



**ANDREASEN  
& HVIDBERG**

**Jordbundsundersøgelse**

VOR REF.: 18389  
DATO: 22. november 2018

**Vorupørvej 250D, Thisted**

## **Geoteknisk undersøgelsesrapport.**

**Jordbundsundersøgelser for 3 nye  
husstandsvindmøller.**

## Sammenfatning

For 3 nye hustandsvindmøller på Verupørvej 250D, Hundborg, 7700 Thisted, er der udført 3 geotekniske boringer til 4,0 á 5,0 m under terræn.

Vi gør opmærksom på, at der tværs gennem projektfeltet løber kabler.

### Jordbunds- og grundvandsforhold

I boring 1 er der under et 0,2 m tykt muldlag truffet glacialt morænepræget smeltevandssand til 0,8 m under terræn, som er underlejret af glacialt morænepræget smeltevandsgrus til ca. 2,3 m under terræn. Herefter er der truffet glacialt smeltevandssand til boringens slutdybde 4,0 m under terræn.

I boring 2 og 3 er der under et 0,2 m tykt muldlag truffet moræneler til boringerens slutdybde 4,0 á 5,0 m under terræn.

### Fundering

Med de ved boringerne trufne jordbundsforhold kan der foretages en direkte fundering i de glacielle aflejringer.

### Tørholdelse

I forbindelse med udgravning for fundamenter skønner vi ikke behov for midlertidige grundvandssænkende foranstaltninger.

### Overskudsjord

Opmærksomheden henledes på, at overskudsmaterialer, der skal bortkøres fra matriklen, skal håndteres i overensstemmelse med Jordforureningsloven, samt tilhørende bekendtgørelser.

Ifølge Region Nordjyllands hjemmeside er grunden ikke kortlagt. I henhold til arealinfo.dk er grunden ligeledes ikke beliggende inden for områdeklassificeret areal.

Der er således som udgangspunkt ikke krav i jordflytningsbekendtgørelsen til prøvetagning, analyse og anmeldelse af jord, som deponeres/flyttes uden for matriklen. Der kan dog være analysekrav fra modtageren af jord, hvilket anbefales klarlagt forud for jordflytning fra matriklen.

Udført af:  
Mikkel Ibsen  
Geotekniker - Ingeniør

Kontrolleret af:  
Christina Nygaard  
Geotekniker – Ingeniør

## INDHOLDSFORTEGNELSE

Sammenfatning .....	1
1 Indledning .....	3
2 Markundersøgelser og laboratorieforsøg .....	3
2.1 Markarbejde .....	3
2.2 Laboratoriarbejde .....	3
3 Bundforhold .....	4
4 Grundvandsspejl .....	4
5 Funderingsforhold .....	4
5.1 Dimensionering af fundamenter .....	5
5.2 Direkte fundering på intakte aflejringer .....	5
5.3 Sætninger .....	6
6 Udførelsesmæssige forhold .....	6
6.1 Tørholdelse .....	6
6.2 Udgravning .....	6
7 Overskudsmaterialer .....	7
8 Inspektion .....	7

## BILAGSFORTEGNELSE

Signaturer og definitioner .....	A
Boreprofiler, boring nr. 1 – 3 .....	1 – 3
Information om kortlægning .....	300
Situationsplan .....	S1

# 1 Indledning

For **Nordic Folkecenter for Renewable Energy** har Andreasen & Hvidberg A/S udført geotekniske undersøgelser for 3 nye husstandsvindmøller på Vorupørvej 250D i Thisted.

Undersøgelsen har til formål at belyse jordbunds- og grundvandsforholdene og kan ligge til grund for en projekteringsrapport.

Markarbejdet er udført d. 11. november 2018.

**Projekt:** Etablering af 3 nye husstandsvindmøller. Vi gør opmærksom på, at der tværs gennem projektfeltet løber kabler.

## 2 Markundersøgelser og laboratorieforsøg

### 2.1 Markarbejde

Der er for det aktuelle projekt udført 3 geotekniske borer med sneglebor til 4,0 á 5,0 meter under terræn. Boringerne er benævnt 1 – 3, og er vedlagt i bilag 1 – 3.

Placeringen af borerne fremgår af situationsplanen, bilag S1.

Under borearbejdet er der registreret laggrænser, udtaget repræsentative omrørte prøver af de trufne jordlag, og der er udført styrkemålinger i form af vingeforsøg i kohæsionsjord til bestemmelse af den udrænede forskydningsstyrke og i form af SPT-forsøg i friktionsjord til brug ved fastsættelse af materialets friktionsvinkel.

Efter arbejdets afslutning er der i borehuller etableret ø25 mm pejlerør, i hvilke vandspejlets beliggenhed er indmålt/forsøgt indmålt.

Terræn ved borestederne er indmålt med GPS i koordinatsystem UTM32E89. Alle koter refererer til Dansk Vertikal Reference 1990(DVR90).

### 2.2 Laboratoriarbejde

I laboratoriet er prøverne ingeniørgeologisk klassificeret. Vandindhold er bestemt på samtlige prøver.

Resultaterne af de udførte forsøg og observationer fremgår af de respektive boreprofiler, bilag 1 – 3.

Signaturer og definitioner fremgår af bilag A.

### 3 Bundforhold

I boring 1 er der under et 0,2 m tykt muldlag truffet glacialt morænepræget smeltevandsand til 0,8 m under terræn, som er underlejret af glacialt morænepræget smeltevandsgrus til ca. 2,3 m under terræn. Herefter er der truffet glacialt smeltevandsand til boringens slutdybde 4,0 m under terræn.

I boring 2 og 3 er der under et 0,2 m tykt muldlag truffet moræneler til borerens slutdybde 4,0 á 5,0 m under terræn.

Af nedenstående tabel 3.1 fremgår de målte værdier for de trufne jordarter.

Jordart	W [%]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$c_v$ [kN/m <sup>2</sup> ]	SPT [slag]
Sand, Sm/Gl, Gc	16			
Grus, Sm/Gl, Gc	10-18			
Sand, Sm, Gc	7-9			15-25
Moræneler, Gl, Gc	14-39		79-421	

Tabel 3.1 Målte værdier for de trufne jordarter.

For en mere detaljeret beskrivelse af bundforholdene henvises der til de optegnede boreprofiler, bilag 1 - 3.

### 4 Grundvandsspejl

Efter endt borearbejde er grundvandsspejlet pejlet i følgende niveauer, se tabel 4.1.

Boring nr.	Terrænkote DVR90 [m]	Grundvandsspejl	
		DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
1	+19,6	<+15,6	Tør
2	+20,8	+17,5	3,3
3	+21,9	<+16,9	Tør

Tabel 4.1 De pejlede vandspejlsniveauer.

Det skønnes, at grundvandsspejlet kan variere en del afhængigt af nedbør og årstid, samt at der kan ophobe sig sekundære vandspejl på oversiden af kohæsive leraflejringer.

### 5 Funderingsforhold

Ved de udførte boringer er overside bæredygtige lag for fundamenter (OSBL) og afrømningsniveau for gulve (AFRN) ved de undersøgte punkter som følger, jf. tabel 5.1:

Boring nr.	Terrænkote DVR90 [m]	OSBL+AFRN	
		DVR90 [m]	Dybde [m u. t.]
1	+19,6	+19,4	0,2
2	+20,8	+20,6	0,2
3	+21,9	+21,7	0,2

Tabel 5.1 Overside bæredygtige lag for fundamenter (OSBL) og afrømningsniveau for gulve (AFRN).

Ud fra de konstaterede jordbundsforhold som truffet ved boring 1 - 3, vurderes funderingen at kunne udføres som:

- En direkte fundering, se afsnit 5.2.

Ved fundering i moræneler skal det vurderes, om de cykliske laster kan medføre kritiske sætninger og differenssætninger.

Det skal undersøges hvorvidt konstruktionerne kan behandles i geoteknisk kategori 2, jf. Eurocode 7, 2007, 2. udgave, afsnit 2.1 og DK-Anneks K, afsnit K3. Den regningsmæssige fundamentslast må ikke overstige 5000 kN på enkeltfundamenter eller 1000 kN pr. m sribefundament. For direkte funderede konstruktioner må det regningsmæssige fundamentstryk på det effektive areal ikke overstige 1000 kN/m<sup>2</sup>.

## 5.1 Dimensionering af fundamenter

Ved dimensionering af fundamenter kan følgende skønnede karakteristiske styrke- og deformationsparametre anvendes, jf. tabel 5.2. Værdierne er fastlagt ud fra målinger samt skøns- og erfaringsformler.

Jordart	$\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_{pl,k}$ [°]	$c_{u,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\varphi'_k$ [°]	$c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	K [MPa]	Q [%]
Sand, Gc	18/10	36	0	36	0	>30**	-
Grus, Gc	20/10	37	0	37	0	>30**	-
Moræneler, Gc	20/10	0	130-250*	30	13-20	>30**	-

\* Styrken i moræneleret er stigende med dybden.

\*\* Stivheden er for statiske belastninger hvorfor de skal omregnes til dynamiske stivhedsmoduler, til verificeringen af fundamentes sætninger under cykliske belastninger.

Tabel 5.2 Karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

Dimensioneringen skal udføres i såvel brudgrænsetilstanden (bæreevne) som anvendelsesgrænsetilstanden (sætninger), og den skal omfatte undersøgelse af såvel korttids- som langtidstilstanden, jf. EC7, del 1, kapitel 2 og 6 samt det tilhørende danske anneks.

I anvendelsesgrænsetilstanden kan der forudsættes trykspredning 2:1 (lodret:vandret) ned gennem jordlagene.

Dræningen anbefales udført i overensstemmelse med retningslinjerne i Dansk Standard "Norm for dræning af bygværker m.v.", DS436, gældende udgave.

## 5.2 Direkte fundering på intakte aflejringer

Hvor OSBL er beliggende over projekteret fundamentsniveau, funderes der direkte på intakte aflejringer svarende til de under OSBL truffede.

Fundamenterne skal overalt føres ned i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn, hvilket er 1,2 m for fritstående konstruktioner.

### 5.3 Sætninger

Der skal foretages en sætningsberegning i henhold til Eurocode 7, 2007, 2. udgave samt det tilhørende danske annek. s.

Ved dimensionering som omtalt i afsnit 5.1 for cykliske belastninger skal det dokumenteres at der ikke fremkomme sætninger med gener af betydning til følge.

## 6 Udførelsesmæssige forhold

### 6.1 Tørholdelse

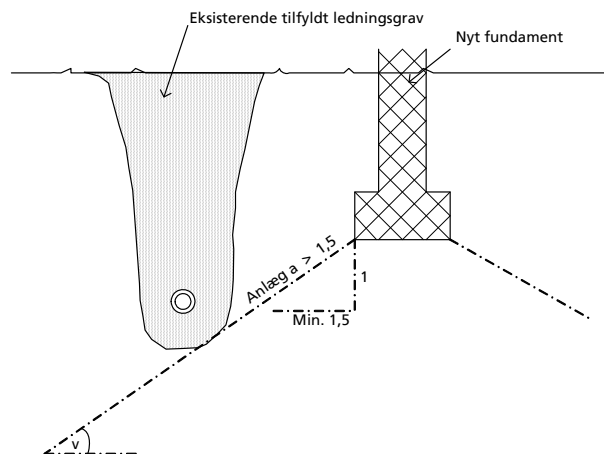
Med de ved boringerne pejlede vandspejl i 3,3 á >5,0 m dybde under terræn, skønner vi ikke behov for midlertidige grundvandssænkende foranstaltninger ved udgravninger for fundamenter.

### 6.2 Udgravning

For midlertidige frie og ubelastede skråninger over grundvandsspejlet, som ikke påvirkes af overflade- eller trafiklaster, kan disse generelt påregnes stabile med skråningsanlæg  $a$  på 1,5 i sand- og grusaflejringer og anlæg 1 i morænelerleraflejringer.

Vi gør opmærksom på, at der tværs gennem projektfeltet løber kabler.

Hvor der funderes i nærheden af eksisterende tilfyldt ledningsgrav, skal det tilsikres, at der fra konstruktionens fundamentsunderkant til kloakledningens tidligere udgravningsniveau er et anlæg på mindst 1,5, jf. figur 37 med tilhørende tekst.



Figur 37.

Ved placering af et nyt fundament i nærheden af en tidligere udgravning skal der tages hensyn hertil ved fastlæggelsen af funderingsdybden. Grænsefladen fra bunden af den tidligere udgravning til kanten af det nye fundament i funderingsniveau skal have anlæg  $a$  mindst = 1,5, men må dog ikke være stejlere end jordens naturlige skræntvinkel. Undersiden af det nye fundament skal selvfølgelig også være ført ned til oversiden af bæredygtige lag (OSBL) og være beliggende i frostsikker dybde.

Eventuelt løsnet, opblødt eller frossen jord skal bortgraves, inden der støbes fundamenter og indbygges fyld. Ligeledes må frosne materialer ikke indbygges.

## **7 Overskudsmaterialer**

Opmærksomheden henledes på, at overskudsmaterialer, der skal bortkøres fra matriklen, skal håndteres i overensstemmelse med Jordforureningsloven, samt tilhørende bekendtgørelser.

Ifølge Region Nordjyllands hjemmeside er grunden ikke kortlagt. Der er på nuværende tidspunkt ingen oplysninger om jordforureninger på den pågældende matrikel, jf. bilag 300.

I henhold til arealinfo.dk er grunden ikke beliggende inden for områdeklassificeret areal. Der er således som udgangspunkt ikke krav i jordflytningsbekendtgørelsen til prøvetagning, analyse og anmeldelse af jord, som deponeres/flyttes uden for matriklen. Der kan dog være analysekrav fra modtageren af jord, hvilket anbefales klarlagt forud for jordflytning fra matriklen.

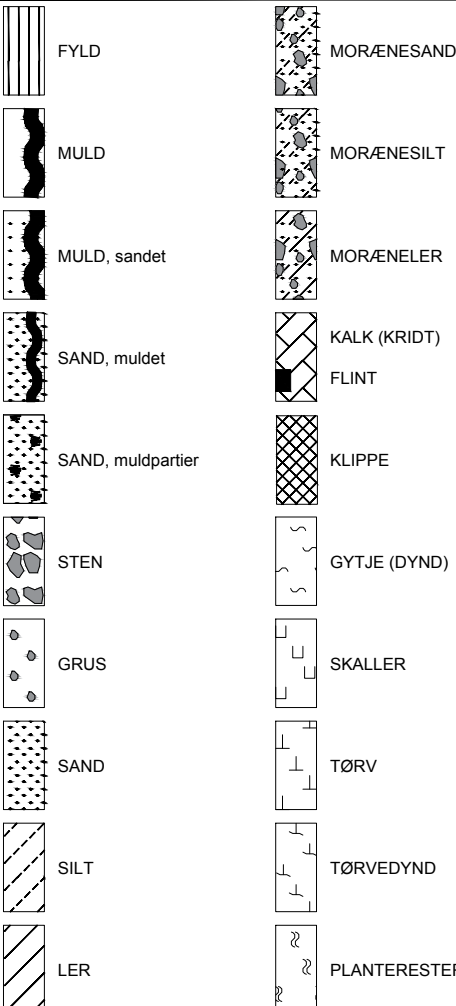
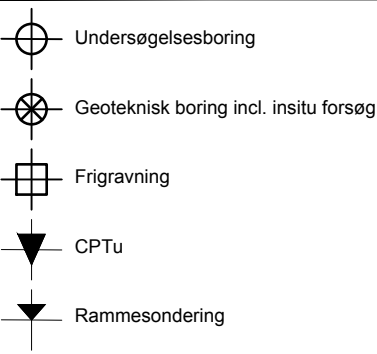
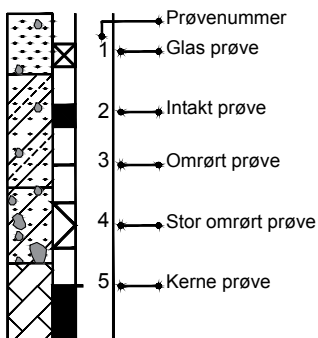
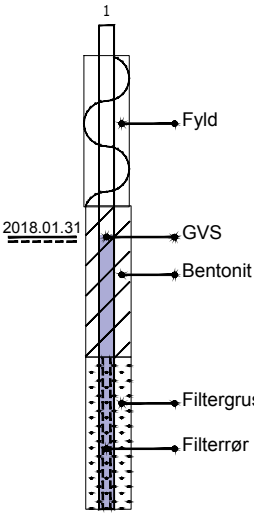
## **8 Inspektion**

Det anbefales at lade udgravningerne besigtige af en geoteknisk sagkyndig før støbning/udskiftning, således at det tilsikres, at der overalt træffes aflejringer som forudsat i projektet.

Ovenstående forhold skal udføres i overensstemmelse med Eurocode 7, 2007, 2. udgave, afsnit 4.3 og 5.3.4, samt det tilhørende danske annekst.



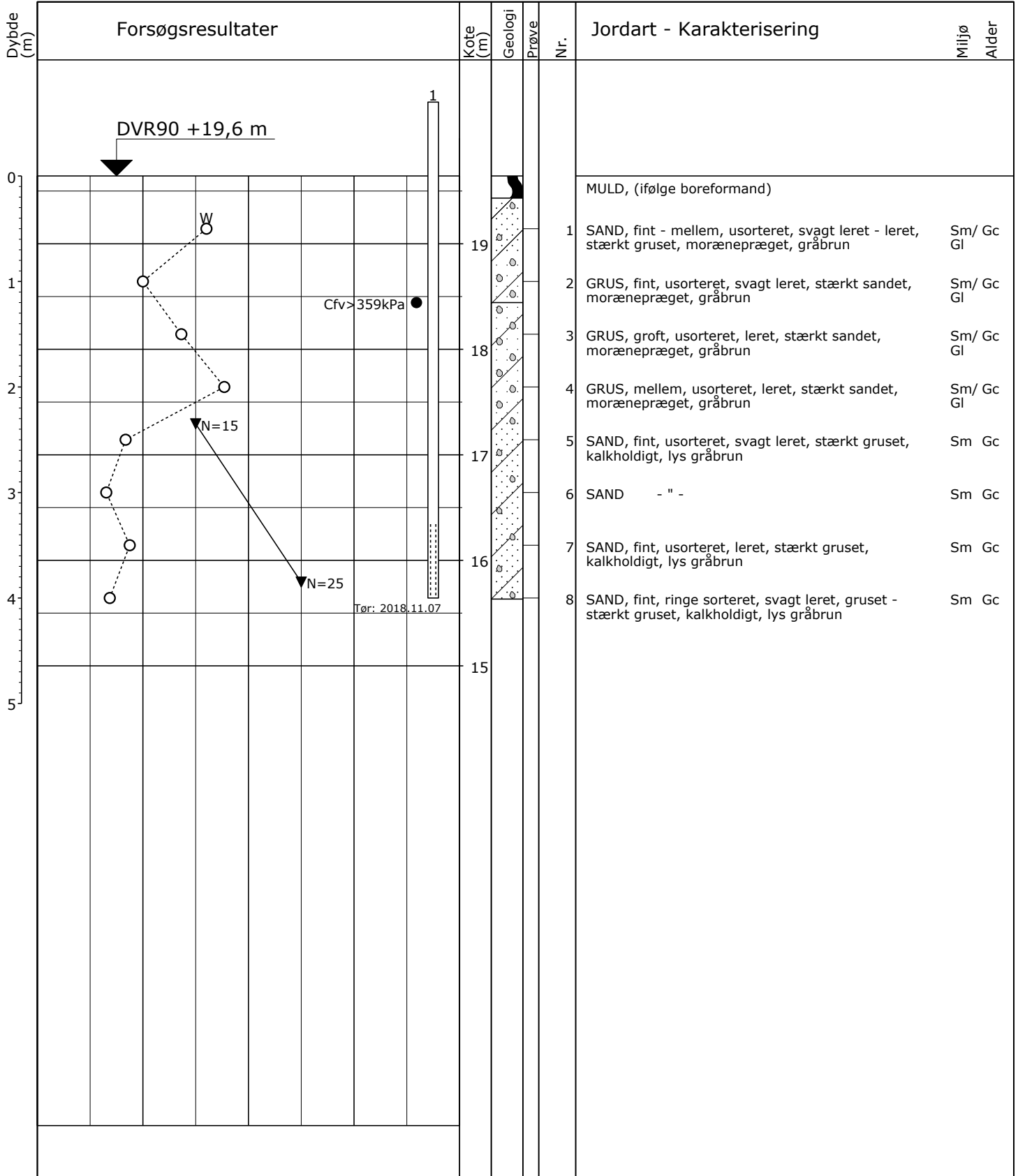
# Signaturforklaring

Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil																																																												
																																																														
	<b>Geologiske forkortelser</b> <table border="1" data-bbox="686 593 1093 1198"> <thead> <tr> <th>Dannelsesmiljø</th> <th>Alder</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Br</td><td>Brakvand</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>Ferskvand</td></tr> <tr><td>Fl</td><td>Flydejord</td></tr> <tr><td>Gl</td><td>Gletscher</td></tr> <tr><td>Ma</td><td>Marin</td></tr> <tr><td>Ne</td><td>Nedskyld</td></tr> <tr><td>O</td><td>Overjord</td></tr> <tr><td>Sk</td><td>Skredjord</td></tr> <tr><td>Sm</td><td>Smeltevand</td></tr> <tr><td>Vi</td><td>Vindaflejret</td></tr> <tr><td>Vu</td><td>Vulkansk</td></tr> <tr><td>Kv</td><td>Kvartær</td></tr> <tr><td>Pg</td><td>Postglacial</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Senglacial</td></tr> <tr><td>Al</td><td>Allerød</td></tr> <tr><td>Gc</td><td>Glacial</td></tr> <tr><td>Ig</td><td>Interglacial</td></tr> <tr><td>Is</td><td>Interstadial</td></tr> <tr><td>Te</td><td>Tertiær</td></tr> <tr><td>Pi</td><td>Pliocæn</td></tr> <tr><td>Mi</td><td>Miocæn</td></tr> <tr><td>Ol</td><td>Oligocæn</td></tr> <tr><td>Eo</td><td>Eocæn</td></tr> <tr><td>Pl</td><td>Palæocæn</td></tr> <tr><td>Sl</td><td>Selandien</td></tr> <tr><td>Da</td><td>Danien</td></tr> <tr><td>Kt</td><td>Kridt</td></tr> <tr><td>Se</td><td>Senon</td></tr> <tr><td>Re</td><td>Recent</td></tr> </tbody> </table>	Dannelsesmiljø	Alder	Br	Brakvand	Fe	Ferskvand	Fl	Flydejord	Gl	Gletscher	Ma	Marin	Ne	Nedskyld	O	Overjord	Sk	Skredjord	Sm	Smeltevand	Vi	Vindaflejret	Vu	Vulkansk	Kv	Kvartær	Pg	Postglacial	Sg	Senglacial	Al	Allerød	Gc	Glacial	Ig	Interglacial	Is	Interstadial	Te	Tertiær	Pi	Pliocæn	Mi	Miocæn	Ol	Oligocæn	Eo	Eocæn	Pl	Palæocæn	Sl	Selandien	Da	Danien	Kt	Kridt	Se	Senon	Re	Recent	<b>Pejlerør</b> 
Dannelsesmiljø	Alder																																																													
Br	Brakvand																																																													
Fe	Ferskvand																																																													
Fl	Flydejord																																																													
Gl	Gletscher																																																													
Ma	Marin																																																													
Ne	Nedskyld																																																													
O	Overjord																																																													
Sk	Skredjord																																																													
Sm	Smeltevand																																																													
Vi	Vindaflejret																																																													
Vu	Vulkansk																																																													
Kv	Kvartær																																																													
Pg	Postglacial																																																													
Sg	Senglacial																																																													
Al	Allerød																																																													
Gc	Glacial																																																													
Ig	Interglacial																																																													
Is	Interstadial																																																													
Te	Tertiær																																																													
Pi	Pliocæn																																																													
Mi	Miocæn																																																													
Ol	Oligocæn																																																													
Eo	Eocæn																																																													
Pl	Palæocæn																																																													
Sl	Selandien																																																													
Da	Danien																																																													
Kt	Kridt																																																													
Se	Senon																																																													
Re	Recent																																																													

I moræneaflejringer kan der forventes et varierende indhold af sten og blokke, der ikke ses i borerne.

## Definitioner

Signatur	Begreb	Fork.	Enhed	Definition
	Vandindhold	W	%	Vand i % af tørstofvægt
	Flydegrænse	WL	%	Vandindhold ved flydegrænse
	Plasticitetsgrænse	WP	%	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
	Plasticitetsindex	IP	%	WL - WP
	Rumvægt	?	kN/m <sup>3</sup>	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
	Glødetab	gl	%	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
	Reduceret Glødetab	glr	%	gl - ka
	Kalkindhold	ka	%	Vægt af CaCO <sub>3</sub> i % af tørstofvægten
	Kalkprøve	kp	-	Reaktion med saltsyre: - kalkfrit, (+) svagt kalkholdigt, + kalkholdigt. ++ stærkt kalkholdigt
	Frost			++ Opfrysingsfarlige under alle betingelser + Opfrysingsproblemer, selv under korte frostperioder (+) Ofrysingsproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysingsfarlig -- Absolut ingen opfrysingsfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme
	Vingestykke, intakt	cvf	kPa	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
	Vingestykke, omrørt	cvr	kPa	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
	Sonderingsmodstand: - belastet spidsbor	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning
	- svensk rammesonde	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- let rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- SPT-sonde, lukket/åben	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning



○	10	20	30	W (%)
○ ●	100	200	300	Cfv, Crv (kPa)
▼	10	20	30	N (Slag/30 cm)

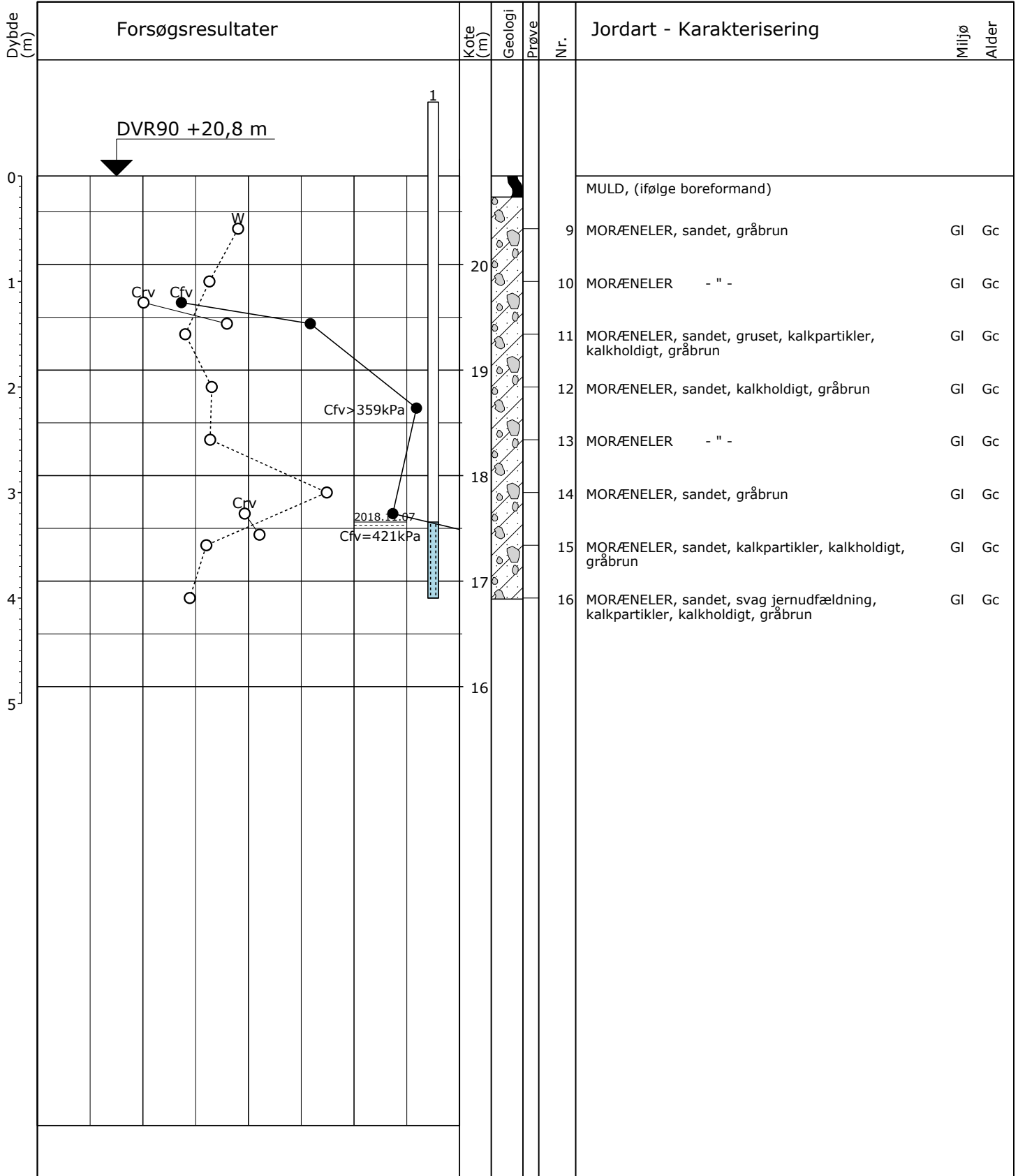
Boremetode: Tør, Rotationsboring uden forerør  
 Projektion: UTM32E89  
 X: 468171 (m) Y: 6309311 (m) Plan:

Sag: 18389      Vorupørvej 250D, Thisted

Boret af: JF      Dato: 2018.11.07      Bedømt af: SHK      DGU Nr.:      Boring: 1

Udarb. af: LH      Kontrol: MIB      Godkendt: CNY      Dato: 2018.11.22      Bilag: 1      S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.93B PSTG 22-11-2018 11:09:46

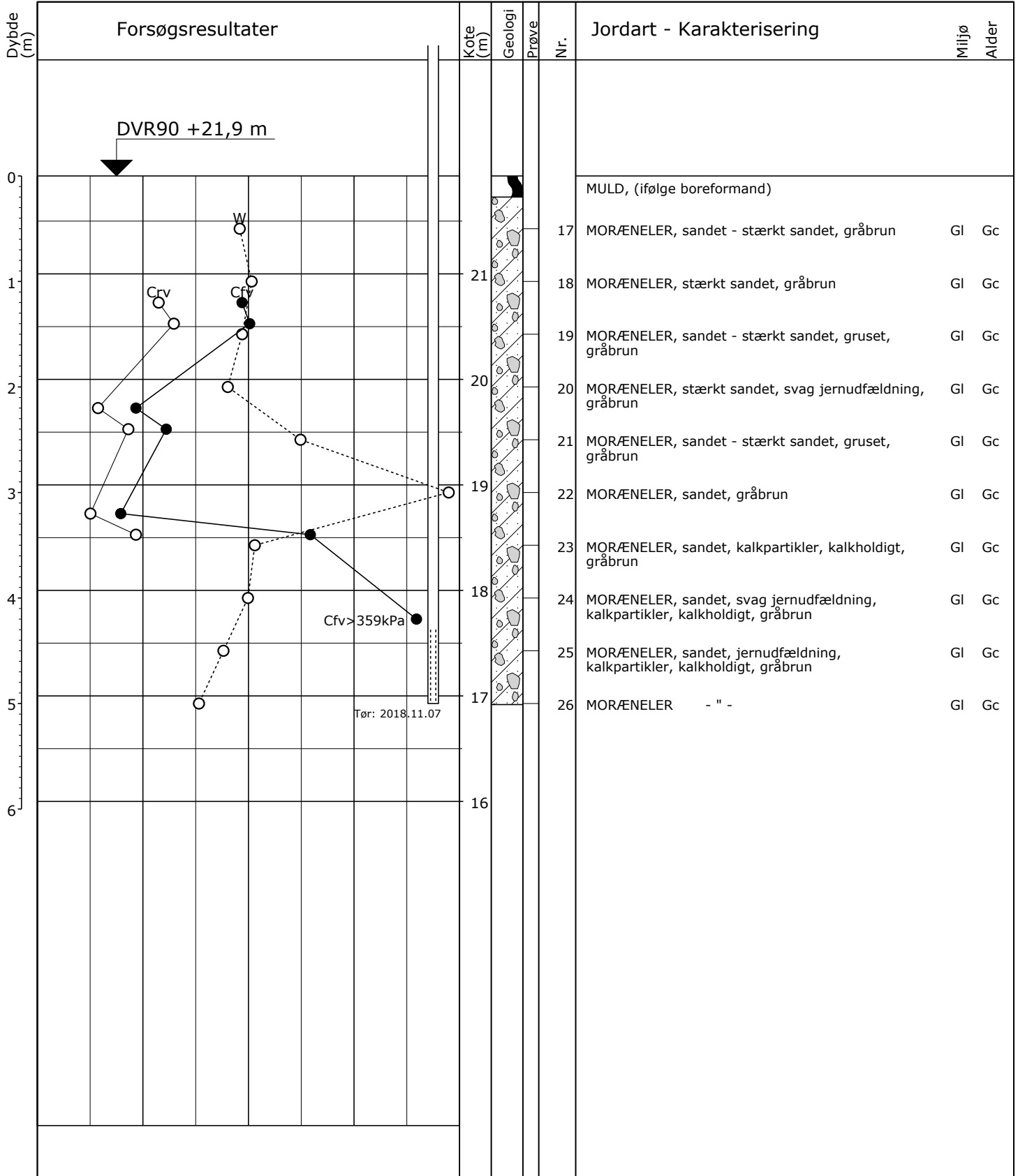


○ 10 20 30 W (%)  
 ○● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Boremethode: Tør, Rotationsboring uden forerør  
 Projektion: UTM32E89  
 X: 468170 (m) Y: 6309283 (m) Plan:

Sag: 18389      Vorupørvej 250D, Thisted  
 Boret af: JF      Dato: 2018.11.07    Bedømt af: SHK      DGU Nr.:      Boring: 2  
 Udarb. af: LH      Kontrol: MIB      Godkendt: CNY      Dato: 2018.11.22    Bilag: 2      S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.93B PSTG 22-11-2018 11:09:48



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

Boremetode: Tør, Rotationsboring uden forerør  
 Projektion: UTM32E89  
 X: 468168 (m) Y: 6309251 (m) Plan:

Sag: 18389      Vorupørvej 250D, Thisted  
 Boret af: JF      Dato: 2018.11.07    Bedømt af: SHK      DGU Nr.:      Boring: 3  
 Udarb. af: LH      Kontrol: MIB      Godkendt: CNY      Dato: 2018.11.22    Bilag: 3      S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.93B PSTG 22-11-2018 11:09:49

Denne attest bygger på de oplysninger, som Region Nordjylland har på udskrivningstidspunktet.

## Matrikel

**34e Hundborg By, Hundborg, Thisted Kommune**

## Adresse

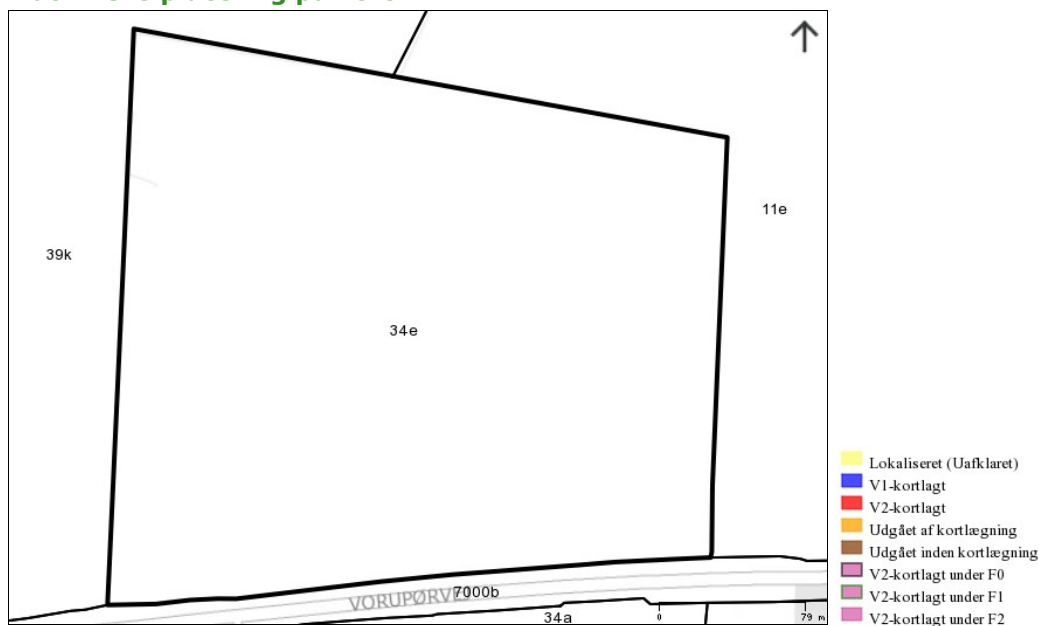
Vorupørvej 241, 7700 Thisted m.fl.

## Matriklens status

Den fremsøgte matrikel er ikke registreret i regionens jordforureningsdatabase.

Regionen har på nuværende tidspunkt ingen oplysninger om jordforureninger på matriklen.

## Matriklens placering på kort



Region Nordjylland kortlægger, undersøger og oprenser forurenede jord. Formålet er at sikre rent drikkevand, overfladevand og menneskers sundhed.

Kortlægningen efter jordforureningsloven er ikke færdig, og der vil derfor løbende kunne ske ændringer i regionens database.

Læs mere om Region Nordjyllands arbejde med jordforurening på [www.jordforurening.rn.dk](http://www.jordforurening.rn.dk) eller [www.tjekdingrund.dk](http://www.tjekdingrund.dk).

Få yderligere oplysninger ved at kontakte regionens "Kontor for Jordforurening og Råstoffer":

Telefon: 9764 8276

Mail til Birgitte Gorgin: [bg@rn.dk](mailto:bg@rn.dk)

Du kan desuden få oplysninger hos din kommune, om matriklen er omfattet af "områdeklassificering".



**ANDREASEN  
& HVIDBERG**  
Situationsplan

Mål: 1:2000 / A3

Tegn.: LH

Sag: 18389 Vorupørvej 250D, Thisted

Rev.:

Godk.: CNY

Dato: 19.11.2018

Bilag nr.: S1