

Sag nr.: 21-324  
Sagsbehandler: Arif Ertosun  
Tlf: 41 68 64 12  
Mail: ae@ckgeo.dk  
Kvalitetskontrol: KK  
Version: 1.0  
Dato: 14. juni 2021

Christensen/Kromann ApS  
Baldersvej 10-12 • 8850 Bjerringbro  
Gammel Gugvej 17C • 9000 Aalborg  
CVR nr.: 33 25 81 94

Skolebakken, Gjellerup, 7400 Herning  
**Geoteknisk placeringsundersøgelse**

**Herning Kommune**

Torvet 5, 7400 Herning

## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Projekt</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Mark- og laboratoriarbejde</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Jordbunds- og vandspejlsforhold</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Funderingsforhold</b> .....	<b>3</b>
4.1	Generelt .....	3
4.2	Normal, direkte fundering .....	6
4.3	Dyb, direkte fundering .....	6
4.4	Direkte fundering efter udskiftning .....	7
4.5	Befæstede arealer .....	7
4.6	Ledningsanlæg.....	8
4.7	Særlige forhold ved eksisterende ledninger .....	8
<b>5</b>	<b>Sætninger</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Tørholdelse</b> .....	<b>9</b>
6.1	Midlertidig.....	9
6.2	Permanent .....	9
<b>7</b>	<b>Udførelsesmæssige forhold</b> .....	<b>10</b>
7.1	Generelt .....	10
7.2	Tilbagefyld i ledningsgrave.....	10
<b>8</b>	<b>Supplerende undersøgelser</b> .....	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>Nedsivning</b> .....	<b>11</b>
<b>10</b>	<b>Kontrol</b> .....	<b>11</b>
10.1	Bygninger .....	11
10.2	Befæstede arealer .....	11
<b>11</b>	<b>Miljø</b> .....	<b>12</b>
<b>12</b>	<b>Særligt</b> .....	<b>12</b>

- Bilag 1.** Boreprofiler.  
**Bilag 2.** Situationsskitse – ikke målfast.  
**Bilag 3.** Principskitse for indbygning af sandpude.  
**Bilag 4.** Kornkurver.

## 1 Projekt

Det aktuelle projekt omfatter en orienterende geoteknisk undersøgelse i forbindelse med udstykning af grunde samt etablering af tilhørende adgangsveje samt grønne arealer. Der ønskes etableret nedsivning på arealet.

Det forudsættes at der opføres parcelhuse og evt. tæt-lav bebyggelse i ét plan uden kælder.

Den eksisterende skole på matriklen er nedrevet og bortskaffet. Der er etableret en sandpude på størstedelen af grunden.

Det er undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data for det aktuelle projekt og derved angive:

- Jordbundsforhold samt styrke- og deformationsparametre for de trufne aflejringer.
- Mulige funderingsløsninger på baggrund af jordbunds- og vandspejlsforhold.
- Udførelsesmæssige forhold.
- Eventuelle nødvendige supplerende undersøgelser.

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

På undersøgelsestidspunktet forelå der ikke noget detaljeret tegningsmateriale eller yderligere oplysninger.

Det forudsættes at der funderes på centralt belastede fundamenter.

Det forudsættes, at gulvet maksimalt udsættes for en nyttelast svarende til kategori A, jf. Eurocode 1: Laster, del 1-1.

## 2 Mark- og laboratoriearbejde

Den 4. juni 2021 er der med Ø150 mm sneglebor udført 20 uforede geotekniske boringer (B1 - B20), som er afsluttet 5,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Boringerne B1-B4 er udført i vejarealer og boring B5 er udført på et område planlagt til grønt areal med klimasikring.

Boringerne B6-B20 er udført ved de planlagte grunde.

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

Boringerne er afsat af Geopartner, og boringernes placeringer fremgår af situations-skitsen i bilag 2. Dog måtte boring B5 flyttes idet denne var afsat ved en skrænt. Ligeledes måtte boring B8 flyttes idet boreværket ikke kunne køre til det planlagte borested pga. blød bund. Boringernes koordinater fremgår af boreprofilerne.

Nivellement af terræn ved borestederne er udført af Geopartner i DVR90. Boring B5 og B8 er dog indmålt med GPS i DVR90 på boredagen. Terrænkoter ved boringerne fremgår af boreprofilerne.

Der er nedsat Ø25 mm pejlerør i boringerne B3, B4, B6, B9, B10 og B19 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.

Der er udarbejdet kornkurver for boringerne B1 – B5 med henblik på at undersøge ned-sivningsforhold på arealet. Resultater fremgår af bilag 4.

### **3 Jordbunds- og vandspejlsforhold**

I boringerne er der øverst truffet fyld (sandmuld og lermuld) til 0,2 á 0,4 m u. t., hvorefter der er truffet vekslende aflejringer af senglacialt/glacialt sand og ler, som stedvist er ret fedt samt slapt, og glacialt moræneler til den borede dybde af 5,0 m u. t.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning, hvor grundvandsspejlet (GVS) blev registreret 0,9 á 3,5 m u. t. Grundvandsspejlet har på pejlingstidspunktet ikke stabiliseret sig endeligt.

Det kan ikke udelukkes at der over impermeable aflejringer som ler og leret sand, kan opstå sekundære vandspejl som følge af overfladevand.

Grundvandsspejlet må påregnes at være afhængigt af årstid og nedbør.

Det anbefales at pejle regelmæssigt i boringerne 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 afremningsniveau for gulve, AFRN:

Boring Nr.	Terræn Kote DVR90	OSBL		AFRN	
		Dybde m u. t.	Kote DVR90	Dybde m u. t.	Kote DVR90
B1	+63,7	0,7	+63,0	0,7	+63,0
B2	+59,8	2,3*	+57,5	2,3*	+57,5
B3	+62,9	2,7*	+60,2	2,7*	+60,2
B4	+60,3	1,6*	+58,7	1,6*	+58,7
B5	+59,7	1,4*	+58,3	1,4*	+58,3
B6	+62,2	0,8	+61,4	0,8	+61,4
B7	+61,9	2,0	+59,9	2,0	+59,9
B8	+61,5	2,3	+59,2	2,3	+59,2
B9	+59,7	1,5*	+58,2	1,5*	+58,2
B10	+61,1	3,1*	+58,0	3,1*	+58,0
B11	+62,2	2,0*	+60,2	2,0*	+60,2
B12	+62,7	1,8*	+60,9	1,8*	+60,9
B13	+61,3	1,2*	+60,1	1,2*	+60,1
B14	+60,4	1,5*	+58,9	1,5*	+58,9
B15	+61,1	0,4*	+60,7	0,4*	+60,7
B16	+62,8	1,2*	+61,6	1,2*	+61,6
B17	+64,9	0,6	+64,3	0,6	+64,3
B18	+63,3	3,0*	+60,3	3,0*	+60,3
B19	+63,4	1,3	+62,1	1,3	+62,1
B20	+63,6	0,5	+63,1	0,5	+63,1

*Tabel 4.1 – Overside bæredygtige lag, OSBL, og afremningsniveau for gulve, AFRN, for det aktuelle projekt.*

\* Opmærksomheden henledes på at der er etableret en sandpude på størstedelen af grunden. I borerer hvor der er truffet rene sandfyldsaflejringer (eksempelvis boring B2, B3 osv.) kan OSBL og AFRN, såfremt der foreligger dokumentation på udgravningskontrol forud for indbygning af sandfyld, hvoraf det fremgår at der er rensset ordentligt op inden indbygning af sandfyld, og det derudover kan dokumenteres ved komprimeringskontroller at det indbyggede sandfyld er komprimeret tilstrækkeligt, hæves til overside af sandpuden.

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.

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 annek. s.

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

Fyldaflejringer i og omkring tidligere fundamenter, ledningsgrave, tankgrave og kældre fra de eksisterende/tidligere bygninger skal ubetinget bortgraves og erstattes med velkomprimeret rent sandfyld.

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	$\gamma/\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\varphi_{k,pl}$ (°)	$c_{u,k}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\varphi'_{k,pl}$ (°)	$c'_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{oed}$ (MN/m <sup>2</sup> )
Generelt:						
Sand	18/10	35	-	35	-	25
Ler	19/9	-	40-140	25	4-14	7-25
Moræneler	20/10	-	70-140	30	7-14	13-26
Fyldsand	18/10	37	-	37	-	50
Boring: Dybde:						
B4	Ca. 4,0 – 4,6 m u. t.					
B8	Ca. 3,4 – >5,0 m u. t.					
B9	Ca. 3,4 – 4,3 m u. t.					
B15	4,2 – ca. 4,7 m u. t.					
B16	Ca. 2,7 – 3,6 m u. t.					
B17	Ca. 3,4 – ca. 4,4 m u. t.					
Ler	19/9	-	30-35	25	3,0	6,5

**Tabel 4.2** – Karakteristiske styrke- og deformationsparametre samt rumvægte.

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

Der er i borerne målt meget varierende styrker for de trufne leraflejringer, hvorfor der ved projektering af fundamenter henvises boreprofilerne.

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

Der er i borerne B4 (Ca. 4,0 – 4,6 m u. t.), B8 (Ca. 3,4 – >5,0 m u. t.), B9 (Ca. 3,4 – 4,3 m u. t.), B15 (4,2 – ca. 4,7 m u. t.), B16 (Ca. 2,7 – 3,6 m u. t.) og B17 (Ca. 3,4 – ca. 4,4 m u. t.) truffet bløde 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 leraflejringer, 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 vurderes projektet henført til geoteknisk kategori 2. 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 4.3 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 4.3** - Komprimeringskrav over/under FUK.

Ovenstående komprimeringskrav kan normalt opnås ved mindst 3-4 overkørsler med vibrationsvalse eller en tung pladevibrator, hvor der anvendes velgraderet sand-/grusfyld med passende vandindhold, jf. dgf-Bulletin 18.

## 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 lerlag truffet i borerne B4, B8, B9, B15, B16 samt B17, 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 borerne B4, B8, B9, B15, B16 og B17 trufne bløde 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.

#### 4.5 Befæstede arealer

For det aktuelle projekt og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes den naturligste funderingsløsning for befæstede arealer at være en direkte udlægning i/under AFRN, eller over den eksisterende sandpude såfremt denne kan godkendes/dokumenteres ved udgravnings- og komprimeringskontroller.

Med hensyn til de trufne leraflejringer og lerede sandaflejringer i/under AFRN vurderes disse at være frostfølsomme. Der kan ved dimensionering af befæstede arealer regnes med ringe underbund for de trufne dybereliggende bløde leraflejringer, mens der for den resterende del af leret kan regnes med normal underbund.

For de trufne sandaflejringer og registrerede fyldsand kan der regnes med god underbund, såfremt der kan dokumenteres med udgravnings- og komprimeringskontroller.

Det kan vise sig nødvendigt at etablere vej-kassedræn, idet de trufne leraflejringer vurderes at være impermeable. Specielt i områder hvor vej-kassen eventuelt nedgraves i terræn.

Arbejdet skal udføres i overensstemmelse med retningslinjerne i henhold til EC7, det danske nationale annekst samt Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger, september 2017, Vejdirektoratet.



## 4.6 Ledningsanlæg

Ved projektering af forsyningsledninger til området kan der påregnes en direkte udlægning af disse. Dog henledes opmærksomheden på de i borerne truffne dybereliggende slappe leraflejringer. Såfremt eventuelle kloak- eller regnvandsledninger skal funderes i tilsvarende dybder, kan en lokal udskiftning af de slappe leraflejringer blive nødvendig.

Ved gravearbejder må ikke der graves uden afstivning under de opstillede grænseflader i henhold til EC7 samt det danske nationale anneks.

Frie udgravningsskråninger bør af hensyn til arbejdssikkerheden ikke stå med stejlere hældning end 1:1,5 (1 ud og 1,5 ned).

Hvis toppen af skråningen belastes, med f.eks. opgravet jord eller trafiklast, eller såfremt der graves i slapt ler, skal ovennævnte hældning reduceres væsentligt, så farlige skred undgås.

Arbejdet skal i øvrigt udføres i overensstemmelse med retningslinjerne i henhold til EC7 samt det danske nationale anneks.

## 4.7 Særlige forhold ved eksisterende ledninger

Hvor projekterede ledningsanlæg forløber tæt ved en eksisterende ledning anbefales følgende retningslinjer overholdt:

### **Projekteret ledning beliggende højere end den eksisterende:**

Flader udgående fra underside af projekteret ledning og med anlæg 1,5 skal overalt forløbe i intakte aflejringer og/eller velkomprimeret sandfyld. I slapt ler anbefales højere anlæg, eks. 2,5.

### **Projekteret ledning beliggende lavere end den eksisterende:**

Der må ikke graves stejlere end svarende til anlæg 1,5 udgående fra den eksisterende ledningers underside. Dette ligeledes betinget af, at der ved udgravning i slapt ler, skal anlæg øges, eks. anlæg 2,5.

## 5 Sætninger

For at imødegå eventuelle skadelige differenssætninger skal der i top og bund af samtlige stribefundamenter lægges revnefordelende armering, eksempelvis 3 stk. Y16 mm placeret i top og bund af fundamentene (forudsat at fundamentene maksimalt er 0,4 m brede), svarende til 0,2 % af stribefundamenternes tværsnitsareal, ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armering; jf. SBI-anvisning nr. 231. Der kan alternativt benyttes fiberarmeret beton hvor armeringsindhold og -styrke er veldokumenteret fra producentens side.

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

For borerne B4, B8, B9, B15, B16 og B17 gælder, at hvis der funderes over de trufne bløde leraflejringer eller hvis der udføres en delvis udskiftning af de bløde leraflejringer med indbygget sandfyld efter ovenstående retningslinier, anbefales det at der, når endeligt projekt foreligger, udføres egentlige sætningsberegninger til afklaring af, om de aktuelle sætninger kan accepteres.

Hvis der ved borerne B1-B3, B5-B7, B10-B14 og B18-B20 funderes direkte på intakte aflejringer svarende til de under OSBL trufne eller på indbygget sandfyld og efter ovenstående retningslinier, og der ved borerne B4, B8, B9, B15, B16 og B17 enten udføres en dyb, direkte fundering eller der funderes på indbygget sandfyld efter en fuldstændig udskiftning af de bløde leraflejringer efter ovenstående retningslinier, vurderes de fremtidige sætninger ved ensartede belastningsfordelinger for det aktuelle projekt, som beskrevet under punkt 1, ikke at overskride de vejledende grænseværdier for almindelige bygninger i henhold til annek H i EC7.

## **6 Tørholdelse**

### **6.1 Midlertidig**

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

I sand kan grundvandssænkningen eksempelvis udføres med nedborede, filterkastede eller nedspulede sugespidsler tilsluttet et effektivt vacuumpumpeanlæg.

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 udgravningsbunden intakt og muliggøre en effektiv komprimering af sandfyld, hvor det er aktuelt.

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

### **6.2 Permanent**

Det kræves, at konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overfladevand, 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 udsættes for oversvømmelser. Overfladevand skal bortledes ved eksempelvis at udføre et tilstrækkeligt fald på terrænet bort fra bygningen.

Angående dræning af bygværker, henvises til DS 436 "Norm for dræning af bygværker m.v.", samt det til enhver tid gældende bygningsreglement.

## 7 Udførelsesmæssige forhold

### 7.1 Generelt

Al færdsel med entreprenørmateriel på afrømningsniveau bør undgås for at bevare jorden intakt og fyldsand indbygges i takt med udgravningen.

Ved fundering, udgravning, ændring af terrænhøjde eller anden terrænændring 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.

Det anbefales at der foretages en omhyggelig oprensning af fundamentsrenderne for evt. løsnat, opblødt, frosset eller nedfaldet materiale inden der støbes beton, således der udstøbes mod rene og faste intakte aflejringer, eller mod fast velkomprimeret sand-/grusfyld.

### 7.2 Tilbagefyld i ledningsgrave

De trufne intakte lerfrie og siltfrie sandaflejringer samt fyldsand som ligeledes er ler- og siltfrit, er velegnet til genindbygning i ledningsgrave. Det vurderes, at de trufne intakte leraflejringer og lerede sandaflejringer er betinget egnet til genindbygning i ledningsgrave. Genindbygning af ler og leret sand er betinget af at disse skal tørre inden genindbygning og at denne indbygning foregår i tørvejr.

Siltede aflejringer vurderes uegnet til tilbagefyld, idet disse har dårlige komprimerings-egenskaber. Ligeledes vurderes organiskholdige fyldaflejringer uegnet til tilbagefyld.

Genindbygningen af lermaterialer foretages med fårefodstromle/råjordskompaktor.

Hvis der bliver underskud af opgravet materiale, der er velegnet til tilbagefyldning og grundforstærkning, bliver det nødvendigt at supplere med sandfyld, som tilkøres udefra.

Sandfyld, der indbygges under vejbelægninger, bør komprimeres til mindst 98% standard proctor, jf. afsnit 4.

## 8 Supplerende undersøgelser

Det anbefales at der undersøges om der foreligger dokumentation på udgravningskontrol forud for etablering af den eksisterende sandpude. Ligeledes anbefales undersøgt om der foreligger dokumentation på det indbyggede sandfyld samt evt. udført komprimeringskontroller i denne.

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

Funderingsmæssige problemstillinger i forbindelse med kælderbyggeri eller byggeri, der afviger fra de under punkt 1 beskrevne forudsætninger, vil blive nærmere beskrevet i forbindelse med den geotekniske parameterundersøgelse.

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

## 9 Nedsivning

På baggrund af de udførte kornkurver jf. bilag 4, vurderes de trufne sandaflejringer at være egnede til nedsivning.

Der gøres opmærksomt på at der stedvist på grunden er truffet terrænnære leraflejringer og lerede sandaflejringer som vurderes lavpermeable og begrænset egnede til nedsivning.

På grund af grundvandsspejlets beliggenhed i borerne vurderes det delvist muligt at kunne etableres normal nedsivning. Alternativt kan nedsivningen udføres som en hævet mile.

Det anbefales at verificere grundvandsspejlets beliggenhed ved fortsat pejling, inden etablering af nedsivningen.

## 10 Kontrol

### 10.1 Bygninger

Samtlige udgravninger bør inspiceres til kontrol af, at der overalt funderes på intakte aflejringer, 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.

### 10.2 Befæstede arealer

Sandfyldets kvalitet skal kontrolleres, så det sikres at Vejdirektoratets krav til vejmaterialer er overholdt.

Komprimeringen af sand- og tilbagefyld bør ved mægtigheder større end ca. 0,6 meter kontrolleres ved forsøg; jf. EC7 kapitel 5.3.4. Resultaterne af tørrumvægtsbestemmelserne sammenholdes med standard proctorforsøg (SP) med repræsentative prøver af det indbyggede/tilbagefyldte sand.

Det anbefales at opstille de i tabel 10.2 angivne komprimeringskrav til indbygget sandfyld/bundsikring ved veje og kloakledninger samt stabilgrus under/i vejkasse, hvor SP angiver Standard Proctor ved isotopsondemetoden og VI angiver Vibrations Indstampning:

Sandfyld	
Middel af alle kontrolforsøg	≥ 98% SP
Ingen kontrolforsøg	< 96% SP
Bundsikring/Stabilgrus	
Middel af alle kontrolforsøg	≥ 95% VI
Ingen kontrolforsøg	< 92% VI

**Tabel 10.2** – Komprimeringskrav for tilbagefyld ved ledninger og i vejkerer.

Samtlige udgravninger bør inspiceres til kontrol af, at der overalt funderes på intakte aflejringer, svarende til de under AFRN truffne; jf. EC7 kapitel 4.3.

## 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

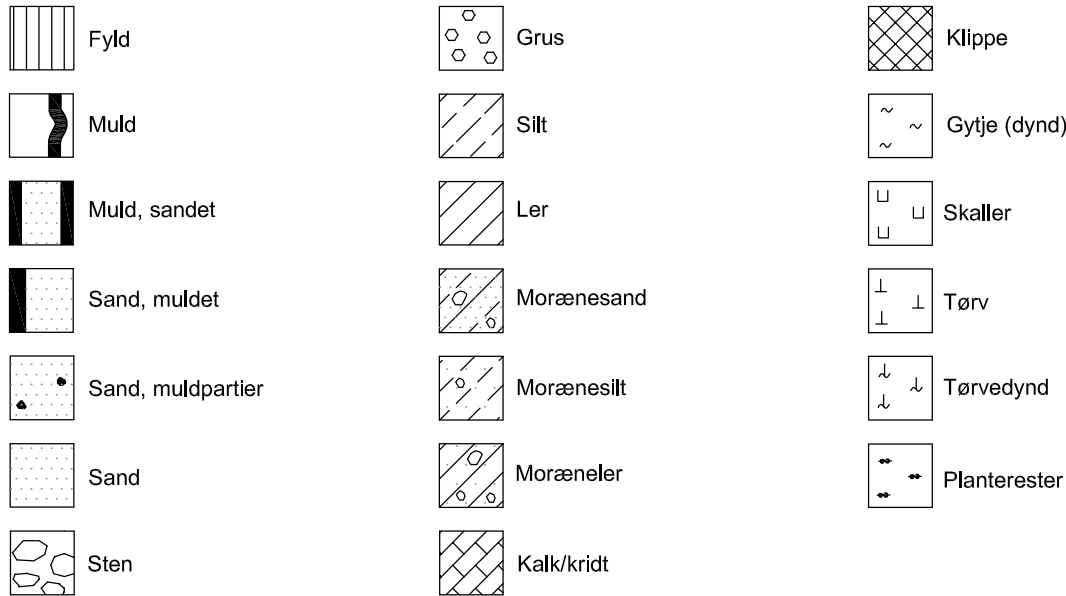
Arbejdet er udført i henhold til ABR 18.

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 borerne.

# SIGNATURER OG DEFINITIONER



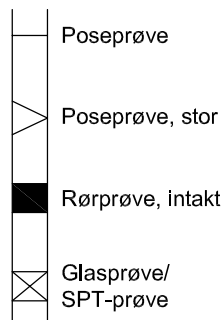
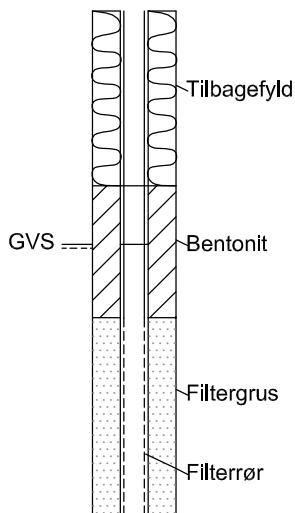
## Filtersætning og afpropning

## Prøvetype

## Dannelsesmiljø

## Geologisk alder

## Forkortelser



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

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

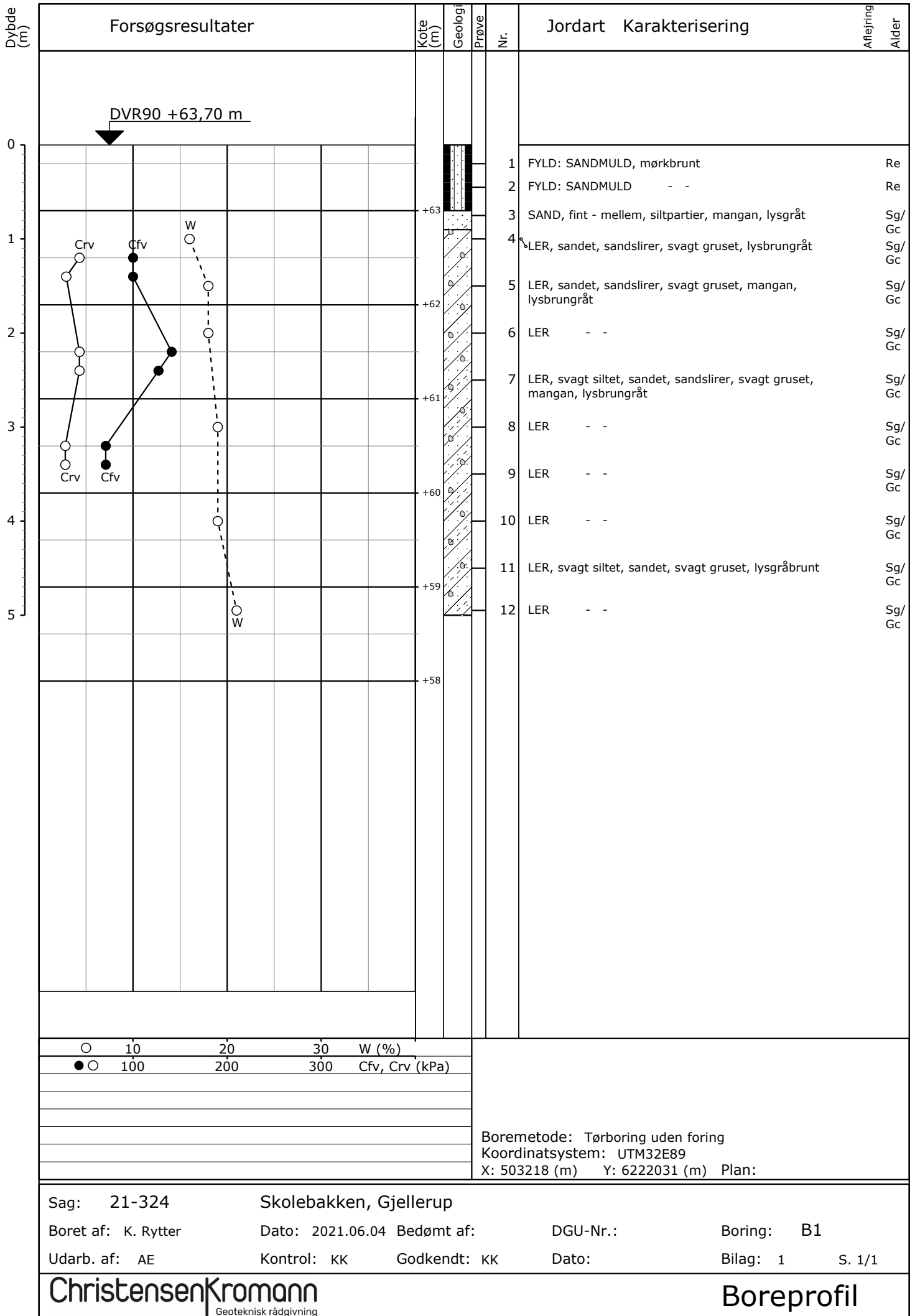
Eo Eocæn  
 PI Palæocæn  
 SI Selandien  
 Da Danien  
 Kt Kridt  
 Se Senon  
 Re Recente

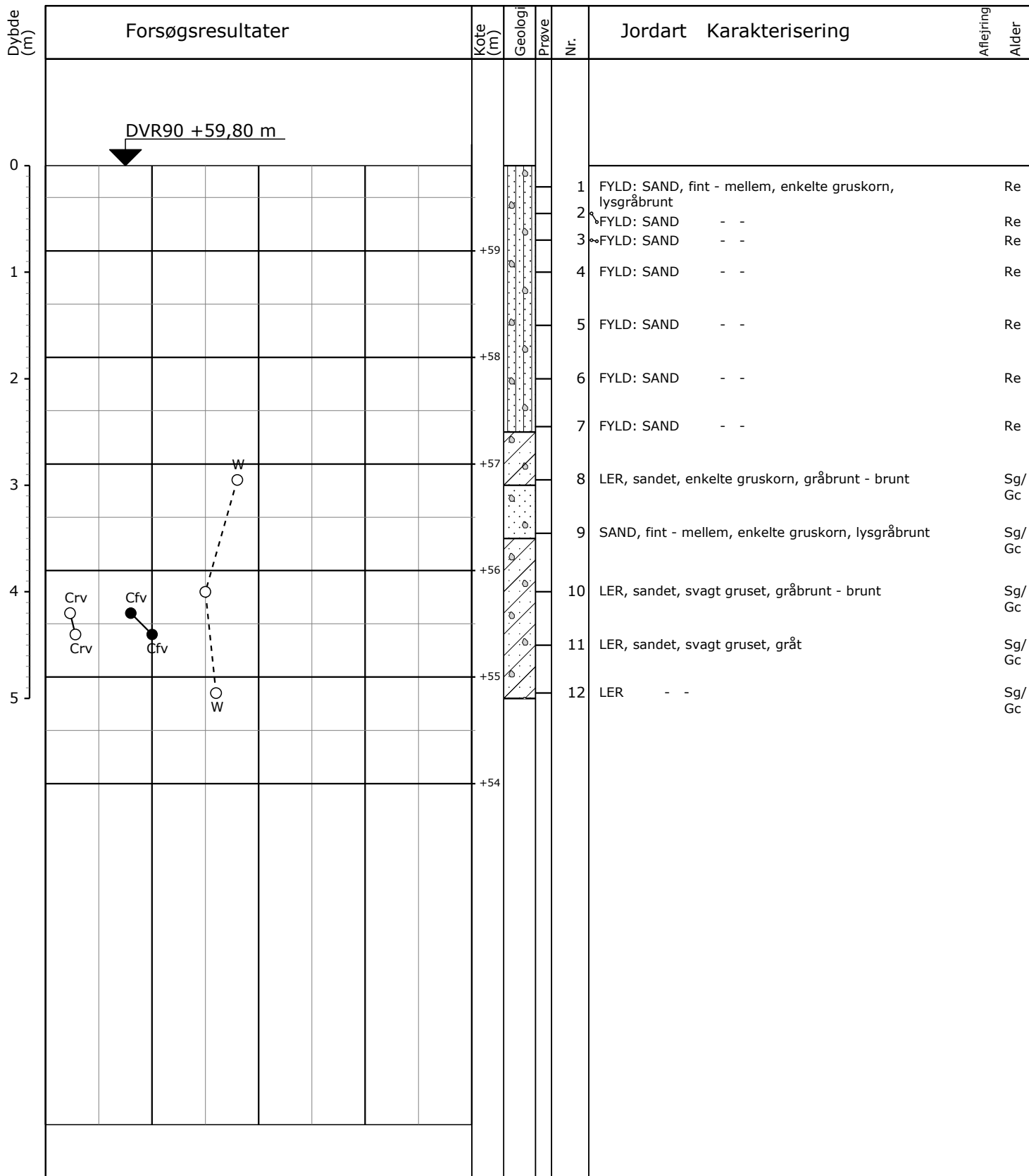
enk. enkelte  
 sort. sorteret  
 st. stærkt  
 sv. svagt  
 kfr. kalkfri  
 khl. kalkholdig

## Forsøgsresultater

W (%) ○ : Vandindhold, forholdet mellem vandvægt og kornvægt  
 W<sub>L</sub> (%) W<sub>L</sub> → W<sub>p</sub> : Vandindhold ved overgang fra flydende til plastisk konsistens  
 W<sub>p</sub> (%) : Vandindhold ved overgang fra plastisk til halvfast konsistens  
 γ (kN/m<sup>3</sup>) △ : Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen  
 C<sub>v</sub>, C<sub>VR</sub> (kN/m<sup>2</sup>) ●, ○ : Udrænnet forskydningsstyrke bestemt ved vingeforsøg  
 N (slag/30cm) ▼ : Resultat af standard penetration tast  
 g<sub>r</sub> (%) + : Forholdet mellem væggtab ved glødning og kornvægt (reduceret for kalk)  
 e ▼ : Forholdet mellem porevolumen og kornvolumen







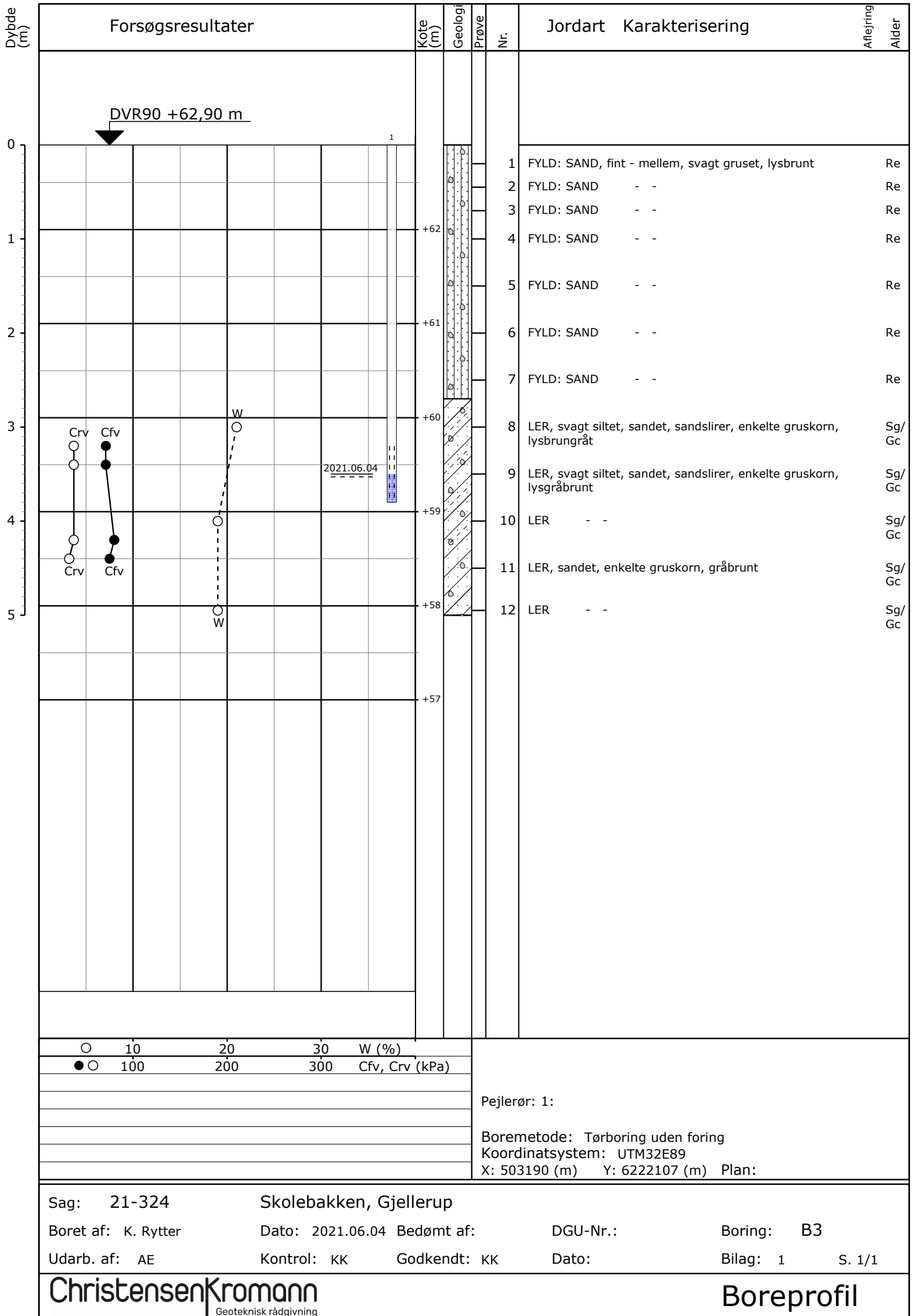
Boremethode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503331 (m) Y: 6222081 (m) Plan:

Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup

Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B2

Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1





Sag: 21-324

Skolebakken, Gjellerup

Boret af: K. Rytter

Dato: 2021.06.04 Bedømt af:

DGU-Nr.:

Boring: B3

Udarb. af: AE

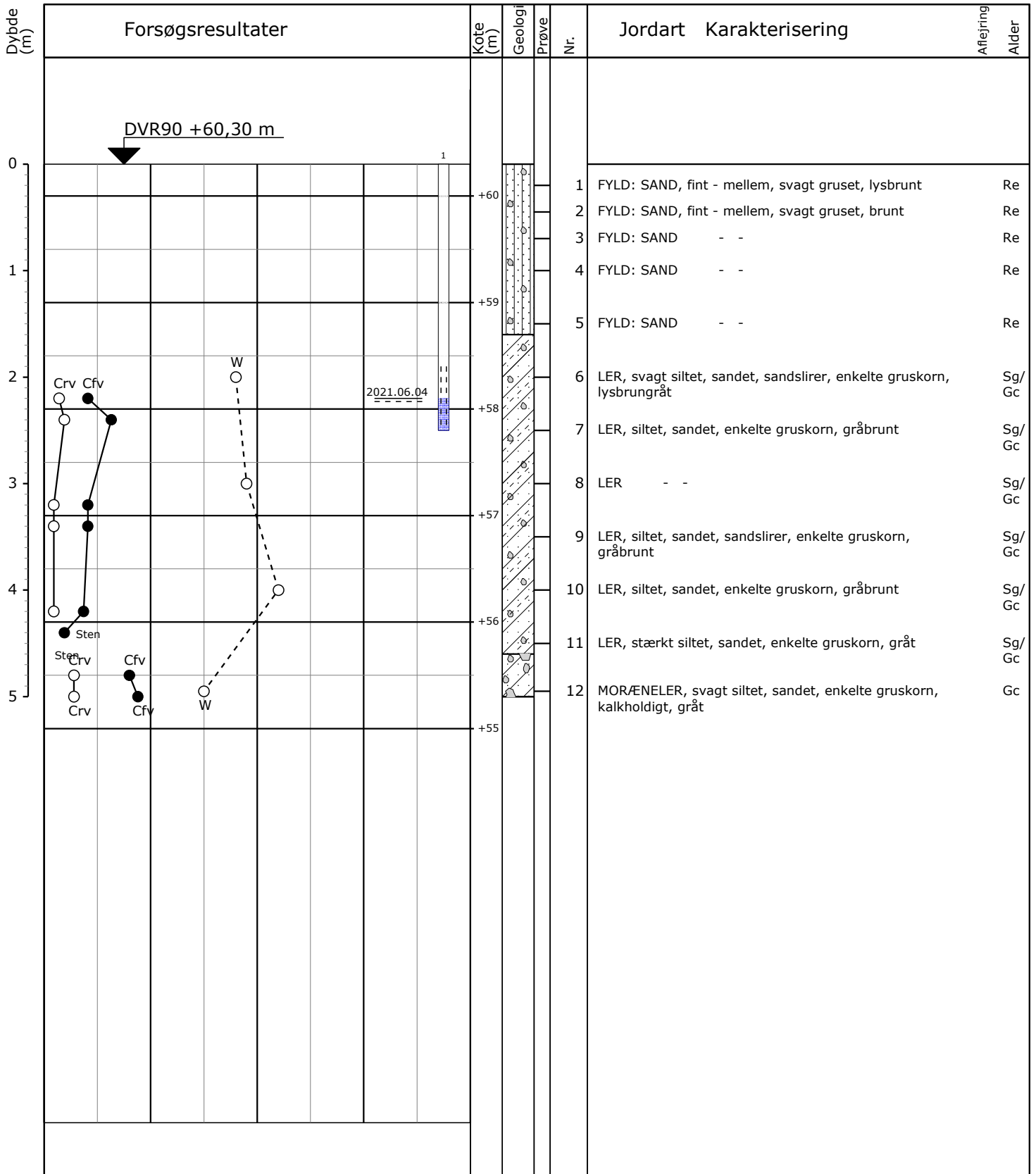
Kontrol: KK

Godkendt: KK

Dato:

Bilag: 1

S. 1/1



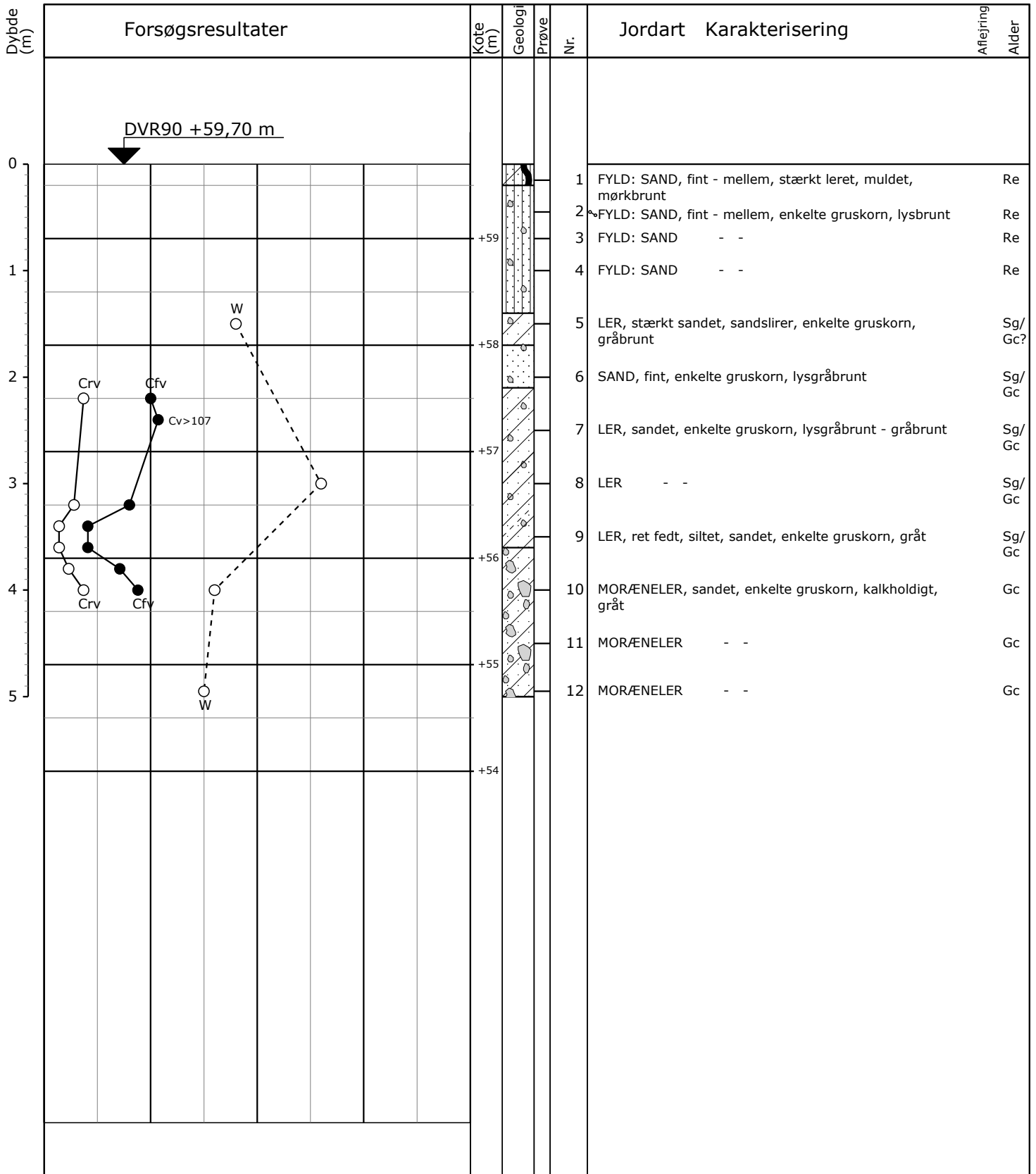
Pejlerør: 1:

Boremethode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503290 (m) Y: 6222134 (m) Plan:

Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup

Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B4

Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

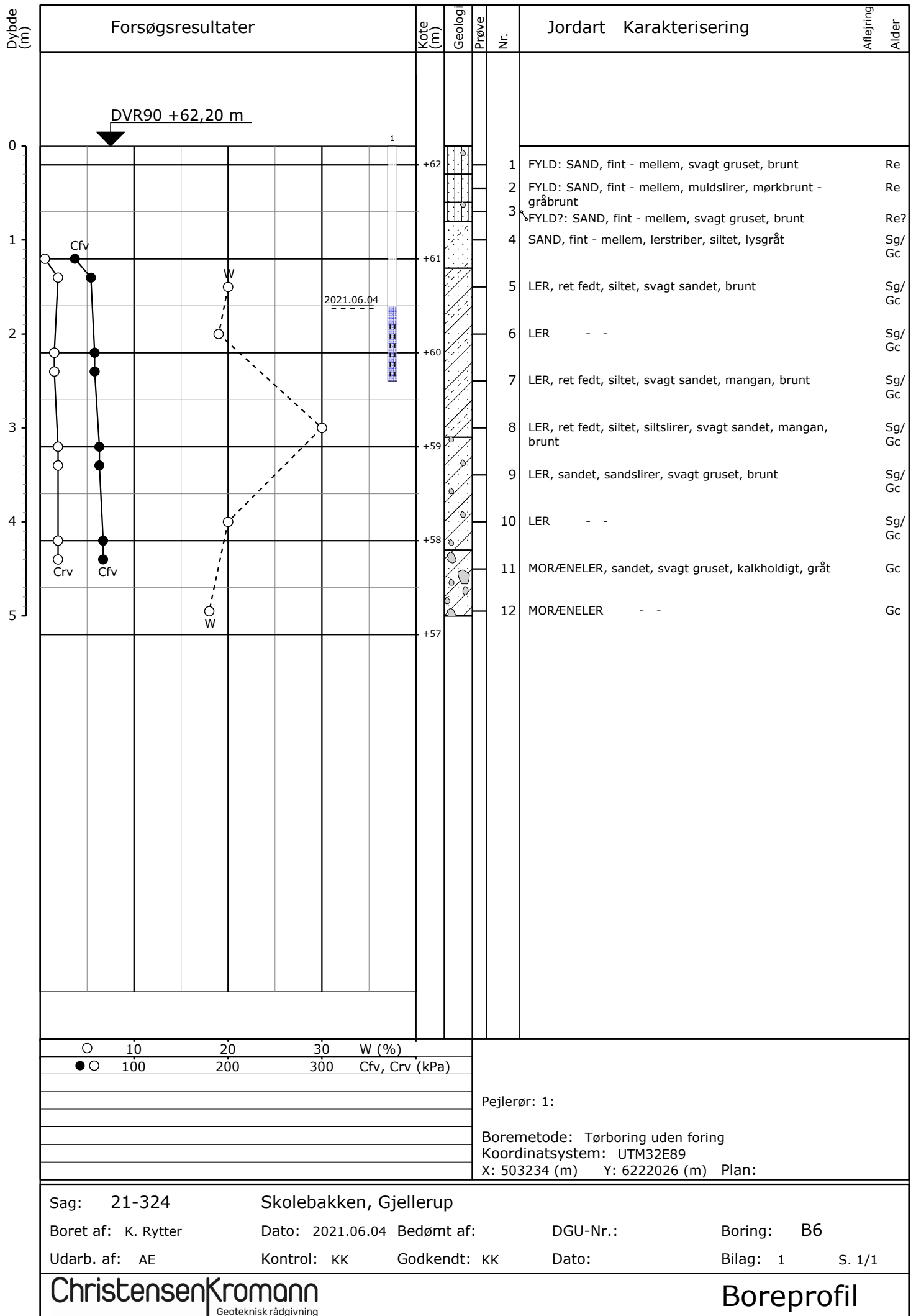


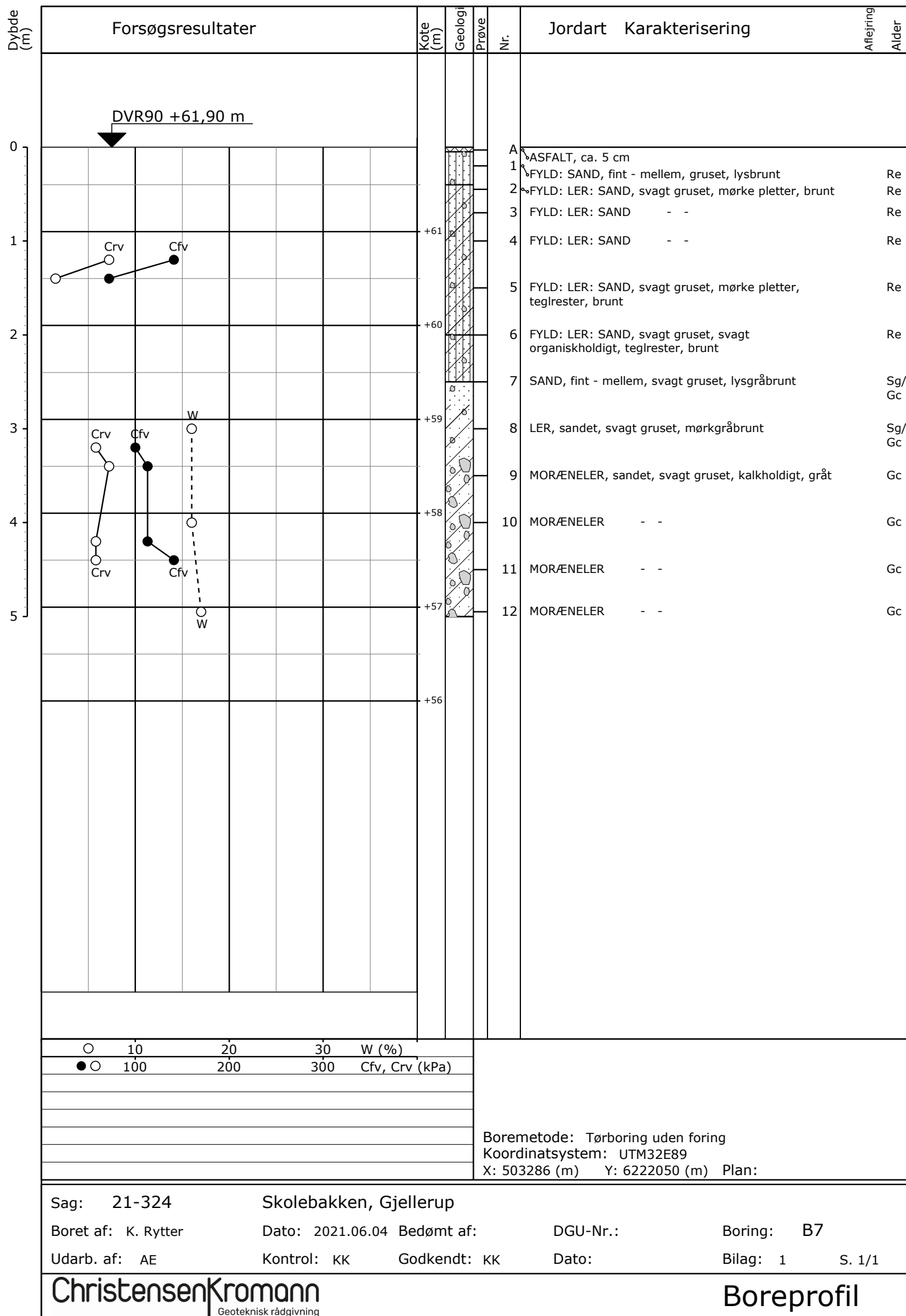
○ 10 20 30 W (%)  
 ● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

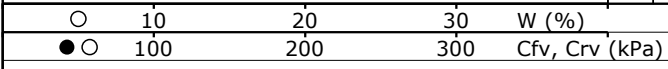
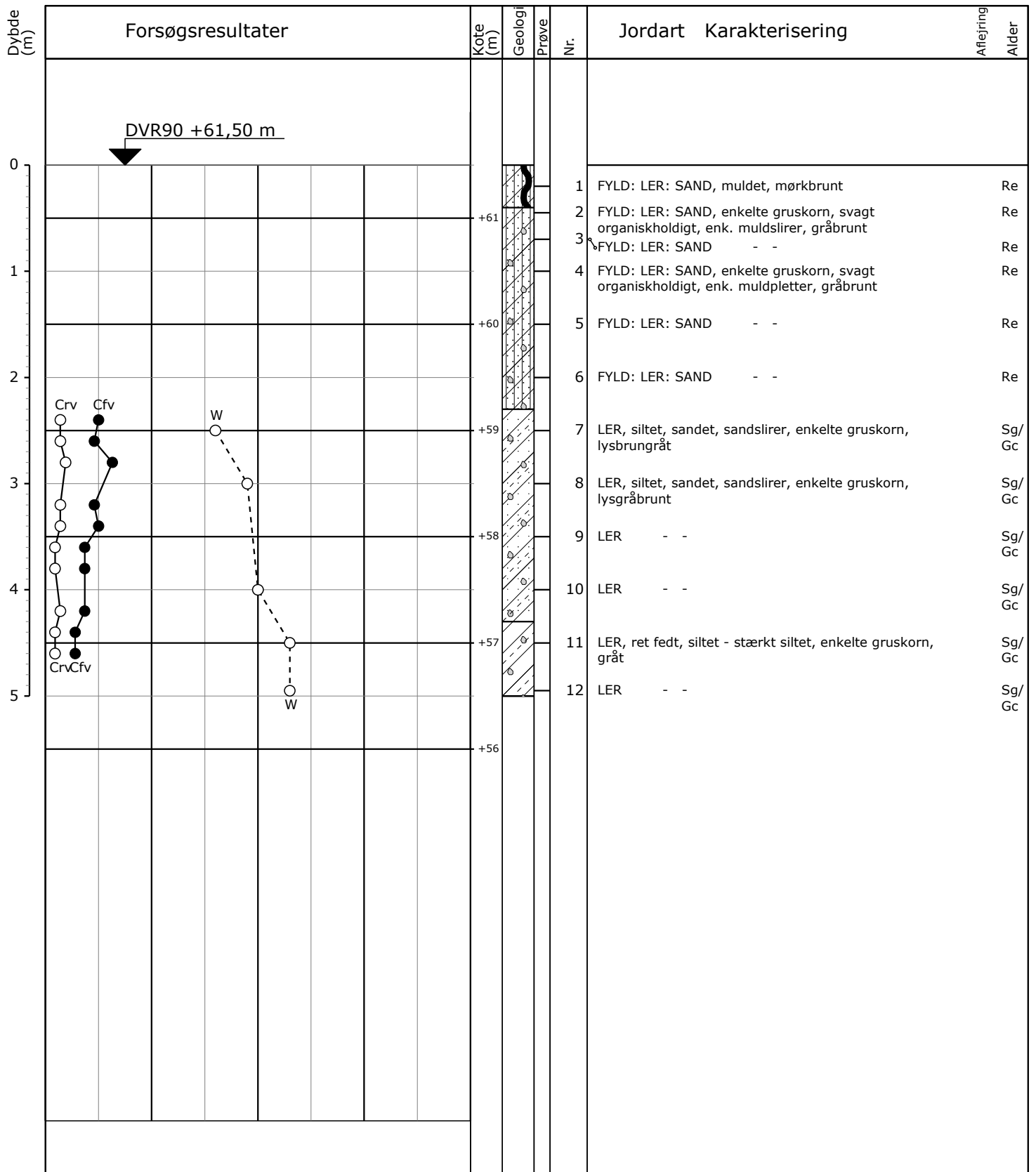
Boremethode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503353 (m) Y: 6222123 (m) Plan:

Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup  
 Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B5  
 Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 10-06-2021 16:04:31



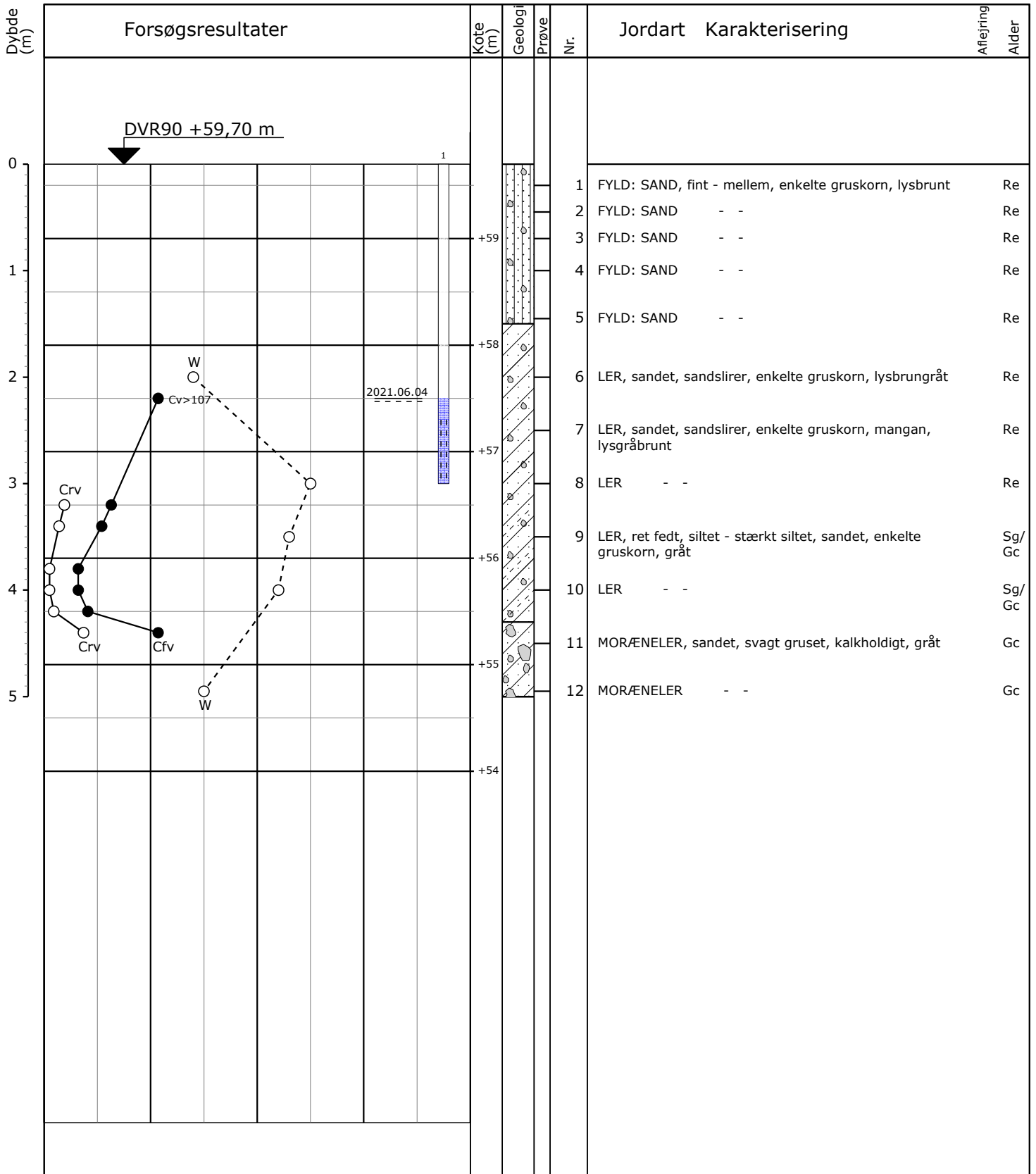




Boremethode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503343 (m) Y: 6222078 (m) Plan:

Sag: 21-324	Skolebakken, Gjellerup	DGU-Nr.:	Boring: B8
Boret af: K. Rytter	Dato: 2021.06.04	Bedømt af:	Bilag: 1
Udarb. af: AE	Kontrol: KK	Godkendt: KK	S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 10-06-2021 16:04:59



Pejlerør: 1:

Boremethode: Tørboring uden foring

Koordinatsystem: UTM32E89

X: 503337 (m) Y: 6222105 (m) Plan:

Sag: 21-324

Skolebakken, Gjellerup

Boret af: K. Rytter

Dato: 2021.06.04 Bedømt af:

DGU-Nr.:

Boring: B9

Udarb. af: AE

Kontrol: KK

Godkendt: KK

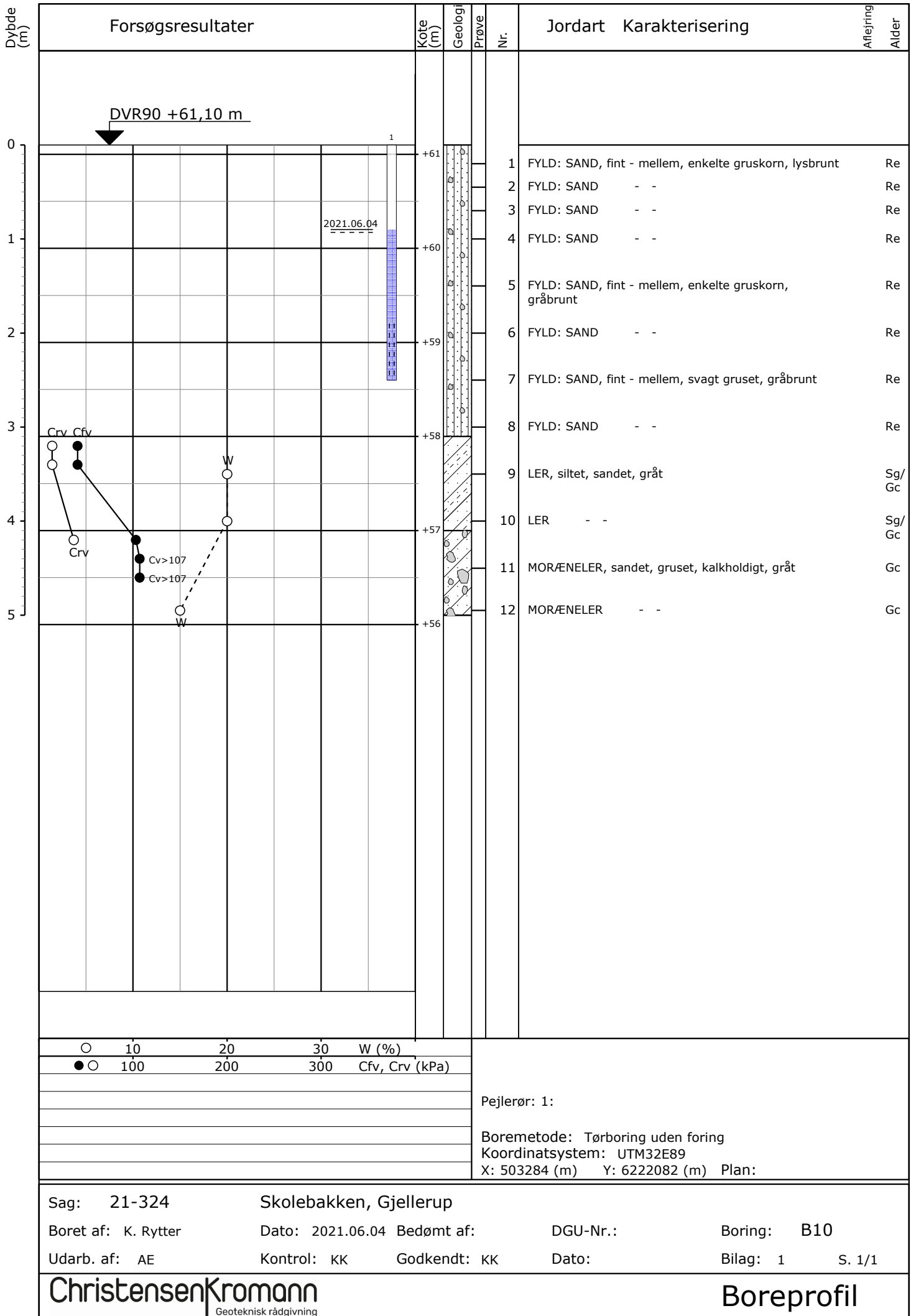
Dato:

Bilag: 1

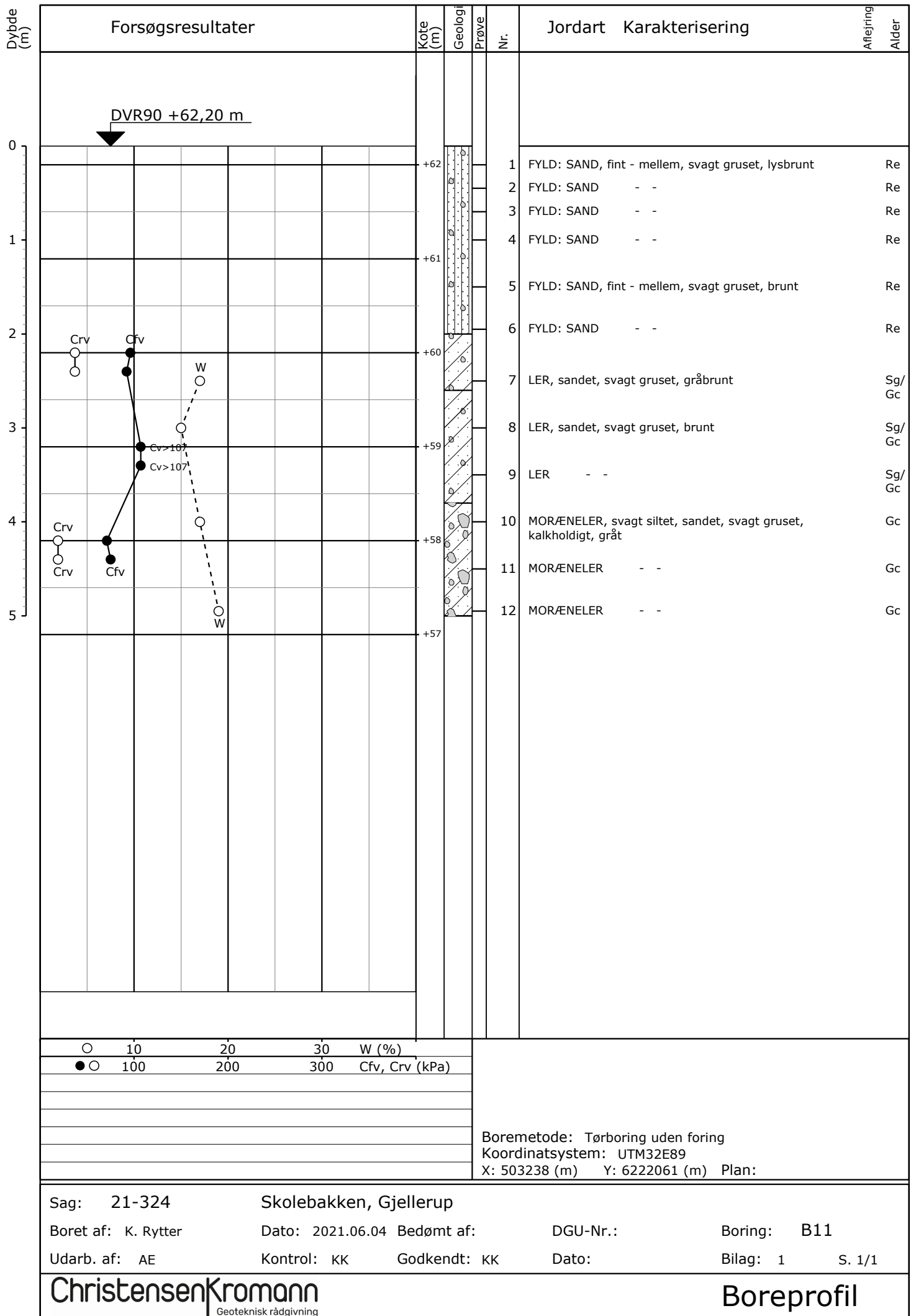
S. 1/1

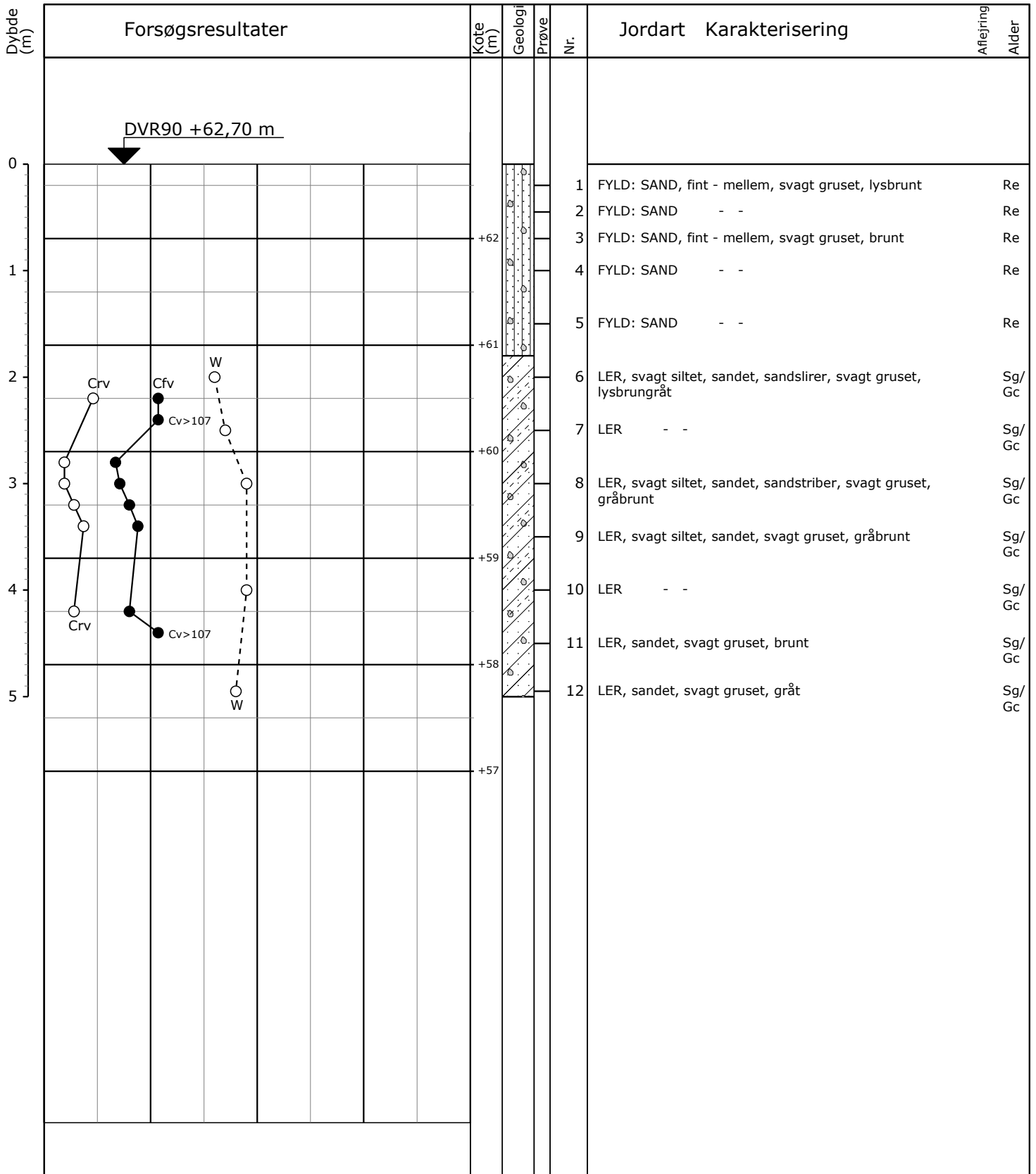
**ChristensenKromann**  
Geoteknisk rådgivning

**Boreprofil**







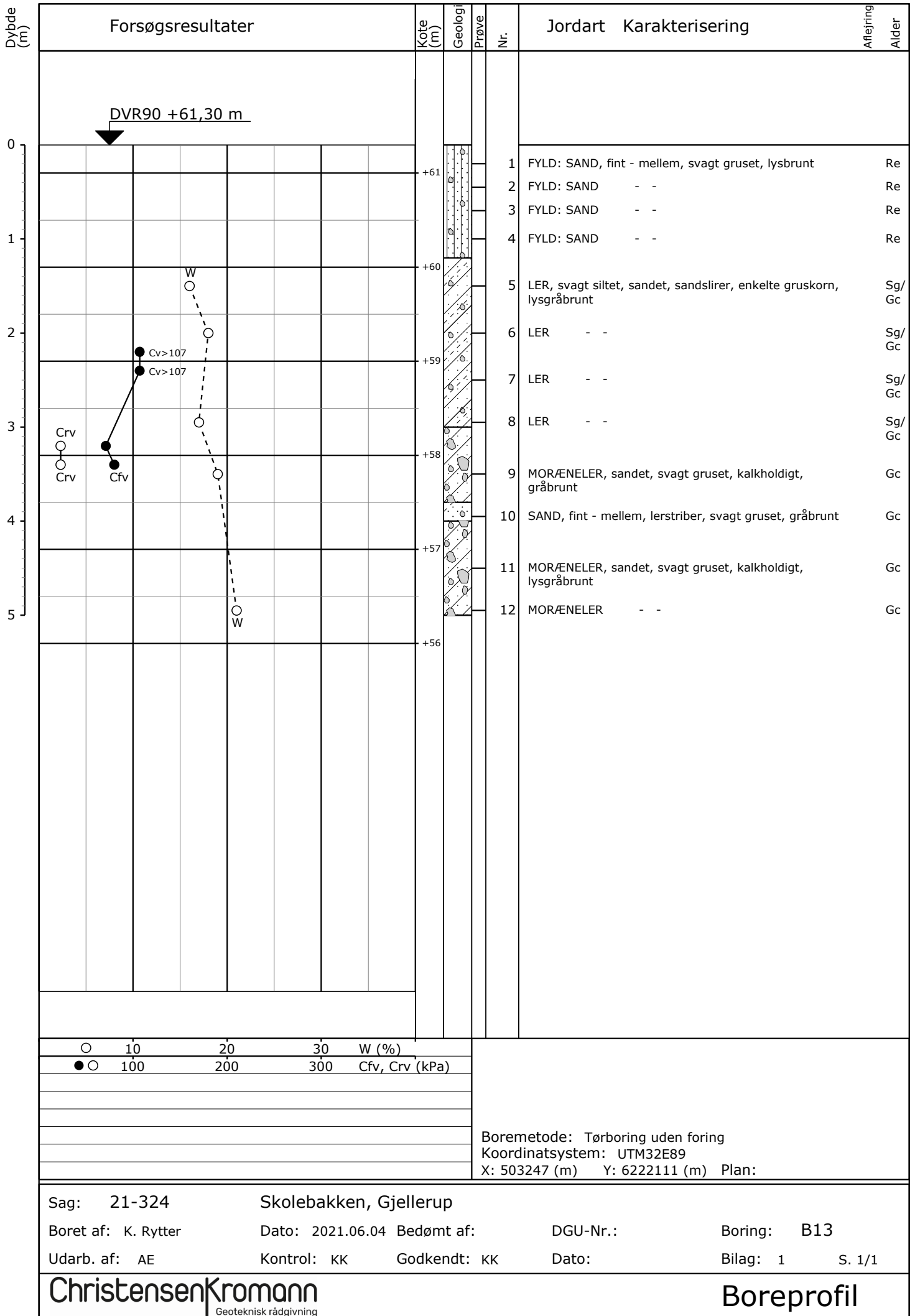


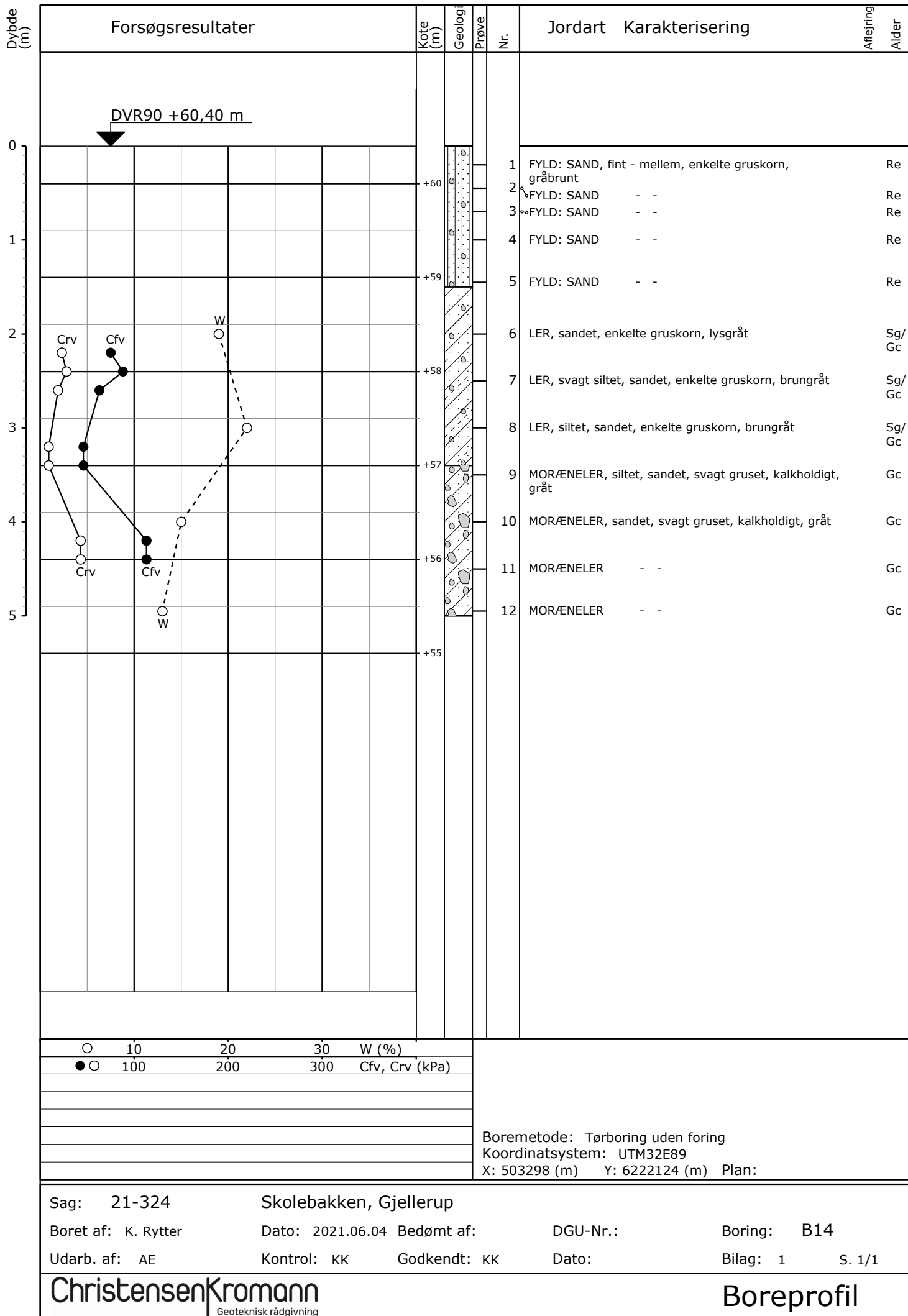
○ 10 20 30 W (%)  
 ● 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Boremethode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503201 (m) Y: 6222098 (m) Plan:

Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup  
 Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B12  
 Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 10-06-2021 16:02:48





Sag: 21-324

Skolebakken, Gjellerup

Boret af: K. Rytter

Dato: 2021.06.04 Bedømt af:

DGU-Nr.:

Boring: B14

Udarb. af: AE

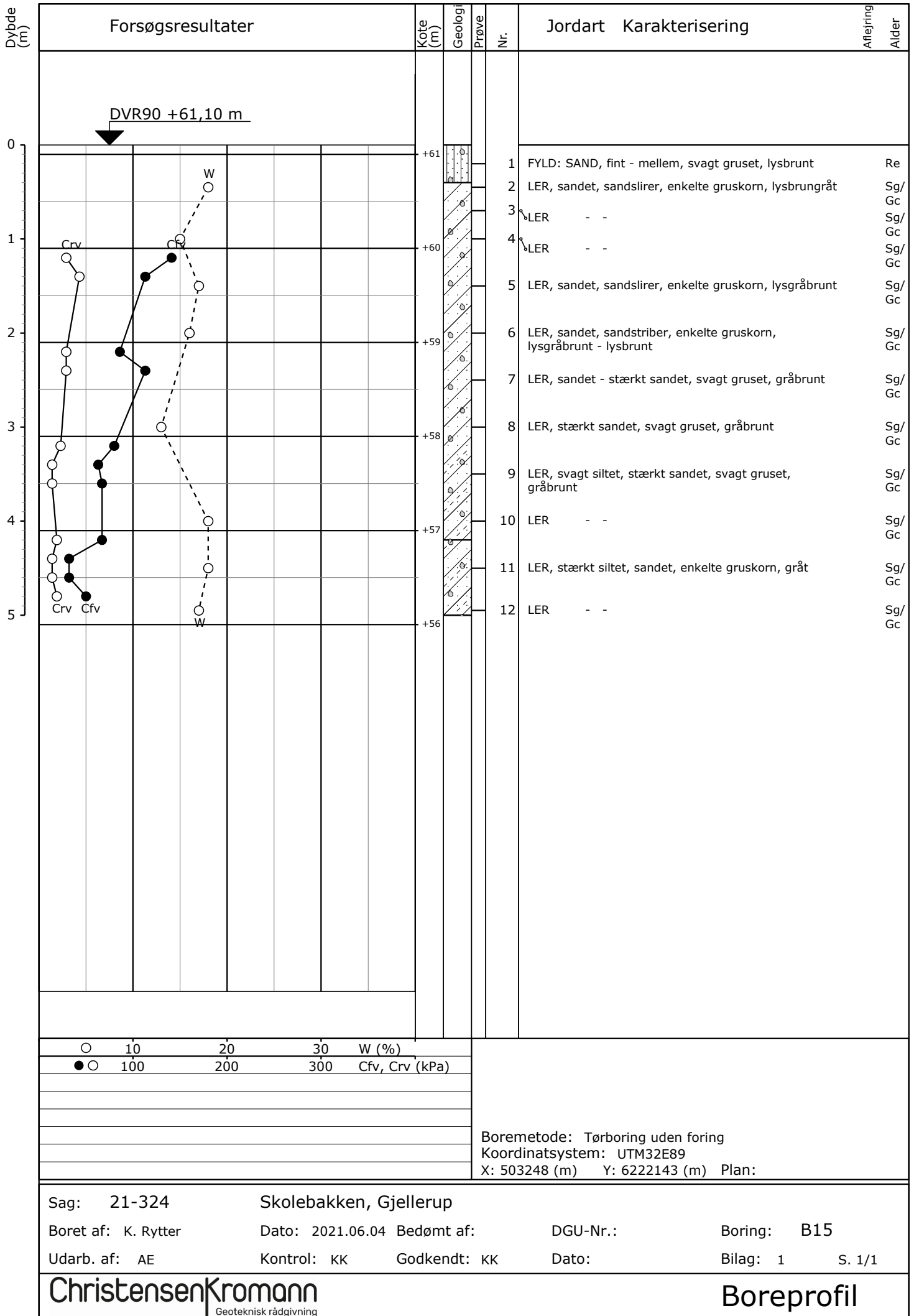
Kontrol: KK

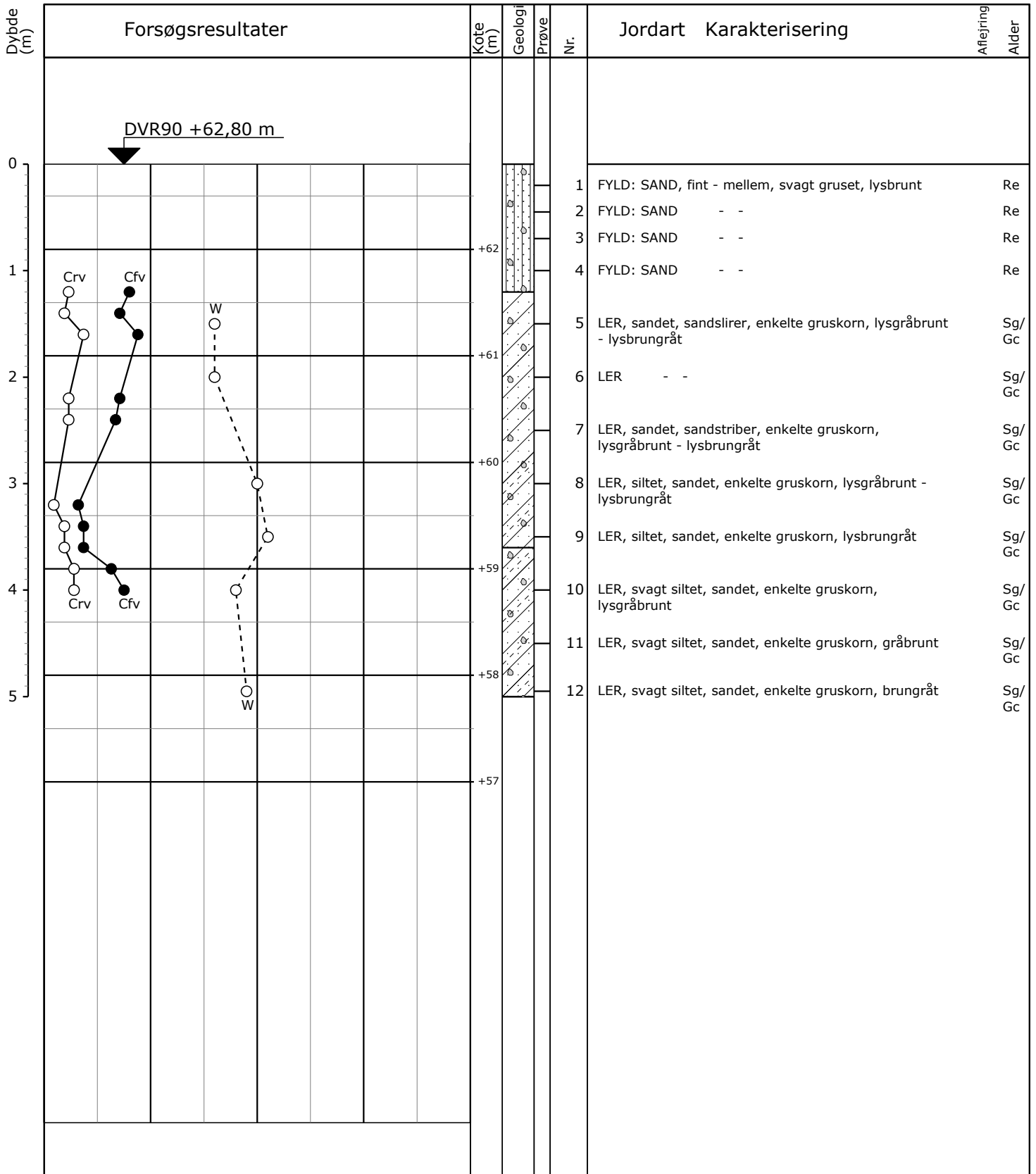
Godkendt: KK

Dato:

Bilag: 1

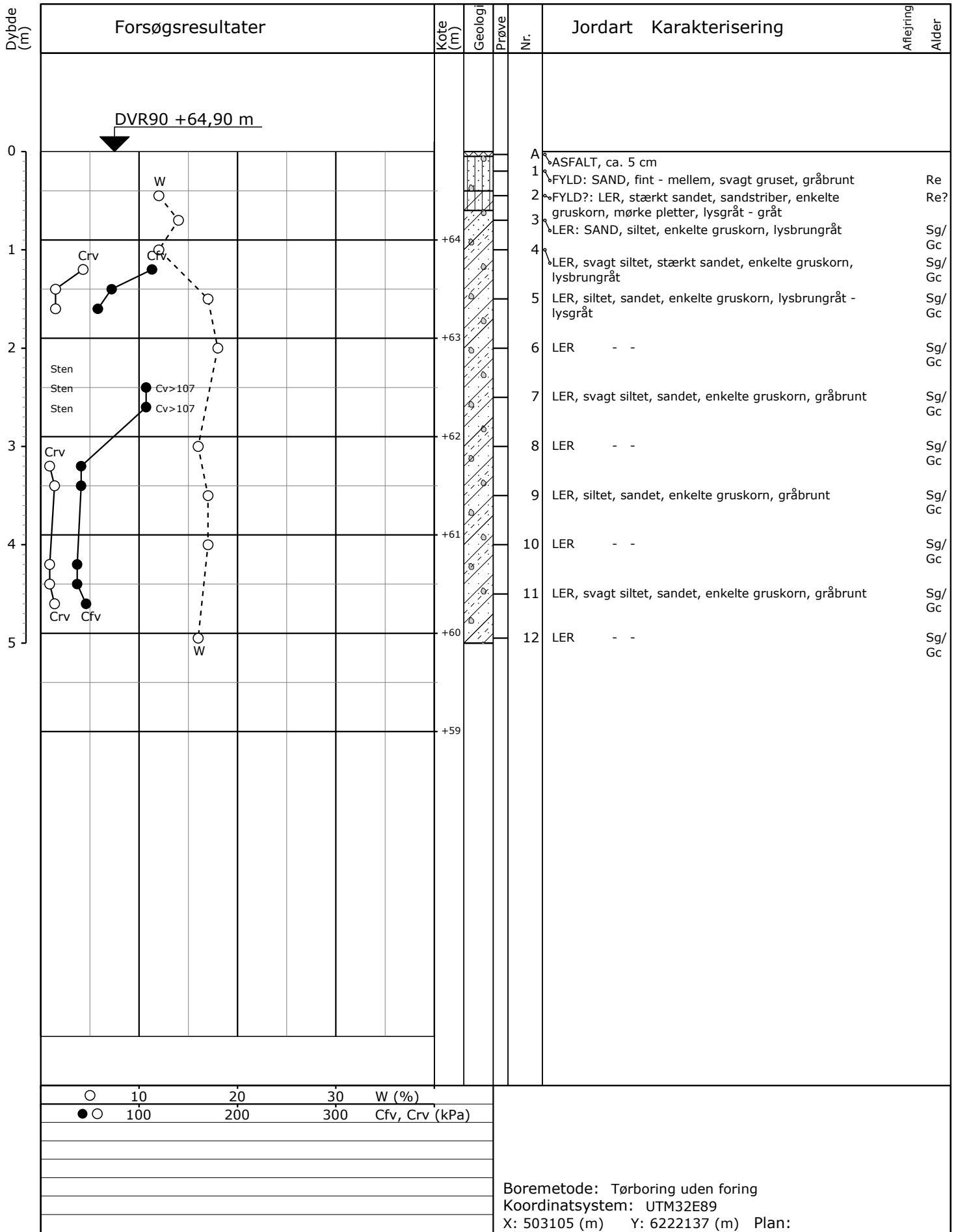
S. 1/1



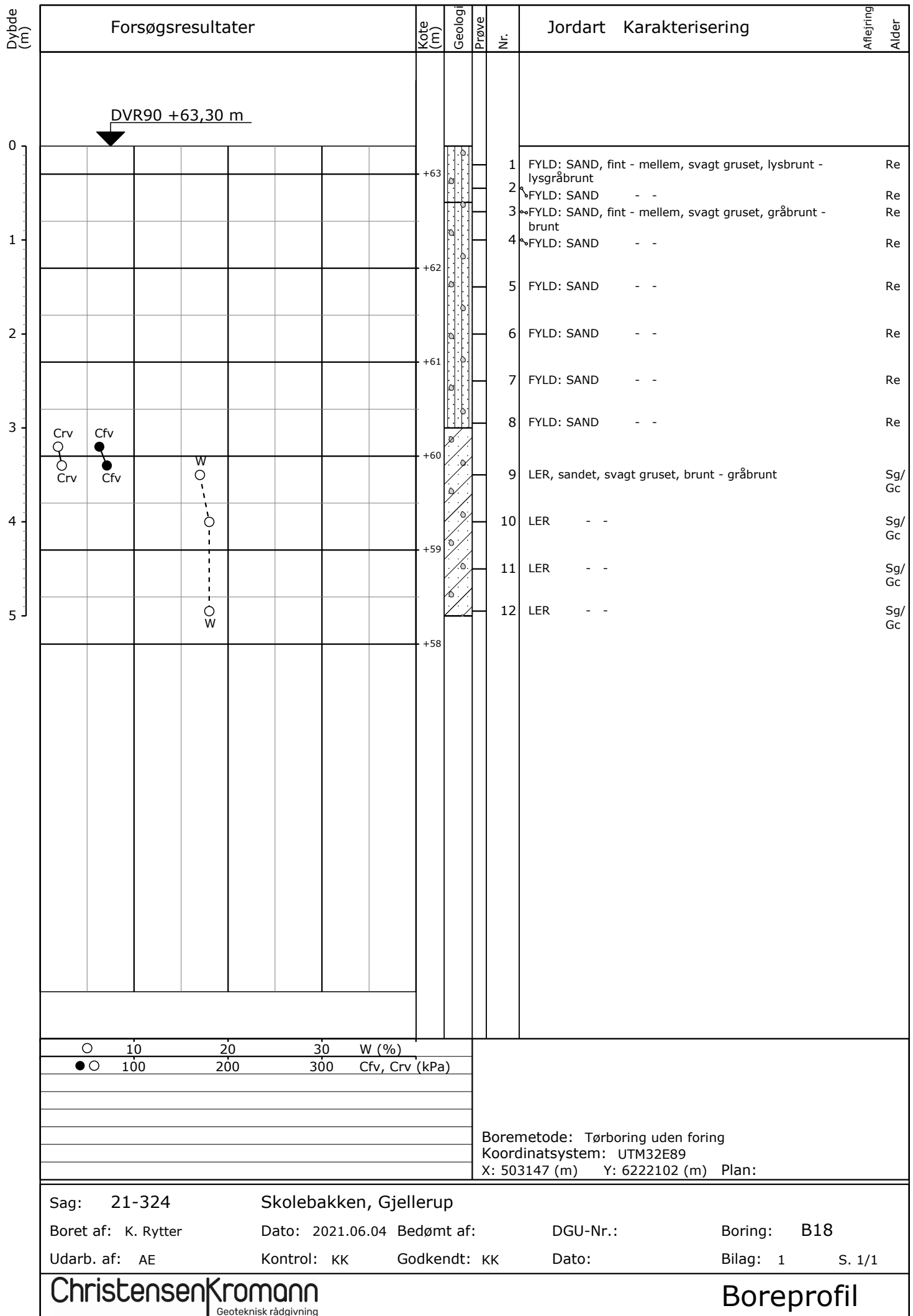


Boremetode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503192 (m) Y: 6222128 (m) Plan:

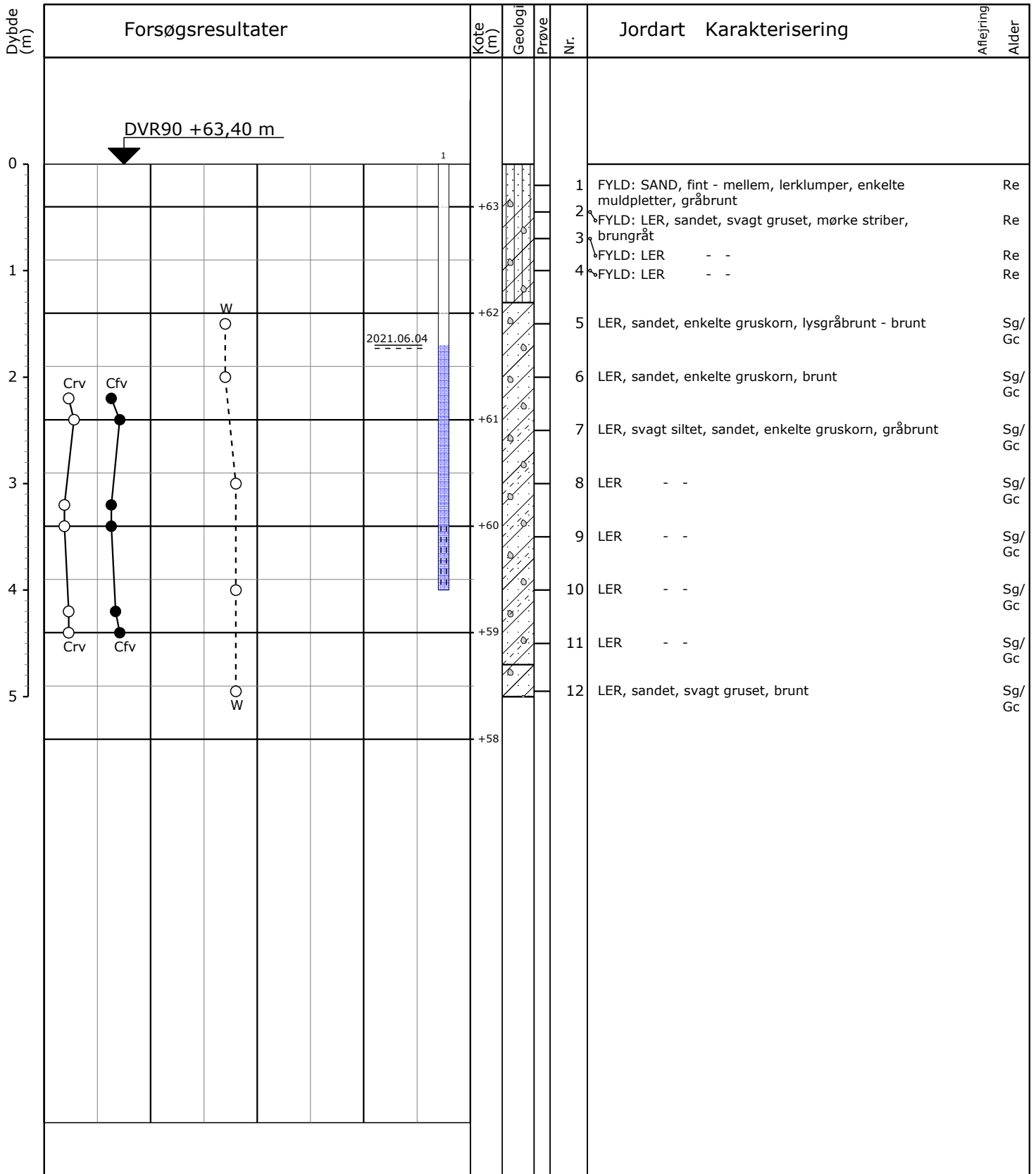
Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup  
 Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B16  
 Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1



Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup  
 Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B17  
 Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1







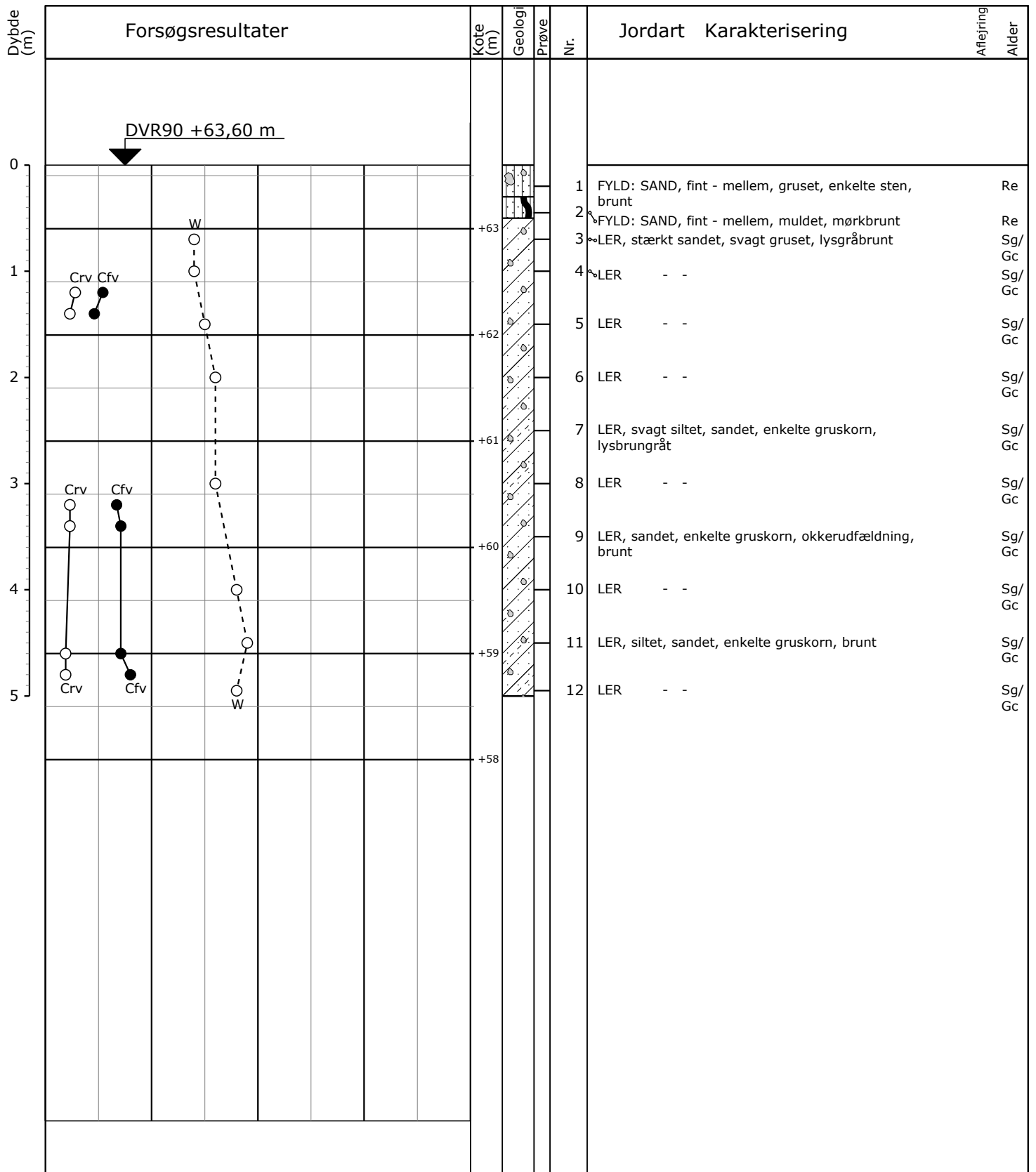
Pejlerør: 1:

Boremethode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503169 (m) Y: 6222043 (m) Plan:

Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup

Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B19

Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1



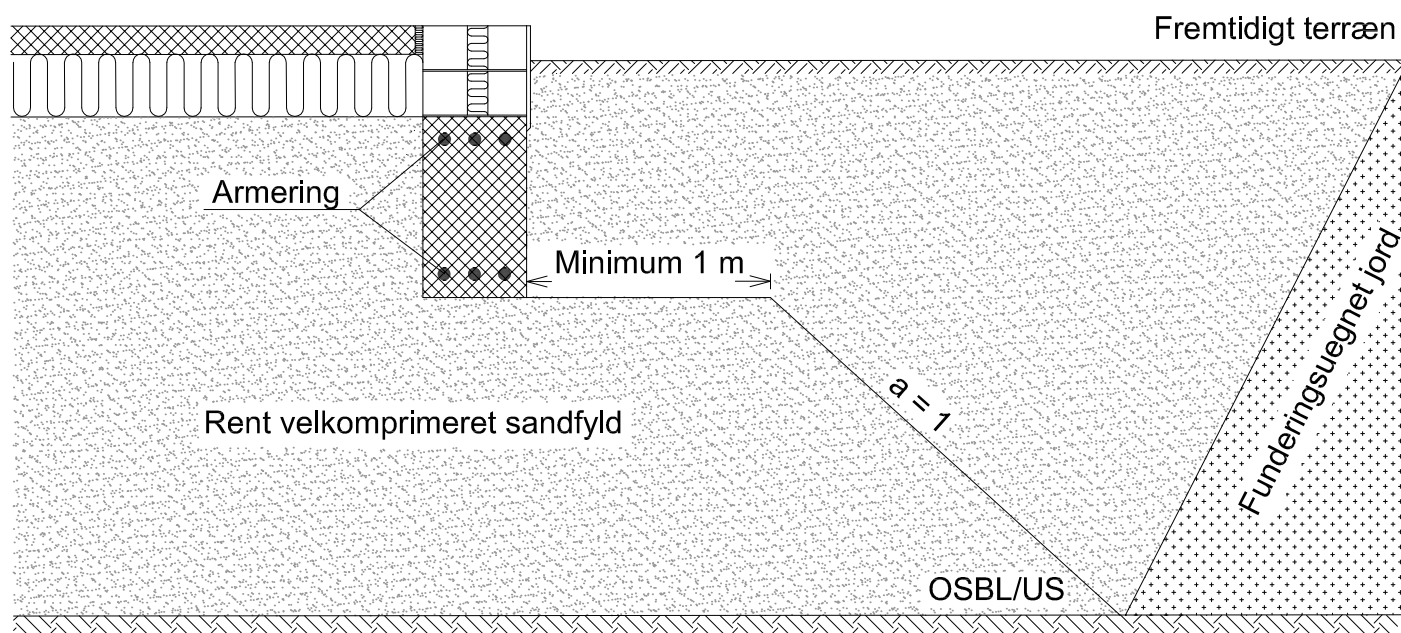
Boremethode: Tørboring uden foring  
 Koordinatsystem: UTM32E89  
 X: 503186 (m) Y: 6221992 (m) Plan:

Sag: 21-324 Skolebakken, Gjellerup  
 Boret af: K. Rytter Dato: 2021.06.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B20  
 Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1





# Principskitse for indbygning af sandpude



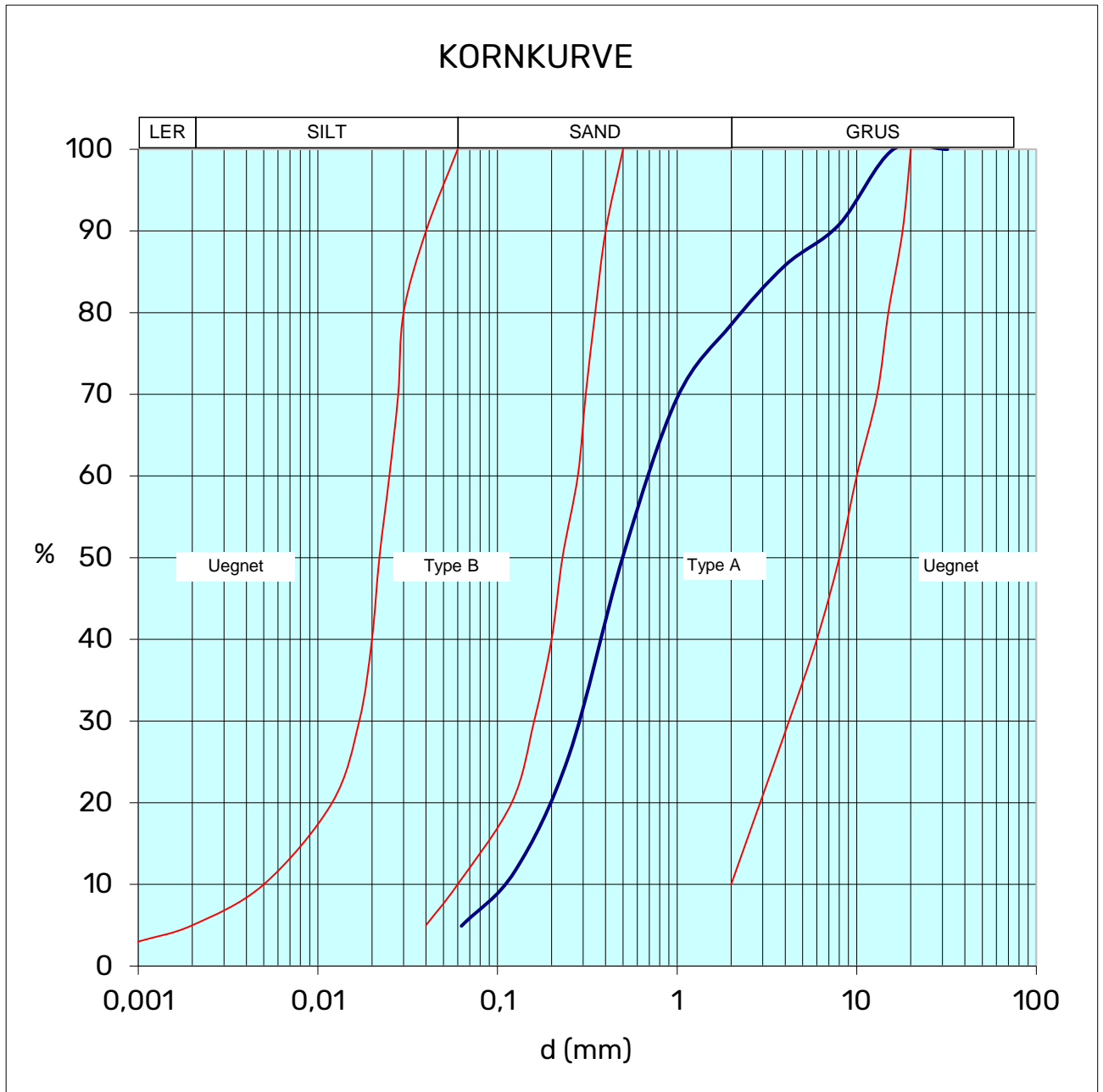
## Udførelse

Samtlige aflejringer over OSBL/US 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.

# KORNKURVE

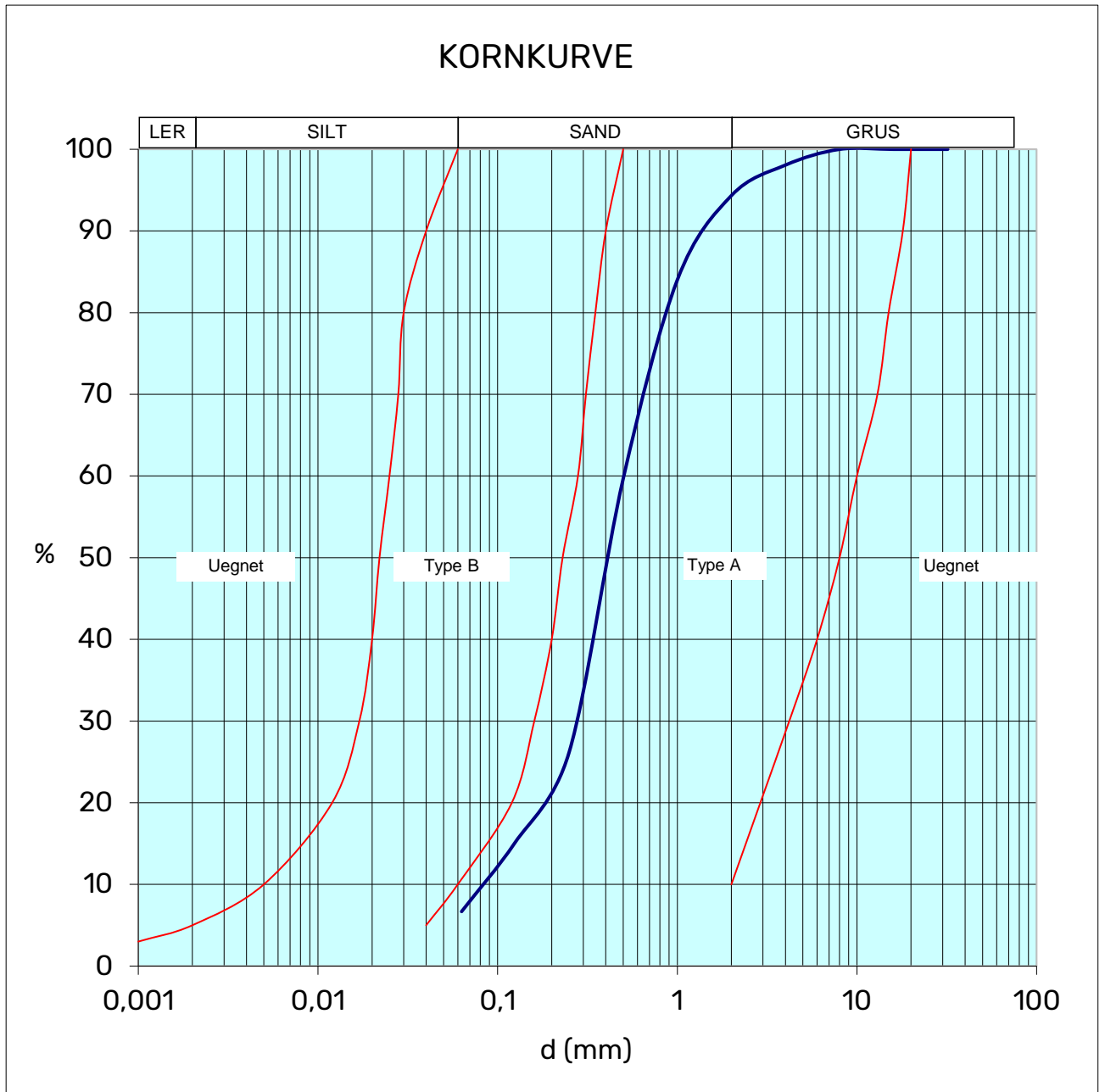


Boring B1, prøve udtaget 0,75 m u. t.

På den udtagne prøve er der udført en sigteanalyse til bestemmelse af jordens kornkurve.

<h1>ChristensenKromann</h1> <p>Geoteknisk rådgivning</p>		<h1>KORNKURVE</h1>	
Sag nr.:	CK 21-324 Skolebakken, Gjellerup	Bilag nr.:	4
Dato:	11.06.2021	Udført:	AE
		Kontrolleret:	KK
		Godkendt:	KK

# KORNKURVE

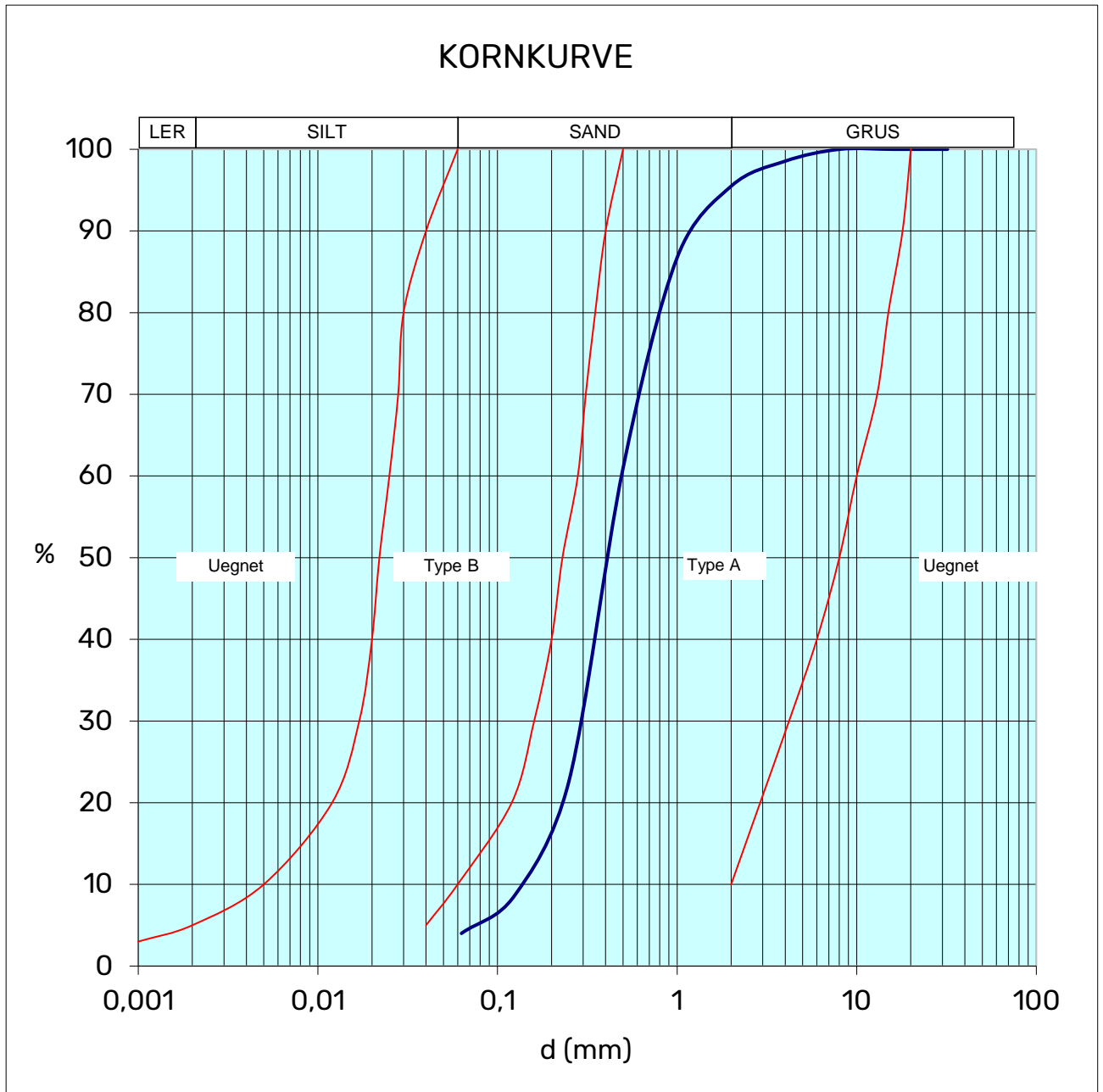


Boring B2, prøve udtaget 1,0 m u. t.

På den udtagne prøve er der udført en sigteanalyse til bestemmelse af jordens kornkurve.

<h1>ChristensenKromann</h1> <p>Geoteknisk rådgivning</p>		<h1>KORNKURVE</h1>	
Sag nr.:	CK 21-324 Skolebakken, Gjellerup	Bilag nr.:	4
Dato:	11.06.2021	Udført:	AE
		Kontrolleret:	KK
		Godkendt:	KK

# KORNKURVE



Boring B3, prøve udtaget 1,0 m u. t.

På den udtagne prøve er der udført en sigteanalyse til bestemmelse af jordens kornkurve.

**ChristensenKromann**  
Geoteknisk rådgivning

**KORNKURVE**

Sag nr.: CK 21-324 Skolebakken, Gjellerup

Bilag nr.: 4

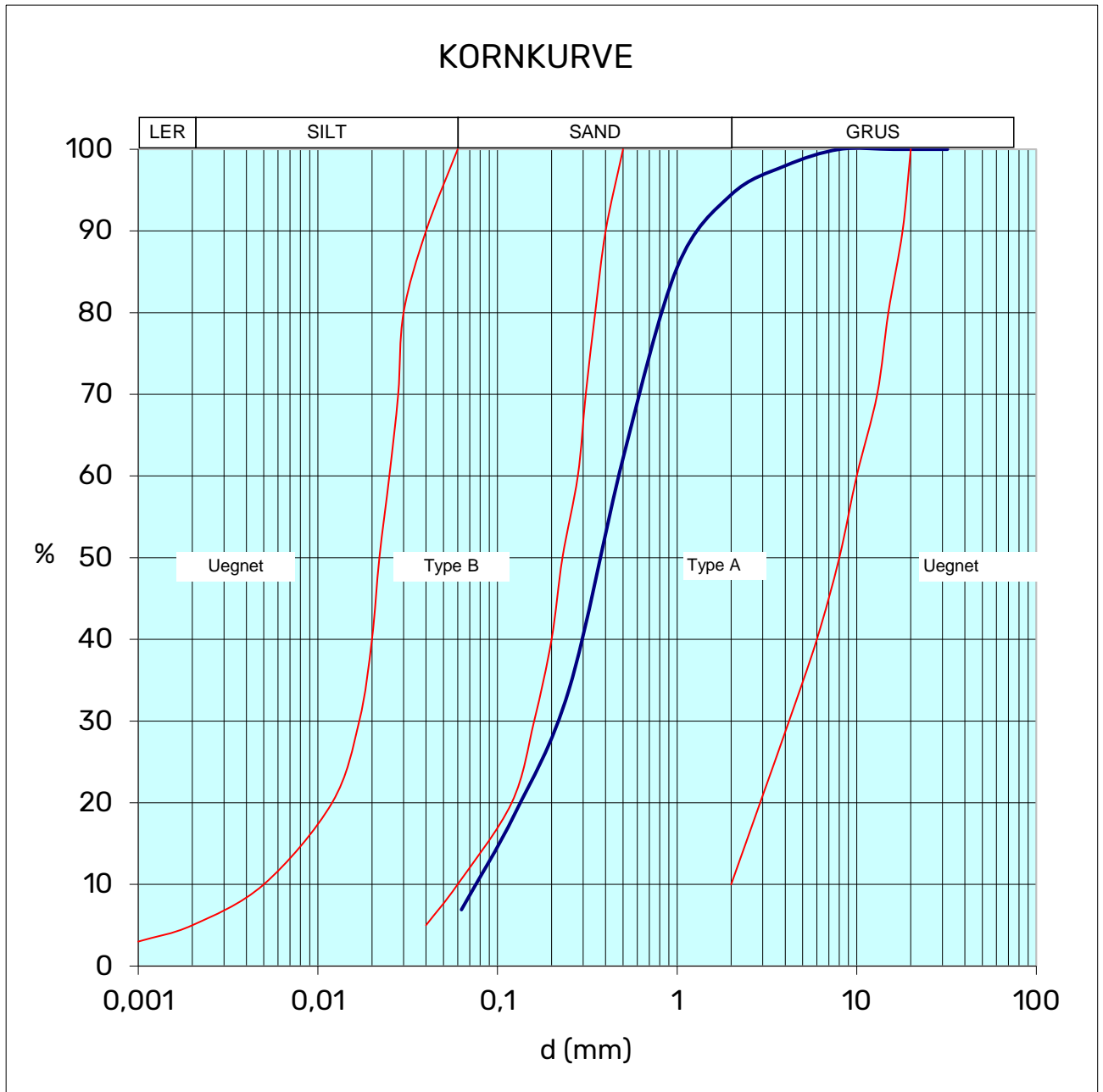
Dato: 11.06.2021

Udført: AE

Kontrolleret: KK

Godkendt: KK

# KORNKURVE



Boring B4, prøve udtaget 1,0 m u. t.

På den udtagne prøve er der udført en sigteanalyse til bestemmelse af jordens kornkurve.

**ChristensenKromann**  
Geoteknisk rådgivning

**KORNKURVE**

Sag nr.: CK 21-324 Skolebakken, Gjellerup

Bilag nr.: 4

Dato: 11.06.2021

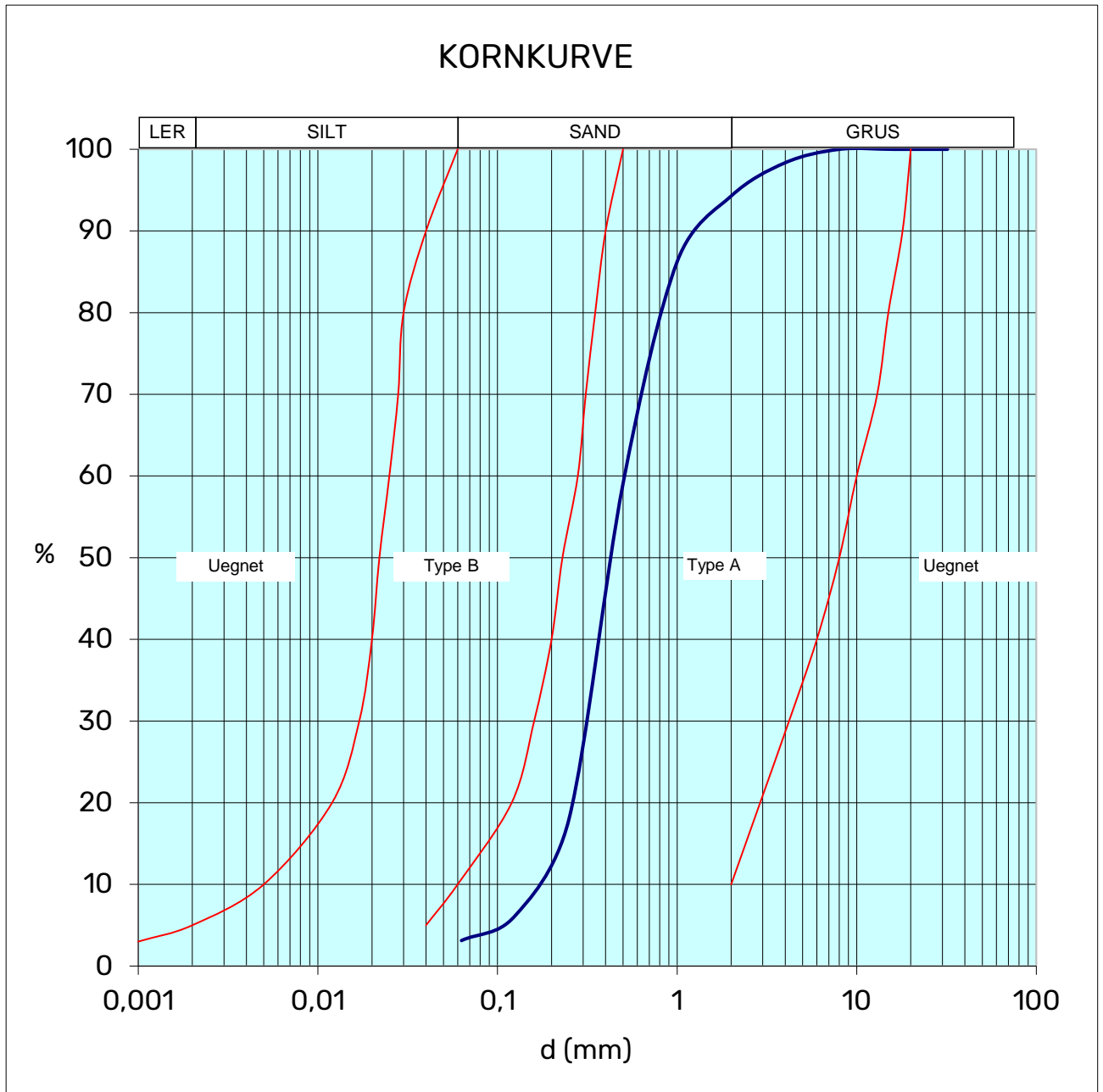
Udført: AE

Kontrolleret: KK

Godkendt: KK



# KORNKURVE



Boring B5, prøve udtaget 1,0 m u. t.

På den udtagne prøve er der udført en sigteanalyse til bestemmelse af jordens kornkurve.

<h2>ChristensenKromann</h2> <p>Geoteknisk rådgivning</p>		<h2>KORNKURVE</h2>	
Sag nr.:	CK 21-324 Skolebakken, Gjellerup	Bilag nr.:	4
Dato:	11.06.2021	Udført:	AE
		Kontrolleret:	KK
		Godkendt:	KK