

# Geoteknisk rapport 2 Indledende undersøgelse



Sag: J20.1139 – Udstykning v. Lergravsvej, Kjellerup – B3 og B103

Salg af parcelhusgrund

Horsens, den 2. juni 2021

**Rekvirent:**

Silkeborg Kommune  
sikkerpost@silkeborg.dk  
Østergade 1  
8600 Silkeborg





# Geoteknisk rapport 2

## Indledende undersøgelse

### Sag

J20.1139 – Udstykning v. Lergravsvej, Kjellerup – B3 og B103

### Emne

Nærværende jordbundsundersøgelse er udført med henblik på salg af parcelhusgrund, med forventning om parcelhusbebyggelse i et plan uden kældere.

Med udgangspunkt heri har Franck Miljø- & Geoteknik AS til orientering om bund- og grundvandsforholdene udført en undersøgelse omfattende 2 geotekniske borer.

Det bemærkes at nærværende rapport er anden udgave. Der er udført en supplerende boring B103 på grunden. Boringen er tilføjet rapporten, og det har givet anledning til ændringer ift. tidligere fremsendte rapport.

Vi er ikke bekendt med et konkret byggeprojekt.

Til vor rådighed har været situationsplan – bilag 1.

## Konklusion

### Geologi:

I borerne træffes øverst ca. 0,7 - 0,9 m muld. Herunder træffes der bæredygtige aflejringer af glacialt ler og moræneler med indslag af sand til boringernes afslutning 4 m under terræn.

Der er truffet ret fedt og fedt ler i funderingsniveau, og det anbefales bl.a. at funderingsdybden øges til 1,2 m, der udlægges plastfolie på råjordsplanum og der indføres restriktioner på beplantning mv.

Der henvises i øvrigt til afsnittet "Særlige funderingsforhold" samt bilag "Princip for fundering i fedt ler", der beskriver de nærmere forhold.

Det bemærkes, at der i boring B3 træffes en slap zone 2,2 – 2,4 m under terræn med  $c_v = 30 - 45 \text{ kN/m}^2$ .

### Funderingsforhold:

Byggeriet kan, med forhold som i den udførte undersøgelse, mest relevant opføres ved direkte fundering på bæredygtige aflejringer. Gulve kan opbygges som normalt terrændæk, og på velkomprimeret sandfyld, som angivet i afsnittet "Gulve".

Hvor der funderes over de slappe lag, skal det ved relevant trykspredning sikres, at der ikke sker gennemlokning ned i disse lag ( $c_v < 50 \text{ kN/m}^2$ ), hvorfor det kan være relevant at øge fundamentsbredden. Alternativt kan der tages stilling til om der skal foretages en ekstra udskiftning med sandfyld.

### Tørholdelse:

Anlægsarbejder kan udføres uden væsentlige gener fra grundvand. Tilsivende vand skal dog straks fjernes ved f.eks. simpel lænsning for at undgå opblødning af de lerede aflejringer.

Permanent tørholdelse kan, med forhold som i boringen, udføres som beskrevet i "Norm for dræning af bygværker DS 436", herunder drænklasse 2 (almindeligt omfangsdræn).

### Bemærkninger:

Det bemærkes, at denne rapport er en undersøgelsesrapport. I henhold til Eurocode 7 (EN1997) skal denne suppleres med en projekteringsrapport.

Det anbefales, at der udføres supplerende borer, når et konkret byggeprojekt foreligger.

## Indhold og bilag

### Indhold

1.	Markarbejde
2.	Laboratoriearbejde
3.	Grundvandsforhold
4.	Geologiske forhold
5.	Funderingsforhold
5.1	Styrkeparametre
5.2	Sætninger
5.3	Gulve
5.4	Særlige funderingsforhold
6.	Kontrolundersøgelse
7.	Tørholdelse
7.1	Midlertidig tørholdelse
7.2	Permanent tørholdelse
8.	Anlægsforhold
9.	Naboforhold
10.	Miljøforhold
11.	Bemærkninger

### Bilag

1	Situationsplan
2	Boreprofiler
3	Princip for fundering i fedt ler
-	Standardbilag, signaturforklaringer

## 1. Markarbejde

Der blev udført 2 geotekniske prøveboringer. Boredatoen fremgår af boreprofilerne. Borestederne er markeret på arealet med de monterede pejlerør.

I boringerne blev der:

- udtaget prøver i alle relevante aflejringer, ligesom betydende laggrænser blev indmålt
- udført vingeforsøg

Markundersøgelsen er udført i overensstemmelse med retningslinjerne i Dansk Geoteknisk Forening Bulletin 14 "Felthåndbogen".

Resultater af forsøgene er optegnet på boreprofiler med angivelse af placering af prøver og laggrænser.

Afsætning af borestederne er udført på baggrund af fremsendte tegning, og terræn ved borestederne er indmålt i DVR90 (Dansk Vertikal Reference 1990).

## 2. Laboratoriearbejde

På de optagne prøver er der udført:

- geologisk bedømmelse.
- bestemmelse af naturligt vandindhold, w %.

Resultater af bestemmelserne fremgår af boreprofilerne.

Laboratorieundersøgelsen er udført i overensstemmelse med retningslinjerne i Dansk Geoteknisk Forening Bulletin 1 "Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse".

### 3. Grundvandsforhold

Umiddelbart efter borearbejdets afslutning er der indmålt frit vandspejl i de monterede pejlerør, som angivet på boreprofilerne og i tabel 1.

Pga. den korte tid mellem borearbejdets udførelse og pejling af vandspejlet er de målte vandspejl næppe alle repræsentative. Vandspejlet forventes endvidere at være svingende og nedbørsafhængigt og anbefales derfor genpejlet før anlægsarbejdets planlægning og start.

I borerne er der monteret pejlerør for senere kontrol.

**Tabel 1 - Pejleresultater:**

Boring Nr.	Terrænkote [m]	GVS-kote [m]	Dybde [m u.t.]
3	68,87	66,27	2,60
103	69,20	-	tør

### 4. Geologiske forhold

I borerne træffes øverst ca. 0,7 - 0,9 m muld. Herunder træffes der bæredygtige aflejringer af glacialt ler og moræneler med indslag af sand til borerne afslutning 4 m under terræn.

Se i øvrigt den detaljerede beskrivelse på boreprofilet.

### 5. Funderingsforhold

Med de trufne forhold kan der funderes i geoteknisk kategori 2, jf. Eurocode 7 (EN1997).

Der kan foretages direkte fundering af alle bygningsdele.

Fundering kan ske i bæredygtige aflejringer eller på velkomprimeret sandfyld udlagt efter udskiftning til disse aflejringer.

Fundamenter/sand-/grusfyld kan funderes/opbygges i eller under den dybde (OBL), der er angivet i tabel 2.

Gulve kan opbygges som terrændæk efter afrømning (AFR) som angivet i tabel 2.

**Tabel 2 - Dybdeangivelse til bæredygtige aflejringer:**

Boring Nr.	Terrænkote [m]	AFR-kote [m]	Dybde [m u.t.]	OBL-kote [m]	Dybde [m u.t.]
3	68,87	67,97	0,9	67,97	0,9
103	69,20	68,50	0,7	68,50	0,7

"OBL" angiver overside af bæredygtige aflejringer.

"AFR" angiver niveau for afrømning for opbygning af normalt sætningsfrie gulve og normale befæstede arealer.

Fundamenter skal føres minimum til frost- og udtørningsfri dybde svarende til 1,2 m under fremtidigt terræn, jf. bilag "Princip for fundering på fedt ler", hvor de nederste ca. 30 cm støbes direkte mod intakt jord.

## 5.1 Styrkeparametre

Dimensioneringen skal udføres i såvel brudgrænsetilstanden (bæreevne) som anvendelsesgrænsetilstanden (sætninger), og den skal omfatte undersøgelse af såvel korttids- som langtidstilstanden, jf. EC 7, del 1, kapitel 2 og 6 samt DK-Anneks D.

For de trufne aflejringer kan der anvendes følgende målte/skønnede karakteristiske styrkeparametre og rumvægte:

LER:

$c_v$	=	60 kN/m <sup>2</sup>
$c'$	=	6 kN/m <sup>2</sup>
$\phi$	=	30 °
$\gamma/\gamma'$	=	19/9 kN/m <sup>3</sup>

Hvor der funderes over de slappe lag, skal det ved relevant trykspredning sikres, at der ikke sker gennemlokning ned i disse lag ( $c_v < 50$  kN/m<sup>2</sup>), hvorfor det kan være relevant at øge fundamentsbredden. Alternativt kan der tages stilling til om der skal foretages en ekstra udskitning med sandfyld.

## 5.2 Sætninger

Generelt skønner vi, at der ikke vil komme betydende sætninger, men fundamenter anbefales dog armeret med min. 0,2 % ribbestål, fordelt foroven og forneden, som sætningsudjævnenende armering.

For almindelige liniefundamenter vil vi anbefale, at der anvendes 3Y12 i både top og bund. Der bør anvendes min. betonstyrke C12. Betonen vibreres omhyggeligt, og jernenes placering skal sikres under udstøbning.

Alternativt kan der anvendes fiberarmeret beton med samme styrke- og deformationsegenskaber.

### 5.3 Gulve

Normalt sætningsfrie gulve kan udlægges som terrændæk efter afrømning til "AFR" eller derunder.

### 5.4 Særlige funderingsforhold

Fundering på ret - meget fedt ler er problematisk, idet lerets volumen ændres med vandindholdet, og ændringer af volumen kan medføre sætningsskader. For at sikre byggeriet mod fremtidige sætningsskader skal et konstant vandindhold sikres.

Det anbefales derfor, at de generelle forholdsregler herunder overholdes:

- Fældes der træer i byggefeltet eller i byggefeltets periferi skal byggeriet udskydes til kvældningen herfra er standset, som minimum til det efterfølgende forår.
- Jord- og funderingsarbejdet skal tilrettelægges således, at opblødning og udtørring af den fede ler undgås under såvel fundamenter som gulve. Det er derfor vigtigt, at planum afdækkes med en damp tæt plastfolie eller lignende umiddelbart efter afrømning.
- Tilstrømmende vand skal dog straks samles og lænses bort, idet den fede ler let kvælder.
- Fundamenter skal føres til udtørringsfri dybde og støbes umiddelbart efter udgravning. Udtørringsfri dybde for fedt ler er 1,20 m under fremtidigt terræn. De nederste 0,3 m skal støbes i jordrender.
- For at sikre byggeriet mod fremtidige sætningsskader, skal et konstant vandindhold sikres, idet risikoen for skader ellers øges drastisk. Løvfældende træer og buske skal begrænses, således de ikke bliver højere end 2/3 af deres afstand til bygningen. Denne begrænsning, der skal være fremtidssikret, er meget vigtig idet risikoen for skader ellers øges drastisk.
- Der skal etableres et omfangsdræn. Alternativt skal der udlægges belægning i en meters bredde omkring bygning.

Der henvises i øvrigt til bilag "Princip for fundering på fedt ler".



## 6. Kontrolundersøgelse

I henhold til Eurocode 7 (EN1997) skal der i forbindelse med byggeri foretages kontrolinspektioner af samtlige udgravninger til sikring af, at der overalt funderes på de forudsatte intakte aflejringer med de forudsatte styrkeparametre og egenskaber.

Hvis afrømning medfører opbygning af sandfyld på over 0,6 m under gulve, skal der jf. Eurocode 7 (EN1997) udføres kontrol med fyldens lejringstæthed, som bør være min. 98 % standardproctortæthed bestemt ved isotopmetoden.

Den anførte komprimeringsgrad er at opfatte som et gennemsnit af min. 5 forsøg, hvor intet forsøg må ligge mere end 3 % under det krævede gennemsnit.

## 7. Tørholdelse

### 7.1 Midlertidig tørholdelse

Anlægsarbejder kan udføres uden væsentlige gener fra grundvand.

Tilsvende vand skal dog straks fjernes ved f.eks. simpel lænsning for at undgå opblødning af de lerede aflejringer.

Vi deltager gerne i nærmere vurderinger, såfremt dette måtte blive aktuelt.

### 7.2 Permanent tørholdelse

De aktuelle aflejringer er lavpermeable aflejringer med en skønnet permeabilitetskoefficient  $k \leq 0,00001$  m/s og vurderes dermed ikke at være selvdrænende.

If. Bygningsreglementet 2015 skal konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overfladevand, grundvand, jordfugt, kondensvand og luftfugtighed ikke medfører fugtskader og fugtgener.

Det betyder bl.a., at terrændæk skal udføres på fast og tør jordbund, og at terrænet ikke må kunne udsættes for oversvømmelser.

Overfladevand skal således bortledes, f.eks. ved anvendelse af tilstrækkeligt fald på terræn bort fra bygningen.

Det har hidtil været god praksis, at der anvendes dræn, hvor gulvoverfladen ligger mindre end 300 mm over terræn, og jorden ikke samtidig er tilstrækkelig selvdrænende.

(kilde SBI-anvisning 231, Fundering af mindre bygninger, s. 69).

## 8. Anlægsforhold

Udgravningerne kan udføres som åben udgravning.

Den aktuelle lerjord kan ved mekanisk påvirkning (gummihjulstrafik m.m.) let blive opblødt, æltet og ufremkommelig, hvilket der må tages hensyn til ved planlægning og udførelse af jordarbejdet.

## 9. Naboforhold

Franck Miljø- & Geoteknik AS har ikke foretaget grundig besigtigelse af arealet og er således ikke bekendt med eventuelle nabogener i forbindelse med byggeriet.

## 10. Miljøforhold

Iflg. Miljøportalen ligger grunden uden for områdeklassificeret område, hvilket betyder, at myndighederne har oplysninger om, at jorden forventes at være ren og kan henføres til kategori 1. Overskudsjord fra grunden kan bortkøres uden yderligere kemiske analyser og godkendelser.

Såfremt der under gravearbejdet mod forventning træffes tegn på forurening, skal relevante myndigheder kontaktes.

## 11. Bemærkninger

Det bemærkes, at denne rapport er en undersøgelsesrapport. I henhold til Eurocode 7 (EN1997) skal denne suppleres med en projekteringsrapport.

Det anbefales, at der udføres supplerende borer, når et konkret byggeprojekt foreligger.

Vi deltager gerne i supplerende vurderinger og kontrol. Kontrol må rekvireres senest dagen før.

Jordprøver opbevares 14 dage fra dato, medmindre andet aftales.

Horsens, den 2. juni 2021

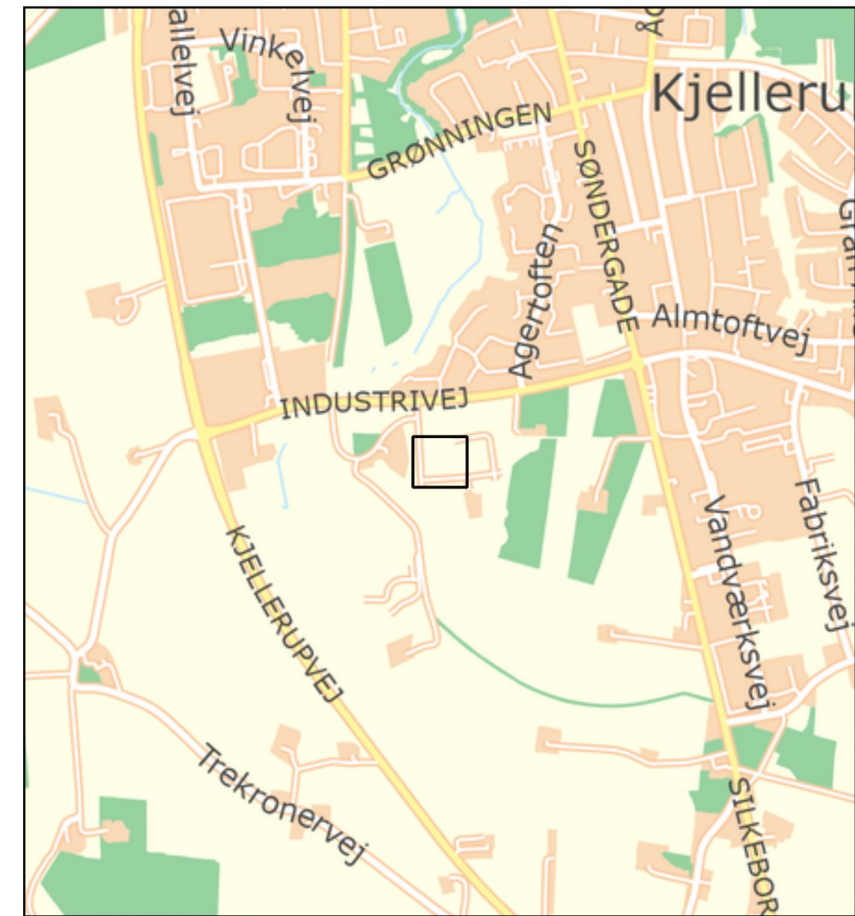
**FRANCK MILJØ- & GEOTEKNIK AS**

Charlotte Leth  
Sagsingeniør

Signe F. Andersen  
Kvalitetssikring



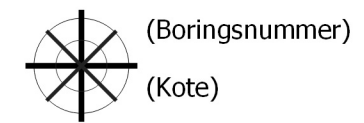
1:500



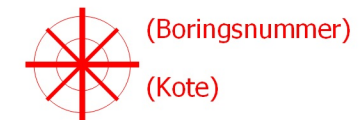
1:20.000

### Signaturforklaring

Eksisterende boringer



Nye boringer



20.1139

Udstykning i Kjellerup. Jf. lokalplan side 4 (Delområde I)

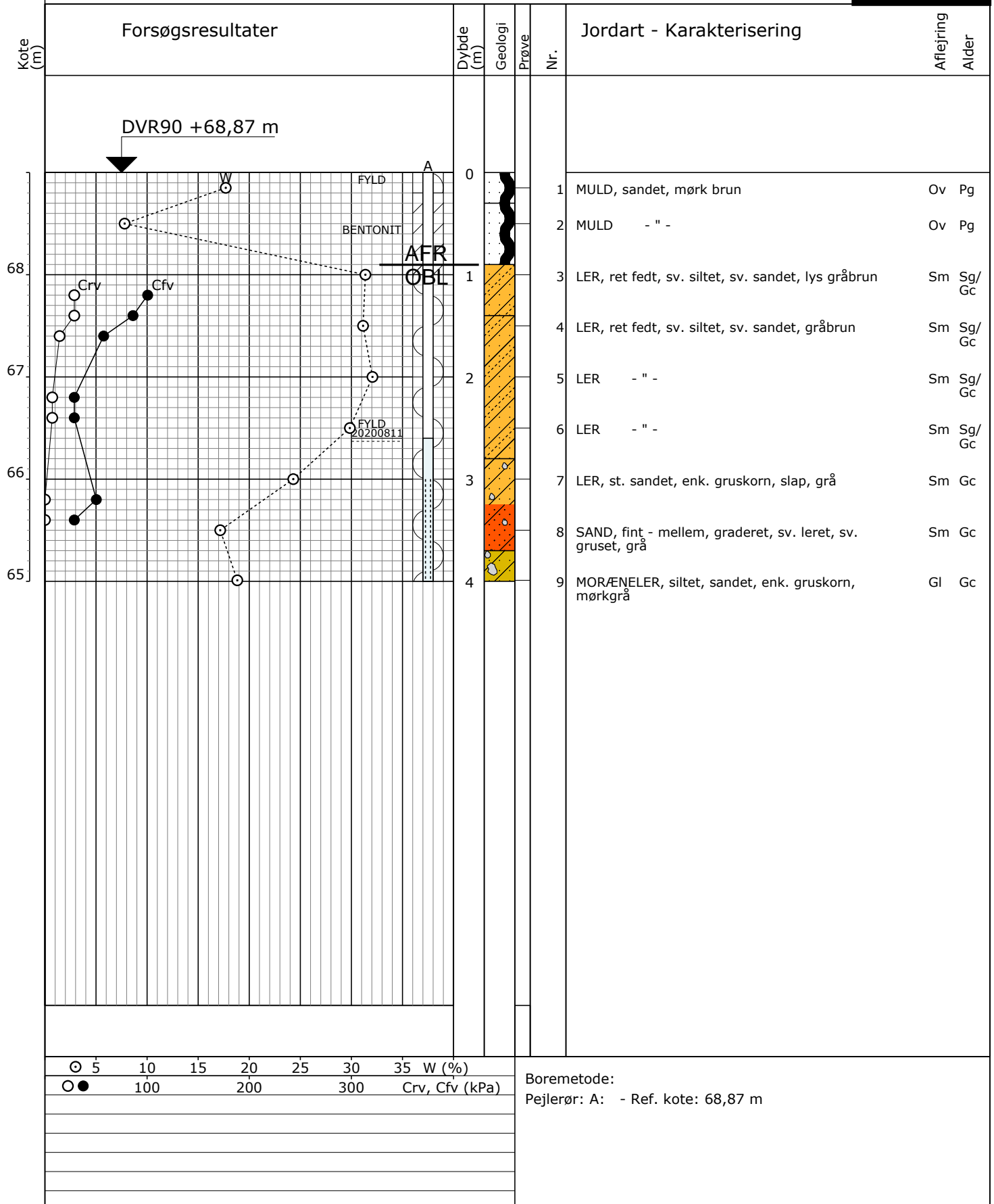


## Bilag 1 Situationsplan

Franck Miljø & Geoteknik AS  
Tlf: 4733 3200  
www.geoteknik.dk

Kilde:  
Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering (kortforsyningen.dk),  
GEUS (geus.dk), Miljø- og Fødevarerministeriet

# Boreprofil



Sag: 20.1139

Udstykning i Kjellerup. Jf. lokalplan side 4 (Delområde I)

Bedømt af: SOC

Dato: 2020.08.11 Boret af: AC/PB

Boring: B03

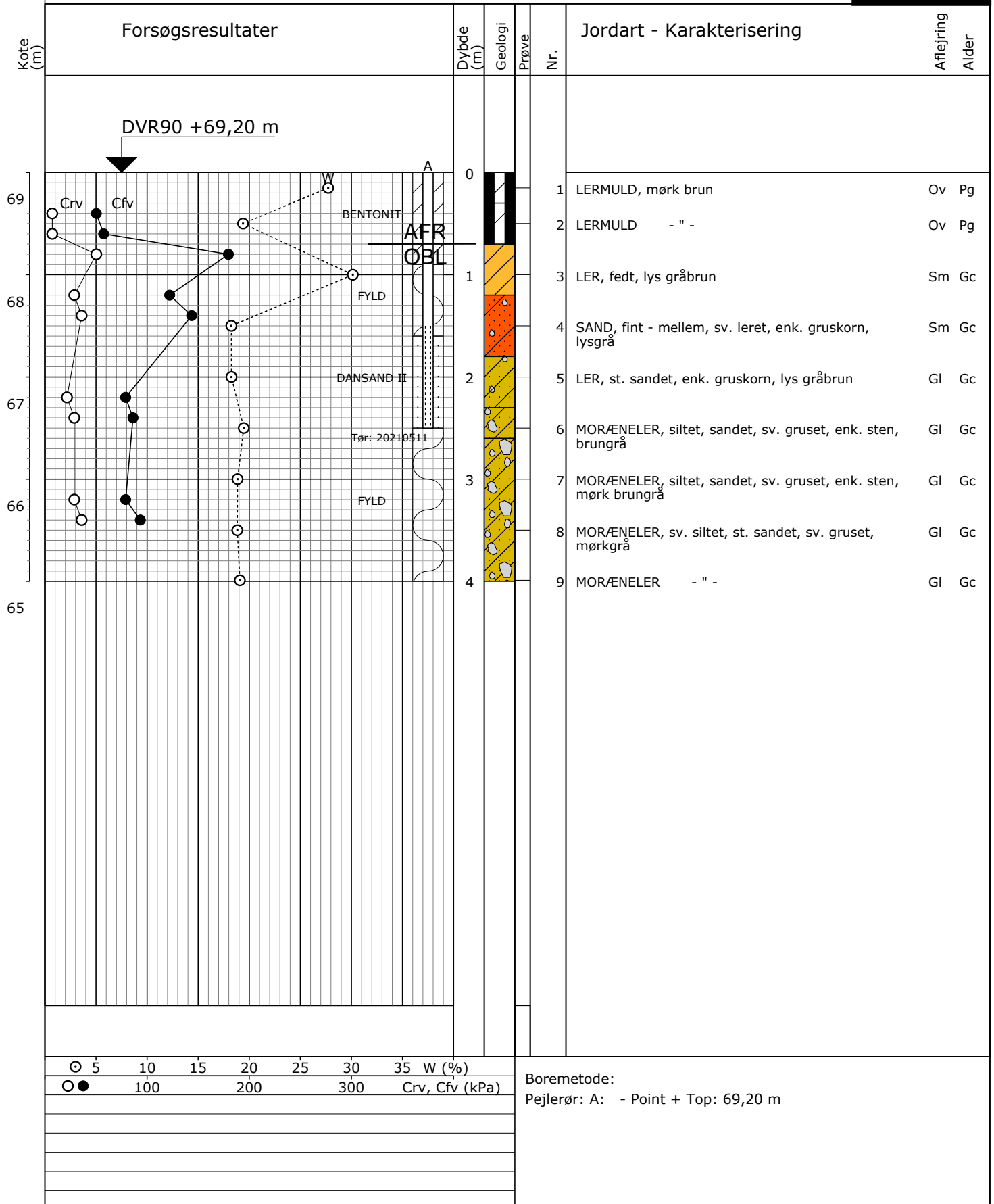
Udarb. af: HKT

Dato: 2020.08.13 Godkendt: MGM

Bilag: 2

S. 1/1

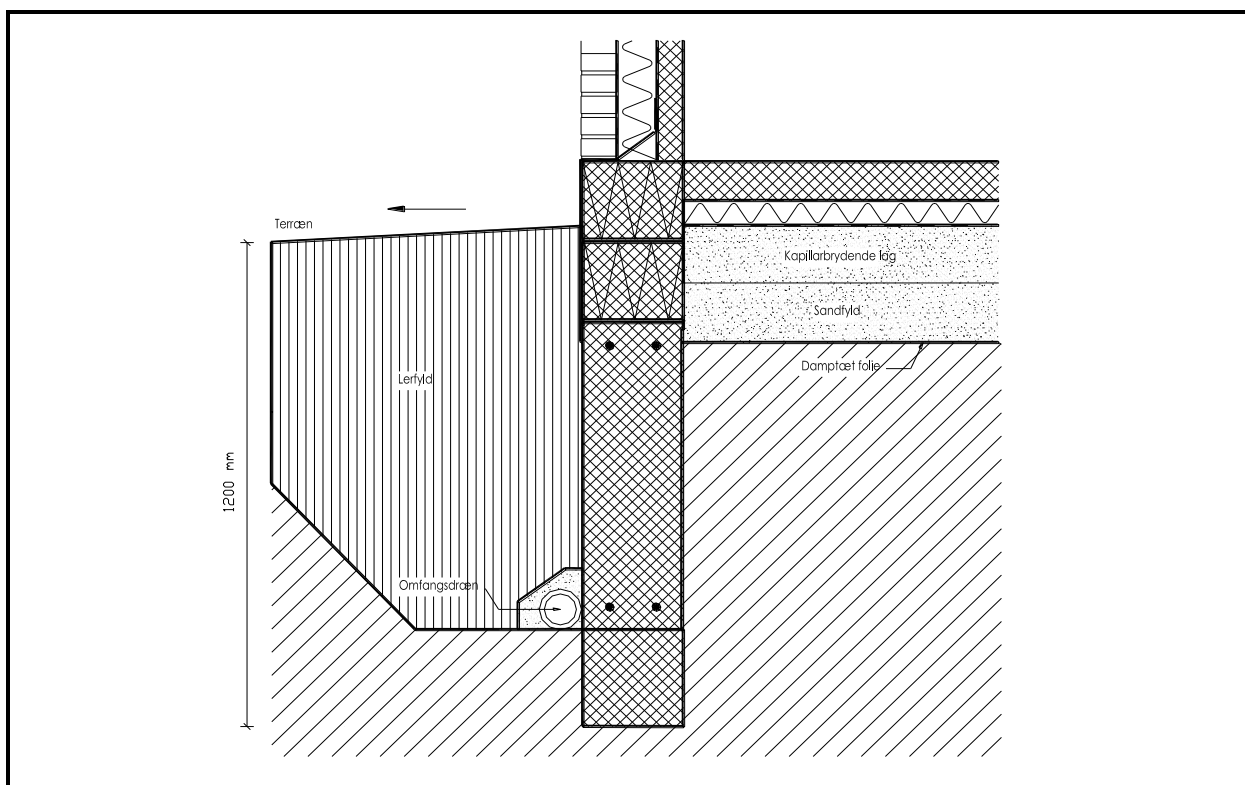
# Boreprofil



○	5	10	15	20	25	30	35	W (%)
●	100	200	300					Crv, Cfv (kPa)

Boremetode:  
 Pejlerør: A: - Point + Top: 69,20 m

## Princip for fundering på fedt ler.



### Fundering på fedt ler.

Ydervægsfundamenter skal føres mindst 1,2 meter under fremtidigt terræn. De nederste ca. 0,3 m støbes direkte mod intakt jord. Herover støbes et fundament med 0,2 % gennemgående armering fordelt foroven og forneden. Afrømningsfladen afdækkes med en ekstra damp têt folie og der skal lægges et omfangsdræn på foden af fundamentet med forbindelse til det kapillarbrydende lag under gulvene. Det er vigtigt at tilrettelægge funderingsarbejderne så opblødning og udtørring af leret undgås under såvel fundamenter som gulve.

### Begrænset beplantning.

Idet der er truffet fede ler aflejringer, skal løvfældende træer og buske begrænses, således de ikke bliver højere end 2/3 af deres afstand til bygningen.

### Beskyttelse mod kvældningsskader.

En simpel men effektiv måde til at imødegå skader på nybyggeri fordi fedt ler kvælder efter en træfældning, er at udskyde byggeriet til kvældningen er standset (Dvs. som minimum til det efterfølgende forår).

Sag: Udstykning v. Lergravsvej, Kjellerup	Sagsnr.: J20.1139
Emne: Salg af parcelhusgrund	Bilag: 3
Jylland: Sandøvej 3, 8700 Horsens Tlf.: 47333200 Email: jyadm@geoteknik.dk	Sjælland: Industrivej 22, 3550 Slangerup Tlf.: 47333200 Email: sjadm@geoteknik.dk

# Forsøgsresultater

## Jordartssignatur

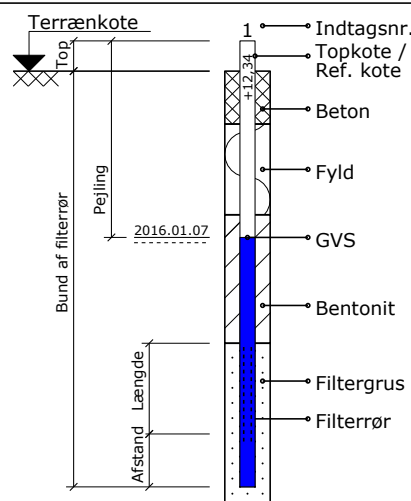
	FYLD		MORÆNELER
	MULD		MORÆNESILT
	MULDET		MORÆNESAND
	MULDSTRIBER		KALK (KRIDT)
	MULDZONER		FLINT
	LER		KALPPE
	SILT		GYTJE
	SAND		SKALLER
	GRUS		TØRV
	STEN		TØRVEDYND
			PLANTERESTER

I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.

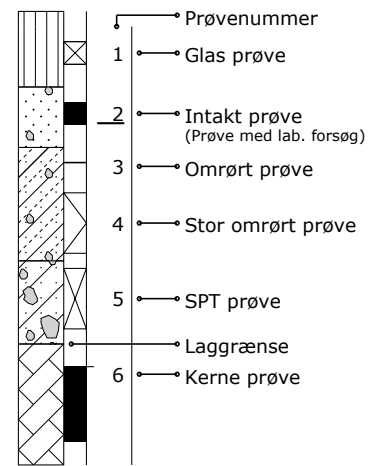
## Situationsplan

	Pumpeboring (BU)
	Pejleboring (BW)
	Miljøboring (BE)
	Prøvegravning (PG)
	Boring med prøvetagning (BS)
	Boring med prøver og vingeforsøg (BG)
	CPT forsøg (C)
	Sondering, rammesonde (F)

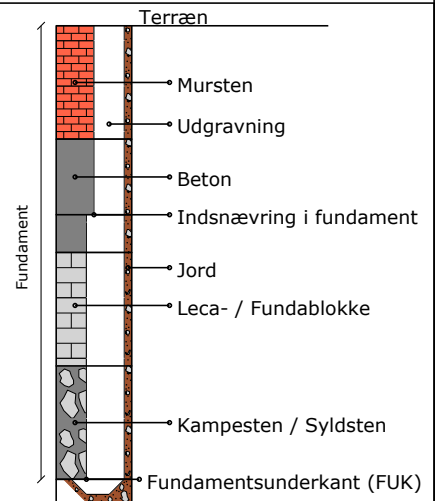
## Pejlerør



## Boreprofil



## Prøvegravninger



## Definitioner

Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse	Geologiske forkortelser
	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt	Miljø Alder
	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænse	Br Brakvand Pg Postglacial
	Plasticitetsgrænser	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænse	Fe Ferskvand Sg Senglacial
	Plasticitetsgrænser	IP	[%]	IP = WL - WP	Fl Flydejord Al Allerød
	Rumvægt	y	[kN/m³]	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen	Gl Gletscher Gc Glacial
	Poretal	e		Forhold mellem porevolumen og kornevolumen	Ma Marin Ig Interglacial
	Glødetab	gl	[%]	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten	Ne Nedsykt Is Interstadial
	Reduceret Glødetab	glr	[%]	gl - ka	O Overjord Te Tertiær
	Kalkindhold	ka	[%]	Vægt af CaCo3 i % af tørstofvægten	Sm Smeltevand Ng Neogen
	Kalkprøve	kp		Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt	Sk Skredjord Pn Palæogen
	Frost			++ Opfrysningssikker under alle betingelser + Opfrysningssikker, under korte frostperioder (+) Opfrysningssikker, under lange frostperioder - Ikke opfrysningssikker -- Absolut ingen opfrysningssikkerhed ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme	Vi Vindaflejet Pi Pliocæn
H1,H2,H3,H4,H5	Hærdningsgrader			H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet	Mi Miocæn
	Gradering			U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet	Ol Oligocæn
	Vingestykke, intakt	cfv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord	Eo Eocæn
	Vingestykke, omrørt	crv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord	Pl Palæocæn
	Sonderingsmodstand			vr. Vingeforsøg med defekt vinge vd. Forsøg påvirket af sten	Sl Selandien
	- Belastet spidsbor	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsyknings	Da Danien
	- Svensk rammesonde	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsyknings	Kt Kridt
	- Let rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsyknings	Ms Maastrichtian
	- SPT-sonde, lukket/åben	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsyknings	Se Senon
					Re Recent