



Højvandssikring af Halsskov, område 1 og 2

Geoteknisk rapport

SLAGELSE KOMMUNE - CENTER FOR MILJØ, PLAN
OG TEKNIK

16. MAJ 2019

Indhold

1	Indledning	3
2	Undersøgelsens omfang	3
2.1	Geoteknisk arkivsøgning	3
2.2	Feltundersøgelser	3
2.3	Laboratorieundersøgelser	4
3	Resultater	4
3.1	Jordbundsforhold	4
4	Vurderinger og anbefalinger	5
4.1	Fundering	5
5	Referencer	6

Bilag 1: Situationsplan

Bilag 2 Boreprofiler

Bilag A: Signaturforklaring

Projekt ID: 10404910
Dokument ID:
XTAXEUDDNY4W-75177900-787
Ændret: 16-05-2019 09:47
Revision

Udarbejdet af EMSN
Kontrolleret af ALR
Godkendt af KBO

1 Indledning

I Halsskov ved Korsør er der flere lavtliggende områder tæt på kysten. Bebyggelserne i områderne ligger udsat for forhøjet vandstand, i særdeleshed i forbindelse med stormflodsbølger, der forstærkes ved placeringen i indsnævringen af Storebælt.

Projektet opererer med tre områder, hvor denne rapport berører område 1 og 2. Der ønskes i områderne etablering af nye samt udbygning af eksisterende diger, både i form af volde og konstruktioner (betonvægge). Desuden udbygges kystbeskyttelsen udvalgte steder.

For etableringen af digerne ønskes der en vurdering af de øverste jordlags hydrauliske egenskaber, samt belysning af muligheden for anlæggelse af betonvægge.

2 Undersøgelsens omfang

2.1 Geoteknisk arkiv søgning

Forud for planlægningen og udførelsen af selve den geotekniske undersøgelse er oplysninger om jordbundsforhold m.v. indsamlet og gennemgået fra følgende kilder:

- Nye og ældre topografiske kort (GST)
- Geologiske jordartskort (GEUS)
- GEUS' boringsdatabase, Jupiter

2.2 Feltundersøgelser

Den 5. maj 2019 blev der af firmaet Geo- og miljøboringer udført 7 geotekniske boringer (GB1-GB7), samt en udgravning med minigraver (Grav). GB1-GB7 er udført med traditionelt hydraulisk boreværk som 6" forede snegleboringer til 3 m u.t.. GB5 måtte dog opgives efter 3 forsøg ramte sten umiddelbart under overfladen. Udgravningen havde dimensionerne 1,5 x 0,8 m og var 2 m dyb med vandindtrængen i bunden.

Boringerne er afsat og indmålt af NIRAS med GPS. Tilgængeligheden har i nogen grad været styrende for placeringen af boringerne. Koordinater og koter er angivet i henholdsvis UTM32 euref89 og DVR90 og fremgår af boreprofilerne, bilag 2. Placering af boringerne fremgår af situationsplanen, vedlagt som bilag 1.

I boringerne er der udtaget omrørte prøver pr. halve meter, samt to terrænnære prøver 0,2 og 0,7 m u.t. (meter under terræn) til ingeniørgeologisk jordartsbestemmelse.

Der er endvidere udført vingeforsøg til bestemmelse af vingestyrken (cv) i lerede jordarter.

Tabel 2.1: Boringsoversigt

Boring	Terræn [DVR90]	Dybde	Beskrivelse
GB1	+1,96	3,0	Ovenfor strand
GB2	+0,98	3,0	Øvre strand

Boring	Terræn [DVR90]	Dybde	Beskrivelse
GB3	+2,21	3,0	Ovenfor Strand/dige
GB4	+2,26	3,0	Dige
GB5	+1,62	0,1	Bag stensætning
GB6	+1,52	3,0	Ovenfor strand
GB7	+1,86	3,0	Øvre strand
Grav	+1,52	2,0	Bag stensætning

2.3 Laboratorieundersøgelser

I NIRAS' geotekniske laboratorium er samtlige jordprøver ingeniørgeologisk bedømt i henhold til DGF-Bulletin nr. 1, revision 3, februar 2009. (DGF, 2009-02)

Derudover er det naturlige vandindhold, w [%], bestemt på prøver af kohæsivt materiale.

Resultater af felt- og laboratorieundersøgelserne fremgår af boreprofilerne vedlagt som bilag 2. Signaturforklaring og definitioner fremgår af bilag A.

3 Resultater

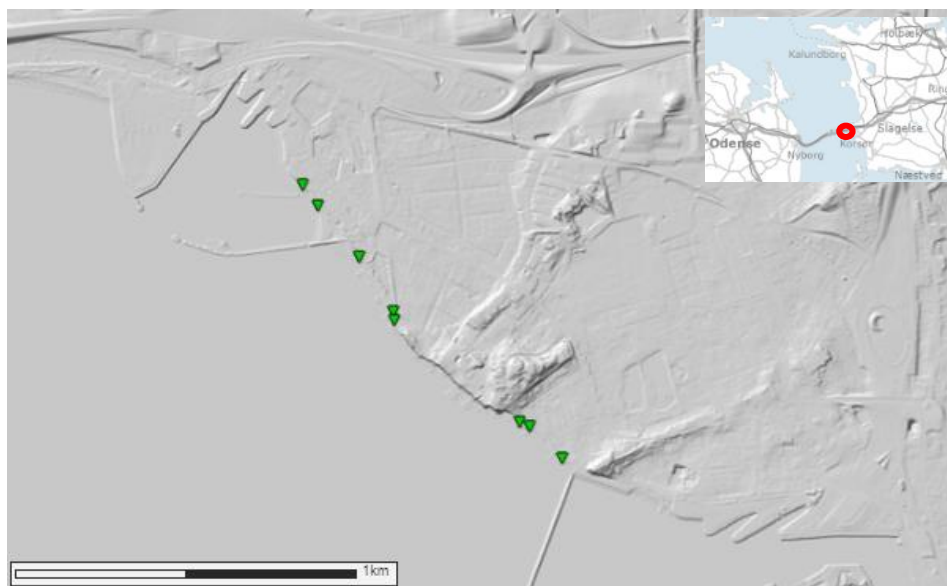
3.1 Jordbundsforhold

De geologiske forhold langs kysten er stærkt varierende. Landskabet bærer præg af en række sub-parallele NØ-SV gående bakkestrøg, angiveligt dannet som randmoræne rygge, Figur 3.1. Mellem bakkekammene er der fortrinsvist flade lavtliggende områder.

Figur 3.1, skyggekort, DTM, (2015).

Grøn trekant markere boring-splacering. Fra NV, GB1, GB2, GB3, GB4, Grav, GB5, GB6 og GB7.

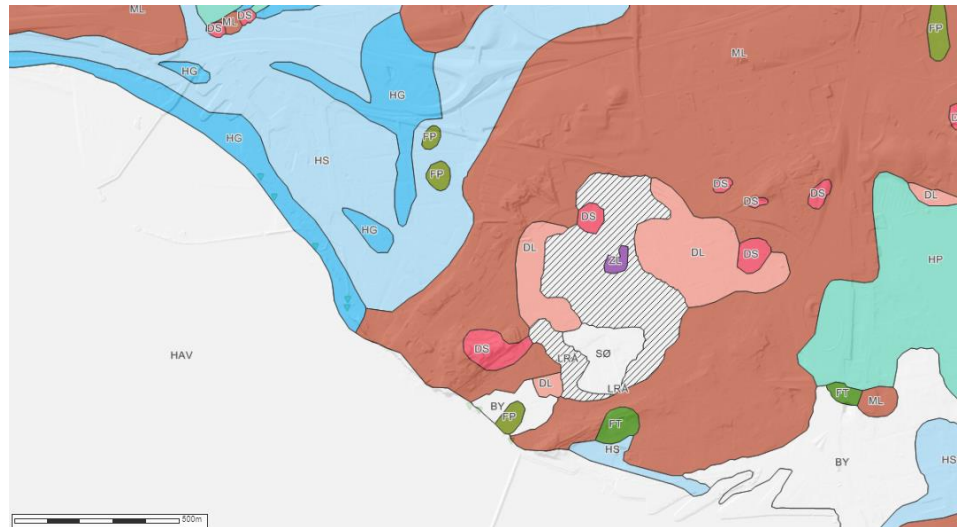
Kortet er nordvendt.



Figur 3.2: Jordartskortet (1:25 000, GEUS) overlagt skygge-kort, DTM (2015).

Brun, ML: Moræneler
Lyserød, DS: Smeltevandssand
Beige, DL: Smeltevandsler
Lilla, ZL: Issøler
Blå, HG: Saltvandsgur
Lys blå, HS: Saltvandssand
Grøn, FT: ferskvandstørv
Lys grøn, HP: saltvands gytje
Skraveret: Nedlagt råstofgrav

Kortet er nordvendt



Af jordartskortet fremgår det, at der er forekomster af fed smeltevands- og issøler i lavningen ved Halsskov. Forekomsten har tidligere været udnyttet til teglproduktion og henligger i dag som nedlagt råstofgrav. De lavtliggende områder er ellers domineret af postglaciale aflejringer, således hævet havbund bestående af marint sand og grus (B1-B4 ,Grav). Udbredelsen er tydeligt markeret af en indlands kystklint. Desuden er der spredte forekomster af ferskvandstørv.

Da borerne ligger spredt fra hinanden er korrelationen begrænset. Generelt er der foruden begrænsede fyldmængder fundet god overensstemmelse med jordartskortet. For borerne GB1-GB4 samt udgravningen, er der fundet marine strandaflejringer af sand og grus, mens der i bunden af GB4 samt udgravningen er truffet (moræne)-ler. GB5 blev forsøgt udført bag en stensætning og måtte opgives efter to forsøg pga. store sten. GB6 og GB7 består fortrinsvist af fyld (sand/ler) og fed ler.

4 Vurderinger og anbefalinger

Der henvises generelt til Eurocode 7, DS/EN 1997-1 samt det tilhørende nationale annek EN 1997-1 DK NA. (DS, Eurocode 7: Geoteknik - Del 1: Generelle regler, DS/EN 1997-1, 2007-06-22) (DS, Nationalt annek til Eurocode 7: Geoteknik - Del 1: Generelle regler, DS/EN 1997-1-DK NA, 2015)

4.1 Fundering

Overside af de bæredygtige lag (OSBL), er bestemt for borer i forbindelse med betonmure og fremgår af Tabel 4.1. OSBL er truffet mellem 0,7 og 1,4 m u.t.. Det anbefales at der udføres direkte fundering for betonvæggene og alternativt på indbygget sandpude fra OSBL. Alternativt skal det vurderes, om mindre sætninger kan tolereres hvis betonvæggene skal funderes over OSBL.

Tabel 4.1: OSBL

Boring	Terræn [m DVR90]	OSBL		
		[m u.t.]	[m DVR90]	Jordtype
GB1	+1,96	0,7	+1,3	Sand

Boring	Terræn	OSBL		
	[m DVR90]	[m u.t.]	[m DVR90]	Jordtype
GB2	+0,98	1,4	-0,3	Sand
GB5	+1,62	-	-	-
GB6	+1,52	1,4	+0,1	Ler, fed

Tabel 4.2: Anbefalede jordparametre.

* Skønnet/vurderet

Jordart	Rumvægt	Drænet		Udrænet
	γ/γ'^* [kN/m ³]	$\phi'_{k,p}*$ [°]	$c'_{k}*$ [kN/m ²]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]
Marint sand	20/10	35	-	-
Postglaciale ler	20/10	30	8	80

For mere detaljerede jordparametre henvises til boreprofiler i bilag 2.

5 Referencer

DGF. (2009-02). *Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse, revision 3*. Dansk Geoteknisk Forening.

DS. (2007-06-22). *Eurocode 7: Geoteknik - Del 1: Generelle regler, DS/EN 1997-1*. Charlottenlund: Dansk standard.



DS. (2015). *Nationalt annekst til Eurocode 7: Geoteknik - Del 1: Generelle regler, DS/EN 1997-1-DK NA*. DS.

Bilag 1

Situationsplan



Tegnforklaring

-  Boring
-  Udgravning

Bilag 1 : Situationsplan

Dato 09-05-2019
Sag nr. 210916
Sag Korsør, Højvandssikring
Udf. EMSN
Kont. ALR
Godk. KBO

Skala 1:5000

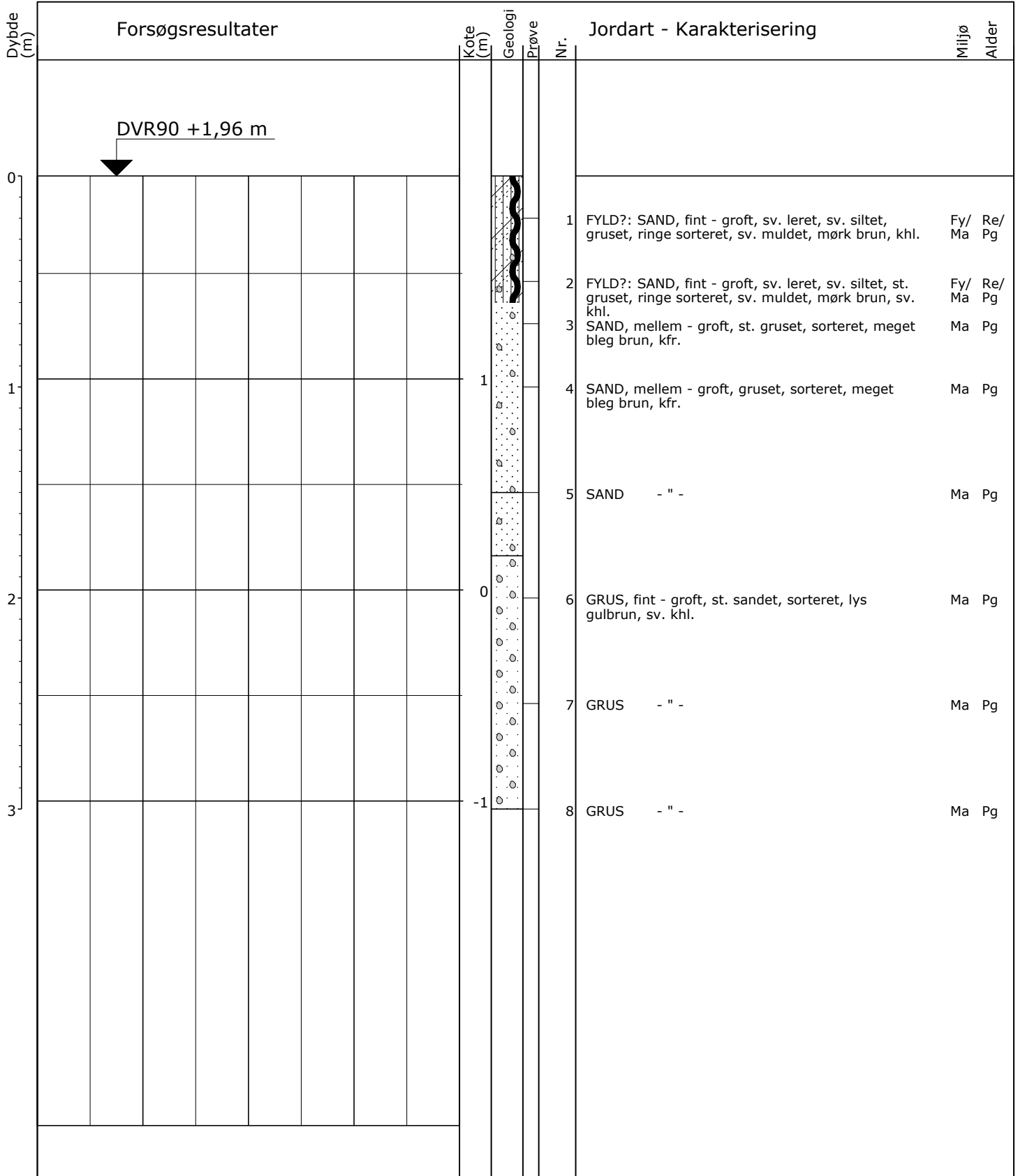


0 100 200 300 m



Bilag 2

Boreprofiler



DVR90 +1,96 m

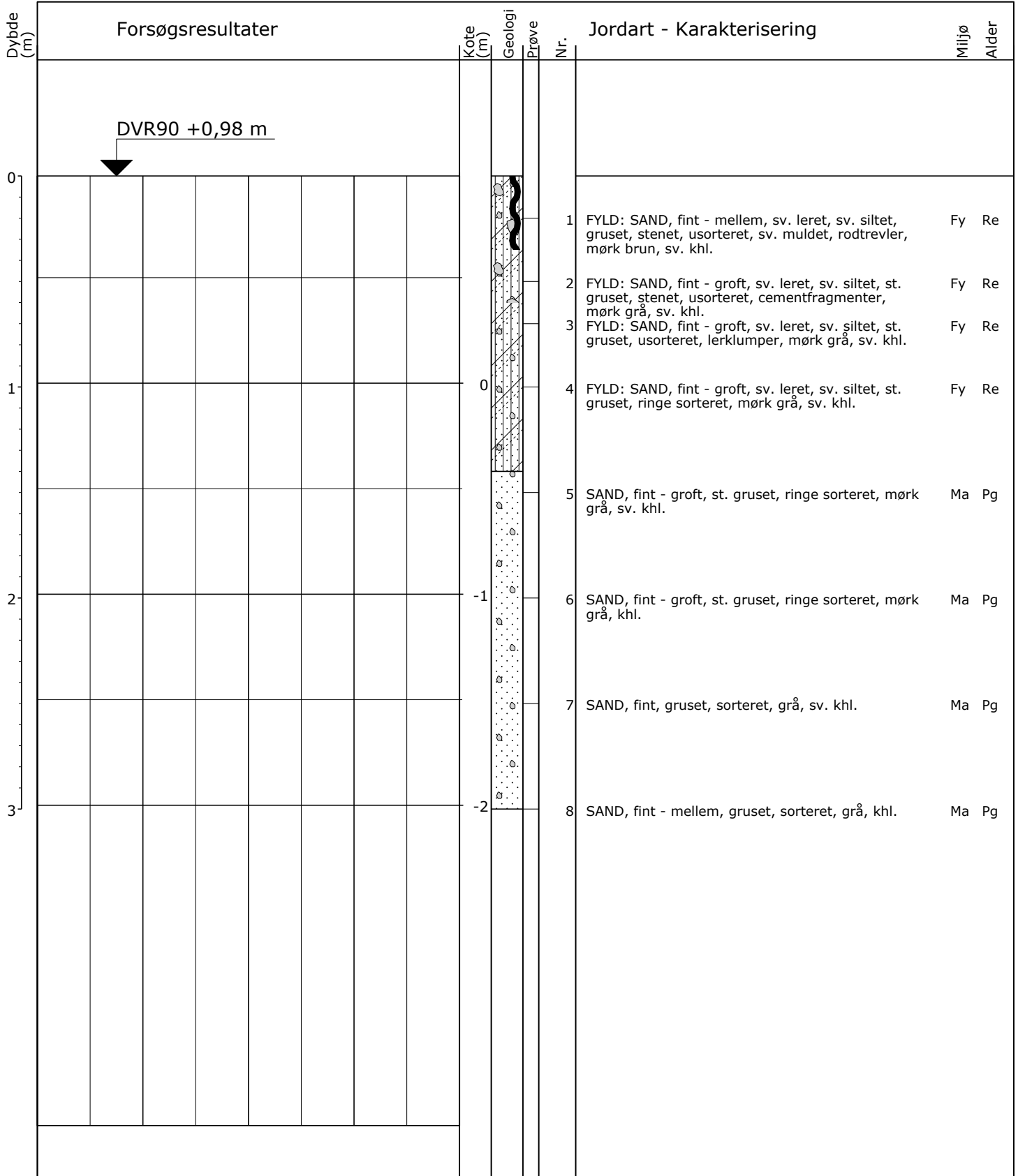
○ 10 20 30 W (%)

Boremethode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør
 Projektion: UTM32E89
 X: 633924 (m) Y: 6135252 (m) Plan:

Sag: 10404910 Højvandssikring, Korsør
 Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN DGU Nr.: Boring: GB1
 Udarb. af: EMSN Kontrol: ALR Godkendt: KBO Dato: 2019.05.16 Bilag: 2 S. 1/1



Boreprofil



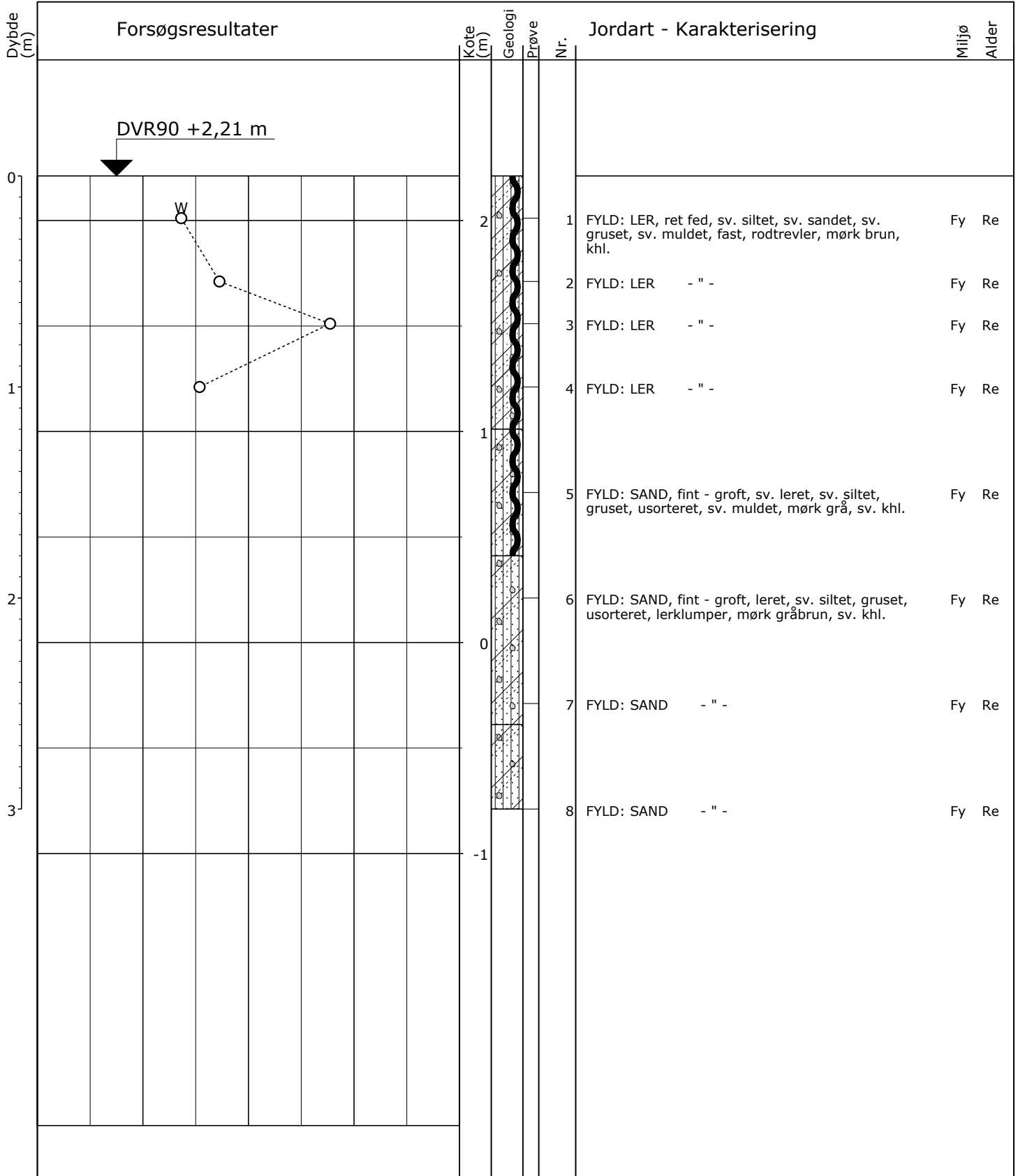
○ 10 20 30 W (%)

Boremethode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør
 Projektion: UTM32E89
 X: 633967 (m) Y: 6135191 (m) Plan:

Sag: 10404910 Højvandssikring, Korsør
 Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN DGU Nr.: Boring: GB2
 Udarb. af: EMSN Kontrol: ALR Godkendt: KBO Dato: 2019.05.16 Bilag: 2 S. 1/1



Boreprofil



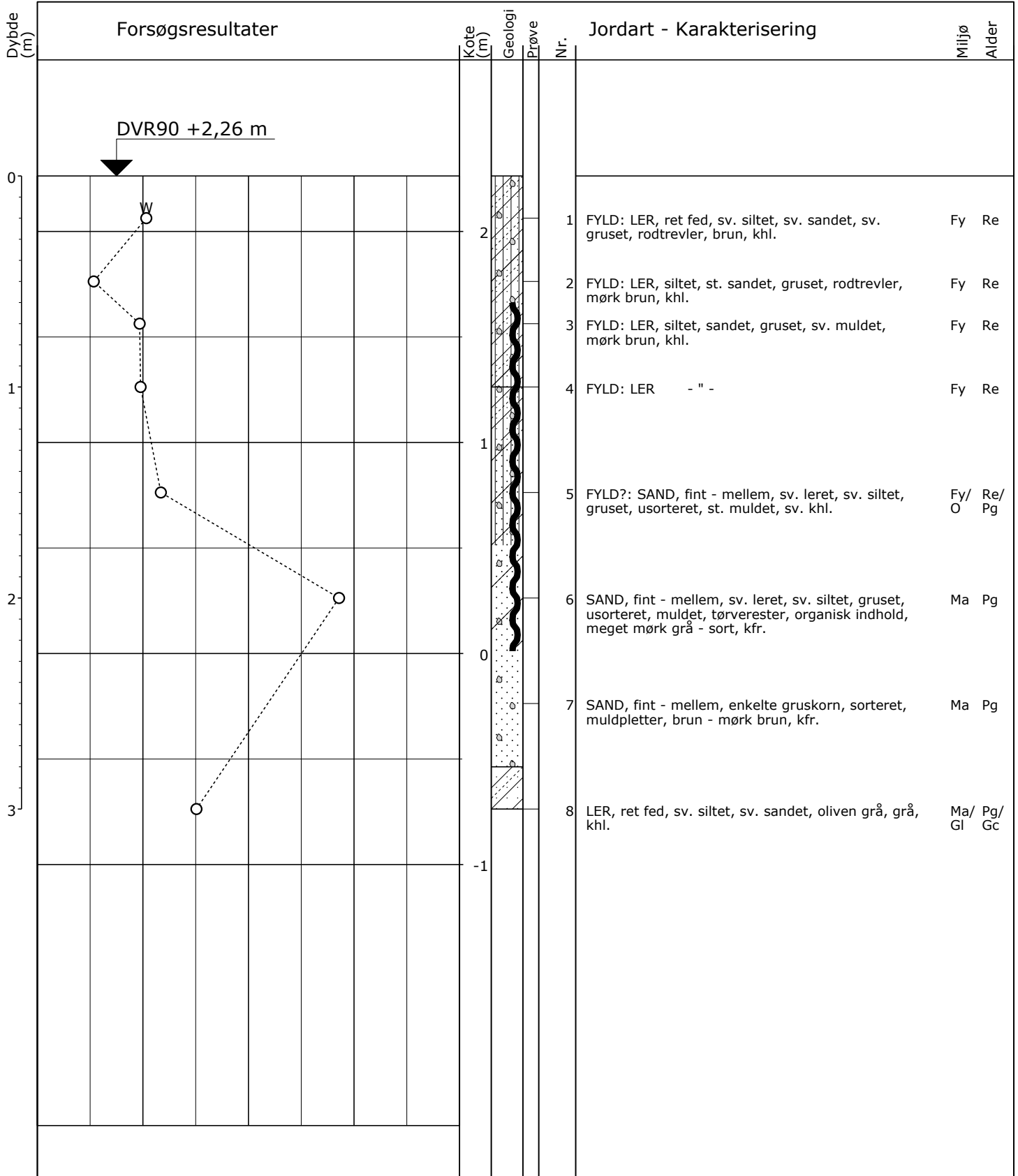
○ 10 20 30 W (%)

Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør
 Projektion: UTM32E89
 X: 634091 (m) Y: 6135041 (m) Plan:

Sag: 10404910 Højvandssikring, Korsør
 Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN DGU Nr.: Boring: GB3
 Udarb. af: EMSN Kontrol: ALR Godkendt: KBO Dato: 2019.05.16 Bilag: 2 S. 1/1



Boreprofil



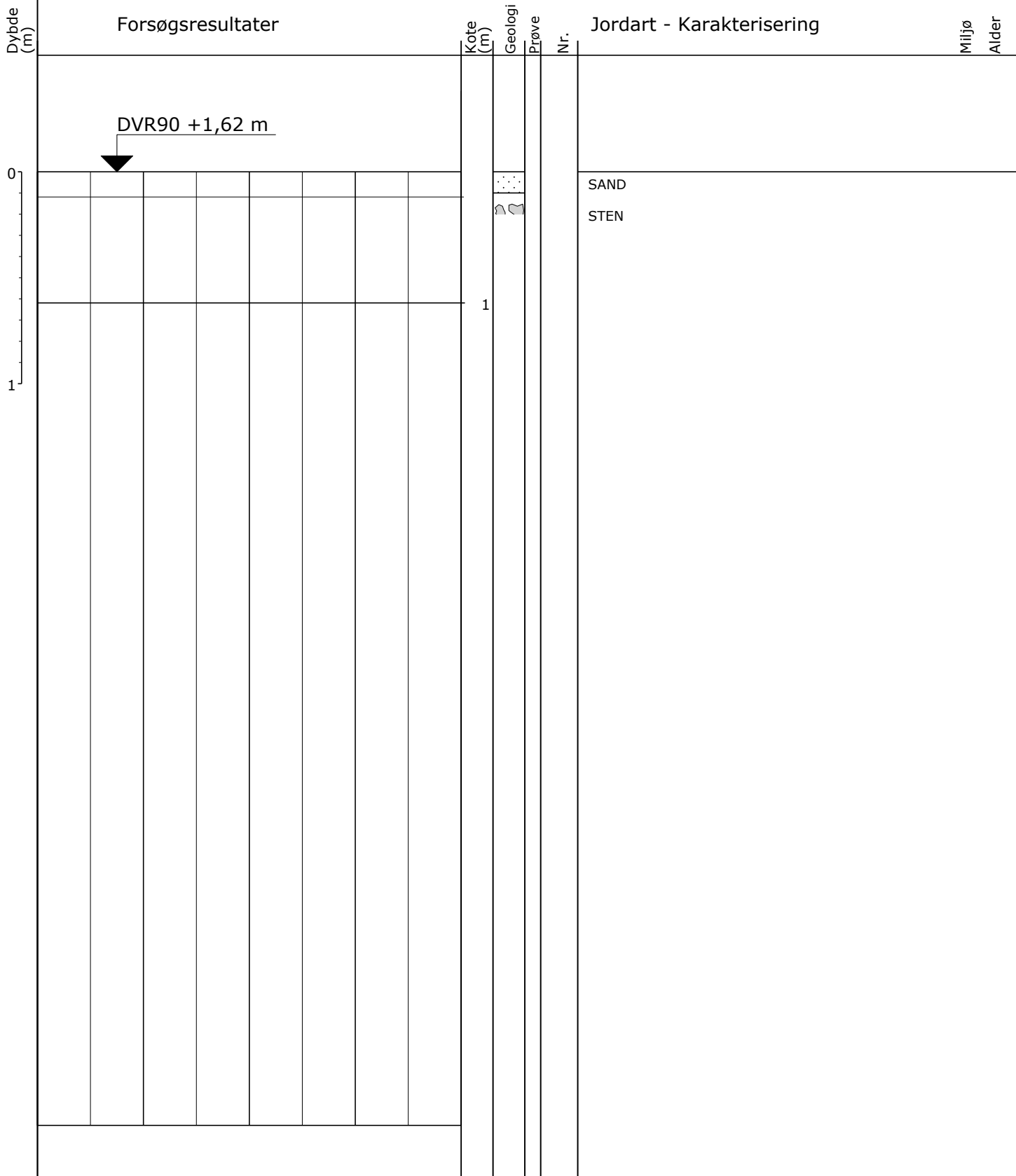
○ 10 20 30 W (%)

Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør
 Projektion: UTM32E89
 X: 634191 (m) Y: 6134881 (m) Plan:

Sag: 10404910 Højvandssikring, Korsør
 Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN DGU Nr.: Boring: GB4
 Udarb. af: EMSN Kontrol: ALR Godkendt: KBO Dato: 2019.05.16 Bilag: 2 S. 1/1



Boreprofil



0 10 20 30 W (%)

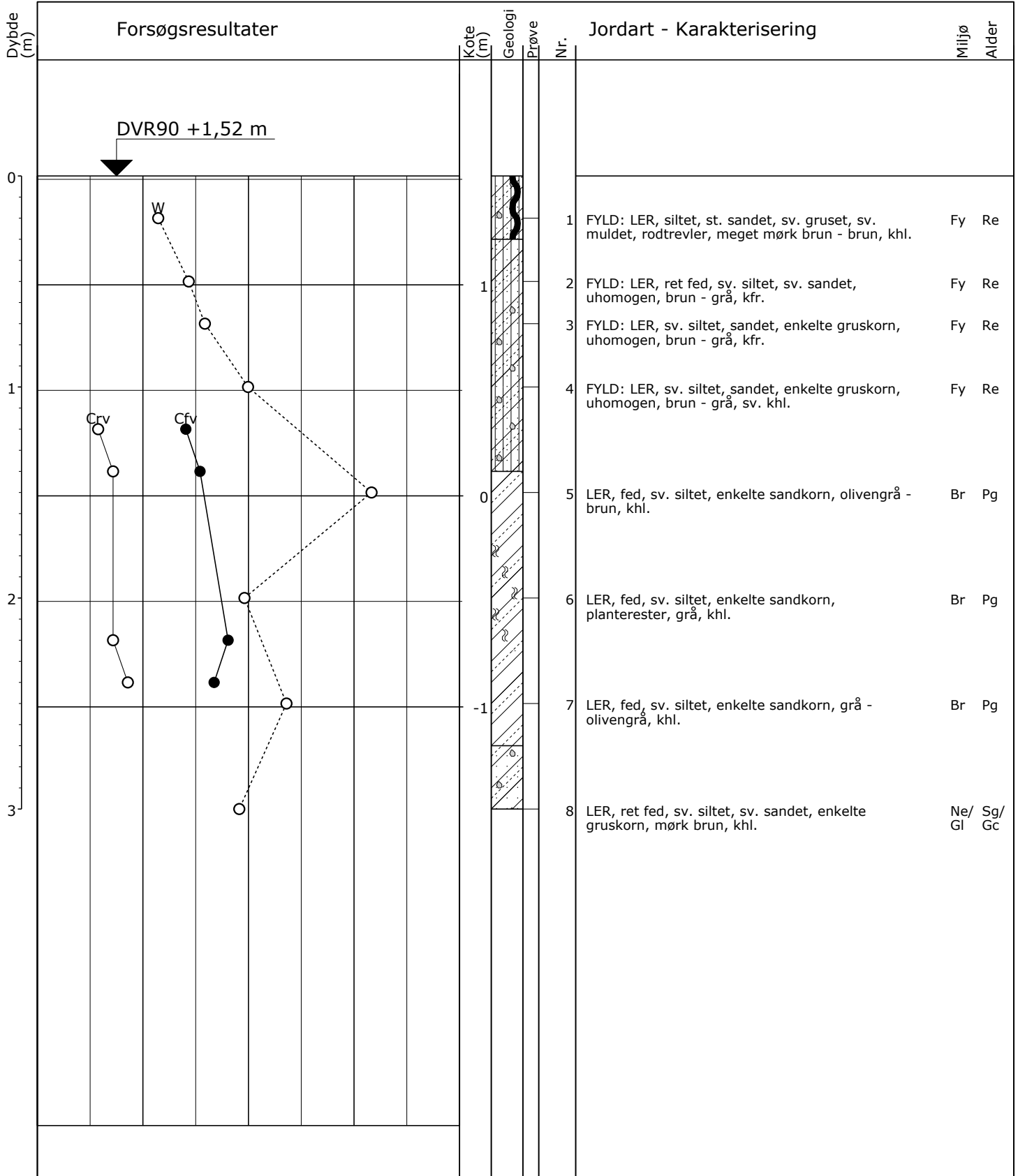
Opgivet pga. sten

Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør
 Projektion: UTM32E89
 X: 634560 (m) Y: 6134558 (m) Plan:

Sag: 10404910 Højvandssikring, Korsør
 Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN DGU Nr.: Boring: GB5
 Udarb. af: EMSN Kontrol: ALR Godkendt: KBO Dato: 2019.05.16 Bilag: 2 S. 1/1



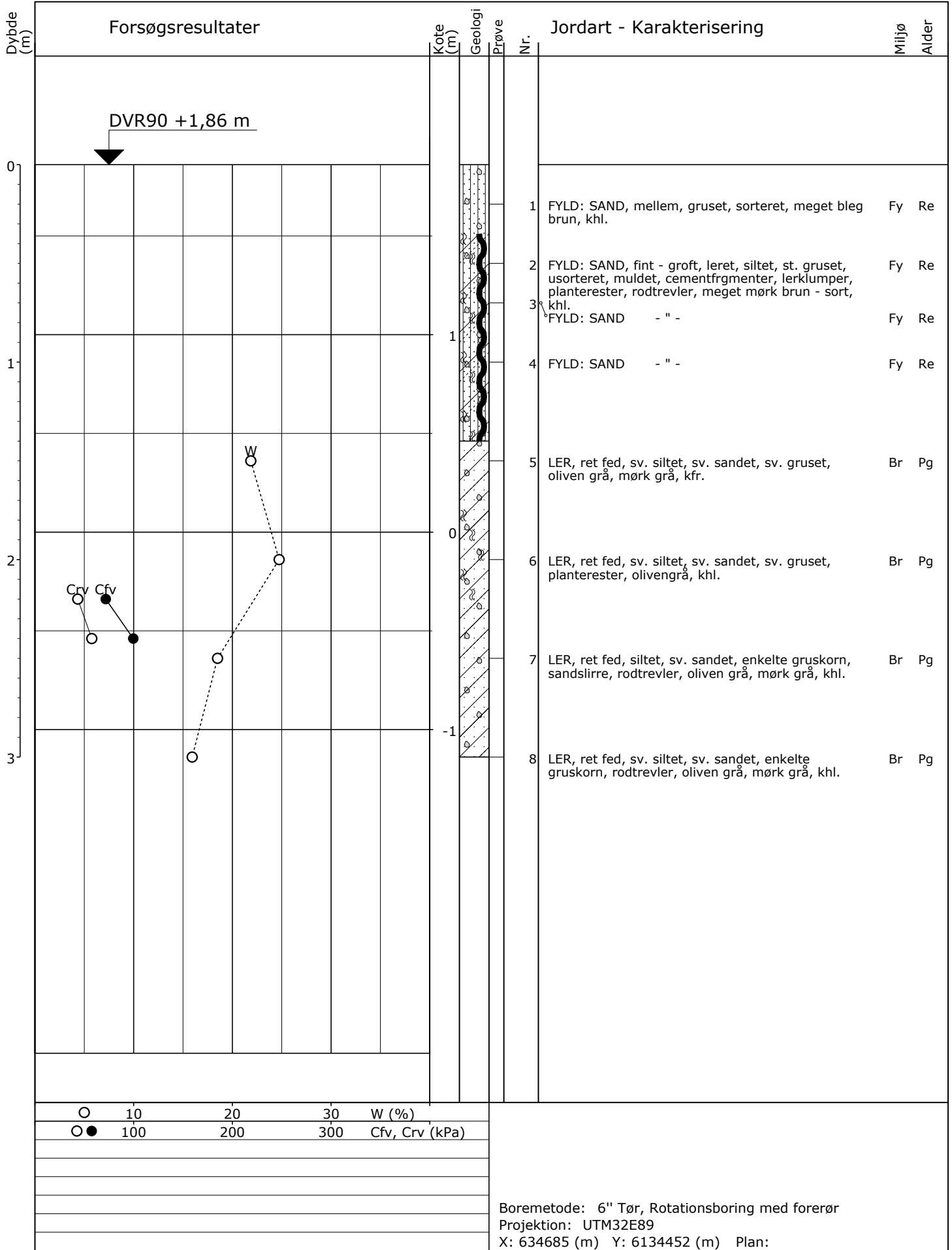
Boreprofil



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

Boremethode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør
 Projektion: UTM32E89
 X: 634589 (m) Y: 6134545 (m) Plan:

Sag: 10404910 Højvandssikring, Korsør
 Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN DGU Nr.: Boring: GB6
 Udarb. af: EMSN Kontrol: ALR Godkendt: KBO Dato: 2019.05.16 Bilag: 2 S. 1/1



Sag: 10404910

Højvandssikring, Korsør

Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN

DGU Nr.:

Boring: GB7

Udarb. af: EMSN

Kontrol: ALR

Godkendt: KBO

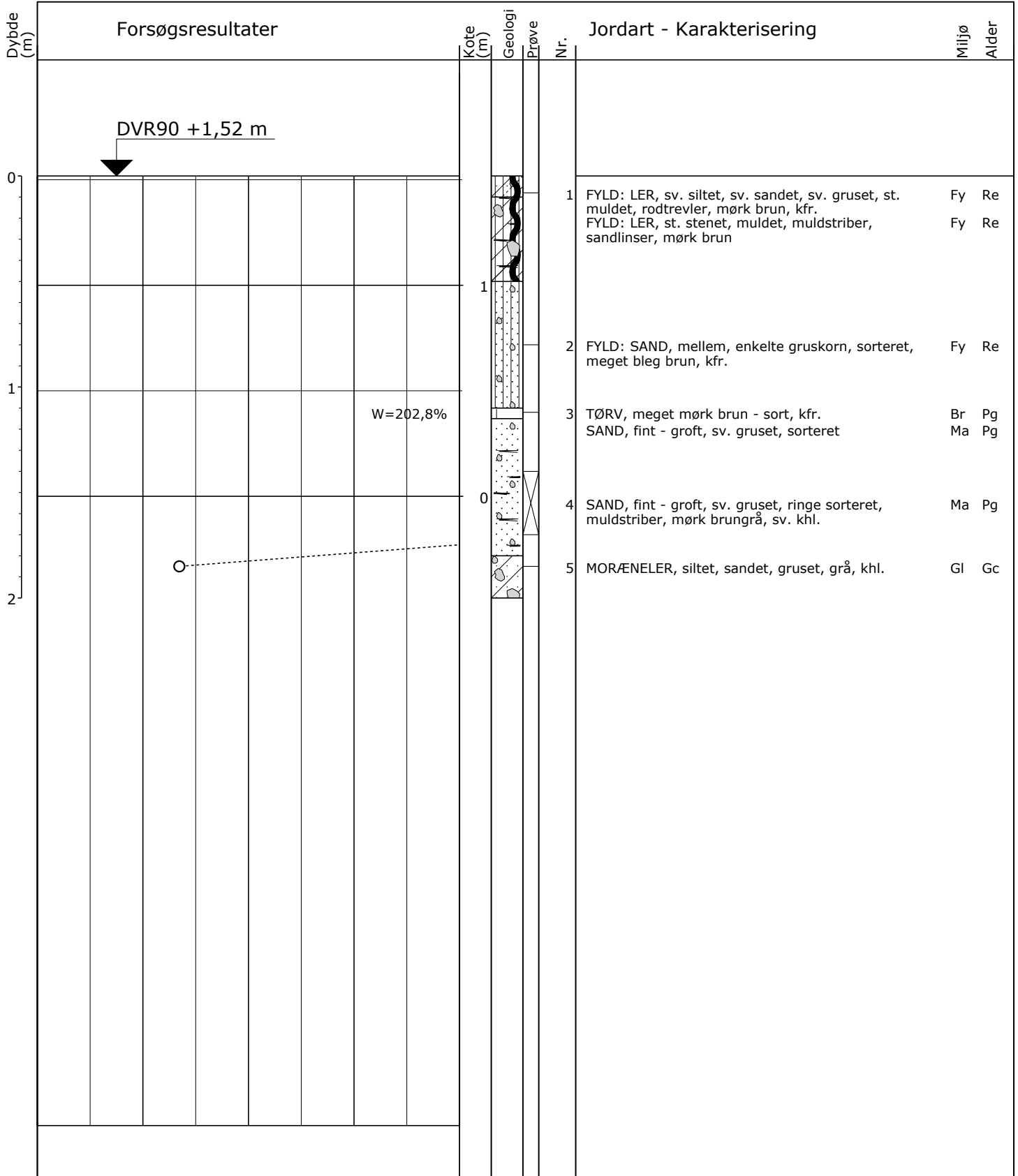
Dato: 2019.05.16

Bilag: 2

S. 1/1



Boreprofil



○ 10 20 30 W (%)

Boremethode: 0,8x1,5 Direkte prøvetagning
 Projektion: UTM32E89
 X: 634188 (m) Y: 6134856 (m) Plan:

Sag: 10404910

Højvandssikring, Korsør

Boret af: Geo- og Miljøboringer Dato: 2019.05.06 Bedømt af: EMSN

DGU Nr.:

Boring: Grav

Udarb. af: EMSN

Kontrol: ALR

Godkendt: KBO

Dato: 2019.05.16

Bilag: 2

S. 1/1






























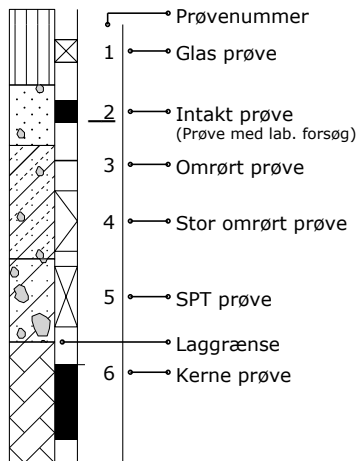
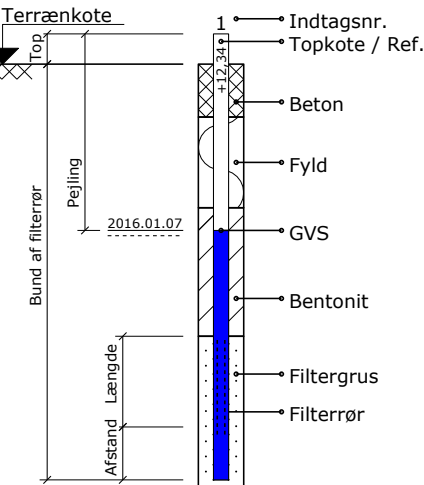


Boreprofil

Bilag A

Signaturforklaring

Forsøgsresultater

Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil																																										
 FYLD  MULD  MULD, sandet  SAND, muldet  SAND, muldpartier  STEN  GRUS  SAND  SILT  LER	 MORÆNESAND  MORÆNESILT  MORÆNELER  KALK (KRIDT)  FLINT  KLIPPE  GYTJE  SKALLER  TØRV  TØRVEDYND  PLANTERESTER	 Pumpeboring (BU)  Pejleboring (BW)  Miljøboring (BE)  Boring uden prøver (B)  Boring med prøvetagning (BS)  Boring med prøver og vingeforsøg (BG)  CPT forsøg (C)  Sondering, rammesonde (F)	 <p>Prøvenummer 1 Glas prøve 2 Intakt prøve (Prøve med lab. forsøg) 3 Omrørt prøve 4 Stor omrørt prøve 5 SPT prøve 6 Laggrænse Kerne prøve</p>																																									
	Geologiske forkortelser <table border="0"> <tr> <td>Miljø</td> <td>Alder</td> </tr> <tr> <td>Br Brakvand</td> <td>Pg Postglacial</td> </tr> <tr> <td>Fe Ferskvand</td> <td>Sg Senglacial</td> </tr> <tr> <td>Fl Flydejord</td> <td>Al Allerød</td> </tr> <tr> <td>Gl Gletscher</td> <td>Gc Glacial</td> </tr> <tr> <td>Ma Marin</td> <td>Ig Interglacial</td> </tr> <tr> <td>Ne Neds skyl</td> <td>Is Interstadial</td> </tr> <tr> <td>O Overjord</td> <td>Te Tertiær</td> </tr> <tr> <td>Sk Skredjord</td> <td>Ng Neogen</td> </tr> <tr> <td>Sm Smeltevand</td> <td>Pn Palæogen</td> </tr> <tr> <td>Vi Vindaflejret</td> <td>Pi Pliocæn</td> </tr> <tr> <td>Vu Vulkansk</td> <td>Mi Miocæn</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Oi Oligocæn</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Eo Eocæn</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Pl Palæocæn</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Sl Selandien</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Da Danien</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Kt Kridt</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Ms Maastrichtian</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Se Senon</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Re Recent</td> </tr> </table>	Miljø	Alder	Br Brakvand	Pg Postglacial	Fe Ferskvand	Sg Senglacial	Fl Flydejord	Al Allerød	Gl Gletscher	Gc Glacial	Ma Marin	Ig Interglacial	Ne Neds skyl	Is Interstadial	O Overjord	Te Tertiær	Sk Skredjord	Ng Neogen	Sm Smeltevand	Pn Palæogen	Vi Vindaflejret	Pi Pliocæn	Vu Vulkansk	Mi Miocæn		Oi Oligocæn		Eo Eocæn		Pl Palæocæn		Sl Selandien		Da Danien		Kt Kridt		Ms Maastrichtian		Se Senon		Re Recent	Pejlerør  <p>Terrænkote Top Pejling 2016.01.07 Bund af filterør Længde Afstand 1 Indtagsnr. Topkote / Ref. kote Beton Fyld GVS Bentonit Filtergrus Filterør</p>
Miljø	Alder																																											
Br Brakvand	Pg Postglacial																																											
Fe Ferskvand	Sg Senglacial																																											
Fl Flydejord	Al Allerød																																											
Gl Gletscher	Gc Glacial																																											
Ma Marin	Ig Interglacial																																											
Ne Neds skyl	Is Interstadial																																											
O Overjord	Te Tertiær																																											
Sk Skredjord	Ng Neogen																																											
Sm Smeltevand	Pn Palæogen																																											
Vi Vindaflejret	Pi Pliocæn																																											
Vu Vulkansk	Mi Miocæn																																											
	Oi Oligocæn																																											
	Eo Eocæn																																											
	Pl Palæocæn																																											
	Sl Selandien																																											
	Da Danien																																											
	Kt Kridt																																											
	Ms Maastrichtian																																											
	Se Senon																																											
	Re Recent																																											
<p>I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.</p>																																												

Definitioner

Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse
○	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt
—	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænser
— —	Plasticitetsgrænser	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
— — —	Plasticitetsgrænser	IP	[%]	IP = WL - WP
▽	Rumvægt	γ	[kN/m ³]	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
■	Poretal	e		Forhold mellem porevolumen og kornvolumen
+	Glødetab	gl	[%]	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
x	Reduceret Glødetab	glr	[%]	gl - ka
⊕	Kalkindhold	ka	[%]	Vægt af CaCo ₃ i % af tørstofvægten
-/(+)/+//++	Kalkprøve	kp		Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt
++/+/(+)/-/-/?/FRØSE				++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser + Opfrysningssproblemer, selv under korte frostperioder (+) Opfrysningssproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysningssfarlig -- Absolut ingen opfrysningssfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme
H1,H2,H3,H4,H5	Hærdningsgrader			H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet
●	Gradering			U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet
○	Vingestykke, intakt	cfv	[kN/m ²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
○	Vingestykke, omrørt	crv	[kN/m ²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
	Sonderingsmodstand			vr. Vingeforsøg vd. Forsøg med defekt vingeforsøg st. Forsøg påvirket af sten
	- Belæstet 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