

Vejle. Vejle Lystbådehavn
Udbygning af Pier Syd
Geoteknisk undersøgelse

GEO projekt nr. 37197
Rapport 1, 2013-12-20

Sammenfatning

Projektet omfatter udbygningen af Pier Syd. For et planlagt pæleprojekt har GEO udført en geoteknisk undersøgelse med 3 boringer fra flåde til kote -17.

Ved undersøgelsen har vi fra havbunds niveau i kote -2,2 a -3,1 truffet 7,8 – 9,2 meter postglacialt marint gytje, som underlejres af postglacialt og sen glacialt grus og sand.

Med de trufne bundforhold forventer vi foreløbigt, at der for Ø315/200 mm Greenheart træpæle med spids i det sen glacial sand i kote -15 a -17 kan opnå regningsmæssige bæreevner i størrelsesordenen 125 kN pr. pæl.

Udarbejdet for
NIRAS
Att. Günther Hansen
Postboks 615
Åboulevarden 80
8100 Århus C

Udarbejdet af Thomas Rye Simonsen,
8741 2461, trs@geo.dk

Kontrolleret af Jan Dannemand Andersen

Indhold

1	Baggrund og formål	3
2	Undersøgelser	3
3	Resultater	3
4	Udledning af jordparametre	4
5	Pælefundering	4
	5.1 Bæreevner	4
	5.2 Sætninger	5
	5.3 Prøveramning	5

Bilag

1.1 – 1.3	Boreprofiler, boring GB30 - GB32
1.4	Situationsplan
GEO-Standard	Signaturer og forkortelser

1 Baggrund og formål

I Vejle Lystbådehavn pågår der for øjeblikket pæleramning til Pier Syd, der udføres som en estakade med påsatte tømmerflager. Pier Syd skal efterfølgende udbygges med en ekstra pælerække, hvorpå der skal påsættes betondækelementer med skørter af beton.

For den nye pælerække har GEO udført en geoteknisk undersøgelse. Formålet hermed er at belyse bundforholdene med henblik på en vurdering af pælebæreevner og sætninger af Ø350 mm Greenheart træpæle.

2 Undersøgelser

Undersøgelsen omfatter 3 geotekniske boringer udført på mellem 2,2 og 3,1 meter vand fra flåde.

Undersøgelsespunkterne er placeret som vist med punkterne GB30 – GB32 på vedlagte situationsplan, bilag 1.4. Undersøgelsespunkterne er indmålt og koteret vha. GPS-udstyr i system DVR90/UTM32E89.

Boringerne er ført ca. 15 meter i havbunden, hvilket svarer til kote -17 a -18. Under borearbejdet er der registreret laggrænser og udtaget jordprøver, ligesom der er udført vingeforsøg¹ i kohæsive aflejringer og SPT-forsøg² i kohæsionsjord. Jordprøverne er beskrevet geologisk³ i laboratoriet. Der er udtaget intakte prøver i gytje i form af B-rørsprøver (Ø42 mm). På udvalgte prøver af gytje er der bestemt vandindhold, og på alle prøver i B-rør er der udført rumvægtsbestemmelse. Jordprøverne opbevares i 14 dage fra rapportdato.

Samtlige resultater, målinger og laboratorieforsøg er angivet på boreprofilerne i bilag 1.1 – 1.3. De benyttede signaturer og forkortelser på boreprofilerne er forklaret på vedlagte GEO-Standard.

3 Resultater

I boringerne er der truffet mellem 7,8 og 9,2 meter postglacial, marin gytje. Herunder er der truffet 2 - 3 meter postglacialt, marint sand og grus med stedvist organisk indhold, som underlejres af senglacialt smeltevandssand. Den trufne gytje er i langt størstedelen af lagserien meget blød og meget fed, og der er målt vandindhold imellem 60 og 298 % og rumvægte mellem 11,5 og 12,2 kN/m³ (højere ved iblanding af sand).

Der henvises til bilagene for en detaljeret beskrivelse af de trufne bundforhold.

¹ Dansk Geoteknisk Forening, Referenceblad for vingeforsøg (1999).

² Dansk Geoteknisk Forening, Referenceblad for SPT-forsøg (1995).

³ Dansk Geoteknisk Forening, Bulletin 1: Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse" (1995).

4 Udledning af jordparametre

De målte vingestyrker c_{fv} i borerne er anvendt til udledning af den udrænedede forskydningsstyrke c_u i kohæsive aflejringer (gytje) vha. formelen $c_u = \mu \cdot c_{fv}$. Ud fra vores generelle erfaringsgrundlag foreslår vi anvendt $\mu \approx 0,5$ for de trufne blødbundsaflejringer. Den trufne gytje er meget slap og de udførte vingeforsøg indikerer en meget lille udrænet forskydningsstyrke i gytjen. I den øverste del af gytjen er der således målt vingestyrker $c_{fv} = 4$ a 7 kN/m^2 og i den nederste del $c_{fv} = 9$ a 16 kN/m^2 .

I friktionsjord er lejringsstæthed udledt ud fra SPT-forsøgene som angivet i tabel 1.1. På baggrund heraf kan det senlaciale sand betragtes som middelfast til fast lejret.

Tabel 1.1: Udledning af lejringsstæthed på baggrund af SPT.

Antal slag/30 cm	Lejring
0 - 3	Meget løs
3 - 8	Løs
8 - 25	Middelfast
25 - 42	Fast
42 - 58	Meget fast

5 Pælefundering

5.1 Bæreevner

Til det aktuelle pæleprojekt anvendes der Ø350 mm Greenheart pæle, som rammes med den spidse ende nedad. Med de aktuelle jordbundsforhold skal pælene udføres som spidsbærende med spids i det senlaciale sand, som er truffet fra kote ca. -13,2 a -14,3.

For pæle med spids i sand, kan den karakteristiske brudbæreevne $R_{c;k}$ bedst bestemmes ud fra rammemodstanden $R_{c;k} = R_{dyn,k} = R_{dyn,m}/\xi$, hvor $R_{dyn,m}$ beregnes vha. Den Danske Rammeformel, jf. annek L i geotekniknormens danske nationale annek. Der anvendes en korrelationsfaktor $\xi = 1,5$, hvor bæreevnen er baseret på rammeformel (uden stødbølgemåling).

Til en foreløbig vurdering af pælenes bæreevner har vi forudsat, at pælene er ca. 18 m lange og med en diameter i spidsenden på min. 200 mm.

I brudgrænsetilstanden skal den karakteristiske bæreevne reduceres med partialkoefficient $\gamma_t = 1,3$ i geoteknik kategori 2. Den regningsmæssige last $F_{c;d}$ skal således opfylde følgende:

$$F_{c;d} \leq R_{c;d} = R_{c;k} / \gamma_t$$

Vi skønner foreløbigt, at der kan opnås regningsmæssige trykbrudbæreevner på $R_{c;d} = 125$ kN for Ø350/200 mm Greenheart pæle med spids 2 – 3 meter ned i det senglaciale sand, dvs. i kote -15 a -17.

I anvendelsesgrænsetilstanden skal der tages højde for negativ overflademodstand fra de sætningsgivende gytjelag. For Ø350/200 mm Greenheart træpæle foreslår vi regnet med en negativ overflademodstand F_{neg} på ca. 30 kN.

Den regningsmæssige last $F_{c;d}$ på pælene skal i anvendelsesgrænsetilstanden opfylde følgende ulighed:

$$F_{c;d} + F_{neg} \leq R_{c;k} (\xi/\gamma_t)^{1/2}$$

hvor der anvendes værdier af ξ og γ_t som angivet ovenfor. Ved beregningen af $F_{c;d}$ kan der anvendes kvadratroden af de sædvanlige partialkoefficienter.

5.2 Sætninger

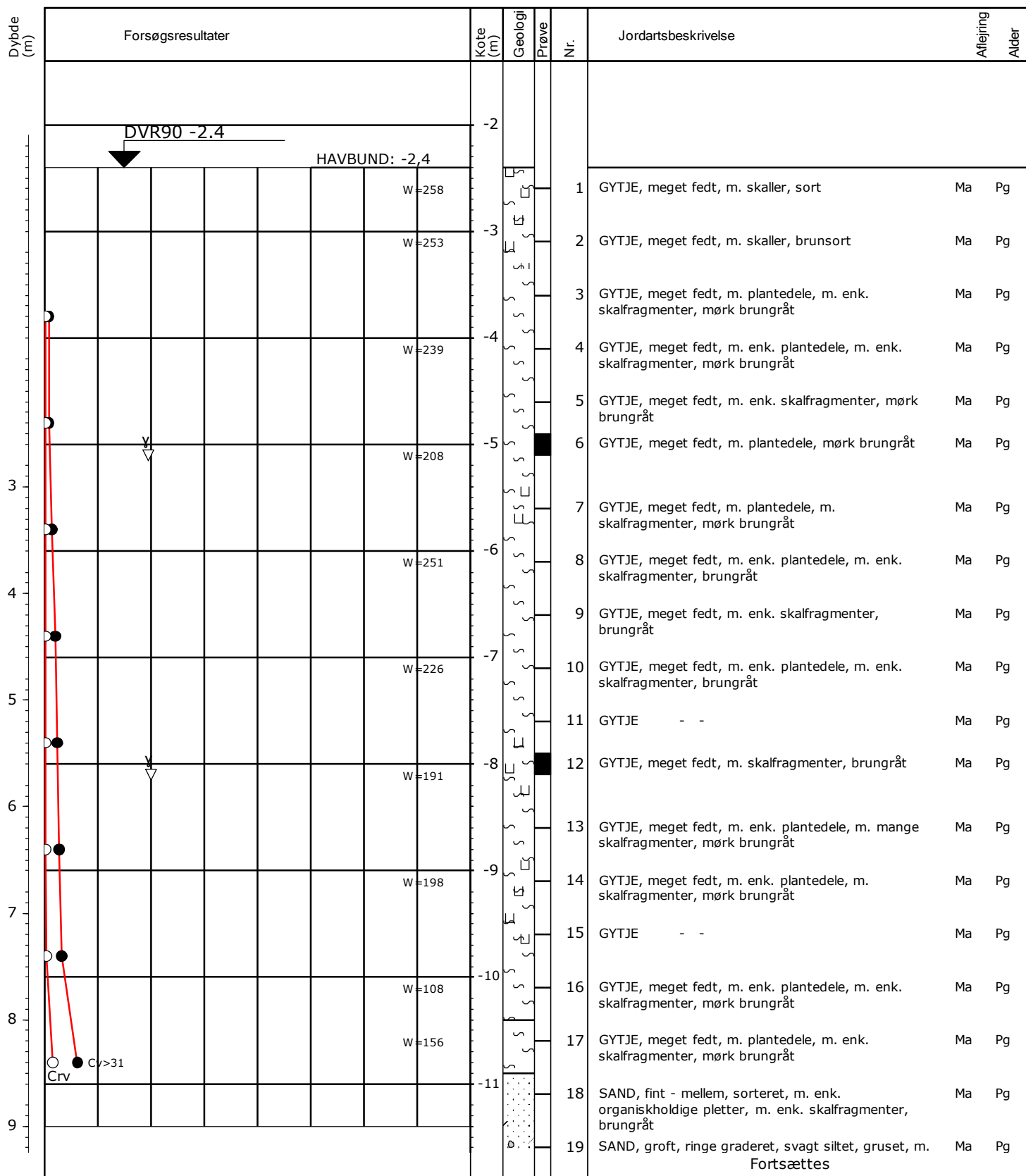
For pæle med spids i kote -15 a -17 med små eller moderate belastninger forventes relativt små sætninger (<1 cm).

5.3 Prøveramning

Rammearbejdet skal indledes med ramning af prøvepæle med notering af rammemodstanden hele vejen ned for fastlæggelse af rammekriterium for de øvrige pæle. Der foreslås valgt et antal prøvepæle – som blandt andet placeres ved de udførte undersøgelsespunkter – svarende til 5 - 10 % af det totale pæleantal.

For de øvrige pæle skal der optages rammejournal for ramningens afslutning, gerne over de nederste par meter.

For pæle med spids i sand vil der erfaringsmæssigt kunne opbygges porevandsovertryk ved pælespidsen med risiko for, at rammemodstanden og bæreevnen undervurderes ved indramningen. Selvom risikoen herfor formentlig er lille i de finstoffattige aflejringer, anbefaler vi overvejet, at de endelige bæreevner fastlægges ud fra efterramning med 3 slag efter 15 minutters rammepause, hvor den tilsvarende nedsynkning måles.



Fortsættes

□	10	20	30	W (%)
▽	12	16	20	γ (kN/m ³)
○ ●	100	200	300	C _{rv} , C _{fv} (kN/m ²)
▲	10	20	30	N (Slag/30 cm)

Koordinatsystem : UTM32/E89
X : 534973 (m) Y : 6173493 (m)

Projekt : 37197 Vejle. Vejle Lystbådehavn. Pier Syd

Boret: GEO JBJ Dato: 2013-12-03

Geologi : TRS

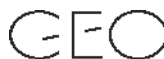
Boring : GB 30

Boremethode : Foret tørrotation 4"

DGU-nr :

Bilag : 1.1 S. 1/2

Boreprofil



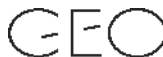
Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk

Dybde (m)	Forsøgsresultater							Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordartsbeskrivelse	Aflejning	Alder
												Fortsat		
9											19	organiskholdige pletter, m. enk. skalfragmenter, brungråt	Ma	Pg
											20	SAND, groft, ringe graderet, svagt siltet, gruset, m. organiskholdige pletter, m. enk. plantedele, brungråt	Ma	Pg
10											21	SAND, groft, ringe graderet, svagt siltet, stærkt gruset, m. enk. organiskholdige pletter, m. enk. plantedele, brungråt	Ma	Pg
											22	SAND, mellem, sorteret, gruset, m. enk. plantedele, gråt	Ma	Pg
11											23	SAND - -	Ma	Pg
											24	SAND, mellem, sorteret, svagt gruset, m. enk. plantedele, gråt	Ma	Pg
12											25	SAND, mellem, sorteret, svagt gruset, gråt	Sm	Sg
											26	SAND, mellem - groft, sorteret, gruset, gråt	Sm	Sg
13											27	SAND, mellem, sorteret, svagt gruset, gråt	Sm	Sg
											28	SAND, mellem, sorteret, stærkt gruset, gråt	Sm	Sg
14											29	SAND, mellem, sorteret, gruset, gråt	Sm	Sg
											30	SAND - -	Sm	Sg
	□	10	20	30				W (%)						
	▽	12	16	20				γ (kN/m³)						
	○ ●	100	200	300				C _{rv} , C _{fv} (kN/m²)						
	▲	10	20	30				N (Slag/30 cm)						
									Koordinatsystem : UTM32/E89 X : 534973 (m) Y : 6173493 (m)					

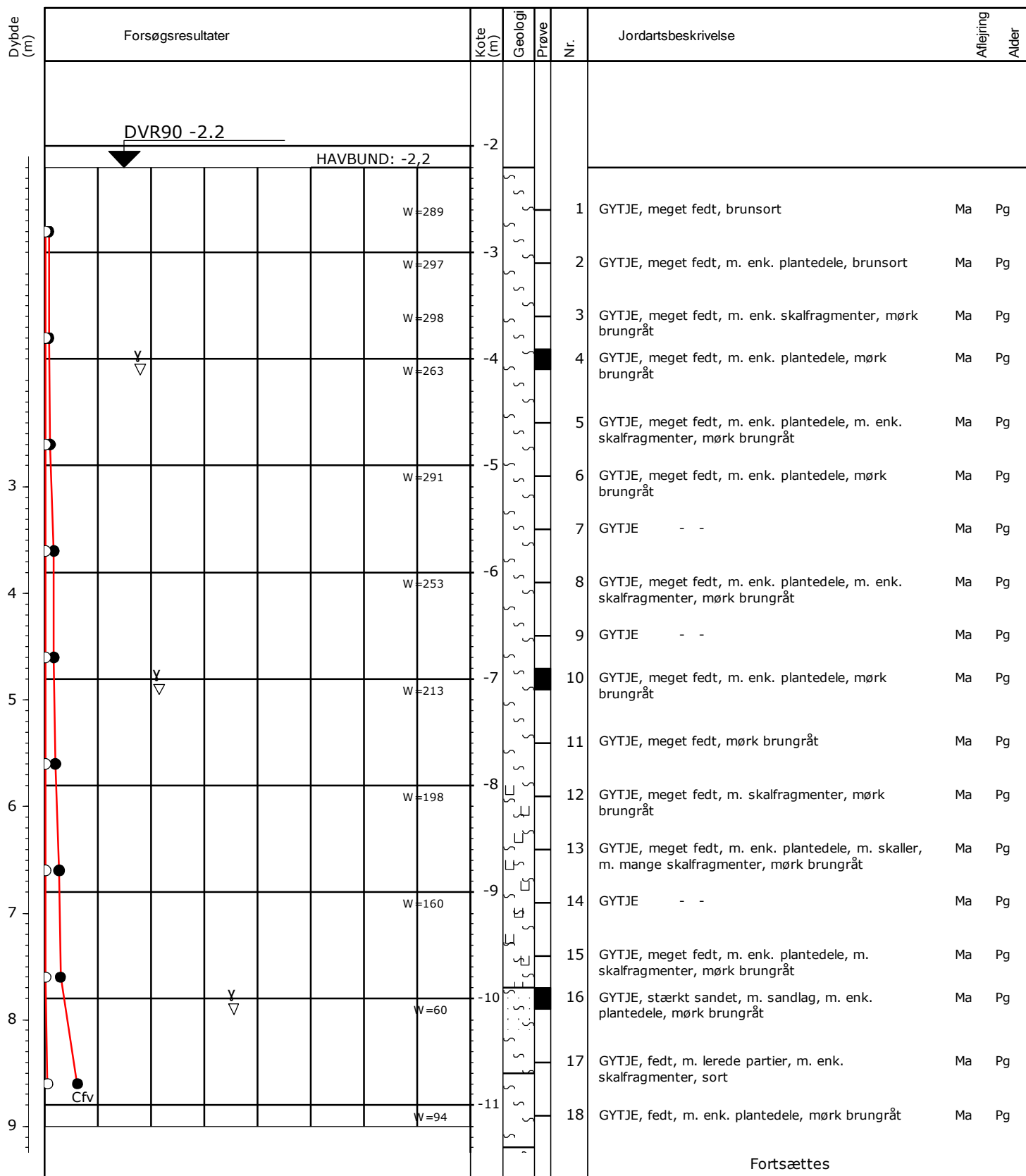
Projekt : 37197 Vejle. Vejle Lystbådehavn. Pier Syd

Boret: GEO JBJ Dato: 2013-12-03 Geologi: TRS Boring: GB 30
 Boremetode: Foret tørrotation 4" DGU-nr: Bilag: 1.1 S. 2/2

Boreprofil



Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
 Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk



Projekt : 37197 Vejle. Vejle Lystbådehavn. Pier Syd

Boret: GEO JBJ Dato: 2013-12-04

Geologi : TRS

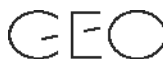
Boring : GB 31

Boremethode : Foret tørrotation 4"

DGU-nr :

Bilag : 1.2 S. 1/2

Boreprofil



Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk

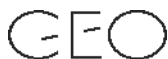
Dybde (m)	Forsøgsresultater						Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordartsbeskrivelse	Afløjning						
												Alder						
												Fortsat						
9	W=94									18	GYTJE, fedt, m. enk. plantedele, mørk brungråt	Ma	Pg					
										19	GRUS, sandet, svagt organiskholdigt, brungråt	Ma	Pg					
10							-12			20	GRUS, sandet, brungråt	Ma	Pg					
										21	SAND, mellem, sorteret, stærkt gruset, m. enk. plantedele, gråt	Ma	Pg					
11							-13			22	SAND, mellem, sorteret, gruset, m. enk. plantedele, gråt	Ma	Pg					
										23	SAND, mellem - groft, sorteret, gruset, gråt	Sm	Sg					
12							-14			24	SAND, fint - mellem, sorteret, svagt gruset, gråt	Sm	Sg					
										25	SAND, mellem, sorteret, svagt gruset, gråt	Sm	Sg					
13							-15			26	SAND - -	Sm	Sg					
										27	SAND, mellem - groft, sorteret, gruset, gråt	Sm	Sg					
14							-16			28	SAND, mellem, sorteret, gruset, med sten, gråt	Sm	Sg					
										29	SAND, mellem, sorteret, gruset, gråt	Sm	Sg					
							-17			30	SAND - -	Sm	Sg					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> □ 10 ○● 100</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ▽ 12 ▲ 20</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ○● 200 ○● 300</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> ○● 300 ○● 300</div>							W (%)		γ (kN/m ³)		Crv, Cfv (kN/m ²)		N (Slag/30 cm)					
										Koordinatsystem : UTM32/E89 X : 535058 (m) Y : 6173469 (m)								

Projekt : 37197 Vejle. Vejle Lystbådehavn. Pier Syd

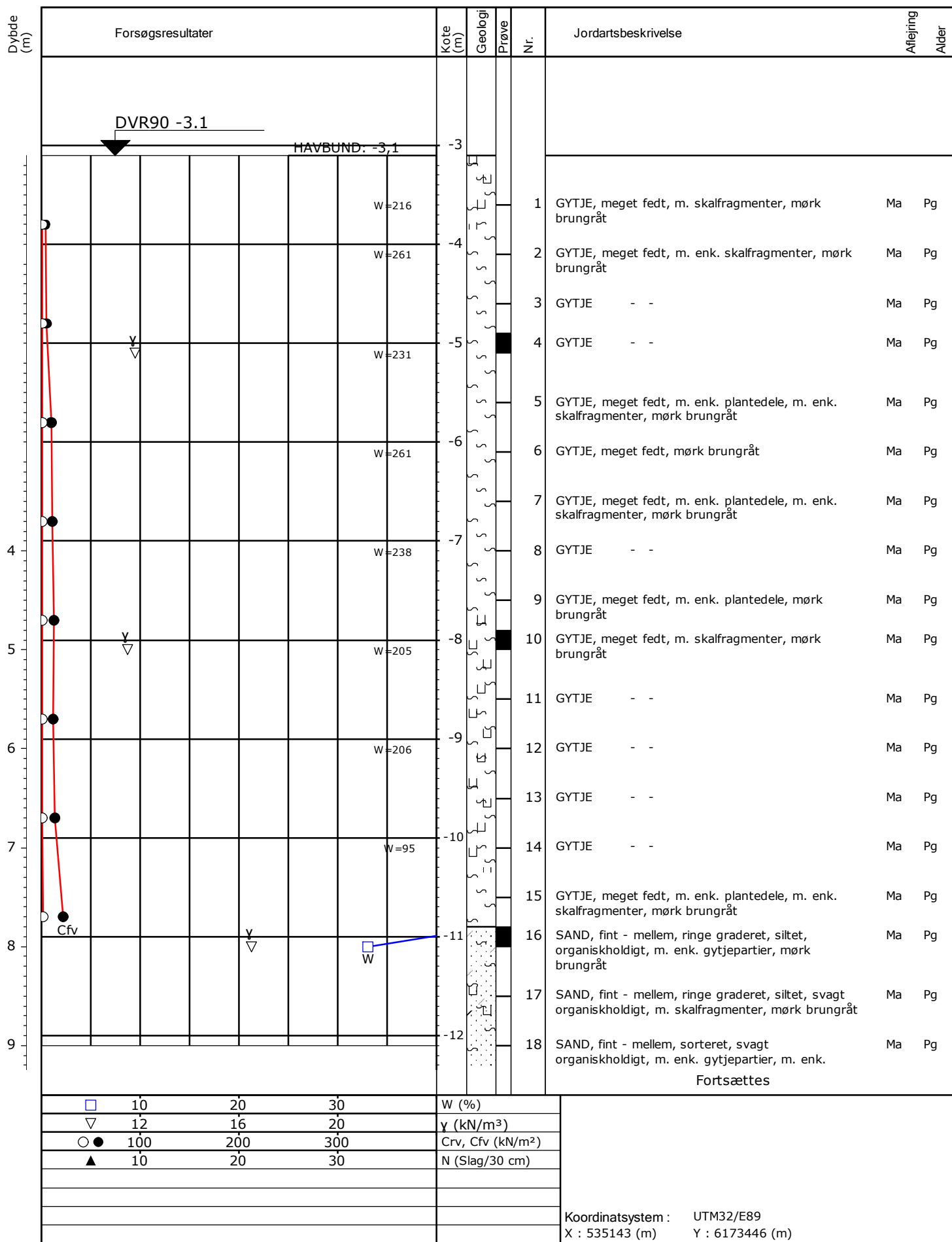
Boret: GEO JBJ Dato: 2013-12-04 Geologi : TRS Boring : GB 31

Boremethode : Foret tørrotation 4" DGU-nr : Bilag : 1.2 S. 2/2

Boreprofil



Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk



Projekt : 37197 Vejle. Vejle Lystbådehavn. Pier Syd

Boret: GEO JBJ Dato: 2013-12-04

Geologi : TRS

Boring : GB 32

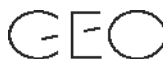
Boremethode : Foret tørrotation 4"

DGU-nr :

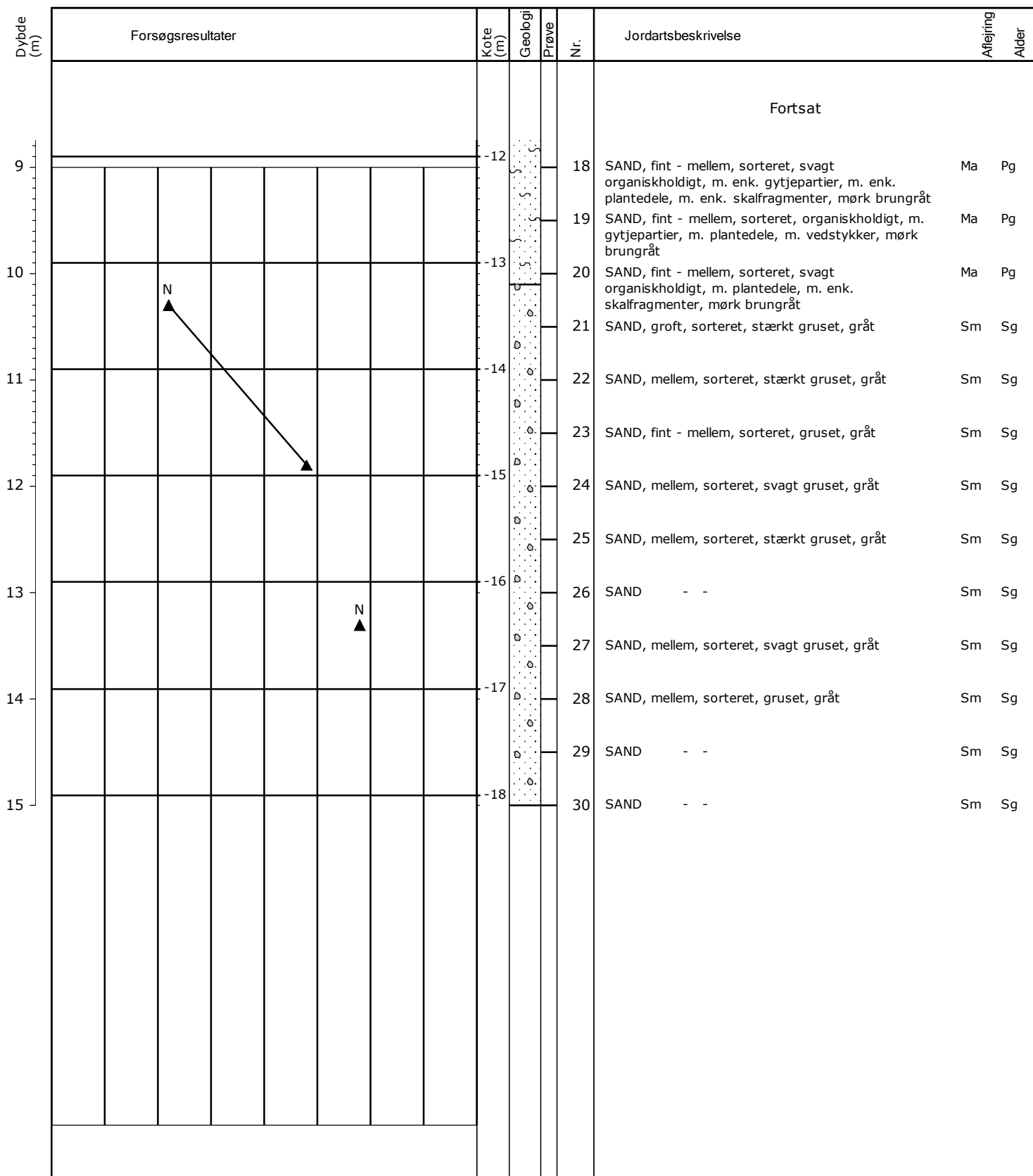
Bilag : 1.3

S. 1/2

Boreprofil



Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk



□	10	20	30	W (%)
▽	12	16	20	γ (kN/m ³)
○ ●	100	200	300	C _{rv} , C _{fv} (kN/m ²)
▲	10	20	30	N (Slag/30 cm)

Koordinatsystem : UTM32/E89
X : 535143 (m) Y : 6173446 (m)

Projekt : 37197 Vejle. Vejle Lystbådehavn. Pier Syd

Boret: GEO JBJ

Dato: 2013-12-04

Geologi: TRS

Boring: GB 32

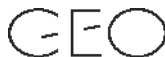
Boremetode: Foret tørrotation 4"

DGU-nr:

Bilag: 1.3

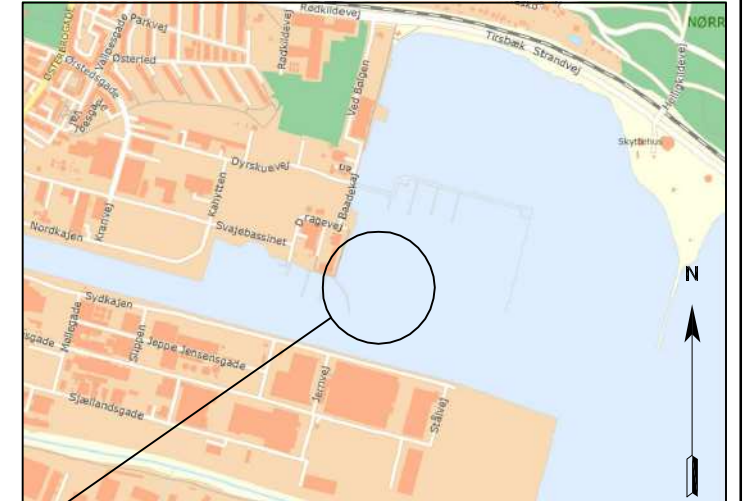
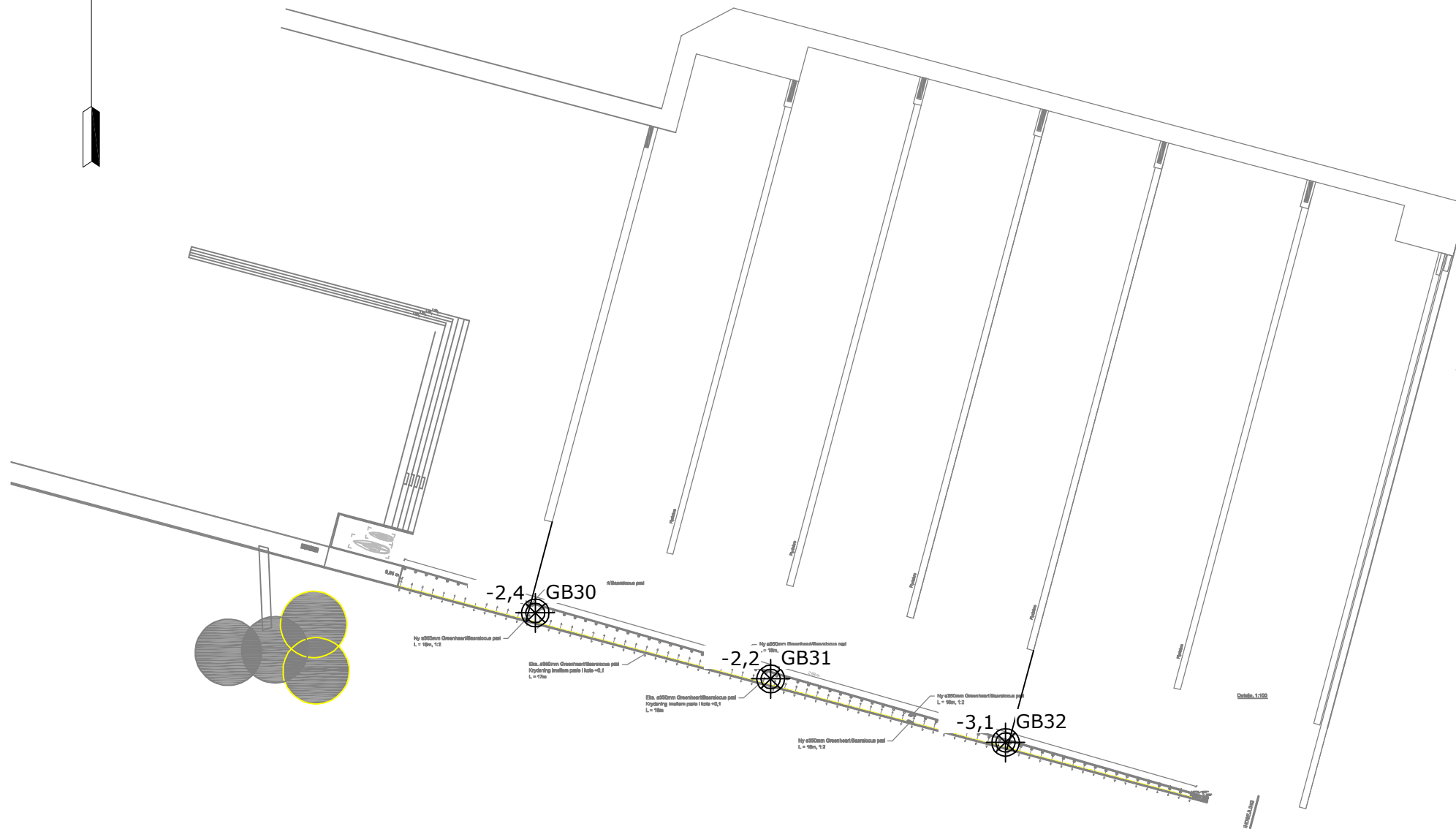
S. 2/2

Boreprofil



Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk

N



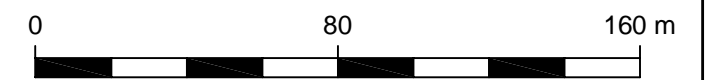
Signatur:

Geoteknisk boring

- a: Punkt nr.
- b: Kote til havbund



(koter er i DVR90)

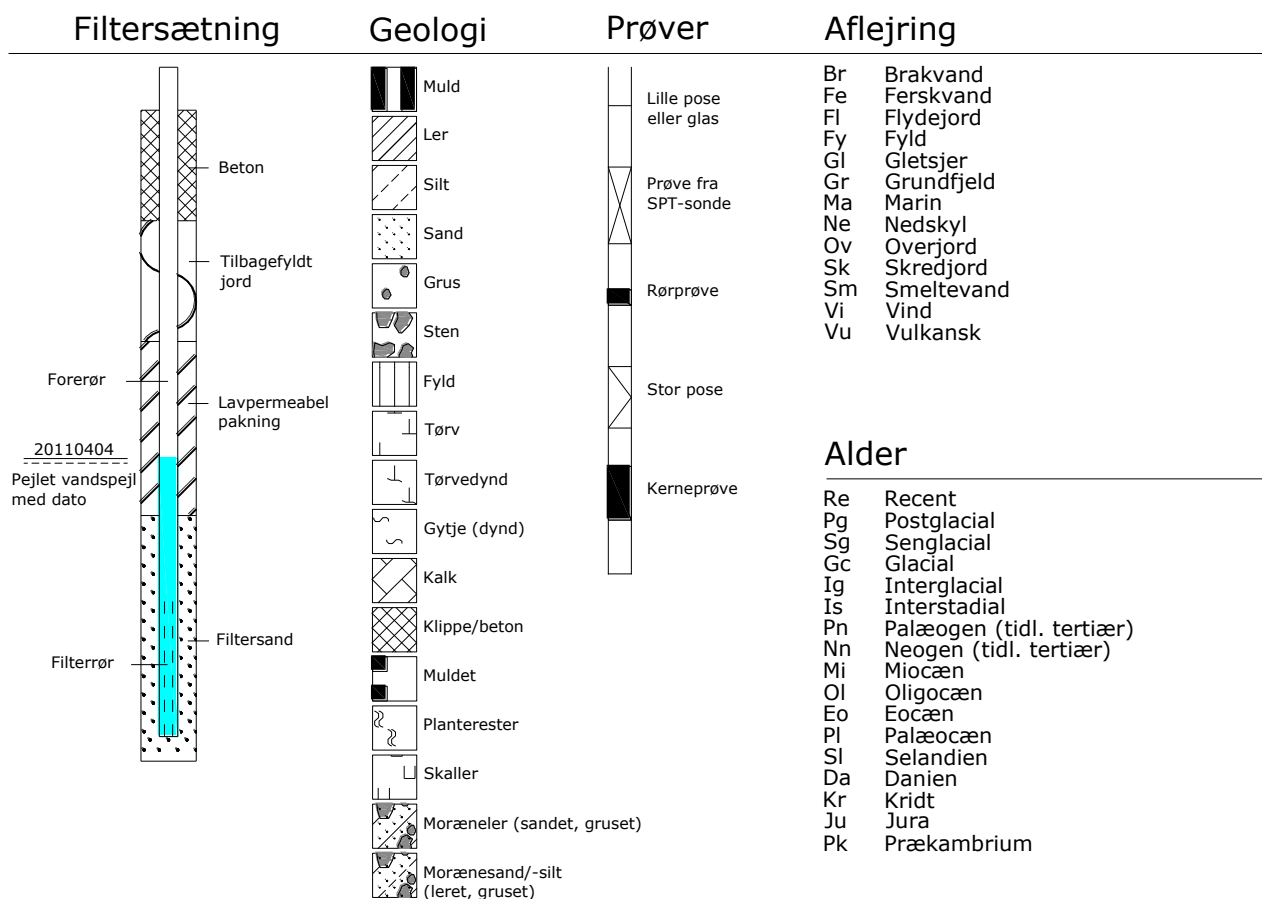


Projekt: 37197 Vejle. Vejle Lystbådehavn. Pier Syd
 Emne: Situationsplan

Mål	1:2000	Rev.	0
Rapport	1	Bilag 1.4	Side 1/1

GEO Sødalsparken 12, 8220 Brabrand
 Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk

GEO-Standard 01: Signaturer og forkortelser Geotekniske og miljøtekniske boreprofiler



Forsøg

w	Vandindhold
w _L	Flydegrænse
w _p	Plasticitetsgrænse
IP	Plasticitetsindeks
Ik	Kvældindeks
e	Poretal
e _{max}	Poretal i løseste standardlejring
e _{min}	Poretal i fasteste standardlejring
γ	Rumvægt
ρ	Densitet
gl	Glødetab
ka	Kalkindhold
PID	Photoionisationsdetektormåling
C _{rv}	Forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg
C _{rv}	Forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg (omrørt)
N	Standard penetrationsmodstand (SPT)
q _c	Spidsmodstand (CPT)
f _s	Kappemodstand (CPT)
R _f	Friktionsforhold (=f _s /q _c)
u	Poretryk (CPT)

Henvisninger/noter

- DS/EN 1997 Eurocode 7:
- Geoteknik
- Dansk Geoteknisk Forening:
- "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse"
- "Felthåndbogen"
- "Laboratoriehåndbogen"
- Referenceblad for vingeforsøg
- Referenceblad for SPT-forsøg

I moræne-jordarter må der forventes et varierende indhold af grus, sten og blokke.

Vingeforsøg er udført og tolket i henhold til Dansk Geoteknisk Forening, "Referenceblad for vingeforsøg", revision 3, august 1999.