

MAJ 2021
RÅDE KOMMUNE

NYTT VA-LEDNINGSNETT

TASKEN - RYGGE

GEOTEKNISK PROSJEKTERINGSRAPPORT
KRYSSING AV BANE NORD - TRASE 5



COWI

MAJ 2021
RÅDE KOMMUNE

NYTT VA-LEDNINGSNETT TASKEN - RYGGE

GEOTEKNISK PROSJEKTERINGSRAPPORT
KRYSSING AV BANE NORD – TRASE 5

OPDRAGSNRR.	DOKUMENTNR.
A212470	A212470-RAP-RIG-004

VERSION	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1.0	31.05.2021		JFRY	CBNI	THOL

INNHOOLD

1	Innledning	9
1.1	Plannivå	10
1.2	Prosjektet	10
2	Prosjekteringsforutsetninger	12
2.1	Seismisk påvirkning	12
3	Tilgjengelige geoteknisk informasjon.	13
4	Topografi og grunnforhold	14
4.1	Topografi	14
4.2	Kvartærgeologiske kart	16
4.3	NVE Atlas	16
4.4	Grunnforhold og dybder til berg	17
4.5	Geotekniske parametere	19
5	Naturpåkjenning	21
6	Prosjekt gjennomføring	22
6.1	Grunnvannshåndtering	22
6.2	Setninger	22
6.3	Supplerende undersøkelser	22
7	Geoteknisk prosjektering	23
7.1	Stabilitetsberegning	23
7.2	Graveskråning profil 1511,7 kum V19 til profil 1950.	23
7.3	Graveskråning mottaksgropa ved profil 1950 til profil 2006,8 kum V21.	25
7.4	Graveskråning pressgropa ved kum V22 profil 2052.	27

7.5	Oppsummering av graveskråningene	27
8	Referanse	29

VEDLEGG

- 1 Stabilitetsberegning profil 1800
Stabilitetsberegning profil 2006, kum V21
Stabilitetsberegning profil 2052, kum V22
- 2 CPTu BH19

1 Innledning

COWI er engasjert av Råde Kommune som geoteknisk rådgiver, i forbindelse med nytt VA-ledningsnett fra Tasken til Rygge. (E6 ved Rygge lufthavn). Prosjektet omfatter vannledning, pumpeledning, trekkerør og tilhørende kummer samt en pumpestasjon. VA-ledningsnettets strekker seg over 6,7 km. Dele av strekningen er planlagt med grøftegraving. Den resterende del er det planlagt boring i form av styret boring samt rørpressning med varerør av stål ved kryssning av E6, FV 118 Mosseveien og Bane Nord.

Foreliggende rapport inneholder geotekniske prosjekteringen for trase 5, det går langs og under Bane Nord fra profil 1511,7 til profil 2051,0. Plassering av trase 5, som behandles i rapporten, vises på Figur 1.



Figur 1: *Situasjonsplan av prosjektområdet. Utklipp fra NVE Atlas. Prosjektområde markert med rød linje og området ved Bane Nord med blå sirkel.*

1.1 Plannivå

Den geotekniske vurderingsrapporten utarbeides for plannivå svarende til detaljprosjekteringsfase. Det henviser til geoteknisk vurderingsrapport A212470-RIG-RAP-001-00 /1/ for mer detaljerte informasjon.

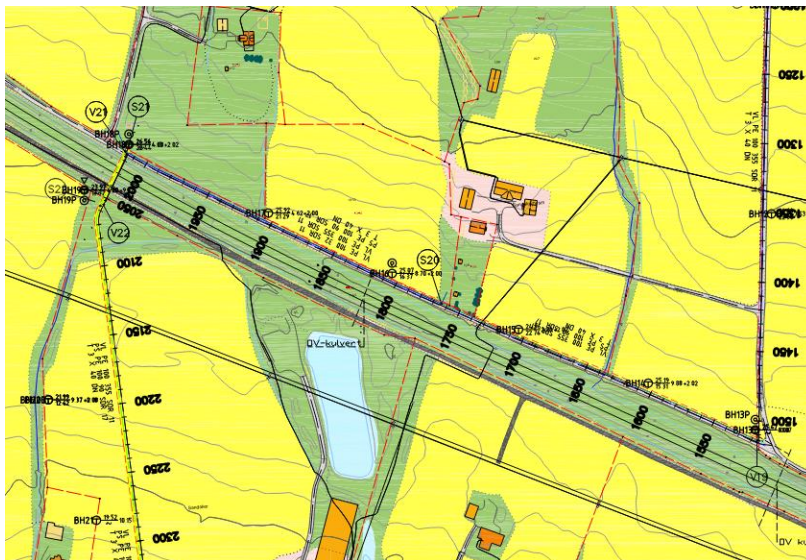
1.2 Prosjektet

Prosjektet omfatter et VA-ledningsnett som strekker seg over 6,7 km fra Tasken til Rygge ved E6 sør for Rygge lufthavn. Dele av strekningen er planlagt med grøftegraving. Den resterende del er det planlagt boring i form av rørpressing med varerør av stål. Strekningen er delt opp i traser. Dette prosjekteringsrapport omhandler trase 5, i den nordlige del av prosjektområdet, fra profil 1511,7 til profil 2051,0. Planoversikt og lengdesnitt av trase 5, vises på Figur 2 og Figur 4.

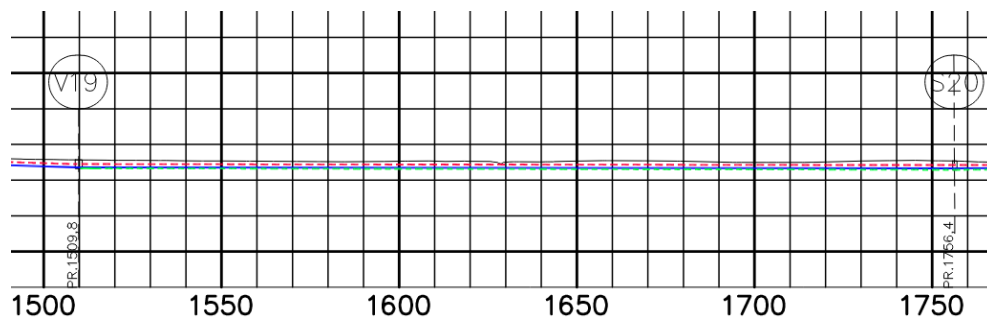
Trase 5 består av en strekning langs Bane Nord fra kum V19 (profil 1511,7) til kum V21 (2006,8). Heretter krysser VA-ledningsnett under Bane Nord til kum V22 i profil 2051,0.

Kum V19 prosjekteres med en utgravningsdybde på 2,4 m. Grøftetraset mellom Kum V19 til kum V21 prosjekteres med en utgravningsdybde på 2,11 m.

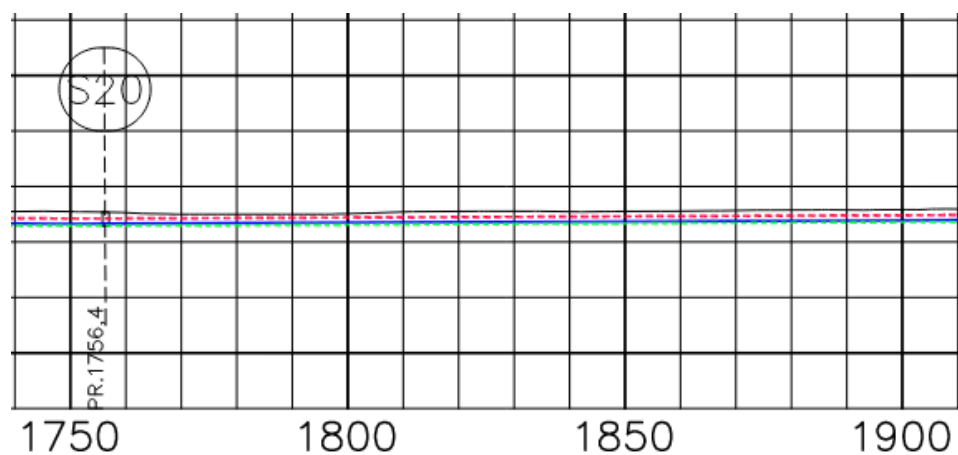
Kum V21 er planlagt prosjektert som mottaksgropa for boringen under Bane Nord med en utgravningsdybde på 2,2 m. Sør for krysning av Bane Nord ved profil 2051,0, prosjekteres pressgropa med en utgravningsdybde på 2,11 m.



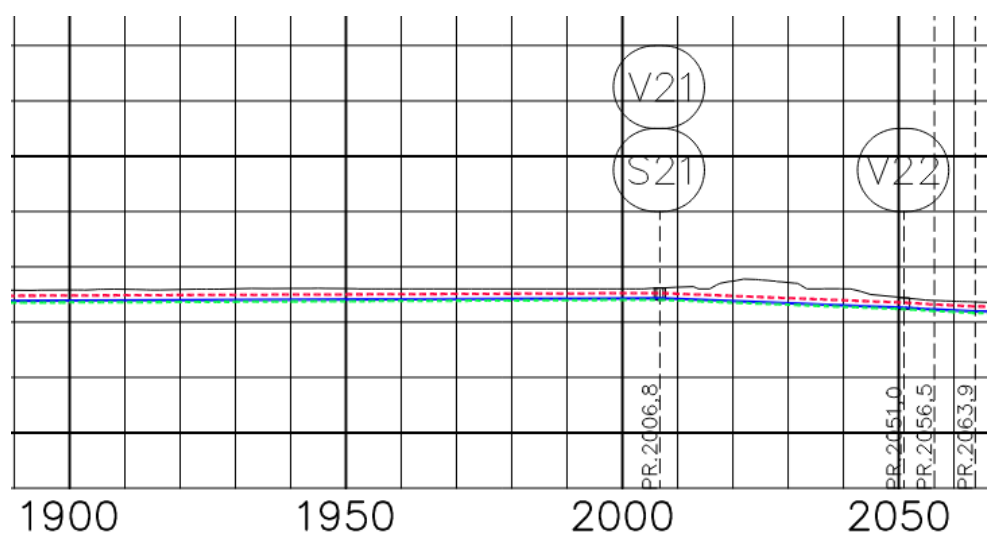
Figur 2: Planoversikt over trase 5, langs og under Bane Nord.



Figur 3: Lengdesnitt for trase 5, profil 1511,7 til 1750, langs Bane Nord.



Figur 4: Lengdesnitt for trase 5, profil 1750 til 1900, langs Bane Nord.



Figur 5: Lengdesnitt for trase 5 profil, 1900 til 2051 langs og under Bane Nord.

Det henviser til Geoteknisk Vurderingsrapport A212470-RIG-RAP-001-00 /1/ for mer detaljert beskrivelse av den resterende del av prosjektet.

2 Prosjekteringsforutsetninger

Gjeldende regelverk, fastsettelse av geoteknisk kategori og krav til prosjekterings- og utførelseskontroll er omhandlet i Geoteknisk Vurderingsrapport A212470-RIG-RAP-001-00 /1/. Det henvises til ovennevnte dokument for mer detaljert informasjon.

Basert på rådende topografi- og grunnforhold samt planlagte tiltak i det aktuelle området, kan følgende forutsetninger oppsummeres:

- > Konsekvensklasse CC2
- > Pålitelighetsklasse RC2
- > Prosjekteringskontrollklasse PKK2
- > Utførelseskontrollklasse UKK2
- > NVEs tiltakskategori K2.

Krav til minst beregnings sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet benyttes partialfaktor på $\gamma_M = 1,4$ i henhold til en konsekvensklasse på CC2 og nøytralt brudmekanisme for total- og effektivspenningsanalyse.

For dimensjonering av utgravingene kreves en materialfaktor på $\gamma_M = 1,40$ for totalspenningsanalyse og $\gamma_M = 1,25$ effektivspenningsanalyse, jf. NS/EN 1997-1:2004+NA:2016. /4/

I bruddgrensetilstand er partialfaktor for lastene $\gamma_Q = 1,3$ for trafikklaster og $\gamma_G = 1,0$ for permanente laster i henhold til NS/EN 1990:2002+NA:2016 tabell NA.A2.4(C). /5/

2.1 Seismisk påvirkning

Ikke relevant for den geotekniske prosjektering. Det henvises til Geoteknisk Vurderingsrapport A212470-RIG-RAP-001-00 /1/ for mer detaljert beskrivelse.

3 Tilgjengelige geoteknisk informasjon.

Det er tidligere gjort geoteknisk undersøkelse i området rundt om prosjektområdet langs Bane nord. Det finnes ingen tilgjengelige geotekniske undersøkelser på NADAG (*Nasjonal database for grunnundersøkelser*).

COWI A/S har gjort egne grunnundersøkelse av prosjektområdet.

Følgende grunnundersøkelser er gjort:

- > **Datarapport NY VANN LEDNING RYGGE-TASKE GU**, Oppdrag nr.: A224251, datert 04.05.2021 /2/

4 Topografi og grunnforhold

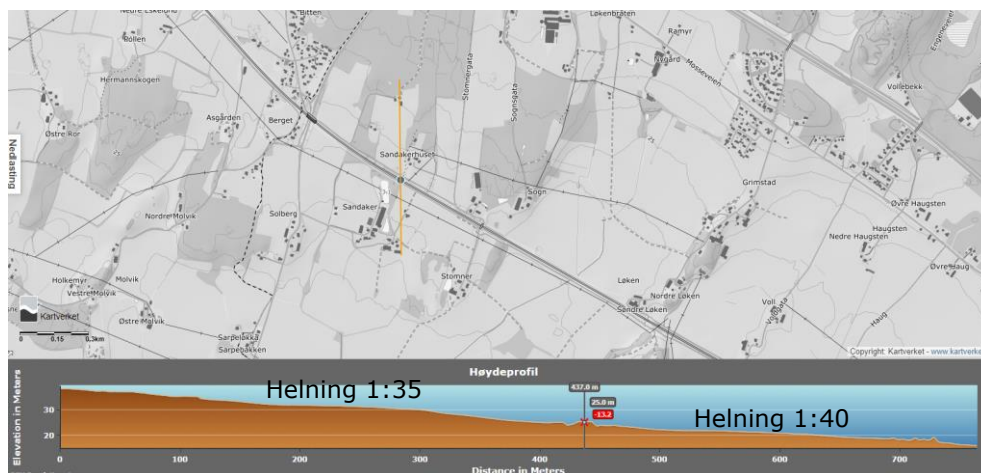
En generell gjennomgang av topografi for området og grunnforhold er nødvendig for å kunne vurdere tiltak i forhold til utførelses- og sikkerhetskrav som må overholdes i forbindelse med gravning og boring.

Det er benyttet informasjon fra kvartærgeologisk kartgrunnlag og den utførte grunnundersøkelsen.

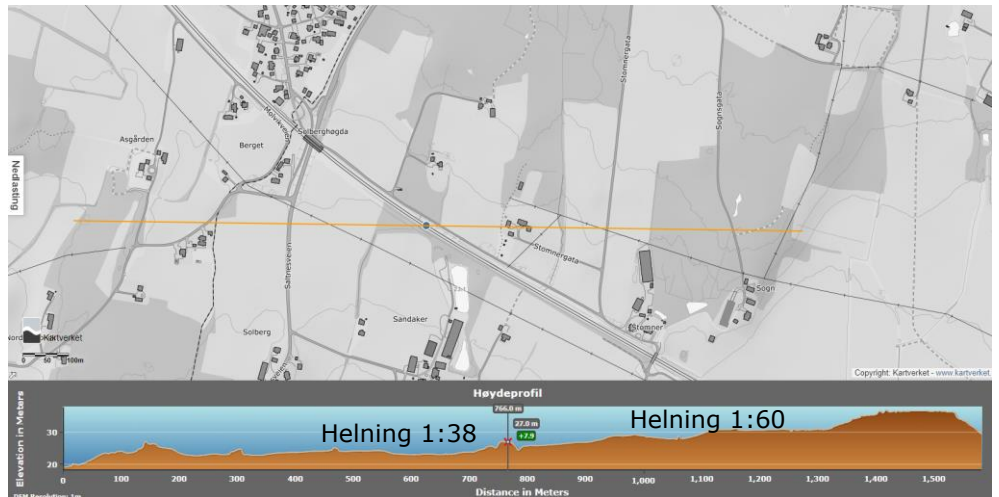
4.1 Topografi

Det er registret terrengkote i kote +25,69 ved kum V19. Heretter er terrenget jevnt stigende til kum V21 i kote +26,14. Terrenget stiger til kote +27,7 over Banen og er heretter fallende til kote +24,4 i kum V22.

Nord for Bane Nord mott Rygge lufthavn er terrenget jevnt stigende med en helning på 1:35, sør for Bane Nord er terrenget jevnt fallende mot Tasken med en helning på 1:40. Øst for prosjektområdet er terrenget stigende med en helning på 1:60 og vest falder terrenget med en helning på 1:38. Figur 6, viser terreng forskjellen nord og sør for Bane Nord. Figur 7, viser terreng forskjellen øst og vest for Bane Nord. Figur 8, viser terrenghelning i grader omkring Bane Nord.



Figur 6: Utklipp fra Den Norske Høydemodell som viser terreng forskjellen nord og sør for Bane Nord.



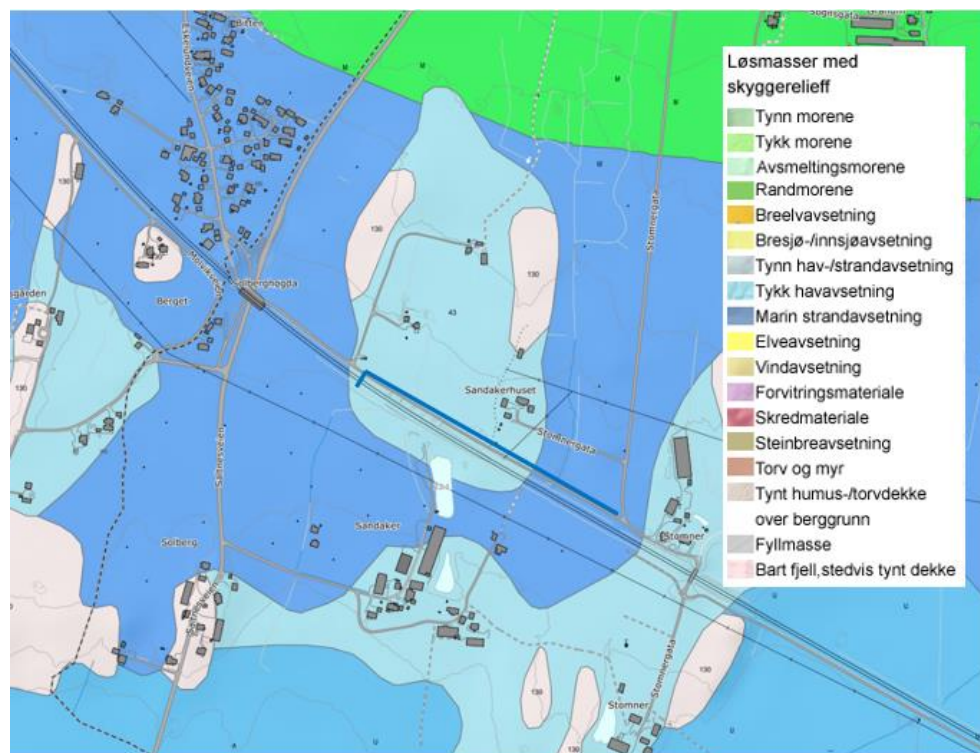
Figur 7: Utklipp fra Den Norske Høydemodell som viser terreng forskjellen øst og vest for Bane Nord.



Figur 8: Utklipp fra Den Norske Høydemodell som viser, Terrenghelning i grader omkring Bane Nord. Prosjektområdet langs og under Bane Nord er markert med blå linje.

4.2 Kvartærgeologiske kart

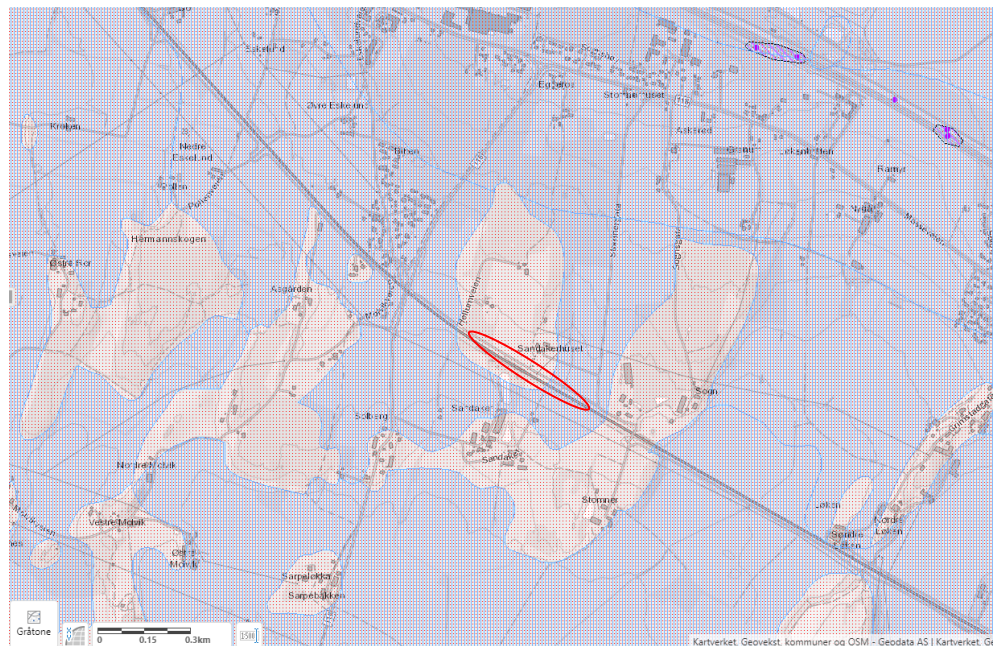
Norge geologisk undersøkelser (NGU) kvartærgeologiske kart (se Figur 9) viser at det ved Bane Nord treffes marine strandavsetning samt tynn hav-/strandavsetninger som ligger som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter. Kornstørrelsen varierer fra sand til blokk. Tynn hav-/ fjordavsetning har hyppige fjellblotninger som også ses på Figur 9, definerte som bart fjell. Rett nord for Bane Nord treffes randmorenebelte.



Figur 9: Utklipp fra NVE Atlas med angivelse av løsmasser. Prosjektområdet er markerte med blå linje.

4.3 NVE Atlas

Kartutsnittet fra NVE atlas viser at hele prosjektområdet har mulighet for sammenheng marin leire og er under den marine grense, hvilket medfører risiko for kvikkleire eller sprøbrudsmaterialer i prosjektområdet. Det er ikke kartlagt Kvikkleirefaregrad eller kvikkleirerisikoklasse av NVE langs og under Bane Nord. Der er registrerte atskillige kvikkleire punkter av SVV og kvikkleirefaregrad langs E6 nord øst for Bane Nord. Nærmeste punkt er registret rundt 1,2 kilometer nordøst for krysningen. Se Figur 10. Det er registret kvikkleire i COWI A/S egen grunnundersøkelse 500m sør for Bane Nord.



Figur 10: Utklipp fra NVE Atlas med angivelse av marin grense og kvikkleiren faregrad, risikoklasse og kvikkleirepunktene. Prosjektområdet er markerte med rød sirkel.

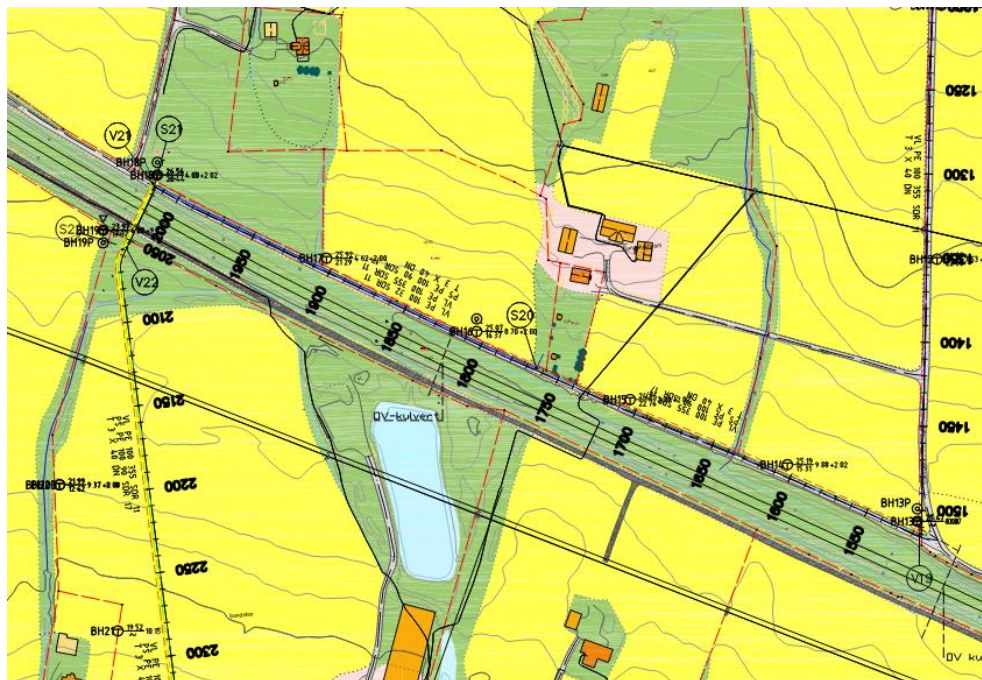
4.4 Grunnforhold og dybder til berg

Løsmassene er vurdert ut fra de geotekniske undersøkelsene utført av COWI AS. Det er utført 7 borer BH13 til BH19 ved Bane Nord. BH13 er plassert ved kum V19 i profil 1511,7 heretter er boringene plassert med 100 m intervall langs Bane Nord. BH18 er plassert ved kum V21 og BH19 ved kum V22. Det er utført totalsondering i alle boringene, tatt prøveserie i BH13, BH16, BH18 og BH19 og utført CPTu i BH19 samt installert hydraulisk poretrykksmåler i BH13, BH18 og BH19. Figur 11, viser plassering av borehullene – for mere detaljert boreplan henvises til datarapport i ref. /2/.

Det er registret terrengekote i BH13 til kote +25,47 m, terrenget er fallende fra BH13 til BH15 i kote +24,96 m, hvor etter det stiger jevnt til kote +26,56 m i BH18. I BH19 sør for Bane Nord er terrengekoten registret til kote +23,97 m. Terrenget stiger over Banen med toppkote i kote +27,7 m. Heretter er terrenget fallende mott BH19.

Det er generelt tynt dekke over fjell nær kryssingen av Banen, i hovedsak mellom 2 m og 10 m løsmasser med unntak av BH13, hvor fjell ikke er registret. I BH15, BH17, BH18 og BH19 er fjell registret henholdsvis 2 m, 5 m, 4 m og 6 m under terrenget. I BH14 og BH16 er fjell registret 10 m og 9 m under terrenget.

Løsmassene består av ca. 0,5 til 1 m tørrskorpeleire i topp med varierende mektighet av bløt til fast leire ned til fjell. Det er ikke registret kvikkleire/sprøbrudsmateriale.



Figur 11: Planoversikt over kryssing av Bane Nord.

4.4.1 Grunnvannsforhold

Det i borepunkt BH13, BH18 og BH19 installert hydraulisk poretrykksmåler med spiss i leire i kote +19,47, +22,56 og +17,97 henholdsvis 6 m, 4 m og 6 m under terreng. De hydrauliske poretrykksmåler er lest av 25.03.21 og 06.05.21. Målere indikerer en grunnvannstand rundt kote +22,28 m (ca. 3,2 m under terreng) i BH13, kote +26,54 m (i terreng) i BH18 og kote +21,90 m (ca. 2,0 m under terreng) i BH19. Tabell 1 viser resultatet av installert hydrauliske piezometer.

Tabell 1: Oversikt over vannstandsmåler ved kryssing under E6.

Borhull	Terreng kote	Type	Spiss dybde / kote	Målt Vannspeil kote, 25.03.21	Målt Vannspeil kote, 06.05.21
BH13	+25,47	Hydraulisk PZ	6,0 m / +19,47	+22,28	+22,27
BH18	+26,56	Hydraulisk PZ	4,0 m / +22,56	+26,54	+26,27
BH19	+23,97	Hydraulisk PZ	6,0 m / +17,97	+21,76	+21,90

Grunnvannstanden må forventes å variere med årstider og nedbør. Erfaringsmessig kan grunnvannsnivået stå vesentlig høyere i perioder med mye nedbør og/eller snøsmelting.

4.5 Geotekniske parametere

På prosjektområdet er det utført totalsonderinger, trykksonderinger (CPTU) og tatt opp prøveserier. Geoteknikk laboratorium har utført rutineanalyser på samtlige prøver.

Følgende parametere er vurdert:

- > Tyngdetetthet, γ/γ'
- > Udrenert skjærfasthet, c_u
- > Effektiv friksjonsvinkel, ϕ' og attraksjon, a

Styrke- og deformasjonsparametere er basert på felt og laboratorier forsøkene samt erfaringstall gitt i SVV håndbok V220.

Tabell 2, viser styrke og deformasjons parameter for de trufne avleiringer i BH13 og BH16 mellom Kum V19, profil 1511,7 og profil 1950.

Tabell 2: Styrke og deformasjons parameter for de trufne avleiringer i BH13 og BH16, mellom Kum V19, profil 1511,7 og profil 1950.

Materiale	Dybde (m.u.t)	γ/γ' (kN/m ³)	ϕ' (°)	$c_{u,D}$ (kPa)	a (kPa)	c' (kPa)
Tørreskorpeleire	0,0-1,0	20/10	30	-	0	0
Leire 1	1,0-2,5	19/9	26	60	12	6
Leire 2	2,5-9,0	19/9	20	20	5,5	3

Tabell 3, viser styrke parameter for de trufne avleiringer i BH18 mellom kum V21 profil 1950 og profil 2006,8.

Tabell 3: Styrke og deformasjons parameter for de trufne avleiringer i BH18 mellom kum V21 profil 1950 og profil 2006,8.

Materiale	Dybde (m.u.t)	γ/γ' (kN/m ³)	ϕ' (°)	$c_{u,D}$ (kPa)	a (kPa)	c' (kPa)
Tørreskorpeleire	0,0-0,5	20/10	30	-	0	0
Leire 1	0,5-2,0	19/9	26	55	11	5,5
Leire 2	2,0-3,0	19/9	20	20	5,5	2
Leire 3	3,0-4,0	19/9	20	10	2,7	1

Tabell 4, viser styrke parameter for de trufne avleiringer i BH19 ved kum V22, profil 2052.

Tabell 4: *Styrke og deformasjons parameter for de trufne avleiringer i BH19 ved kum V22, profil 2052.*

Materiale	Dybde (m.u.t)	γ/γ' (kN/m ³)	ϕ' (°)	$c_{u,D}$ (kPa)	a (kPa)	c' (kPa)
Tørrskorpeleire	0,0-1,0	20/10	30	-	0	0
Leire 1	1,0-6,0	18/8	26	30	5	2,5
Leire 2	6,0-10,0	18/8	20	20	5,5	2,0

c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver er antatt å gi verdier for direkte skjærfasthet, c_{uD} .

I vedlegg 2 ses tolkningen av CPTU. Den udrenerte aktive skjærfastheten basert på CPTU-forsøkene, c_u , er bestemt i henhold til NGI, på basis av N_{kt} og N_{uk} .

5 Naturpåkjenning

I henhold til Tek 17 kap. 7 /6/ gjøres krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger, herunder sikkerhet mot flom, stormflo og skred, herunder områdestabilitet.

5.1.1 Flom

I henhold til NVE Atlas er prosjektområdet ikke et aktsomhetsområde for flom eller stormflo fra sjø- eller havstigning. Det henviser til Geoteknisk Vurderingsrapport A212470-RIG-RAP-001-00 /1/ for mer detaljert beskrivelse.

5.1.2 Skred

I henhold til NVE atlas er der ikke risiko for skred. Det henviser til Geoteknisk Vurderingsrapport A212470-RIG-RAP-001-00 /1/ for mer detaljert beskrivelse.

5.1.3 Områdestabilitet

I henhold til NVE sitt regelverk må det gjøres en vurdering av områdestabilitet når området ligger under den marine grensen og det dermed er risiko for kvikkleire/sprøbrudsmateriale.

NVE 1/2019 /3/ beskriver prosedyre for identifisering og avgrensning av kvikkleireområder.

Det konkluderes, at det ikke er fare for områdestabiliteten, da det ikke finnes skråning som er brattere enn NVEs kriteriet for terreng som tilsier mulighet for områdeskred (1:20). Det er i de utførte borer og heller ikke truffet avleiringer der indikere kvikkleire eller sprøbrudsmateriale. Områdestabiliteten er derfor ivaretatt. Det henviser til Geoteknisk Vurderingsrapport A212470-RIG-RAP-001-00 /1/ for mer detaljert beskrivelse.

6 Prosjekt gjennomføring

I forbindelse med utgravning til VA-ledningsnett er det vurdert mulig å benytte konvensjonell graveskråning for utgravning til kummer og grøftetråse. Foreliggende avsnitt behandler gjennomføringen av utgravningene. Ved BH15 er fjell registret 2,0 m under terreng. Det kan forkomme seksjoner langs Banen, hvor fjellsprengning må brukes.

6.1 Grunnvannshåndtering

Det er ingen utfordringer i forbindelse med grunnvann ved kum V19 (BH13), da grunnvannsspeilet ligger 3,2 m unner terreng og 0,7 m under utgravingsnivået. Det forventes, at innsig av vann i utgravningen kan håndteres ved simpel lensepumpning.

Ved kum V21, (BH18) treffes grunnvannsspeilet i terreng. Det må foretages en midlertidig grunnvannssenkning i forbindelse med utgravningen. Grunnvannsspeilet endres langs Banen fra 3,2 m under terreng ved kum V19 til terreng ved Kum V21. Det anbefales at utfører prøvegravinger til å vurdere grunnvannsspeilet nivå mellom kum V19 og kum V21. Det må det vurderes om grunnvannsspeilet kan senkes ved hjelp av simpel lensepumpning i gravetråseen. Ved kum V21 vurderes det, at det må installeres sugespisser for at kunne senke grunnvannsspeilet.

Ved kum V22 ligger grunnvannsspeilet 2,0 m unner terreng og 0,5 m over utgravingsnivået. Det forventes, at innsig av vann i utgravningen kan håndteres ved simpel lensepumpning.

6.2 Setninger

Det må forventes at det kan skje mindre setninger av det eksisterende terreng som konsekvens av den midlertidige grunnvannssenkning det må utføres, da grunnvannssenkning antakelig vil løpe over en lengre tidsperiode. Arbeidet skal planlegges slik at grunnvannssenkningen utføres over så kort tid som mulig.

Dette forutsettes at massene under og over vannledningen i utgravningene legges tilbake med anbefalt komprimering iht. SVV håndbok V221 Grunnforsterkning, fylling og skrånninger. /7/

6.3 Supplerende undersøkelser

Det vurderes ikke å være behov for supplerende undersøkelse i forbindelse med i forbindelse med grøfteutgravning fra kum V19 til V21 samt utgravning til kum V22.

7 Geoteknisk prosjektering

I det følgende avsnitt vurderes der nødvendige graveskråning for utgravningsarbeider.

Alle utgravninger må tilrettelegges iht. kravene i ref. /8/. Ved graveskråning anbefales det i tillegg at følge anbefalingene i ref. /9/. Ved utgravningsdybder større end 2,0 m må det gjøres konkret stabilitetsvurdering.

Siden ved utgravingen skal holdes ubelastet av eks. maskiner, opplagring av masser. Det anbefales at utgravingen må kontrolleres med GPS slik gravenivået ikke er dypere enn prosjektert. Generelt øker gravemassene jordtrykket i graveveggen nedenunder og bør derfor plasseres i så stor avstand som mulig, men minimum 1 m vek fra graveskråningen.

Hvis det observeres avvik i grunnforholdene og i forhold til de beskrevne må geotekniker kontaktes for å vurdere nødvendige tiltak.

7.1 Stabilitetsberegning

Det er utført stabilitetsberegning for både drenert og udrenert situasjon for utgravning. Det er benyttet en utgravningsdybde med en overutgravning på 10% av gravedybden som anført i NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+ NA:2016. Design grunnvannsspeilet er satt til 2,0 m under terreng mellom profil 1511,7 kum V19 og profil 1950. Ved profil 1950 til 2006,8 ved kum V20 er det benyttet et design grunnvannspeilt 1,0 m under terreng.

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet "GeoSuite Stability" med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt.

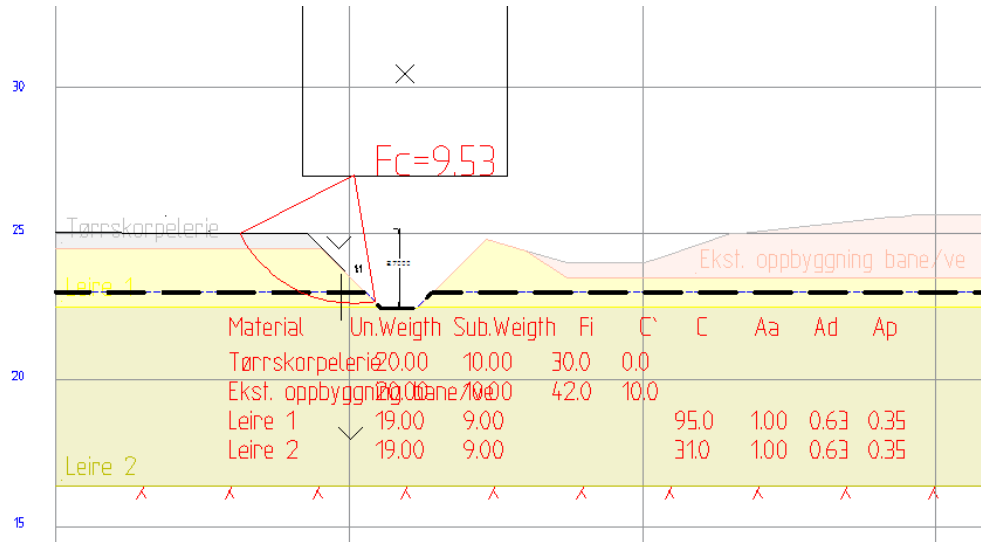
Det er vurderte, at lasten fra Banen ikke har innflytelse på stabiliteten av grøftegravingen, da avstanden mellom grøftegravingen og Bane Nord er ca. 5 m. Utgravning til grøftetraset har derfor helle ikke innflytelse på stabiliteten av Banen.

7.2 Graveskråning profil 1511,7 kum V19 til profil 1950.

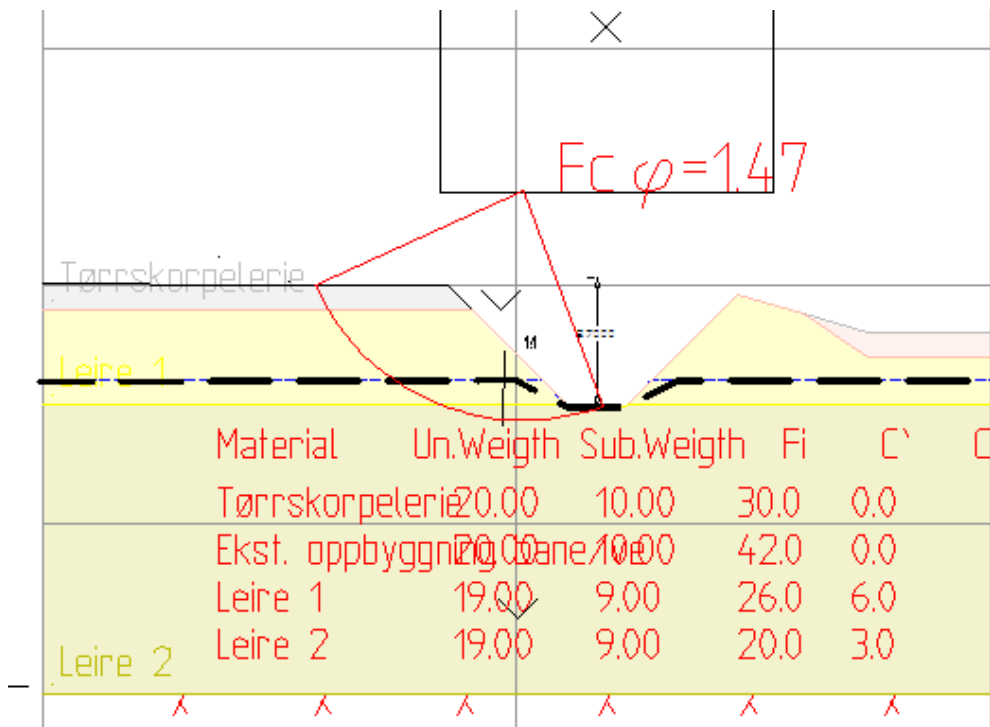
Utgravningsdybden ved kum V19 er 2,4 m og mellom kum V19 og profil 1950 rundt 2,1 m. Det er fortatt en stabilitetsberegning av graveskråningen fra profil 1511,7 ved kum V19 til profil ca. 1950.

7.2.1 Resultat av graveskråning, profil 1511,7 kum V19 til profil 1950.

Resultater for stabilitetsberegningene kan ses i Vedlegg 1. Ut fra stabilitetsanalysen fås en stabilitet på $F_c=9,53$ i udrenert situasjon og $F_{c\phi} = 1.47$ i drenert situasjon med en graveskråning på 1:1. Resultatet av den udrenert situasjon ses i og drenert i **Error! Reference source not found.**



Figur 12: Stabilitetsberegning av utgraving ved profil 1800, udrenert situasjon. Graveskråning 1:1.



Figur 13: Stabilitetsberegning av utgraving ved profil 1800 (BH16), drenert situasjon. Graveskråning 1:1.

I tilfelle av grunnvannsspeil 2,0 m under terreng, vurderes det å kunne håndtere utgravningene fra kum V19 til profil 1950 med vanlige graveskråninger med utslag på 1:1 (vertikal:horisontal).

I tilfelle av grunnvannsspeil mellom 0,0 og 2,0 m under terreng, vurderes det å kunne håndtere utgravningene fra kum V19 til profil 1950 med vanlige graveskråninger med utslag på 1:2 (vertikal:horisontal). Resultater for stabilitetsberegningene kan ses i Vedlegg 1.

7.2.2 Fjellsprengning

I BH15 er fjell registret 2,0 m under terreng. Det kan forekomme seksjoner mellom kum V19 og profil 1950, hvor fjellsprengning er nødvendig.

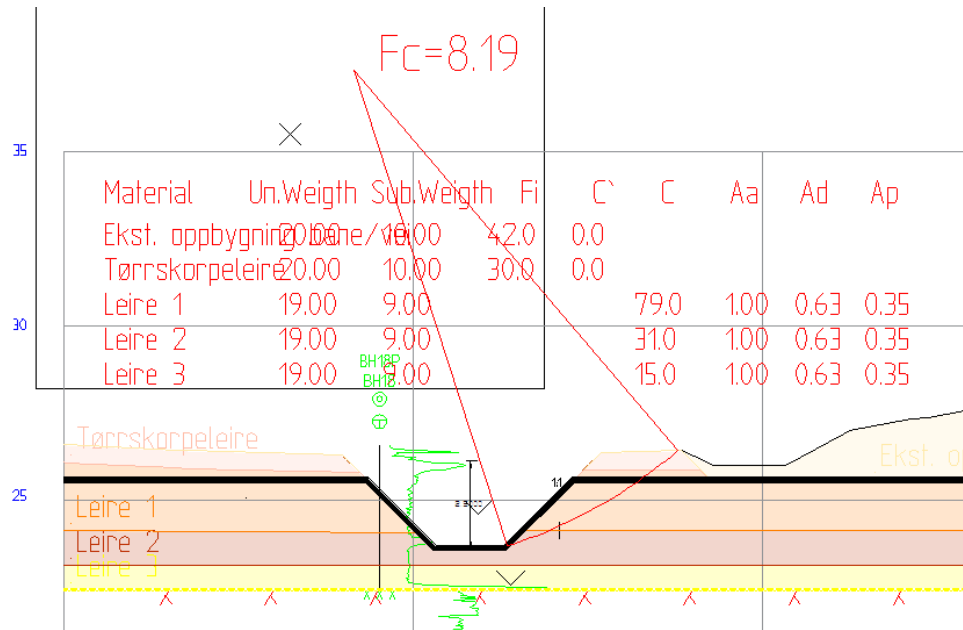
Det er ikke gjort vurderinger rundt stabilitet til fjellskjæringer. Det anbefales å engasjere ingeniørgeologisk bistand vedr. vurderinger i forbindelse med sprengningsarbeider og stabilitet til fjellskjæringer/grøfter etc. i berg. Det må forventes at sikring kan bli nødvendig ved høye/bratte skjæringer. Sprengningsarbeider skal planlegges, utføres, kontrolleres og dokumenteres av personell med kompetanse på dette. Fastsettelse av grenseverdier og vibrasjonsmåling gjøres iht. NS 8141-1:2012+A1:2013 samt NS 8141-2:2013.

7.3 Graveskråning mottaksgropa ved profil 1950 til profil 2006,8 kum V21.

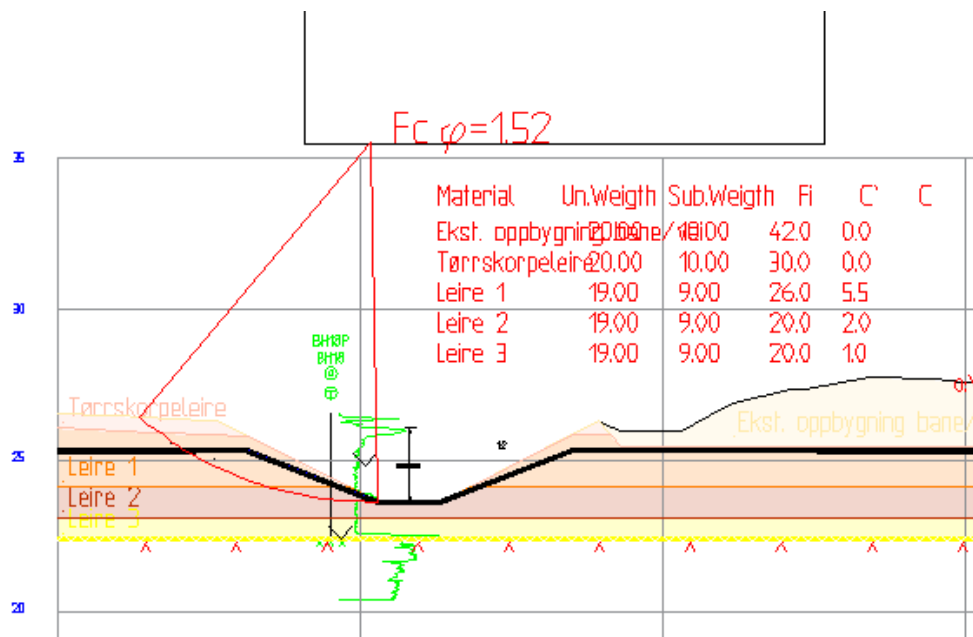
Ved kum V21 i profil 2006,8 etableres mottaksgropa for boring under Bane Nord. Det er foretatt stabilitetsberegning av graveskråningen for utgravning fra profil 1950 til profil 2006,8 ved kum V21 med en utgravningsdybde på 2,2 m.

7.3.1 Resultat av graveskråning, profil 1950 til profil 2006,8 kum V21.

Resultater for stabilitetsberegningene kan ses i Vedlegg 1. Ut fra stabilitetsanalysen fås en stabilitet på $F_c = 8,19$ i udrenert situasjon med en graveskråning på 1:1 og $F_{c\phi} = 1.52$ i drenert situasjon med en graveskråning på 1:2. Resultatet av den udrenert situasjon ses i Figur 15 og drenert i Figur 14.



Figur 14: Stabilitetsberegning av utgraving mellom profil 1950 og 2006,8 kum V21 (BH18), udrenert situasjon. Graveskråning 1:1.



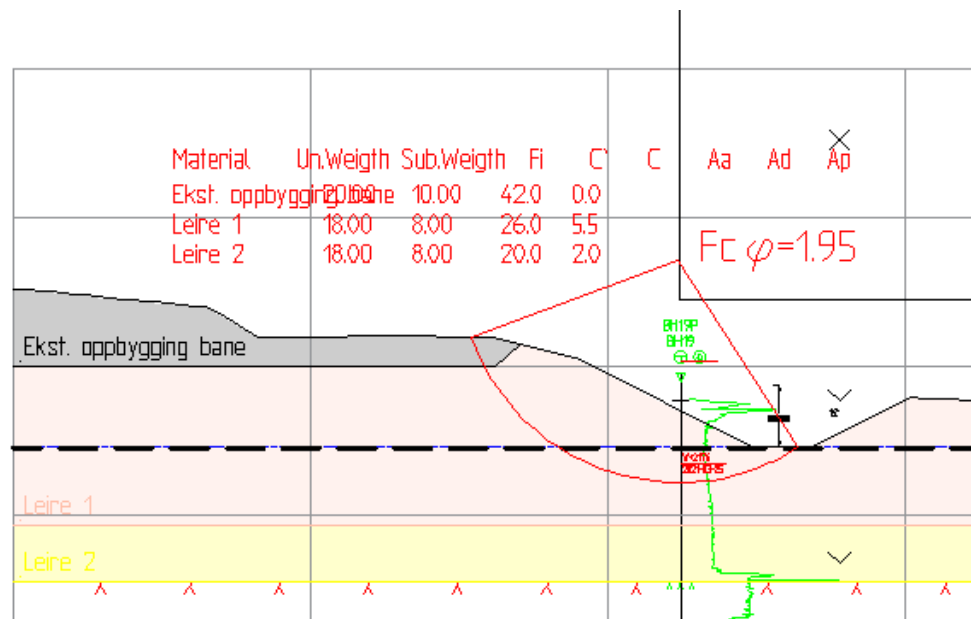
Figur 15: Stabilitetsberegning av utgraving mellom profil 1950 og profil 2006,8 kum V21 (BH18), drenert situasjon. Graveskråning 1:2.

Utgravningsdyden er rundt 2,2 m og det vurderes å kunne håndtere utgravningen med graveskråninger med utslag på 1:1 (vertikal:horisontal) i udrenert situasjon og 1:2 i drenert situasjon. Resultater for stabilitetsberegningene kan ses i Vedlegg 1.

7.4 Graveskråning pressgropa ved kum V22 profil 2052.

Ved kum 22 etableres pressgropa for boringen Bane Nord. Utgravningsdyden er rundt 2,0 m. Beregning fra mottaksgropa kum V21 er dekkende for pressgropa kum V22. Grunnvannspeilet står lavere end ved kum V21 men styrken er lavere ved kum V21. Det vurderes, derfor å kunne håndtere utgravningen med graveskråninger med utslag på 1:1 (vertikal:horisontal) i udrenert situasjon.

Resultater for stabilitetsberegningene kan ses i Vedlegg 1. Ut fra stabilitetsanalysen fås en stabilitet på $F_{c\phi} = 1.95$ i drenert situasjon med en graveskråning på 1:2. Resultatet av den drenert situasjon ses i Figur 16.



Figur 16: Stabilitetsberegning av utgravning ved kum V22 (BH19), drenert situasjon. Graveskråning 1:2.

7.5 Oppsummering av graveskråningene

Tabell 5, viser graveskråningene for trase 5.

Graveskråningene med en helning på 1:1 i den udrenert situasjon kan benyttes hvor utgravningene ikke er åpen lengere end 24 timer. Det anbefales på strekningene å benytte seksjonsvis graving i seksjoner som kan åpnes og lukkes på samme dag. Grøften gjenfylles før neste seksjon åpnes.

Graveskråning i den drenert situasjon benyttes, i tilfelle av at utgravningen skal stå åpen i mer end 24 timer.

Tabell 5: Oversikt over graveskråningene på prosjektområdet

Profil	Kum/trase	Borhull	Graveskråning drenert	Graveskråning udrenert
1511,7	Kum V19/Trase 5	BH13	1:1	1:1
1511,7-1950	Trase 5	BH13-17	1:1	1:1
1950-2006	Kum V21/Trase 5	BH18	1:2	1:1
2052	Kum V22	BH19	1:2	1:1

8 Referanse

- /1/ **GEOTEKNISK VURDERINGSRAPPORT - NYTT VA-ledningsnett Tasken – Rygge**, Oppdrag nr.: A212470- RAP-RIG-002, datert 15.06.2021
- /2/ **Datarapport, NY VANN LEDNING RYGGE-TASKE GU**, Oppdrag nr.: A224251, datert 04.05.2021
- /3/ **Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE)**. Veileder nr 1 - 2019 - Sikkerhet mot kvikkleireskred. s.l. : NVE, 2019.
- /4/ **NS/EN 1997-1:2004+NA:2016**
Geoteknisk prosjektering del 1: Allmenne regler (Eurokode 7)
Norsk Standard, 2016.
- /5/ **NS/EN 1990:2002+NA:2016**
Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Eurokode 0)
Norsk Standard, 2016.
- /6/ **Direktoratet for byggkvalitet**
Byggeteknisk forskrift
2017.
- /7/ **Statens Vegvesen**
Statens vegvesen (SVV), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skrånninger
- /8/ **Arbeids- og sosialdepartementet**
Forskrift om utførelse av arbeid
Oslo : Norge :FOR-2018-12-20-2185, 2018.
- /9/ **Arbeidstilsynet**
Forskrift om Graving og avstiving av grøfter
Direktoratet for arbeidstilsynet, Forskrift til arbeidsmiljøloven av 1985, nr. 2105, 2007.

GeoSuite Stability Report

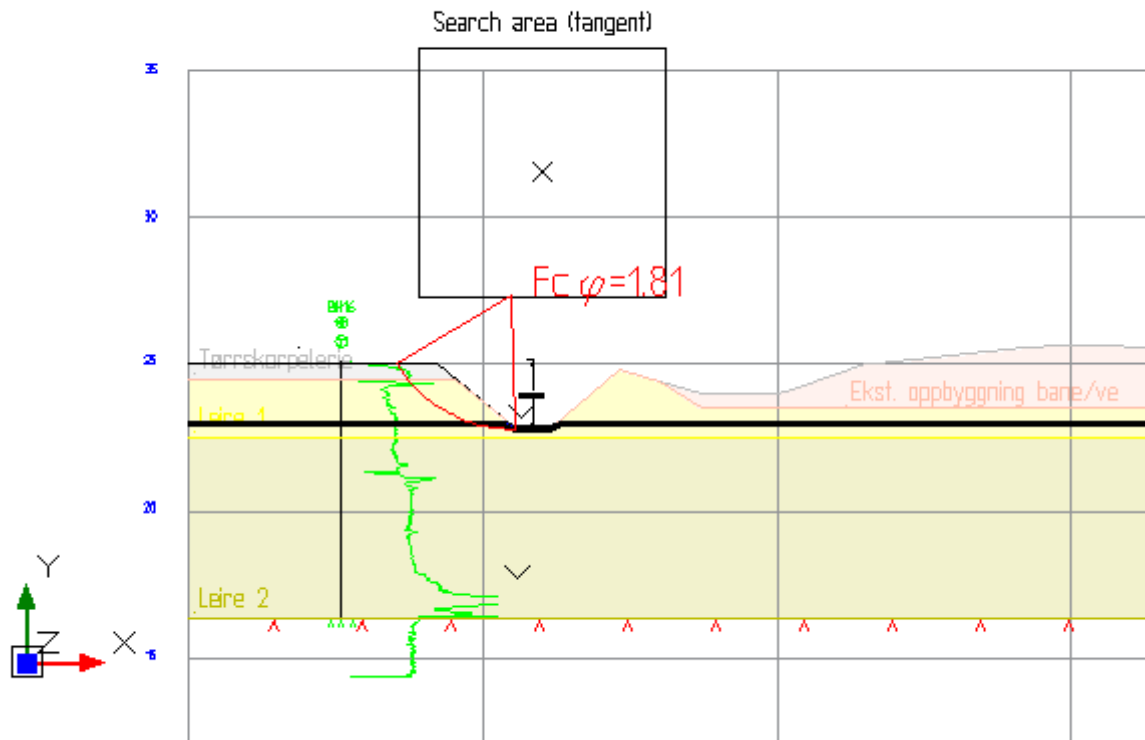
Calculation data

Project name: A224251 Rygge - Tasker
Project number: A224251
Contractor:
Comment:

Calculation name: STABILITY_PROFIL_1800
Description:
File name: o:\a105000\107414\geoarkiv\geoarkiv 2021\107414\rygge - tasker\stabgraf.rit\stability_profil_1800.dwg
Critical Safety Factor: 1.81
Result Date: 2021-05-30 22:24
Result Text:

Horizontally density spacing: 3
Vertically density spacing: 15
Side friction: 0.00
Number of slices: 30
Correction of exit angle: Yes

Graphic Model



Soil

Materials

Material	ρ [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C [kPa]	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpelerie	20.00	30.0	0.0		1.00	1.00	1.00
Ekst. oppbygging bane/ve	20.00	42.0	10.0		1.00	1.00	1.00
Leire 1	19.00	26.0	6.0		1.00	0.63	0.35
Leire 2	19.00	20.0	3.0		1.00	0.63	0.35

Ground Water Level

Condition: Hydrostatic

X [m]	Z [m]
0.00	23.01
10.73	23.01
11.09	22.81
12.31	22.81
12.67	23.01
40.00	23.01

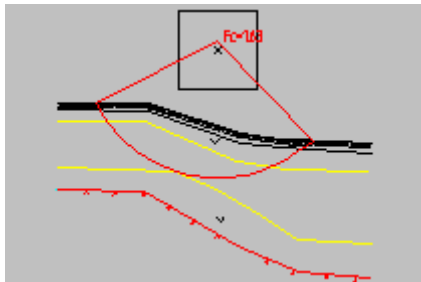
Model Data

Tangent Strategy Data

Centre point X: 12.03
Centre point Z: 31.52
Search area: 4.22
Upper Z-level: 23.20
Lower Z-level: 17.76
Number of levels: 15

Search Criteria

Calculation method: Beast 2003
Calculation Strategy: Tangent
Slope type: Right slope



GeoSuite Stability Report

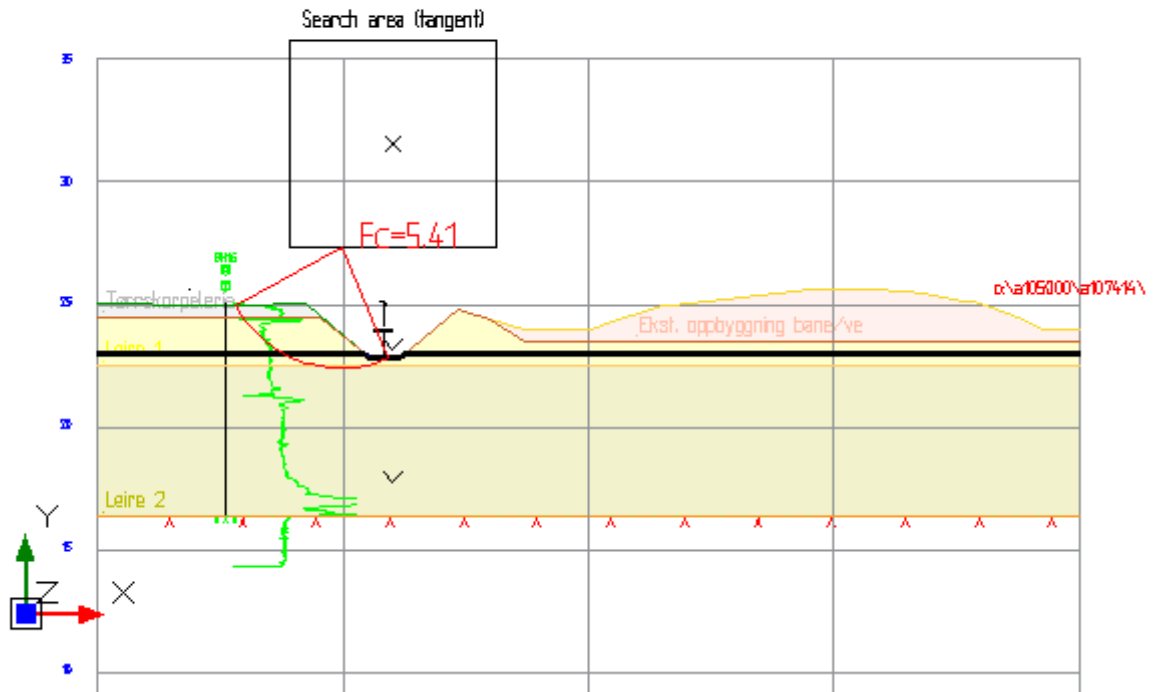
Calculation data

Project name: A224251 Rygge - Tasker
Project number: A224251
Contractor:
Comment:

Calculation name: STABILITY_PROFIL_1800UNDRENET
Description:
File name: o:\a105000\107414\geoarkiv\geoarkiv 2021\107414\rygge - tasker\stabgraf.rit\stability_profil_1800undrenet.dwg
Critical Safety Factor: 5.41
Result Date: 2021-05-30 22:21
Result Text:

Horizontally density spacing: 3
Vertically density spacing: 15
Side friction: 0.00
Number of slices: 30
Correction of exit angle: Yes

Graphic Model



Soil

Materials

Material	ρ [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C [kPa]	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpelerie	20.00	30.0	0.0		1.00	1.00	1.00
Ekst. oppbygging bane/ve	20.00	42.0	10.0		1.00	1.00	1.00
Leire 1	19.00			60.0	1.00	0.63	0.35
Leire 2	19.00			20.0	1.00	0.63	0.35

Ground Water Level

Condition: Hydrostatic

X [m]	Z [m]
0.00	23.01
10.86	23.01
11.09	22.81
12.31	22.81
12.54	23.01
40.00	23.01

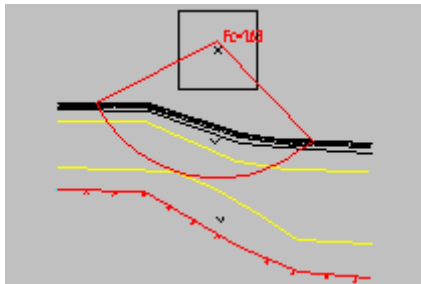
Model Data

Tangent Strategy Data

Centre point X: 12.03
Centre point Z: 31.52
Search area: 4.22
Upper Z-level: 23.20
Lower Z-level: 17.76
Number of levels: 15

Search Criteria

Calculation method: Beast 2003
Calculation Strategy: Tangent
Slope type: Right slope



GeoSuite Stability Report

Calculation data

Project name: A224251 Rygge - Tasker

Project number: A224251

Contractor:

Comment:

Calculation name: STABILITY_PROFILL_2000DRENET

Description:

File name: o:\a105000\107414\geoarkiv\geoarkiv 2021\107414\rygge - tasker\stabgraf.rit\stability_profill_2000drenet.dwg

Critical Safety Factor: 1.67

Result Date: 2021-05-30 22:17

Result Text:

Horizontally density spacing: 3

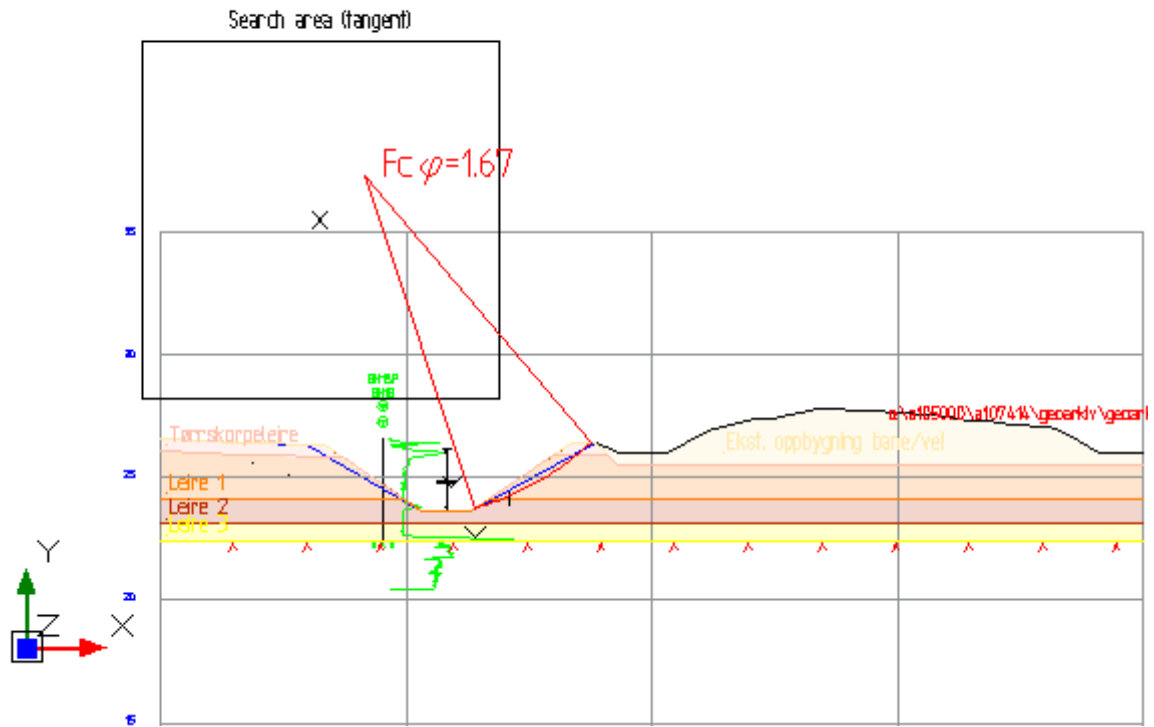
Vertically density spacing: 15

Side friction: 0.00

Number of slices: 30

Correction of exit angle: Yes

Graphic Model



Soil

Materials

Material	ρ [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C [kPa]	Aa	Ad	Ap
Ekst. oppbygning bane/vei	20.00	42.0	10.0		1.00	1.00	1.00
Tørskorpeleire	20.00	30.0	0.0		1.00	1.00	1.00
Leire 1	19.00	26.0	4.0		1.00	0.63	0.35
Leire 2	19.00	20.0	2.0		1.00	0.63	0.35
Leire 3	19.00	20.0	1.0		1.00	0.63	0.35

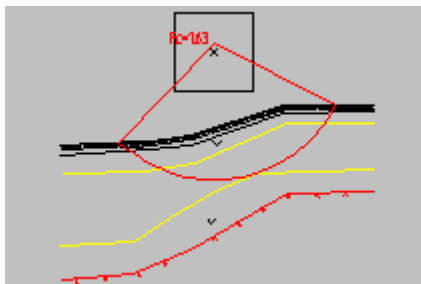
Model Data

Tangent Strategy Data

Centre point X:	6.47
Centre point Z:	35.49
Search area:	7.28
Upper Z-level:	24.61
Lower Z-level:	22.57
Number of levels:	15

Search Criteria

Calculation method:	Beast 2003
Calculation Strategy:	Tangent
Slope type:	Left slope



GeoSuite Stability Report

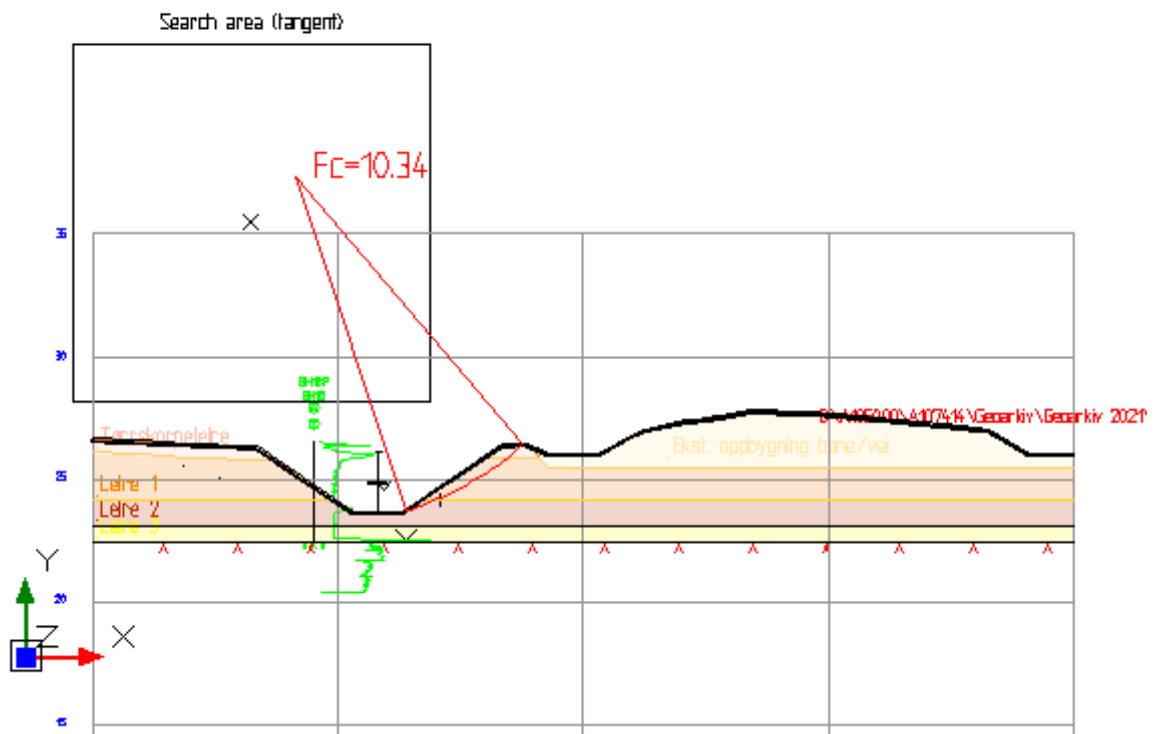
Calculation data

Project name: A224251 Rygge - Tasker
Project number: A224251
Contractor:
Comment:

Calculation name: STABILITY_PROFILL_2000UDRENET
Description:
File name: O:\A105000\A107414\Geoarkiv\Geoarkiv 2021\A224251 Rygge - Tasker\STABGRAF.RIT\STABILITY_PROFILL_2000UDRENET.dwg
Critical Safety Factor: 10.34
Result Date: 2021-05-30 22:14
Result Text:

Horizontally density spacing: 3
Vertically density spacing: 15
Side friction: 0.00
Number of slices: 30
Correction of exit angle: Yes

Graphic Model



Soil

Materials

Material	ρ [kN/m ³]	ϕ [°]	C' [kPa]	C [kPa]	Aa	Ad	Ap
Ekst. oppbygning bane/vei	20.00	42.0	10.0		1.00	1.00	1.00
Tørskorpeleire	20.00	30.0	0.0		1.00	1.00	1.00
Leire 1	19.00			55.0	1.00	0.63	0.35
Leire 2	19.00			20.0	1.00	0.63	0.35
Leire 3	19.00			10.0	1.00	0.63	0.35

Ground Water Level

Condition: Hydrostatic

X [m]	Z [m]
0.00	26.60
0.05	26.60
3.20	26.44
3.54	26.43
6.68	26.31
10.63	23.64
12.63	23.64
16.71	26.39
17.67	26.43
18.33	26.14
18.62	26.00
19.84	26.00
20.66	26.00
21.94	26.74
22.32	26.90
22.51	27.00
24.24	27.35
24.73	27.39
24.93	27.41
25.62	27.55
26.81	27.78
29.01	27.70
29.03	27.70
29.46	27.68
29.51	27.67
29.86	27.64
30.00	27.62
30.19	27.61
31.27	27.52
32.03	27.44
32.60	27.40
32.65	27.36
32.82	27.34
33.72	27.28
34.73	27.17
36.07	27.04
36.51	27.00
36.96	26.77
38.21	26.00
40.00	26.00

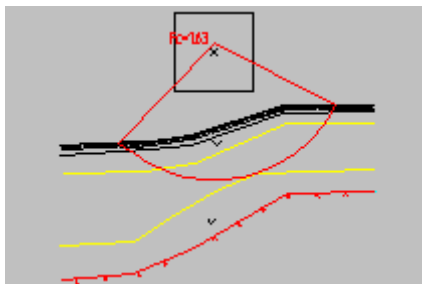
Model Data

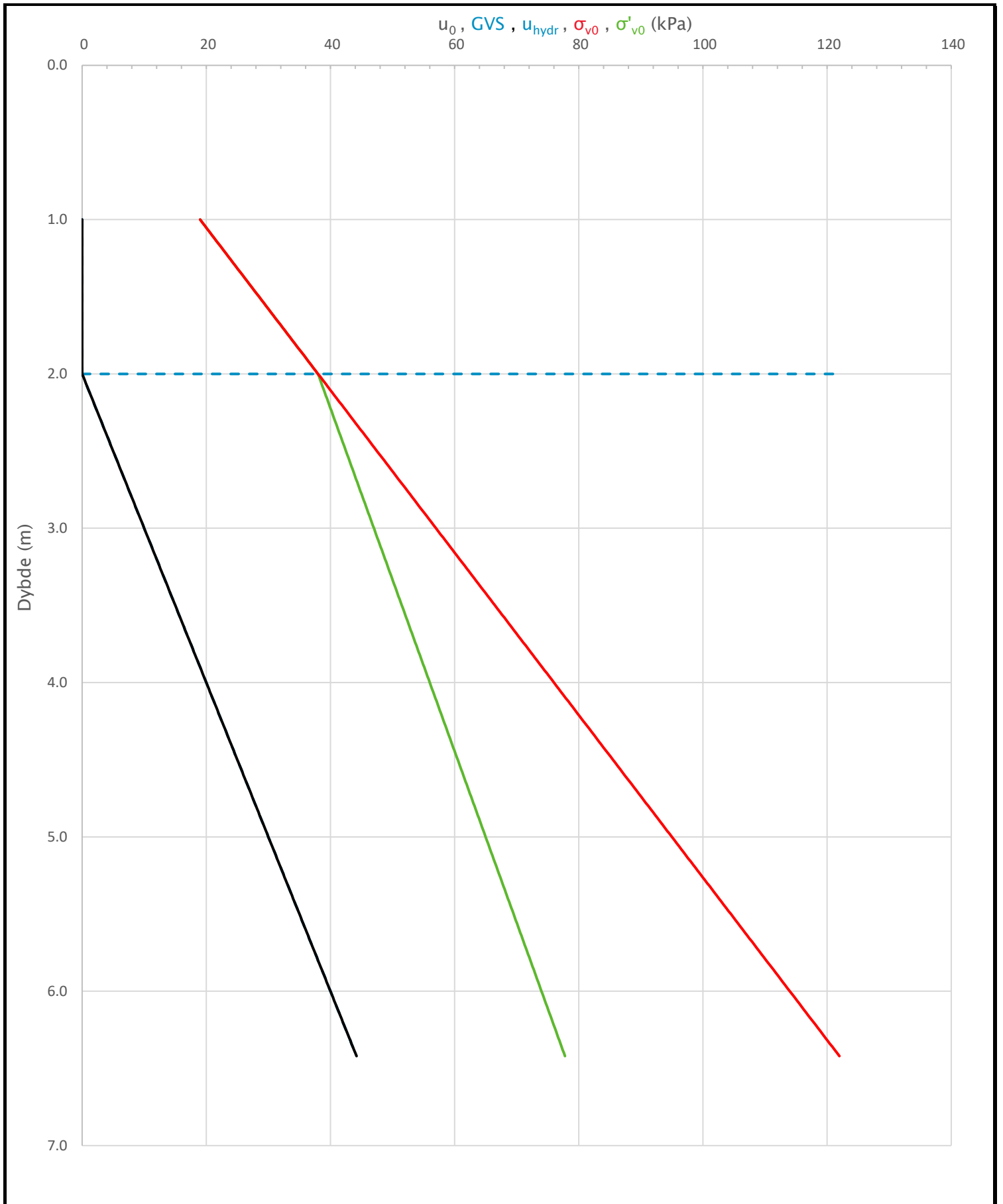
Tangent Strategy Data

Centre point X: 6.47
Centre point Z: 35.49
Search area: 7.28
Upper Z-level: 24.61
Lower Z-level: 22.57
Number of levels: 15

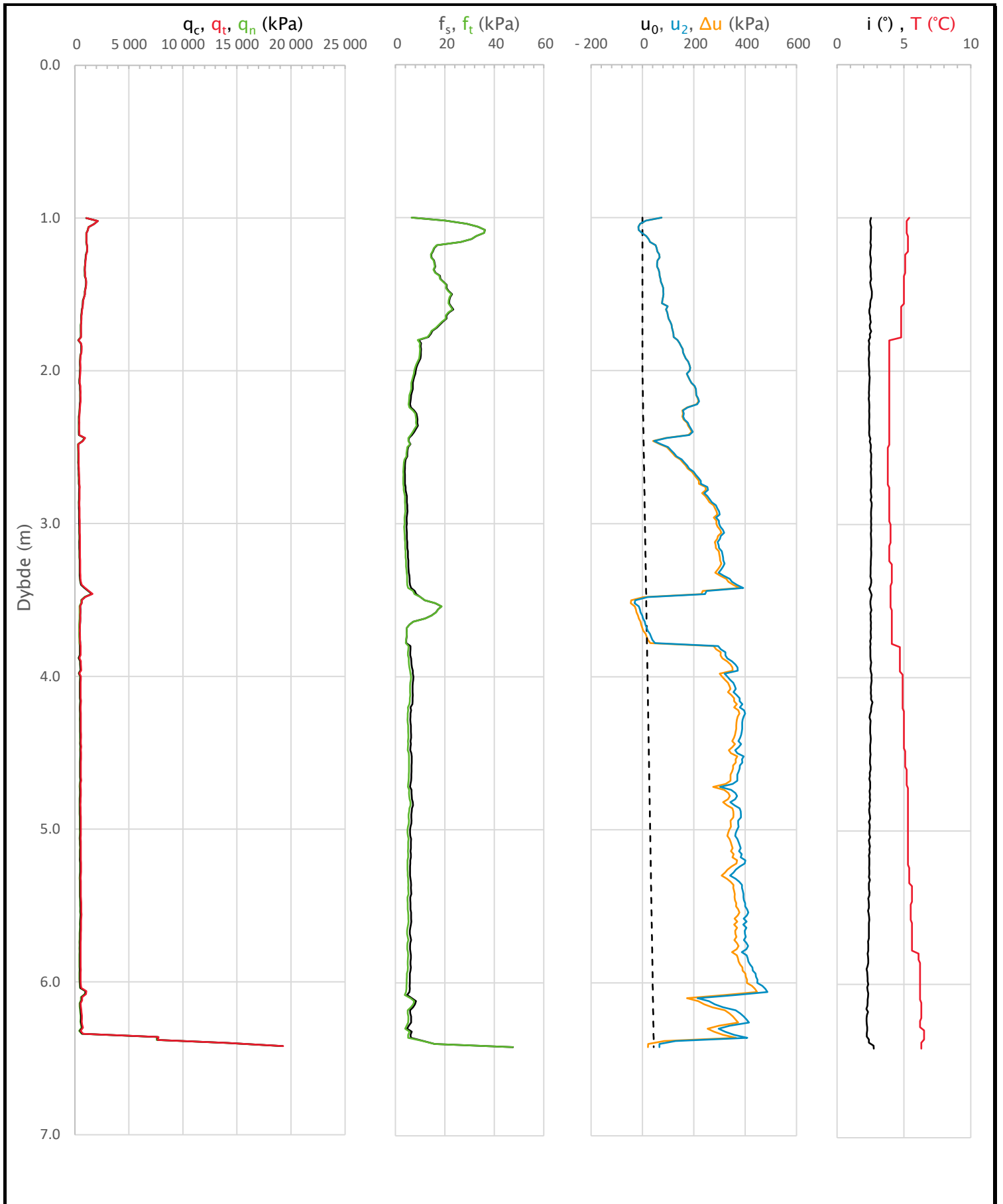
Search Criteria

Calculation method: Beast 2003
Calculation Strategy: Tangent
Slope type: Left slope

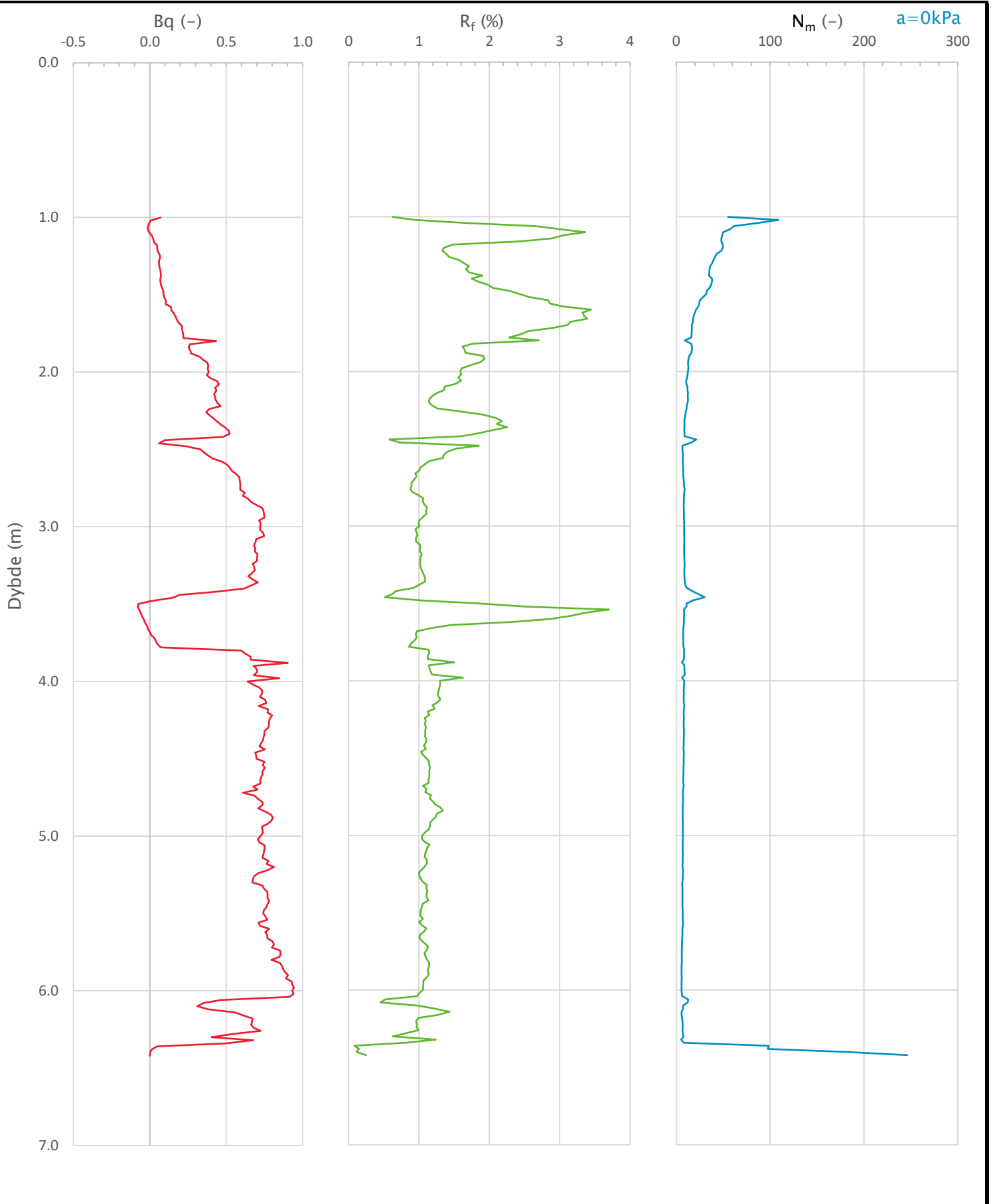




Prosjekt				Borhull
Nytt VA-ledningsnett Tasken - Rygge				
Innhold				Sondennummer
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				4898
COWI	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse
	JFRY			1
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	Figur
Ekstern konsulent	8/3/2021	Rev. dato	1	



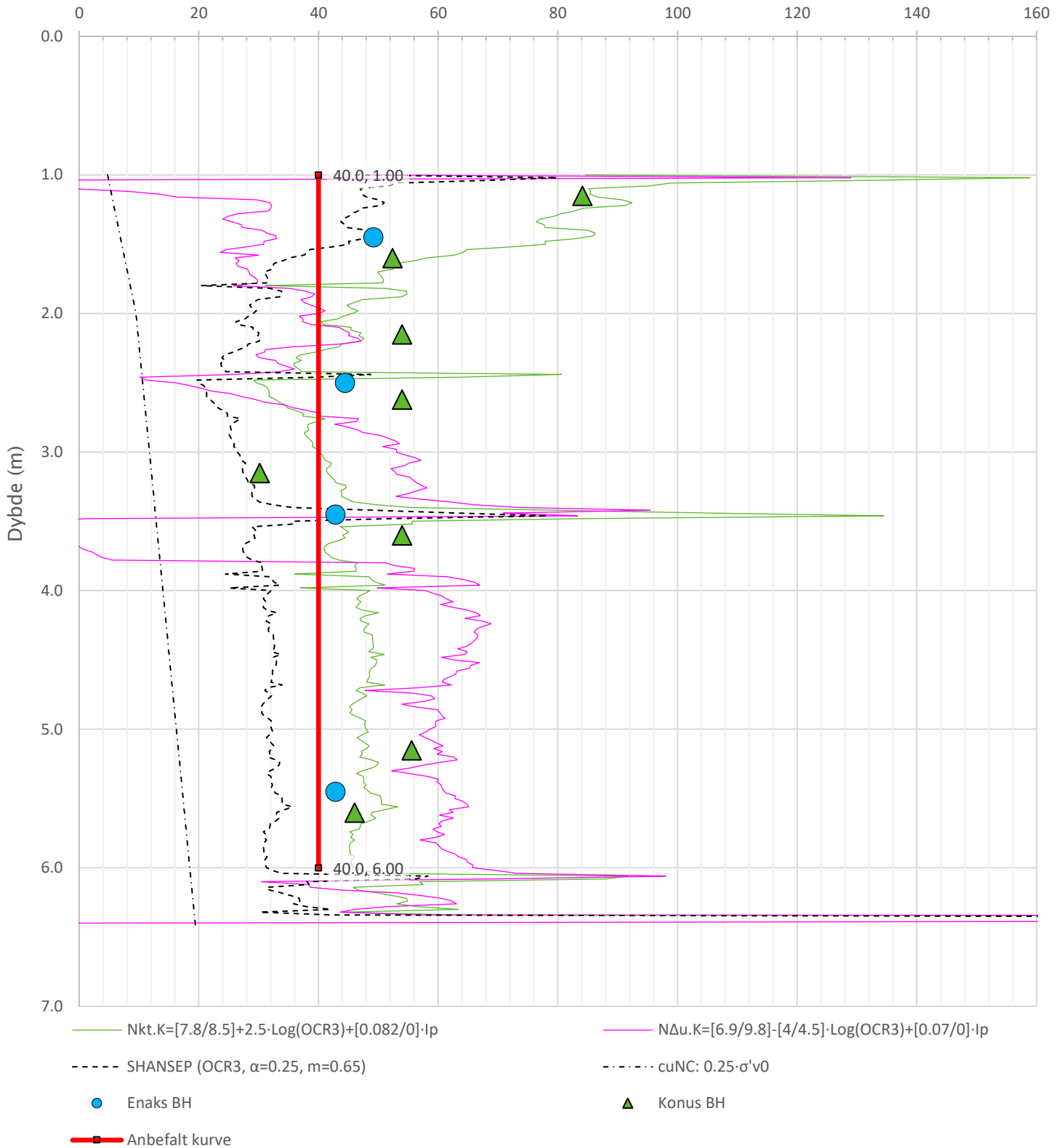
Prosjekt Nytt VA-ledningsnett Tasken - Rygge			Borhull
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier			Sondennummer 4898
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent JFRY
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 8/3/2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 2



Prosjekt Nytt VA-ledningsnett Tasken - Rygge			Borhull
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold			Sondennummer 4898
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent JFRY
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 8/3/2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 3

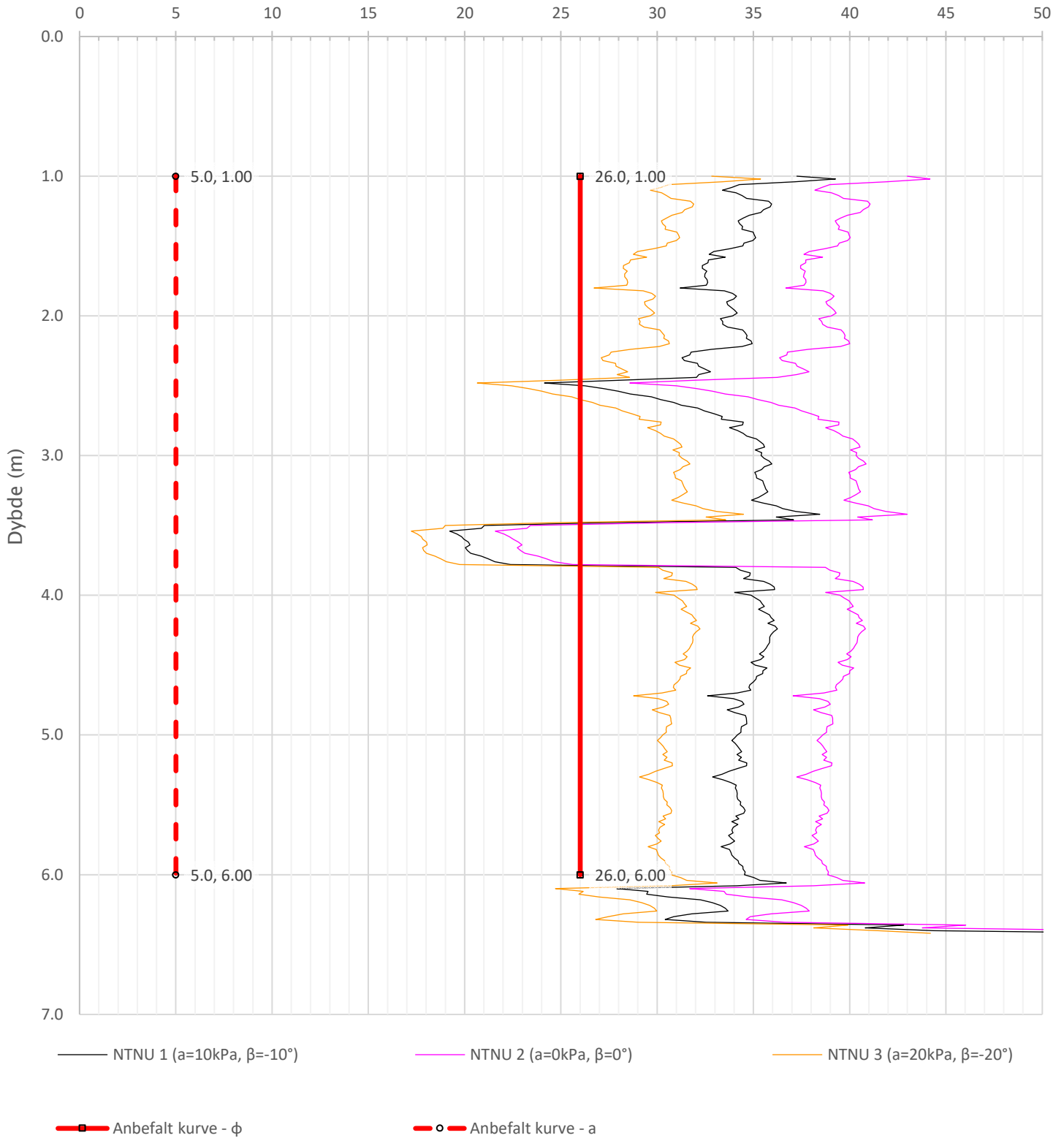
Anisotropiforhold i figur:
 Enaks BH : $c_{uc}/c_{ucptu} = 0.630$
 Konus BH : $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0.630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

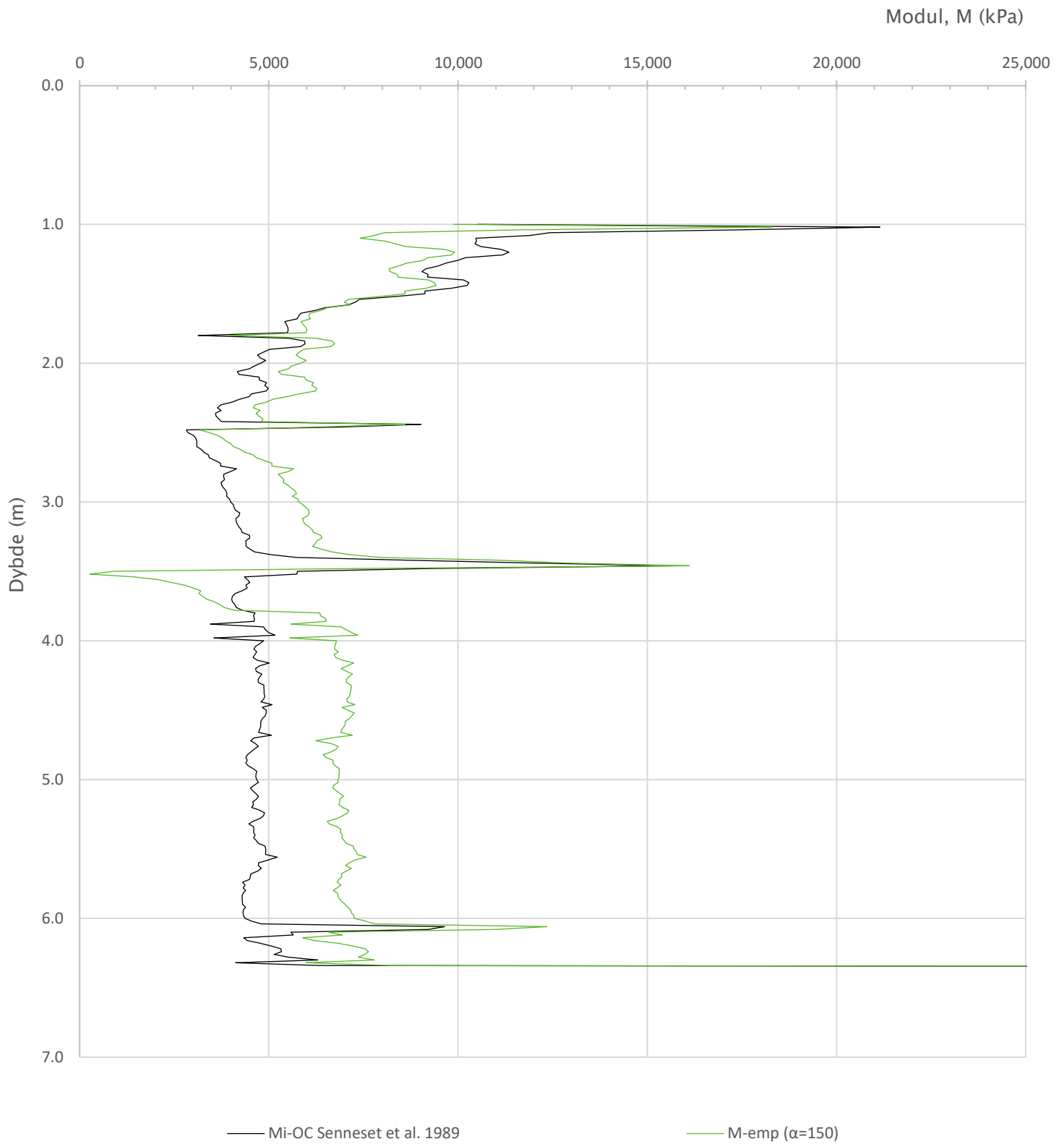


Prosjekt Nytt VA-ledningsnett Tasken - Rygge			Borhull
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet			Sondennummer 4898
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent JFRY
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 8/3/2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 4

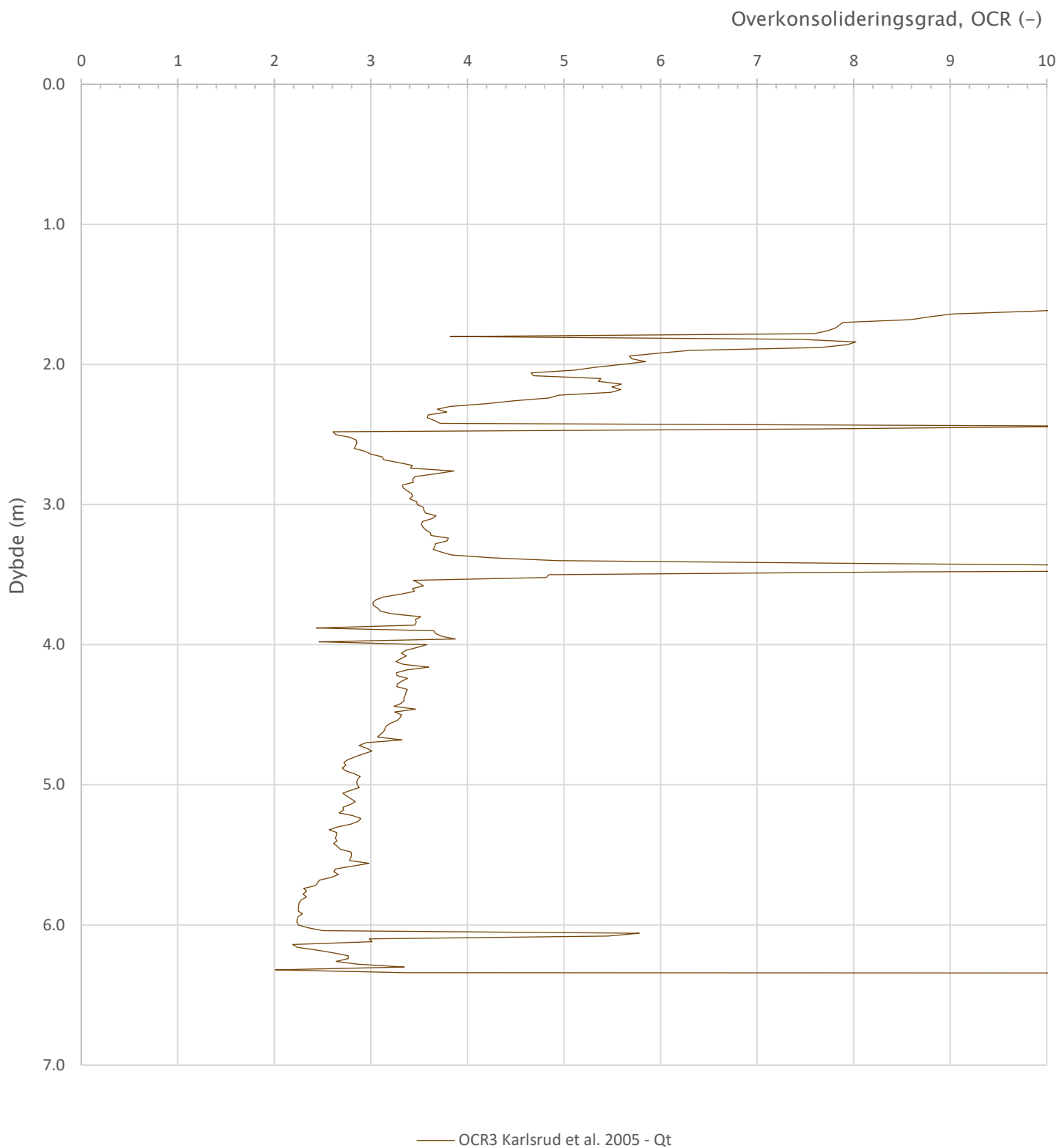
Friksjonsvinkel, ϕ (°)
attraksjon, a (kPa)



Prosjekt Nytt VA-ledningsnett Tasken - Rygge			Borhull
Innhold Tolking av friksjonsvinkel og attraksjon			Sondennummer 4898
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent JFRY
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 8/3/2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 5



Prosjekt Nytt VA-ledningsnett Tasken - Rygge			Borhull
Innhold Tolkning av modul			Sondennummer 4898
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent JFRY
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 8/3/2021	Revisjon Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 6



Prosjekt Nytt VA-ledningsnett Tasken - Rygge			Borhull
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR			Sondennummer 4898
COWI	Utført JFRY	Kontrollert CBNI	Godkjent JFRY
	Divisjon Ekstern konsulent	Dato sondering 8/3/2021	Rev. dato
			Anvend.klasse 1
			Figur 7