

ADRESSE: BALDERSVEJ 10-12
8850 BJERRINGBRO

TELEFON: 41 68 64 12

MAIL: AE@CKGEO.DK

CVR NR.: 33 25 81 94

GRØNBÆKPARKEN

7490 AULUM

GEOTEKNISK PLACERINGSUNDERSØGELSE

HERNING KOMMUNE

TORVET 5

7400 HERNING

SAG NR.:	16-176
SAGSBEHANDLER:	ARIF ERTOSUN/
KVALITETSKONTROL:	TC/
VERSION:	1.0
DATO:	1. JULI 2016

Indholdsfortegnelse

1	Projekt	2
2	Mark- og laboratoriearbejde	2
3	Jordbunds- og vandspejlsforhold.....	2
4	Funderingsforhold	3
4.1	Generelt	3
4.2	Normal, direkte fundering	5
4.3	Dyb, direkte fundering.....	6
4.4	Direkte fundering efter udskiftning	6
5	Befæstede arealer	6
6	Sætninger.....	7
7	Tørholdelse	7
7.1	Midlertidig.....	7
7.2	Permanent	7
8	Udførelsesmæssige forhold.....	8
9	Supplerende undersøgelser.....	8
10	Kontrol	8
11	Miljø.....	8
12	Særligt.....	9

- Bilag 1.** Boreprofiler.
Bilag 2. Situationsskitse – ikke målfast.
Bilag 3. Principskitse for indbygning af sandpude.

1 Projekt

Det aktuelle projekt omfatter en orienterende undersøgelse for en udstykning af parcelhusgrunde med tilhørende vejarealer. Det forudsættes at der opføres parcelhuse i 1-1½ plan uden kælder og med moderate linjelaster.

Det er undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data for det aktuelle projekt.

Ejendommens kortlægningsstatus er ikke oplyst og/eller kontrolleret forud for den geotekniske undersøgelse.

På undersøgelsestidspunktet forelå der ikke yderligere oplysninger.

Det forudsættes, at gulve maksimalt udsættes for en last på 1,5 kN/m².

2 Mark- og laboratoriearbejde

Den 28. juni 2016 er der med Ø150 mm sneglebor udført 16 uforede geotekniske boringer (B1 – B16), som er afsluttet 4,0 á 5,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Under borearbejdet er der registreret laggrænser, optaget omrørte prøver og udført vingeforsøg.

Boringernes antal og placeringer er bestemt i samråd med rekvirenten. Boringernes placeringer er afsat af landmåler og fremgår af situationsskitser i bilag 2.

Nivellement af terræn ved borestederne er udført af Geopartner, Lemvig i henhold til DVR90. Terrænkoter ved boringerne fremgår af boreprofilerne.

Der er nedsat Ø25 mm pejlerør i boringerne til registrering af grundvandsspejlets beliggenhed. Der er pejlet umiddelbart efter borearbejdets afslutning.

Samtlige prøver er geologisk bedømt i henhold til DGF's "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse", 1995.

Det naturlige vandindhold er bestemt på udvalgte prøver.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne i bilag 1, som er optegnet i henhold til DGF's "Referenceblad for geotekniske profiler", 1995.

De i rapporten anvendte signaturer og definitioner fremgår af bilag 1.

3 Jordbunds- og vandspejlsforhold

I boringerne er der øverst truffet fyld og antageligt fyld (sand, ler, sandmuld og lermuld), samt postglacialt sand i boring B5, til 0,2 á 1,1 m u. t., hvorefter der er truffet senglacialt/glacialt sand, silt og ler, som stedvist er ret fedt og slapt, til 3,1 á 5,0 m u. t. Herefter er der truffet glacialt moræneler og silt til den borede dybde af 4,0 á 5,0 m u. t.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning, hvor grundvandsspejlet (GVS) blev registreret 0,5 á 3,4 m u. t. Grundvandsspejlet har på pejlingstidspunktet ikke stabiliseret sig endeligt.

Grundvandsspejlet må påregnes at være afhængigt af årstid og nedbør.

Det anbefales at pejle regelmæssigt i borerne indtil udgravningsarbejdet påbegyndes.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbunds- og vandspejlsforholdene henvises til boreprofilerne i bilag 1.

4 Funderingsforhold

4.1 Generelt

I nedenstående tabel 4.1 er for det aktuelle projekt angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, sammen med afrømningsniveau for gulve og veje/belægninger, AFRN:

Boring Nr.	Terræn Kote (DVR90)	OSBL		AFRN	
		Dybde (m u. t.)	Kote (DVR90)	Dybde (m u. t.)	Kote (DVR90)
B1	+38,5	0,2	+38,3	0,2	+38,3
B2	+39,1	0,4	+38,7	0,4	+38,7
B3	+41,3	0,2	+41,1	0,2	+41,1
B4	+40,7	0,2	+40,5	0,2	+40,5
B5	+39,9	0,6	+39,3	0,3	+39,6
B6	+40,5	0,6	+39,9	0,2	+40,3
B7	+39,9	0,4	+39,5	0,4	+39,5
B8	+39,9	0,2	+39,7	0,2	+39,7
B9	+38,9	1,1	+37,8	1,1	+37,8
B10	+39,5	0,2	+39,3	0,2	+39,3
B11	+38,2	0,2	+38,0	0,2	+38,0
B12	+37,7	0,4	+37,3	0,4	+37,3
B13	+38,0	0,8	+37,2	0,8	+37,2
B14	+38,5	0,4	+38,1	0,4	+38,1
B15	+39,2	0,4	+38,8	0,4	+38,8
B16	+38,7	0,6	+38,1	0,3	+38,4

Tabel 4.1 – Overside bæredygtige lag, OSBL, og afrømningsniveau for gulve og veje/belægninger, AFRN, for det aktuelle projekt.

Det skal sikres, at der overalt funderes i mindst frostfri dybde under fremtidigt terræn, hvilket er 0,9 meter for almindeligt byggeri og 1,2 meter for fritstående konstruktioner.

I områder hvor der er truffet ret fedt ler, henledes opmærksomheden på at udtøringsfri dybde under fremtidigt terræn for ret fedt ler øges, såfremt der forefindes løvfældende træer indenfor en afstand af 1,5 gange vegetationens endelige højde, da disse øger risikoen for svindprocesser.

Dimensioneringen skal udføres i såvel brudgrænsetilstanden (bæreevne) som anvendelsesgrænsetilstanden (sætninger), og skal omfatte såvel korttids- som langtidstilstanden og i henhold til EC7 samt det danske nationale anneks.

I anvendelsesgrænsetilstanden anvendes en trykspredning 1:2 (vandret:lodret) under fundamenter.

For de trufne aflejringer under OSBL og indbygget velkomprimeret sandfyld kan der ved dimensionering af fundamenter påregnes følgende karakteristiske styrke- og deformationsparametre samt rumvægte:

Jordart	γ/γ' (kN/m ³)	$\phi_{k,pl}$ (°)	$c_{u,k}$ (kN/m ²)	$\phi'_{k,pl}$ (°)	c'_k (kN/m ²)	E_{oed} (MN/m ²)
Generelt:						
Sand	18/10	35	-	35	-	25
Silt	19/9	-	40-60	32	-	4,5-7,0
Ler	19/9	-	40-110	25	4-11	4,5-13
Moræneler	20/10	-	80	30	8	22
Fyldsand	18/10	37	-	37	-	50
Boring:						
Dybde:						
B1	ca. 1,9 – 2,3 m u. t.					
B5	2,4 – 2,8 m u. t.					
B7	0,6 – 2,1 m u. t.					
B9	ca. 1,5 – 2,3 m u. t.					
B10	ca. 1,3 – 2,1 m u. t.					
B11	ca. 1,3 – 1,5 m u. t.					
B12	1,8 – 2,1 m u. t.					
B14	3,2 – 3,8 m u. t.					
Silt	19/9	-	35	32	-	4,0
Ler	19/9	-	15-35	25	1,5-3,5	1,5-4,0

Værdierne er fastlagt på grundlag af målinger, erfaringer og skøn. Der kan regnes $c_u = c_v$.

Ved fundering på vekslende aflejringer af ler, silt og sand dimensioneres fundamenterne, svarende til den mindste af bæreevnerne opnået ved bæreevneformlerne for ler- og sandtilfældet.

Der er i borerne B1 (ca. 1,9 – 2,3 m u. t.), B5 (2,4 – 2,8 m u. t.), B7 (0,6 – 2,1 m u. t.), B9 (ca. 1,5 – 2,3 m u. t.), B10 (ca. 1,3 – 2,1 m u. t.), B11 (ca. 1,3 – 1,5 m u. t.), B12 (1,8 – 2,1 m u. t.) og B14 (3,2 – 3,8 m u. t.) truffet bløde silt- og leraflejringer med lave styrkeparametre.

Der skal ubetinget undersøges for gennemlokning til ovennævnte trufne bløde aflejringer. Undersøgelsen gennemføres i lertilfældet med trykspredning 1:4 (vandret:lodret) fra fundamentsunderkant. Det skal endvidere sikres, at de beregnede sætninger ikke overstiger de acceptable, jf. afsnit 5.

I anvendelsesgrænsetilstanden anvendes en trykspredning 1:2 (vandret:lodret) under fundamenter.

Såfremt gennemlokning forekommer, føres fundamenterne under de bløde aflejringer (dyb direkte fundering, jf. afsnit 4.3) eller de udskiftes til fornøden dybde med velkomprimeret, ren sandfyld som beskrevet i afsnit 4.4.

Det skal bemærkes, at det sandsynligvis ikke er muligt at fundere direkte på de ovennævnte trufne bløde aflejringer, da det vil give såvel bæreevne- som sætningsproblemer. Endvidere vil det ved funderingsarbejdernes udførelse udførelsesmæssigt være svært at bevare aflejringerne intakte – specielt i forbindelse med grundvand og nedbør.

Alternativt kan større fundamenter afhjælpe problemet med gennemlokning.

For det aktuelle projekt og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold henføres projektet til geoteknisk kategori 2 og den naturligste funderingsløsning vurderes at være:

Projekteret fundamentsunderkant, FUK, under OSBL:

- Normal, direkte fundering i frostfri dybde i/under OSBL.

Projekteret fundamentsunderkant over OSBL:

- Dyb, direkte fundering i/under OSBL.
- Direkte fundering i frostfri dybde efter udskiftning af samtlige aflejringer over OSBL med velkomprimeret sandfyld.

De 3 funderingsmetoder er nærmere beskrevet i det følgende.

4.2 Normal, direkte fundering

Der funderes direkte på intakte aflejringer under OSBL og i mindst frostfri dybde under fremtidigt terræn.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag kan udlægges direkte efter afrømning af samtlige aflejringer over AFRN.

Efterfyldning under gulve foretages med sandfyld, som udlægges i tynde lag (max. 0,3 meter) under effektiv komprimering.

Det anbefales at opstille de i tabel 4.2 angivne komprimeringskrav til indbygget sandfyld under/over fundamentsunderkant, FUK, hvor SP angiver Standard Proctor ved isotopsondemetoden:

	Under FUK	Over FUK
Middel af alle kontrolforsøg	> 98% SP	> 96% SP
Ingen kontrolforsøg	< 96% SP	< 94% SP

Tabel 4.2 - Komprimeringskrav over/under FUK.

4.3 Dyb, direkte fundering

Funderingen udføres som beskrevet for en normal, direkte fundering i afsnit 4.2.

Såfremt gennemlokning forekommer føres funderingen igennem de slappe silt- og lerlag truffet i boringerne B1, B7, B9, B10, B11 og B12, og udføres som beskrevet for en normal, direkte fundering i afsnit 4.2.

4.4 Direkte fundering efter udskiftning

Samtlige aflejringer over OSBL udskiftes med velkomprimeret sandfyld efter de i bilag 3 viste retningslinier, hvorefter der funderes direkte i mindst frostfri dybde under fremtidigt terræn.

Såfremt gennemlokning forekommer, udskiftes de i boringerne B1, B5, B7, B9, B10, B11, B12 og B14 trufne bløde silt- og leraflejringer til fornøden dybde med velkomprimeret sandfyld. Udskiftningen foretages som vist på udskiftningsprofilet i bilag 3.

Det skal sikres, at de intakte aflejringer under den indbyggede sandfyld har den fornødne bæreevne.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag udlægges direkte på den indbyggede sandfyld som vist på bilag 3.

Det anbefales at anvende de i afsnit 4.2 anførte komprimeringskrav for sandfyld.

Der henvises i øvrigt til gældende bygningsreglement.

5 Befæstede arealer

For veje vurderes den naturligste funderingsform som værende en direkte udlægning i/under AFRN. Dog stedvist suppleret med udskiftning af ikke-funderingsegne aflejringer.

Med hensyn til frostfølsomheden af de trufne aflejringer i/under AFRN vurderes de trufne silt- og lerfrie sandaflejringer ikke at være frostfølsomme. Sandaflejringer med indhold af silt og ler vurderes at være frostfølsomme til frostfarlige.

De i boringerne trufne leraflejringer vurderes at være frostfølsomme og de trufne siltaflejringer vurderes at være frostfarlige.

Såfremt afrømningsniveauet er bestående af ler, stærkt leret sand eller silt, anbefales det at der etableres dræning af vej-kassen, idet disse aflejringer ikke vurderes at være tilstrækkeligt selvdrænende.

Befæstede arealer dimensioneres i henhold til Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger november 2013, Vejdirektoratet, idet der regnes med ringe underbund for bløde leraflejringer og normal underbund for de resterende aflejringer.

6 Sætninger

For at fordele svindrevnerne anbefales det at forsyne sribefundamenterne med revnefordelende armering, ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armeringsnet.

Såfremt der benyttes uarmerede fundamenter og gulve, må der forventes en mere synlig revneudvikling i konstruktionen.

Det anbefales at der udføres egentlige sætningsberegninger når endelige byggeprojekter samt placeringer foreligger.

7 Tørholdelse

7.1 Midlertidig

Såfremt der skal funderes/graves under grundvandsspejlet skal der ubetinget iværksættes de nødvendige foranstaltninger for at bevare udgravningssider og -bund intakte.

I sand og silt vurderes grundvandssænkningen mest hensigtsmæssigt udført med nedbo-rede, filterkastede sugespidses tilsluttet et effektivt vacuumpumpeanlæg. I silt- og/eller sil-tede sandaflejringer skal en grundvandssænkning opstartes i god tid forud for gravearbejdet.

I ler vurderes grundvandssænkningen mest hensigtsmæssigt udført med drænrender ført til pumpeump, eventuelt suppleret med belastede dræn i udgravningssiderne.

Inden udgravningsarbejdet påbegyndes, skal det sikres, at grundvandsspejlet i alle lag er afsænket mindst 0,3 á 0,5 meter under udgravningsniveau for at bevare udgravnings-bunden intakt og muliggøre en effektiv komprimering af sandfyld, hvor det er aktuelt.

En grundvandssænkning kan give sætningsskader på nærliggende bygninger funderet over sætningsgivende aflejringer.

Det anbefales derfor, specielt i forbindelse med grundvandssænkning, at besigtige nær-liggende bygninger for registrering af eventuelle bygnings/sætningsskader inden grund-vandssænkningen påbegyndes, samt om muligt at klarlægge bygningernes funderings-forhold, så der om nødvendigt kan tages passende forholdsregler.

7.2 Permanent

Det kræves, at konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overflade-vand, grundvand, jordfugt, kondensvand og luftfugtighed ikke medfører fugtskader og fugtgener; jf. SBI-anvisning nr. 231.

Terrændæk skal derfor udføres på fast og tør jordbund, og således at terrænet ikke ud-sættes for oversvømmelser. Overfladevand skal bortledes ved eksempelvis at udføre et tilstrækkeligt fald på terrænet bort fra bygningen.

Da de trufne leraflejninger ikke vurderes at være tilstrækkelig selvdrænende, anbefales det, iht. gældende bygningsreglement, at der etableres omfangsdræn for at sikre en permanent tørholdelse, hvor der funderes direkte i disse.

8 Udførelsesmæssige forhold

De trufne leraflejninger kan karakteriseres som udblødningsfarlige og følsomme overfor dynamiske påvirkninger - specielt i forbindelse med nedbør og højtstående grundvand.

I så tilfælde bør al færdsel med entreprenørmateriel på afrømningsniveau undgås for at bevare jorden intakt og fyldsand indbygges i takt med udgravningen.

Ved fundering, udgravning, ændring af terrænhøjde eller anden terræændring på en grund samt midlertidige eller permanente sænkninger af grundvandstanden skal der træffes enhver foranstaltning, der er nødvendig for at sikre omliggende grunde, bygninger og ledningsanlæg af enhver art.

Eventuel løsnat, opblødt eller frossen jord skal bortgraves, inden der støbes fundamenter.

9 Supplerende undersøgelser

Den udførte geotekniske placeringsundersøgelse er udelukkende orienterende, hvorfor det anbefales, at der i forbindelse med konkrete byggeprojekter udføres geotekniske parameterundersøgelser.

Det anbefales, at der udføres en geoteknisk optimeringsundersøgelse til afklaring af, om gennemlokning forekommer og til afklaring af, om de beregnede sætninger er acceptable.

10 Kontrol

Samtlige udgravninger bør inspiceres til kontrol af, at der overalt funderes på intakte aflejninger, svarende til de under OSBL trufne; jf. EC7 kapitel 4.3.

Komprimeringen af sandfyld bør ved mægtigheder større end ca. 0,6 meter kontrolleres ved forsøg; jf. EC7 kapitel 5.3.4.

11 Miljø

I forbindelse med nærværende undersøgelse er der ikke foretaget egentlige miljøtekniske undersøgelser.

Ved borearbejdet og ved behandling af jordprøver blev der ikke observeret tegn på forurening ud fra syns- og lugtindtryk.

Krav til jordhåndteringen kan have indflydelse på projektets tidsplan og økonomi, hvorfor dette anbefales afklaret så hurtigt som muligt og helst inden opstart af projektet i marken.

Christensen/Kromann står gerne til rådighed for miljøtekniske undersøgelser i forbindelse med en eventuel jordhåndtering.

12 Særligt

Arbejdet er udført i henhold til ABR89.

Der skal jf. EC7 kapitel 2.8 udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som blandt andet indeholder dokumentation for sammenhængen mellem de faktiske belastninger og jordens bæreevne.

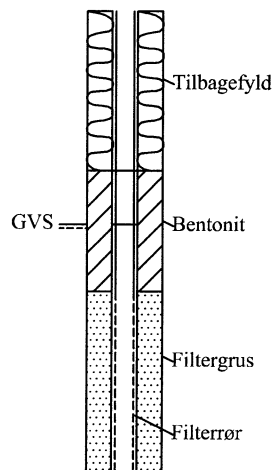
I det omfang det ønskes, står Christensen/Kromann til rådighed for udarbejdelse af den geotekniske projekteringsrapport samt videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

Der kan være afvigelser fra en retlinet interpolation imellem boringerne.
Jordprøverne opbevares i 14 dage fra dato, medmindre andet er aftalt.

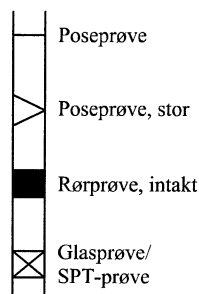
SIGNATURER OG DEFINITIONER

	Fyld		Grus		Klippe
	Muld		Silt		Gytje (dynd)
	Muld, sandet		Ler		Skaller
	Sand, muldet		Morænesand		Tørv
	Sand, muldpartier		Morænesilt		Tørvedynd
	Sand		Moræneler		Planterester
	Sten		Kalk/kridt		

Filtersætning og afpropning



Prøvetype



Dannelsesmiljø

Br Brakvand
Fe Ferskvand
Fl Flydejord
Gl Gletscher
Ma Marin
Ne Nedskyl
O Overjord
Sk Skredjord
Sm Smeltevand
Vi Vindaflejret
Vu Vulkansk

Geologisk alder

Kv Kvartær
Pg Postglacial
Sg Senglacial
Pk Prækvartær
Gc Glacial
Ig Interglacial
Is Interstadial
Te Tertiær
Pi Pliocæn
Mi Miocæn
Ol Oligocæn

Forkortelser

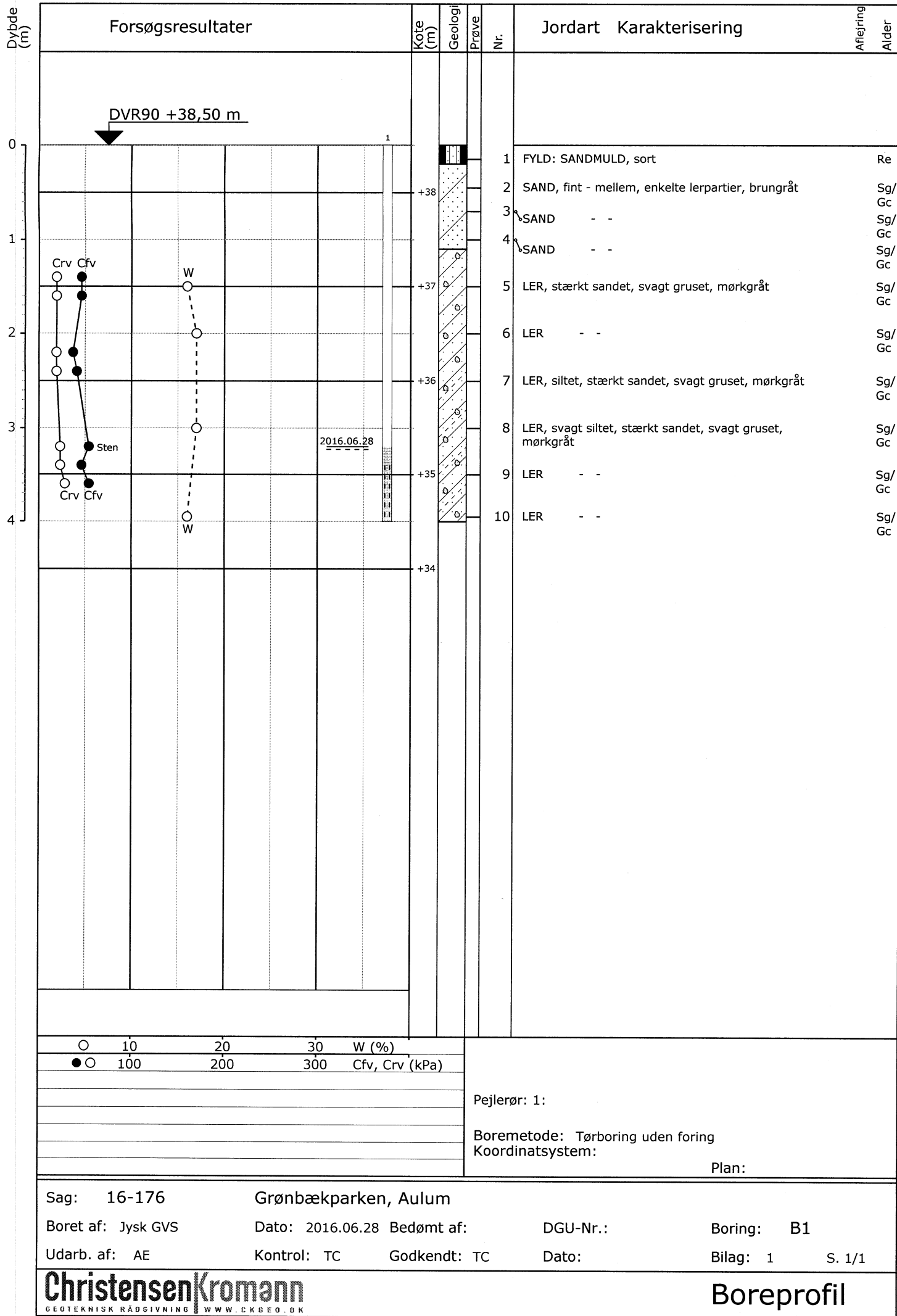
enk. enkelte
sort. sorteret
st. stærkt
sv. svagt
kfr. kalkfri
khl. kalkholdig

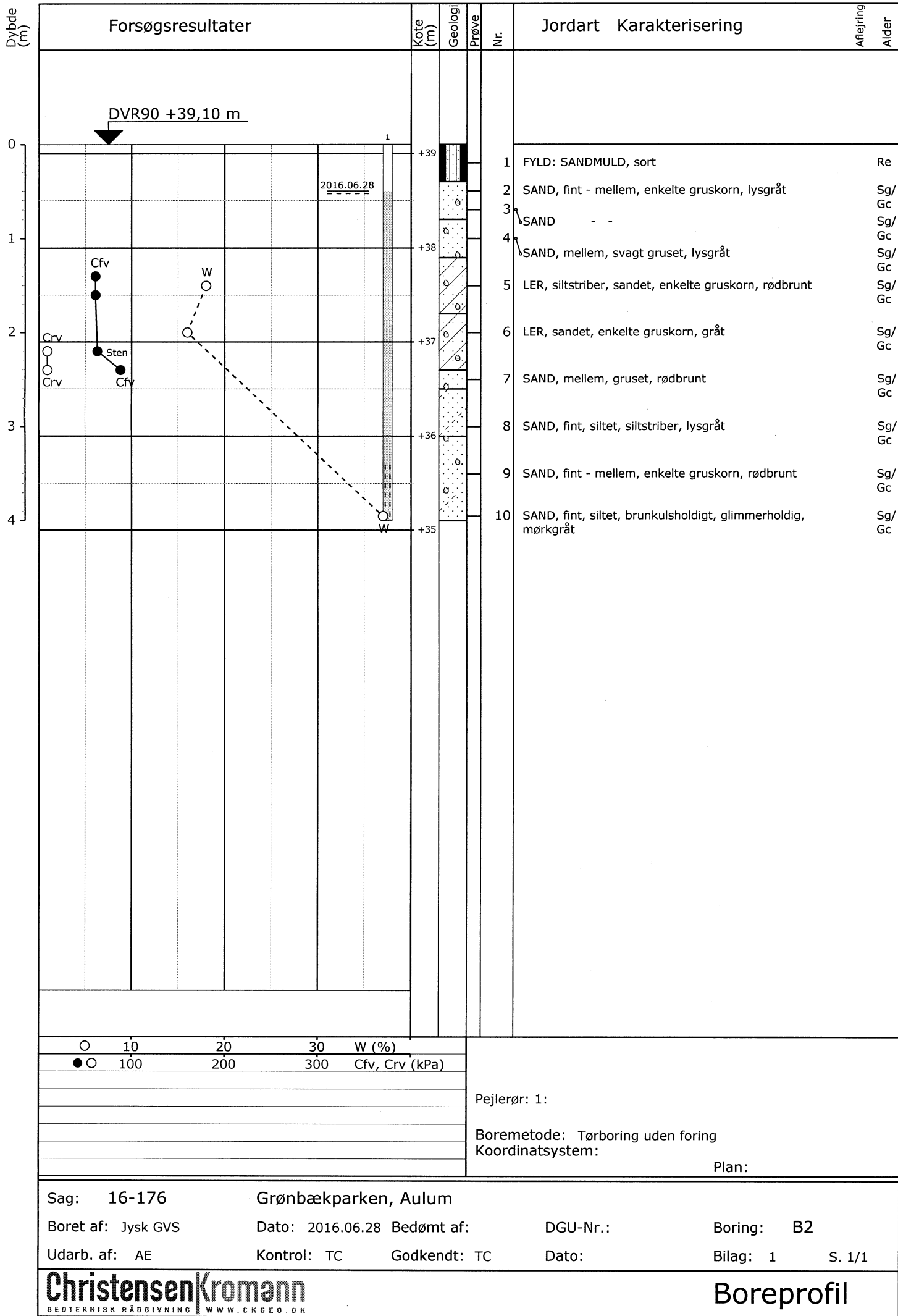
Forsøgsresultater

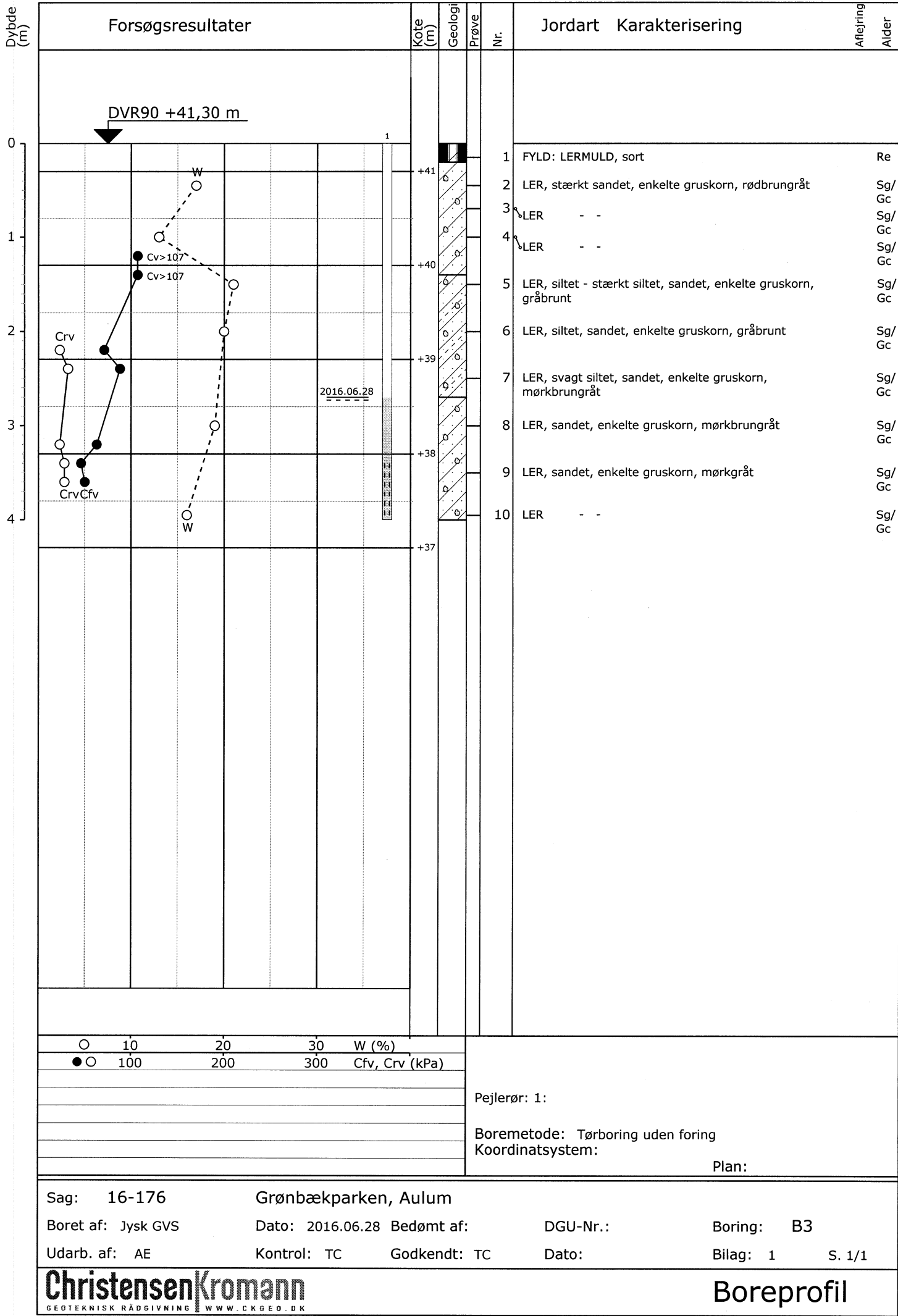
W (%)	○	: Vandindhold, forholdet mellem vandvægt og kornvægt
W _L (%)	W _L → W _p	: Vandindhold ved overgang fra flydende til plastisk konsistens
W _p (%)		: Vandindhold ved overgang fra plastisk til halvfast konsistens
γ (kN/m ³)	△	: Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
C _v , C _{vr} (kN/m ²)	●, ○	: Udrænet forskydningsstyrke bestemt ved vingeforsøg
N (slag/30cm)	▼	: Resultat af standard penetration tast
gl. (%)	+	: Forholdet mellem vægttab ved glødning og kornvægt (reduceret for kalk)
e	▽	: Forholdet mellem porevolumen og kornvolumen

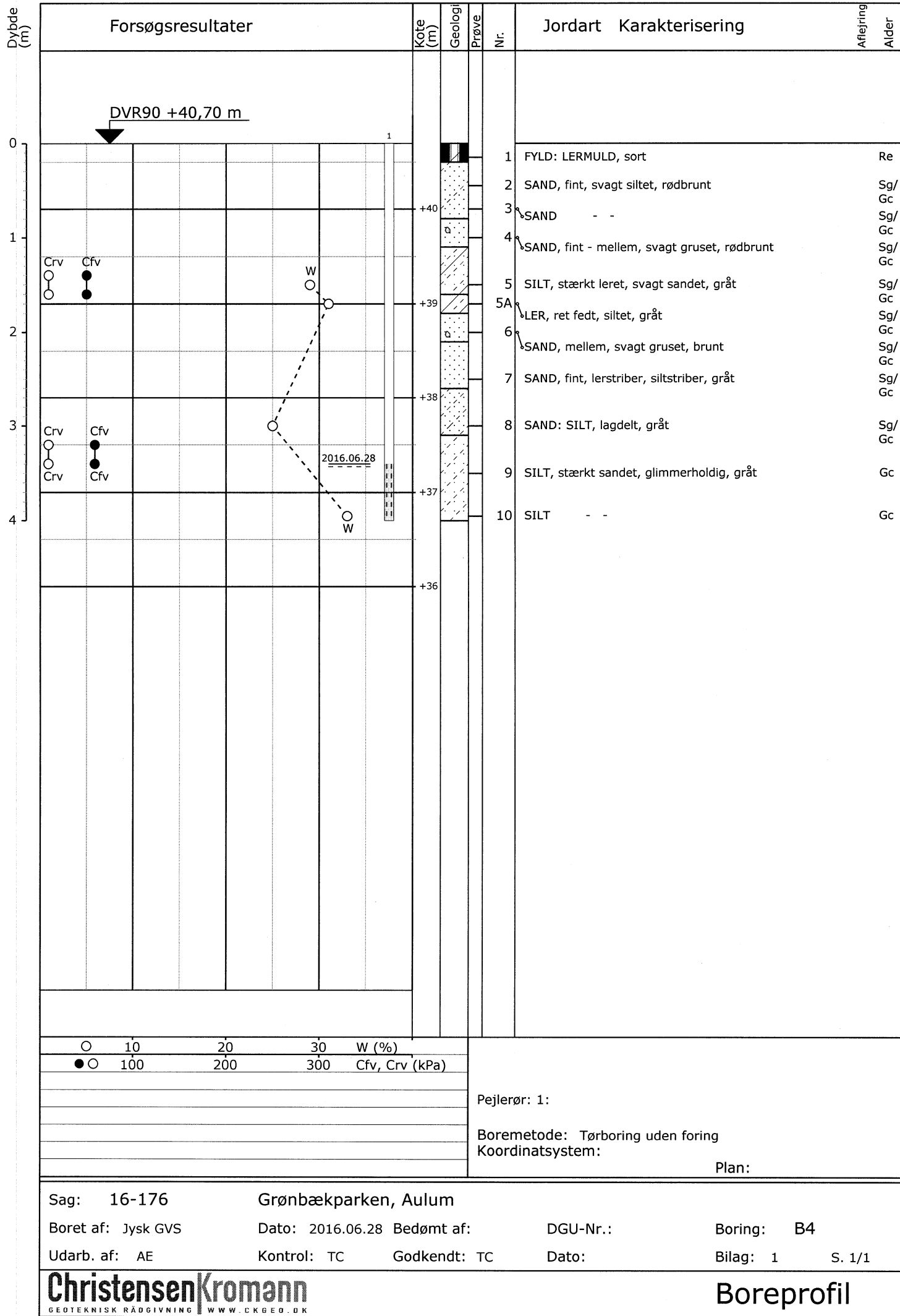
	Boring
	Boring med prøvetagning
	Gravning / komprimeringskontrol
	Tryksondering / CPT forsøg
	Vingeforsøg
	Belastningsforsøg

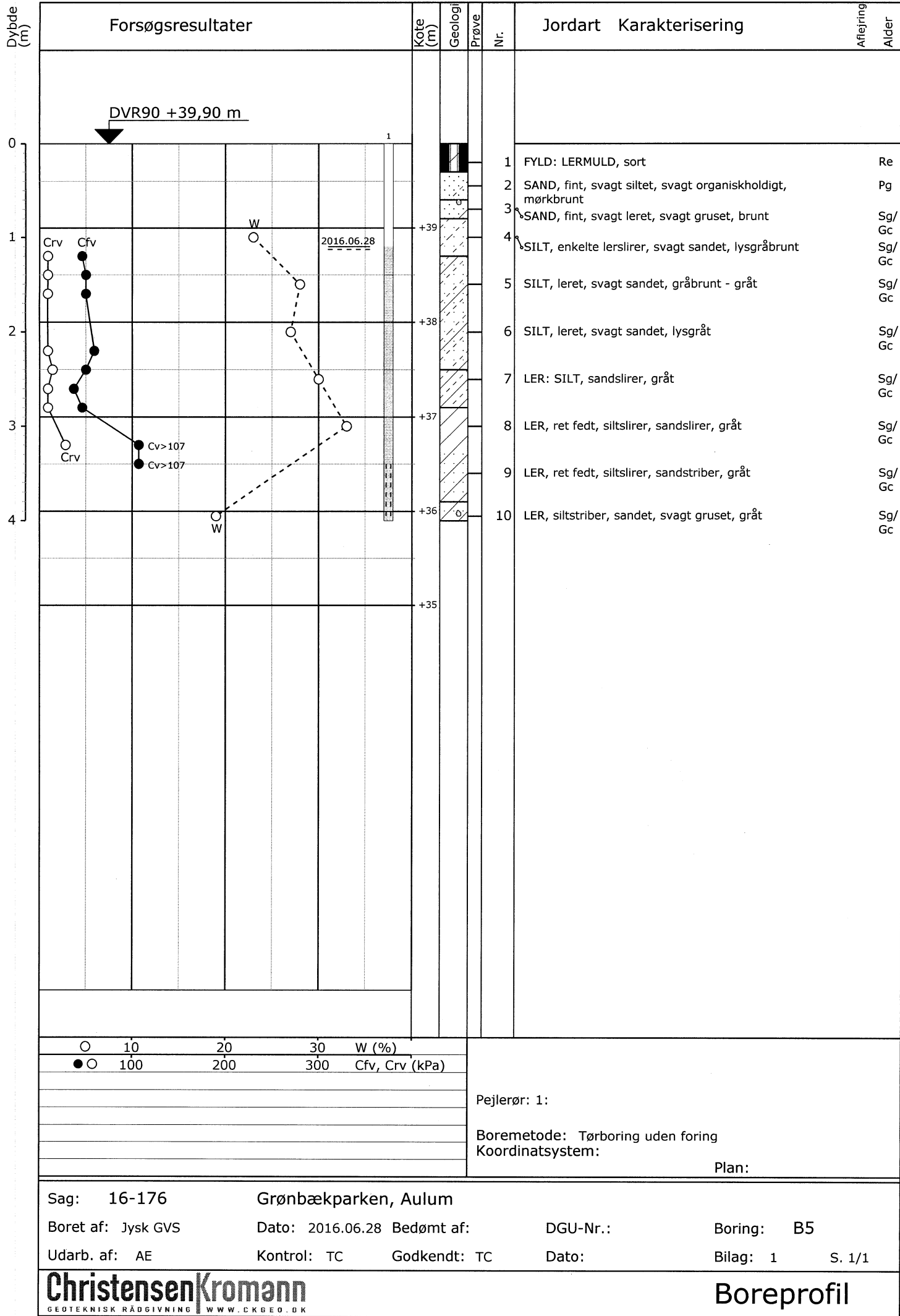
	Prøveramning
	Sætningsmåling
	Poretryksmåling
	Geoelektrisk punktprofil
	Geoelektrisk linieprofil
	Fixpunkt for nivellement

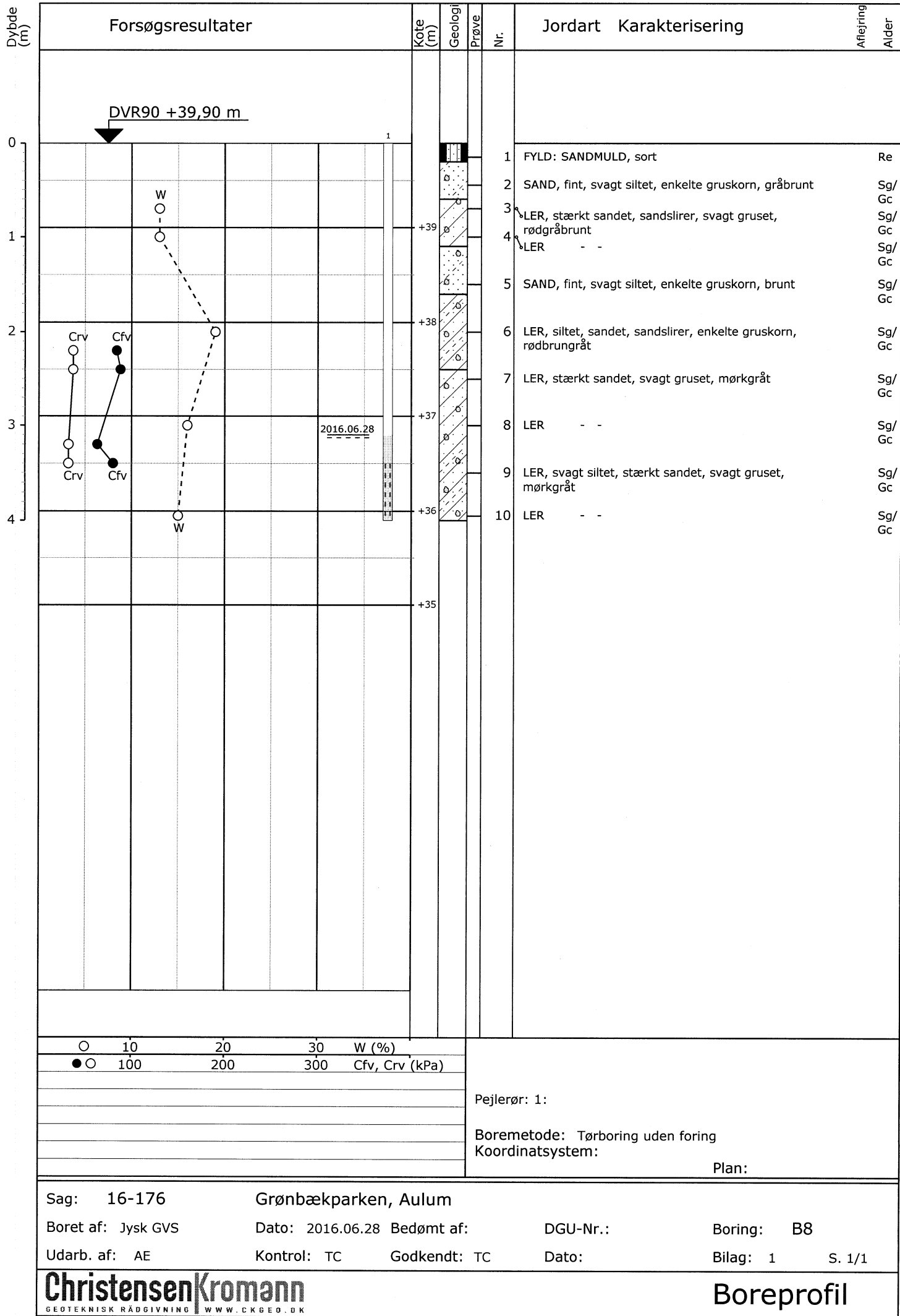


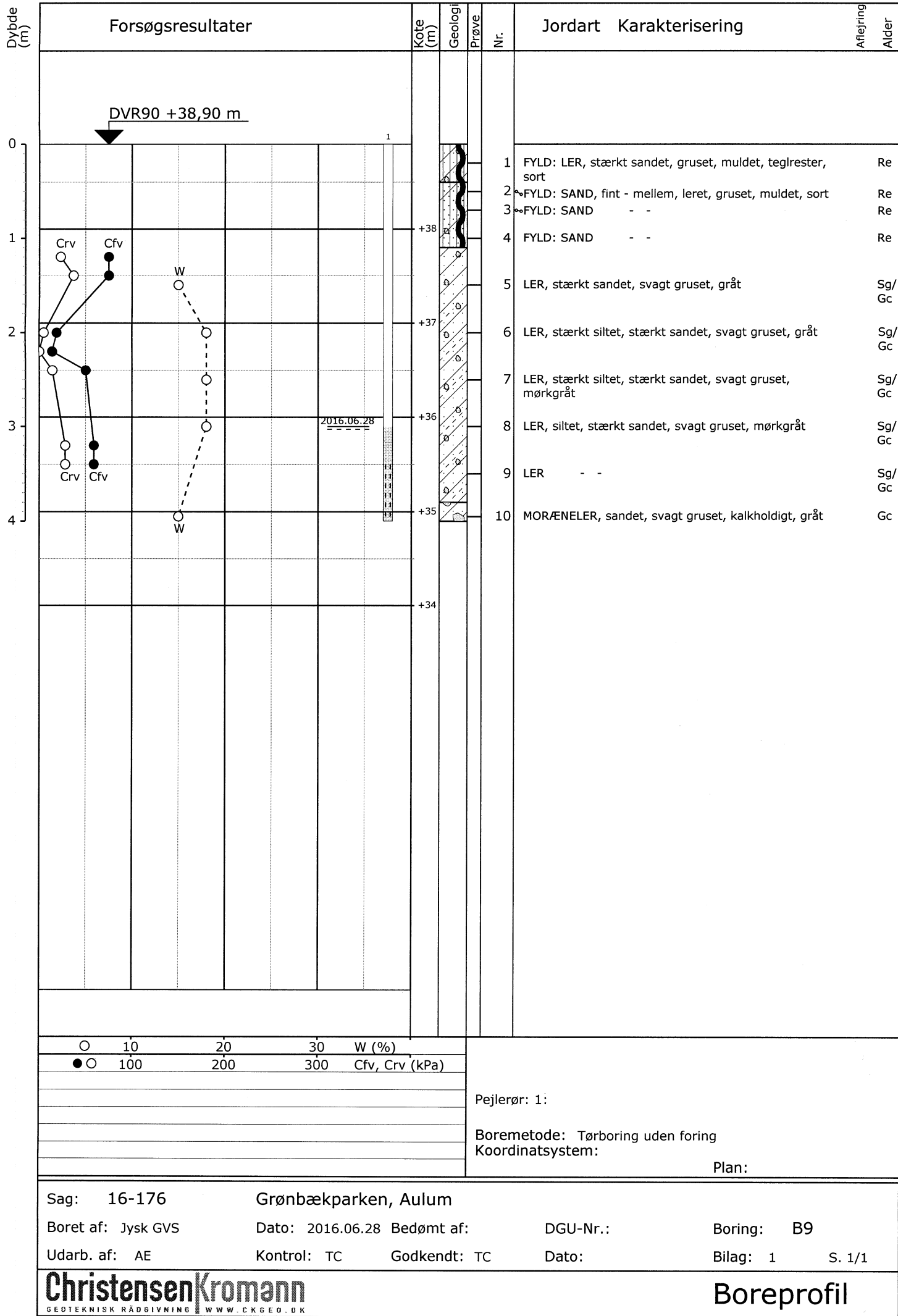


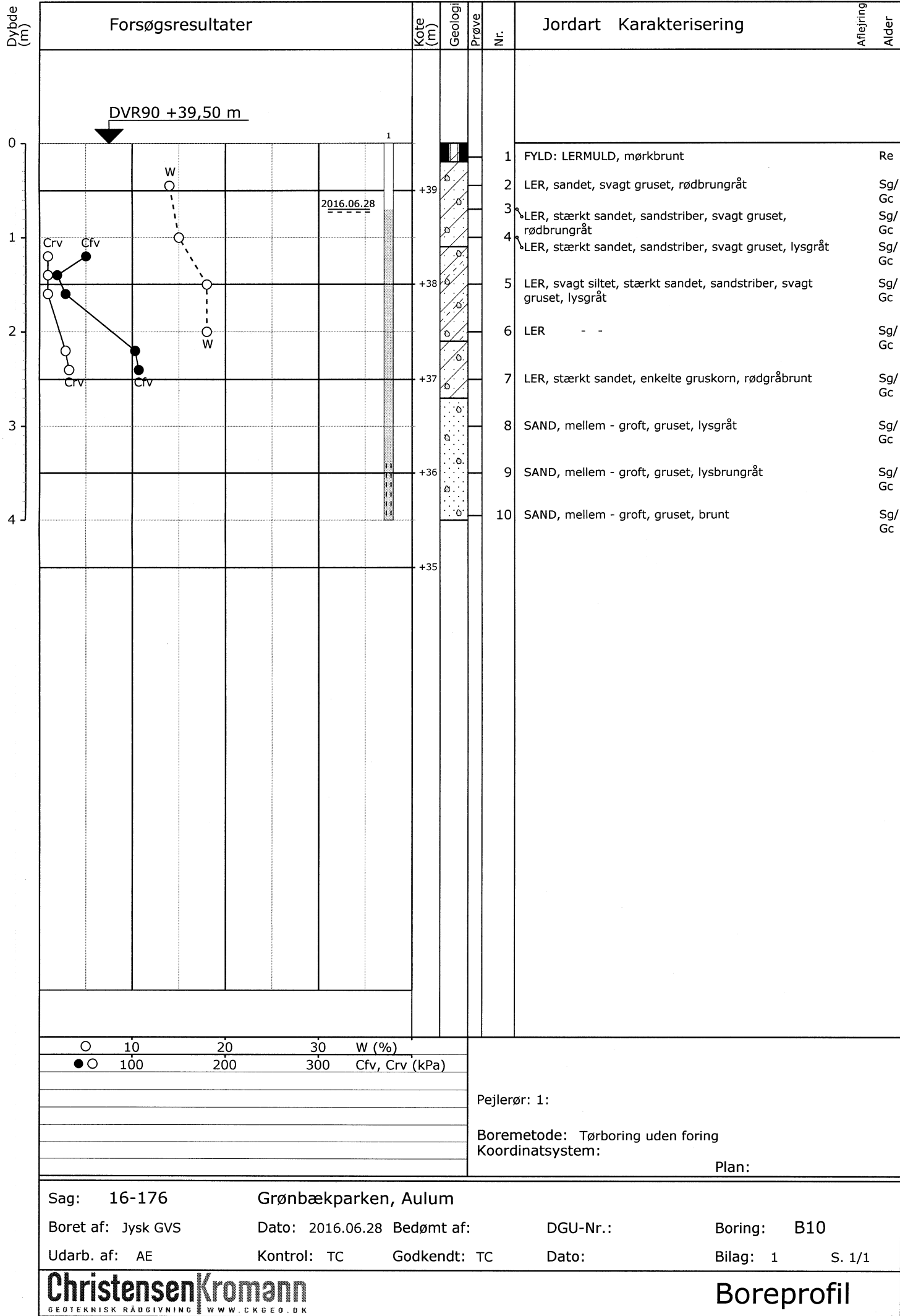


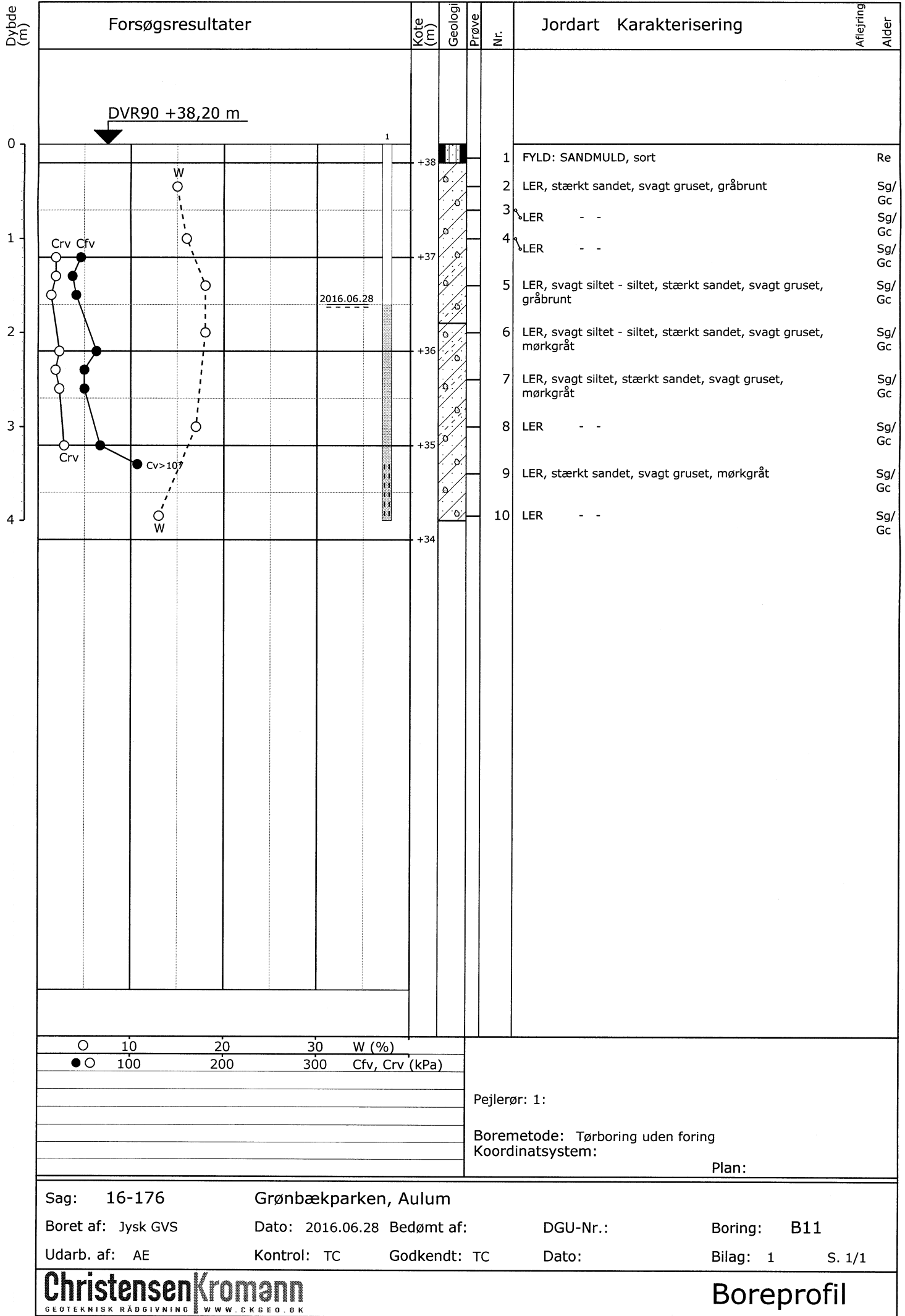


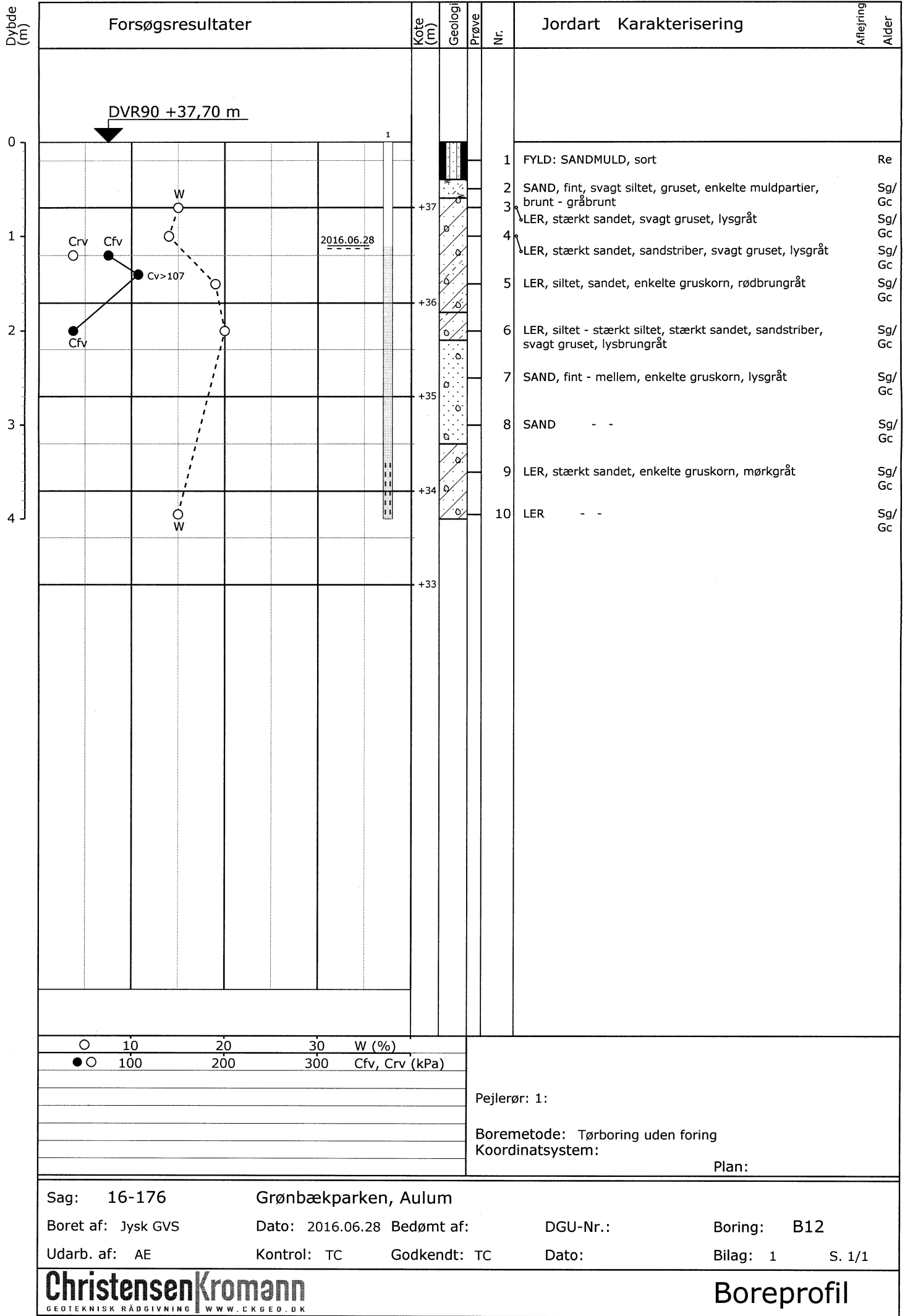


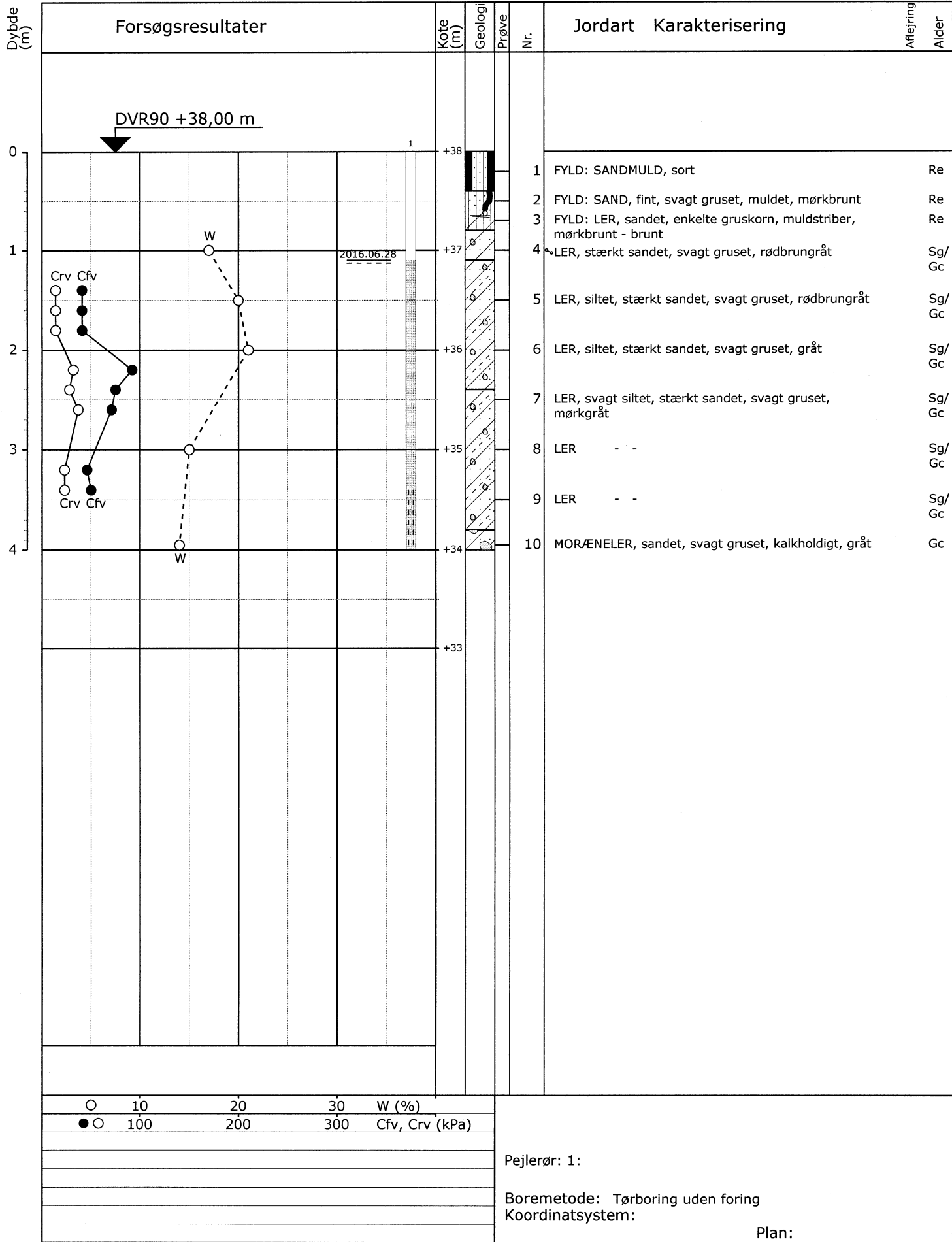












Sag: 16-176

Grønbækparken, Aulum

Boret af: Jysk GVS

Dato: 2016.06.28 Bedømt af:

DGU-Nr.:

Boring: B13

Udarb. af: AE

Kontrol: TC

Godkendt: TC

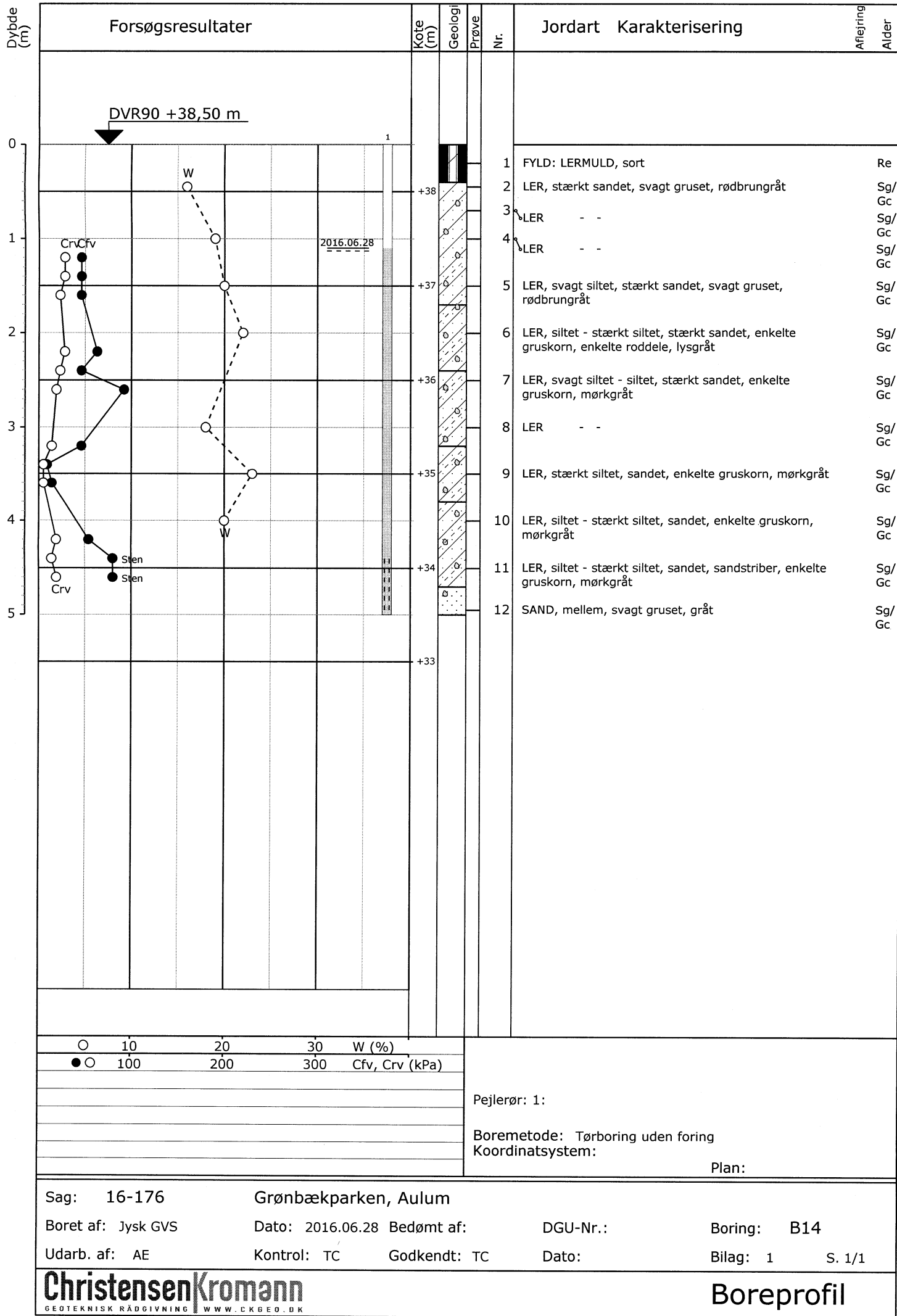
Dato:

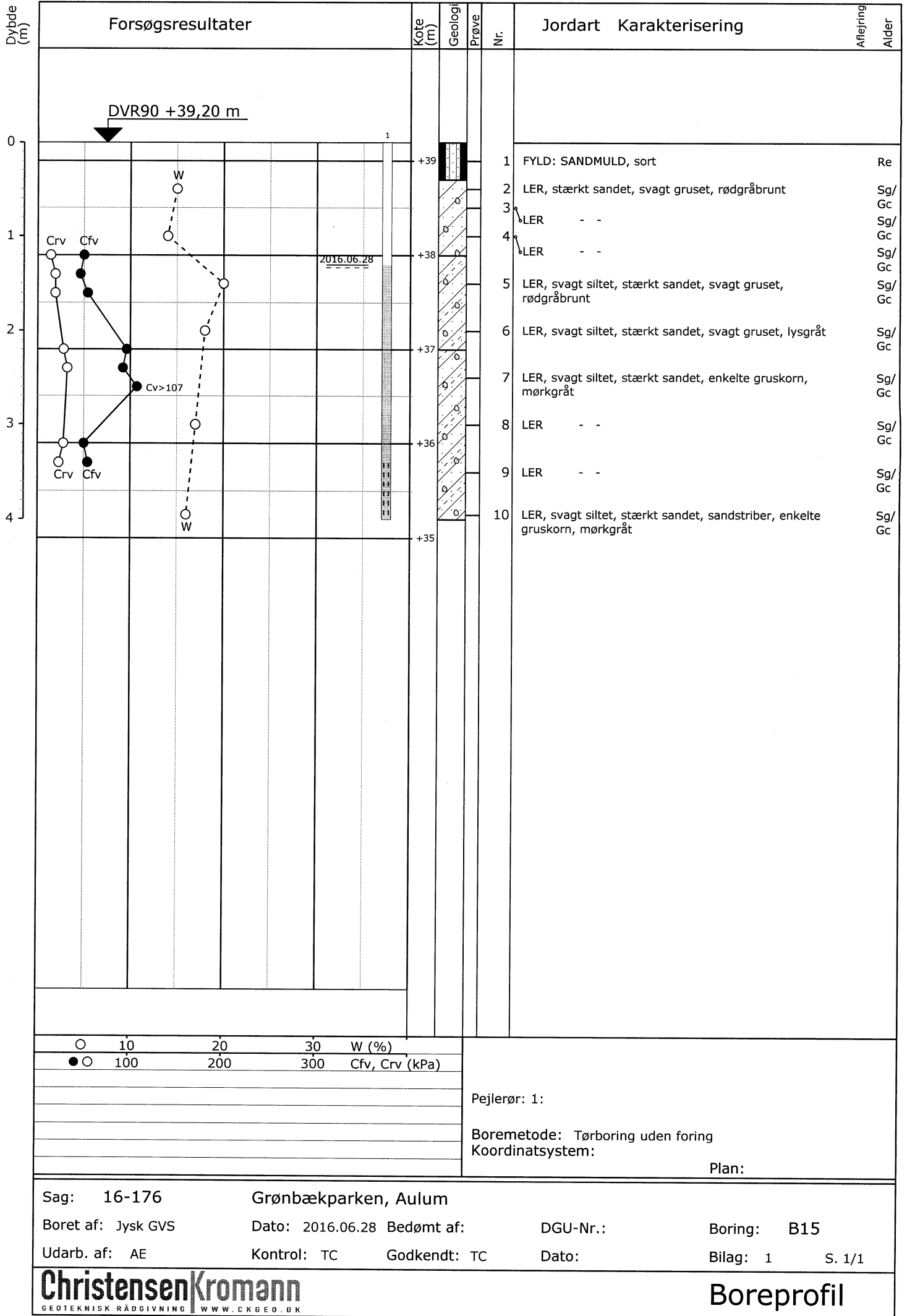
Bilag: 1

S. 1/1

ChristensenKromann
GEOTEKNISK RÅDGIVNING WWW.CKGEO.DK

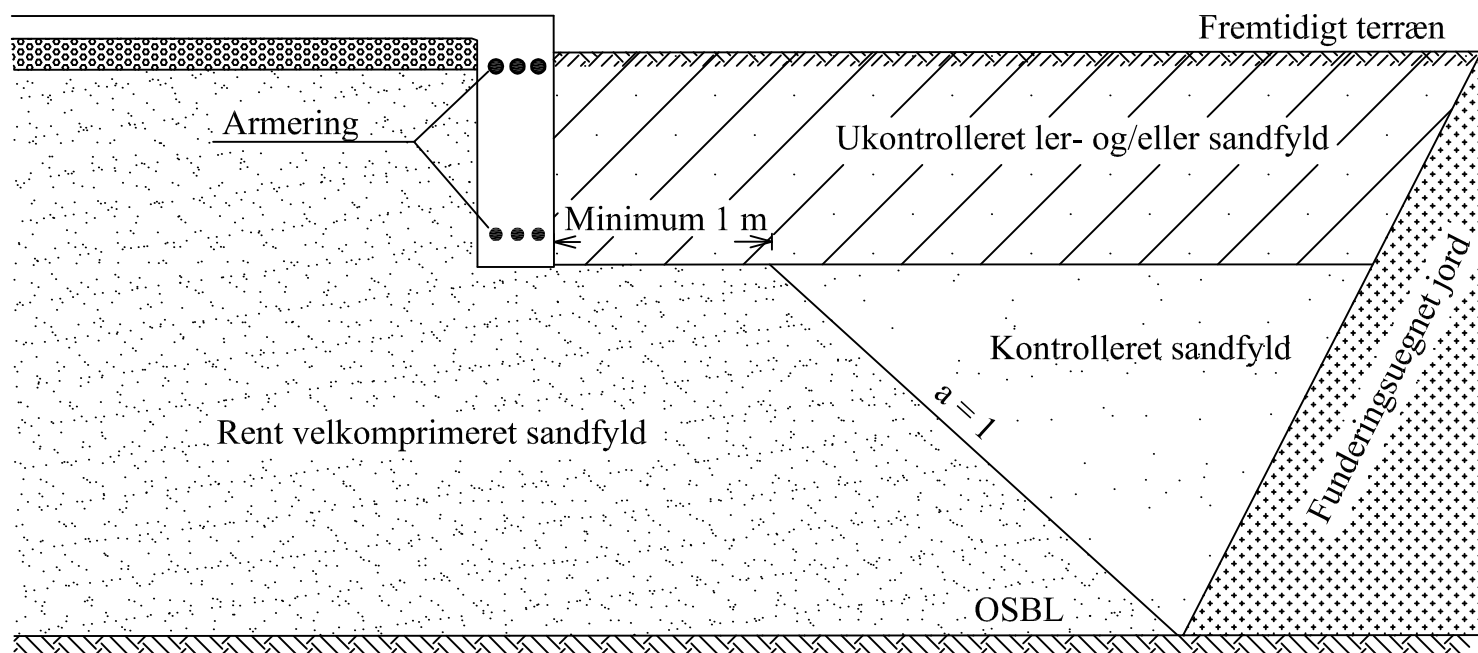
Boreprofil







Principskitse for indbygning af sandpude



Udførelse

Samtlige aflejringer over OSBL fjernes og erstattes med rent sandfyld, der udlægges i lag af højst 30 cm under effektiv komprimering til de i rapporten anbefalede komprimeringsgrader.

Derefter udføres en normal, direkte fundering i frostfri dybde med gulve udlagt direkte på kapillarbrydende lag.

Udskiftningen udføres i fornødent omfang udenfor fundamenterne (jf. ovenstående snit), således at stabilitets- og bæreevnekriterier er overholdt.