

Silkeborg Kommune  
Att: Stefan B. Dyrberg  
Søvej 1  
8600 Silkeborg

Dato: 8. april 2019  
Sag nr.: 19.6118.01

Side: 1/5

## Geoteknisk rapport

### Sag

Nylandsvej, matr. Tvilum 8dv, 8882 Fårvang.

Indledende og orienterende placeringsundersøgelse for opførelse af 4 boliger i optil max 2 plan, uden kælder. Der skal ubetinget udføres yderligere borer i byggefelterne for de kommende bebyggelser.

### Formål

Formålet med undersøgelsen er overordnet at belyse funderings- og grundvandsforholdene i forbindelse med opførelsen af bebyggelserne.

### Byggegrundenes historie

Der har tidligere været et institutionsbyggeri på matriklen, dette er dog nedrevet ved boringernes udførsel. Arealet er ikke omfattet af områdeklassificering, og kan som udgangspunkt forventes rent.

### Markarbejder

Der er den 18. marts 2019 udført 4 geotekniske undersøgelsesboringer (6" tør), benævnt GB1 – GB4. Boringerne er udført til 5,0 m.u.t. med prøveudtagning pr. halve meter (samt i mellemliggende afvigende jordlag). Boringer er afsluttet i senglaciale eller glaciale aflejringer.

Boringernes placering fremgår af vedlagte situationsplan, - bilag nr. 1.

Koter er relative til overside af nærliggende brønddæksel (jfr. situationsplanen), fix 1 – kote: + 10,0 m. relativ.

I forbindelse med markarbejdets udførelse er der udført in situ forsøg i form af vingeforsøg (HVA, HVB, V5), samt rammesondering (SPT rammesonde med lukket keglespids) for bestemmelse af aflejringerne styrkeegenskaber. Boringerne er udbygget med et 25 mm PEL-pejlør til niveauet 5,0 m.u.t.

### Laboratoriearbejder

Der er efterfølgende udført jordartsbeskrivelse på hjemtagne prøver, ligesom der er udført vandindholdsbestemmelser på udvalgte prøver.

## Jordbundsforhold

Området er beliggende på et morænelandskab dannet under sidste- og næstsidste istid.

Øverst er der konstateret et 0,6 á 1,8 meter tykt fyld-/muldrag.

Herunder er der primært til endt boreddybde (5,0 m.u.t.) fundet ler eller moræneler. Dog er der i boring GB2 truffet et sandlag i niveaue 0,6 – 1,2 m.u.t.

For en detaljeret beskrivelse af påtrufne jordarter og laggrænser, se de optegnede boreprofiler, - bilag 2 – 5.

## Vandspejlsforhold

Der er efter endt borearbejde (d. 18.03.2019) ikke truffet et frit vandspejl ved endt pejlørdsdybde 5,0 m.u.t. Bemærk at sekundære vandspejl med konstaterede leraflejringer kan opstå i nedbørsperioder.

Der bør udføres en kontrolpejling inden anlægsarbejder påbegyndes.

## Funderingsforhold

Det vurderes på baggrund af den udførte undersøgelse at projektet kan behandles i geoteknisk kategori 2.

## Fundering

Der er ved undersøgelsen truffet fyld-/muldrag til niveaue 0,6 á 1,8 m.u.t., dette forudsættes udsat i fuldt omfang, hvorfor funderinger vil blive en kombination af direkte fundering og sandpudedefundering\*<sup>1</sup>.

\*<sup>1</sup> Note: Sandpudedefundering - Udsætning af øvre muld og fyldaflejringer med en efterfølgende kontrolleret indbygning af velegnet sandfyld, - jævnfør afsnittet supplerende undersøgelser og appendiks nr. 1 (principsnit af sandpude).

Højeste niveau for direkte fundering eller sandpudedefundering, med bæreevneparametre som beskrevet under afsnittet materialeparametre:

Boring nr.:	Terrænkote	Højeste niveau for direkte fundering (OSBL)		Højeste afrømningsniveau for terrændæk (AFRN)	
	m. relativ	m.u.t.	m. relativ	m.u.t.	m. relativ
GB1	+10,0	1,0	+9,0	1,0	+9,0
GB2	+10,7	0,6	+10,1	0,6	+10,1
GB3	+10,0	0,7	+9,3	0,7	+9,3
GB4	+10,3	1,8	+8,5	1,8	+8,5

## Materialeparametre

På baggrund af udførte borer og udførte forsøg skønnes det at der kan påregnes følgende materialeparametre:

Aflejring	Rumvægt		Kohæsion		Friktionsvinkel	Konsoliderings Modul
	Over GVS	Under GVS	Korttidstilstand	Langtidstilstand	Langtidstilstand	
	$\gamma/\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma/\gamma'$ kN/m <sup>3</sup>	$c_{v,k}$ kN/m <sup>2</sup>	$c'_k$ kN/m <sup>2</sup>	$\varphi'_{pl,k}$ (grader)	
Sandpude	18	20 / 10			≥ 36	≥ 30
Sand, Fl, Sg	18	20 / 10			≥ 34	≥ 20
Ler/ML, FI/GI, Sg/Gc	20 - 22	20-22 / 10 - 12	≥ 60	0	25 - 30	≥ 15

Beregninger udføres iht. Eurocode 7, DS/EN 1997 og nationalt annek DS/EN 1997-1 DK NA:2015.

### **Terrændæk**

Fyld-/muldlag afrømmes med en efterfølgende komprimering og indbygning af velegnet sandfyld til underside af det kapillarbrydende lag.

Kapillarbrydende lag udføres traditionelt. Det kapillarbrydende lag kan f.eks. bestå af grovkornet grus eller coatede løse letklinker, med en mindste kornstørrelse på 4 mm og materialet skal være rent (vasket).

For at opnå sikkerhed mod kapillær op sugning, skal det kapillarbrydende lag have en tykkelse på mindst det dobbelte af den eksperimentelt bestemte kapillære stighøjde for materialet, - jævnfør SBI-anvisning 224 (1. udgave 2009), side 37. Eller isoleringsmateriale godkendt som kapillarbrydende lag.

Hvis gulvoverfladen projekteres mindre end 300 mm over terræn skal der tillige, idet underbunden ikke er tilstrækkelig selvdrænende med konstaterede kohæsive aflejringer (ler), etableres omfangsdræn omkring bebyggelser.

### **Radon**

Bebyggelserne skal, såfremt der ikke udføres detailundersøgelse der afkræfter risikoen for radon, sikres mod opsvingning af den radioaktive luftart radon.

### **Sætninger**

Der skal ubetinget udføres yderligere boringer, men med nuværende grundlag vurderes det, at med en korrekt dimensioneret og veludført fundering (og sandopfyldning) skønnes der ikke at ville opstå sætninger/differenssætninger af skadevoldende størrelse.

### **Udgravnings-/anlægsforhold**

Forpligtelsen til at undgå skader som følge af byggemodning/- anlægsarbejder er formuleret i Byggelovens §12, til hvilken der henvises.

En midlertidig primær grundvandssænkning anses ikke blive påkrævet i udgravningsfasen for såvel funderinger som ved ledningsarbejder, idet et frit vandspejl ikke er konstateret ved endt pejlrørsdybde 5,0 m.u.t. på udførelsesdagen. Der bør udføres en kontrolpejling inden anlægsarbejder påbegyndes.

Såfremt en sekundær vandsænkning/dræning af overfladevand (i forbindelse med nedbørsperiode) bliver påkrævet i udgravningsfasen, anbefales denne i områdets lerholdige aflejringer, gennemført ved direkte lænsning. I praksis udført med afvandingsrender (grøfter) ført til pumpe-sumpe med afløb.

**NB:** Udgravningsarbejder under frit vandspejlsniveau kræver en midlertidig vandsænkning.

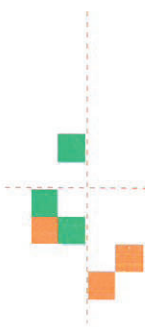
Terrænet skal sikres et resulterende fald på minimum 10 ‰ for jord, (vi anbefaler 15 ‰), og 7 ‰ for belægninger bort fra bebyggelsen, - til en afstand af mindst 3 meter (krav for en bebyggelse uden kælder, - jævnfør SBI-anvisning nr. 231– side 70). Såfremt dette ikke kan opnås ved topografiske ændringer af byggefeltet mod højere beliggende terræn, bør der etableres afskærende dræn (jævnfør SBI-anvisning 224. 1. udgave 2009 – afsnit 7.2.2).

Hvis gulvoverfladen projekteres mindre end 300 mm over terræn skal der tillige, idet underbunden ikke er tilstrækkelig selvdrænende med konstaterede kohæsive aflejringer (ler), etableres omfangsdræn omkring bebyggelser.

### **Miljøtekniske forhold**

Området er udtaget af områdeklassificering og kan/bør som udgangspunkt forventes rent.

Miljøtekniske forhold er ikke forsøgt belyst yderligere ved nærværende undersøgelse.



## Supplerende undersøgelser

Nærværende undersøgelse er en indledende placeringsundersøgelse for en overordnet beskrivelse af arealets jordbundsforhold. For detailprojektering skal der ubetinget udføres supplerende borer for de geotekniske parameterundersøgelser til de enkelte projekter.

Foruden supplerende parameterundersøgelser skal der i henhold til Eurocode DS/EN 1997-2, af en geoteknisk fagkyndig, udføres tilsyn af bygge- og anlægsarbejder.

Sand- og grusmateriale anvendt til opfyldning bør være bundsikringsgrus/-sand kvalitet 2 (jf. DS/EN 13285) med et uensformighedstal  $U_{60/10} > 2,5$ . Sandækvivalenten skal mindst være 30.

Tilført stabilgrus bør som minimum opfylde betingelserne for stabilgrus kvalitet 2 (jf. DS/EN 13285). Sandækvivalenten skal mindst være 30. Indhold af uknuste partikler (runde korn) må højst være 70 %. Indhold af lersten må højst være 1,2 %.

Methylenblåt (MB) skal for bundsikringsmaterialer bestemmes hvis der er mere end 3 % filler (mindre end 0,063 mm). For stabilt grus skal MB værdien altid bestemmes.

MB værdien skal være mindre end eller lig med 3 ( $\leq 3$ ) for en bundsikringsgrus/-sand kvalitet 2 og Stabilgrus kvalitet 2.

Grus/-sandopfyldninger opbygges i lag a' 20 – 30 centimeter og sikres komprimeret til en komprimeringsgrad som beskrevet i tabellen herunder.

*Anbefalede komprimeringskrav for Stabilt grus (SG), Bundsikring (BS) og genindbygget råjord (GR):*

Indhold af partikler over 16 mm %	Kontrolregel ved Gennemsnit/mindsteværdi				Kontrol ved statistisk bedømmelse	
	St. proctor*		Vibration		St. Proctor*	Vibration
	Gnm. %	Min. %	Gnm. %	Min. %	K %	K %
<b>GR &lt; 10</b>	> 100	97	> 95	92	97	92
<b>BS</b>			> 95	92		92
<b>SG</b>			> 95	92		92

\*Uden korrektion for indhold af partikler over 16 mm.

- Standard Proctor bør (må) kun anvendes ved genindbygget råjord bestående af kohæsionsjord (silt og ler) med et indhold mindre end 10% af partikler over 16 mm.
- Som reference ved tilført friktionsmateriale (sand/- og grus og genindbygget sand) bør (skal) der anvendes vibrationsindstamping. Markdensitet kun isotopsonde.

Der bør udføres 5 isotopmålinger pr. 0,6 meter sandopfyldning (pr. kontrolafsnit med tilhørende reference for kontrolafsnit), dog minimum 5 isotopmålinger pr. 500 m<sup>3</sup> indbygget grus/-sandfyld.

## Geoteknisk projekteringsrapport

Der skal udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som samler den geotekniske projektering, herunder forudsætninger, parametre, beregninger og resultater, jfr. EC 7, del 1, afsnit 2.8.

Projekteringsrapporten skal endvidere indeholde en plan for kontrol, overvågning og vedligeholdelse.

Nærværende geotekniske undersøgelsesrapport er en indledende placeringsundersøgelse og kan IKKE alene danne grundlag for den geotekniske projekteringsrapport.

---

De optagne jordprøver bortkastes, såfremt intet andet aftales, 1 måned fra dags dato.

Skulle der være spørgsmål eller uoplyste punkter vil vi fortsat være til rådighed.

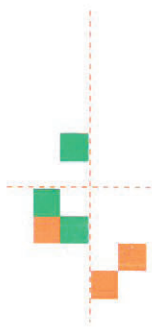
Med venlig hilsen  
Jysk Geoteknik A/S

  
Kit Brievic Bærentsen  
Sagsingeniør

  
Hans Henrik Hansen  
Kvalitetssikring

Vedlagt:

Bilag 1 ..... Situationsplan  
Bilag 2 – 5..... Boreprofiler  
Bilag 6..... Signaturforklaring  
Appendiks 7..... Principsnit sandpude





**NOTER:**

Mål: 1:500

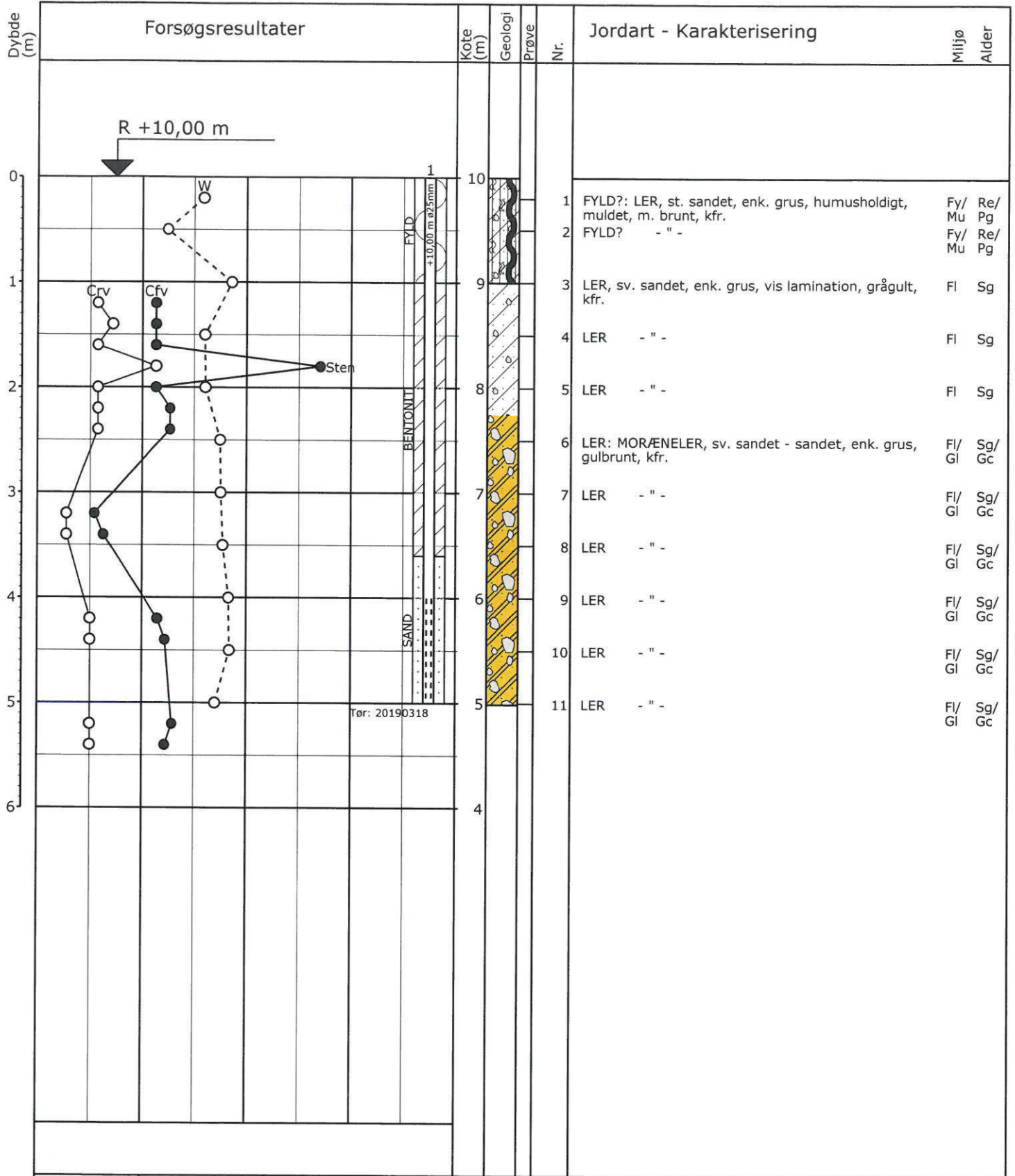
Udgangskote: FIX1, brønddæksel, - kote +10,0 m. relativ.

Boringerne er afsat som anvist på plan.

**SIGNATURER:**

Geoteknisk boring: Terrænkote Boring nr.

<b>Sag: 19.6118.01. Nylandsvej, matr. Tvilum 8dv, 8882 Fårvang.</b>				
<b>Boring: GB1 - GB4</b>		<b>Boret af: LM/TN</b>	<b>Dato: 18.03.2019</b>	
<b>Udarb. af: KB</b>	<b>Kontrol: KD</b>	<b>Godkendt: HH</b>	<b>Dato: 08.04.2019</b>	<b>Bilag: 1 Side: 1/1.</b>
<b>JYSK GEOTEKNIK A/S</b>		<b>Sallingsundvej 4 6715 Esbjerg N.</b>	<b>Tlf.: 75143022 Fax: 75143023</b>	<b>SITUATIONSPLAN</b>



○	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cfv, Crv (kPa)

Pejlerør: 1: ø25mm - Topkote: 10,00 m

Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør

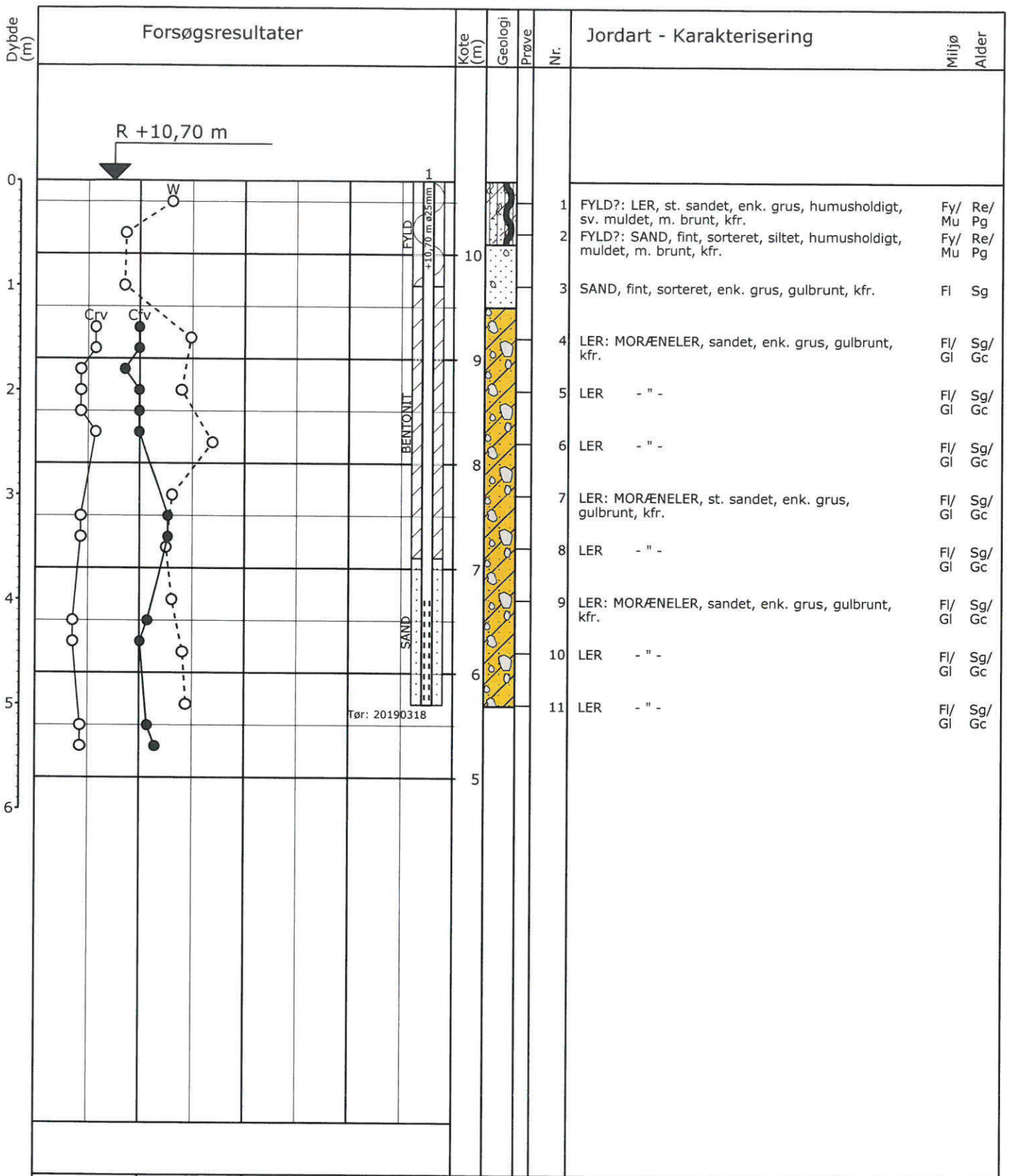
Projektion:  
 X: (m)      Y: (m)      Plan:

Sag: 19.6118.01      Nylandsvej, matr. Tvilum 8dv, 8882 Fårvang.

Boret af: JGA/S    LM/TN    Dato: 2019.03.18    Bedømt af: JFC    DGU Nr.:    Boring: GB1

Udarb. af: KB    Kontrol: KD    Godkendt: HH    Dato: 2019.04.08    Bilag: 2    S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.46 PSTGC 08-04-2019 11:19:40



○ 10 20 30 W (%)  
 ○● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Pejlerør: 1: ø25mm - Topkote: 10,70 m

Boremethode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør

Projektion:

X: (m) Y: (m)

Plan:

Sag: 19.6118.01

Nylandsvej, matr. Tvilum 8dv, 8882 Fårvang.

Boret af: JGA/S LM/TN

Dato: 2019.03.18 Bedømt af: JFC

DGU Nr.:

Boring: GB2

Udarb. af: KB

Kontrol: KD

Godkendt: HH

Dato: 2019.04.08

Bilag: 3

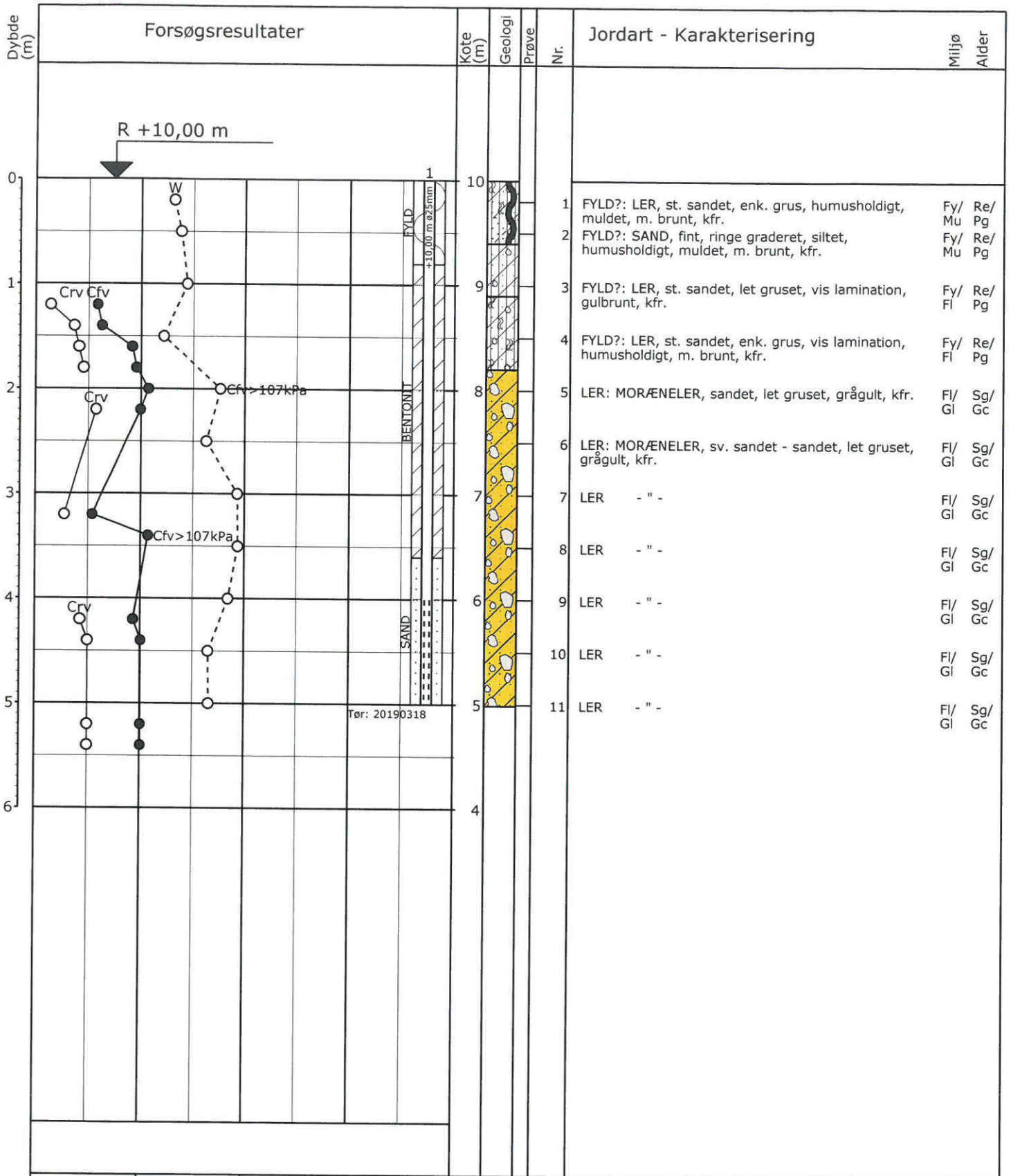
S. 1/1

**JYSK GEOTEKNIK A/S**

**Boreprofil**







Nr.	Jordart - Karakterisering	Miljø	Alder
1	FYLD?: LER, st. sandet, enk. grus, humusholdigt, muldet, m. brunt, kfr.	Fy/Mu	Re/Pg
2	FYLD?: SAND, fint, ringe graderet, siltet, humusholdigt, muldet, m. brunt, kfr.	Fy/Mu	Re/Pg
3	FYLD?: LER, st. sandet, let gruset, vis lamination, gulbrunt, kfr.	Fy/Fl	Re/Pg
4	FYLD?: LER, st. sandet, enk. grus, vis lamination, humusholdigt, m. brunt, kfr.	Fy/Fl	Re/Pg
5	LER: MORÆNELER, sandet, let gruset, grågult, kfr.	Fl/Gl	Sg/Gc
6	LER: MORÆNELER, sv. sandet - sandet, let gruset, grågult, kfr.	Fl/Gl	Sg/Gc
7	LER - " -	Fl/Gl	Sg/Gc
8	LER - " -	Fl/Gl	Sg/Gc
9	LER - " -	Fl/Gl	Sg/Gc
10	LER - " -	Fl/Gl	Sg/Gc
11	LER - " -	Fl/Gl	Sg/Gc

Pejlerør: 1: ø25mm - Topkote: 10,00 m

Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør

Projektion: X: (m) Y: (m) Plan:

Sag: 19.6118.01 Nylandsvej, matr. Tvillum 8dv, 8882 Fårvang.

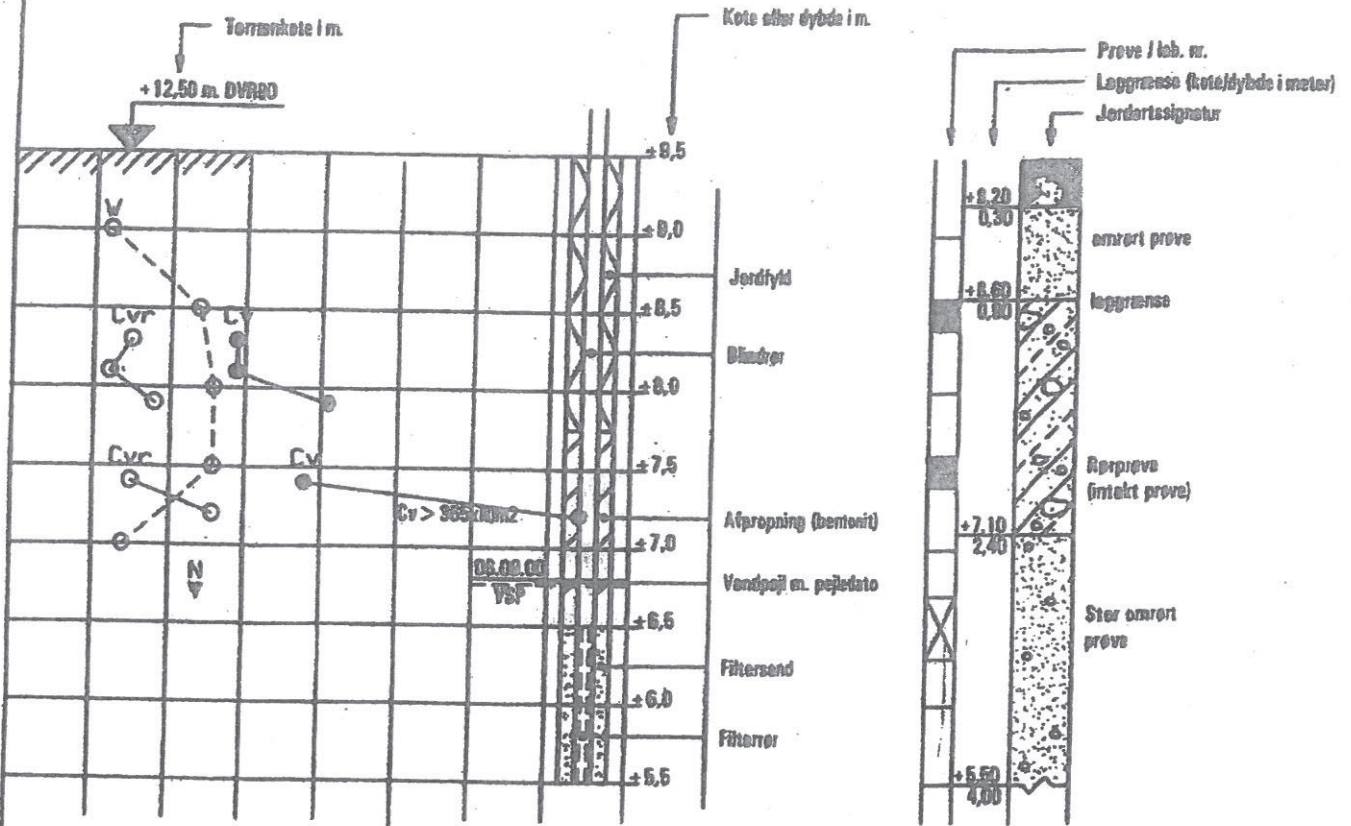
Boret af: JGA/S LM/TN Dato: 2019.03.18 Bedømt af: JFC DGU Nr.: Boring: GB4

Udarb. af: KB Kontrol: KD Godkendt: HH Dato: 2019.04.08 Bilag: 5 S. 1/1

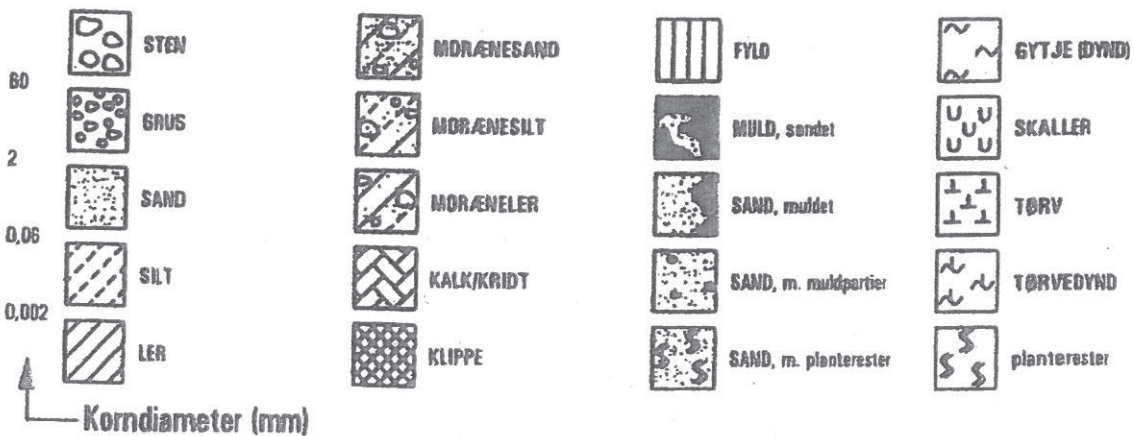
GeoGIS2020 20.02.46 PSTGC 08-04-2019 11:15:17

# BOREPROFIL

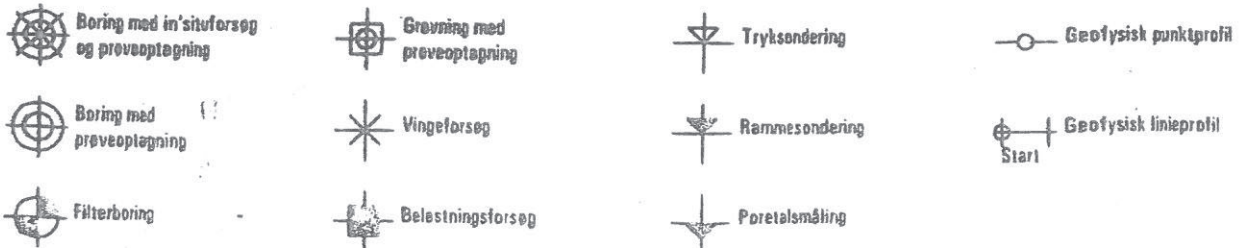
RESULTATER AF MARK- OG LABORATORIEFORSØG



## JORDARTSSIGNATURER



## SIGNATURER PÅ SITUATIONSPLAN



SIGNATURFORKLARING OG DEFINITIONER

JYSK GEOTEKNIK A/S

Søllingsundvej 4  
6715 Esbjerg N.

Tlf.: 75143022

VEND

## GEOLOGISKE FORKORTELSER

### DANNELSESALDRE

Br	Brakvand	Sm	Smeltevand
Fe	Ferskvand	Vi	Vindaflejet
Fl	Flydejord		
Gl	Gletscher		
Ma	Marin		
Me	Medskyd		
O	Overjord		
Sk	Stroefjord		

### ALDER

Kv	Kvartær	Te	Tertiær	Kt	Kridt
Pg	Postglacial	Pi	Pliocen	Se	Senon
Sg	Senglacial	Mi	Miocæn		
Al	Allerød	Oi	Oligocæn		
Gc	Glacial	Eo	Eocæn		
Ig	Interglacial	Pi	Palæocæn		
Is	Interstadial	Si	Selandien		
		Da	Danien		

### KORNSTØRRELSE

fin	Finkornet
Mellem	Mellemkornet
Groft	Groftkornet

### SORTERINGSGRADER

usort.	Usorteret	U > 7
ringe sort.	Ringe sorteret	3,5 < U < 7
sort.	Sorteret	2 < U < 3,5
velsort	Velsorteret	U < 2

### HÆRDNINGSGRADER

H1	Uværnet
H2	Svagt hærdnet
H3	Hærdnet
H4	Stærkt hærdnet
H5	Forkislet

### BIKOMPONENTER

gytjeh.	Gytjeholdig(t)	pk.	Planterester
kfr.	Kalkfri	redgn.	Rødgange
kh.	Kalkholdig(t)	redtr.	Rødtrævler
muldstr.	Muldstrøbet	Skalh.	Skalholdig(t)
Organiskh.	Organiskholdig(t)	tørveh.	Tørveholdig(t)

### ØVRIGE FORKORTELSER

eak.	Enkelt	kp.	Klumper	part.	Partier	udb.	Udbledt
hom.	Homogent	m.	Med	sli.	Slør/strøbet	u.t.	Under terræn
iflg.	Ifølge	misf.	Misfarvet	stk.	Stykker	vsp.	Vandspejl
indh.	Indhold	omdan.	Omdannet	st.	Størk(t)	veks.	Vekstende
inhom.	Inhomogent	o.t.	Over terræn	sv.	Svag(t)	v.f.	Vandførende

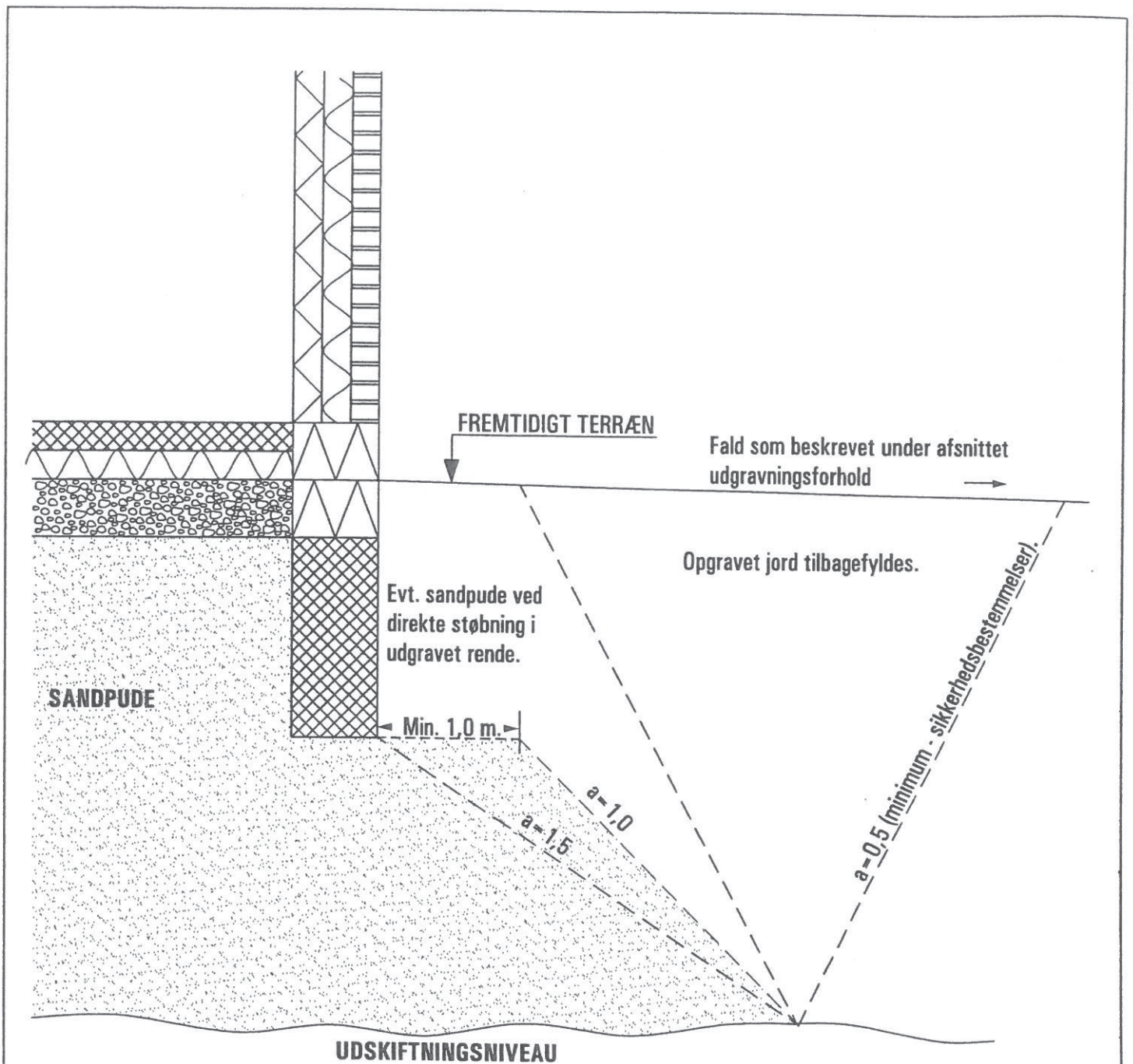
## DEFINITIONER

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 (kN/m <sup>3</sup> )	γ	-	Forholdet mellem totalvægten og totalvolumen
Kornrumvægt (kN/m <sup>3</sup> )	γ	-	Middelværdien af tørstoffets rumvægt
Poretal	e	-	Forholdet mellem porevolumen og tørstofvolumen
Løs/ fast lejrings	e <sub>max</sub> /e <sub>min</sub>	-	Poretallet i løseste/fasteste standardlejrings i laboratoriet
Tæthedindeks	I <sub>D</sub>	-	Relativ lejringsstæthed (e <sub>max</sub> - e) / (e <sub>max</sub> - e <sub>min</sub> )
Reduceret glødetab (%)	gl	-	Vægttabet ved langvarig glødning i procent af tørstofvægten (reduceret for eventuelt indhold af CaCO <sub>3</sub> )
Kalkindhold (%)	ka	-	Vægten af CaCO <sub>3</sub> i procent af tørstof
Vingestyrke (kN/m <sup>2</sup> )	c <sub>v</sub>	-	Den udrænnede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
Vingestyrke (kN/m <sup>2</sup> )	c <sub>vt</sub>	-	Den udrænnede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg efter omrøring (10 x 360 grader)
SPT-forsøg	N	-	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning ved standardpenetrationsforsøg

## HENVISNINGER

Fra boreprofiler til bilag med specielle laboratorieforsøg

S	Kornkurve	MP	Modificeret proctorforsøg	T <sub>1</sub>	Simpelt trykforsøg	* Henvi- ning til rapport
SP	Standard proctorforsøg	K	Konsolideringsforsøg	T <sub>3</sub>	Triaksialt trykforsøg	



**NOTER:**

Sandpuden opbygges i lag  $a'$  20 - 30 cm og komprimeres til en komprimeringsgrad som beskrevet under afsnittet supplerende undersøgelser.

**PRINCIPSNIT AF SANDPUDE.**