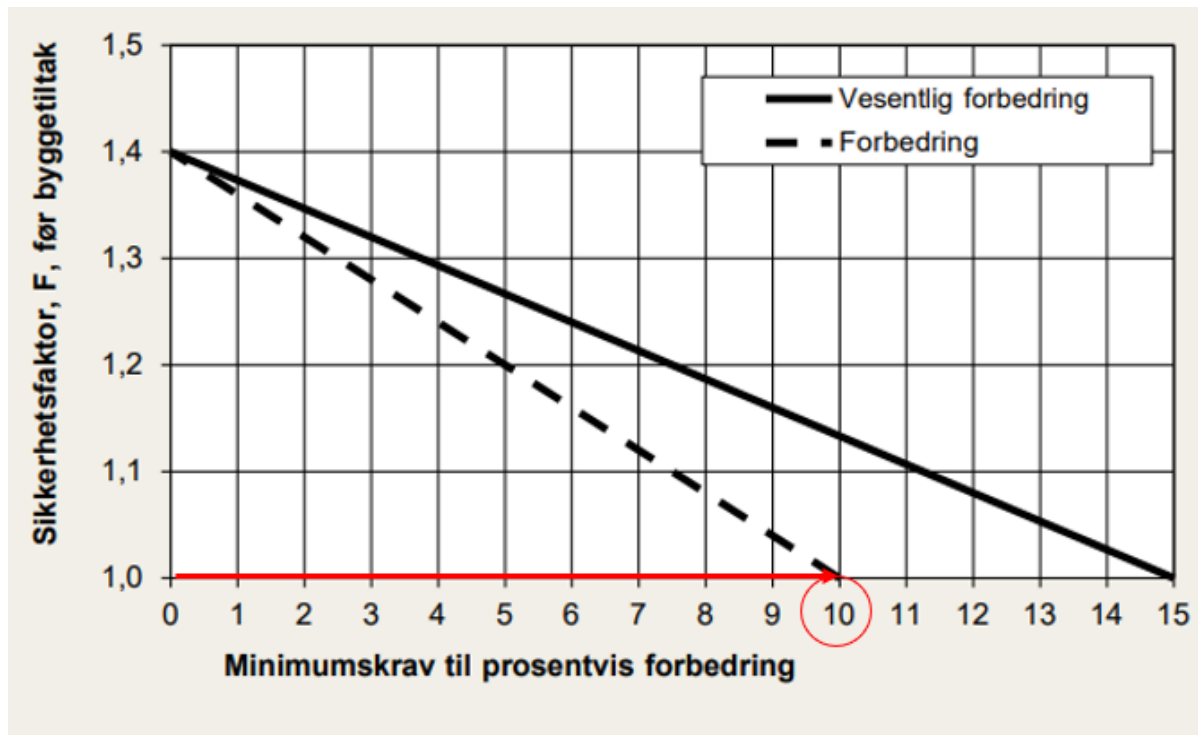
Når det gjelder skråninger utenfor influensområdet til tiltaket er kravet til sikkerhet $F_{c\varphi} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,2$.

Det er krav om uavhengig kvalitetssikring iht. NVEs kvikkleireveileder for den identifiserte faresonen.

Tabell 3.3 Krav til forbedring av sikkerhetsfaktor

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring

Figur 10 Tabell 3.3 fra NVE 1/2019 med krav til prosentvis forbedring avhengig av tiltakskategori og faregrad.



Figur 11 Krav til prosentvis forbedring.

8.9 Stabilitetsberegninger og resultater

Stabilitetsberegningene er utført i programmet GeoSuite Stability, en modul som er del av Geosuite programpakken. Programmet beregner stabiliteten etter grenselikevektsmetoden, hvor bruddfiguren inndeles i lameller som kontrolleres for kraft og momentlikevekt. Bruddfigurene kan være sirkulære, plane og egendefinerte. Det er gjennomført beregninger av fire terrenggeometrier; før og etter utbygging, kritiske anleggsfaser og med stabilitetstiltak (motfylling):

- Opprinnelig terrenggeometri basert på mottatt kartgrunnlag (07.07.2021)
- Etter oppfylling og utbygging. Her er det lagt fyllingshøyde og laster fra G/S-vei som skal være representativ for fremtidig situasjon, og utgraving for ny bekk og etablering av ny kulvert i det mest kritiske partiet. Vedlegg 4 viser planlagte tiltak i flere parallelle snitt.
- Utgraving for kulvert
- Etablering av mulig motfylling i ravinebunnen.

Det er utført både kortidsanalyse (udrenert totalspenningsanalyse ADP) og langtidsanalyse (effektiv drenert a - ϕ analyse) med laginndeling og geotekniske parametere som presentert i kapittel 8.7. Både totalspenningsanalyse og udrenert (ADP-analyse) er fremstilt i følgende tabell:

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

Tabell 4 Beregnede sikkerhetsfaktorer. Røde og grønne tall markerer hhv. sikkerhetsfaktorer under og over kravet til sikkerhet. Prosentvis forbedring (krav 10%) er benyttet for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet ved stabiliserende tiltak.

	Snitt B		Snitt F		Snitt G	
	Udrenert	Drenert	Udrenert	Drenert	Udrenert	Drenert
Dagens situasjon	1,6	1,29	1,00/1,11	1,40	1,08	1,25
Graving VA	1,37	1,16	1,00/1,07	1,39	-	-
Utfylling GS-veg	-	-	1,04	1,05	-	-
Motfylling for å sikre områdestabiliteten	-	-	*1,09	>2,0	1,41	1,68
Motfylling utenfor influensområdet til tiltaket	-	-	-	-	1,20	>1,25
Kommentar			*9% forbedring med 3 m motfylling	>90% forbedring med 3 m motfylling	30% forbedring med 3 m motfylling	

*Det oppnås så vidt ikke krav til prosentvis forbedring. Krav 10%. Motfylling må optimaliseres i detaljprosjekt.

Stabilitetsberegningene viser at stabiliteten i snitt B er tilfredsstillende i dagens situasjon, men at graving for ny overvannskulvert ikke kan gjøres uten sikringstiltak.

Stabiliteten i snitt F og G er *ikke* tilfredsstillende i dagens situasjon, og planlagt tiltak (både utfylling for GS-veg og graving for kulvert) forverrer stabiliteten i snitt F dersom stabiliserende tiltak ikke utføres først. Det må utføres stabilitetsforbedrende tiltak for sikring av både den permanente situasjonen etter utbygging og for anleggsfasen.

Det er videre beregnet stabilitet ved en 3 m mektig motfylling i ravinebunnen i snitt F og G. Prinsippet om prosentvis forbedring benyttes for vurdering av om det oppnås tilfredsstillende sikkerhet. Når sikkerhetsfaktoren er $F=1$ i dagens situasjon er kravet til prosentvis forbedring 10% iht. Figur 11 (tiltakskategori K4 og faregrad middels). I snitt F oppnås 9% forbedring i forhold til dagens situasjon ved 3 m motfylling. For snitt G er det også beregnet tilfredsstillende stabilitet for 1,5 m mektig motfylling der tiltaket ligger utenfor influensområdet til skråningene (krav $F_{cu} \geq 1,2$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$).

Det vurderes at en optimalisering av motfyllingens høyde og geometri i detaljprosjekteringen vil medføre tilfredsstillende stabilitet. Området vurderes dermed som byggbart forutsatt at det utføres stabiliserende tiltak slik at stabiliteten ikke forverres i noen faser av anleggsarbeidene, og at stabiliteten i permanent situasjon blir forbedret.

9 Anbefalte tiltak for å sikre lokal- og områdestabilitet

Sett fra et geoteknisk ståsted er det to mulige stabilitetstiltak som peker seg ut som fornuftige med tanke på å sikre områdestabiliteten:

- 1) Bekken legges i rør og det etableres en motfylling kombinert med kalksementstabilisering
- 2) Bekkebunnen heves og det graves ikke i bunnen av ravinen.

Stabiliteten må ivaretas i anleggsfasen slik at stabiliteten ikke forverres i noen faser. Det må utføres en detaljprosjektering og stilles krav om detaljerte faseplaner.

På foreliggende plannivå er anleggsgjennomføringen vurdert på et overordnet nivå.

Gjennomførbarheten til de to foreslåtte tiltakene er diskutert, og på bakgrunn av dette vurderes disse tiltakene som de beste løsningene av de forskjellige tiltakene som har vært vurdert. Hva som totalt sett er beste løsning når alle fag vurderes samlet, vil bli presentert i et separat tverrfaglig notat.

Ved begge disse løsningene vil det være snakk om ca. 3 m heving av terrenget i bekkebunnen i området som er kritisk for det planlagte tiltaket. I ravinene markert med blå polygoner i Figur 6 i kap. 8.2.4 kreves 3 m motfylling for å oppnå tilfredsstillende stabilitet, mens i grønne og gule polygoner er det tilstrekkelig med ca. 1,5 m motfylling for å oppnå $F_{cu} > 1,2$ og $F_{c\varphi} \geq 1,25$, da disse grønne og gule områdene ligger utenfor influensområdet til tiltaket.

Dersom man går for å heve bekkebunnen vil dette medføre at man må gjøre tiltak et stykke oppstrøms for det som er markert i Figur 6, for å ivareta fall på bekken. Legges bekken i rør blir dermed tiltaket noe mindre omfattende i utstrekning enn for bekkeheving. Dersom man går for bekkeheving vil det ikke være nødvendig å grave for ny kulvert. Da planlegges bekken lagt gjennom eks. gangkulvert.

Eventuell kalksementstabiliseringen vil være et tiltak for å sikre den lokale stabiliteten i forbindelse med de eventuelle gravearbeidene. Terraplan har i denne fasen ikke hensyntatt kalksementstabilisering i stabilitetsberegningene da endelig stabiliserende tiltak ikke er besluttet. Dersom det i den senere prosjekteringen velges en løsning som innebærer graving i bekkebunn må det gjøres tiltak for å ivareta stabilitet i anleggsfasen som f.eks. kalksementstabilisering og/eller spunt.

Det presiseres at utførelse av foreslåtte tiltak ikke betyr at områdestabiliteten er ivaretatt utenfor tiltaksområdet, men stabiliserende tiltak planlegges slik at et eventuelt skred ikke vil ramme tiltaket. Et eventuelt skred som skjer utenfor der det gjøres stabiliserende tiltak, vil ikke kunne ha verken løsne- eller utløpsområde som rammer tiltaket.

Foreslåtte tiltak må detaljprosjekteres i senere fase. Mektighet av motfylling kan optimaliseres ved å regne på flere snitt. Nødvendig utstrekning på tiltak kan muligens reduseres dersom det gjøres supplerende grunnundersøkelser og ytterligere stabilitetsberegninger.

10 Vurdering av behov for supplerende grunnundersøkelser i neste fase

Når man går videre inn i neste fase av prosjektet må behovet for supplerende grunnundersøkelser vurderes. Det vurderes å ikke være nødvendig med supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med reguleringsplanfasen. Gjennomførbarheten og konservativ utstrekning av foreslåtte tiltak kan dokumenteres med grunnlaget som foreligger.

Det anbefales i neste fase å installere flere poretrykksmålere; minimum i to nivåer ved topp og bunn av skråning for bedre kartlegging av poretrykkssituasjonen i området. Poretrykksmålingene må følges tett opp under utførelsen.

11 Oppsummering utredning av aktsomhetsområder og faresoner

Tabell 5 oppsummerer prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner i henhold til NVEs veileder 1/2019 [ref. /3/].

Tabell 5: Oppsummering av prosedyre i NVEs veileder 1/2019.

	Punkt i veileder	Beskrivelse	Kommentar
Del 1: aktsomhetsområder	1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Ikke innenfor tidligere kartlagt kvikkleiresone
	2.	Avgrens områder med mulig marin leire	Marine avsetninger i store deler av aktuelt område
	3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Utført.
DEL 2: utredning av faresoner	4.	Bestem tiltakskategori	Se kap. 6
	5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulige løsneområder	Utført
	6.	Befaring	Utført
	7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	Utført
	8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Konservativt antatt retrogressivt skred i det meste av faresonen. Løsnedistanse 165 m. Faresone avgrenset i vedlegg 1.
	9.	Klassifiser faresoner	Faregrad middels, konsekvens alvorlig og risikoklasse 4.
	10.	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Stabilitet beregnet i 3 snitt. Behov for stabiliserende tiltak.
	11.	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Utføres etter uavhengig kvalitetssikring er utført og godkjent.
	KONKLUSJON	Områdestabilitetsvurderingen har avdekket behov for stabiliserende tiltak	

12 Konklusjon/Anbefalinger

Det meste av strekningene for planlagte G/S-veg ligger ikke innenfor noe aktsomhetsområde for områdeskred pga. terrengforholdene. Det er identifisert sju aktsomhetsområder basert på terrenggeometrien, hvorav planlagte tiltak innenfor seks av disse kan begrunnes ikke å forverre områdestabiliteten eller vil prosjekteres slik at de ikke forverrer områdestabiliteten (masseutskifting/lette masser).

I det sjuende området, profil 190-300 på delstrekning 1, er tiltaket plassert i tiltakskategori K4 og tiltaket vil forverre områdestabiliteten dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak før utbygging. Det er avgrenset en faresone med faregrad middels, skadekonsekvens alvorlig og risikoklasse 4.

Utførte stabilitetsberegninger presentert i foreliggende notat dokumenterer at områdestabiliteten *ikke* er tilfredsstillende i dagens situasjon. Området er byggbart, men lav stabilitet i ravinesidene medfører at det ikke kan bygges uten at det gjennomføres stabiliserende tiltak.

Tiltak som er foreslått fra et geoteknisk ståsted er

- 1) Bekken legges i rør og det etableres en motfylling kombinert med kalksementstabilisering
- 2) Bekkebunnen heves uten at det graves i ravinebunnen

Kravet om erosjonssikring vil ivaretas ved gjennomføring av de ovenfornevnte tiltakene. Utstrekningen på tiltakene er vist i Figur 6. Det kreves ca. 3 m motfylling i ravinene der tiltaket ligger innenfor influensområdet til ravinene (blå polygoner) og 1,5 m motfylling utenfor influensområdet, men der skredmassene kan ramme tiltaket (grønne polygoner). Tiltakene må detaljprosjekteres med detaljerte faseplaner. Tiltakene er avgrenset relativt konservativt basert på foreliggende grunnlag og kan benyttes for regulering av tilstrekkelig med areal i denne planfasen.

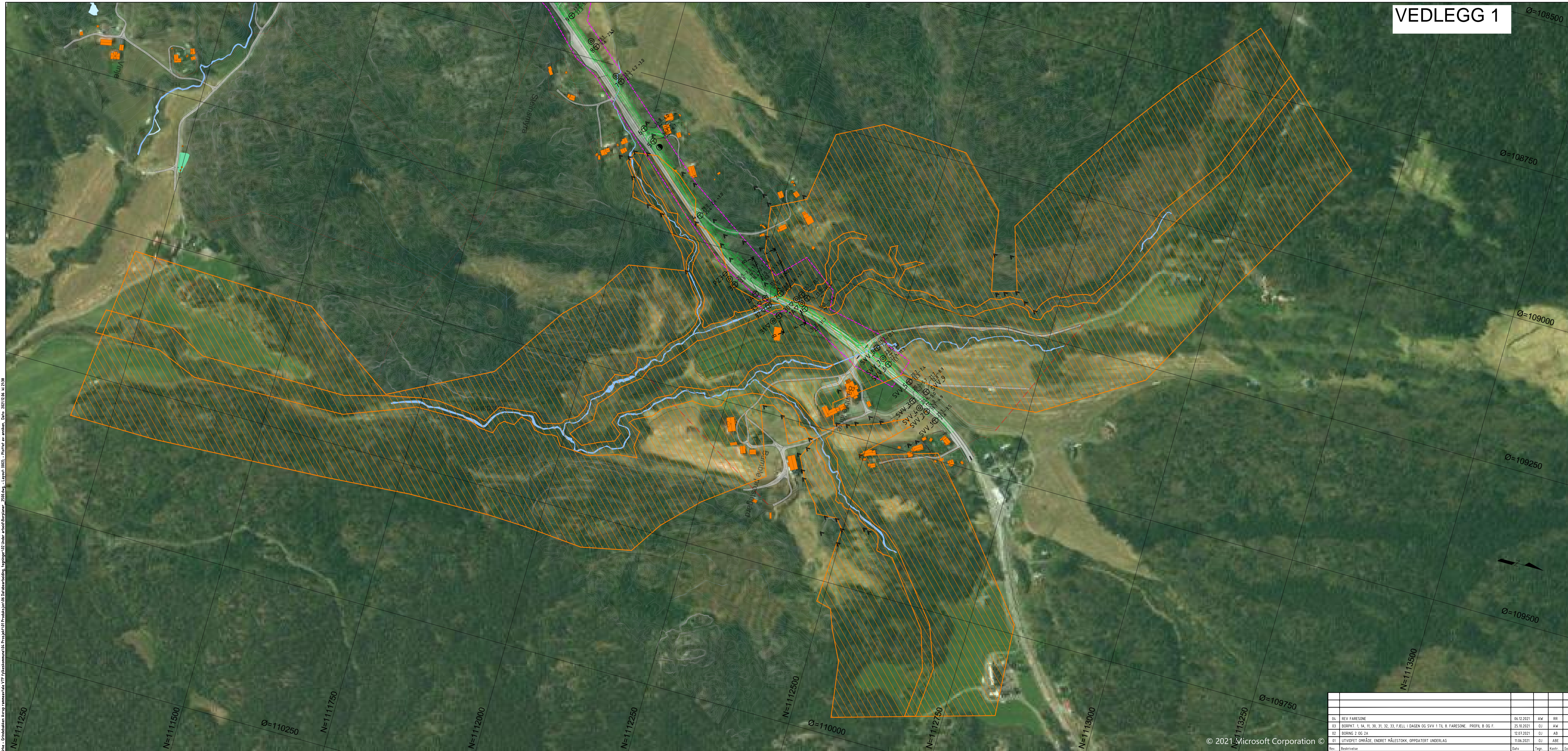
Områdestabilitetsvurderingen har avdekket at det antagelig er stabilitetsutfordringer i et stort område. Det er den planlagte GS-vegen og overvannskulverten som har utløst kravet om faresoneutredning, men stabiliteten i dagens situasjon er uansett svært lav. Dette betyr at eksisterende vei og bygninger uansett ligger innenfor en faresone for kvikkleireskred med lav sikkerhet. Supplerende grunnundersøkelser og stabilitetsvurderinger, som en del av et rassikringsprosjekt, anbefales utført. Det anbefales at rassikringsprosjektet utføres forut for detaljprosjektering av GS-veg/overvannskulvert i dette området.

13 Vedlegg

	Nr.
Borplan med avgrenset faresone	1
Kritiske snitt med tolket lagdeling	2
Stabilitetsberegninger snitt B-B, snitt F-F og snitt G-G. Dagens situasjon, etter utbygging G/S vei + etablering kulvert og med stabiliserende tiltak	3
Snitt-tegninger utarbeidet av Asplan Viak datert 07.07.2021	4
Tolkede trykksonderinger: Samleplott av Bq og tolket CuA i borhull 30, 31 og 32. Tolket aktiv skjærfasthet og friksjonsvinkel/attraksjon samt OCR-plott.	5
Tolket treaks- og ødometerforsøk	6
Faregradsevaluering av området	7
Poretrykksmåling Bp. 3	8

14 Referanser

- /1/ Geoteknisk datarapport rapport nr. 20118-RIG-RAP-01 rev 01 datert 02. november 2021.
- /2/ Geoteknisk notat nr. 20118-NOT-02 rev04 datert 08.12.2021.
- /3/ NVEs Retningslinjer «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Veileder 1/2019, Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE). Datert desember 2020.
- /4/ NIFS rapport «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer» Rapport nr. 14/2014 datert 30.01.2014.
- /5/ Vegnormal: N200 Vegbygging. Datert juni 2021.
- /6/ Geoteknikk i vegbygging. Statens vegvesen, Veiledning, Håndbok V220, datert 2018.
- /7/ NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler. Norsk Standard. Standard Norge.
- /8/ NVE Atlas. Skredhendelser:
<https://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas&runWorkflow=StartupQuery&mapSer vicId=54&layerName=Skredtype&query=skredID%3D%27%7BDBFC1AA2-806D-49D5-97B7-32D2F74548B8%7D%27&buffer=100> (17.09.21)
- /9/ <https://www.nrk.no/vestfoldogtelemark/aerverdig-kirkeruin-slar-sprekker-1.7701308>
- /10/ <https://www.pd.no/langesunds-blad/nensethveien-kan-rase-ut/s/1-89-7686280>
- /11/ NVE, Ekstern rapport: Nr. 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred. Metodebeskrivelse. Datert desember 2020.



T:\NS-Prosjekter\3118 - Asplan Viak - 363 Bamble kirke - Grindebakken - Arcep - rammeverk VTE Fyltestemmen\04_Proj\ark1\01\Prosjekt\06_Datagrunnlag\Leggning\02_Under_ark1\Borplaner_2018.dwg - Layer: 0050 - Plottet av amher, Dato: 2021.02.06 kl 13:38

- FARESONE**
- LØSNEOMRÅDE**
- UTLØPSOMRÅDE**
- Dreiesonering
 - Enkel sonering
 - ▽ Trykksone
 - ⊕ Poretrykksmåling
 - ▲ Fjell i dagen
 - Skovling
 - ★ Fjellkontrollboring
 - Dreietrykksone
 - Totalsonering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
 - Terrang (bunn) kote
 - Anlagt fjellkote
 - Boret dybde + (boret i fjell)
- Reguleringsgrense: - - - - -

Innmåling: TW, 09.02.2021, PKT. 1A, 30, 31, 32: VTFK, 17.09.2021

Kartgrunnlag: NTM9, NN2000

- i7041980r_f_kart_ARS_FKB
- i7041980r_f_kart_Eiendomsgrenser_tillegg

Planlagt tiltak: Vist i grønt

- i7041980r_f_c_geom_100
- i7041980r_f_c_geom_200

Henvisninger:

- 2018-RIG-RAP-01
- 2018-RIG-NOT-01
- 2018-RIG-NOT-02
- 2018-RIG-NOT-03

Rev.	Beskrivelse	Dato	For	Forfatter	Godkjent
04	REV FARESONE	06.12.2021	AW	RR	RR
03	BORPKT. 1, 1A, 1L, 30, 31, 32, 33, FJELL I DAGEN OG SVV 1 TIL 8 FARESONE, PROFIL B OG F.	25.10.2021	DJ	AW	RR
02	BORING 2 OG 2A	12.07.2021	DJ	AB	RR
01	UTVEDRET OMRÅDE, ENDRET MÅLESTOKK, OPPGATERT UNDERLAG	11.06.2021	DJ	ABE	RR

ASPLAN VIAK AS		Date: 26.04.2021	
Fv. 363 BAMBLE KIRKE - GRINDEBAKKEN		Format/Målestokk:	
GRUNNUNDERSØKELSER		1:2500	
BORPLAN - KVIKKLEIRESONE			

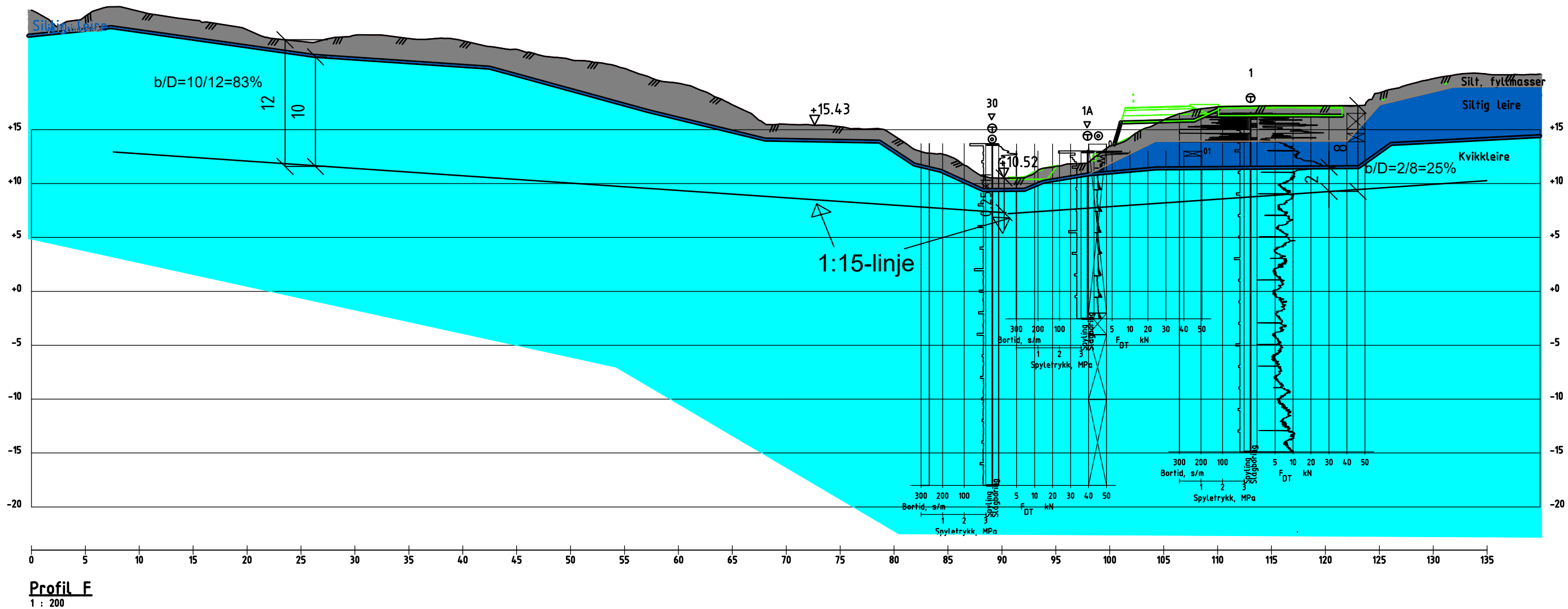
Terraplan	Status:	Konstr./Tegnet:	Kontrollert:	Godkjent:
	TIL DATARAPPORT	DJ	AB	RR
2018	Tegningnr:	RIG-TEG-002		
				04

© 2021 Microsoft Corporation

VEDLEGG 2
KRITISKE SNITT MED TOLKET LAGDELING

T:\05 Prosjekter\2018 - Asplan Viak - Fv 363 Bamble kirke - Grindebakken Avrop rammeavtale VTF fylkeskommune\04 Prosjekt\01 Produksjon\06 Databehandling, regninger\02 Under arbeid\Stabilitetsberegninger.dwg, - Layout: (501); - Plottet av: ann

Snitt F-F



- Dreiesondering
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksondering
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⌘ Fjell i dagen
 - Skovling
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ⚡ Dreietrykksondering
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
- Borhull nr. $\frac{\text{Terreng (bunn) kote}}{\text{Antatt fjellkote}}$ Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag	Format	
			RIG	A3	
		Dato	31.10.2021		
		Format/Målestokk:	1:400		
ASPLAN VIAK			FV 363 BAMBLE KIRKE - GRINDBAKKEN		
STABILITETSBEREGNINGER			LAGDELING OG PLANLAGT TILTAK		
SNITT F					
Terraplan		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		TIL NOT-03	AW	RR	RR
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	
		20118	RIG-TEG-501	0	

VEDLEGG 3

STABILITETSBEREGNINGER

Tegning -503 til -507: Dagens situasjon. Snitt B, F og G. Udrenert og drenert analyse.

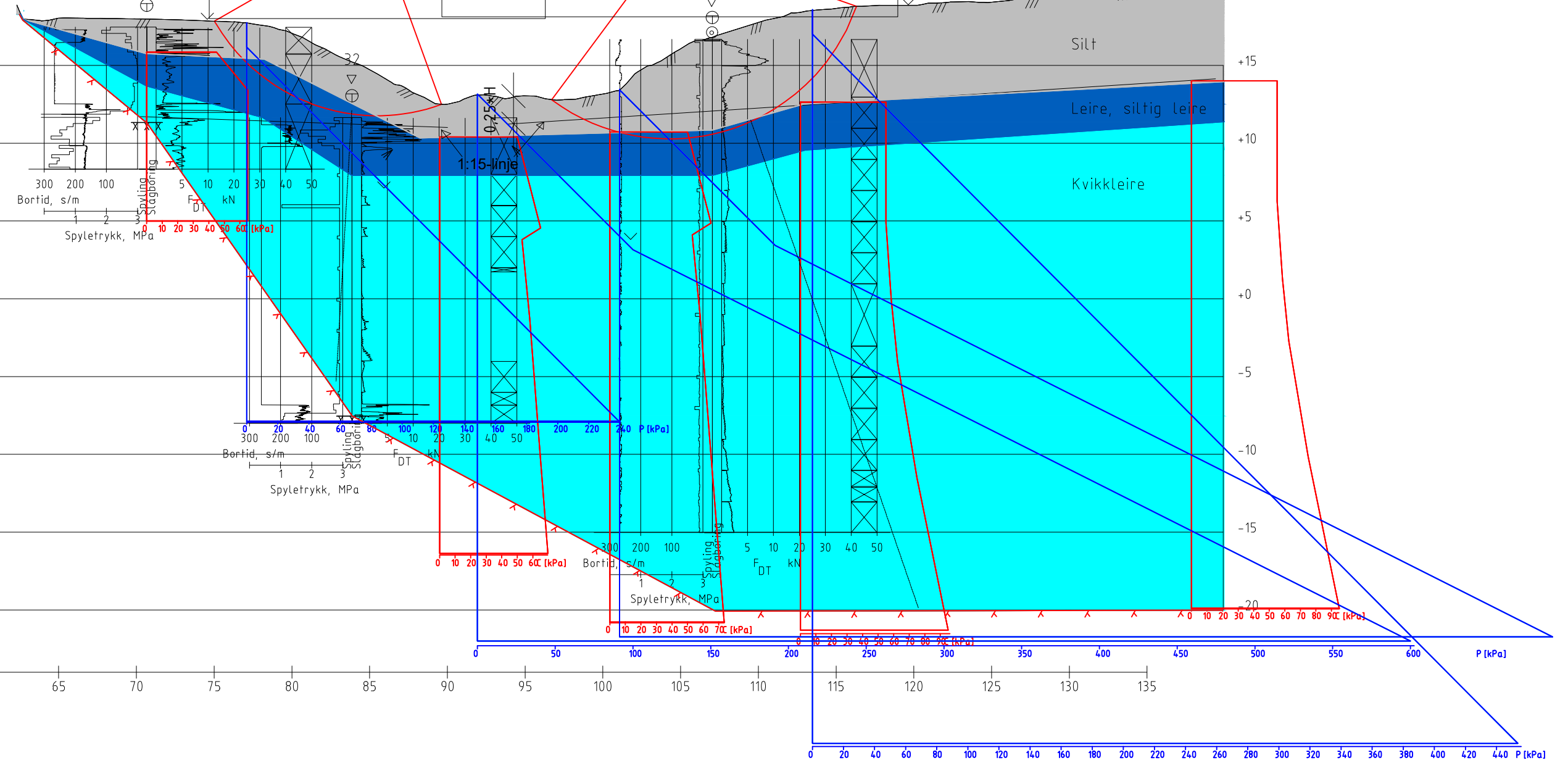
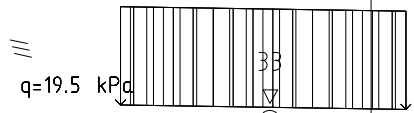
Tegning -508 til -510: Planlagte tiltak. Snitt B og F. Udrenert og drenert analyse.

Tegning -511 til -512: 3 m motfylling. Snitt F og G. Udrenert og drenert analyse.

Tegning -513: 1,5 m motfylling. Snitt G. Udrenert analyse.

T:\05 Prosjekter\2018 - Asplan Viak - Fv 363 Bamble kirke - Grindebakken Avrop rammeavtale VTF fylkeskommune\04 Prosjekt\01 Produksjon\06 Databehandling, tegninger\02 Under arbeid\Stabilitetsberegninger.dwg, - Layout: (504); - Plottet av: annk

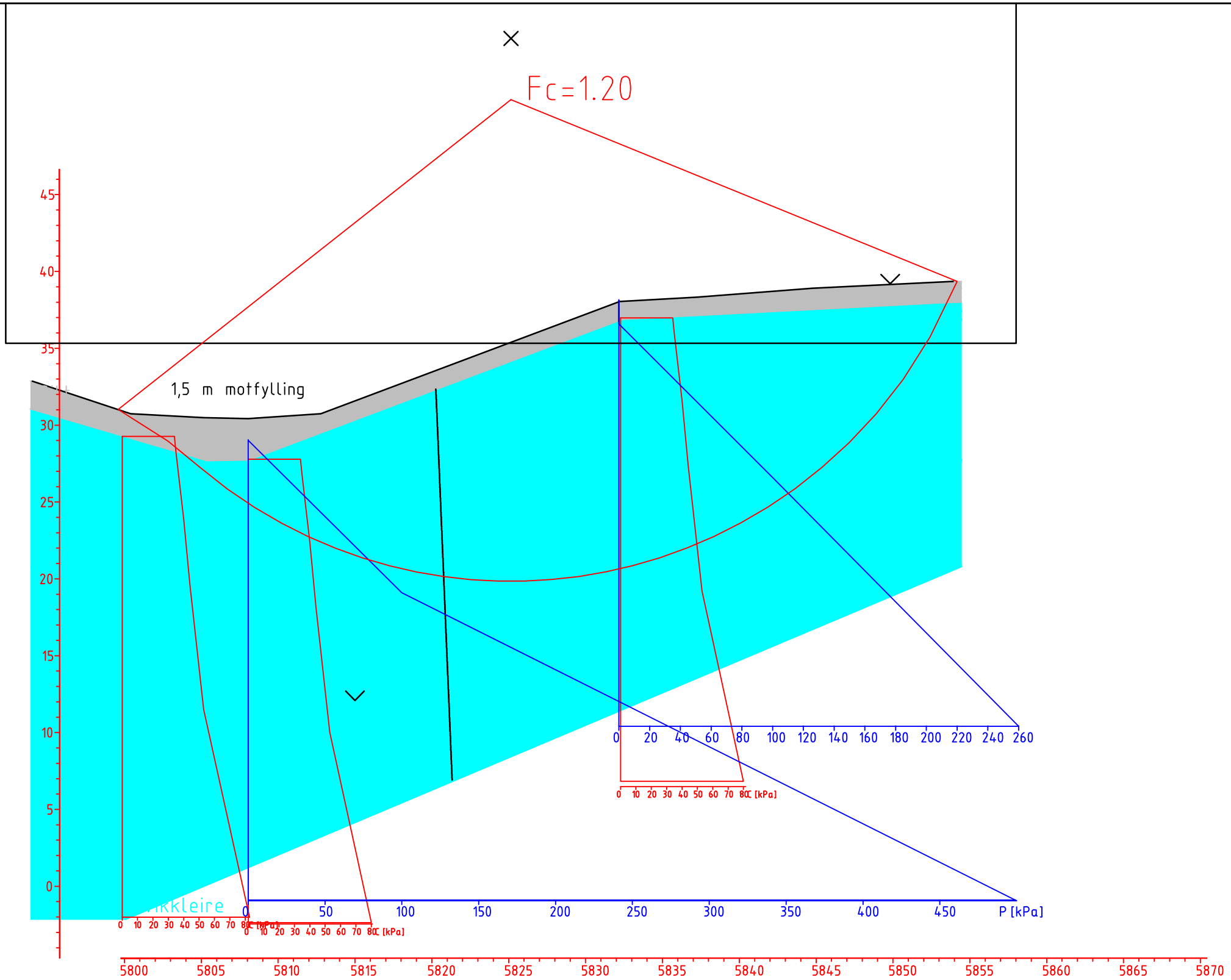
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	FC	Ca	Ad	Ap
Silt	18.50	8.50	26.0	0.0		
Leire, siltig leire	18.50	8.50	30.0	5.0		
Kvikkleire	18.50	8.50	30.0	5.0		



- Dreiesondring
 - Enkel sondring
 - ▽ Trykksondring
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⋈ Fjell i dagen
 - Skovling
 - ☆ Fjellkontrollboring
 - ◆ Dreietrykksondring
 - ⊕ Totalsondring
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingeboring
- Borhull nr. Terrang (bunn) kote
 Antatt fjellkote
- Boret dybde + (boret i fjell)

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			Fag		Format
			RIG		A3
			Dato		
					31.10.2021
			Format/Målestokk:		
					1:300
ASPLAN VIAK			FV 363 BAMBLE KIRKE - GRINDBAKKEN		
STABILITETSBEREGNINGER			DAGENS SITUASJON - DRENERT ANALYSE		
SNITT B					
Terraplan		Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
		TIL NOT-03	AW	RR	RR
		Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
		20118	RIG-TEG-504		0

T:\05 Prosjekter\2018 - Asplan Viak - Fv 363 Bamble kirke - Grindbakken Avrop rammeavtale VTF fylkeskommune\04 Prosjekt\01 Produksjon\06 Databehandling, regninger\02 Under arbeid\Stabilitetsberegninger.dwg, - Layout: [513], - Plottet av: annik



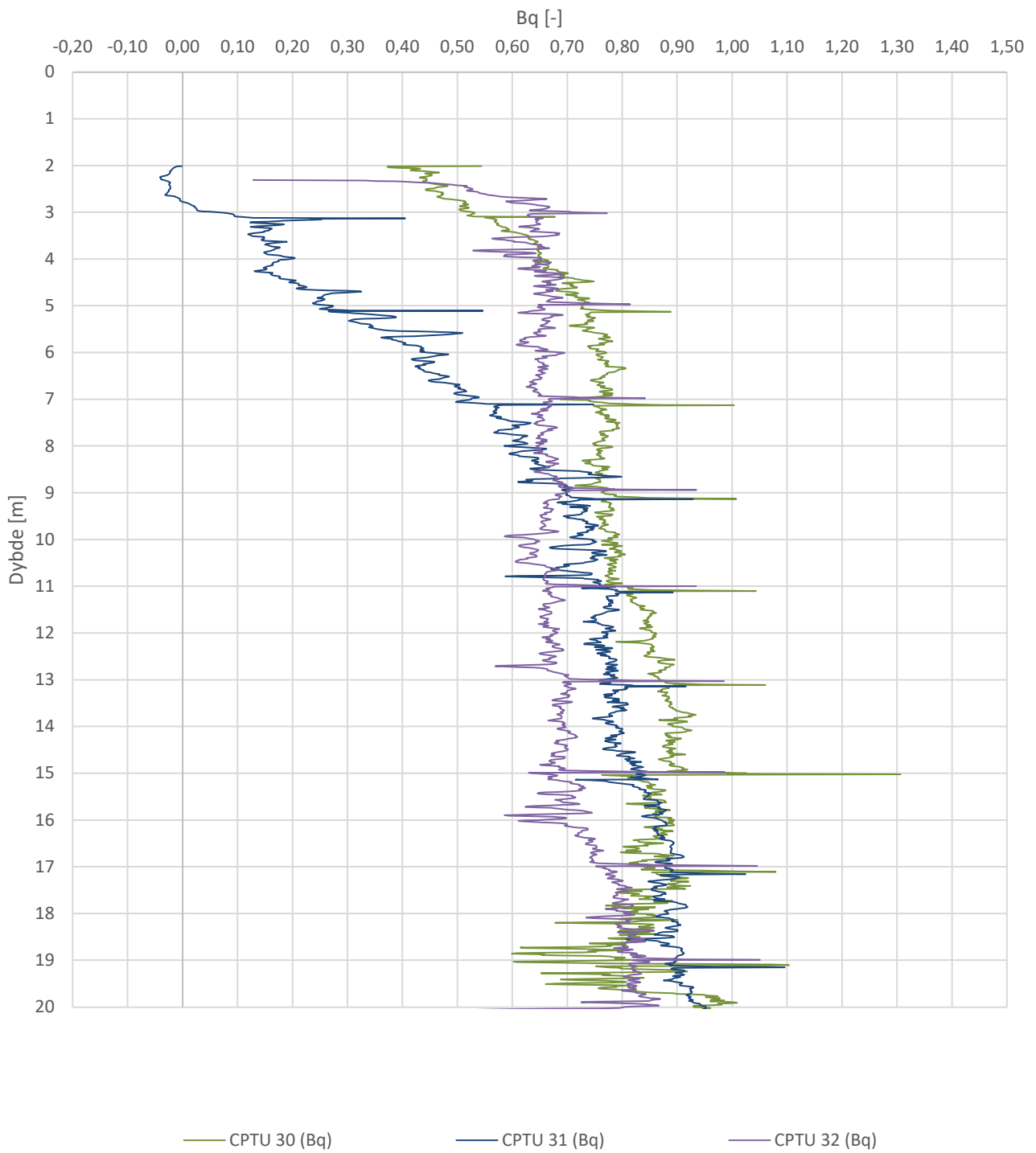
- Dreiesondring
 - Enkel sondering
 - ▽ Trykksondring
 - ⊖ Poretrykksmåling
 - ⋈ Fjell i dagen
 - Skovling
 - ★ Fjellkontrollboring
 - ⚡ Dreietrykksondring
 - ⊕ Totalsondering
 - ⊙ Prøveserie
 - Prøvegrop
 - + Vingebooring
- Borhull nr. Terrang (bunn) kote
 Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> </tr> <tr> <td>Rev.</td> <td>Beskrivelse</td> <td>Dato</td> <td>Tegn.</td> <td>Kontr.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">Fag RIG</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">Format A3</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">Dato 06.12.2021</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">Format/Målestokk: 1:300</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Terraplan</td> <td style="text-align: center;">Status TIL NOT-03</td> <td style="text-align: center;">Konstr./Tegnet AW</td> <td style="text-align: center;">Kontrollert RR</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20118</td> <td style="text-align: center;">Tegningsnr. RIG-TEG-513</td> <td style="text-align: center;">Godkjent RR</td> <td style="text-align: center;">Rev. 0</td> <td></td> </tr> </table>						Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.										Fag RIG					Format A3					Dato 06.12.2021					Format/Målestokk: 1:300	Terraplan		Status TIL NOT-03	Konstr./Tegnet AW	Kontrollert RR	20118	Tegningsnr. RIG-TEG-513	Godkjent RR	Rev. 0	
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.																																										
				Fag RIG																																										
				Format A3																																										
				Dato 06.12.2021																																										
				Format/Målestokk: 1:300																																										
Terraplan		Status TIL NOT-03	Konstr./Tegnet AW	Kontrollert RR																																										
20118	Tegningsnr. RIG-TEG-513	Godkjent RR	Rev. 0																																											

VEDLEGG 5

Tolkede trykksonderinger (CPTU)

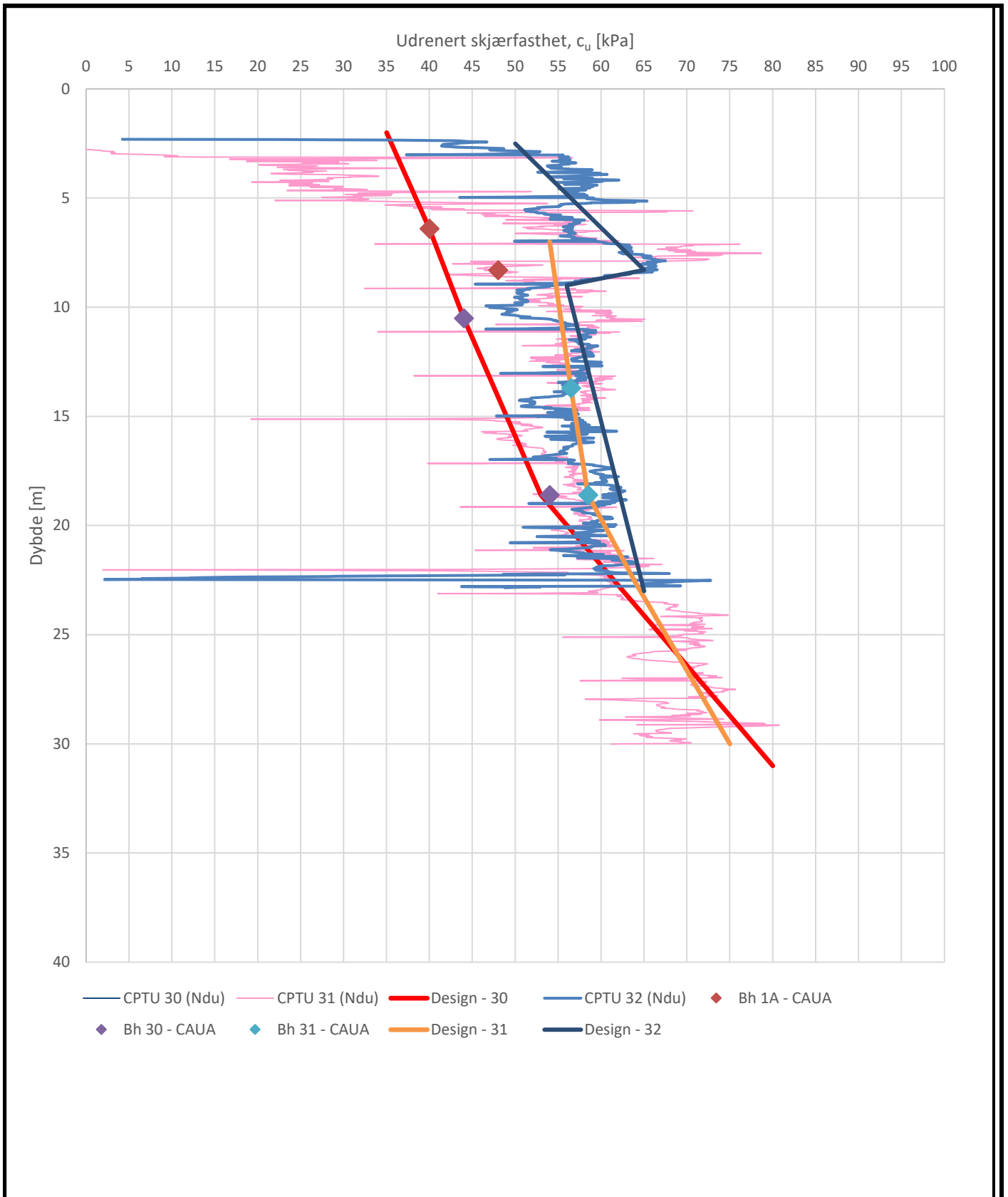
- 1) Samleplott borhull 30, 31 og 32. Bq-plott og CuA-design basert på hhv. Ndu- og Nkt-tolkning.
- 2) Måledata og korrigerede måleverdier: Bh 1A og 30-33.
- 2) Tolket aktiv skjærfasthet, CuA. Bh. 1A og 30-33.
- 3) OCR-modell. Bh. 30-33.
- 4) Tolket friksjonsvinkel og attraksjon. Bh. 30 og 31.



Oppdrag:

GS-bamble

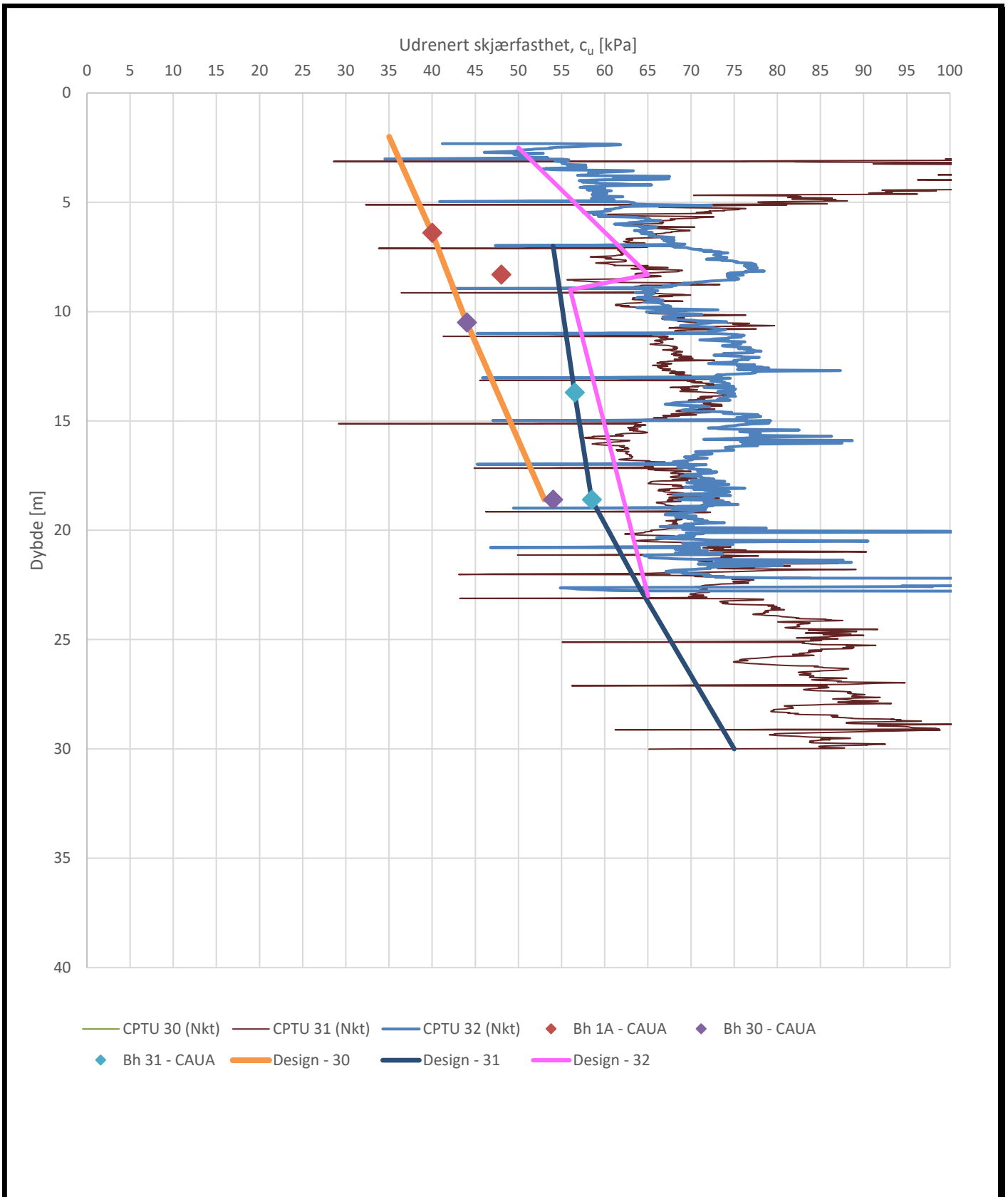
Bq Samleplott



Oppdrag:

GS-bamble

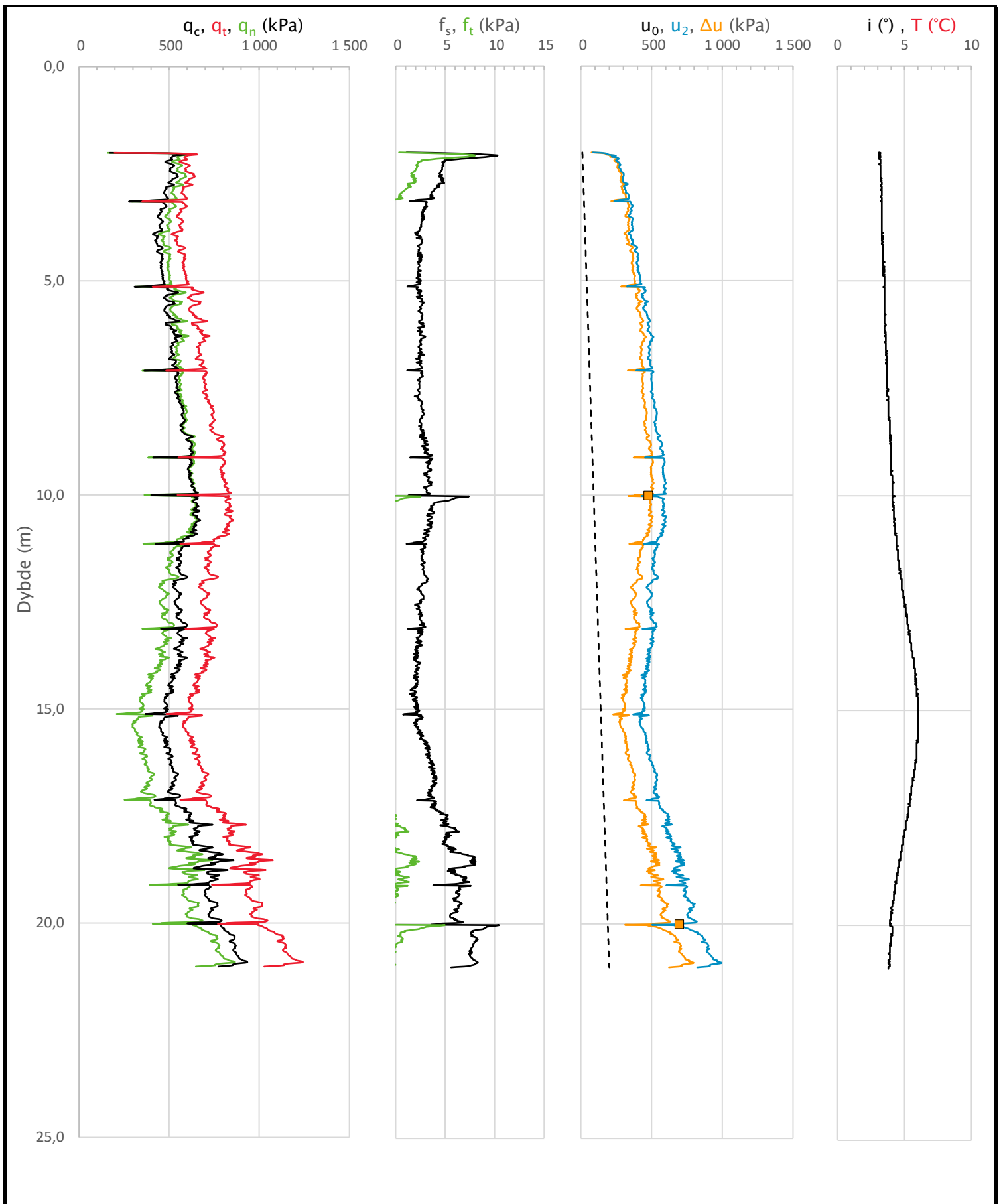
CPTU tolkning av $c_{u,A}$ basert på NGI (Ndu)



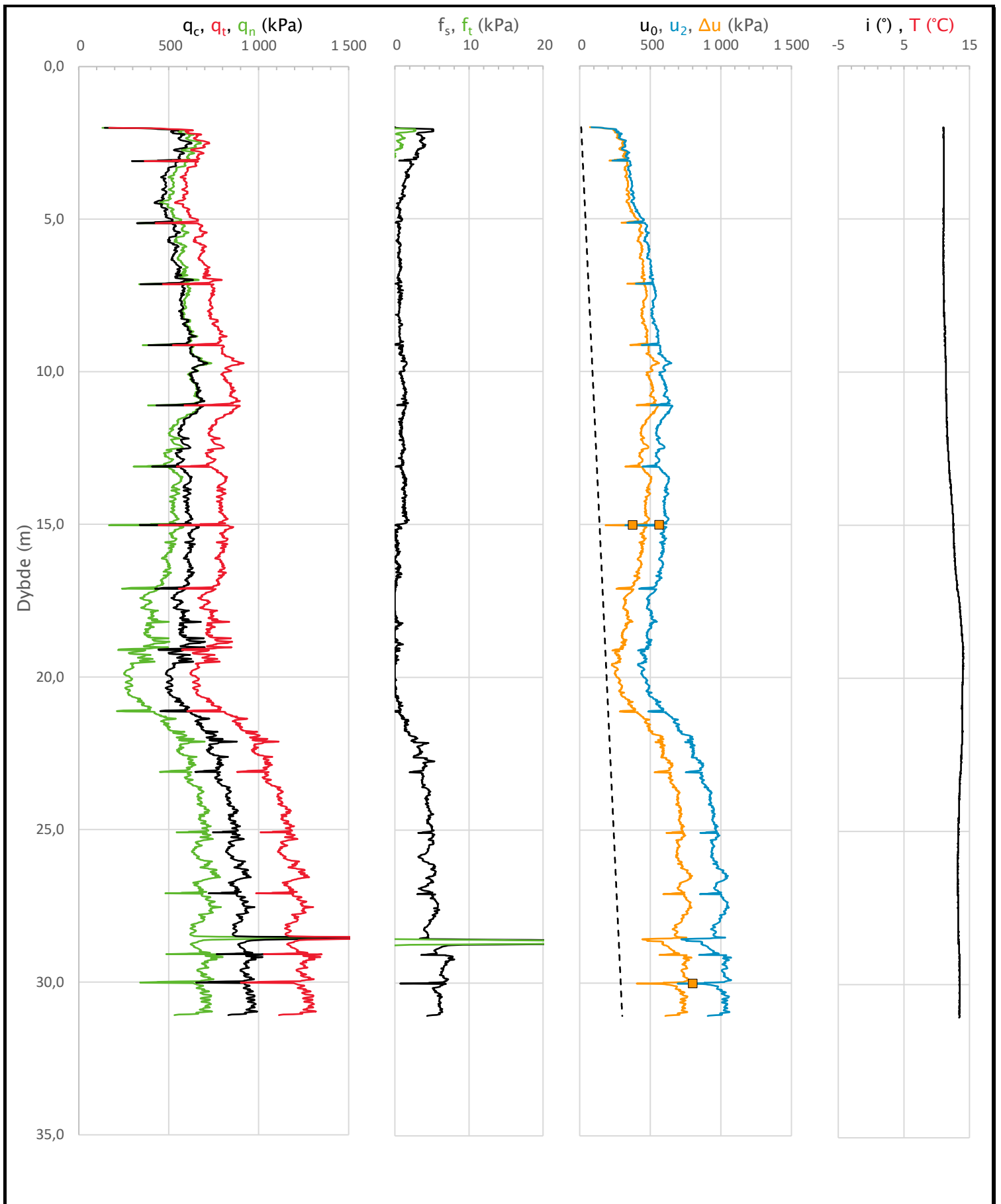
Oppdrag:

GS-bamle

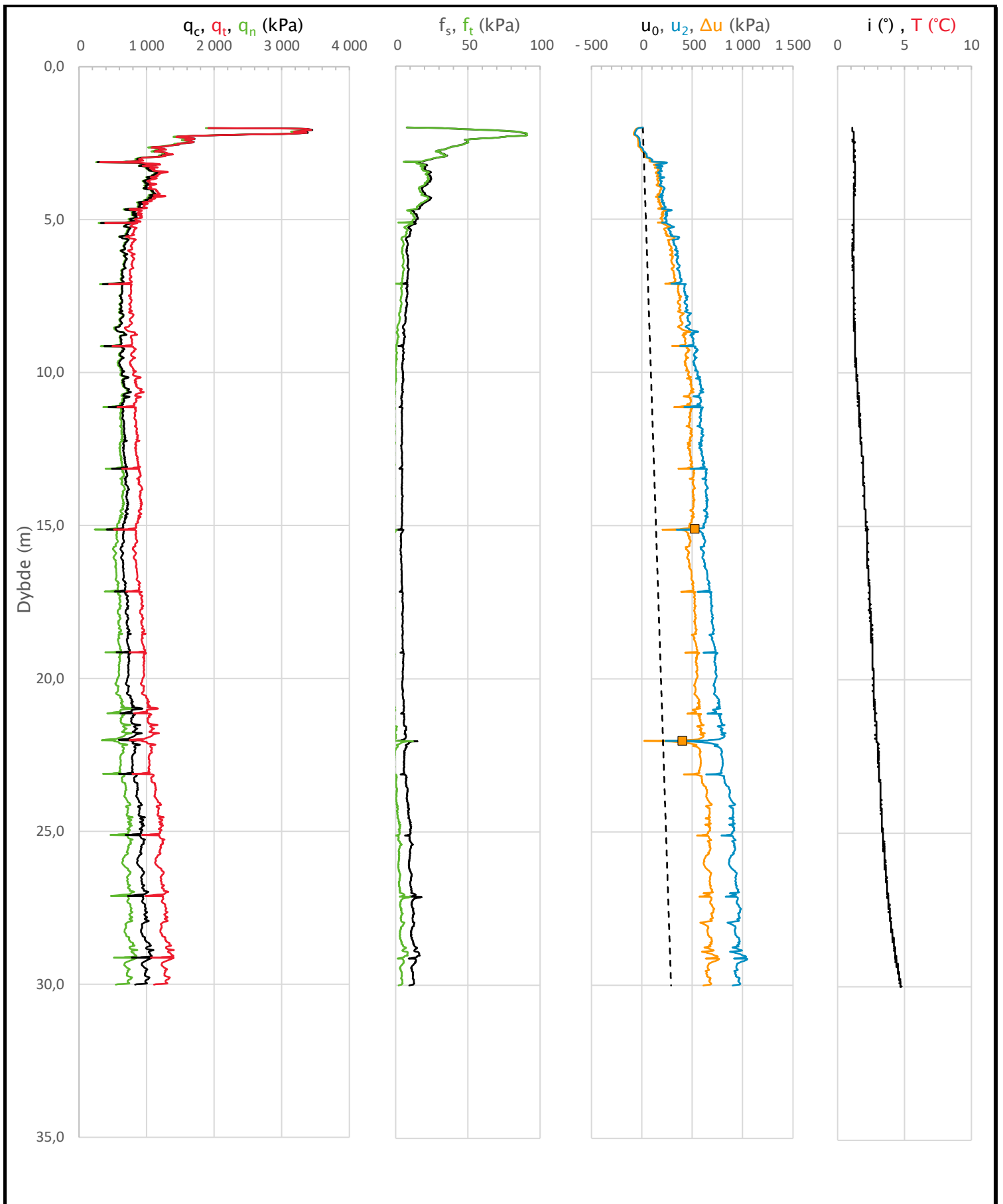
CPTU tolkning av $c_{u,A}$ basert på NGI (N_{kt})



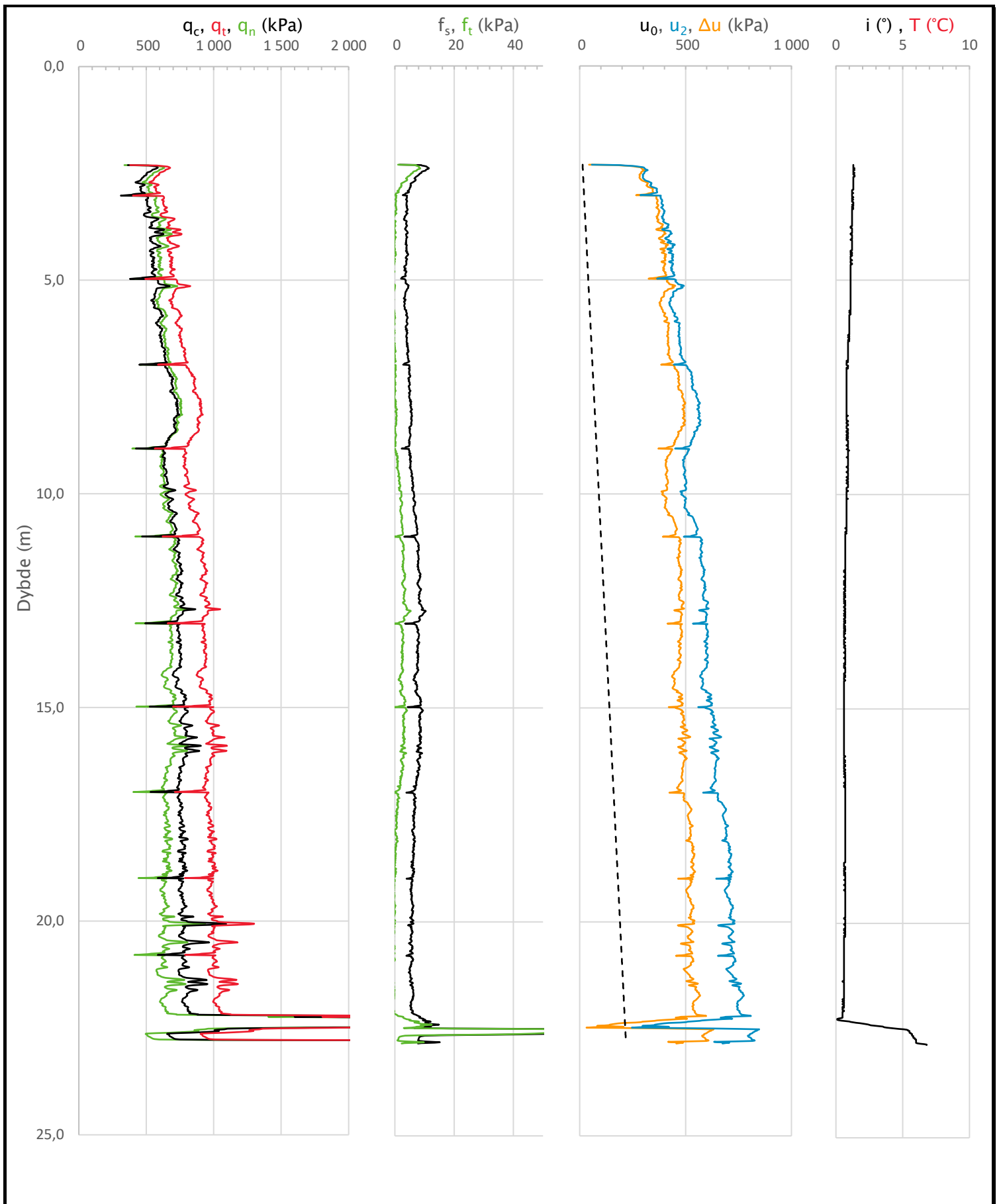
Prosjekt		Prosjektnummer: 20118		Borhull	Kote +13
Bamble kirke				1A	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				31107	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	2
	AW	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	3
	Ekstern konsulent	13.09.2021	Rev. dato		



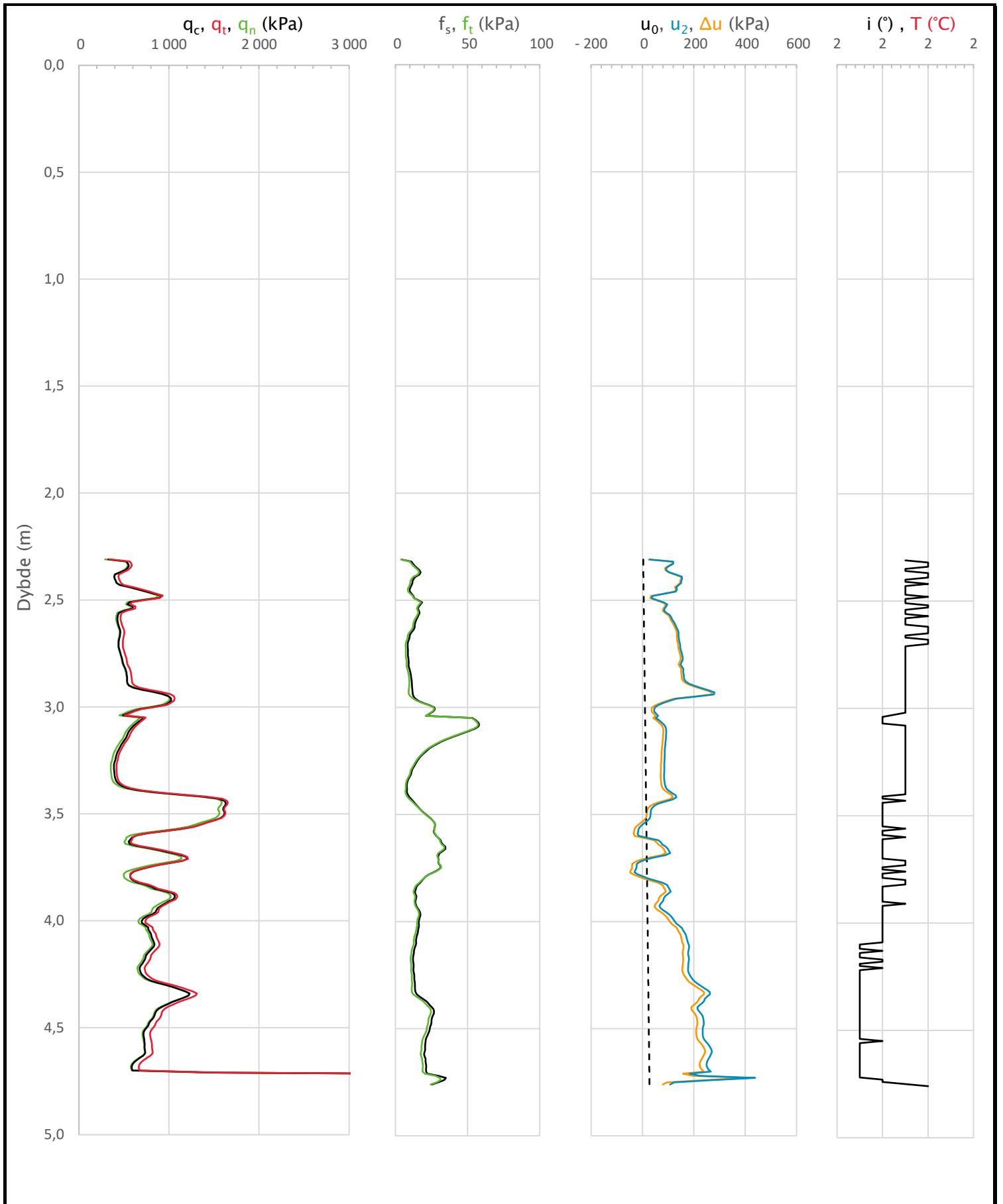
Prosjekt Bamble kirke			Prosjektnummer: 20118	Borhull Kote +13,7 30
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier			Sondennummer 31107	
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 3



Prosjekt		Prosjektnummer: 20118		Borhull	Kote +16,67
Bamble kirke				31	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				31107	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AW	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	3
	Ekstern konsulent	09.09.2021	Rev. dato		



Prosjekt Bamble kirke			Prosjektnummer: 20118	Borhull Kote +11,6 32
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier			Sondennummer 31107	
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 3



Prosjekt Bamble kirke		Prosjektnummer: 20118		Borhull Kote +17,5 33
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 31107
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.09.2021	Revisjon	Figur 3
			Rev. dato	

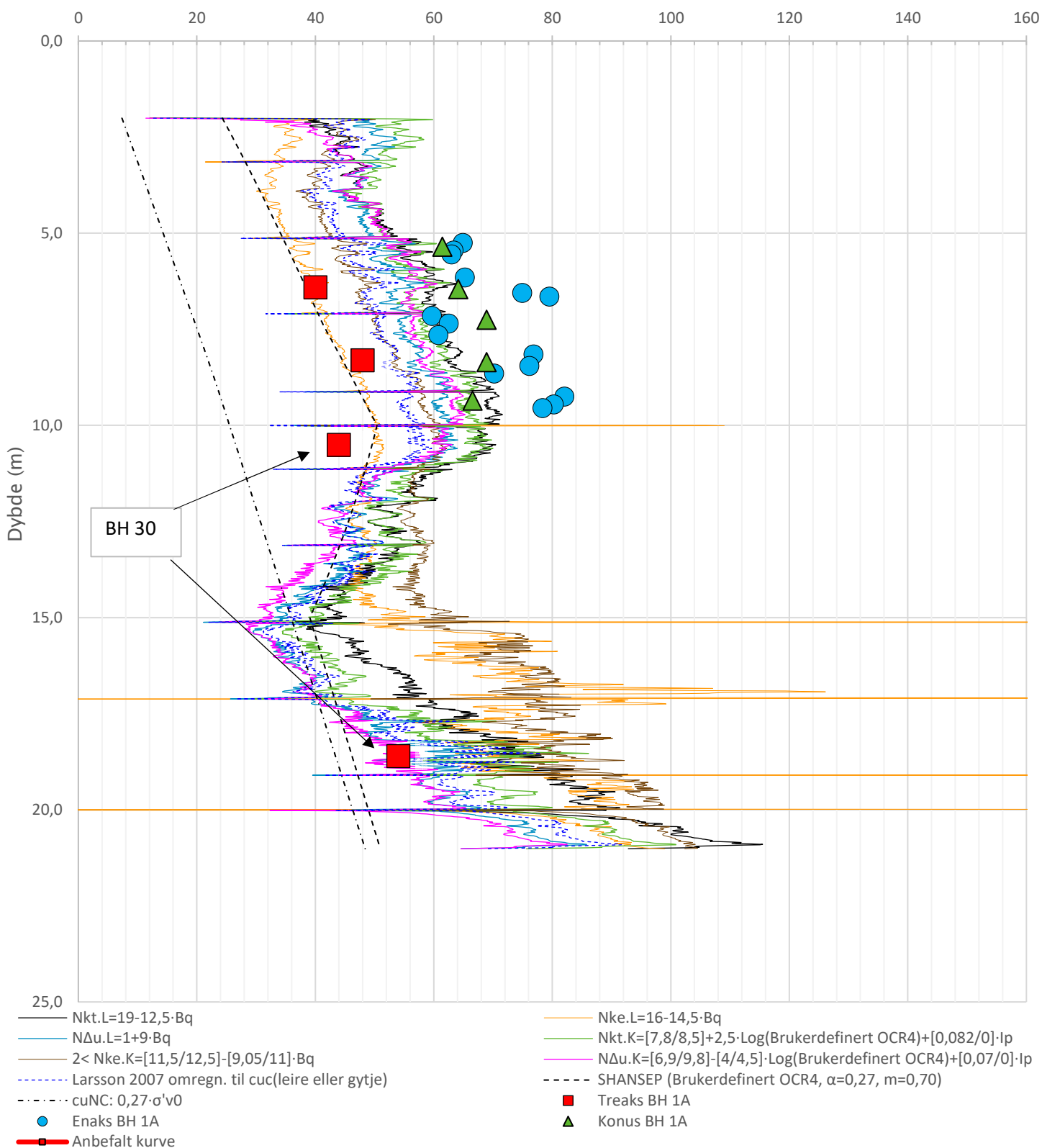
Anisotropiforhold i figur:

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

Enaks BH 1A: $c_{uc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,634)}$

Konus BH 1A: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,634)}$

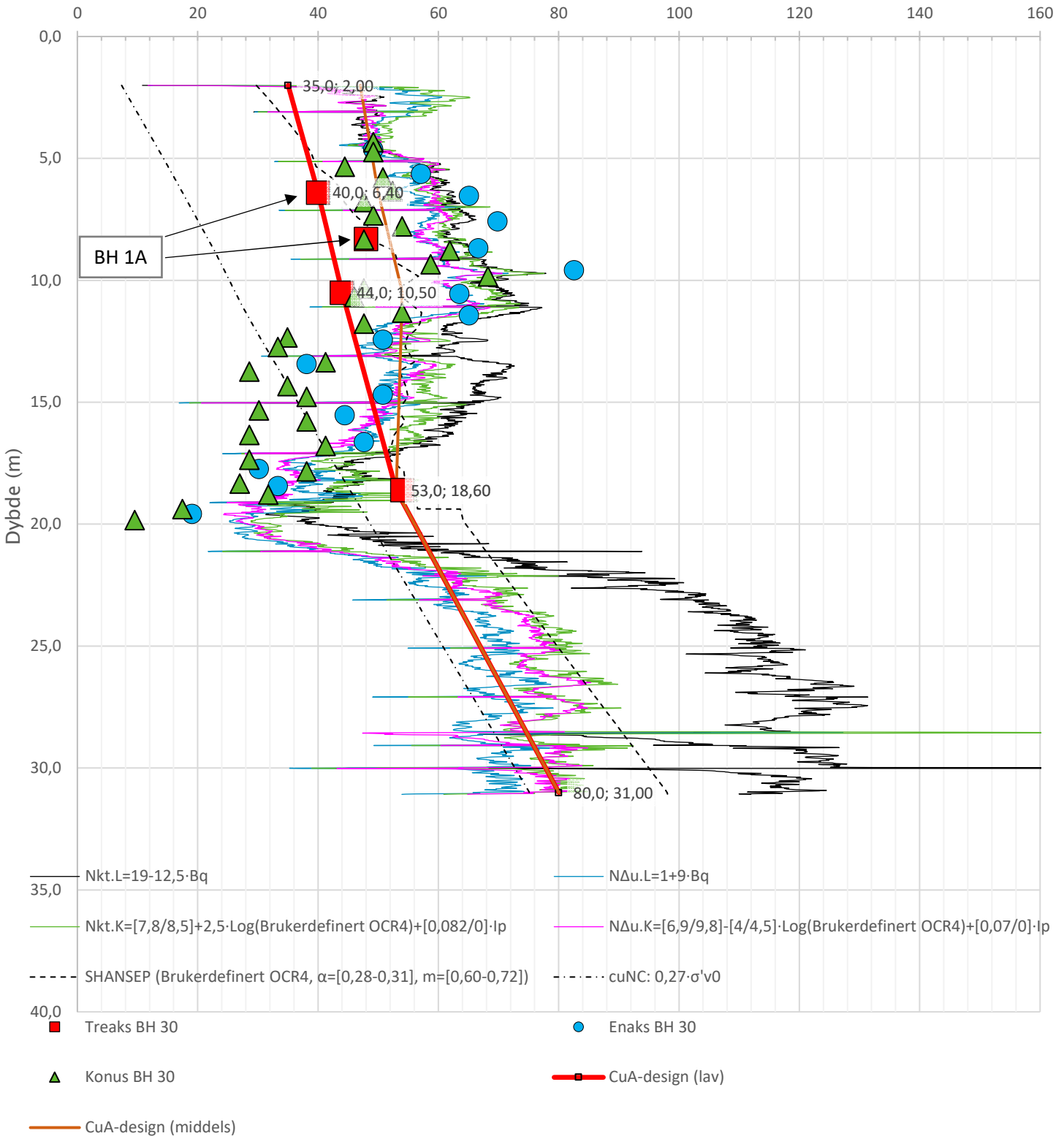
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt Bamble kirke			Prosjektnummer: 20118	Borhull Kote +13 1A
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondenummer 31107	
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 2
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5

Anisotropiforhold i figur:
 Treaks BH 30: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$
 Enaks BH 30: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 0,630$
 Konus BH 30: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt Bamble kirke		Prosjektnummer: 20118		Borhull Kote +13,7 30
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondennummer 31107
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5

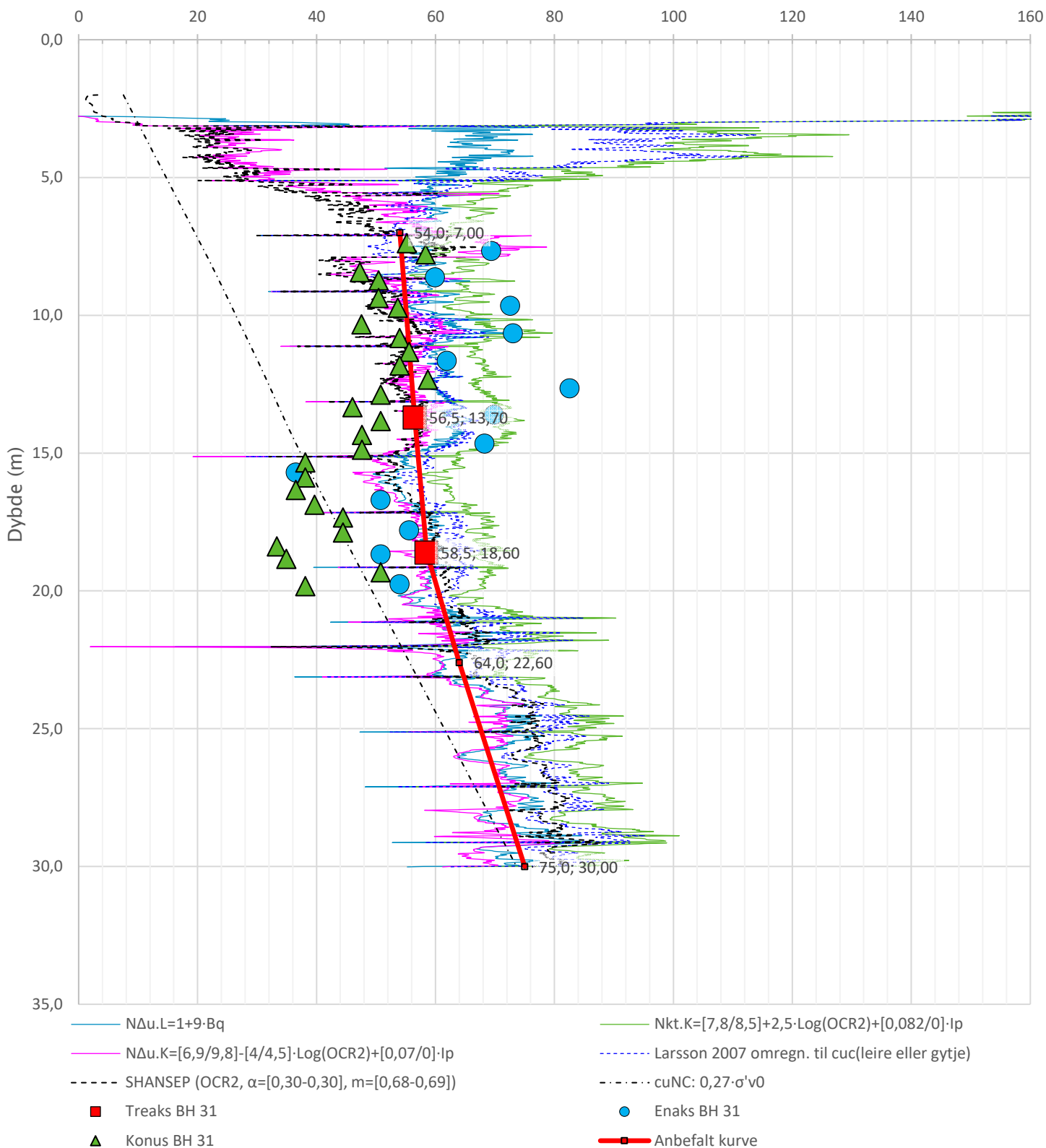
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 31: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

Enaks BH 31: $c_{uuc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,634)}$

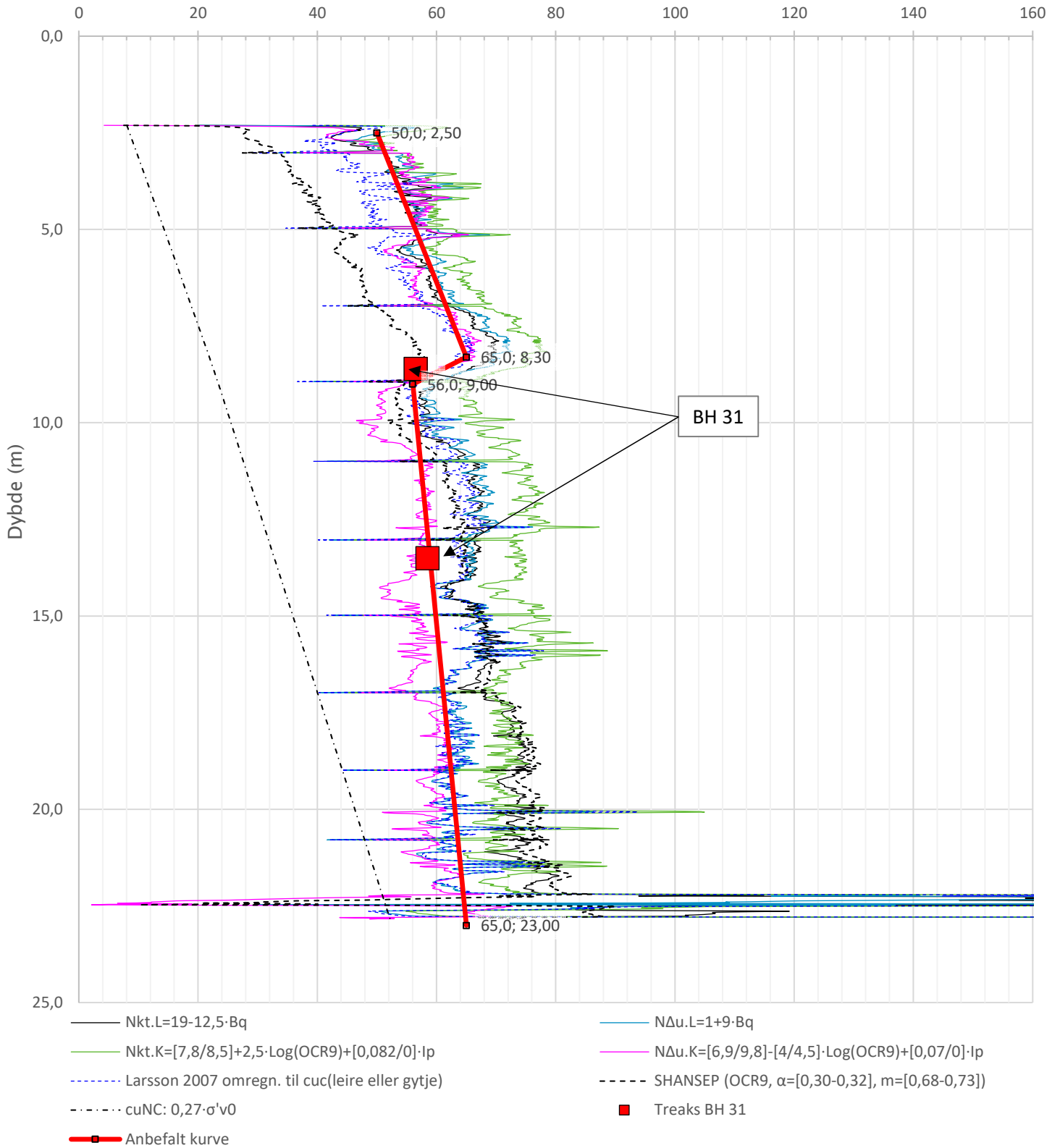
Konus BH 31: $c_{ufc}/c_{ucptu} = \text{var. (min:0,630 max:0,634)}$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 20118		Borhull	Kote +16,67
Bamble kirke				31	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				31107	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AW	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	09.09.2021	Rev. dato		

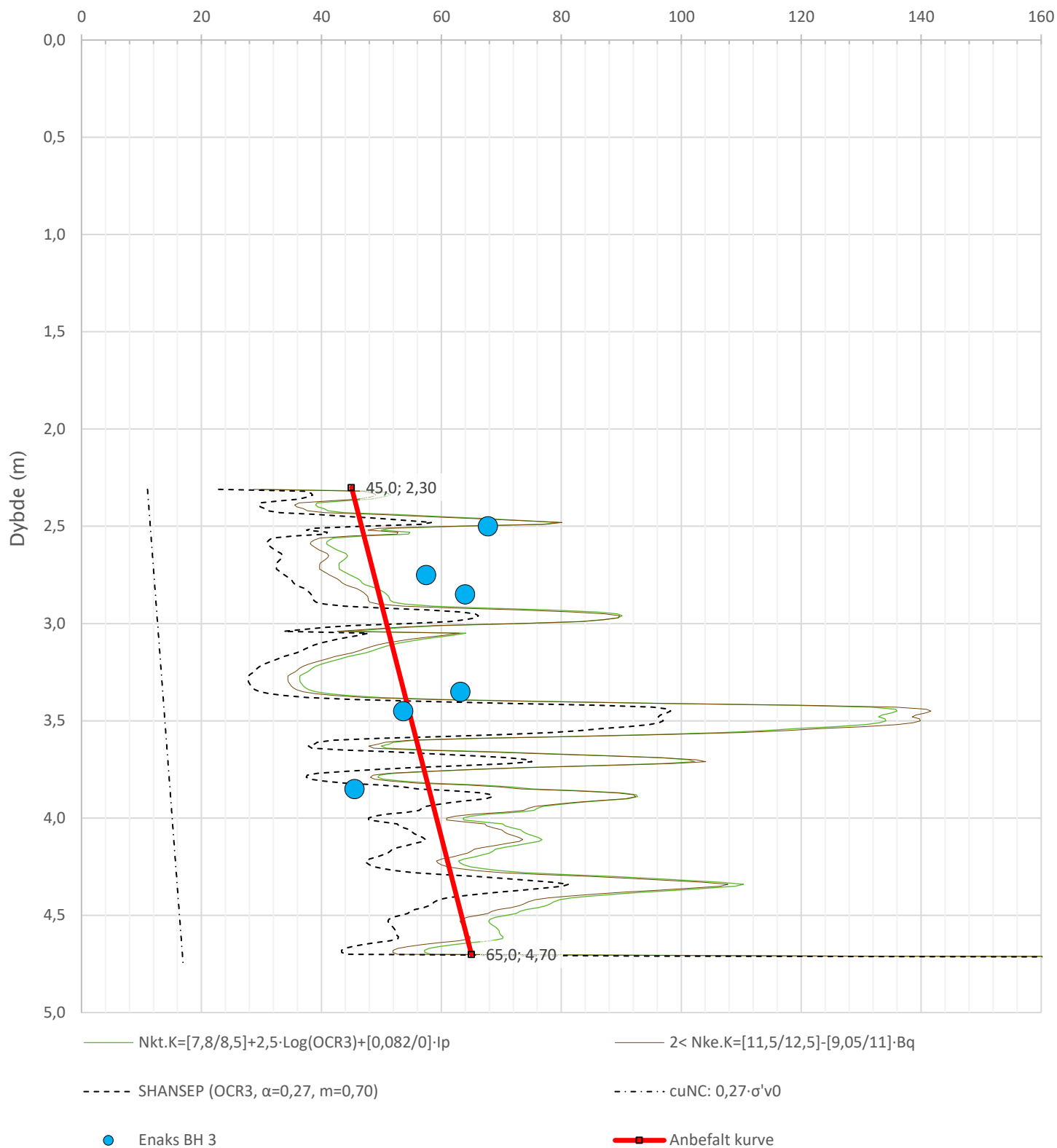
Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 20118		Borhull	Kote +11,6
Bamble kirke				32	
Innhold				Sondennummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				31107	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AW	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	5
	Ekstern konsulent	08.09.2021	Rev. dato		

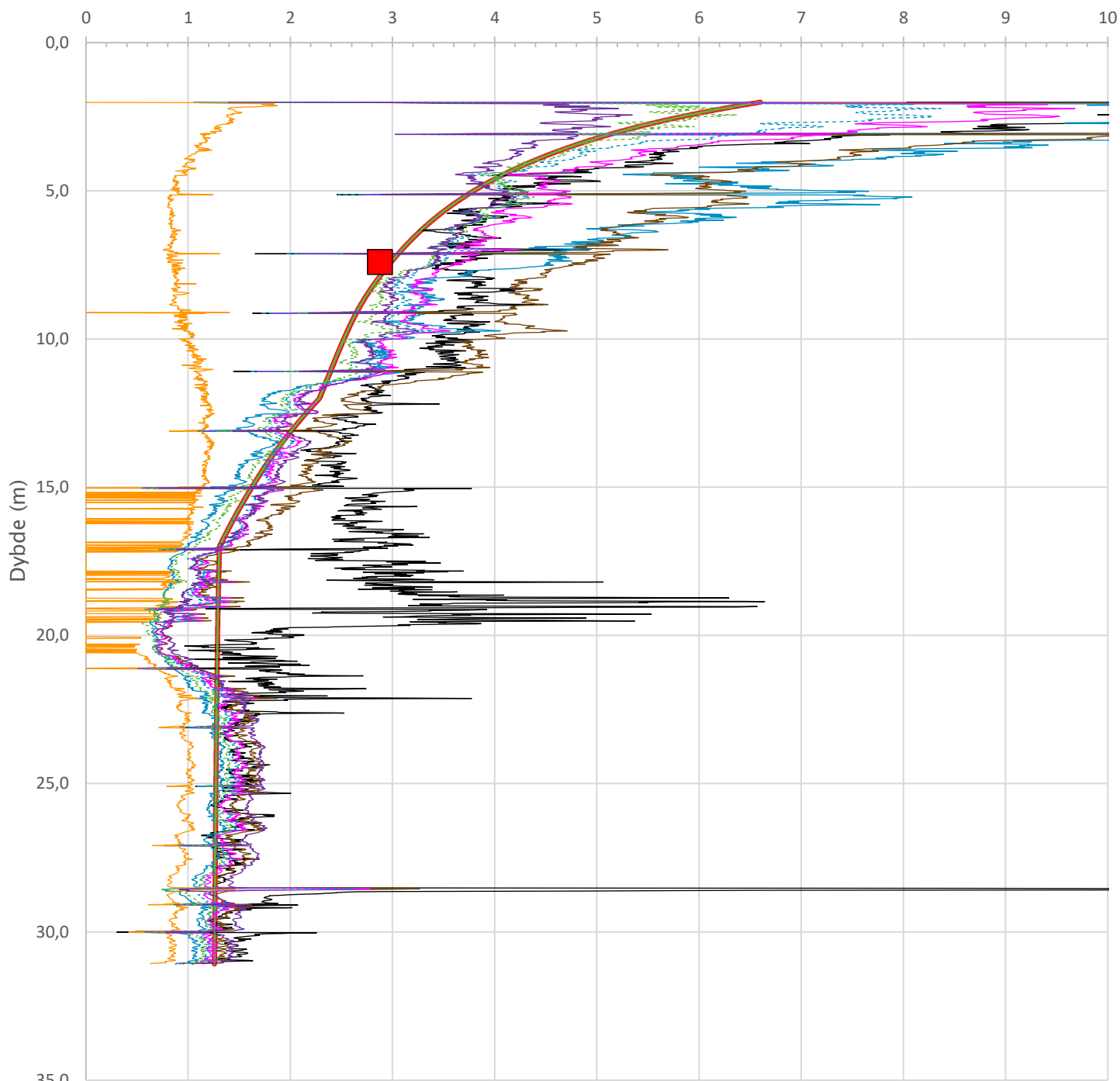
Anisotropiforhold i figur:
Enaks BH 3: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt Bamble kirke			Prosjektnummer: 20118	Borhull Kote +17,5 33
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondenummer 31107	
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 5

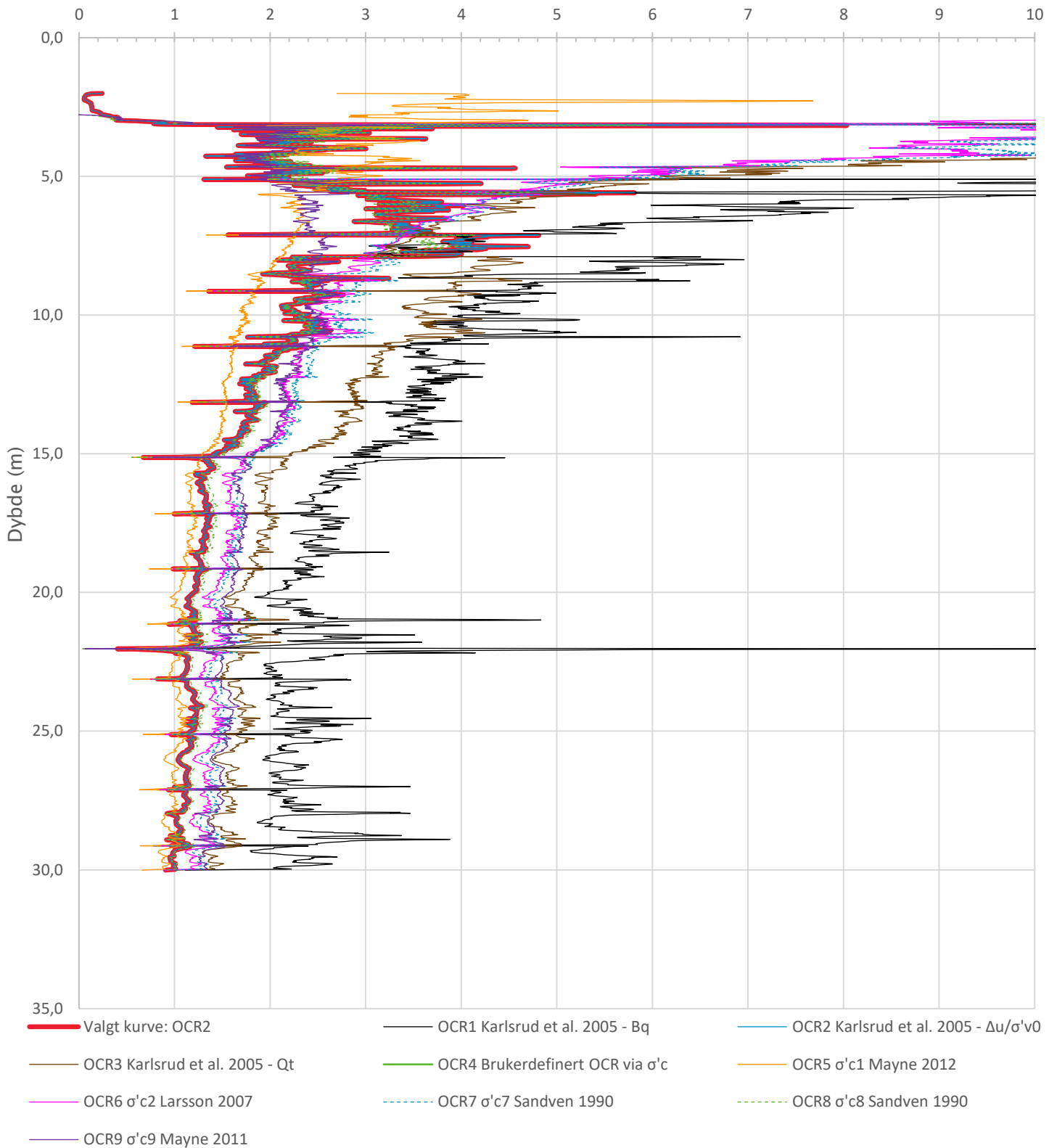
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR4
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011
- Ødometer BH 30

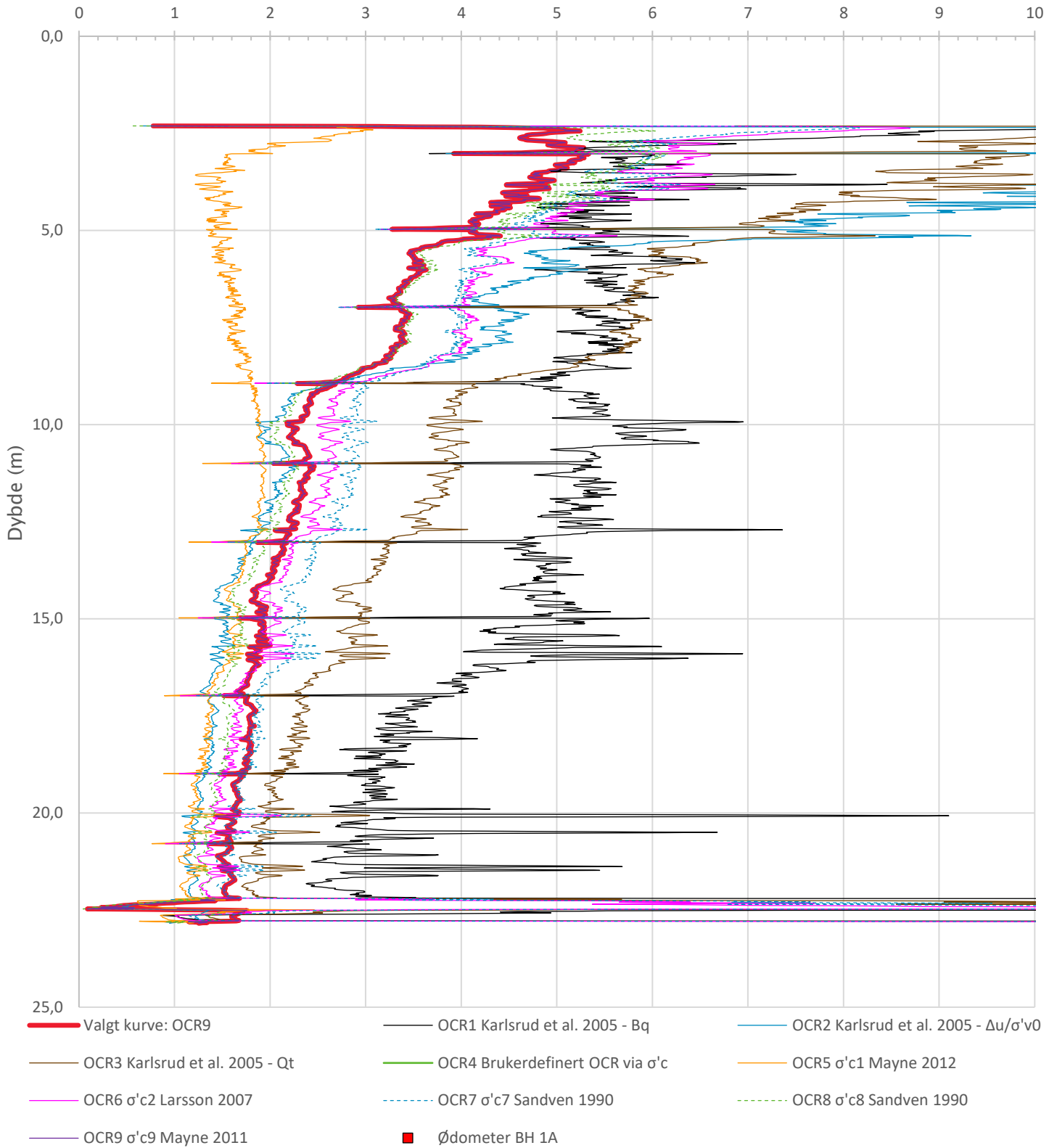
Prosjekt			Prosjektnummer: 20118	Borhull	Kote +13,7
Bamble kirke				30	
Innhold			Sondennummer		
Overkonsolideringsgrad, OCR			31107		
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AW	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	13.09.2021	Rev. dato		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



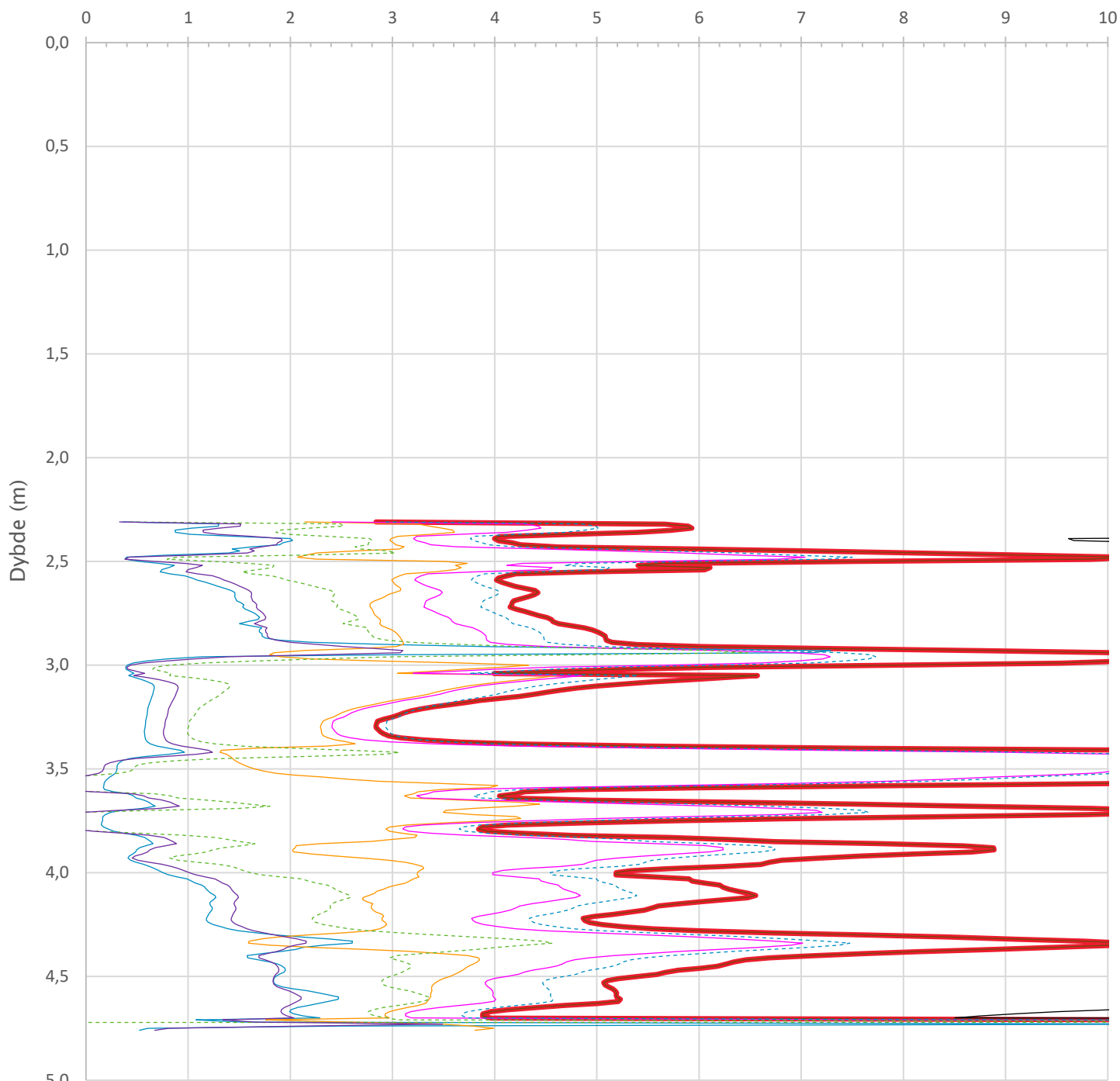
Prosjekt		Prosjektnummer: 20118		Borhull	Kote +16,67
Bamble kirke				31	
Innhold				Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR				31107	
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AW	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	09.09.2021	Rev. dato		

Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



Prosjekt			Prosjektnummer: 20118	Borhull	Kote +11,6
Bamble kirke				32	
Innhold			Sondennummer		
Overkonsolideringsgrad, OCR			31107		
Terraplan AS	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	AW	RR	RR		
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur	8
	Ekstern konsulent	08.09.2021	Rev. dato		

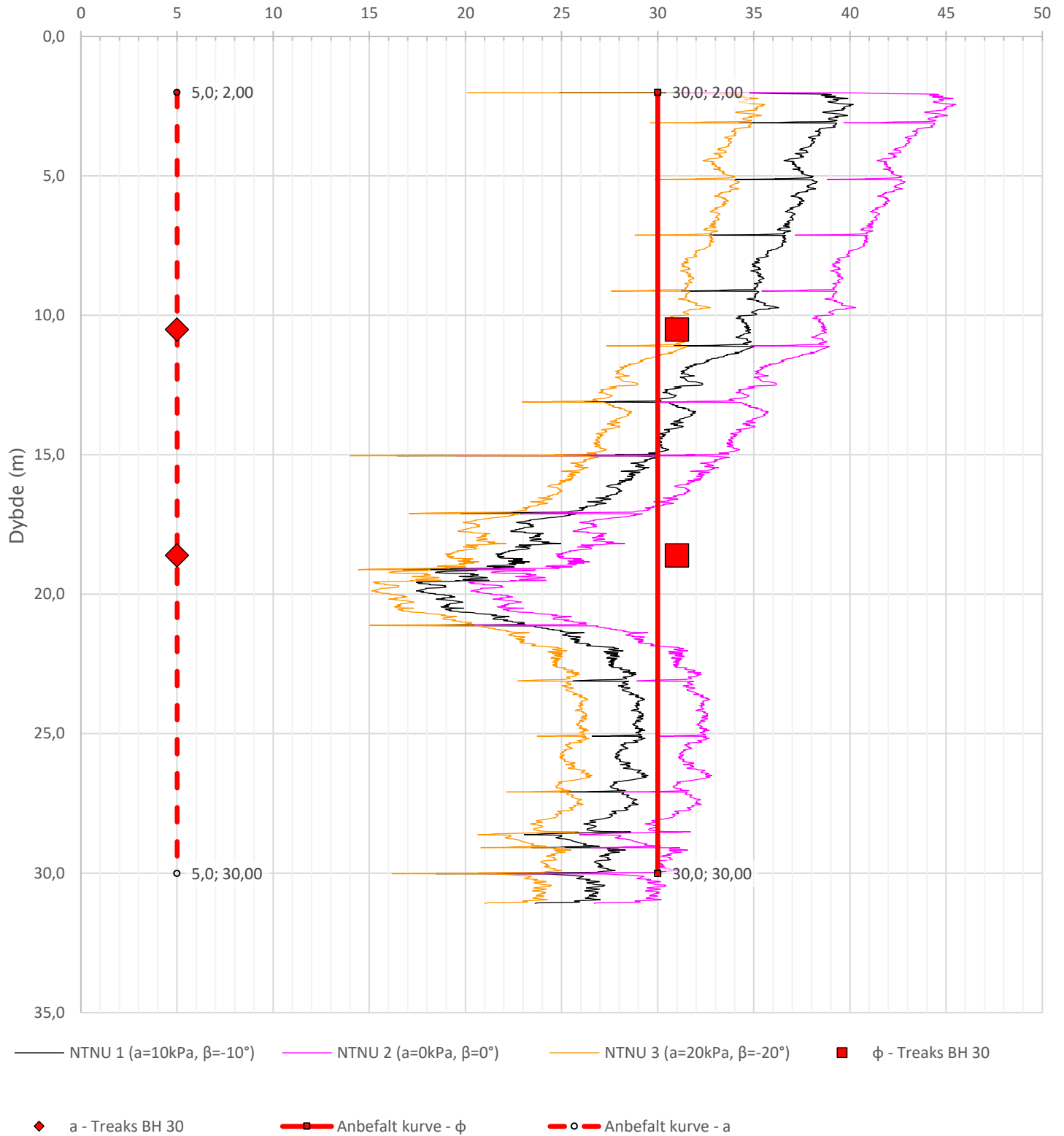
Overkonsolideringsgrad, OCR (-)



- Valgt kurve: OCR3
- OCR1 Karlsrud et al. 2005 - Bq
- OCR2 Karlsrud et al. 2005 - $\Delta u/\sigma'v0$
- OCR3 Karlsrud et al. 2005 - Qt
- OCR4 Brukerdefinert OCR via $\sigma'c$
- OCR5 $\sigma'c1$ Mayne 2012
- OCR6 $\sigma'c2$ Larsson 2007
- - - OCR7 $\sigma'c7$ Sandven 1990
- - - OCR8 $\sigma'c8$ Sandven 1990
- OCR9 $\sigma'c9$ Mayne 2011

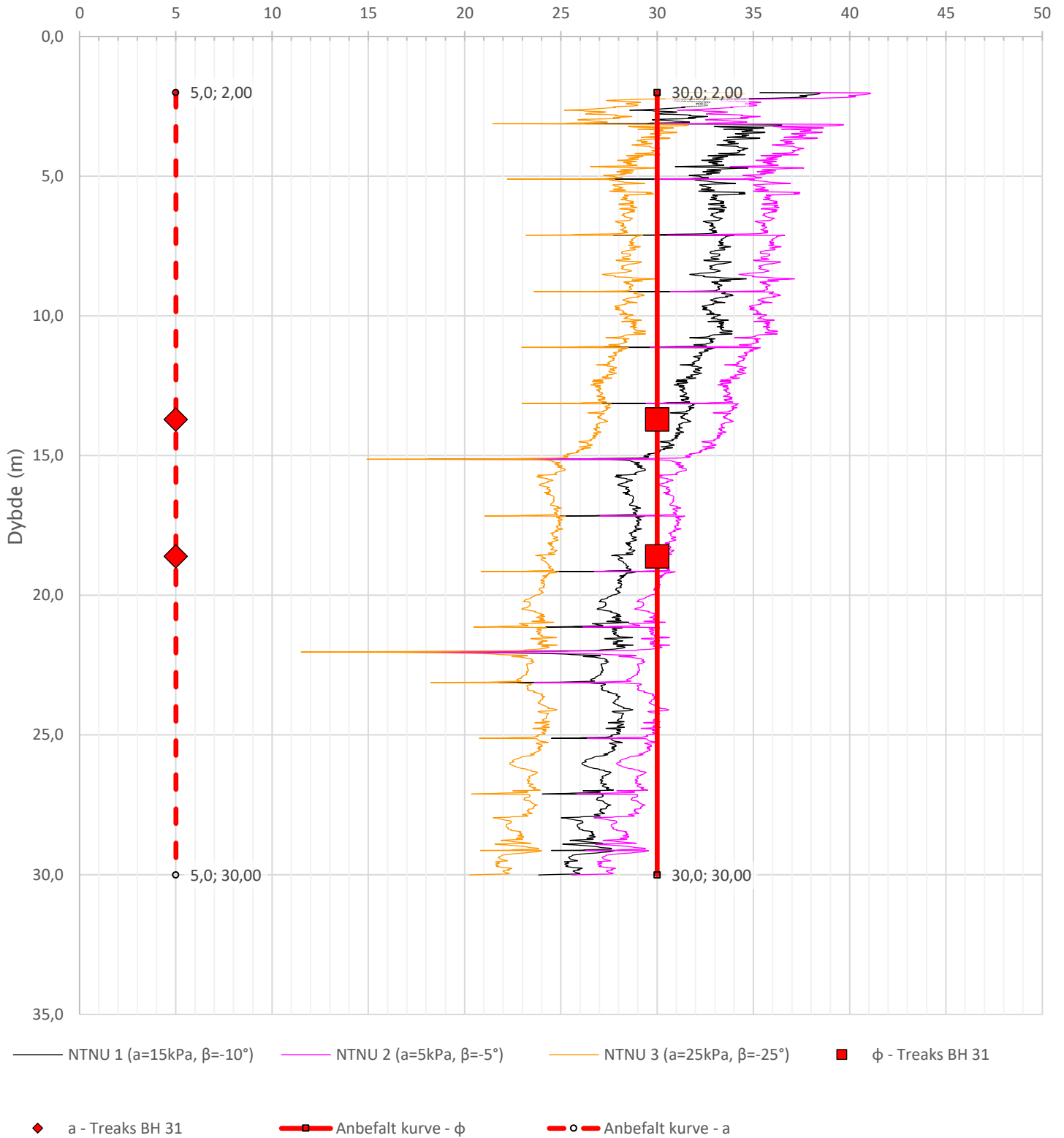
Prosjekt Bamble kirke			Prosjektnummer: 20118	Borhull Kote +17,5 33
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR			Sondennummer 31107	
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 08.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 8

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



Prosjekt Bamble kirke			Prosjektnummer: 20118	Borhull 30	Kote +13,7
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer 31107		
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse	1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 13.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur	6

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

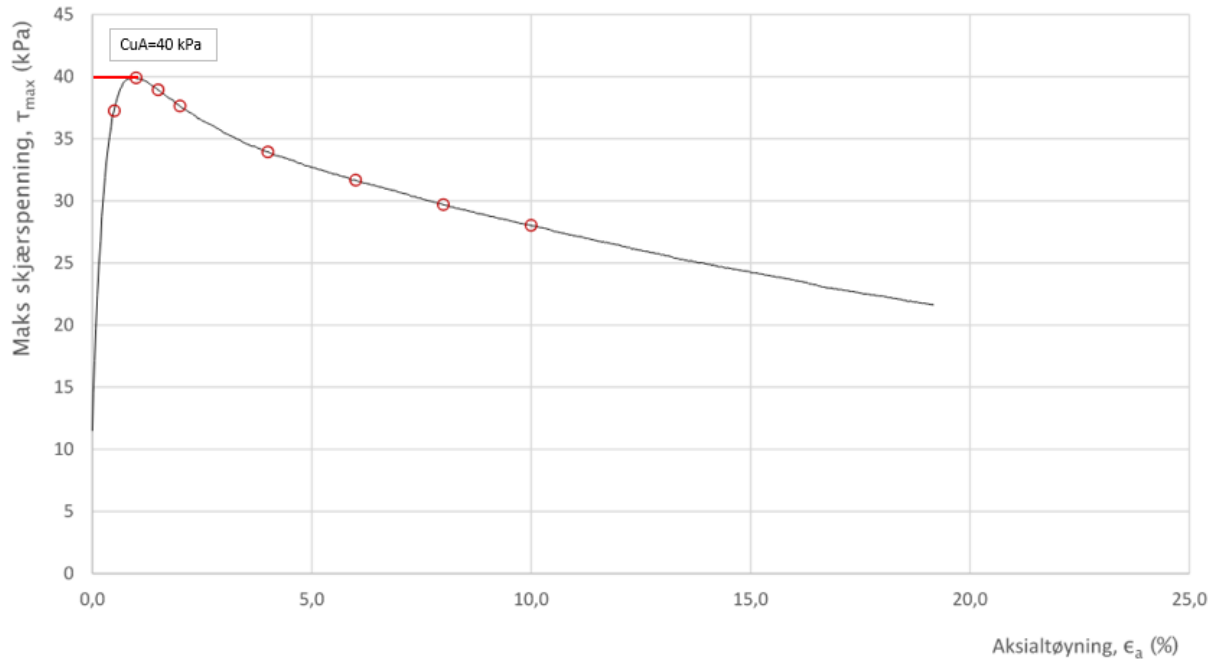


Prosjekt Bamble kirke			Prosjektnummer: 20118	Borhull Kote +16,67 31
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer 31107	
Terraplan AS	Utført AW	Kontrollert RR	Godkjent RR	Anvend.klasse 1
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 09.09.2021	Revisjon Rev. dato	Figur 6

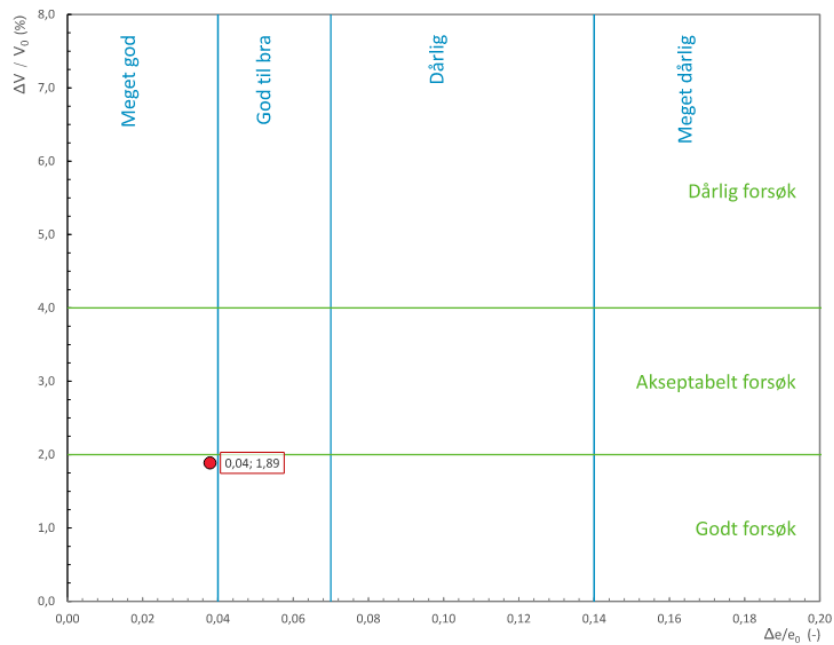
Vedlegg 6 Tolkede treaks- og ødometerforsøk

1) Tolkede skjærfastheter fra treaksforsøk samt prøvekvalitet. Borhull 1A, 30 og 31.

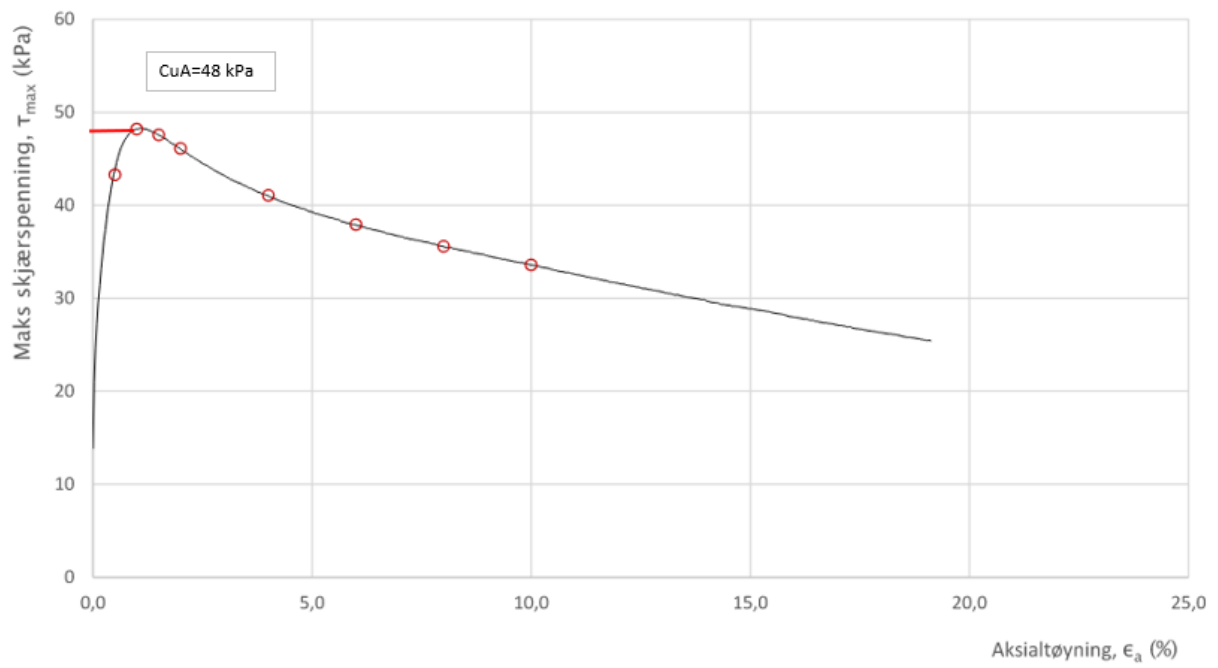
Borhull 1A – Dybde 6,4 m:



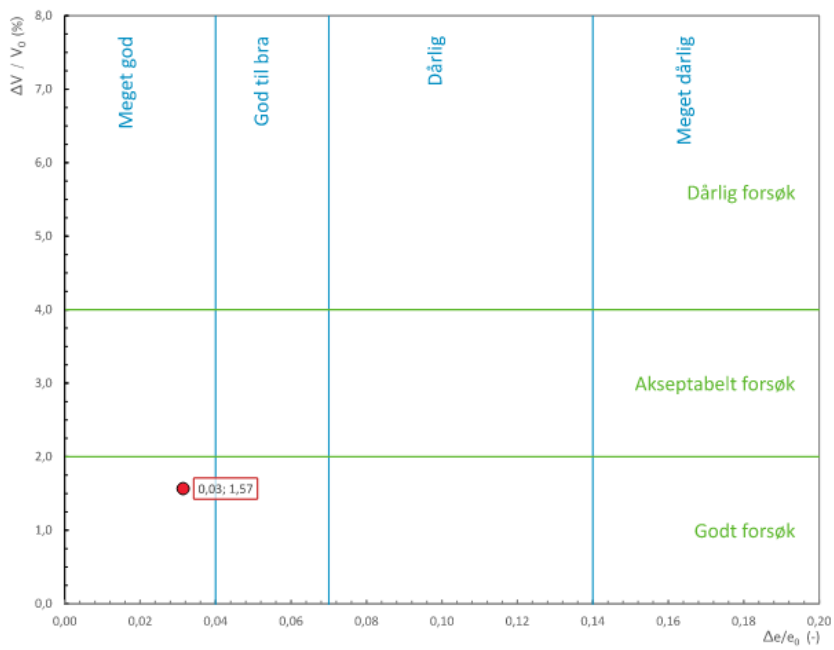
Prøvekvalitet:



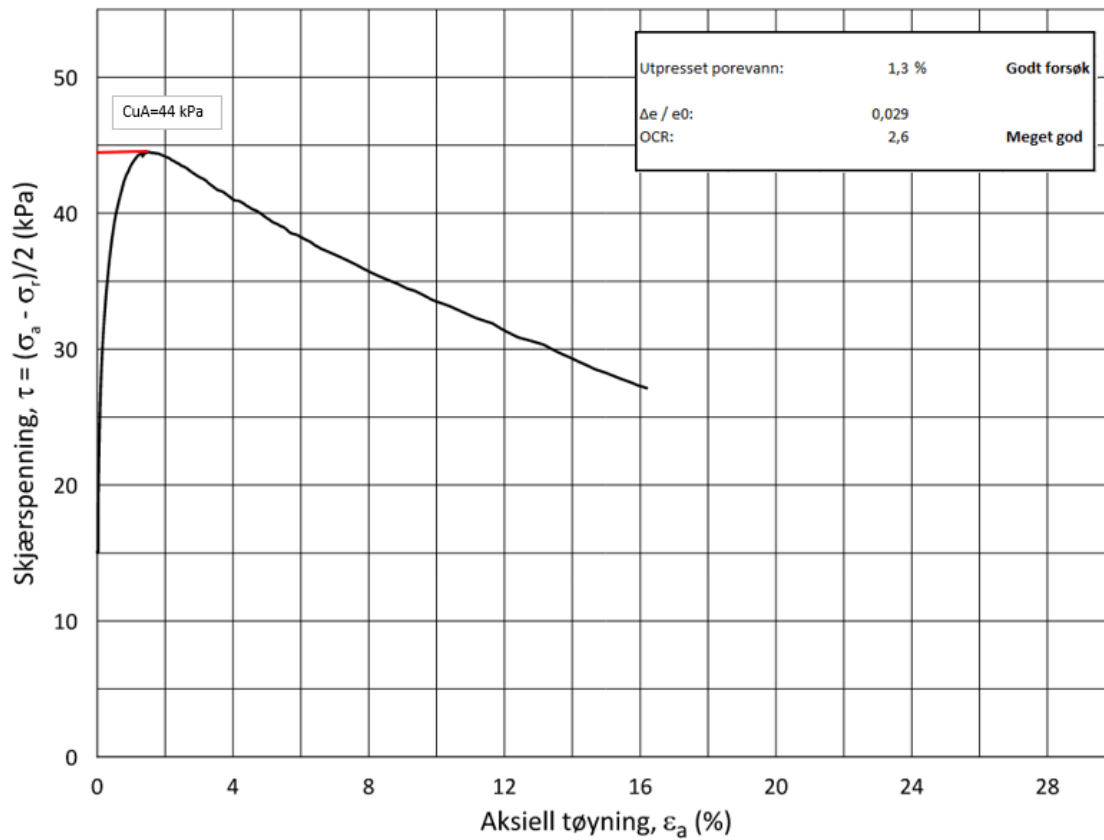
Borhull 1A – Dybde 8,3 m:



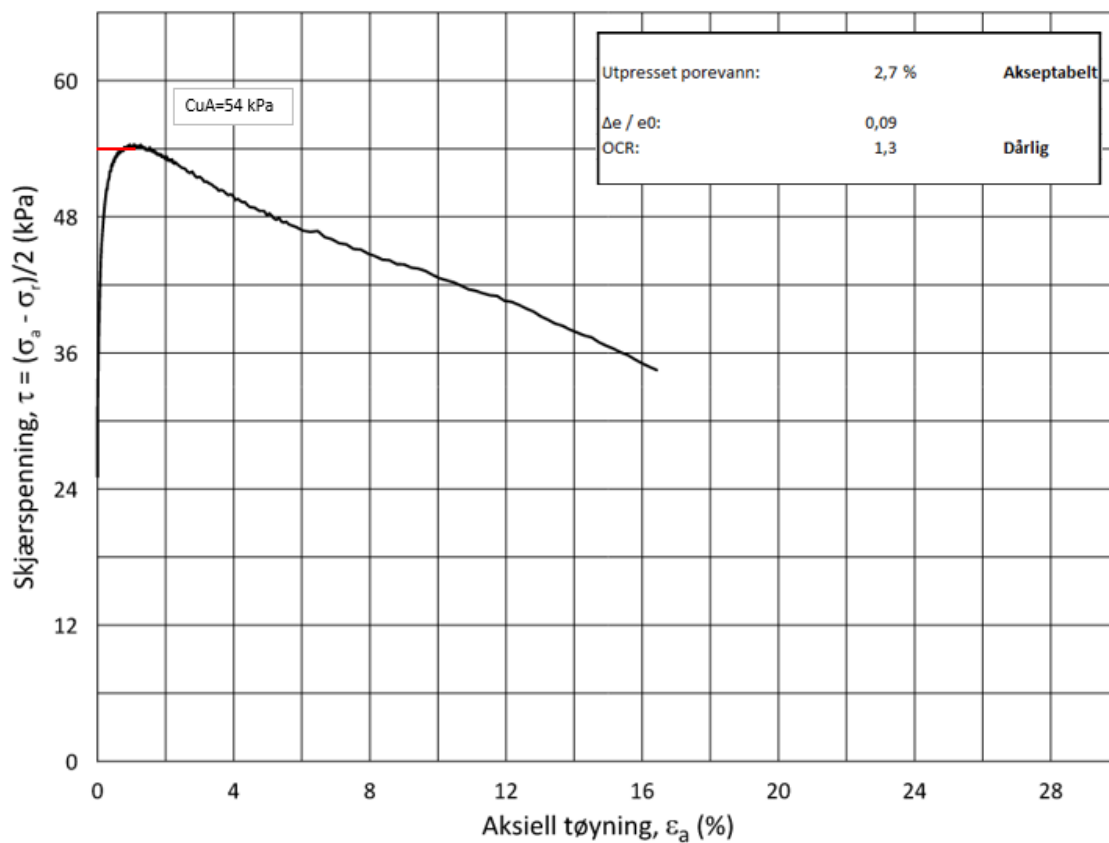
Prøvekvalitet:



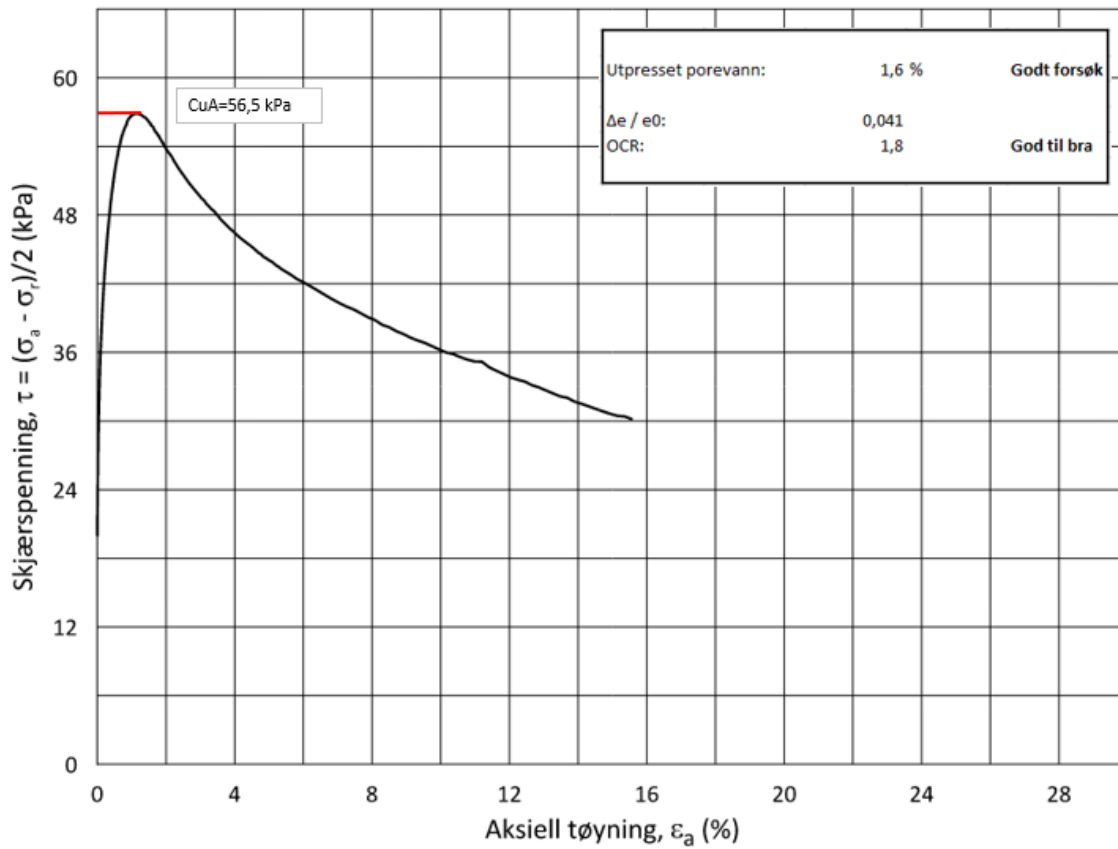
Borhull 30 – Dybde 10,5 m:



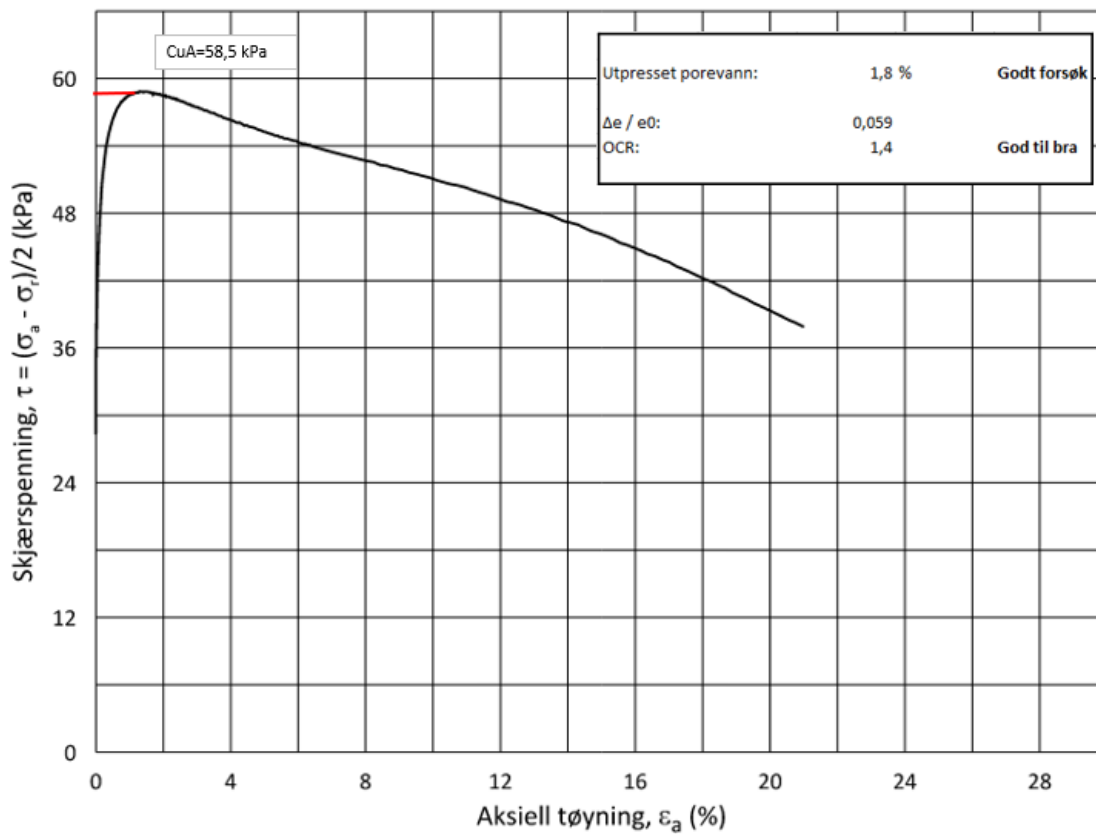
Borhull 30 – Dybde 18,6 m:



Borhull 31 – Dybde 13,7 m:

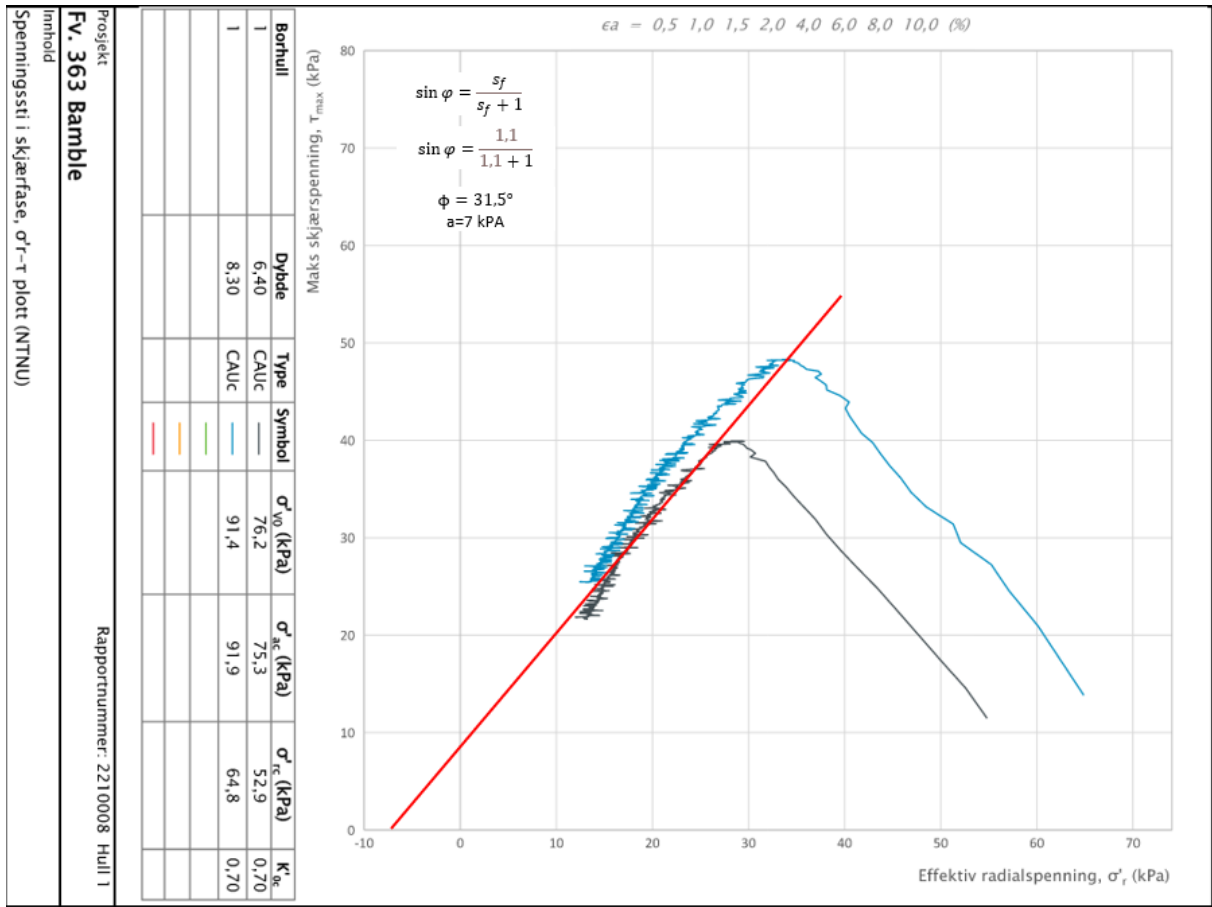


Borhull 31 – Dybde 18,6 m:



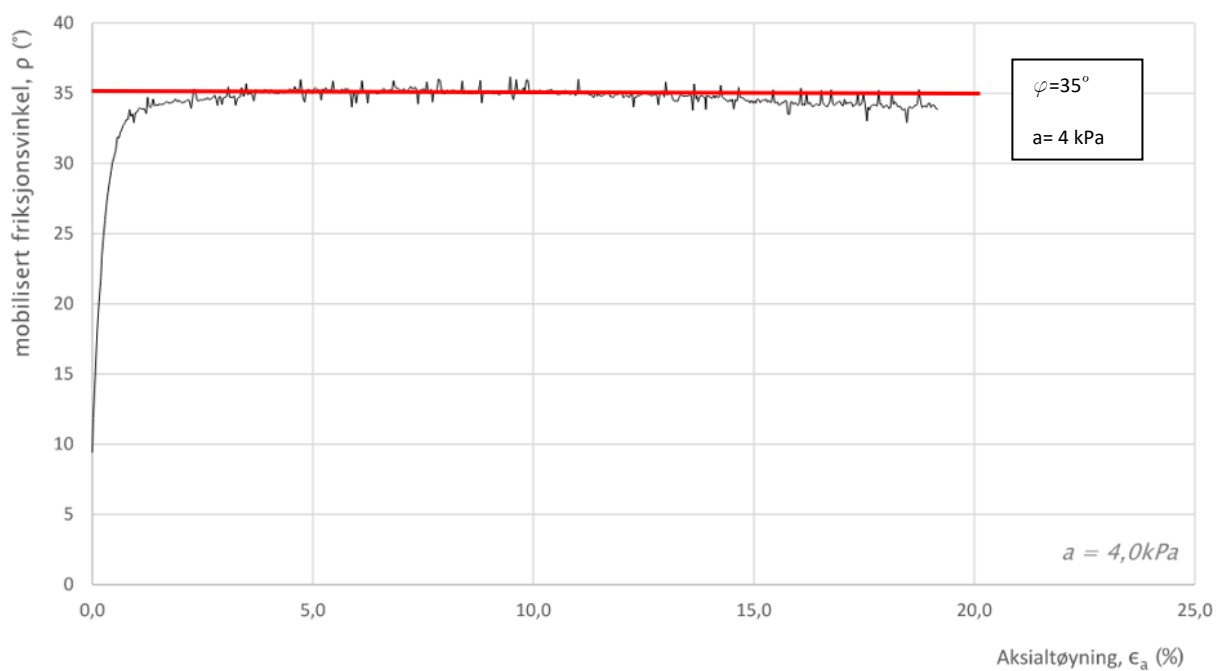
2) Tolkede effektivspenningsparametere fra treksforsøk

Borhull 1A – samleplott:

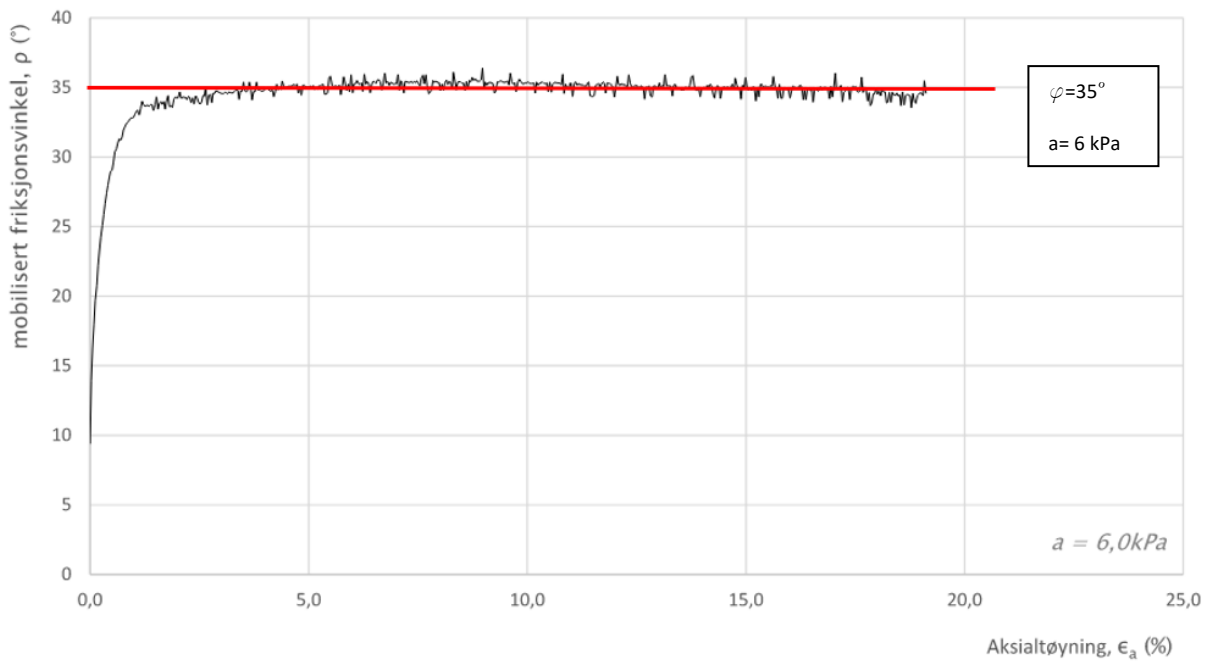


Tolket mobilisert friksjonsvinkel fra forsøk:

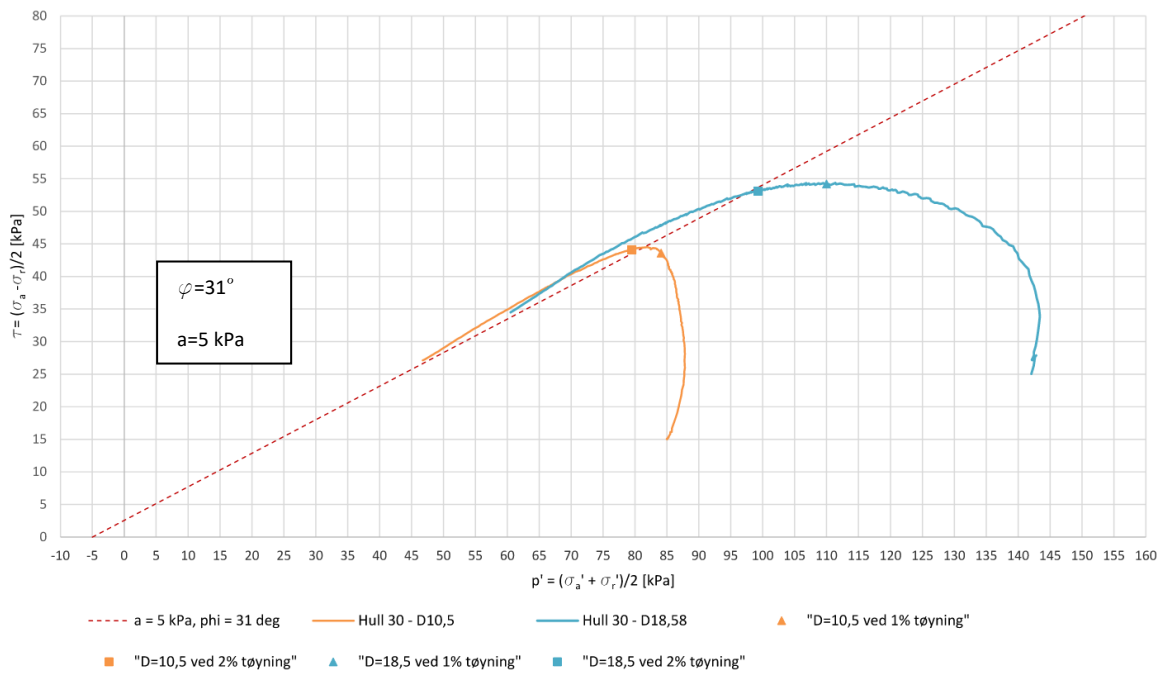
Borhull 1A – Dybde 6,4 m:



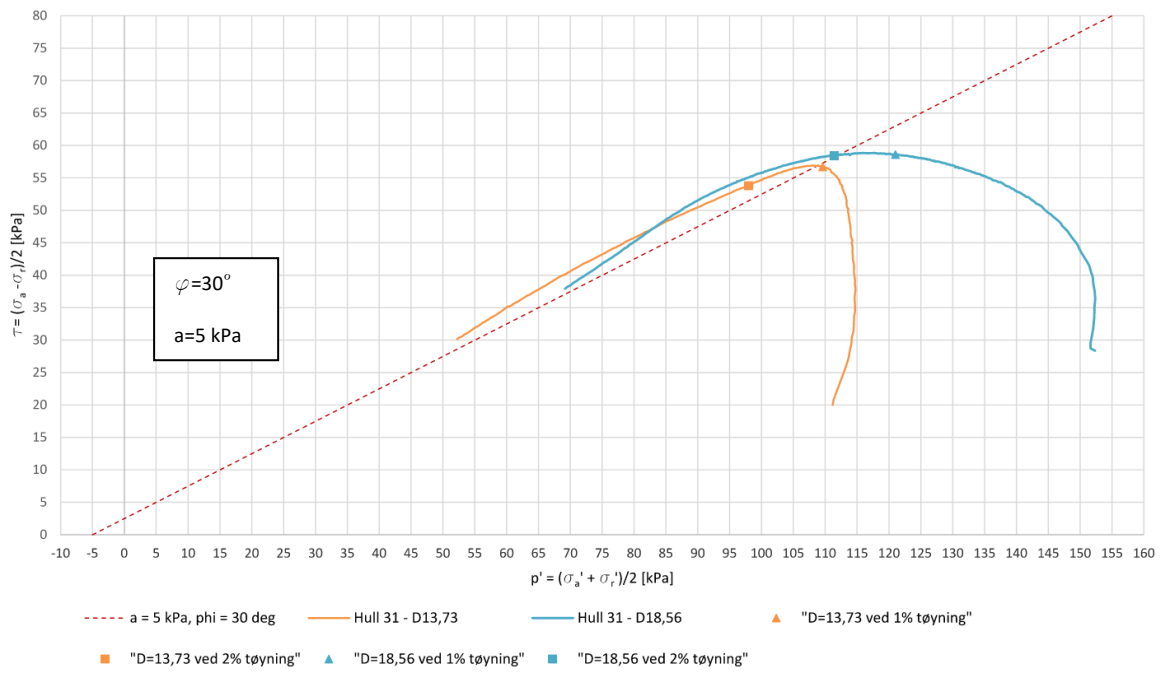
Borhull 1A – Dybde 8,3 m:



Borhull 30 – Dybde 10,5 m og 18,5 m:

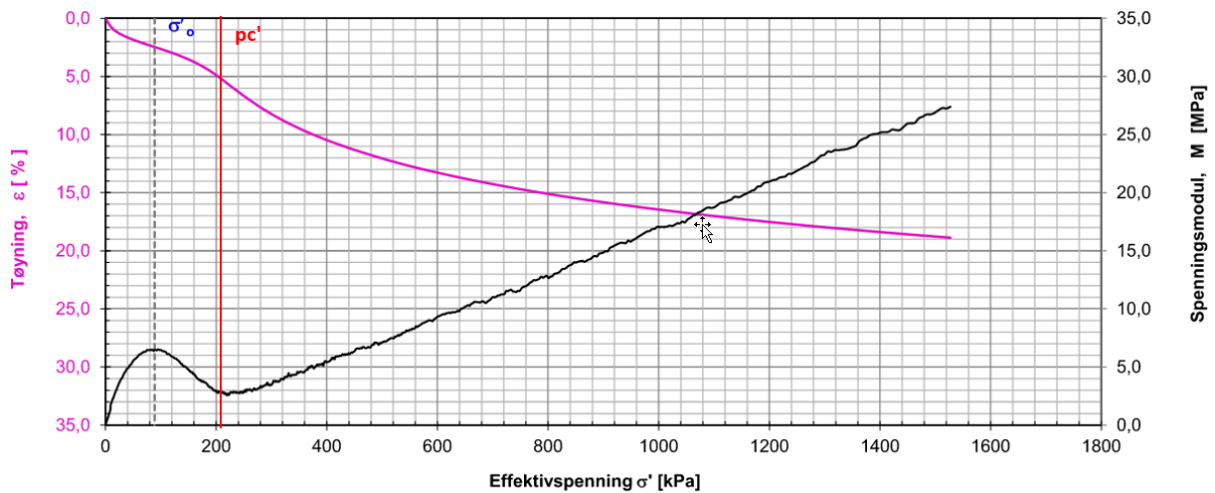


Borhull 31 – Dybde 13,7 m og 18,5 m:



3) Tolket ødometerforsøk

Borhull 1A – Dybde 7,4 m



Faregradsklasse			
Vurdering			
Faktor	Vekttall	Vurdering	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	2	Flere tidligere skred i området, se notat -NOT-03
Skråningshøyde, meter	2	0	H inntil 11 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	OCR 2,7 iht ødometer. Anlås forsiktig OCR 1,5-1,2 for området som helhet
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	2	Antar noe poreovertrykk
Poretrykk, undertrykk, kPa	-3	0	-
Kvikkleire/sprøbruddsmektighet	2	3	På grunnlag av totalsonderinger og prøvetaking. Konservativ antagelse.
Sensitivitet	1	3	St 211-434 i bh1
Erosjon	3	2	Lite/ingen erosjon observert på befarng, men basert på tidligere skred kan det forventes noe erosjon
Inngrep, forverring	3	0	Har ikke informasjon om inngrep som har medført forverring av stabiliteten i området
Inngrep, forbedring	-3	0	
Poeng (score x vekttall):		25	

Beregnet faregradsklasse	Middels
Faregrad	0,49

Skadekonsekvens	
Vurdering	

Faktor	Vekttall	Vurdering	Kommentar
Boligenheter, antall	4	1	
Næringsbygg, personer	3	3	Bamble kirke
Annen bebyggelse, verdi	1	0	
Vei, ÅDT	2	2	ÅDT=4200
Toglinje, baneprioritet	2	0	
Kraftnett	1	2	
Oppdemning/floam	2	1	
Poeng (score x vekttall):		21	

Beregnet skadekonsekvensklasse	Alvorlig
Skadekonsekvens	0,47

Risiko (skadekonsekvens x faregrad)	2288
Risikoklasse:	4

Bamble Grindbakken

Faregradsklasse, skadekonsekvens og risikoklasse iht. NVE

Terraplan AS	Dato:	02.12.2021	Utarbeider:	AW	Kontroll:	RR	Godkjent:	RR	T:\05 Prosjekter\20118 - Asplan Viak - Fv 363 Bamble kirke - Grindbakken Avrop rammeavtale VTF fylkeskommune\04 Prosjekt\01 Produksjon\10 beregninger\Kvikkleirefaresoner\Klassifisering\Faregradsevaluering_B	Terraplan
	Oppdrag nr.:	20118	Vedlegg nr.:	7	Versjon:	2				

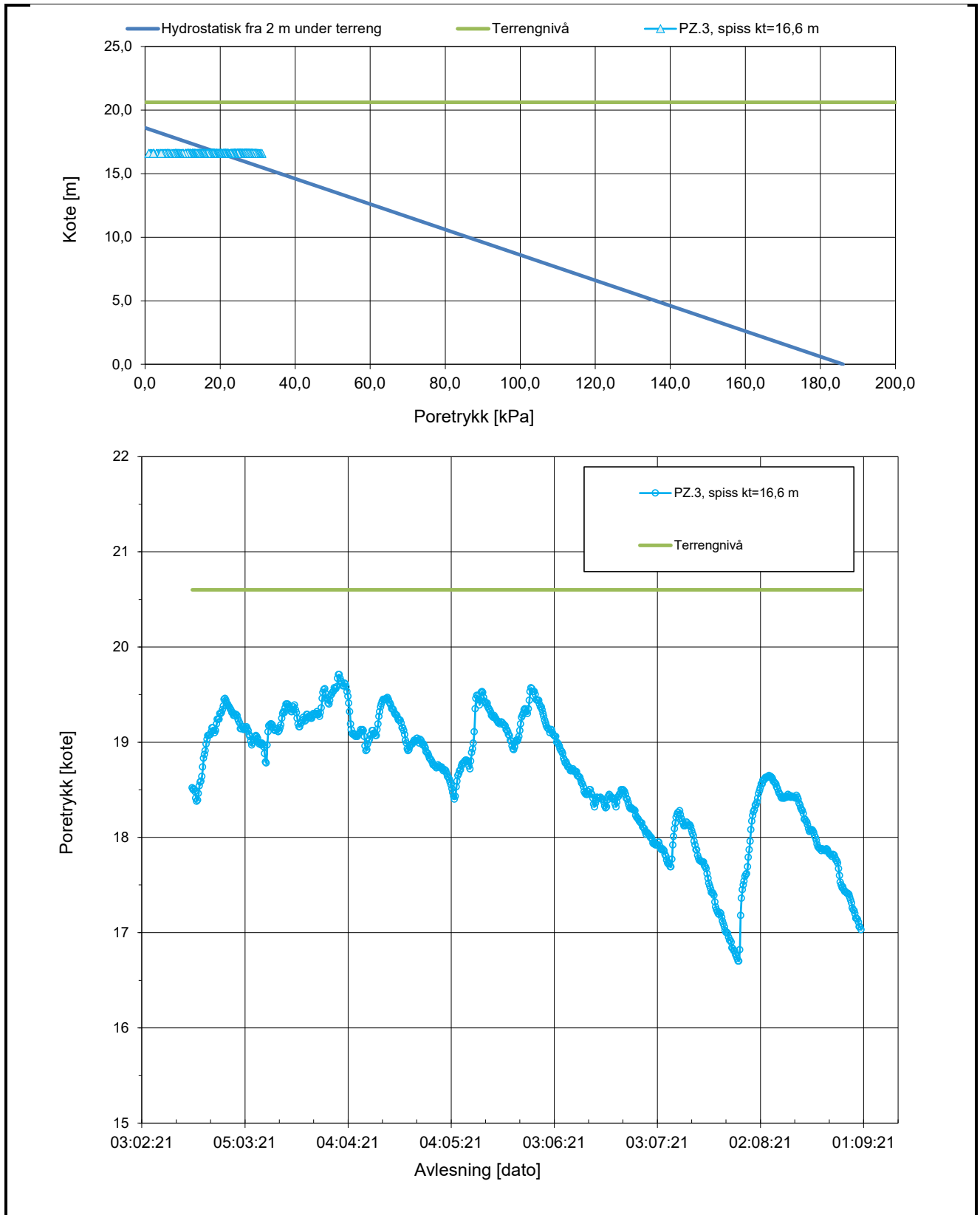
Evaluering av faregrad

Faktor	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk, overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk
Poretrykk, undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk
Kvikkleiremekktighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Aktiv/Glidning	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forverring	3	Stor	Noe	Lite	Ingen
Inngrep, forbedring	-3	Stor	Noe	Lite	Ingen
Sum		51	34	16	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	31 %	0 %

Evaluering av skadekonsekvens

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/floam	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

		Poengverdi	
Faregradsklasser	1	Lav	0-17
	2	Middels	18-25
	3	Høy	26-51
Skadekonsekvensklasser	1	Mindre alvorlig	0-6
	2	Alvorlig	7-22
	3	Meget alvorlig	23-45
Risikoklasse	1	0-170	
	2	171-630	
	3	631-1900	
	4	1901-3200	
	5	3201-10000	



PORETRYKKS MÅLING

Elektrisk poretrykksmåler, BP. 3 Spiss kote 16,6

Asplan Viak
Fv. 363 Bamble kirke - Grindebakken

Konstr./Tegnet	Kontrollert
AW	RR
Dato	Godkjent
17.09.21	RR

TERRAPLAN	Tegn.nr. RIG-TEG-100	Oppdragsnr. 20118	Rev. 00
------------------	-------------------------	----------------------	------------