

Sag nr.: 21-555
Sagsbehandler: Arif Ertosun
Tlf: 41 68 64 12
Mail: ae@ckgeo.dk
Kvalitetskontrol: KK
Version: 1.0
Dato: 8. november 2021

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

Bitsovej, 7400 Herning

Geoteknisk parameterundersøgelse

Jens Jensen Murer & Entreprenør A/S

Niels Ebbesensvej 11, 7500 Holstebro

Indholdsfortegnelse

1	Projekt.....	2
2	Mark- og laboratoriearbejde.....	2
3	Jordbunds- og vandspejlsforhold.....	3
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	Evt. ydervægge mod jord	6
6	Sætninger	7
7	Tørholdelse.....	7
7.1	Midlertidig.....	7
7.2	Permanent	7
8	Udførelsesmæssige forhold.....	8
8.1	Generelt	8
8.2	Bæreevne og stabilitet af nabokonstruktioner m.v.....	8
9	Supplerende undersøgelser	8
10	Kontrol.....	8
11	Miljø	9
12	Særligt.....	9

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

1 Projekt

Det aktuelle projekt omfatter opførelsen af en erhvervsbygning med kontorfaciliteter og lagerbygning i 1-2 plan uden kælder, men opført i forskudte gulvniveauer.

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 yderligere oplysninger.

Det forudsættes at der funderes på centralt belastede fundamenter.

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

2 Mark- og laboratoriearbejde

Den 4. november 2021 er der med Ø150 mm sneglebor udført 10 uforede geotekniske borer (B1 – B10), som er afsluttet 5,0 á 7,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Boringerne B8-B10 er udført i areal for mulig udvidelse.

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

Boringerne er afsat på baggrund af det fra rekvirenten fremsendte tegningsmateriale samt landmålerens afsætning og fremgår af situationsskitsen i bilag 2.

Nivellement af terræn ved borestederne er udført med GPS i DVR90. Terrænkoter ved borerne fremgår af boreprofilerne.

Der er nedsat Ø25 mm pejlerør i borerne B1 og B3-B10 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 (sand, sandmuld og lermuld) til 0,3 á 0,8 m u. t., hvorefter der i boringerne B2, B7 og B9 er truffet postglacialt sand til 0,8 á 0,9 m u. t. Herefter er der i boringerne truffet postglacialt/senglacialt sand og senlacialt/glacialt sand, silt og ler, som stedvist er slapt og ret fedt, samt glacialt sand og moræneler, som stedvist er ret fedt, til den borede dybde af 5,0 á 7,0 m u. t.

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

Det kan ikke udelukkes at der over impermeable aflejringer som ler, silt 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 afrømningsniveau for gulve, AFRN:

Boring Nr.	Terræn Kote DVR90	OSBL		AFRN	
		Dybde m u. t.	Kote DVR90	Dybde m u. t.	Kote DVR90
B1	+60,1	0,5	+59,6	0,5	+59,6
B2	+58,4	0,8	+57,6	0,8	+57,6
B3	+56,8	0,5	+56,3	0,5	+56,3
B4	+55,9	0,3	+55,6	0,3	+55,6
B5	+57,0	0,3	+56,7	0,3	+56,7
B6	+57,8	0,8	+57,0	0,8	+57,0
B7	+56,8	0,9	+55,9	0,6	+56,2
B8	+56,1	0,3	+55,8	0,3	+55,8
B9	+55,8	0,8	+55,0	0,8	+55,0
B10	+56,3	0,3	+56,0	0,3	+56,0

Tabel 4.1 – Overside bæredygtige lag, OSBL, og afrømningsniveau for gulve, 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.

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.

Fundamenterne aftrappes ved spring i funderingsniveau; jf. EC7 samt det danske nationale annek. s.

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	-	70	32	-	13
Ler	19/9	-	40-300	25	6-20	5-41
Moræneler	20/10	-	110-300	30	11-20	20-54
Fyldsand	18/10	37	-	37	-	50
Boring: Dybde:						
B3	1,5 – 2,1 m u. t.					
B9	1,8 – 2,7 m u. t.					
B10	1,4 – 1,8 m u. t.					
Ler	19/9	-	30-35	25	3,0-3,5	4-5

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 til boreprofilerne.

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 B3 (1,5 – 2,1 m u. t.), B9 (1,8 – 2,7 m u. t.) og B10 (1,4 – 1,8 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 B3, B9 samt B10 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 B3, B9 og B10 truffne bløde leraflejringer til fornøden dybde med velkomprimeret sandfyld. Udskiftningen foretages som vist på udskiftningsprofilen 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 Evt. ydervægge mod jord

Ydre vægge mod jord dimensioneres for hviletryk med hviletrykkoefficienten $K_0 = 0,5$ under forudsætning af, at der efterfyldes med sund sandfyld. Komprimering af fyldmaterialet langs de ydre vægge bevirker en forøgelse af hviletrykket, som ubetinget skal medregnes; jf. EC7 samt det danske nationale annekse.

Fundamenterne aftrappes ved spring i funderingsniveau; jf. EC7 samt det danske nationale annekse.

6 Sætninger

Armering af fundamenter og gulve udføres iht. ingeniørprojekt.

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

Det anbefales at der udføres egentlige sætningsberegninger når endeligt projekt 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 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.

7.2 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.

8 Udførelsesmæssige forhold

8.1 Generelt

De trufne silt- og leraflejringer 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 terrænændring på en grund samt midlertidige eller permanente sænkninger af grundvandsstanden 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. løset, opblødt, frosset eller nedfaldet materiale inden der støbes beton, således der udstøbes mod rene og faste intakte aflejringer, eller mod fast velkomprimeret sand-/grusfyld.

Med de trufne jordbunds- og vandspejlsforhold skal det vurderes, om der kan være risiko for skader på naboejendomme og ledningsanlæg ved en grundvandssænkning. Såfremt dette vurderes at være tilfældet, skal ejer af omliggende grunde, bygninger og ledningsanlæg mindst 14 dage forud for påbegyndelse af en grundvandssænkning skriftlig meddelelse om arbejdets art og omfang samt om tidspunktet for arbejdets påbegyndelse, jf. byggelovens §12.

8.2 Bæreevne og stabilitet af nabokonstruktioner m.v.

Bæreevne og stabilitet af eksisterende konstruktioner (bygninger, veje, m.v.) skal sikres i såvel anlægsfasen som i den permanente tilstand.

Ligeledes skal bæreevne og stabilitet af eksisterende og fremtidige skrånninger sikres i såvel anlægsfasen som i den permanente tilstand.

9 Supplerende undersøgelser

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 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.

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

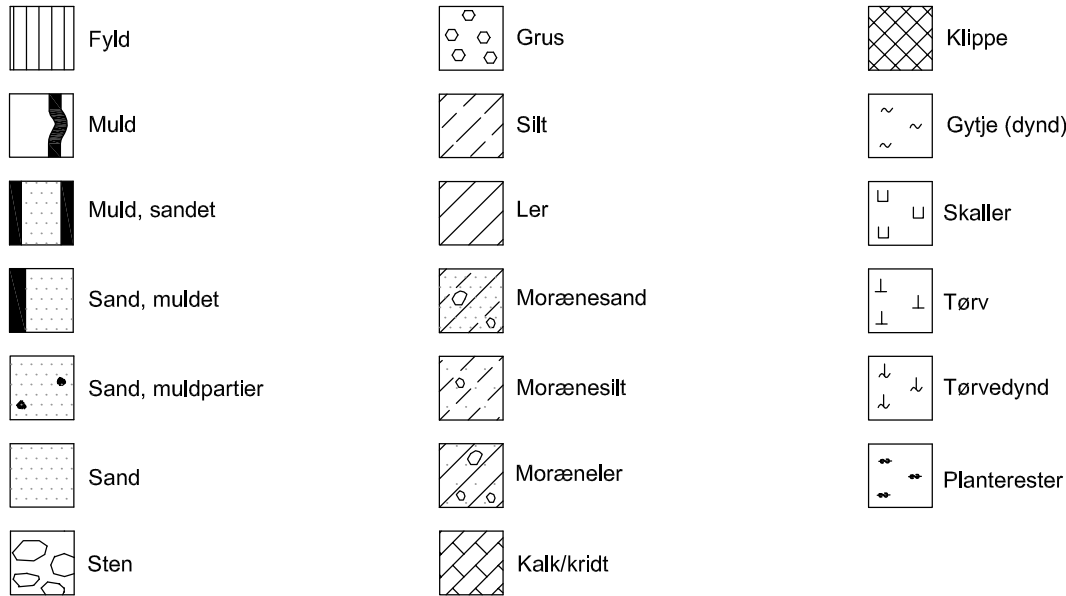
Arbejdet er udført i henhold til ABR 18.

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



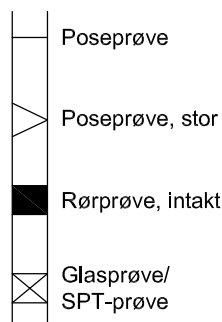
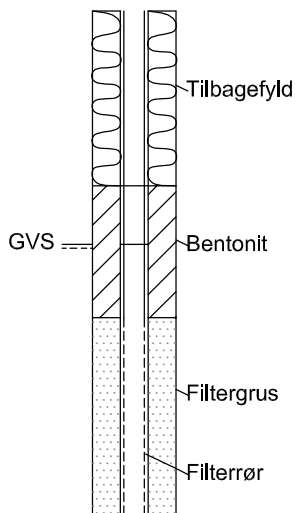
Filtersætning og afpropning

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_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/m³) △ : Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
 C_v, C_{VR} (kN/m²) ●, ○ : Udrænnet forskydningsstyrke bestemt ved vingeforsøg
 N (slag/30cm) ▼ : Resultat af standard penetration tast
 g_r (%) + : Forholdet mellem væggtab ved glødning og kornvægt (reduceret for kalk)
 e ▼ : Forholdet mellem porevolumen og kornvolumen



Dybde (m)	Forsøgsresultater				Kote (m)	Geologi	Prøve	Nr.	Jordart	Karakterisering	Afvejning	Alder
	0					+60			1	FYLD: SANDMULD, sort		Re
								2	FYLD: SAND, fint - mellem, muldet, mørkbrungråt		Re	
								3	SAND, fint - mellem, svagt gruset, rødbrungråt		Sg/ Gc	
1					+59			4	SAND, fint - mellem, svagt gruset, lysbrungråt		Sg/ Gc	
								5	SAND - -		Sg/ Gc	
2					+58			6	SAND, fint - mellem, svagt leret, svagt gruset, lysbrungråt		Sg/ Gc	
								7	SAND, fint - mellem, svagt gruset, lysbrungråt		Sg/ Gc	
3					+57			8	SAND - -		Sg/ Gc	
								9	SAND, fint - mellem, gruset, enkelte sten, brungråt		Sg/ Gc	
4					+56			10	SAND, fint - mellem, stærkt gruset, enkelte sten, brungråt		Sg/ Gc	
								11	SAND, fint - mellem, svagt siltet, lysgråt		Sg/ Gc	
5					+55			12	SAND, fint - mellem, enkelte gruskorn, lysgråt		Sg/ Gc	
								13	SAND - -		Sg/ Gc	
6					+54			14	SAND - -		Sg/ Gc	
								15	SAND - -		Sg/ Gc	
7					+53			16	SAND, fint - mellem, svagt siltet, lysgråt		Sg/ Gc	

DVR90 +60,10 m

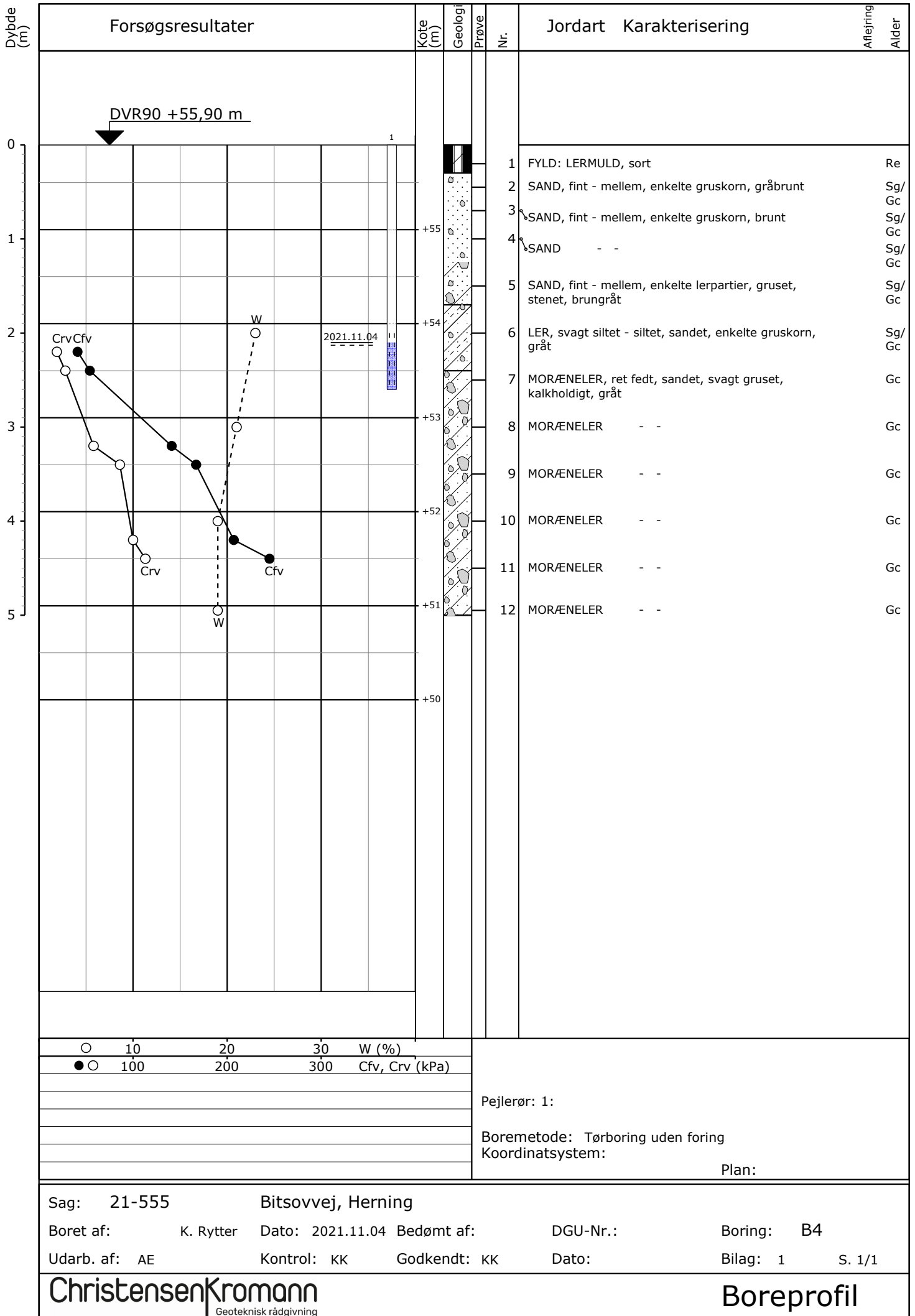
2021.11.04

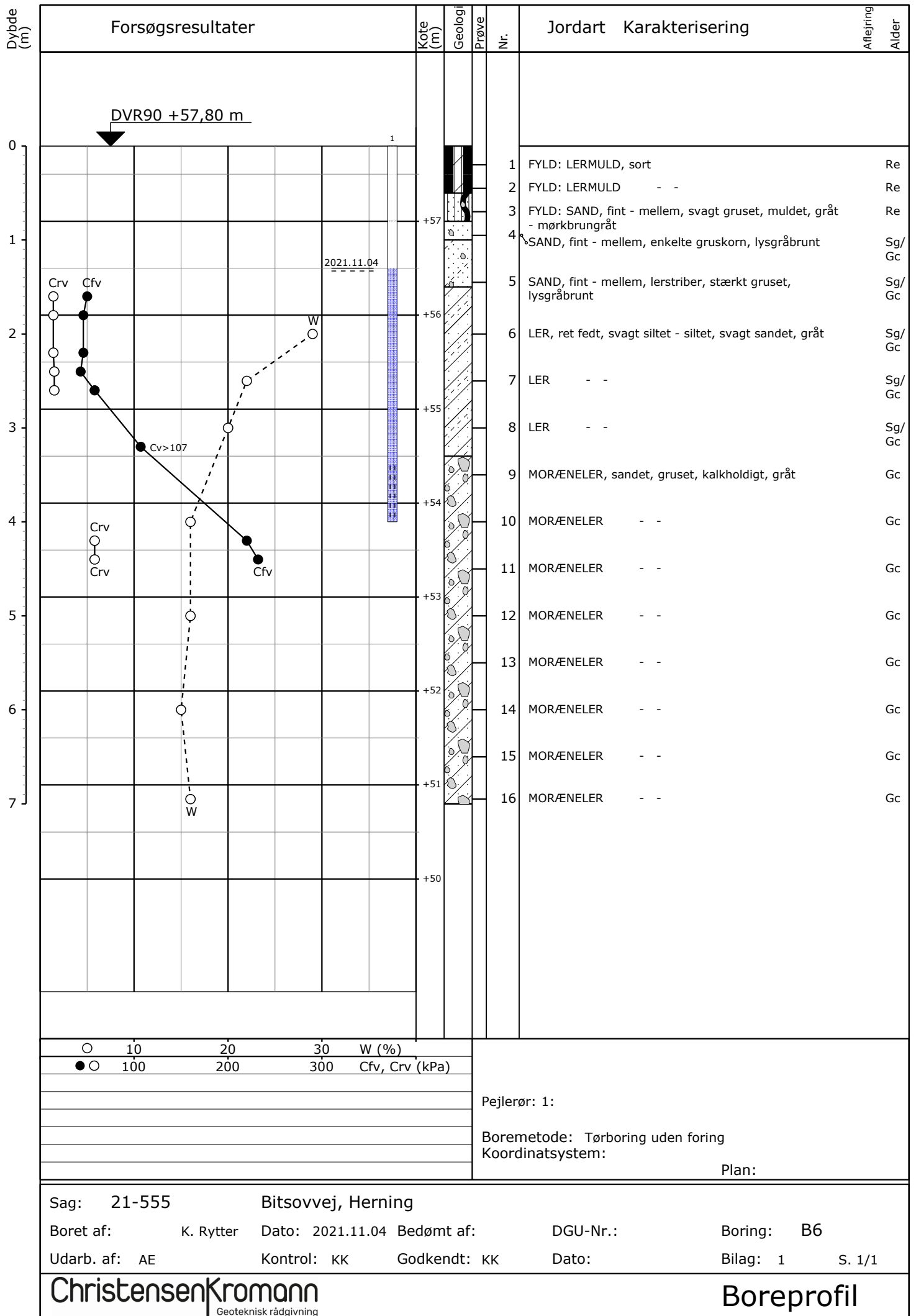
○ 10 20 30 W (%)

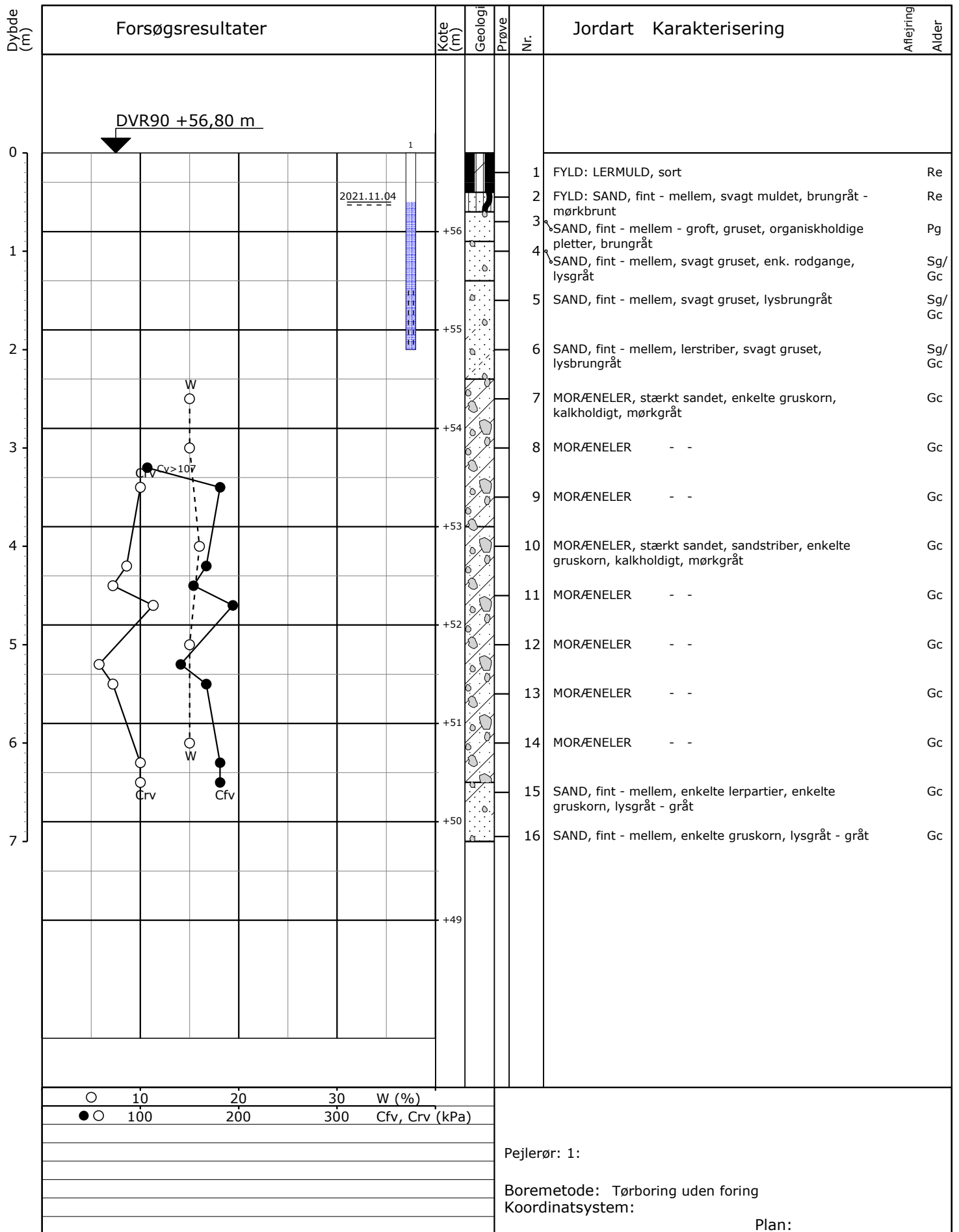
Pejlerør: 1:
 Boremethode: Tørboring uden foring
 Koordinatsystem:
 Plan:

Sag: 21-555 Bitsovej, Herning
 Boret af: K. Rytter Dato: 2021.11.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B1
 Udarb. af: AE Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 08-11-2021 10:40:36



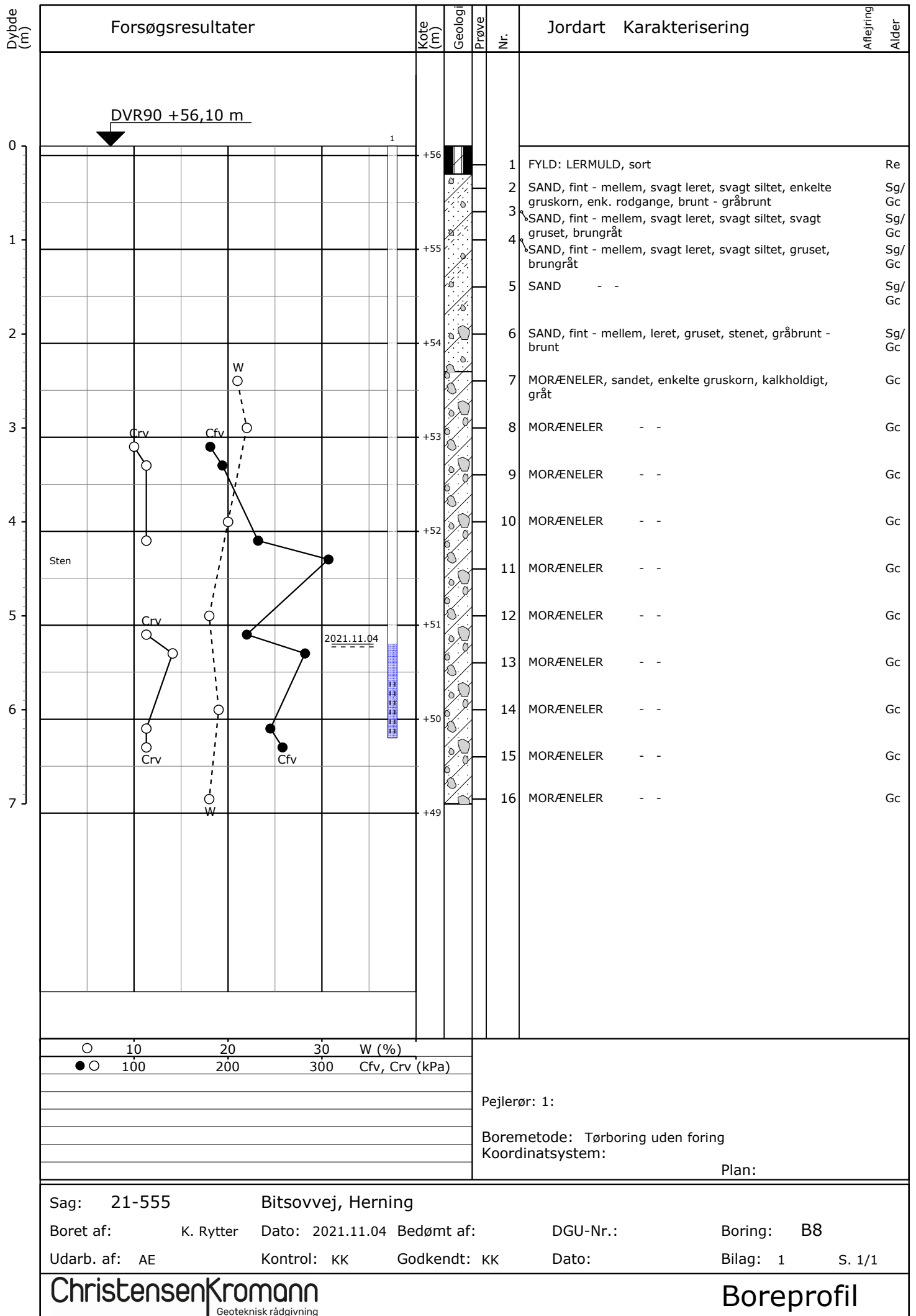


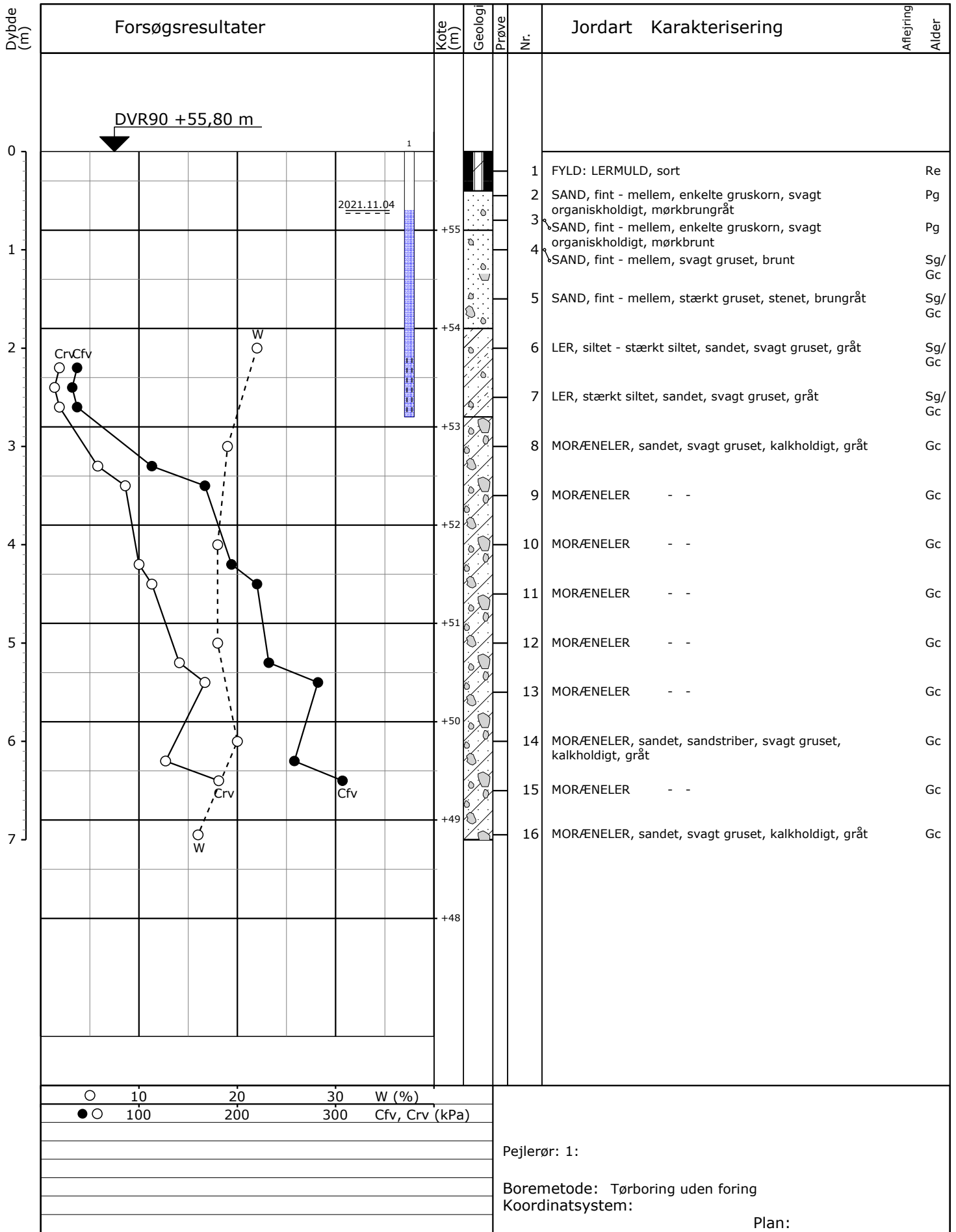


Sag: 21-555 Bitsovej, Herning

Boret af: K. Rytter Dato: 2021.11.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B7

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

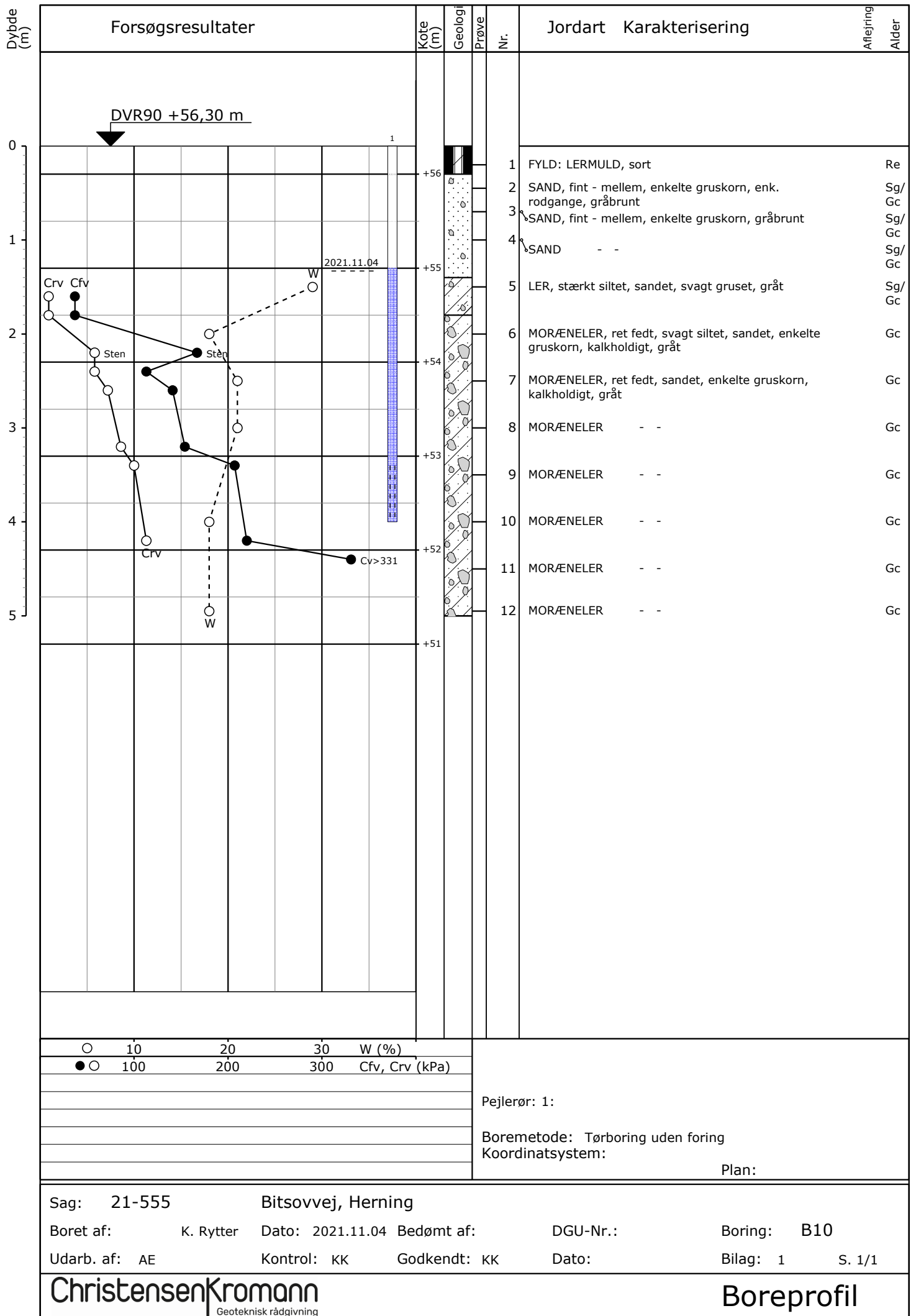




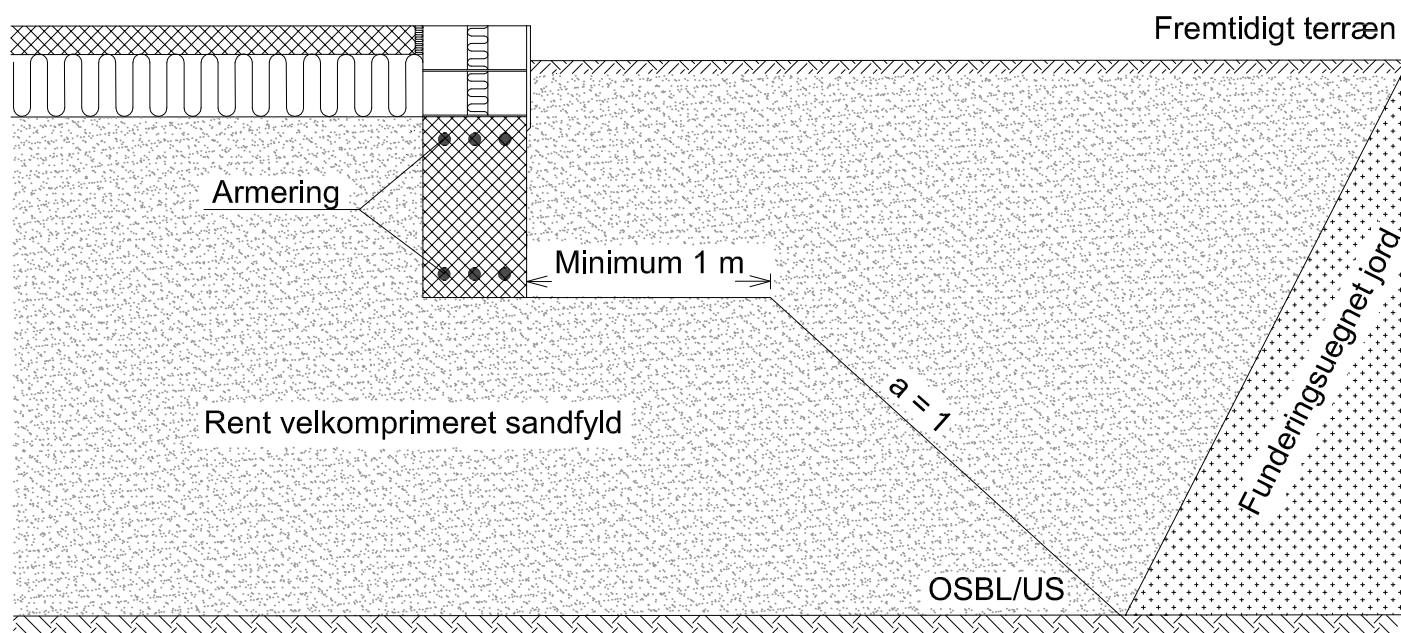
Sag: 21-555 Bitsovej, Herning

Boret af: K. Rytter Dato: 2021.11.04 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B9

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.