

Eid Kommune

Nordfjordeid Skole - Flerbrukshall

Geoteknisk Rapport

2015-01-28 Oppdrags-rapport nr.: 5145080-RIG02



Rapport tittel: Nordfjordeid Skole - Flerbrukshall Geoteknisk Rapport	Rapport nr. : 5145080-RIG02 Revisjon nr. : - Dato : 2015-01-28
--	---

Utført av:  Malin Balstad Ingeniør	Kontrollert av:  Torgeir Døssland Dr. Ing. /Fagspesialist	Godkjent av:  Malin Balstad Oppdragsleder
---	--	--

Oppdragsgiver: Eid Kommune	Referanseperson: Torfinn Myklebust
--------------------------------------	--

Sammendrag:

Norconsult AS er engasjert av Eid kommune for å utføre geotekniske vurderinger i forbindelse med ny flerbrukshall ved Nordfjordeid skole. I første del av oppdraget utførte vi grunnundersøkelser, og det ble da påvist kvikkleire.

Som en del av det videre arbeidet ble det utført en geoteknisk vurdering, resultatene er presentert i denne rapporten.

I forbindelse med bæreevneberegninger er prosjektet vurdert og havner i pålitelighetsklasse 2 og geoteknisk kategori 2.

Resultatene fra grunnundersøkelsene viser at løsmassene domineres av fire lag:

- 1A: Fyllmasser bestående av grusig sand, med funn av humus
- 1B: Løs siltig sand med innslag av humus
- 2: Løsmasser bestående av grus og sand med fast lagring
- 3: Siltig leire, påvist kvikkleire
- 4: Grusig sand

Ut fra beregninger og vurderinger, anbefaler vi direkte fundamentering på såler i frostfri dybde.

Dersom man graver opp de eksisterende fyllmassene (Lag 1A) og setter fundamentet rett ned på lag 1B, viser grove overslagsberegninger at det kan oppstå setninger på 3-5 cm.

Dersom fundamentene plasseres på lag 2, eller på masseutskiftet underlag, vil setningene bli vesentlige mindre.

Områdestabiliteten mellom sykehjemmet og flerbrukshallen er vurdert som tilfredsstillende, og det er derfor ikke behov for stabilitetsforberedende tiltak eller spesielle restriksjoner for bygging av ny flerbrukshall.

Stikkord: Geoteknikk, kvikkleire, stabilitet, bæreevne, setninger	Posisjon (UTM sone 32V) N=6867966 E=342204
---	--

Innhold

1. BAKGRUNN.....	4
2. BESKRIVELSE AV BYGGEPLASSEN OG OMGIVELSENE	4
3. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDA.....	4
4. TOLKING AV TRYKKSONDERINGER OG LABORATORIEARBEID	5
4.1. Udrenert styrkeparametere (totalspenningsanalyse)	5
4.2. Drenerte styrkeparametere (effektivspenningsanalyse, a , ϕ).....	7
4.3. Setningsprattmeter.....	8
5. BESKRIVELSE AV DET SOM SKAL BYGGES.....	8
6. DIMENSJONERENDE VERDIER FOR JORDEGENSKAPER	8
7. HENVISNING TIL ANVENDTE FORSKRIFTER OG STANDARDER	8
7.1. NVE veileder	8
7.2. TEK10 §10 Konstruksjonssikkerhet	8
7.3. Valg av material- /partialfaktor	9
8. BESKRIVELSE AV OMRÅDETS EGNETHET	9
9. GEOTEKNISKE PROSJEKTERINGSBEREGNINGER OG TEGNINGER.....	10
9.1. Stabilitet.....	10
9.2. Bæreevne	10
9.3. Setninger	12
9.4. Veger og parkeringsplasser.....	12
10. ANBEFALTE FUNDAMENTERINGSLØSNINGER.....	12
11. REFERANSER	13
12. VEDLEGG	13

1. BAKGRUNN

I forbindelse med ny flerbrukshall ved Nordfjordeid skole har Norconsult vært engasjert for å utarbeide en geoteknisk rapport.

Mottatte dokument fra oppdragsgiver:

- A11.101 Situasjonsplan, alternativ liten hall
- A11.101 Situasjonsplan, alternativ stor hall
- A21.001 Plan 1.etg, alternativ liten hall
- A21.001 Plan 1.etg, alternativ stor hall

2. BESKRIVELSE AV BYGGEPLASSEN OG OMGIVELSENE

Omliggende areal, som grenser inn til planlagt flerbrukshall, består av småhusbebyggelse og skolebygg.

Terrenghøyden ut fra boreposisjonene varierer lite, laveste punkt på kt. +17,1 til høyeste punkt på kt. +22,8. Området der den nye flerbrukshallen er planlagt er relativt plant.

Området stiger i nordøstlig retning. I denne retningen finner man flere markerte terrasserester som ligger under marin grense.

Med den oppgitte kotehøyden på ferdig gulv, vil det ikke bli nødvendig med store terrenginngrep verken i form av skjæring eller fylling.

3. BESKRIVELSE AV GRUNNFORHOLDA

Norconsult AS har utført grunnundersøkelser på området høsten 2014, viser til Ref. 2.

Dybden til berg

Løsmassemektigheten varierer noe i det undersøkte området. Boreplanen viser at det generelt er boret ned til 20 meter uten å treffe berg. I posisjon N11, som er boret ned til ca. 44 meter er det nådd berg på rundt 40 meter.

Løsmasser

Oppbyggingen av løsmassene i området varierer litt, men i denne forbindelsen har vi valgt å beskrive løsmassene som et 4-lags system:

1. A: Fyllmasser bestående av grusig sand, med funn av humus
1. B: Siltig sand
Laget varierer i tykkelse over området, men viser for det meste lav boremotstand, noe som tyder på løs lagring. Prøvene fra laboratoriet viser at det er funnet et torvlag nede på ca. 4,5 meter og noe organiske materialer.
I posisjon N17 og N11 er humusen så langt oppe i laget at det anbefales å skifte ut masser. I posisjon N4 ligger humusen dypt og har vært belastet over lenger tid.
2. Under topplaget er det registrert løsmasser bestående av grus og sand med middels fast til fast lagring.
3. Videre er det registrert et lag med lavere boremotstand der prøvene består av siltig leire. Boringene tyder på at tykkelsen til dette laget varierer litt mellom borepunktene. Laget er bare gjennomboret i posisjon N11, og der er lagtykkelsen ca. 22-23 meter. Ut fra laboratorieresultatene er det påvist at den siltige leia i noen av borepunktene er svært sensitiv/kvikk.

4. Det siste laget er kun påvist i posisjon N11. Resultatene fra boringene antyder at grunnforholdene kan sies å være tilsvarende de som er registrert ved Myrholdhaug og Sykehjemmet. Ut fra dette går vi ut i fra at dette laget er gjennomgående i hele området for arealet der flerbrukshallen er planlagt. Laget begynner på ca. 30 meter og er fast til meget fast. Ut fra prøvene som er tatt på de tilgrensende områdene, består laget av grusig sand.

Poretrykksforhold

For å dokumentere poretrykksforholdene er hydrauliske piezometer installert i posisjon N11. Det er installert et rør ned på 4 meters dybde og et rør ned på 10 meters dybde. Ved dypeste måler ble det målt et poretrykk på 52 kPa ved 10 meter. Dette tilsvarer et grunnvannsnivå på ca. 4,7 meter under terreng. Den grunneste måleren på 4 meter var tørr, så den bekrefter at grunnvannet ligger dypere enn 4 meter under terreng.

4. TOLKING AV TRYKKSONDERINGER OG LABORATORIEARBEID

Trykksondering (CPTU) i 2 posisjoner, samt treaksialforsøk i 2 posisjoner og ødometerforsøk i 1 posisjon utgjør det primære tolkningsgrunnlaget sammen med øvrige data fra felt og laboratorium.

4.1. Udrenert styrkeparametere (totalspenningsanalyse)

Treksialforsøk (CAUC)

Tolket udrenert aktiv skjærfasthet (C_{uc}) og drenerte styrkeparametre fra treksforsøk er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1 Tolking av treksialforsøk

Prøveidentifikasjon					Aktiv udrenert skjærfasthet C_{uc}	Aksial bruddtøyning ϵ_a	Attraksjon a	Friksjonsvinkel
Pos. nr.	Prøvediam.	Sylinder nr.	Dybde	Jordart				
	[mm]		[m]		[kPa]	[-]	[kPa]	[°]
N11	54	-	11,5	Siltig leire	84	4,5	10	34
N17	54	-	8,6	Siltig leire	100	2,8	10	37,5

For mer detaljer om prøver og forsøksprosedyrer vises det til Tabell 2 og Vedlegg A.

Tabell 2 Treksialforsøk

Prøveidentifikasjon				Klassifisering					Konsolidering							Fig. ref.	
Pos. nr	Prøve - diam.	Dybde	Jord art	w	w _L	w _P	I _P	γ	Type forsøk	p ₀ ' (antatt)	σ _{ac} '	σ _{rc} '	K ₀ '	ε _{vol}	Δe/e _i	Prøve- kvalitet	Fig. ref.
	[mm]	[m]		[%]	[%]	[%]	[%]	[kN/m ³]		[kPa]	[kPa]	[kPa]		[%]		*/**	
N11	54	11,3-11,4	Siltig leire	23,3	22,7	19,9	2,8	19,42	CIUC	166	133	133	0,70	2,40	0,06	2/3	Ved I A1
N17	54	8,6-8,7	Siltig leire	36,5	20,4	15,5	4,9	18,97	CAUC	118	136	95	0,70	13,0	1,97	3/4	Ved I A2

Symboler:

w=Naturlig in-situ vanninnhold

w_L=Flytegrense (konus)

w_P=Utrullingsgrense/Plastisitetsgrense

I_P=Plastisitetsindeks (w_L-w_P)

γ=Total tyngdetetthet

p₀'=Effektivt vertikalt overlagingstrykk

σ_{ac}'=Vertikal (aksial) konsolideringsspenning

σ_{rc}'=Horisontal (radial) konsolideringsspenning

K₀'=Effektiv hviletrykkskoeffisient

ε_{vol}=Volumetrisk tøyning ved konsolidering (ΔV/V_i)

Δe=ε_{vol}*(1+e_i)

e_i=(ρ_s/ρ_w)*(w/S_r)

S_r=Metningsgrad

ρ_s=korndensitet

ρ_w=vanddensitet=1,00 (antatt)

*Prøvekvalitet – kvalitetsklasser; Figur 2.20 i SVV Håndbok 016 (2010, basert på ε_{vol}=ΔV/V_i):

1 Godt forsøk

2 Akseptabelt forsøk

3 Dårlig forsøk

**Prøvekvalitet – kvalitetsklasser; Figur 2.21 i SVV Håndbok 016 (2010, basert på Δe/e_i og OCR):

1 Meget god

2 God til bra

3 Dårlig

4 Meget dårlig

Trykksonderinger (CPTU)

Aktiv udrenert skjærfasthet (C_{uc}) er tolket ut fra trykksonderingene (CPTU) etter metoder beskrevet hovedsakelig i Vedlegg D.

Tabell 3 viser en oversikt over nøkkeldata for trykksonderingene, inklusiv bestemmelse av anvendelsesklasser i henhold til Ref. 4.

Tabell 3 Nøkkeldata og kvalitet av trykksonderinger

Pos./ID	Dato	Sonde nr.	NA-avvik (spissmotstand)		NB-avvik (sidefriksjon)		NC-avvik (poretrykk)		Loddavvik [°]	Klasse
			[kPa]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[%]		
N9	21.10.14	4498	15,75	0,0 %	0,12	0,2 %	1,88	0,1 %	0,83	1
N11	16.10.14	4498	5,58	0,0 %	0,42	0,2 %	0,16	0,0 %	2,93	1

Klasse – Anvendelsesklasse etter NGF – Melding 5, Ref. 4.

For hver trykksondering har vi ved tolkningen benyttet et antatt beste estimat for grunnvannstanden. Videre er poretrykket justert i henhold til registrert poretrykk i posisjon N11. Ved bestemmelse av anbefalt C_{uc} har vi lagt mest vekt på korrelasjoner fra Ref. 3.

4.2. *Drenerte styrkeparametere (effektivspenningsanalyse, a , φ)*

Treksialforsøk (CAUC)

Tolkede styrkeparametere (a og φ) på effektivspennebasis ut fra spenningsstiene fra utførte treksiale trykkforsøk er oppsummert i Tabell 1, samt vist i vedlegg A.

Trykksonderinger (CPTU)

Effektive styrkeparametere (a og φ) er videre tolket ut fra trykksonderingene (CPTU) i de aktuelle 2 posisjonene ved bruk av den såkalte NTNU- metoden (også kalt NTH- metoden), primært etter Ref. 5

Erfaringsmessig kan det ved CPTU-tolking være vanskelig å bestemme en entydig fast β selv for et gitt tilfelle med antatt uniform leire. I mange tilfeller har det således blitt funnet påkrevd å benytte mere negativ β enn hva relevant faglitteratur har anbefalt eller indikert for å få god overenstemmelse med verdier fra treksialforsøk.

Basert på egne erfaringer og relevant faglitteratur har vi derfor som regel sett på en variasjonsbredde i denne parameteren før endelig valg av friksjonsvinkel blir gjort; dvs. utført en sensitivitetsstudie. I praksis er det funnet hensiktsmessig å utføre dette for antatt rimelige kombinasjoner av plastifiseringsvinkel (β) og attraksjon (a).

Med bakgrunn i utførte undersøkelser og tolkninger i kombinasjon med erfaring fra lignede forhold har vi endt opp med å anbefale karakteristiske effektivspenningsbaserte styrkeparametere mot dybden for hver posisjon der CPTU er utført, se figurer i Vedlegg C1-C2.

For begge tolkningene av CPTU har vi kommet frem til $a = 10$ kPa og $\beta = -10^\circ$.

4.3. Setningsprøtmeter

Tabell 4 Tolkning av ødometerforsøk

Prøveidentifikasjon				In situ spenning σ_0'	Prekonsoliderings- spenning σ_c'	Setnings- modul M_{OC}	Modultall m	Referanse spenning σ_r'
Pos. nr.	Prøve- diam.	Dybde	Jordart					
	[mm]	[m]		[kPa]	[kPa]	[Mpa]	[-]	[kPa]
N11	50	11,5	Siltig leire	166	300	14	16	200

For mer detaljer om tolkning av ødometer vises det til Vedlegg B.

5. BESKRIVELSE AV DET SOM SKAL BYGGES

Det planlagte bygget er opplyst å være en flerbrukshall med innvendig fri høyde på 7 meter. Alternativt en mindre hall. Ferdig gulv er tenkt på kt. +20,70. I tillegg er det tenkt et nytt areal for tilhørende parkering.

6. DIMENSJONERENDE VERDIER FOR JORDEGENSKAPER

Tabell 5 Anbefalte jordparametere

Lag nr	Material	γ (kN/ m ³)	ϕ (°)	a (kPa)	C_{uc} (kPa)	OCR -	M (MPa)	m *)	n
1A	Fyllmasser	19	38	10	-	-	-	300	0,5
1B	Siltig sand /sandig silt	18	31	0	-			100	0,5
2	Grusig sand/sandig grus	19	38	10				200	0,5
3	Siltig leire / Kvikkleire	19,5	33	10	≥ 100	2	14	16	0
4	Grusig sand	19	38	10				300	0,5

*) modul $M = m \cdot \sigma_a \cdot (\sigma / \sigma_a)^{(1-n)}$, hvor σ = spenningsnivå i jorda og σ_a = referansespenning = 1 atm.

OCR representerer den øverste delen av leirlaget, ca. 11,5 meter.

7. HENVISNING TIL ANVENDTE FORSKRIFTER OG STANDARDER

7.1. NVE veileder

I samsvar med § 7-3 i TEK 10 skal sikkerhet mot kvikkleireskred vurderes ved byggetiltak.

7.2. TEK10 §10 Konstruksjonssikkerhet

I henhold til TEK10 §10.1 vil forskriftenes minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard (Eurokoder).

TEK10 §10.2 angir følgende: Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS- EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS- En 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

I veiledningen til TEK10 står det: Forskriftens krav er oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard. Korrekt bruk av prosjekteringsstandardene gir samlet det nivået som tilsvarer det sikkerhetsnivået som er akseptert av myndighetene.

7.3. Valg av material- /partialfaktor

Stabilitetsberegninger:

Både ved vurdering av områdestabilitet og ved vurdering av stabilitet for selve byggetomta vil kritiske skjærflater sannsynligvis gå gjennom leirlaget, der det er påvist kvikkleire og/eller materialer med sprøbruddkarakter.

Basert på avsnitt 2.1 i Eurokode 7, Ref. 6, er tiltaket vurdert og plassert i **Geoteknisk kategori 3**, på grunn av kvikkleireproblematikken. Tabell NA.A1(901) i Eurokode 0, Ref. 7, gir veiledende klassifisering av tiltak i pålitelighetsklasser.

Ut fra dette plasseres tiltaket i konsekvensklasse **CC3** så lenge det gjelder stabilitetsvurderinger.

Tabell NA.A1(902) i Eurokode 0 gir da tilhørende kontrollklasse **U (utvidet)**. Dette innebærer at prosjekteringskontroll må utføres av uavhengig foretak.

Partialfaktor på materialstyrke (gjerne kalt materialkoeffisient γ_M) velges ofte med minimumsverdier iht. Figur 0.3 i Statens vegvesens håndbok V220, Ref. 8. Partialfaktor skal velges tilpasset den problemstilling, eller det konstruksjonsmessige tiltak som planlegges.

Basert på en overordnet vurdering er det kommet fram til at en $\gamma_M \geq 1,6$ er et riktig krav ved vurdering av stabilitet.

Bæreevneberegninger:

Bæreevne for fundamenter i typisk dybde omkring 1 meter under planeringsnivå vil være bestemt av egenskapene til de øverste lagene, lag 1A, 1B og 2. Dette er masser av grus, sand og silt, og kvikkleireproblematikken er derfor ikke aktuell. Basert på avsnitt 2.1 i Eurokode 7, Ref. 6, er tiltaket vurdert og plassert i **Geoteknisk kategori 2**. Tabell NA.A1(901) i Eurokode 0, Ref. 7, gir veiledende klassifisering av tiltak i pålitelighetsklasser.

Ut fra dette plasseres tiltaket i konsekvensklasse **CC2** når det gjelder bæreevnevurderinger for fundamentene til flerbrukshallen.

Tabell NA.A1(902) i Eurokode 0 gir da tilhørende kontrollklasse **N (normal)**. Dette innebærer at prosjekteringskontroll utført av en kollega er tilstrekkelig.

Partialfaktor på materialstyrke (gjerne kalt materialkoeffisient γ_M) velges ofte med minimumsverdier iht. Figur 0.3 i Statens vegvesens håndbok V220, Ref. 8. Partialfaktor skal velges tilpasset den problemstilling, eller det konstruksjonsmessige tiltak som planlegges.

Basert på en overordnet vurdering er det kommet fram til at en $\gamma_M \geq 1,4$ er et riktig krav.

8. BESKRIVELSE AV OMRÅDETS EGNETHET

For areal som er planlagt til parkering og areal som har vært belastet med gravemasser fra andre prosjekt, kan det være behov for å gjennomføre masseutskifting.

Omfanget av masseutskifting vil være avhengig av valgt fundamenteringstype, se punkt 9,2.

For areal med vegetasjon er matjordlaget anslått til å være mindre enn 30 cm.

Med bakgrunn i informasjon fra gjennomført grunnundersøkelse vurderer vi området som godt egnet for planlagt tiltak.

9. GEOTEKNISKE PROSJEKTERINGSBEREGNINGER OG TEGNINGER

9.1. Stabilitet

Tidligere er det gjort en vurdering av stabiliteten av skråninga mellom sykehjemmet og flerbrukshallen, Ref. 9. Terrenganalysen som ble gjort i forbindelse med Myrholdhaug dekker hele det området som er aktuelt for flerbrukshallen, T101 Ref. 11.

Området fra sykehjemmet og ned til flerbrukshallen er ikke tegnet inn som potensielt løsneområde av den grunn at terrengkriteriet ikke er oppfylt da skråningshøyden for terreng med helningsgrad brattere enn 1:15 er lavere enn 5 meter.

Grunnundersøkelsene som er tatt i forbindelse med Myrholdhaug i profil E kan sies å være tilsvarende det som er registrert ved flerbrukshallen, Ref. 2, og ved sykehjemmet, Ref. 12

. Ved borepunkt N23 som ligger i nedre del av profil E, er det ikke registrert faste masser i øvre del av boringen, mens ved flerbrukshallen er det registrert innslag av fastere masser i øvre deler av samtlige boringer.

Ut fra overnevnte vises det derfor til profil E som har tilfredsstillende sikkerhetsfaktor med mindre gunstig terrengform, og mindre gunstige grunnforhold enn for et profil i skråningen mellom sykehjemmet og flerbrukshallen. Vi vurderer derfor områdestabiliteten mellom sykehjemmet og flerbrukshallen som tilfredsstillende, og ser ikke at det kan være behov for stabilitetsforberedende tiltak eller spesielle restriksjoner for bygging av ny flerbrukshall ved Nordfjordeid skole.

9.2. Bæreevne

Bæreevnen for grunnen under et fundament kan uttrykkes ved følgende generelle ligning:

$$\sigma_v = k_1 * Z + k_2 * B + k_3 \quad (\text{Lign. 1})$$

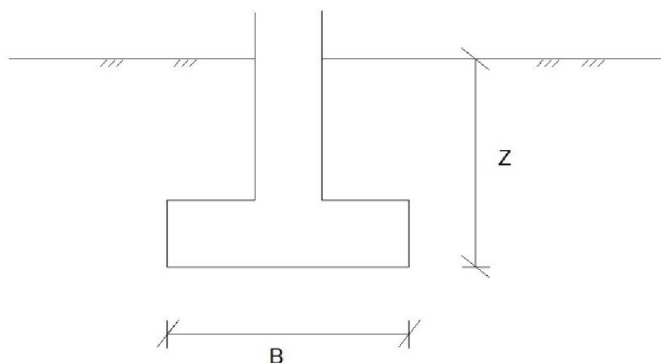
Her symboliserer σ_v maksimalt tilgjengelig vertikal spenning fra jorda mot undersiden av fundamentet og har enhet kN/m².

B og Z er vist i prinsippsskisse i etterfølgende tekst. Enhet meter.

k_1 , k_2 og k_3 er konstanter gitt i etterfølgende tekst.

k_1 og k_2 har enhet kN/m³.

k_3 har enhet kN/ m².



Som tidligere beskrevet i rapporten kan man si at løsmassene er delt inn i 4 lag. Det er flere valg man kan gjøre med tanke på plassering av fundament. I dette tilfelle har vi sett på 3 forskjellige alternativ:

Alternativ 1:

For å redusere setninger anbefales det å grave opp eksisterende masser (et stykke ned) i Lag 1B for så å legge ut nye egnede masser med lagvis komprimering. Lagtykkelsen beregnes ut fra tilgjengelig komprimeringsredskap, Ref. 13. Dette må eventuelt utføres under alle fundamenter, samt et tillegg på 2 meter utenfor fundamentets begrensninger.

Fundamentet står i 1 meters dybde under terreng og hviler på et minimum 1 meters tykt lag av tilførte, gode masser. Under dette laget følger så svakere masser, beskrevet som Lag 1B i Tabell 5. Her får man altså et sterkt lag over et svakt lag.

For et fundament i 1 m dybde med sentrisk, ren vertikallast gjelder følgende uttrykk for bæreevnen:

$$\sigma_v = 900 - 80 \cdot B.$$

Alternativ 2:

Grave opp de eksisterende fyllmassene og legg fundamentet ned på lag 2 som består av grus og sand. Som avretting og kapillærbygging anbefales det 15-20 cm med ensartede knuste masser. Komprimering som for alternativ 1.

For fundament som står direkte på lag 2, gjelder den generelle formelen (Lign. 1) med følgende konstanter:

$$\begin{aligned} k_1 &= 570 \\ k_2 &= 427,5 \\ k_3 &= 290 \end{aligned}$$

Alternativ 3:

Grave opp de eksisterende fyllmassene (Lag 1A) og sett fundamentet rett ned på lag 1B. Den generelle formelen (Lign. 1) gjelder med følgende konstanter:

$$\begin{aligned} k_1 &= 171 \\ k_2 &= 42,3 \\ k_3 &= 0 \end{aligned}$$

Av praktiske hensyn er det vanlig å sette en øvre grense på 500 kPa for bæreevne i løsmasser.

Tabell 6 viser et sammendrag av anbefalte bæreevneverdier for de tre alternativene.

Tabell 6 Anbefalt bæreevne

B (m)	d	σ_v		
		Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
1	1	500 kPa	500 kPa	213 kPa
2	1	500 kPa	500 kPa	256 kPa
3	1	500 kPa	500 kPa	298 kPa

Bæreevnen gjelder for fundamenter med ren vertikallast

For fundamenter med eksentrisk last og horisontale lastkomponenter må bæreevnen vurderes spesielt av geoteknisk sakkyndig.

9.3. Setninger

For store fundament etter Alternativ 3 viser grove overslagsberegninger at det kan oppstå setninger på 3 – 5 cm. For mindre fundament, og for fundamentering etter alternativ 1 og 2 vil setningene bli vesentlig mindre. Setningsutviklingen vil gå temmelig raskt, i takt med påføring av lastene.

9.4. Veger og parkeringsplasser

For veier og trafikkerte areal er det ikke behov for dyp masseutskifting. Når det gjelder dimensjonering av veier vises det til Ref. 14.

Vi antar at grunnen vil komme i bæreevnegruppe 4-6, som tilsvarer et forsterkningslag på 30-50 cm.

10. ANBEFALTE FUNDAMENTERINGSLØSNINGER

Direkte fundamentering på såler i frostfri dybde, med eller uten masseutskifting under fundament, avhengig av hvor setningsømfintlig byggets bæresystem blir.

11. REFERANSER

- Ref. 1 Statens vegvesen (2010): Geoteknikk i vegbygging. Håndbok – V220
- Ref. 2 Norconsult AS (2014): 5145080- RIG01Nordfjordeid skole – flerbrukshall. Rapport datert 13.11.2014
- Ref. 3 Karlsrud, K., Lunne, T., Kort, D. A. and Strandvik, S. 2005. CPTU correlation for clays. International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 16. Osaka 2005. Proceedings, Vol. 2, pp. 693-702.
- Ref. 4 Norsk Geoteknisk Forening (1982): Veiledning for utførelse av trykksondering. Melding nr. 5. Revidert 2010
- Ref. 5 Rolf Sandven. 1990. Strength and deformation properties of fine grained soils obtained from piezocone tests.
- Ref. 6 Eurokode 7-1, NS-EN 1997-1:2004+NA:2008
- Ref. 7 Eurokode 0, NS-EN 1990:2002+NA:2008
- Ref. 8 Statens vegvesen Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging, versjon 2010
- Ref. 9 Norconsult AS (2014) 5143552- RIG04- Detaljreguleringsplan for Myrholdhaug Utredning aktsomhetsområder og faresoner. Rapport datert 17.12.2014.
- Ref. 10 NVE veileder nr 7- 2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred- Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i området med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper
- Ref. 11 Norconsult AS (2014) 5143552- RIG01- RevA – Detaljreguleringsplan for Myrholdhaug – Vurdering av grunnforhold. Rapport datert 03.06.2014.
- Ref. 12 Geovest Haugeland AS (2009): Eid kommune – Ny sjukeheim Nordfjordeid. Rapport datert 07.05.2009
- Ref. 13 Norsk Standard NS 3458:2004 Komprimering Krav og utførelse, Tabell 2
- Ref. 14 Statens vegvesen (2014): Vegbygging. Håndbok - N200

12. VEDLEGG

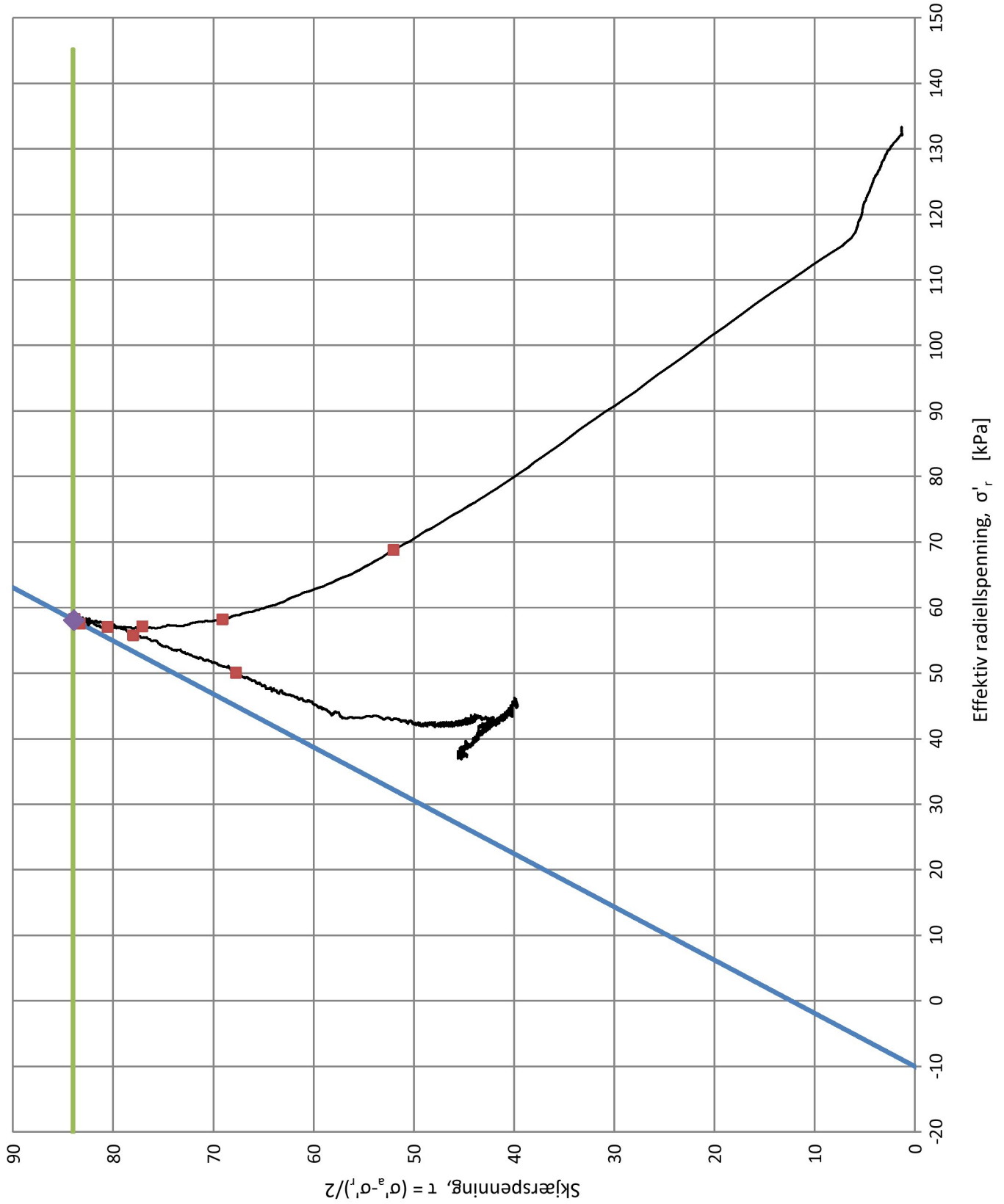
Aktiv treaksialforsøk	Vedlegg A
Ødometerforsøk	Vedlegg B
Trykksonderinger med tolkning av fasthetsparameter	Vedlegg C
Tolkning av CPTu; metodebeskrivelse	Vedlegg D


VEDLEGG A

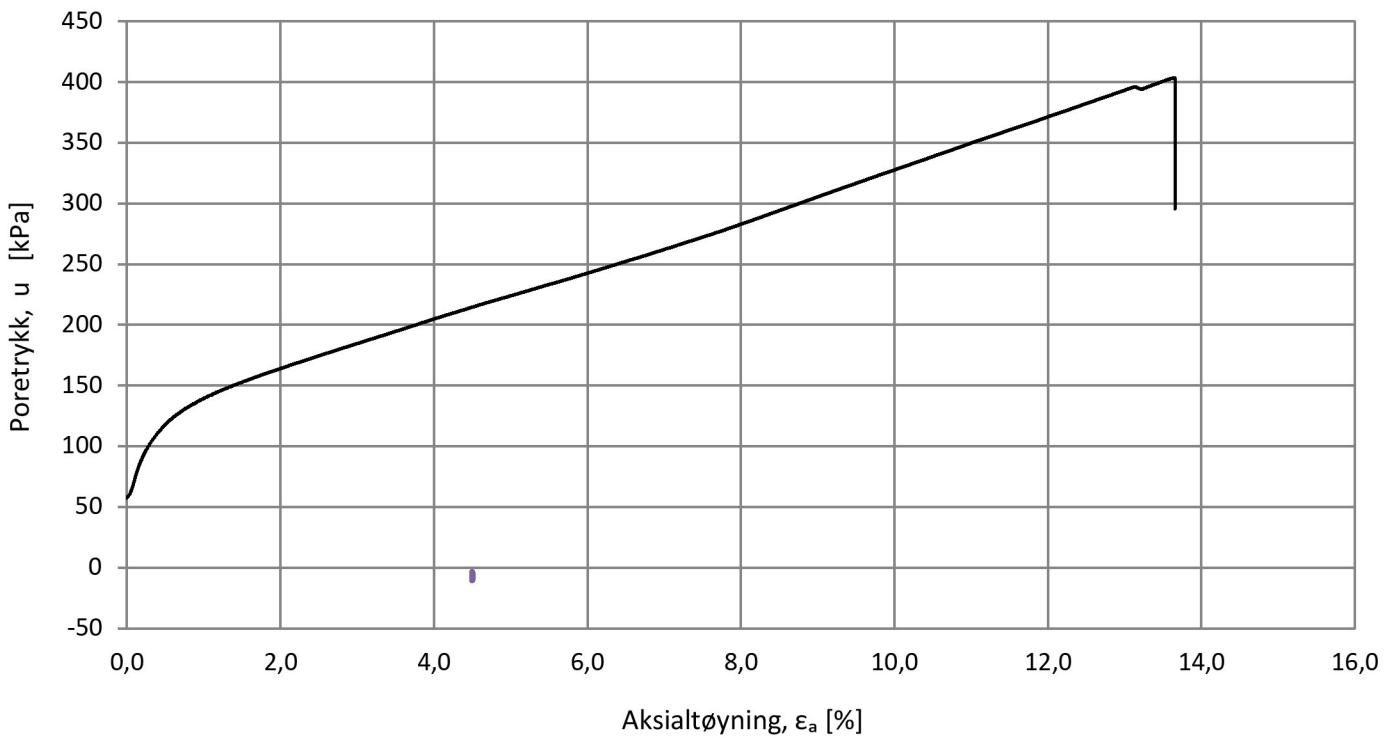
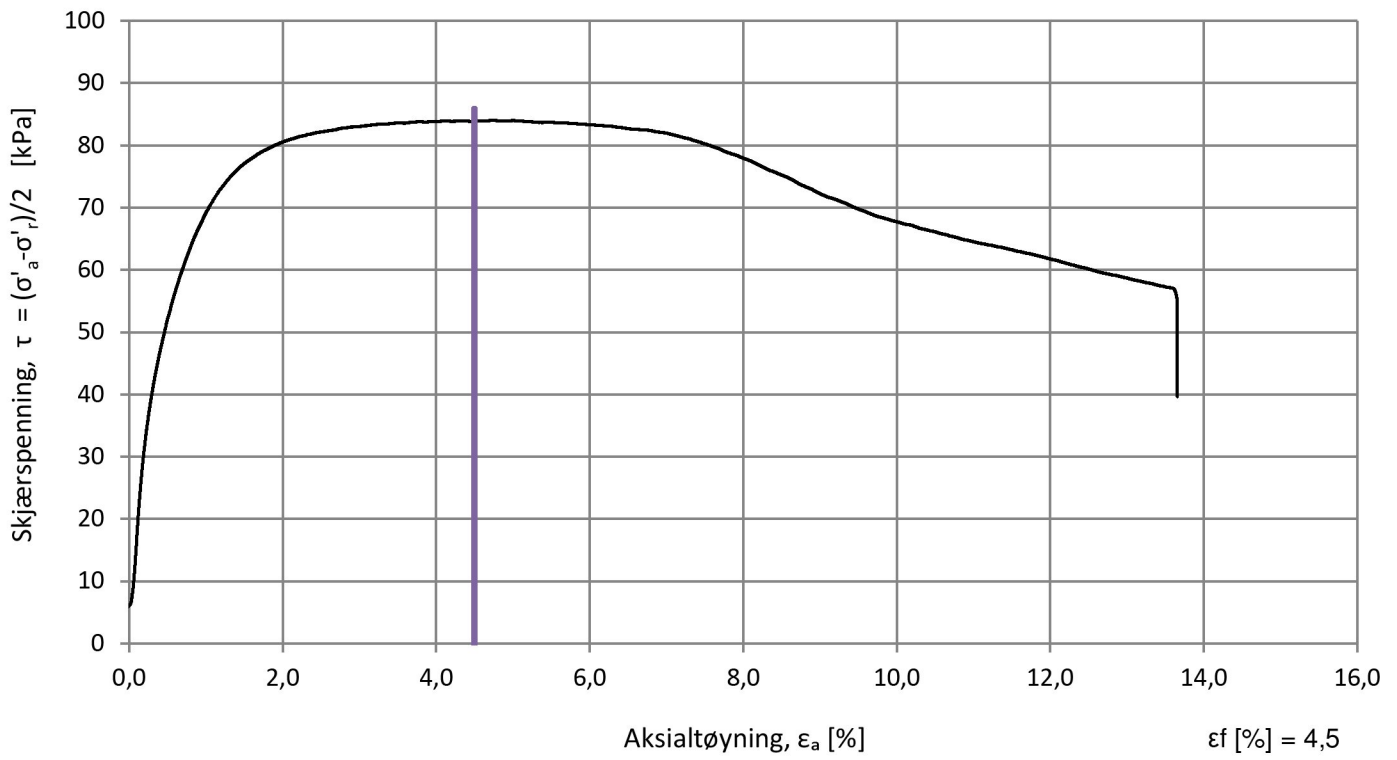
Aktive treaksialforsøk


FIGURER	Side
Figur A1-1 Spenningssti i skjærfase (NTNU-plott) i Posisjon N11	2
Figur A1-2 Bruddutviklinh i skjærfase i Posisjon N11	3
Figur A1-3 Konsolidering i Posisjon N11	4
Figur A2-1 Spenningssti i skjærfase (NTNU-plott) i Posisjon N17	5
Figur A2-2 Bruddutviklinh i skjærfase i Posisjon N17	6
Figur A2-3 Konsolidering i Posisjon N17	7

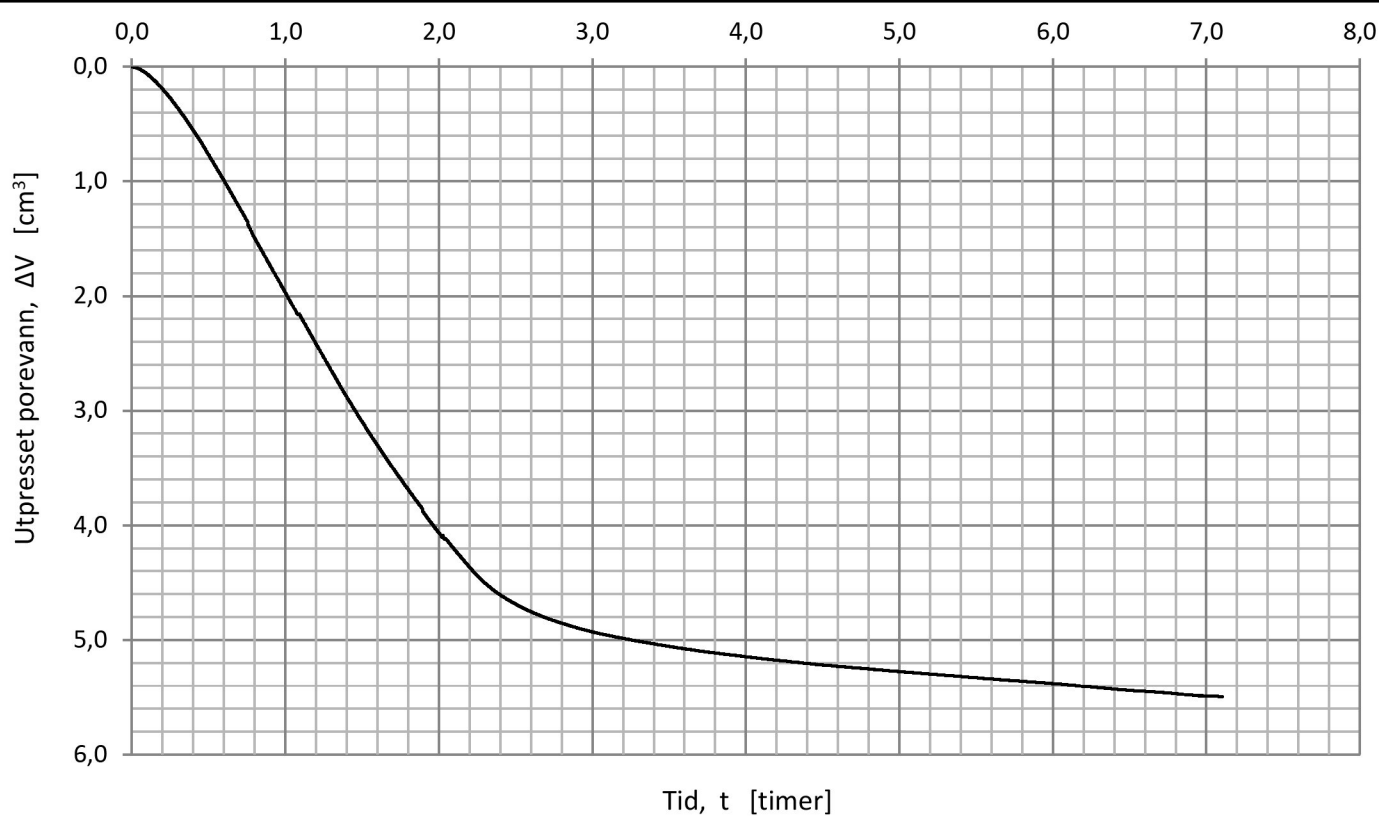
Tøyning, ϵ_a [%] = 0,5 1,0 1,5 2,0 4,0 6,0 8,0 10,0 - ϵ_f [%] = 4,5




Kunde Eid Kommune			Norconsult 	
Oppdrag nr. 5145080 Nordfjordeid skole - Flerbrukshall			Type CAUc	Posisjon n11
Figur nr. A1-1 Spenningssti i skjærfase (NTNU-plott)			Tyngdetetthet 19,4 [kN/m ³]	Dybde 11,5 [m]
Spenningsstilstand $\sigma'_{vo} = 155,1$ [kPa] $\sigma'_{ac} = 133,0$ [kPa] $\sigma'_{rc} = 133,0$ [kPa]		Styrkeparametere a = 10,0 [kPa] $\phi = 34$ [°] C _u = 84,0 [kPa]	Vanninnhold, w _i 23,3 [%]	Grunnvannstand 4,7 [m]
			Volumtøyning, ϵ_v 2,40 [%]	Tøyningshastighet 0,00 [%/time]
Utført MaBal	Kontrollert SiMVa	Godkjent MaBal	Rapport 5145080- RIG02	Dato 2015-01-28

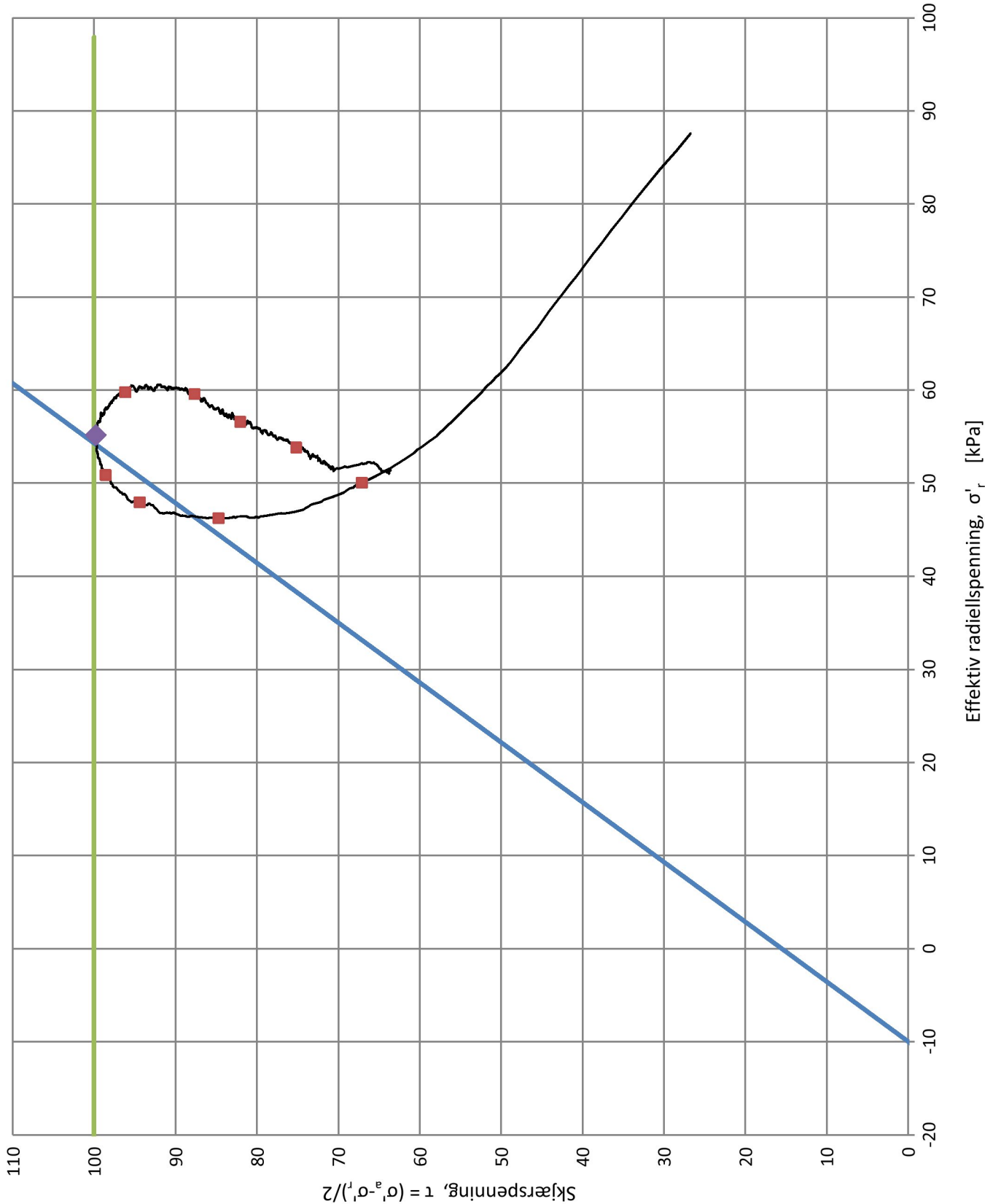



Kunde Eid Kommune			 Norconsult	
Oppdrag nr. 5145080 Nordfjordeid skole - Flerbrukshall				
Figur nr. A1-2 Bruddutvikling i skjærfase			Tyngdetetthet 19,4 [kN/m ³]	Dybde 11,5 [m]
Spenningstilstand σ' _{vo} = 155,1 [kPa] σ' _{a,c} = 133,0 [kPa] σ' _{r,c} = 133,0 [kPa]		Styrkeparametere a = 10,0 [kPa] φ = 34 [°] C _u = 84,0 [kPa]	Vanninnhold, w _i 23,3 [%]	Grunnvannstand 4,7 [m]
Utført MaBal		Kontrollert SiMVa	Volumtøyning, ε _v 2,40 [%]	Tøyningshastighet 0,00 [%/time]
Godkjent MaBal		Rapport 5145080- RIG02	Dato 2015-01-28	

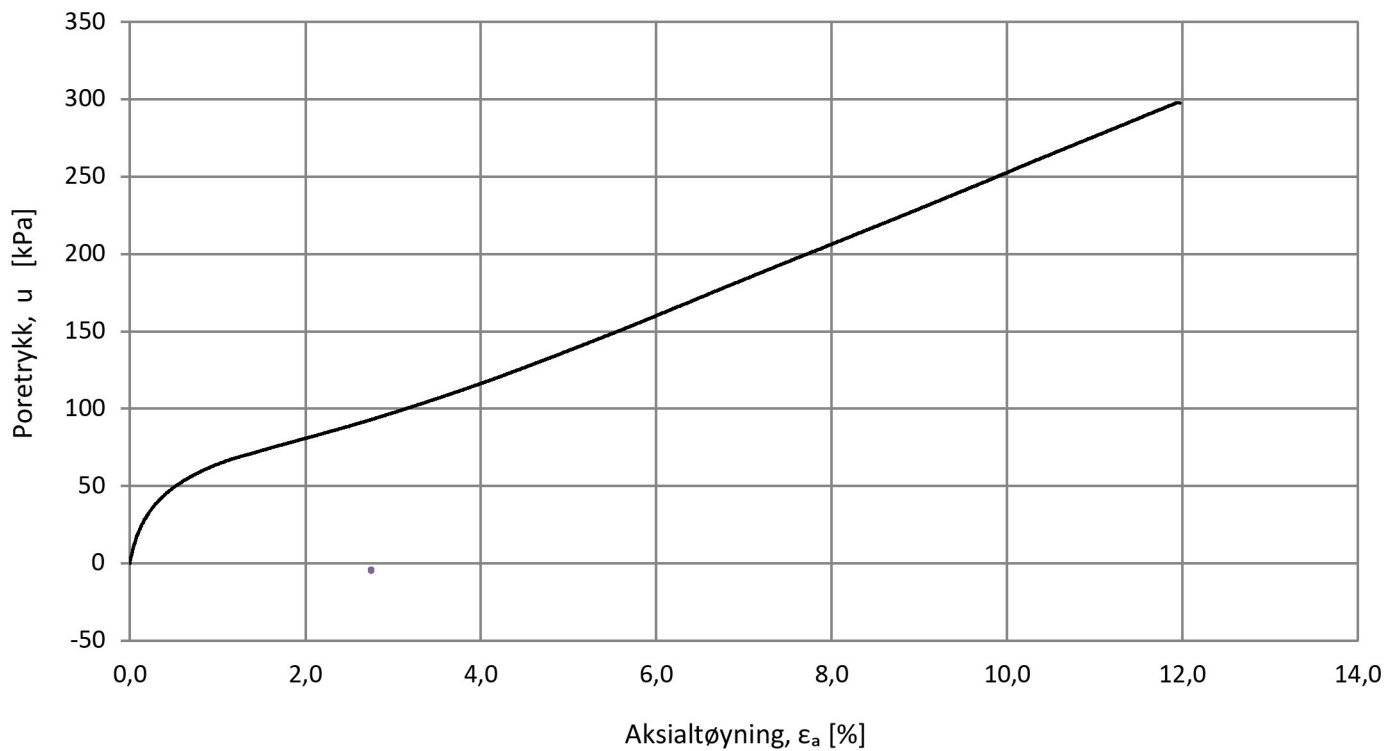
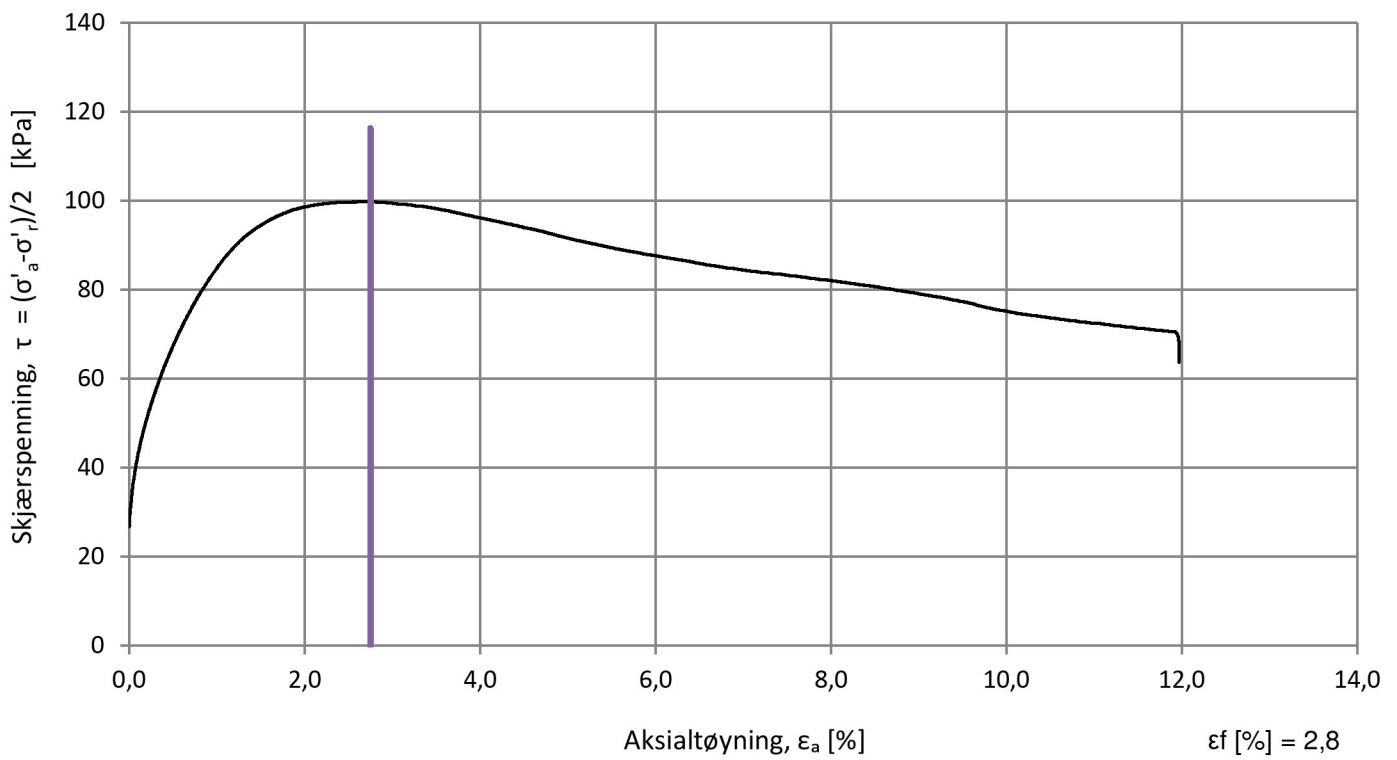



Kunde Eid Kommune			Norconsult 	
Oppdrag nr. 5145080 Nordfjordeid skole - Flerbrukshall			Type CAUc	Posisjon n11
Figur nr. A1-3 Konsolidering			Tyngdetetthet 19,4 [kN/m³]	Dybde 11,5 [m]
Spenningstilstand $\sigma'_{vo} = 155,1$ [kPa] $\sigma'_{ac} = 133,0$ [kPa] $\sigma'_{rc} = 133,0$ [kPa]		Styrkeparametere a = 10,0 [kPa] $\phi = 34$ [°] C _u = 84,0 [kPa]	Vanninnhold, w _i 23,3 [%]	Grunnvannstand 4,7 [m]
			Volumtøyning, ϵ_v 2,40 [%]	Tøyningshastighet 0,00 [%/time]
Utført MaBal	Kontrollert SiMVA	Godkjent MaBal	Rapport 5145080- RIG02	Dato 2015-01-28

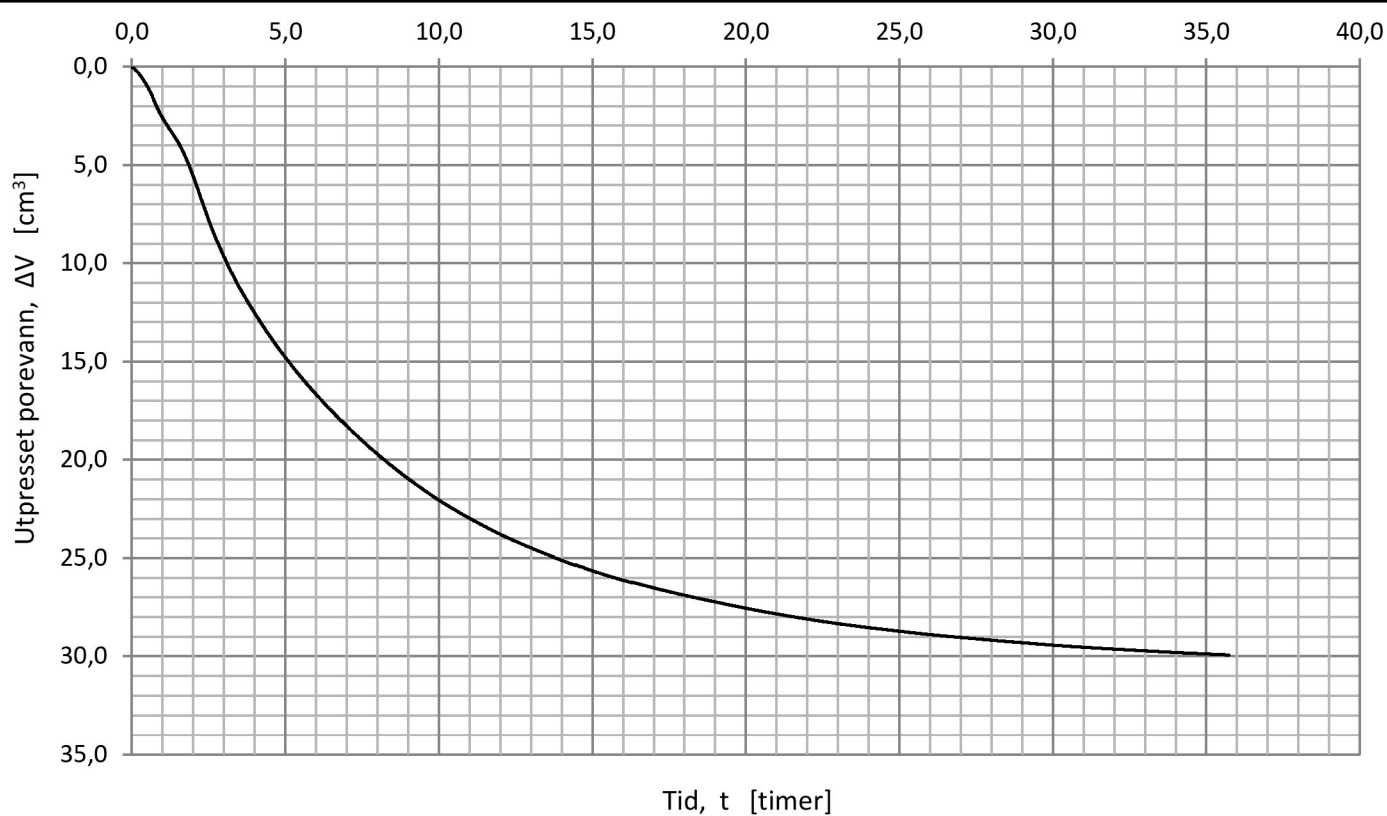
Tøyning, ϵ_a [%] = 0,5 1,0 1,5 2,0 4,0 6,0 8,0 10,0 - ϵ_f [%] = 2,8




Kunde		Eid kommune		Norconsult 	
Oppdrag nr. 5145080		Nordfjordeid skole- flerbrukshall		Type	CAUc
Figur nr. A2-1		Spenningssti i skjærfase (NTNU-plott)		Posisjon	n17
Spenningsstilstand		Styrkeparametere		Tyngdetetthet	18,9 [kN/m ³]
$\sigma'_{vo} = 128,5$ [kPa]		$a = 10,0$ [kPa]		Dybde	8,6 [m]
$\sigma'_{ac} = 136,0$ [kPa]		$\phi = 37,5$ [°]		Vanninnhold, w_i	36,0 [%]
$\sigma'_{rc} = 87,0$ [kPa]		$C_u = 100,0$ [kPa]		Grunnvannstand	4,7 [m]
Utført		Kontrollert	Godkjent	Volumtøyning, ϵ_v	13,07 [%]
MaBal	SiMVa	MaBal	MaBal	Tøyningshastighet	2,88 [%/time]
Rapport		Dato		2015-01-22	
5145080-RIG02					



Kunde				
Eid kommune				
Oppdrag nr. 5145080		Type		Posisjon
Nordfjordeid skole- flerbrukshall		CAUc		n17
Figur nr. A2-2		Tyngdetetthet		Dybde
Bruddutvikling i skjærfase		18,9 [kN/m ³]		8,6 [m]
Spenningsstilstand		Vanninnhold, w _i		Grunnvannstand
σ' _{vo} = 128,5 [kPa]		36,0 [%]		4,7 [m]
σ' _{ac} = 136,0 [kPa]		Volumtøyning, ε _v		Tøyningshastighet
σ' _{rc} = 87,0 [kPa]		13,07 [%]		2,88 [%/time]
Utført	Kontrollert	Godkjent	Rapport	Dato
MaBal	SiMVa	MaBal	5145080-RIG02	2015-01-22



Kunde Eid kommune			Norconsult 	
Oppdrag nr. 5145080 Nordfjordeid skole- flerbrukshall			Type CAUc	Posisjon n17
Figur nr. A2-3 Konsolidering			Tyngdetetthet 18,9 [kN/m³]	Dybde 8,6 [m]
Spenningsstilstand $\sigma'_{vo} = 128,5$ [kPa] $\sigma'_{ac} = 136,0$ [kPa] $\sigma'_{rc} = 87,0$ [kPa]		Styrkeparametere $a = 10,0$ [kPa] $\phi = 37,5$ [°] $C_u = 100,0$ [kPa]	Vanninnhold, w_i 36,0 [%]	Grunnvannstand 4,7 [m]
			Volumtøyning, ϵ_v 13,07 [%]	Tøyningshastighet 2,88 [%/time]
Utført MaBal	Kontrollert SiMVa	Godkjent MaBal	Rapport 5145080-RIG02	Dato 2015-01-22

VEDLEGG B

FIGURER	Side
Figur 1 Ødometerforsøk (CRS) på prøve fra 11,5 m dybde i Posisjon 11	2

Prosjekt 5145080 Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Vanninnhold 23,3 [%]
Pos. nr. N11 Tyngdetetthet 18,6 [kN/m³]

Ødometerforsøk - CRS

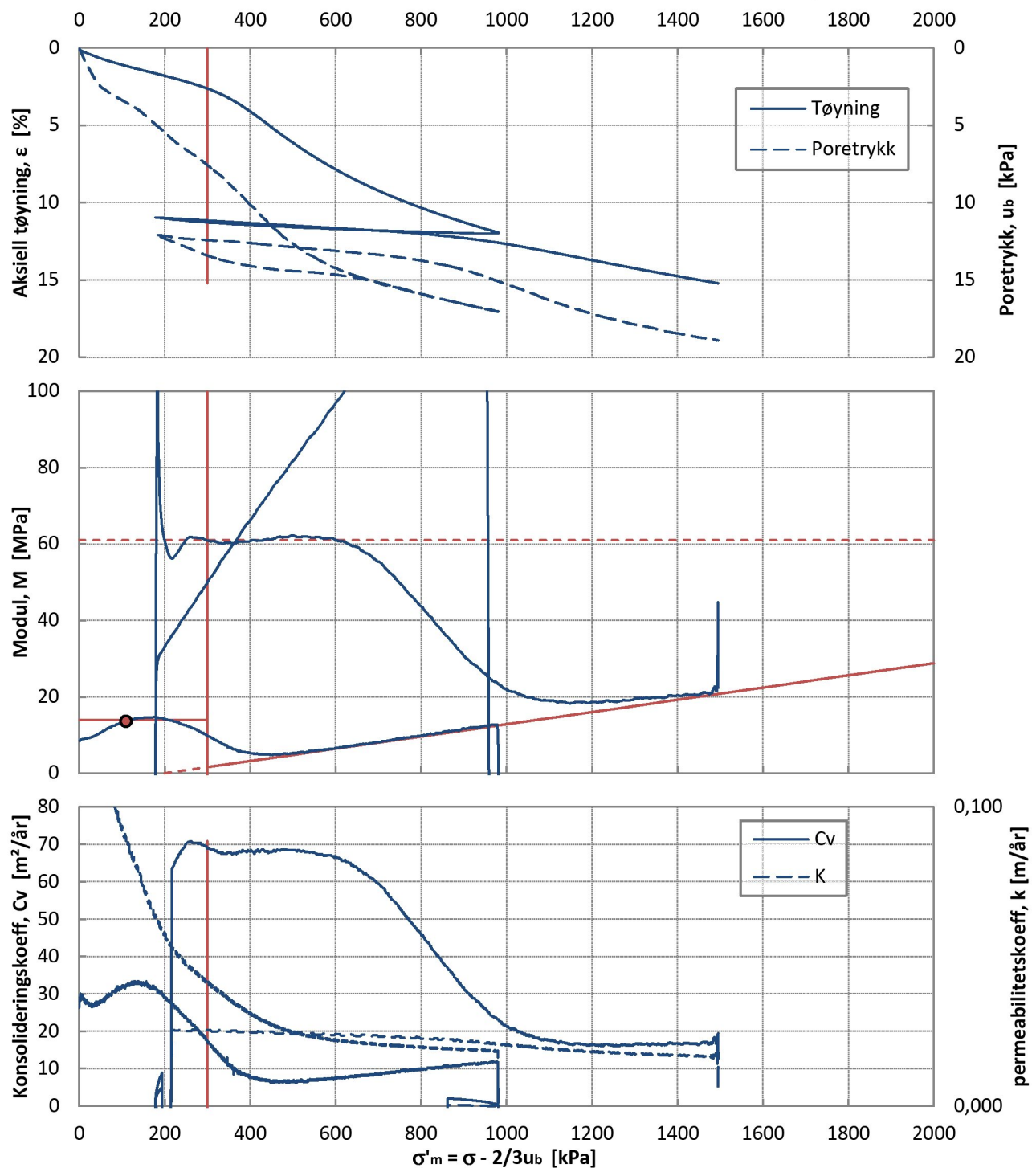
Tøyningshastighet 1,49 [%/time]
 Prøvetakingsdato 13.10.2014
 Forsøksdato 23.10.2014

Prøvekvalitet

SVV V220 (2010)
 Fig 2.20 1 - Godt forsøk
 Fig 2.21 1 - Meget god
NGF Melding nr.11 (2013)
 Tabell 6 1-veldig god-utme
 OCR i området 2 - 4
 ρ_s (antatt) 2,75

Spenningsmodulparametere

σ_0' 110 [kPa]
 σ_c' 300 [kPa]
 M_{OC} 14 [Mpa]
 m 16 [-]
 σ_r' 200 [kPa]
 a 0 [-]
 σ_a 100 [kPa]
 $M_{rebelastning}$ 61 [Mpa]

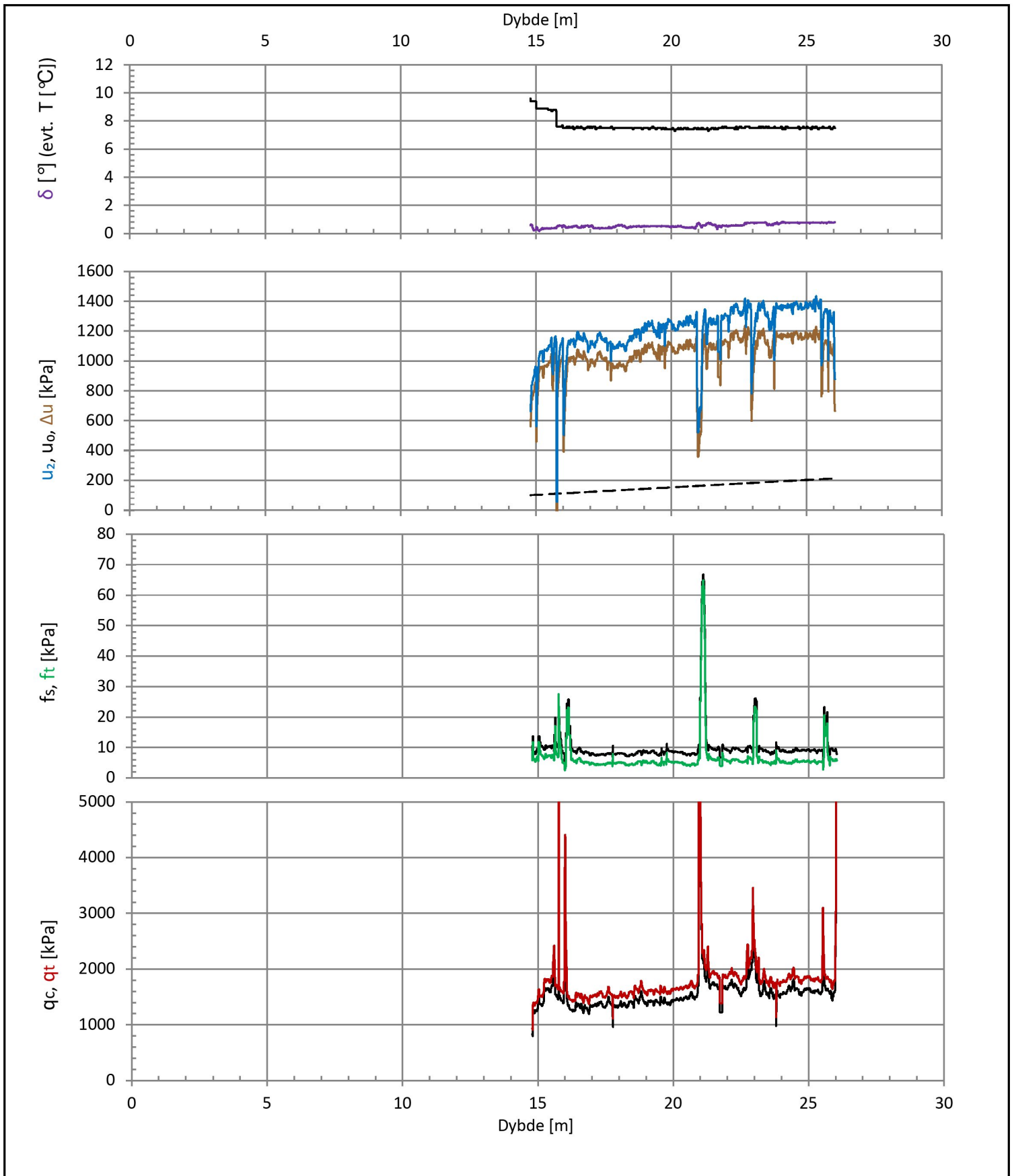



VEDLEGG C1-C2

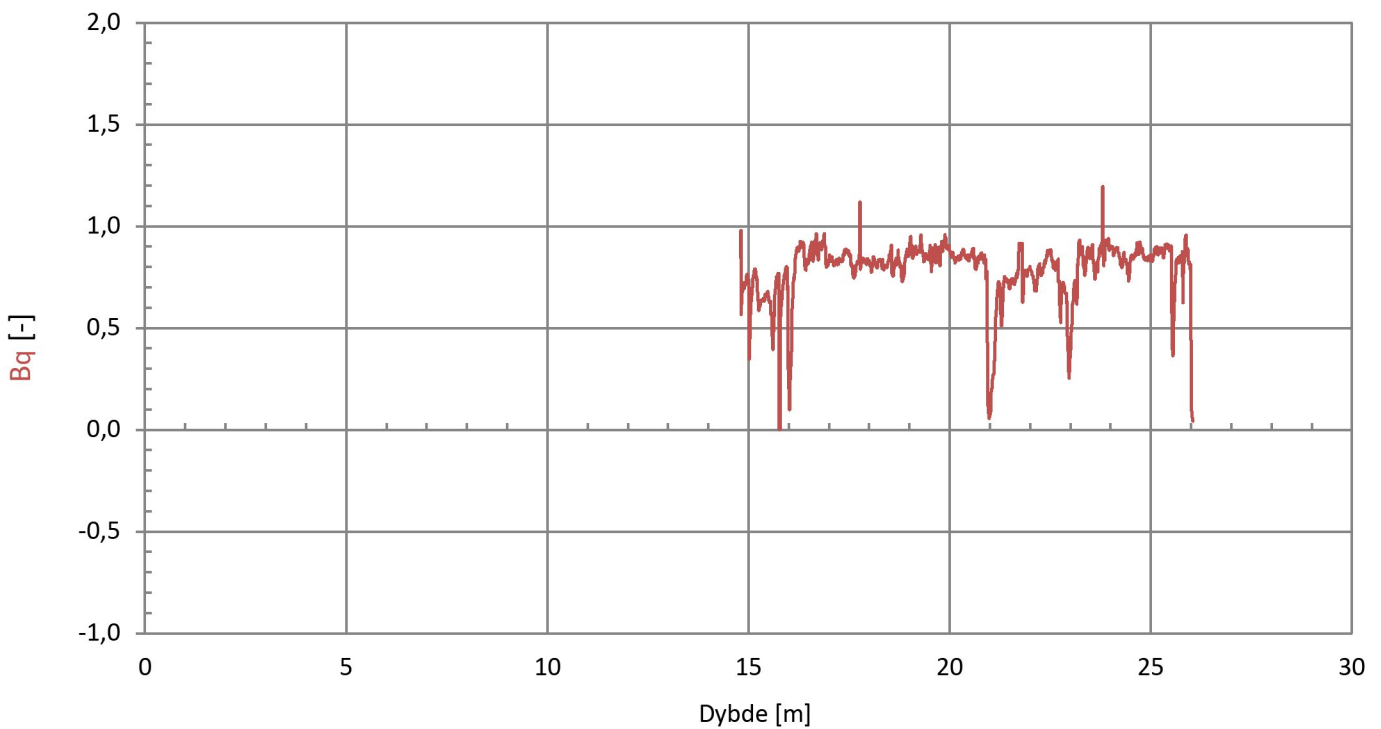
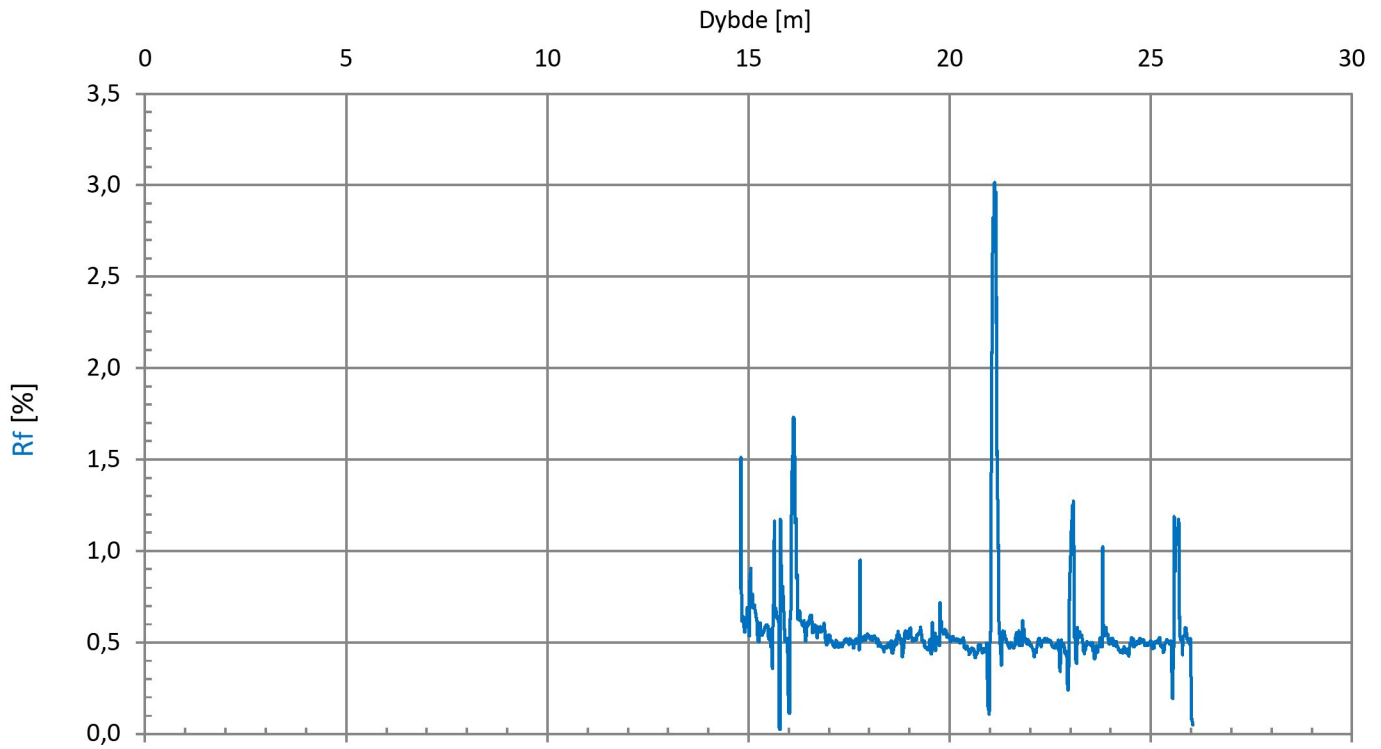
Trykksonderinger med tolkning av fasthetsparameter


FIGURER	Side
Figur C1 – 1 Dokumentasjon måledata for CPTU i Posisjon 9.....	2
Figur C1 – 2 Spissmotstand ($q_c(q_t)$, sidefriksjon f_s/ft) samt pore- og vanntrykk (u_2/u_0) i Posisjon 9...3	3
Figur C1 – 3 Poretrykksforhold (B_q), friksjonsforhold (R_f) i Posisjon 9.....	4
Figur C1 – 4 Jordklassifisering etter Robertson (1990) fra CPTU i Posisjon 9.....	5
Figur C1 – 5 Tolket aktiv udrenert skjørfasthet (C_{uc}) fra CPTU i Posisjon 9.....	6
Figur C1 – 6 Tolket aktiv udrenert skjørfasthet (C_{uc}) fra CPTU i Posisjon 9.....	7
Figur C2 – 1 Dokumentasjon måledata for CPTU i Posisjon 11.....	8
Figur C1 – 2 Spissmotstand ($q_c(q_t)$, sidefriksjon f_s/ft) samt pore- og vanntrykk (u_2/u_0) i Posisjon 11..9	9
Figur C1 – 3 Poretrykksforhold (B_q), friksjonsforhold (R_f) i Posisjon 11.....	10
Figur C2 – 4 Jordartklassifisering etter Robertson (1990) fra CPTU i Posisjon 11.....	11
Figur C2 – 5 Tolket aktiv udrenert skjørfasthet (C_{uc}) fra CPTU i Posisjon 11.....	12
Figur C2 – 6 Tolket friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a) – NTNU metoden, i Posisjon 11.....	13

Dokumentasjon Måledata						
Sonde nr:	4498		Oppløsning	18-bit		
Sondedata						
Kalibreringsdato:	06.24.2014		Utførende:	Geotech AB		
Egenskaper fra kalibreringsark	Spissmotstand		Sidefriksjon	Poretrykk		
Maksimalspenning [MPa]:	50,0		0,5	2,0		
Spenningsområde [MPa]:	50,0		0,5	2,0		
Scaling factor [-]:	1599		3727	3553		
Oppløysing 12-bit:	0,00		0,00	0,00		
Oppløysing 18-bit:	0,4771		0,0102	0,0215		
Arealforhold	0,843		0,000	-		
Maks ubelastet temp. effekt [kPa]:	16,6985		0,2040	1,1825		
Temperaturområde [°C]:	0-40		0-40	0-40		
Sondering - generelt						
Posisjon	9		Dato:	21.10.2014		
Boreleder	Werner Dahl		Assistent	Knut Dahl		
Filtertype			Metningsmedium			
Forankret	Nei		Lufttemperatur [°C]			
Maksimal helning [Deg]:	0,83		Min temp [°C]:	7,3		
Avstand mellom målinger [m]:	0,01		Max temp [°C]:	9,4		
Merknader:						
Sondering - måledata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon	Poretrykk		
Maksimal temperatureffekt	1		0	0		
Maksverdi [kPa]:	81633		67	1435		
Nullpunktsavlesning	NA (q)		NB (f)	NC (u)		
Før sondering [kPa]:	6		128	254		
Endret etter sondering [kPa]:	-14		0	-2		
Avvik [kPa]:	-14		0	-2		
Nøyaktighetsvurdering						
Målestørrelse	Spissmotstand		Sidefriksjon	Poretrykk		
	[kPa]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[%]
Samlet nøyaktighet:	15,75	0,0	0,12	0,2	1,88	0,1
Tillatt minimumsnøyaktighet						
Klasse 1:	35	5	5	10	10	2
Klasse 2:	100	5	15	15	25	3
Klasse 3:	200	5	25	15	50	5
Klasse - vertikaler:	1	1	1	1	1	1
Klasse - avstand mellom målinger	1					
Anvendelsesklasse - trykksondering						
Anvendelsesklasse CPTU:	1					
Oppdragsinformasjon						
Kunde	Eid kommune			Oppdrag	5145080	
	Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Nordfjordeid skole - flerbrukshall		
				Geoteknisk rapport		
				Rapport	5145080- RIG02	
Posisjon	9			Dato	2015-01-09	
Utført	MaBal			Kontrollert	SiMVA	

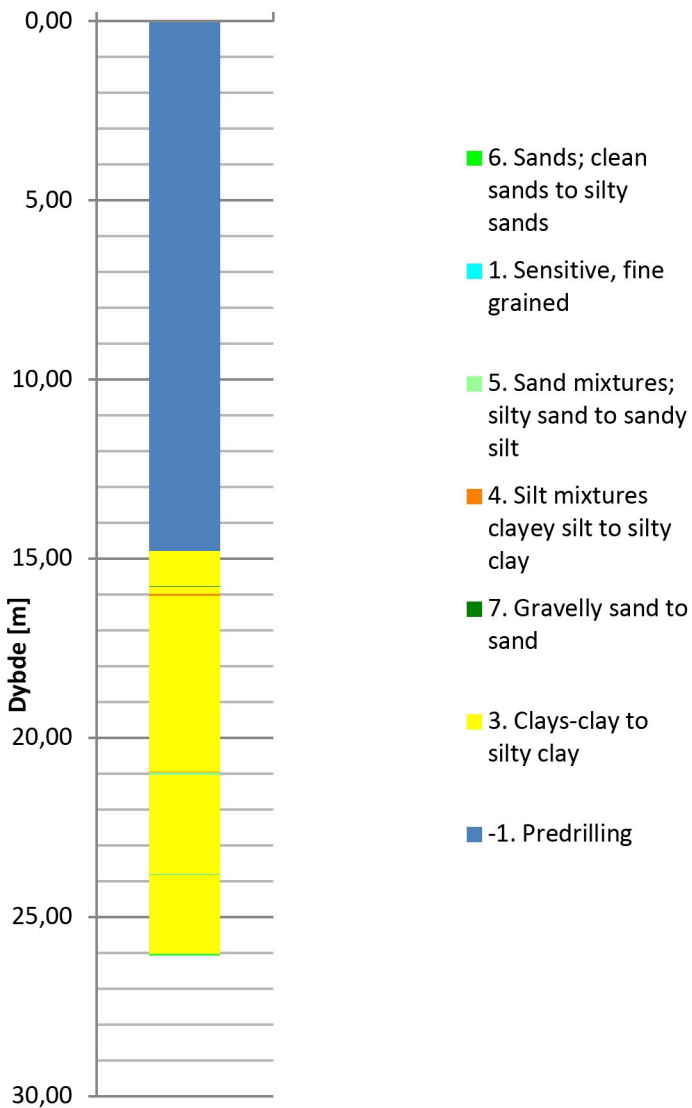


Kunde Eid kommune		Norconsult 	
Oppdrag Nordfjardeid skole - flerbrukshall Geoteknisk rapport		5145080	Vedlegg C1
Beskrivelse Spissmotstand (q_c/q_t), sidefriksjon (f_s/f_t) samt pore- og vanntrykk (u_2/u_0)		Dato 2015-01-09	Posisjon 9
Utført MaBal	Kontrollert SiMva	Godkjent MaBal	Rapport 5145080- RIG02
		Revisjon Figur C1-2	

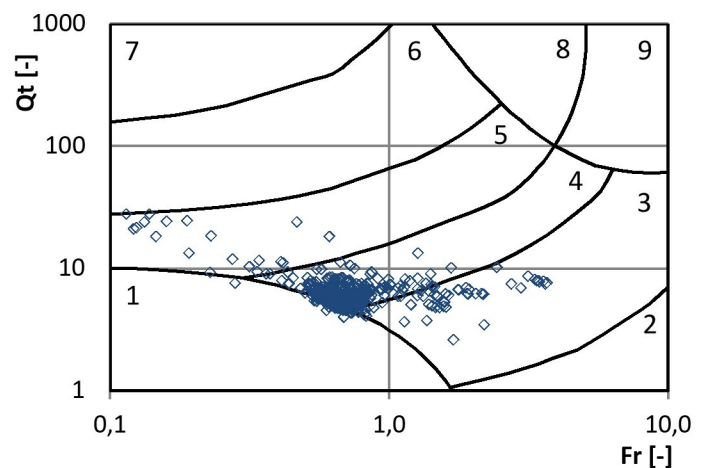
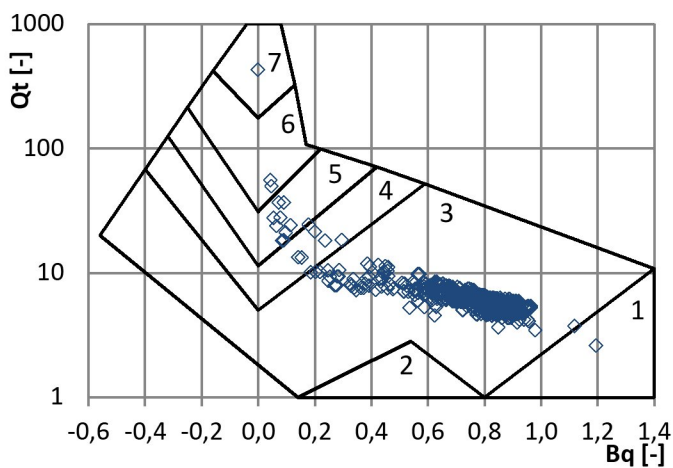
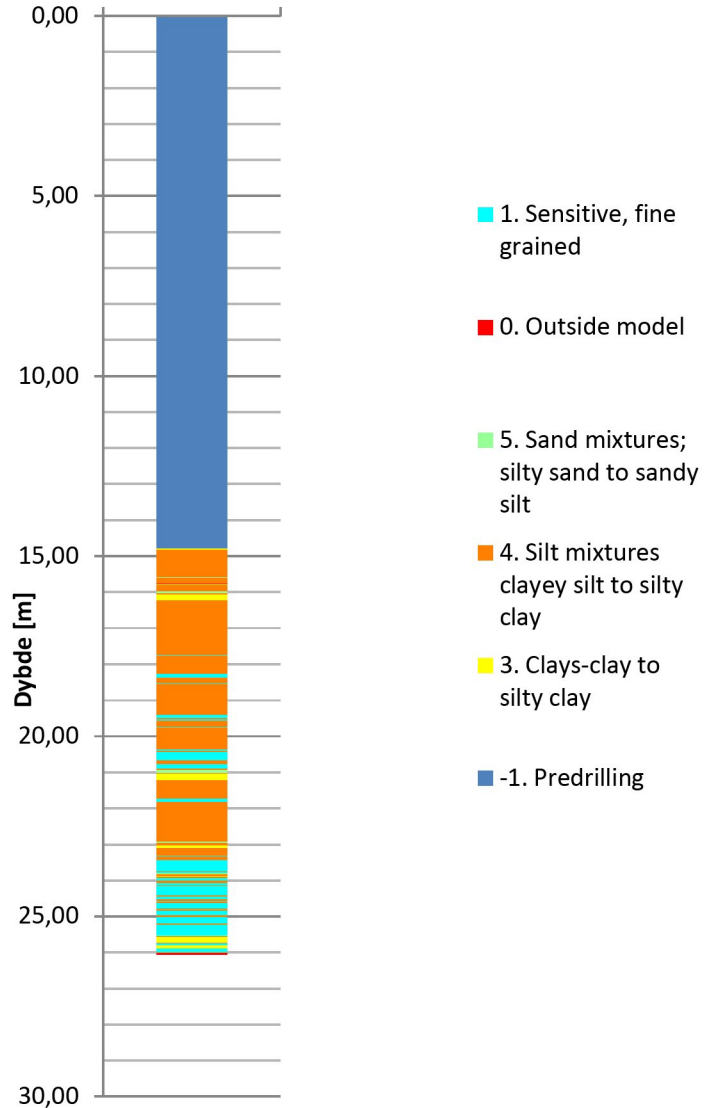



Kunde Eid kommune			Norconsult 	
Oppdrag Nordfjardeid skole - flerbrukshall Geoteknisk rapport		5145080	Vedlegg C1	Posisjon 9
Beskrivelse Poretrykksforhold (Bq), friksjonsforhold (Rf)			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMva	Godkjent MaBal	Rapport 5145080- RIG02	Figur C1-3

Robertson 1990 basert på Bq

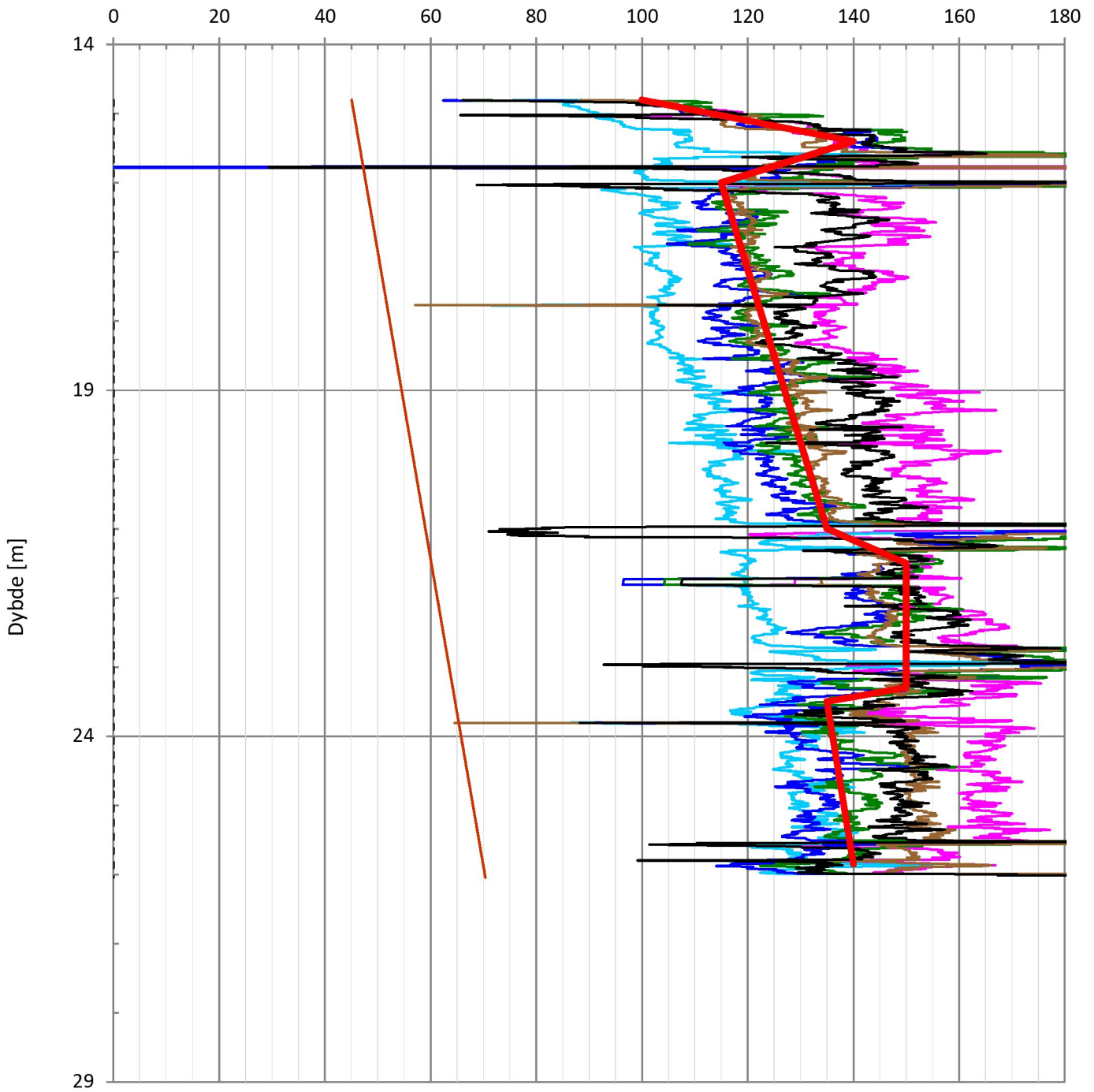


Robertson 1990 basert på Fr



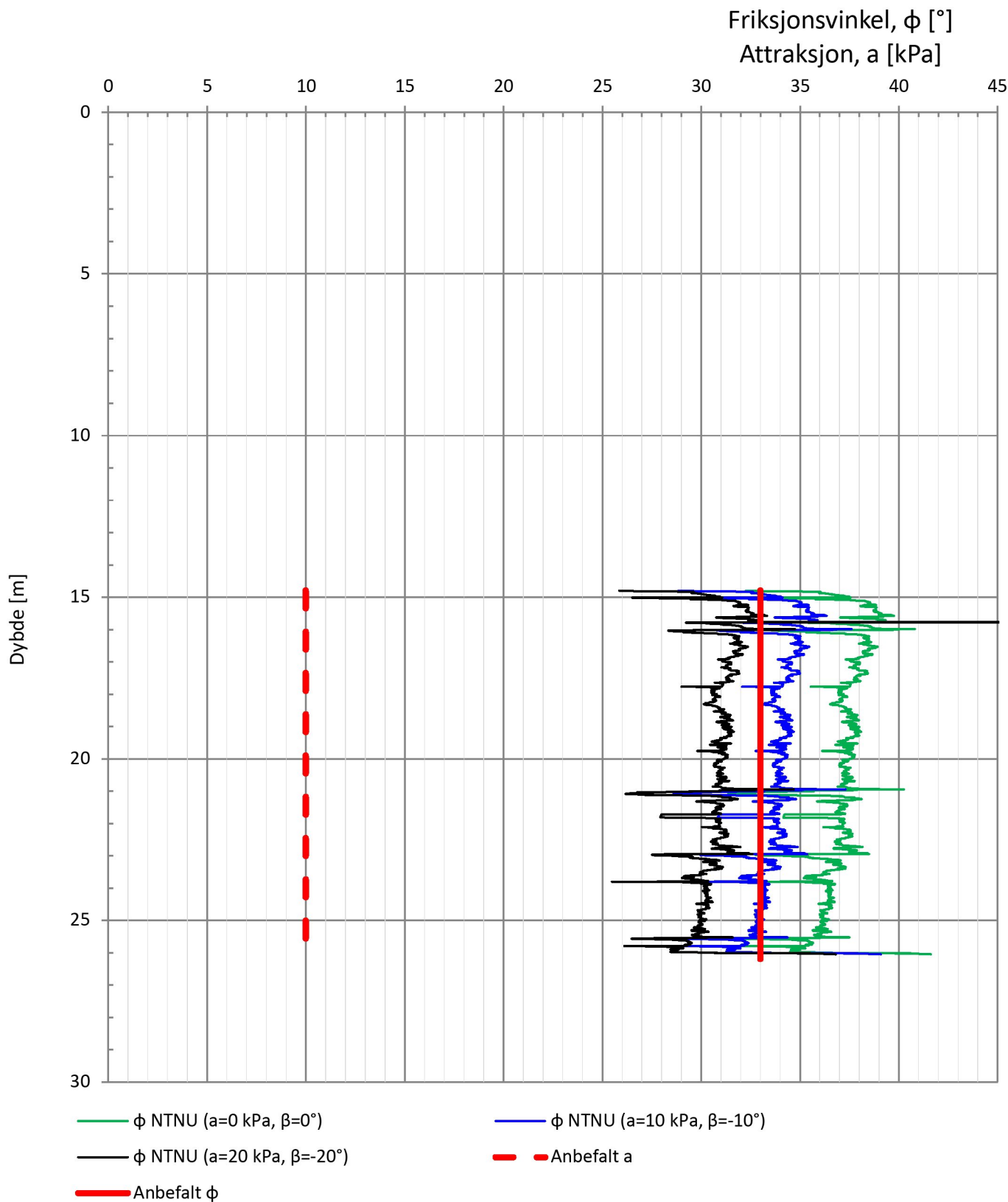
Kunde Eid kommune			Norconsult 	
Oppdrag Nordfjardeid skole - flerbrukshall Geoteknisk rapport			Vedlegg C1	Posisjon 9
Beskrivelse Jordartsklassifisering etter Robertson (1990)			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMva	Godkjent MaBal	Rapport 5145080- RIG02	Figur C1-4


Aktiv udrenert skjærfasthet $C_{u\text{CPTu}}$ [kPa]



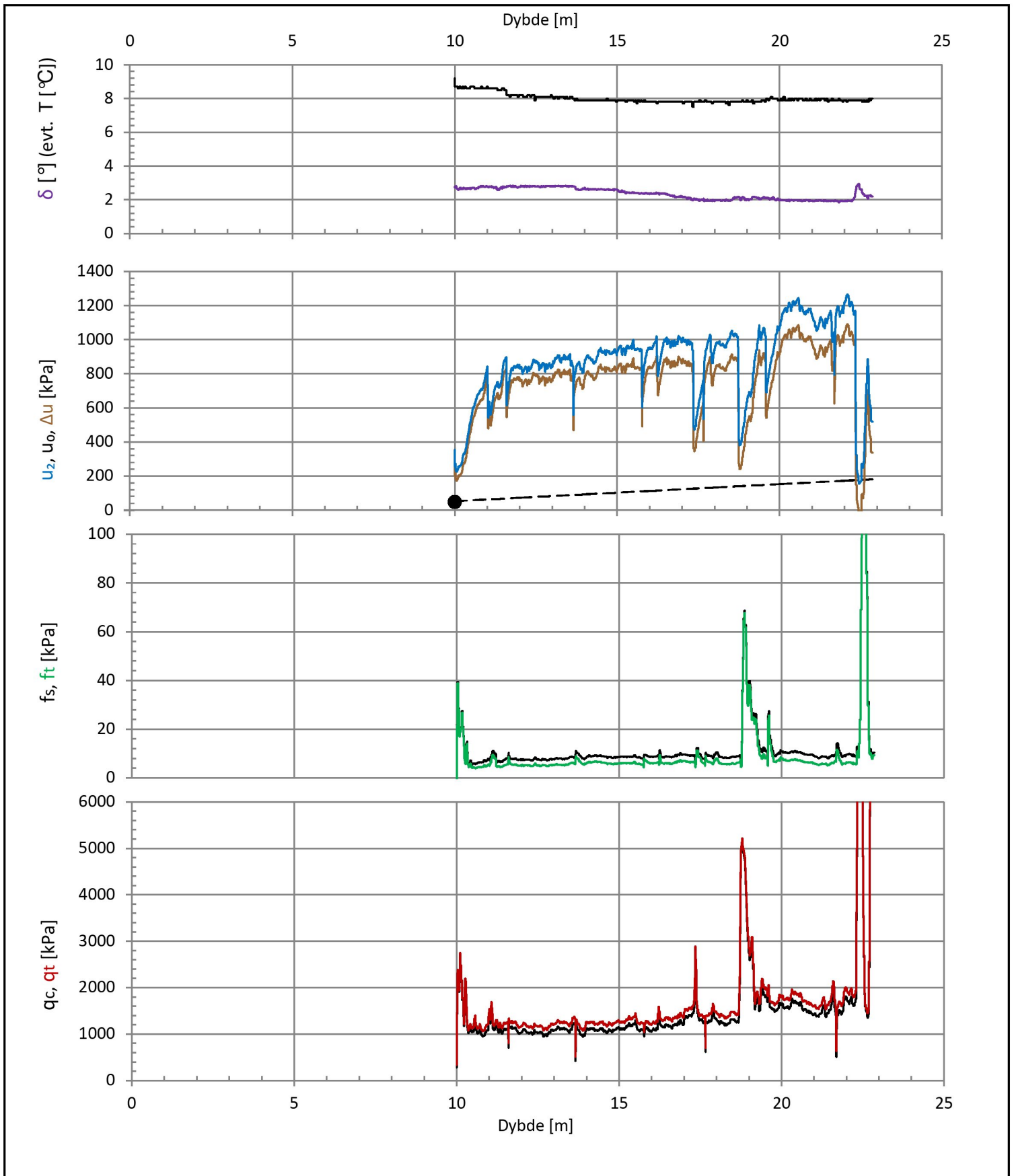
- Nkt var. - Lunne et al (1997)
- Nke var. - Lunne et al (1997)
- $N\Delta u$ var. - Lunne et al (1997)
- Nkt OCR3 - Karlsrud et al (2005)
- Nke OCR3 - Karlsrud et al (2005)
- $N\Delta u$ OCR3 - Karlsrud et al (2005)
- - - SHANSEP - inaktiv
- NC-linje: $0,25 * p_0'$
- Anbefalt


Kunde Eid kommune			Norconsult	
Oppdrag Nordfjordeid skole - flerbrukshall Geoteknisk rapport			Vedlegg C1	Posisjon 9
Beskrivelse Tolket aktivt udrenert skjærfasthet (c_uC) fra CPTu			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMva	Godkjent MaBal	Rapport 5145080- RIG02	Figur C1-5

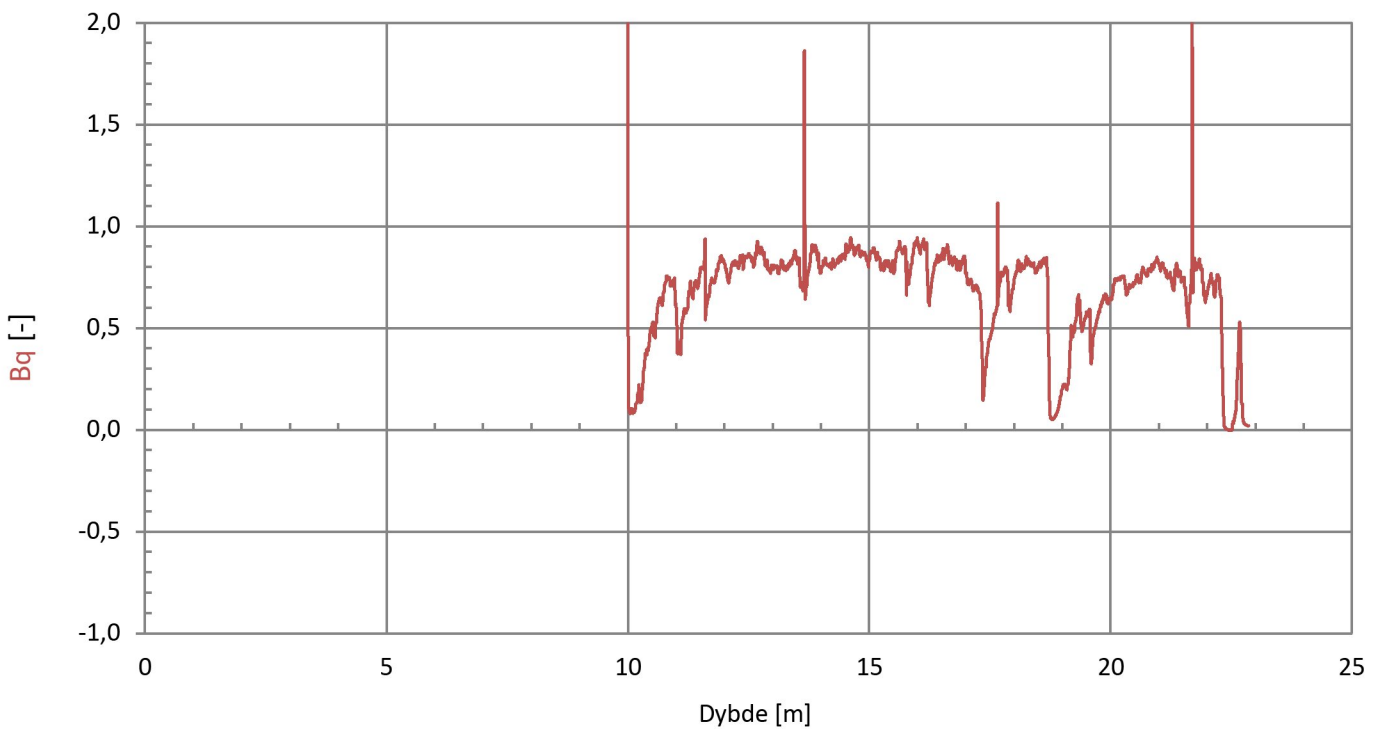
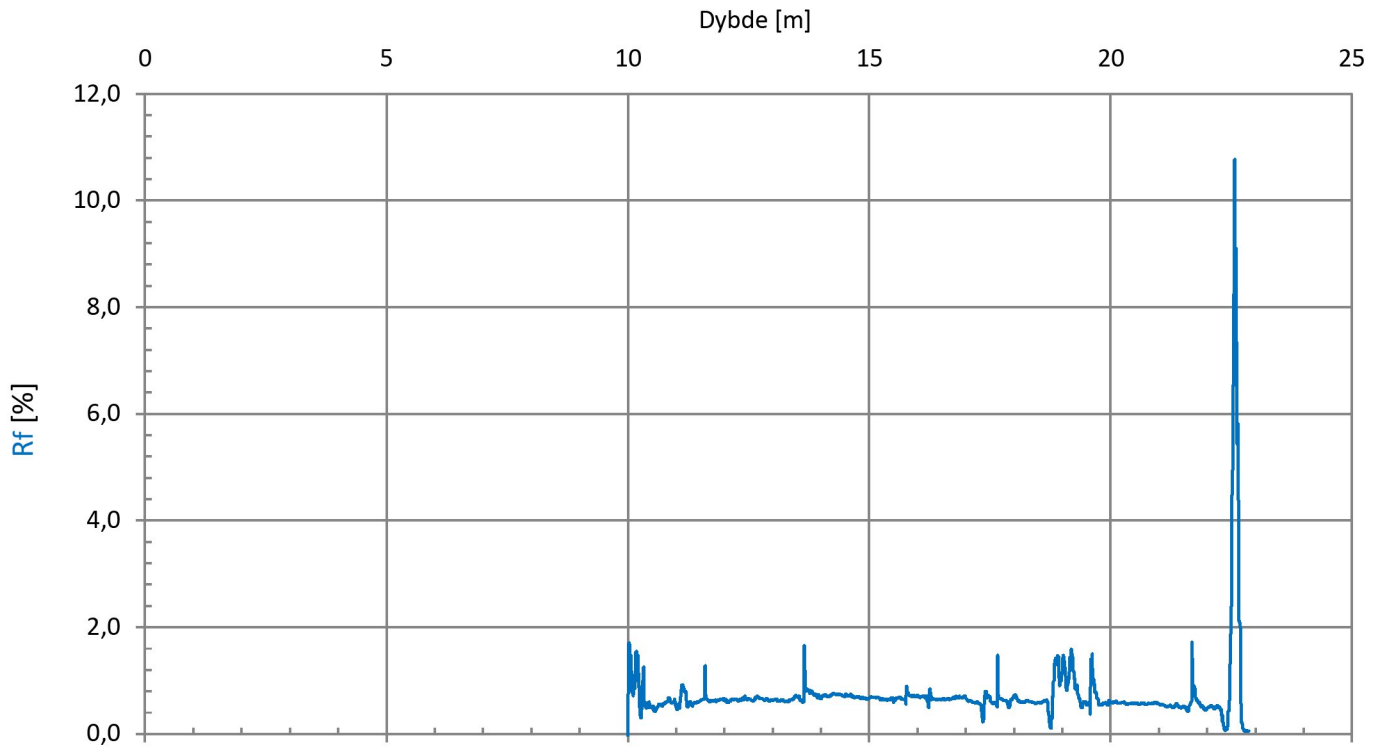



Kunde Eid kommune			Norconsult 	
Oppdrag Nordfjardeid skole - flerbrukshall Geoteknisk rapport		5145080	Vedlegg C1	Posisjon 9
Beskrivelse Tolket friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a) - NTNU metoden			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMVa	Godkjent MaBal	Rapport 5145080- RIG02	Figur C1-6

Dokumentasjon Måledata						
Sonde nr:	4498		Oppløsning	18-bit		
Sondedata						
Kalibreringsdato:	06.24.2014		Utførende:	Geotech AB		
Egenskaper fra kalibreringsark	Spissmotstand		Sidefriksjon	Poretrykk		
Maksimalspenning [MPa]:	50,0		0,5	2,0		
Spenningsområde [MPa]:	50,0		0,5	2,0		
Scaling factor [-]:	1599		3727	3553		
Oppløysing 12-bit:	0,00		0,00	0,00		
Oppløysing 18-bit:	0,4771		0,0102	0,0215		
Arealforhold	0,843		0,000	-		
Maks ubelastet temp. effekt [kPa]:	16,6985		0,2040	1,1825		
Temperaturområde [°C]:	0-40		0-40	0-40		
Sondering - generelt						
Posisjon	n11		Dato:	16.10.2014		
Boreleder	Kristian Ove Bakke		Assistent	Øystein Grøvehagen		
Filtertype			Metningsmedium			
Forankret	Nei		Lufttemperatur [°C]			
Maksimal helning [Deg]:	2,93		Min temp [°C]:	7,5		
Avstand mellom målinger [m]:	0,01		Max temp [°C]:	8,7		
Merknader:						
Sondering - måledata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon	Poretrykk		
Maksimal temperatureffekt	1		0	0		
Maksverdi [kPa]:	18096		176	1265		
Nullpunktsavlesning	NA (q)		NB (f)	NC (u)		
Før sondering [kPa]:	6		126	256		
Endret etter sondering [kPa]:	5		0	0		
Avvik [kPa]:	5		0	0		
Nøyaktighetsvurdering						
Målestørrelse	Spissmotstand		Sidefriksjon	Poretrykk		
	[kPa]	[%]	[kPa]	[%]	[kPa]	[%]
Samlet nøyaktighet:	5,68	0,0	0,42	0,2	0,16	0,0
Tillatt minimumsnøyaktighet						
Klasse 1:	35	5	5	10	10	2
Klasse 2:	100	5	15	15	25	3
Klasse 3:	200	5	25	15	50	5
Klasse - vertikaler:	1	1	1	1	1	1
Klasse - avstand mellom målinger	1					
Anvendelsesklasse - trykksondering						
Anvendelsesklasse CPTU:	1					
Oppdragsinformasjon						
Kunde	Eid kommune			Oppdrag	5145080	
	Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet			Nordfjordeid skole - Flerbrukshall		
				Geoteknisk rapport		
				Rapport	5145080 - RIG02	
Posisjon	n11		Dato	2015-01-09		
Utført	MaBal		Kontrollert	SiMVA		

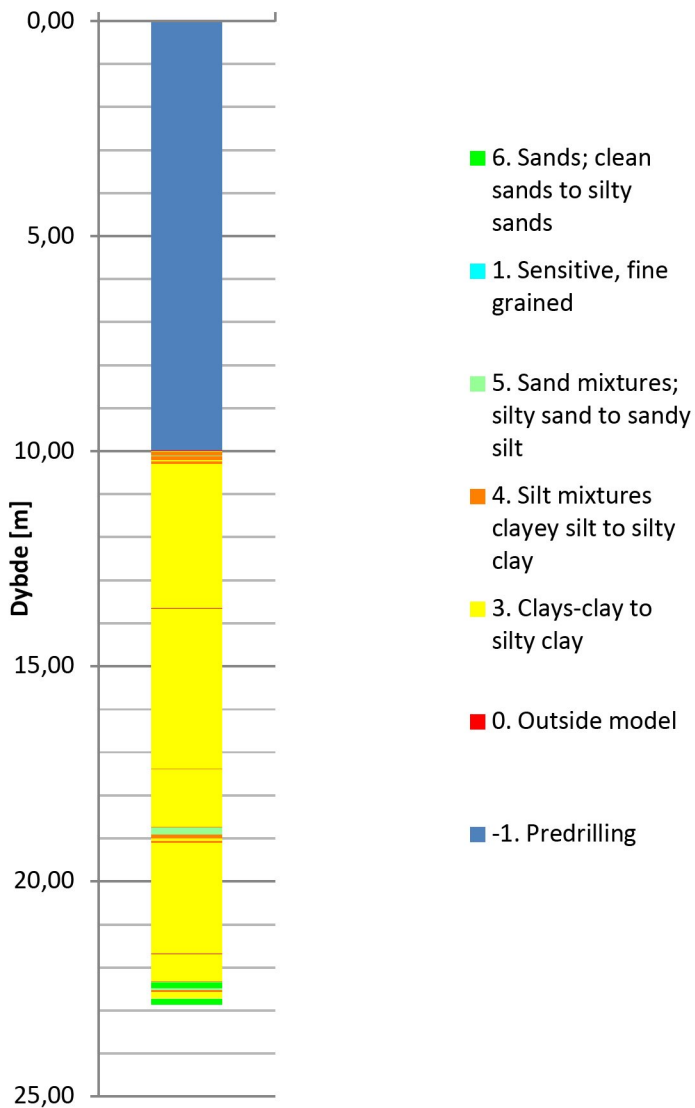


Kunde Eid kommune			Norconsult 	
Oppdrag Nordfjardeid skole - Flerbrukshall Geoteknisk rapport		5145080	Vedlegg C2	Posisjon n11
Beskrivelse Spissmotstand (qc/qt), sidefriksjon (fs/ft) samt pore- og vanntrykk (u ₂ /u ₀)			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMva	Godkjent	Rapport 5145080 - RIG02	Figur C2-2

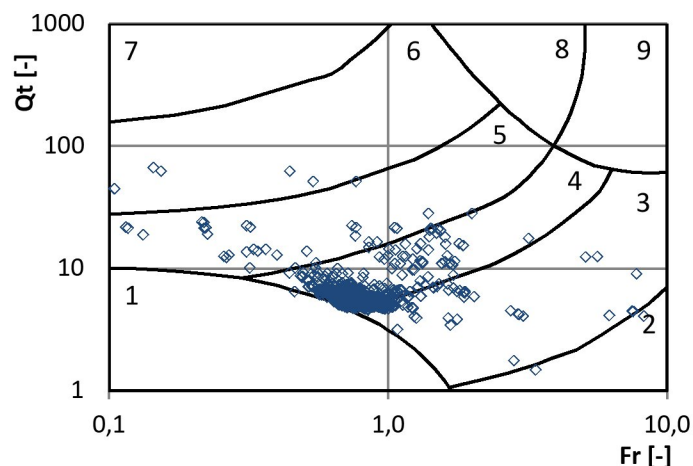
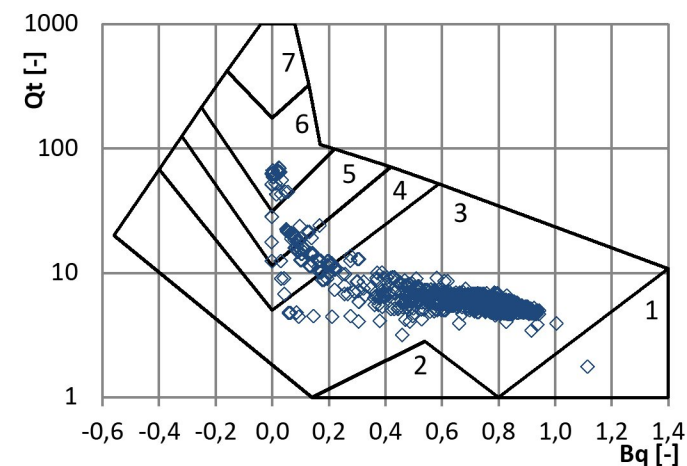
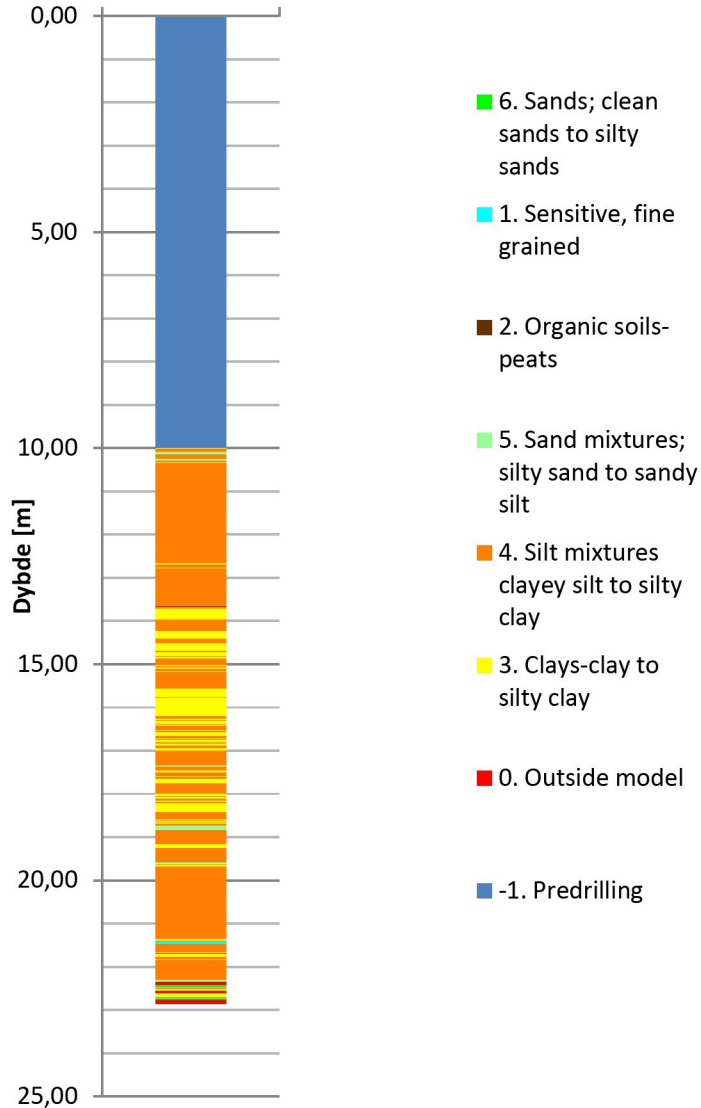



Kunde Eid kommune			Norconsult 	
Oppdrag Nordfjardeid skole - Flerbrukshall Geoteknisk rapport		5145080	Vedlegg C2	Posisjon n11
Beskrivelse Poretrykksforhold (Bq), friksjonsforhold (Rf)			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMVA	Godkjent	Rapport 5145080 - RIG02	Figur C2-3

Robertson 1990 basert på Bq



Robertson 1990 basert på Fr



Kunde Eid kommune			Norconsult 	
Oppdrag Nordfjardeid skole - Flerbrukshall Geoteknisk rapport			Vedlegg C2	Posisjon n11
Beskrivelse Jordartsklassifisering etter Robertson (1990)			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMVa	Godkjent	Rapport 5145080 - RIG02	Figur C2-4

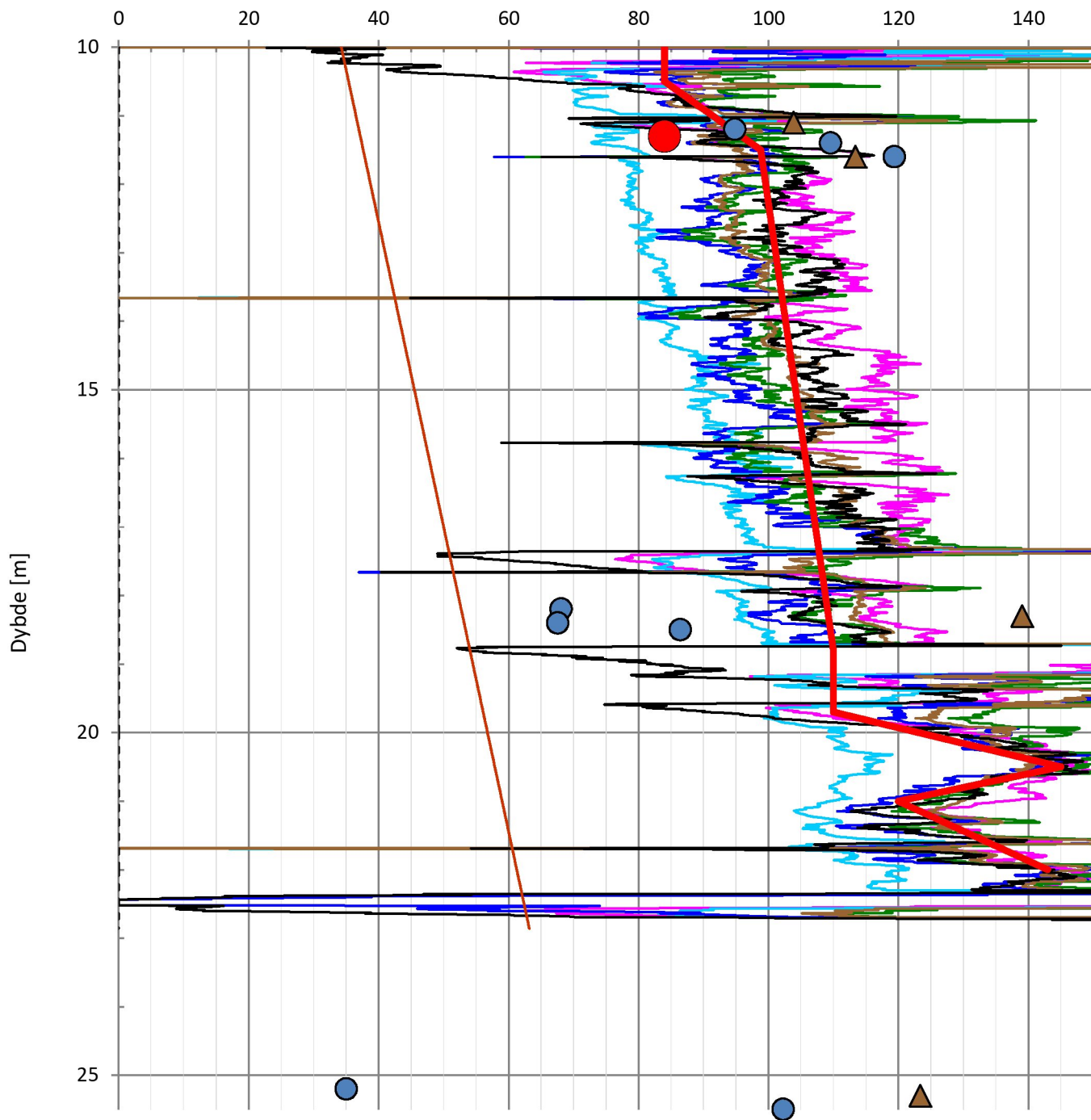
AD forhold i figur:

Treaks Pos. n11: $Cu_c/Cu_{cptu} = 1,000$

Enaks Pos. n11: $Cu_{uc}/Cu_{cptu} = 0,600$

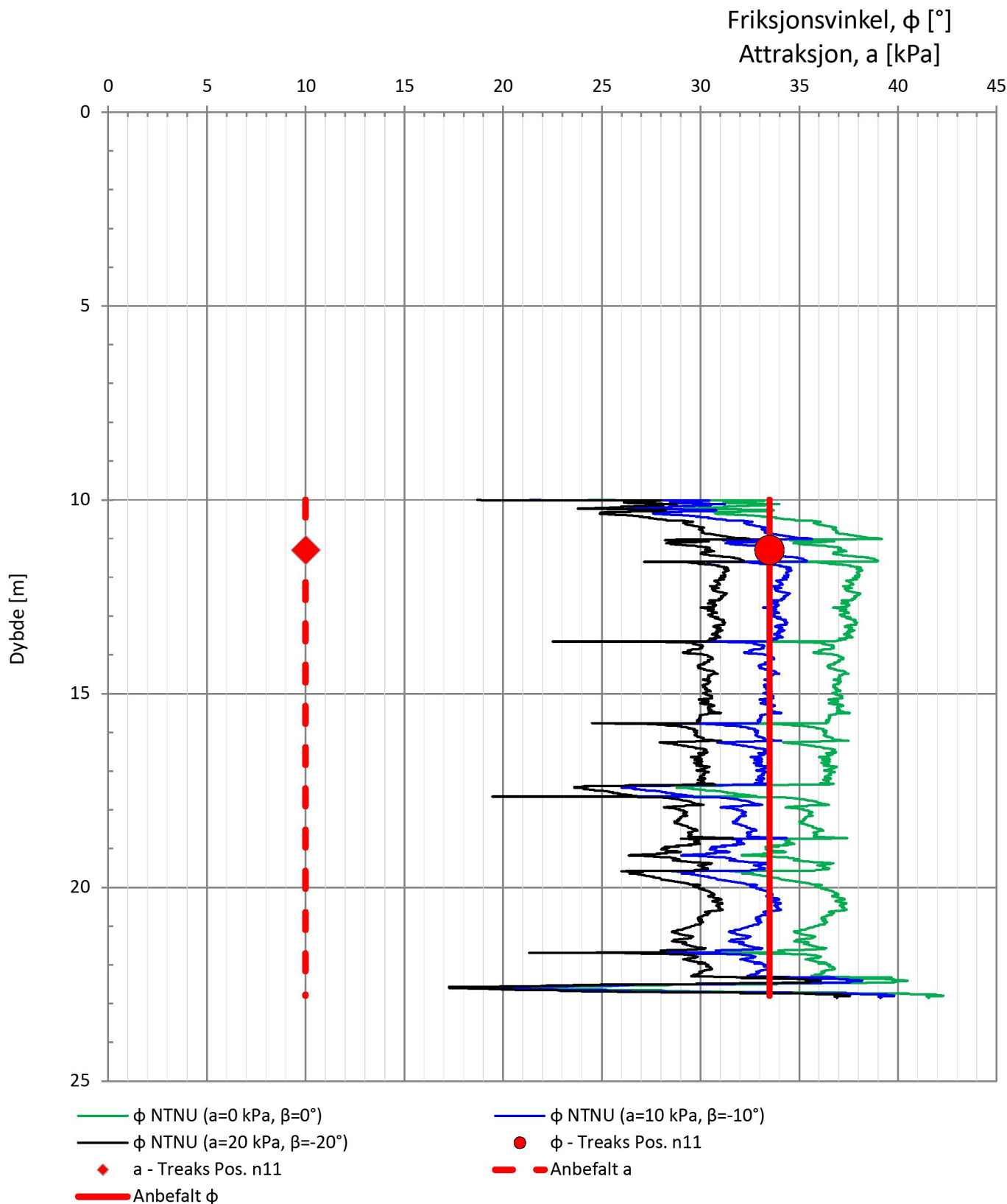
Konus Pos. n11: $Cu_{fc}/Cu_{cptu} = 0,600$

Aktiv udrenert skjærfasthet Cu_{cptu} [kPa]



- Nkt var. - Lunne et al (1997)
- Nke var. - Lunne et al (1997)
- NΔu var. - Lunne et al (1997)
- Nkt OCR3 - Karlsrud et al (2005)
- NΔu OCR3 - Karlsrud et al (2005)
- - - SHANSEP - inaktiv
- NC-linje: $0,25 * p_0'$
- Treaks Pos. n11
- Enaks Pos. n11
- ▲ Konus Pos. n11

Kunde Eid kommune			Norconsult	
Oppdrag Nordfjardeid skole - Flerbrukshall Geoteknisk rapport		5145080	Vedlegg C2	Posisjon n11
Beskrivelse Tolket aktivt udrenert skjærfasthet (cu_c) fra CPTu			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMVa	Godkjent	Rapport 5145080 - RIG02	Figur C2-5



Kunde Eid kommune			Norconsult	
Oppdrag Nordfjardeid skole - Flørbrukshall Geoteknisk rapport		5145080	Vedlegg C2	Posisjon n11
Beskrivelse Tolket friksjonsvinkel (ϕ) og attraksjon (a) - NTNU metoden			Dato 2015-01-09	Revisjon
Utført MaBal	Kontrollert SiMVa	Godkjent	Rapport 5145080 - RIG02	Figur C2-6

Udrenert skjærfasthet

Aktiv udrenert skjærfasthet (c_{uc}) er tolket etter metoder beskrevet i Ref. 1 og Ref. 2

Tolkning av N-faktorer etter Ref. 1 – Metode 1

N-faktorer er beregnet på følgende måte

N-faktorer der $s_t > 15$		N-faktorer der $s_t \leq 15$	
N_{kt}	$= 8,5 + 2,5 \cdot \log(\text{OCR})$	N_{kt}	$= 7,8 + 2,5 \cdot \log(\text{OCR}) + 0,082 \cdot I_p$
N_{ke}	$= 12,5 - 11,0 \cdot B_q (\geq 2,0)$	N_{ke}	$= 11,5 - 9,05 \cdot B_q (\geq 2,0)$
$N_{\Delta u}$	$= 9,8 - 4,5 \cdot \log(\text{OCR})$	$N_{\Delta u}$	$= 6,9 - 4,0 \cdot \log(\text{OCR}) + 0,07 \cdot I_p$

Plastisitetsindeksen (I_p) inngår i prosent (%).

OCR kan estimeres med tre korrelasjonsvarianter, de er definert på følgende måte.

OCR der $s_t > 15$		OCR der $s_t \leq 15$	
OCR1	$= 10^{((1.15 - B_q) / 0.67)}$	OCR1	$= 10^{((0.88 - B_q) / 0.51)}$
OCR2	$= 10^{(((\Delta u / \sigma'_{v0}) - 2.5) / 6)}$	OCR2	$= 10^{(((\Delta u / \sigma'_{v0}) - 2.4) / 4)}$
OCR3	$= (Q_t / 2)^{1.11}$	OCR3	$= (Q_t / 3)^{1.20}$

Vi har lagt inn mulighet for å definere OCR direkte mot dybden, men i fleste tilfeller benyttes OCR3 på grunn av at den er anbefalt som «den beste» i Ref. 1. Valgt korrelasjon er presentert i figur.

Tolkning av N-faktorer etter Ref. 2 – Metode 2

N-faktorer er definert på følgende måte

$$\begin{aligned} N_{kt} &= a - b \cdot B_q \\ N_{ke} &= a - b \cdot B_q \\ N_{\Delta u} &= a + b \cdot B_q \end{aligned}$$

N-faktor	a	b
N_{kt}	19	12.5
N_{ke}	16	14.5
$N_{\Delta u}$	1	9

Normalverdier for a og b er vist i tabellen til høyre, men disse kan også spesifiseres.

Beregning av udrenert skjærfasthet

Når N-faktorer er bestemt kan udrenert skjærfasthet etter begge metoder beregnes som

$$\begin{aligned} c_{u\text{Cpptu}} &= (q_t - \sigma_{v0}) / N_{kt} &= q_n / N_{kt} \\ c_{u\text{Cpptu}} &= (q_t - u_2) / N_{ke} &= q_e / N_{ke} \\ c_{u\text{Cpptu}} &= (u_2 - u_0) / N_{\Delta u} &= \Delta u / N_{\Delta u} \end{aligned}$$

N-korrelasjonene (begge metoder) beskrevet ovenfor er basert på korrelasjoner mellom CPTu og laboratorieforsøk på blokkprøver. Metode 1 baseres på større database enn metode 2, men Metode 2 har vært lenge i bruk og på grunn av tidligere erfaring velger vi også å benytte den som bakgrunn for parametertolkning.

Drenert skjærfasthet

Friksjonsvinkel for effektivspenningsanalyser (ϕ) er beregnet etter prinsipper beskrevet i Ref. 1 og Ref. 3.

Metode 1: NTH-metoden (Ref. 3) gjelder alle materialtyper.

ϕ velges slik at formelen

$$\frac{q_n}{\sigma'_{v0} + a} = \frac{(\tan(\phi) + \sqrt{1 + \tan^2(\phi)})^2 \cdot e^{(\pi - 2\beta) \cdot \tan(\phi)} - 1}{1 + 6 \cdot \tan(\phi) \cdot (1 + \tan(\phi)) \cdot B_q}$$

«går i balanse». Attraksjon (a) og plastifiseringsvinkel (β) inngår som parametere, og bestemmes med korrelasjon mellom lagdelingstolkning og erfaringstabeller.

Metode 2: To trinns ϕ -D_r korrelasjoner.

Trinn 1: D_r bestemmes etter prinsipper gitt i Ref. 1. Vi har lagt opp med mange valg

- Dr1 Kulhawy & Mayne (1990)
- Dr2 Baldi m.fl. (1986) for NC materiale
- Dr3 Baldi m.fl. (1986) for OC materiale
- Dr4 Clausen m.fl. (2005)
- Dr5 Jamiolkowski m.fl. (1985)

Trinn 2: ϕ beregnes etter korrelasjoner mot Dr etter metoder i Ref. 1, forfattet av

- Schmertmann og Duncan m.fl. (1978)
- Kleven m.fl. (1986)

Formlene for relativ lagringstetthet gjelder strengt tatt kun materiale av sand og grus, slik at disse formelene gjelder ikke for finkornete materialer. Valgt Dr er presentert i figur når disse korrelasjonsformlene er benyttet.

Jordartsklassifisering

Jordart er klassifisert etter tolkningsdiagram presentert i Ref. 1. Vi har valgt å legge størst vekt på tolkningsmodeller forfattet av Robertson m.fl. i 1986 og Robertson 1990, men andre modeller kan også velges.

Begge metodene har to diagram som enten fremstiller spissmotstandsparametere mot poretrykks- eller friksjonsparametere, slik at for begge modeller presenterer vi to tolkningsstolper mot dybden. Tolkningen er utført for hver registrering mot dybden.

Setningsparametere

Setningsparametere kan tolkes etter metoder beskrevet i Ref. 4, Ref. 3 og Ref. 1.

De tolkede verdier blir kritisk vurdert med hensyn til forventede verdier ut fra erfaring. Dette gir ofte rimelig størrelsesorden på disse parametrene, samt informasjon om variasjoner mot dybden.

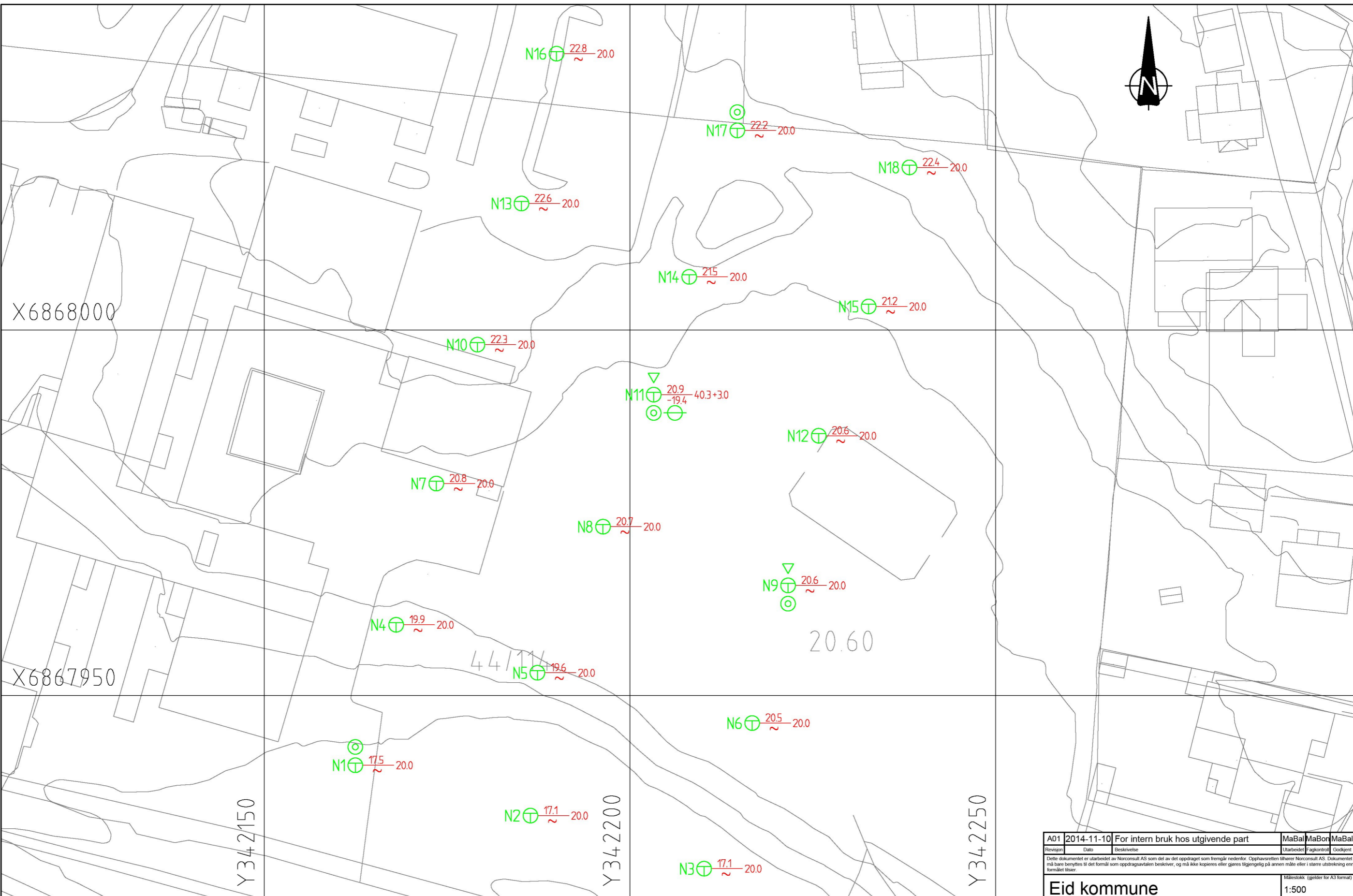
Sammenstilling mot andre typer forsøk og parametervalg

Tolkede verdier er sammenstilt mot relevante laboratorieforsøk der disse finnes for å hjelpe ved parametertolkning. Hvis direkte og (evt.) passiv udrenert skjærfasthet er benyttet i sammenstillingen er disse først transformert til aktiv udrenert skjærfasthet, via såkalte ADP parametere. Benyttede ADP parametere for hver type forsøk er presentert i figur.

Med bakgrunn i tolkede verdier, tilgjengelig informasjon fra andre typer forsøk og erfaringsverdier fra opptredende grunnforhold er anbefalte materialparametere valgt, ofte med variasjoner mot dybden.

Referanser

- Ref. 1 Karlsrud, K. m. fl. (2005): CPTU correlations for clays. International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 16. Osaka 2005. Proceedings, Vol. 2, pp. 693-702.
- Ref. 2 Lunne m. fl., 1997: Cone penetration testing in geotechnical practice.
- Ref. 3 Sandven, R. (1990). Strength and deformation properties of fine grained soils obtained from piezocone test. Doktor ingeniøravhandling 1990:3. Institutt for geoteknikk, NTNU.
- Ref. 4 R. Sandven, K. Senneset & N. Janbu (1989). Interpretation og piezocone tests in cohesive soils. NTNU Bulletin 22, 1989.

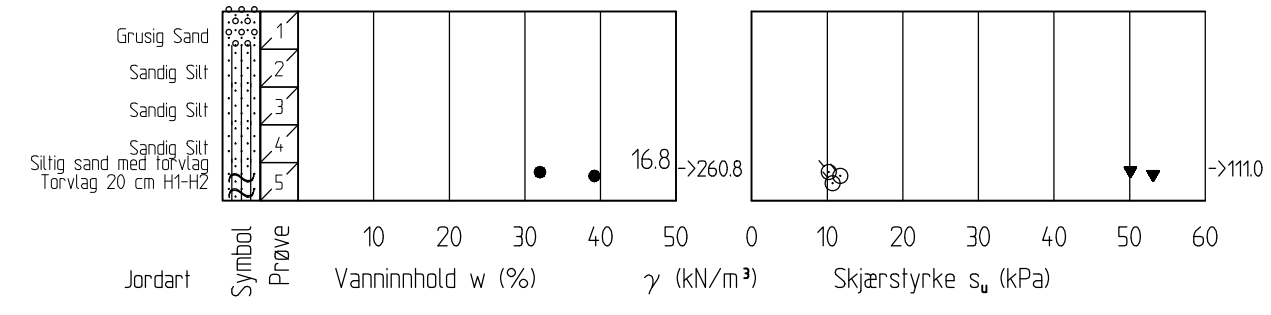
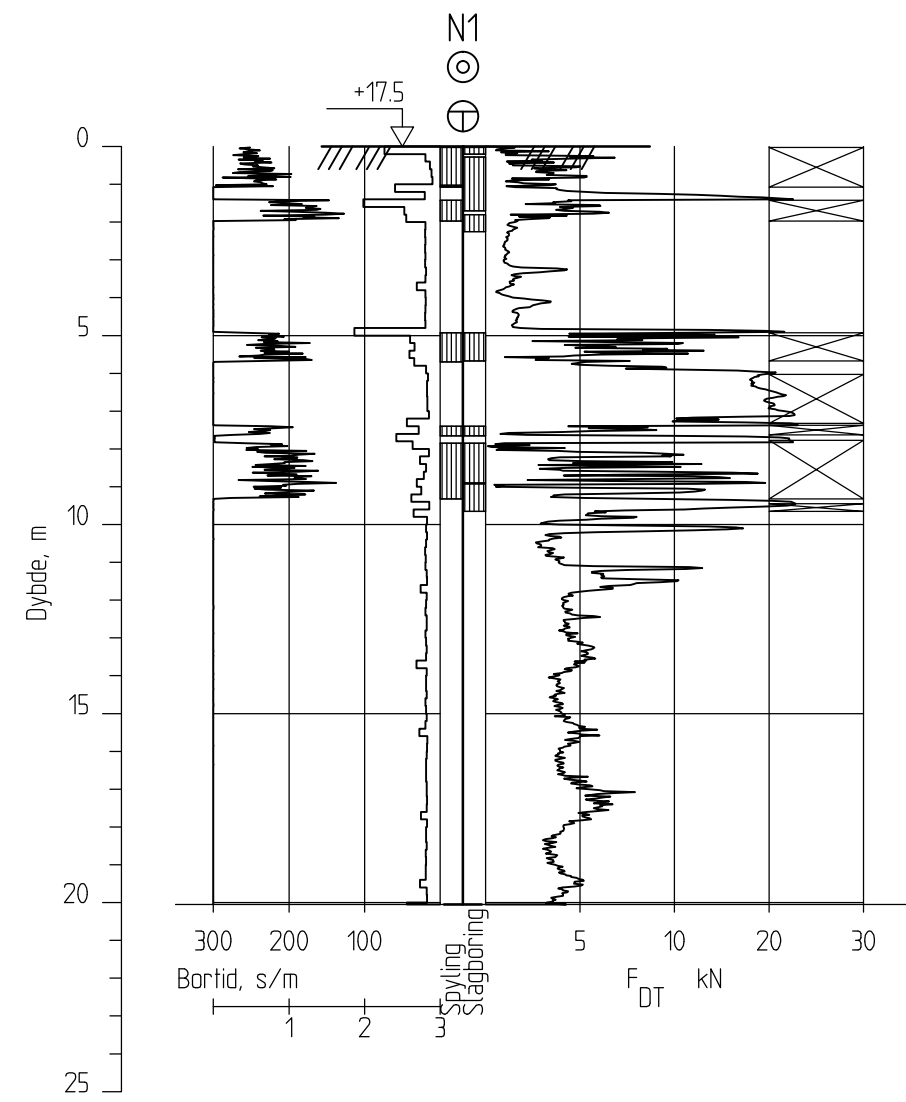


N:\514505145080\DAK\Grunnarbeider\A4\11\101.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-18, 12:42:23 - XREF = T-Boreplan, Rutenett, Kart

- ENKEL SONDERING ☆ FJELLKONTROLLBORING ⊕ PORETRYKKMÅLING ⊙ PRØVESERIE ▲ MILJØPRØVER ⚡ FJELL I DAGEN
 - DREIESONDERING ⊕ TOTALSONDERING + VINGEBORING □ PRØVEGROP ▲ GRAVEGR. M/MILJ.PR.
 - ▼ RAMSONDERING ⊕ DREIETRYKKSONDERING ▼ TRYKKSONDERING ⊕ PRØVEGROP MED PRØVESERIE ⊕ GRUNNVANNSBRØNN
- BORHULL ID. ○ KOTE TERRENG ELLER SJØBUNN BORET DYBDE I LØSMASSE + (BORET I FJELL)
 EVT. KOTE ANTATT FJELL

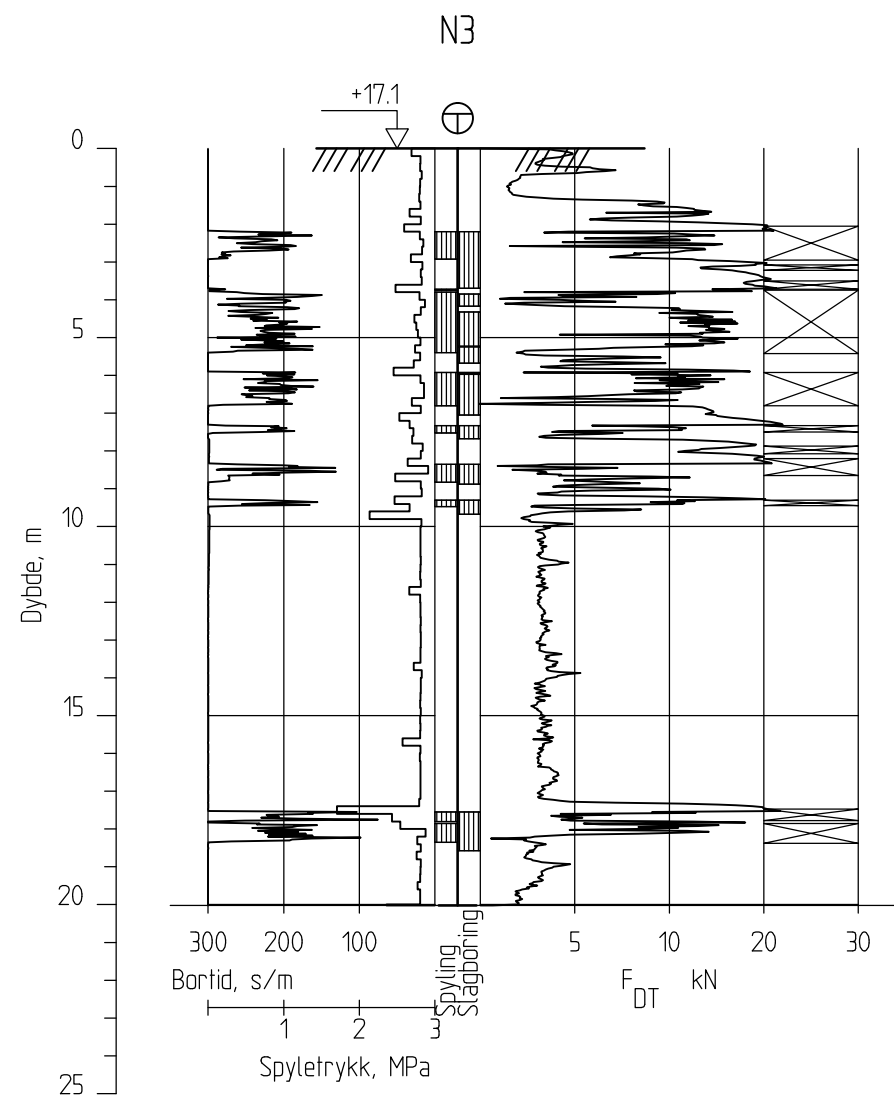
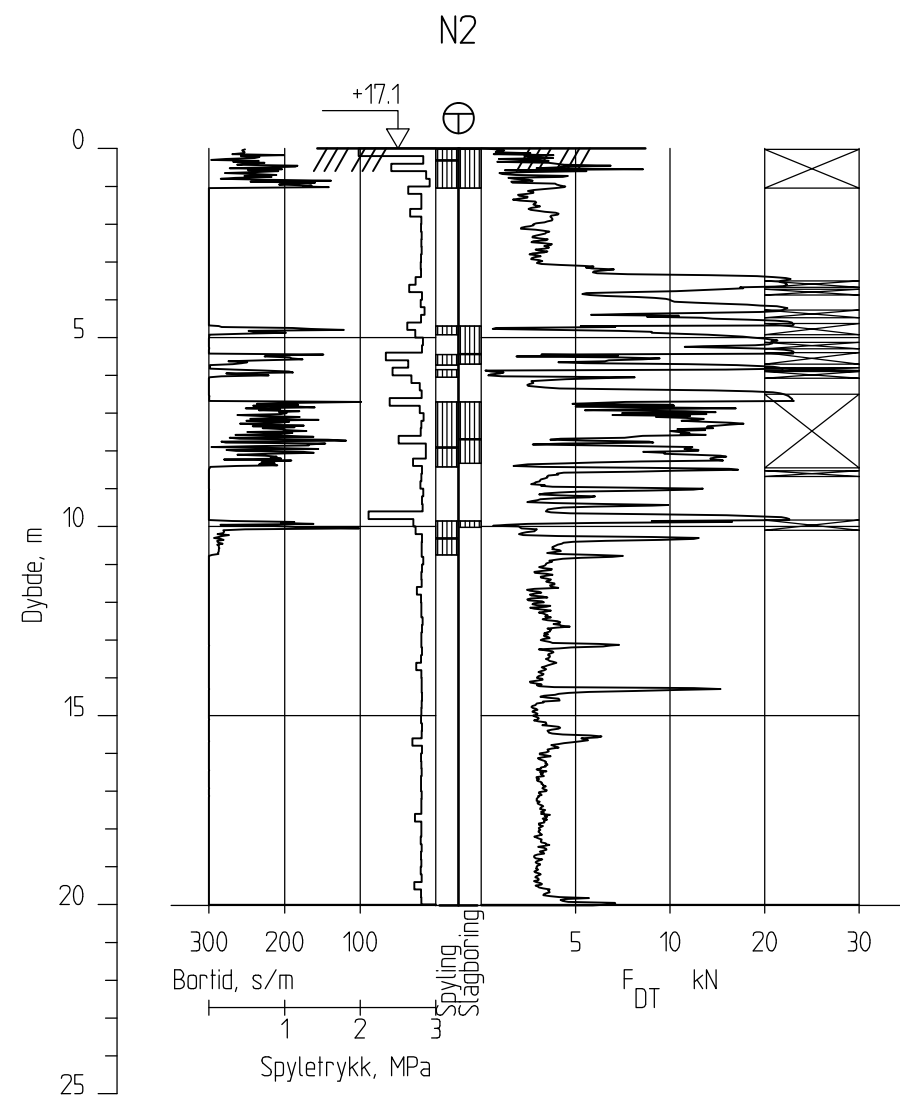
A01 2014-11-10 For intern bruk hos utgivende part			MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid kommune					1:500
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Boreplan					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	101	-	

"N:\S145015145080\DAK\nummer\bidr\11\11.02.dwg - MaBal - Plottet: 2014-10-06, 09:19:04 - LAYOUT = 102 - XREF = T-Einheitsboering"



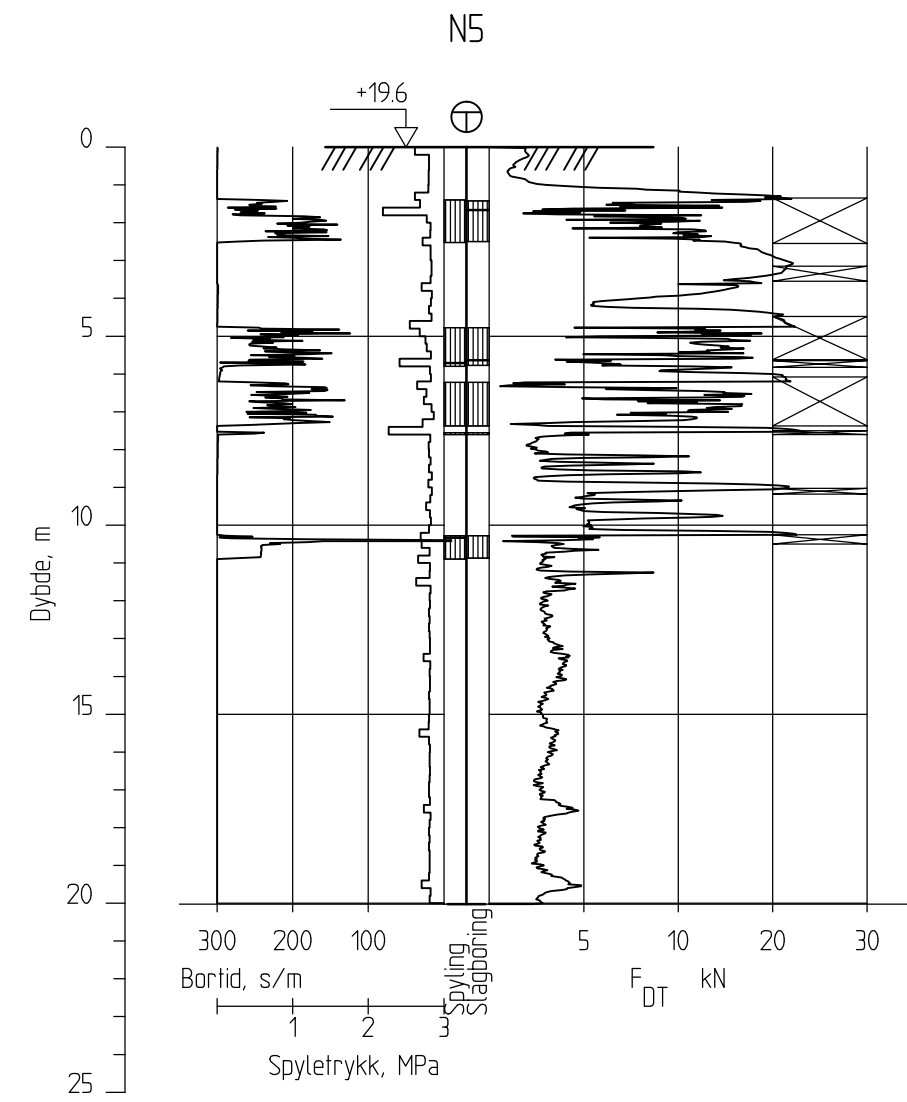
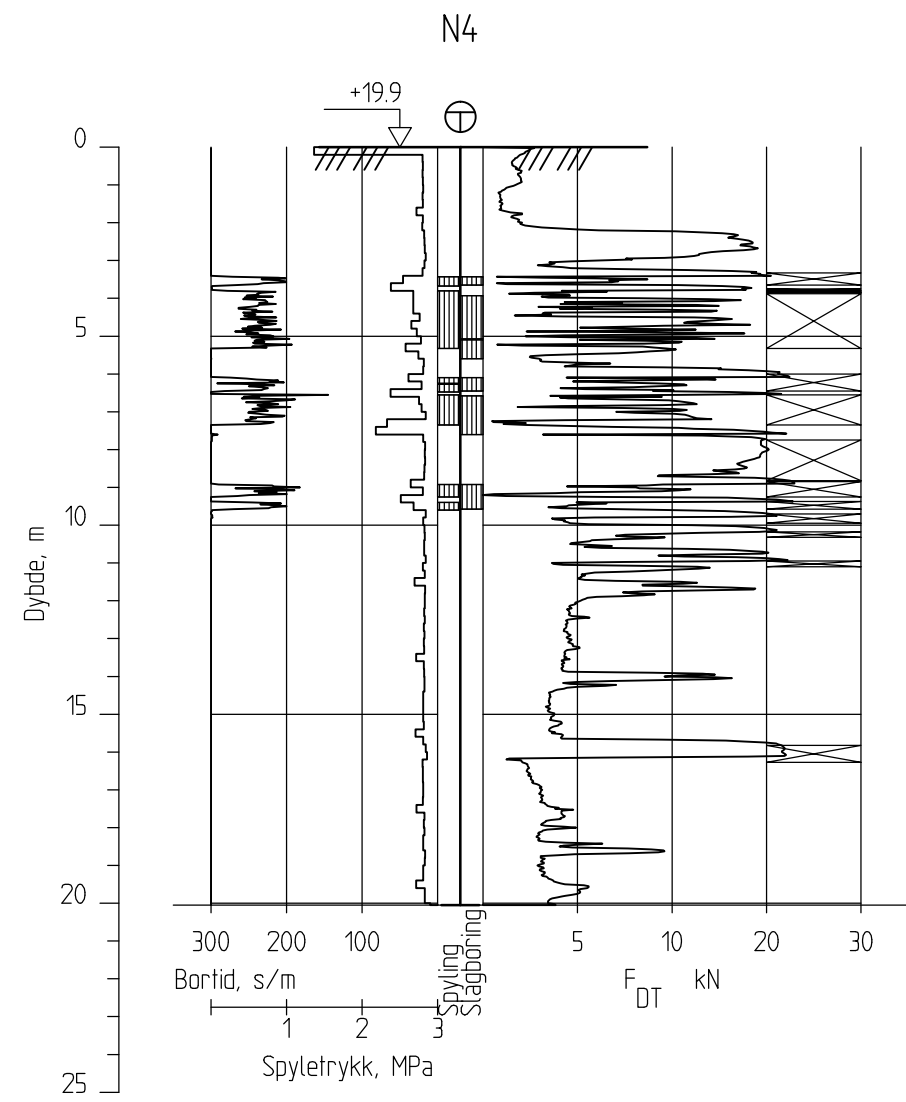
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					1:200
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	102	-	

"N:\5145051\45080\AKG\ummarbeidet\44\11\102-11.4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:4 - LAYOUT = 103 - XREF = T: Eikeltboringer"



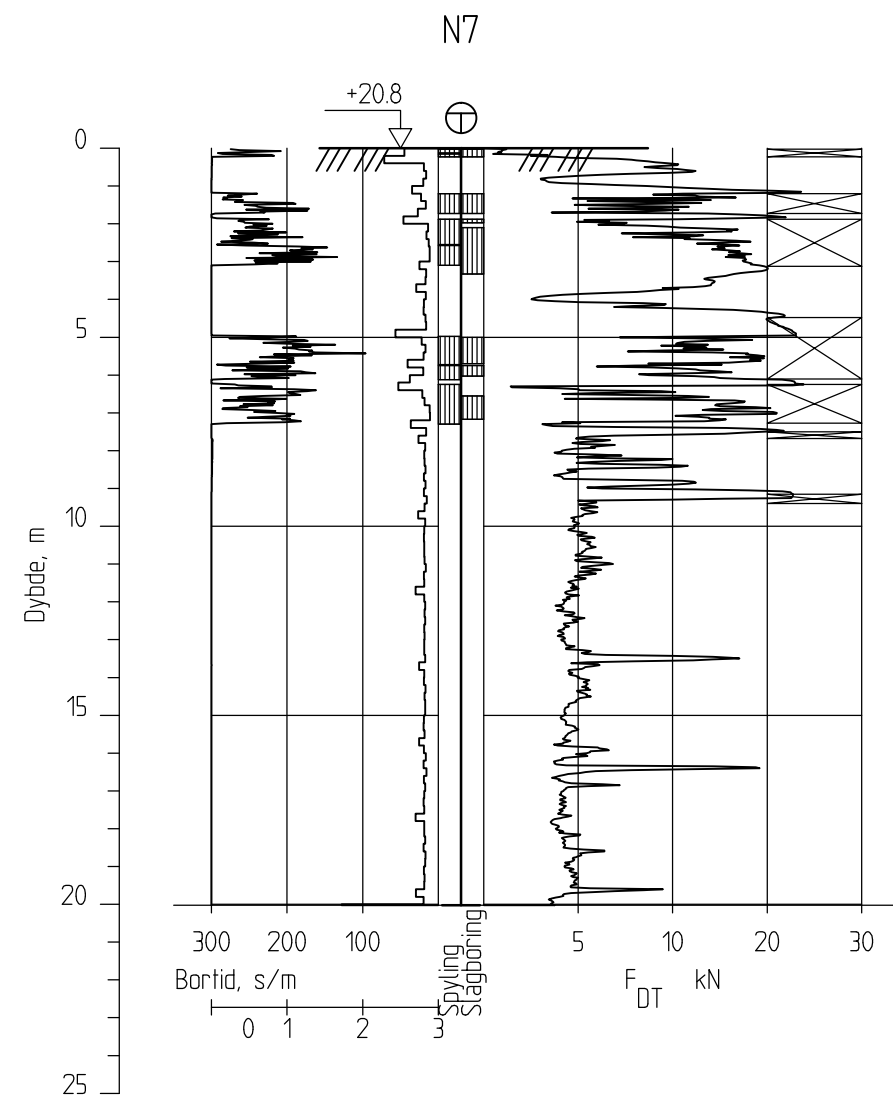
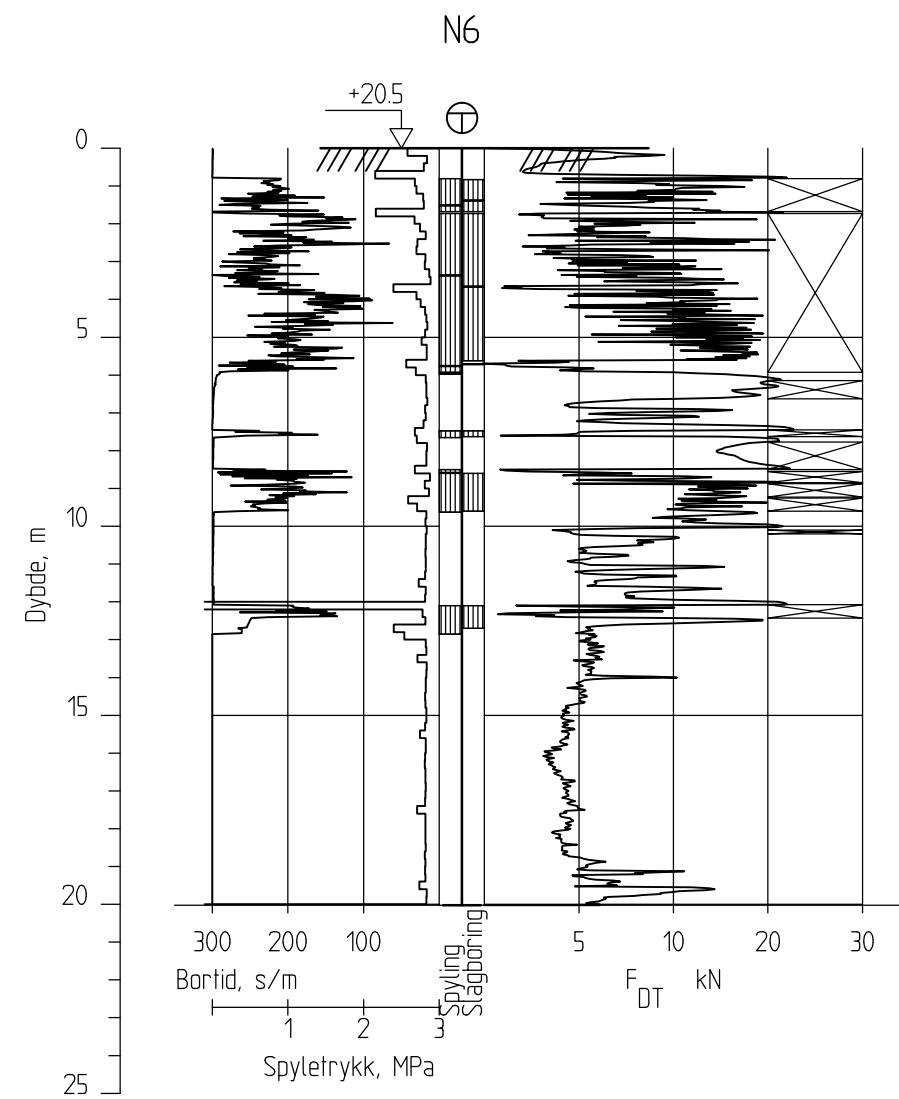
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBor	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					1:200
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	103	-	

"N:\5145051\45080\AKG\ummarbeidet\44\11\102-11.4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:41 - LAYOUT = 104 - XREF = T - Enkeltboringer"



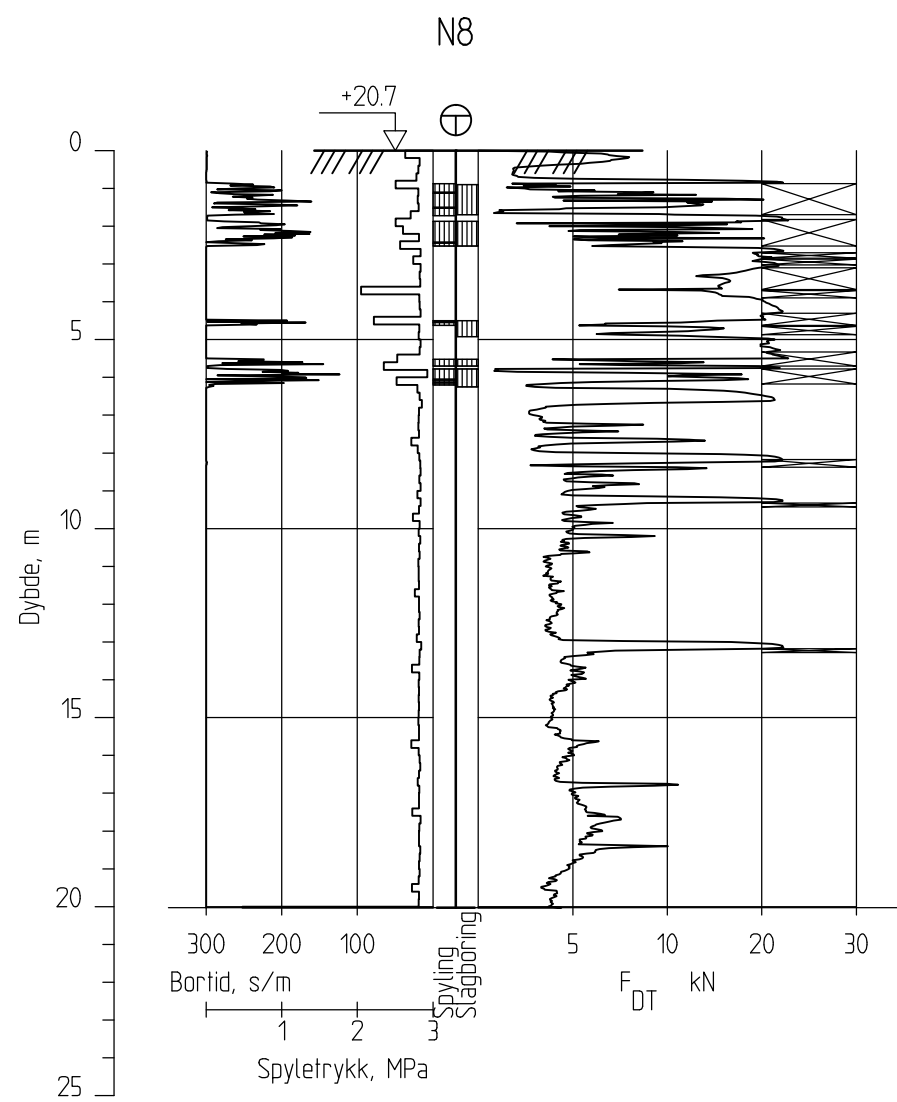
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.</small>					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune					1:200
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	104	-	

"N:\5145051\45080\DAKIG\umarbeidet\44\11\102-11.4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:42 - LAYOUT = 105 - XREF = T - Enkeltboringer"



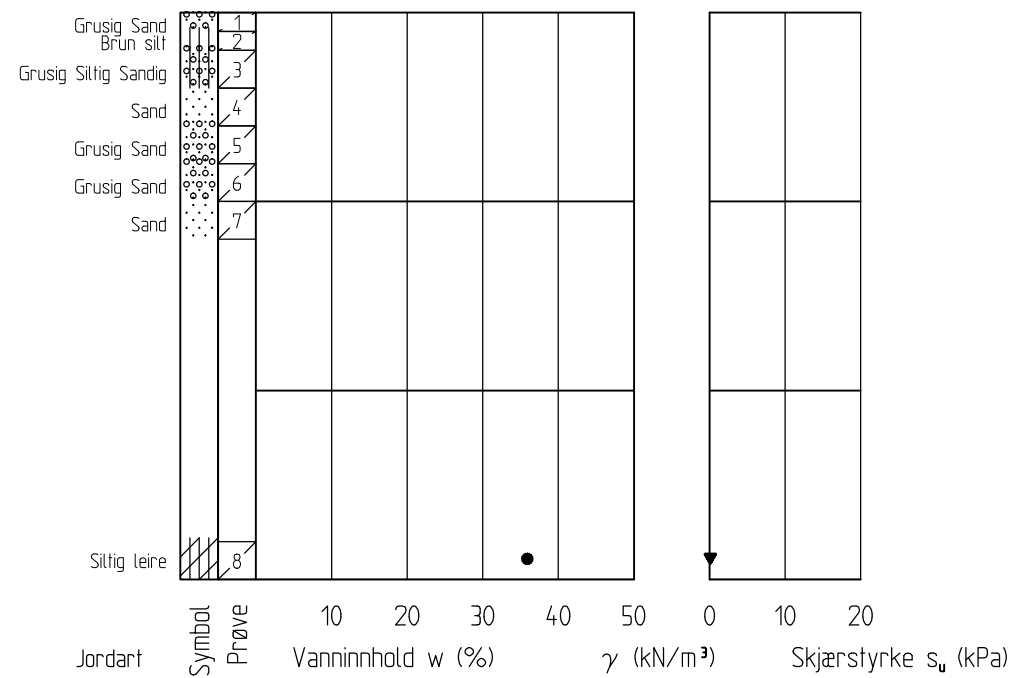
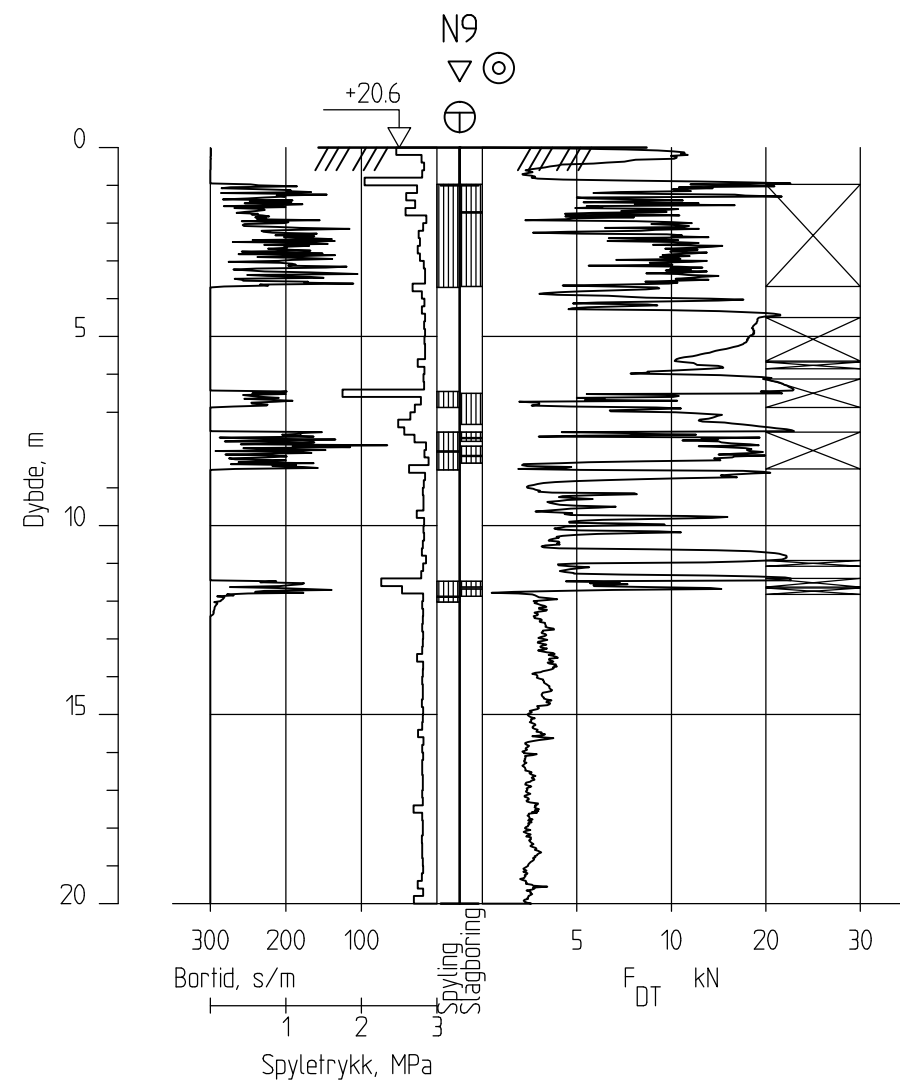
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.</small>					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune					1:200
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	105	-	

"N:\5145051\45080\DAK\Grunnarbeidet\44\11\102-11-4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:43 - LAYOUT = 106 - XREF = T - Enkeltboringer"

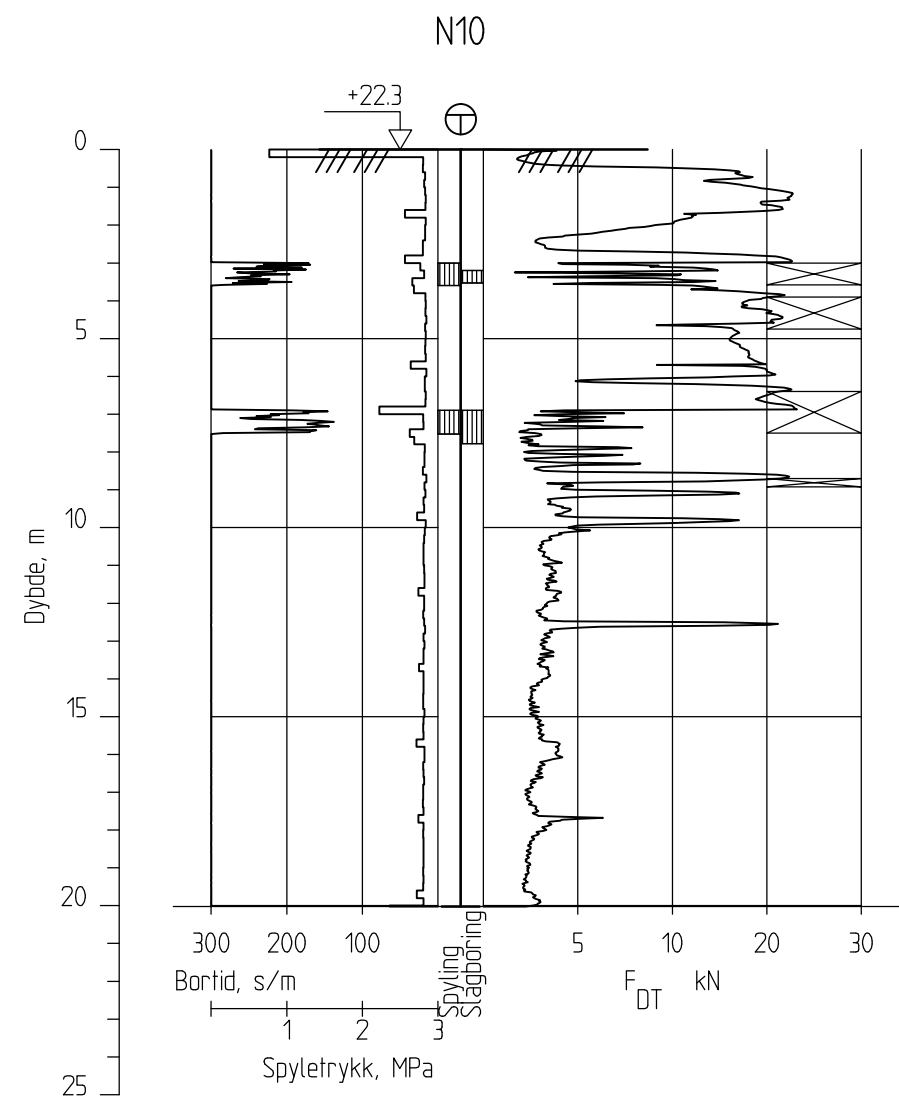


A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBor	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			Målestokk (gjelder for A3 format)		
Eid Kommune			1:200		
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	106	-	

"N:\5145051\45080\AKG\ummarbeidet\44\11\102-11.4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:43 - LAYOUT = 107 - XREF = T - Enkeltboringer"



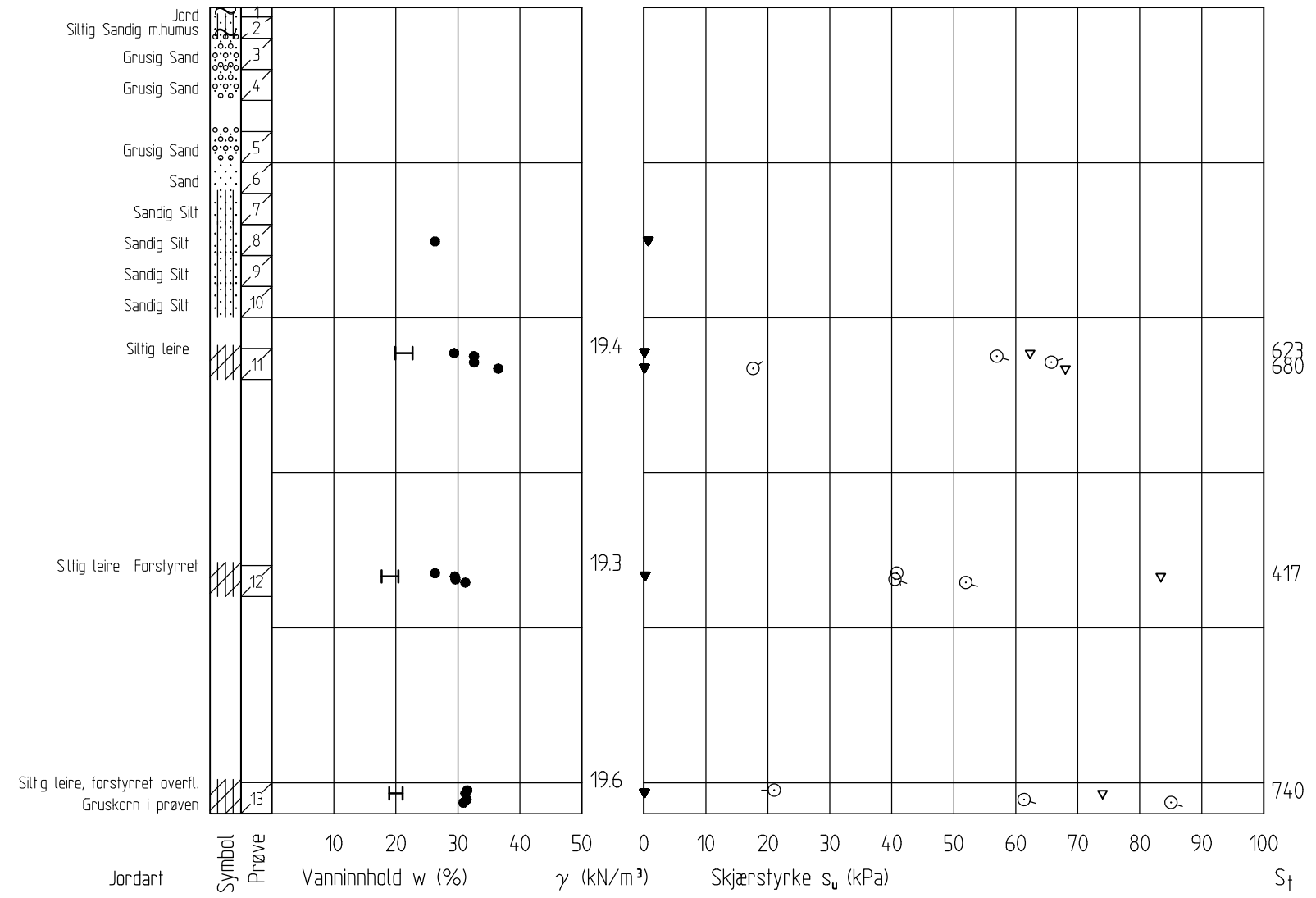
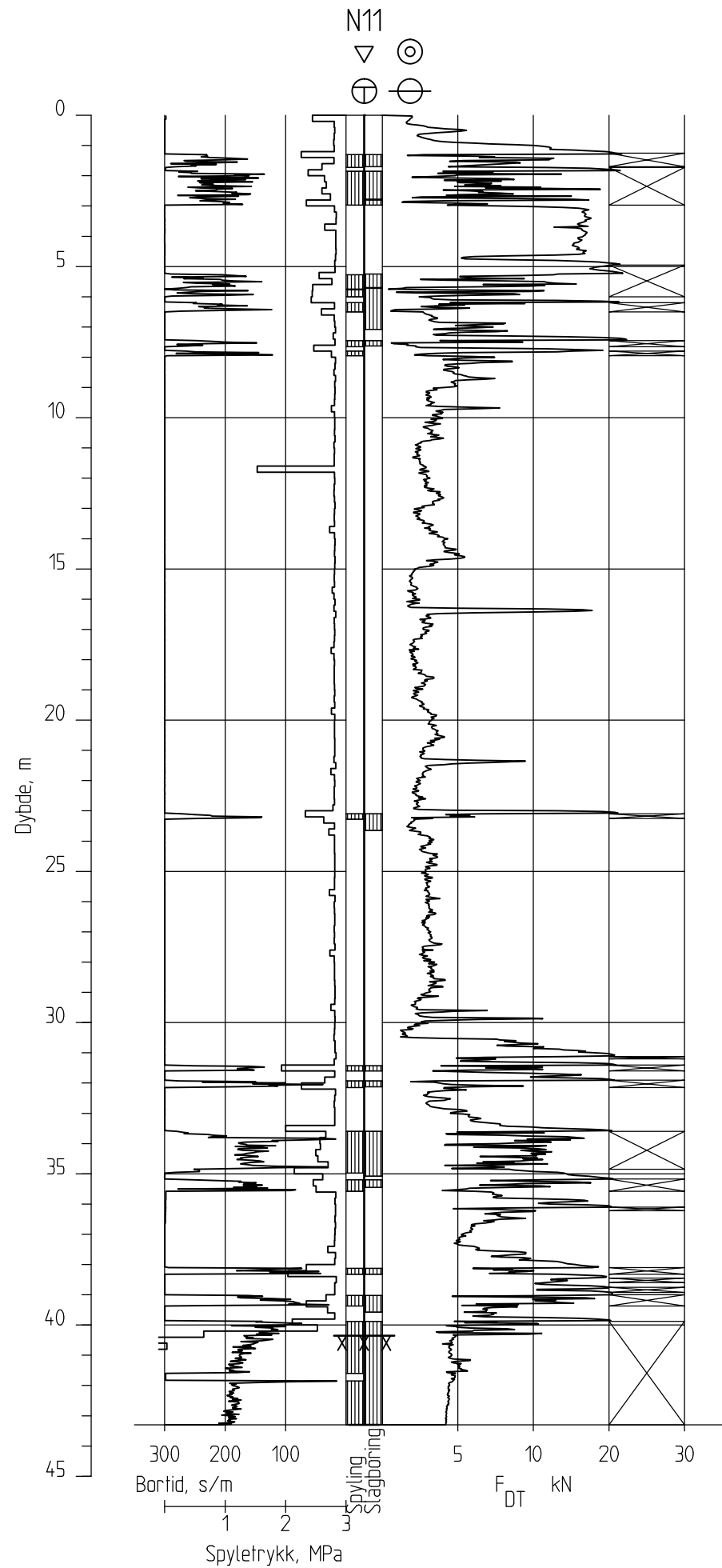
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					1:200
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	107	-	



"N:\5145051\45080\AKG\ummarbeidet\AKG\102-114.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:44 - LAYOUT = 108 - XREF = T - Enkeltboringer"

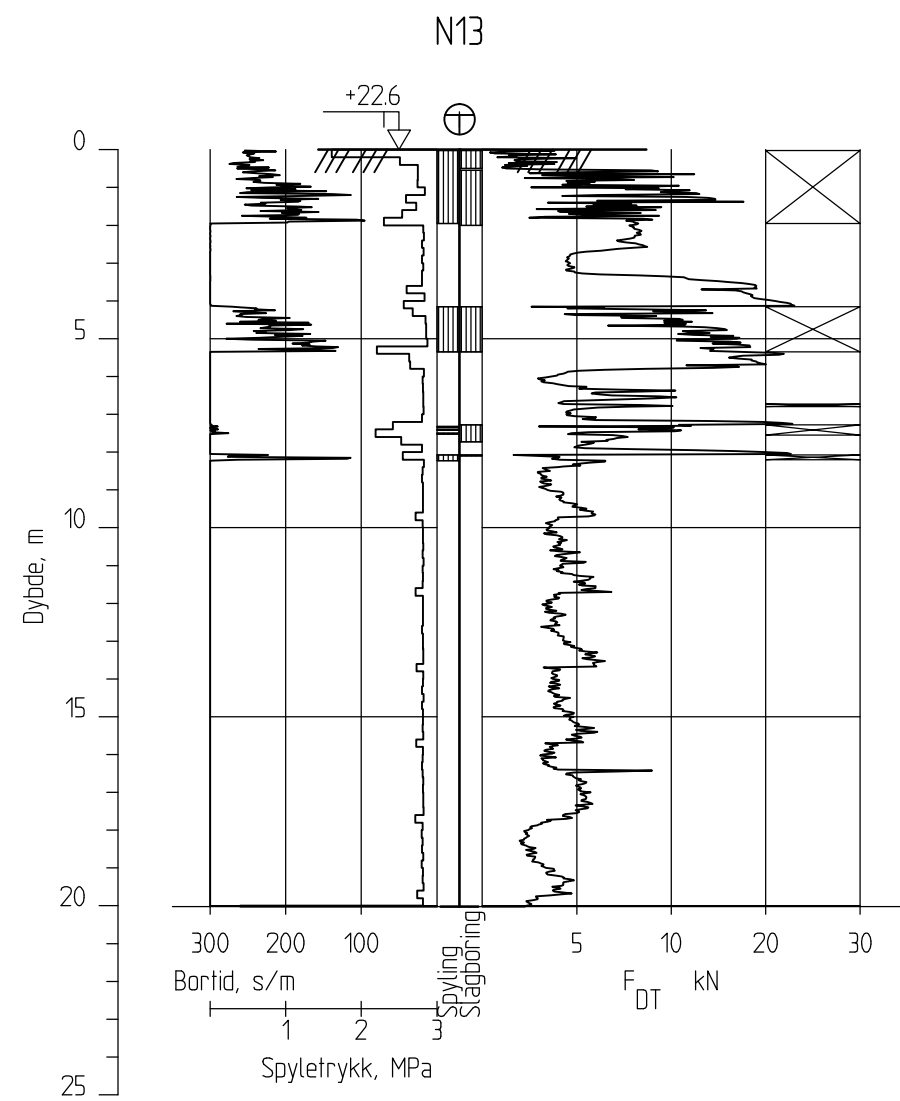
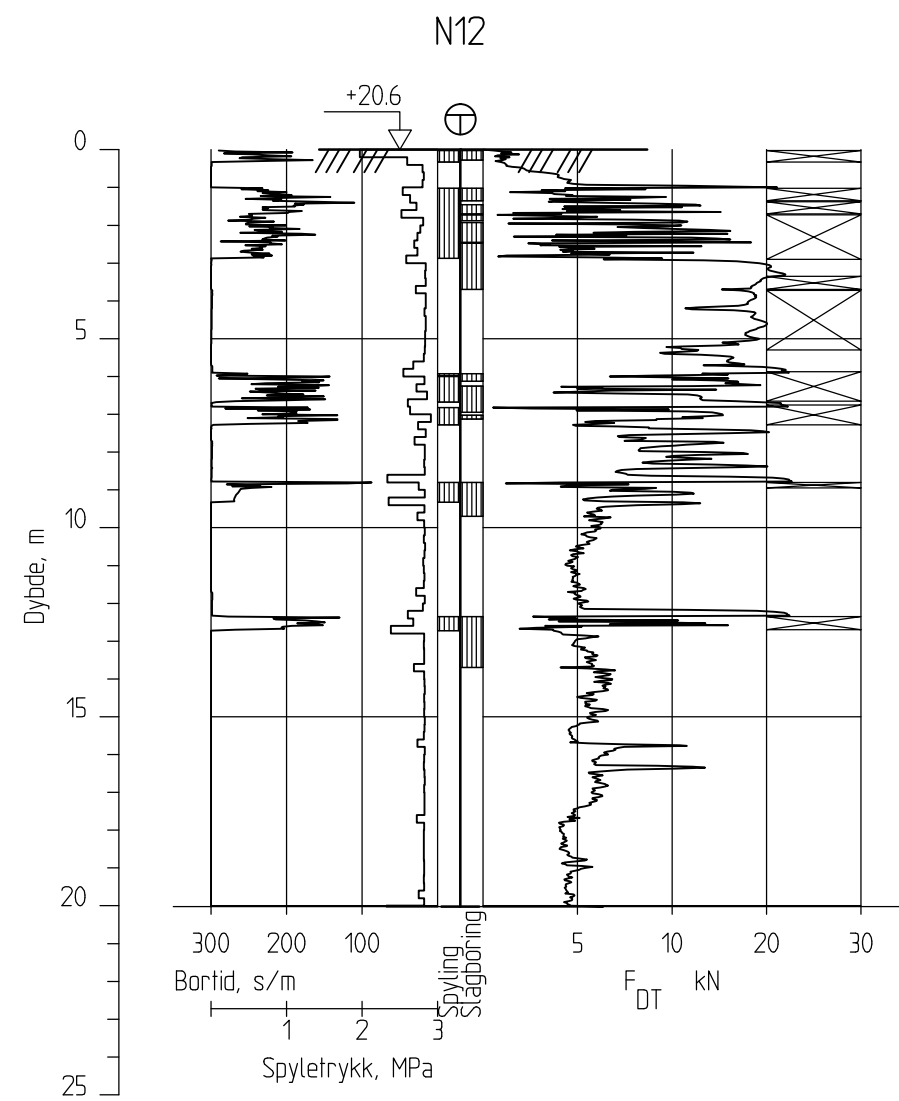
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBor	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			Målestokk (gjelder for A3 format)		
Eid Kommune			1:200		
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	108	-	

"N:\514505145080\AKG\nummerbeholdning\102-114.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10 15:57:45 - LAYOUT = 109 - XREF = T - Enkeltboringer"



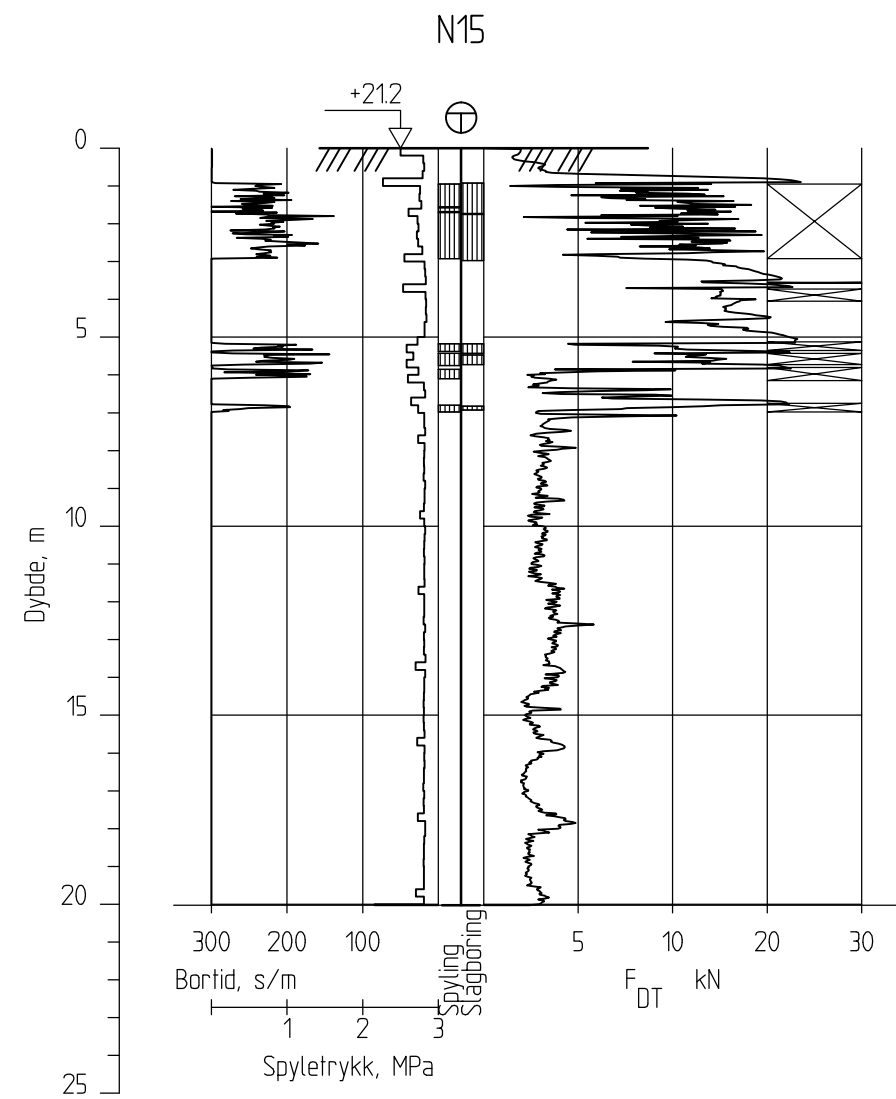
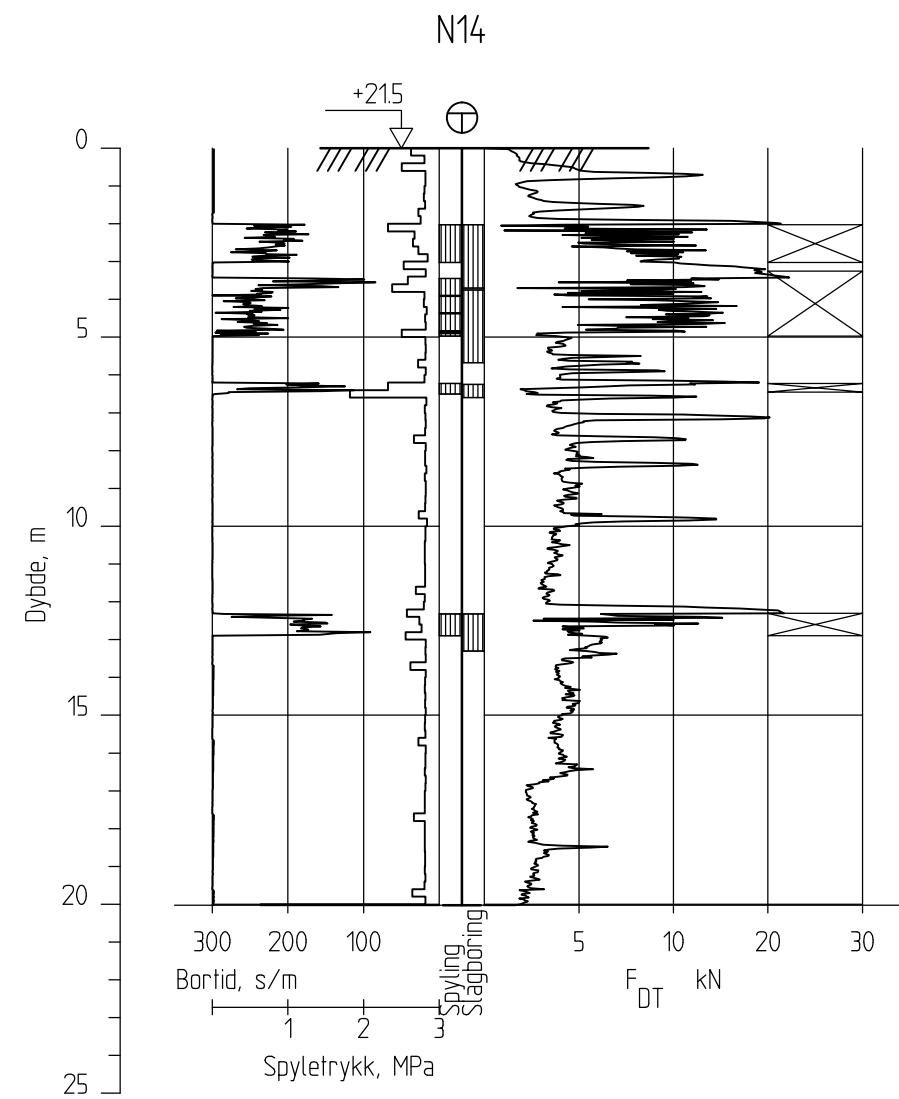
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune					1:200
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	109	-	

"N:\5145051\45080\DAK\Gummarbeidet\44\11\102-11.4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:46 - LAYOUT = 110 - XREF = T - Enkeltboringer"



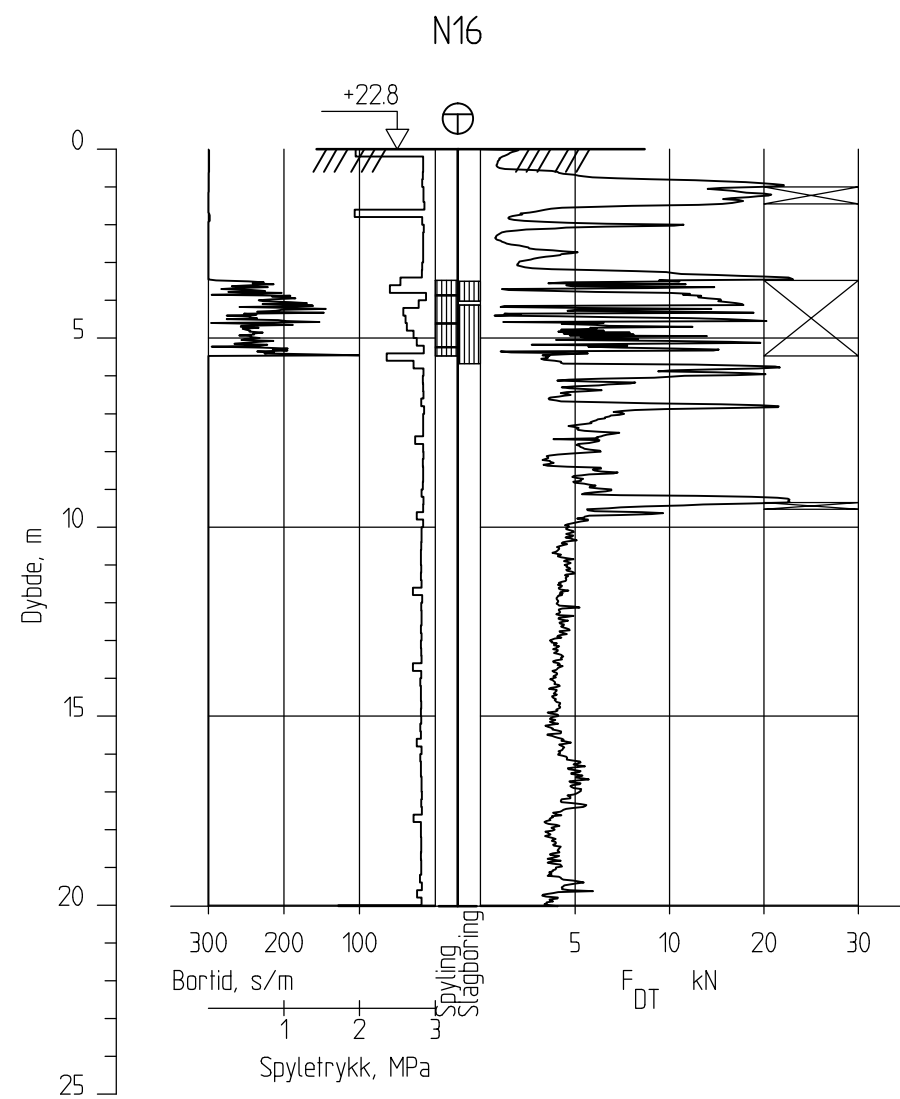
A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
<small>Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.</small>					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune					1:200
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	110	-	

"N:\5145015145080\AKG\ummarbeidet\44\11\102-11.4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:46 - LAYOUT = 111 - XREF = T - Enkeltboringer"

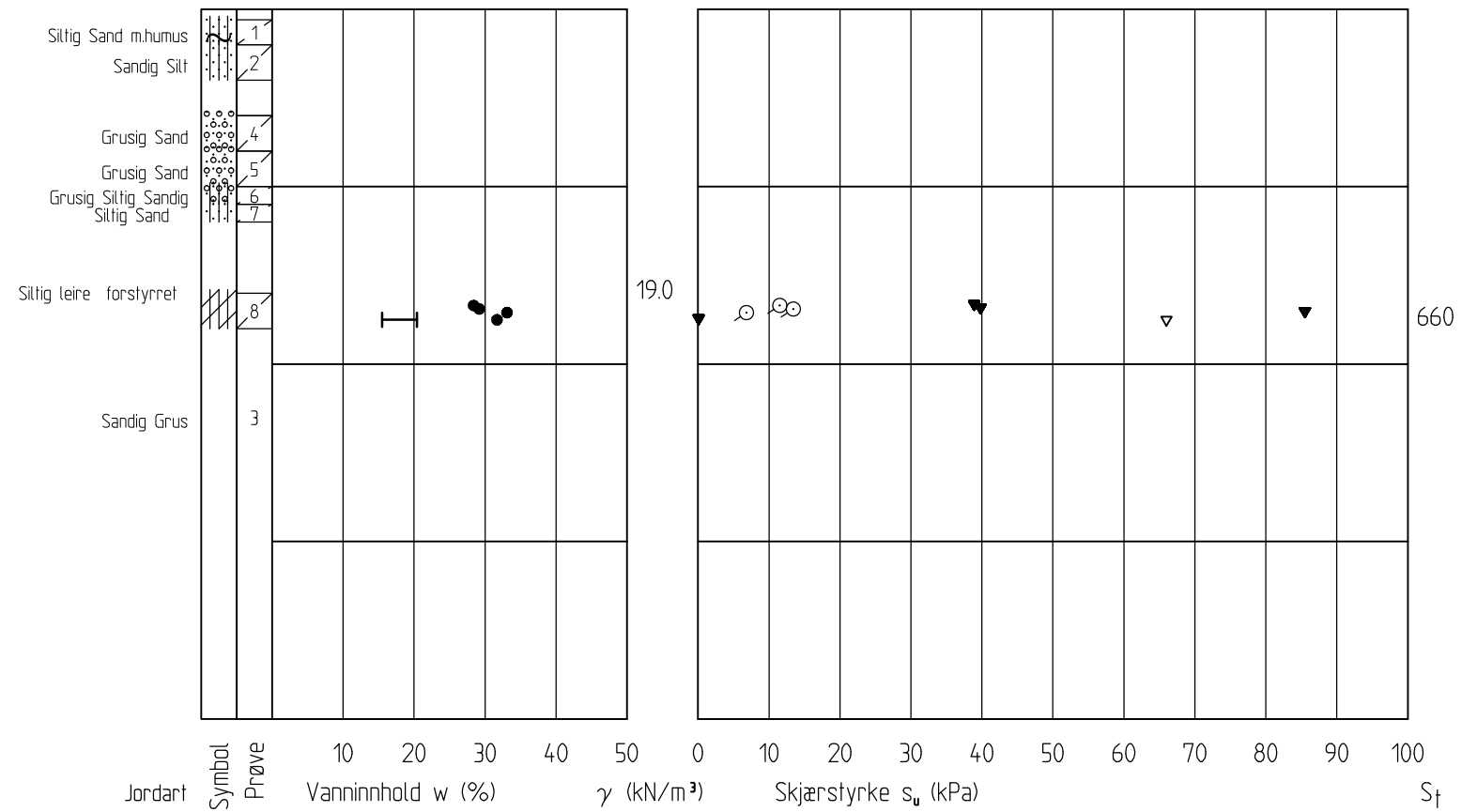
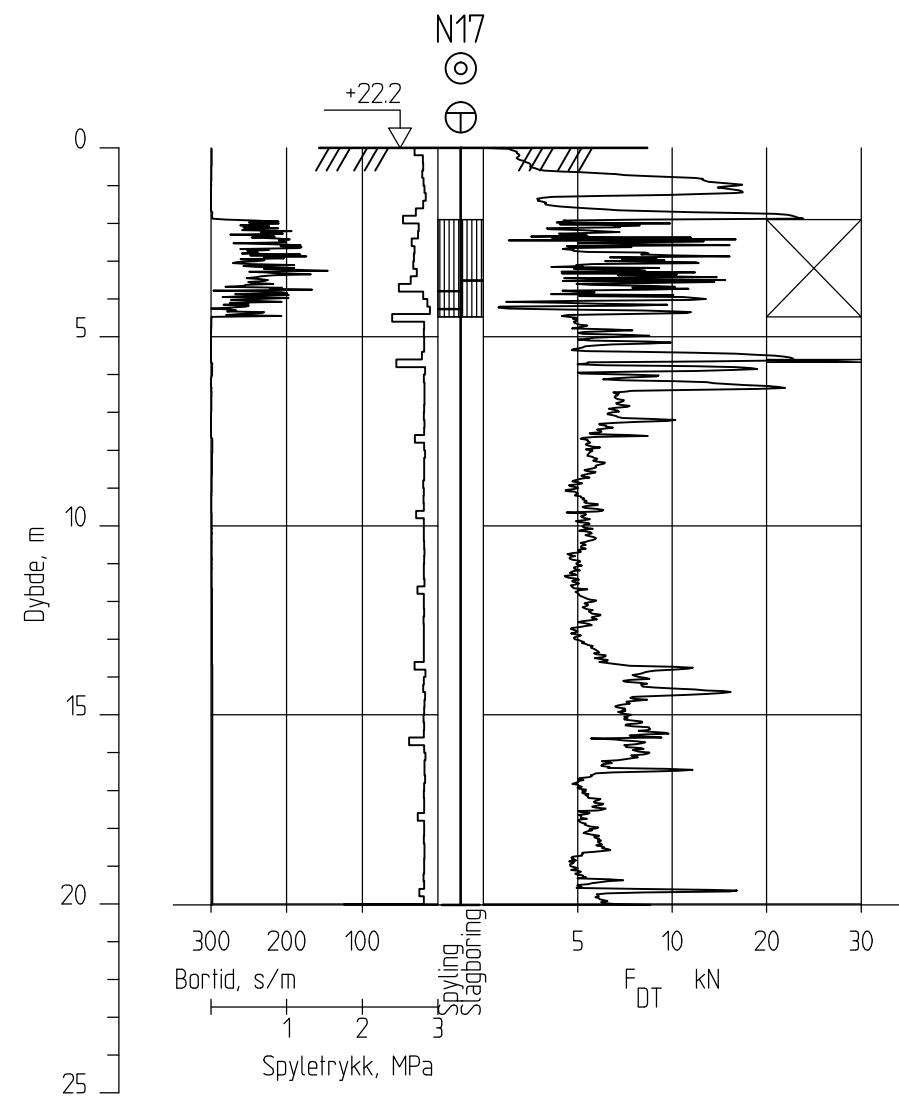


A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBor	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			Målestokk (gjelder for A3 format)		
Eid Kommune			1:200		
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	111	-	

"N:\5145051\45080\DAK\Grunnarbeidet\44\11\102-11.4.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:47 - LAYOUT = 112 - XREF = T - Enkeltboringer"

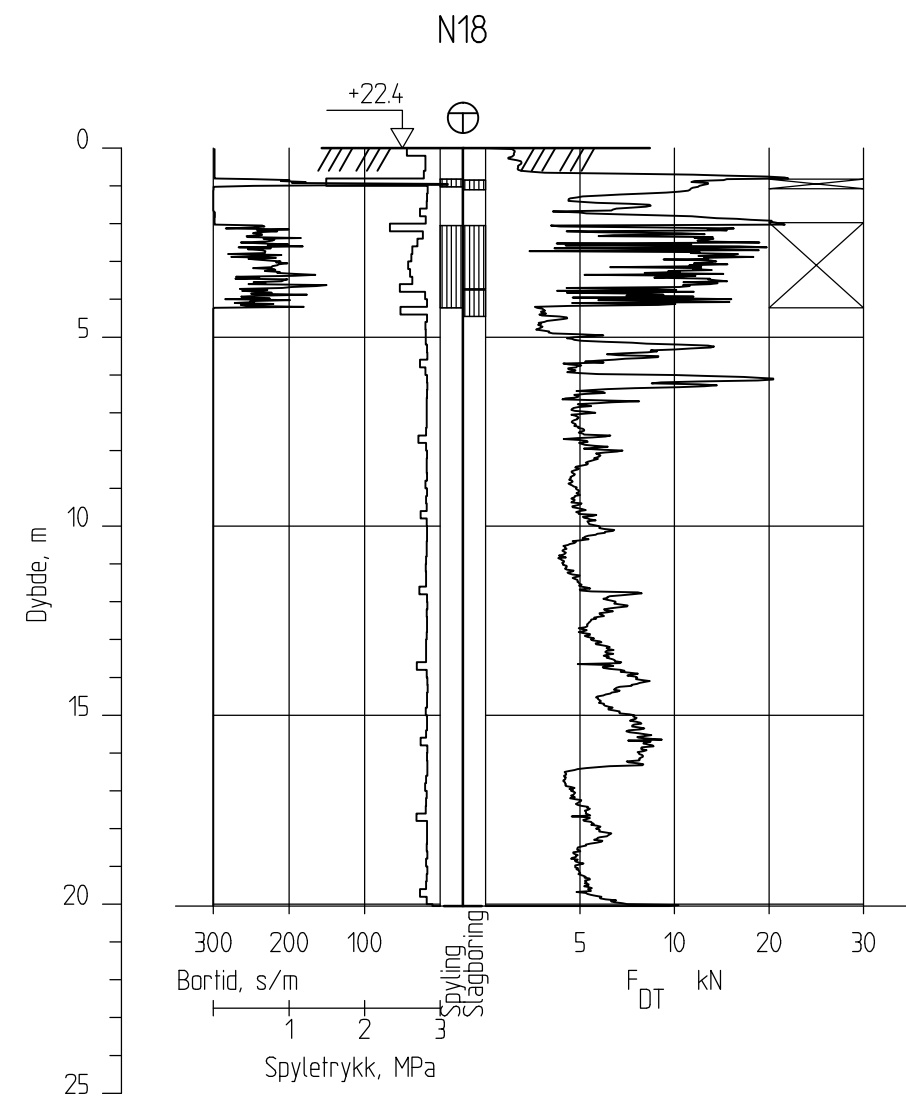


A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBor	MaBal
Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.			Målestokk (gjelder for A3 format)		
Eid Kommune			1:200		
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall					
Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	112	-	



"N:\5145051\45080\AKG\sumarbeidet\44\11\102-114.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:48 - LAYOUT = 113 - XREF = T - Enkeltboringer"

A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	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.					Målestokk (gjelder for A3 format)
Eid Kommune Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					1:200
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	113	-	



"N:\5145051\45080\AKG\ummarbeidet\AKG\1102-114.dwg - MaBal - Plottet: 2014-11-10, 15:57:49 - LAYOUT = 114 - XREF = T - Enkeltboringer"

A01	2014-10-10	For intern bruk hos utgivende part	MaBal	MaBon	MaBal
Revisjon	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.			Målestokk (gjelder for A3 format)		
Eid Kommune			1:200		
Nordfjordeid skole- Flerbrukshall Enkeltboringer					
Norconsult		Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon	
		5145080	114	-	