

# Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 2

Frederikshavn havn. Ny pier

Kunde : Per Aarsleff A/S  
Att.: Betty Stenstrup

Udgivelsesdato : 11. oktober 2018  
Projekt nr. : 26.1714.62  
Udarbejdet : Argyro Souli, tlf.: 4348 6118  
e-mail: [argyro.souli@sweco.dk](mailto:argyro.souli@sweco.dk)

Kontrolleret : Martin Juul Andresen, tlf.: 8228 1525  
e-mail: [martinjuul.andresen@sweco.dk](mailto:martinjuul.andresen@sweco.dk)

	SIDE
<b>1 INDLEDNING</b>	<b>2</b>
<b>2 UNDERSØGELSER</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTATER</b>	<b>4</b>
<b>4 FUNDERINGSFORHOLD</b>	<b>6</b>
<b>5 ANLÆGSTEKNISKE FORHOLD</b>	<b>9</b>
<b>6 KONTROL</b>	<b>10</b>
<b>7 GEOTEKNISK PROJEKTERINGSRAPPORT</b>	<b>10</b>
<b>8 DIVERSE</b>	<b>11</b>

**Bilag**

- 1 Notat, Vurdering af drænegenskaber for silt
- 2 - 5 Tidligere udførte borer B1 – B4
- 6 - 15 Tidligere udførte borer & CPT'er, B5 – B14
- 16 – 20 Bore- og CPTprofiler, B21 – B25
- 21 Resultater af glødetabsforsøg & rumvægt
- 22 Kornkurver
- 23 Kalibreringsattester, CPT sonde 4541 og 5167
- A Signaturforklaring

**Tegninger**

- 01 Situationsplan

## 1 INDLEDNING

### 1.1 Formål

Undersøgelsens formål er at belyse jordbundsforholdene og fastlægge geotekniske parametre i forbindelse med etablering af en ny pier ved Frederikshavn Havn.

Pieren påtænkes placeret ved Østre Kaj i havnen og skal anvendes til forankring af en ca. 250 x 50 m stor flydedok og til modtagelse af op til ca. 250 m lange skibe.

Den aktuelle geotekniske projektundersøgelse er i henhold til EN1997-1 (Eurocode 7, del 1 – generelle regler) og DKNA (Nationalt Anneks til Eurocode 7), afsnit K2 en parameterundersøgelse.

### 1.2 Tidligere udførte undersøgelser

Per Aarsleff A/S har i september 2016 udført geotekniske forundersøgelse i området, hvor der blev udført 4 geotekniske borer, benævnt B1 – B4. Undersøgelsen er afdokumenteret af Sweco, jf. ref. /2/. Borerne er medtaget i denne rapport som bilag 2-5, og deres placering er vist på situationsplan vedlagt som tegn 01.

I december 2017 og januar 2018 har per Aarsleff A/S udført supplerende borer og CPT'er i området, benævnt B5 til B14. Resultater er indeholdt i nuværende rapport, bilag 6 – 15.

Denne rapport indeholder samlede resultater og konklusioner fra alle borekampanjer/undersøgelserne i området.

### 1.3 Referencer

#### 1.3.1 Dokumenter

- /1/ 4 Foreløbige tegninger af projekt Frederikshavn Havn, Ny pier ved Østrekaj, af Rambøll, foreløbigt tryk 2018.01.25.
- /2/ Geoteknisk datarapport Frederikshavn, Ny tørdok, Rev. 1 april 2018, Sweco sag nr. 26.1620.81
- /3/ Geoteknisk undersøgelsesrapport nr.1. Frederikshavn Havn, Nye pier, marts 2018, Sweco sag nr. 26.1714.61

#### 1.3.2 Litteratur

- /A/ Cone Penetration Testing af T. Lunne, PK. Robertson og J.J.M. Powell

### 1.4 Resumé

Feltarbejde omfatter 3 forskellige borekampanjer, udført fra 2016 til 2018.

I de udførte geotekniske borer er der øverst (direkte under havbunden) truffet post-glaciale aflejringer til kote -15,3 à 23,8 m DVR90. De postglaciale aflejringer består hovedsageligt af gytje, silt og sand. Herunder træffes der senglaciale aflejringer. Laggrænsen mellem post- og senglaciale aflejringer ligger dybest i den nordvestlige del af området og stiger mod sydøst.

De angivne styrke- og deformationsparametre er bestemt på baggrund af feltforsøg, laboratorieforsøg, empiriske formler og erfaringsmæssige skøn. Parametertolkning på baggrund af CPT er med udgangspunkt i Cone Penetration Testing af T. Lunne, PK. Robertson og J.J.M. Powell.

Silt er et materiale hvis opførsel ikke typisk lader sig klassificere som et rent friktions- eller kohæsionsmateriale, hvorfor begge tilstande normalt bør undersøges ved projektering.

Tolkningen af de udførte dissipationsforsøg og sigteanalyser har vist (bilag 1), at silten har drænegenskaber der gør, at der både bør tages højde for det drænede og det udrænede tilfælde.

Det vurderes at forekomster af Ældre Yoldialer (glaciale ler) generelt skal regnes for sprækket.

Projektet udføres tæt op mod eksisterende havneanlæg. Selve udførelsen skal derfor vurderes nøje, og der skal udvises stor forsigtighed. Det skal til stadighed sikres, at stabilitet og bæreevne af de eksisterende konstruktioner ikke forringes.

Opgravede rene sandmaterialer vurderes at kunne genindbygges. Det anbefales dog ikke at genindbygge det trufne silt, idet vandmættet silt er meget vibrationsfølsomt.

## 2 UNDERSØGELSER

### 2.1 Feltarbejde

Feltarbejde omfatter 3 forskellige borekampagner, udført fra 2016 til 2018.

I september 2016 har Per Aarsleff A/S udført 4 stk. geotekniske borer i boredimension 6" til 23 à 25 m dybde under havbunden (B1 til B4), som beskrevet i ref./2/ og ref./3/.

I december 2017 og januar 2018 har Per Aarsleff udført 10 stk. 6" geotekniske borer til ca. 25 à 34 meters dybde under havbunden (m u.hb.) samt 6 CPT'er. CPT'erne er udført på samme position som boring B5, B7, B9, B11, B13 og B14. Detaljer om denne borekampagne er beskrevet i ref./3/.

I august og september 2018 er udført 3, runde af feltkampagne. Denne runde omfatter 5 stk. 6" geotekniske borer samt 5 stk. CPT'er på samme positioner.

Alle borer er påtænkt som undersøgelsesboringer. Vingeforsøg i de kohæsive aflejringer er udført for borer B1 til B14. I borer B1 til B4, er de udførte vingeforsøg dog fejlbehæftede og derfor ikke taget i betragtning.

De udførte CPT'er er udført iht. ISSMGE, Technical Committee 16, 1999 (corrected 2001).

I forbindelse med udførte CPT'er er der udført dissipationsforsøg i udvalgte dybder i de 5 undersøgelsespunkter.

Til rapporten er vedlagt kalibreringsattester til de anvendte sonder, 4541 og 5167, bilag 23.

Boringerne er udført fra flåde og placering samt positionering er indmålt med GPS. Placeringer fremgår af den vedlagte situationsplan, tegn nr. 01.

Koordinater og koter for boringer / CPT'er B1 til B14 er angivet i henholdsvis system 34J og DVR90, mens koordinater for boringer / CPT'er B21 til B25 er angivet i UTM 32.

Resultater af de udførte boringer/CPT'er fra alle kampagner fremgår af bilag 2 - 20.

Der henvises i øvrigt til signaturforklaringen, bilag A.

## 2.2 Laboratoriearbejde

Samtlige udtagne omrørte prøver er beskrevet og geologisk klassificeret i laboratoriet iht. dgf-bulletin 1.

På udvalgte prøver er der udført:

- Naturlig vandindholdsbestemmelse
- rumvægtsbestemmelse
- glødetabsbestemmelse
- sigte-/slemmeanalyser til bestemmelse af kornkurver

Resultaterne af det udførte laboratoriearbejde er optegnet på boreprofilerne og i bilag 21 og 22.

## 3 RESULTATER

### 3.1 Eksisterende forhold

Det undersøgte areal er beliggende inde i Frederikshavn Havn, og boringer / CPT'er er udført fra flåde.

### 3.2 Geologiske forhold

I de udførte geotekniske boringer træffes havbunden generelt i kote -3,8 m á -9,9 m DVR90. Under havbund træffes marine, postglaciale aflejringer, hvoraf den øverste del generelt udgøres af gytje, og herunder overvejende silt med indslag af gytje, ler og sand. De postglaciale aflejringer er fundet at have underside i kote -15,3 m á -23,8 m. Herunder træffes der marine, senglaciale aflejringer, bestående hovedsageligt af silt, sand og grus til kote -28,2 m á -35,3 m.

Under de senglaciale aflejringer træffes glaciale aflejringer af moræneler og marint ler (Ældre Yoldialer) til boringernes afslutning i ca. kote -29,2 m á -40,7 m DVR90. I boringerne B22 og B25 er der også truffet lokale forekomster af smeltevandsaflejringer, i form af smeltevandssand og -grus i B22 (kote-32, 5 til -33 og i kote -36,5) og smeltevandsler og -silt i B25 (kote -36,9 til -40)

Indslag af morænesand og morænegrus aflejringer er der truffet i boringer B13, B23 og B25.

Områdets placering i senglacial tid var relativt kystnært og der er kun truffet marint ler (Yngre Yoldialer) i begrænset antal prøver, idet der fortrinsvist er aflejrede mere grovkornede sedimenter.

I forekomster af ældre glaciale ler (Ældre Yoldialer) er der stedvist truffet glideflader i de udtagne omrørte prøver, men dog ikke i alle prøver, selvom det i omrørte prøver kan være svært at identificere glideflader/sprækker. Det vurderes at Ældre Yoldialer generelt skal regnes for sprækket.

Laggrænsen fra postglaciale aflejringer til senglaciale aflejringer ligger dybeste i den nordvestlige del af området (tættere på Østre kaj) og stiger mod sydøst.

Det må påregnes, at der mellem boringerne kan forekomme områder med lokalt andre lagtykkelser end truffet ved boringerne, hvor de marine aflejringer dog normalt har en relativ progressiv udbredelse.

For en mere detaljeret beskrivelse af de trufne jordbundsforhold henvises til de optegnede boreprofiler vedlagt som bilag 16 - 20, samt tidligere udførte boringer vedlagt som bilag 2 - 15.

### 3.3 Vandspejl

Ifølge den danske havnelods er forskellen mellem middelhøjvande og middellavvande i Frederikshavn normalt 0,3 m. Vestlige storme kan give indtil 1,2 m højvande og østlige storme indtil 0,8 m lavvande.

### 3.4 Målte geotekniske parametre

Ved nærmere analyse/sammenstilling af boring B1 – B4, med de udførte boringer og CPT-sonderinger i 2018, er der tegn på at de udførte vingeforsøg i boringerne B1 – B4 er fejlbehæftede. Der ses derfor bort fra disse målinger.

I boringer udført i september 2018 er der ingen målte vingestyrker, derfor er vurdering af vingestyrkerne for de kohæsive aflejringer baseret på de tidligere udførte boringer.

I de trufne gytjeaflejringer er der overvejende målt vingestyrker mellem 20 og 70 kN/m<sup>2</sup>.

I den trufne postglaciale silt er der overvejende målt vingestyrker mellem 30 og 55 kN/m<sup>2</sup>.

I den trufne senglaciale silt er der overvejende målt vingestyrker mellem 70 og 150 kN/m<sup>2</sup>.

I de trufne leraflejringer (Ældre Yoldialer) er der overvejende målt vingestyrker mellem 300 og >702 kN/m<sup>2</sup>.

De udførte CPT forsøg ses af de optegnede CPT profiler, bilag 2 – 20.

Resultatet af de udførte in situ forsøg ses af de optegnede boreprofiler, bilag 2 – 20.

Resultat og tolkning af de udførte dissipationsforsøg g sigte-/slemmeanalyser fremgår af særligt notat vedr. drænegenskaber i silt, jf. bilag 1, hvor konklusionerne fra notatet er indarbejdet i denne rapport.

### 3.5 Laboratorieforsøg

Der er udført rumvægtsbestemmelser på udtagne B-rør samt glødetabsbestemmelser på udvalgte prøver. Resultaterne af de udførte forsøg fremgår af bilag 21.

Herudover er der udført sigte-/slemmeanalyser på udvalgte prøver til bestemmelse af kornfordelingen i prøverne. Resultaterne af disse forsøg er vedlagt som bilag 22.

## 4 FUNDERINGSFORHOLD

### 4.1 Projektbeskrivelse

Vanddybden på siden mod dokken forventes at skulle være minimum 17 m, mens vanddybden på siden til skibemodtagelse forventes at skulle være 9,5 m.

I forbindelse med projektet forventes der også en ret omfattende uddybning.

Placering samt konstruktionsmæssige detaljer af den nye pier er ikke fastlagt.

### 4.2 Vurderingsgrundlag

Overside af senglaciale eller ældre lag (OSSL), ved de udførte borer vurderes at være beliggende som angivet i *Tabel 1*, hvor de tidligere udførte borer B1 – B14 er også medtaget.

Boring	Havbund m DVR90	m u.hb.	OSSL kote m DVR90	Aflejringer i OSSL
B1	-7,5	13,3	-20,8	Silt, Ma, Sg
B2	-7,3	11,9	-19,2	Silt, Ma, Sg
B3	-4,2	11,7	-15,9	Grus/Silt, Ma, Sg
B4	-5,0	16,0	-21,0	Sand/Silt, Ma, Sg
B5	-9,5	13,8	-23,3	Silt, Ma, Sg
B6	-9,9	12,8	-22,7	Silt, Ma, Sg
B7	-5,1	16,4	-21,5	Sand, Ma Pg/Sg
B8	-9,5	14,4	-23,9	Silt, Ma, Sg
B9	-7,7	12,4	-20,1	Sand, Ma Sg
B10	-6,0	13,4	-19,4	Grus/Silt, Ma, Pg/Sg
B11	-6,1	13,5	-19,6	Silt, Ma, Sg
B12	-6,9	11,5	-18,4	Silt, Ma, Sg
B13	-7,8	8,6	-16,2	Silt, Ma, Sg
B14	-9,1	7,2	-16,3	Silt, Ma, Sg
B21	-3,8	14,4	-18,2	Silt, Ma, Sg
B22	-5,0	10,8	-15,8	Sand, Ma Sg
B23	-5,5	13,2	-18,7	Silt/Sand, Ma Sg
B24	-8,8	9,0	-17,8	Silt, Ma, Sg
B25	-4,0	11,4	-15,4	Silt, Ma, Sg

Tabel 1 Niveau for overside af senglaciale aflejringer eller ældre lag (OSSL).

#### 4.3 Designgrundlag

Ved dimensionering kan der på baggrund af de udførte borer anvendes følgende karakteristiske styrke- og deformationsparametre samt rumvægt.

Silt er typisk et materiale hvis opførsel ikke lader sig klassificere som et rent friktions- eller kohæsionsmateriale, hvorfor begge tilstande bør undersøges ved projektering.

Parametre for silt er angivet baseret på bilag 1, hvor dissipationsforsøg og sigtekurver er medregnet til at vurdere siltens egenskaber.

Konklusion på tolkningen af de udførte dissipationsforsøg og sigteanalyser er, at der for konstruktioner hvor silten indgår bør tages højde for både det drænede og det udrænede tilfælde.

Jordart	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	C <sub>u,k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi_k'$ [°]	C <sub>k'</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	M <sub>o</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q [%]
Gytje, Pg over kote -15 m	17/7	20	20	0	-	30
Gytje, Pg under kote -15 m	17/7	30	23	0	-	20
Sand, Pg	19/10	-	30	-	10.000	-
Silt, Pg	18/8	30	27	-	2.000	-
Sand, Sg	20/10	-	33	-	20.000	-
Silt, Sg	20/10	100	32	-	10.000	-
Ler (Ældre Yoldia), Gc	19/9	200	30	20	30.000	-
Moræneler	21/11	200	30	20	50.000	-
Indbygget sandfyld, over vandspejlet	18/10	-	37	-	30000	-
Sandfyld under vand*	18/10	-	35 - 37	-	10.000 – 20.000	

Tabel 2 Karakteristiske styrke- og deformationsparametre for de trufne aflejringer.

$\gamma$ : Rumvægt - benyttes over vandspejlet

$\gamma'$ : Effektiv rumvægt - benyttes under vandspejlet

C<sub>u,k</sub>: Karakteristisk udrænet forskydningsstyrke

$\varphi_k'$ : Karakteristisk effektiv friktionsvinkel

C<sub>k'</sub>: Karakteristisk effektiv cohæsion

M<sub>o</sub>: Konsolideringsmodul

Q: Dekadehældning

\*Afhængig af komprimeringsgrad

De angivne styrke- og deformationsparametre er bestemt på baggrund af feltforsøg, laboratorieforsøg, empiriske formler og erfaringsmæssige skøn. Parametertolkning på baggrund af CPT er med udgangspunkt i Cone Penetration Testing af T. Lunne, PK. Robertson og J.J.M. Powell.

Det kan overvejes at udføre triaksialforsøg på silt for nærmere bestemmelse af siltens drænede parametre.

Frikitionsforholdet/kappemodstanden indikerer for det postglaciale silt at der er tale om sensitivt finkornet materiale, ved anvendelse af jordtype klassifikationsdiagram for CPT (Robertson 1986). For det senglaciale silt understøtter friktionsforholdet/kappemodstanden de ingeniørgeologiske prøvebeskrivelser, som beskriver silten som hovedsageligt grov og med indhold af finsand.

Glaciale, plastisk yoldialer regnes for sprækket. Eftersom der er truffet tegn på svækkelse af den glaciale moræneler, vurderer vi at de trufne vingestyrke skal reduceres, således at den udrænede forskydningsstyrke foreløbig sættes til:

$$C_u \approx 1/3 \cdot C_v \quad \text{for } C_v \geq 120 \text{ kN/m}^2$$

Dekadehældningen for gytjeaflejringerne er estimeret ud fra vandindholdet som:

$$Q \approx 0,6 \frac{w - 0,25}{w + 0,40} \quad (w > 0,3)$$

Ved afgravnninger/aflastninger må der generelt forventes risiko for reduktion af styrkeparametre.

Designgrundlaget skal verificeres i forbindelse med, at der udføres en geoteknisk projekteringsrapport, hvor det aktuelle projekts belastningsforhold sammenholdes med de trufne jordbundsforhold.

Projektet forventes gennemført i geoteknisk kategori 2, jf. EN1997-1 afsnit 2.1 og DKNA annekts K.

#### **4.4 Spunsvægge / Afstivende vægge**

Dimensioneringen gennemføres for jord- og vandtryk i henhold til DS/EN 1997-1 DK NA:2015 /3/, under anvendelse af relevante partialkoefficenter.

Passivt/aktivt jordtryk skal fastlægges under hensyntagen til fundaments laster fra eventuelle nabokonstruktioner, samt trafiklast og bidrag fra andre mulige overfladelastrer (inkl. tvær- og langsgående kræfter fra vind og bølgepåvirkning på dokken) og eventuel udskiftning på passivside.

Ved dimensionering anvendes  $c_k' = 0$  på aktiv side af væggene.

Kajvægge skal dimensioneres i såvel brudgrænse- som anvendelsestilstand, hvilket bla. indebærer, at der skal tages hensyn til den tilladelige deformation. Dette kan i praksis indebære opspænding af vægge svarende til hviletryk.

Ved opfyldning ovenpå de trufne materialer kan der forventes sætninger.

### **5 ANLÆGSTEKNISKE FORHOLD**

#### **5.1 Generelle udførelsесforhold**

Projektet udføres tæt op mod eksisterende konstruktioner. Selve udførelsen skal derfor vurderes nøje, og der skal udvises stor forsigtighed. Det skal til stadighed sikres, at stabilitet og bæreevne af de eksisterende bygninger ikke forringes.

I forbindelse med nedboring/nedpresning/ramning af profiljern for spunsvægge gøres opmærksom på, at morænejordarter kan have et varierende indhold af sten og blokke, som kan virke hindrende på nedbringningen af jernene. Det anbefales at udføre en prøveramning til bestemmelse af opnåelig rammekote.

Siltede vandmættede aflejringer er meget følsomme overfor vibrationer.

#### **5.2 Genanvendelse**

Opravede rene sandmaterialer vurderes at kunne genindbygges.

Det anbefales at etablere opfyldning mht. uddybning med eksempelvis indpumpet sandfyld såfremt der ikke etableres en tæt byggegrube.

Det anbefales generelt ikke at genindbygge silt, idet vandmættet silt er meget vibrationsfølsomt. Ved valg af fyldmaterialer og opfyldningsprincip i pieren må der tages hensyn til tværbelastning af eventuel gensidig forankring som følge af sætninger. Ved indbygning af silt skal et tidsperspektiv medtages, da silten vil sætte sig over tid.

Frosne materialer må ikke genindbygges.

### 5.3 Naboforhold

I henhold til byggelovens §12, hvortil der henvises, skal der mindst 14 dage forud for iværksættelse af evt. rammearbejde gives skriftlig meddelelse til ejerne af de omkringliggende ejendomme om arbejdets art og omfang samt tidspunktet for arbejdernes påbegyndelse.

Ved eventuelt rammearbejde udføres vibrationsmålinger på de nærmest liggende nabobygninger, således at påvirkningen af disse i relation til bygningsskader kan vurderes. Er der vibrationsfølsomt måleudstyr i bygningerne, kan det ligeledes være nødvendigt at udføre indvendige vibrationsmålinger.

## 6 KONTROL

### 6.1 Generelt

Kontrolarbejder foretages iht. EN1997-1, afsnit 4. Kontrolarbejdet skal gennemføres af en geoteknisk kyndig person.

Forhold til eksisterende bygninger, ledninger og konstruktioner må altid vurderes løbende.

### 6.2 Komprimeringskontrol

Såfremt der indbygges komprimeret sand over vandspejlsniveau med mægtigheder større end 0,6 m anbefales det, at kontrollere den opnåede komprimeringsgrad med isotopsonde for at sikre en ensartet høj lejringstæthed i relation til de opstillede krav.

Såfremt sandmaterialer under vandspejlsniveau komprimeres med dybdekomprimering anbefales det, at kontrollere den opnåede lejringstæthed med CPT-forsøg.

## 7 GEOTEKNISK PROJEKTERINGSRAPPORT

Der skal udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport jf. EN1997-1, afsnit 2.8.

Forudsætninger og anbefalinger som angivet i afsnittene 3 – 6 indarbejdes i relevant omfang i den geotekniske projekteringsrapport. Den geotekniske projekteringsrapport vil kunne bestå af den geotekniske rapport, suppleret med dokumentation af nødvendige beregninger og godkendelseskriterier for kontrol.

En geoteknisk projekteringsrapport skal som udgangspunkt indeholde følgende:

- Beskrivelse af jordbundsforhold
- Forudsatte regningsmæssige styrke- og deformationsparametre
- Laster og lasttilfælde
- Funderingsmetoder
- Udførelsesmæssige forhold
- Krav til kontrol
- Krav til vedligeholdelse

## 8 DIVERSE

Vi er naturligvis også til disposition vedrørende ethvert spørgsmål angående den foretagne undersøgelse.

## Notat

**Frederikshavn Havn, nye pier**  
Vurdering af drænegenskaber for silt

12. oktober 2018  
Vores reference: 26.1714.62

Udarbejdet : Linea Højgaard Christiansen

Kontrolleret : Martin Møller

Vedlagt : Bilag 1: Tidskurver fra dissipationsforsøg

Kopi til :

### 1 SAMMENFATNING OG KONKLUSION

I dette notat redegøres for estimering af permeabilitetskoefficienten (k) for gytjeholdige siltaflejringer truffet i de supplerende geotekniske undersøgelser i Frederikshavn Havn. Ud fra permeabilitetskoefficienten foretages en vurdering af, om der beregningsmæssigt skal tages hensyn til en udrænet tilstand i silten.

Permeabilitetskoefficienten er estimeret ud fra sigteanalyser og dissipationsforsøg. Dissipationsforsøgene er vurderet på baggrund af to forskellige metoder baseret på henholdsvis  $t_{50}$  (tid for dissipation af 50% poreovertryk) og et kurvefit til den målte tidskurve. Resultaterne for de forskellige metoder er vist på figur 1-1.

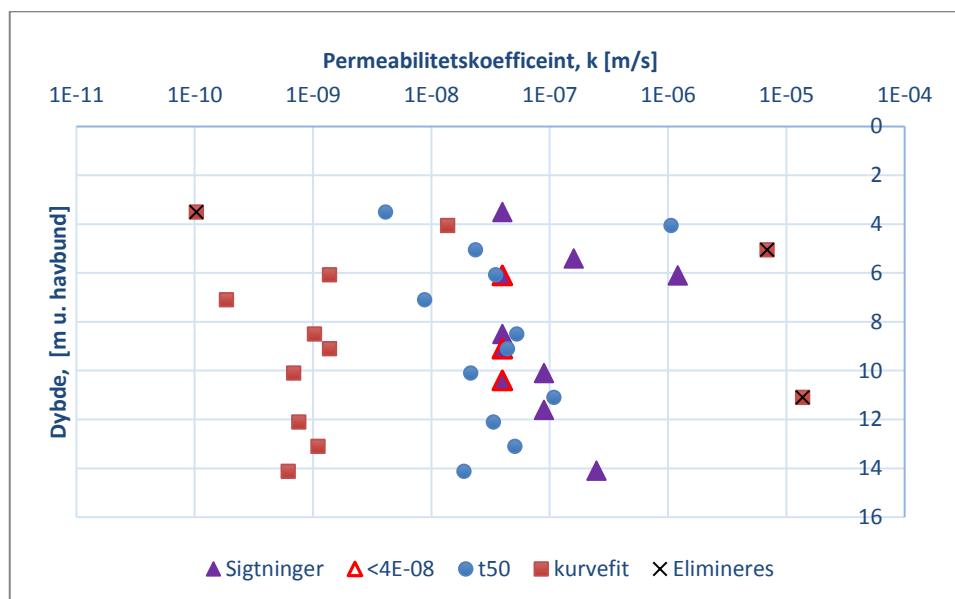
Overordnet set fordeler resultaterne sig mellem  $k=10^{-10}-10^{-5}$  m/s med en overvægt i intervallet  $10^{-9}-10^{-7}$  m/s. Ifølge Lunne et al. (1997) dækker permeabiliteterne over et bredt spektrum af jordarter gående fra siltet sand til ler, med en overvægt indenfor leret silt til ler. Jordarterne og de dertilhørende permeabiliteter er ifølge Lunne et al. (1997):

- $k=10^{-10}-10^{-9}$  m/s : Ler
- $k=10^{-9}-10^{-8}$  m/s : Siltet ler til ler
- $k=10^{-8}-10^{-7}$  m/s : Leret silt til siltet ler
- $k=10^{-7}-10^{-6}$  m/s : Sandet silt til leret silt
- $k=10^{-6}-10^{-5}$  m/s : Siltet sand til sandet silt

Det bemærkes, at der for moræneler træffes permeabilitetskoefficienter på  $k=10^{-9}-10^{-6}$  m/s, hvilket også er dækkende for ovenstående intervaller.

Selvom silten er bedømt til at være grov og finsandet indikerer sigteanalyserne at det har en relativt lav permeabilitet grundet et højt indhold af finstof og lav  $d_{10}$ .

In-situ forsøgene indikerer endnu lavere permeabilitet hvilket kan skyldes en lagdeling af silt og gytje som hindrer strømningen. Modellen med vurdering på baggrund af  $t_{50}$  giver resultater omkring  $10^{-7}$  mens kurvefit giver resultater omkring  $10^{-9}$ . Da usikkerheden er størst på kurvefit metoden vurderes  $k=10^{-8}$ - $10^{-7}$  svarende til leret silt til siltet ler mest sandsynlig. Dimensionering af konstruktioner hvor silten indgår bør derfor tage højde for både det drænede og det udrænede tilfælde.



Figur 1-1 Oversigt over permeabilitetskoefficienten for silt estimeret ud fra forskellige metoder.

## 2

### SIGTEANALYSER

Permeabilitetskoefficienten,  $k$  er estimeret ud fra sigteanalyser ved hjælp af udtrykket (DS 415, 1984):

$$k \approx 0,01(d_{10})^2$$

hvor  $d_{10}$  indsættes i mm og  $k$  derved estimeres i m/s.

I tabel 2.1 er den estimerede permeabilitetskoefficient vist for de betragtede sigtekurver.

**Tabel 2.1 Estimering af permeabilitetskoefficient ud fra sigteanalyser.**

Boring	Prøve	Dybde [m u havb.]	Geologi	d <sub>10</sub> [mm]	Finstof [%]	k [10 <sup>-9</sup> m/s]
B21	21124	5,1	Silt, groft, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	0,011	29	1210
B21	21125	10,1	Silt, groft, finsandet, gytjeh., Ma, Pg	0,003	49	90
B22	22124	6,1	Silt, groft, st. finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	<0,002	45	<40
B23	23124	5,4	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	0,004	34	160
B23	23125	10,4	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	<0,002	57	<40
B24	24123	3,5	Silt, groft, finsandet, gytjeh., Ma, Pg	0,002	46	40
B24	24124	8,5	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Sg	0,002	39	40
B25	25123	9,1	Silt, groft, st. finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	<0,002	51	<40
B25	2524	11,6	Silt, groft, st. finsandet, Ma, Sg	0,003	46	90
B25	25124	14,1	Silt, groft, st. finsandet, Ma, Sg	0,005	33	250

Resultaterne af sigteanalyserne viser at 60% af prøverne har d<sub>10</sub> omkring 0,002-0,005 mm hvilket ifølge modellen svarer til k omkring 10<sup>-7</sup> m/s. For 30% af prøverne er d<sub>10</sub> fundet til at være mindre end 0,002 mm, hvilket indikerer et vist indhold af finpartikler som ler eller gytje.

### 3 DISSIPATIONSFORSØG

Foruden sigtninger er der lavet dissipationsforsøg i felten, som ligeledes benyttes til at estimere permeabiliteten.

Permeabiliteten er estimeret ved hjælp af to forskellige metoder, som estimerer permeabilitetskoefficienten, k ud fra:

1. tid for dissipation af 50% af poreovertrykket.
2. et kurvefit til den målte tidskurve for dissipation af poreovertrykket.

I det følgende redegøres for resultaterne bestemt ud fra de to metoder.

#### 3.1 Tolkning baseret på t<sub>50</sub>

Ud fra dissipationsforsøgene kan permeabilitetskoefficienten estimeres direkte ud fra formlen (Parez og Fauriel, 1988):

$$k \approx \frac{0,01}{(251 \cdot t_{50})^{1,25}}$$

hvor t<sub>50</sub> er tiden for bortdræning af 50% af poreovertrykket. Dette er en let modifikation af metoden beskrevet i Lunne et al., 1997.

Estimerede værdier for permeabilitetskoefficienten er vist i tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Estimering af permeabilitetskoefficient ud fra  $t_{50}$  målt i dissipationsforsøg.**

Boring	Dybde [m u. havb.]	Geologi	$t_{50}$ [s]	k [ $10^{-9}$ m/s]
B21	5,1	Silt, groft, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	126	23
B21	10,1	Silt, groft, finsandet, gytjeh., Ma, Pg	136	22
B22	4,1	Sand, fint, st. siltet, sv. gytjeh., Ma, Pg	6	1066
B22	6,1	Silt, groft, st. finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	92	35
B22	11,1	Silt, groft, finsandet, Ma, Pg	37	109
B23	5,4	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	593	3
B23	10,4	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	156	18
B24	3,5	Silt, finsandet, gytjeh., Ma, Pg	512	4
B24	8,5	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Sg	66	53
B25	9,1	Silt, groft, st. finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	77	44
B25	13,1	Silt, groft, st. finsandet, Ma, Sg	68	51
B25	14,1	Silt, groft, st. finsandet, Ma, Sg	151	19

## 3.2 Tolkning baseret på kurvefit

Ud fra dissipationsmålingerne kan permeabilitetskoefficienten estimeres ved hjælp af CE-CCSM metoden (Cavity Expansion-Critical State Soil Mechanics). Med denne metode tilnærmes en beregnet dissipationskurve til den målte ved at variere konsolideringskoefficienten,  $c_k$  for at få det bedste fit. Ud fra konsolideringskoefficienten bestemmes permeabilitetskoefficienten for et skønnet konsolideringsmodul, K. Metoden er beskrevet i Mayne (2001).

Poreovertrykket til et vilkårligt tidspunkt bestemmes som:

$$\Delta u = \frac{(\Delta u_{oct})_i}{1 + 50T^*} + \frac{(\Delta u_{shear})_i}{1 + 5000T^*}$$

hvor:

$\Delta u_{oct}$  er poreovertrykket fra penetration af sonden.

$\Delta u_{shear}$  er poreovertrykket fra forskydningstøjninger under sonden.

De to trykbidrag estimeres som:

$$(\Delta u_{oct})_i = \frac{2}{3} M \cdot \sigma'_{\nu 0} \left( \frac{OCR}{2} \right)^\Lambda$$

$$(\Delta u_{shear})_i = \sigma'_{\nu 0} \left( 1 - \left( \frac{OCR}{2} \right)^\Lambda \right)$$

hvor:

OCR er overkonsolideringsgraden.

$\Lambda$  er en SHANSEP-parameter estimeret som  $\Lambda=0,8$ .

M er defineret som:

$$M = \frac{6\sin(\varphi')}{3 - \sin(\varphi')}$$

$T^*$  er en tidsfaktor defineret som:

$$T^* = \frac{c_k \cdot t}{a^2 \cdot I_R^{0,75}}$$

hvor:

$c_k$  er konsolideringskoefficienten

$t$  er den aktuelle tid

$a$  er radius af CPT-sonden.

$I_R$  er et stivhedsindeks defineret som  $I_R = G/c_u$ .

Ud fra konsolideringskoefficienten kan permeabilitetskoefficienten per definition bestemmes som:

$$k = \frac{c_k \cdot \gamma_w}{K}$$

hvor:

$K$  er konsolideringsmodulet

$\gamma_w$  er vands rumvægt

Permeabilitetskoefficienten estimeres ved at skønne rimelige værdier for OCR,  $\varphi'$  og  $I_R$ , og derefter tilnærme den beregnede tidskurve til den målte ved at variere  $c_k$ . Stivhedsindekset forventes at være en funktion af plasticitetsindeks samt OCR som angivet i Mayne (2001).

Erfaring fra området har vist konsolideringsmoduler i størrelsesorden  $K=52-160$  MPa. Der er i beregningen anvendt et konsolideringsmodul på 145 kPa. I tabel 3.2 ses den estimerede permeabilitetskoefficient.

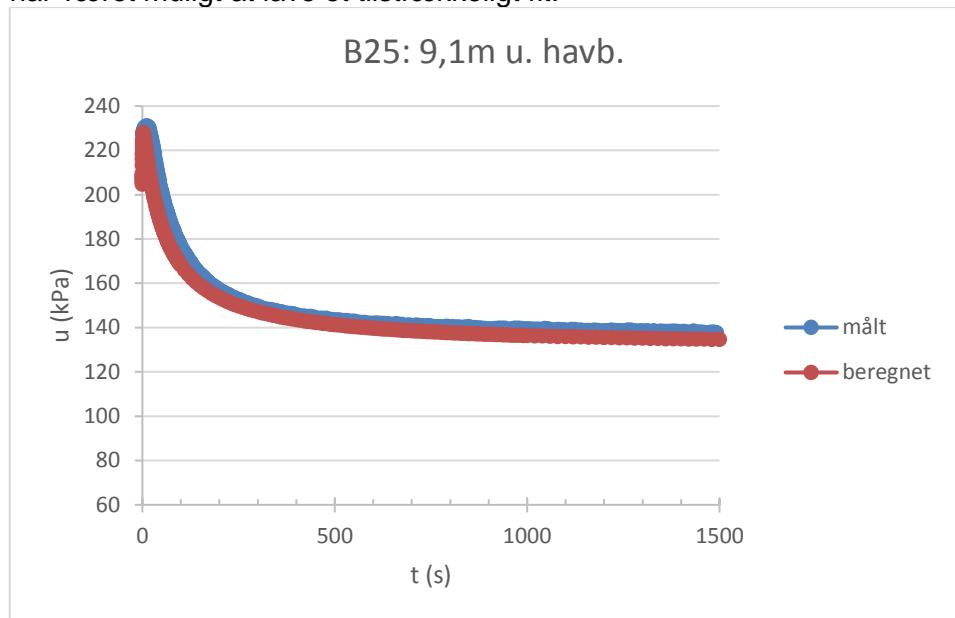
**Tabel 3.2 Estimering af dissipationskoefficient ud fra kurvefit til måleresultater fra dissipationsforsøg.**

\*Kurvenfittet betragtes utilstrækkeligt til at lave en god bedømmelse af permeabiliteten.

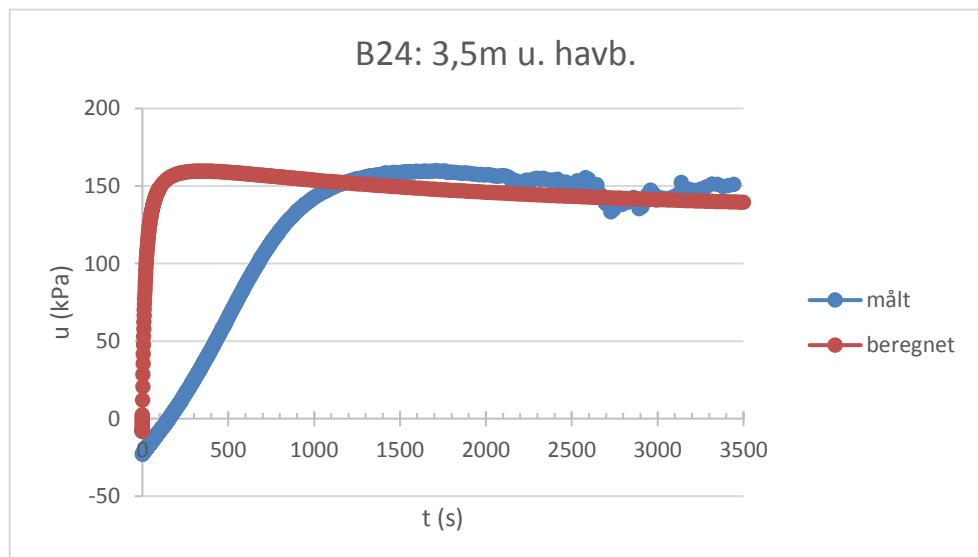
Bo-ring	Dybde [m u. havb.]	Geologi	OCR	$I_R$	$c_k$ [ $m^2/s$ ]	$k$ [ $10^{-9} m/s$ ]
B21*	5,1	Silt, groft, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	3	50	1,0E-04	-
B21	10,1	Silt, groft, finsandet, gytjeh., Ma, Pg	3	200	1,0E-08	0,7
B22	4,1	Sand, fint, st. siltet, sv. gytjeh., Ma, Pg	3	200	2,0E-07	13
B22	6,1	Silt, groft, st. finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	3	200	2,0E-08	1
B22*	11,1	Silt, groft, finsandet, Ma, Pg	3	50	2,0E-04	-
B23	5,4	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	3	200	2,7E-09	0,2
B23	10,4	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	3	200	1,1E-08	0,8
B24*	3,5	Silt, finsandet, gytjeh., Ma, Pg	20	600	1,5E-09	-
B24	8,5	Silt, finsandet, sv. gytjeh., Ma, Sg	3	200	1,5E-08	1
B25	9,1	Silt, groft, st. finsandet, sv. gytjeh., Ma, Pg	3	200	2,0E-08	1
B25	13,1	Silt, groft, st. finsandet, Ma, Sg	3	200	1,6E-08	1
B25	14,1	Silt, groft, st. finsandet, Ma, Sg	4	200	9,0E-09	0,6

Det har vist sig vanskeligt at få et godt fit til hele den målte tidskurve, specielt på prøver som har udvist signifikant dilatation. Idet permeabilitetskoefficienten er et udtryk for den hastighed, hvormed et poreovertryk kan dræne væk, er kurven fittet, så det passer bedst muligt på hældningen af forsøget.

På figur 3-1 ses et eksempel på en målt tidskurve og det tilhørende beregnede fit., hvor der er bedst overensstemmelse mellem beregnede og målte værdier over hele forløbet. Figur 3-1 er til gengæld et eksempel, hvor det ikke har været muligt at lave et tilstrækkeligt fit.



Figur 3-1 målt og beregnet tidskurve for dissipationsforsøg i boring B25, 9,1 m under havbunden.



Figur 3-2 målt og beregnet tidskurve for dissipationsforsøg i boring B24, 3,5 m under havbunden.

Den målte tidskurve samt det anvendte kurvefit for alle de behandlede forsøg er vist i bilag 1.

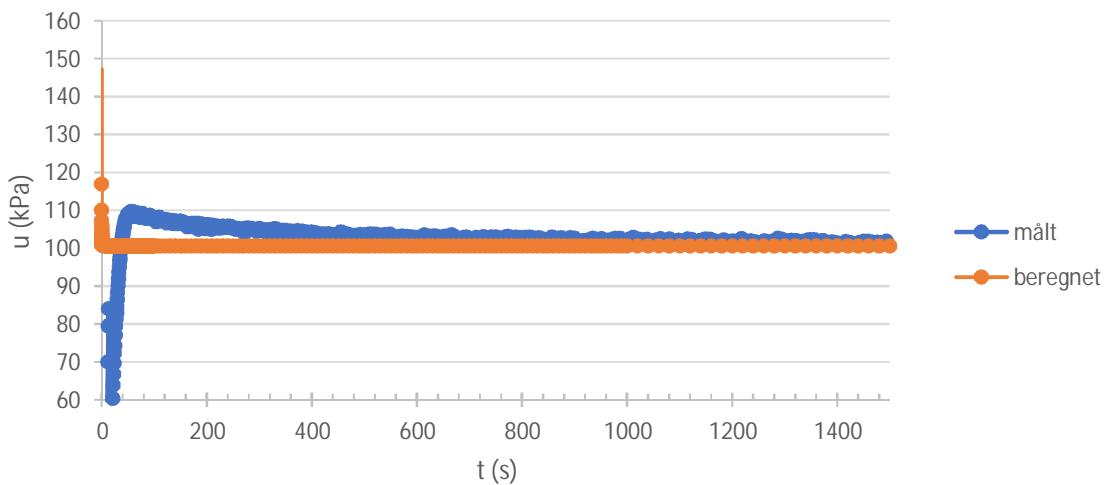
4

## REFERENCER

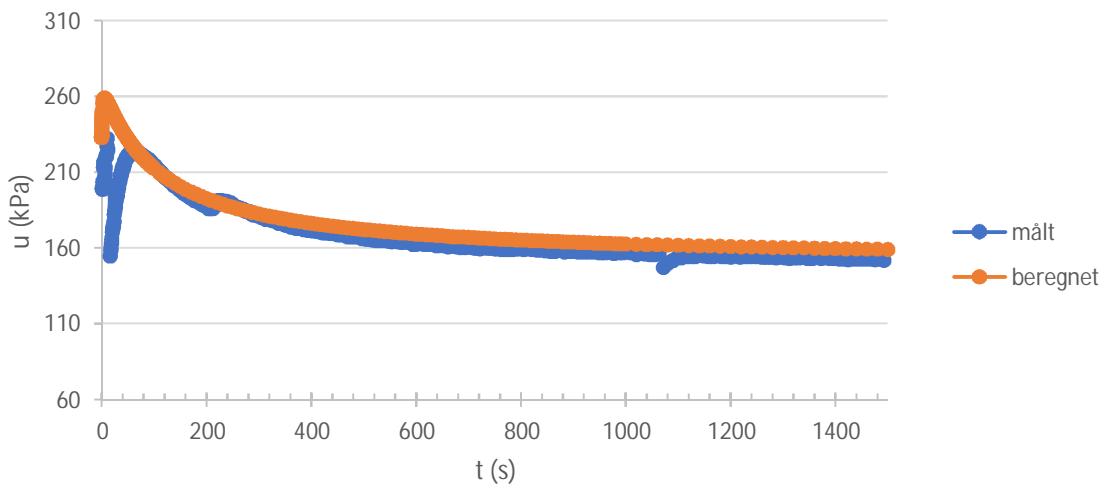
- Lunne, T., Robertson, P. K., Powell, J. J. M. (1997) *Cone Penetration Testing in geotechnical practice*, Blackie Academic & Professional, ISBN: 0 419 23750 X
- Mayne, P. W (2001) *Stress-strain-strength-flow parameters from enhanced in-situ tests*, Proceedings, International Conference on In-Situ Measurements of Soil Properties & Case Histories, Bali, Indonesia, May
- Parez, L. og Faureil, R. (1988) *Le piézoône, Améliorations apportées à la reconnaissance de sols*, Revue Francaise de Geotech, Vol. 44

**Bilag 1**

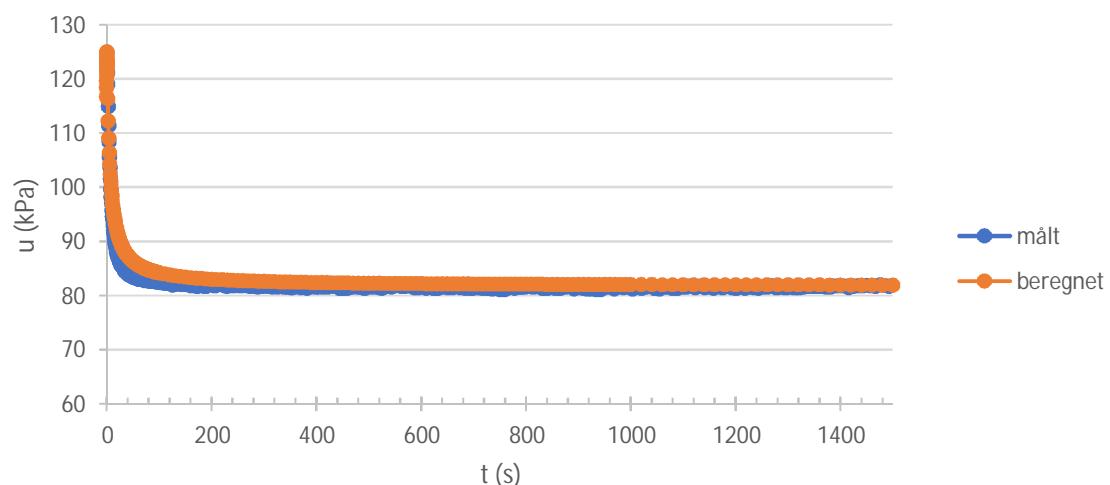
B21: 5,1m u. havb.



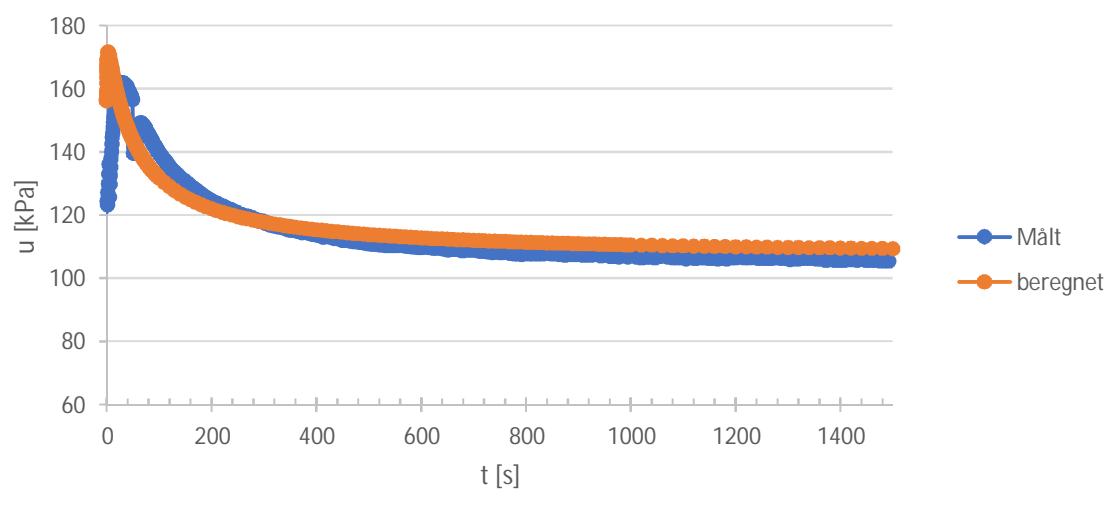
B21: 10,1m u. havb.



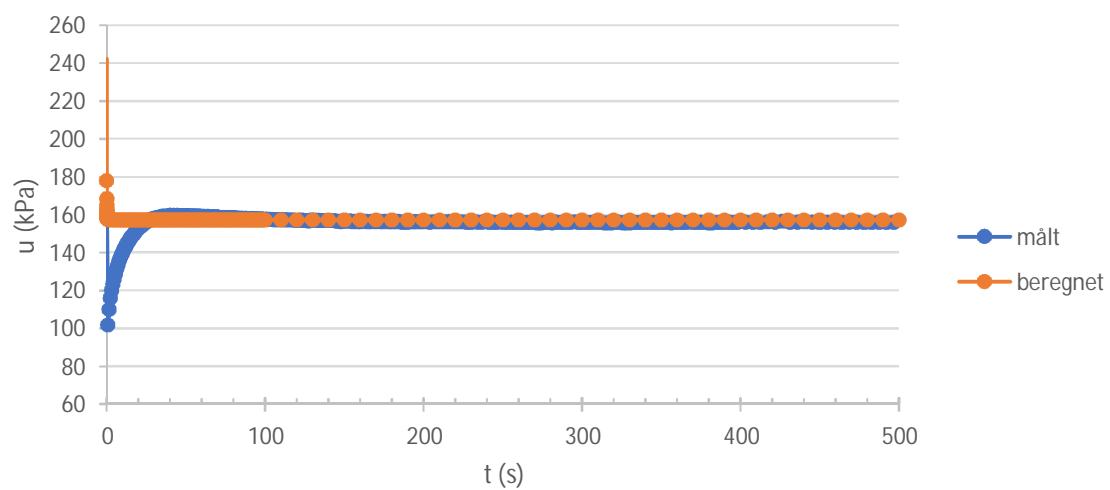
B22: 4,1m u. havb.



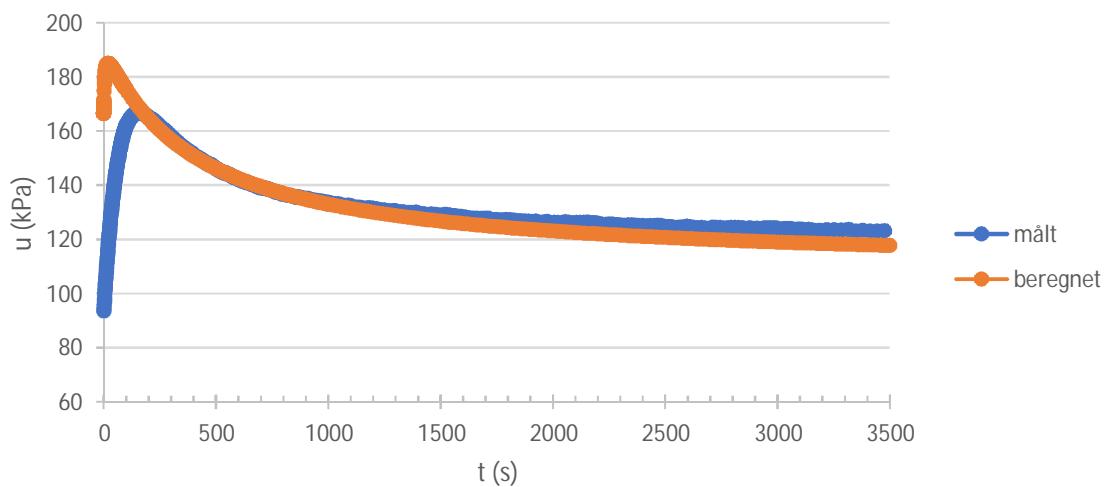
B22: 6,1m u. havb.



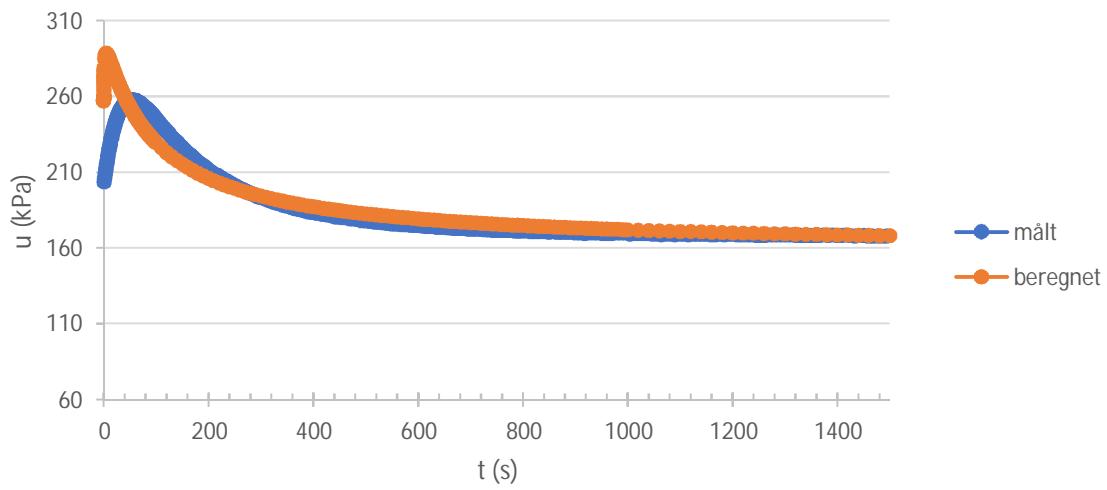
B22: 11,1m u. havb.



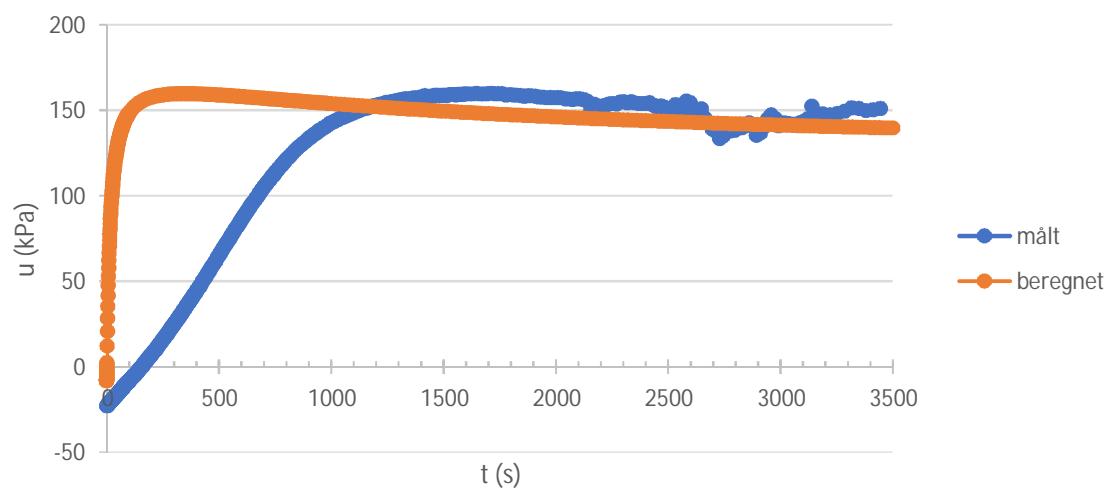
B23: 7,1m u. havb.



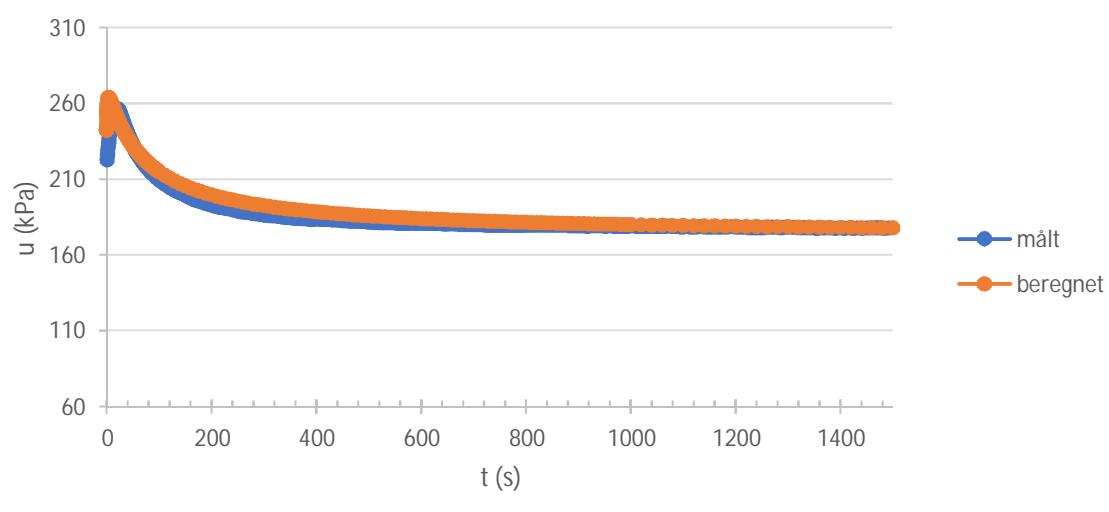
B23: 12,1m u. havb.



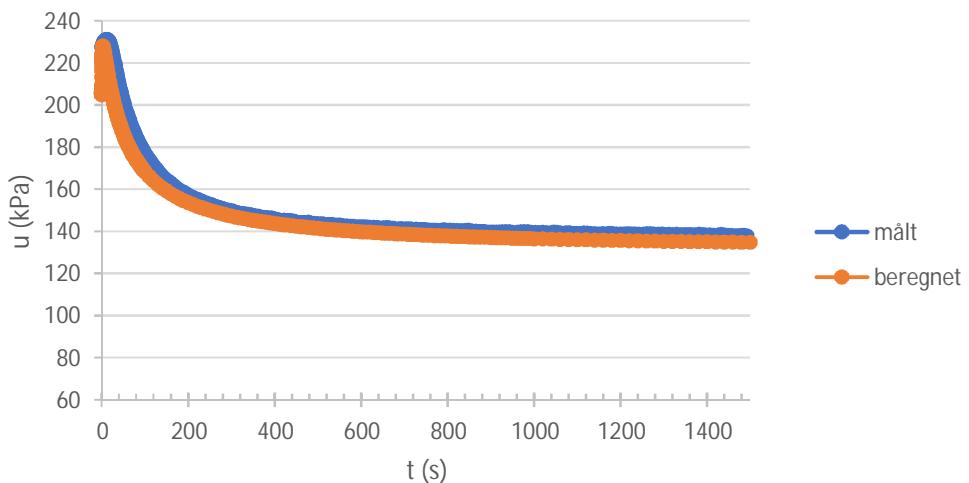
B24: 3,5m u. havb.



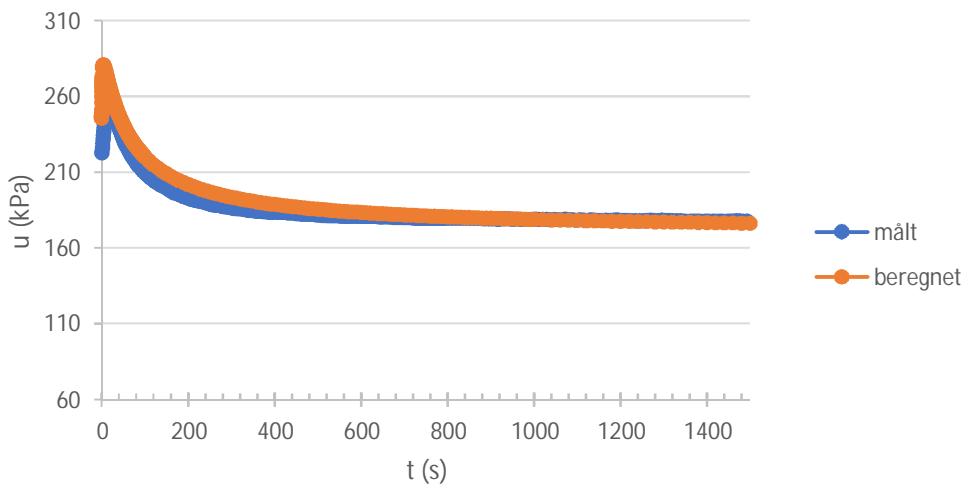
B24: 8,5m u. havb.



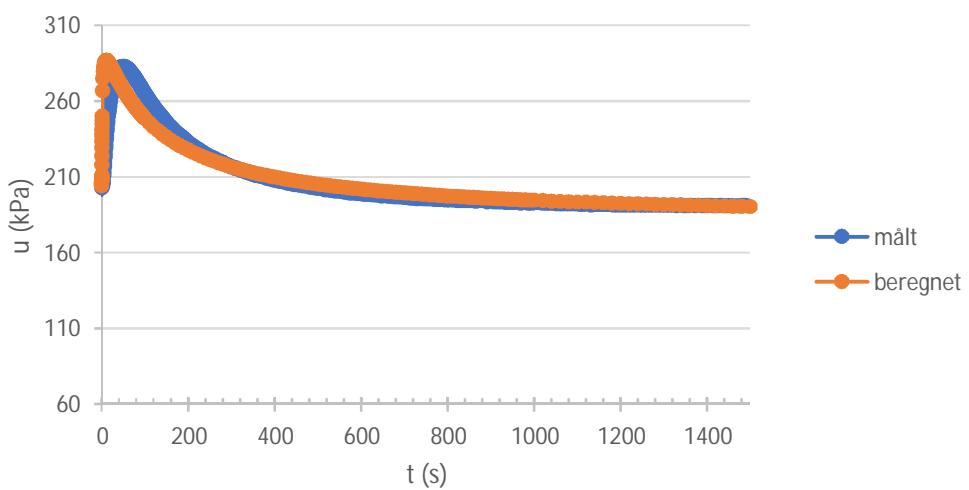
B25: 9,1m u. havb.

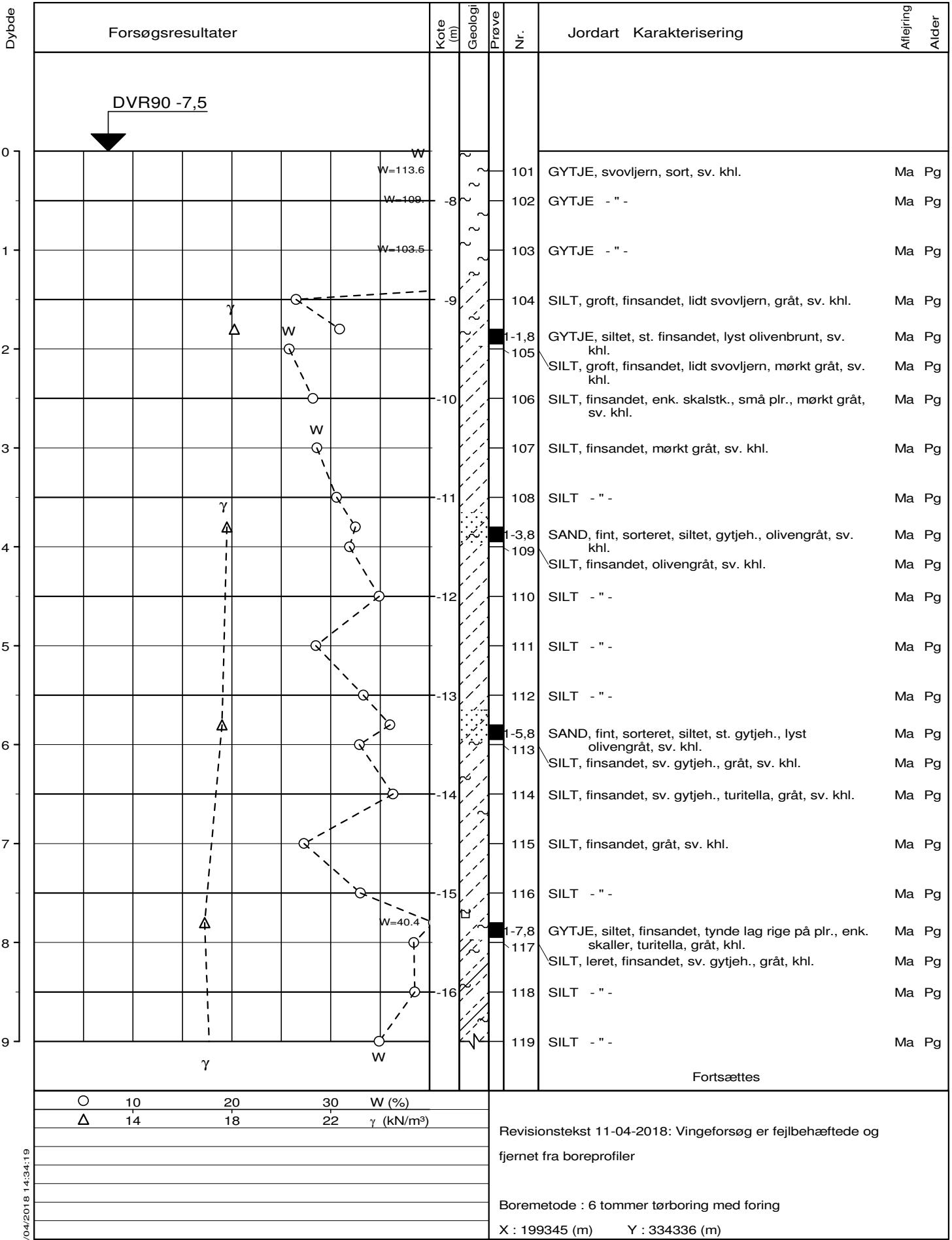


B25: 13,1m u. havb.



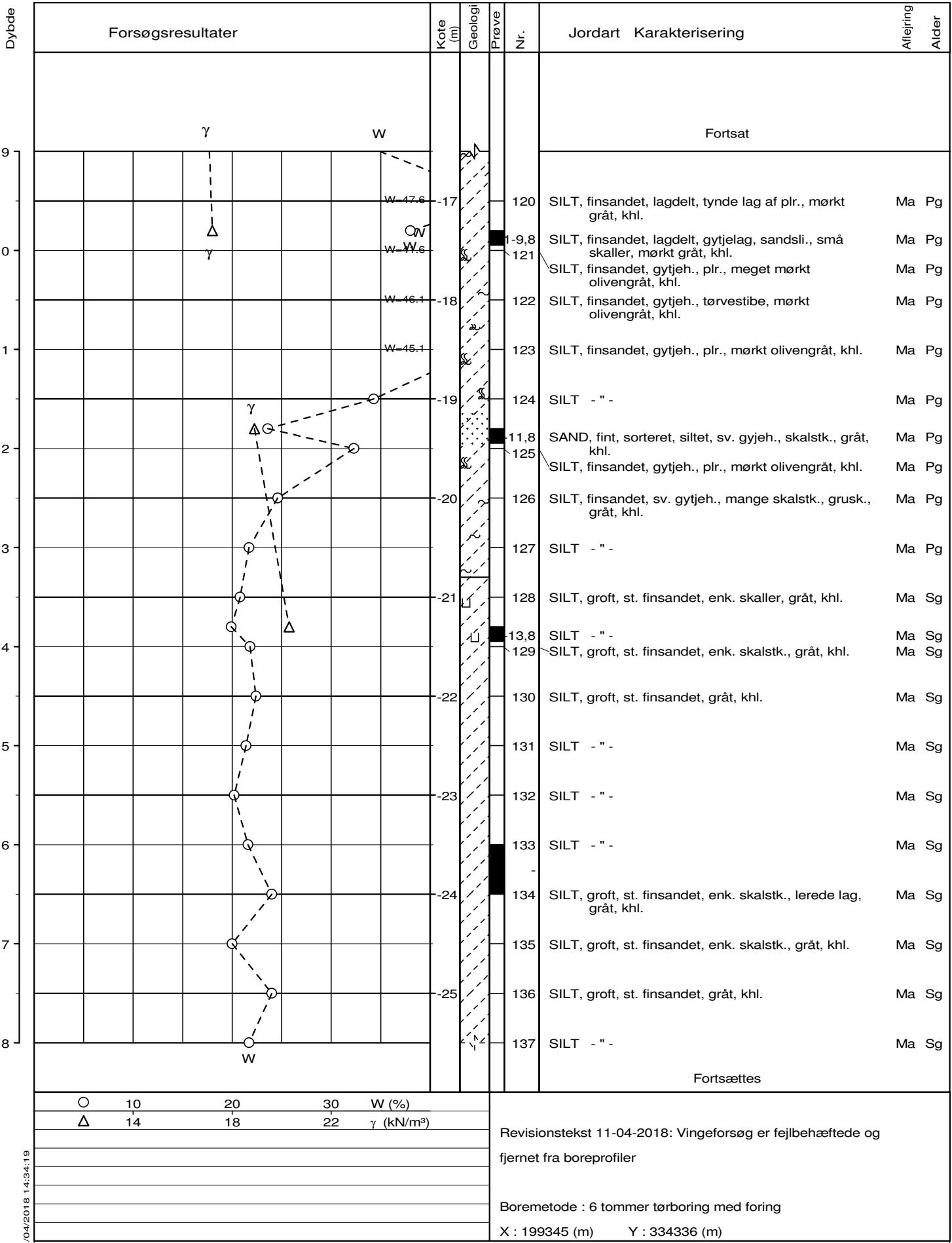
B25: 14,1m u. havb.





Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.13 DGU-nr.: Boring : B1  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 1 S. 1 / 3



Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.13 DGU-nr.: Boring : B1  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 1 S. 2 / 3

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)  
Geologi

Prøve

## Jordart Karakterisering

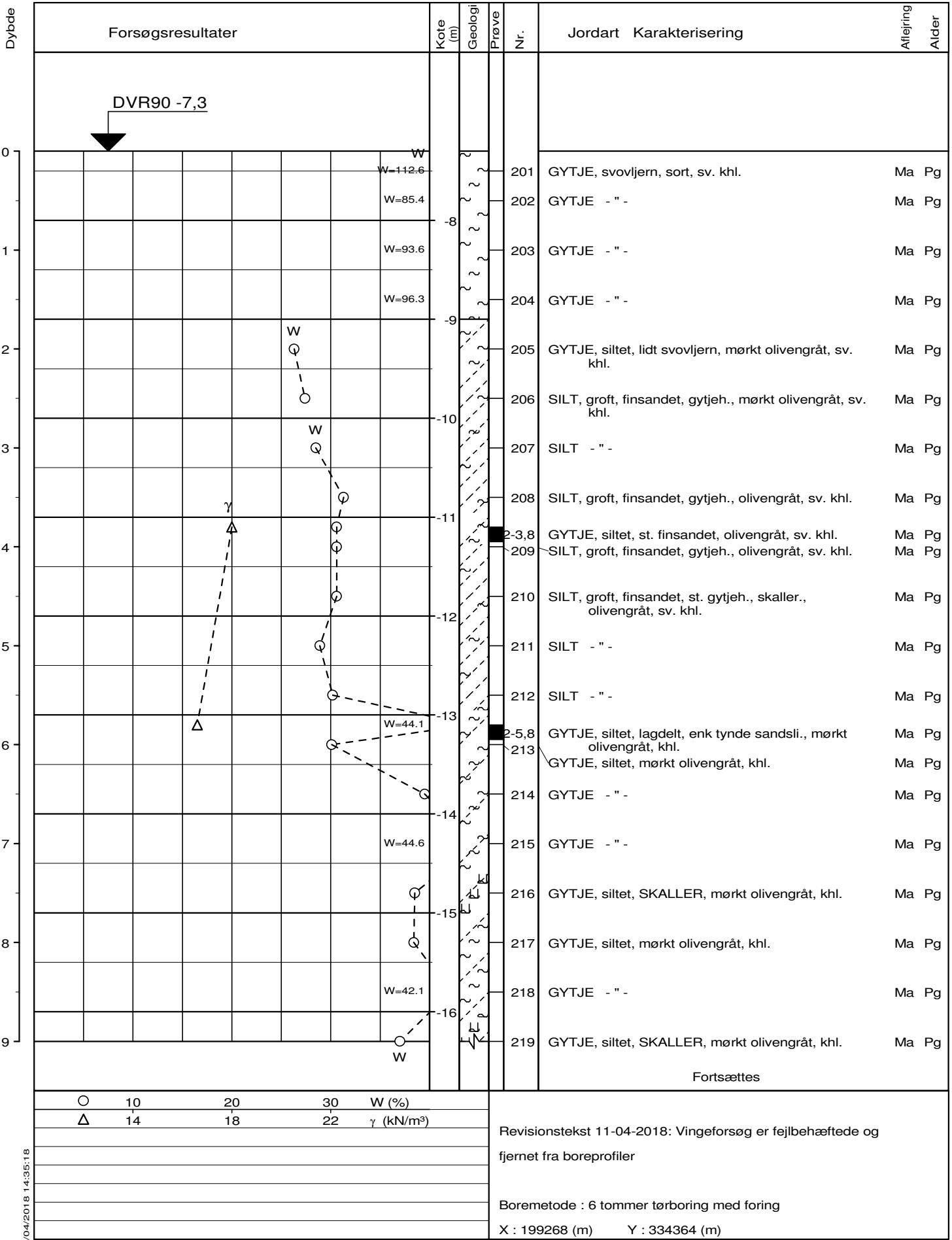
Aflæring  
Alder

Dybde	W	Fortsat	Ma Sg				
Nr.	Geologi	Kote (m)	Prøve				
138	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.	-26					
139	SAND, fint, velsorteret, st. grovsiltet, gråt, khl.	-26					
140	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.	-27					
141	SILT - " -	-27					
142	SILT - " -	-28					
143	SILT - " -	-28					
144	SILT - " -	-29					
145	SILT, groft, st. finsandet, skalst., gråt, khl.	-29					
146	SILT - " -	-30					
147	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.	-30					
		-31					
		-32					
		-33					
		-34					
○ 10 20 30 W (%)							
△ 14 18 22 γ (kN/m³)							
				Revisionstekst 11-04-2018: Vingeforsøg er fejlbehæftede og fjernet fra boreprofiler			
				Boremetode : 6 tommer tørboring med foring X : 199345 (m) Y : 334336 (m)			

Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.13 DGU-nr.: Boring : B1

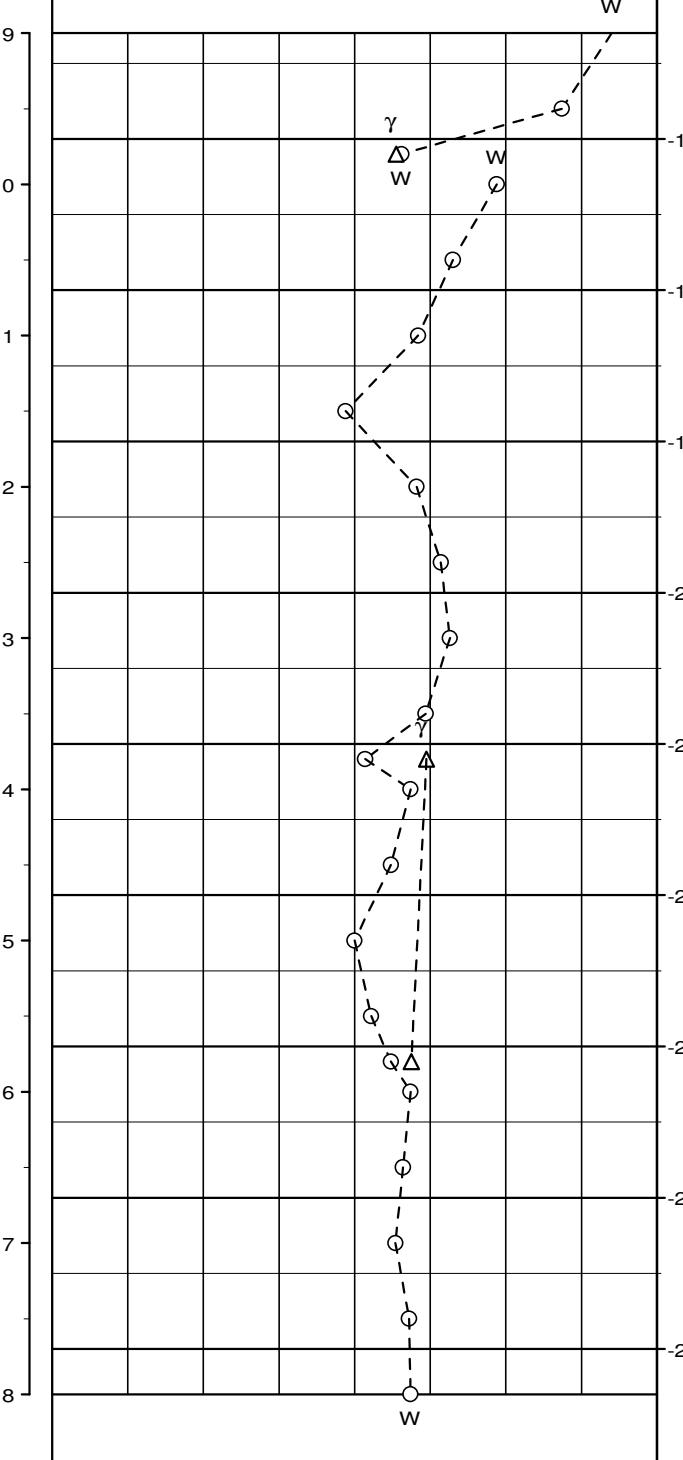
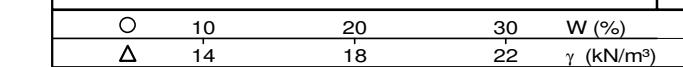
Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 1 S. 3 / 3



Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES      Boret af : ANBO/PB      Dato : 2016.09.14      DGU-nr.:      Boring : B2  
 Udarb. af : SUD      Kontrol : LLA      Godkendt : LLA      Dato : 2016.10.05      Bilag : 2

S. 1 / 3

Dybde	Forsøgsresultater			Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering		Aflæring Alder		
W												
9				-17			220	Fortsat				
10	γ	W	Q	-17,5			220	GYTJE, siltet, mørkt olivengråt, khl.		Ma Pg		
10	W	Q	Q	-17,8			221	GYTJE, siltet, finsandet, skalstk., sandstriber, gråt, khl.		Ma Pg		
10	W	Q	Q	-18			222	GYTJE, siltet, gråt, khl.		Ma Pg		
11				-18,2			223	GYTJE, sandet, mange skalstk., skaller., turitella, gråt, khl.		Ma Pg		
12				-18,5			224	GYTJE, sandet, mange skalstk., skaller., grusk., gråt, khl.		Ma Pg		
12				-19			225	SAND, fint, ringe sorteret, st. siltet, skalstk., grusk., mørkt gråt, khl.		Ma Pg		
13				-19,5			226	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.		Ma Sg		
13				-20			227	SILT, groft, st. finsandet, enk. skalstk., gråt, khl.		Ma Sg		
14				-20,5			228	SILT - " -		Ma Sg		
14	Q	Q	Q	-21			229	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, ikke intakt prøve, lyst gråt, khl.		Sm Sg		
14	Q	Q	Q	-21,2			229	SILT, groft, st. finsandet, enk. skalstk., gråt, khl.		Sm Sg		
15				-21,5			230	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, gråt, khl.		Sm Sg		
15				-22			231	SILT, groft, st. finsandet, enk. skalstk., gråt, khl.		Sm Sg		
16				-22,5			232	SILT - " -		Sm Sg		
16	Q	Q	Q	-23			233	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, skalstk., ikke intakt prøve, gråt, khl.		Sm Sg		
16	Q	Q	Q	-23,2			233	SILT, groft, st. finsandet, enk. skalstk., gråt, khl.		Sm Sg		
17				-23,5			234	SILT - " -		Sm Sg		
17				-24			235	SILT - " -		Sm Sg		
17				-24,5			236	SILT, groft, st. finsandet, enk. skaller og skalstk., gråt, khl.		Sm Sg		
18				-25			237	SILT, groft, st. finsandet, enk. skalstk., gråt, khl.		Sm Sg		
W												
Fortsættes												
					Revisionstekst 11-04-2018: Vingeforsøg er fejlbehæftede og fjernet fra boreprofiler							
					Boremetode : 6 tommer tørboring med foring X : 199268 (m) Y : 334364 (m)							

Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

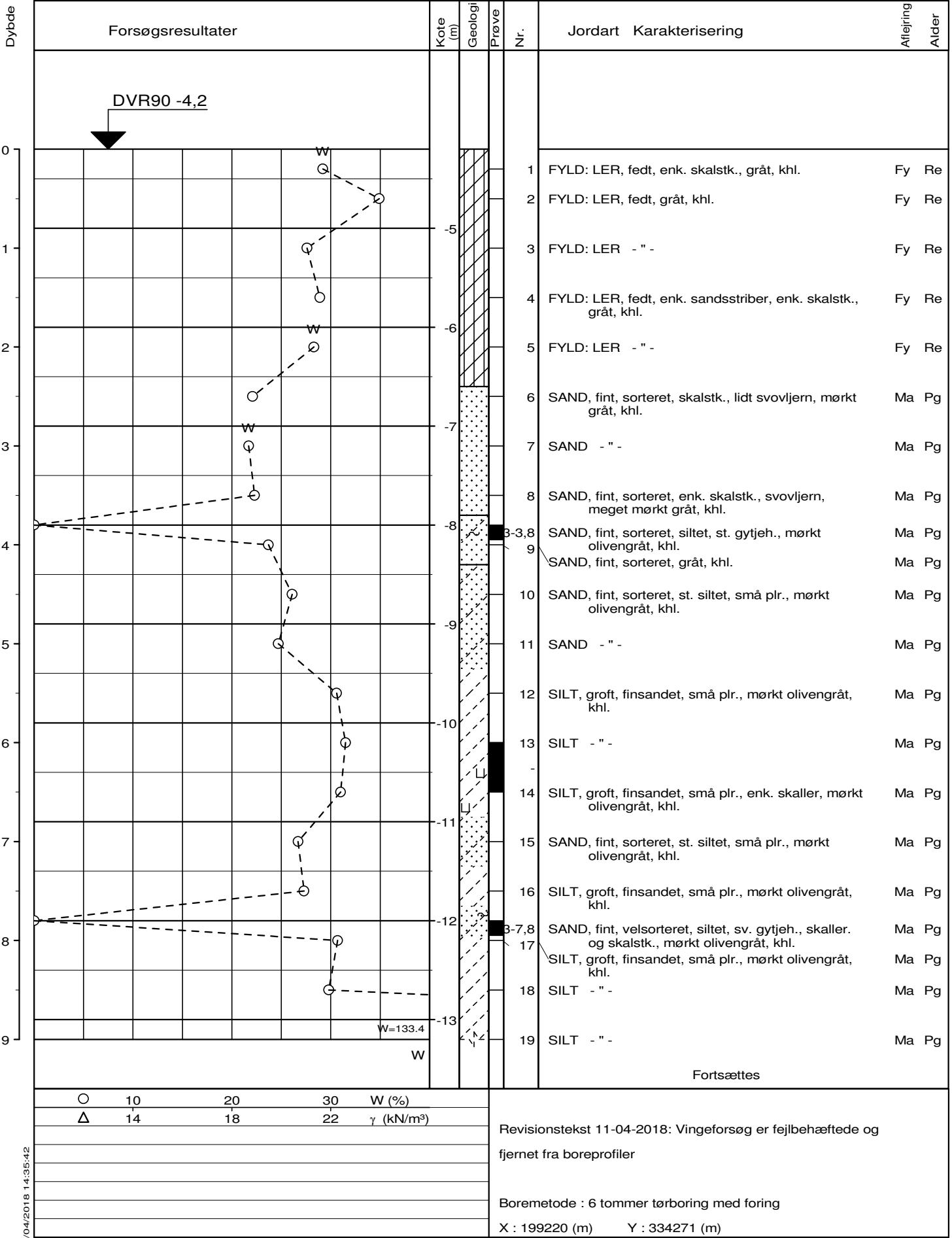
 Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.14 DGU-nr.: Boring : B2  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 2 S. 2 / 3

Dybde	Forsøgsresultater		Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering		Aflæring Alder
	W								
Fortsat									
18			-26			238	SILT, groft, st. finsandet, enk. skalstk., gråt, khl.		Sm Sg
19			-26			239	SILT - " -		Sm Sg
20			-27			240	SILT - " -		Sm Sg
	W		-27			241	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, enk. skalstk., gråt, khl. SILT, groft, st. finsandet, enk. skalstk., gråt, khl.		Sm Sg
	Q		-28			242	SILT - " -		Sm Sg
	Q		-28			243	SILT - " -		Sm Sg
	Q		-29			244	SILT - " -		Sm Sg
	Q		-29			245	SILT - " -		Sm Sg
	Q		-30			246	SILT - " -		Sm Sg
	Q		-31			247	SILT - " -		Sm Sg
23			-32						
24			-33						
25			-34						
○ 10      20      30      W (%) △ 14      18      22 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )									
Revisionstekst 11-04-2018: Vingeforsøg er fejlbehæftede og fjernet fra boreprofiler  Boremetode : 6 tommer tørboring med foring X : 199268 (m)    Y : 334364 (m)									

Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

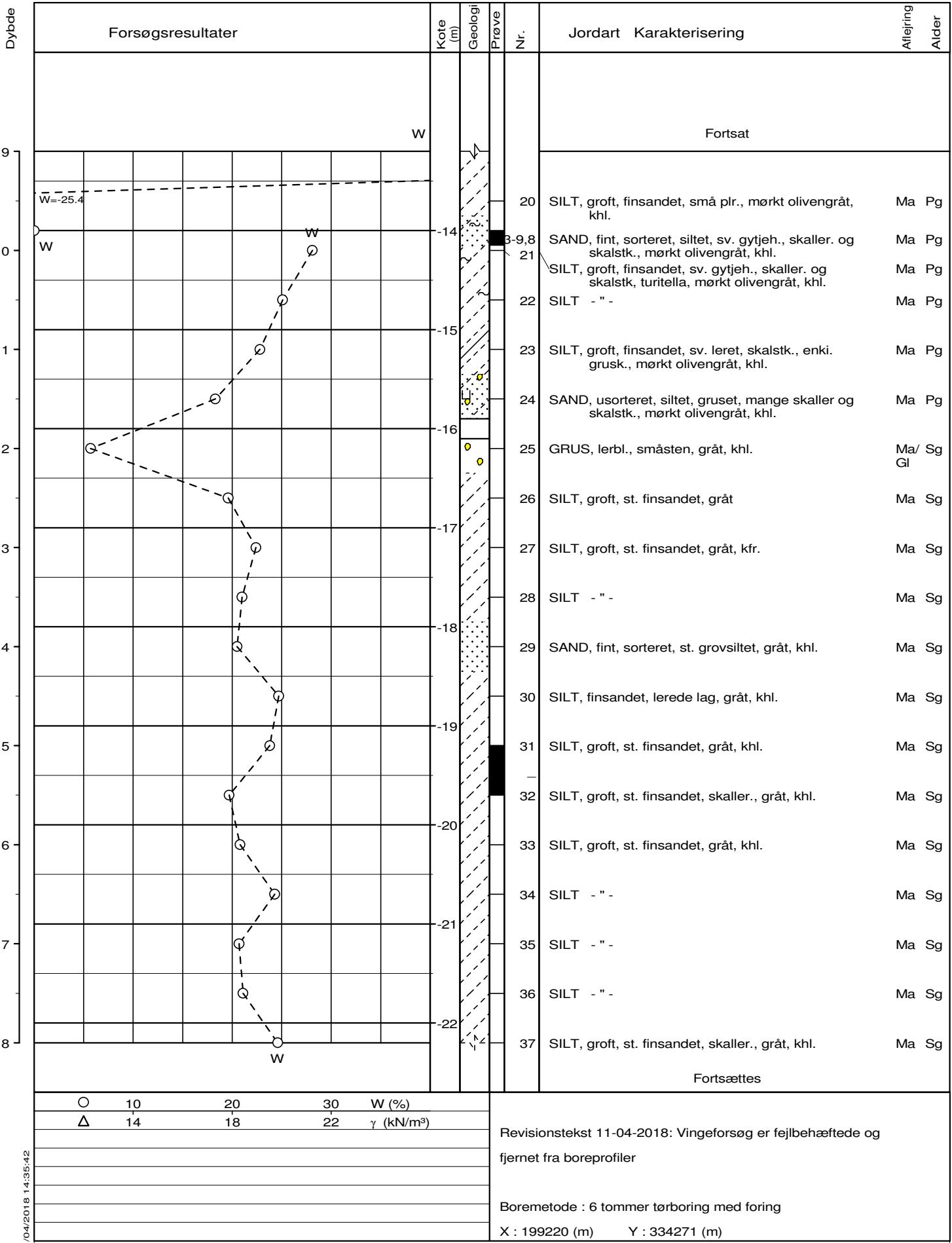
Geolog : PES      Boret af : ANBO/PB      Dato : 2016.09.14      DGU-nr.: Boring : B2  
 Udarb. af : SUD      Kontrol : LLA      Godkendt : LLA      Dato : 2016.10.05      Bilag : 2

S. 3 / 3



Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.06 DGU-nr.: Boring : B3  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 3 S. 1 / 3



Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

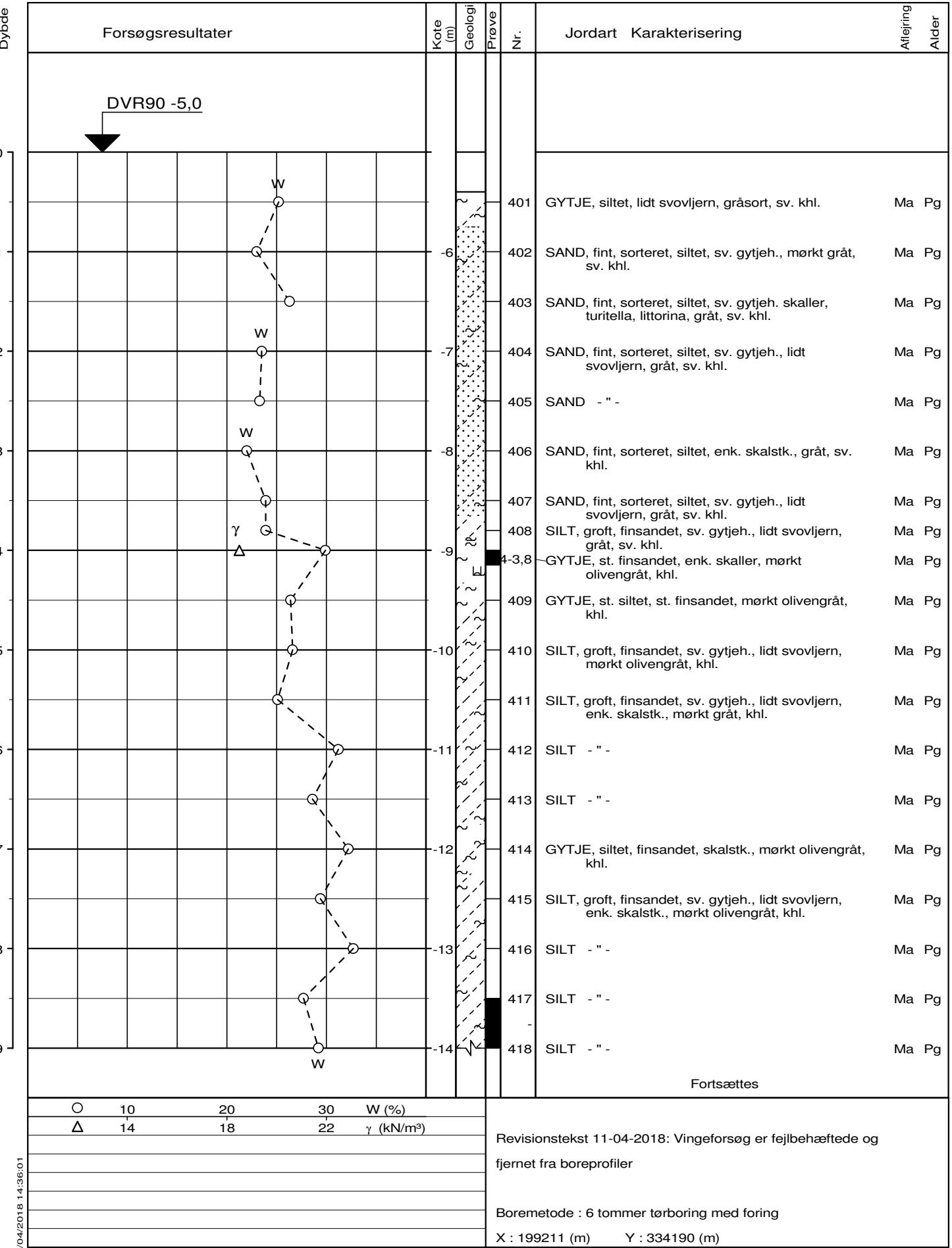
Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.06 DGU-nr.: Boring : B3  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 3 S. 2 / 3

Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering		Aflæring Alder
					Jordart	Karakterisering	
						Fortsat	
W	-23			38	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.		Ma Sg
	-23			39	SILT, groft, st. finsandet, skaller., gråt, khl.		Ma Sg
	-24			40	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.		Ma Sg
	-24			41	SILT - " -		Ma Sg
	-25			42	SILT - " -		Ma Sg
	-25			43	SILT - " -		Ma Sg
	-26			44	SILT - " -		Ma Sg
	-26			45	SILT - " -		Ma Sg
	-27			46	SILT - " -		Ma Sg
Q	-27			47	SAND, fint, sorteret, st. siltet, lyst gråt, khl. SILT, groft, st. finsandet, skaller., gråt, khl.	Ma Sg Ma Sg	
γ	-27			48	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.	Ma Sg	
	-28			49	SILT - " -	Ma Sg	
	-28			50	SILT - " -	Ma Sg	
	-29			51	SILT, groft, st. finsandet, skaller., gråt, khl.	Ma Sg	
	-30						
	-31						
○ 10      20      30      W (%)							
△ 14      18      22      γ (kN/m³)							
					Revisionstekst 11-04-2018: Vingeforsøg er fejlbehæftede og fjernet fra boreprofiler		
					Boremetode : 6 tommer tørboring med foring X : 199220 (m)    Y : 334271 (m)		

Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

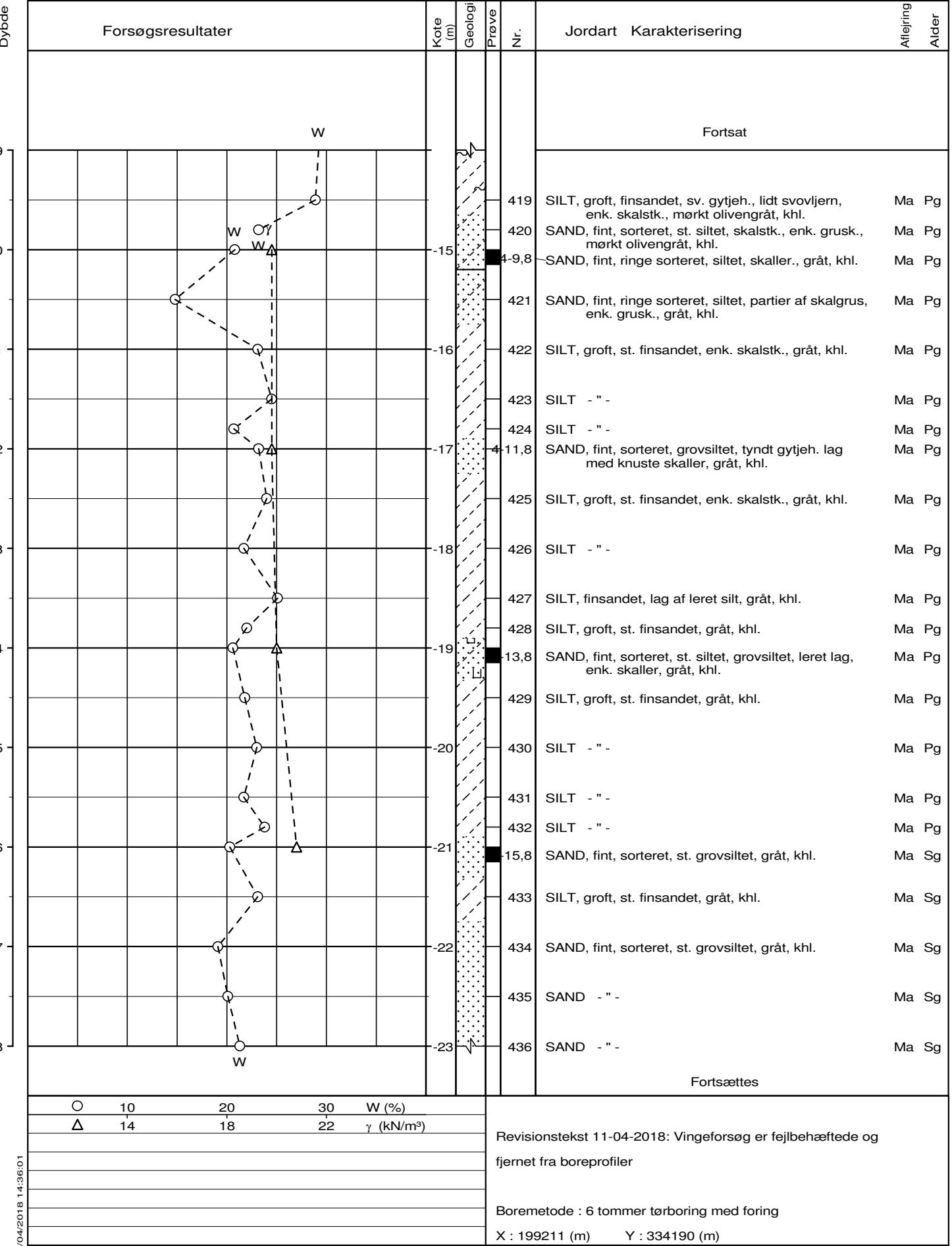
Geolog : PES      Boret af : ANBO/PB      Dato : 2016.09.06      DGU-nr.:      Boring : B3  
Udarb. af : SUD      Kontrol : LLA      Godkendt : LLA      Dato : 2016.10.05      Bilag : 3

S. 3 / 3



Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.12 DGU-nr.: Boring : B4  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 4 S. 1 / 3



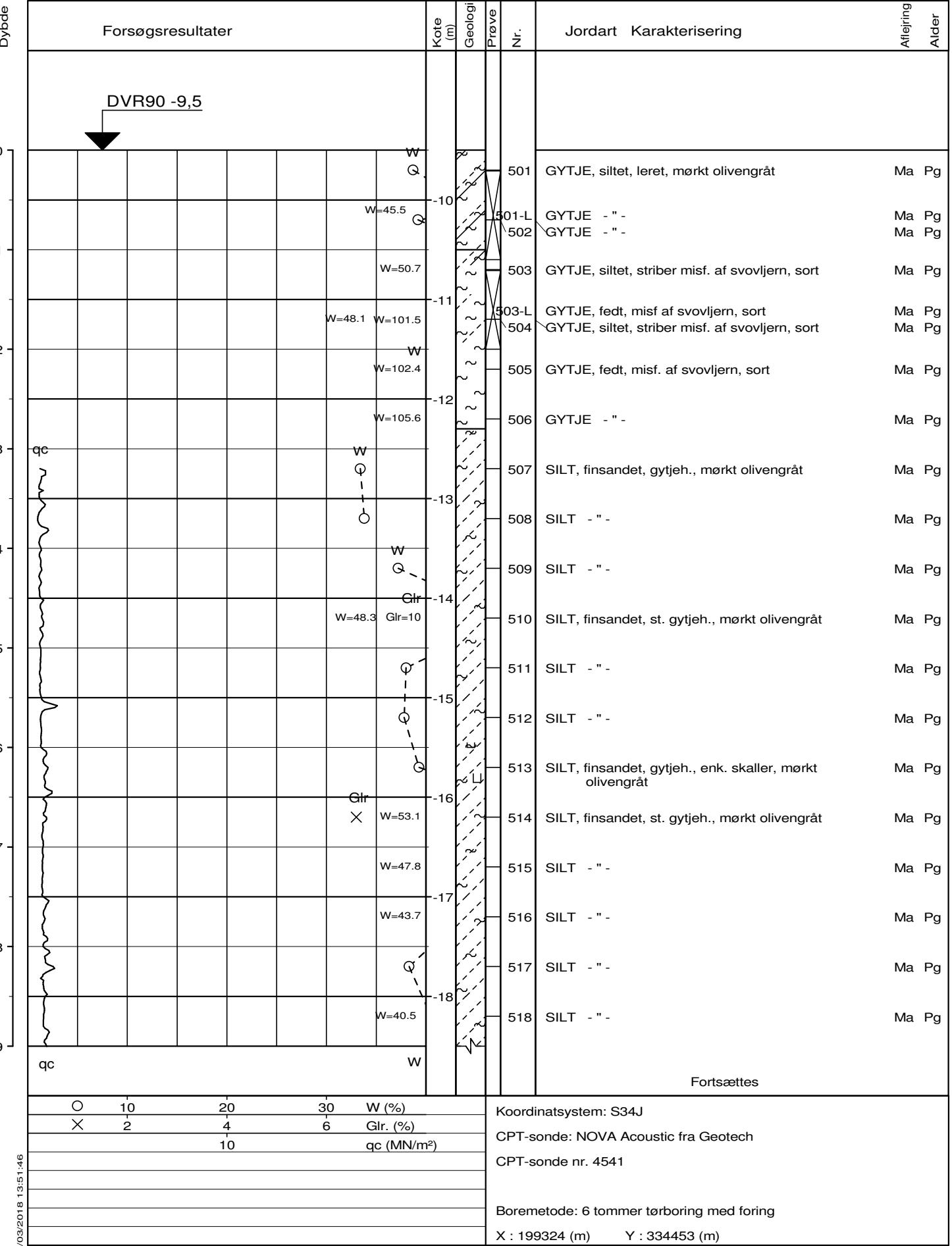
Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.12 DGU-nr.: Boring : B4  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 4 S. 2 / 3

Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart Karakterisering		Aflæring Alder
						Fortsat	
	W						
18				437	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, gråt, khl.	Ma Sg	
19				438	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.	Ma Sg	
20				439	SILT - " -	Ma Sg	
21				440	SILT - " -	Ma Sg	
22				441	SILT, groft, st. finsandet, enk. skalst., gråt, khl.	Ma Sg	
23				442	SILT - " -	Ma Sg	
24				443	SILT, groft, st. finsandet, gråt, khl.	Ma Sg	
25				444	SILT - " -	Ma Sg	
26				445	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, gråt, khl.	Ma Sg	
27				446	SAND - " -	Ma Sg	
28				447	SAND - " -	Ma Sg	
29				448	SAND - " -	Ma Sg	
30				449	SAND - " -	Ma Sg	
31				450	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, enk. skaller, gråt, khl.	Ma Sg	
32				451	SAND, fint, sorteret, st. grovsiltet, gråt, khl.	Ma Sg	
	○ 10 20 30 W (%)						
	△ 14 18 22 γ (kN/m³)						
					Revisionstekst 11-04-2018: Vingeforsøg er fejlbehæftede og fjernet fra boreprofiler		
					Boremetode : 6 tommer tørboring med foring		
					X : 199211 (m) Y : 334190 (m)		

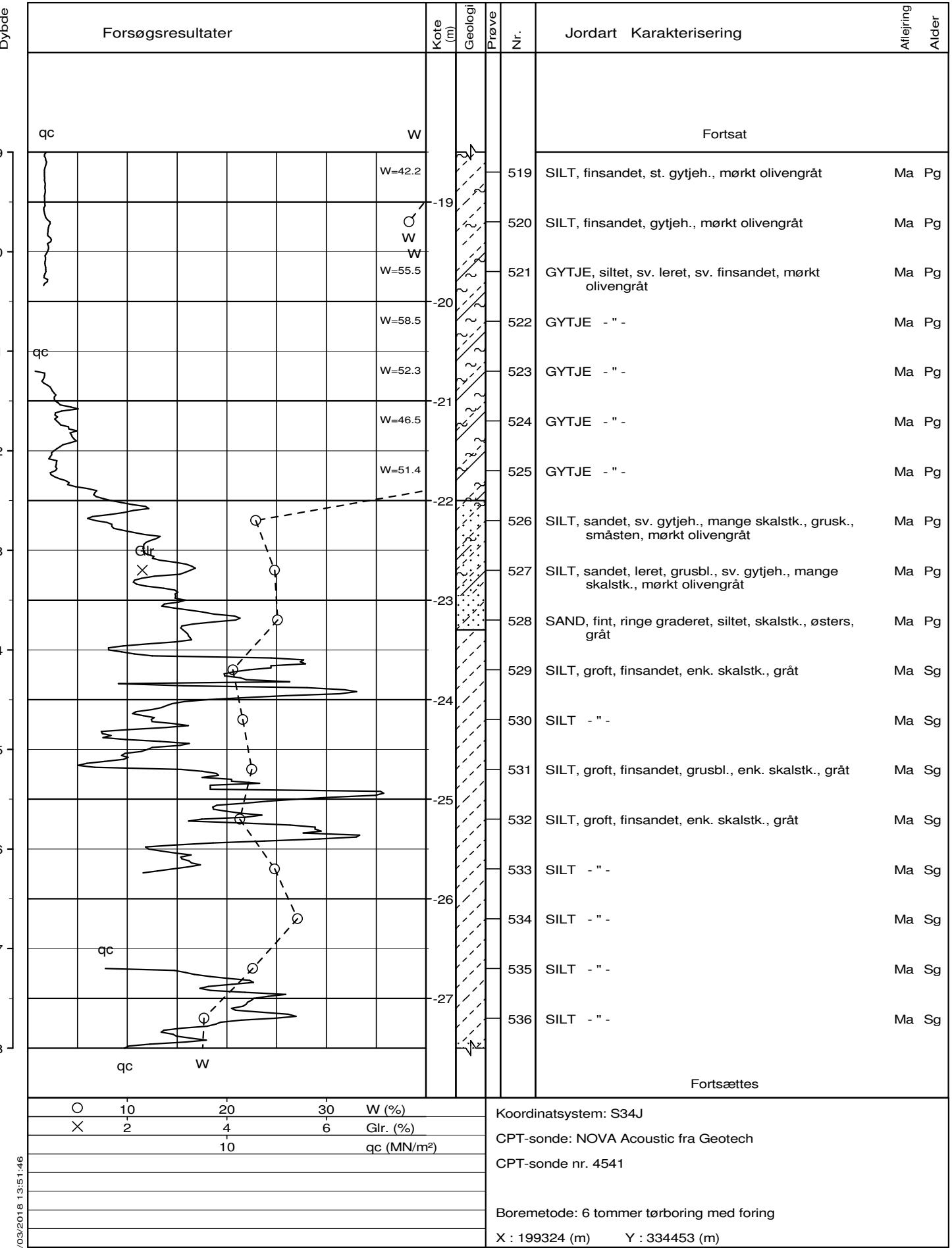
Sag : 26.1620.81 Frederikshavn

Geolog : PES Boret af : ANBO/PB Dato : 2016.09.12 DGU-nr.: Boring : B4  
 Udarb. af : SUD Kontrol : LLA Godkendt : LLA Dato : 2016.10.05 Bilag : 4 S. 3 / 3



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : Boret af : JJ/HN Dato : 20180131 DGU-nr.: Boring : B5  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 6 S. 1 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog :

Boret af : JJ/HN

Dato : 20180131 DGU-nr.:

Boring : B5

Udarb. af : SUDS

Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

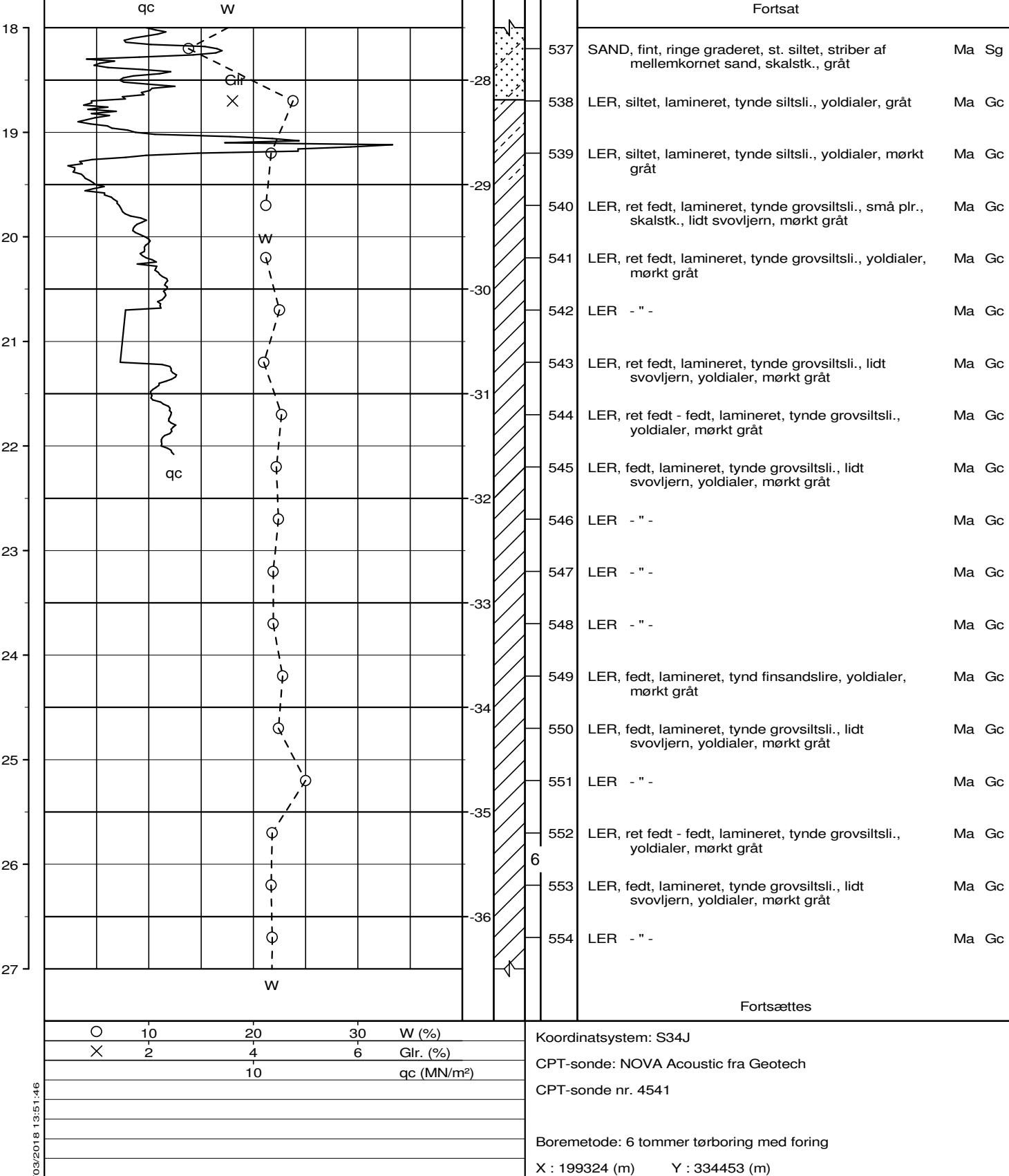
Bilag : 6

S. 2 / 4

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)  
GeologiPrøve  
Nr.

## Jordart Karakterisering

Aflæring  
Alder

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog :

Boret af : JJ/HN

Dato : 20180131 DGU-nr.:

Boring : B5

Udarb. af : SUDS

Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

Bilag : 6

S. 3 / 4

Dybde	Forsøgsresultater			Kote (m)	Geologi	Prøve Nr.	Jordart Karakterisering		Aflæring Alder
27	W								
27				-37		555	Fortsat		
28				-37		556	LER, fedt, lamineret, lidt svovljern, yoldialer, mørkt gråt		Ma Gc
28				-38		557	LER, fedt, lamineret, lidt svovljern, yoldialer, mørkt gråt		Ma Gc
29				-38		558	LER - " -		Ma Gc
29				-39		559	LER - " -		Ma Gc
30				-39		560	LER - " -		Ma Gc
30	W	O		-40		561	LER, fedt, lamineret, tynde grovsiltsli., lidt svovljern, yoldialer, mørkt gråt		Ma Gc
31				-40					
32				-41					
33				-42					
34				-43					
35				-44					
36				-45					
	○ 10	20	30	W (%)			Koordinatsystem: S34J		
	X 2	4	6	Glr. (%)			CPT-sonde: NOVA Acoustic fra Geotech		
		10		qc (MN/m <sup>2</sup> )			CPT-sonde nr. 4541		
							Boremetode: 6 tommer tørboring med foring		
							X : 199324 (m) Y : 334453 (m)		

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog :

Boret af : JJ/HN

Dato : 20180131 DGU-nr.:

Boring : B5

Udarb. af : SUDS

Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

Bilag : 6

S. 4 / 4

# Forsøgsresultater

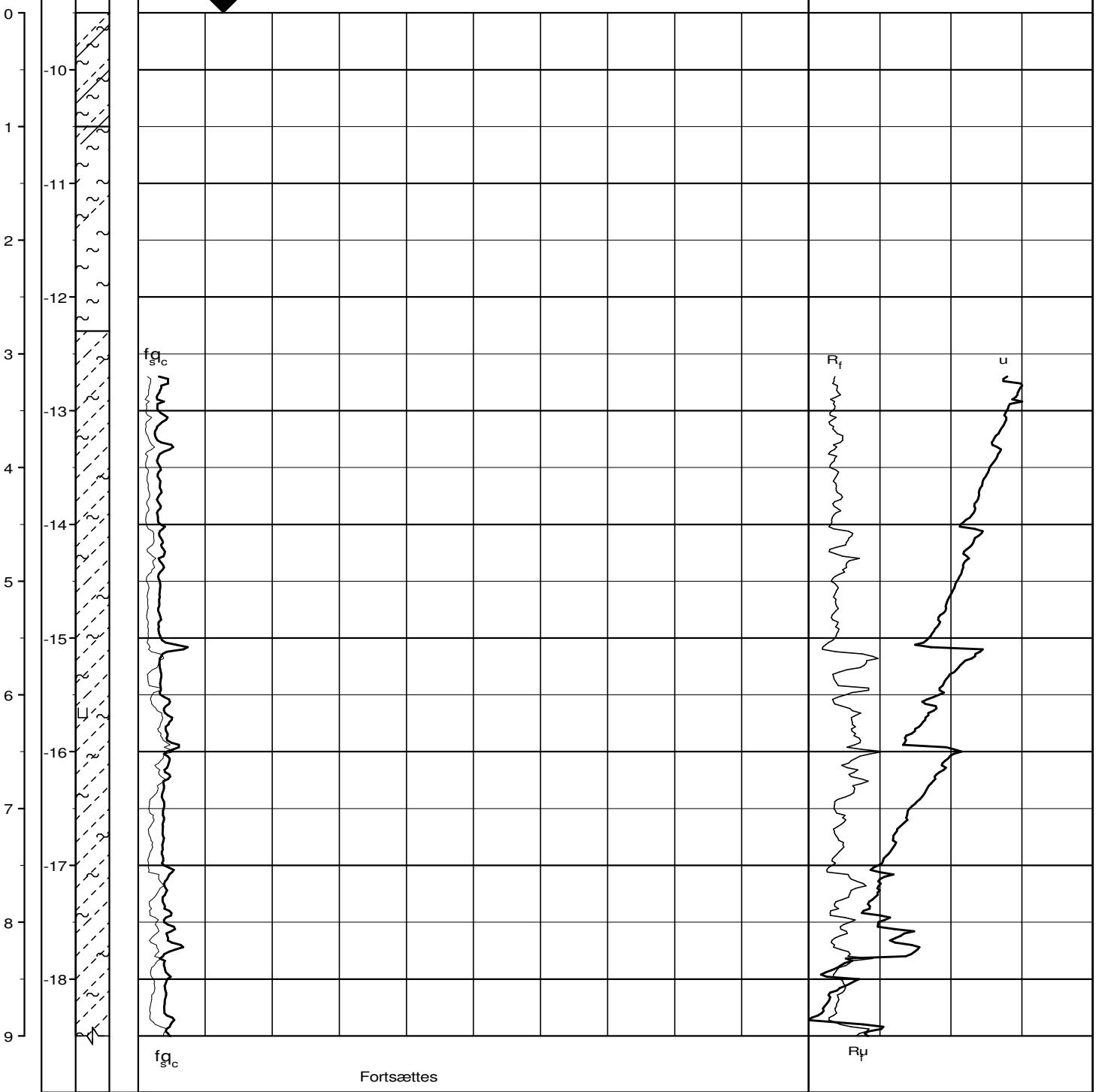
Dybde

Kote  
(m)

Geologi

X : 199324 (m)

Y : 334453 (m)



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) 30 → 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa) 0.2 → 0.1

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:11:24

Koordinatsystem: S34J

Frederikshavn havn. Nye pier

CPT-sonde nr. 4541

Boring dato: 2018.01.31

Etape :

Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 6

Godkendt: SRJE

S. 1 / 4

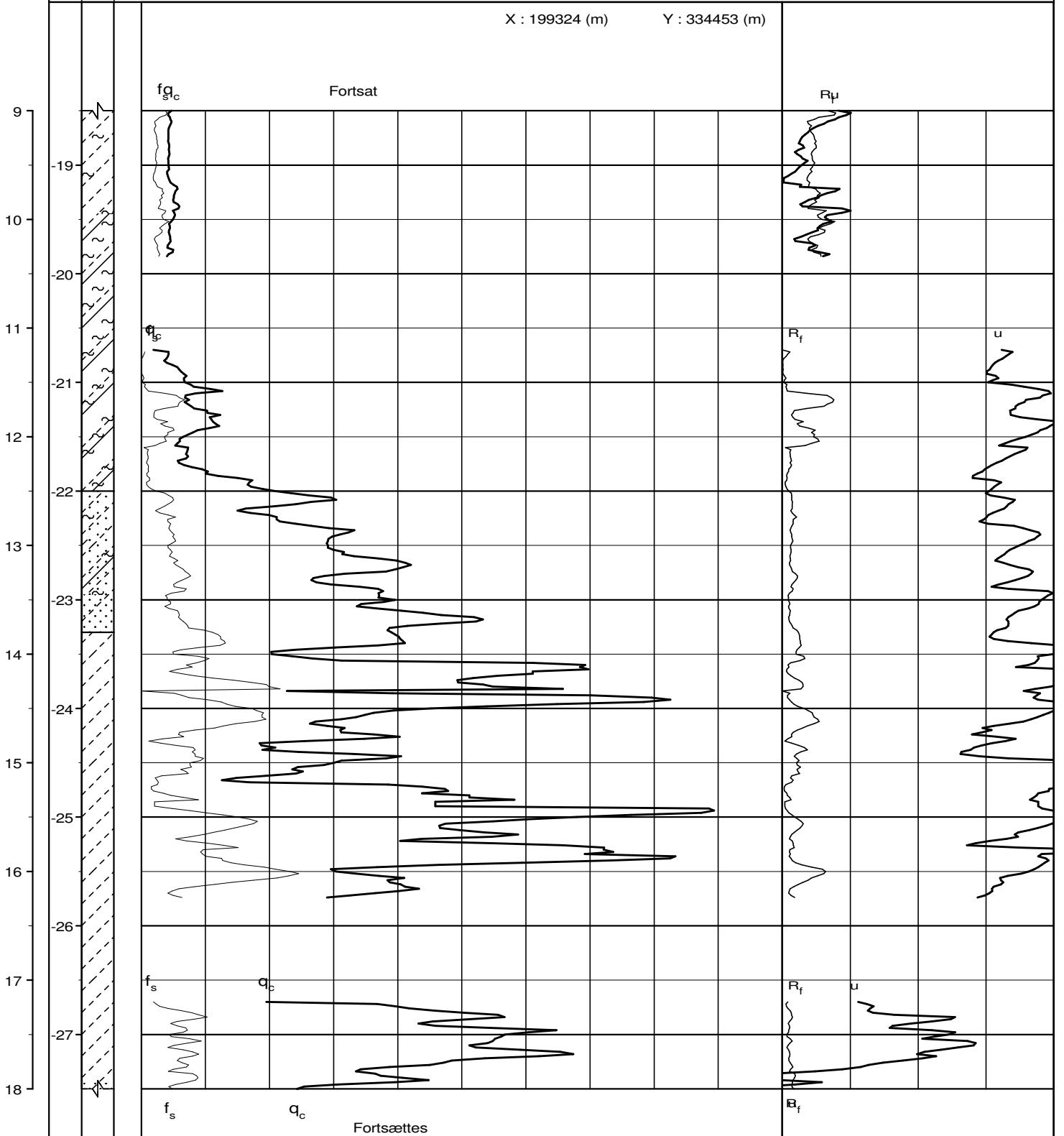
# Forsøgsresultater

X : 199324 (m) Y : 334453 (m)

Dybe

Kote  
(m)

Geologi



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa)

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:11:24

Koordinatsystem: S34J

Frederikshavn havn. Nye pier

CPT-sonde nr. 4541

Boring dato: 2018.01.31

Etape :

Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 6

Godkendt: SRJE

S. 2 / 4

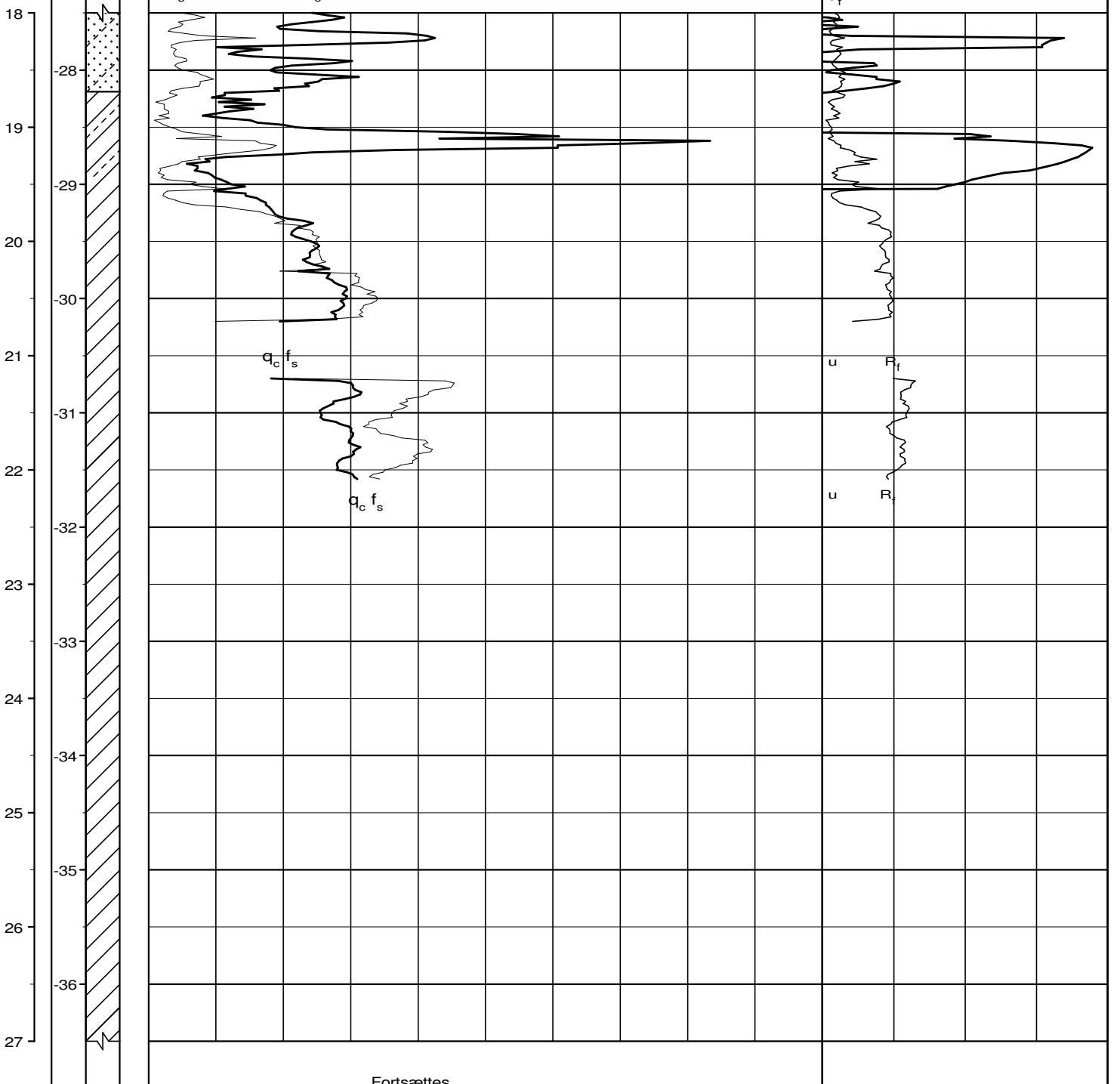
# Forsøgsresultater

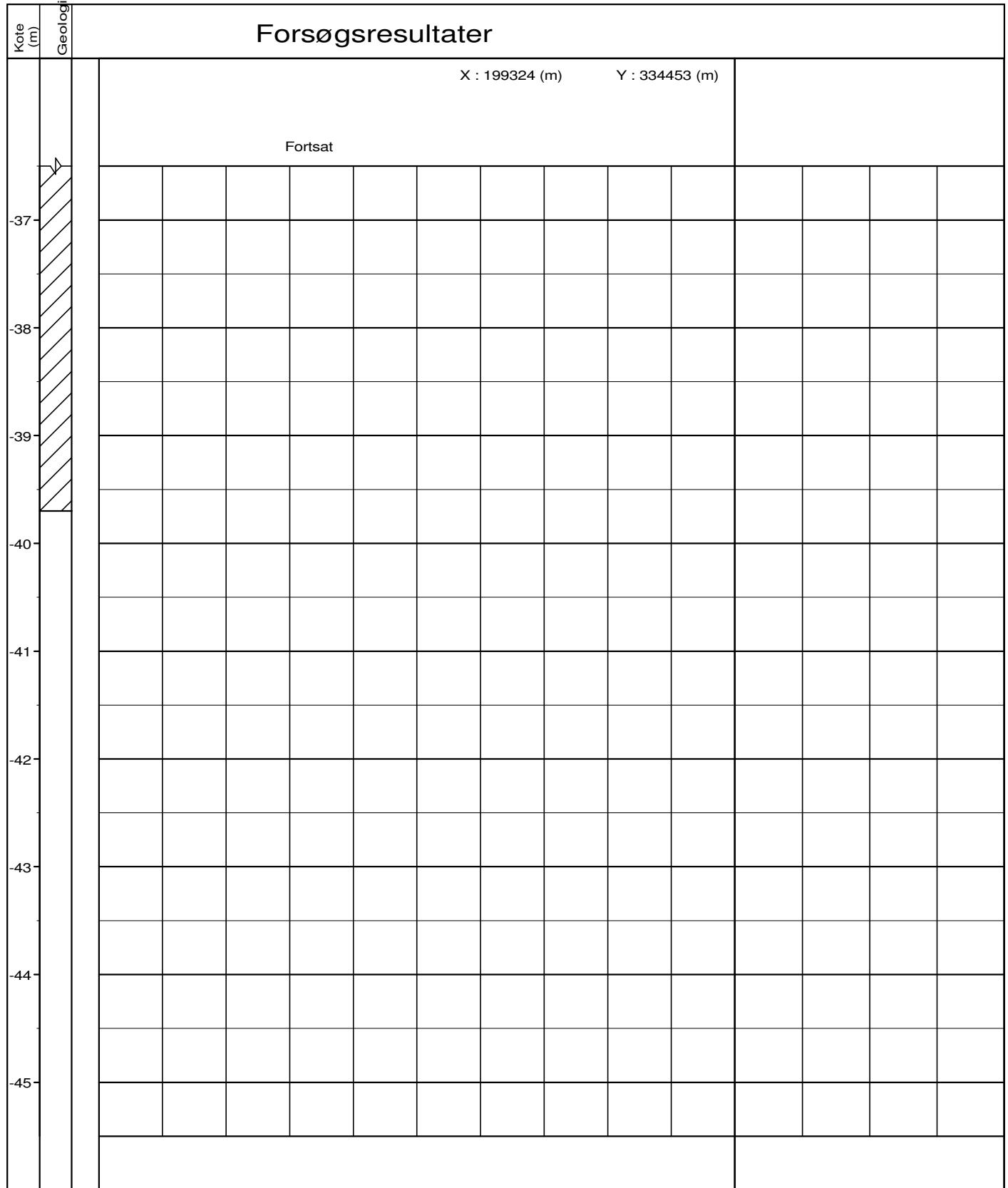
X : 199324 (m) Y : 334453 (m)

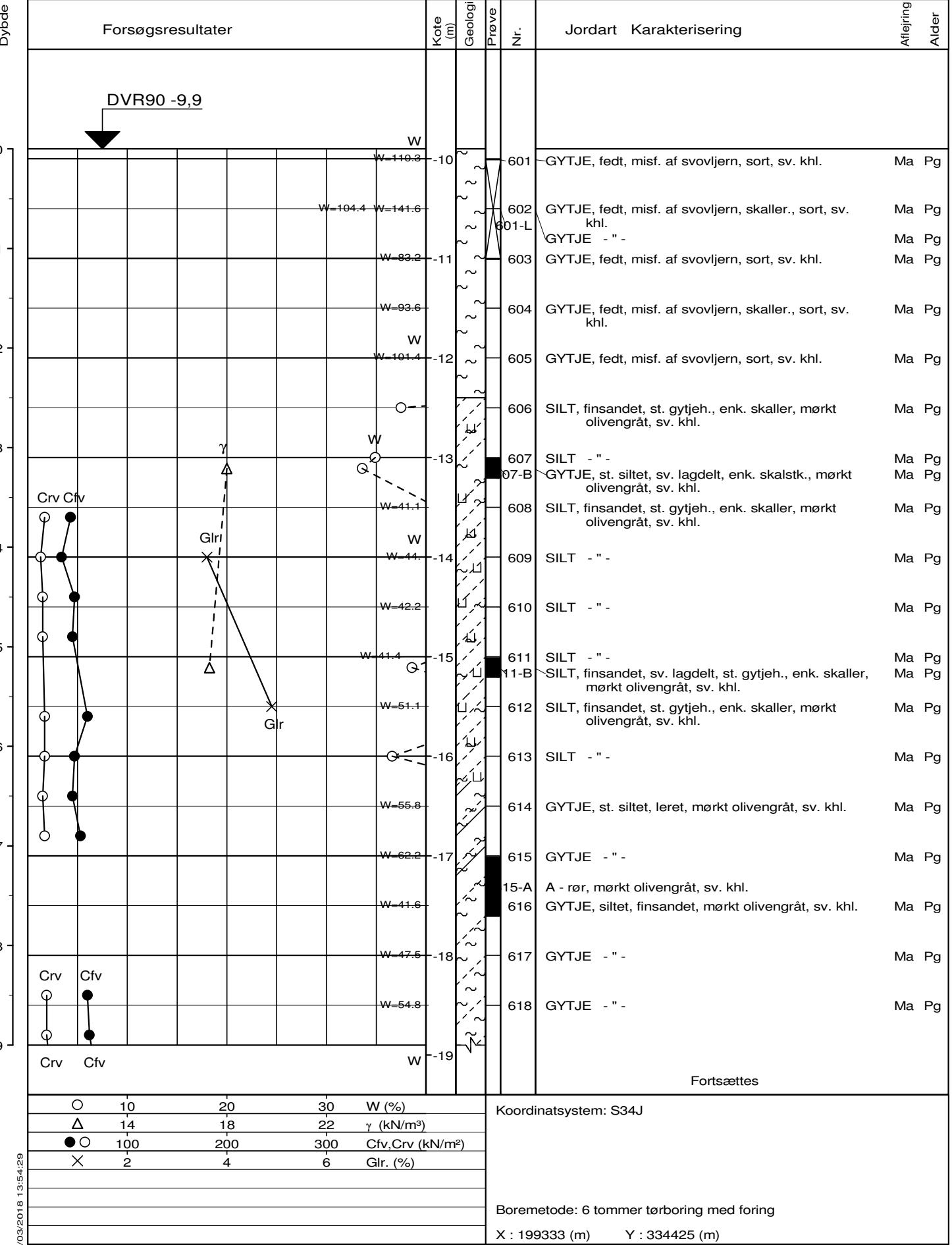
Dybre

Kote  
(m)

Geologi

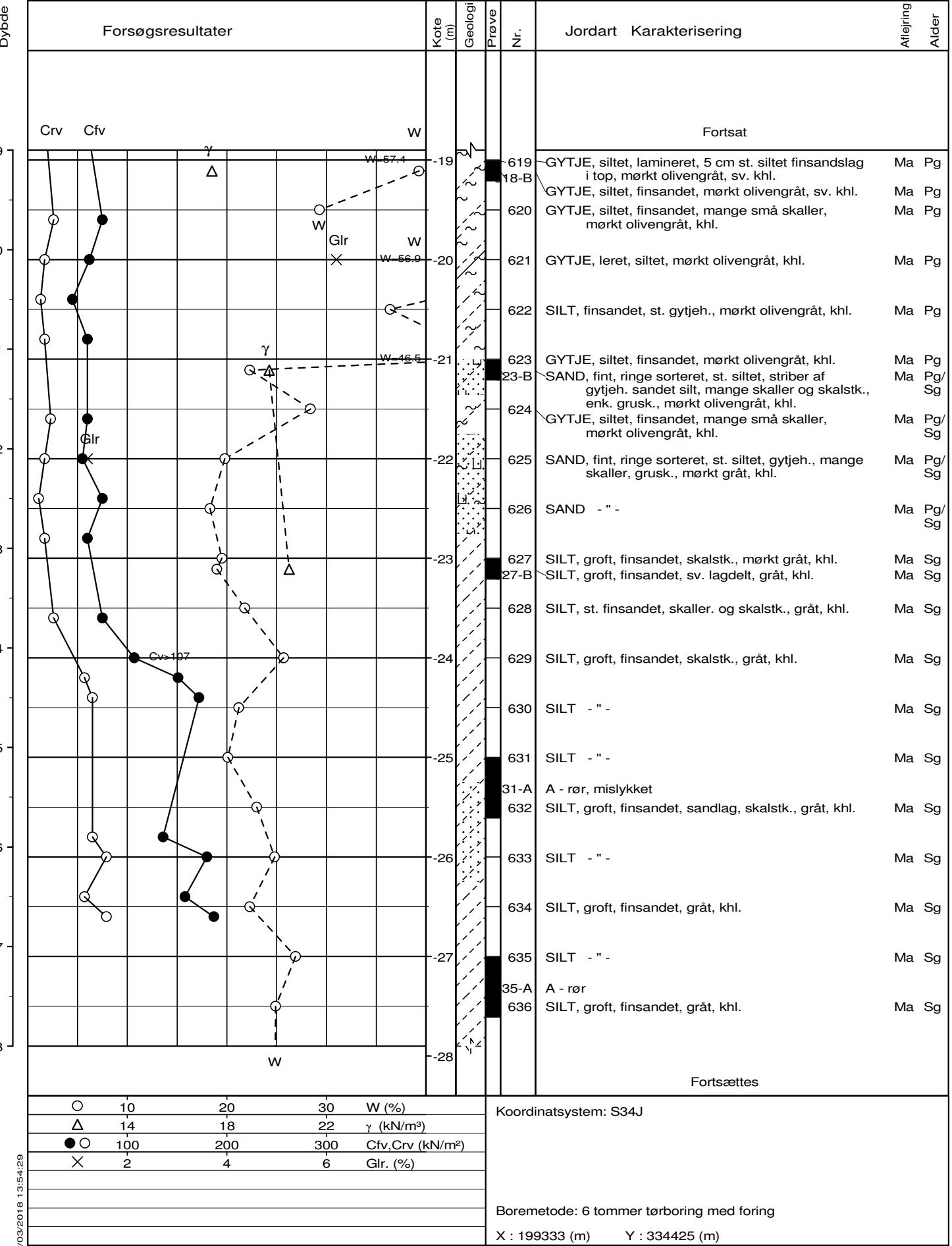






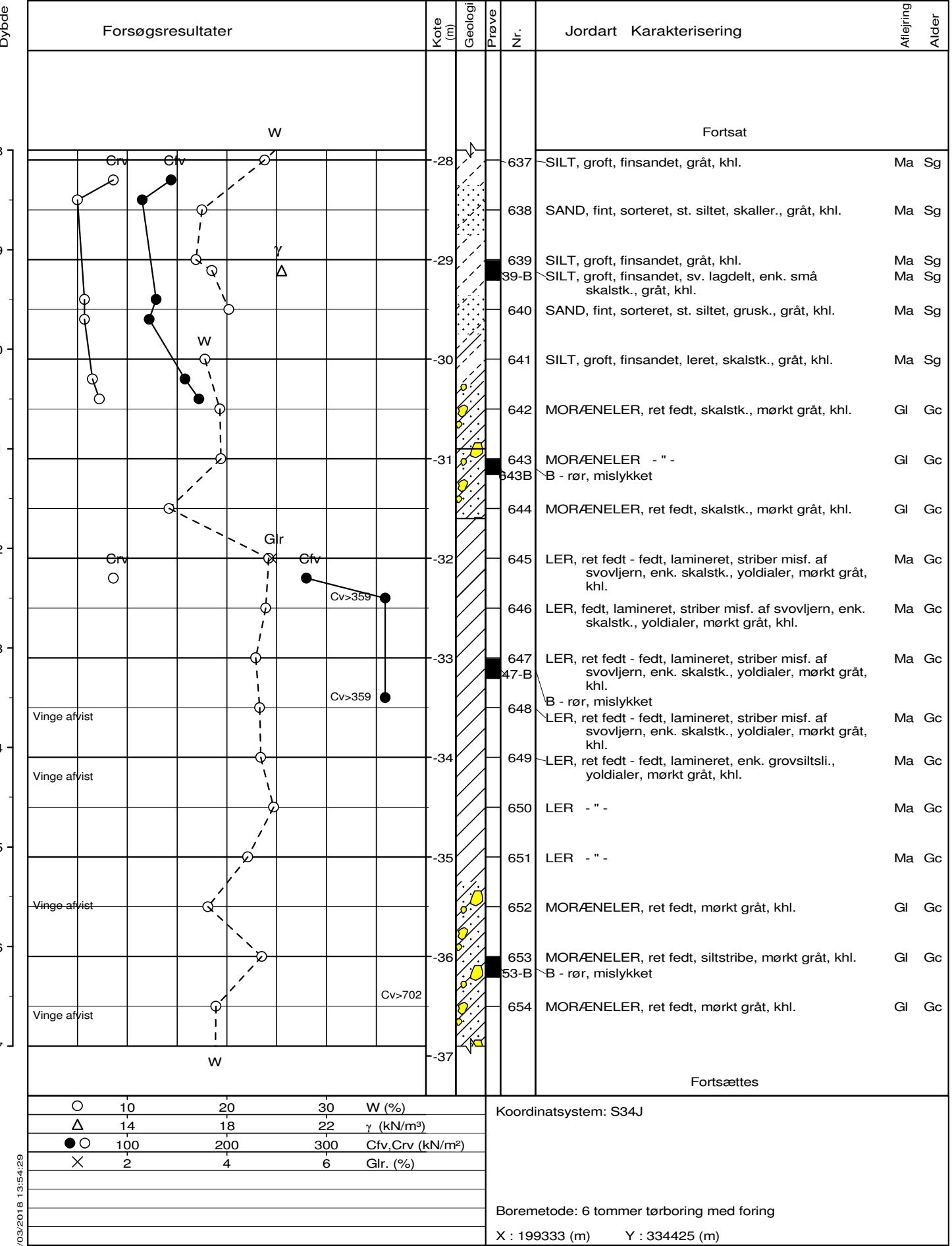
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180129 DGU-nr.: Boring : B6  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 7 S. 1 / 4



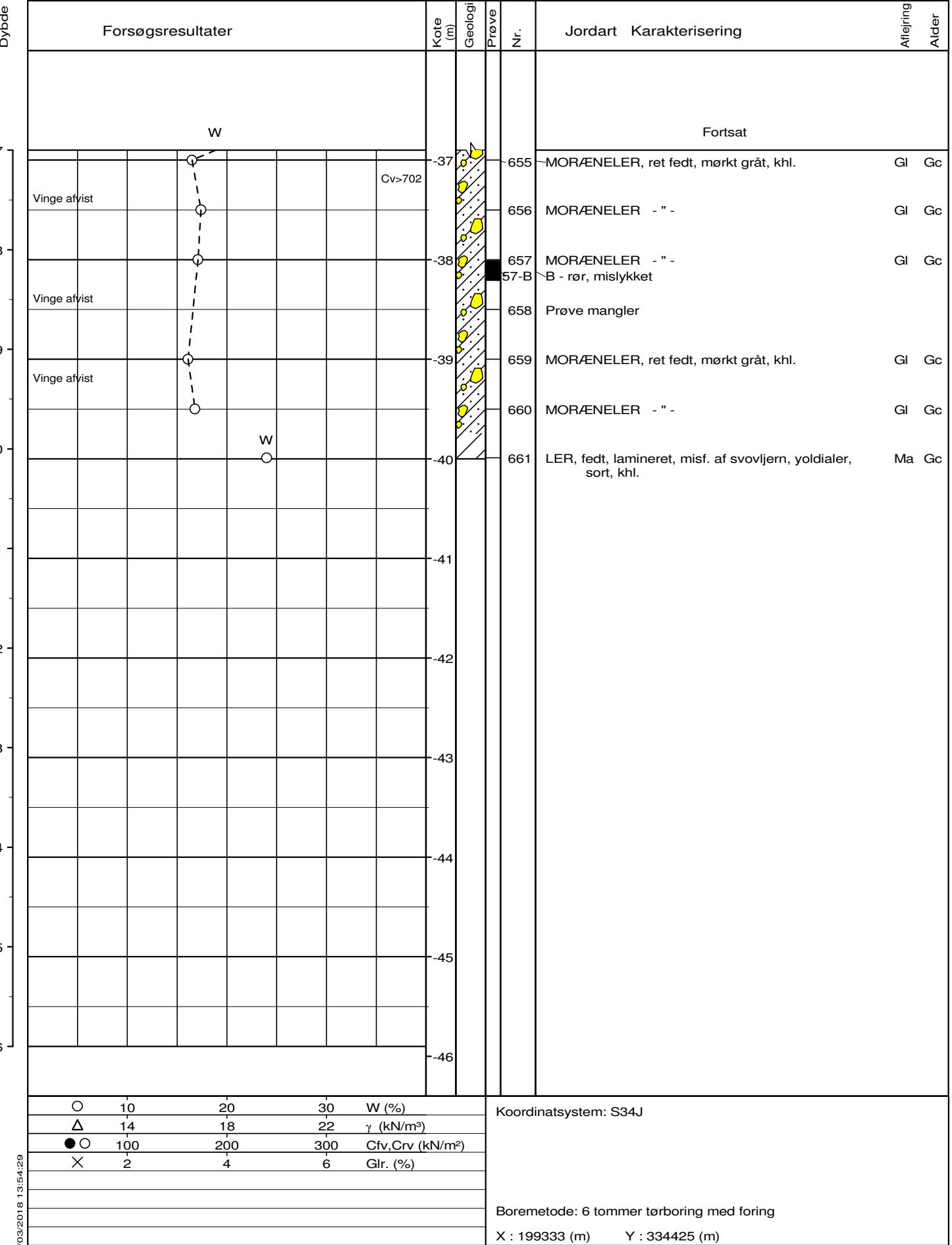
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180129 DGU-nr.: Boring : B6  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 7 S. 2 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180129 DGU-nr.: Boring : B6  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 7 S. 3 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180129 DGU-nr.: Boring : B6  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 7 S. 4 / 4

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)

Geologi

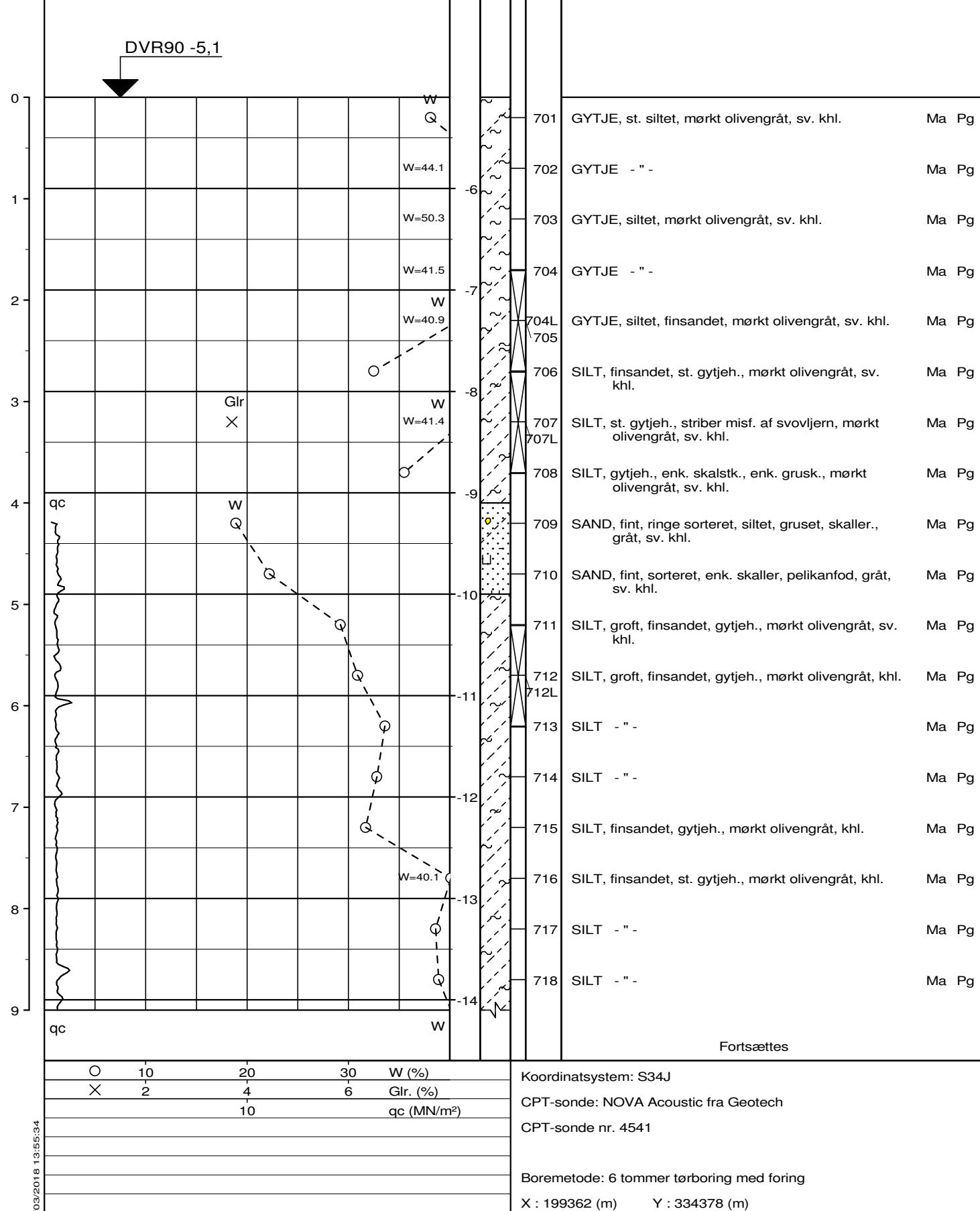
Prøve

Nr.

## Jordart Karakterisering

Aflæring

Alder



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN

Dato : 20180124 DGU-nr.:

Boring : B7

Udarb. af : SUDS

Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

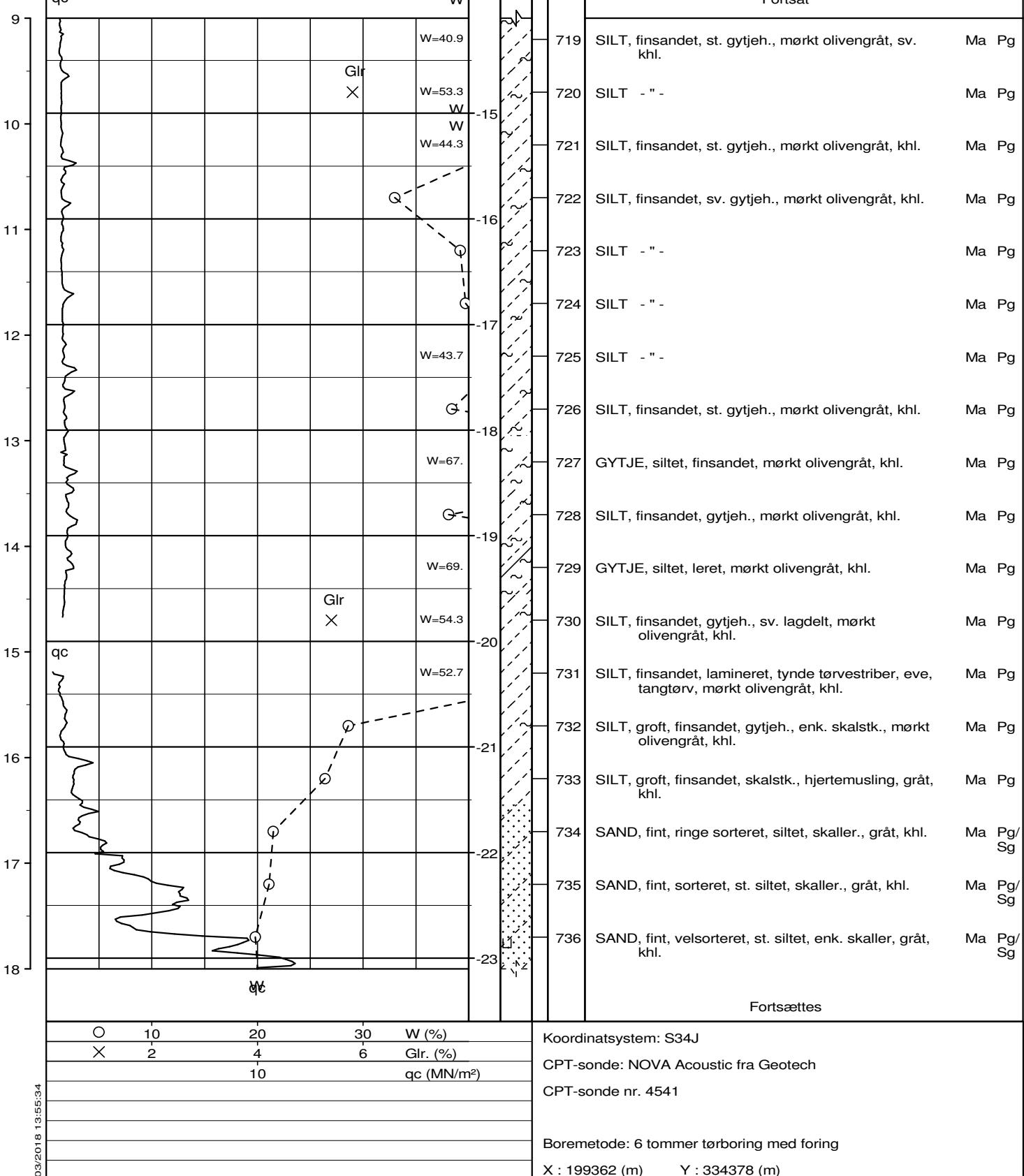
Bilag : 8

S. 1 / 4

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)  
GeologiPrøve  
Nr.

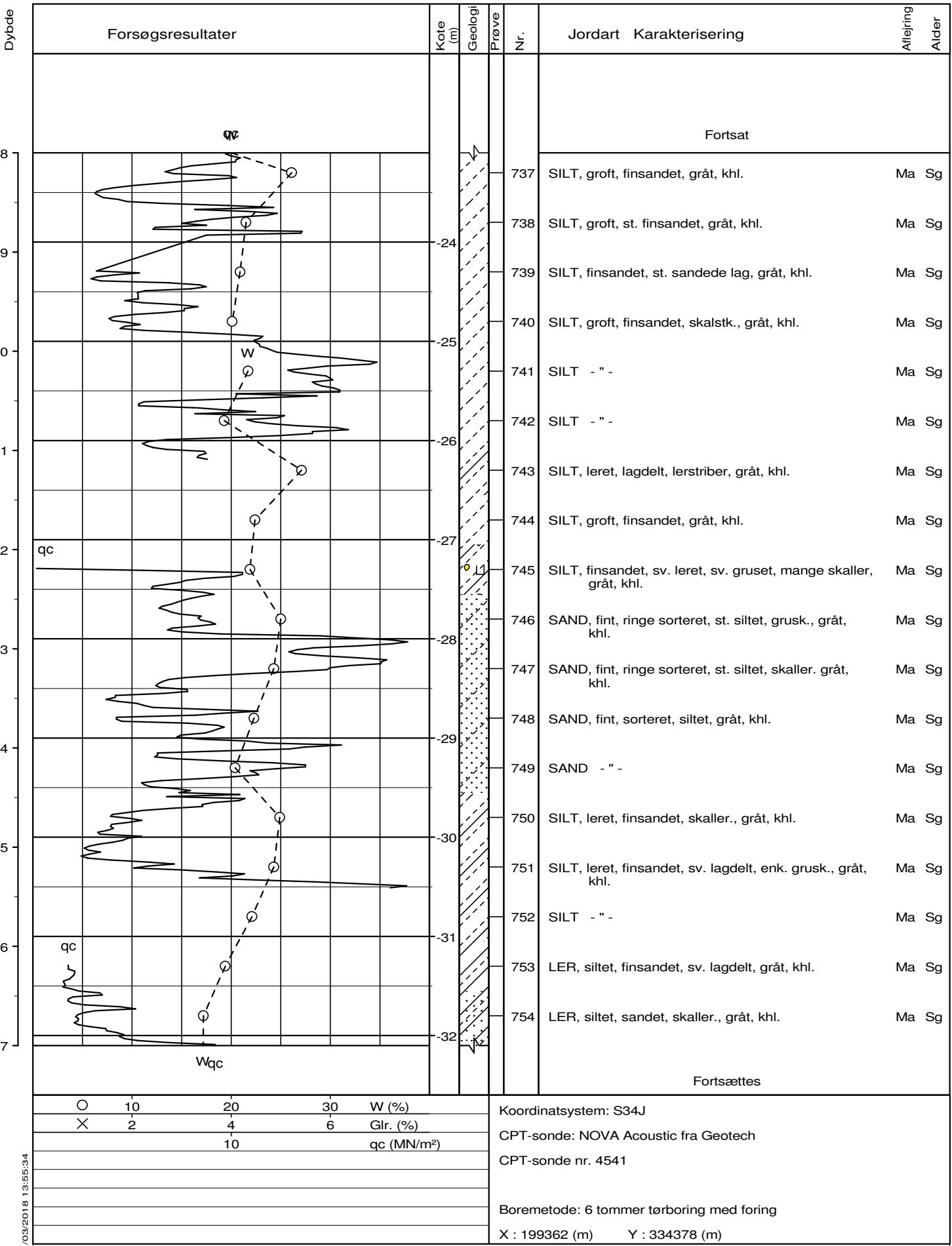
## Jordart Karakterisering

Aflejring  
Alder

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180124 DGU-nr.: Boring : B7

Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 8 S. 2 / 4



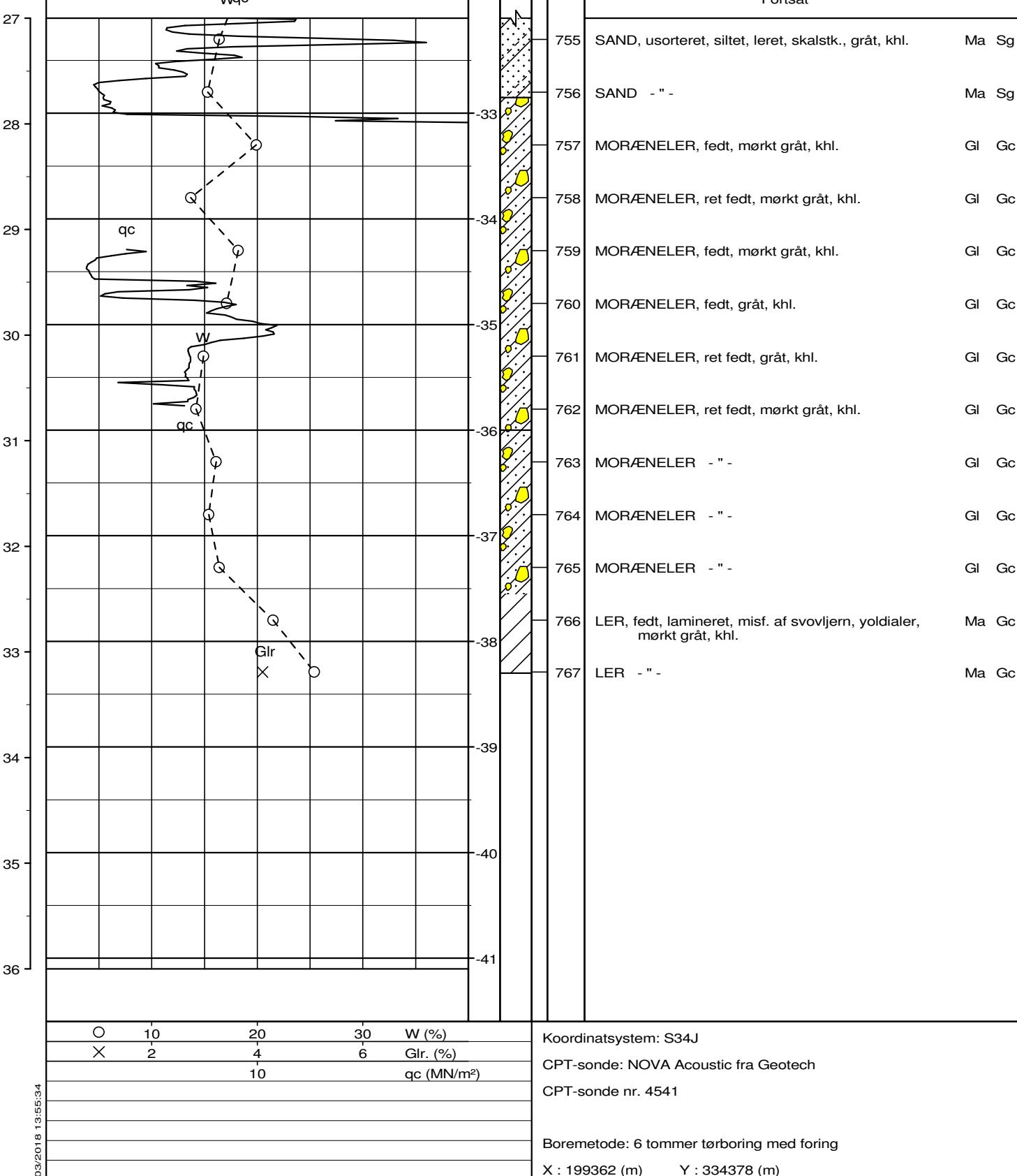
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES      Boret af : JJ/HN      Dato : 20180124 DGU-nr.: Boring : B7  
 Udarb. af : SUDS      Kontrol : SRJE      Godkendt : SRJE      Dato : 2018.03.21 Bilag : 8      S. 3 / 4

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)  
GeologiPrøve  
Nr.

## Jordart Karakterisering

Aflejring  
Alder

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN

Dato : 20180124 DGU-nr.:

Boring : B7

Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE

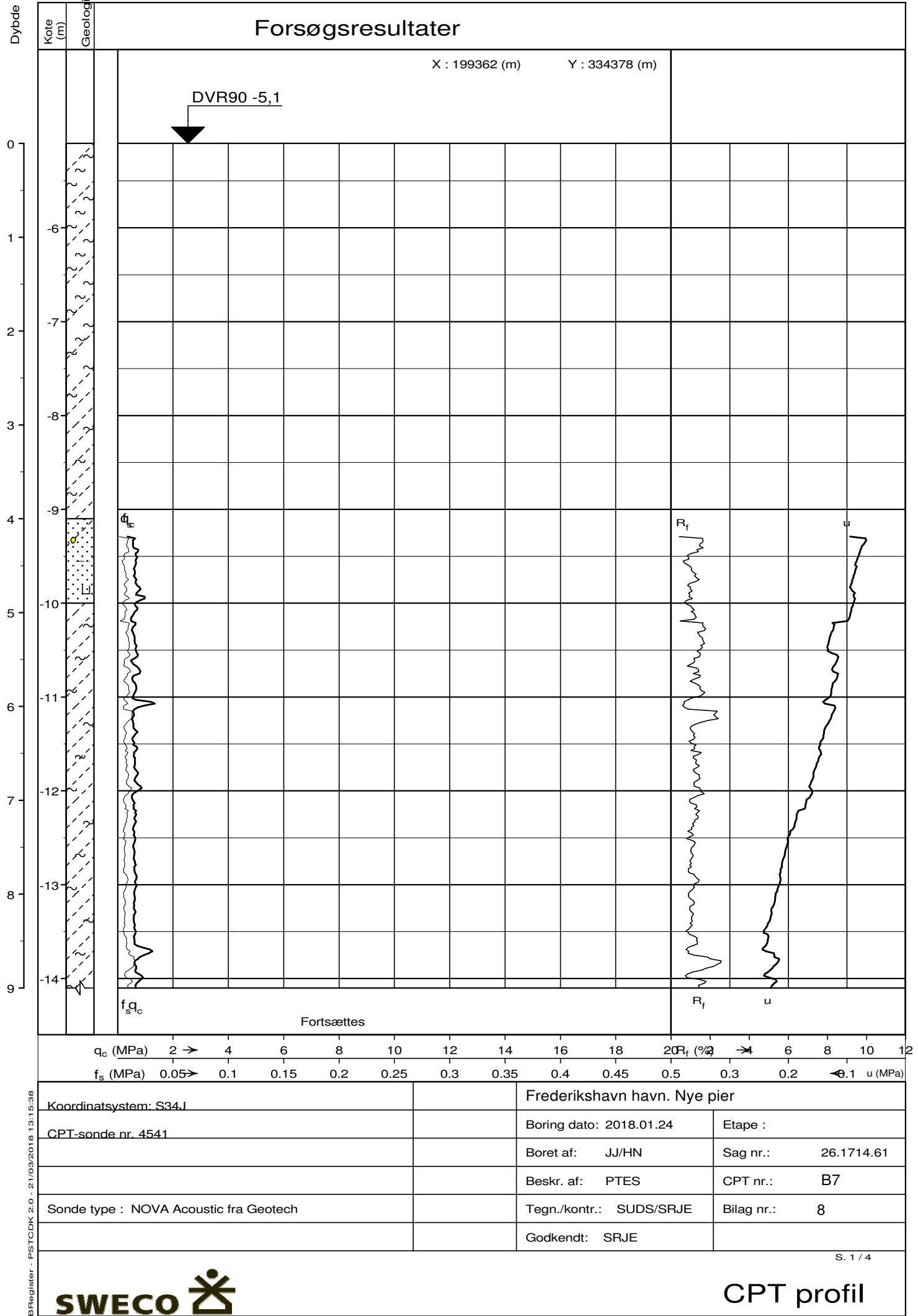
Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

Bilag : 8

S. 4 / 4

# Forsøgsresultater



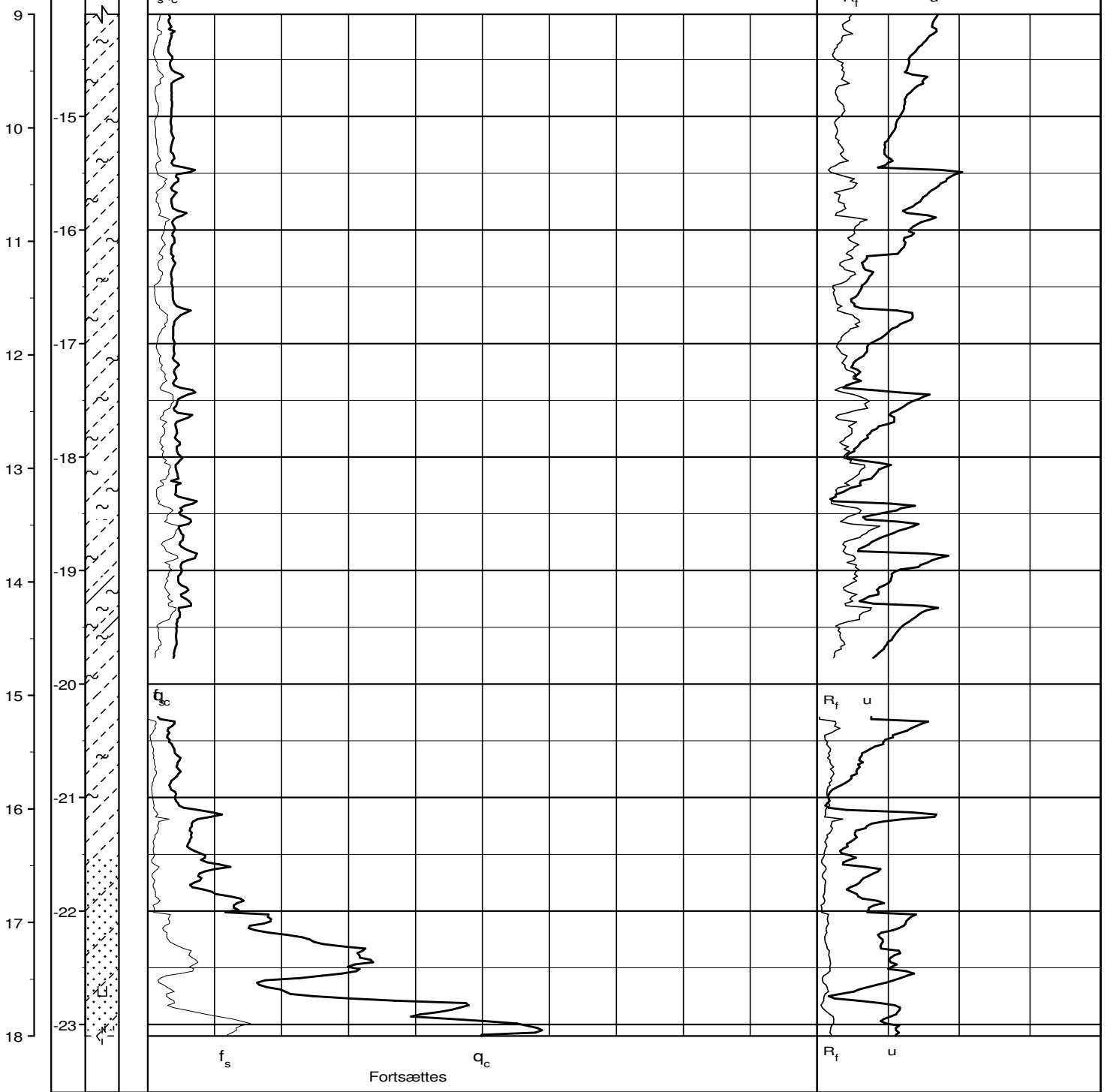
# Forsøgsresultater

X : 199362 (m) Y : 334378 (m)

Dybe

Kote  
(m)

Geologi



qc (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20 R<sub>f</sub> (%) 2 → 4 6 8 10 12

f<sub>s</sub> (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.55 u (MPa)

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:15:38

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde nr. 4541

Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2018.01.24

Etape :

Boret af: JJ/HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PTES

CPT nr.: B7

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 8

Godkendt: SRJE

S. 2 / 4

# Forsøgsresultater

Dybe

Kote  
(m)

Geologi

X : 199362 (m)

Y : 334378 (m)

18

$f_s$

Fortsat

$q_c$

$R_f$

$u$

-24

$f_s$

$q_c$

$R_f$

$u$

-25

-26

-27

$q_c$

$R_f$

$u$

-28

-29

-30

-31

$f_s$

$q_c$

$R_f$

-32

$f_s$

Fortsættes

$q_c$

$R_f$

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:15:38

$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa) ← 0.1

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde nr. 4541

Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2018.01.24

Etape :

Boret af: JJ/HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PTES

CPT nr.: B7

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 8

Godkendt: SRJE

S. 3 / 4

# Forsøgsresultater

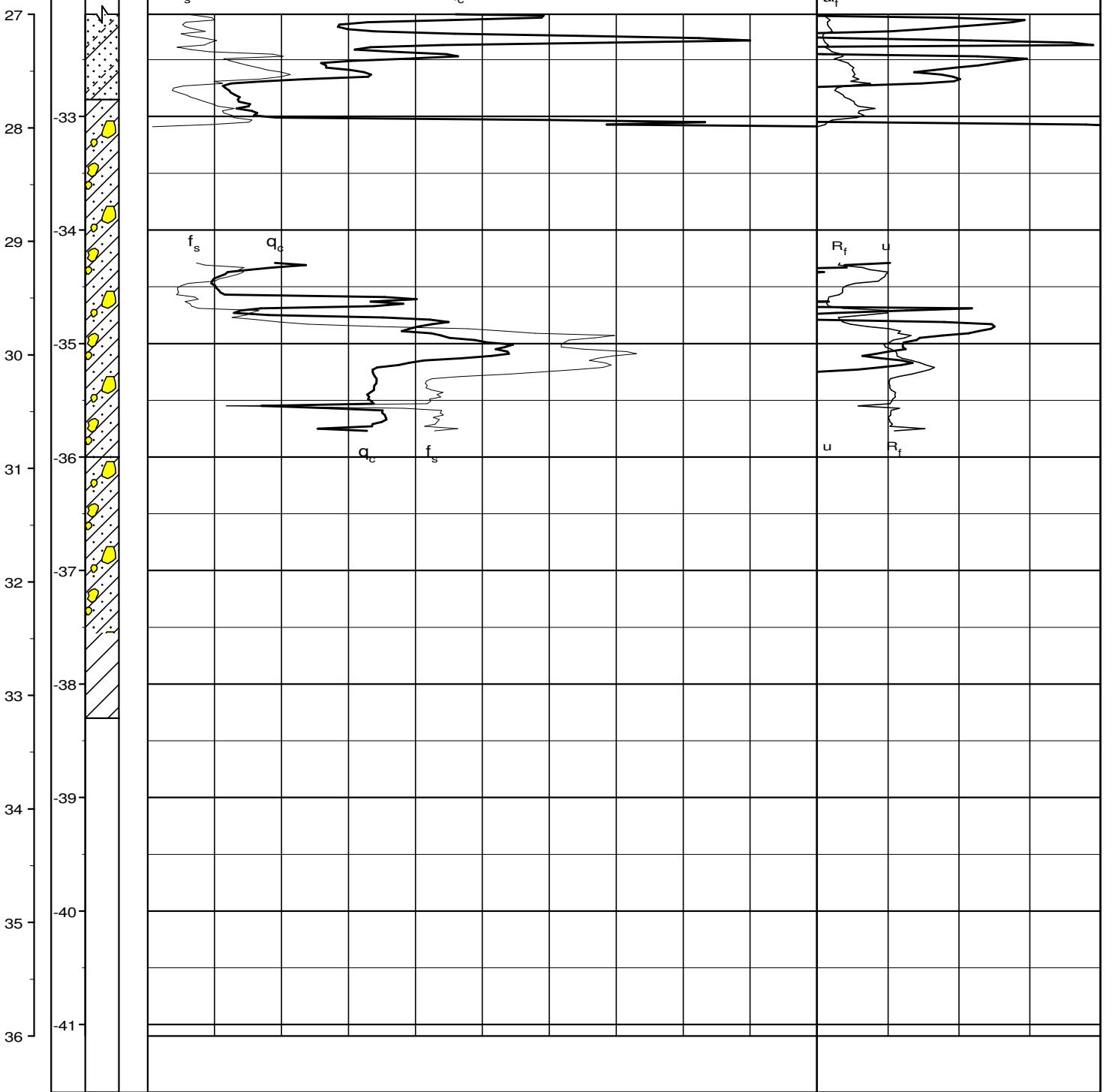
Dybde

Kote  
(m)

Geologi

X : 199362 (m)

Y : 334378 (m)

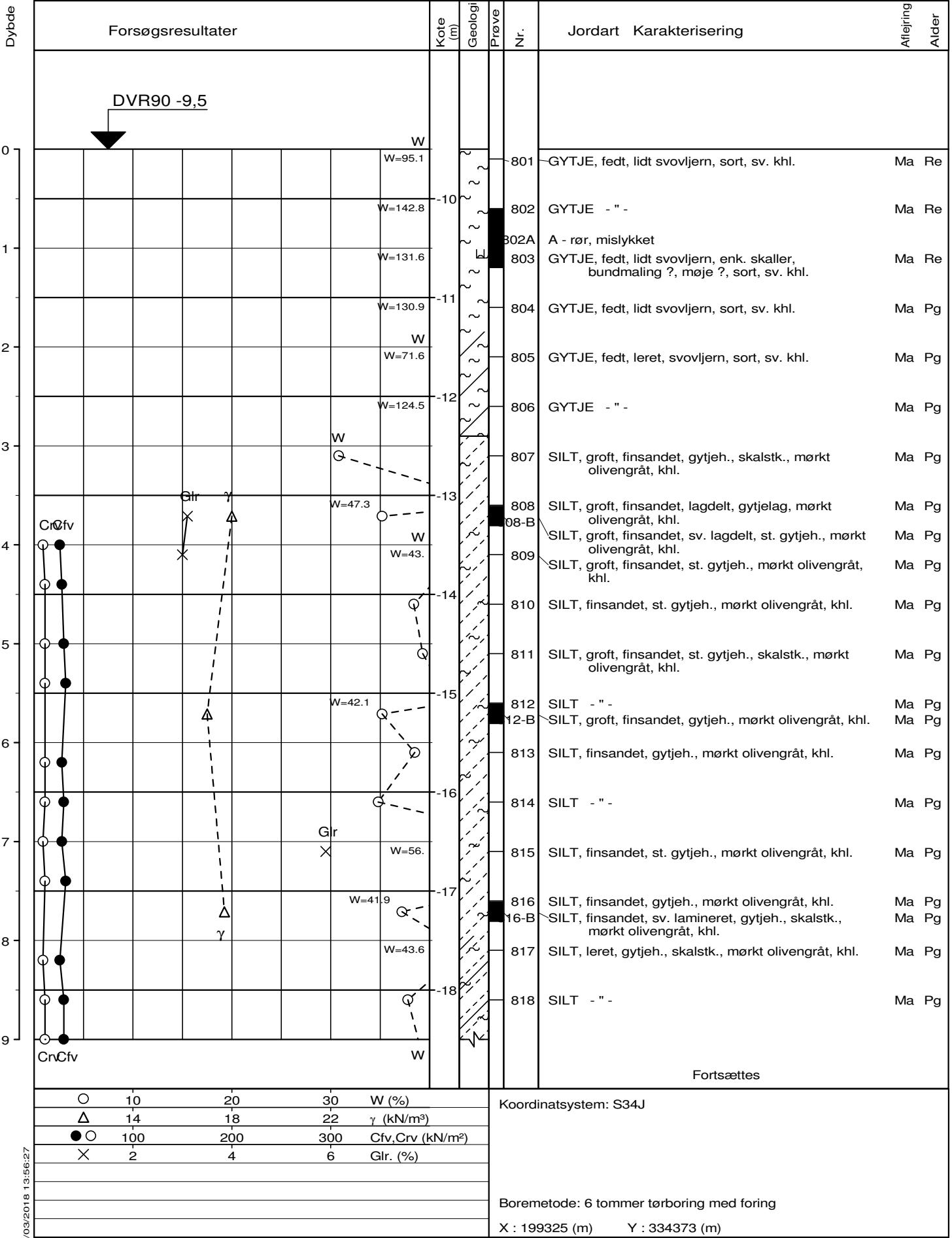


$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) 0.5 → 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0  $u$  (MPa)

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $q_{c'}$  (MPa)

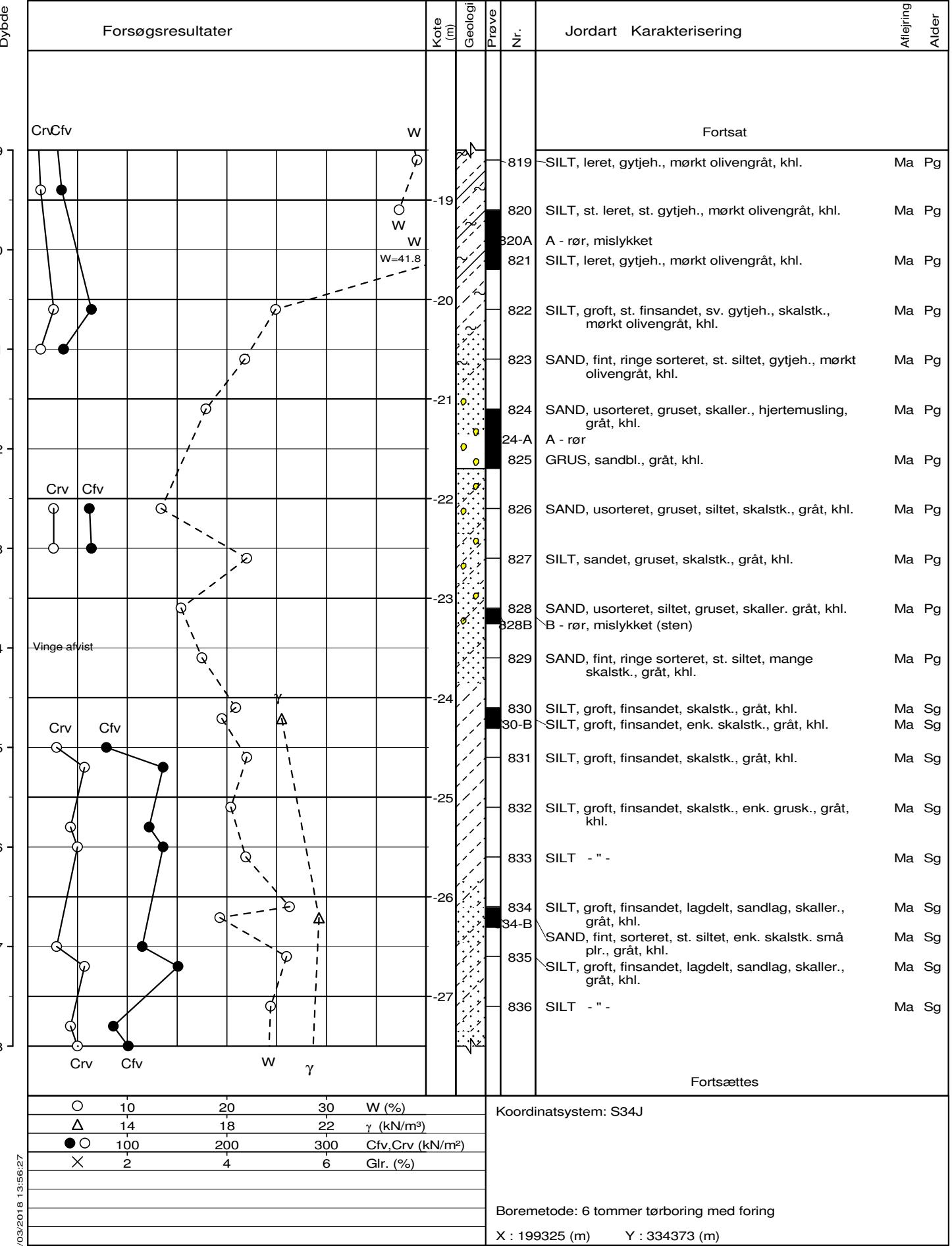
Koordinatsystem: S34J		Frederikshavn havn. Nye pier	
CPT-sonde nr. 4541		Boring dato: 2018.01.24	Etape :
		Boret af: JJ/HN	Sag nr.: 26.1714.61
		Beskr. af: PTES	CPT nr.: B7
Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech		Tegn./kontr.: SUDS/SRJE	Bilag nr.: 8
		Godkendt: SRJE	

S. 4 / 4



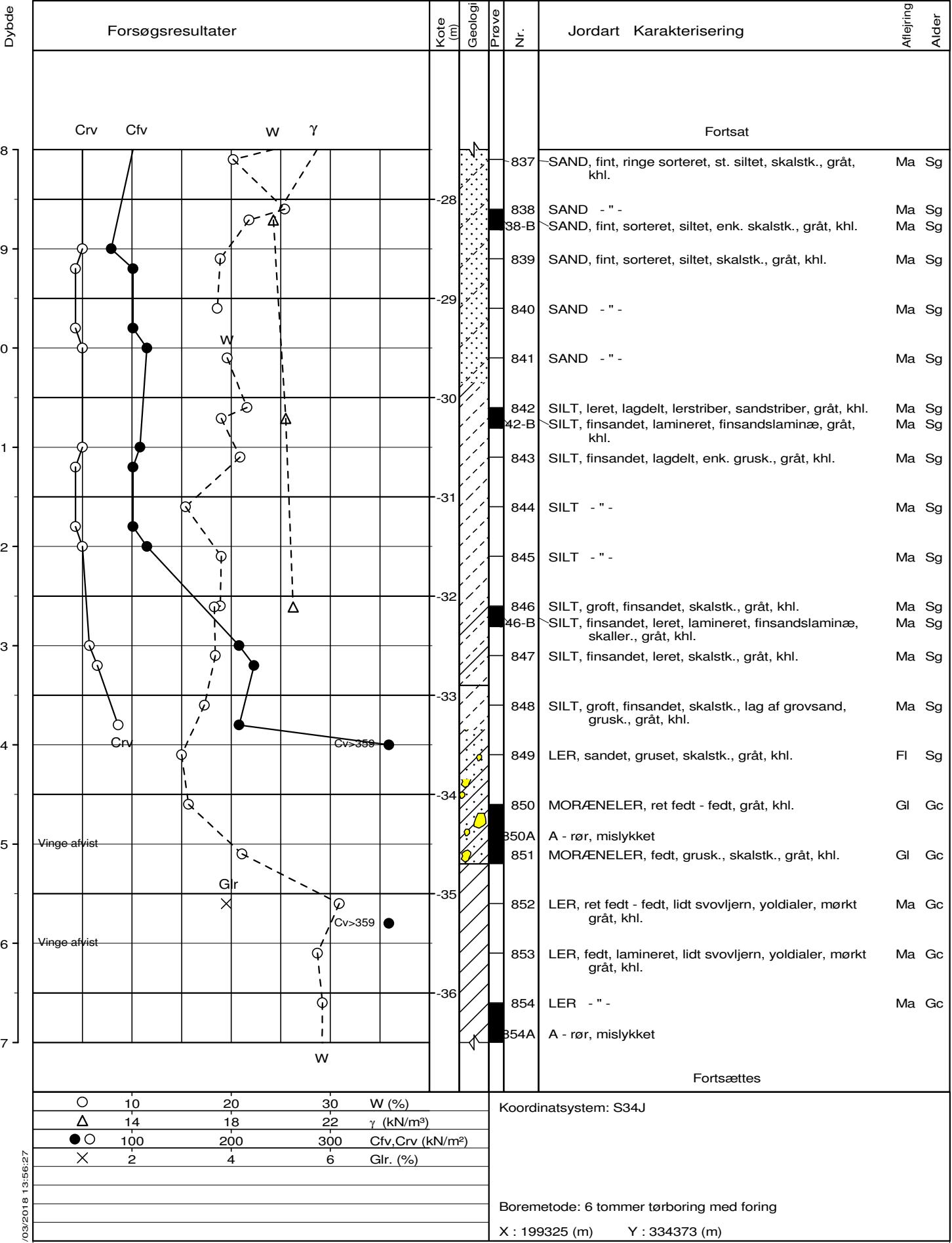
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180119 DGU-nr.: Boring : B8  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 9 S. 1 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180119 DGU-nr.: Boring : B8  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 9 S. 2 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

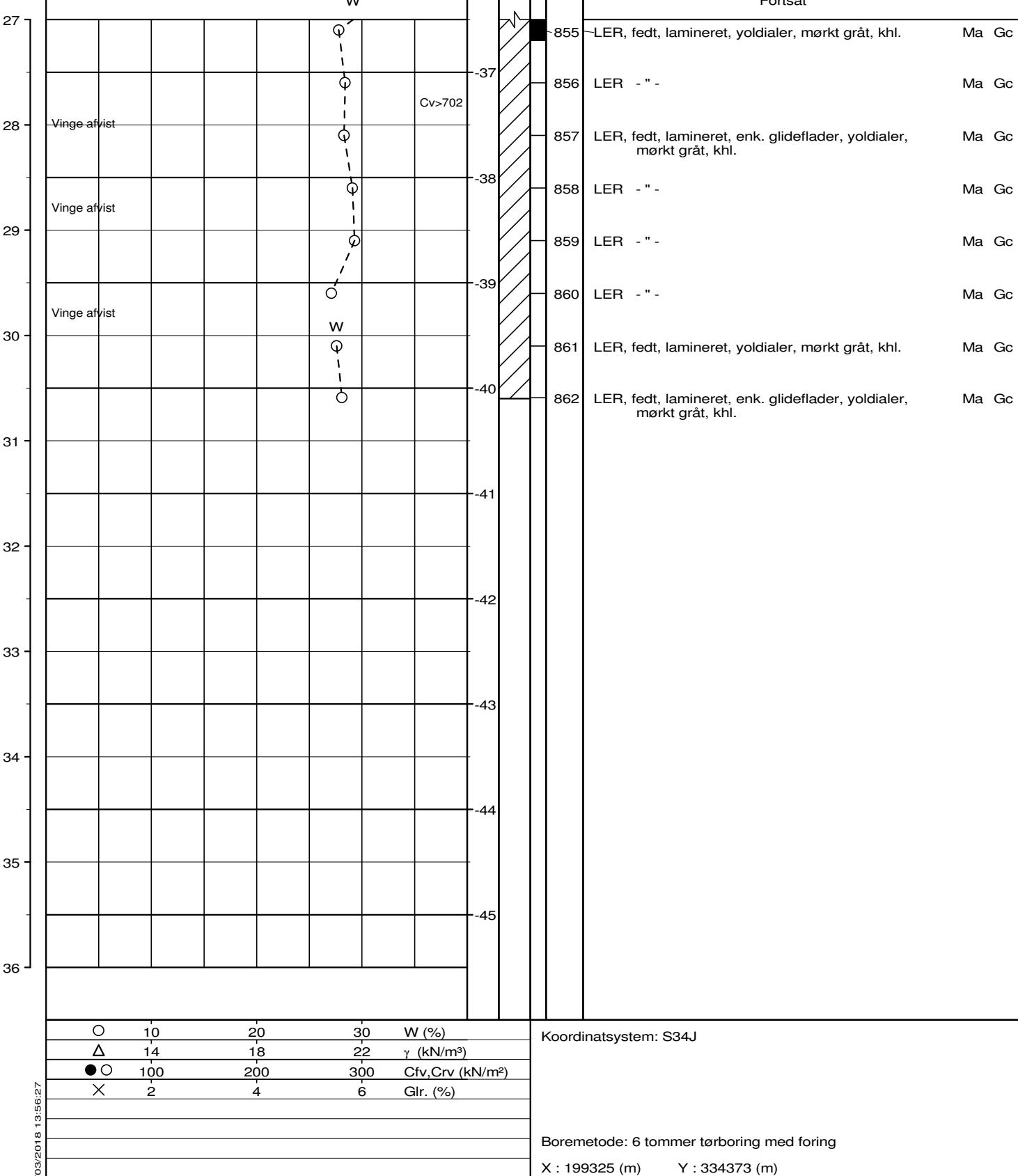
Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180119 DGU-nr.: Boring : B8  
Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 9 S. 3 / 4

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)  
Geologi

Prøve

Jordart Karakterisering

Aflejring  
Alder

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

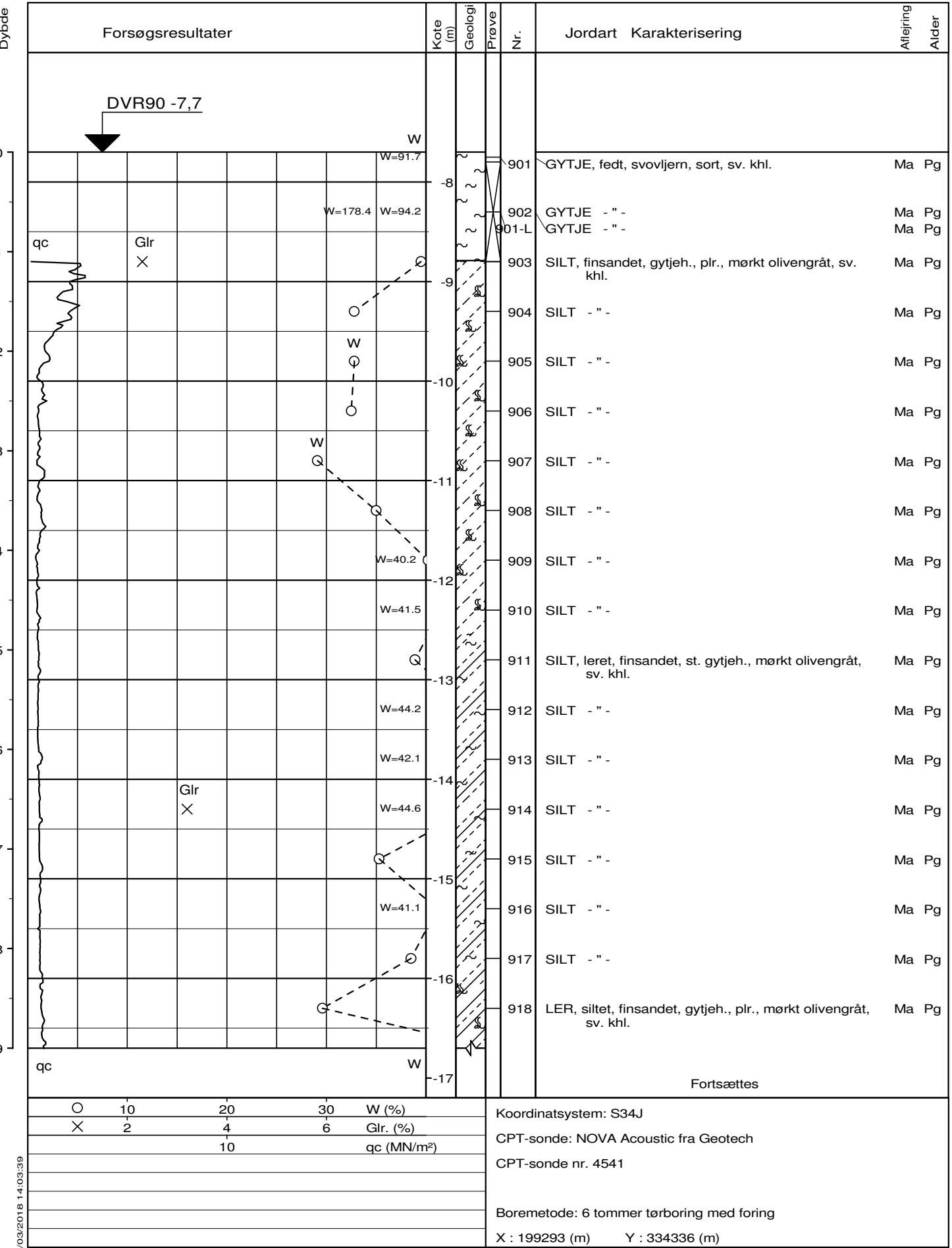
Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180119 DGU-nr.:

Boring : B8

Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21

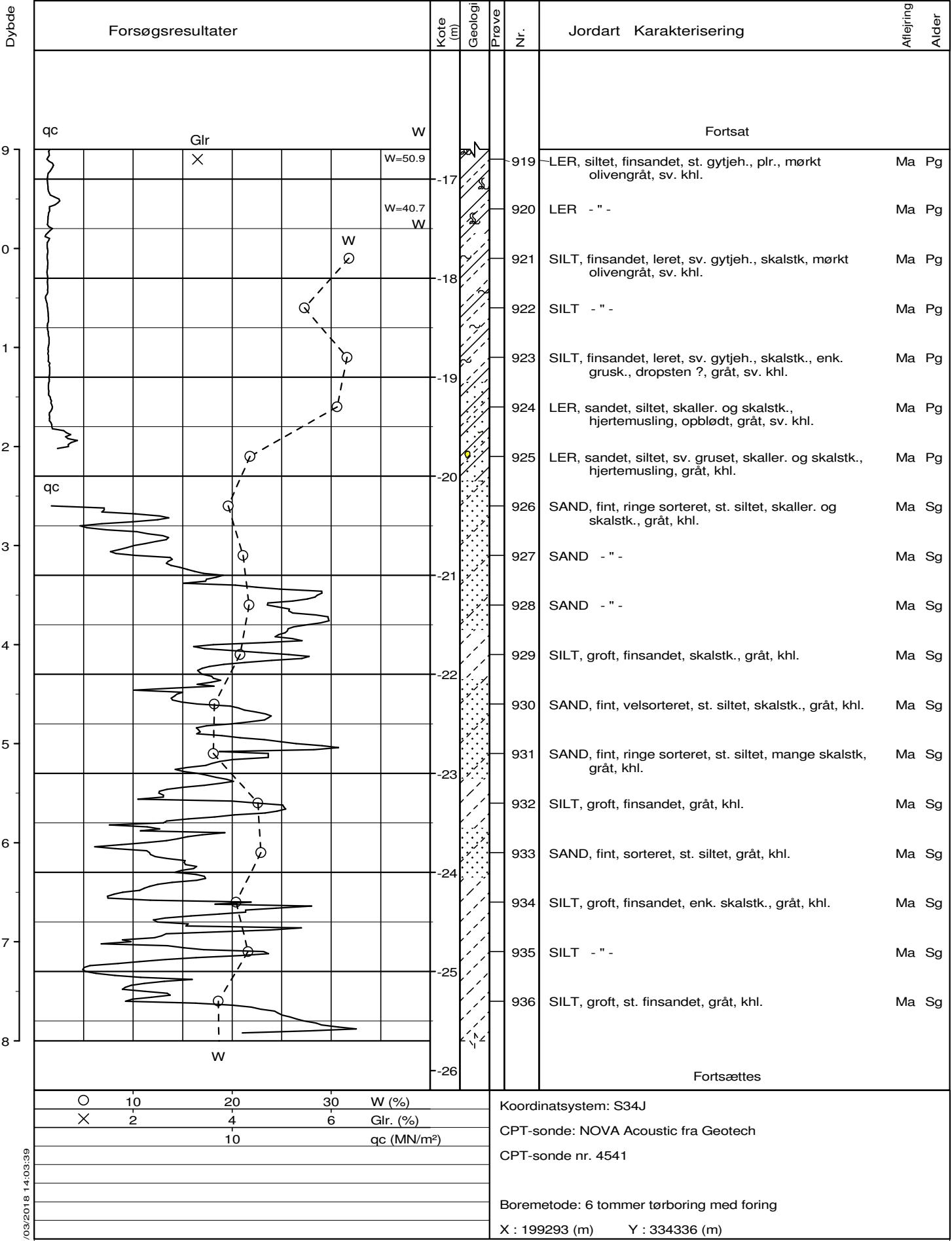
Bilag : 9

S. 4 / 4



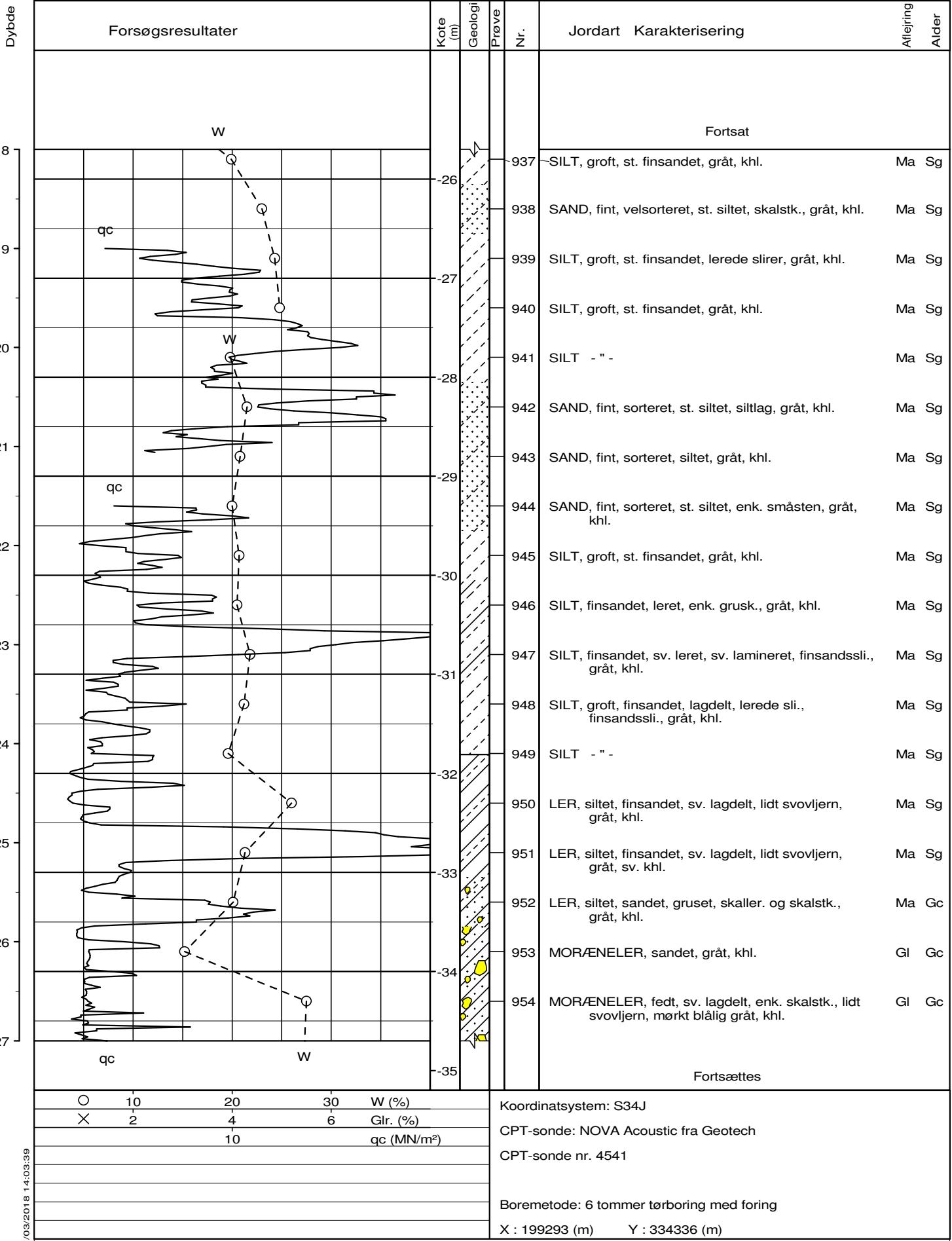
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180116 DGU-nr.: Boring : B9  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 10 S. 1 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180116 DGU-nr.: Boring : B9  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 10 S. 2 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180116 DGU-nr.: Boring : B9  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 10

S. 3 / 4

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)  
Geologi

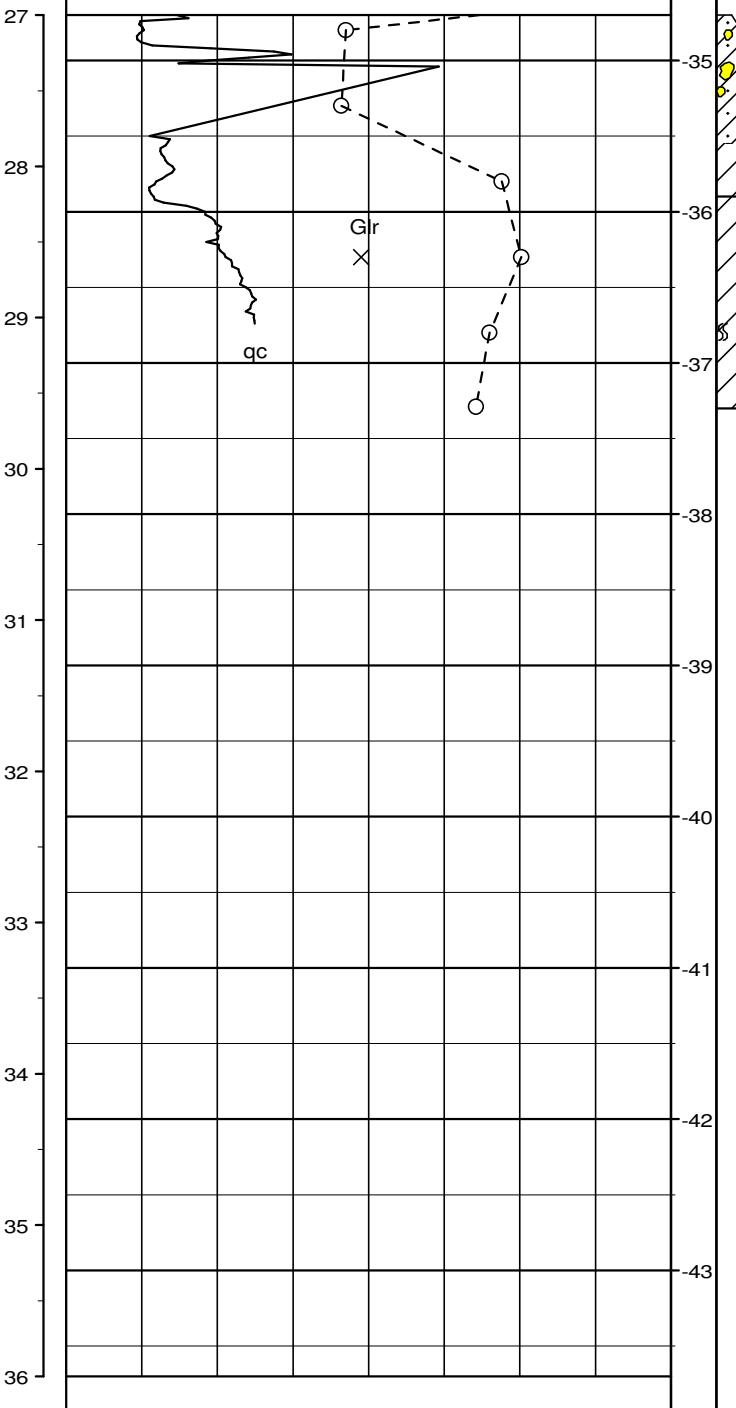
Prøve

## Jordart Karakterisering

Aflejring  
Alder

qc

W



Nr. 955 956 957 958 959 960

## Fortsat

MORÆNELER, fedt, skalstk., mørkt gråt, khl.

Gl Gc

MORÆNELER, ret fedt, enk. skalstk., gråt, khl.

Gl Gc

LER, fedt, lamineret, lidt svovljern, skalstk., yoldialer, gråt, khl.

Ma Gc

LER, fedt, lamineret, lidt svovljern, enk. skalstk., yoldialer, mørkt gråt, khl.

Ma Gc

LER, fedt, lamineret, lidt svovljern, enk. plr., yoldialer, mørkt gråt, khl.

Ma Gc

LER - " -

Ma Gc

○	10	20	30	W (%)
×	2	4	6	Glr. (%)
		10		qc (MN/m <sup>2</sup> )

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde: NOVA Acoustic fra Geotech

CPT-sonde nr. 4541

Boremetode: 6 tommer tørborring med foring

X : 199293 (m) Y : 334336 (m)

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN

Dato : 20180116 DGU-nr.:

Boring : B9

Udarb. af : SUDS

Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

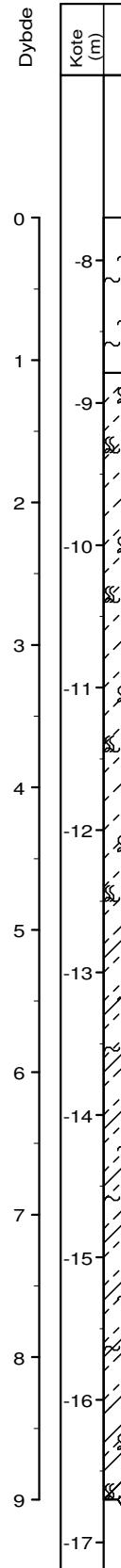
Dato : 2018.03.21

Bilag : 10

S. 4 / 4

# Forsøgsresultater

Dybde



X : 199293 (m)

Y : 334336 (m)

DVR90 -7,7

f<sub>s</sub>

q<sub>c</sub>

f<sub>g</sub><sub>c</sub>

R<sub>f</sub>

u

R<sub>f</sub>

u

Fortsættes

q<sub>c</sub> (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20<sub>f</sub> (%) → 4 6 8 10 12

f<sub>s</sub> (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.6 0.7 → 1.1 u (MPa)

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2018.01.16

Etape :

Boret af: JJ/HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PTES

CPT nr.: B9

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 10

Godkendt: SRJE

# Forsøgsresultater

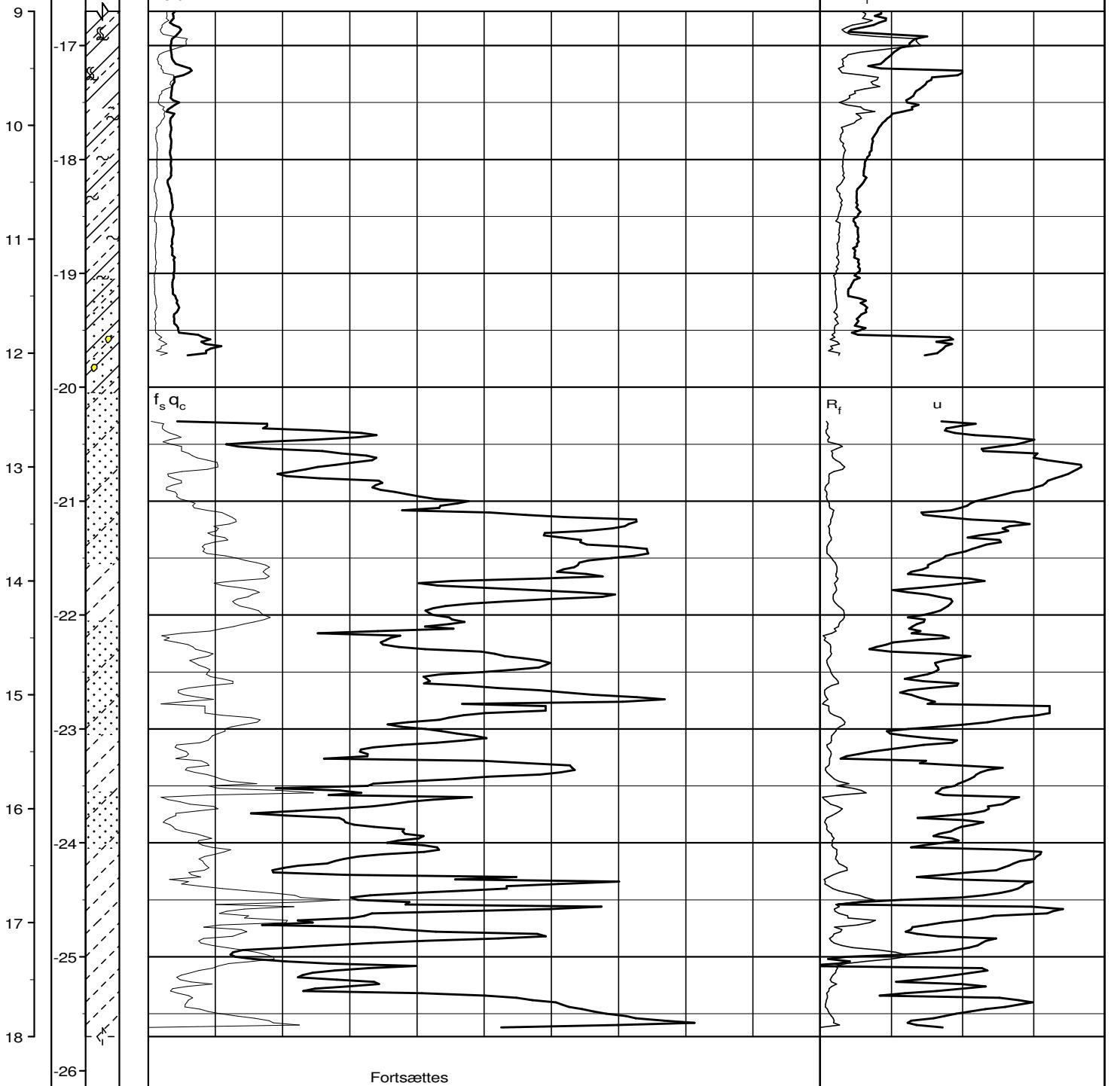
X : 199293 (m)

Y : 334336 (m)

Dybe

Kote  
(m)

Geologi



Fortsættes

$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa) → 0.1 2 6 8 10

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:21:47

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde nr. 4541

Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2018.01.16

Etape :

Boret af: JJ/HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PTES

CPT nr.: B9

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 10

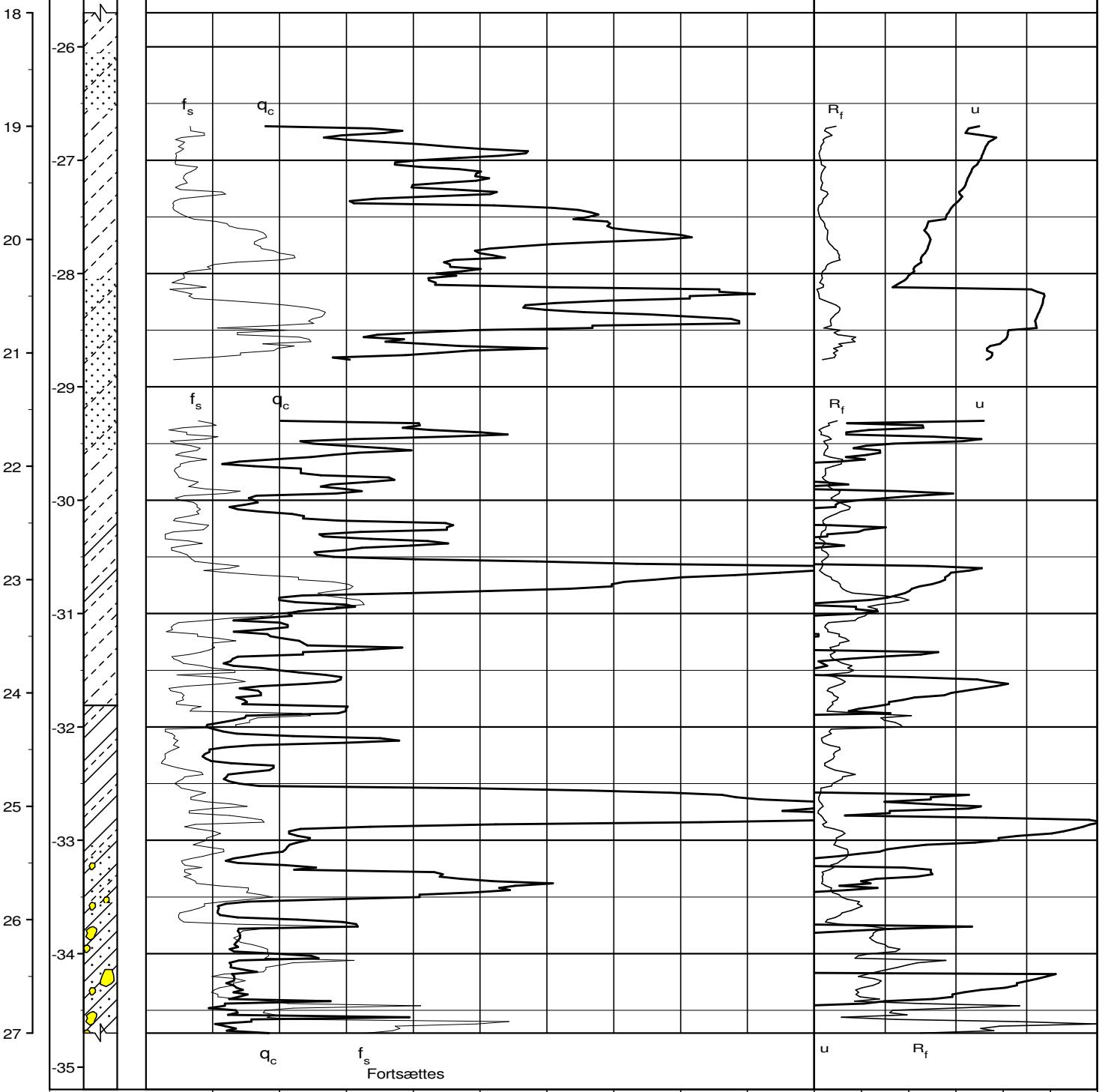
Godkendt: SRJE

S. 2 / 4

# Forsøgsresultater

X : 199293 (m) Y : 334336 (m)

Fortsat



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa) → 0.1 0.2 0.3 0.4

# Forsøgsresultater

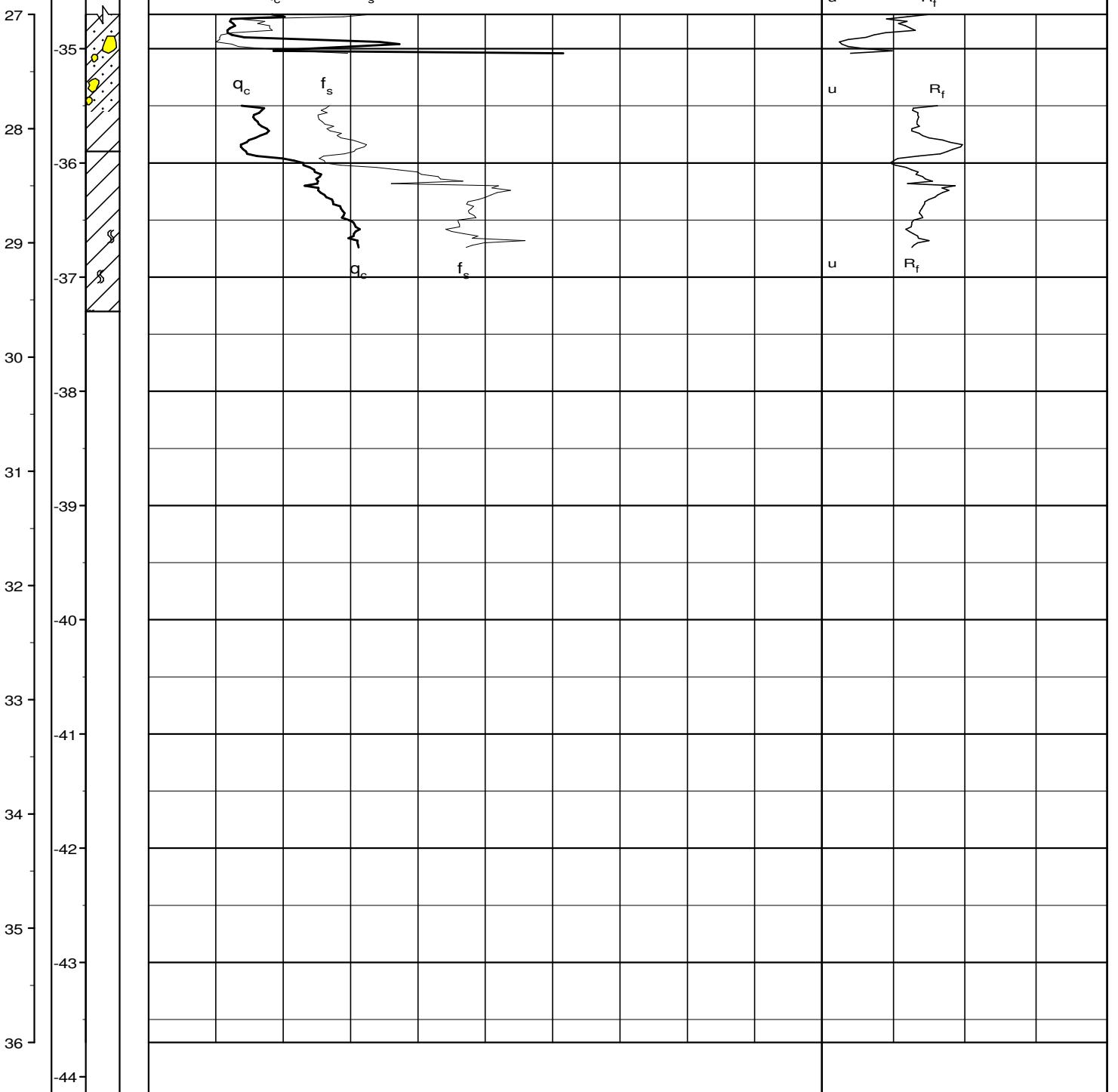
Dybde

Kote  
(m)

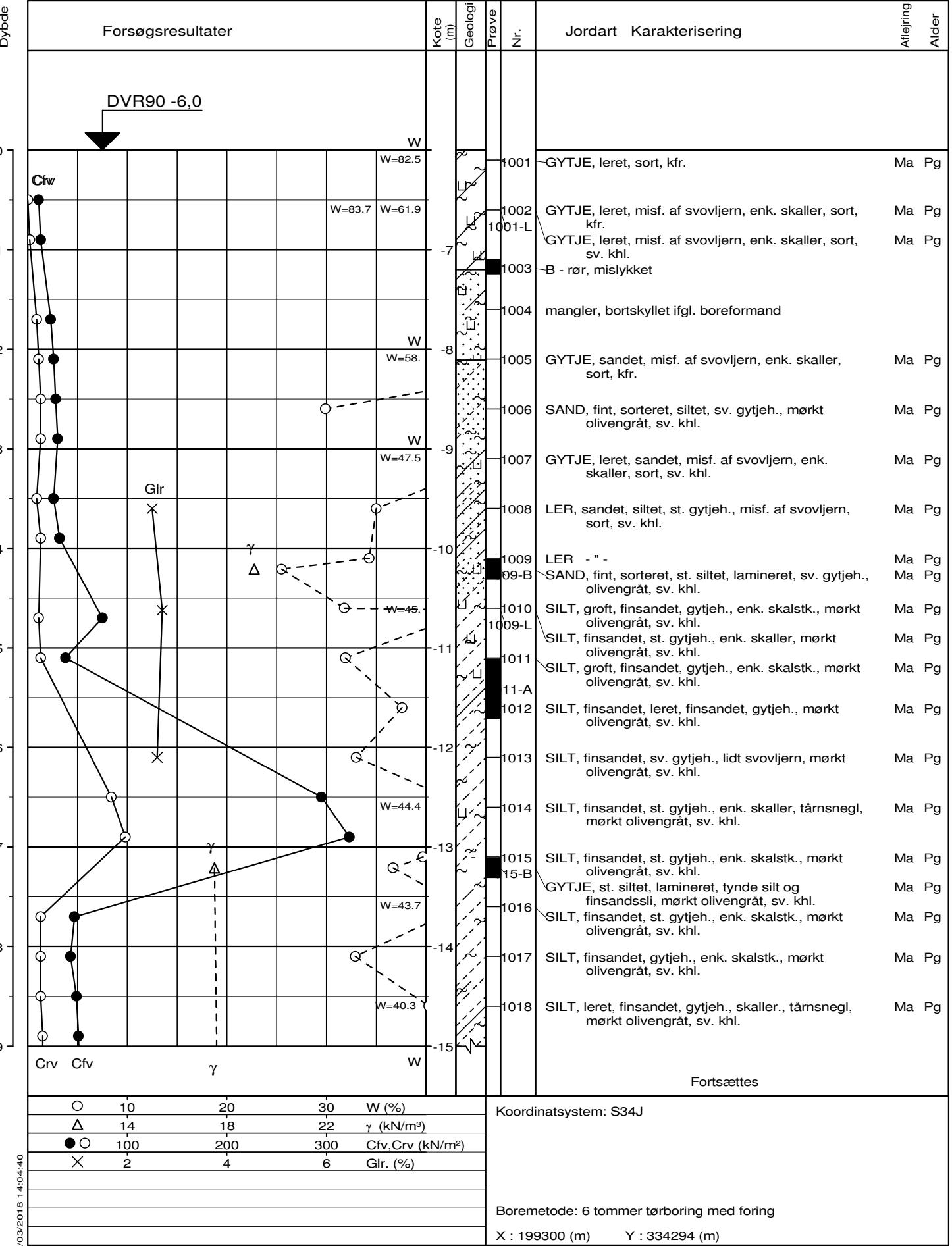
Geologi

X : 199293 (m)

Y : 334336 (m)

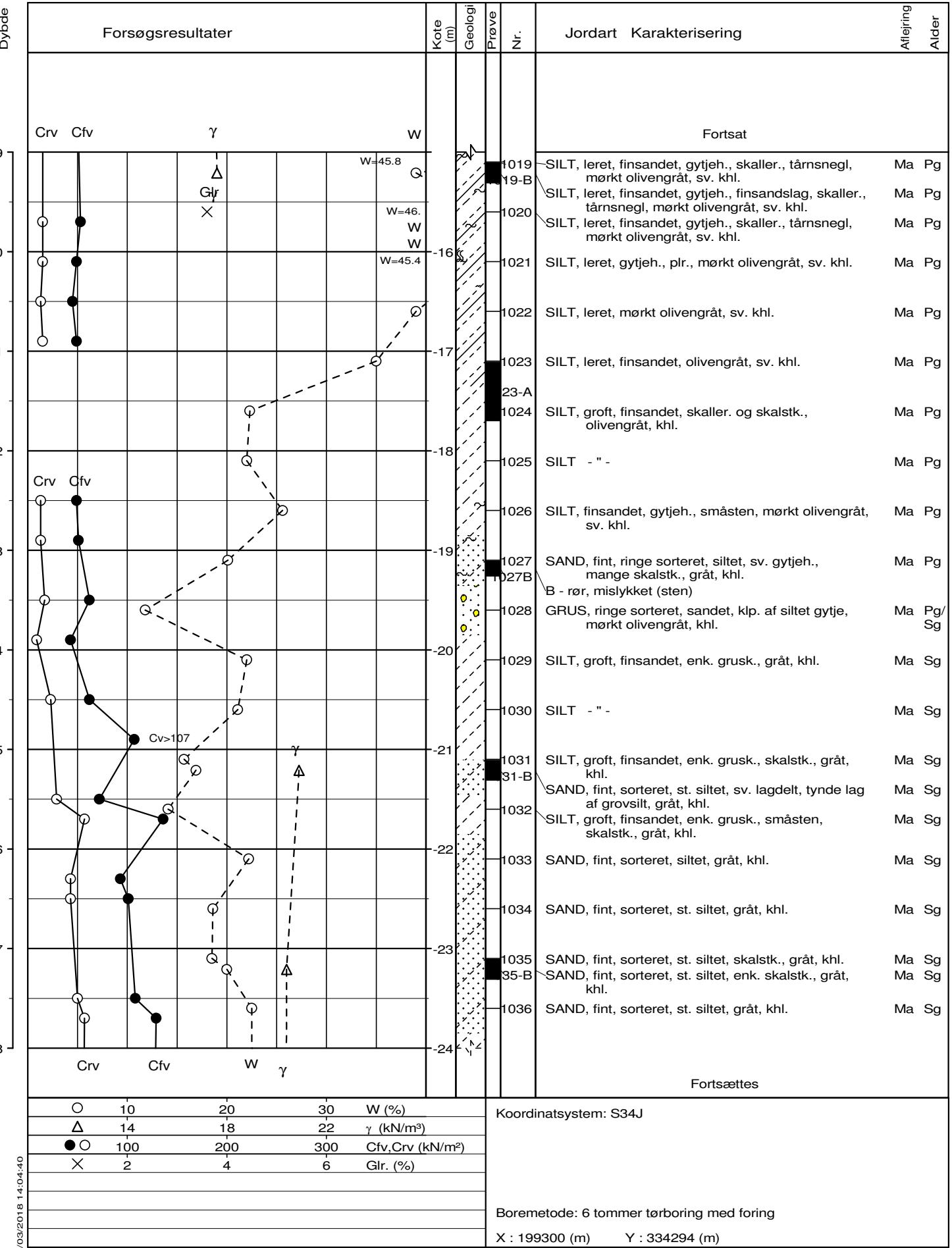


BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:21:47



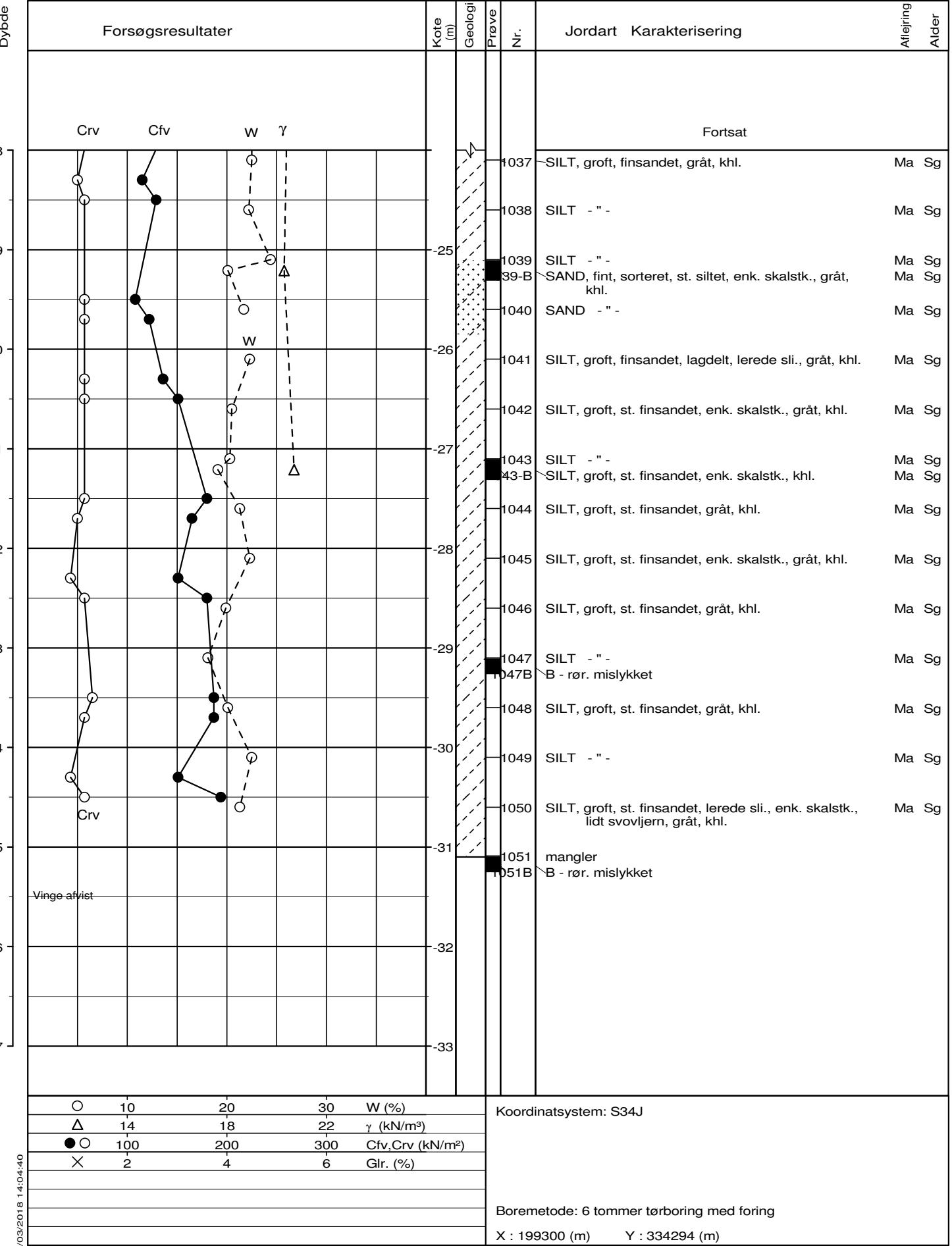
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180112 DGU-nr.: Boring : B10  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 11 S. 1 / 3



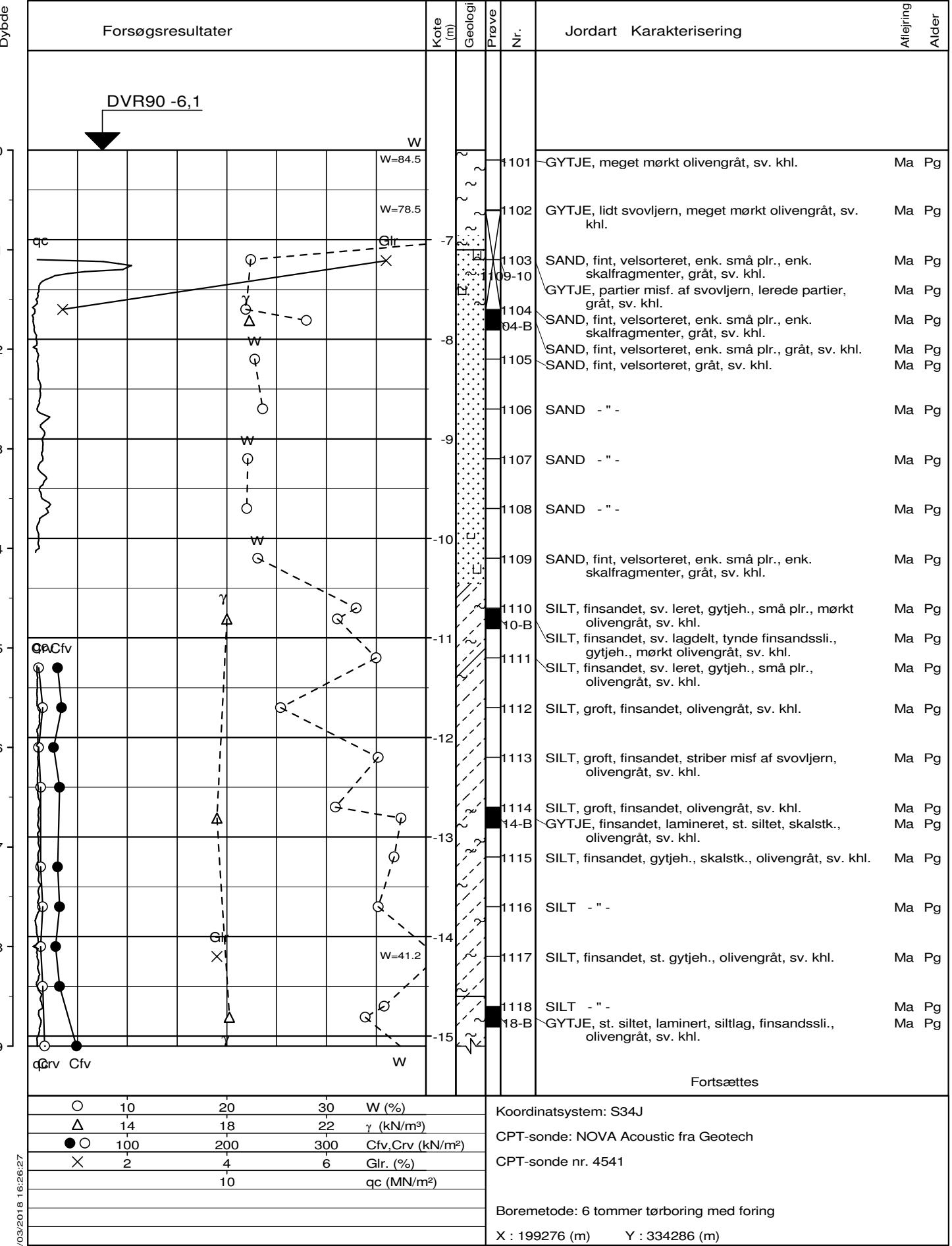
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180112 DGU-nr.: Boring : B10  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 11 S. 2 / 3



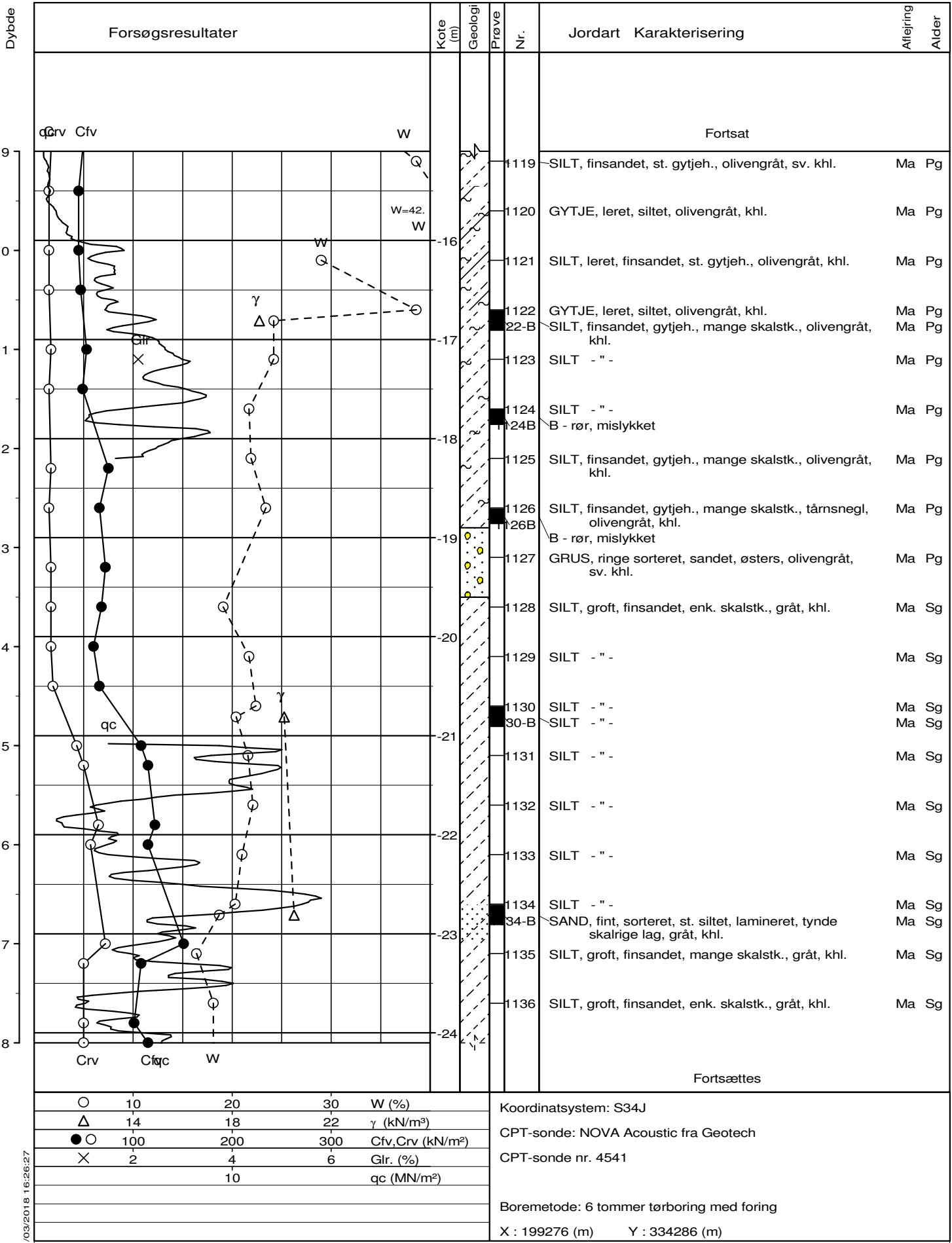
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES      Boret af : JJ/HN      Dato : 20180112 DGU-nr.: Boring : B10  
 Udarb. af : SUDS      Kontrol : SRJE      Godkendt : SRJE      Dato : 2018.03.21 Bilag : 11      S. 3 / 3



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180105 DGU-nr.: Boring : B11  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 12 S. 1 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180105 DGU-nr.: Boring : B11  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 12 S. 2 / 4

## Forsøgsresultater

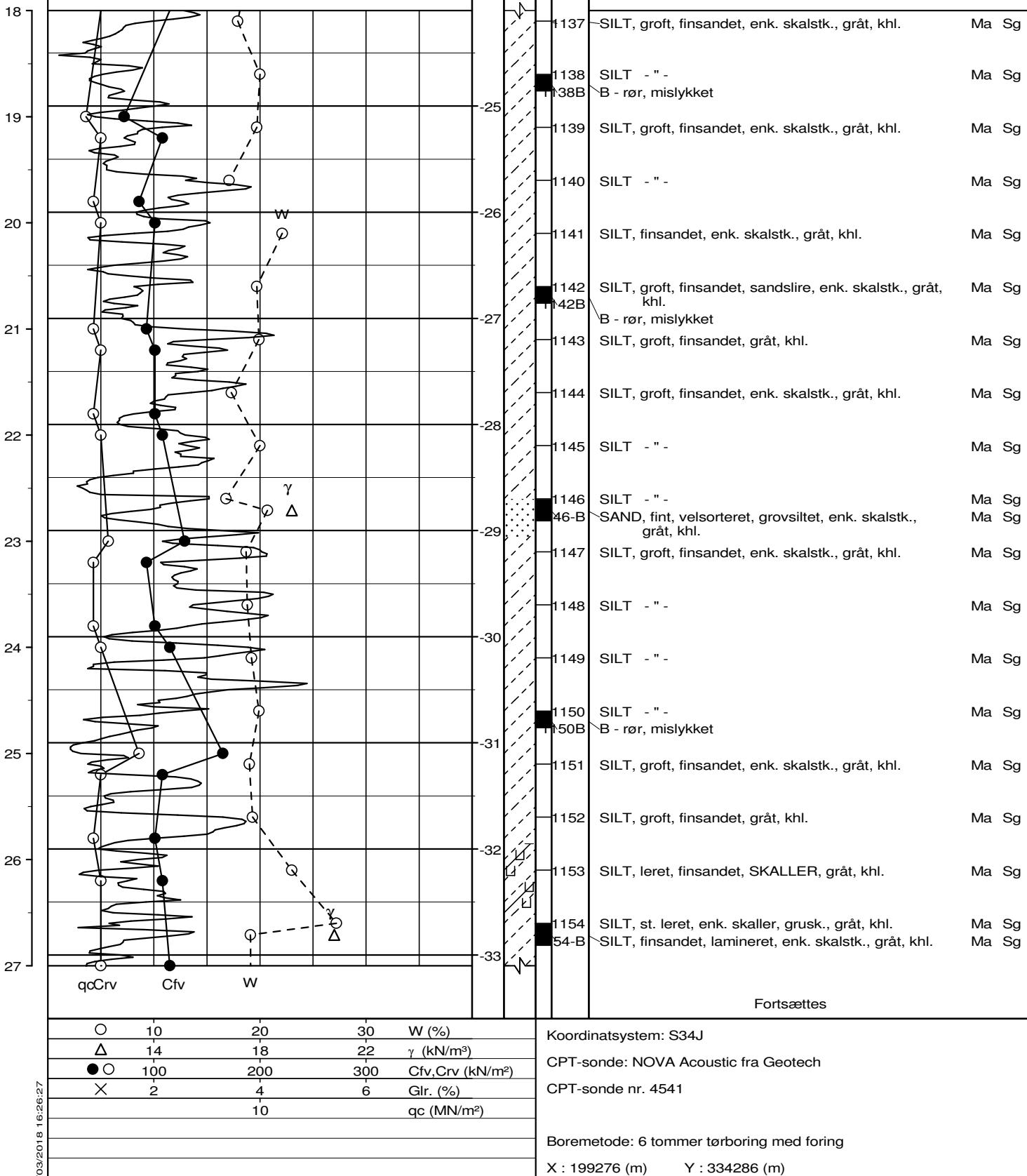
Kote  
(m)  
GeologiPrøve  
Nr.

## Jordart Karakterisering

Aflejring  
Alder

CrV CfrqC W

Fortsat



Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde: NOVA Acoustic fra Geotech

CPT-sonde nr. 4541

Boremetode: 6 tommer tørboring med foring

X : 199276 (m) Y : 334286 (m)

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN

Dato : 20180105 DGU-nr.:

Boring : B11

Udarb. af : SUDS

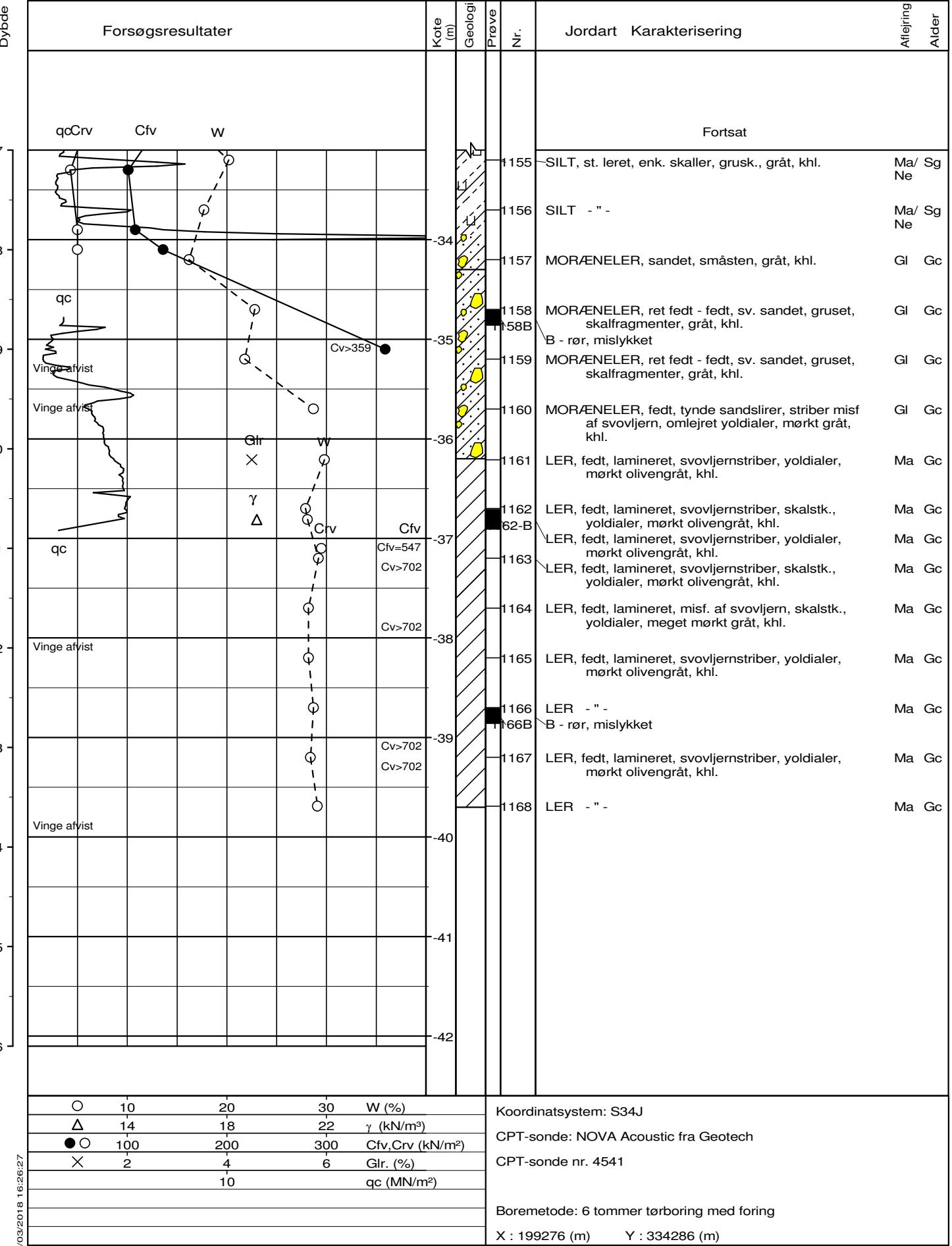
Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

Bilag : 12

S. 3 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180105 DGU-nr.: Boring : B11  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 12 S. 4 / 4

# Forsøgsresultater

Dybre

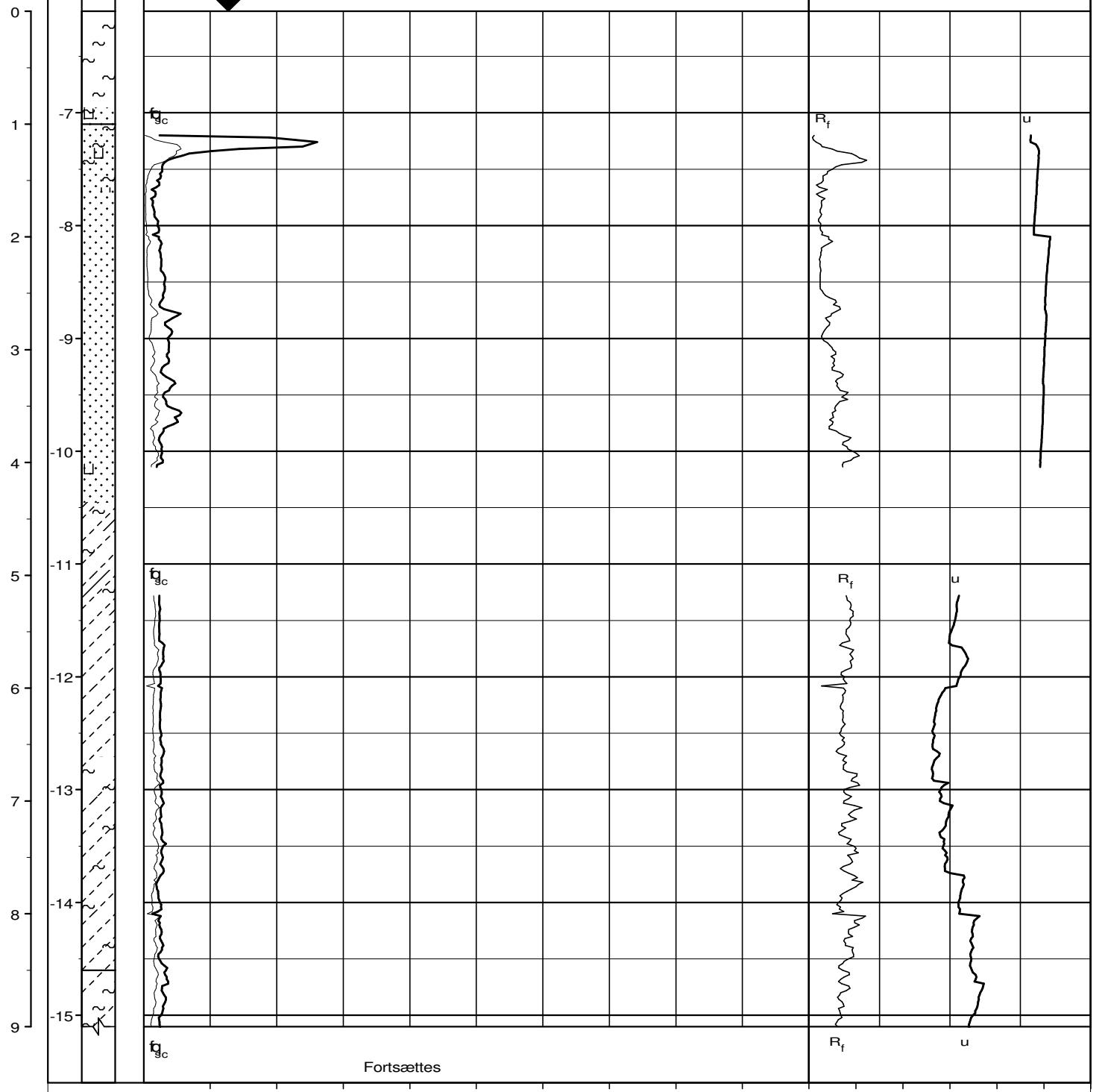
Kote  
(m)

Geologi

X : 199276 (m)

Y : 334286 (m)

DVR90 -6,1



Frederikshavn havn. Nye pier

Koordinatsystem: S34J	Boring dato: 2018.01.05	Etape :
CPT-sonde: NOVA Acoustic fra Geotech		
CPT-sonde nr. 4541		
	Boret af: JJ/HN	Sag nr.: 26.1714.61
	Beskr. af: PES	CPT nr.: B11
Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech	Tegn./kontr.: SUDS/SRJE	Bilag nr.: 12
	Godkendt: SRJE	

S. 1 / 4

# Forsøgsresultater

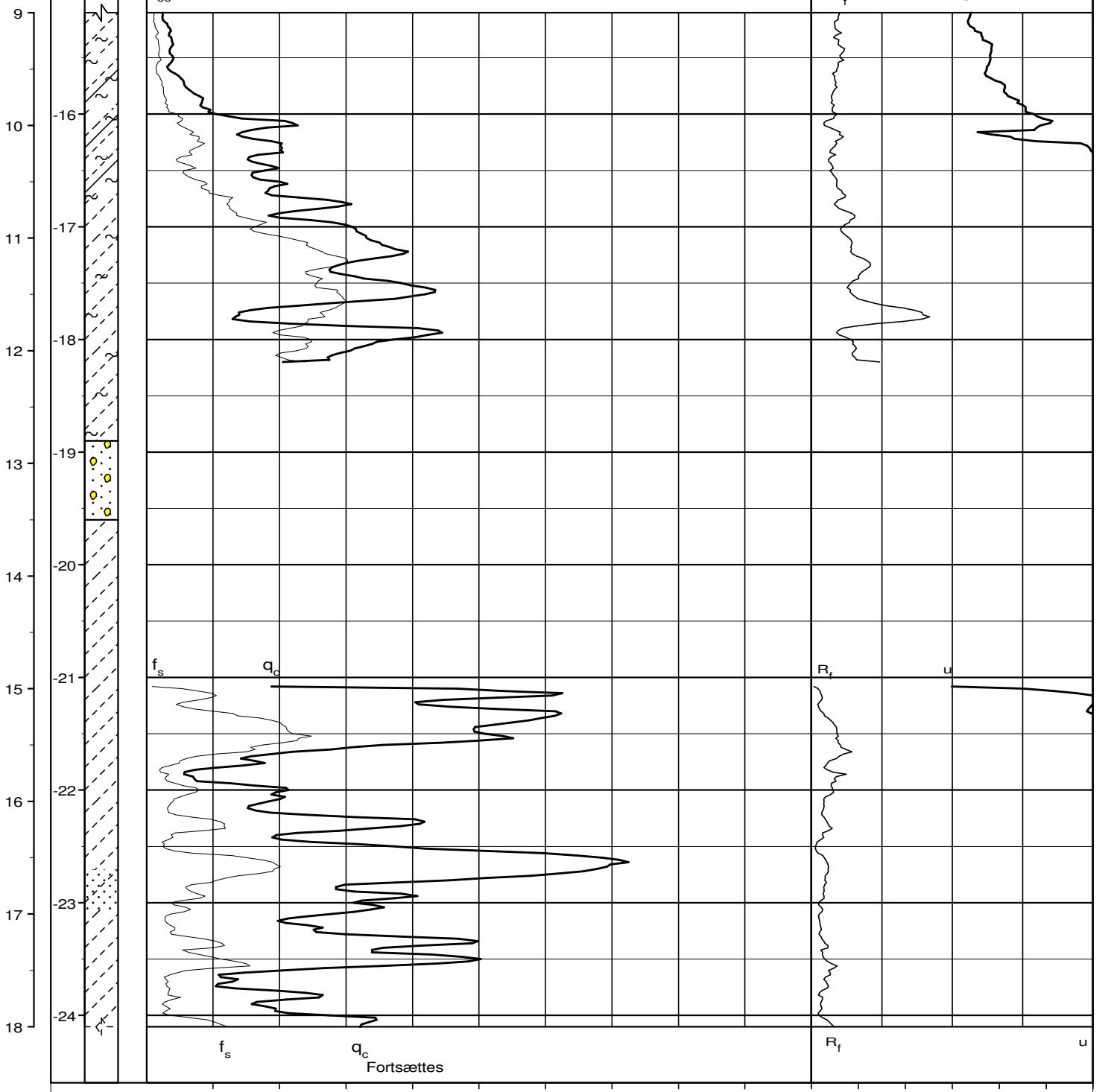
Dybe

Kote  
(m)

Geologi

X : 199276 (m)

Y : 334286 (m)



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $20R_f$  (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa) 0.2 → 0.1

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 16:23:29

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde: NOVA Acoustic fra Geotech

CPT-sonde nr. 4541

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2018.01.05

Etape :

Boret af: JJ/HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PES

CPT nr.: B11

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 12

Godkendt: SRJE

S. 2 / 4

# Forsøgsresultater

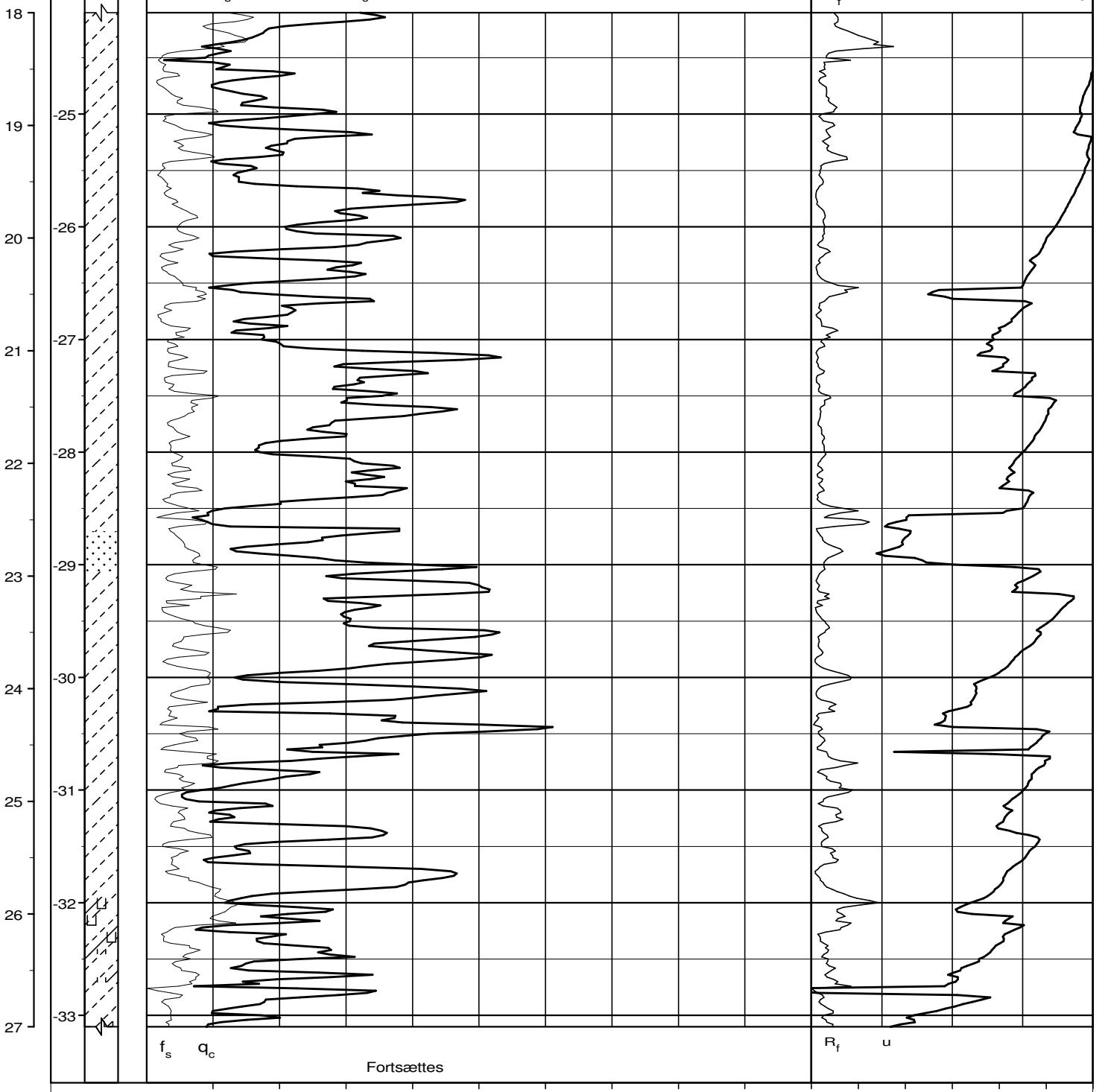
X : 199276 (m)

Y : 334286 (m)

Dybe

Kote  
(m)

Geologi



qc (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f (\%) \rightarrow 4$  6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa)

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 16:23:29

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde: NOVA Acoustic fra Geotech

CPT-sonde nr. 4541

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2018.01.05

Etape :

Boret af: JJ/HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PES

CPT nr.: B11

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 12

Godkendt: SRJE

S. 3 / 4

# Forsøgsresultater

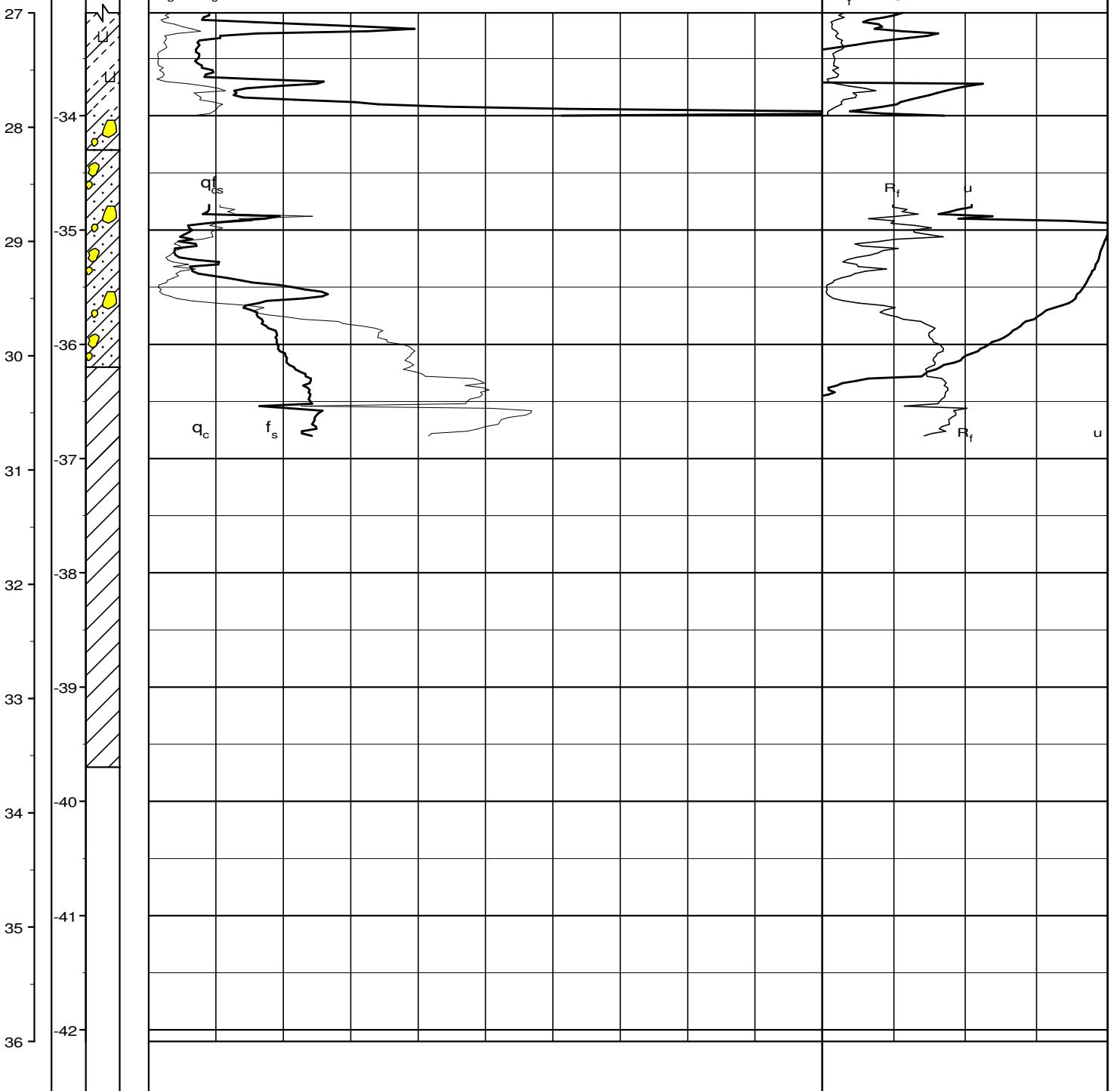
Dybre

Kote  
(m)

Geologi

X : 199276 (m)

Y : 334286 (m)



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5

$20R_f$  (%) 3 → 6 8 10 12

$u$  (MPa) 0.2 → 0.1

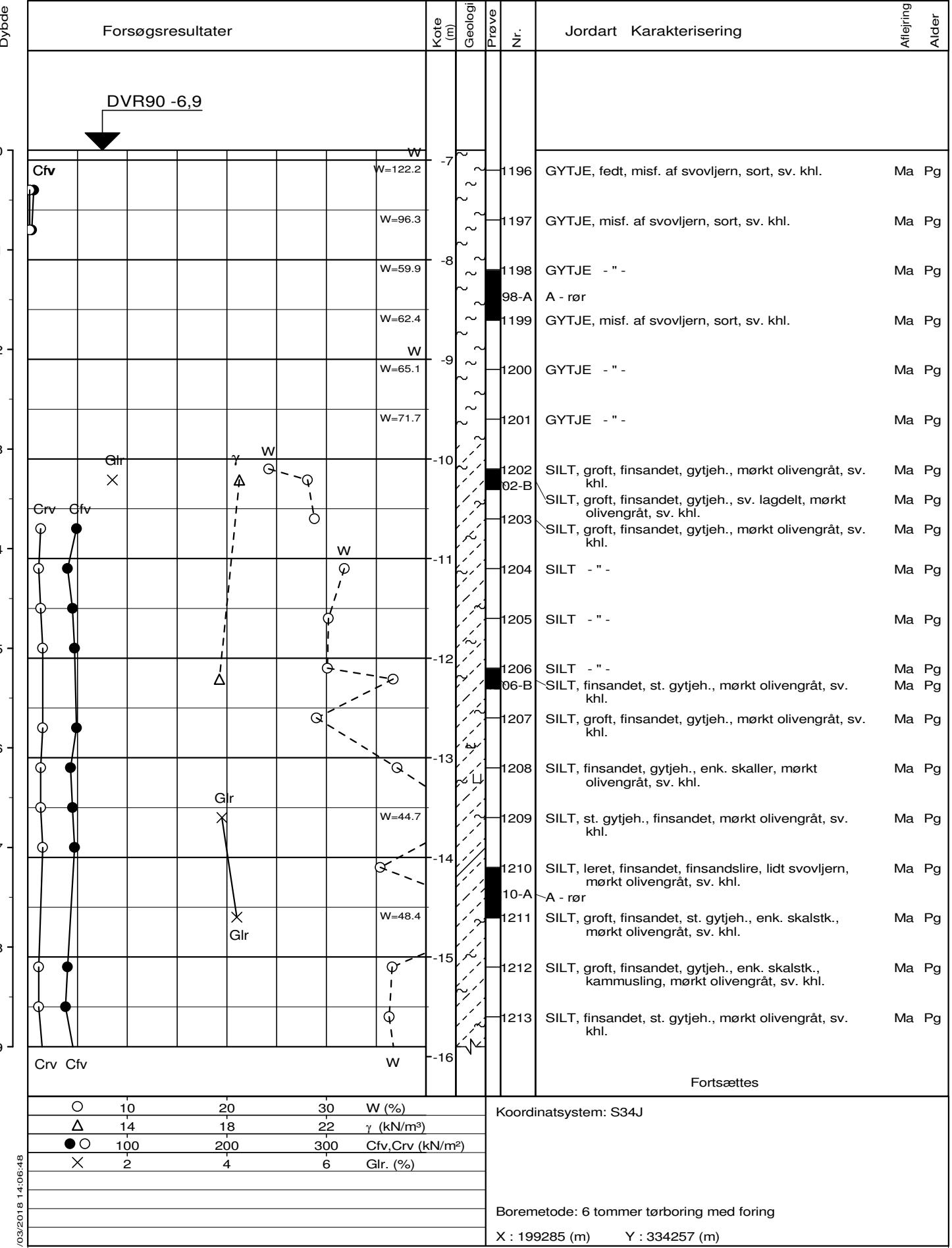
BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 16:23:29



CPT profil

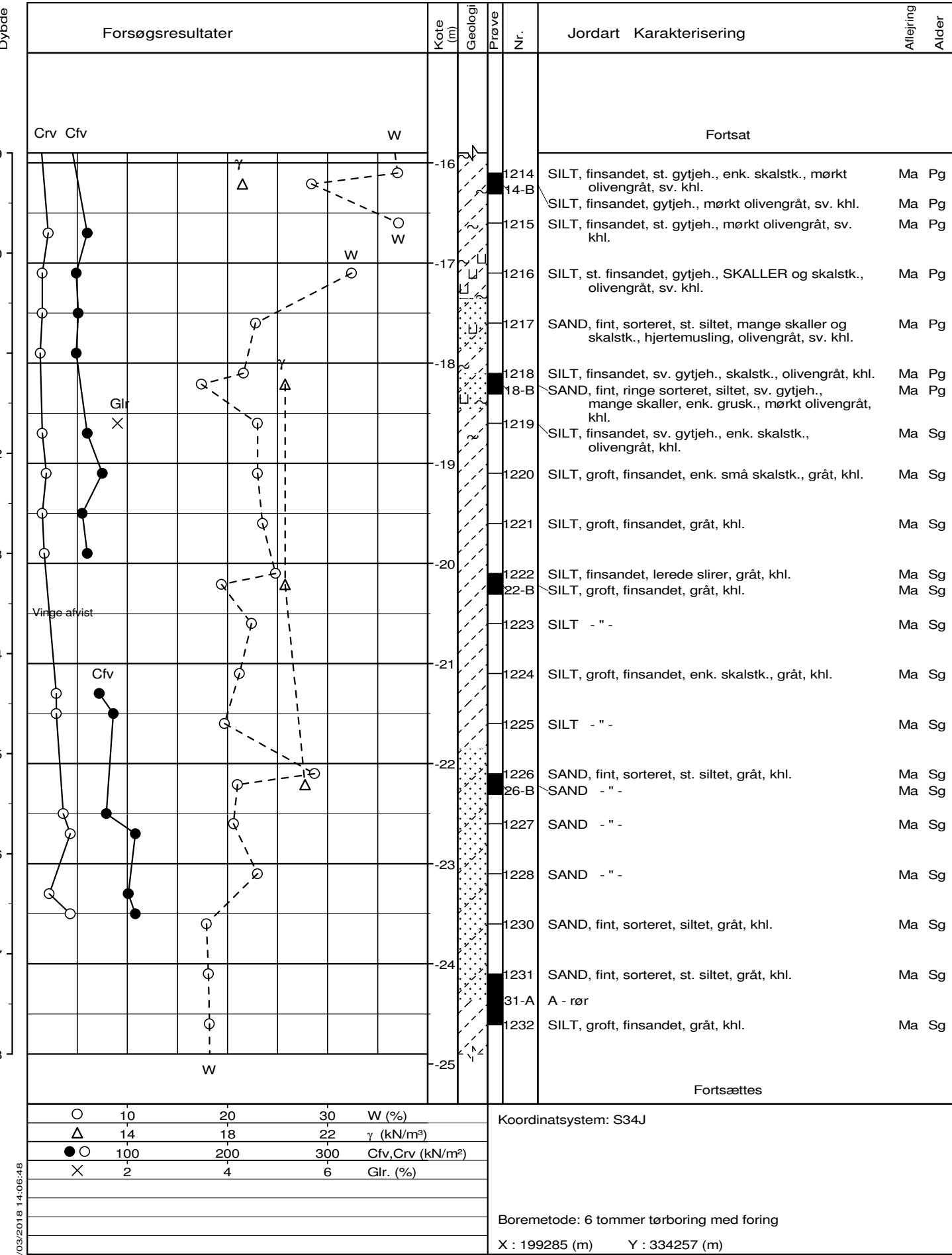
Koordinatsystem: S34J		Frederikshavn havn. Nye pier	
CPT-sonde: NOVA Acoustic fra Geotech		Boring dato: 2018.01.05	
CPT-sonde nr. 4541		Boret af:	JJ/HN
		Sag nr.:	26.1714.61
		Beskr. af:	PES
		CPT nr.:	B11
Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech		Tegn./kontr.:	SUDS/SRJE
		Bilag nr.:	12
		Godkendt:	SRJE

S. 4 / 4



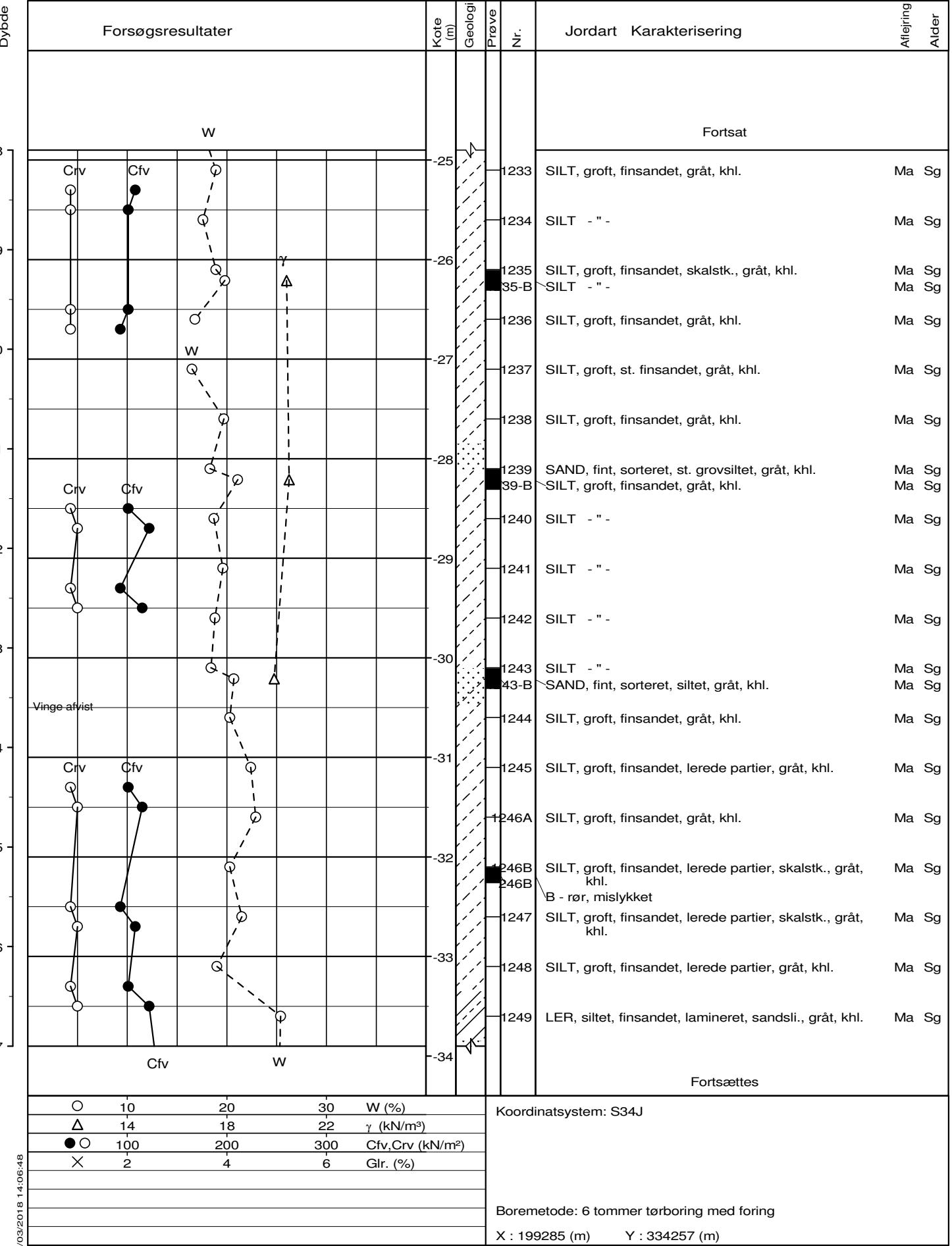
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180102 DGU-nr.: Boring : B12  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 13 S. 1 / 4



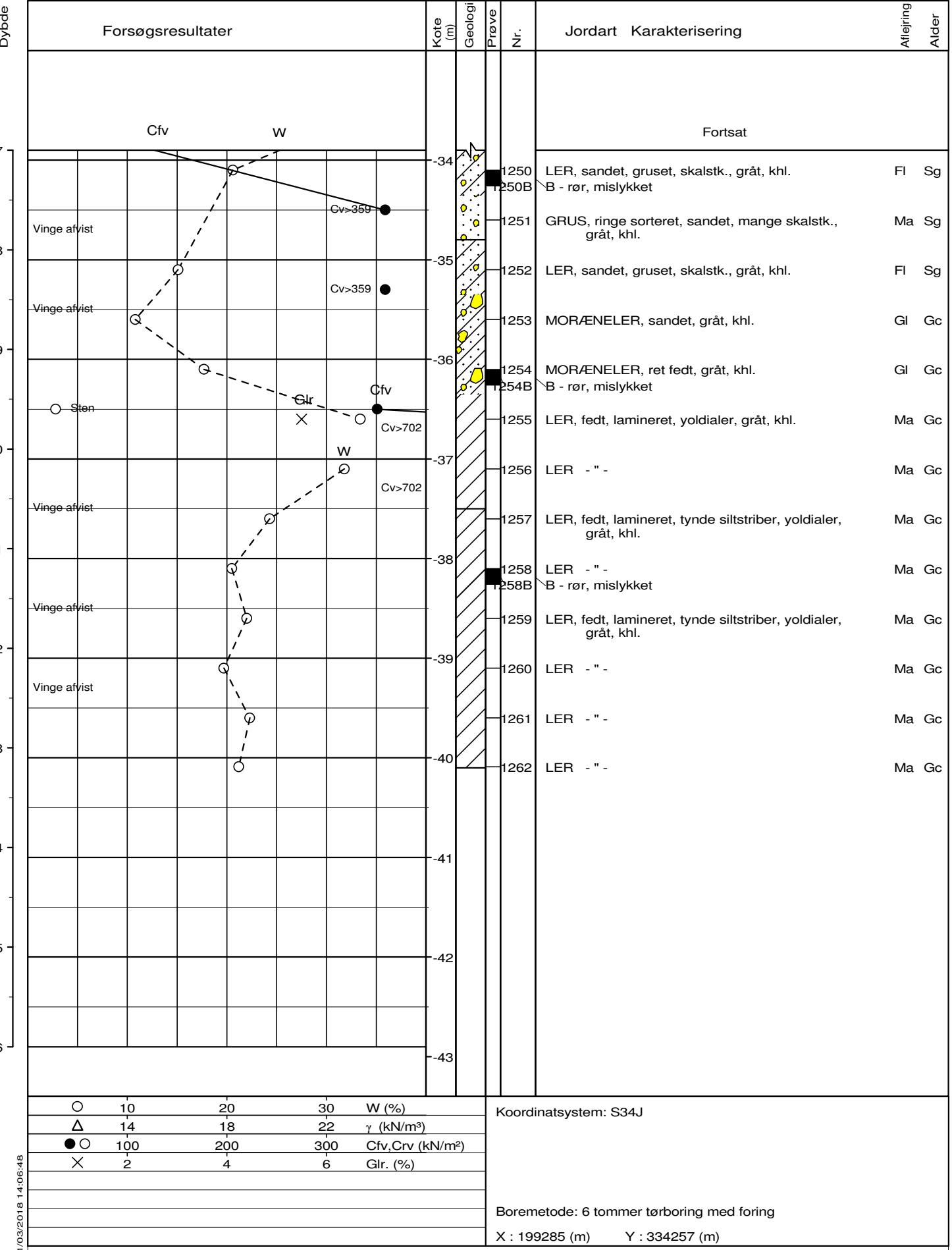
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180102 DGU-nr.: Boring : B12  
Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 13 S. 2 / 4



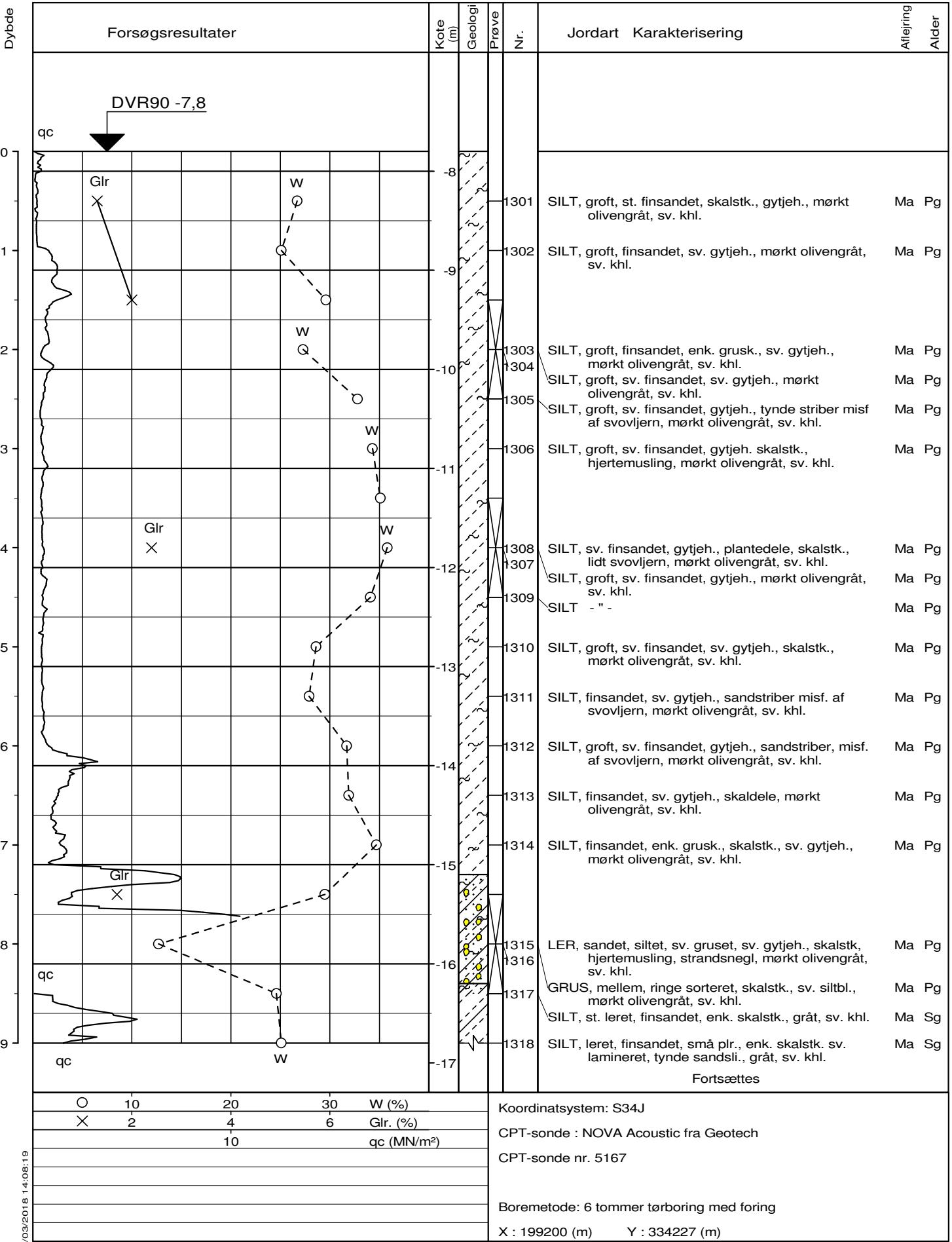
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180102 DGU-nr.: Boring : B12  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 13 S. 3 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

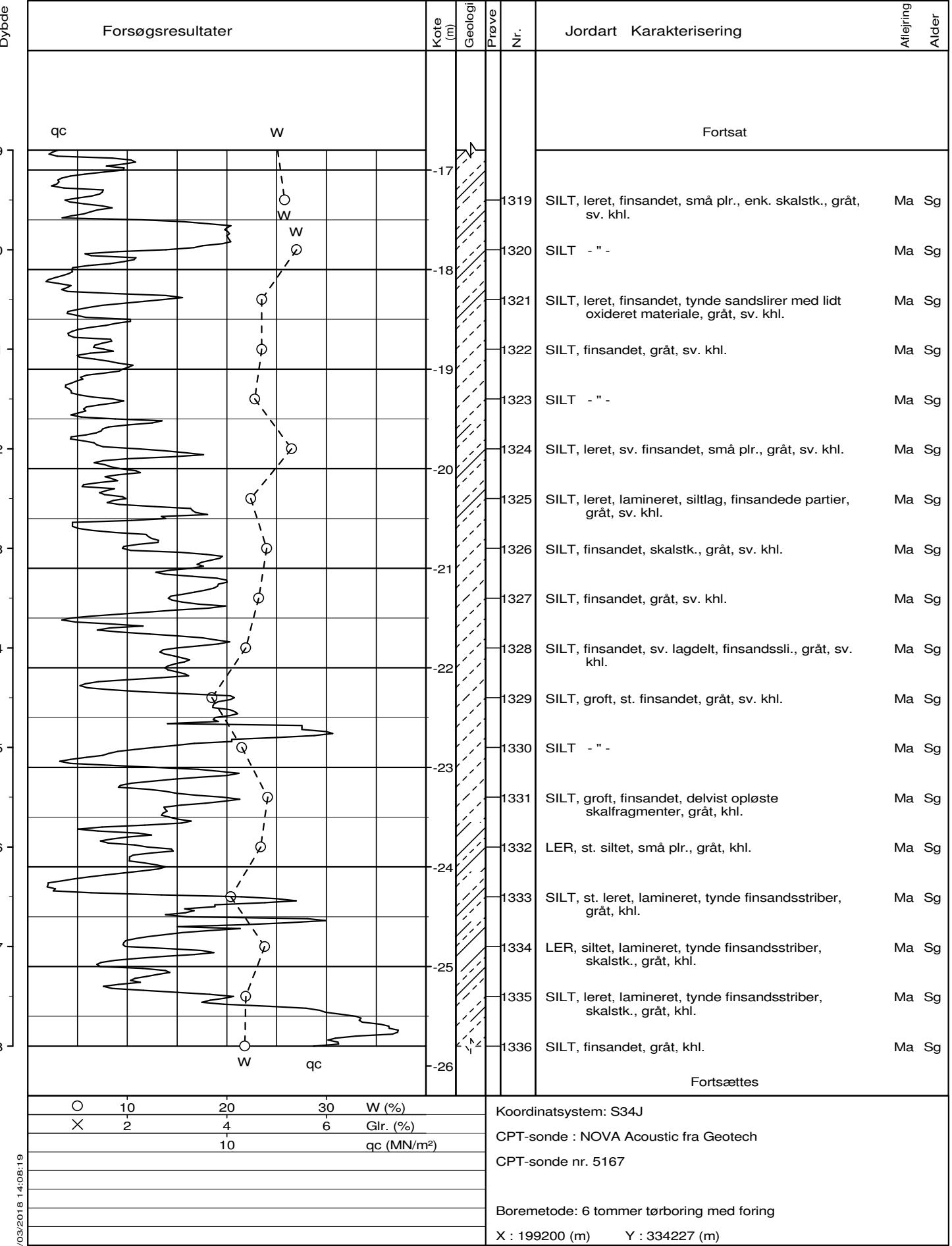
Geolog : PTES Boret af : JJ/HN Dato : 20180102 DGU-nr.: Boring : B12  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 13 S. 4 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN Dato : 20171219 DGU-nr.: Boring : B13  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 14

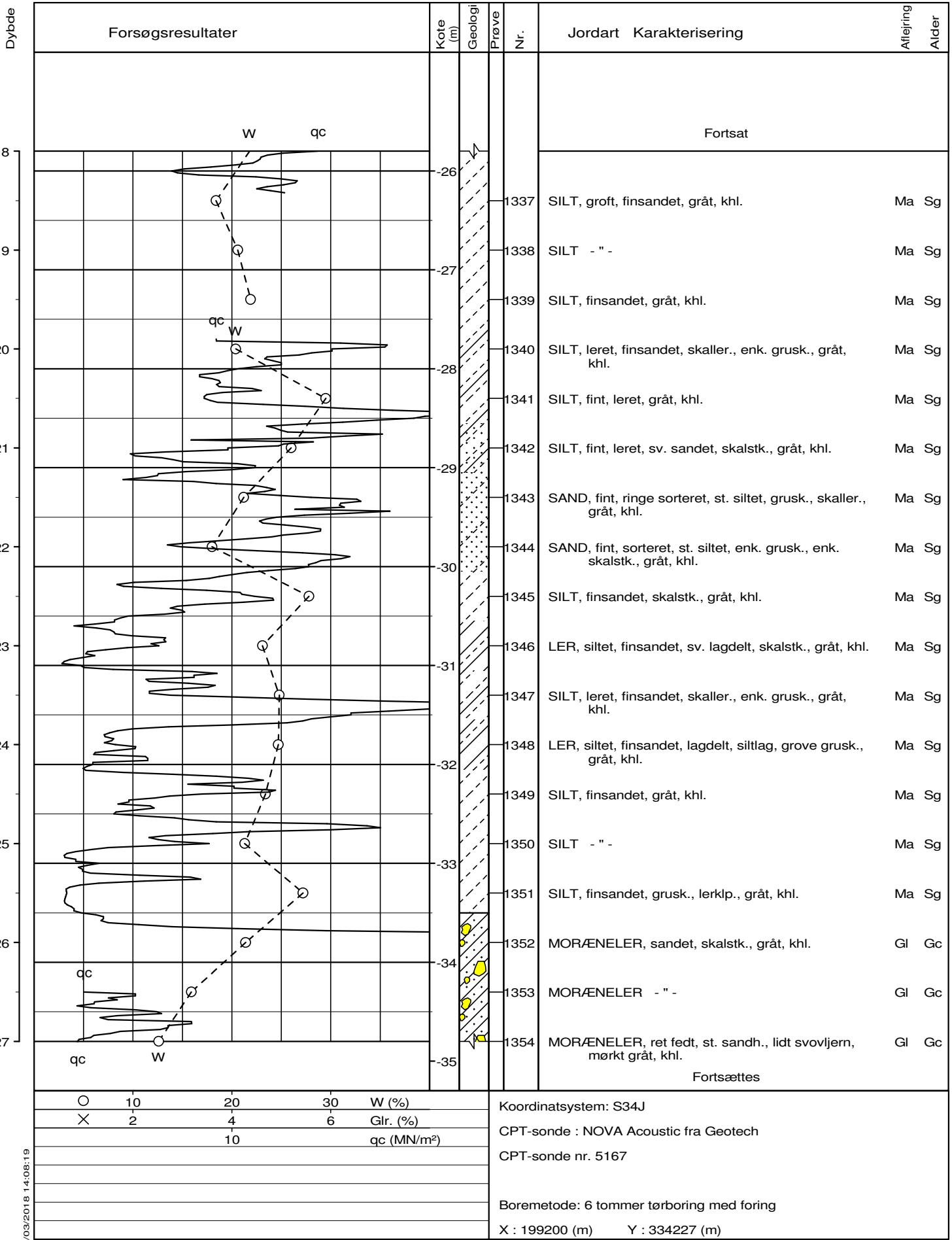
S. 1 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN Dato : 20171219 DGU-nr.: Boring : B13  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 14

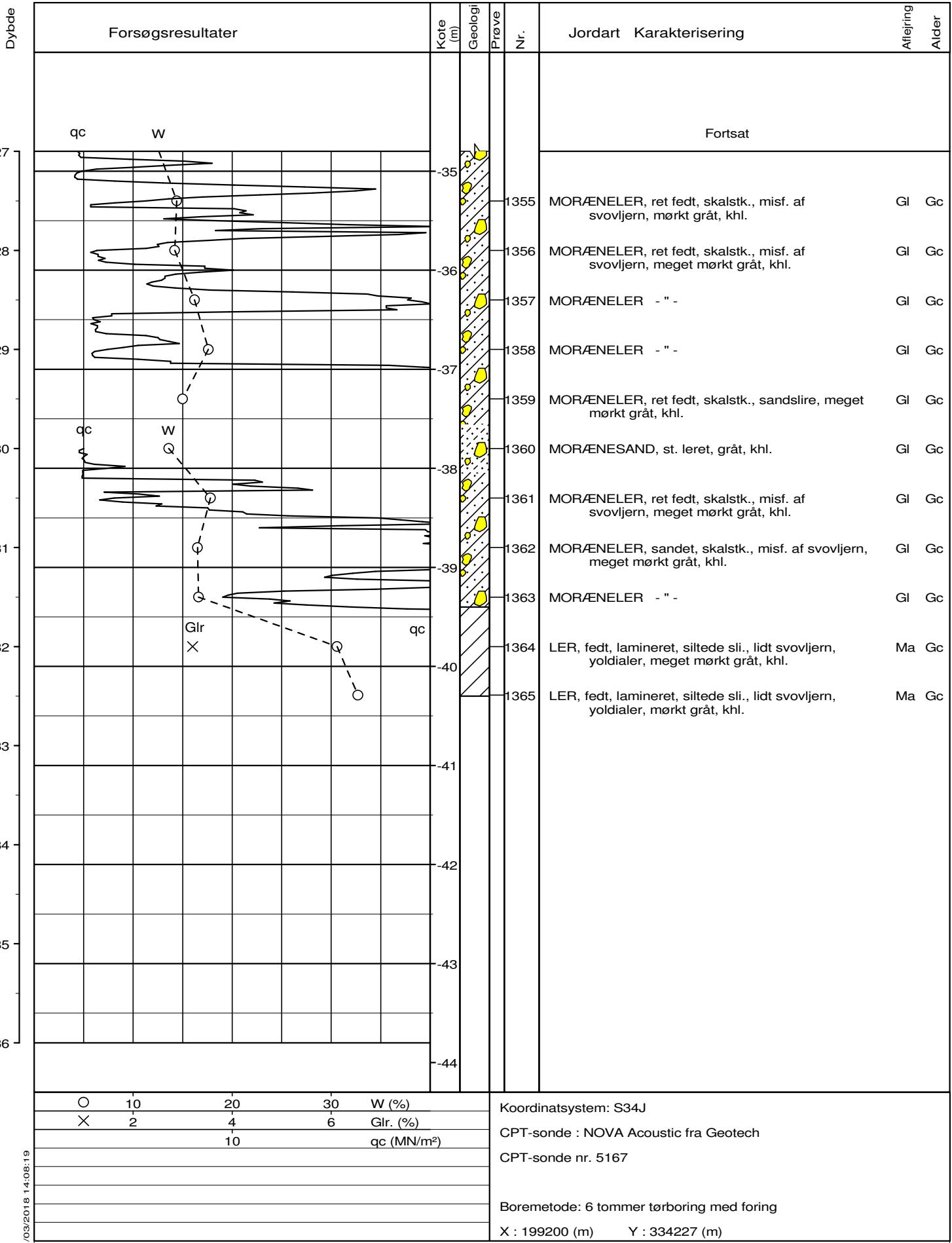
S. 2 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN Dato : 20171219 DGU-nr.: Boring : B13  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 14

S. 3 / 4



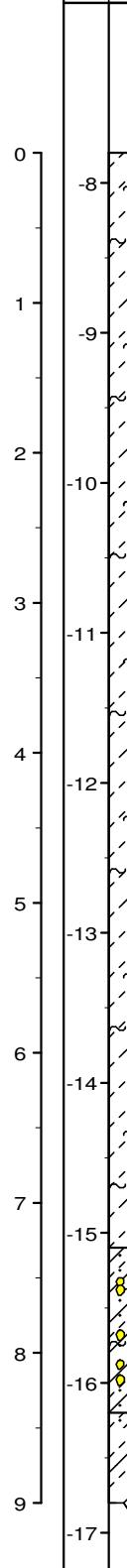
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN Dato : 20171219 DGU-nr.: Boring : B13  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 14 S. 4 / 4

# Forsøgsresultater

Dybde

Kote  
(m)

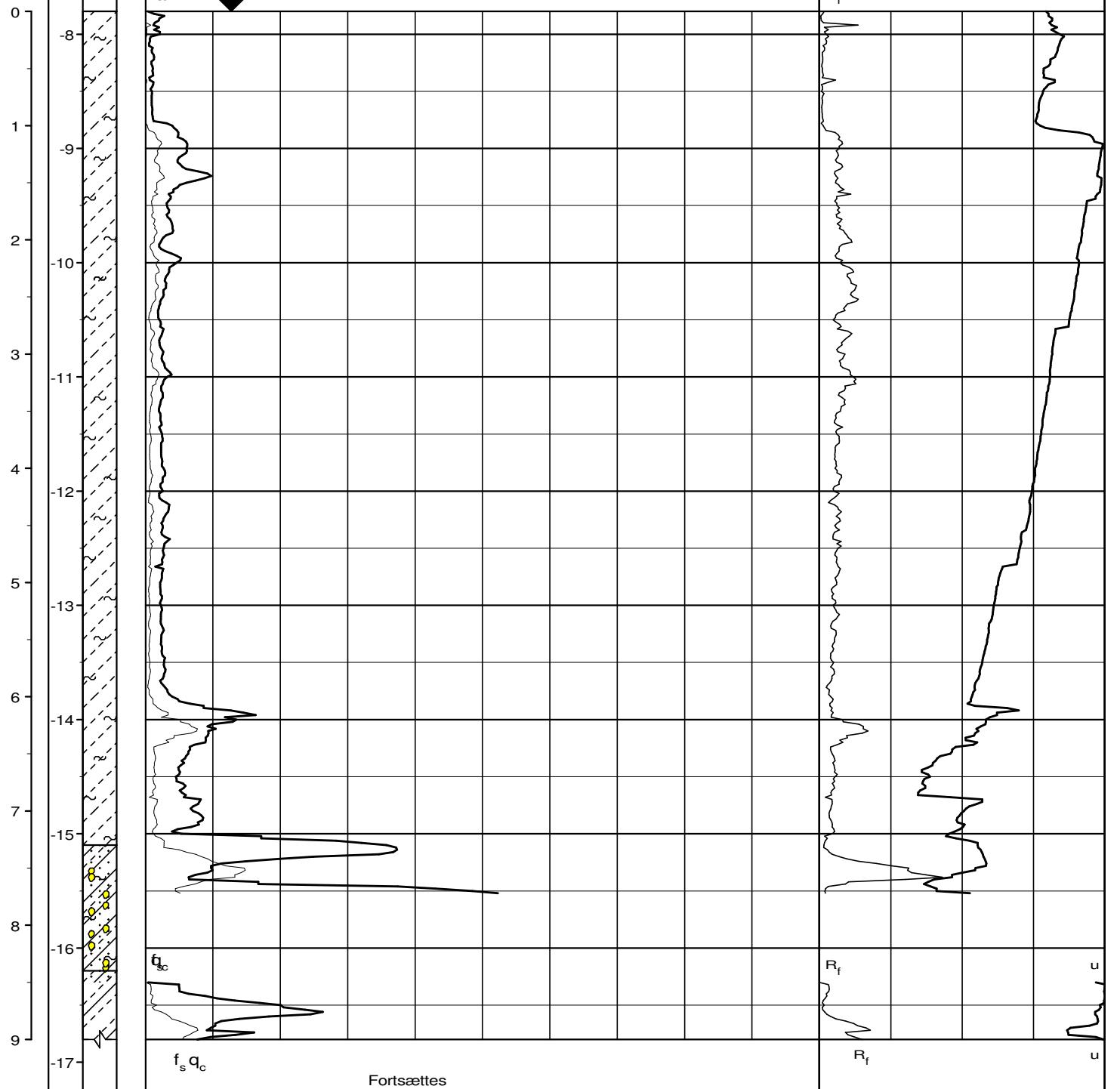


X : 199200 (m)

Y : 334227 (m)

$R_f$

$u$



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (s) 0.5 → 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa)

Koordinatsystem: S34J		Frederikshavn havn. Nye pier	
CPT-sonde nr. 5167		Boring dato: 2017.12.19	
		Boret af: HN	Sag nr.: 26.1714.61
		Beskr. af: PES	CPT nr.: B13
Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech		Tegn./kontr.: SUDS/SRJE	Bilag nr.: 14
		Godkendt: SRJE	

S. 1 / 4

# Forsøgsresultater

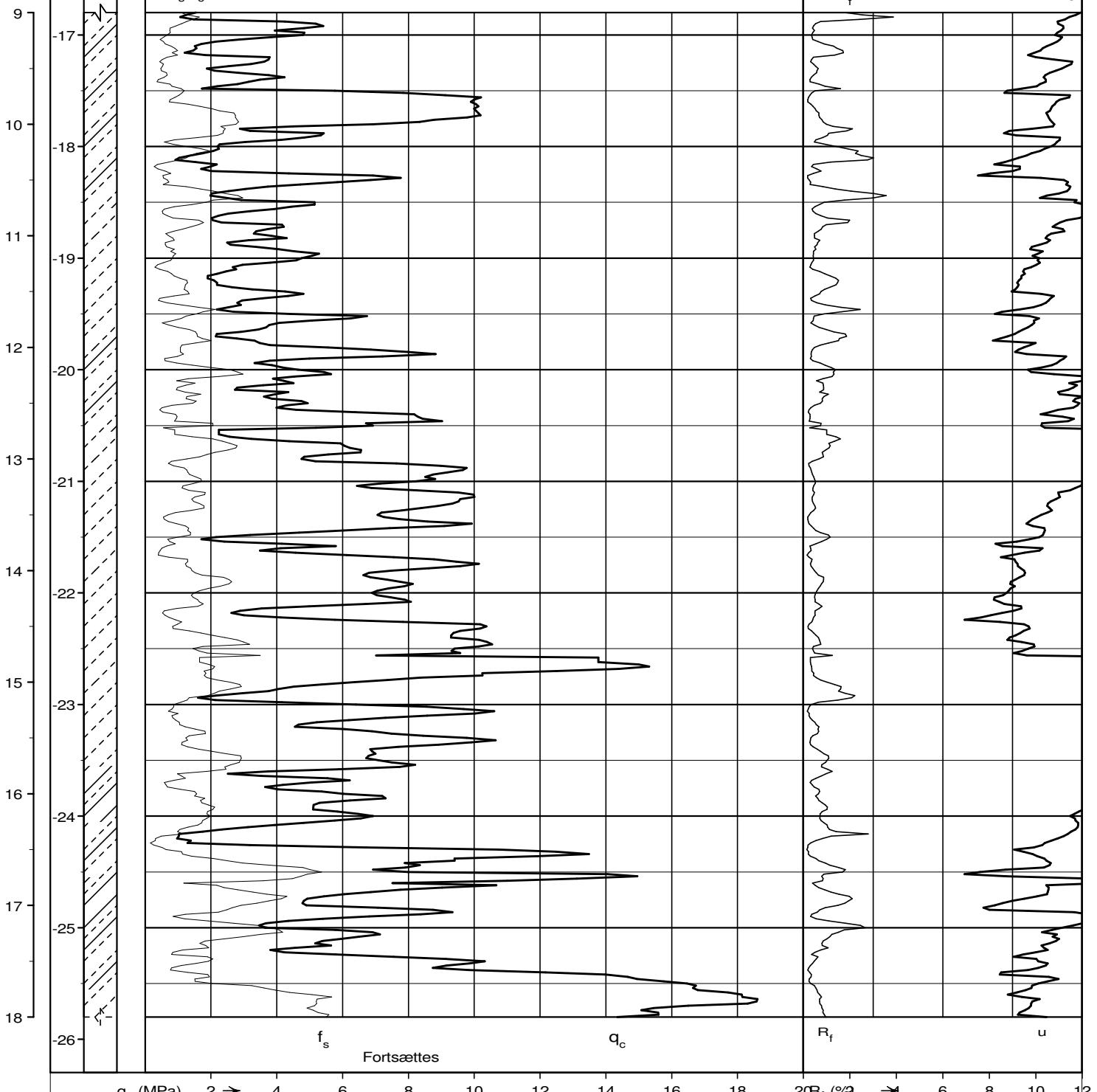
Dybde

Kote  
(m)

Geologi

X : 199200 (m)

Y : 334227 (m)



Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde nr. 5167

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2017.12.19

Etape :

Boret af: HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PES

CPT nr.: B13

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 14

Godkendt: SRJE

S. 2 / 4

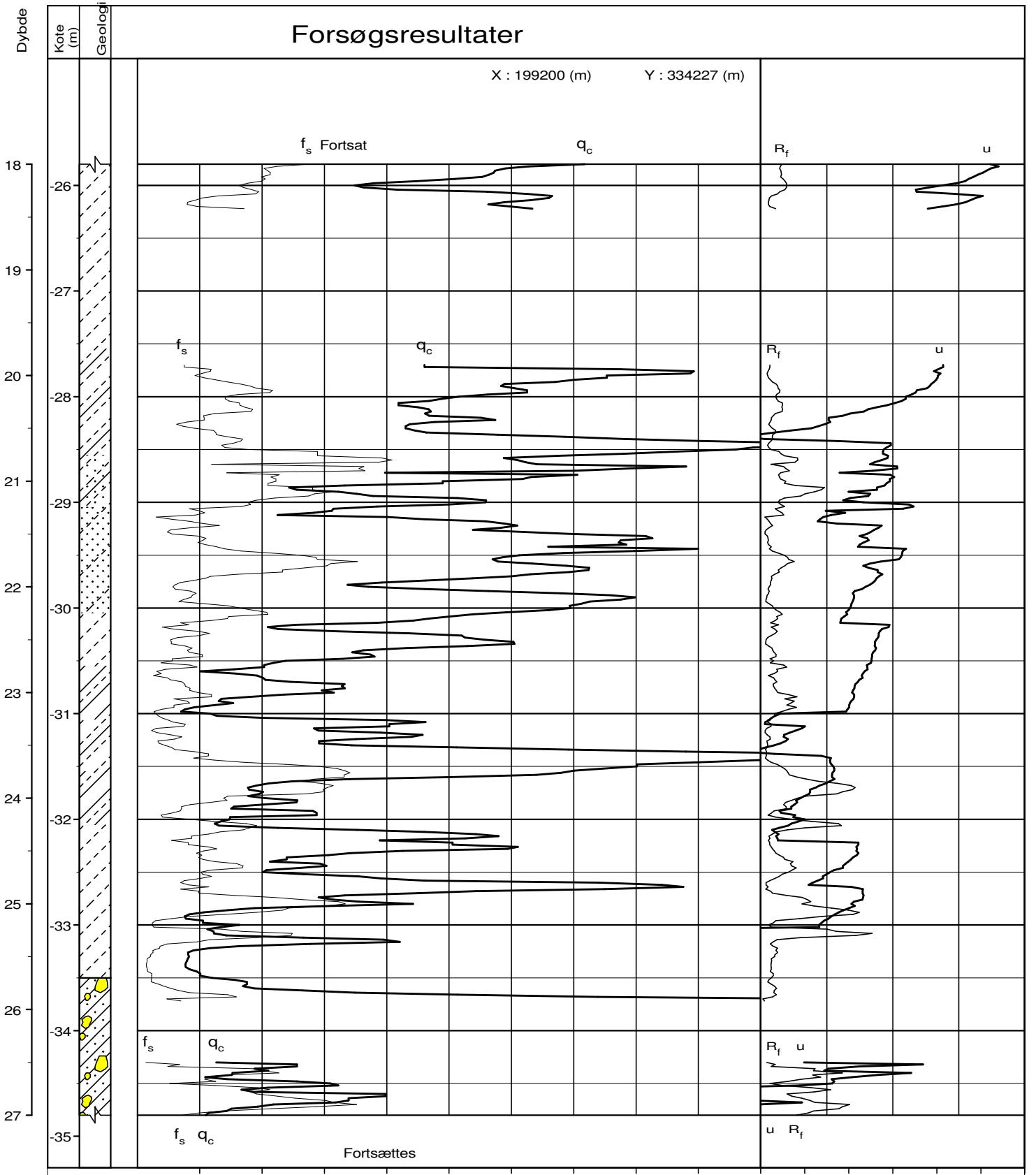
# Forsøgsresultater

X : 199200 (m) Y : 334227 (m)

Dybe

Kote  
(m)

Geologi



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa) ← 0.1

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:42:51

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde nr. 5167

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2017.12.19

Etape :

Boret af: HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PES

CPT nr.: B13

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 14

Godkendt: SRJE

S. 3 / 4

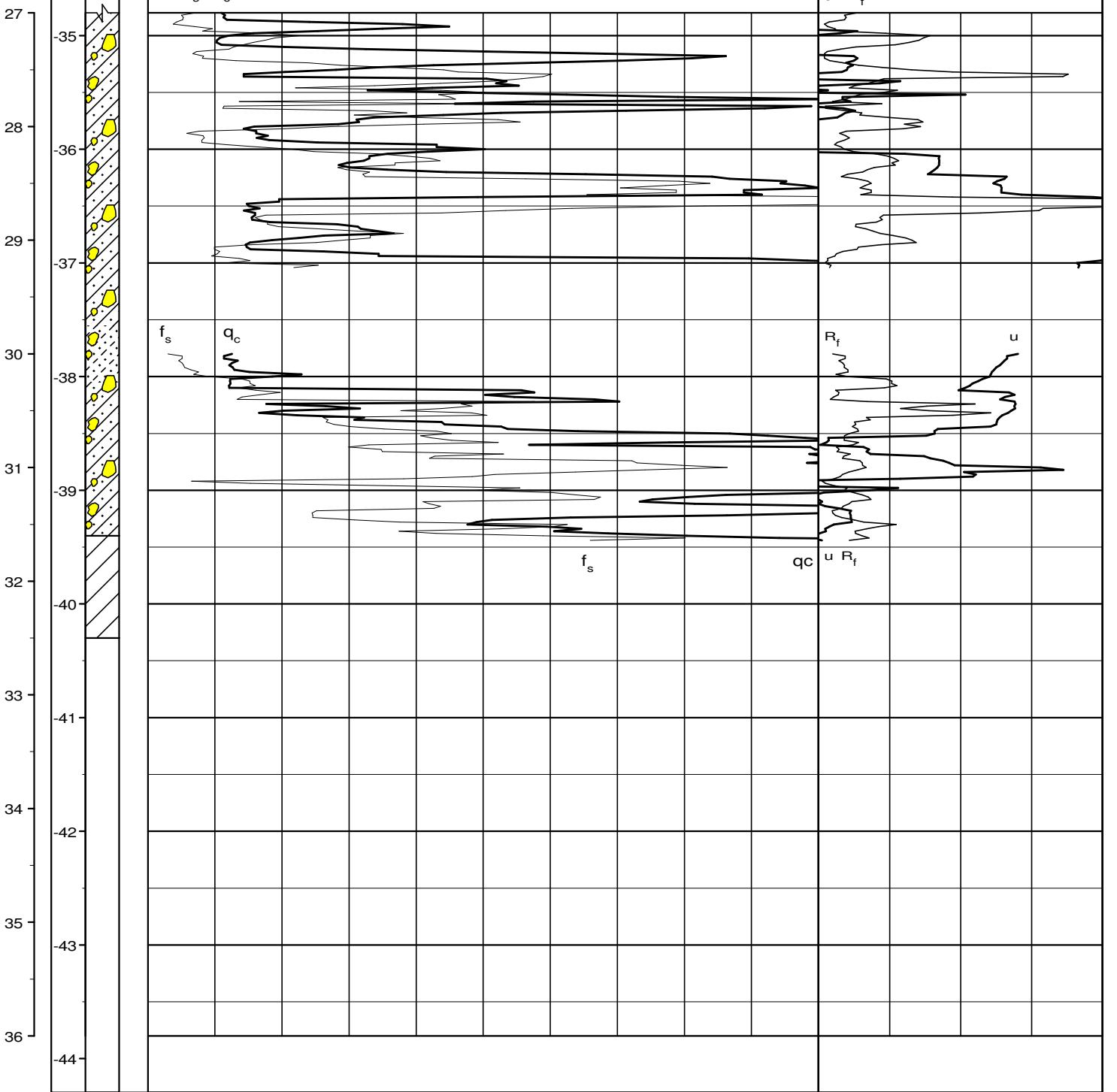
# Forsøgsresultater

X : 199200 (m) Y : 334227 (m)

Dybe

Kote  
(m)

Geologi



q<sub>c</sub> (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20 R<sub>f</sub> (%) → 4 6 8 10 12

f<sub>s</sub> (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.3 → 0.2 0.1 u (MPa)

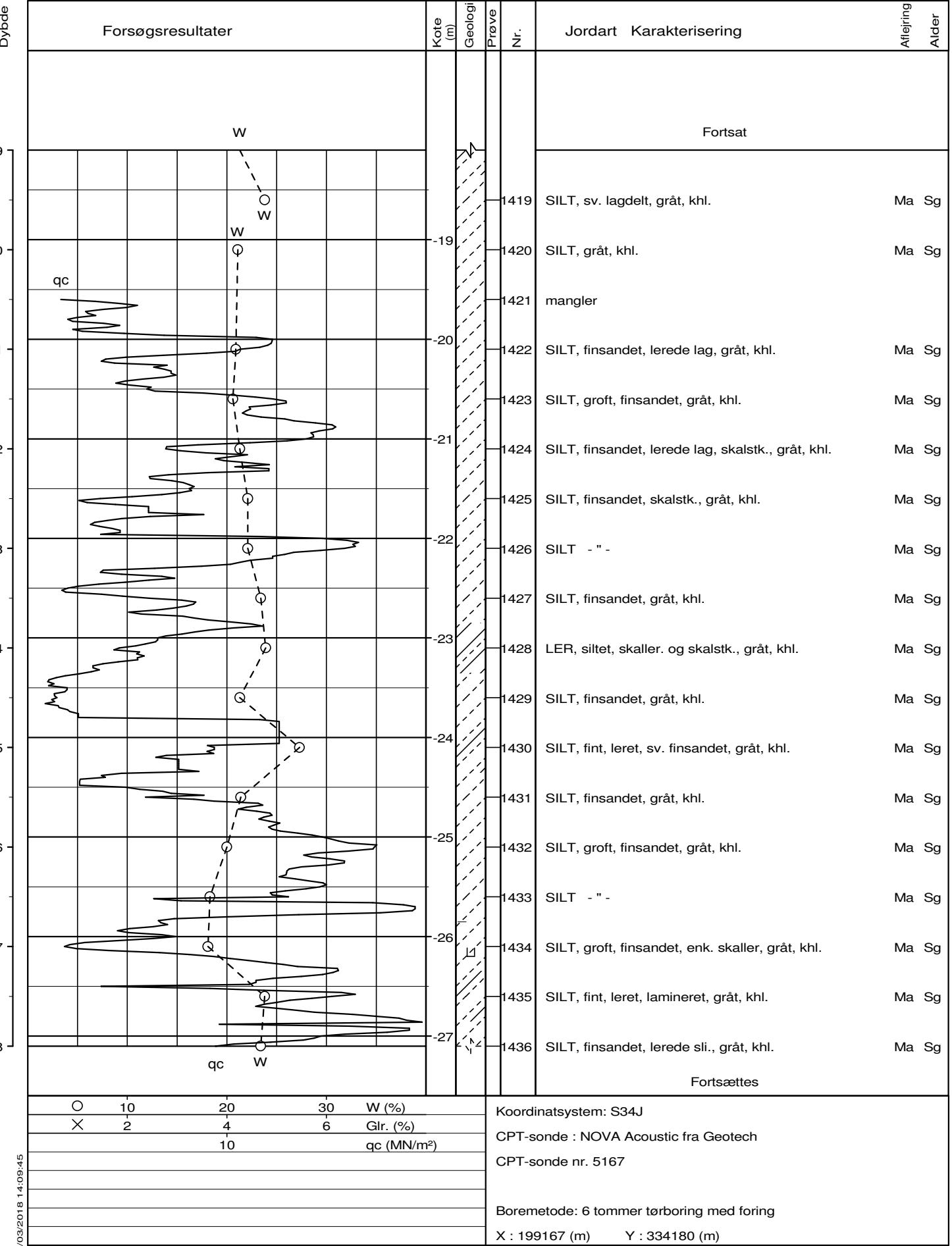
Koordinatsystem: S34J		Frederikshavn havn. Nye pier	
CPT-sonde nr. 5167		Boring dato: 2017.12.19 Etape :	
		Boret af: HN	Sag nr.: 26.1714.61
		Beskr. af: PES	CPT nr.: B13
Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech		Tegn./kontr.: SUDS/SRJE	Bilag nr.: 14
		Godkendt: SRJE	

S. 4 / 4

Dybde	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve Nr.	Jordart	Karakterisering	Aflejring Alder
0	DVR90 -9,1	-9,1					
1	W Q	-10,0		1401	SILT	, groft, finsandet, gytjeh., mørkt olivengrát, sv. khl.	Ma Pg
2	Glr X	-10,5		1402	SILT	, groft, finsandet, sv. gytjeh., mørkt olivengrát, sv. khl.	Ma Pg
3	W Q	-11,0		1403	SILT	, groft, finsandet, gytjeh., mørkt olivengrát, sv. khl.	Ma Pg
4	Glr X	-11,5		1404	SILT	- " -	Ma Pg
5	W Q	-12,0		1405	SILT	- " -	Ma Pg
6		-12,5		1406	SILT	- " -	Ma Pg
7		-13,0		1407	SILT	, groft, finsandet, gytjeh., enk. skalstik., mørkt olivengrát, sv. khl.	Ma Pg
8	W Q	-13,5		1408	SILT	- " -	Ma Pg
9	W Q	-14,0		1409	GRUS	, ringe sorteret, sandet, skalstik, hjertemusling, pelikanfod, mørkt olivengrát, khl.	Ma Pg
10		-14,5		1410	GRUS	, ringe sorteret, sandet, skalstik. og skaller, østers, mørkt olivengrát, khl.	Ma Pg
11		-15,0		1411	GRUS	, ringe sorteret, sandet, små siltklp., skaller. og skalstik., mørkt olivengrát, khl.	Ma Pg
12		-15,5		1412	GRUS	, ringe sorteret, sandet, skaller. og skalstik., kammusling, mørkt olivengrát, khl.	Ma Pg
13		-16,0		1413	GRUS	, ringe sorteret, st. sandet, skalstik., blåmusling, mørkt olivengrát, khl.	Ma Pg
14		-16,5		1414	GRUS	, ringe sorteret, st. sandet, skalstik., mørkt olivengrát, khl.	Ma Pg
15		-17,0		1415	SILT	, grát, khl.	Ma Sg
16		-17,5		1416	SILT	- " -	Ma Sg
17		-18,0		1417	SILT	, leret, grát, khl.	Ma Sg
18		-18,5		1418	SILT	- " -	Ma Sg
					Fortsættes		
	○ 10 X 2 10	20 4 qc (MN/m <sup>2</sup> )	W (%) Glr. (%)		Koordinatsystem: S34J CPT-sonde : NOVA Acoustic fra Geotech CPT-sonde nr. 5167  Boremetode: 6 tommer tørboring med foring X : 199167 (m) Y : 334180 (m)		

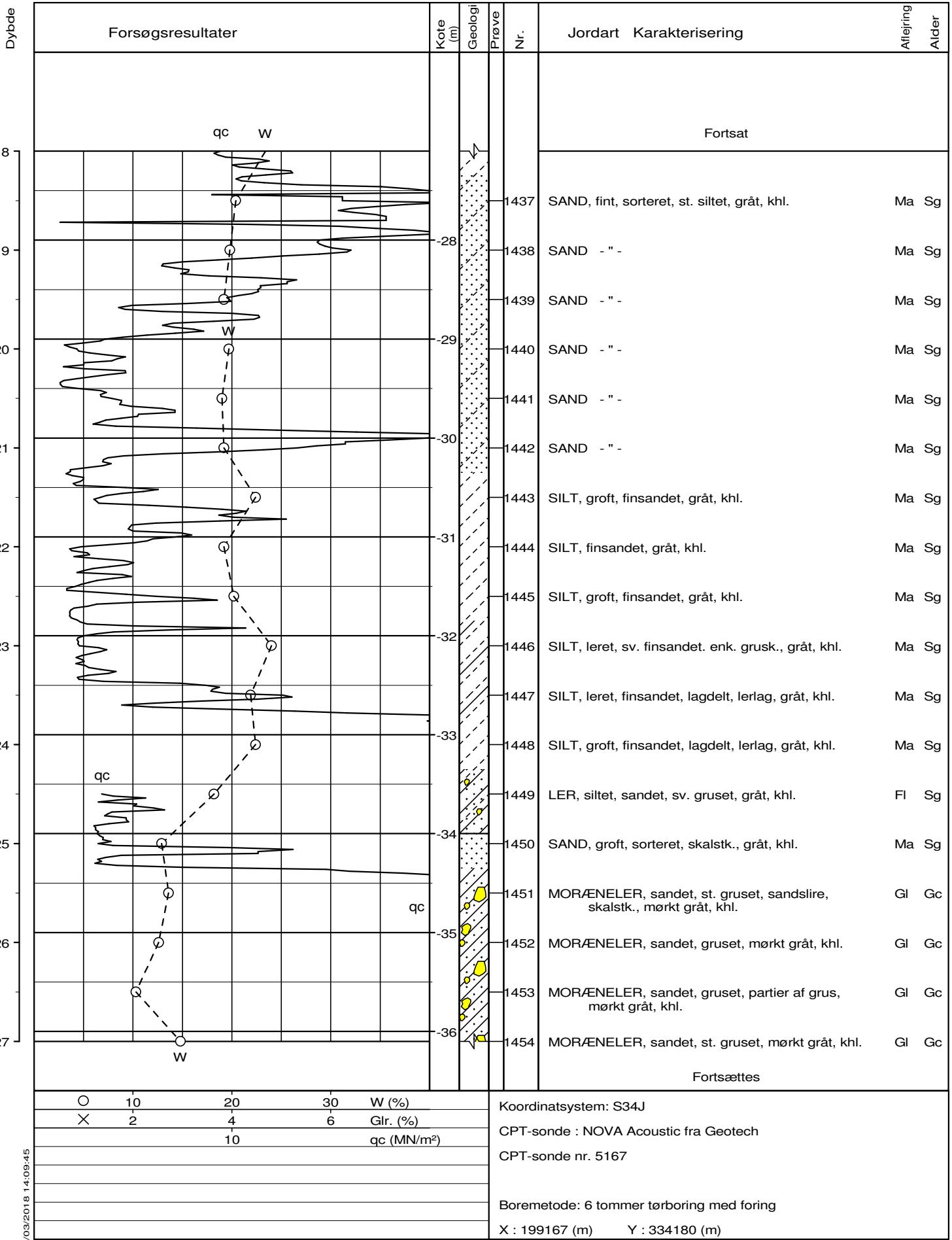
Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN Dato : 20171213 DGU-nr.: Boring : B14  
Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 15 S. 1 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN Dato : 20171213 DGU-nr.: Boring : B14  
 Udarb. af : SUDS Kontrol : SRJE Godkendt : SRJE Dato : 2018.03.21 Bilag : 15 S. 2 / 4



Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN

Dato : 20171213 DGU-nr.:

Boring : B14

Udarb. af : SUDS

Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

Bilag : 15

S. 3 / 4

## Forsøgsresultater

Kote  
(m)

Geologi

Prøve

Nr.

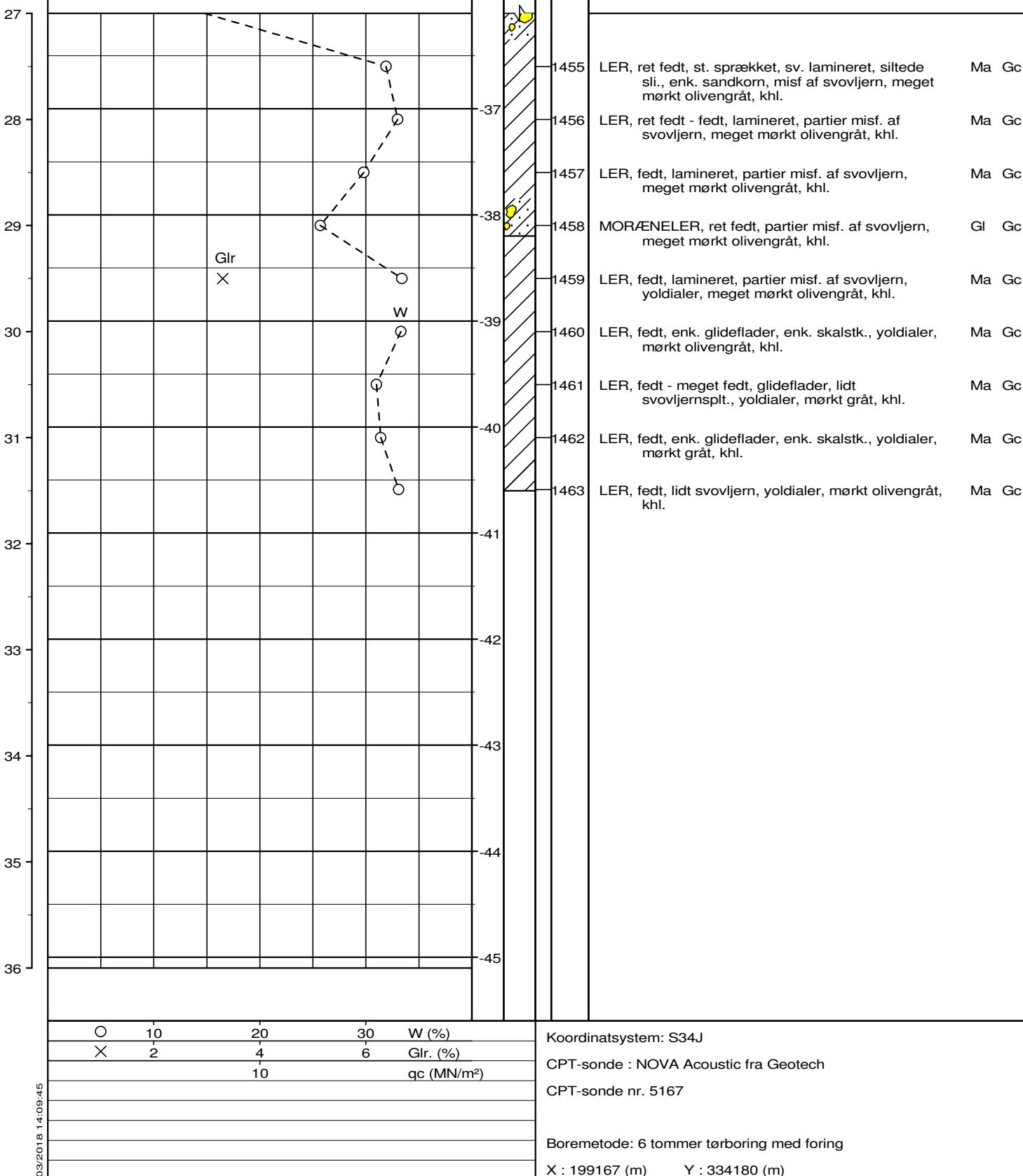
## Jordart Karakterisering

Aflæring

Alder

W

Fortsat



Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde : NOVA Acoustic fra Geotech

CPT-sonde nr. 5167

Boremetode: 6 tommer tørboring med foring

X : 199167 (m) Y : 334180 (m)

Sag : 26.1714.61 Frederikshavn havn. Nye pier

Geolog : PTES Boret af : HN

Dato : 20171213 DGU-nr.:

Boring : B14

Udarb. af : SUDS

Kontrol : SRJE

Godkendt : SRJE

Dato : 2018.03.21

Bilag : 15

S. 4 / 4

# Forsøgsresultater

Dybre

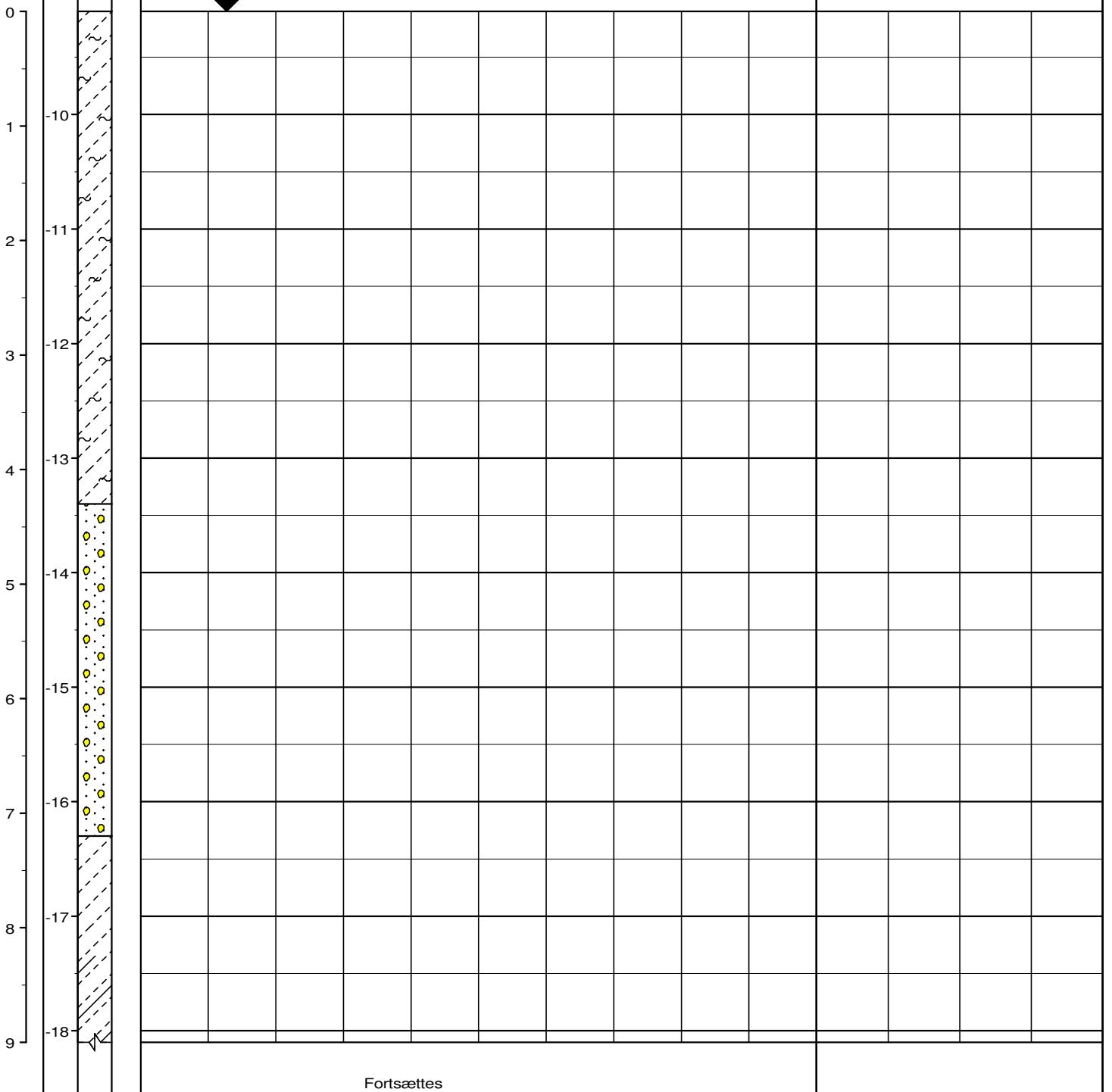
Kote  
(m)

Geologi

X : 199167 (m)

Y : 334180 (m)

DVR90 -9,1



Fortsættes

$q_c$ (MPa)	2 →	4	6	8	10	12						
-------------	-----	---	---	---	----	----	--	--	--	--	--	--

$f_s$ (MPa)	0.05 →	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.3	0.2
-------------	--------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----

		→ 1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
--	--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Frederikshavn havn. Nye pier

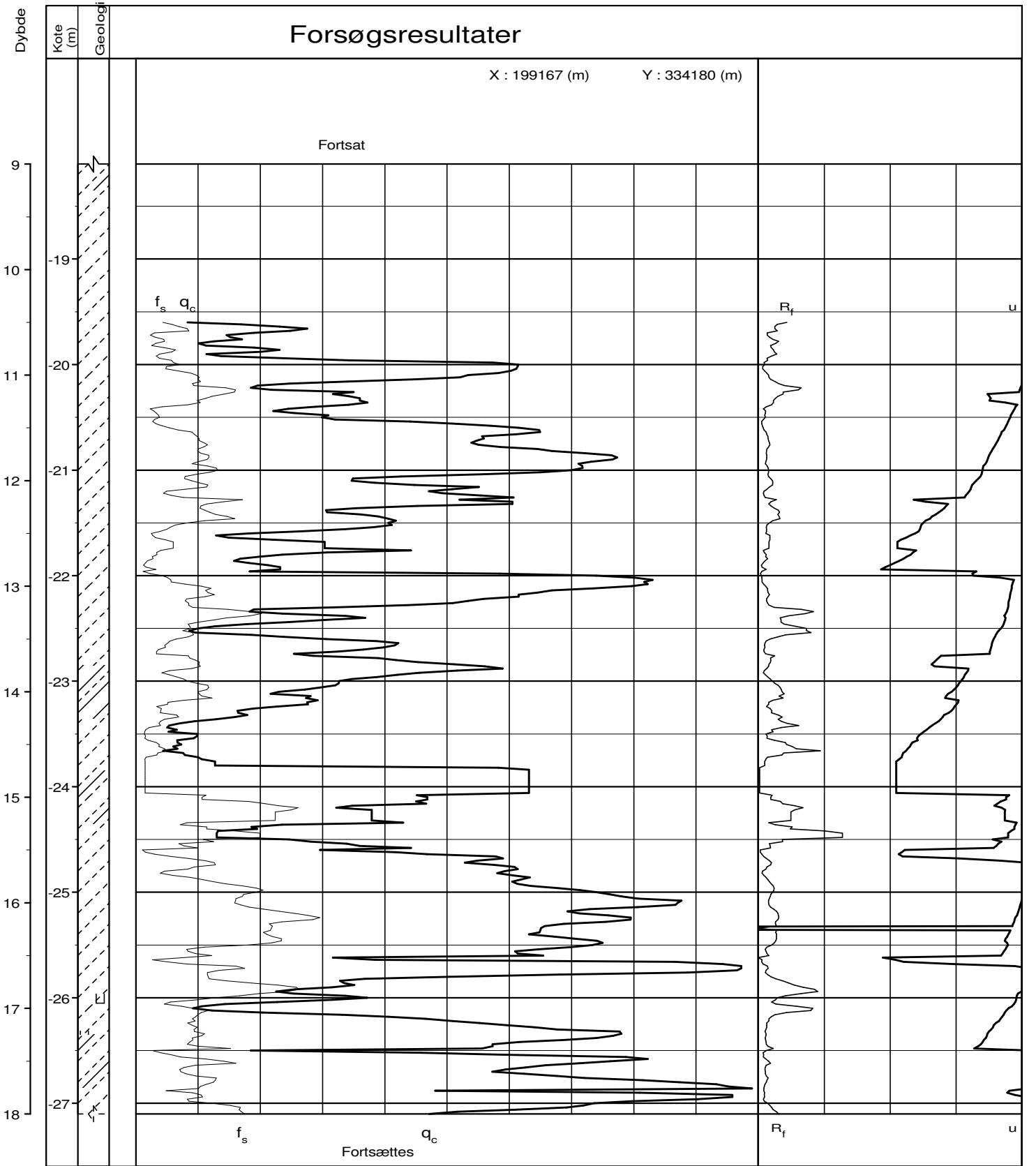
Koordinatsystem: S34J	Boring dato: 2017.12.13	Etape :
CPT-sonde nr. 5167	Boret af: HN	Sag nr.: 26.1714.61
	Beskr. af: PES	CPT nr.: B14
Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech	Tegn./kontr.: SUDS/SRJE	Bilag nr.: 15
	Godkendt: SRJE	

S. 1 / 4

# Forsøgsresultater

X : 199167 (m) Y : 334180 (m)

Fortsat



$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa)

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:45:16

Koordinatsystem: S34J

CPT-sonde nr. 5167

Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech

Frederikshavn havn. Nye pier

Boring dato: 2017.12.13

Etape :

Boret af: HN

Sag nr.: 26.1714.61

Beskr. af: PES

CPT nr.: B14

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 15

Godkendt: SRJE

S. 2 / 4

# Forsøgsresultater

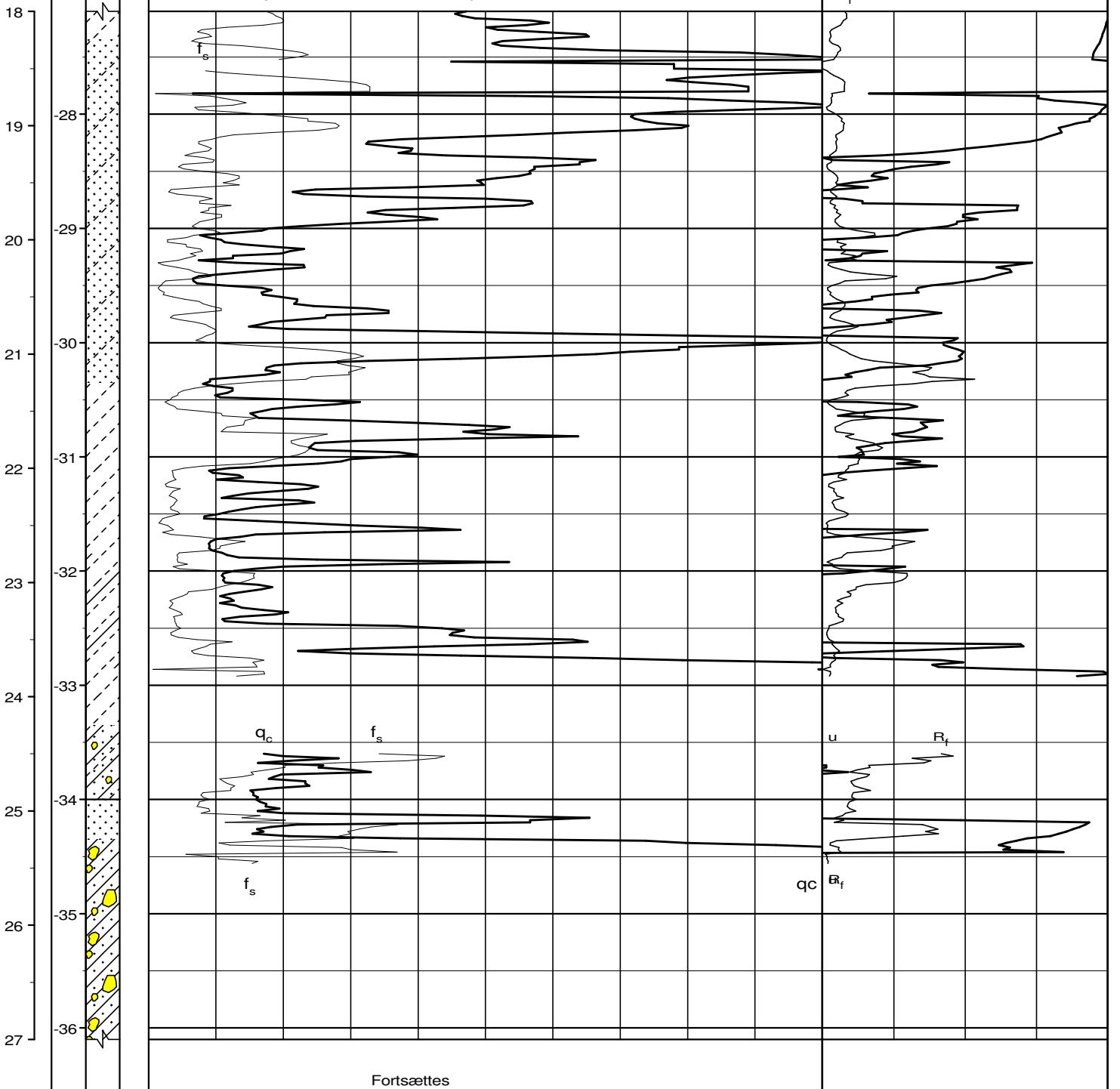
X : 199167 (m)

Y : 334180 (m)

Dybe

Kote  
(m)

Geologi



Fortsættes

$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20  $R_f$  (%) 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5  $u$  (MPa)

BRegister - PSTCDK 2.0 - 21/03/2018 13:45:16

Koordinatsystem: S34J

Frederikshavn havn. Nye pier

CPT-sonde nr. 5167

Boring dato: 2017.12.13

Etape :

Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech

Tegn./kontr.: SUDS/SRJE

Bilag nr.: 15

Godkendt: SRJE

S. 3 / 4

# Forsøgsresultater

Dybre

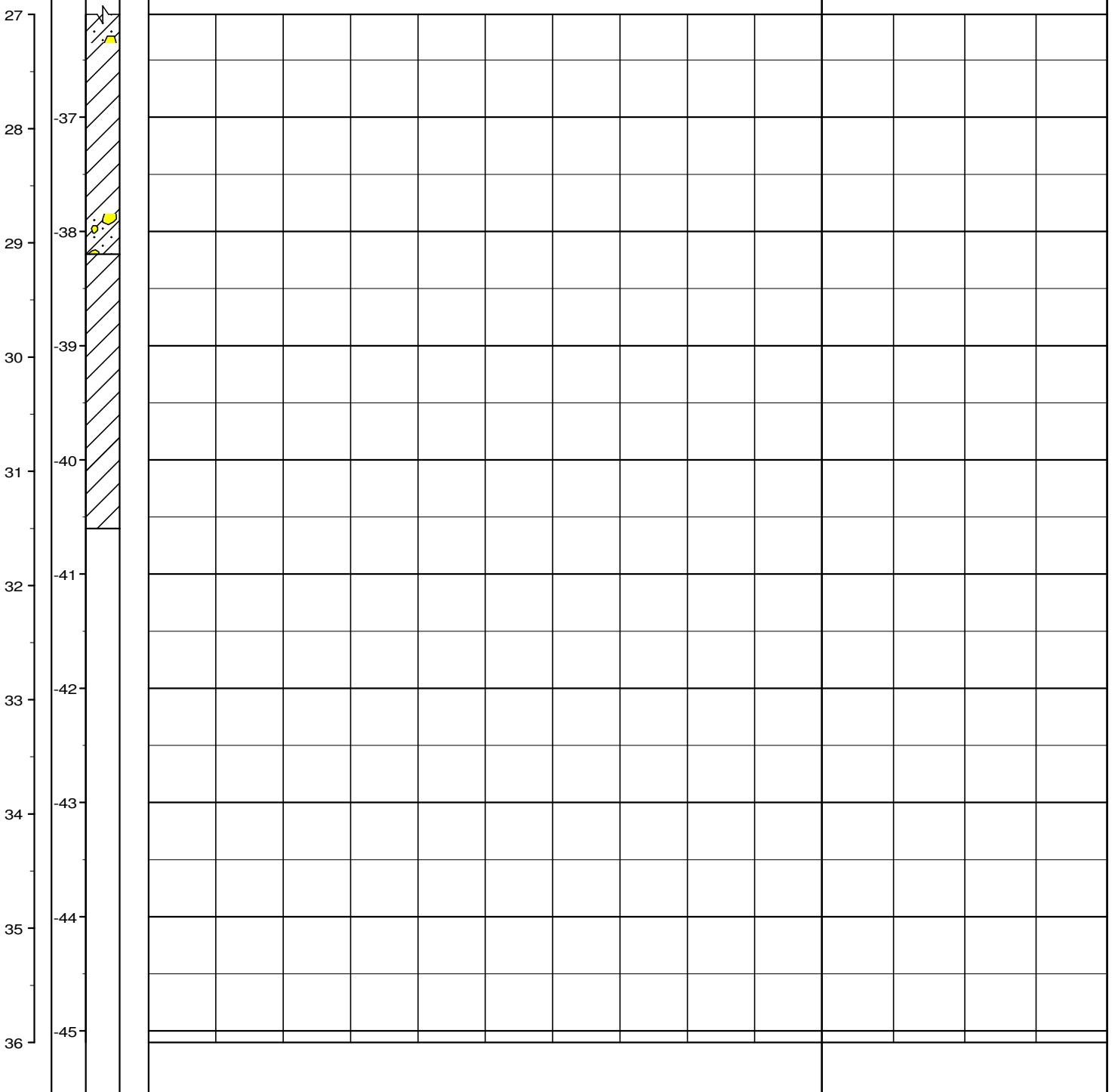
Kote  
(m)

Geologi

X : 199167 (m)

Y : 334180 (m)

Fortsat

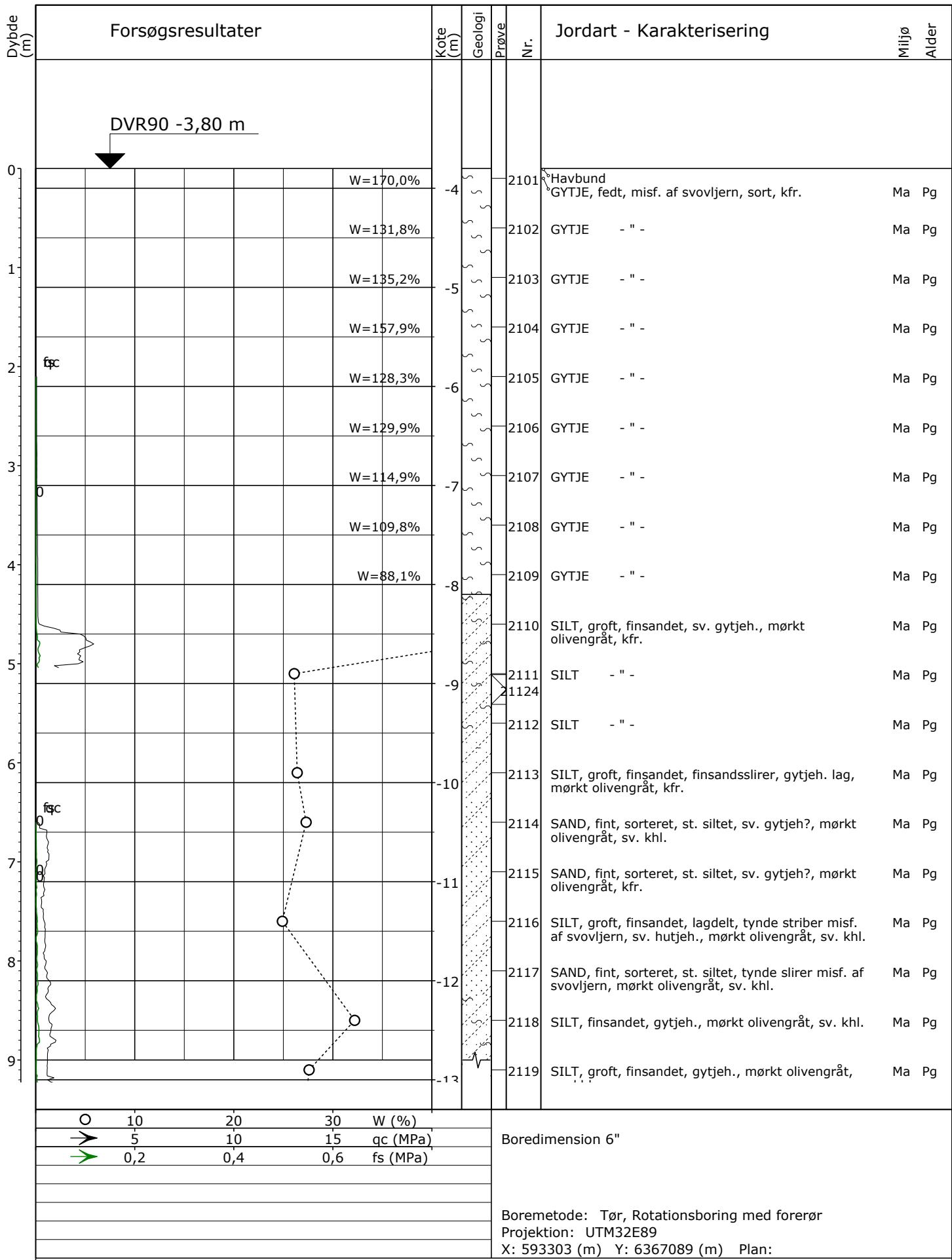


$q_c$  (MPa) 2 → 4 6 8 10 12 14 16 18 20<sub>f</sub> (%) → 4 6 8 10 12

$f_s$  (MPa) 0.05 → 0.1 0.15 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.3 → 0.2 0.1 u (MPa)

Koordinatsystem: S34J		Frederikshavn havn. Nye pier	
CPT-sonde nr. 5167		Boring dato: 2017.12.13 Etape :	
		Boret af: HN	Sag nr.: 26.1714.61
		Beskr. af: PES	CPT nr.: B14
Sonde type : NOVA Acoustic fra Geotech		Tegn./kontr.: SUDS/SRJE	Bilag nr.: 15
		Godkendt: SRJE	

S. 4 / 4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.11

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B21

Udarb. af: SUDS

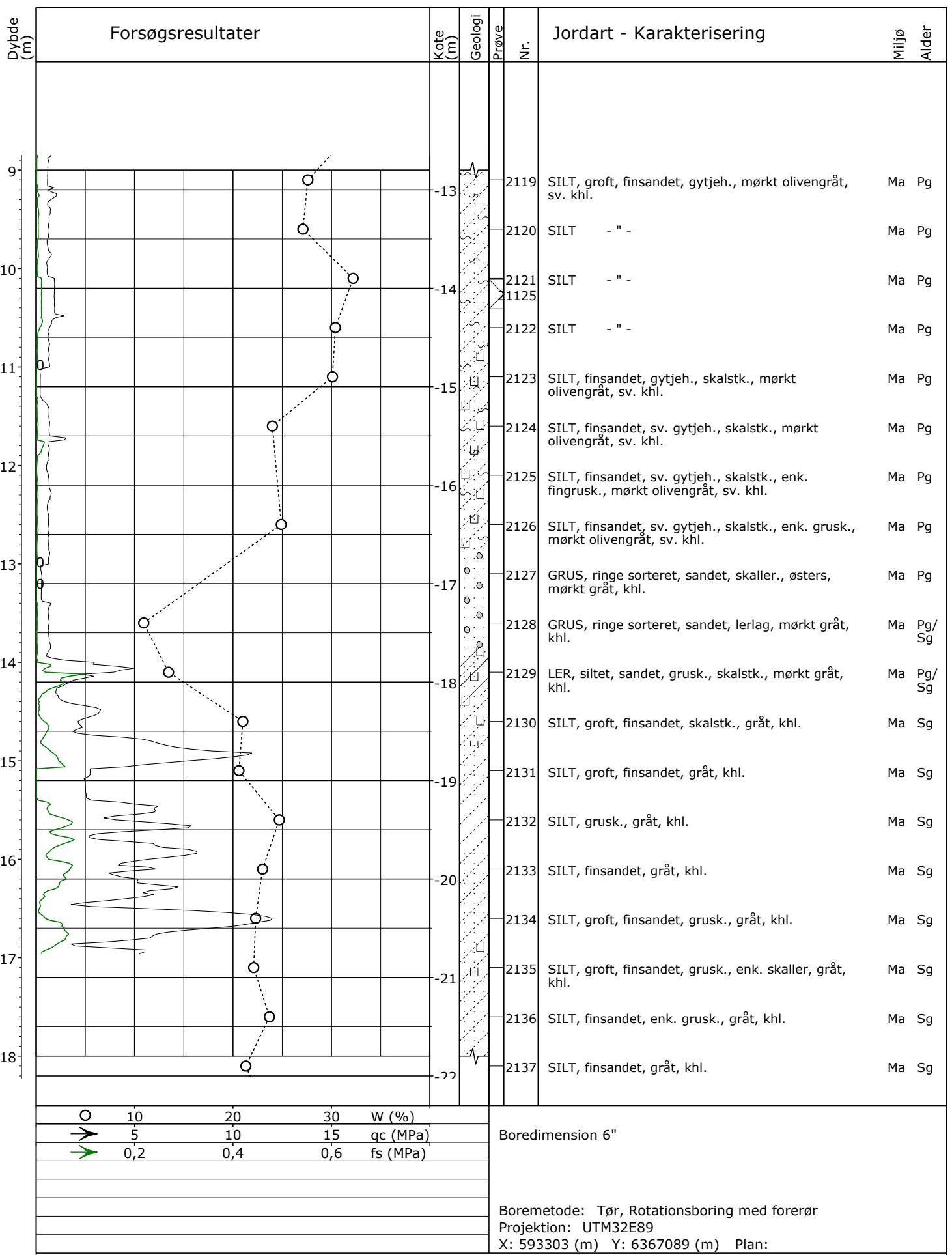
Kontrol: ARGS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 16

S. 1/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.11 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B21

Udarb. af: SUDS

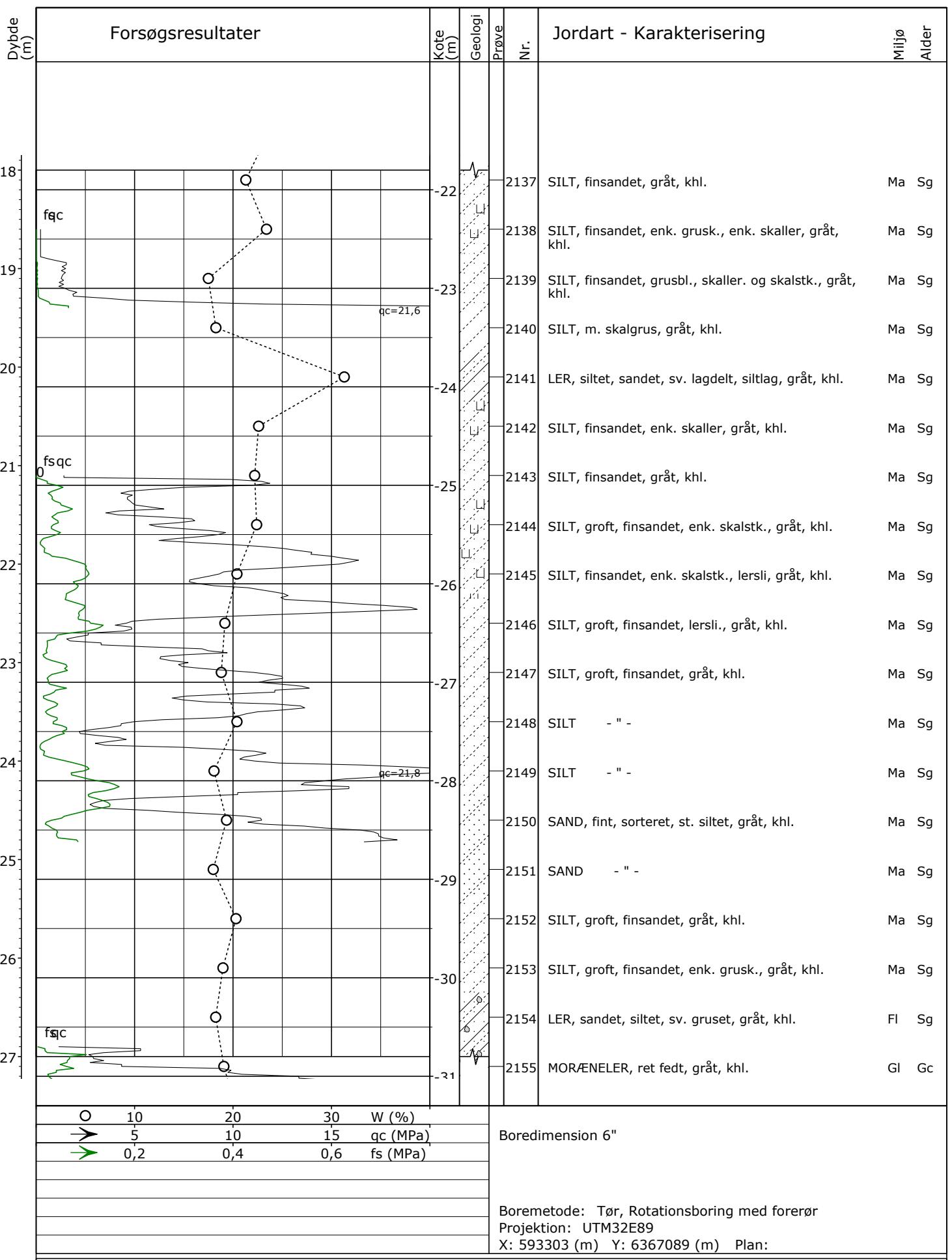
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 16

S. 2/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.11 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B21

Udarb. af: SUDS

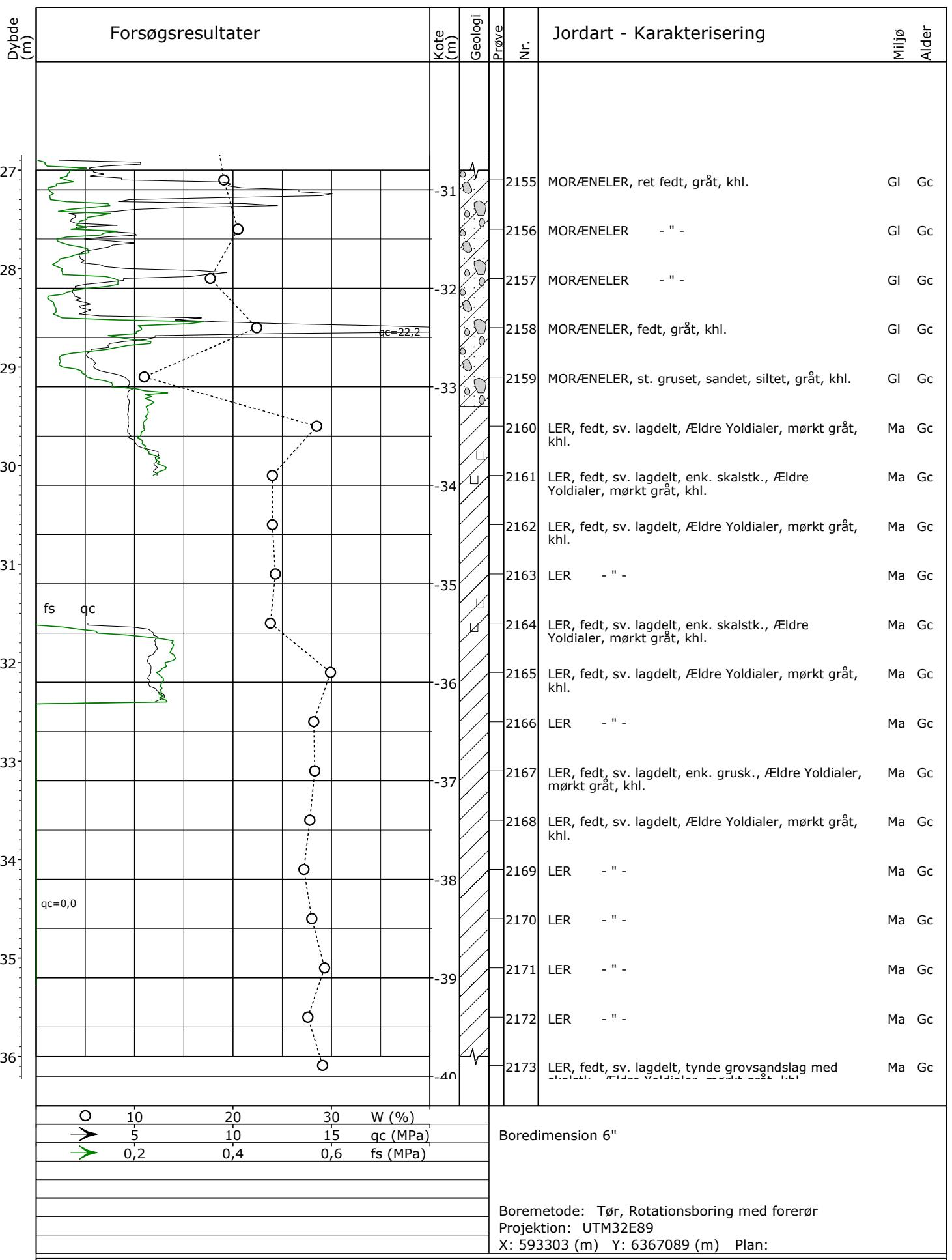
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 16

S. 3/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.11 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B21

Udarb. af: SUDS

Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 16

S. 4/5



Boreprofil

Dybde (m)	Forsøgsresultater					Kote (m)	Geologi	Jordart - Karakterisering		Miljø Alder
	Prøve	Nr.								
36	O	2173	LER, fedt, sv. lagdelt, tynde grovsandslag med skalstk., Ældre Yoldialer, mørkt gråt, khl.			-40				Ma Gc
37						-41				

O	10	20	30	W (%)
→	5	10	15	qc (MPa)
→	0,2	0,4	0,6	fs (MPa)

Boredimension 6"

Boremetode: Tør, Rotationsboring med forerør  
Projektion: UTM32E89  
X: 593303 (m) Y: 6367089 (m) Plan:

Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.11

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B21

Udarb. af: SUDS

Kontrol: ARGS

Godkendt: MAML

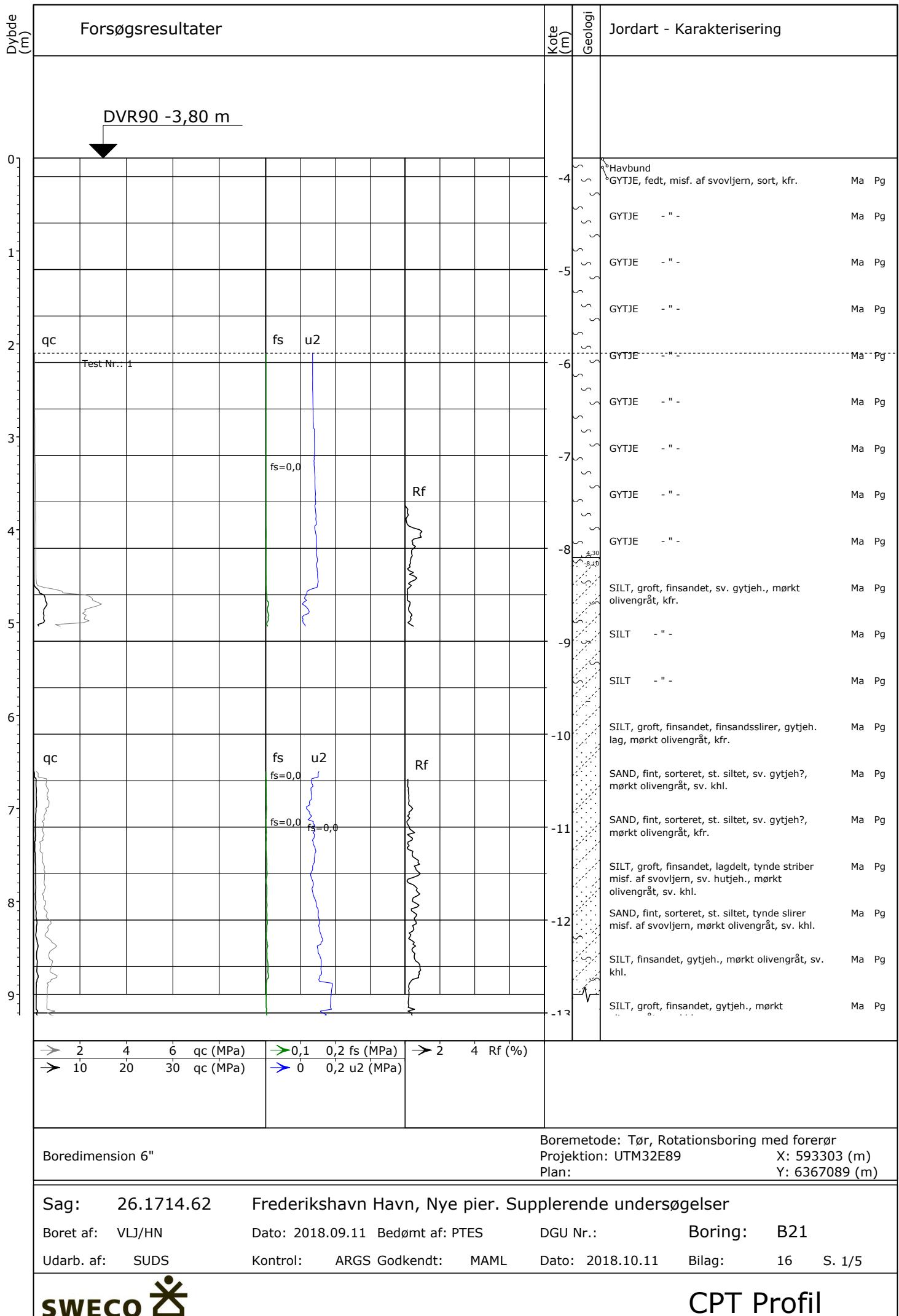
Dato: 2018.10.11

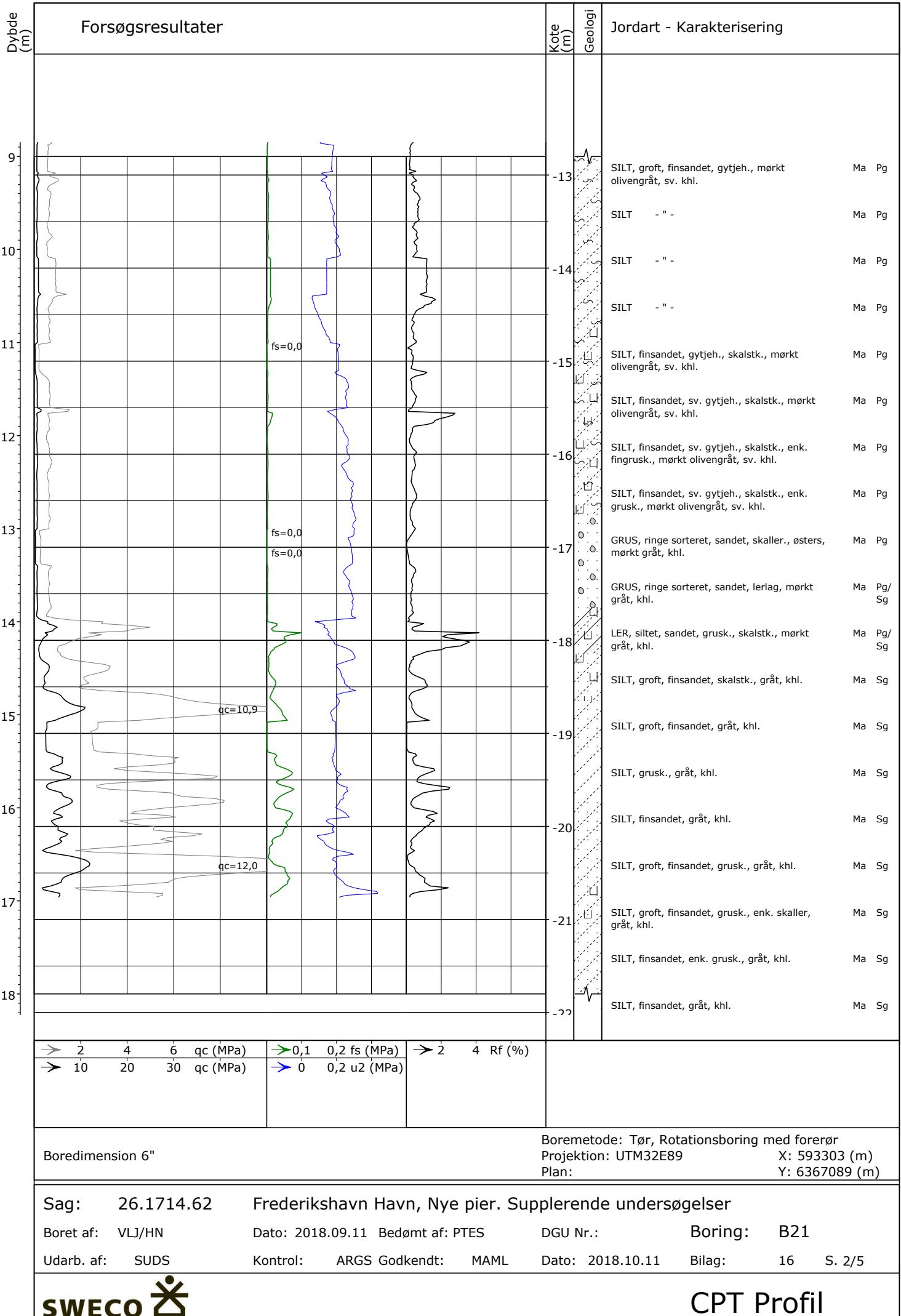
Bilag: 16

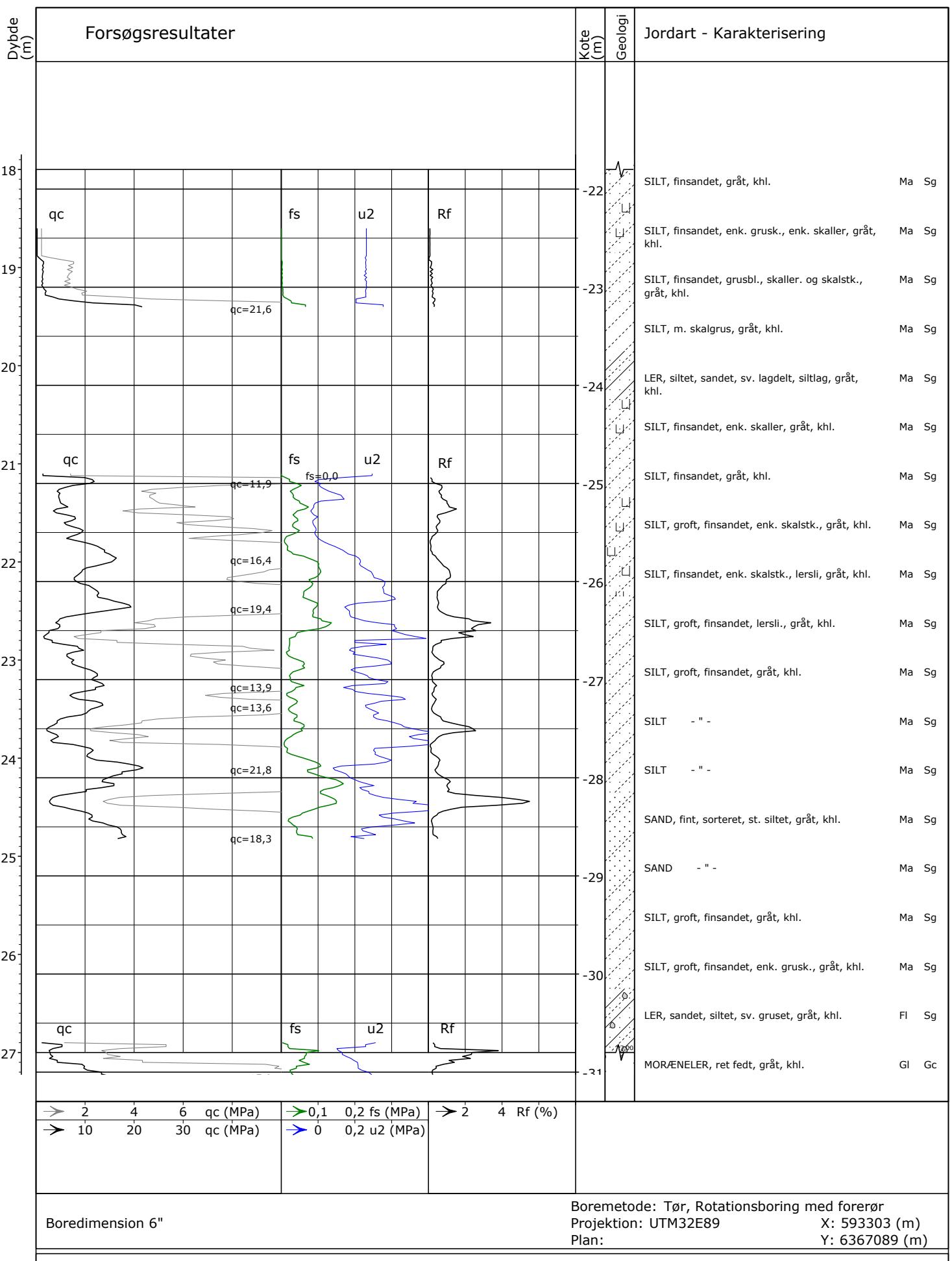
S. 5/5



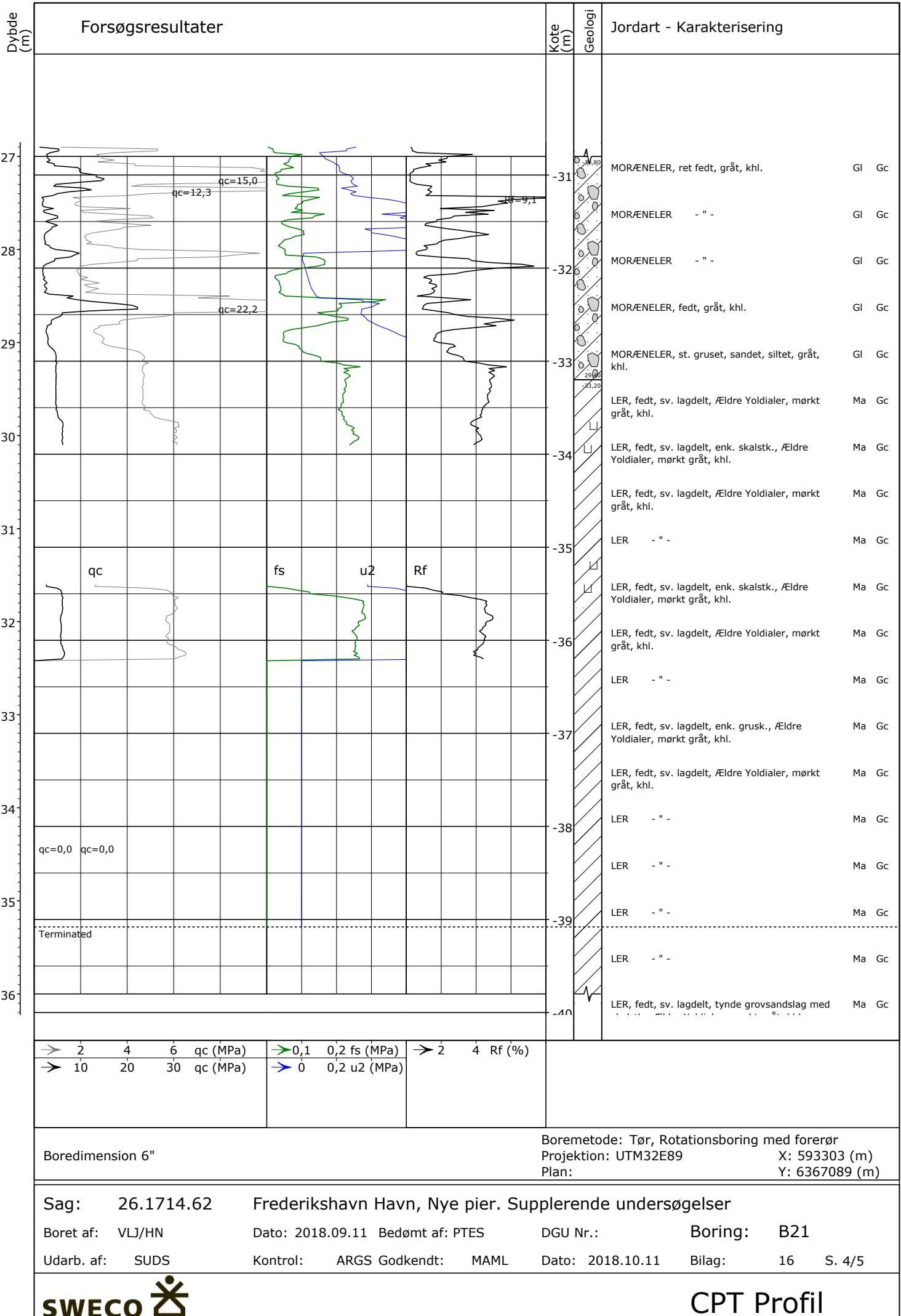
Boreprofil



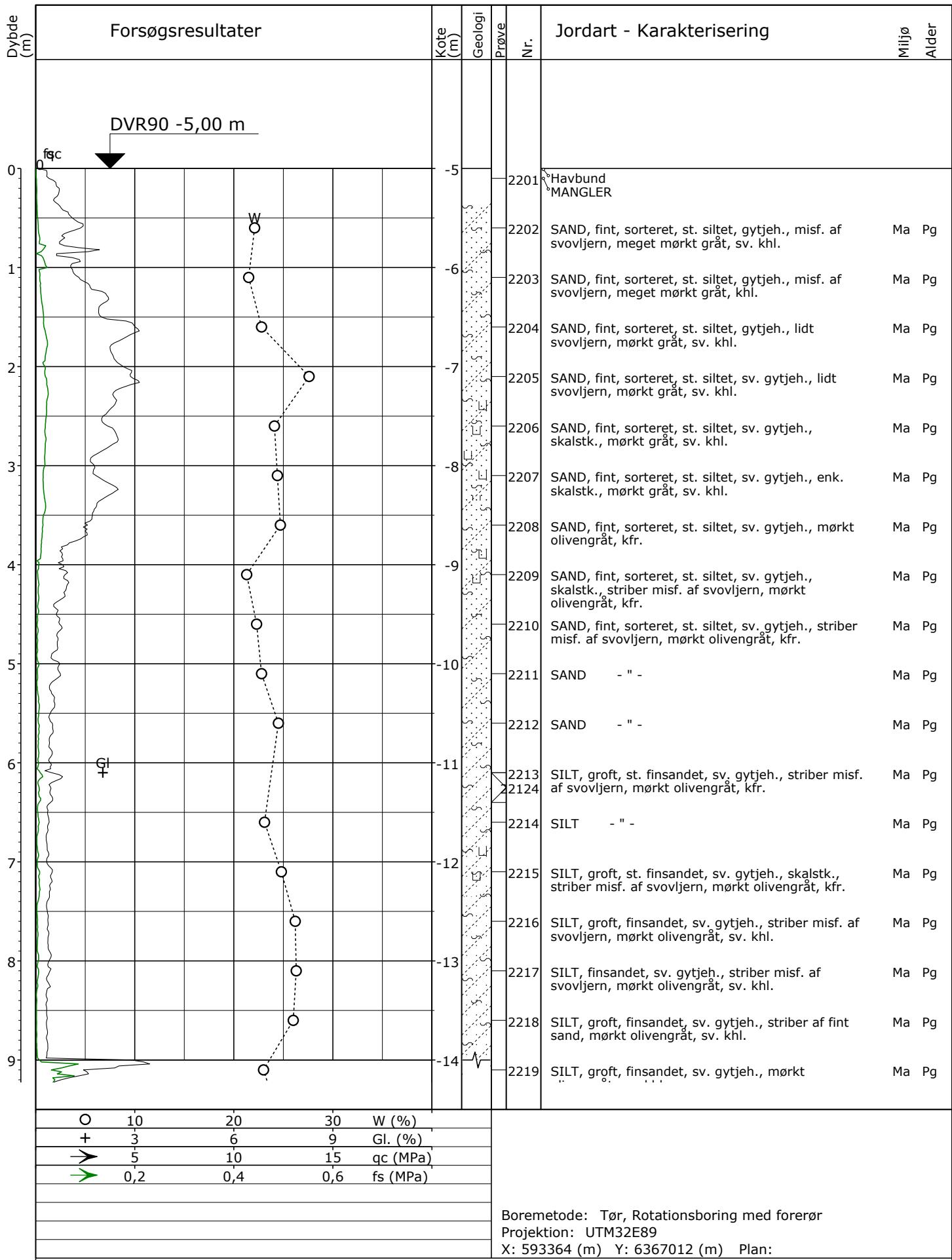




Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser  
 Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.09.11 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B21  
 Udarb. af: SUDS Kontrol: ARG Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 16 S. 3/5



Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Jordart - Karakterisering
36		-40		LER, fedt, sv. lagdelt, tynde grovsandslag med Ma Gc skalstkr., Ældre Yoldialer, mørkt gråt, khl.
37		-41		
→ 2 4 6 qc (MPa) → 0,1 0,2 fs (MPa) → 2 4 Rf (%)	→ 10 20 30 qc (MPa) → 0 0,2 u2 (MPa)			
Boredimension 6"				Boremetode: Tør, Rotationsboring med forerør Projektion: UTM32E89 Plan:
Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser				X: 593303 (m) Y: 6367089 (m)
Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.09.11 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B21				
Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 16 S. 5/5				
	CPT Profil			



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.22

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B22

Udarb. af: SUDS

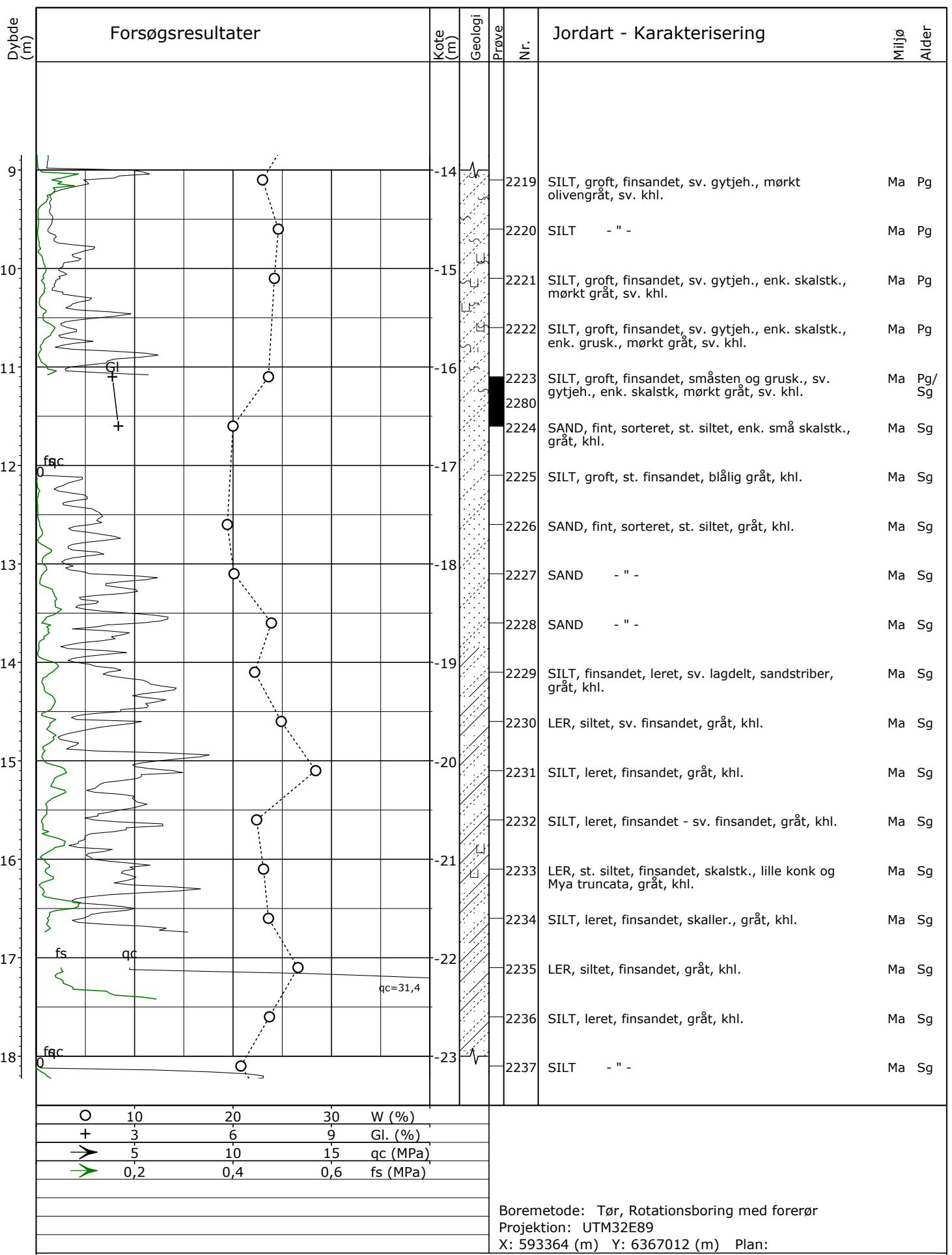
Kontrol: ARGS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 17

S. 1/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.22

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B22

Udarb. af: SUDS

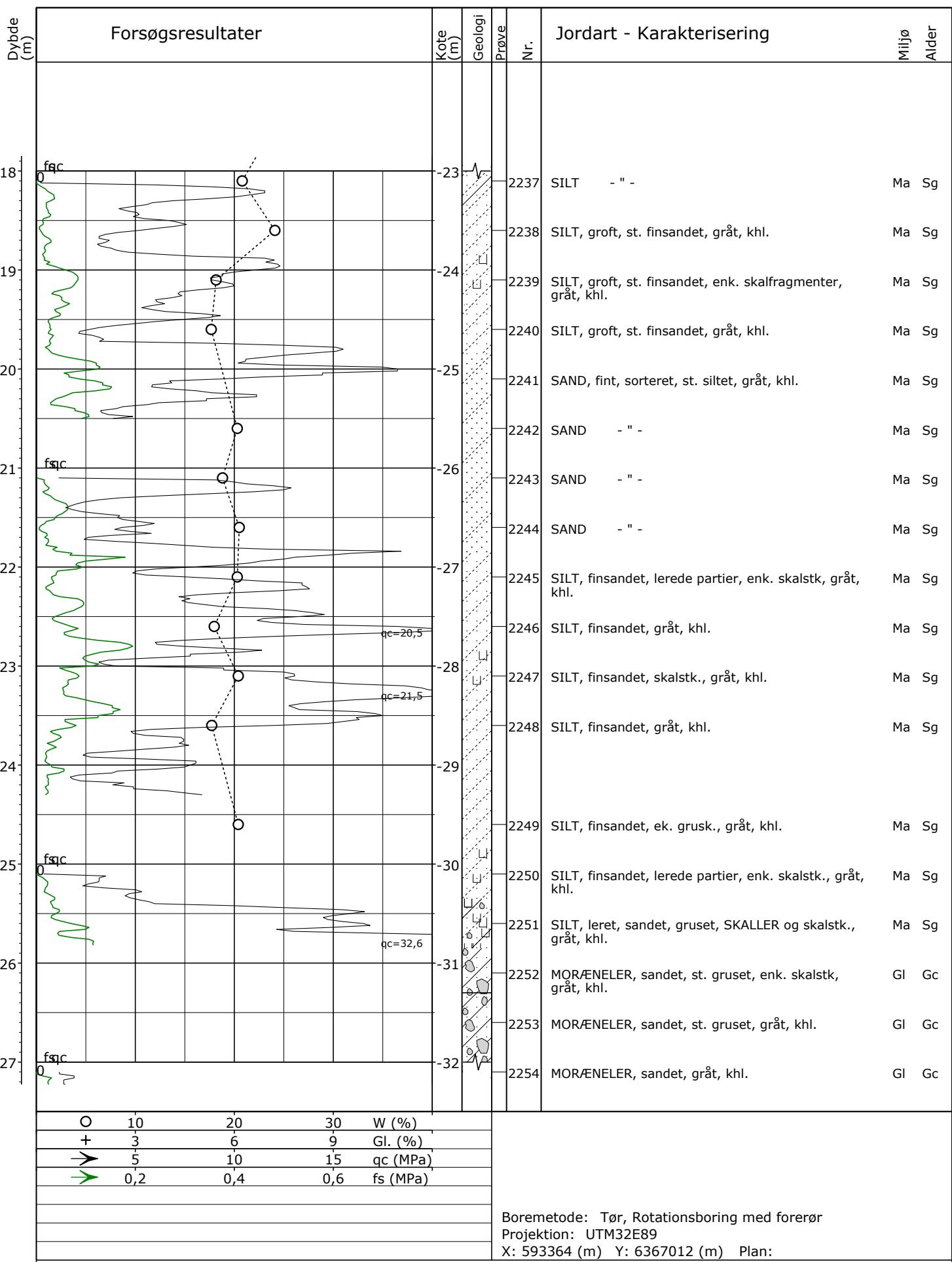
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 17

S. 2/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.22

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B22

Udarb. af: SUDS

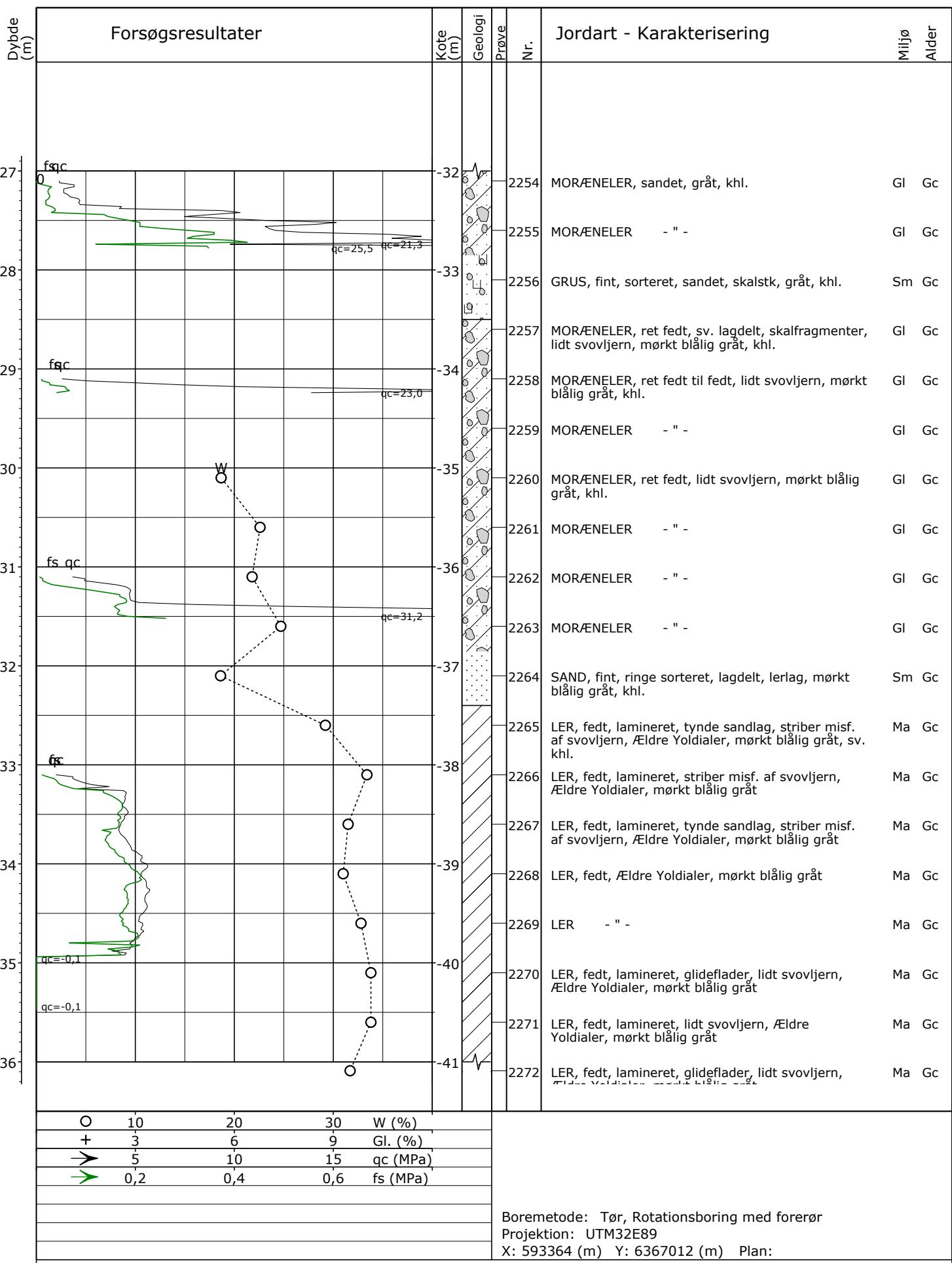
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 17

S. 3/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.22 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B22

Udarb. af: SUDS

Kontrol: ARGS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 17

S. 4/5

Dybde (m)	Forsøgsresultater					Kote (m)	Geologi	Jordart - Karakterisering		Miljø Alder
	Prøve	Nr.								
36						-41		2272	LER, fedt, lamineret, glideflader, lidt svovljern, Ældre Yoldialer, mørkt blålig gråt	Ma Gc
37						-42				

O	10	20	30	W (%)
+	3	6	9	Gl. (%)
→	5	10	15	qc (MPa)
→	0,2	0,4	0,6	fs (MPa)

Boremetode: Tør, Rotationsboring med forerør  
Projektion: UTM32E89  
X: 593364 (m) Y: 6367012 (m) Plan:

Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.22

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B22

Udarb. af: SUDS

Kontrol: ARGS

Godkendt: MAML

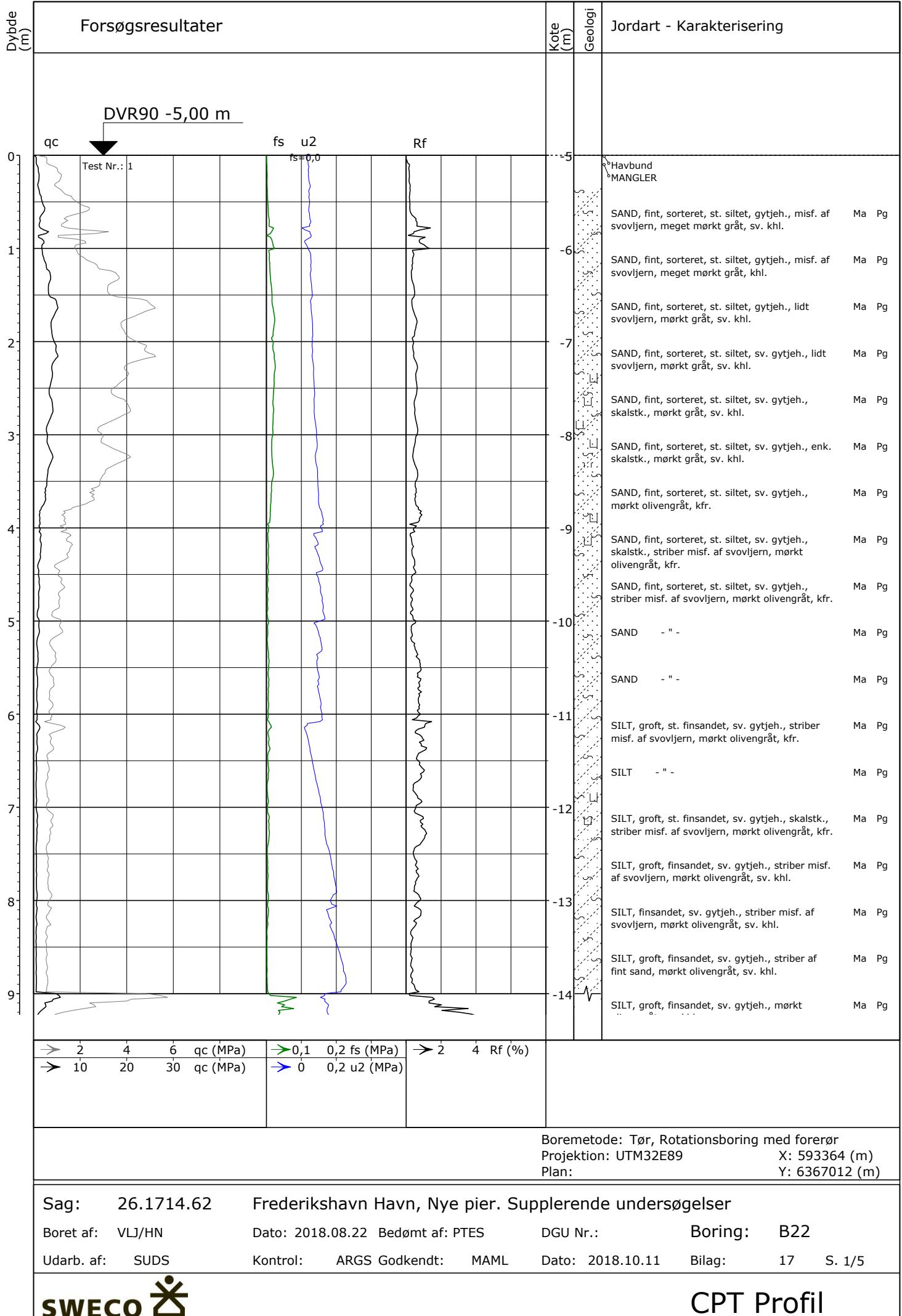
Dato: 2018.10.11

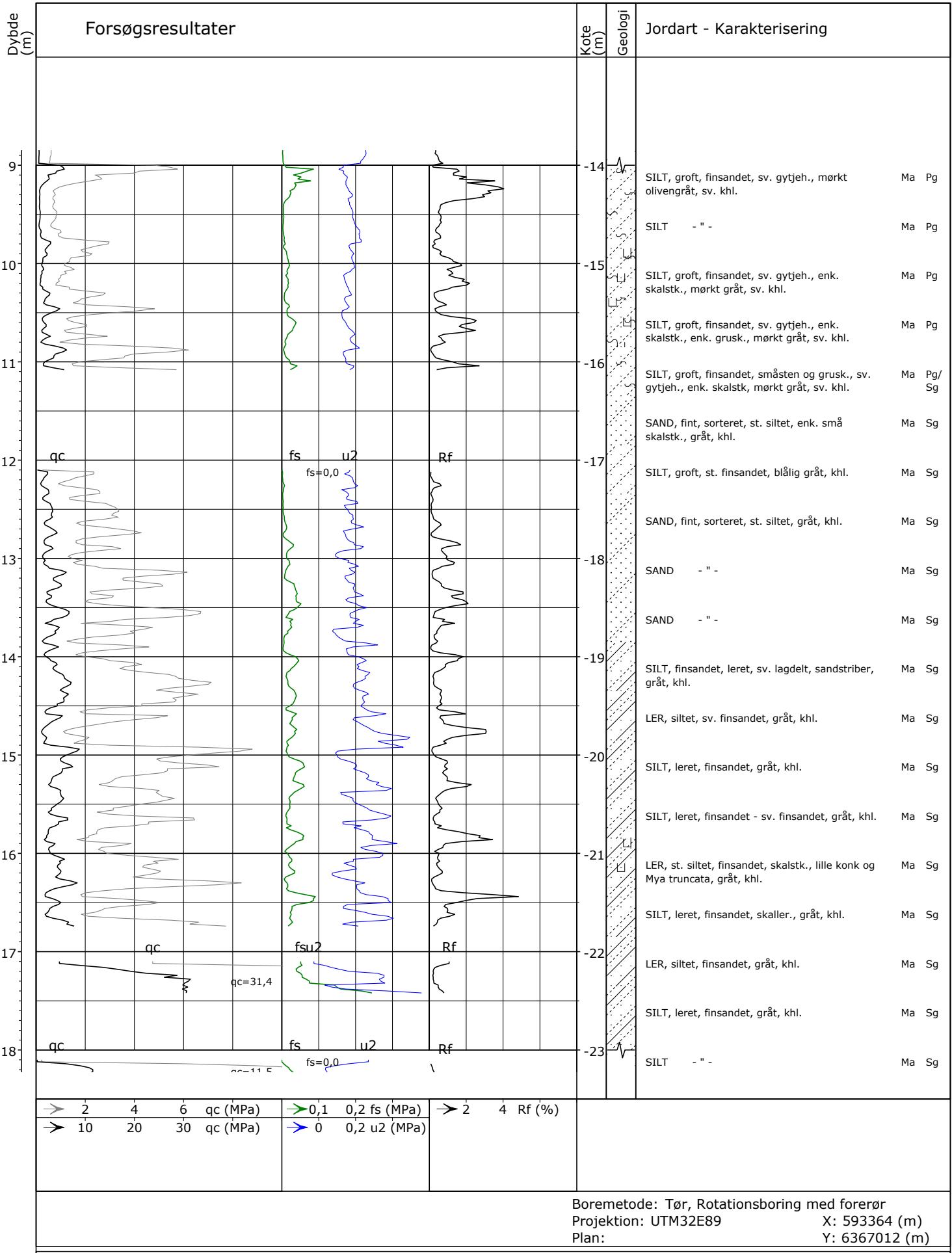
Bilag: 17

S. 5/5

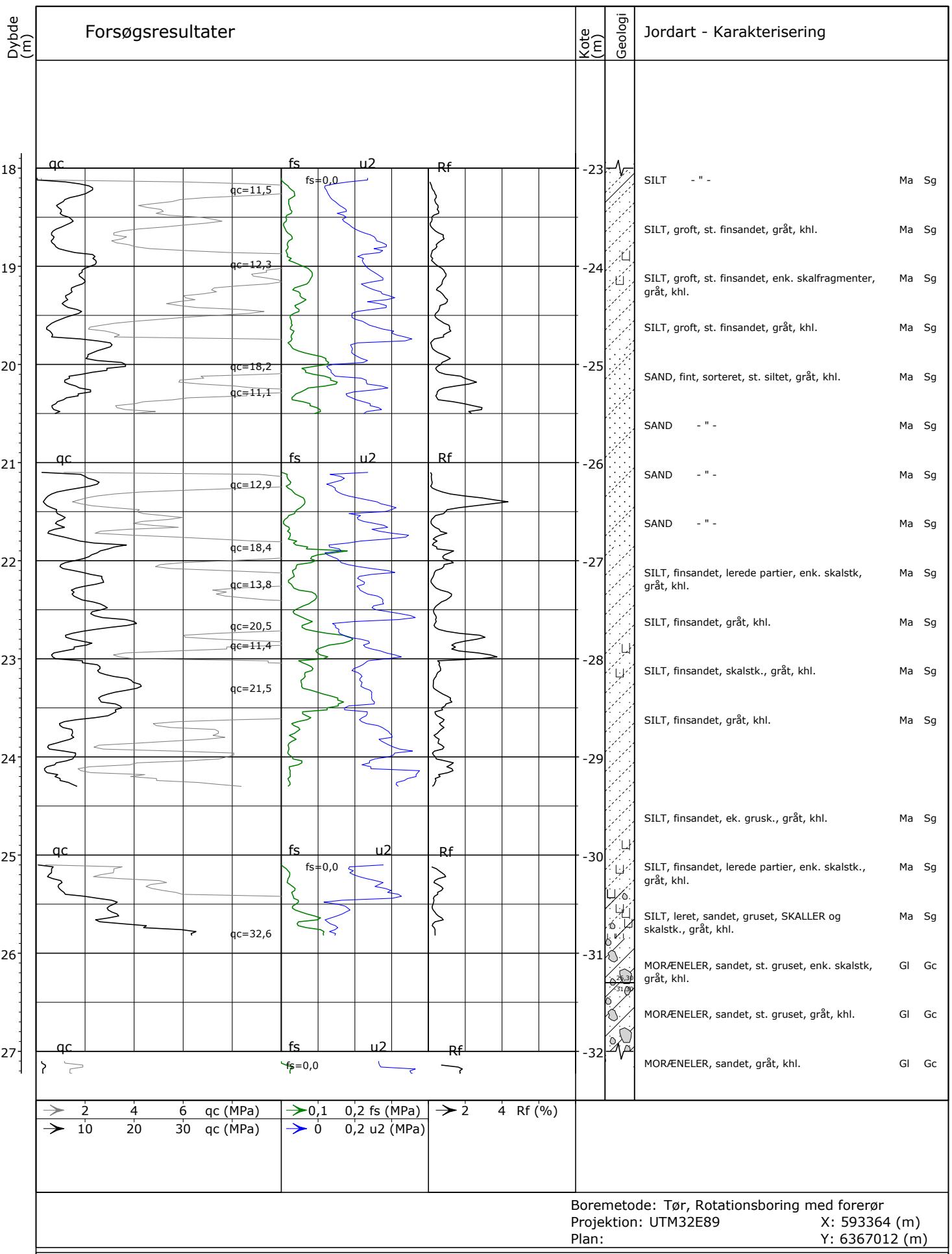


Boreprofil





Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser  
 Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.08.22 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B22  
 Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 17 S. 2/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.22 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B22

Udarb. af: SUDS

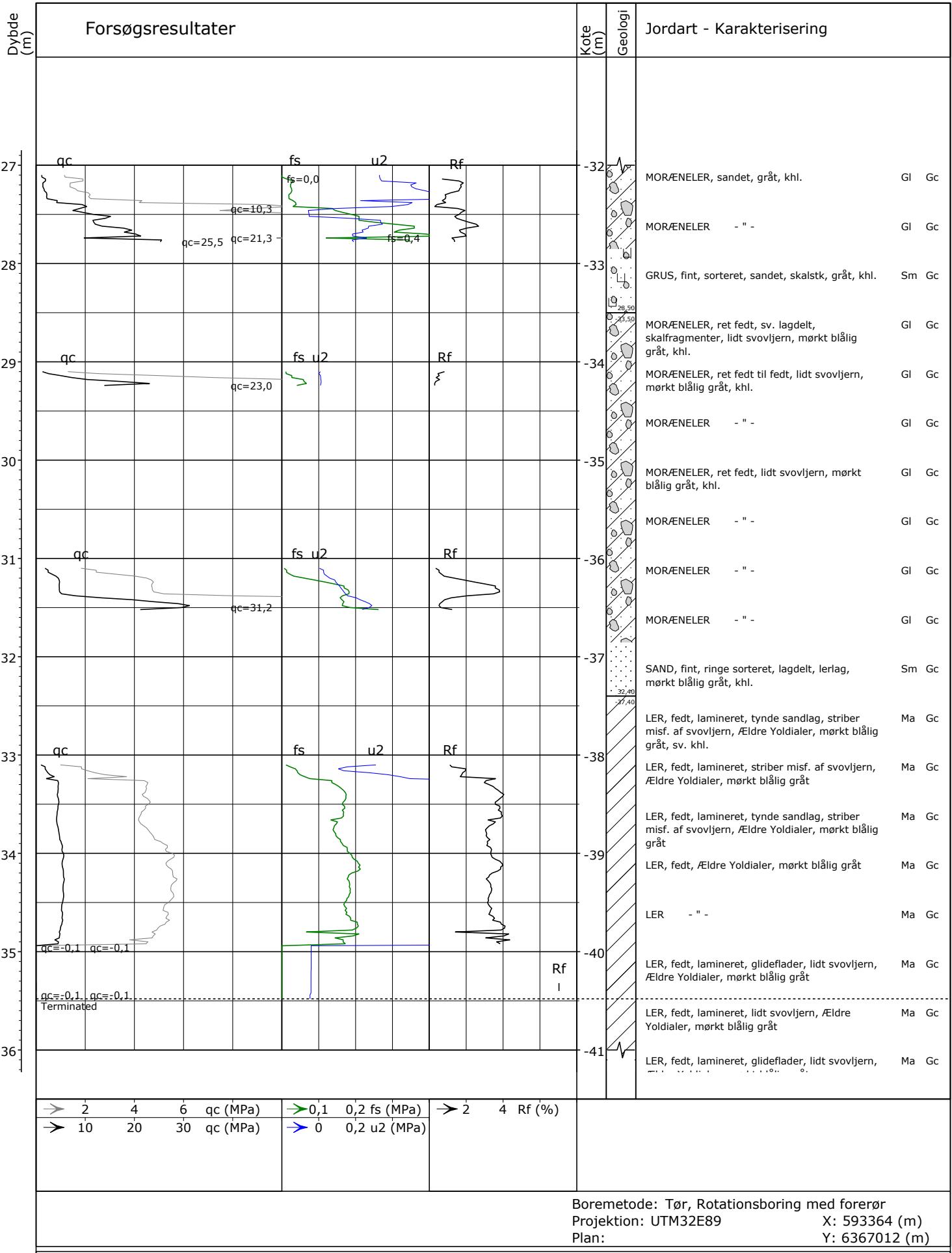
Kontrol:

ARGS Godkendt:

MAML

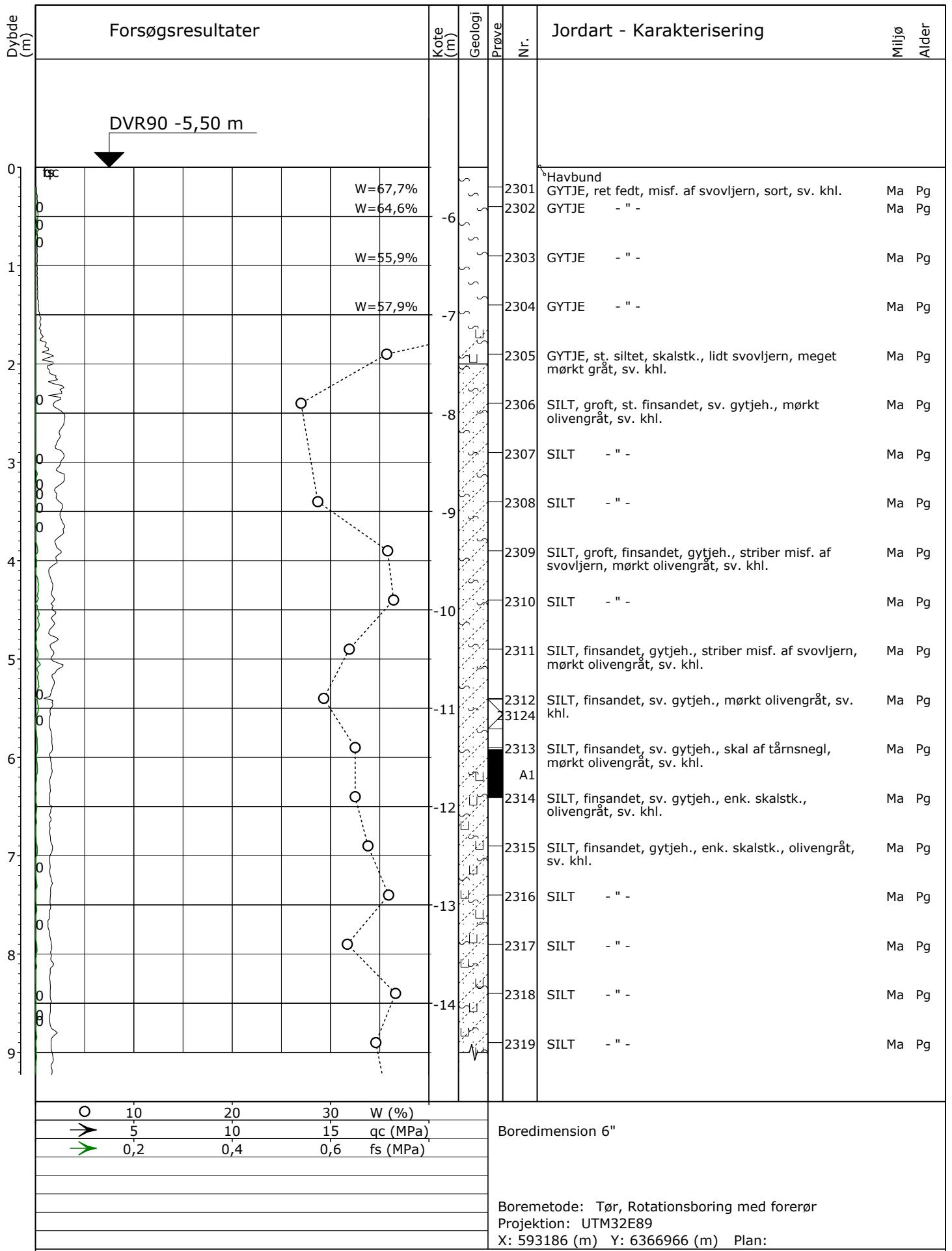
Dato: 2018.10.11

Bilag: 17 S. 3/5



Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser  
 Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.08.22 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B22  
 Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 17 S. 4/5

Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Jordart - Karakterisering
36		-41	A10 -41,10	LER, fedt, lamineret, glideflader, lidt svovljern, Ældre Yoldialer, mørkt blålig grå
37		-42		
→ 2 4 6 qc (MPa) → 0,1 0,2 fs (MPa) → 2 4 Rf (%)	→ 10 20 30 qc (MPa) → 0 0,2 u2 (MPa)			
Boremetode: Tør, Rotationsboring med forerør Projektion: UTM32E89 Plan:				
Borenr.: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.08.22 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B22 Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 17 S. 5/5				
<b>SWECO</b>  <b>CPT Profil</b>				



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: HN/LJ

Dato: 2018.09.05

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B23

Udarb. af: SUDS

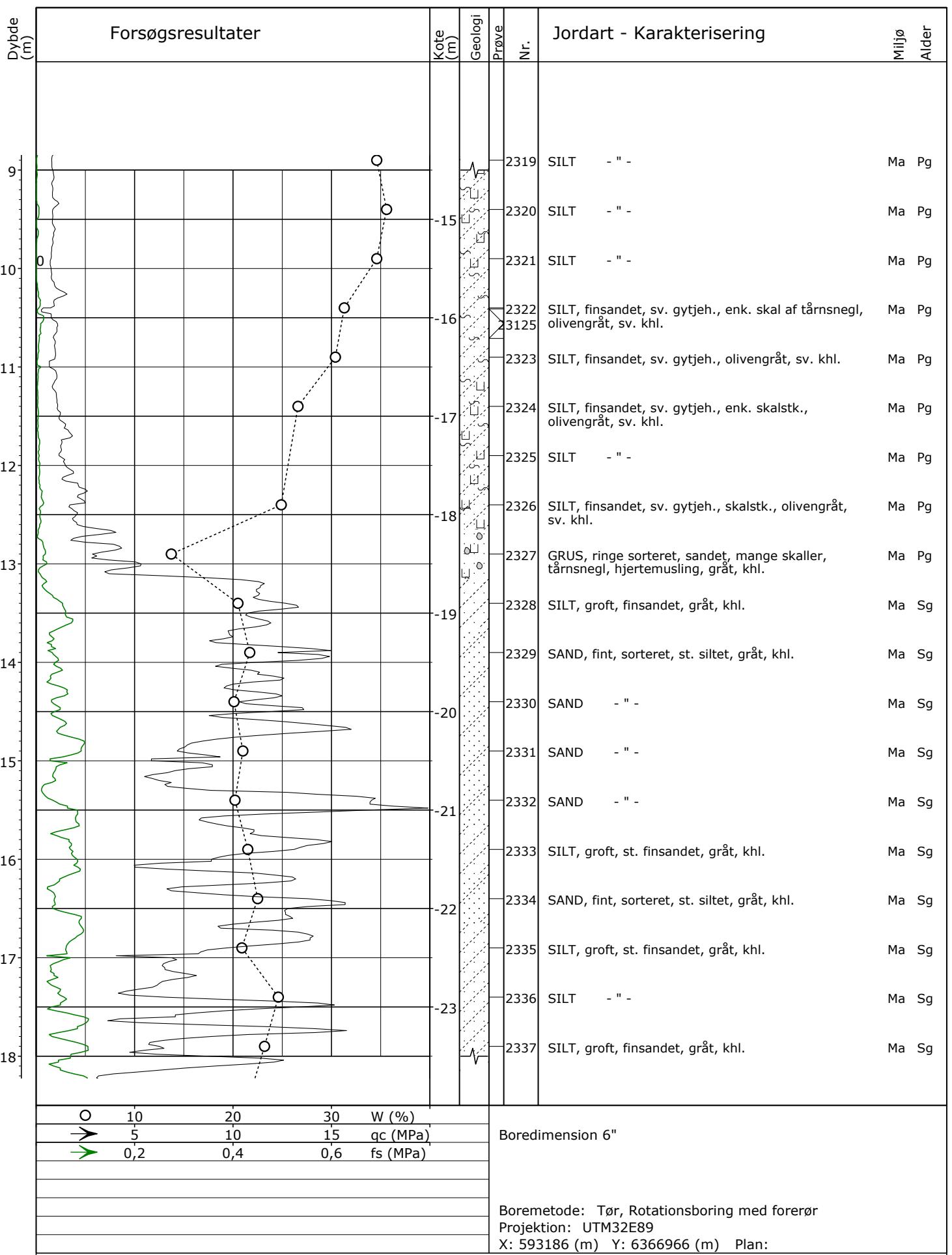
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 18

S. 1/4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: HN/LJ

Dato: 2018.09.05 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B23

Udarb. af: SUDS

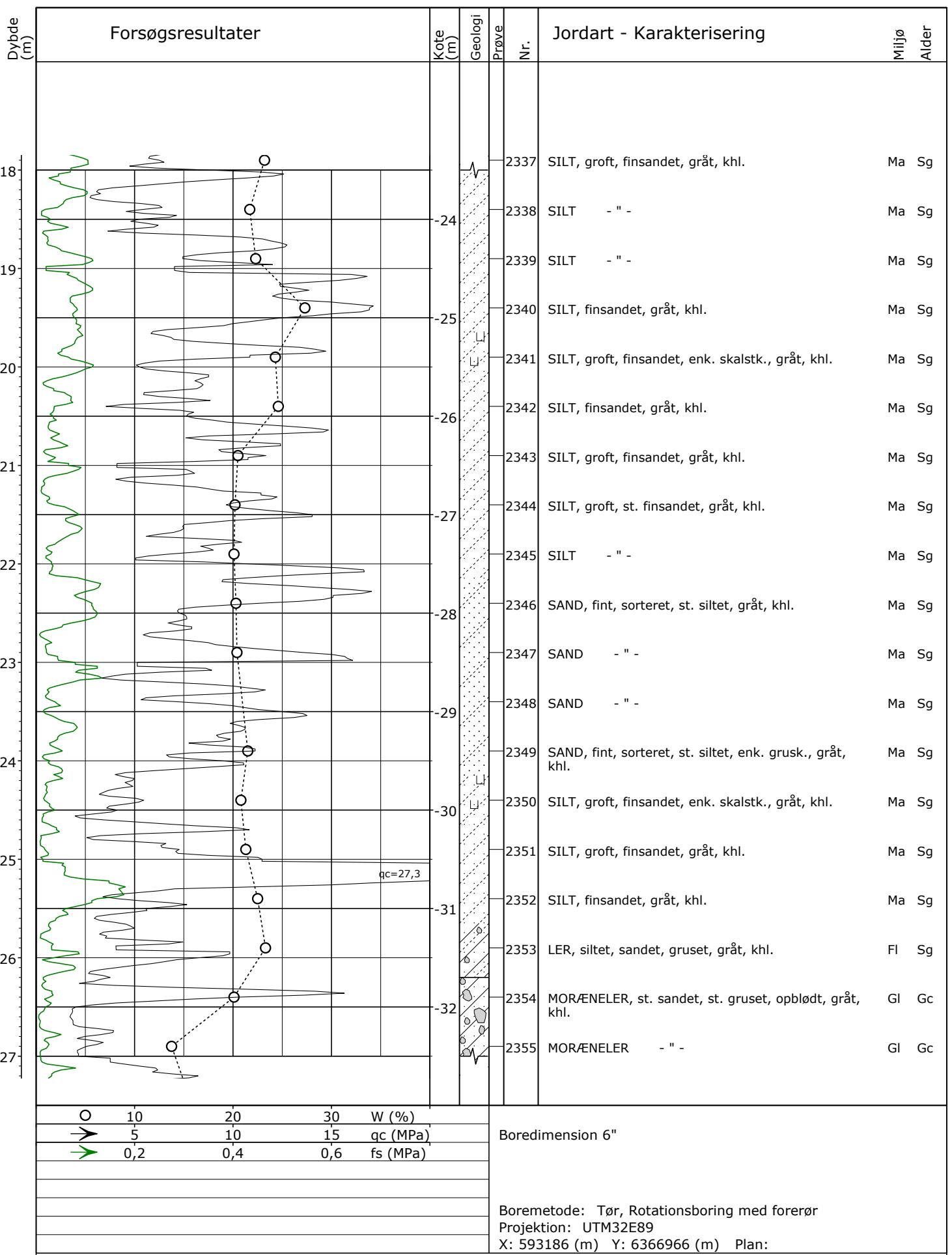
Kontrol: ARGs

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 18

S. 2/4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: HN/LJ

Dato: 2018.09.05 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B23

Udarb. af: SUDS

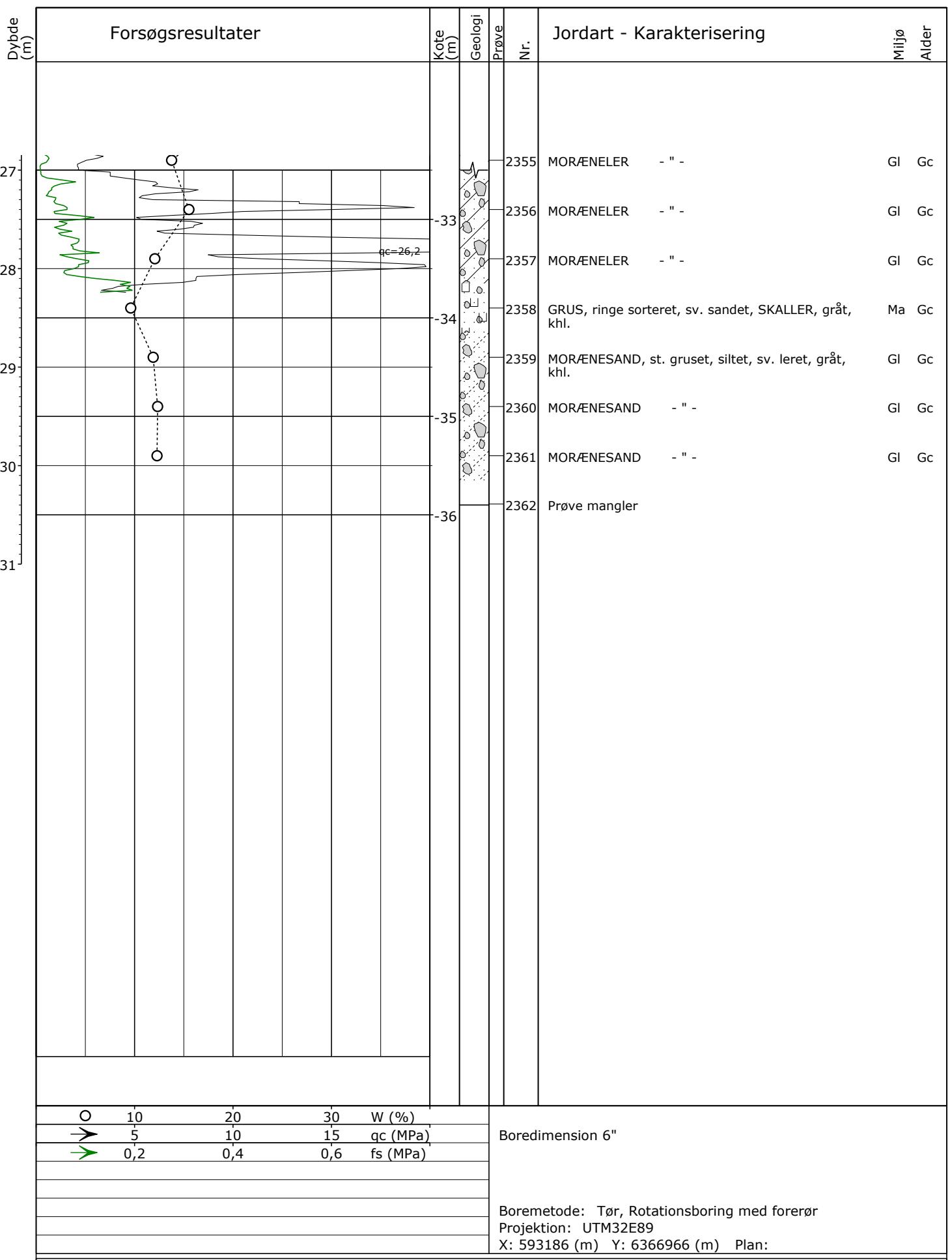
Kontrol: ARGS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 18

S. 3/4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: HN/LJ

Dato: 2018.09.05

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B23

Udarb. af: SUDS

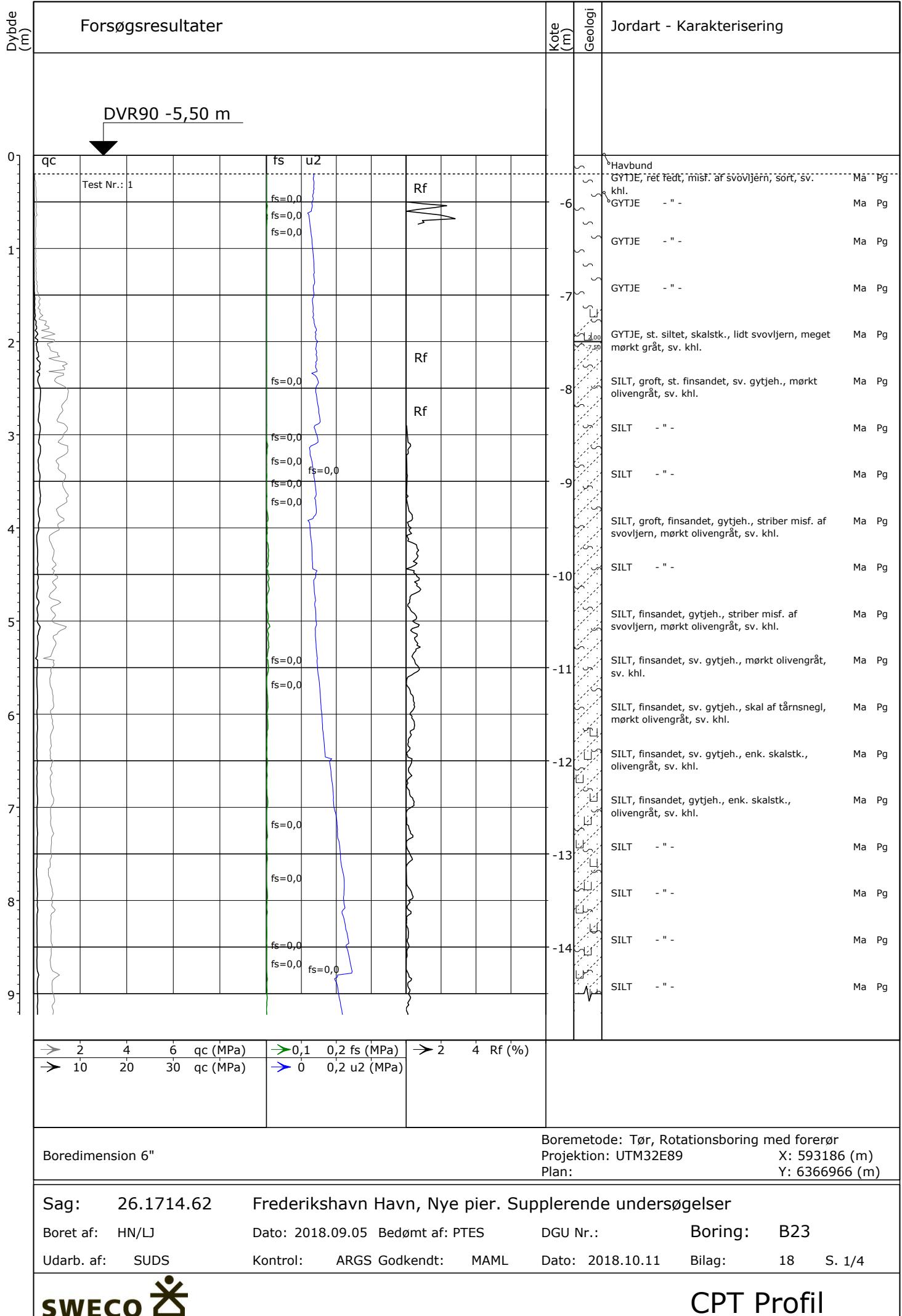
Kontrol: ARGS

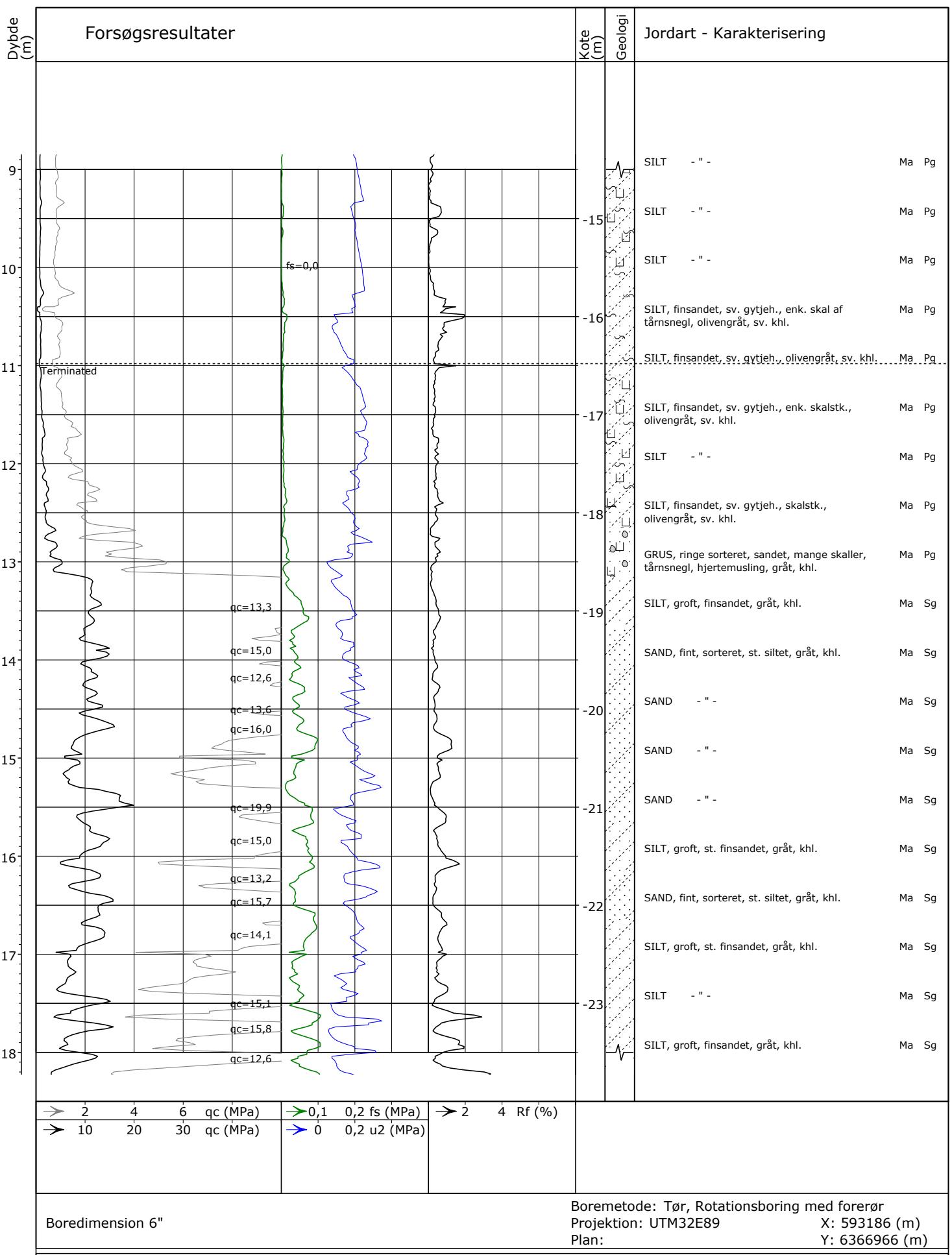
Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

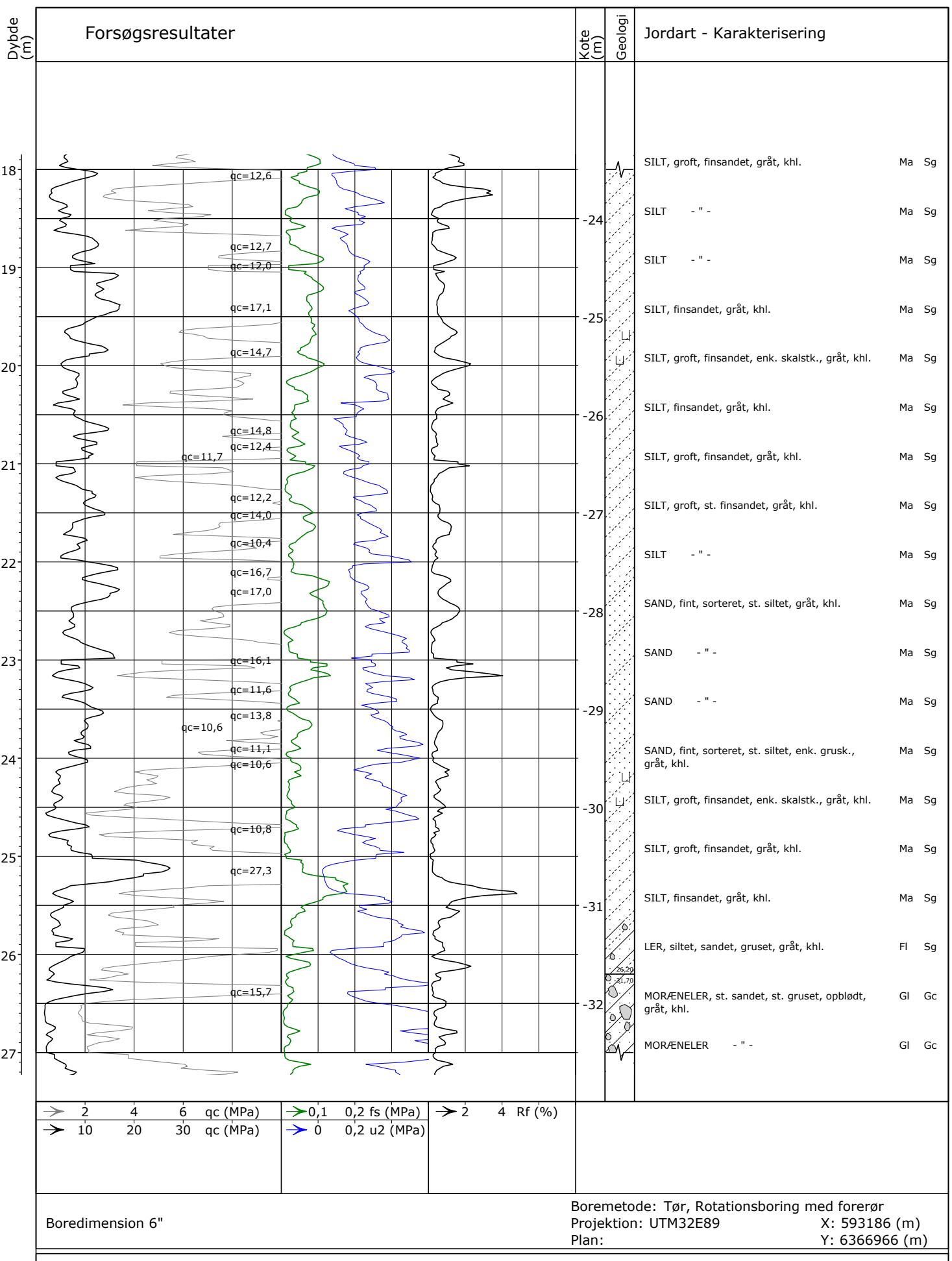
Bilag: 18

S. 4/4





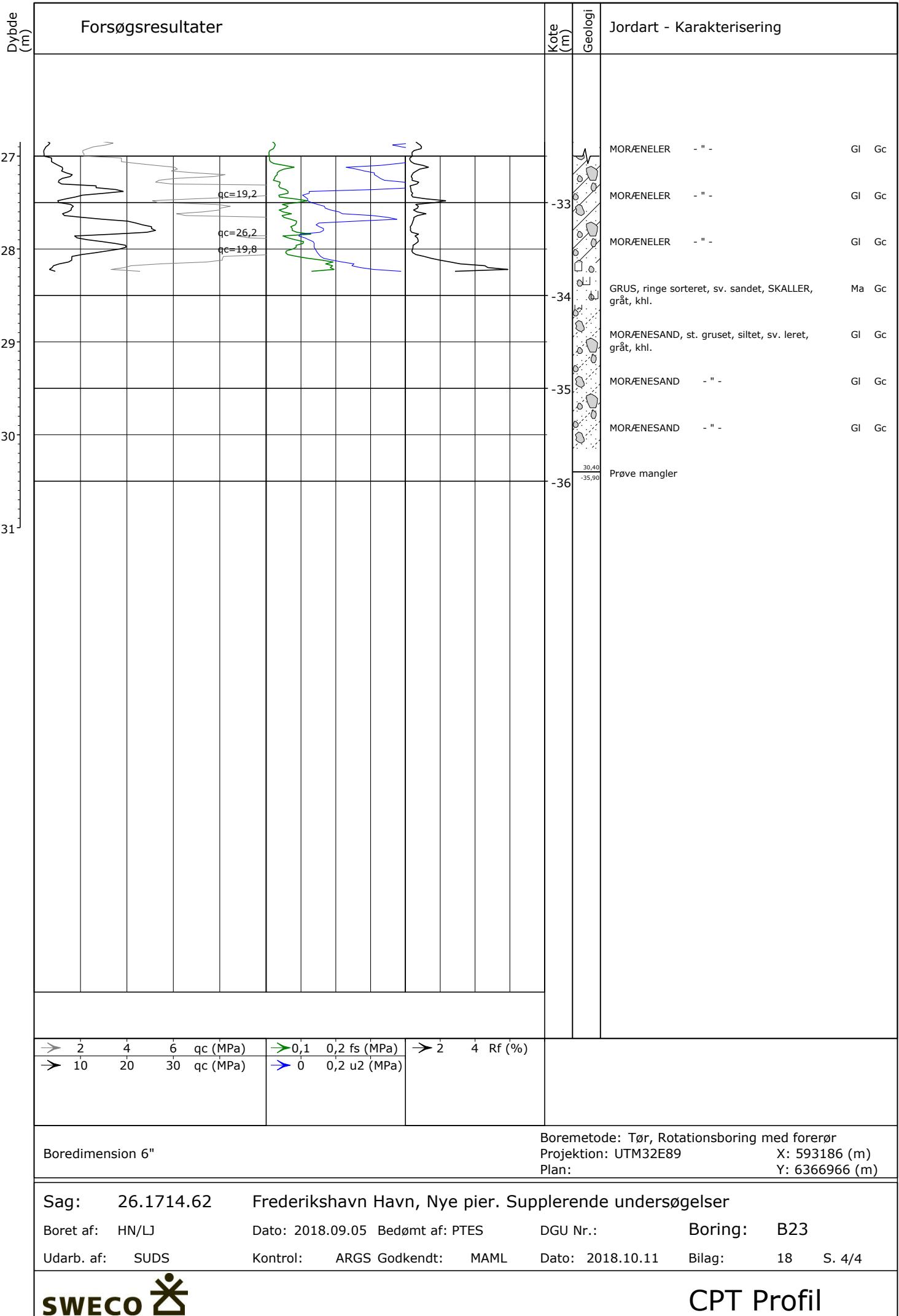
Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser  
 Boret af: HN/LJ Dato: 2018.09.05 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B23  
 Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 18 S. 2/4

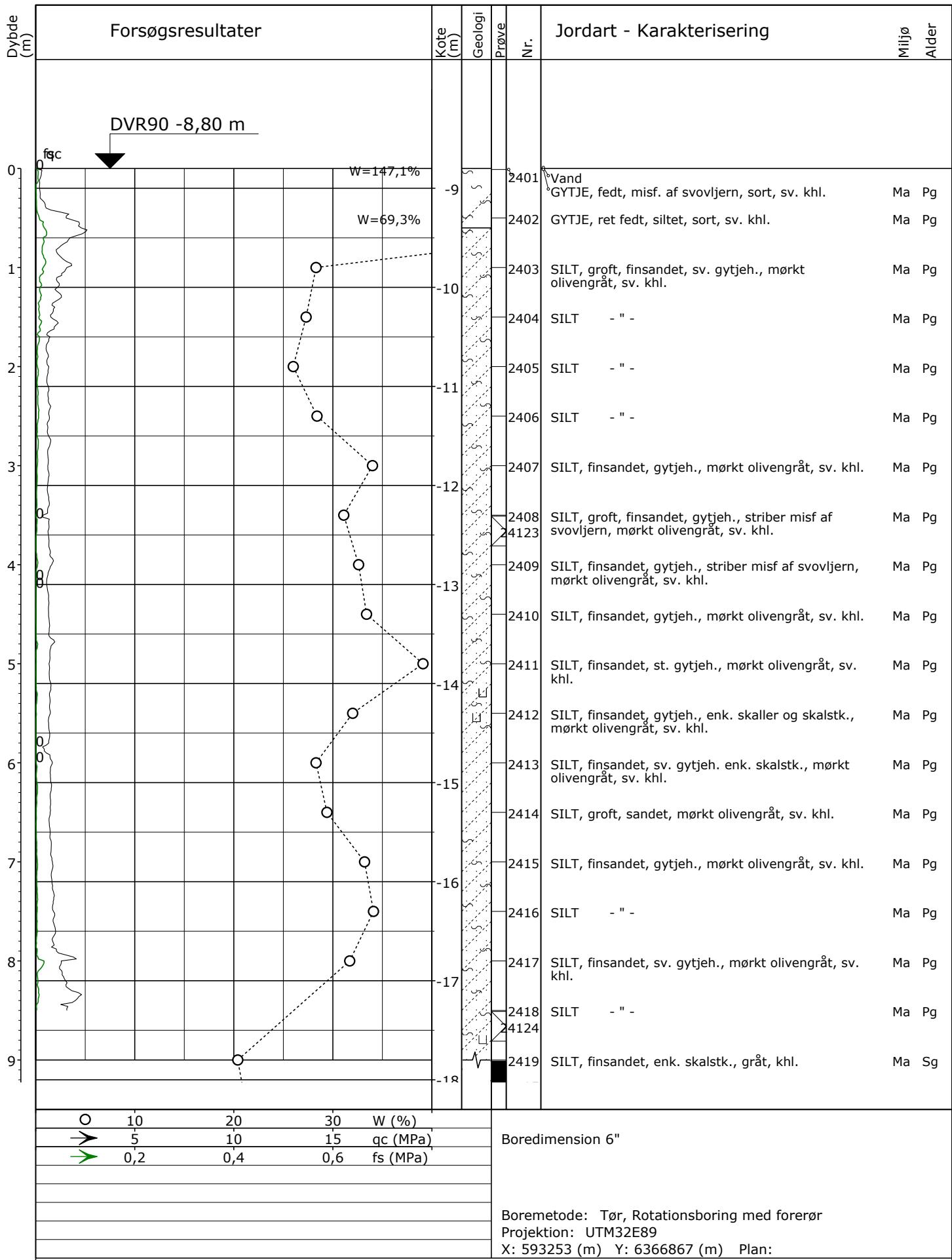


Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: HN/LJ Dato: 2018.09.05 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B23

Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 18 S. 3/4





Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.03 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B24

Udarb. af: SUDS

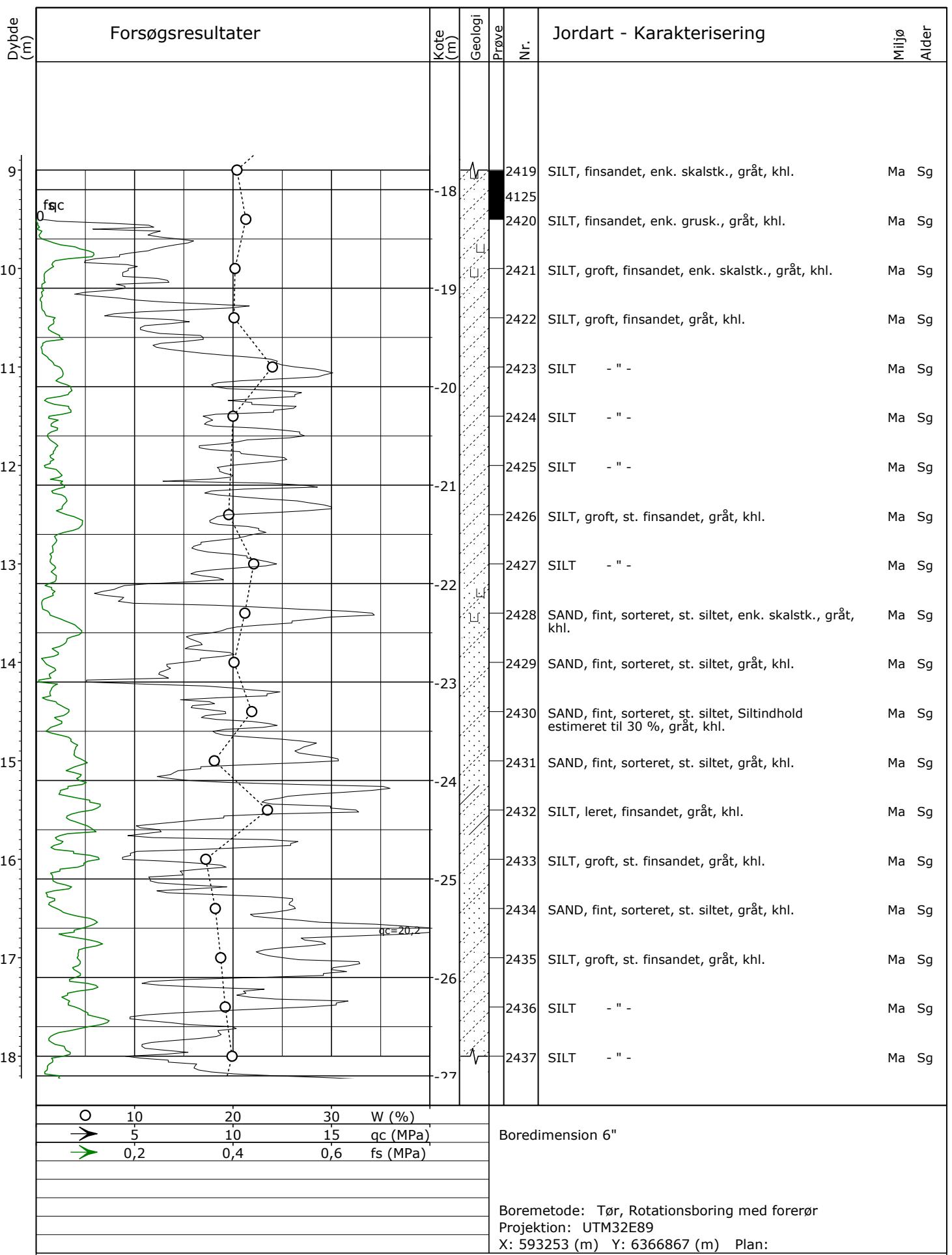
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 19

S. 1/4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.03

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B24

Udarb. af: SUDS

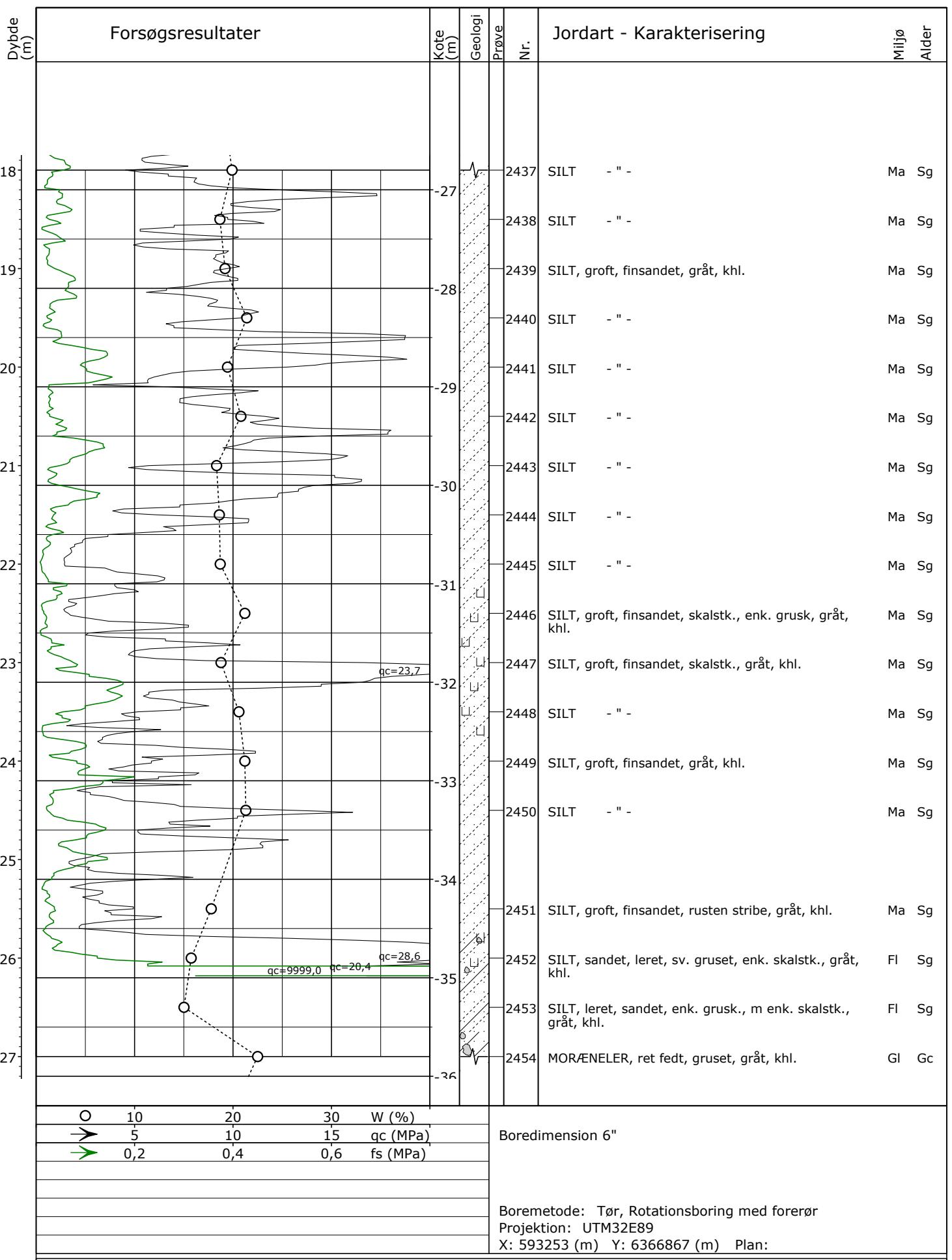
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 19

S. 2/4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.03

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B24

Udarb. af: SUDS

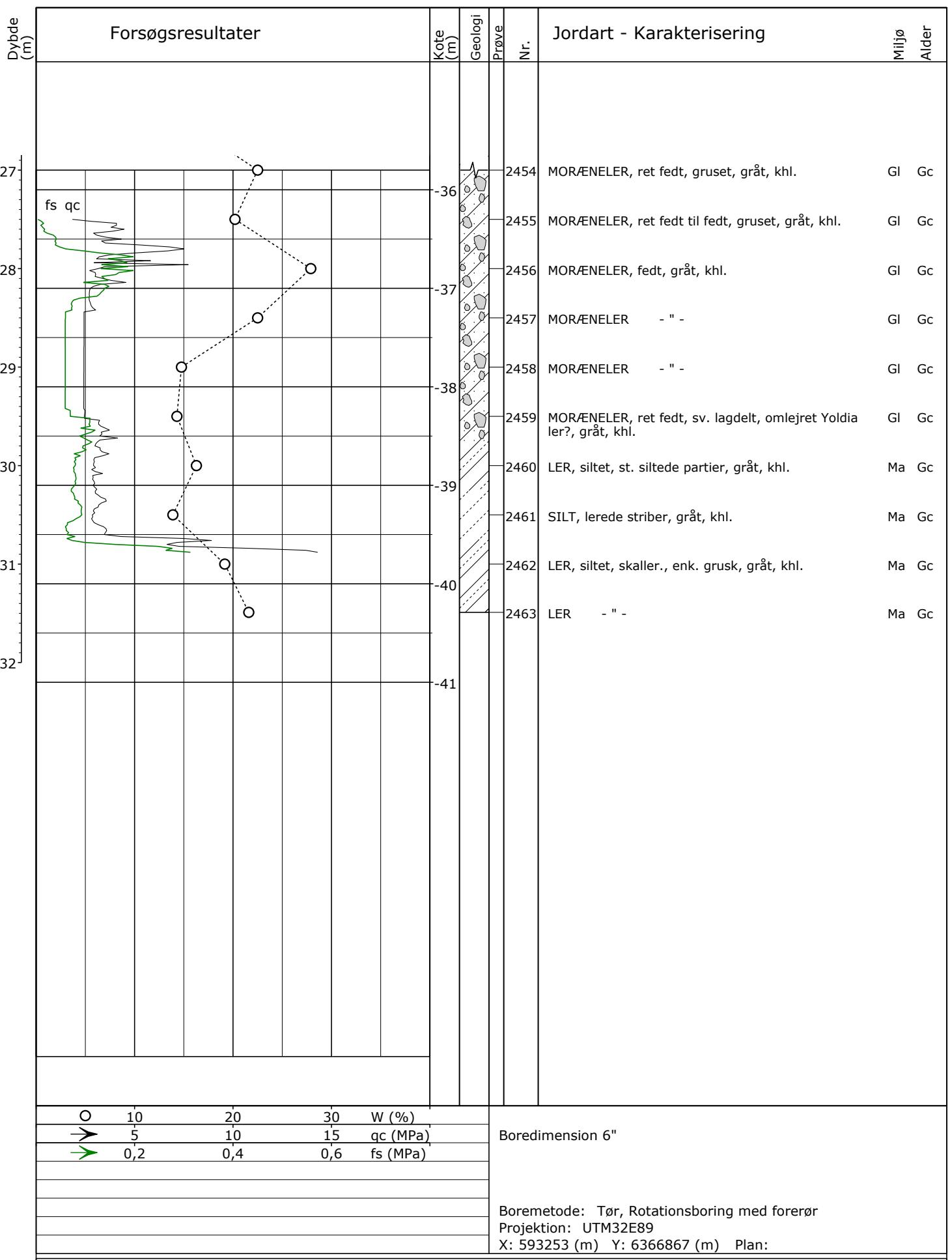
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 19

S. 3/4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.03

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B24

Udarb. af: SUDS

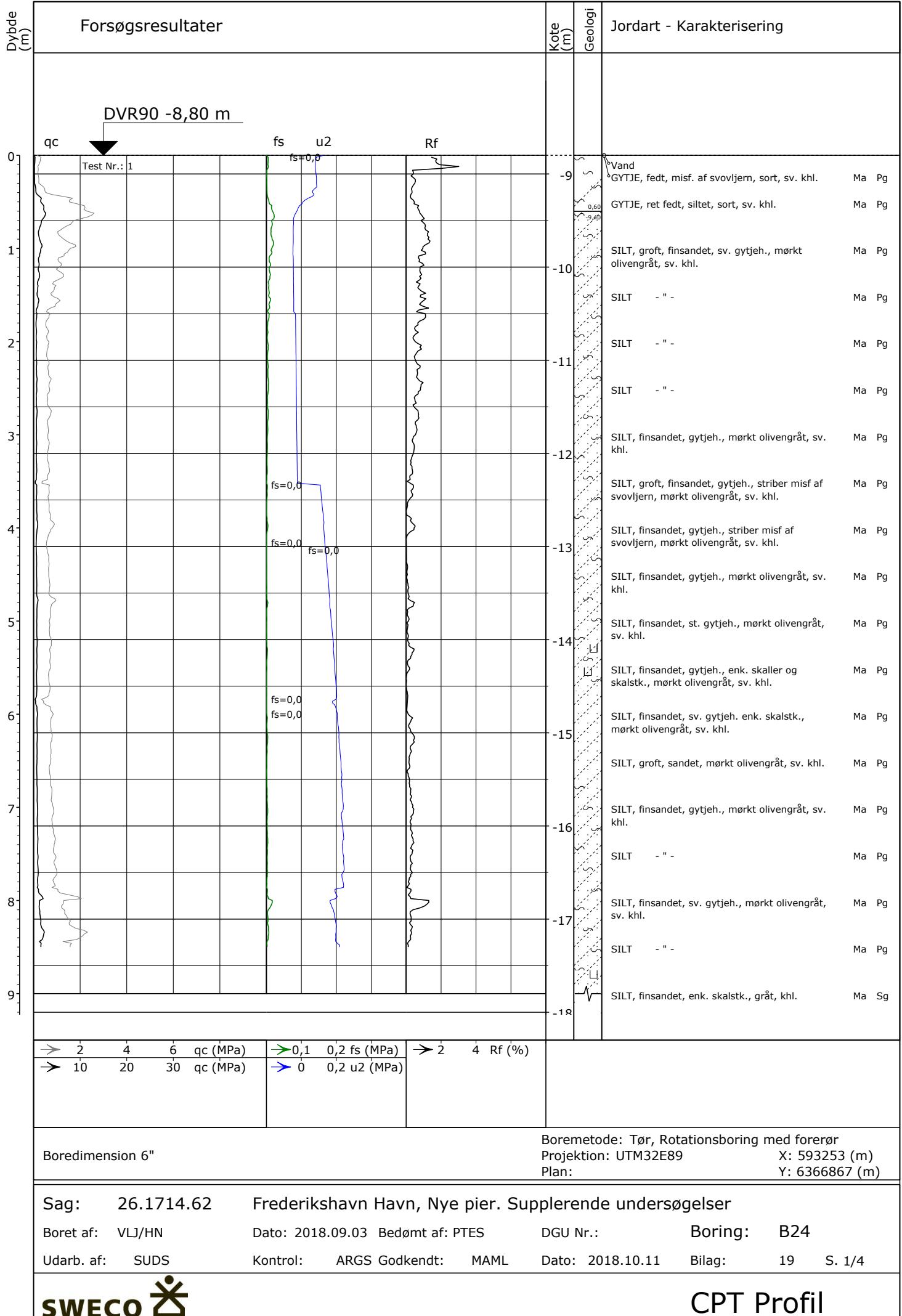
Kontrol: ARGS

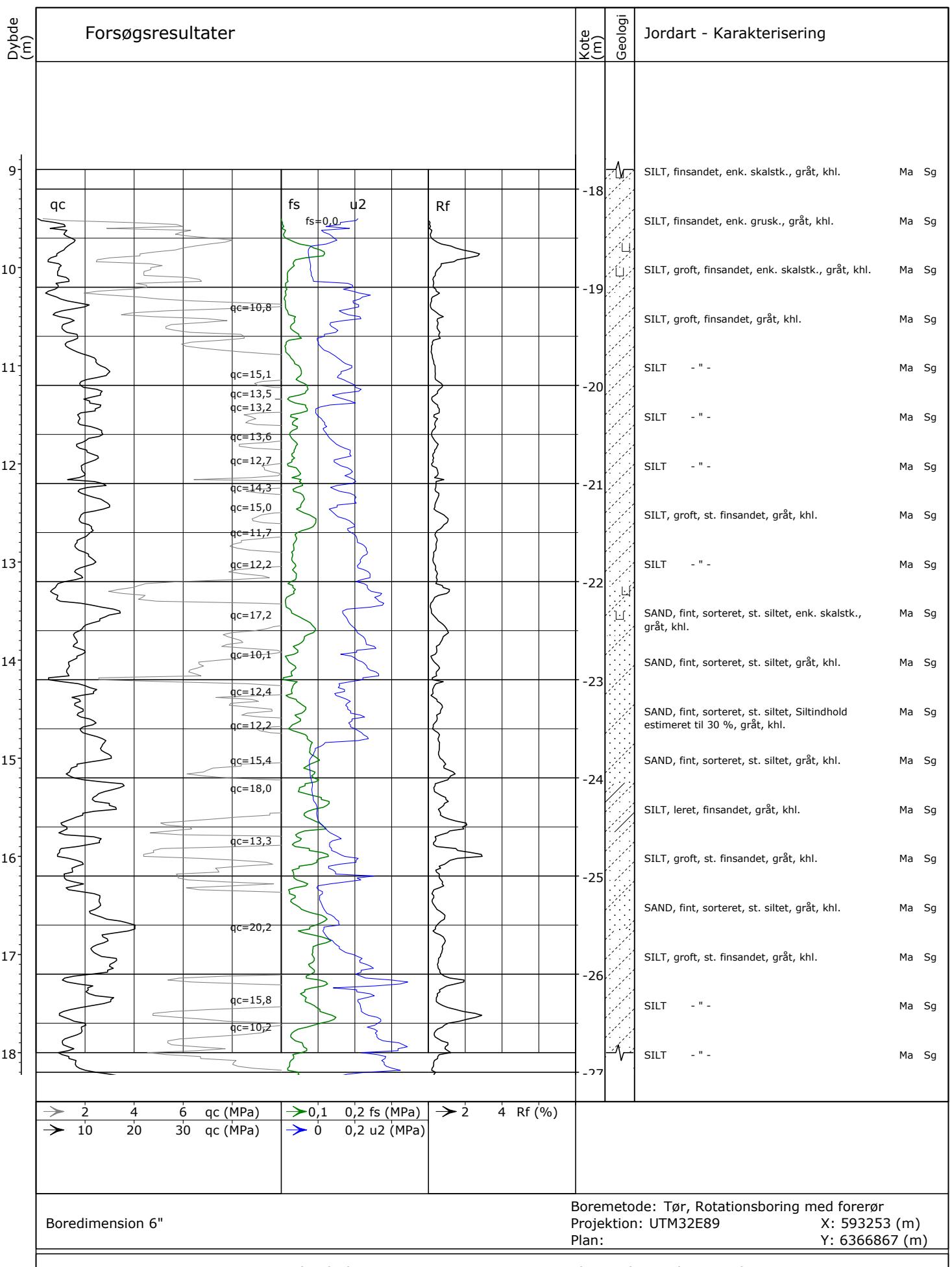
Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

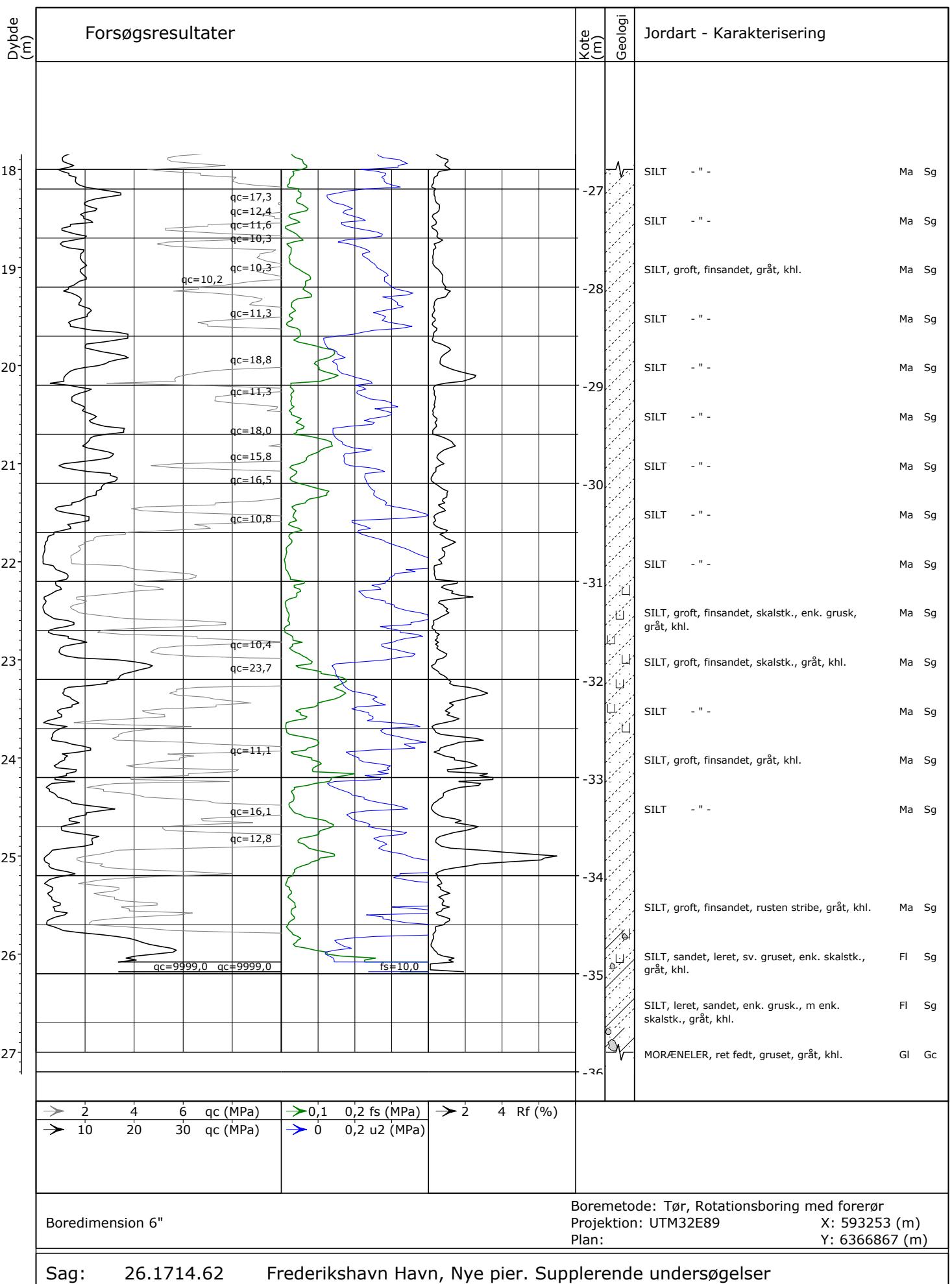
Bilag: 19

S. 4/4





Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser  
 Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.09.03 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B24  
 Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 19 S. 2/4



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.09.03 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B24

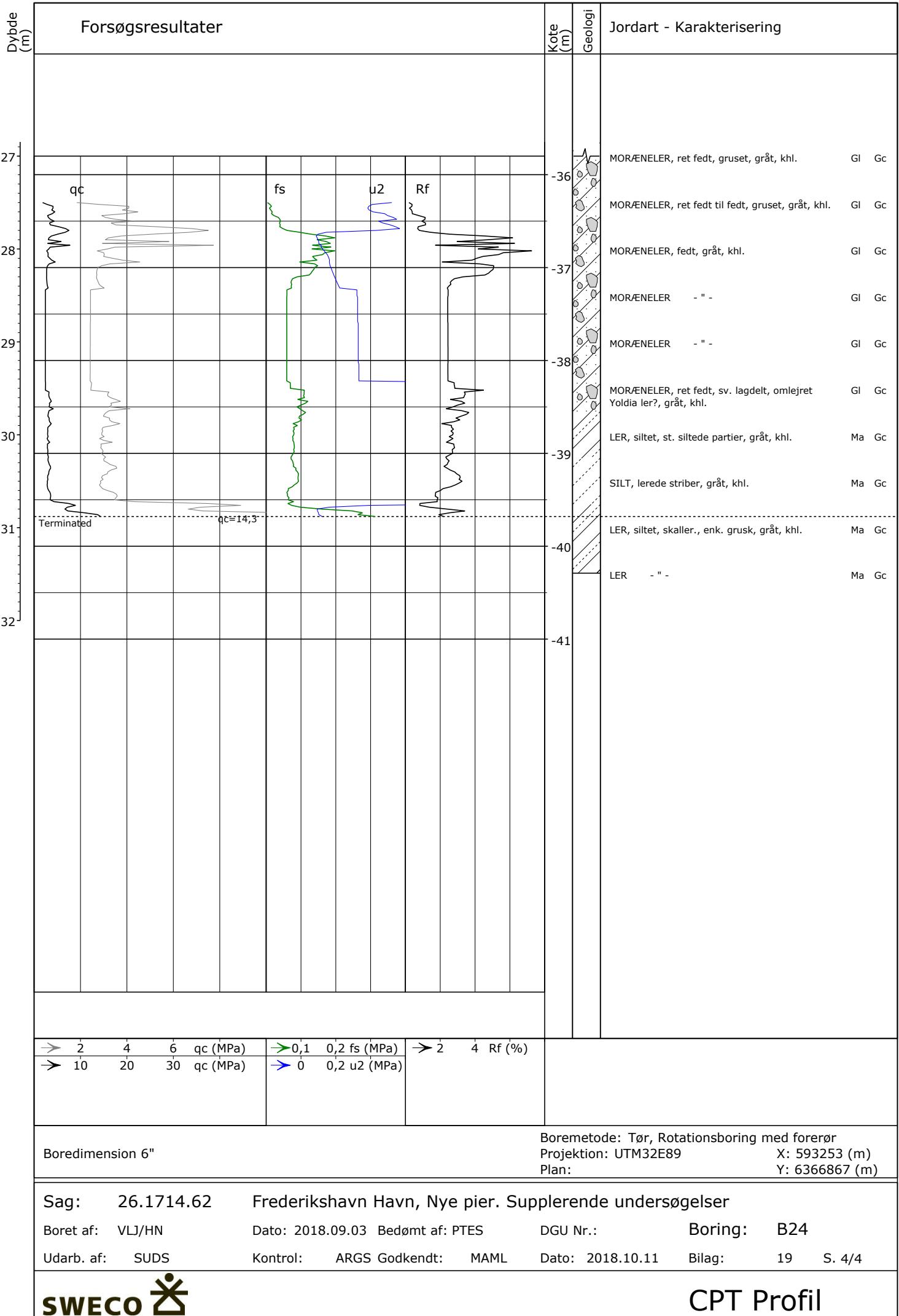
Udarb. af: SUDS

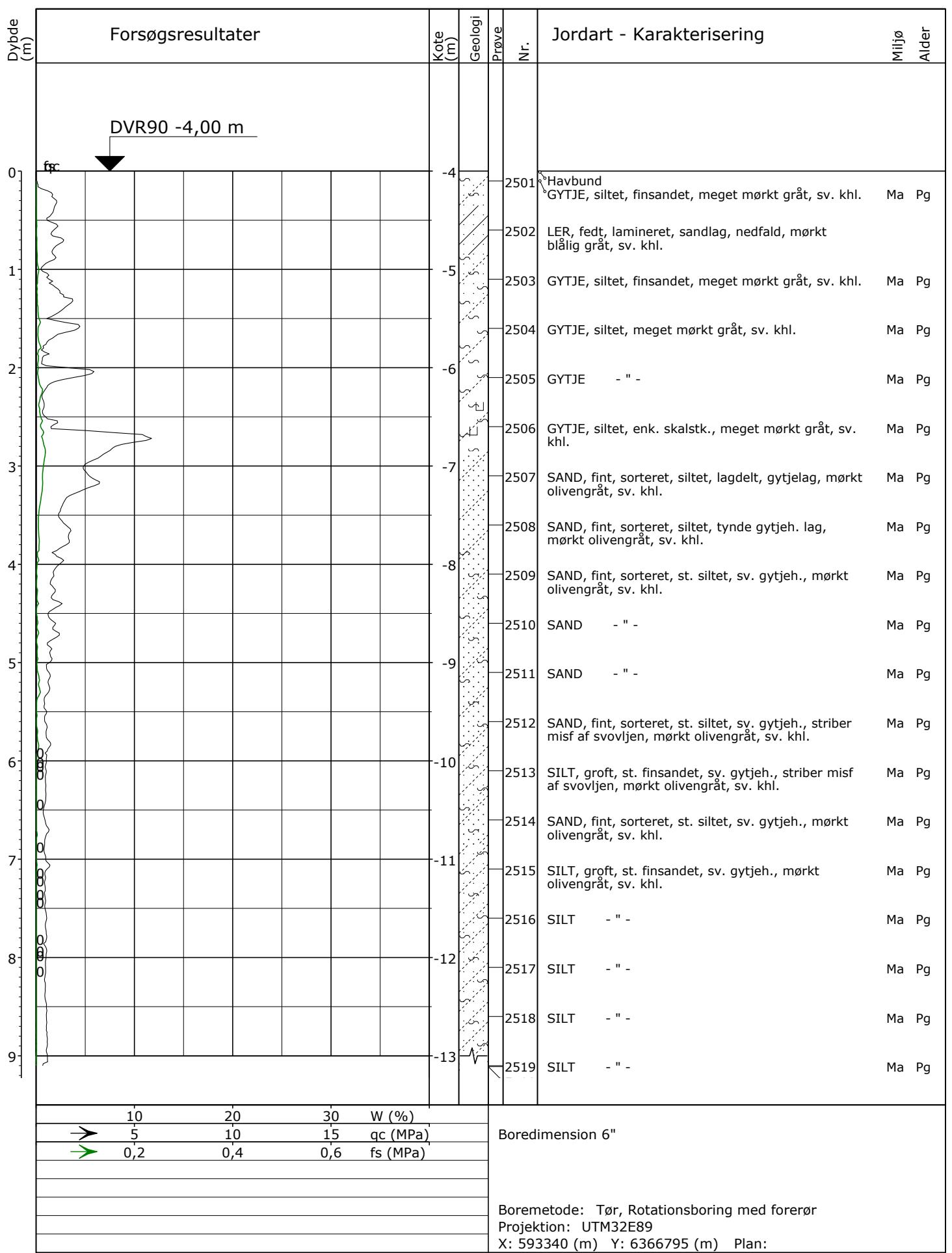
Kontrol:

ARGS Godkendt:

MAML Dato: 2018.10.11

Bilag: 19 S. 3/4





Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.29

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B25

Udarb. af: SUDS

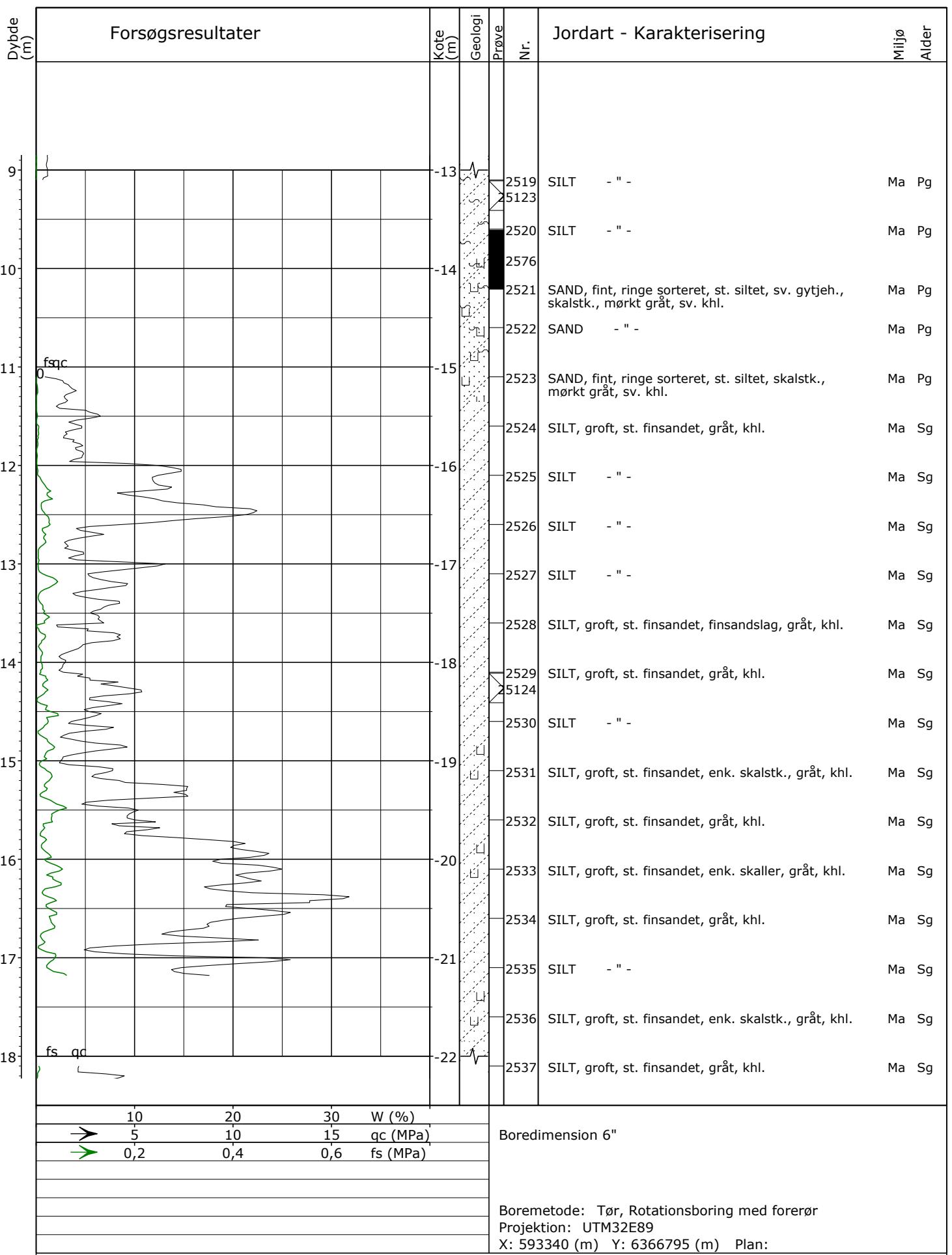
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 20

S. 1/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.29

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B25

Udarb. af: SUDS

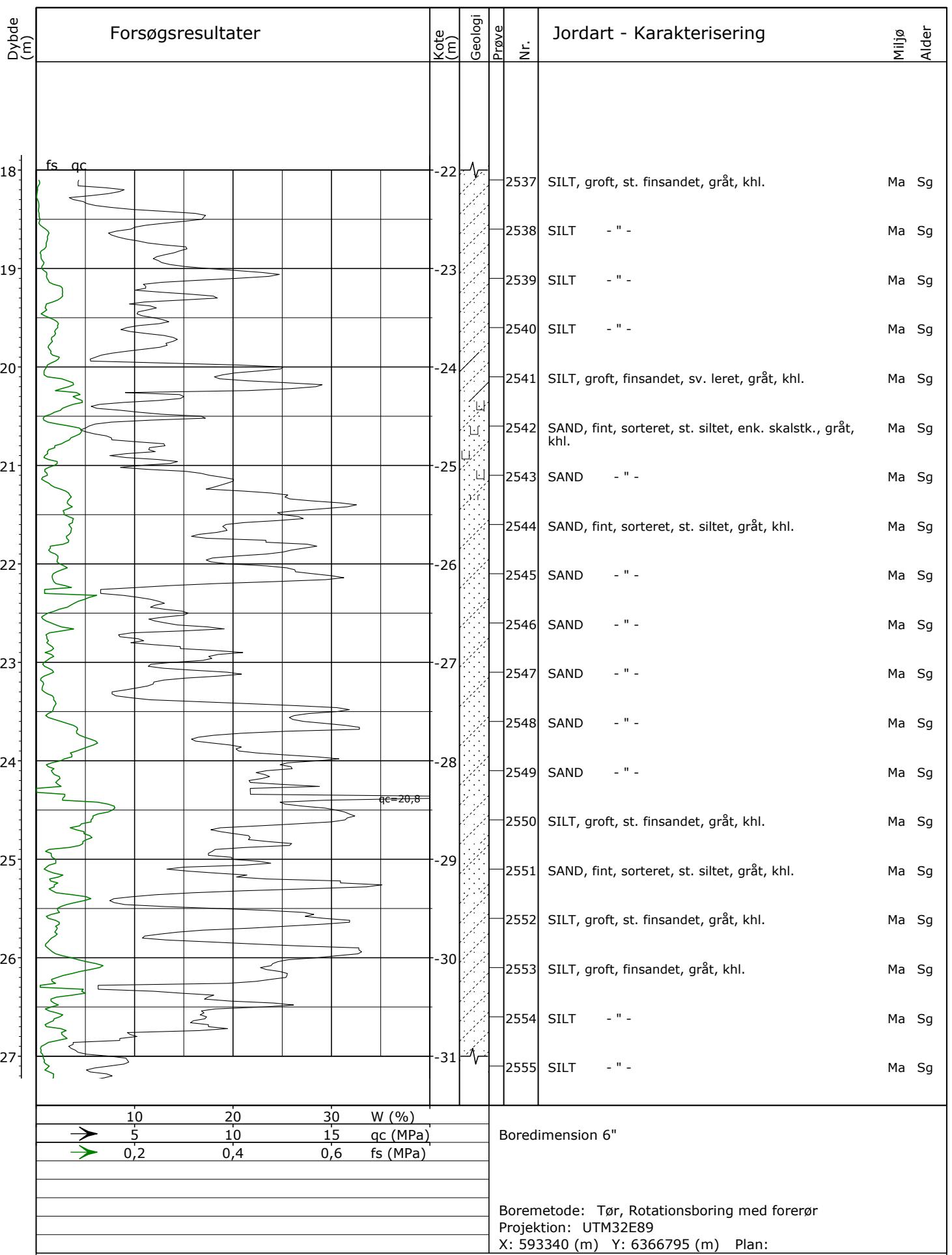
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 20

S. 2/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.29 Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B25

Udarb. af: SUDS

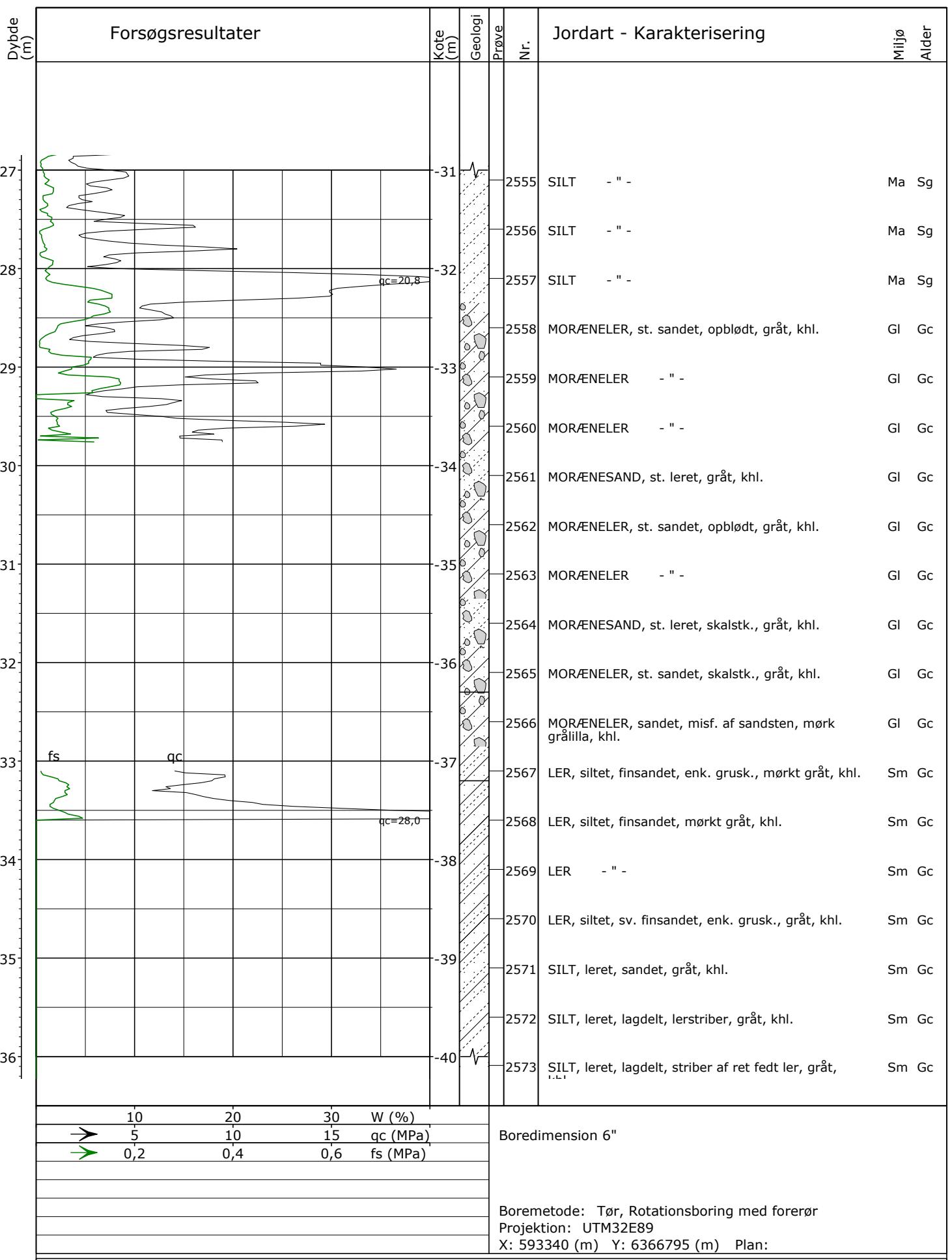
Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 20

S. 3/5



Sag: 26.1714.62

Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser

Boret af: VLJ/HN

Dato: 2018.08.29

Bedømt af: PTES

DGU Nr.:

Boring: B25

Udarb. af: SUDS

Kontrol: ARGUS

Godkendt: MAML

Dato: 2018.10.11

Bilag: 20

S. 4/5



Boreprofil

Dybde (m)	Forsøgsresultater				Kote (m)	Geologi	Jordart - Karakterisering		Miljø Alder
	Prøve	Nr.							
36					-40		2573	SILT, leret, lagdelt, striber af ret fedt ler, gråt, khl.	Sm Gc
37					-41				

10	20	30	W (%)
→ 5	10	15	qc (MPa)
→ 0,2	0,4	0,6	fs (MPa)

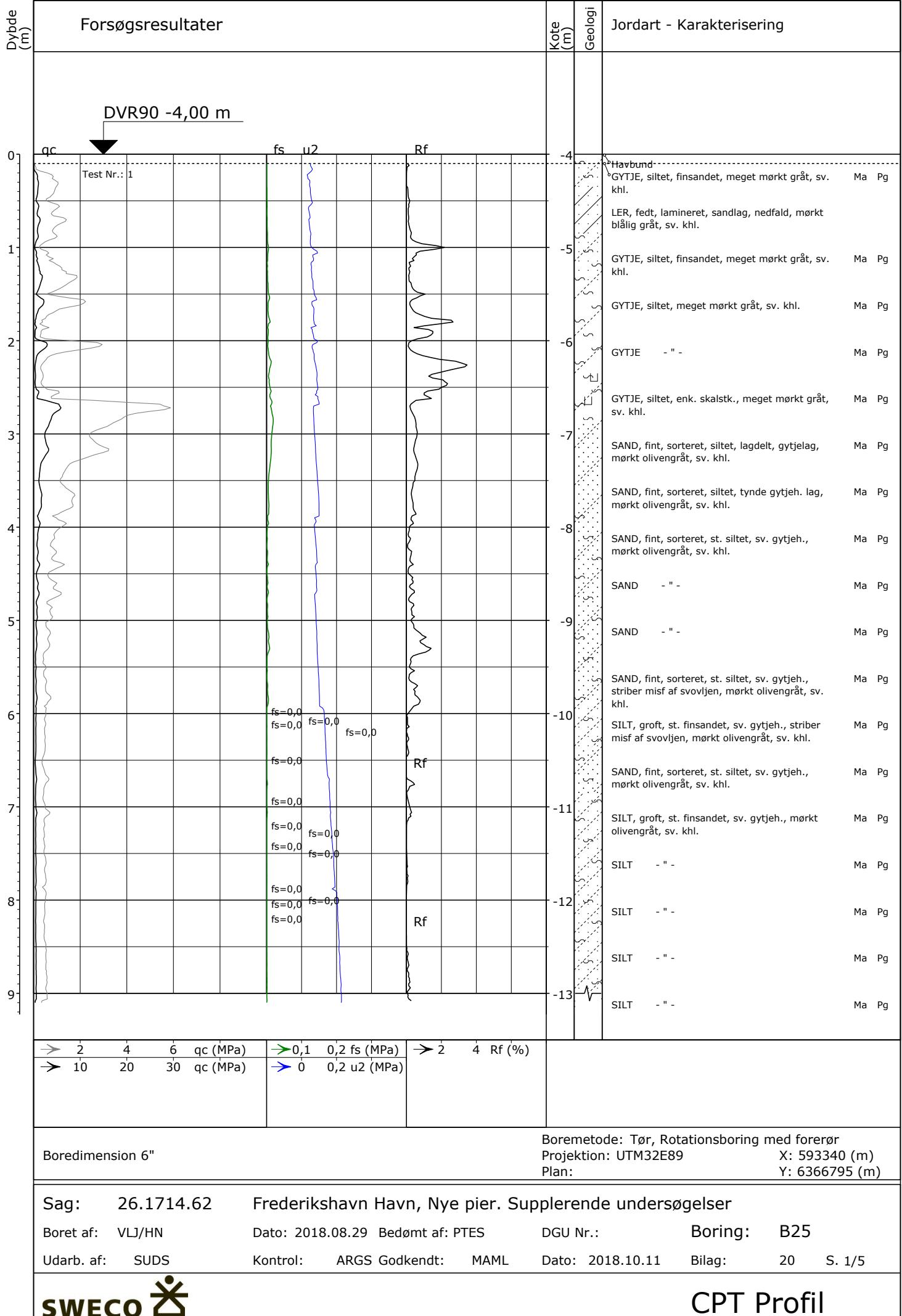
Boredimension 6"

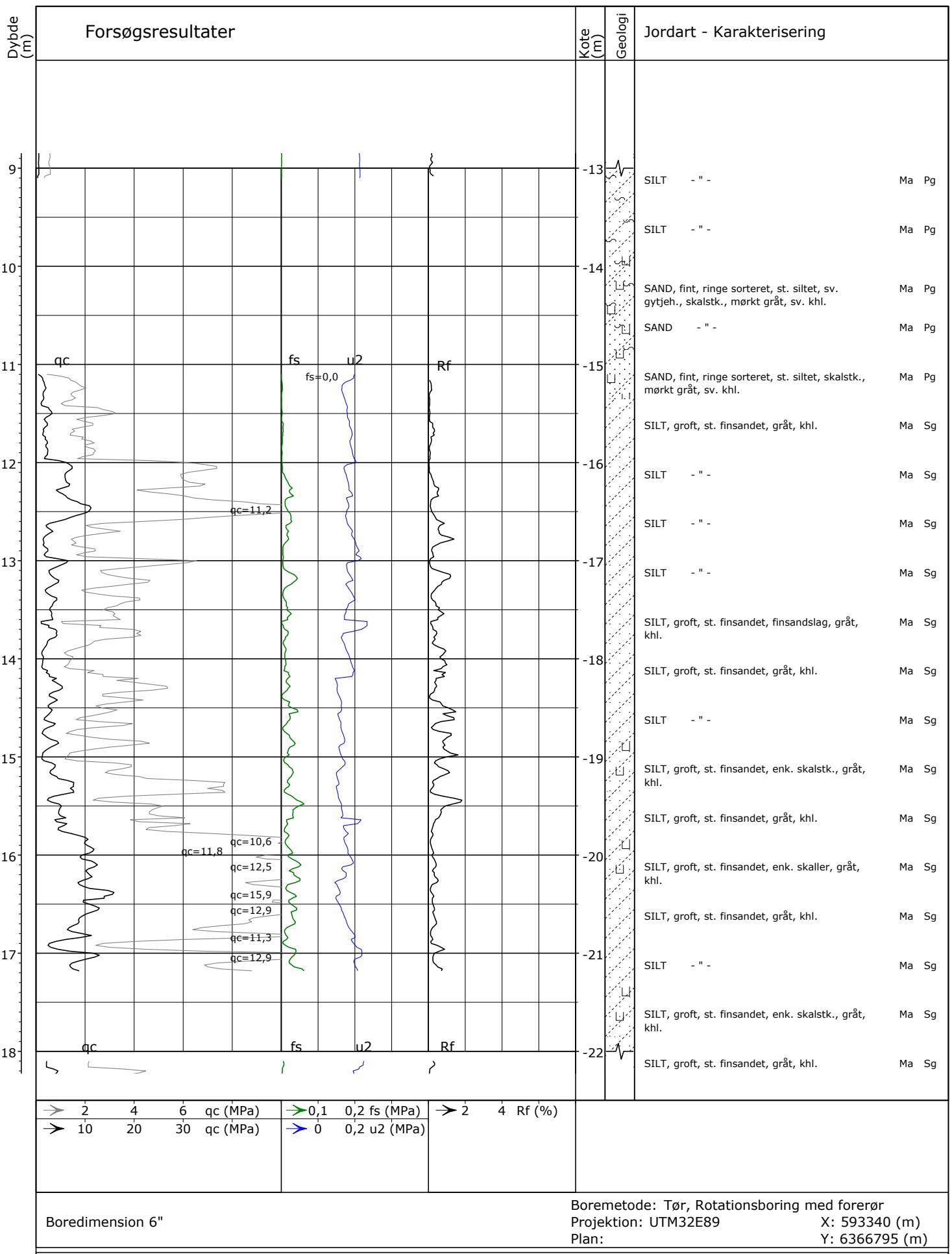
Boremetode: Tør, Rotationsboring med forerør  
Projektion: UTM32E89  
X: 593340 (m) Y: 6366795 (m) Plan:

Sag: 26.1714.62	Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser		
Boret af: VLJ/HN	Dato: 2018.08.29	Bedømt af: PTES	DGU Nr.: Boring: B25
Udarb. af: SUDS	Kontrol: ARGS	Godkendt: MAML	Dato: 2018.10.11 Bilag: 20 S. 5/5

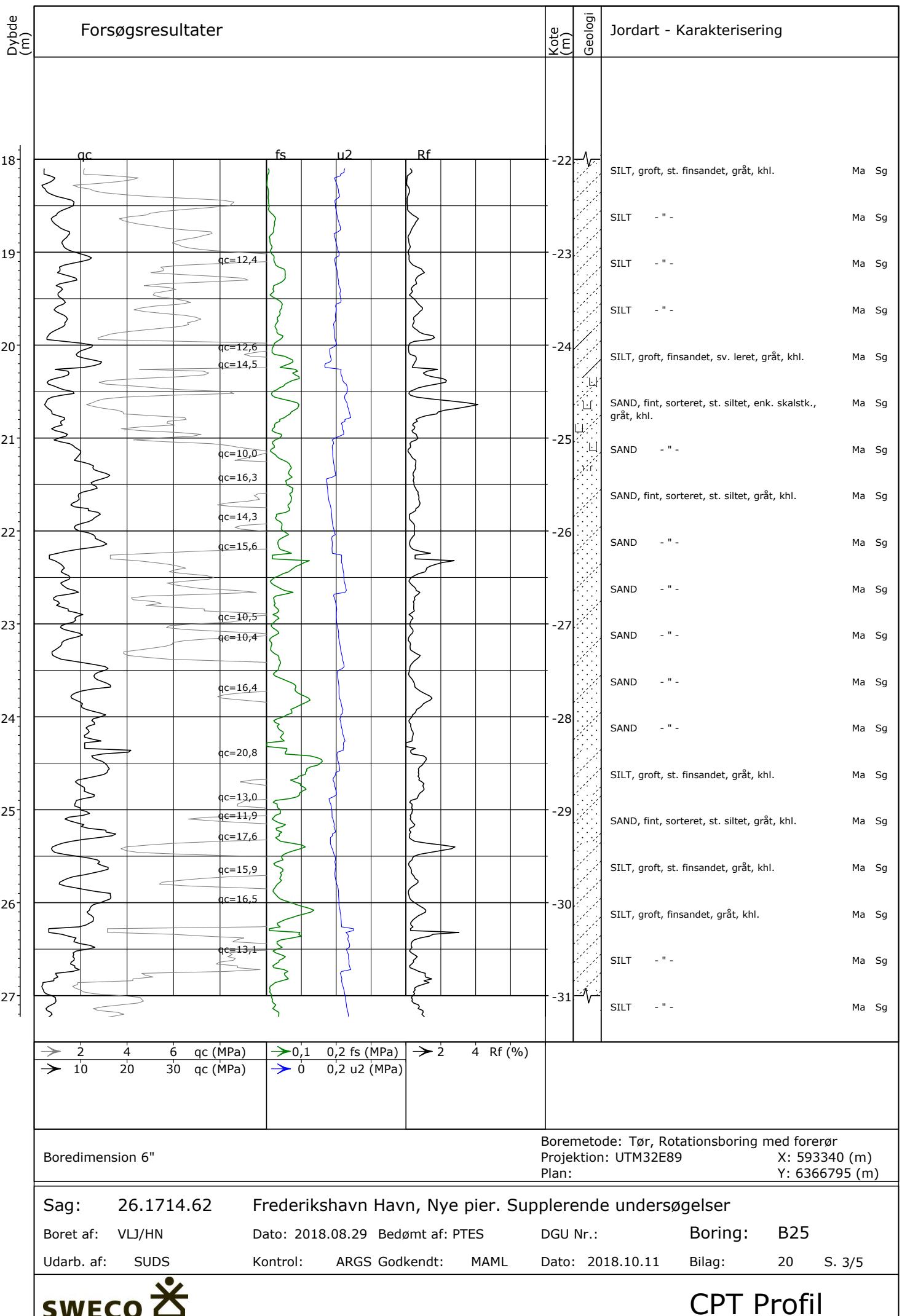


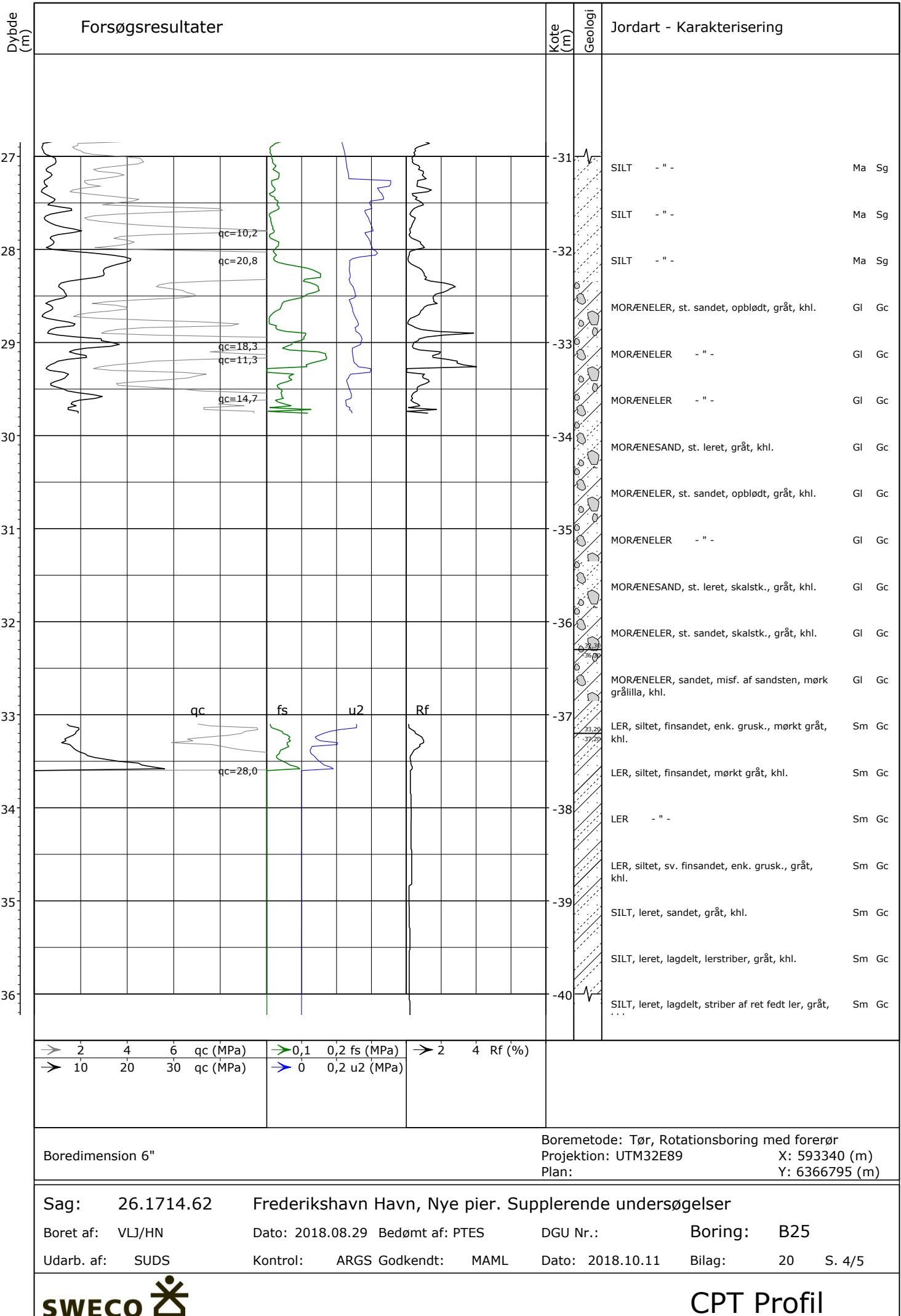
Boreprofil





Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser  
 Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.08.29 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B25  
 Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 20 S. 2/5





Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Jordart - Karakterisering
36		-40	A10 -40,10	SILT, leret, lagdelt, stribet af ret fedt ler, gråt, Sm Gc khl.
37	Terminated	-41		
→ 2 4 6 qc (MPa) → 0,1 0,2 fs (MPa) → 2 4 Rf (%)	→ 10 20 30 qc (MPa) → 0 0,2 u2 (MPa)			
Boredimension 6"				Boremetode: Tør, Rotationsboring med forerør Projektion: UTM32E89 Plan: X: 593340 (m) Y: 6366795 (m)
Sag: 26.1714.62 Frederikshavn Havn, Nye pier. Supplerende undersøgelser				
Boret af: VLJ/HN Dato: 2018.08.29 Bedømt af: PTES DGU Nr.: Boring: B25				
Udarb. af: SUDS Kontrol: ARGs Godkendt: MAML Dato: 2018.10.11 Bilag: 20 S. 5/5				
<b>SWECO</b>				<b>CPT Profil</b>

**Bilag 21**

Borings Nr.	Dybde Kote DVR90	Prøve nr.	Jordartsbeskrivelse	Glødetab (%)
B5	-14,3	510	Silt, Ma, Pg	10
B5	-16,3	514	Silt, Ma, Pg	6,6
B5	-22,5	527	Silt, Ma, Pg	2,3
B5	-28,3	538	Ler, Ma, Gc	3,6
B6	-14,2	609	Silt, Ma, Pg	3,6
B6	-15,6	612	Silt, Ma, Pg	4,9
B6	-20,2	621	Gytje, Ma, Pg	6,2
B6	-22,2	625	Sand, Ma, Pg/Sg	1,2
B6	-32,1	645	Ler, Ma, Gc	4,9
B7	-8,5	707	Silt, Ma, Pg	3,7
B7	-14,8	720	Silt, Ma, Pg	5,8
B7	-19,8	730	Silt, Ma, Pg	5,4
B7	-38,3	767	Ler, Ma, Gc	4,1
B8	-13,3	808-B	Silt, Ma, Pg	3,1
B8	-13,6	809	Silt, Ma, Pg	3,0
B8	-16,7	815	Silt, Ma, Pg	5,9
B8	-35,1	852	Ler, Ma, Gc	3,9
B9	-8,8	903	Silt, Ma, Pg	2,3
B9	-14,4	914	Silt, Ma, Pg	3,2
B9	-16,8	919	Ler, Ma, Pg	3,3
B9	-36,4	958	Ler, Ma, Gc	3,9
B10	-9,7	1008	Ler, Ma, Pg	2,5
B10	-10,6	1009-L	Silt, Ma, Pg	2,7
B10	-12,2	1013	Silt, Ma, Pg	2,6
B10	-15,6	1020	Silt, Ma, Pg	3,6
B11	-7,7	1104	Sand, Ma, Pg	0,7
B11	-10,5	1109-10	Sand/Silt, Ma, Pg	7,2
B11	-14,3	1117	Silt, Ma, Pg	3,8
B11	-17,2	1123	Silt, Ma, Pg	2,1
B11	-36,2	1161	Ler, Ma, Gc	4,5
B12	-10,2	1202-B	Silt, Ma, Pg	1,7
B12	-13,6	1209	Silt, Ma, Pg	3,9
B12	-14,6	1211	Silt, Ma, Pg	4,2
B12	-18,7	1219	Silt, Ma, Sg	1,8
B12	-36,7	1255	Ler, Ma, Gc	5,5
B13	-8,4	1301	Silt, Ma, Pg	1,3
B13	-9,7	1303	Silt, Ma, Pg	2,0
B13	-11,6	1308	Silt, Ma, Pg	2,4
B13	-15,7	1315	Ler, Ma, Pg	1,7
B13	-39,8	1364	Ler, Ma, Gc	3,2
B14	-10,6	1403	Silt, Ma, Pg	1,9

B14	-13,1	1408	Silt, Ma, Pg	2,0
B14	-38,6	1459	Ler, Ma, Gc	3,3
B22	-10,7	2213	Silt, Ma, Pg	2,0
B22	-15,9	2223	Silt, Ma, Pg/Sg	2,3
B22	-16,3	2224	Sand, Ma, Sg	2,5
B25	-13,3	2519	Silt, Ma, Pg	1,6
B25	-18,2	2529	Silt, Ma, Sg	2,5

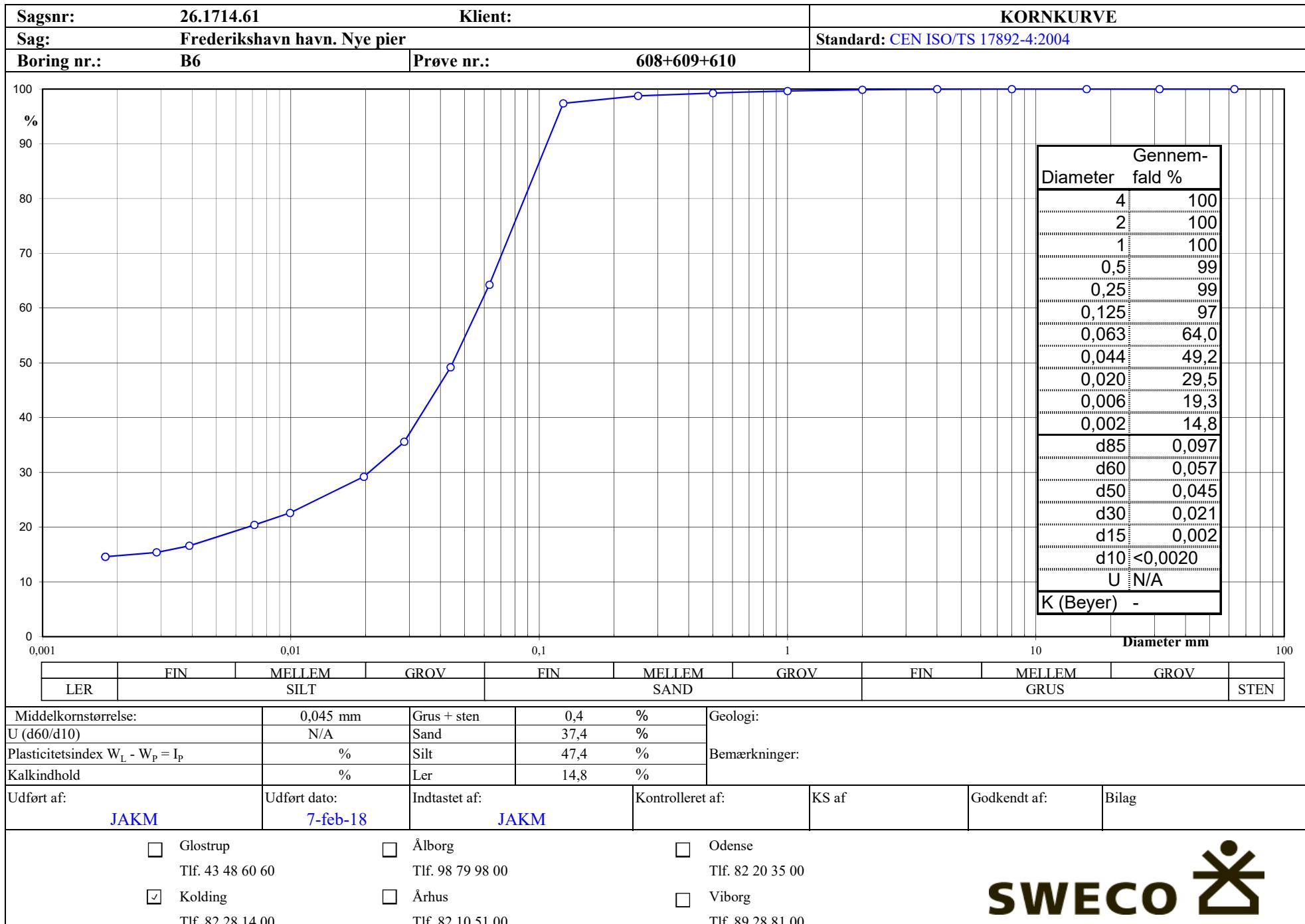
Tabel 1 Glødetab på udvalgte prøver

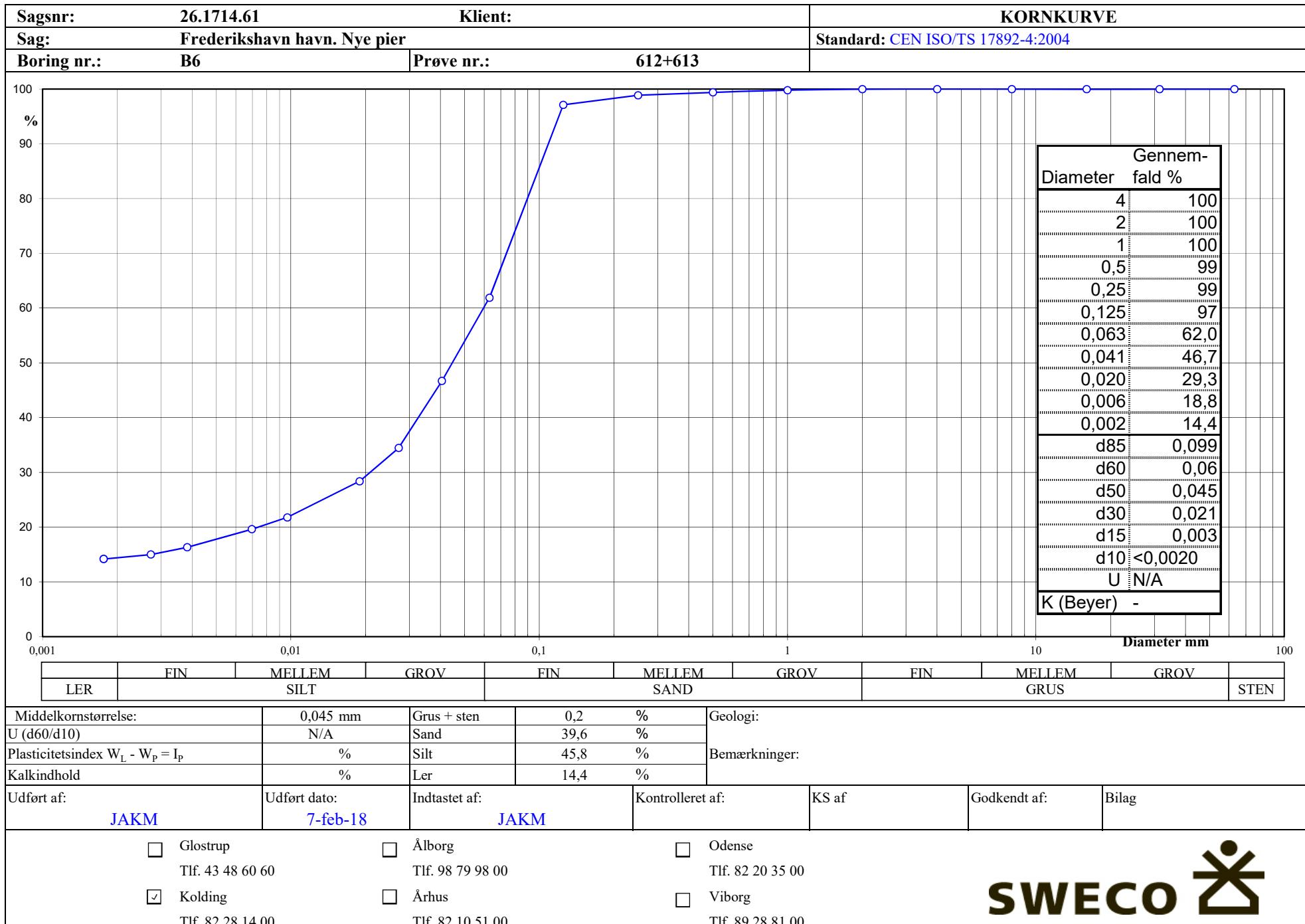
Borings Nr.	Dybde Kote DVR90	Prøve nr.	Jordartsbeskrivelse	Rumvægt kN/m <sup>3</sup>
B1	-9,3	1-1,8	Silt, Ma, Pg	18,1
B1	-11,5	1-3,8	Sand, Ma, Pg	17,8
B1	-13,4	1-5,8	Sand, Ma, Pg	17,6
B1	-15,4	1-7,8	Gytje, Ma, Pg	16,9
B1	-17,5	1-9,8	Silt, Ma, Pg	17,2
B1	-19,4	1-11,8	Sand, Ma, Pg	18,9
B1	-21,4	1-13,8	Silt, Ma, Sg	20,3
B2	-11,1	2-3,8	Gytje, Ma, Pg	18,0
B2	-13,2	2-5,8	Gytje, Ma, Pg	16,6
B2	-17,3	2-9,8	Gytje, Ma, Pg	19,1
B2	-21,2	2-13,8	Sand, Ma, Sg	19,9
B2	-23,2	2-15,8	Sand, Ma, Pg	19,5
B3	-27,1	3-22,8	Sand, Ma, Sg	18,4
B4	-9,2	4-3,8	Gytje, Ma, Pg	18,5
B4	-15,0	4-9,8	Sand, Ma, Pg	19,8
B4	-17,1	4-11,8	Sand, Ma, Pg	19,8
B4	-19,1	4-13,8	Sand, Ma, Pg	20,0
B4	-21,1	4-15,8	Sand, Ma, Sg	20,8
B6	-13,3	607-B	Gytje, Ma, Pg	18,0
B6	-15,3	611-B	Silt, Ma, Pg	17,3
B6	-19,2	618-B	Gytje, Ma, Pg	17,4
B6	-21,1	623-B	Sand, Ma, Pg/Sg	19,7
B6	-23,2	627-B	Silt, Ma, Sg	20,5
B6	-29,2	639-B	Silt, Ma, Sg	20,2
B8	-13,3	808-B	Silt, Ma, Pg	18,0
B8	-15,3	812-B	Silt, Ma, Pg	17,0
B8	-17,3	816-B	Silt, Ma, Pg	17,7
B8	-24,3	830-B	Silt, Ma, Sg	20,2
B8	-26,3	834-B	Sand, Ma, Sg	21,7
B8	-28,2	838-B	Sand, Ma, Sg	19,7
B8	-30,3	842-B	Silt, Ma, Sg	20,2

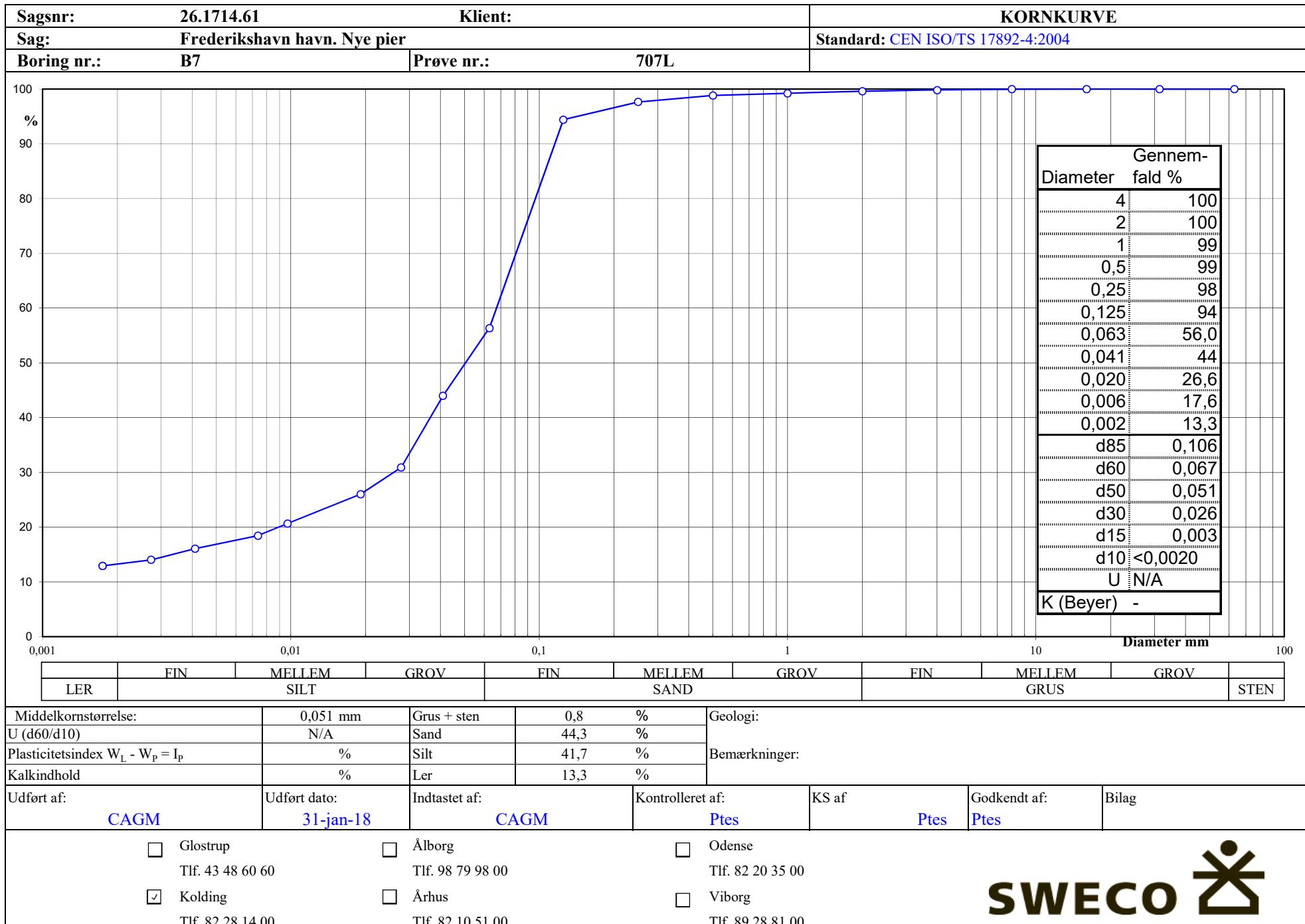
Borings Nr.	Dybde Kote DVR90	Prøve nr.	Jordartsbeskrivelse	Rumvægt kN/m <sup>3</sup>
B8	-32,2	846-B	Silt, Ma, Sg	20,5
B10	-10,3	1009-B	Sand, Ma, Pg	19,1
B10	-13,3	1015-B	Gytje, Ma, Pg	17,5
B10	-15,2	1019-B	Silt, Ma, Pg	17,6
B10	-21,3	1031-B	Sand, Ma, Sg	20,9
B10	-23,2	1035-B	Sand, Ma, Sg	20,4
B10	-25,2	1039-B	Sand, Ma, Sg	20,3
B10	-27,3	1043-B	Silt, Ma, Sg	20,7
B11	-7,7	1104-B	Sand, Ma, Pg	18,9
B11	-10,8	1110-B	Silt, Ma, Pg	18,0
B11	-12,7	1114-B	Gytje, Ma, Pg	17,6
B11	-14,8	1118-B	Gytje, Ma, Pg	18,1
B11	-16,8	1122-B	Silt, Ma, Pg	19,1
B11	-20,8	1130-B	Silt, Ma, Sg	20,1
B11	-23,0	1134-B	Sand, Ma, Sg	20,5
B11	-28,7	1146-B	Sand, Ma, Sg	19,2
B11	-32,7	1154-B	Silt, Ma, Sg	20,8
B11	-36,7	1162-B	Ler, Ma, Gc	19,2
B12	-10,3	1202-B	Silt, Ma, Pg	18,5
B12	-12,2	1206-B	Silt, Ma, Pg	17,7
B12	-16,3	1214-B	Silt, Ma, Pg	18,6
B12	-18,3	1218-B	Sand, Ma, Pg	20,3
B12	-20,2	1222-B	Silt, Ma, Sg	20,3
B12	-22,2	1226-B	Sand, Ma, Sg	21,1
B12	-26,3	1235-B	Silt, Ma, Sg	20,4
B12	-28,3	1239-B	Silt, Ma, Sg	20,5
B12	-30,2	1243-B	Sand, Ma, Sg	19,9

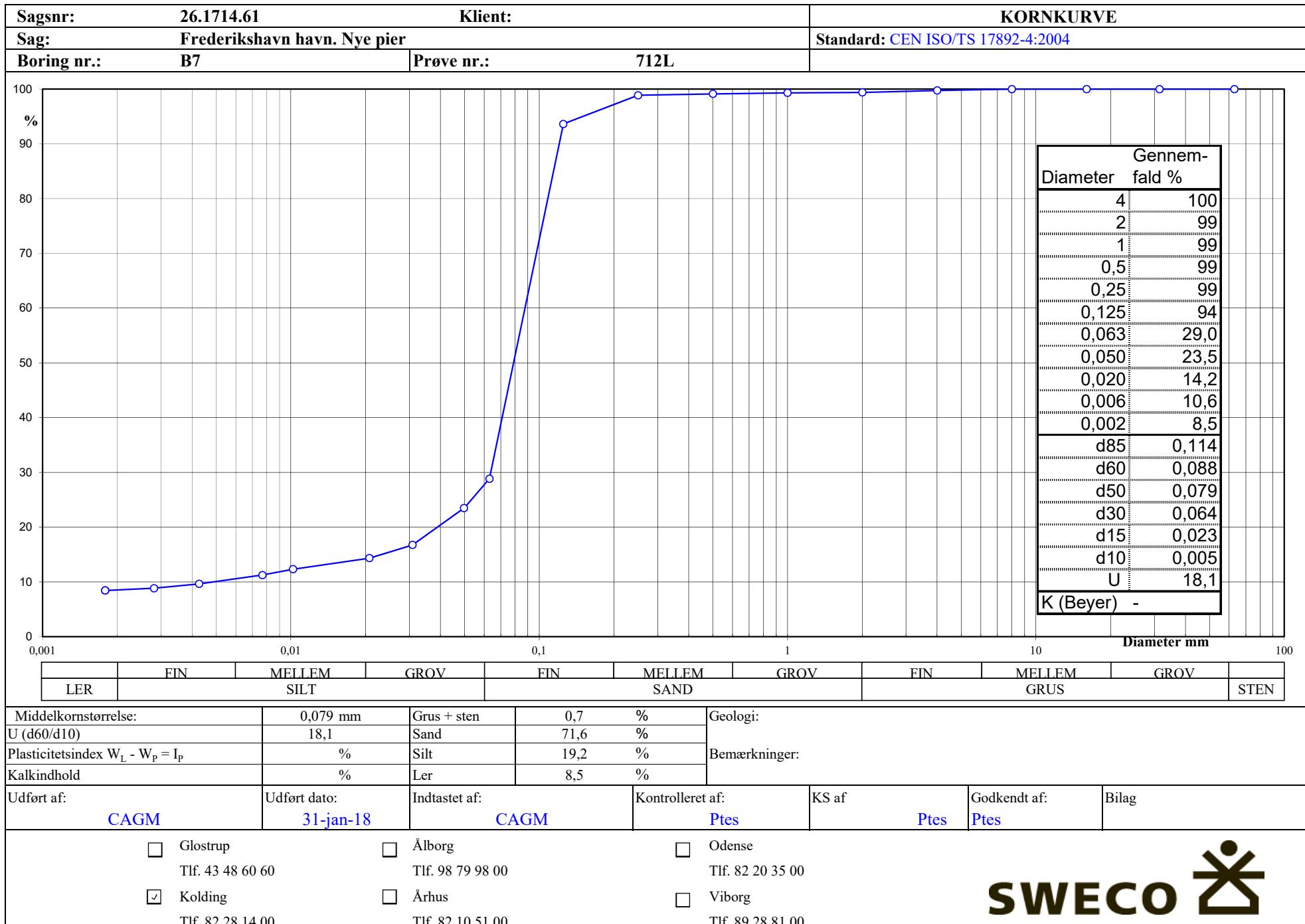
Tabel 2 Rumvægt på udvalgte prøver

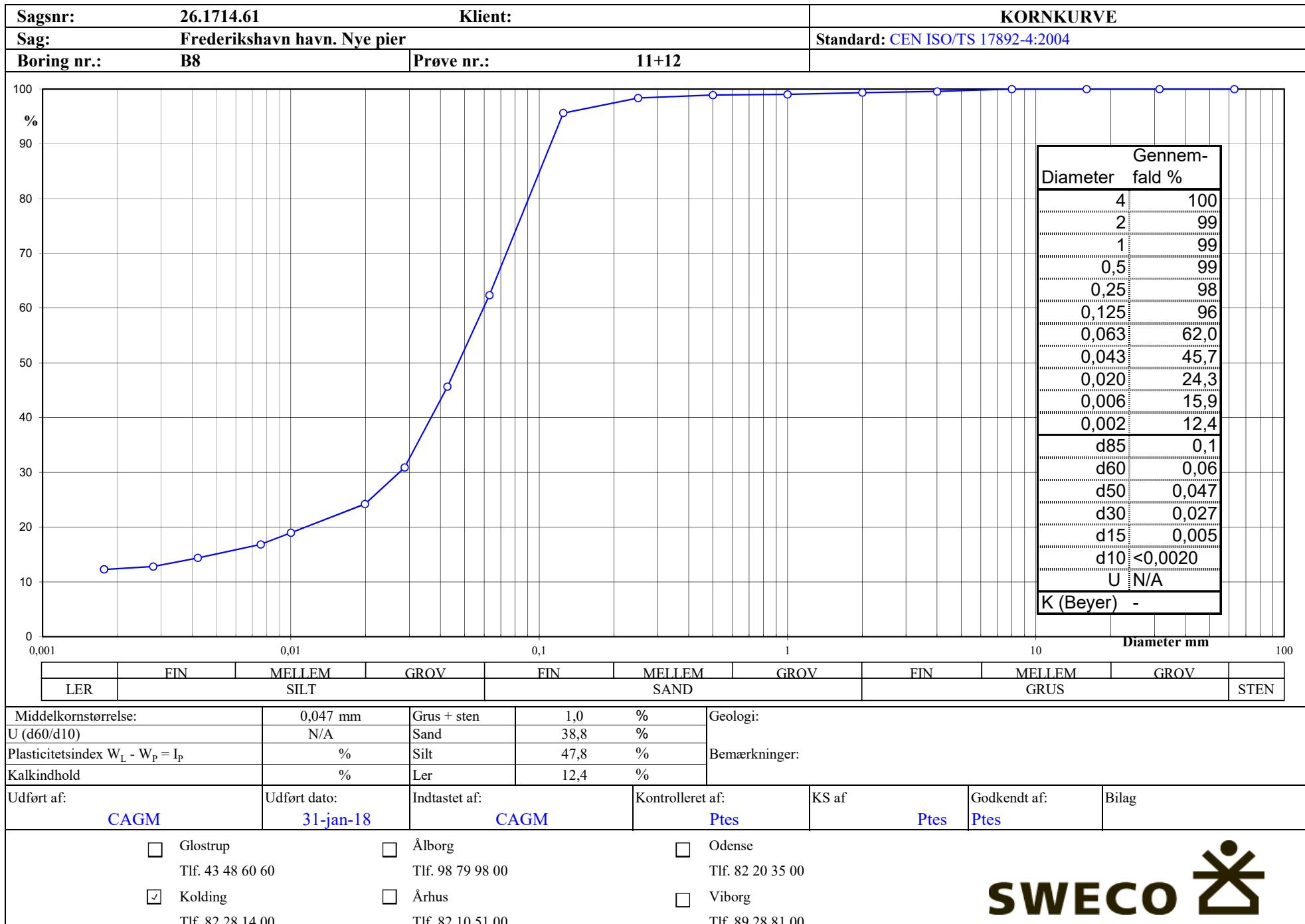
**Bilag 22**

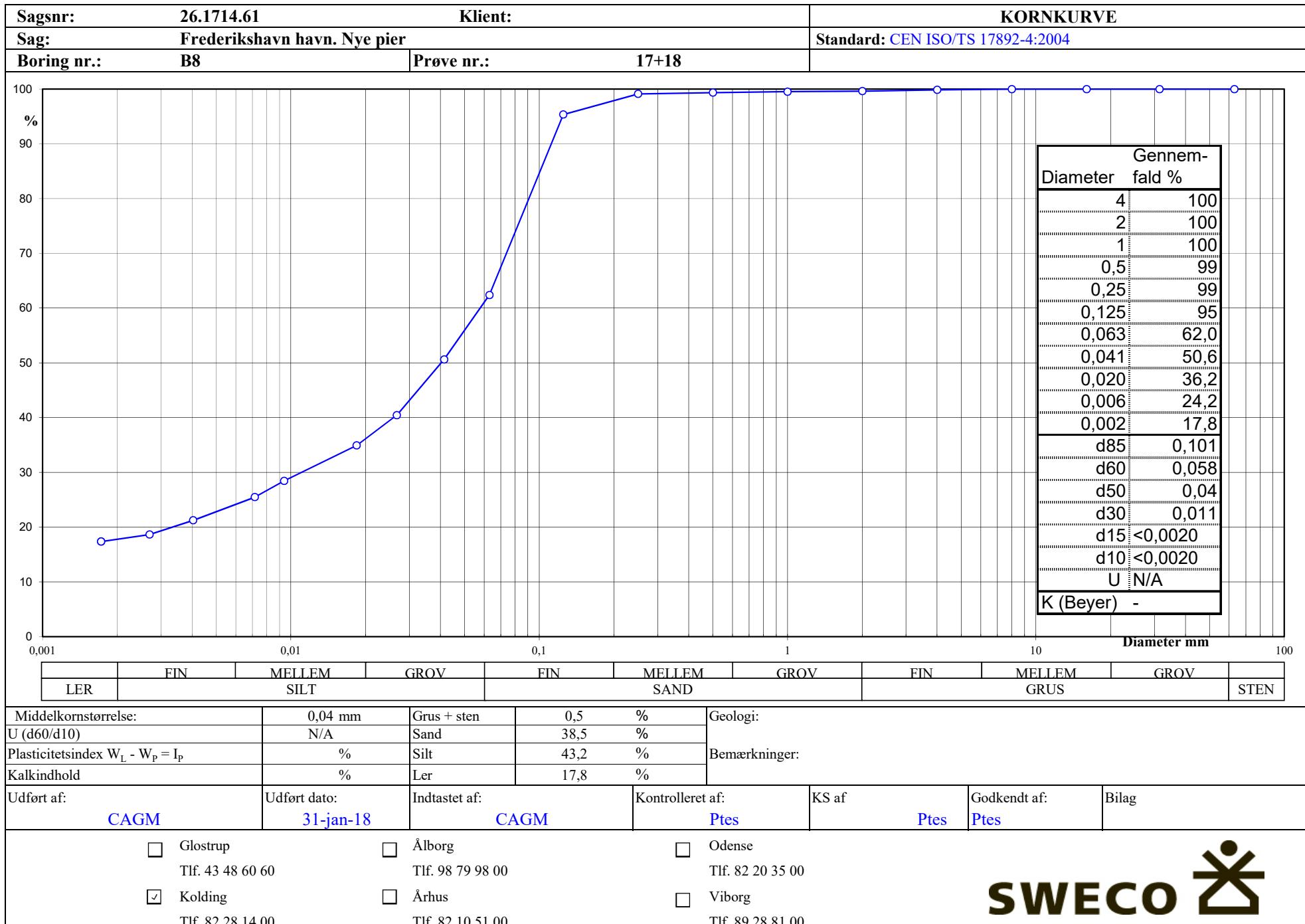


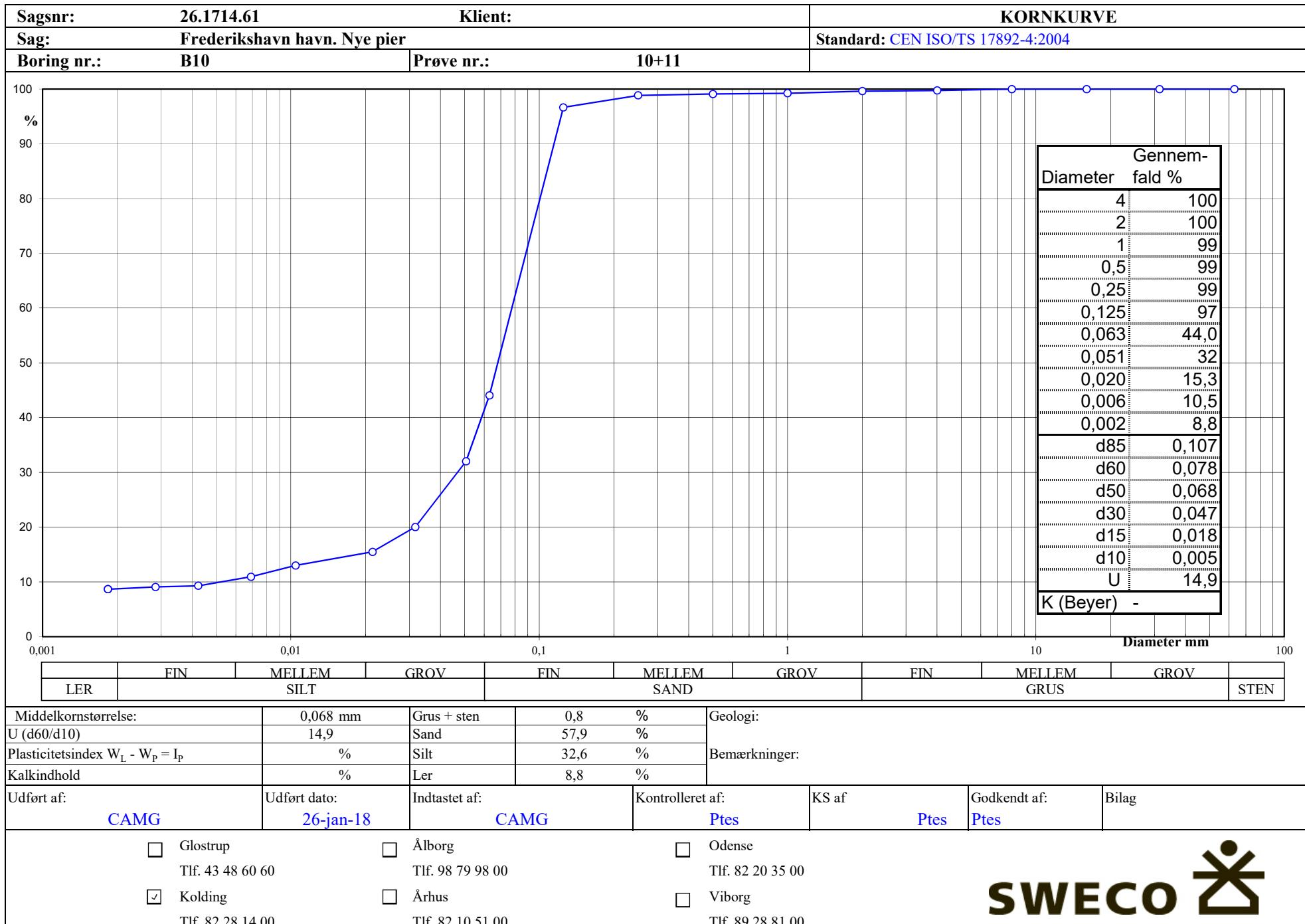




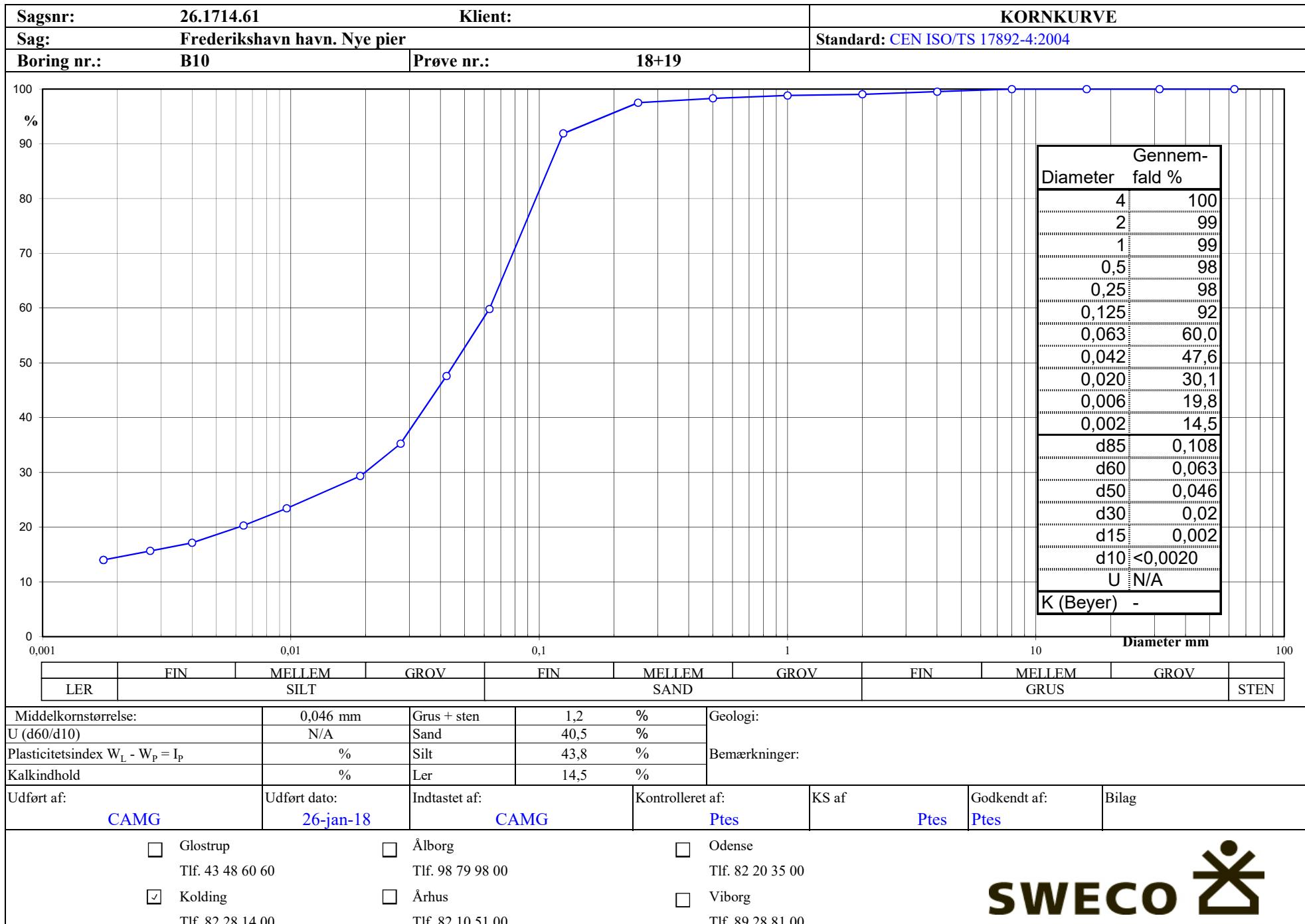


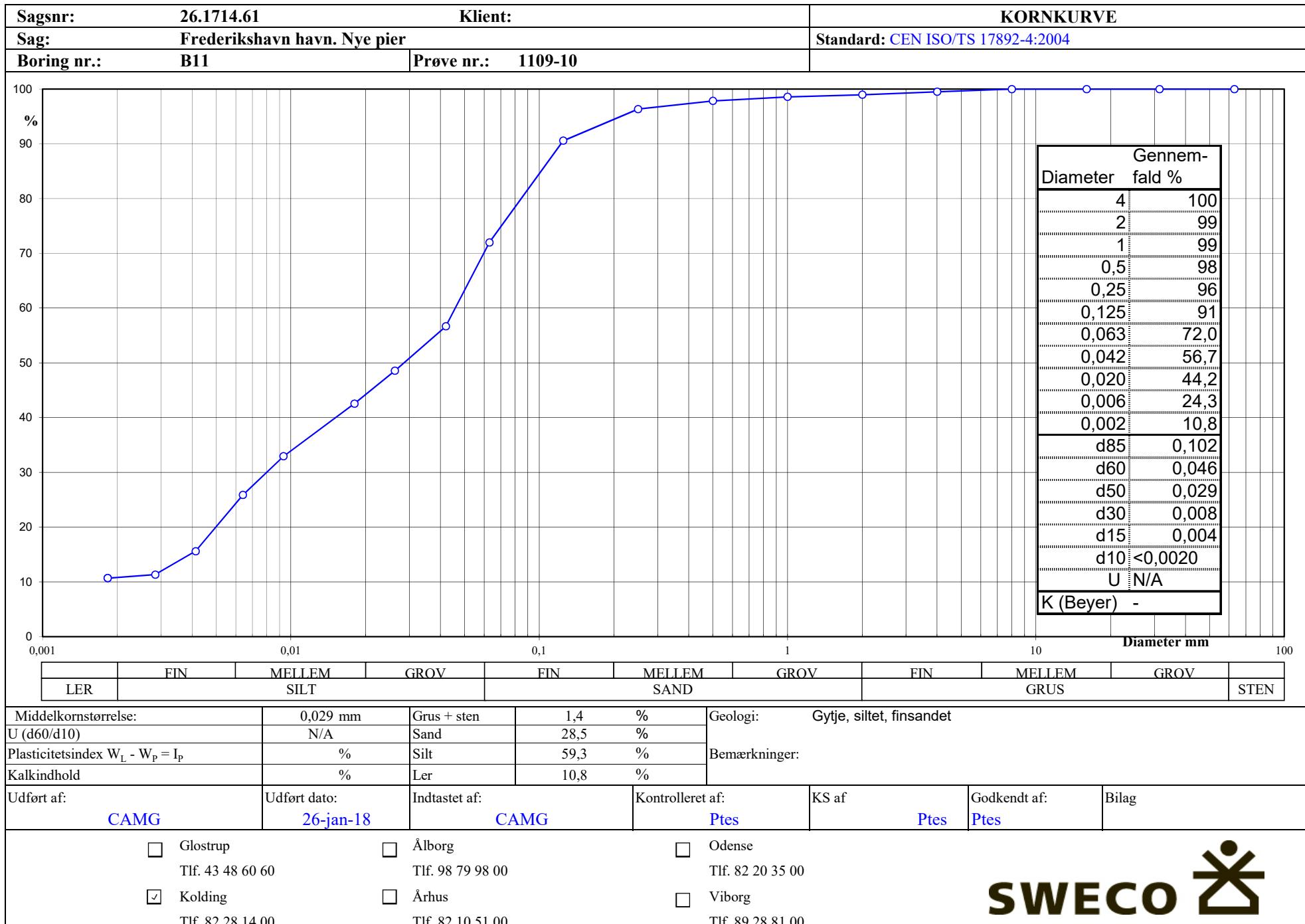


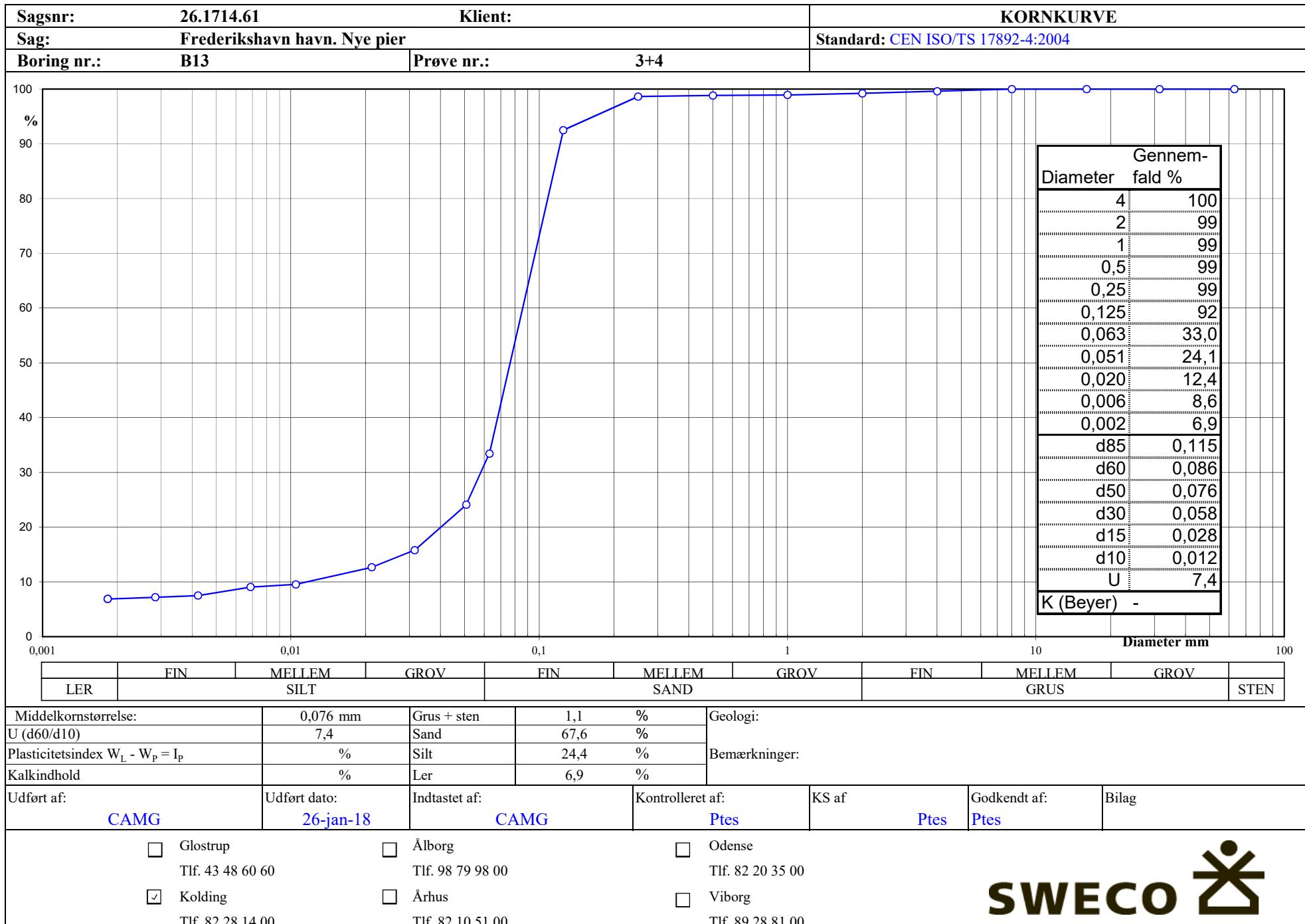


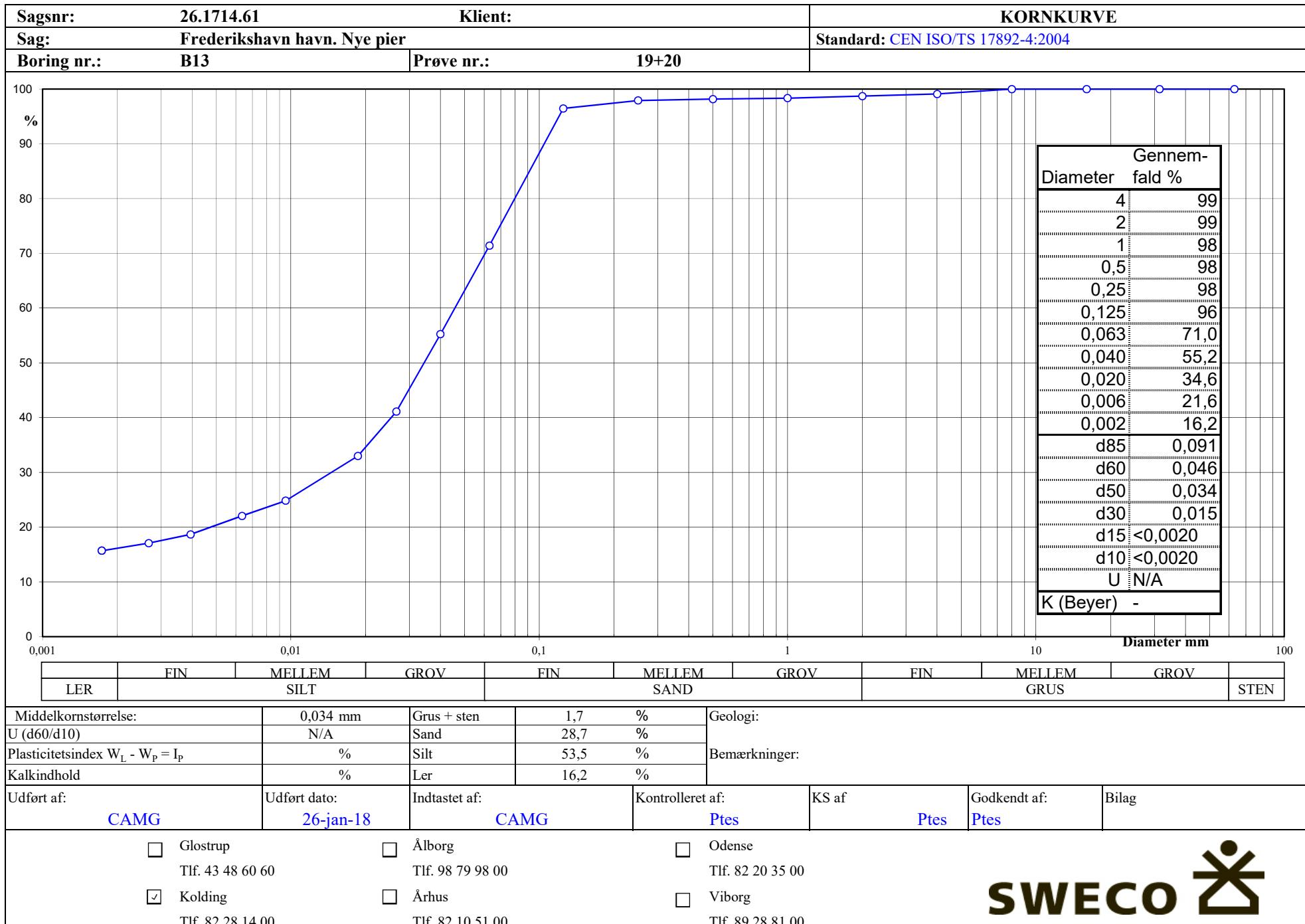


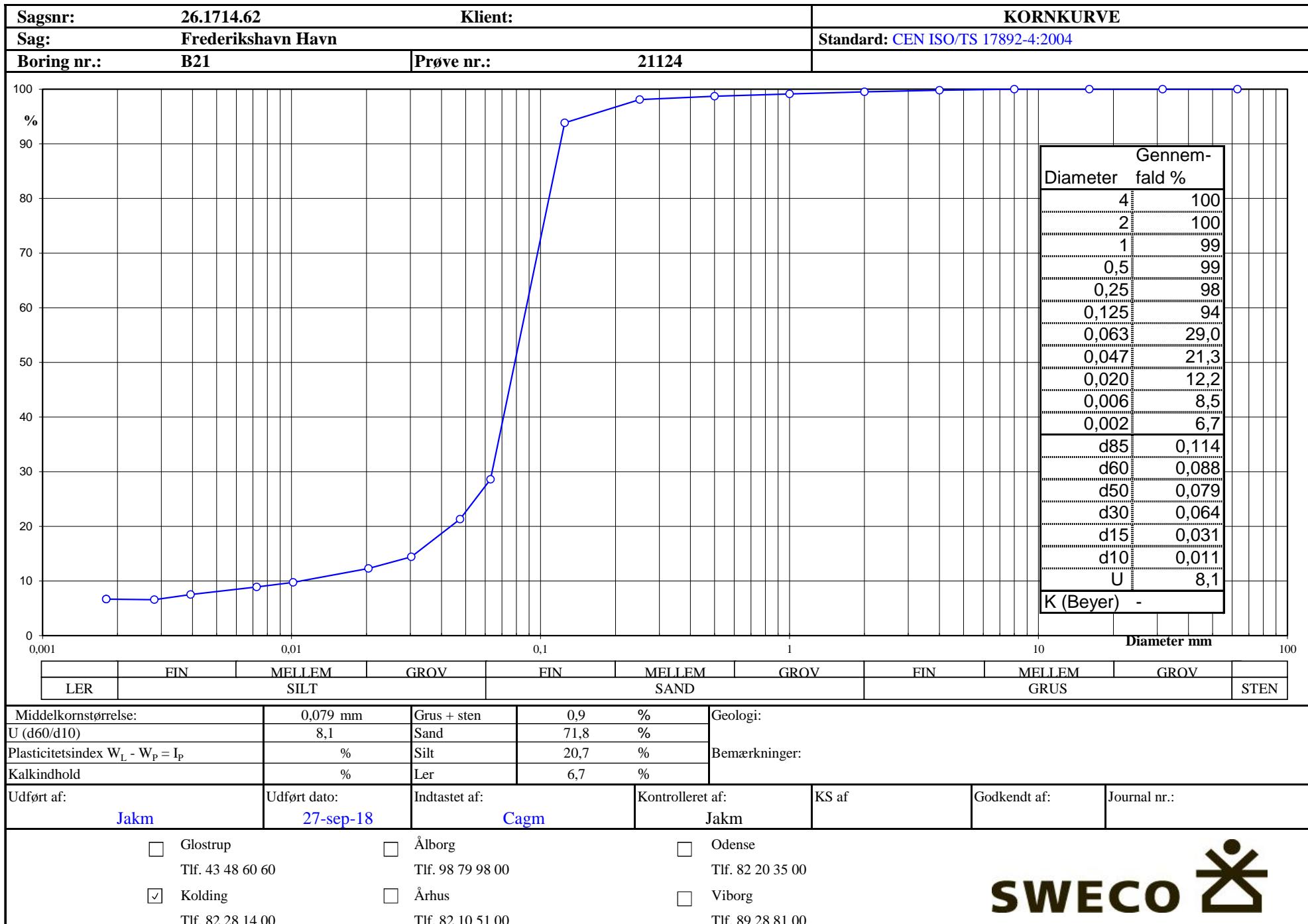
**SWECO**

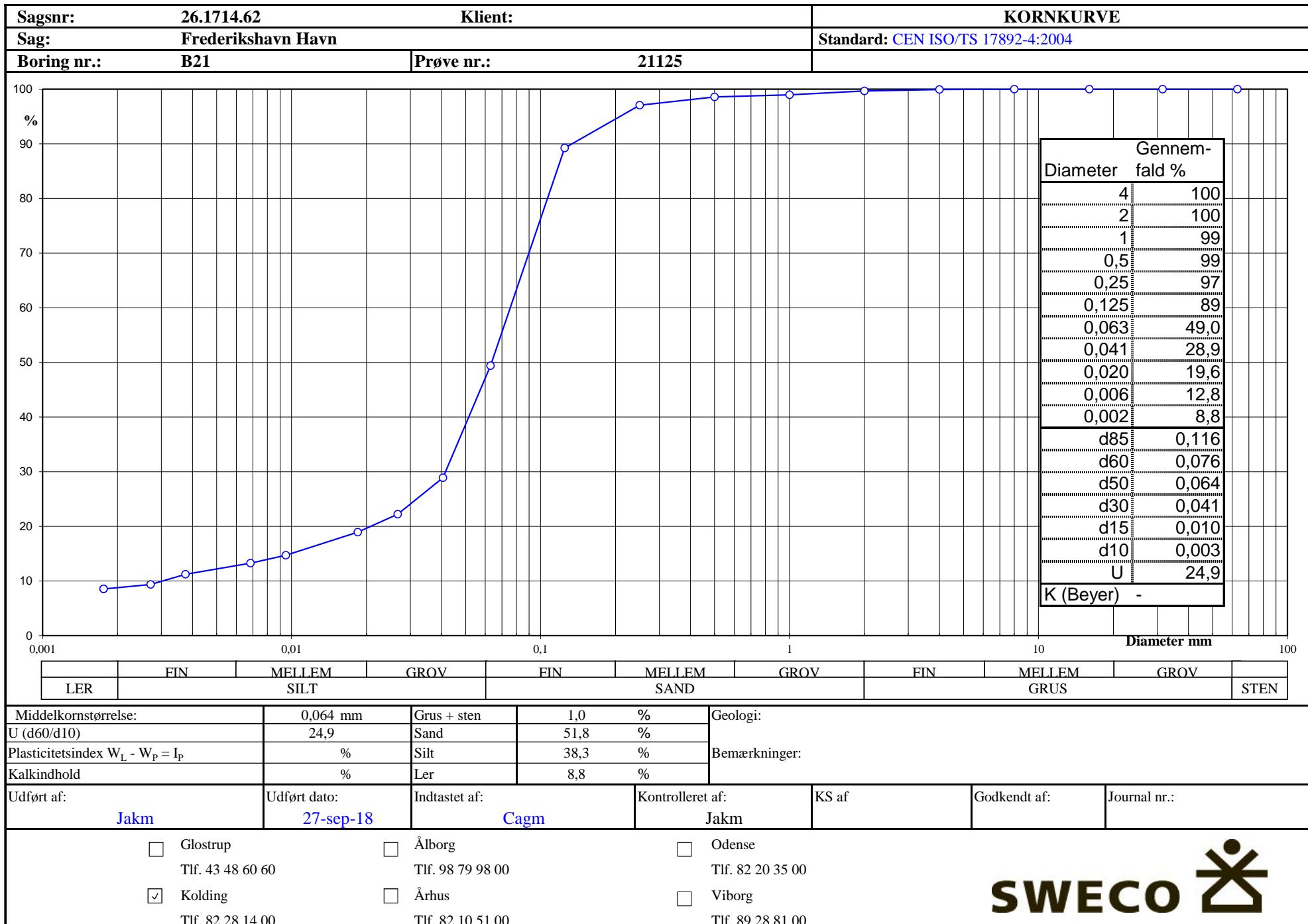


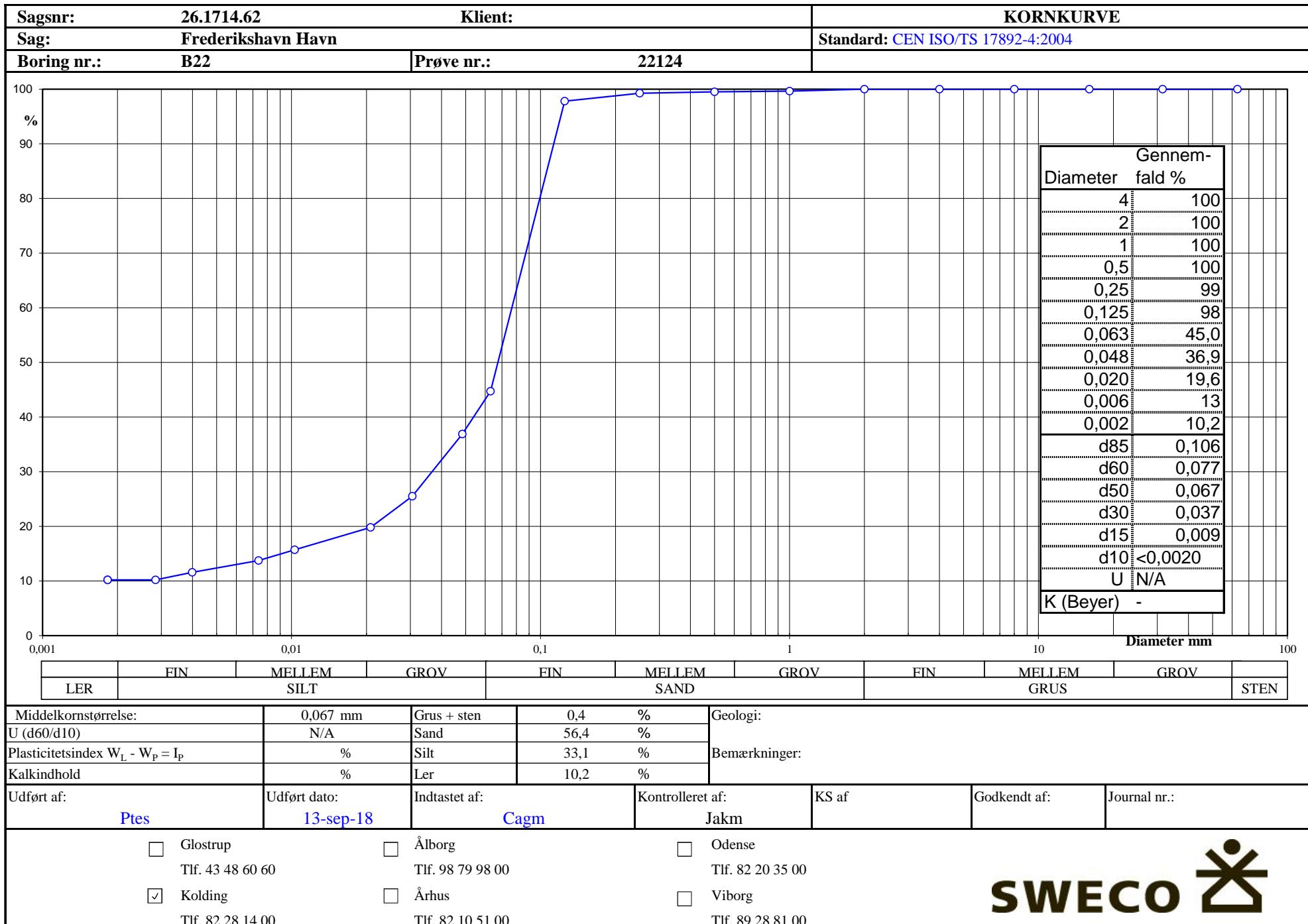


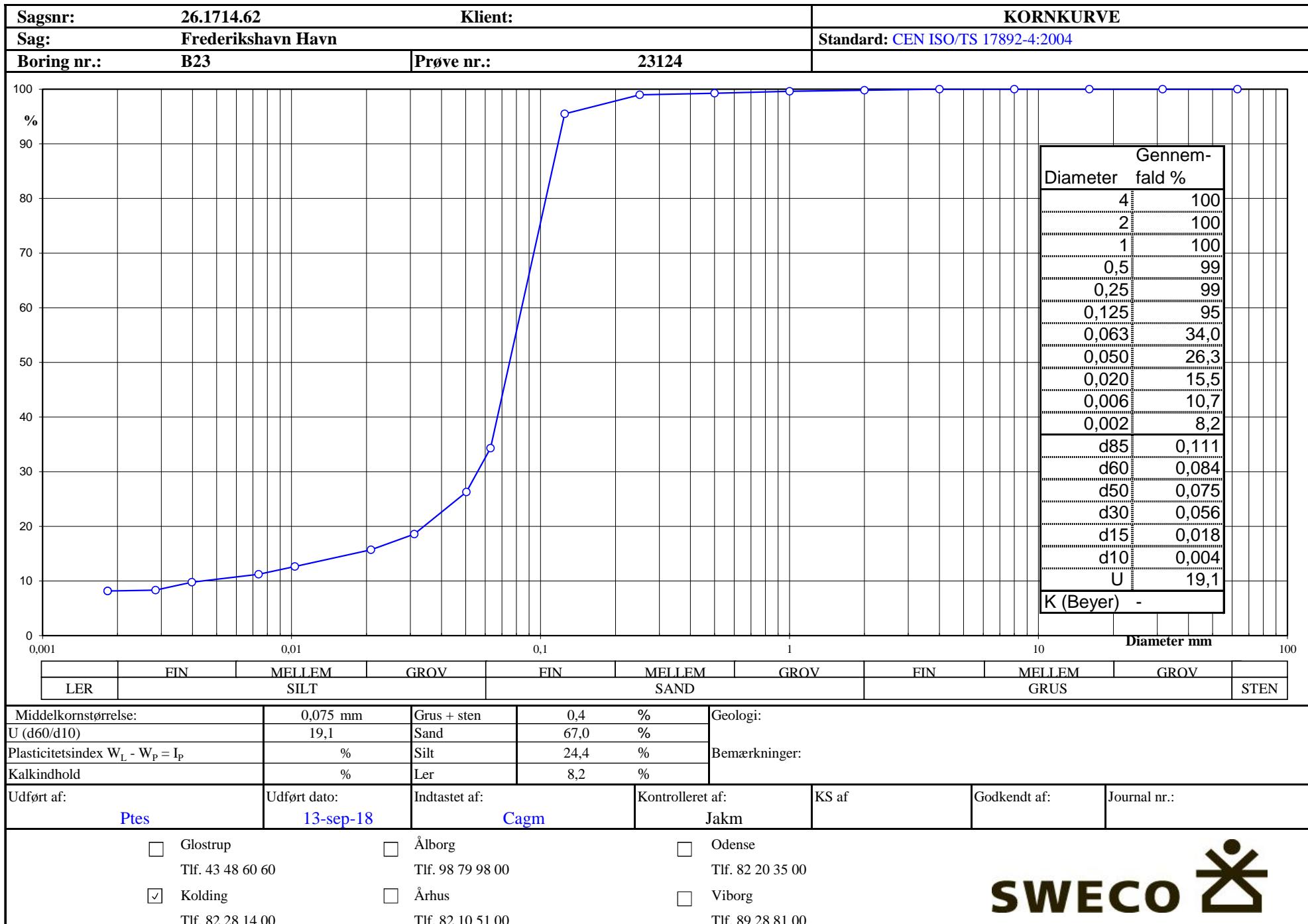


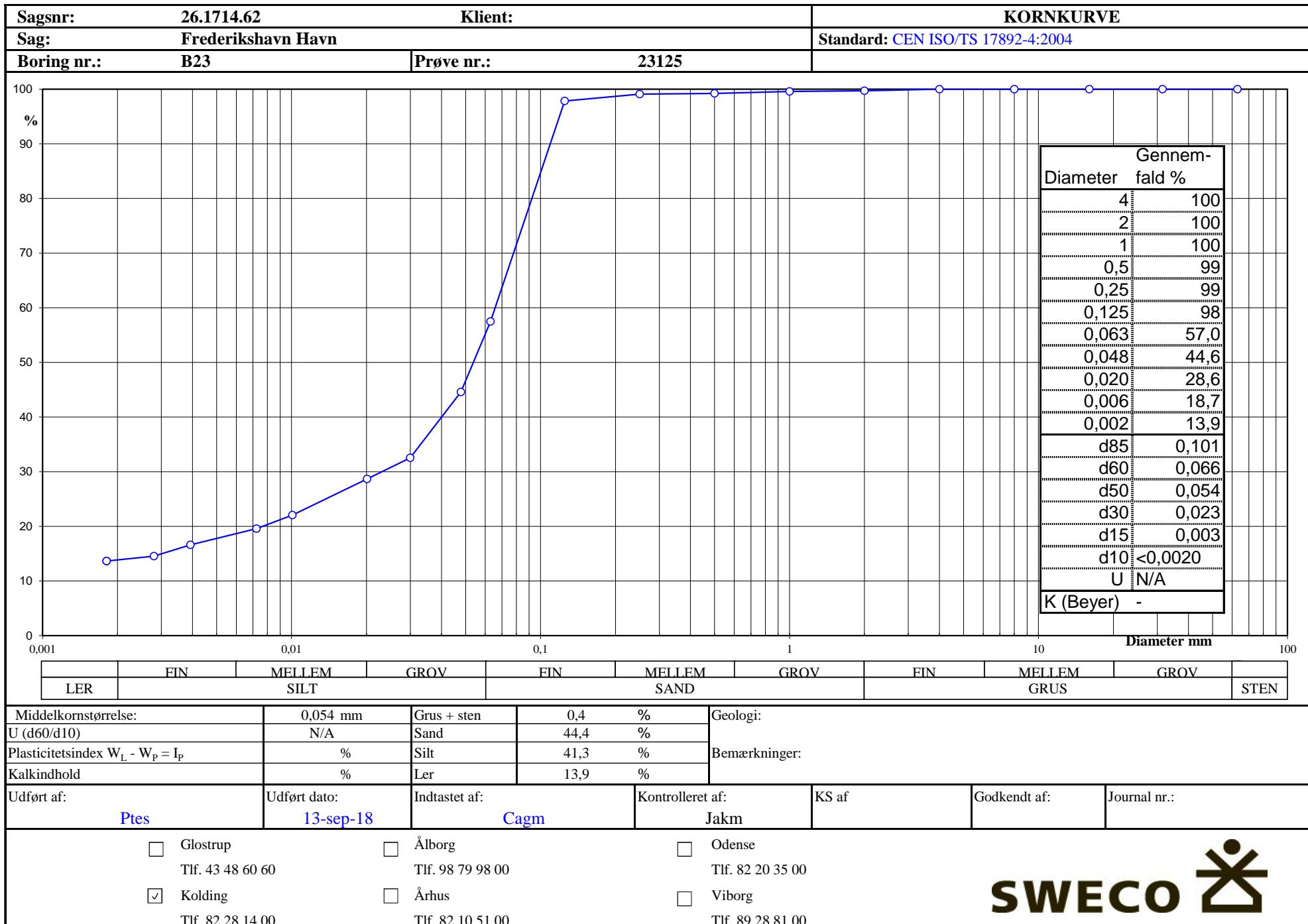


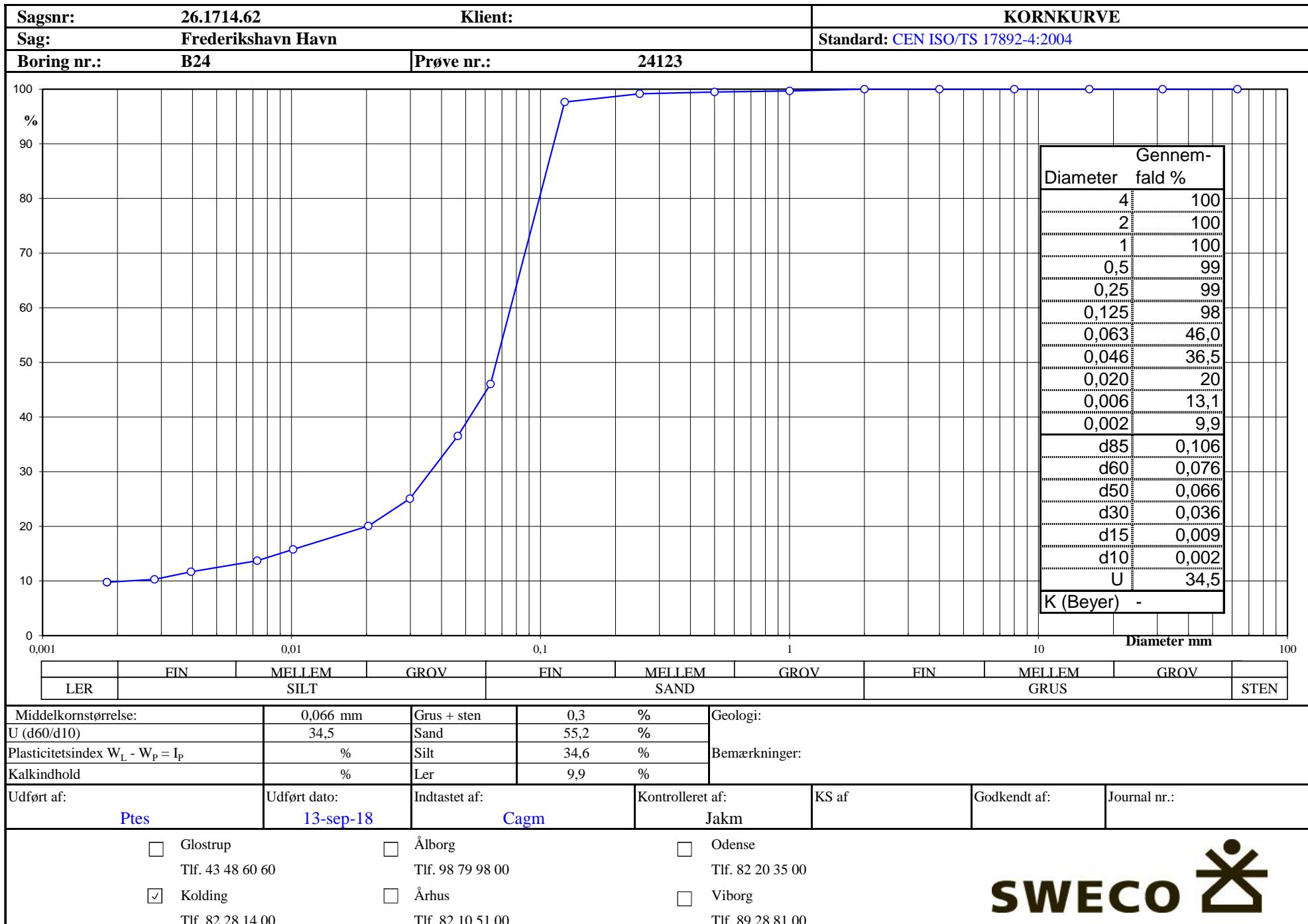


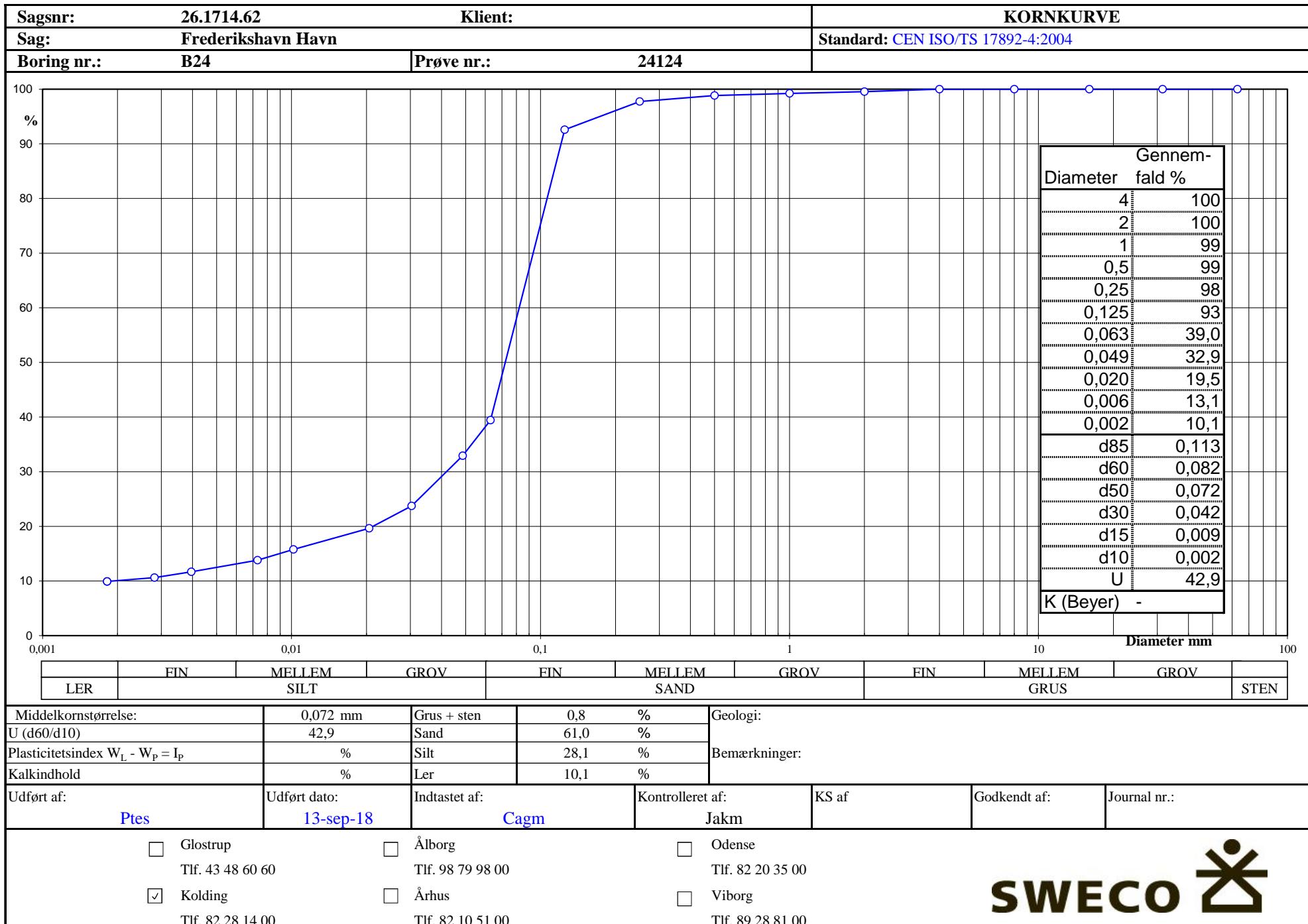


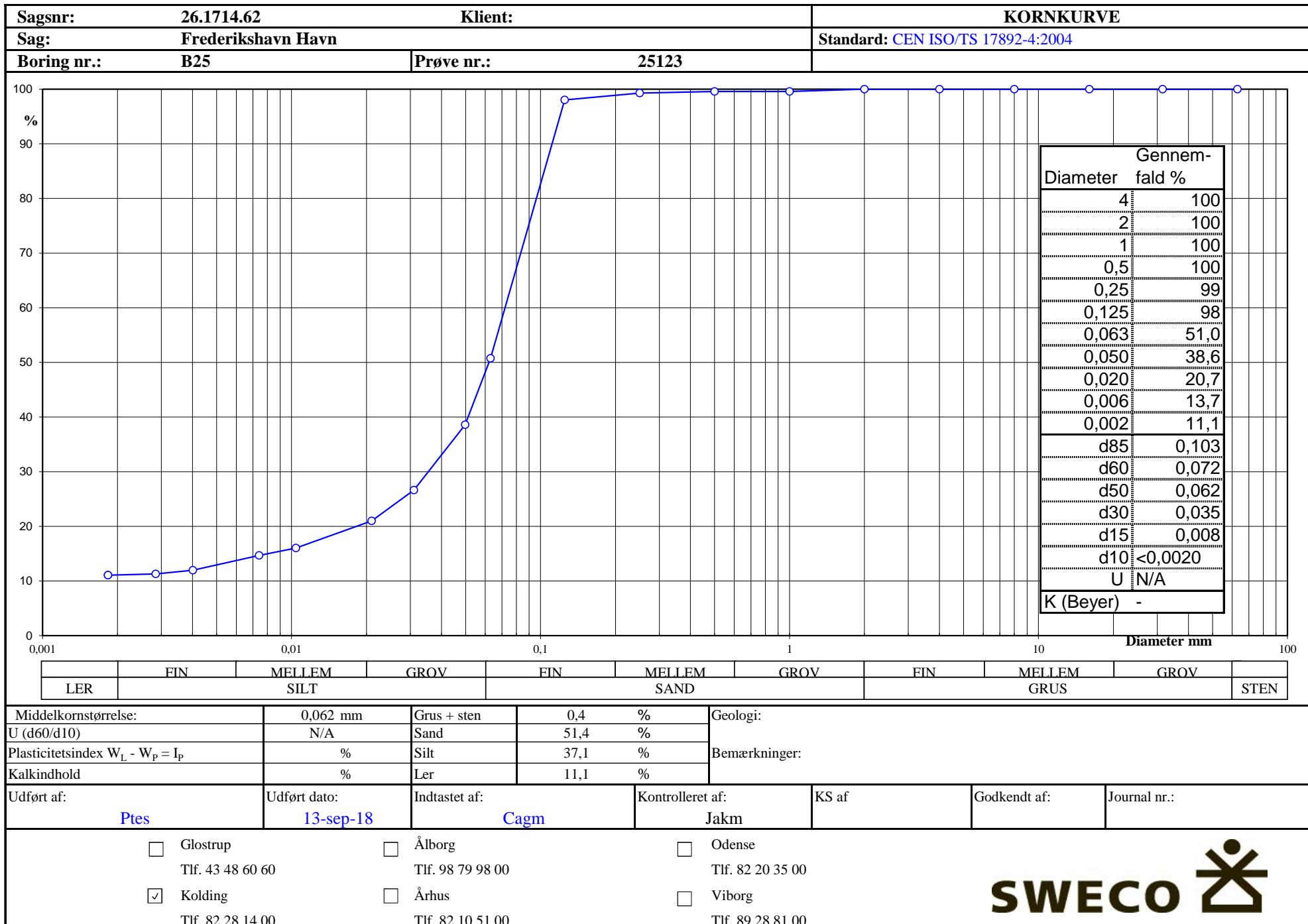


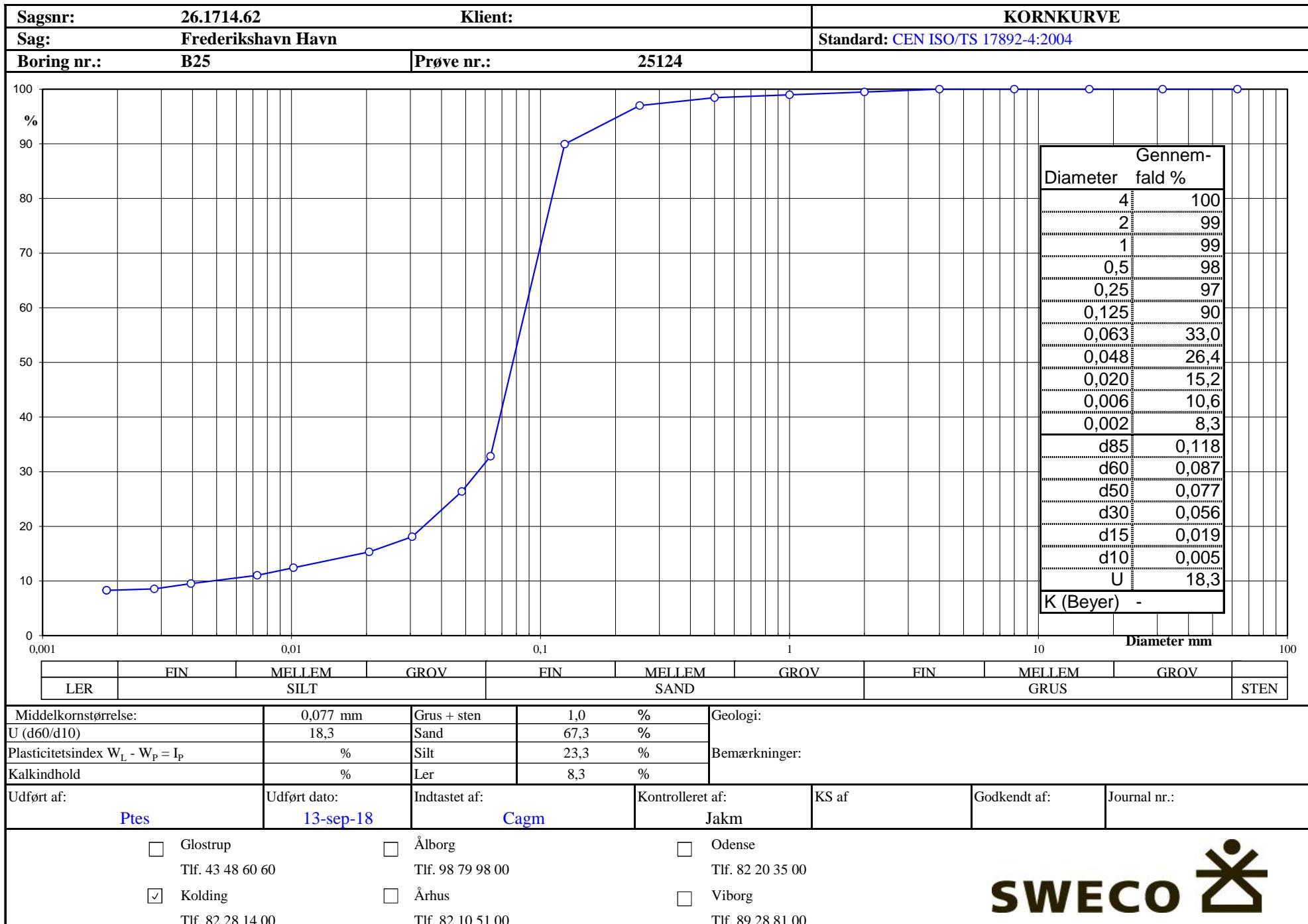


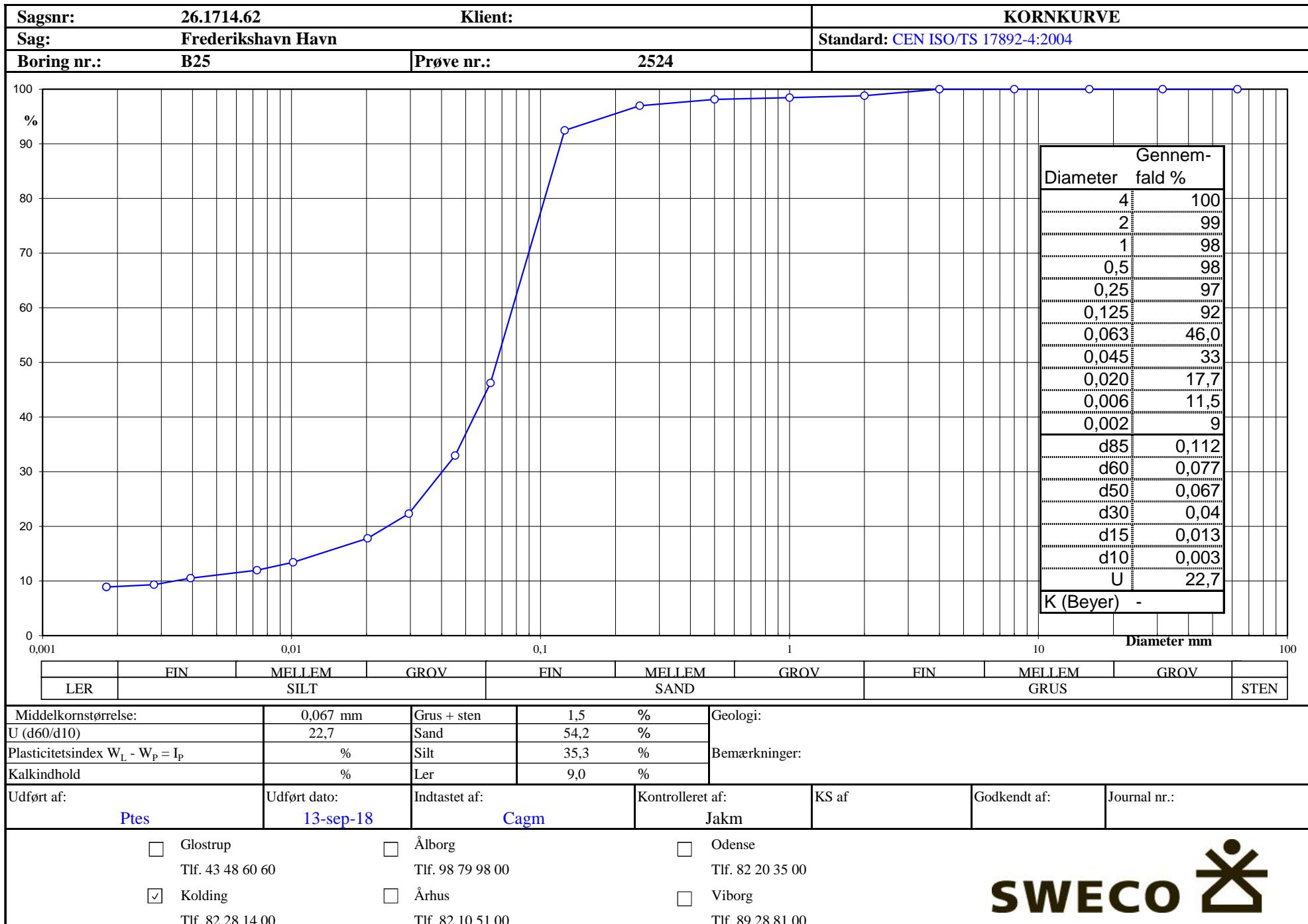












## **Bilag 23**

# CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4541

Probe No 4541  
 Date of Calibration 2017-01-20  
 Calibrated by Joakim Tingström.....  
 Run No 348  
 Test Class: ISO 1

Point Resistance	Tip Area 10cm <sup>2</sup>	
Maximum Load	100	MPa
Range	100	MPa
Scaling Factor	<b>859</b>	
Resolution	0,8882	kPa
Area factor (a)	0,854	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 19,528 kPa  
 Temperature range 0 –40 deg. Celsius.

Local Friction	Sleeve Area 150cm <sup>2</sup>	
Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	<b>2245</b>	
Resolution	0,017	kPa
Area factor (b)	0	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,56 kPa  
 Temperature range 0 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure		
Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	<b>3947</b>	
Resolution	0,0193	kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,873 kPa  
 Temperature range 0 –40 deg. Celsius.

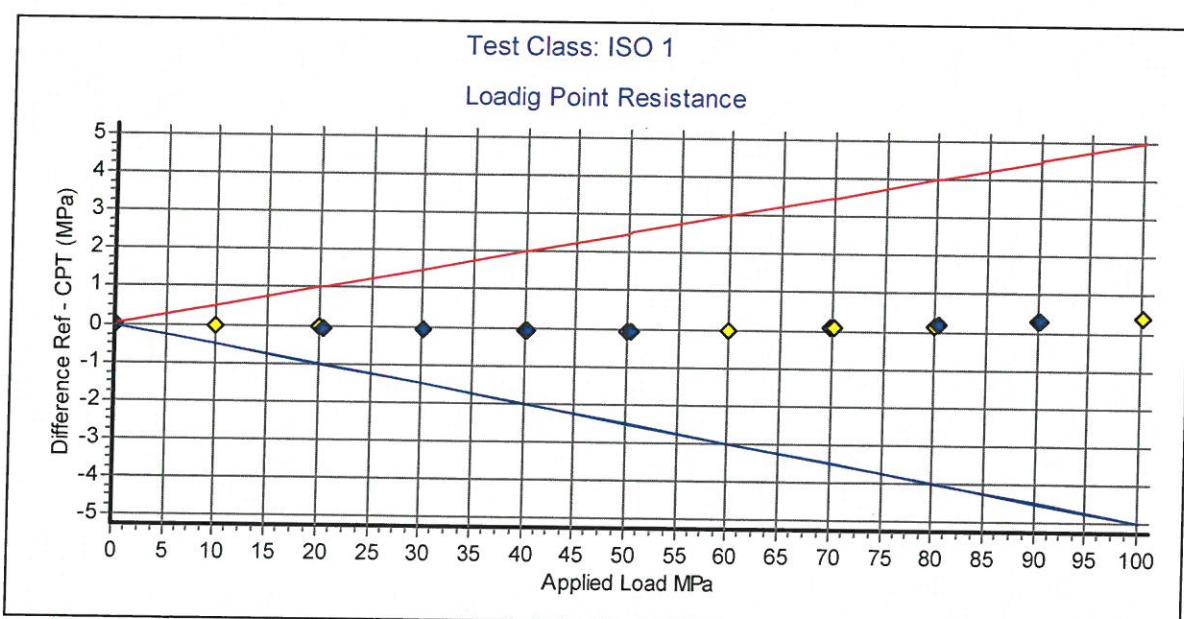
Tilt Angle.	Scaling Factor: 0,95	
Range	0 - 40	Deg.

**Backup memory**

Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

Probe No: **4541**  
 Date of Calibration: **2017-01-20**  
 Calibration Run No: **348**  
 Calibrated by: **Joakim Tingström**  
**Scaling Factor:** **859**  
 Reference Cell: **58604**

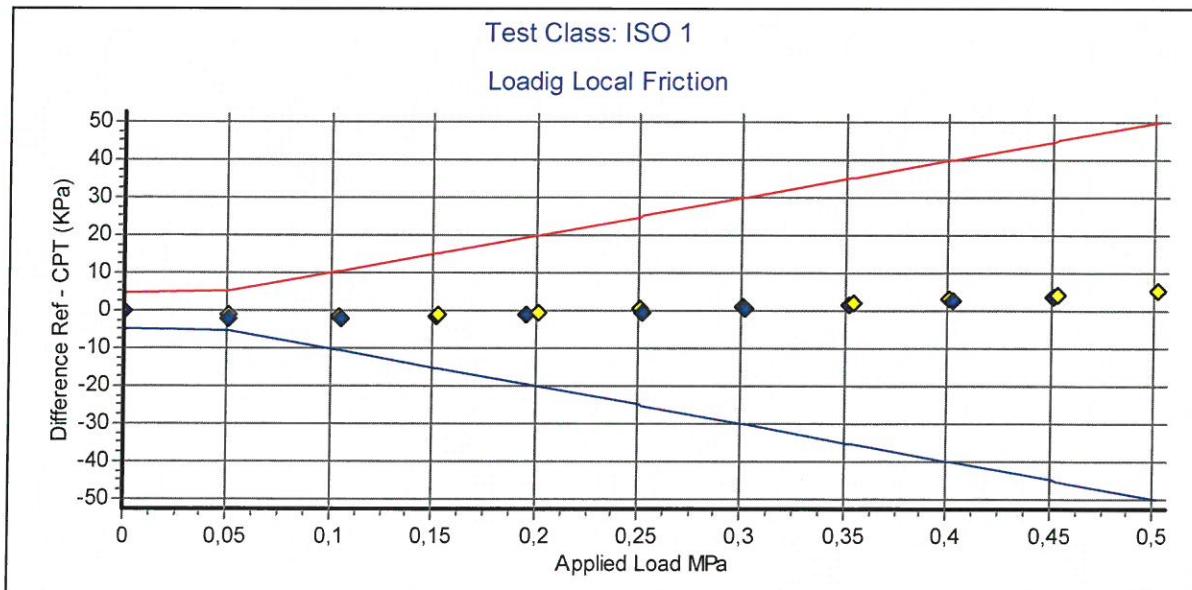
Applied Load MPa	PointRes. MPa	Difference MPa	Accuracy %/MV	Friction MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10,016	10,044	-0,028	-0,279	0,000	0,000
20,065	20,117	-0,052	-0,259	0,000	0,000
30,060	30,139	-0,079	-0,262	0,000	-0,001
40,043	40,130	-0,087	-0,217	0,000	0,000
50,022	50,091	-0,069	-0,137	0,000	-0,001
59,981	60,004	-0,023	-0,038	0,000	-0,001
70,146	70,089	0,057	0,081	0,001	-0,001
79,995	79,843	0,152	0,190	0,002	-0,001
90,051	89,786	0,265	0,294	0,002	-0,001
100,164	99,766	0,398	0,397	0,003	-0,001
90,224	89,959	0,265	0,293	0,002	-0,001
80,291	80,122	0,169	0,210	0,001	0,000
69,737	69,660	0,077	0,110	0,000	0,000
59,825	59,825	0,000	0,000	0,000	0,000
50,450	50,504	-0,054	-0,107	0,000	0,000
40,263	40,349	-0,086	-0,213	0,000	0,000
30,222	30,310	-0,088	-0,291	0,000	0,000
20,465	20,530	-0,065	-0,317	0,000	0,000
10,007	10,030	-0,023	-0,229	0,000	0,000
0,000	-0,023	0,023	0,000	0,000	0,000



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

Probe No: **4541**  
 Date of Calibration: **2017-01-20**  
 Calibration Run No: **348**  
 Calibrated by: **Joakim Tingström**  
**Scaling Factor:** **2245**  
 Reference Cell: **595980**

Ref MPa	Friction MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,051	0,052	-1,288	0,000	0,010	0,000
0,104	0,106	-1,687	0,000	0,011	0,000
0,153	0,154	-0,995	0,000	0,013	0,000
0,201	0,201	-0,437	-0,217	0,016	0,000
0,251	0,250	0,398	0,158	0,016	0,000
0,301	0,300	1,280	0,426	0,020	0,000
0,354	0,352	2,177	0,618	0,021	0,000
0,401	0,398	3,092	0,775	0,022	0,000
0,453	0,449	4,167	0,927	0,024	0,000
0,502	0,497	5,285	1,062	0,027	0,000
0,451	0,448	3,697	0,825	0,024	0,000
0,403	0,401	2,610	0,651	0,021	0,000
0,352	0,350	1,443	0,411	0,020	0,000
0,302	0,301	0,329	0,109	0,019	0,000
0,252	0,252	-0,486	-0,192	0,018	0,000
0,196	0,197	-1,252	0,000	0,016	0,000
0,152	0,153	-1,757	0,000	0,016	0,000
0,105	0,107	-2,238	0,000	0,016	0,000
0,051	0,053	-2,158	0,000	0,016	0,000
0,000	0,000	0,023	0,000	0,013	0,000



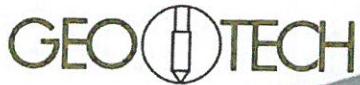
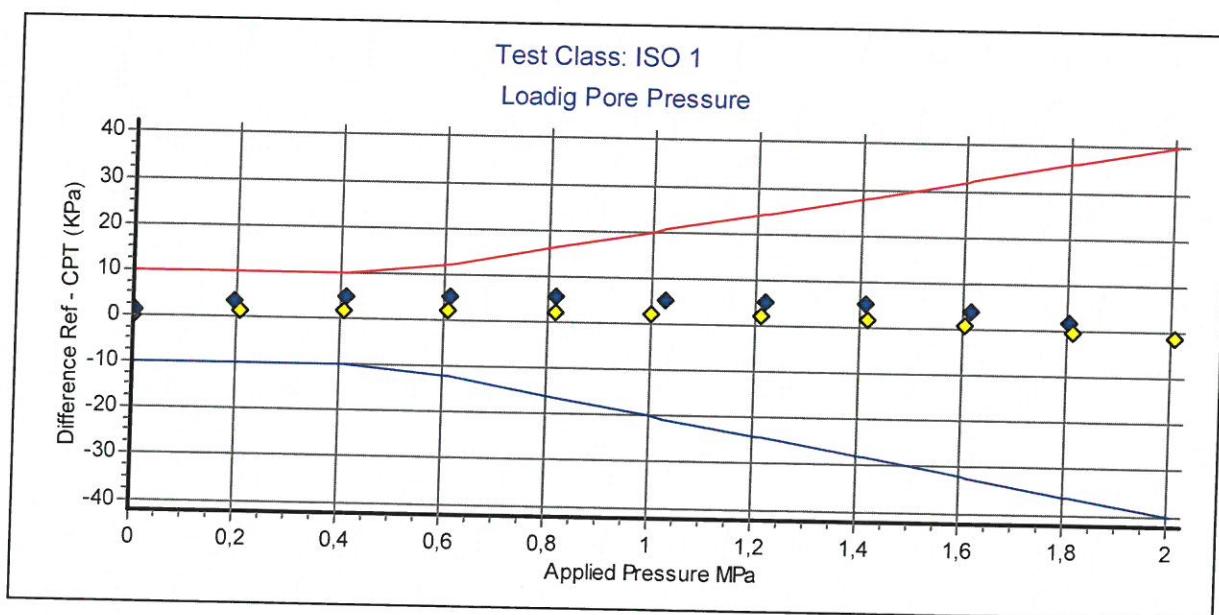
## Calibration Certificate.

## Loading Pore Pressure

Göteborg:2017-01-20

Probe No: **4541**  
 Date of Calibration: **2017-01-20**  
 Calibration Run No: **348**  
 Calibrated by: **Joakim Tingström**  
**Scaling Factor:** **3947**  
 Reference Cell: **44410026**

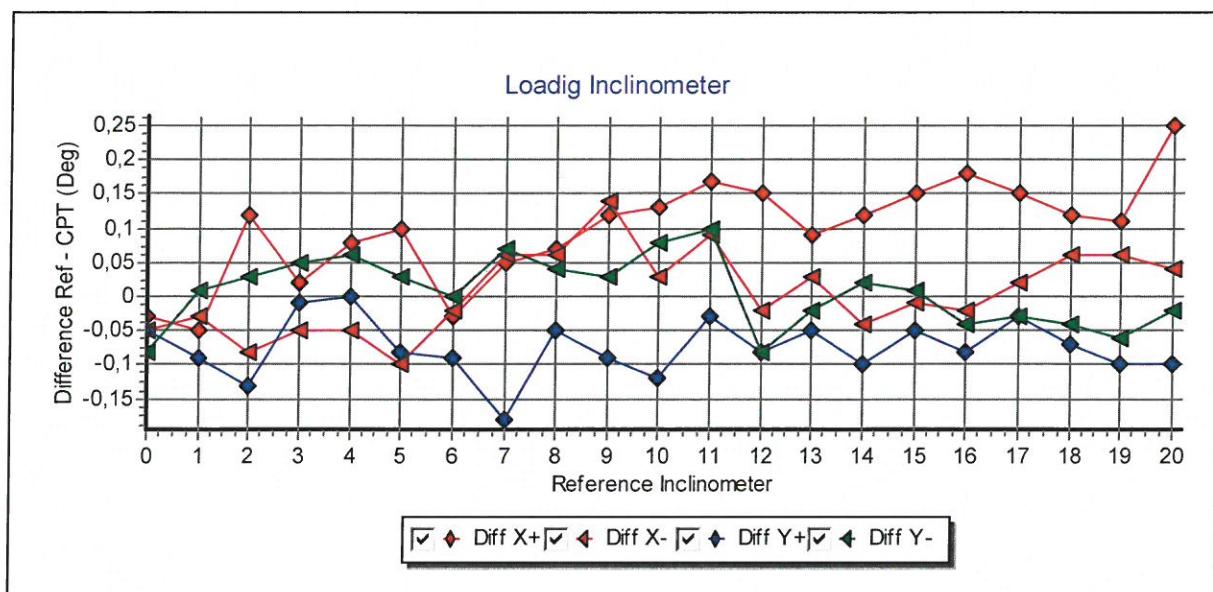
Appl. Press MPa	PorePress MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	Friction MPa	Area Factor A = PR/PP	Area Factor B = LF/PP
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000	
0,208	0,206	1,254	0,606	0,169	0,000	0,820	0,000
0,409	0,407	1,604	0,393	0,335	0,000	0,823	0,000
0,607	0,605	2,040	0,336	0,493	0,000	0,814	0,000
0,814	0,812	2,261	0,278	0,679	0,000	0,836	0,000
1,000	0,998	2,095	0,209	0,846	0,000	0,847	0,000
1,210	1,208	1,979	0,163	1,032	0,000	0,854	0,000
1,414	1,412	1,906	0,135	1,213	0,000	0,859	0,000
1,606	1,605	1,042	0,064	1,382	0,001	0,861	0,000
1,813	1,813	-0,224	-0,012	1,565	0,001	0,863	0,000
2,008	2,009	-1,219	-0,060	1,737	0,001	0,864	0,000
1,806	1,804	1,927	0,106	1,555	0,002	0,862	0,001
1,617	1,613	3,900	0,241	1,389	0,002	0,861	0,001
1,413	1,408	4,995	0,354	1,209	0,002	0,858	0,001
1,219	1,214	5,389	0,443	1,041	0,002	0,857	0,001
1,026	1,020	5,321	0,521	0,871	0,002	0,853	0,002
0,815	0,809	5,624	0,694	0,687	0,002	0,849	0,002
0,611	0,606	5,162	0,851	0,508	0,002	0,838	0,003
0,412	0,408	4,649	1,139	0,335	0,001	0,821	0,002
0,198	0,195	3,247	0,000	0,151	0,001	0,774	0,005
0,002	0,000	1,199	0,000	-0,013	0,001	0,000	



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

Probe No: 4541  
 Date of Calibration: 2017-01-20  
 Calibration Run No: 348  
 Calibrated by: Joakim Tingström  
**Scaling Factor:** 0,95  
 Reference Cell: 0

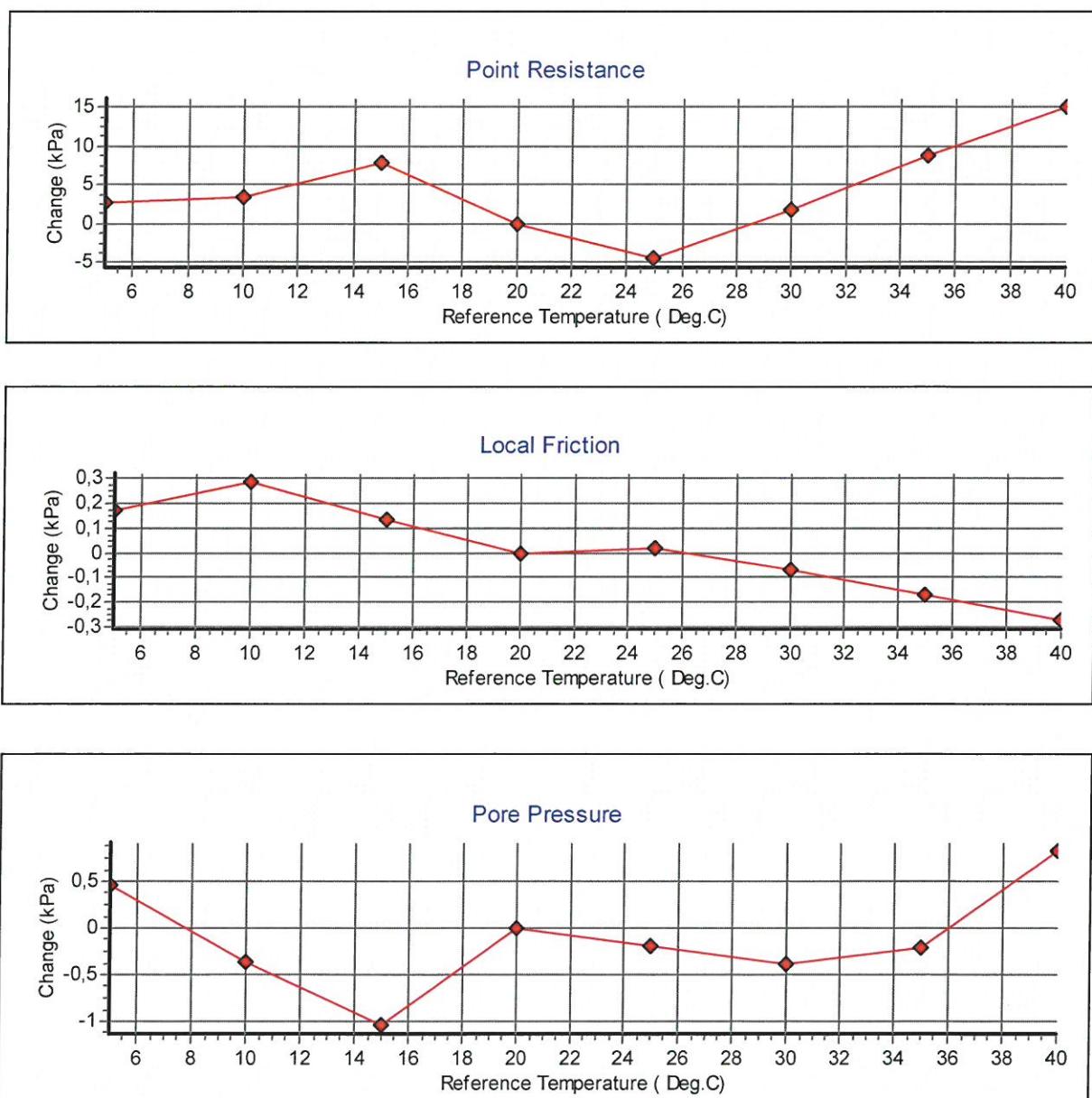
Appl. Incin. Deg	X+ Deg	X- Deg	Y+ Deg	Y- Deg	Diff X+ Deg	Diff X- Deg	Diff Y+ Deg	Diff Y- Deg
0,00	0,03	0,05	0,05	0,08	-0,03	-0,05	-0,05	-0,08
1,00	1,05	1,03	1,09	0,99	-0,05	-0,03	-0,09	0,01
2,00	1,88	2,08	2,13	1,97	0,12	-0,08	-0,13	0,03
3,00	2,98	3,05	3,01	2,95	0,02	-0,05	-0,01	0,05
4,00	3,92	4,05	4,00	3,94	0,08	-0,05	0,00	0,06
5,00	4,90	5,10	5,08	4,97	0,10	-0,10	-0,08	0,03
6,00	6,03	6,02	6,09	6,00	-0,03	-0,02	-0,09	0,00
7,00	6,95	6,94	7,18	6,93	0,05	0,06	-0,18	0,07
8,00	7,93	7,94	8,05	7,96	0,07	0,06	-0,05	0,04
9,00	8,88	8,86	9,09	8,97	0,12	0,14	-0,09	0,03
10,00	9,87	9,97	10,12	9,92	0,13	0,03	-0,12	0,08
11,00	10,83	10,91	11,03	10,90	0,17	0,09	-0,03	0,10
12,00	11,85	12,02	12,08	12,08	0,15	-0,02	-0,08	-0,08
13,00	12,91	12,97	13,05	13,02	0,09	0,03	-0,05	-0,02
14,00	13,88	14,04	14,10	13,98	0,12	-0,04	-0,10	0,02
15,00	14,85	15,01	15,05	14,99	0,15	-0,01	-0,05	0,01
16,00	15,82	16,02	16,08	16,04	0,18	-0,02	-0,08	-0,04
17,00	16,85	16,98	17,03	17,03	0,15	0,02	-0,03	-0,03
18,00	17,88	17,94	18,07	18,04	0,12	0,06	-0,07	-0,04
19,00	18,89	18,94	19,10	19,06	0,11	0,06	-0,10	-0,06
20,00	19,75	19,96	20,10	20,02	0,25	0,04	-0,10	-0,02



# Calibration of temperature effect when not loaded.

Göteborg:2017-01-20

Probe No: 4541  
Date of Calibration: 2017-01-20  
Calibration Run No: 348  
Calibrated by: Joakim Tingström  
Reference Cell:



## **Calibration procedure.**

Göteborg: 2017-01-20

We are following the procedure that is described in the European Standard EN ISO22476-1:

### **Point resist.**

The point resistance will be calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

### **Local friction.**

With a specially adapter unit substitutes the cone and transfer the axial forces to the lower end of the friction sleeve. The friction will be calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down then the sleeve will be turn 90deg and the calibration repeated.

Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

### **Pore pressure & Area ratio a and b.**

The completed probe is installed in a special chamber and the pore pressure sensor are calibrated from 0 to maximum range in 10 step up and down.

Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

At 1MPa the pressure of the point and friction will be read and calculated as the area factor.

### **Tilt inclination.**

The tilt sensor is calibrated +/- 20deg. from vertical line in steps of 1 deg.

This will be done in 2 orthogonal directions.

### **Temperature.**

The temperature sensor are calibrated in steps of 5°C from 5 to 40 °C.

### **Temperature compensation.**

The Point, Friction and the Pore pressure sensor in the probe are temperature compensated and tested in the range 5 to 40 °C.

### **Calibration reference equipment.**

Reference	Load cell	HBM C2/100kN FB088 no.N58604
Reference	Load cell	HBM C2/20kN FB088 no.N50598
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 1MPa no.160410072
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 2MPa no.44410026
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 50MPa no.140510158

The reference sensors are connected to the Geotech black box together with the CPT probe. The measuring data from the reference sensors are simultaneously send to the computer and stored in the Geotech calibration software. The completed systems are recalibrated at the Swedish testing institute SP ones a year.

Environment.

Air pressure: 1030,6 hPa.

Temperature: 18,5 °C.



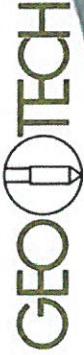
Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

7 of 8

## Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2017-01-20

<b>Cone name</b>	<input type="text" value="4541"/>	<b>Serial number</b>	<input type="text" value="4541"/>	<b>Date of purchase</b>	<input type="text"/>
<b>Ranges</b>		<b>Geometric parameters</b>		<b>Scaling factors</b>	
Point resistance	<input type="text" value="100"/> (Mpa)	Area factor a	<input type="text" value="0,854"/>	Point resistance	<input type="text" value="859"/>
Local friction	<input type="text" value="0,5"/> (Mpa)	Area factor b	<input type="text" value="0"/>	Local friction	<input type="text" value="2245"/>
Pore pressure	<input type="text" value="2"/> (Mpa)	Tip area	<input type="text" value="10"/> (cm <sup>2</sup> )	Pore pressure	<input type="text" value="3947"/>
Tilt sensor	<input type="text" value="40"/> (Deg)	Sleeve area	<input type="text" value="150"/> (cm <sup>2</sup> )	Tilt sensor	<input type="text" value="0,95"/>
temperature	<input type="text"/>			temperature	<input type="text" value="1"/>
Elect. Conductivity	<input type="text"/>	(mS/m)		Type	<input type="text"/>
		©			<input type="text" value="Nova cone"/>
				Memory option	<input type="text"/>
					<input type="text" value="With memory"/>
				Elect. Conductivity A	<input type="text"/>
				Elect. Conductivity B	<input type="text"/>



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

Ingenjörfirman Geotech AB +46 (0)31-28 99 20 www.geotech.se  
Datavägen 53 +46 (0)31-68 16 39 VAT No.

## Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

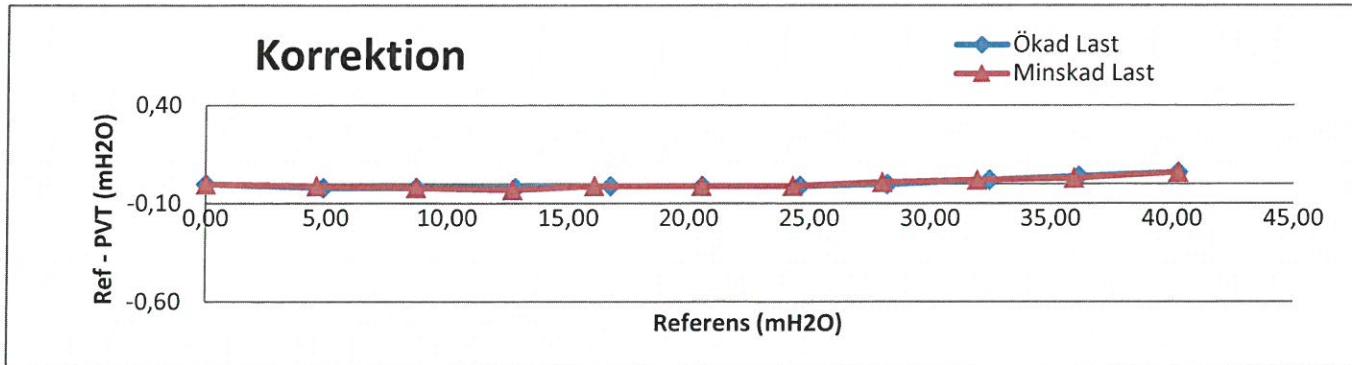
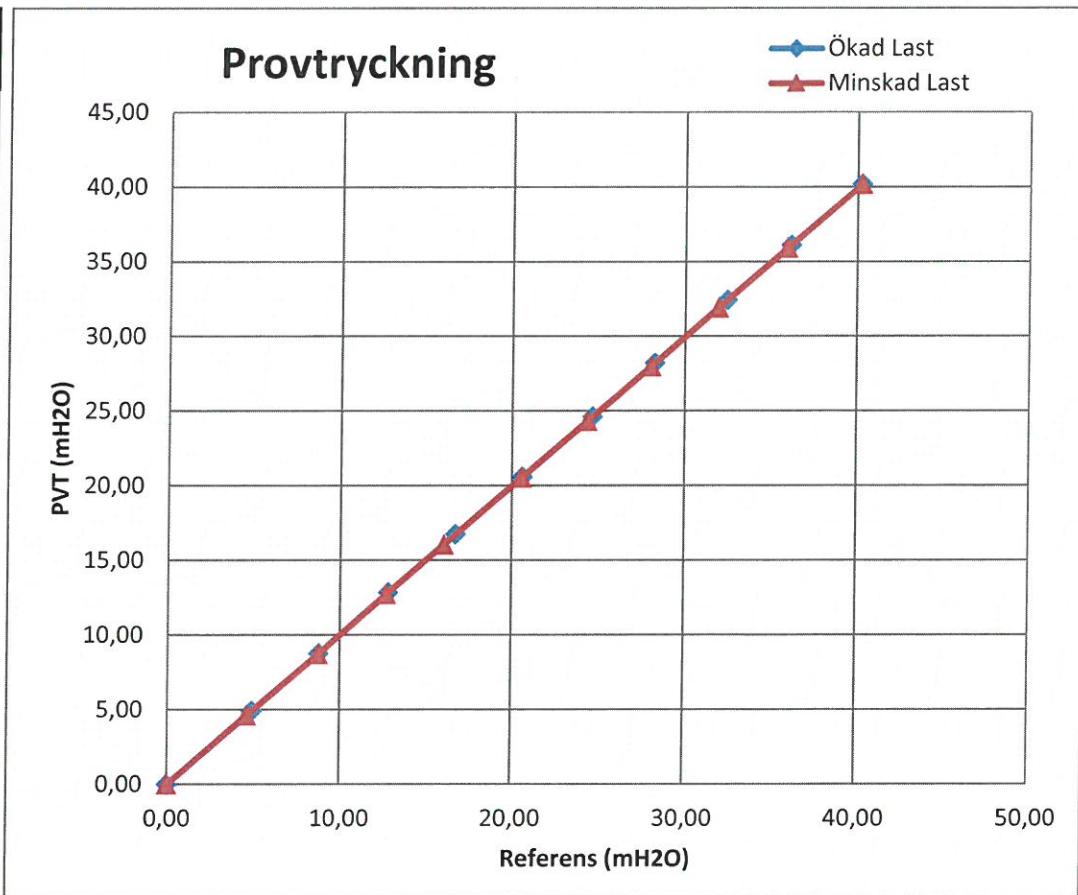
PVT-Serienummer: 11133 (med minne)

Kalibreringsdag: 20170105 Kalibrerad av: .....

Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000 S/N: 4393171

Ref mH <sub>2</sub> O	PVT mH <sub>2</sub> O	Korr mH <sub>2</sub> O
0,00	0,00	0,00
4,90	4,92	-0,02
8,74	8,76	-0,02
12,83	12,85	-0,02
16,74	16,75	-0,01
20,58	20,59	-0,01
24,62	24,63	-0,01
28,22	28,22	0,00
32,45	32,43	0,02
36,15	36,11	0,04
40,24	40,18	0,06
35,95	35,92	0,03
31,93	31,91	0,02
28,00	27,99	0,01
24,32	24,33	-0,01
20,54	20,55	-0,01
16,05	16,06	-0,01
12,70	12,73	-0,03
8,71	8,73	-0,02
4,60	4,61	-0,01
0,00	0,00	0,00



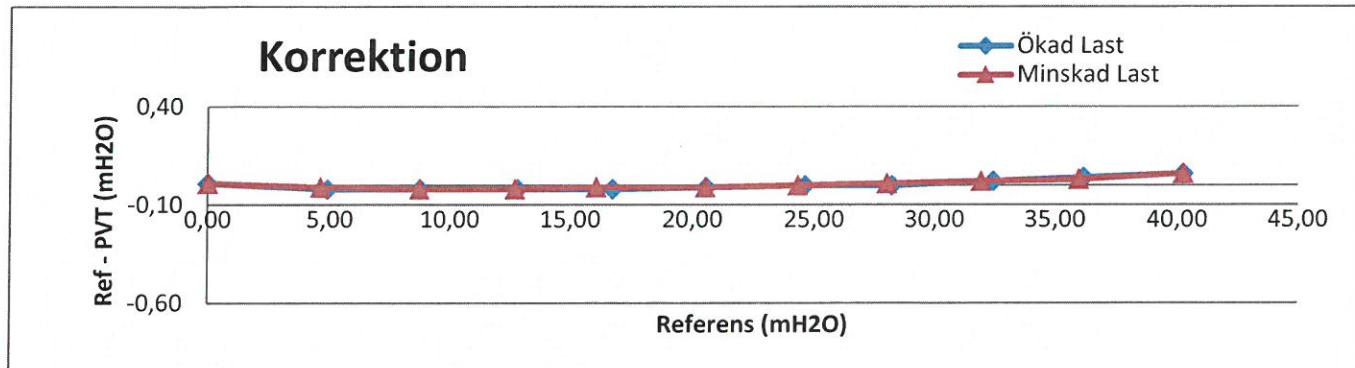
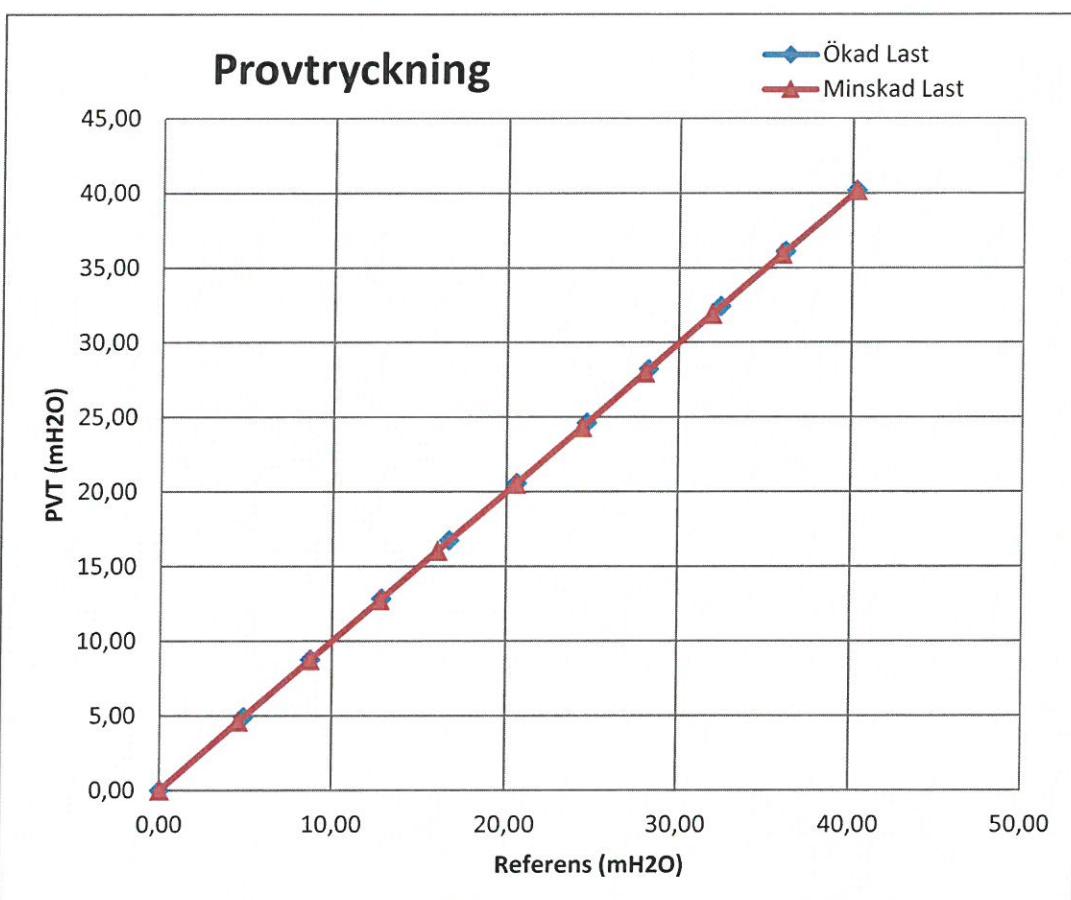
## Kalibreringscertifikat för PVT-mätare

PVT-Serienummer: 11134 (med minne)

Kalibreringsdag: 20170105 Kalibrerad av: .....  
Mikael Engdahl

Referensutrustning: GE Druck PACE 1000 S/N: 4393171

Ref mH <sub>2</sub> O	PVT mH <sub>2</sub> O	Korr mH <sub>2</sub> O
0,01	0,00	0,01
4,90	4,92	-0,02
8,74	8,76	-0,02
12,83	12,85	-0,02
16,73	16,75	-0,02
20,58	20,59	-0,01
24,63	24,63	0,00
28,22	28,22	0,00
32,45	32,43	0,02
36,15	36,11	0,04
40,24	40,18	0,06
35,95	35,92	0,03
31,93	31,91	0,02
28,00	27,99	0,01
24,33	24,33	0,00
20,54	20,55	-0,01
16,05	16,06	-0,01
12,71	12,73	-0,02
8,71	8,73	-0,02
4,60	4,61	-0,01
0,01	0,00	0,01



# CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4875

Probe No 4875  
 Date of Calibration 2017-08-29  
 Calibrated by Christoffer Hurtig.....  
 Run No 501  
 Test Class: ISO 1

Point Resistance	Tip Area 10cm <sup>2</sup>	
Maximum Load	100	MPa
Range	100	MPa
Scaling Factor	<b>853</b>	
Resolution	0,8944	kPa
Area factor (a)	0,837	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 47,376 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction	Sleeve Area 150cm <sup>2</sup>	
Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	<b>3776</b>	
Resolution	0,0101	kPa
Area factor (b)	0	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,403 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure		
Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	<b>3494</b>	
Resolution	0,0218	kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 2,618 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle.	Scaling Factor: 0,92	
Range	0 - 40	Deg.

## Backup memory

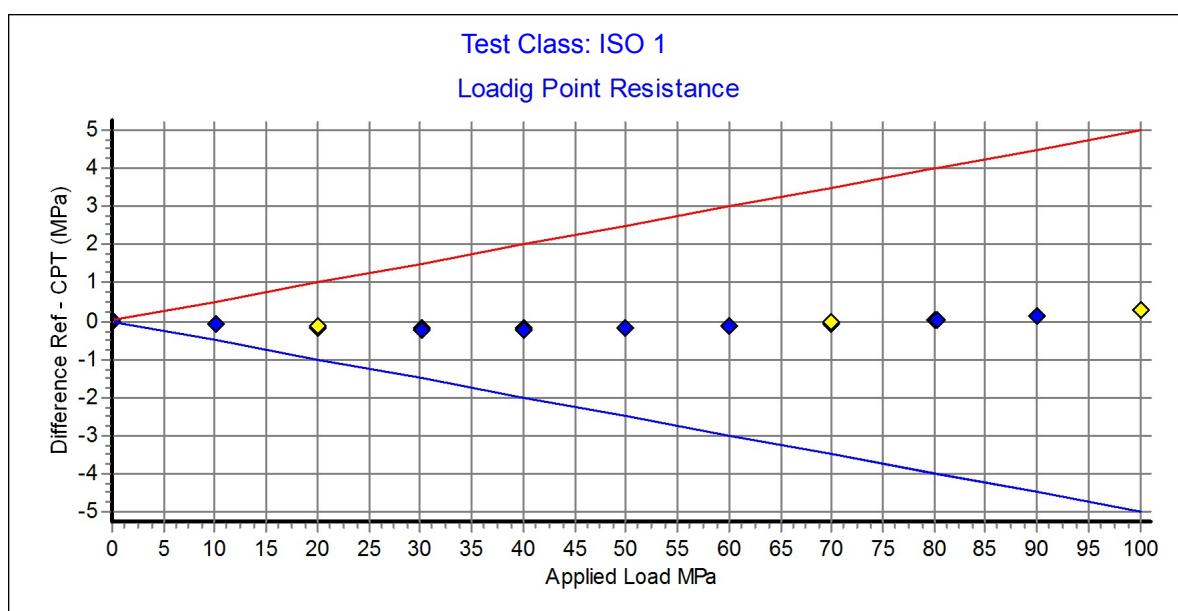


Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment



Probe No: **4875**  
 Date of Calibration: **2017-08-29**  
 Calibration Run No: **501**  
 Calibrated by: **Christoffer Hurtig**  
**Scaling Factor:** **853**  
 Reference Cell: **75672**

Applied Load MPa	PointRes. MPa	Difference MPa	Accuracy %/MV	Friction MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10,016	10,077	-0,061	-0,609	0,000	-0,001
20,038	20,158	-0,120	-0,598	0,000	-0,003
30,024	30,188	-0,164	-0,546	0,000	-0,004
40,018	40,198	-0,180	-0,449	0,000	-0,005
50,022	50,187	-0,165	-0,329	0,001	-0,006
60,033	60,149	-0,116	-0,193	0,002	-0,007
70,024	70,073	-0,049	-0,070	0,002	-0,008
79,995	79,959	0,036	0,045	0,003	-0,009
90,023	89,883	0,140	0,155	0,003	-0,011
100,061	99,794	0,267	0,266	0,004	-0,012
90,047	89,930	0,117	0,129	0,003	-0,008
80,163	80,157	0,006	0,007	0,002	-0,005
69,951	70,038	-0,087	-0,124	0,001	-0,005
60,036	60,192	-0,156	-0,259	0,001	-0,004
50,029	50,234	-0,205	-0,409	0,000	-0,003
40,058	40,286	-0,228	-0,569	0,000	-0,003
30,091	30,306	-0,215	-0,714	0,000	-0,002
20,026	20,201	-0,175	-0,873	0,000	-0,002
10,037	10,123	-0,086	-0,856	0,000	-0,001
0,000	-0,019	0,019	0,000	0,000	-0,001



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

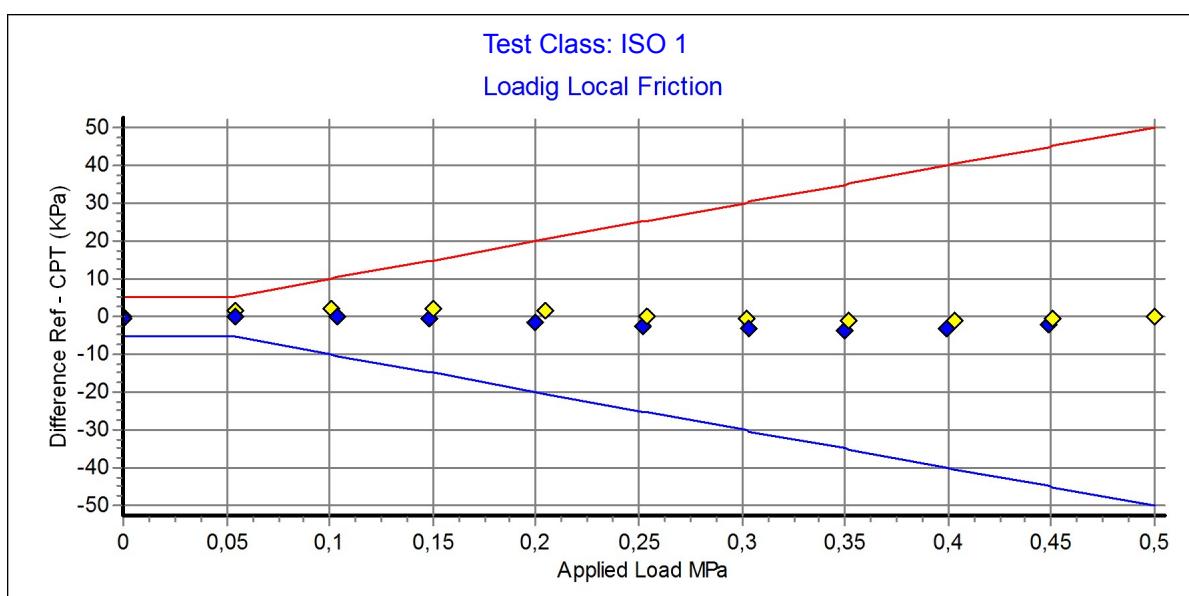
## Calibration Certificate.

## Loading Local Friction

Göteborg:2017-08-30

Probe No: **4875**  
 Date of Calibration: **2017-08-29**  
 Calibration Run No: **501**  
 Calibrated by: **Christoffer Hurtig**  
**Scaling Factor:** **3776**  
 Reference Cell: **76360**

Ref MPa	Friction MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	PorePress MPa
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,054	0,053	1,489	0,000	0,005	0,000
0,101	0,099	2,065	0,000	0,007	0,000
0,150	0,148	1,985	0,000	0,008	0,000
0,204	0,203	1,440	0,709	0,008	0,000
0,254	0,254	-0,097	-0,038	0,009	0,000
0,302	0,302	-0,606	-0,200	0,011	-0,001
0,352	0,353	-0,978	-0,277	0,013	0,000
0,403	0,404	-0,883	-0,218	0,013	0,000
0,451	0,451	-0,435	-0,096	0,012	0,000
0,500	0,500	0,212	0,042	0,013	-0,001
0,449	0,451	-1,992	-0,440	0,008	0,000
0,399	0,402	-3,056	-0,759	0,008	0,000
0,350	0,354	-3,552	-1,002	0,005	0,000
0,303	0,306	-3,312	-1,080	0,004	-0,001
0,252	0,255	-2,856	-1,119	0,002	-0,001
0,200	0,202	-1,629	-0,806	0,000	-0,001
0,148	0,148	-0,688	0,000	0,000	-0,001
0,104	0,104	-0,140	0,000	0,000	0,000
0,054	0,054	-0,018	0,000	-0,002	-0,001
0,000	0,000	-0,514	0,000	-0,005	0,000



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

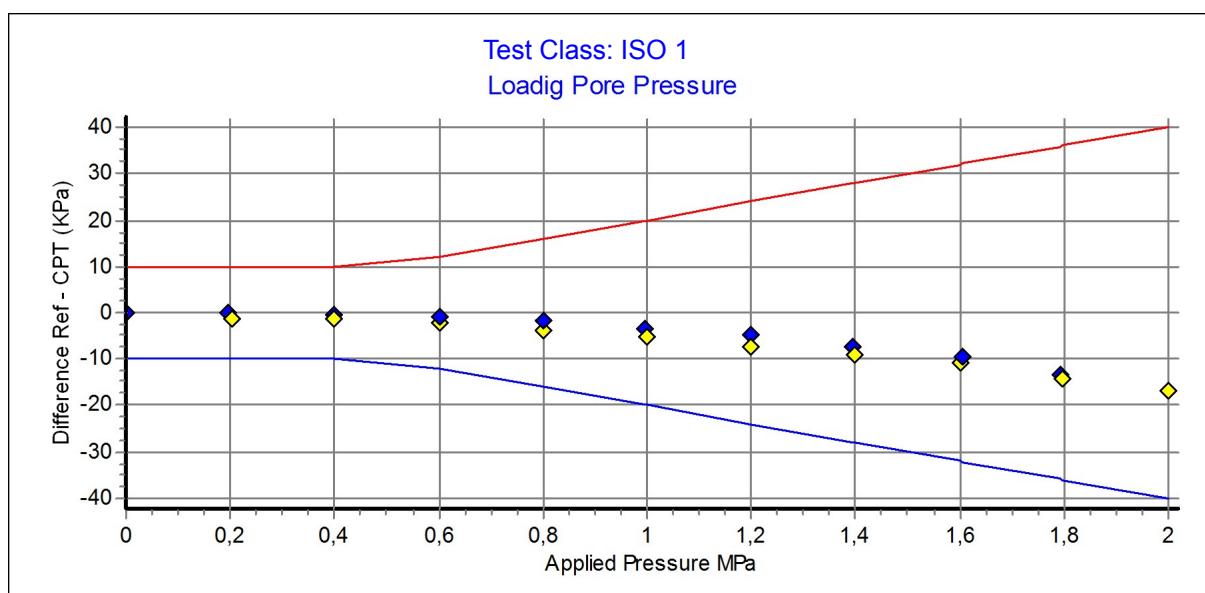
## Calibration Certificate.

## Loading Pore Pressure

Göteborg:2017-08-30

Probe No: **4875**  
 Date of Calibration: **2017-08-29**  
 Calibration Run No: **501**  
 Calibrated by: **Christoffer Hurtig**  
**Scaling Factor:** **3494**  
 Reference Cell: **44410026**

Appl. Press MPa	PorePress MPa	Difference KPa	Accuracy %/MV	PointRes. MPa	Friction MPa	Area Factor A = PR/PP	Area Factor B = LF/PP
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000		
0,202	0,203	-1,128	-0,554	0,168	0,000	0,827	0,000
0,400	0,401	-1,133	-0,282	0,331	0,000	0,825	0,000
0,600	0,603	-2,303	-0,381	0,499	0,000	0,827	0,000
0,799	0,803	-3,946	-0,491	0,669	0,000	0,833	0,000
0,999	1,005	-5,325	-0,529	0,841	0,000	0,836	0,000
1,201	1,209	-7,143	-0,590	1,012	0,000	0,837	0,000
1,398	1,407	-8,923	-0,634	1,185	0,000	0,842	0,000
1,602	1,613	-10,839	-0,671	1,365	0,000	0,846	0,000
1,796	1,810	-14,022	-0,774	1,538	0,000	0,849	0,000
2,000	2,017	-16,824	-0,834	1,713	0,000	0,849	0,000
1,792	1,805	-13,205	-0,731	1,533	0,000	0,849	0,000
1,605	1,614	-9,371	-0,580	1,371	0,000	0,849	0,000
1,396	1,403	-7,114	-0,506	1,194	0,000	0,851	0,000
1,199	1,203	-4,643	-0,385	1,024	0,000	0,851	0,000
0,996	0,999	-3,536	-0,353	0,850	0,000	0,850	0,000
0,802	0,804	-1,671	-0,207	0,683	0,000	0,849	0,000
0,602	0,603	-0,808	-0,134	0,513	0,000	0,850	0,000
0,399	0,399	-0,281	-0,070	0,341	0,000	0,854	0,000
0,197	0,197	-0,114	0,000	0,168	0,000	0,852	0,000
0,000	0,000	0,100	0,000	0,000	0,000		



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment



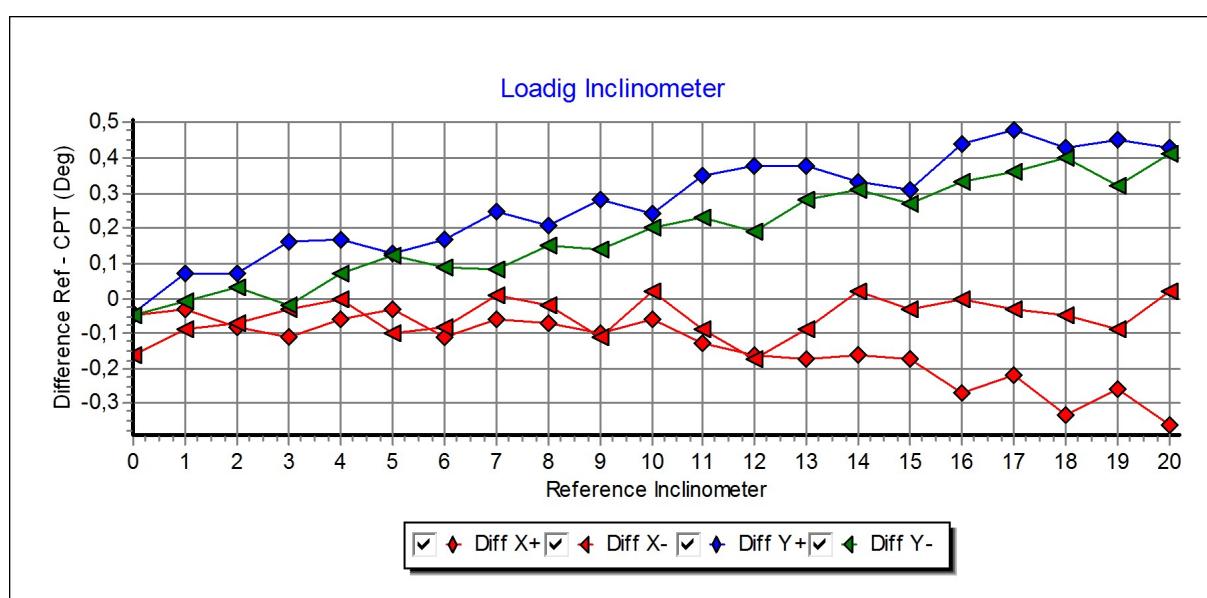
## Calibration Certificate.

## Loading Inclinometer

Göteborg:2017-08-30

Probe No: **4875**  
 Date of Calibration: **2017-08-29**  
 Calibration Run No: **501**  
 Calibrated by: **Christoffer Hurtig**  
**Scaling Factor:** **0,92**

Appl. Incin. Deg	X+ Deg	X- Deg	Y+ Deg	Y- Deg	Diff X+ Deg	Diff X- Deg	Diff Y+ Deg	Diff Y- Deg
0,00	0,05	0,16	0,04	0,05	-0,05	-0,16	-0,04	-0,05
1,00	1,03	1,09	0,93	1,01	-0,03	-0,09	0,07	-0,01
2,00	2,08	2,07	1,93	1,97	-0,08	-0,07	0,07	0,03
3,00	3,11	3,03	2,84	3,02	-0,11	-0,03	0,16	-0,02
4,00	4,06	4,00	3,83	3,93	-0,06	0,00	0,17	0,07
5,00	5,03	5,10	4,87	4,88	-0,03	-0,10	0,13	0,12
6,00	6,11	6,08	5,83	5,91	-0,11	-0,08	0,17	0,09
7,00	7,06	6,99	6,75	6,92	-0,06	0,01	0,25	0,08
8,00	8,07	8,02	7,79	7,85	-0,07	-0,02	0,21	0,15
9,00	9,10	9,11	8,72	8,86	-0,10	-0,11	0,28	0,14
10,00	10,06	9,98	9,76	9,80	-0,06	0,02	0,24	0,20
11,00	11,13	11,09	10,65	10,77	-0,13	-0,09	0,35	0,23
12,00	12,16	12,17	11,62	11,81	-0,16	-0,17	0,38	0,19
13,00	13,17	13,09	12,62	12,72	-0,17	-0,09	0,38	0,28
14,00	14,16	13,98	13,67	13,69	-0,16	0,02	0,33	0,31
15,00	15,17	15,03	14,69	14,73	-0,17	-0,03	0,31	0,27
16,00	16,27	16,00	15,56	15,67	-0,27	0,00	0,44	0,33
17,00	17,22	17,03	16,52	16,64	-0,22	-0,03	0,48	0,36
18,00	18,33	18,05	17,57	17,60	-0,33	-0,05	0,43	0,40
19,00	19,26	19,09	18,55	18,68	-0,26	-0,09	0,45	0,32
20,00	20,36	19,98	19,57	19,59	-0,36	0,02	0,43	0,41



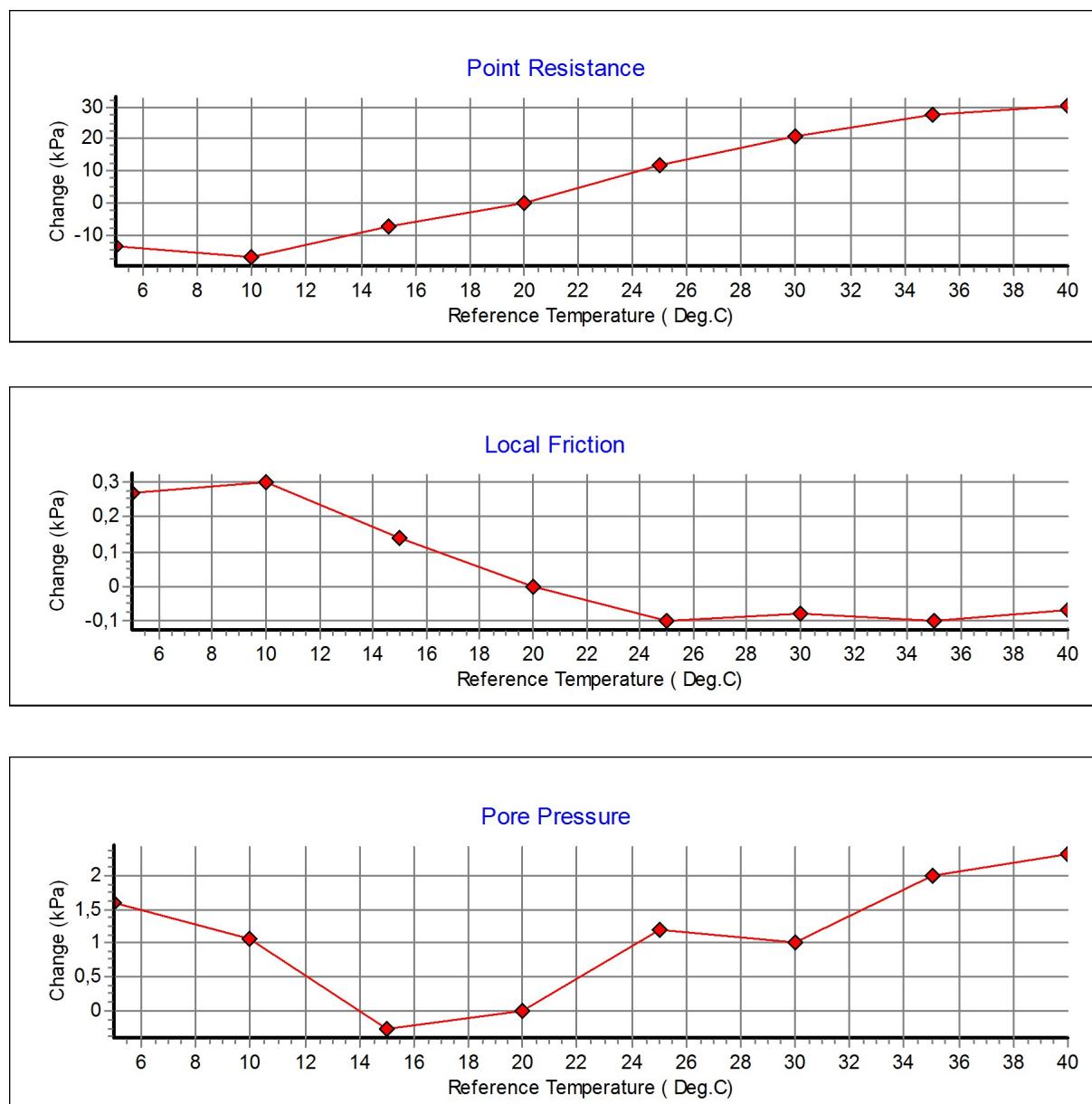
Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment



# Calibration of temperature effect when not loaded.

Göteborg:2017-08-30

Probe No: **4875**  
Date of Calibration: **2017-08-29**  
Calibration Run No: **501**  
Calibrated by: **Christoffer Hurtig**



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment



## **Calibration procedure.**

Göteborg: 2017-08-30

We are following the procedure that is described in the European Standard **EN ISO22476-1:**

### **Point resistance.**

The point resistance is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down. Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

### **Local friction.**

A special adapter unit substitutes the cone and transfers the axial forces to the lower end of the friction sleeve. The friction is calibrated from 0 to maximum range in 10 steps up and down then the sleeve is turned 90 degrees and the calibration repeated.

Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

### **Pore pressure & Area ratio a and b.**

The completed probe is installed in a special chamber and the pore pressure sensor are calibrated from 0 to maximum range in 10 step up and down.

Then we adjust the calibration factor to fit the best linearity.

At half range the pressure of the point and friction is registered and used for calculation of the area factor.

### **Tilt inclination.**

The tilt sensor is calibrated +/- 20deg. from vertical line in steps of 1 deg. This will be done in 2 orthogonal directions.

### **Temperature.**

The temperature sensor are calibrated in steps of 5°C from 5 to 40 °C.

### **Temperature compensation.**

The Point, Friction and the Pore pressure sensors in the probe is temperature compensated and tested in the range 5 to 40 °C.

### **Calibration reference equipment.**

Reference	Load cell	HBM C2/100kN FB088 no.N75672
Reference	Load cell	HBM C2/20kN FB088 no.N76360
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 1MPa no.160410072
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 2MPa no.44410026
Reference	Pressure sensor	HBM P3MB 50MPa no.140510158

The reference sensors are connected to the Geotech black box together with the CPT probe. The measuring data from the reference sensors are simultaneously send to the computer and stored in the Geotech calibration software. The completed systems are recalibrated at RISE Research Institutes of Sweden once a year.

Environment.



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

# Cptlog Cone data base information

Göteborg: 2017-08-30

**Cone name**

4875

**Serial number**

4875

**Date of purchase**

User.

**Ranges**

Point resistance

100 (Mpa)

**Geometric parameters**

Area factor a

0,837

**Scaling factors**

Point resistance

853

Local friction

0,5 (Mpa)

Area factor b

0

Local friction

3776

Pore pressure

2 (Mpa)

Tip area

10 (cm<sup>2</sup>)

Pore pressure

3494

Tilt sensor

40 (Deg)

Sleeve area

150 (cm<sup>2</sup>)

Tilt sensor

0,92

temperature

©

temperature

1

Elect. Conductivity

(mS/m)

Elect. Conductivity A

**Type**

NOVA cone

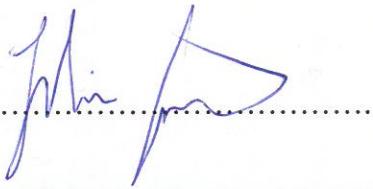
Elect. Conductivity B

**Memory option**

With memory

## CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 5167

Probe No 5167  
 Date of Calibration 2017-12-12  
 Calibrated by Joakim Tingström.....  
 Run No 484  
 Test Class: ISO 1



Point Resistance	Tip Area 10cm <sup>2</sup>	
Maximum Load	100	MPa
Range	100	MPa
Scaling Factor	<b>836</b>	
Resolution	0,9126	kPa
Area factor (a)	0,846	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 29,186 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction	Sleeve Area 150cm <sup>2</sup>	
Maximum Load	0,5	MPa
Range	0,5	MPa
Scaling Factor	<b>3464</b>	
Resolution	0,011	kPa
Area factor (b)	0	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,66 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure		
Maximum Load	2	MPa
Range	2	MPa
Scaling Factor	<b>3854</b>	
Resolution	0,0198	kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,811 kPa  
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle.	Scaling Factor: 0,94	
Range	0 - 40	Deg.

## Backup memory



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

# Cptlog Cone data base information

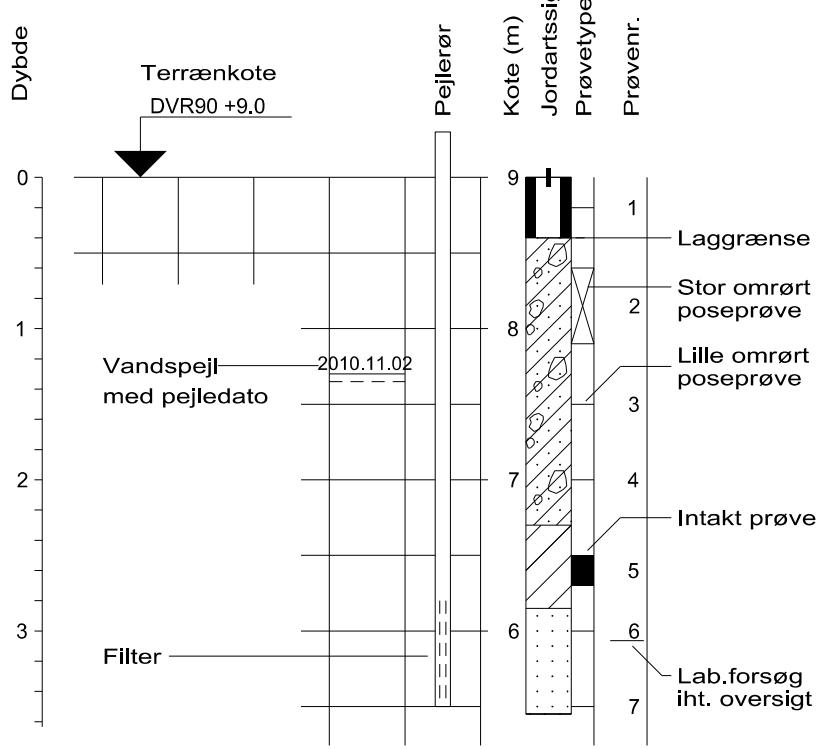
Göteborg: 2017-12-12

<b>Cone name</b> 5167	<b>Serial number</b> 5167	<b>Date of purchase</b> User.
<b>Ranges</b>		
Point resistance 100 (Mpa)	Geometric parameters Area factor a 0,846	Scaling factors Point resistance 836
Local friction 0,5 (Mpa)	Area factor b 0	Local friction 3464
Pore pressure 2 (Mpa)	Tip area 10 (cm <sup>2</sup> )	Pore pressure 3854
Tilt sensor 40 (Deg)	Sleeve area 150 (cm <sup>2</sup> )	Tilt sensor 0,94
temperature ©	temperature 1	Type Nova cone
Elect. Conductivity (mS/m)	Elect. Conductivity A _____	Memory option With memory
Elect. Conductivity B _____		



Specialists in  
Geotechnical  
Field Equipment

### Boreprofil



### Symboler på boreprofil

<sup>w</sup> ○	Vandindhold, w
g △	Rumvægt
Gr X	Glødetab
N ▼	SPT-forsøg, N
Cv ●	Intakt vingestyrke, $c_v$
Cvr ○	Omrørte vingestyrke, $c_{vr}$
qc	CPT, spidsmodstand
fs	CPT, friktion
Rf	CPT, fs/qc
u	CPT, poretryk
s ↘	Rammesonde

### Jordartssignatur på boreprofil

	STEN		FYLD
	GRUS		MULD
	SAND		TØRV
	SILT		TØRVEGYTJE
	LER		GYTJE
	KALK / KRIDT		SKALLER
	MORÆNESAND		PLANTERESTER
	MORÆNELER	I morænale aflejringer må der forventes indhold af sten og blokke	

### Symboler på situationsplan

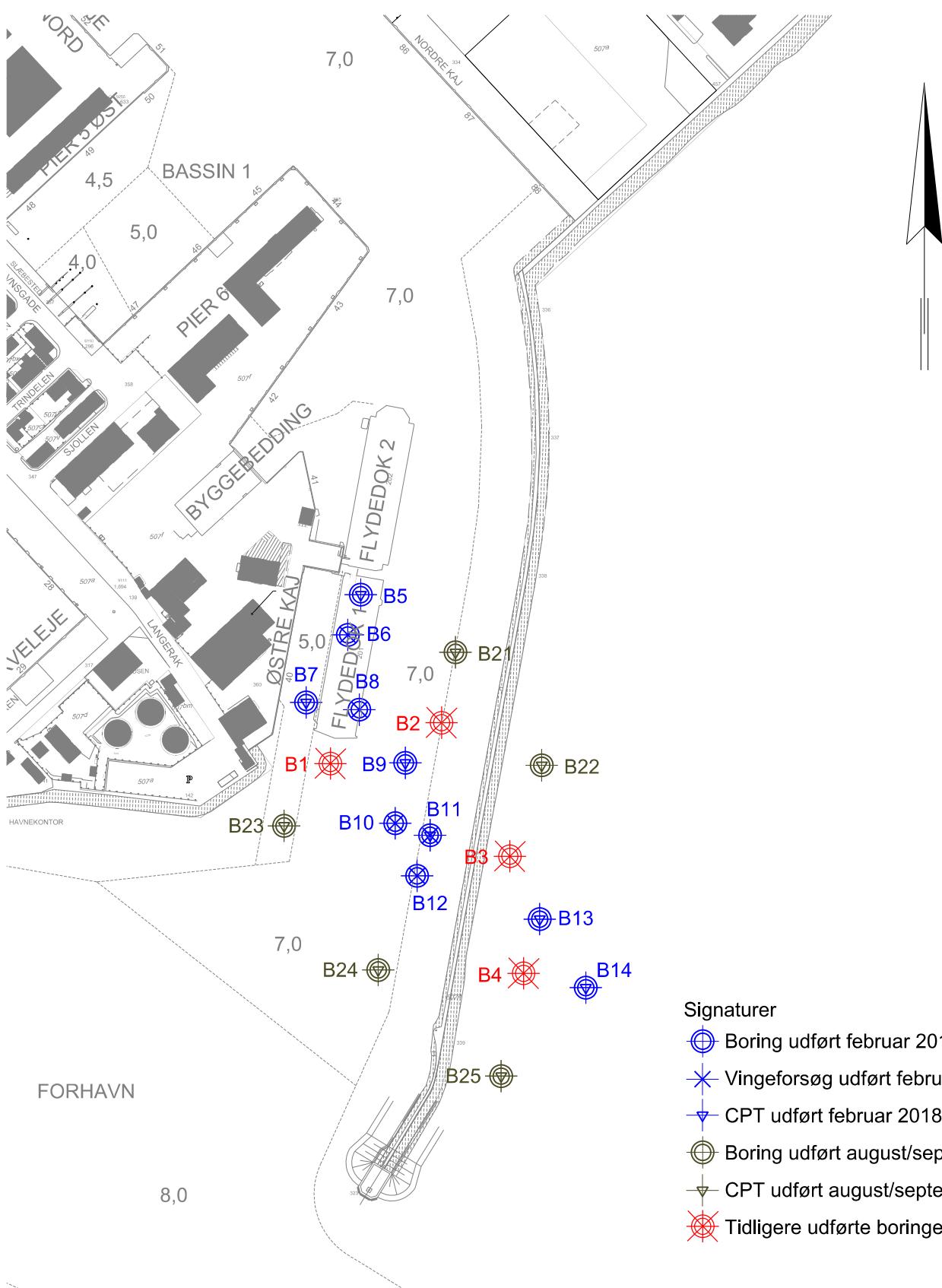
	Boring uden prøveoptagning
	Boring med prøveoptagning
	Gravning
	Gravning med prøveoptagning
	Drejesondering
	CPT / Tryksondering
	SPT / Rammesondering
	Vingeforsøg

### Signaturforklaring og definitioner

### Bilag A

## Geologiske betegnelser og forkortelser

<b>Alder</b>	<b>Dannelsesmiljø</b>						
Re: Recent	Mi: Miocæn						
Pg: Postglacial	OI: Oligocæn						
Sg: Senglacial	Eo: Eocæn						
Al: Allerød	PI: Palæocæn						
Gc: Glacial	Sl: Selandien						
Ig: Interglacial	Da: Danien						
Is: Interstadial	Kt: Kridt						
Te: Tertiær	Se: Senon						
Pl: Pliocæn							
<b>Kornstørrelser</b>	<b>Sorteringsgrader</b>						
Fint	Finkornet	Usort.	Usorteret	$U > 7$			
Mellem	Mellemkornet	Ringe sort.	Ringe sorteret	$3.5 < U < 7$			
Groft	Grovkornet	Sort.	Sorteret	$2 < U < 3.5$			
		Velsort.	Velsorteret	$U < 2$			
<b>Hærdningsgrader</b>	<b>Bikomponenter</b>						
H1	Uhærdnet	gytjeh.	Gytjeholdig	plr.	Planterester		
H2	Svagt hærdnet	kfr.	Kalkfri	rodgn.	Rodgange		
H3	Hærdnet	khl.	Kalkholdig	rodtr.	Rodtrævler		
H4	Stærkt hærdnet	muldstr.	Muldstriber	skalh.	Skalholding		
H5	Forkislet	organiskh.	Organiskholdig	tørveh.	Tørveholdig		
<b>Øvrige forkortelser</b>							
enk.	Enkelte	klp.	Klumper	part.	Partier	udb.	Udblødt
hom.	Homogenet	m.	Med	sli.	Slirer	u.t.	Under terræn
indh.	Indhold	misf.	Misfarvet	stk.	Stykker	vs.	Vandspejl
inhom.	Inhomogenet	omdan.	Omdannet	st.	Stærk(t)	veks.	Vekslende
k.	Korn	o.t.	Over terræn	sv.	Svag(t)	v.f.	Vandførende
<b>Definitioner</b>							
Vandindhold	W	= Vandvægten i procent af tørstofvægten					
Flydegrænse	W <sub>L</sub>	= Vandindhold ved flydegrænsen					
Plasticitetsgrænse	W <sub>P</sub>	= Vandindhold ved plasticitetsgrænsen					
Plasticitetsindeks	I <sub>P</sub>	= W <sub>L</sub> - W <sub>P</sub>					
Rumvægt	g	= Forholdet mellem totalvægt ved naturligt vandindhold og totalvolumen					
Kornrumvægt	g <sub>s</sub>	= Kornrumvægten					
Poretal	e	= Forholdet mellem porevolumen og tørstofvolumen					
Løs/fast lejring	e <sub>max</sub> /e <sub>min</sub>	= Poretallet i løseste/fasteste standardlejring i laboratoriet					
Lejringstæthed	I <sub>D</sub>	= Relativ lejringstæthed (e <sub>max</sub> - e)/(e <sub>max</sub> - e <sub>min</sub> )					
Glødetab	gl <sub>r</sub>	= Vægttab ved langvarig glødning i % af tørstof reduceret for kalkindhold					
Kalkindhold	ka	= Vægten af CaCO <sub>3</sub> i procent af tørstof					



Udarb./Tegn <b>HELI</b>	Kontrolleret <b>ARGS</b>	Godkendt <b>MAAR</b>	
Sag nr. <b>26.1714.62</b>	Mål <b>1:4000</b>	Dato <b>2018-10-09</b>	Side

Frederikshavn Havn  
Ny Pier

Tegn. nr.

Situationsplan

01