

ANTEC BIOGASS AS

► Tjuin industriområde, Steinkjer

Innledende geotekniske vurderinger

Supplerende grunnundersøkelser

Oppdragsnr.: 52208670 Dokumentnr.: 52208670-RIG-R03 Versjon: J01 Dato: 2023-06-07



Oppdragsgiver: ANTEC BIOGASS AS
Oppdragsgivers kontaktperson: Linq Prosjekt AS v/ Kennet Mæhlumsveen
Rådgiver: Norconsult AS, Kongens gt 27, NO-7713 Steinkjer
Oppdragsleder: Andrea Trebostad Viken
Fagansvarlig: Emil Cederström
Andre nøkkelpersoner: Aksel Lynum, Kristian Aune

J01	2023-06-07	For bruk	Andrea T. Viken	Emil Cederström	Andrea T. Viken
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammen drag

ANTEC BIOGASS AS planlegger utbygging av biogassanlegg på Tjuin industriområde i Malm, Steinkjer kommune. På sikt planlegger også Columbi Farms å etablere seg på tomte med vertikalt landbruk.

I forbindelse med planlagt utbygging utførte Norconsult innledende geotekniske vurderinger høsten 2022, og konkluderte med at det måtte utføres supplerende grunnundersøkelser på tomte, blant annet for å avklare områdeskredfaren jf. TEK17 § 7-3 og detaljere fundamentering. Supplerende grunnundersøkelser har kun avdekket enkeltprøver med sprøbruddmateriale, og områdeskredfaren ansees følgelig som avklart. Lokalstabiliteten av fyllingsfronten er også vurdert å være god for planlagt utbygging.

Utført kartlegging av fyllmassene avdekket et punkt med søppel, og siden det ikke foreligger dokumentasjon av utfyllingen tilrås det å masseutskifte ned til original grunn under fundamentene for å unngå differansesetninger. Det må påregnes setninger i størrelsesorden 1-3 cm for punktfundamenter og 1-6 cm for stripefundamenter.

Videre er det nødvendig med detaljprosjektering av fundamentering i samråd med RIB, og endelig fundamentplan må kontrolleres av RIG.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Grunnlag	7
1.2	Tidligere grunnundersøkelser	7
2	Regelverk og styrende dokumenter	9
2.1	Styrende dokumenter	9
2.2	Klassifisering iht. regelverk og standarder	9
2.2.1	<i>Geoteknisk kategori</i>	9
2.2.2	<i>Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)</i>	9
2.2.3	<i>Tiltaksklasse</i>	10
2.2.4	<i>Kontrollklasse prosjektering og utførelse (PKK/UKK)</i>	10
2.2.5	<i>Seismisk dimensjonering</i>	10
2.3	Sikkerhet og materialfaktorer	10
2.4	Laster	11
3	Terreng og grunnforhold	12
3.1	Terrengforhold	12
3.2	Grunnforhold	12
3.2.1	<i>Kvartærgeologi</i>	12
3.2.2	<i>Historisk utvikling av området</i>	13
3.2.3	<i>Kvikkleireskredfare</i>	13
3.2.4	<i>Grunnundersøkelser</i>	14
4	Orienterende geotekniske vurderinger jf. supplerende grunnundersøkelser	15
4.1	Naturfarer iht. TEK17 § 7	15
4.1.1	<i>Sikkerhet mot flom og stormflo jf. TEK 17 § 7-2</i>	15
4.1.2	<i>Sikkerhet mot skred jf. TEK17 § 7-3</i>	15
4.2	Lokalstabilitet av fyllingsfront og sjøbunnsskråning	16
4.2.1	<i>Flyteskred</i>	17
4.3	Bæreevne	17
4.4	Setninger	18
4.4.1	<i>Kommentarer vedr. prøvegravingspunkt under fundament til planlagte konstruksjoner</i>	19
4.5	Videre arbeid	19
5	Konklusjon	20
6	Referanser	21

Tegninger

Innhold	Format	Målestokk (gjelder A1)	Tegn.nr.
Plantegning – geotekniske vurderinger	A3	1:1000	RIG-R03-V100 – RIG-R03-V102
Stabilitetsberegninger	A3	1:1000	RIG-R03-V200

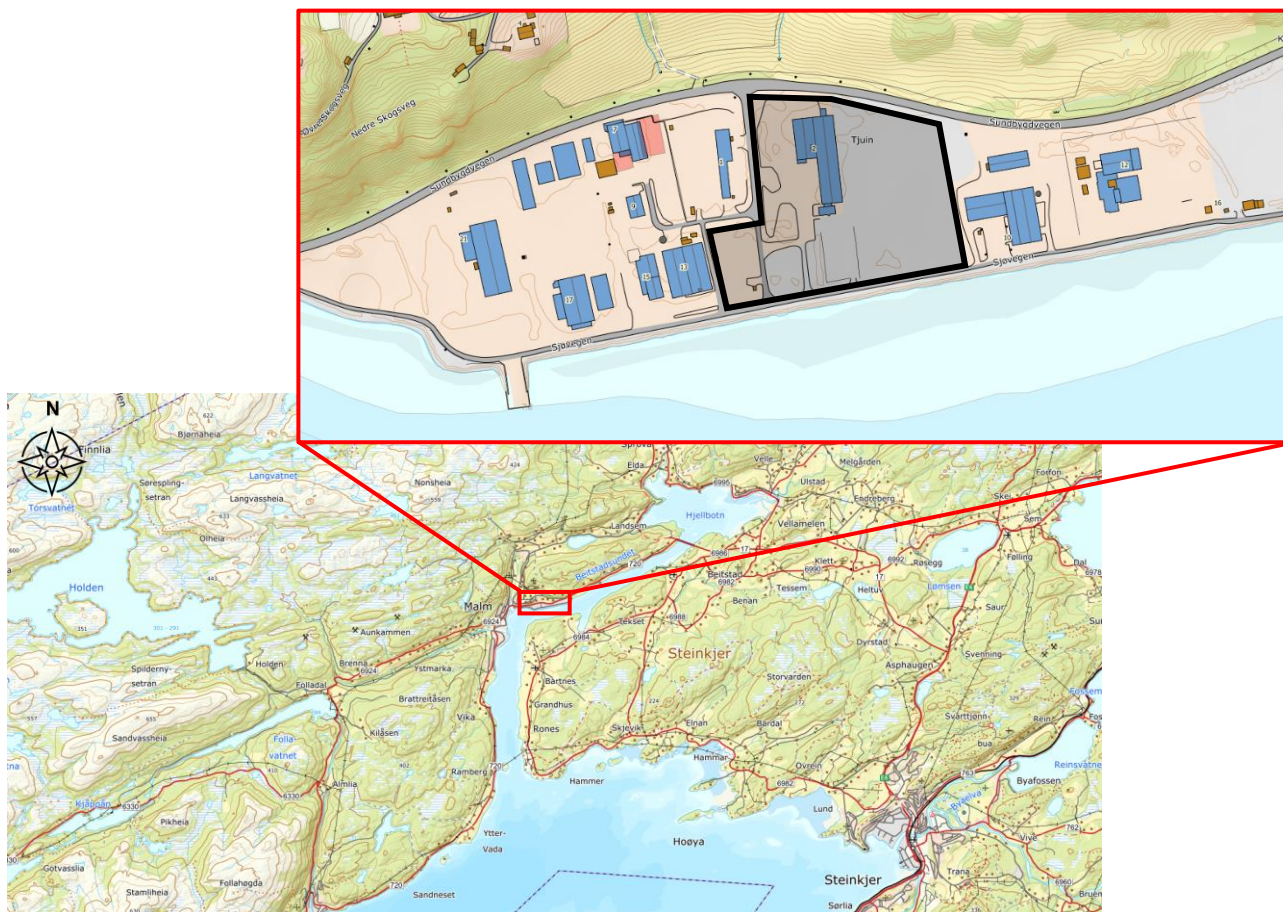
Vedlegg

Innhold	Vedlegg nr.
Tegnforklaring plan og profiltegninger	A
Tolkning av geotekniske parametere	B
Tegningsforklaring CPTU	C

1 Innledning

ANTEC BIOGASS AS planlegger utbygging av biogassanlegg på Tjuin industriområde i Malm, Steinkjer kommune. På sikt planlegger også Columbi Farms å etablere seg på tomte med vertikalt landbruk¹. Plasseringen av industriområdet og tomte er vist i figur 1. Utbyggingen til ANTEC BIOGASS AS vil i det følgende bli omtalt som biogassanlegget, og den planlagte utbyggingen til Columbi Farm som salatanlegget. Planlagt utbygging innebærer blant annet flere store tanker og reaktorbygg, og er vist i tegning RIG-R03-V100.

I forbindelse med planlagt utbygging utførte Norconsult innledende geotekniske vurderinger høsten 2022, og konkluderte med at det måtte utføres supplerende grunnundersøkelser på tomte, blant annet for å avklare områdeskredfaren jf. TEK17 § 7-3 og detaljere fundamenteringen. Våren 2022 er det derfor utført supplerende grunnundersøkelser, og denne rapporten omfatter de oppdaterte vurderingene jf. supplerende grunnundersøkelser.



Figur 1 Utsnitt fra norgeskart.no [2] som viser plasseringen av Tjuin industriområde samt det aktuelle tiltaksområdet.

¹ Matvekster dyrkes vertikalt over hverandre i lukkede systemer. I motsetning til dyrking i drivhus, som benytter sola som lyskilde, benyttes LED-lamper som lyskilde i vertikalt landbruk. En annen faktor som er særegent i det vertikale landbruket er at jorda er erstattet med næringsrikt vann som resirkuleres og leverer næringsstoffer til røttene til plantene [1].

1.1 Grunnlag

Følgende dokumenter ligger til grunn for vurderingene:

Tegninger:

- Skisse Situasjonsplan 04.11.22 – kommentert Espen 08.11.2022 (oversendt av Linq Prosjekt AS v/ Espen Storstad 2022-11-08)
- Tegning «AS000569_D_Restrains (ID 29083) (1)» (oversendt av Linq Prosjekt AS v/Espen Storstad 2022-11-18)
- Dokument «Superstructure Specification 12m Growth Tower» oversendt av Linq Prosjekt AS v/Espen Storstad 2022-11-18

1.2 Tidligere grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser og geoteknisk prosjektering på industriområdet og nord for området langs fv. 720. I mars 2023 ble det utført supplerende grunnundersøkelser på den aktuelle tomte [3]. Rapportene Norconsult er kjent med er oppsummert i tabellen nedenfor. Plasseringen av borepunktene er vist i tegning RIG-R03-V100 – RIG-R03-V102.

Tabell 1 Tidligere utførte grunnundersøkelser i det aktuelle området, samt aktuelle prosjekteringsrapporter.

Dato	Rapportnavn	Utførende	Rapport nr.	Navn på borepunkter	Ref.
05.01.1990	Fabrikk Tjuin, Malm – grunnundersøkelser datarapport	NOTEBY AS	37567-1	N1-x	[4]
19.02.1990	Tjuin industriområde, Malm – Sone B + C: Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering	NOTEBY AS	37337-1	N2-x	[5]
14.05.2014	Fv. 17/720 Østvik-Sprova-Malm. Område Malm-Strømnes – grunnundersøkelser for reguleringsplan	Norconsult	5133313-5	Cx	[6]
29.04.2019	Grunnundersøkelser Tjuin Malm, Nippon Gases Norge AS – datarapport	SWECO	10211143-RIG-R01-00	x_SW	[7]
02.04.2020	GU Tjuin Salmar – datarapport fra grunnundersøkelser	SWECO	10216069-RIG-R01-A01	SWxS	[8]
19.05.2020	RIG RIM Tjuin Malm SalMar – rapport	SWECO	10216011-RIG-R01-A02	SWxS	[9]
13.05.2020	GU Tjuin Næringsområde – datarapport grunnundersøkelser	SWECO	10216067-RIG-R01-A01	SW_x	[10]
15.10.2021	Malm industripark – geotekniske grunnundersøkelser, datarapport	Multiconsult	10228631-RIG-RAP-001	M_x	[11]
15.11.2022	Malm Industripark – geoteknisk vurderingsrapport delområde A, B og C	SWECO	10220123-003-RIG-R01-A04	-	[12]
08.11.2022	Grunnundersøkelser Malm industripark – datarapport	SWECO	10220123-008-RIG-R01-A01	SWx	[13]
05.05.2023	Tomt Tjuin, Steinkjer. Geotekniske grunnundersøkelser – datarapport	Norconsult	52208670-RIG-R02	NO23-x/PG-x	[3]

2 Regelverk og styrende dokumenter

2.1 Styrende dokumenter

Gjeldende regelverk for geoteknisk prosjektering er gitt i:

- LOV-2008-06-27-71 Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven) [14]
- FOR-2010-03-26-488: Byggesaksforskriften (SAK10) [15]
- FOR-2017-06-19-840: Byggteknisk forskrift (TEK17) [16]
- FOR-2022-05-10-820: Forskrift om utførelse av arbeid [17]
- NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016: Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [18]
- NS-EN 1997-1:2004+A1+NA: Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler [19]
- NS-EN 1998-1:2004+A1+NA Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger [20]
- Statens vegvesen vegnormal (regelverk) N200 Vegbygging [21]
- NVEs veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred (heretter omtalt som kvikkleireveilederen) [22]

I tillegg benyttes følgende ved geoteknisk prosjektering:

- Statens vegvesens håndbok (veileder) V220 Geoteknikk i vegbygging [23]

2.2 Klassifisering iht. regelverk og standarder

Med utgangspunkt i kunnskapen på nåværende tidspunkt, om hva som skal bygges, er aktuelt tiltak klassifisert iht. styrende dokumenter. Klassifiseringen vil kunne endres pga. oppdatert kunnskap om utbyggingen.

2.2.1 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 [19] stiller krav til prosjektering ut fra tre geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering». Det aktuelle tiltaket er vurdert å hovedsakelig omfatte følgende geotekniske forhold:

- Sålefundamentering
- Platefundamentering
- Utgravinger

Iht. standarden plasseres derfor tiltaket i **geoteknisk kategori 2**.

2.2.2 Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC)

Konsekvensklassen (CC) fastsettes ut fra konsekvensen ved brudd eller funksjonssvikt i konstruksjonen, og velges etter kriterier gitt i Eurokode 0 tabell B1. Tabell NA.A1(901) angir veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler. Ifølge tabellen plasseres industrianlegg i konsekvensklasse **CC2** dersom det ikke foreligger spesielle forhold som tilsier at tiltaket bør plasseres i en høyere konsekvensklasse. Det er på dette stadiet av prosjektet ikke vurdert å foreligge spesielle forhold som gjør det nødvendig å oppjustere konsekvensklassen. Iht. Eurokode 0 kan pålitelighetsklasse dirkte knyttes til konsekvensklasse, og tiltaket plasseres derfor å pålitelighetsklasse **RC2**.

2.2.3 Tiltaksklasse

Iht. SAK10 § 13-5 plasseres bygninger, anlegg eller konstruksjoner som iht. NS-EN 1190+NA plasseres i RC2 i **tiltaksklasse 2**. SAK10 angir at godkjenningssområdet omfatter prosjektering av fundamenter på grunn med vanskelig grunnforhold og der metoder for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet. Prosjektering skjer etter anerkjente beregningsmetoder. Dette stemmer godt for det aktuelle tiltaket. Det er utført grunnundersøkelser på tomta, slik at grunnforholdene er kjent, og sikkerheten er i all hovedsak god nok ved direktefundamentering eller kan ivaretas ved masseutskifting.

2.2.4 Kontrollklasse prosjektering og utførelse (PKK/UKK)

Eurokode 0 [18] stiller krav til kontroll av prosjektering og utførelse ut fra tre kontrollklasser. For pålitelighetsklasse 2 gjelder minimum prosjekteringskontrollklasse **PKK2** og utførelseskontrollklasse **UKK2**. Forprosjektering og utførelse er det dermed krav om egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll.

2.2.5 Seismisk dimensjonering

Iht. tabell NA.4 (902) i Eurokode 8 [20] plasseres industrianlegg der det er fare for stor skade på miljø og/eller biomangfold i seismisk klasse IIIa. Tiltaket er følgelig vurdert å havne i **seismisk klasse IIIa**.

Beregnet gjennomsnittlig skjærbølgehastighet $v_{s,30}$ er mellom 170-210 m/s i massene på industriområdet, og iht. tabell NA.3.1 i Eurokode 8 tilsvarer dette grunntype **D**.

2.3 Sikkerhet og materialfaktorer

Iht. TEK17 § 7 [16] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred). Videre skal tiltaket prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket.

TEK17 § 7-2 angir hvilken sikkerhetsklasse og gjentakintervall for flom som skal legges til grunn ved prosjektering. For sikkerhetsklasse F2 kan største nominelle sannsynlighet ikke overskride 1/200, dvs. 200-årsflom er dimensjonerende flomnivå. Vurderinger rundt TEK17 § 7-2 er gitt i kapittel 4.1.1.

Iht. TEK17 § 7-3 må det ved utbygging i områder under marin grense undersøkes om det kan være fare for områdeskred, også utenfor identifiserte faresoner for kvikkleireskred. Utredning av områdeskredfare og dokumentasjon av sikkerhet mot skred gjøres i samsvar med metoder og prosedyrer i NVEs veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred [22]. Vurderinger rundt TEK17 § 7-3 er gitt i kapittel 4.1.2.

Eurokode 7 [19] beskriver hvordan forholdet mellom dimensjonerende lastvirkning og dimensjonerende motstand skaleres med bruk av partialfaktorer. Partialfaktorer for jordas styrke er som følger iht. Eurokode 7:

- Friksjonsvinkel, φ : $\gamma_M \geq 1,25$
- Kohesjon, c : $\gamma_M \geq 1,25$
- Udrenert skjærfasthet: c_u : $\gamma_M \geq 1,40$
- Tyngdetetthet, γ : $\gamma_M \geq 1,00$

Ved analyser av skråningsstabilitet skal det benyttes en partialfaktor $\gamma_Q = 1,3$ for variable, ugunstige laster og $\gamma_G = 1,0$ for permanente konstruksjonslaster, uavhengig av om laster er gunstig eller ugunstig. I analyser av bæreevne skal $\gamma_G = 1,35$ benyttes for ugunstige konstruksjonslaster og $\gamma_M = 1,0$ for gunstige laster.

2.4 Laster

Konstruksjonslastene er estimert fra opplysningene som kommer frem av oversendt situasjonsplan. Vekten av salattårnene til Columbi Farms er oppgitt å være totalt 48,3 tonn, og lastene er planlagt ført ned i fundamentene av 12 søyler (4 sentralsøyler). For stripefundamenter med én meters bredde gir dette tilnærmet en last lik 47 kPa. Denne lasten er konservativt lagt til grunn over hele området i stabilitetsberegningene.

Ved stabilitetsvurderinger skal det benyttes en jevnt fordelt belastning $q_k = 15$ kPa over hele vegbredden, hvis dette er mest ugunstig, for å ta hensyn til trafikklast. Iht. kapittel 2.3 gir dette dimensjonerende trafikklast $q_d = 19,5$ kPa.

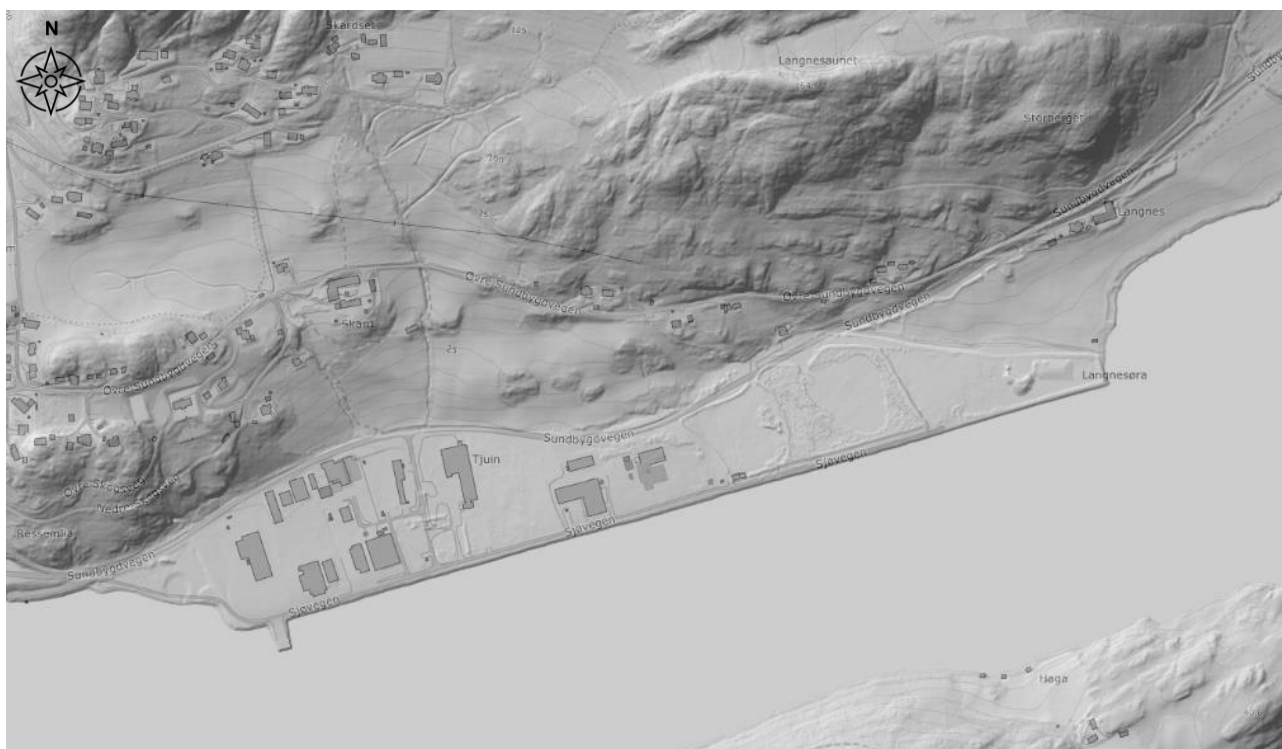
Kvikkleireveilederen angir at nivåer av fritt vann ved stabilitetsanalyser skal velges som det antatt mest ugunstige som vil kunne oppstå. Langs kysten benyttes lavvann med 20 års gjentakintervall eller laveste observerte vannstand, avhengig av hva som er mest ugunstig. Ifølge www.sehavniva.no er lavvann med 20 års gjentakintervall ved kote -2,26 NN2000 dimensjonerende havnivå for tettstedet Malm i Steinkjer kommune. Kvikkleireveilederens veiledning for nivå av fritt vann er lagt til grunn i stabilitetsberegningene.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terrengforhold

Slik figur 2 viser er tomta og industriområdet Tjuin tilnærmet flatt. Høyden på tomta varierer mellom kote +3 og +4. Skråningen bak tomta har gjennomsnittlig helning 1:5.

Norconsult har fått oversendt data fra sjøbunnskartlegging utført av Seascan i Beitstadfjorden i 2021. Resultatene fra kartleggingen er vist i tegning RIG-R03-V100, -V101 og -V102. Ekvidistansen på kartet er 0,5 m, og NN2000 er referansehøyden. Gjennomsnittshelningen av sjøbunnskråningen er 1:8,5. Like utenfor tomta er fjorden omtrent 21 m dyp på det dypeste.



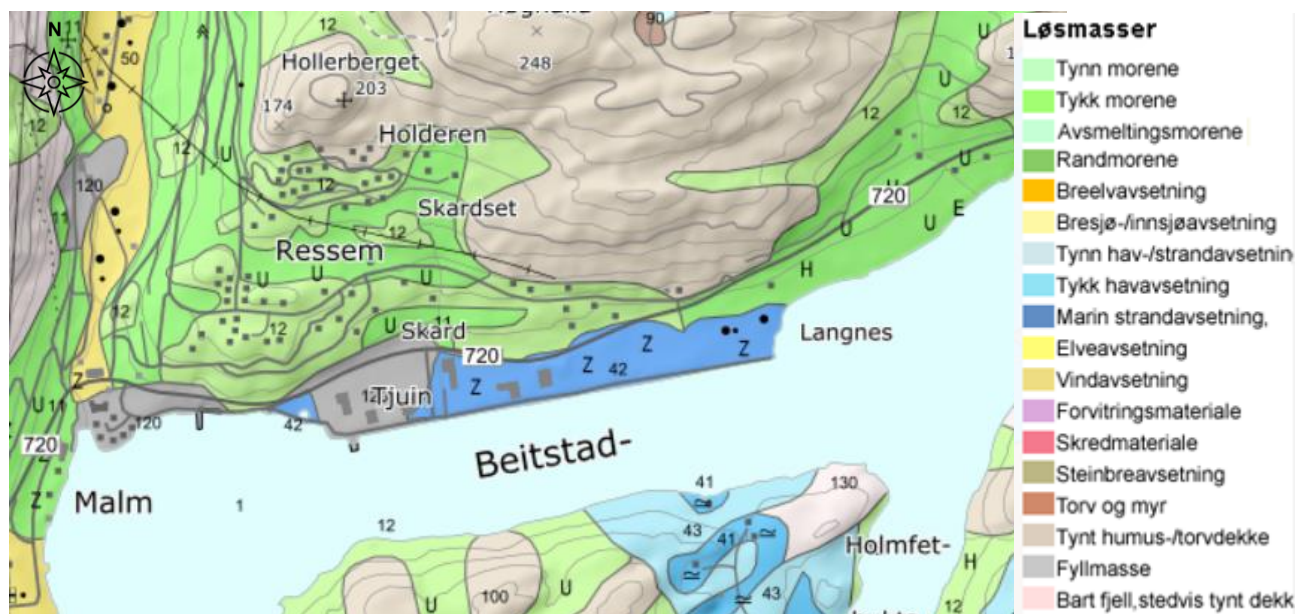
Figur 2 Utsnitt fra hoydedata.no [24] som viser terrengkonturene i området.

3.2 Grunnforhold

3.2.1 Kwartærgeologi

Fra det kvartærgeologiske kartet i figur 3, utarbeidet av NGU, kommer det frem at industriområdet hovedsakelig består av marine strandavsetninger, men også en del fyllmasser. Marine strandavsetninger er ofte et godt sortert materiale der kornstørrelsen varierer fra sand til blokk, men sand og grus er de vanligste fraksjonene. Området nord for tiltaksområdet består av tykke og tynne moreneavsetninger samt bart fjell. Morene er et dårlig sortert materiale og kan inneholde alt fra leir til stein og blokk.

Løsmassekartet til NGU gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilet består av. For å få kjennskap til grunnens egenskaper i dybden er det nødvendig å tolke geotekniske grunnundersøkelser.



Figur 3 Løsmassekart over det aktuelle området [25]. Egnert målestokk 1:50 000.

3.2.2 Historisk utvikling av området

Historiske flyfoto fra området viser at Tjuin industriområde er et utfyllt område i Beitstadsundet, se figuren nedenfor. Flyfotoene viser også at området er opparbeidet i flere etapper. Topplaget i området består derfor hovedsakelig av fyllmasser.

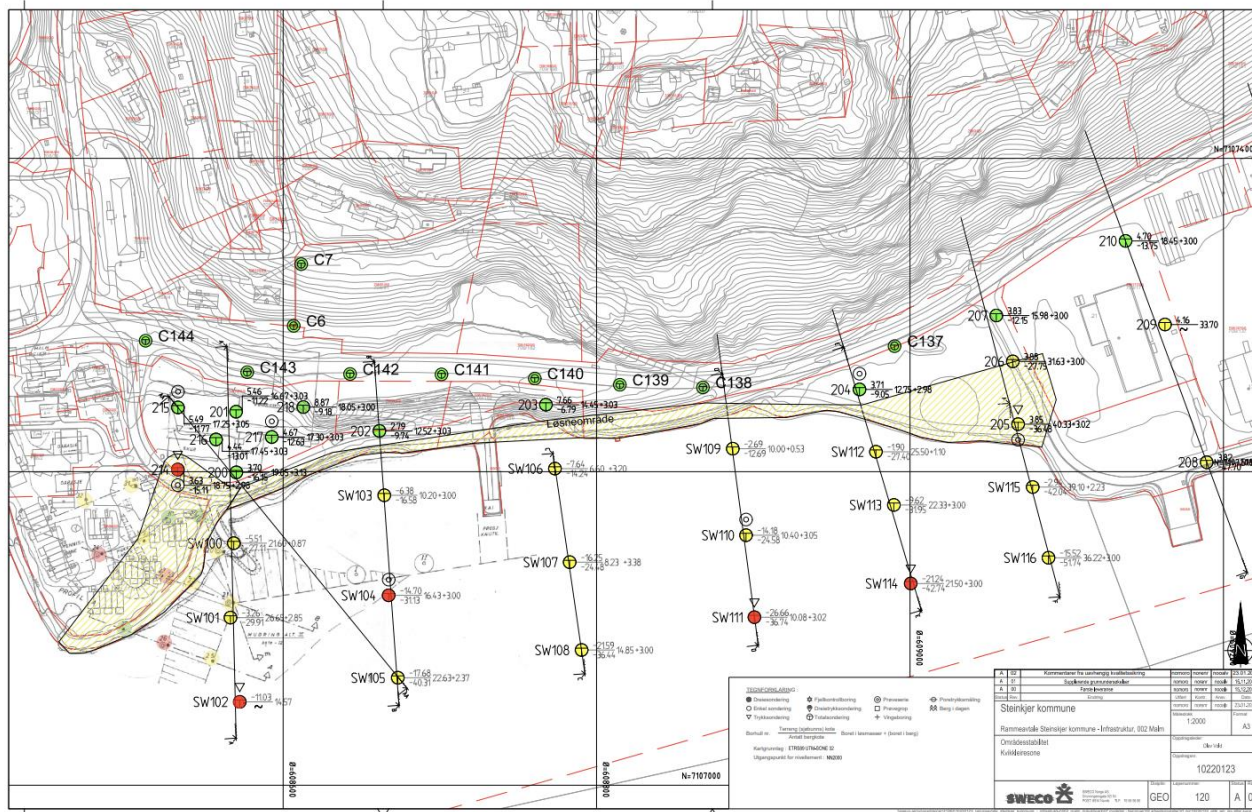


Figur 4 Utviklingen av Tjuin industriområdet fra (a) 1973 til (b) 2020 [26].

3.2.3 Kvikkleireskredfare

Tiltaksområdet ligger under marin grense, som er omtrent ved kote +150 i området, og det kan derfor forekomme kvikkleire. Det er ingen registrerte kvikkleiresoner i området ifølge NVEs naturfarekart [27], men

Norconsult er kjent med at SWECO har utredet områdeskredfaren rundt Tjuin industriområde ifb. omregulering av området, og foreslått et løснеområde i bukta vest for den aktuelle tomten. Sonen er vist i figur 5, og viser at sonen så vidt strekker seg inn i fyllingen i vest.



Figur 5 Utsnitt fra rapport nr. 10220123-003-RIG-R01-A04 [12] som viser vurdert løsneområde i bukta vest for den aktuelle tomte.

3.2.4 Grunnundersøkelser

De supplerende og tidligere utførte grunnundersøkelsene viser at tiltaksområdet består av et omtrent 4 m tykt lag av fyllmasser over bløtere siltig leire/leirig silt og sand. Dypere ned er det lagdelte forekomster av fastere friksjonsmaterialer som sand og bløtere masser som silt og leir.

Grunnundersøkelsene har avdekket et tynt, meget bløtt siltlag ved omtrent kote +0, samt et meget bløtt lag med økende mektighet utover fyllingsfronten ved 5-10 meters dybde. Laboratorieundersøkelsene har derimot kun avdekket enkeltprøver med sprøbruddmateriale, dvs. hele laget utviser ikke sprøbruddoppførsel. Det bløte laget har begrenset geografisk utstrekning, da det kun ble avdekket i bp. NO23-1, -2, -5 og -8.

Kartleggingen av fyllmassene viser at disse hovedsakelig består av grålig sand og silt med stedvis høyere innhold av silt/leir. Den grålige fargen (marin sand) indikerer at massene delvis kan være innspylte/mudret opp fra sjøbunnen. Undersøkelsene i sjakt PG-4 ble avsluttet ved 2,3 m dybde pga. funn av store mengder søppel.

4 Orienterende geotekniske vurderinger jf. supplerende grunnundersøkelser

4.1 Naturfarer iht. TEK17 § 7

4.1.1 Sikkerhet mot flom og stormflo jf. TEK 17 § 7-2

Iht. TEK17 § 7-2 skal byggverk i sikkerhetsklasse F2 plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom, herunder også stormflo, slik at største nominelle årlige sannsynlighet ikke overskrider 1/200, dvs. 200-årsflom. Ifølge www.sehavniva.no, stiger 200-års stormflo, med klimapåslag, 2,03 m over normalnull, og det er heller ingen vassdrag som kan berøre tomte ved flom. Det er derfor ikke nødvendig med sikringstiltak, f.eks. terrengheving til flomsikkert nivå, flomvoll etc., for å oppfylle sikkerhetskravene.

4.1.2 Sikkerhet mot skred jf. TEK17 § 7-3

De innledende vurderingene [28], basert på de tidligere utførte grunnundersøkelsene på tomte og industriområdet for øvrig, indikerte at det kunne være mektige lag av kvikkleire /sprøbruddmateriale på tomte. I områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale må sikkerhetskravene i NVEs veileder nr. 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred* [22] tilfredsstilles for å oppfylle kravene i TEK17 § 7-3. Stabilitetsvurderingene basert på tilgjengelig grunnlag på daværende tidspunkt viste at sikkerheten mot områdeskred jf. kvikkleireveilederen var for lav, og at kravene i TEK17 § 7-3 ikke var oppfylt.

De supplerende grunnundersøkelsene har avdekket flere tynne, meget bløte lag rundt havnivå (kote +0), samt et meget bløtt lag rundt kote -10 (NN2000) i bp. NO23-1, -2, -3, -5 og -8 med økende mektighet utover fyllingen. Det bløte laget ved kote -10 har begrenset geografisk utstrekning i øst-vest-retning, og laboratorieundersøkelsene har kun påvist enkeltprøver med sprøbruddmateriale i laget. Materialet er derfor vurdert å ikke være skredfarlig, og kunne tømmes ved et evt. skred initiert i sjøbunsskråningen. Det er påvist sprøbruddmateriale i et punkt i et av de bløte lagene rundt kote + 0 (NN2000), men dette er ikke vurdert å være gjennomgående for laget. Jf. tabellen nedenfor kan derfor prosedyren i kvikkleireveilederen avsluttes ved pkt. 7, og videre utredning er ikke nødvendig.

Tabell 2 Prosedyre for utredning av områdestabilitet fra NVEs veileder 1/2019 [22] tabell 3-1.

Nr.	Prosedyre for utredning av områdeskredfare	Vurdering	Status
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det finnes ingen registrerte kvikkleiresoner i området, men Norconsult er kjent med sonen Sweco har utredet vest for tiltaksområdet. Utredningen må derfor fortsette til neste steg.	Utført
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Området ligger under marin grense. Tiltaksområdet ligger mellom kote +3 og +4. Marin grense er omtrent ved kote +150 i området. Utredningen må derfor fortsette til neste steg.	Utført
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Sjøbunsskråningen har gjennomsnittlig helning 1:8,5, og er følgelig slakere enn utelateseskriteriet i NVE ekstern rapport nr. 9/2020 [29] for sjøbunsskråninger. For skrån timer på land er utelateseskriteriet i dette steget 1:20, og	Utført

		utredningen er valgt fortsatt til neste steg for å undersøke sjøbunnsskråningen grundigere.	
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakets omfang tilsvarer kategori K4; «nærings- og industribygg med større personopphold». Utredningen må fortsette til neste steg for K4-tiltak.	Utført
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrån timer og mulig lø sneområde	De tidligere grunnundersøkelsene indikerer at det kan være et lag av kvikkleire/sprøbruddmateriale i sjøbunnsskråningen som streker seg innover land. Utredningen er fortsatt til neste steg for å kartlegge forekomstene.	Utført
6	Befaring	Ved befaring er det ikke registrert noen vassdrag i området eller erosjon som kan svekke områdestabiliteten, men det er heller ikke avdekket forhold som avklarer områdeskredfaren. Utredningen må derfor fortsette til neste steg.	Utført
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	De supplerende grunnundersøkelsene har kun avdekket enkeltprøver med sprøbruddmateriale i et meget bløtt lag av begrenset geografisk utstrekning i øst-vest-retning, og materialet er derfor vurdert å ikke være skredfarlig og kunne tømmes ved et evt. skred initiert i fjorden. Det er derfor ikke nødvendig med videre utredning jf. kvikkleireveilederen.	Utført
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens lø sne- og utløpsområder	Ikke nødvendig	
9	Klassifiser faresoner	Ikke nødvendig	
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Ikke nødvendig	
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Ikke nødvendig	

Det er heller ikke registret tidligere skredhendelser eller faresoner for øvrige løsmasseskred i området, og skredfaren jf. TEK17 § 7-3 ansees som avklart.

4.2 Lokalstabilitet av fyllingsfront og sjøbunnsskråning

I første omgang er det kun planlagt konstruksjoner lengst inne på fyllingen, i nord, men på sikt er det tenkt å utnytte arealet lengst fremme på fyllingsfronten (omtalt som salatanlegget). Lokalstabiliteten for planlagt utbygging på fyllingsfronten er derfor vurdert, og resultatene er oppsummert i tabell 3. Tegning RIG-R03-V200 viser også resultatene. Materialparametere for beregningene er omtalt i vedlegg B.

Tabell 3 Oppnådd sikkerhetsfaktor for beregningene i profil A.

Profil	Beregning	Kritisk sikkerhetsfaktor	Krav til sikkerhetsfaktor	Merknader
A	ADP-analyse	1,79	1,4	Kritisk sirkulær skjærflate
	ADP-analyse	1,74	1,4	Kritisk sammensatt skjærflate
	ADP-analyse	1,99	1,4	Kritisk sammensatt skjærflate
	$\alpha\varphi$ -analyse	2,33	1,25	Kritisk sirkulær skjærflate
	$\alpha\varphi$ -analyse	2,96	1,25	Kritisk sammensatt skjærflate

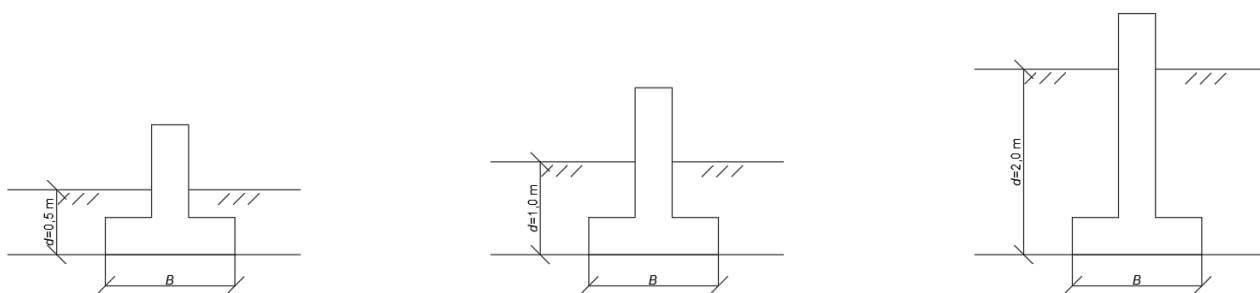
Slik beregningene viser er stabiliteten av fyllingsfronten vurdert å være god nok.

4.2.1 Flyteskred

Det meget bløte laget er også undersøkt for flytskredoppførsel. Dette er en skredmekanisme som oppstår når jordartens styrke, bæreevne og stivhet plutselig reduseres enten ved hurtig pålasting eller kraftige rystelser. I slike tilfeller har poretrykket blitt så høyt at kornene har mistet kontakt med hverandre og vanntrykket i porene bærer så å si hele tyngden av overliggende last. Vurderingene viser at laget kan utvise flytskredoppførsel, men dette er vurdert å ikke være en reel fare siden laget er tilnærmet horisontalt og følgelig ikke kan rase ut. Laget har i tillegg begrenset geografisk utstrekning i fyllingsfronten, det er kun avdekket i bp. NO23-8 ved fyllingsfronten.

4.3 Bæreevne

Bæreevnen er vurdert for en rekke tradisjonelle punkt- og stripefundamenter med ulike nedgravingsdybde og svakt inntredende horisontalkraft (tilsvarende ruhet $r = 0,2$). Fundamenter med ulike nedgravingsdybde er vist i figur 6. Øvrige materialparametere er omtalt i vedlegg B.



Figur 6 Fundamenter med ulike nedgravingsdybde d.

Fyllmassene er av en slik mektighet og kvalitet at bæreevnen i all hovedsak er avhengig av styrken på fyllmassene. Dersom lastene fundamenteres ved to meters dybde og fundamentene blir store nok, vil styrken av laget med siltig leire kunne bli dimensjonerende for bæreevnen.

Tilrådd grunntrykk for punkt- og stripefundamenter er oppsummert i hhv. tabell 4 og tabell 5. Forutsetningene for grunntrykket er også vist i tabellene.

Tabell 4 Tilrådd grunntrykk for punktfundamenter.

Grunntrykk	Forutsetninger
150 kPa	$2,0\text{ m} \geq d \geq 0,5\text{ m}$, $B \geq 1,5\text{ m}$, $L \geq 1,5\text{ m}$
200 kPa	$2,0\text{ m} \geq d \geq 1,0\text{ m}$, $B \geq 1,0\text{ m}$, $L \geq 1,0\text{ m}$

Tabell 5 Tilrådd grunntrykk for stripefundamenter hvor $L \geq 25\text{ m}$.

Grunntrykk	Forutsetninger
150 kPa	$2,0\text{ m} \geq d \geq 0,5\text{ m}$, $B \geq 1,5\text{ m}$, $L \geq 1,5\text{ m}$

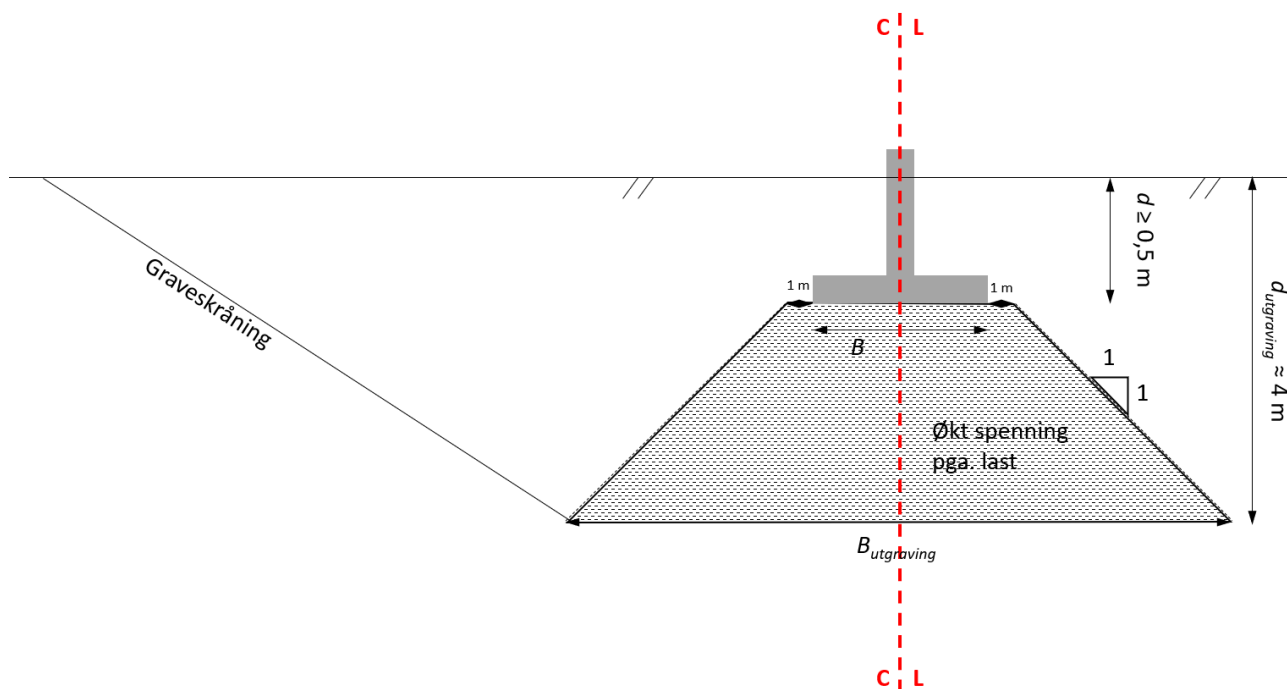
Endelig fundamentplanen må kontrolleres av/utarbeides i samråd med RIG i detaljprosjekteringen.

4.4 Setninger

Setningsberegningene med setningsgivende last lik 70 % av bruddlasten, dvs. av tilrådd grunntrykk, viser at det må påregnes i størrelsesorden 1-5 cm setninger for de tradisjonelle punktfundamentene.

For stripefundamenter må det påregnes i størrelsesorden 1-7 cm setninger. Fundamentbredden har stor innvirkning på setningene og influensdybden for stripefundamenter, og bredden må derfor begrenses og bør ikke overskride 2 m.

Fyllmassene er jevnt over vurdert å ikke være svært setningsømfintlige, men utført kartlegging avdekket blant annet et punkt med søppel (PG-4). Det kan derfor ikke utelukkes at det er flere punkter med dårlige masser, og siden det ikke foreligger dokumentasjon av utfyllingen, tilrås det å masseutskifte under fundamentene for å unngå differansesetninger. Det tilrås å masseutskifte med kvalitetsmasser som sprengstein/pukk ned til original grunn, dvs. omtrent ned til kote +0,0. Masseutskifting med kvalitetsmasser kan begrenses til volumet med økt spenning under fundamentene, slik som skissert i figur 7, på utsiden kan det tilbakefylles med stedlige masser. Tilførte masser på komprimeres iht. NS3458.



Figur 7 Prinsippskisse for lastfordeling/spenningsøkning under fundament. Spenningsøkningen er uniform.

Det er derimot vurdert at gulfv på grunn kan anlegges kompensert uten masseutskifting, dersom lastene på gulvet er begrenset. Isolasjon i kombinasjon med lette fyllmasser vil i stor grad gi kompensert fundamentering under gulfv på grunn. Det er nødvendig med bære- og avretningslag over de lette fyllmassene.

Masseutskiftingen vil redusere setningene til i størrelsesorden 1-3 cm for punktfundamenter, og 1-6 cm for stripefundamenter.

4.4.1 Kommentarer vedr. prøvegravingspunkt under fundament til planlagte konstruksjoner

Under prøvegravningen ble det ved enkelte posisjoner prøvegravd under planlagte konstruksjoner, og selv om massene ble forsøkt lagt tilbake i riktig rekkefølge har dette forstyrret lagdelingen og lagringstettheten noe. Slik som nevnt ovenfor tilrås det å masseutskifte ned til original grunn under fundamentene, og siden det ikke ble gravd dypere enn fyllmassene vil ikke dette forstyrre fundamenteringen. Prøvegravingspunktene har begrenset utbredelse, og er derfor heller ikke vurdert å påvirke gulfv på grunn.

4.5 Videre arbeid

Videre er det nødvendig med detaljprosjektering av fundamentering i samråd med RIB, og endelig fundamentplan må kontrolleres av RIG. Setningsberegninger bør også utføres for endelig fundamentplan, for å kontrollere disse.

5 Konklusjon

Supplerende grunnundersøkelser har kun avdekket enkeltprøver med sprøbruddmateriale og områdeskredfaren jf. TEK17 §7-3 ansees derfor som avklart. Lokalstabiliteten av fyllingsfronten er også vurdert å være god nok for planlagt utbygging.

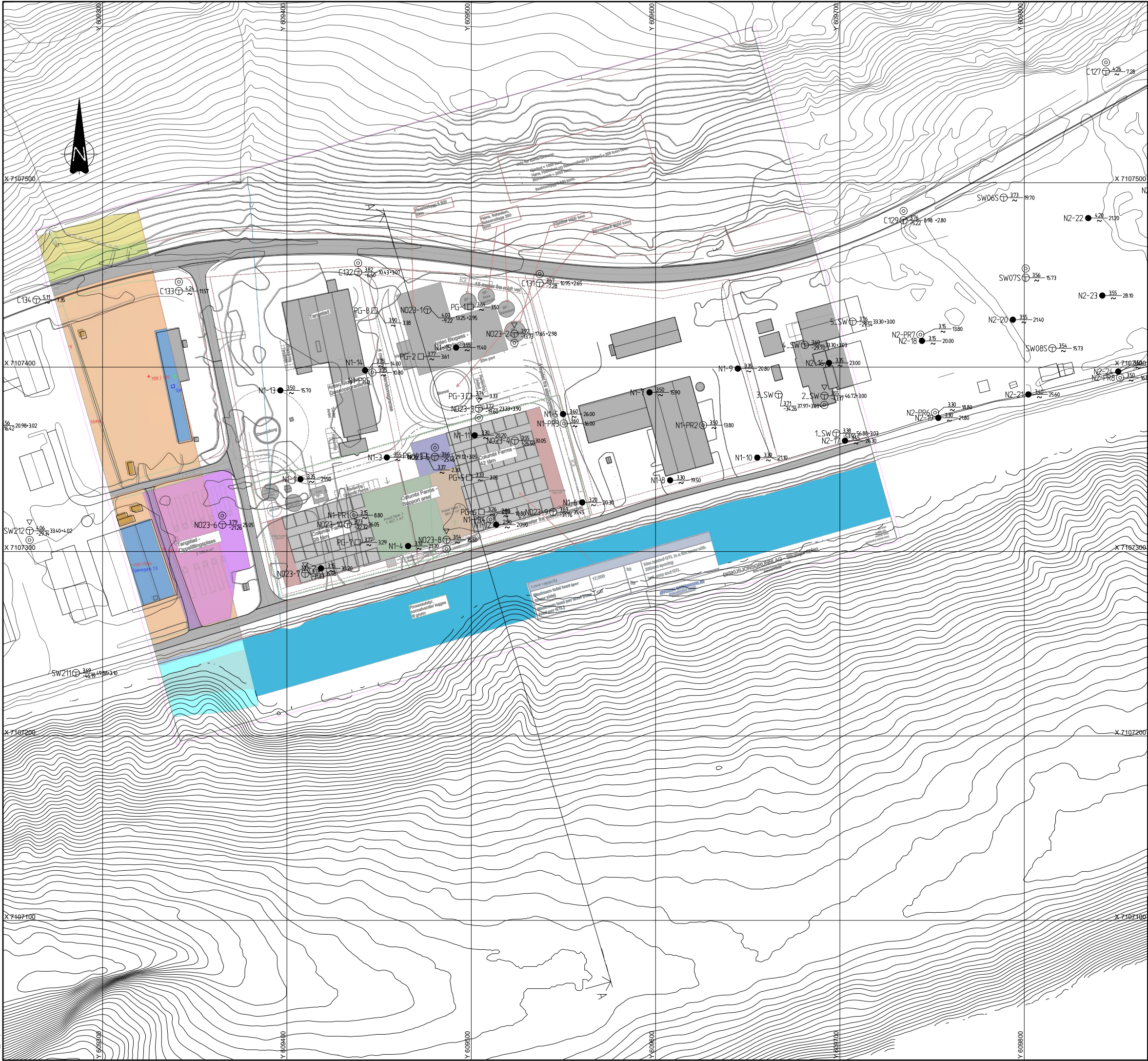
Det tilrås å masseutskifte ned til original grunn under fundamentene for å unngå differansesetninger. Gulv på grunn kan anlegges kompensert dersom lastene på gulvet er beskjedne.

Videre er det nødvendig med detaljprosjektering av fundamentering i samråd med RIB, og endelig fundamentplan må kontrolleres av RIG.

6 Referanser

- [1] «HVA ER VERTIKALT LANDBRUK?» <https://www.matprat.no/artikler/matproduksjon/hva-er-vertikalt-landbruk/> (åpnet 15. mai 2023).
- [2] «Norgeskart». <https://www.norgeskart.no/>
- [3] «52208670-RIG-R02 Tomt Tjuin, Steinkjer. Geotekniske grunnundersøkelser - datarapport». Norconsult, 5. mai 2023.
- [4] «37567-1 Fabrikk Tjuin, Malm – grunnundersøkelser datarapport». NOTEBY AS, 5. januar 1990.
- [5] «37337-1 Tjuin industriområde, Malm – Sone B + C: Grunnundersøkelser og geoteknisk vurdering». NOTEBY AS, 19. februar 1990.
- [6] «5133313-5 Fv. 17/720 Østvik-Sprova-Malm. Område Malm-Strømnes – grunnundersøkelser for reguleringsplan». Norconsult, 14. mai 2014.
- [7] «10211143-RIG-R01-00 Grunnundersøkelser Tjuin Malm, Nippon Gases Norge AS – datarapport». SWECO, 29. april 2019.
- [8] «10216069-RIG-R01-A01 GU Tjuin Salmar – datarapport fra grunnundersøkelser». SWECO, 2. april 2020.
- [9] «10216011-RIG-R01-A02 RIG RIM Tjuin Malm SalMar – rapport». SWECO, 19. mai 2020.
- [10] «10216067-RIG-R01-A01 GU Tjuin Næringsområde – datarapport grunnundersøkelser». SWECO, 13. mai 2020.
- [11] «10228631-RIG-RAP-001 Malm industripark – geotekniske grunnundersøkelser, datarapport». Multiconsult, 15. oktober 2021.
- [12] «10220123-003-RIG-R01-A04 Malm Industripark – geoteknisk vurderingsrapport delområde A, B og C». SWECO, 1. februar 2023.
- [13] «10220123-008-RIG-R01-A01 Grunnundersøkelser Malm industripark – datarapport». SWECO, 8. november 2022.
- [14] *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)*, LOV-2008-06-27-71. Lovdata, 2008. [Online]. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2008-06-27-71>
- [15] *Byggesaksforskriften (SAK 10), Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften)*, FOR-2010-03-26-488. Lovdata, 2010. [Online]. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-03-26-488>
- [16] *Byggteknisk forskrift (TEK17), Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift)*, FOR-2017-06-19-840. Lovdata, 2017. [Online]. Tilgjengelig på: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>
- [17] *Forskrift om utførelse av arbeid, Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid)*, FOR-2022-05-10-820. Lovdata, 2021.
- [18] *Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. 2002.
- [19] *Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*, NS-EN 1997-1:2004+A1+NA. 2004.
- [20] *Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger*, NS-EN 1998-1:2004+A1+NA. 2004.
- [21] Statens vegvesen, «Vegnormal N200 Vegbygging», 2014.
- [22] Kvikkleireveilederen, *Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred*. NVE, 2020. [Online]. Tilgjengelig på: https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf
- [23] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging», 2010.
- [24] «Høydedata». <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- [25] NGU, «Løsmassekart». https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [26] «FINN karttjeneste». <https://kart.finn.no/>
- [27] Naturfarekart, «NVE Atlas». <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>
- [28] «52208670-RIG-R01 Geoteknisk vurdering tomt Tjuin, Steinkjer. Innledende vurderinger». Norconsult, 23. november 2022.
- [29] «Ekstern rapport nr. 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred». NVE, 2020.

X:\nor\oppdrag\Levanger\52208670\BIM\Geoteknikk\Arkiv\Plan\tegning\RIG-R03.dwg - AndVik - Plottet: 2023-05-25 08:25:25 - LAYOUT = RIG-R03-V100 - XREF = PG\NO23, NO23, 10211143, Multi, 10220123, 10216067, Notdyt 1990, Gummundrøskeliser SWECO, 5133639, FKB, Bygning, FKB, Veg, FKB, Høydeplan - RASTER = SKISSE SITUASJONSPLAN.JPG



FORKLARINGER

- Prøveserie
- Dreiesondering
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- Prøvegrop
- ⊕ Terrengekote
Bergkote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er angitt med prefikser i tabell 1 i rapport 52208670-RIG-R03 for referanser.

J01	2023-05-26	For bruk	AndVik	EmiCed	AndVik
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

ANTEC BIOGASS AS	Målestokk (gjelder A1) 1:1000
------------------	----------------------------------

Geoteknisk vurdering tomt Tjuin, Steinkjer

Orienterende geotekniske vurderinger
Oversiktskart tiltaksområdet

Norconsult	Oppdragsnummer 52208670	Tegningsnummer RIG-R03-V100	Revisjon J01
------------	----------------------------	--------------------------------	-----------------



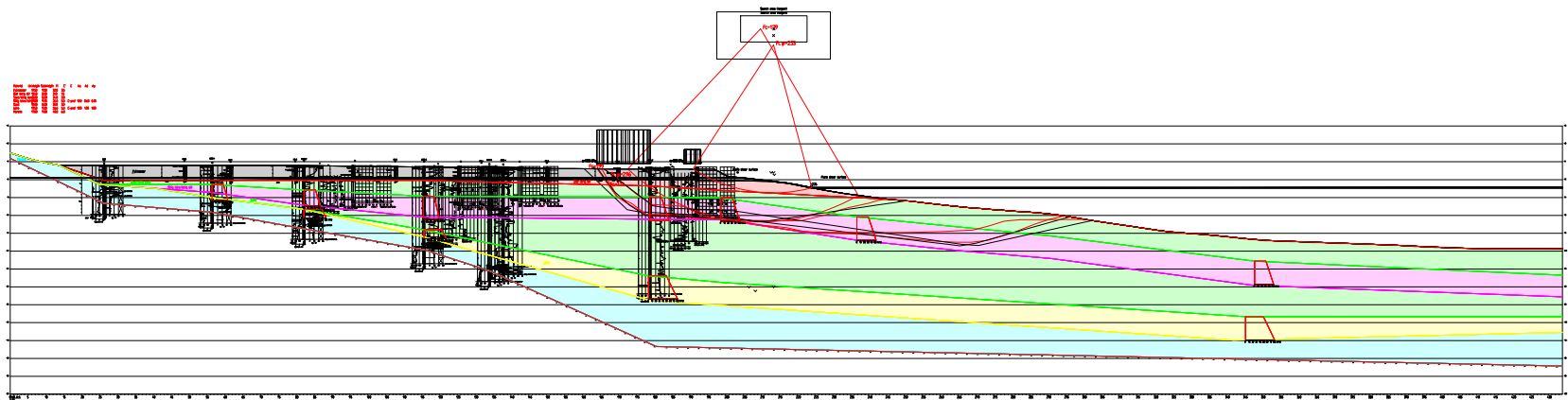
- ☐ Prøveserie
- ☒ Dreiesondering
- ☐ Totalsondering
- ☐ Trykksondering (CPTU)
- ☐ Prøvegrop

☐ Terrengekote Bergkote Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

Tidligere boringer er angitt med prefikser i tabell 1 rapport 52208670-RIG-R03 for referanser.

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

"X:\pro\opdrag\Levanger\522\08\52208670\BIM\Geoteknik\A\K\Stabilitetsberegninger.dwg - AndVik - Plottet: 2023-05-25, 13:41:57 - XREF = Profil A RIG-R03, Profil A - oppdaterte vurderinger"

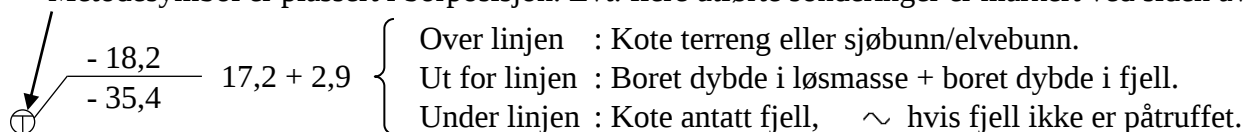


J01	2023-05-26	For bruk	AndVik	EmiCed	AndVik
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
ANTEC BIOGASS AS				Målestokk (gjelder A1) 1:1000	
Geoteknisk vurdering tomt Tjuin, Steinkjer					
Orienterende geotekniske vurderinger Stabilitetsberegninger					
 Norconsult		Oppdragsnummer 52208670	Tegningsnummer RIG-R03-V200		Revisjon J01

PLAN

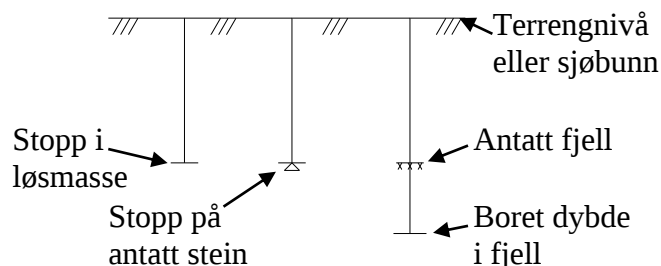
○ Enkel sondering	● Dreiesondering	▼ Dreietrykkssondering
⊗ Fjellkontrollboring	⊕ Totalsondering	▽ Trykksondering
+ Vinge-boring	▼ Ramsondering	⊗ Standard Penetration Test (SPT)
□ Prøvegrop	⊙ Prøveserie	⊗ Prøvegrop med prøveserie
☪ Vannprøver	⊖ Vannstandsmåling	⊖ Poretrykksmåling
⊗ Permeabilitetsmåling	⊗ Prøvebelastning	■ Setningsmåling
⊖ Elektrisk sondering	^^ Fjell i dagen	

Metodesymbol er plassert i borposisjon. Evt. flere utførte sonderinger er markert ved siden av.

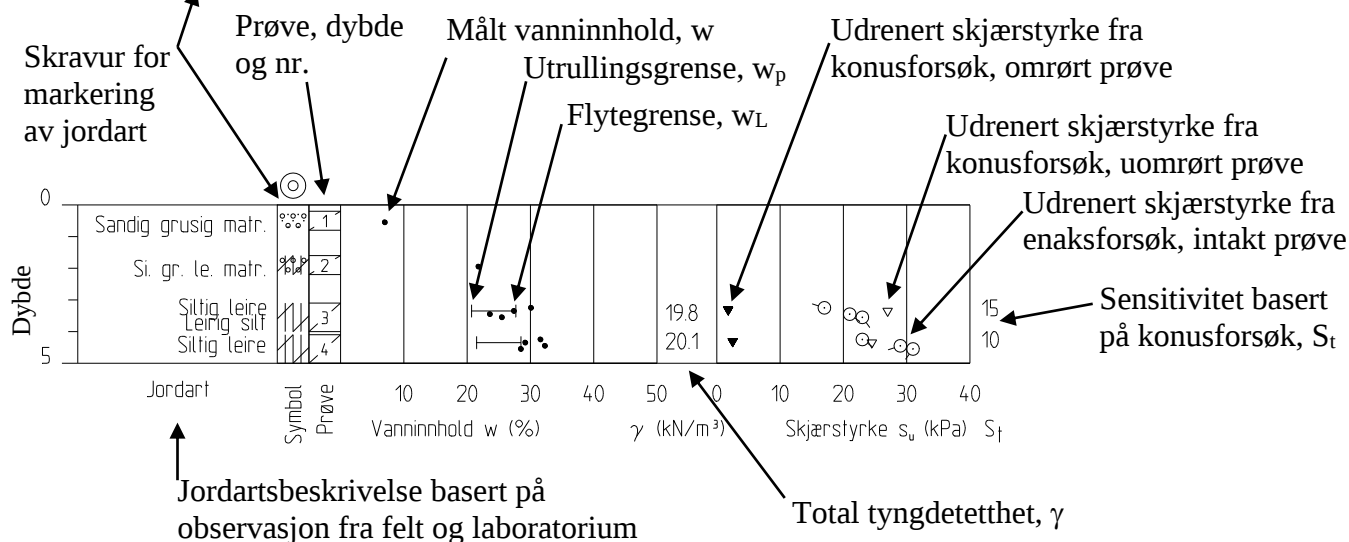


PROFILER

Enaksialt trykksforsøk	(S_u)	(15) (5) (10) () = aksial deformasjon ved brudd
Torsjonsvinge	(S_u)	*
Penetrometer	(S_u)	□



Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk	Moreneleire	Grusig morene
Fyllmasse	Fjell	Matjord	Torv/planterester	Trerester/sagflis	Skjell	Gytje/dye	



Prosedyrer og presentasjon

Geotekniske tegninger, plan og profiler

Norconsult

MÅLESTOKK

M =

DATO

2023-05-31

UTFØRT

Arne Kavli

KONTROLLERT

Torgeir Døssland

RAPPORT

52208670-RIG-R03

VEDLEGG

A

► Tolkning av geotekniske parametere

Tolkning av parametere er utført på basis av utførte grunnundersøkelser og opptatte prøveserier. Det er også benyttet erfaringsverdier fra Statens vegvesens håndbok V220.

1 Kvalitet av undersøkelser

1.1 Ødometerforsøk

Det er utført ødometerforsøk i 2 borepunkt. Resultatene fra ødometerforsøkene er presentert i datarapport 52208670-RIG-R02 [1]. Prøvekvaliteten er i hovedsak vurdert som god.

1.2 CPTU

Tabell 1: Anvendelsesklasse for CPTU-sonderinger tolket etter NGF melding nr. 5 rev. nr. 3

Borepunkt	Dato utført	Nullpunktswariasjon før/etter			Helning [grader]	Anvendelsesklasse
		Spisstrykk [kPa]	Sidefriksjon [kPa]	Poretrykk [kPa]		
NO23-2	2023-03-28	58,1	1,1	1,2	10,1	1
NO23-3	2023-03-29	16,0	0,3	0,2	7,8	1
NO23-7	2023-03-30	27,4	0,1	0,9	10,5	1
NO23-8	2023-03-29	1,3	0,2	0,0	13,7	1

1.3 Tolkning av skjærfasthetsparametere

Det er tolket udrenerte og drenerte skjærfasthetsparametere. Parametere er bestemt fra rutineforsøk, treksialforsøk og CPTU.

1.3.1 Udrenert skjærfasthet

c_u fra enaks og konus

Verdier fra rutineundersøkelser på opptatte 54mm prøver er betraktet som verdier for direkte skjærfasthet, c_{uD} . Det er lagt større vekt ved prøver som ikke er forstyrret ved tolking.

c_{uA} fra treksialforsøk

Tolkning av karakteristiske verdier for aktiv skjærfasthet (c_{uA}). Skjærfasthet er tatt ut ved peak-verdi, ved tolket brudd. For dilaterende forsøk tilsvarer dette en fasthet som er lavere enn maksimalverdien og for kontraktante forsøk er fastheten tatt ut ved knekkpunktet.

c_{uA} fra CPTU

Når det gjelder trykksonderingene (CPTU) er disse tolket etter Karlsrud (2005) metoder.

N-faktorer er angitt forskjellig for $S_r < 15$ og $S_r > 15$.

N-faktorer for intervall der $S_t < 15$

$$N_{kt} = 8.5 + 2.5 \log OCR$$

$$N_{ke} = 11.5 - 9.0 B_q$$

$$N_{\Delta u} = 6.9 - 4.0 \log OCR + 0.07 I_p$$

Der plastisitetsindeks, I_p , er i prosent.

N-faktorer for intervall der $S_t > 15$

$$N_{kt} = 7.8 + 2.5 \log OCR + 0.08 I_p$$

$$N_{ke} = 12.5 - 11.0 B_q$$

$$N_{\Delta u} = 9.8 - 4.5 \log OCR$$

Der plastisitetsindeks, I_p , er i prosent.

Tolkning av OCR gjøres helst ut fra spisstrykket etter formlene:

$$OCR = (Q_t/3)^{1.2} \text{ for } S_t \leq 15$$

$$= (Q_t/2)^{1.11} \text{ for } S_t > 15$$

Aktiv udrenert skjærfasthet, c_{uA} , tolkes som:

$$c_{uA} = \frac{q_t - \sigma_{v0}}{N_{kt}}$$

$$c_{uA} = \frac{q_t - u_2}{N_{ke}}$$

$$c_{uA} = \frac{u_2 - u_0}{N_{\Delta u}}$$

N-faktorene er basert på korrelasjoner mellom CPTU og laboratorieforsøk på blokkprøver.

c_{uA} fra SHANSHEP

Skjærfastheten er også vurdert empirisk etter SHANSHEP prinsippet hvor c_{uA} er gitt av:

$$c_{uA} = \alpha OCR^m \sigma_{v0}'$$

der: c_{uA} = normalisert skjærfasthet av helt ung, normalkonsolidert leire ($OCR = 1,0$)

OCR = overkonsolideringsgrad = σ_c' / σ_{v0}'

m = konstant = 0,6-0,9 for norske leirer.

σ_{v0}' = vertikal effektivspenning

σ_c' = prekonsolideringsspenning

Tabell 2: Typiske verdier for normaliser udrenert skjærfasthet i norske normalkonsoliderte leirer (Karlsruud 2003).

Type forsøk	Ung leire (OCR=1)	Aldret leire (OCR=1,2-1,4)
Aktiv-kompresjon	0,25-0,30	0,3-0,38
Direkte skjær	0,18-0,22	0,22-0,28
Passiv-ekstensjon	0,10-0,16	0,12-0,20

I tolkningen er i hovedsak benyttet:

Normalisert skjærfasthet: $\alpha = 0,25$

Svelleeksponent: $m = 0,65$

2 Tomt Tjuin industriområde, Steinkjer

Det er utført følgende supplerende grunnundersøkelser i området i 2023:

- Totalonderinger: NO23-1 – NO23-10
- Prøver: NO23-2, NO23-3, NO23-5 og NO23-2\8
- (Representative prøver: NO23-2, NO23-3, NO23-6 og NO23-8)
- CPTU: NO23-2, NO23-3, NO23-7 og NO23-8

Resultatene er dokumentert i rapport nr. 52208670-RIG-R02 [1]. I tillegg er det utført grunnundersøkelser i området tidligere. Der det er relevant er resultatene fra de tidligere grunnundersøkelsene trekt inn i tolkningen av geotekniske parametere.

2.1 Karakteristiske parametere

Tyngdetetthet

Laboratorieundersøkelsene viser at gjennomsnittlig tyngdetetthet er 19,3 kN/m³ for laget med siltig leire/leirig silt i området.

Plastisitet

Laboratorieundersøkelsene viser at den siltige leira er lite plastisk. I_p varierer mellom 9-13 %. Gjennomsnittlig I_p er 11,0 %.

Sensitivitet

Laboratorieforsøkene viser at den siltige leira er lav til middels sensitiv. Gjennomsnittlig sensitivitet er 8,8. Sensitiviteten varierer mellom 3 og 14.

Sensitiv leire og kvikkleire

Prøvene viser en omrørt skjærfasthet mellom 1,0 og 3,1 kPa. Det er tatt totalt 13 prøver, og 3 av prøvene klassifiseres som sprøbruddmateriale.

ADP-forhold

Anisotropifaktorer er valgt fra empiriske korrelasjoner i *En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer* [2]. Fra indeksforsøkene ble gjennomsnittlig plastisitetsindeks funnet til å være 11,0 %. For $I_p > 10$ % gjelder:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uA}} = 0,63 + 0,00425 * (I_p - 10) = 0,63$$

$$\frac{c_{uP}}{c_{uA}} = 0,35 + 0,00375 * (I_p - 10) = 0,35$$

Ødometer

Det er utført ett ødometerforsøk i bp. NO23-2 og NO23-3. Forsøkene er utført på hhv. 4,02 og 10,32 m dybde. Resultatene tyder på at leira i planområdet hovedsakelig er normalkonsolidert.

Bp.	Prøvediameter, r [mm]	Type forsøk	Dybde [m]	σ'_c [kPa]	σ'_{v0} [kPa]	OCR [-]	M_{OC} [MPa]	m [-]	c_{vOC} [m ² /år]	c_{vNC} [m ² /år]
NO23-2	54	CRSC	4,02		66		5	16	60	45
NO23-3	54	CRSC	10,32	-	123	1,0	5	16	20	20

Poretrykk

Grunnvannstanden ble registrert ved kote +0,0 ved prøvegraving på tomte, dvs. ved havnivå.

CPTU

Trykksonderingene viser varierende B_q i hele sonderingsdybden, og er lagvis rundt 0,5 i bp. NO23-2, -3 og -5. Massene er derfor lagdelte, med enkelte lag av kohesjonsjordarter som leire i de nevnte borepunktene.

Valgt skjærfasthetsprofil

Tabell 3: Aktiv udrenert skjærfasthetsprofil.

NO23-2		NO23-3		NO23-8	
Dybde [m]	c_{uA} [kPa]	Dybde [m]	c_{uA} [kPa]	Dybde [m]	c_{uA} [kPa]
7,0	32	8,5	30	8,5	32
8,5	32	15,0	45	14,0	50
11,0	39	-	-		
		17,5	50		
		20,0	62		

2.2 Beregningsparametere

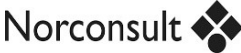
Tabell 4: Benyttede materialparametere i GeoSuite for profil A.

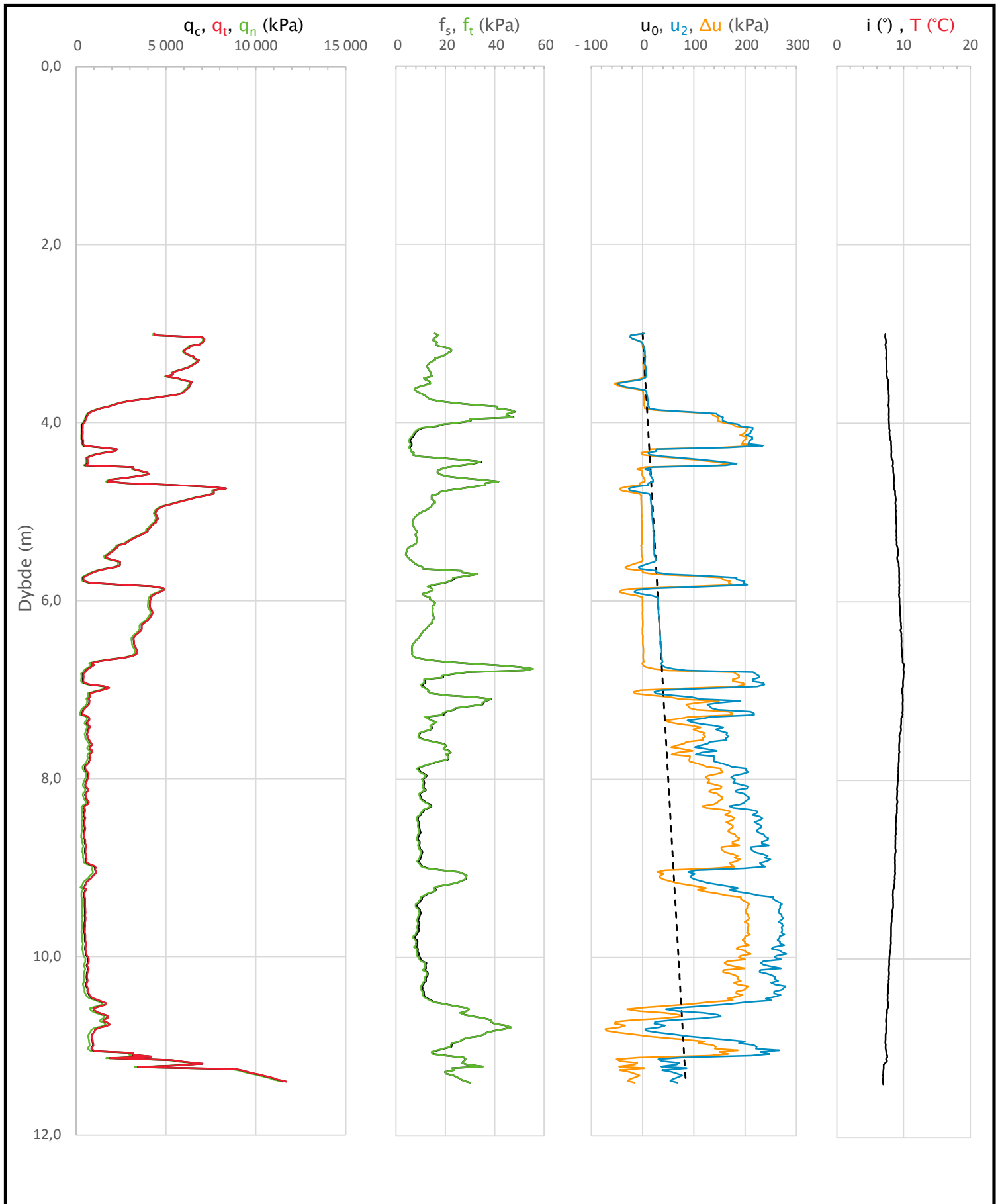
Jordart	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{uA} [kPa]	Attraksjon, a [kPa]	Friksjonsvinkel, φ [°]
Fyllmasser	19,5*	-	5,5*	32*
Bløt leirig silt	18,5	-	2,5*	31*
Sand/siltig sand	18	-	4,9*	34*
Siltig leire/leirig silt	19,3	c-profil	10,0*	26*
Sand	18*	-	4,3*	35*
Leire	19,5*	c-profil	10,0*	26*
Morene	19*	-	7,1*	40*

* Erfaringsverdier fra håndbok V220 [3]

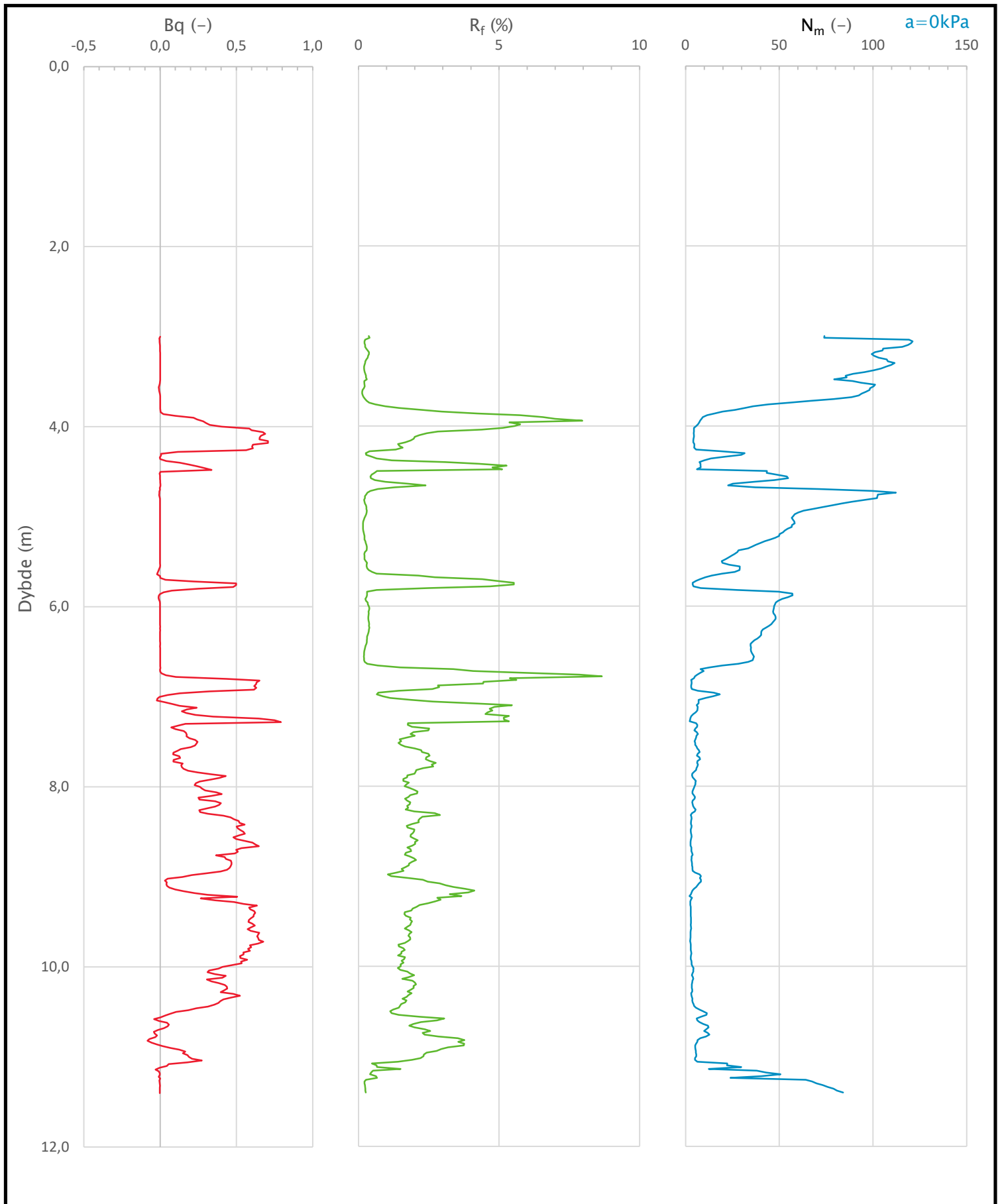
3 Referanser

- [1] «52208670-RIG-R02 Tomt Tjuin, Steinkjer. Geotekniske grunnundersøkelser - datarapport». Norconsult, 5. mai 2023.
- [2] «Rapport nr. 14/2014 En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer». NIFS.
- [3] Statens vegvesen, «Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging», 2010.

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5503		Boreleder		Ole Kristian Hestad	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	2022-03-21		Maks helning (°)		10,1	
Dato sondering	2023-03-28		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1194		3871		1892	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,639		0,0099		0,0403	
Arealforhold	0,8640		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		0,482		1,088	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8102,0		122,4		503,3	
Registrert etter sondering (kPa)	-58,1		1,1		-1,2	
Avvik under sondering(kPa)	58,1		1,1		1,2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	11689,8		55,6		280,8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	58,7	0,5	1,1	2,0	1,2	0,4
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Tomt Tjuin, Steinkjer					Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R02 Borhull Kote +3,92 NO23-3	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5503	
	Utført AndVik		Kontrollert EmiCed		Godkjent AndVik	
	Oppdragsgiver ANTEC BIOGASS AS		Dato sondering 2023-03-28		Anvend.klasse 1	
				Revisjon J01		Figur 1
				Rev. dato 2023-05-31		



Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R02		Borhull	Kote +3,92
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-3	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5503	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-28	J01 Rev. dato 2023-05-31	3	

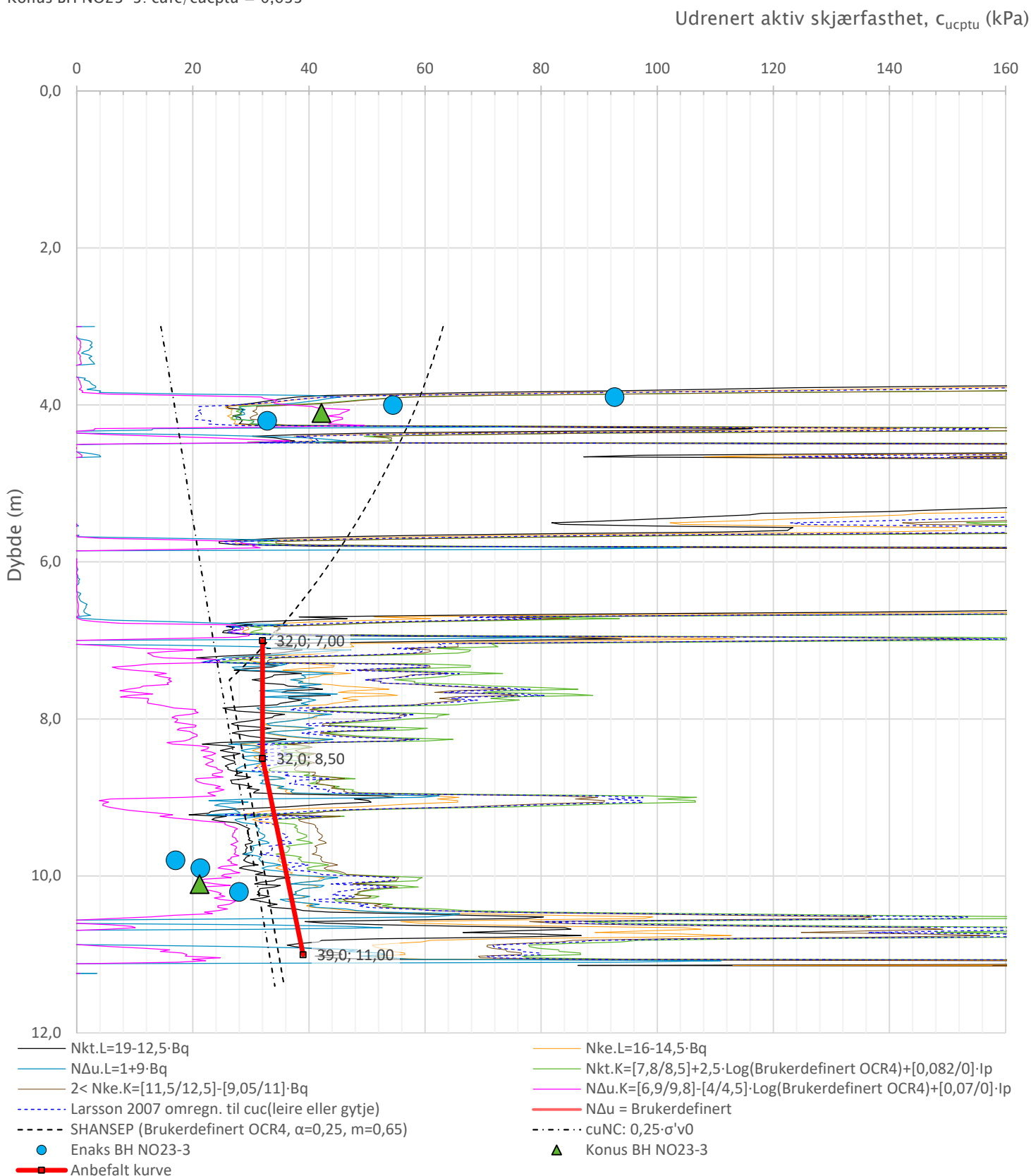


Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R02		Borhull	Kote +3,92
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-3	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5503	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-28	J01 Rev. dato 2023-05-31	4	

Anisotropiforhold i figur:

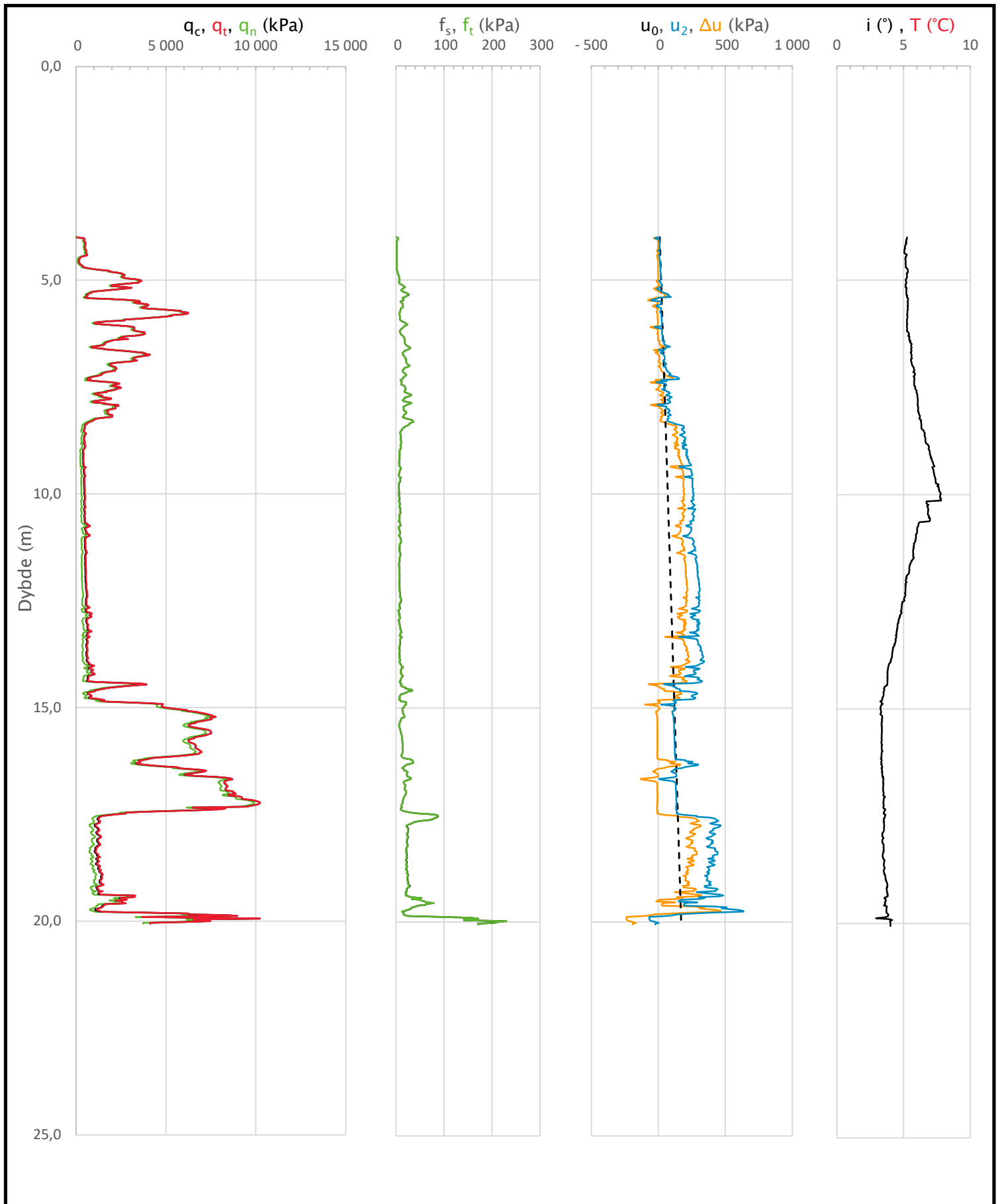
Enaks BH NO23-3: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,633$

Konus BH NO23-3: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,633$

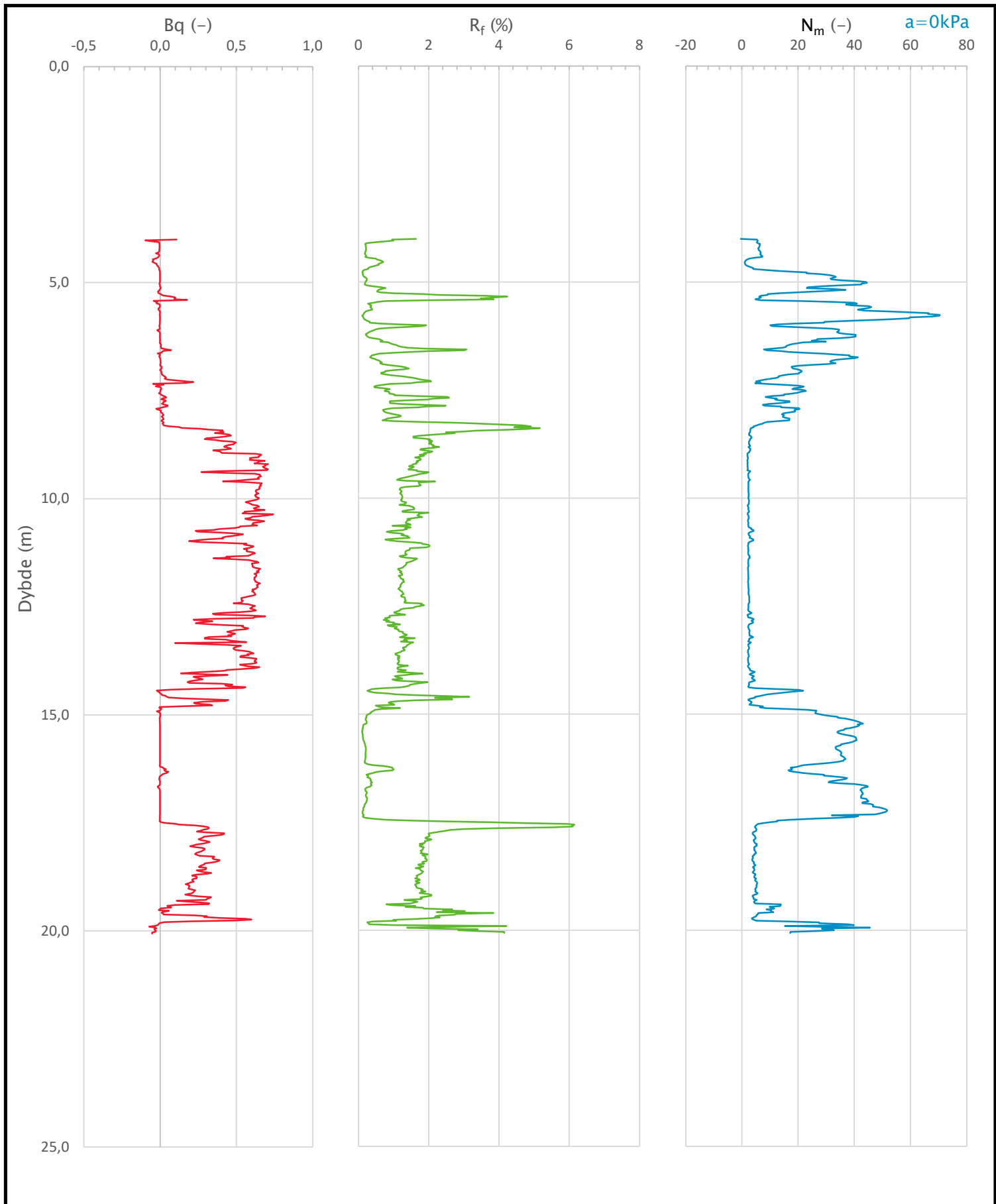


Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R02		Borhull	Kote +3,92
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-3	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5503	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-28	J01 Rev. dato 2023-05-31	5	

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5503		Boreleder		Ole Kristian Hestad	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	2022-03-21		Maks helning (°)		7,8	
Dato sondering	2023-03-29		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1194		3871		1892	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,639		0,0099		0,0403	
Arealforhold	0,8640		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		0,482		1,088	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8053,5		123,5		503,2	
Registrert etter sondering (kPa)	16,0		-0,3		-0,2	
Avvik under sondering(kPa)	16,0		0,3		0,2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	10236,3		229,6		637,0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	16,6	0,2	0,3	0,1	0,2	0,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Tomt Tjuin, Steinkjer					Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03 Borhull Kote +3,72 NO23-3	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5503	
Norconsult	Utført AndVik		Kontrollert EmiCed		Godkjent AndVik	
	Oppdragsgiver ANTEC BIOGASS AS		Dato sondering 2023-03-29		Anvend.klasse 1	
			Revisjon J01		Figur 1	
			Rev. dato 2023-05-31			



Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,72
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-3	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5503	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-29	J01 Rev. dato 2023-05-31	3	



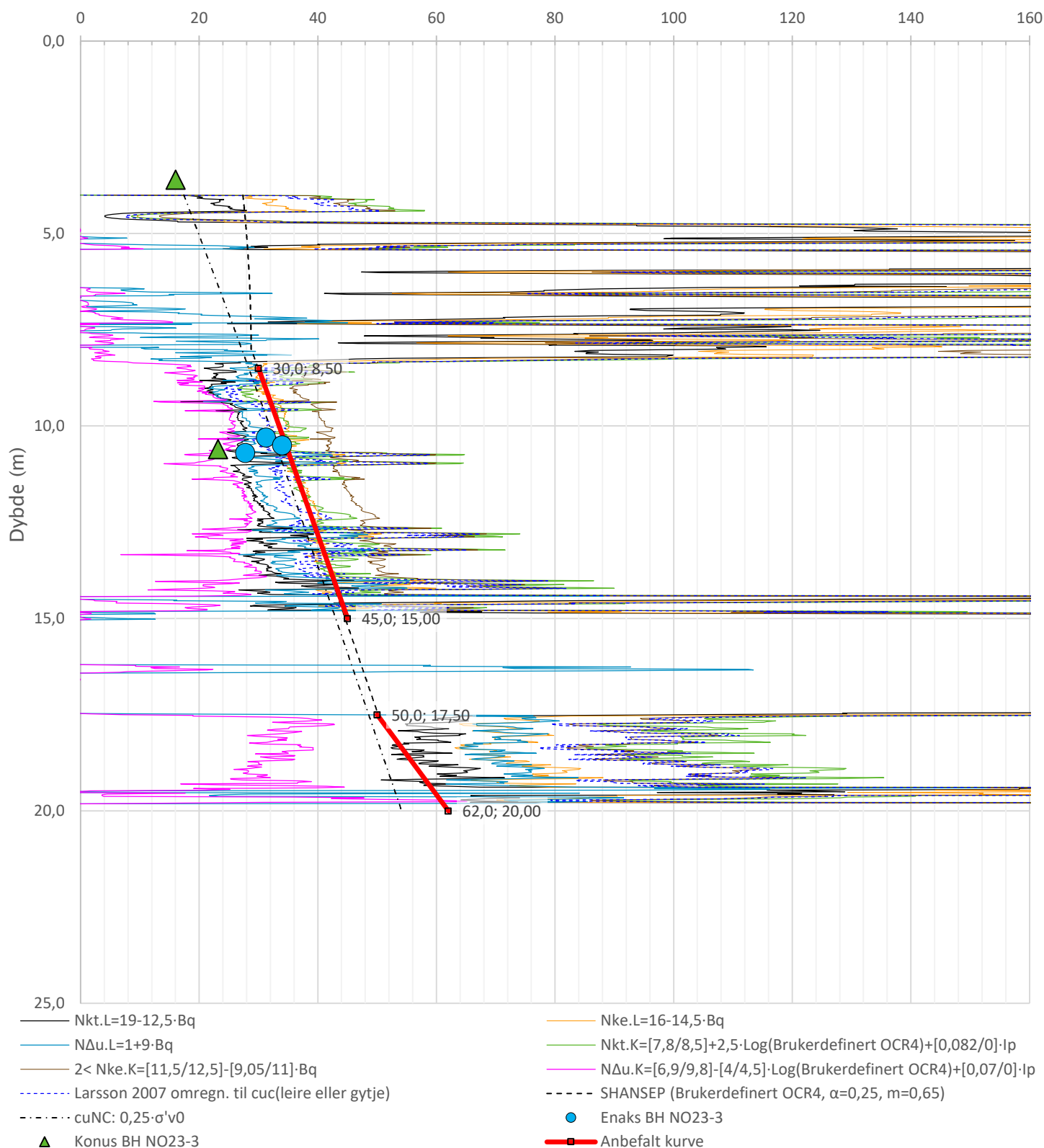
Prosjekt			Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,72
Tomt Tjuin, Steinkjer					NO23-3	
Innhold					Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					5503	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	AndVik	EmiCed	AndVik	1		
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur		
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-29	J01	4		
			Rev. dato 2023-05-31			

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH NO23-3: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,630$

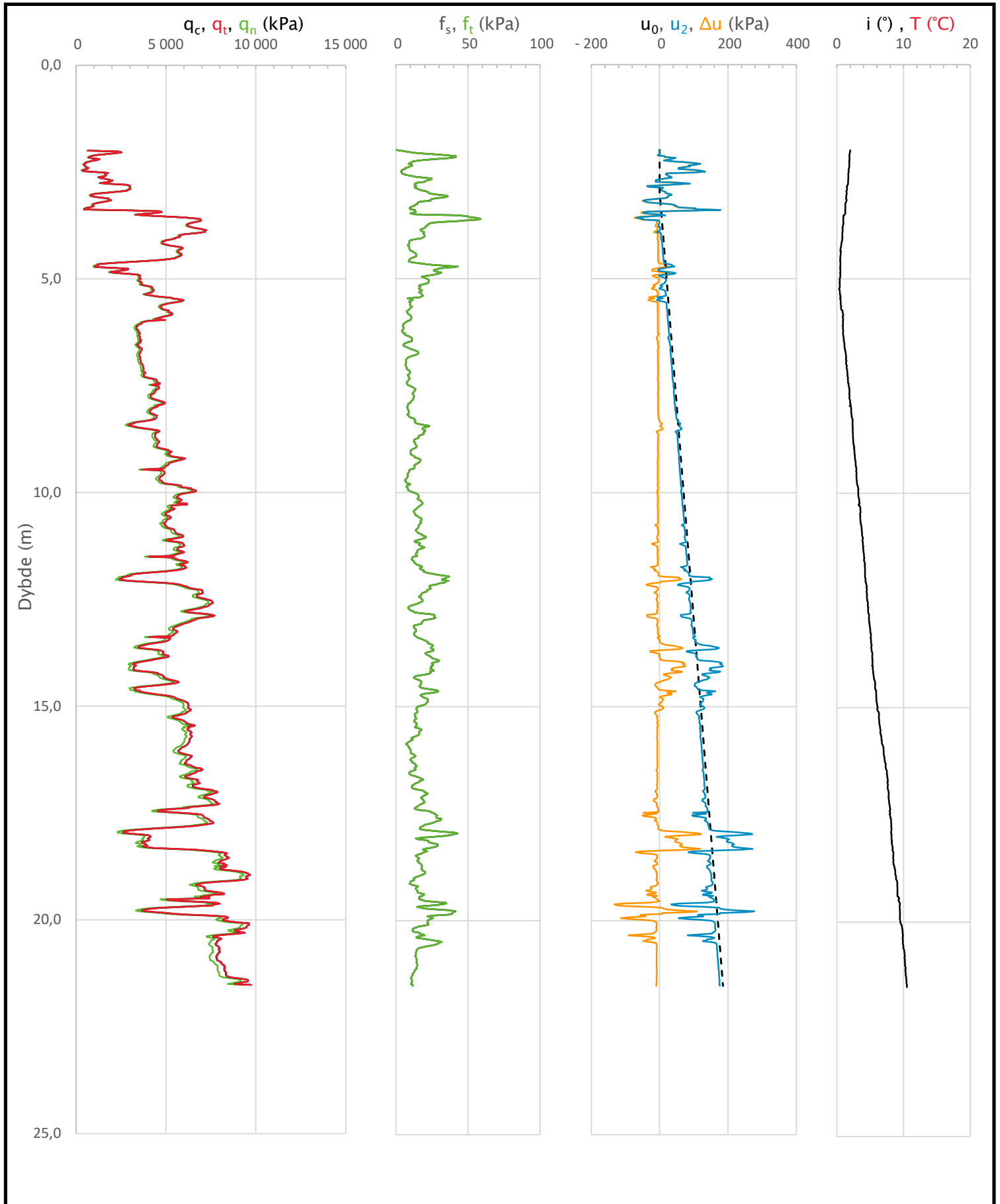
Konus BH NO23-3: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,630$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)

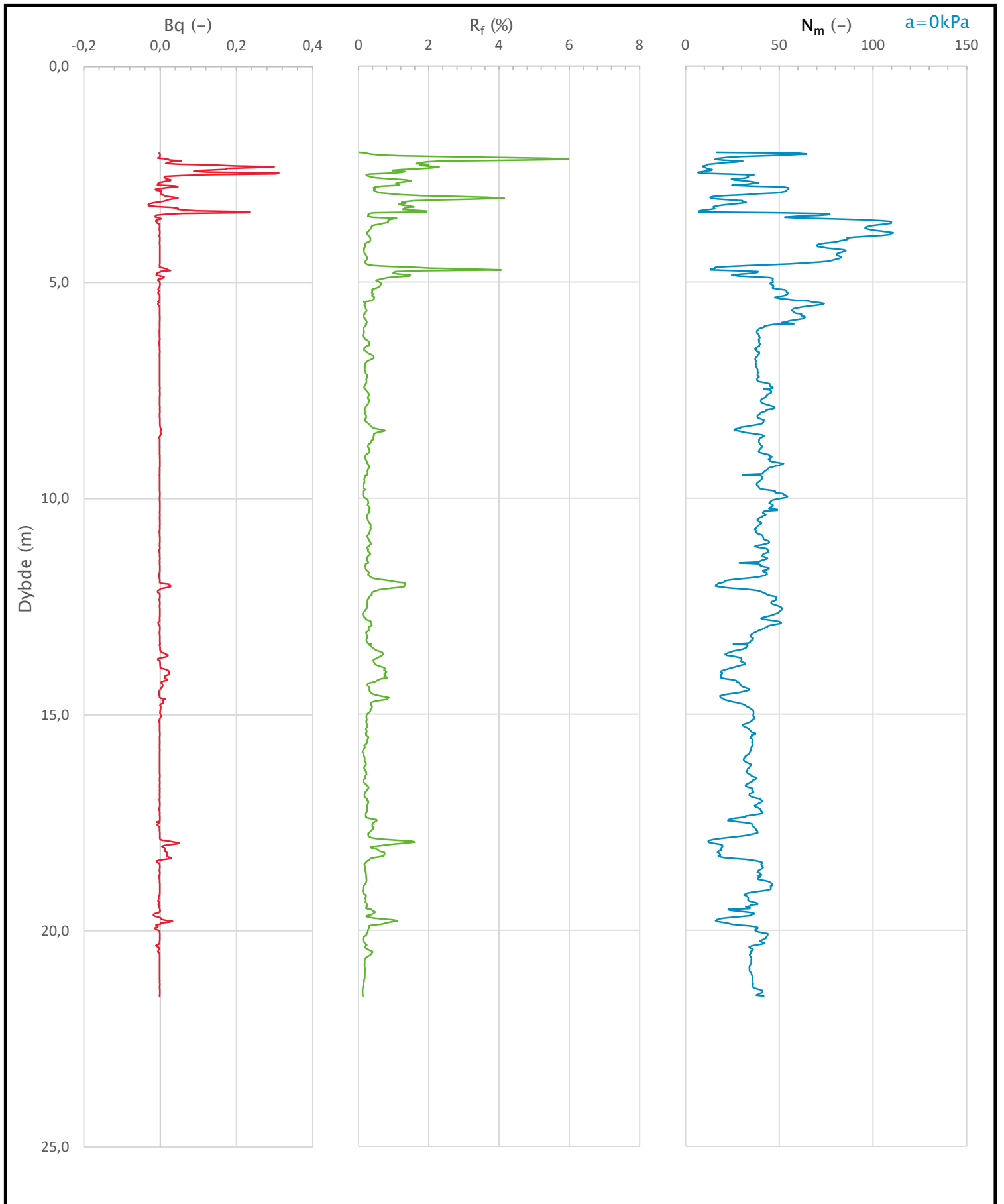


Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,72
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-3	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5503	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-29	J01 Rev. dato 2023-05-31	5	

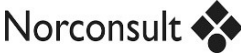
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5503		Boreleder		Ole Kristian Hestad	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	2022-03-21		Maks helning (°)		10,5	
Dato sondering	2023-03-30		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1194		3871		1892	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,639		0,0099		0,0403	
Arealforhold	0,8640		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		0,482		1,088	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8054,8		123,3		502,5	
Registrert etter sondering (kPa)	27,4		-0,1		-0,9	
Avvik under sondering(kPa)	27,4		0,1		0,9	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	9726,7		58,7		277,2	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	28,0	0,3	0,1	0,2	0,9	0,3
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Tomt Tjuin, Steinkjer					Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03 Borhull Kote +3,74 NO23-7	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5503	
Norconsult	Utført AndVik		Kontrollert EmiCed		Godkjent AndVik	
	Oppdragsgiver ANTEC BIOGASS AS		Dato sondering 2023-03-30		Anvend.klasse 1	
			Revisjon J01		Figur 1	
		Rev. dato 2023-05-31				

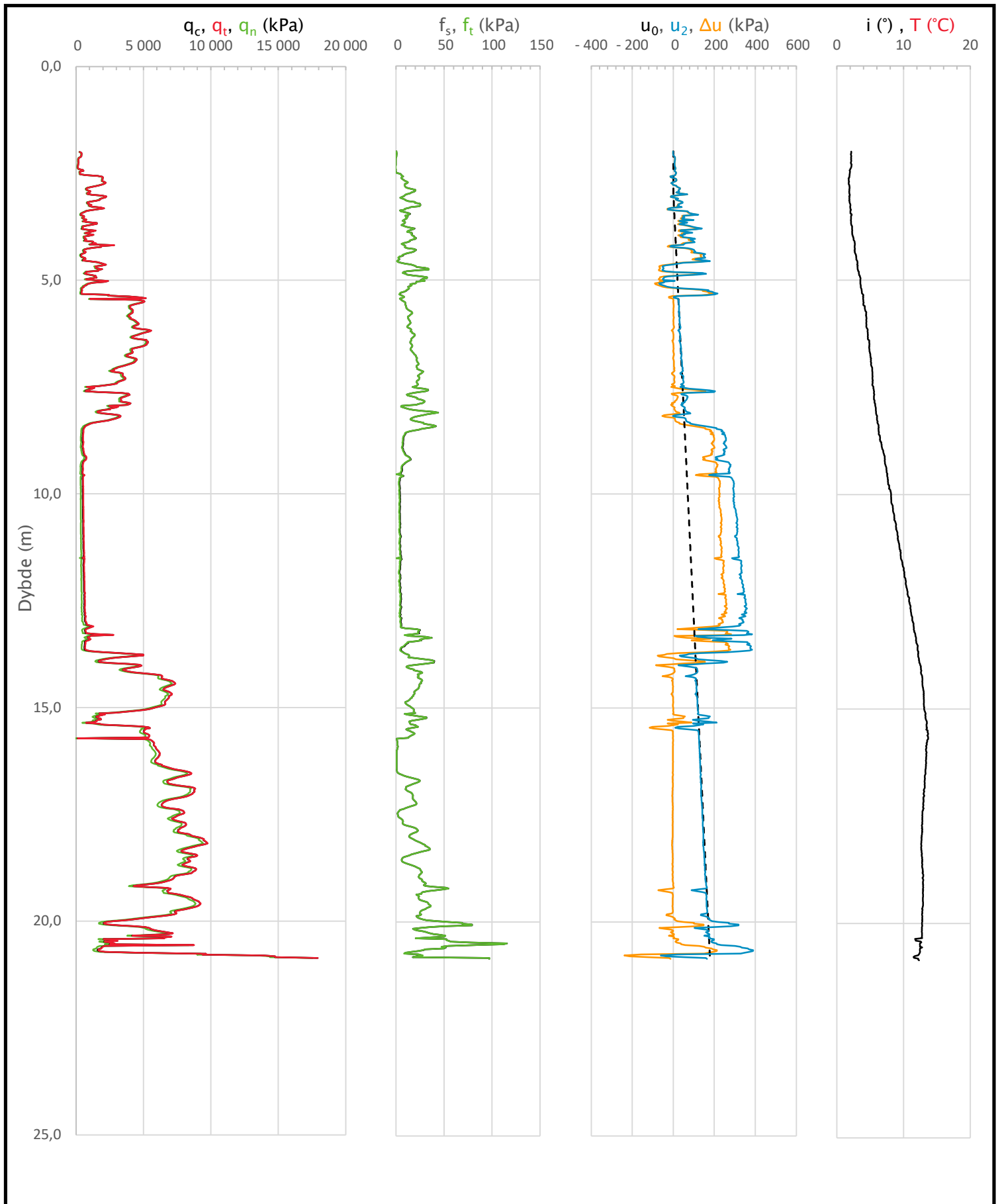


Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,74
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-7	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5503	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
ANTEC BIOGASS AS		2023-03-30	J01	3	
		Rev. dato	2023-05-31		

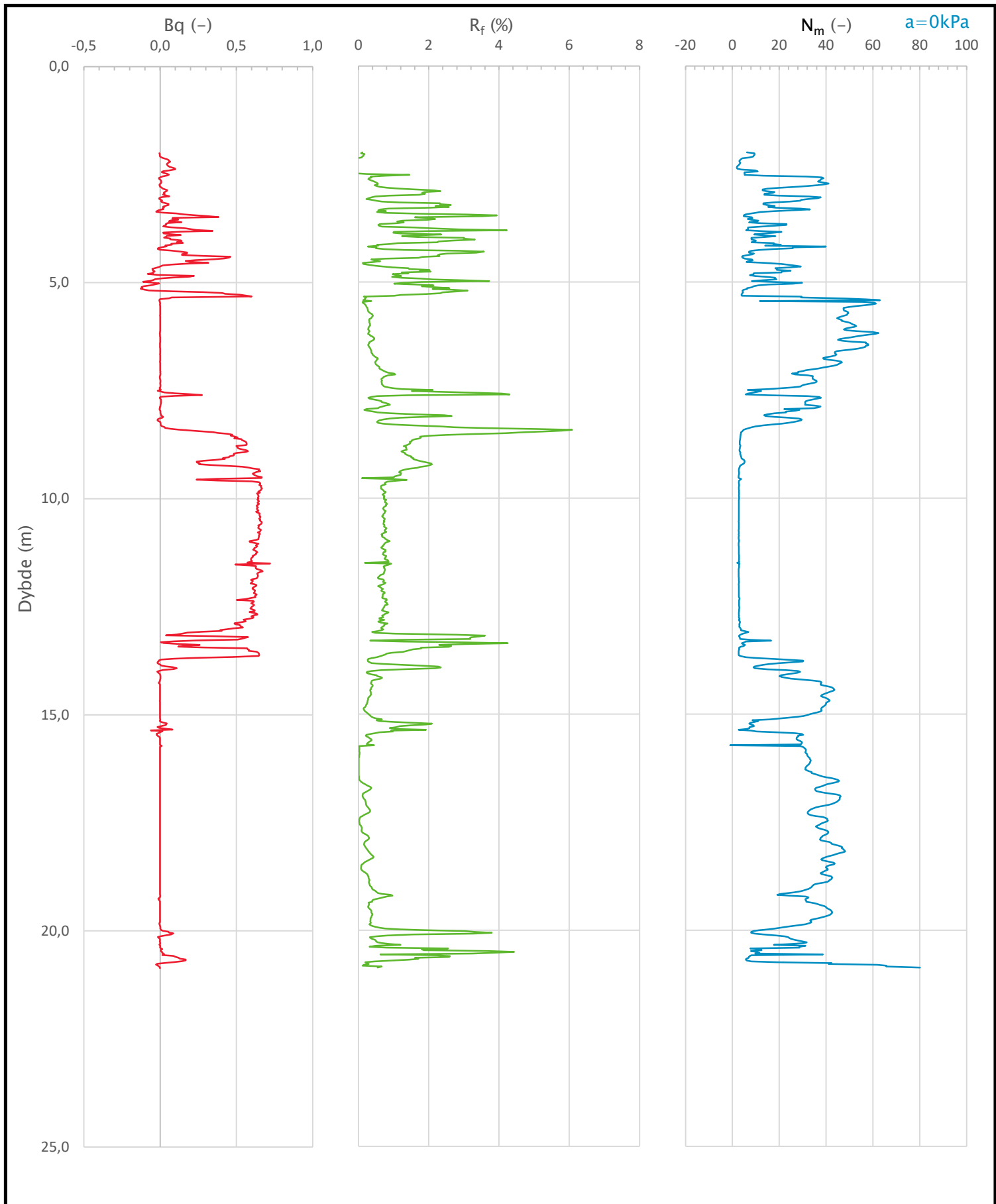


Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,74
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-7	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5503	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-30	J01 Rev. dato 2023-05-31	4	

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5503		Boreleder		Ole Kristian Hestad	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	2022-03-21		Maks helning (°)		13,7	
Dato sondering	2023-03-29		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1194		3871		1892	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,639		0,0099		0,0403	
Arealforhold	0,8640		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	-		0,482		1,088	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8039,5		122,9		502,3	
Registrert etter sondering (kPa)	-1,3		0,2		0,0	
Avvik under sondering(kPa)	1,3		0,2		0,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	17918,8		115,6		390,0	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	1,9	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt Tomt Tjuin, Steinkjer					Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03 Borhull Kote +3,54 NO23-8	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 5503	
	Utført AndVik		Kontrollert EmiCed		Godkjent AndVik	
	Oppdragsgiver ANTEC BIOGASS AS		Dato sondering 2023-03-29		Anvend.klasse 1	
				Revisjon J01		Figur 1
				Rev. dato 2023-05-31		



Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,54
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-8	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				5503	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-29	J01	3	
		Rev. dato	2023-05-31		



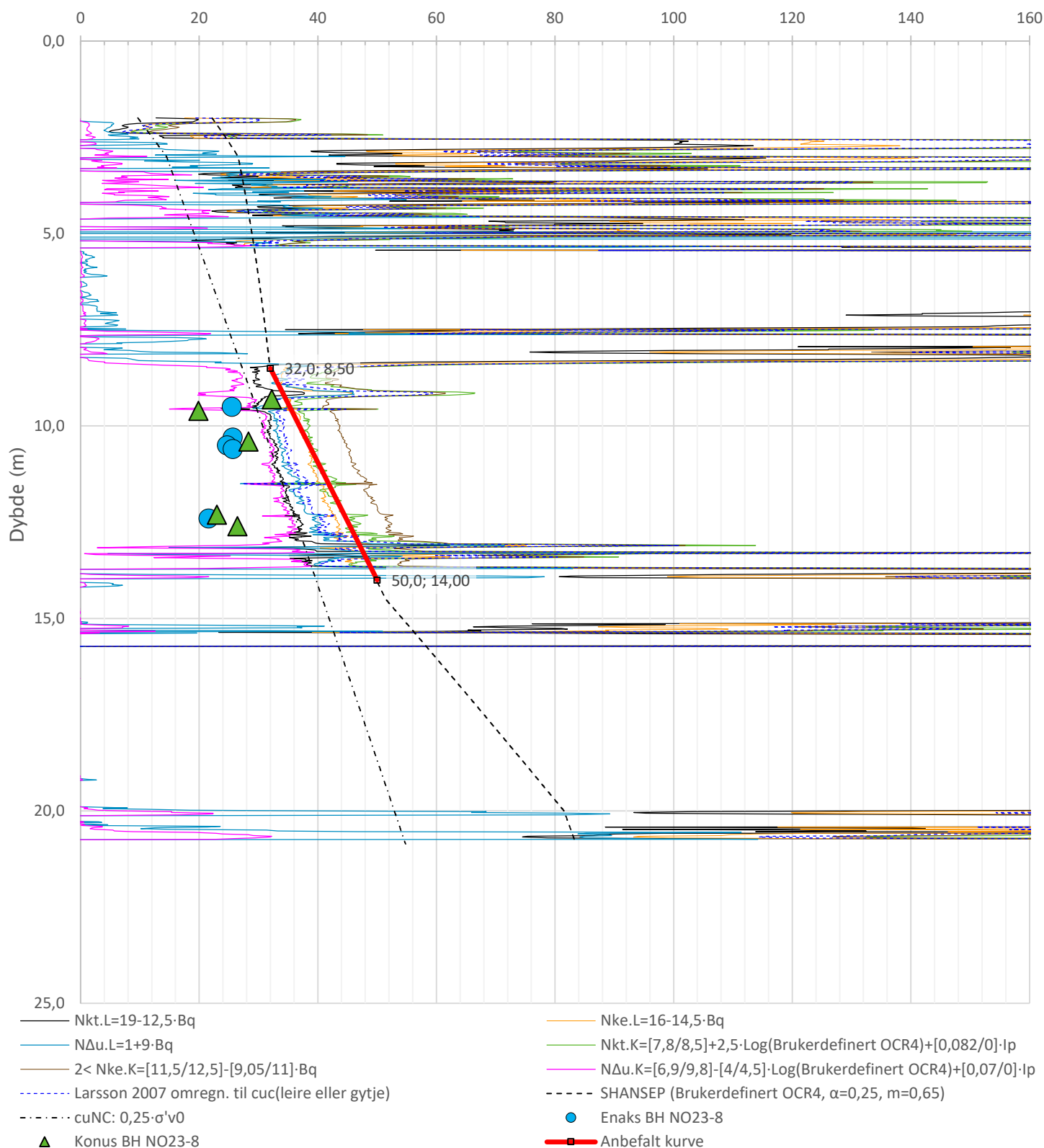
Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,54
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-8	
Innhold				Sondenummer	
Avledede dimensjonsløse forhold				5503	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-29	J01 Rev. dato 2023-05-31	4	

Anisotropiforhold i figur:

Enaks BH NO23-8: $c_{uc}/c_{ucptu} = 0,639$

Konus BH NO23-8: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 0,639$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 52208670 Rapportnummer: 52208670-RIG-R03		Borhull	Kote +3,54
Tomt Tjuin, Steinkjer				NO23-8	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5503	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AndVik	EmiCed	AndVik	1	
	Oppdragsgiver	Dato sondering	Revisjon	Figur	
	ANTEC BIOGASS AS	2023-03-29	J01 Rev. dato 2023-05-31	5	

Trykksondering – "Cone Penetration Tests" (CPT)

Utstyr:

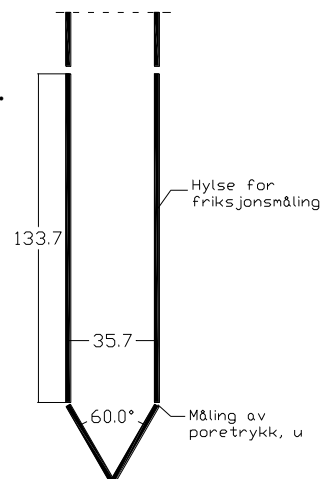
Ø 36 mm borstenger.
Sonde med konisk spiss og automatisk logging av spissmotstand, poretrykk og friksjon, se figur.

Prosedyre:

Konstant nedpressingshastighet; 20 mm/sek.

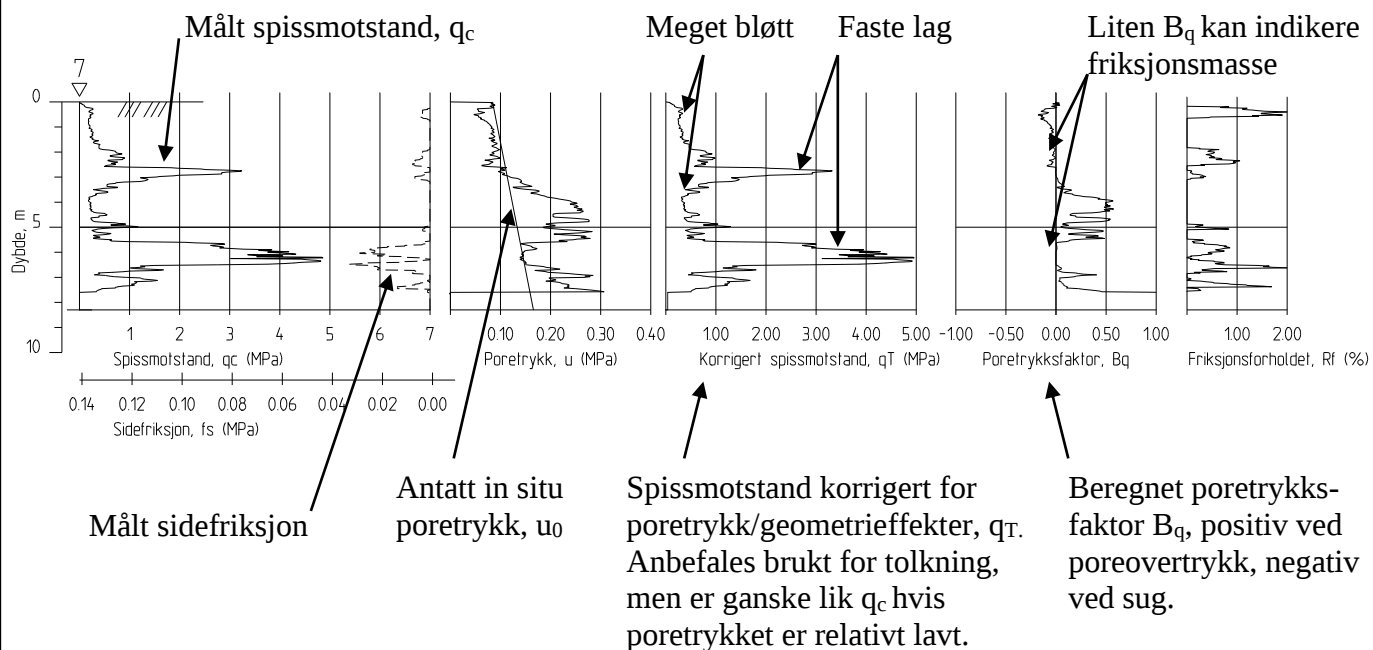
Presentasjon:

Kurver som viser målt spissmotstand, friksjon og poretrykk mot dybde.
Kan også inkludere antatt in situ poretrykk og beregnede forløp som vist nedenfor.



Direkte målte verdier
(untatt u_0)

Avledete/beregnete verdier
(presenteres ikke alltid)



Prosedyrer og presentasjon

Borprofil – Trykksondering (CPT)



Norconsult

MÅLESTOKK

M =

DATO

2023-05-31

UTFØRT

Arne Kavli

KONTROLLERT

Torgeir Døssland

PROSJEKT

52208670

VEDLEGG

C