

Sag nr.: 23-415
Sagsbehandler: Anders T. Rasmussen
Tlf: 30 14 45 22
Mail: atr@ckgeo.dk
Kvalitetskontrol: KK
Version: 2.0
Dato: 1. november 2023

Christensen/Kromann ApS
Odinsvej 7 · 8850 Bjerringbro
Gøteborgvej 16 · 9200 Aalborg SV
CVR nr.: 33 25 81 94

Tang Søparken, etape 2, 7400 Herning
Geoteknisk placeringsundersøgelse

Herning Kommune
Rådhuset, Torvet 5, 7400 Herning

Indholdsfortegnelse

1	Projekt	2
2	Mark- og laboratoriearbejde	2
3	Jordbunds- og vandspejlsforhold	3
4	Funderingsforhold	3
5	Sætninger	5
6	Tørholdelse	5
6.1	Midlertidig	5
6.2	Permanent	6
7	Udførelsesmæssige forhold	6
7.1	Generelt	6
7.2	Gravearbejde i meget fedt ler	6
8	Supplerende undersøgelser	7
9	Kontrol	7
10	Miljø	7
11	Særligt	7

Bilag 1. Boreprofiler.

Bilag 2. Situationsskitse – ikke målfast.

Bilag 3. Principskitse for fundering på meget fedt ler.

1 Projekt

Det aktuelle projekt omfatter en orienterende geoteknisk undersøgelse i forbindelse med byggemodning af et område syd for Tværgade, 7400 Herning. Nærværende rapport omhandler udstykning af grunde. Det forudsættes at der opføres parcelhuse i ét plan uden kælder.

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 25. oktober 2023 er der med Ø150 mm sneglebor udført 6 uforede geotekniske borer (B1 – B6), som er afsluttet 5,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

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

Boringernes antal og placering er bestemt af rekvirenten 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 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 borerne er der øverst truffet fyld (muld) til 0,2 á 0,3 m u. t., hvorefter der er aflejringer af senglacialt/glacialt sand og ler, som er meget fedt i boring B4, samt 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 2,6 m u. t. i borerne B1-B4 og B6, mens der ikke blev registreret et frit vandspejl i boring B5. Grundvandsspejlet har på pejlingstidspunktet ikke haft tid til at stabilisere sig endeligt.

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

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

For det aktuelle projekt og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes projektet henført til geoteknisk kategori 2. Den naturligste funderingsform vurderes at være en direkte fundering i/under overside bæredygtige lag, OSBL, hvilket er 0,9 meter for almindeligt byggeri og 1,2 meter for fritstående konstruktioner, dog minimum 1,5 m under fremtidigt terræn i områder med meget fedt ler (B4), som sammen med afrømningsniveau for gulve, AFRN, er angivet i tabel 4.1.

Idet der funderes direkte i meget fedt ler ved B4 skal der træffes en række særlige foranstaltninger, på grund af det meget fede lers meget uheldige svind- og svelningsegenskaber.

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

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

Udtørringsfri dybde under fremtidigt terræn for meget 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)	$\varphi_{k,pl}$ (°)	$c_{u,k}$ (kN/m ²)	$\varphi'_{k,pl}$ (°)	c'_k (kN/m ²)	E_{oed} (MN/m ²)
Sand	18/10	35	-	35	-	25
Ler	19/9	-	85-110	25	8,5-11	12-16
Moræneler	20/10	-	70-330	30	7-20	14-66
Fyldsand	18/10	37	-	37	-	50
B4: 1,1 – 2,4 m u.t.						
Ler (meget fedt)	19/9	-	60	18	6	4

Tabel 4.2 – Karakteristiske styrke- og deformationsparametre samt rumvægte.

Værdierne er fastlagt på grundlag af målinger, erfaringer og skøn. For de meget fede leraflejringer er c_u reduceret for et skønnet $I_p = 60\%$.

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

Ved boring B4 hvor der træffes meget fede leraflejringer, skal der efter afrømning af aflejringer over OSBL/AFRN, udlægges dampptæt folie på afrømningsniveauet inden indbygning af sandfyld under gulvkonstruktioner.

Etableringen af den dampptætte folie på udgravningsniveauet samt indbygning af sandfyld under gulve, skal ske i én arbejdsgang, således at udgravningen ikke står åben og eksponeret for nedbør eller udtørring.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag udlægges direkte på den indbyggede sandfyld efter etablering af den dampptætte folie som vist på bilag 3.

Udlægning af den dampptætte folie kan dog udelades såfremt det fede ler ligger dybere end 2,0 m under gulv.

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

I området for boring B4 anbefales desuden at gulve og fundamenter sammenstøbes således der etableres en stiv pladekonstruktion som vist i principskitse jf. bilag 3.

Det anbefales at opstille de i tabel 4.3 angivne komprimeringskrav til indbygget sandfyld under/over fundamentsunderkant, FUK, hvor SP angiver Standard Proctor ved isotopsonde-metoden:

	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.

Der henvises i øvrigt til gældende bygningsreglement.

5 Sætninger

For at fordele svindrevnerne anbefales det at forsyne sribefundamenterne med revnefordelende armering, eksempelvis 3 stk. Y10 mm i top og bund, ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armeringsnet. Der kan alternativt benyttes fiberarmeret beton hvor armeringsindhold og -styrke er veldokumenteret fra producentens side.

For at imødegå eventuelle skadelige differenssætninger ved fundering på meget fedt ler, som fundet i B4, skal der i dette tilfælde i top og bund af samtlige sribefundamenter lægges revnefordelende armering, eksempelvis 3 stk. Y14/Y16 mm placeret i top og bund af fundamenterne (forudsat at fundamenterne maksimalt er 0,4 m brede), svarende til 0,2 % af sribefundamenternes tværsnitsareal, ligesom det anbefales at forsyne terrændækket med armering; jf. SBI-anvisning nr. 231.

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

For område omkring boring B4 anbefales det at der udføres sætningsberegninger når endelige projekter foreligger.

Ved fundering på intakte aflejringer truffet i de resterende boringer, svarende til de under OSBL trufne, og 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

De trufne leraflejringer kan karakteriseres som meget udblødningsfarlige og følsomme overfor dynamiske påvirkninger - specielt i forbindelse med nedbør og højstående 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. løst, opløst, 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 Gravearbejde i meget fedt ler

Opmærksomheden henledes på, at der ved gravearbejde i det meget fede ler under udførelsen skal udvises særlig agtpågivenhed.

I tørre perioder kan der graves med lodrette uafstivede sider til 1,0 á 1,5 meters dybde i det meget fede ler, mens der i nedbørsrige perioder må påregnes et anlæg på $a > 2$, ved gravning dybere end 0,5 meters dybde i det meget fede ler, medmindre der foretages afstivning.

Ligeledes skal etableringen af den damptætte folie på udgravningsniveauet samt genindbygning af sandfyld, ske i én arbejds gang, således udgravningen ikke står åben og eksponeret for nedbør eller udtørring.

8 Supplerende undersøgelser

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

Der gøres opmærksomt på, at denne orienterende placeringsundersøgelse, jf. Eurocode 7, ikke kan benyttes som grundlag for en detailprojektering.

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.

9 Kontrol

Samtlige udgravninger bør inspiceres til kontrol af, at der overalt funderes på intakte aflejringer, svarende til de under OSBL truffene; 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 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.

11 Særligt

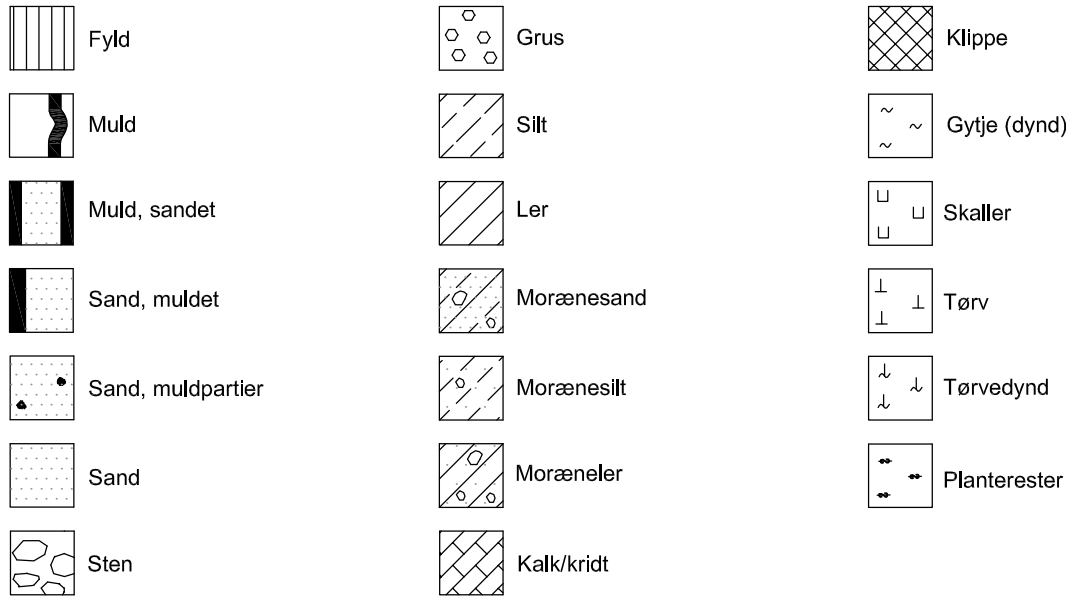
Arbejdet er udført i henhold til ABR 18.

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 videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

Der kan være afvigelser fra en retlinet interpolation imellem boringerne.

SIGNATURER OG DEFINITIONER



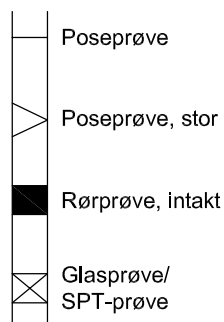
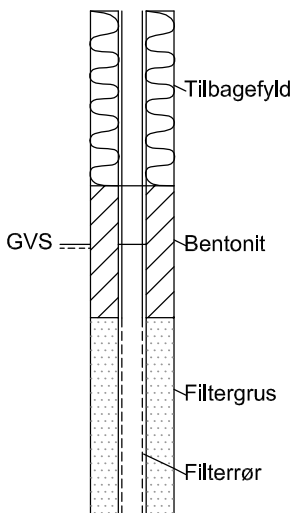
Filtersætning og afpropning

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

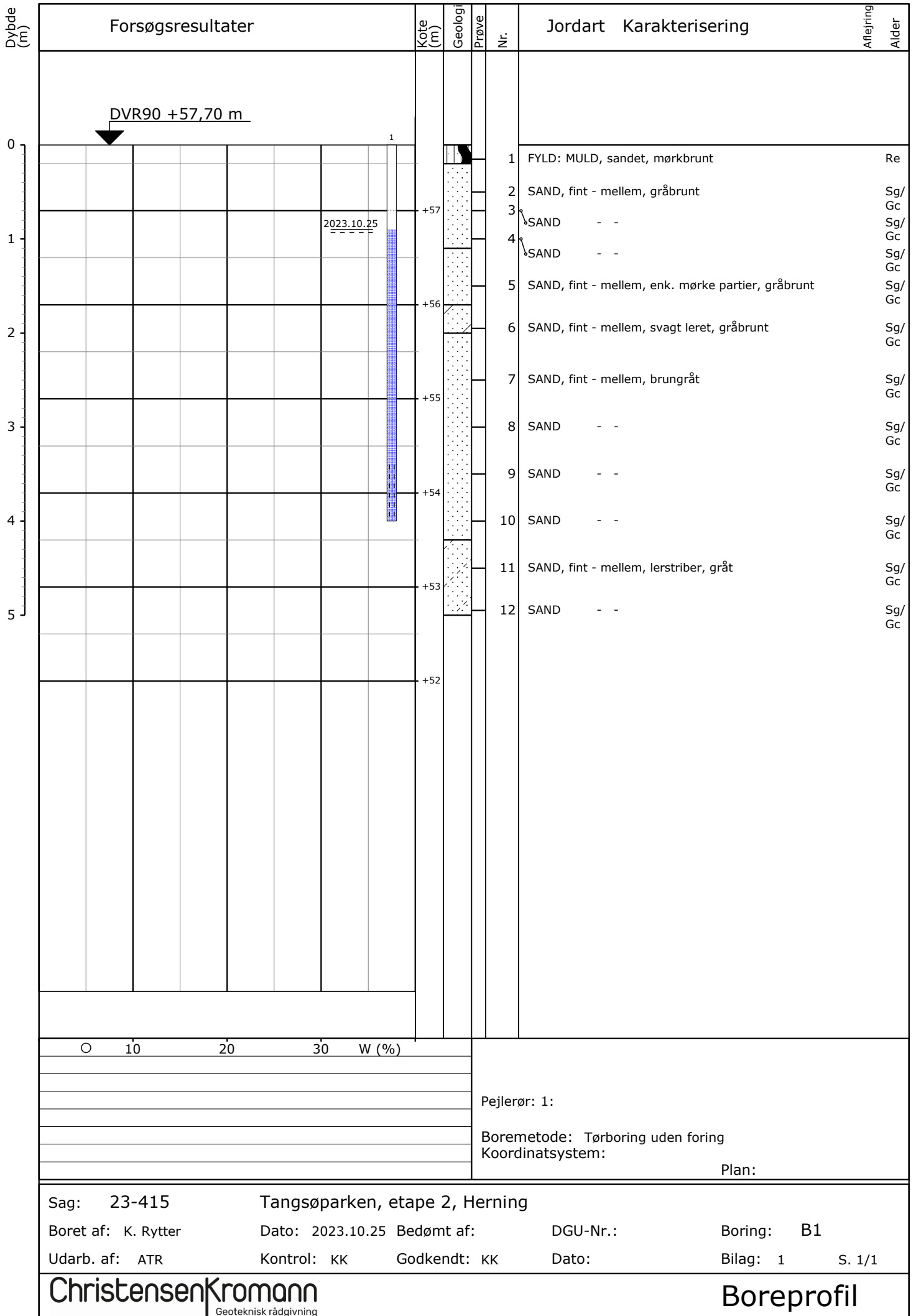
Eo Eocæn
 PI Palæocæn
 SI Selandien
 Da Danien
 Kt Kridt
 Se Senon
 Re Recente

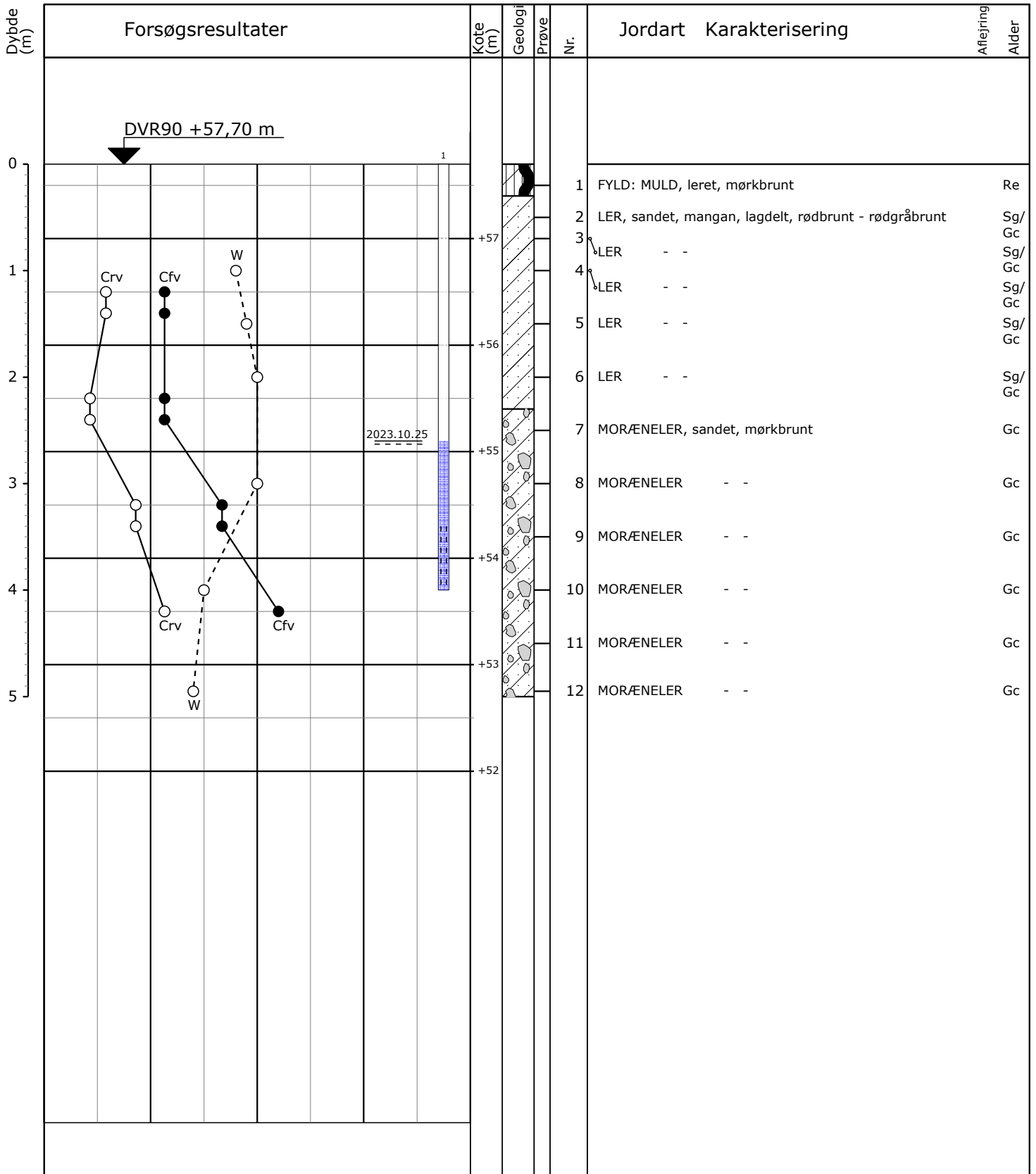
enk. enkelte
 sort. sorteret
 st. stærkt
 sv. svagt
 kfr. kalkfri
 khl. kalkholdig

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





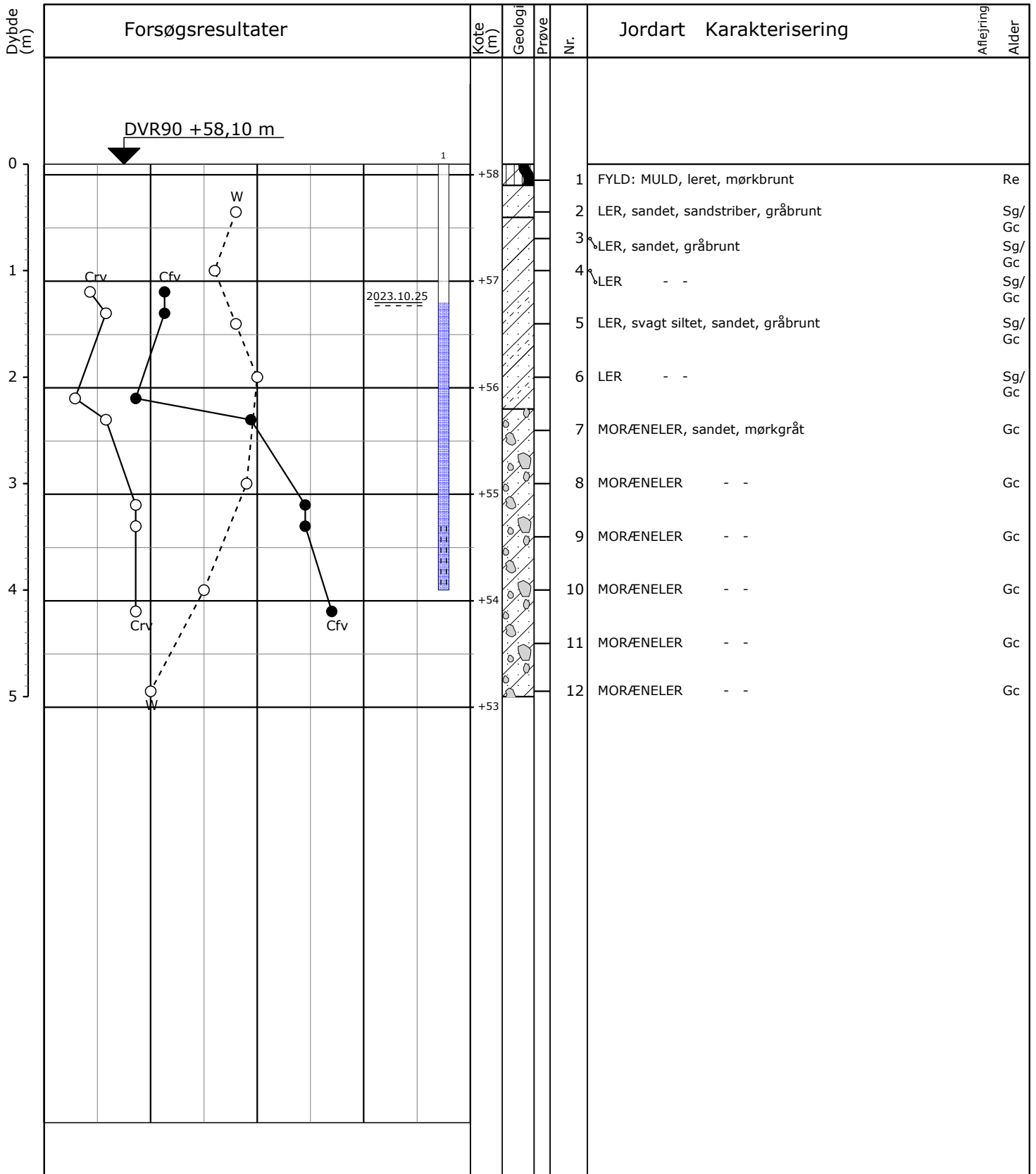


○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

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

Sag: 23-415 Tangsøparken, etape 2, Herning
 Boret af: K. Rytter Dato: 2023.10.25 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B2
 Udarb. af: ATR Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 01-11-2023 08:43:21

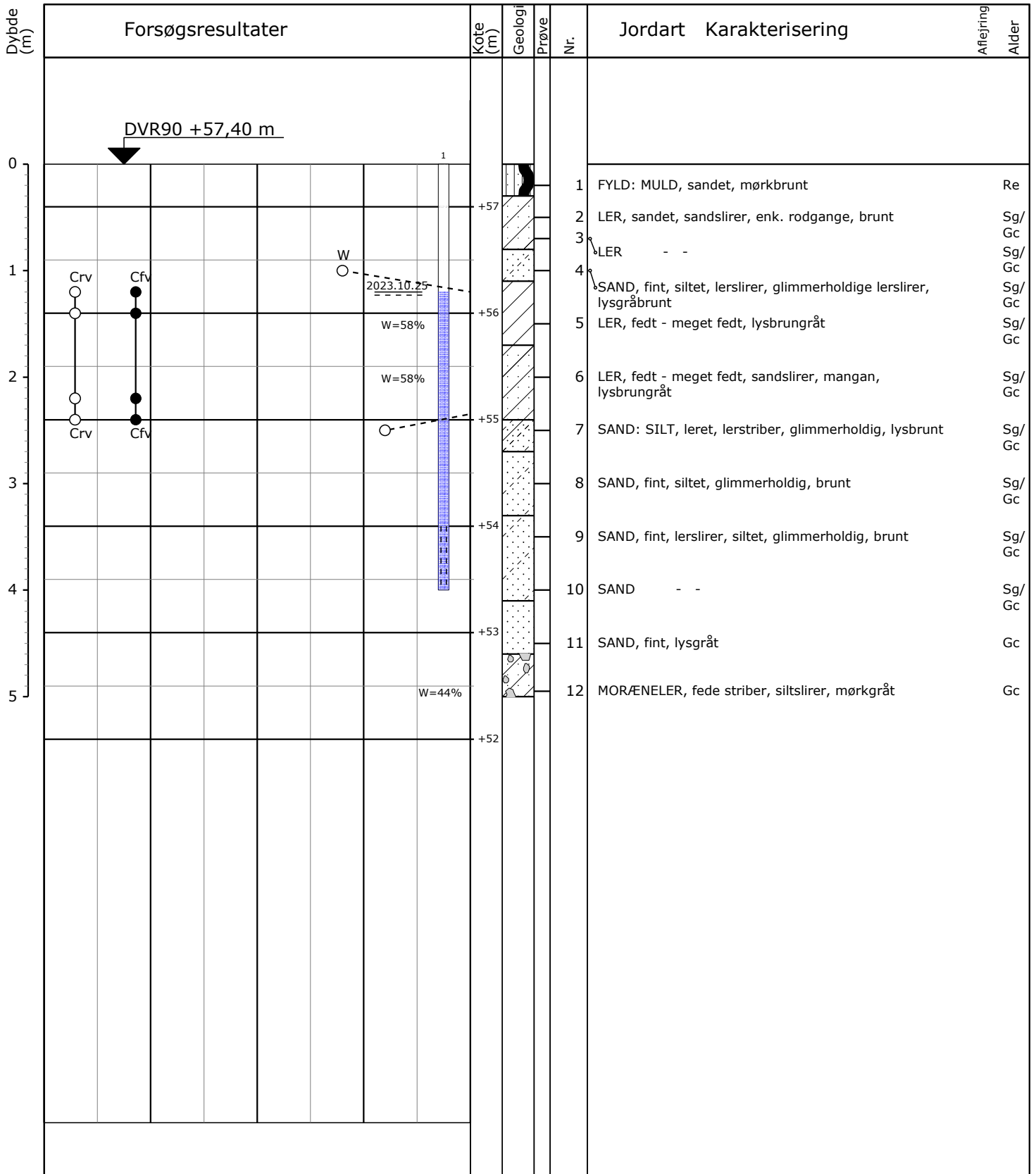


○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

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

Sag: 23-415 Tangsøparken, etape 2, Herning
 Boret af: K. Rytter Dato: 2023.10.25 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B3
 Udarb. af: ATR Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 01-11-2023 08:43:42

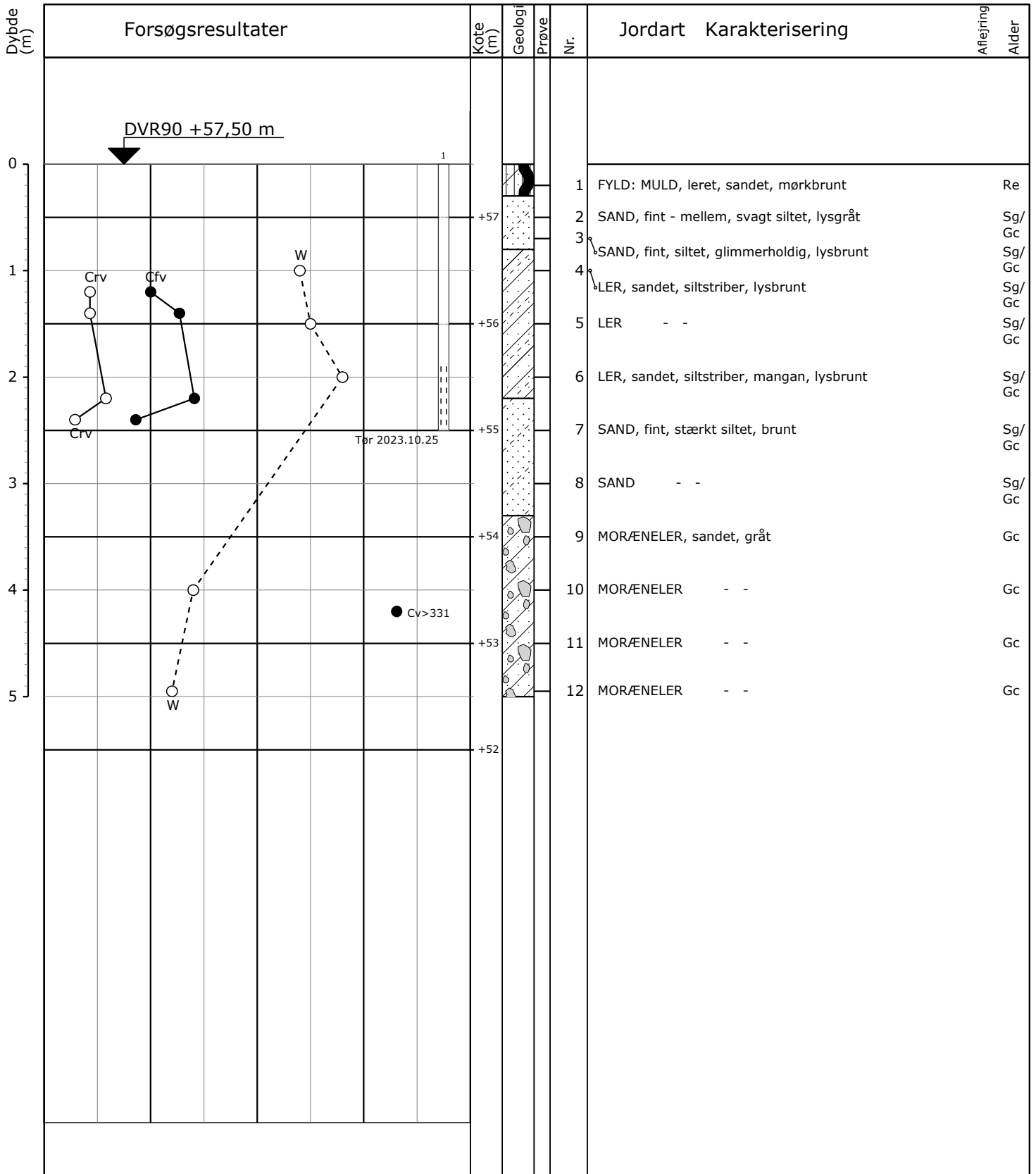


○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

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

Sag: 23-415 Tangsøparken, etape 2, Herning
 Boret af: K. Rytter Dato: 2023.10.25 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B4
 Udarb. af: ATR Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 01-11-2023 08:44:03



DVR90 +57,50 m

Tør 2023.10.25

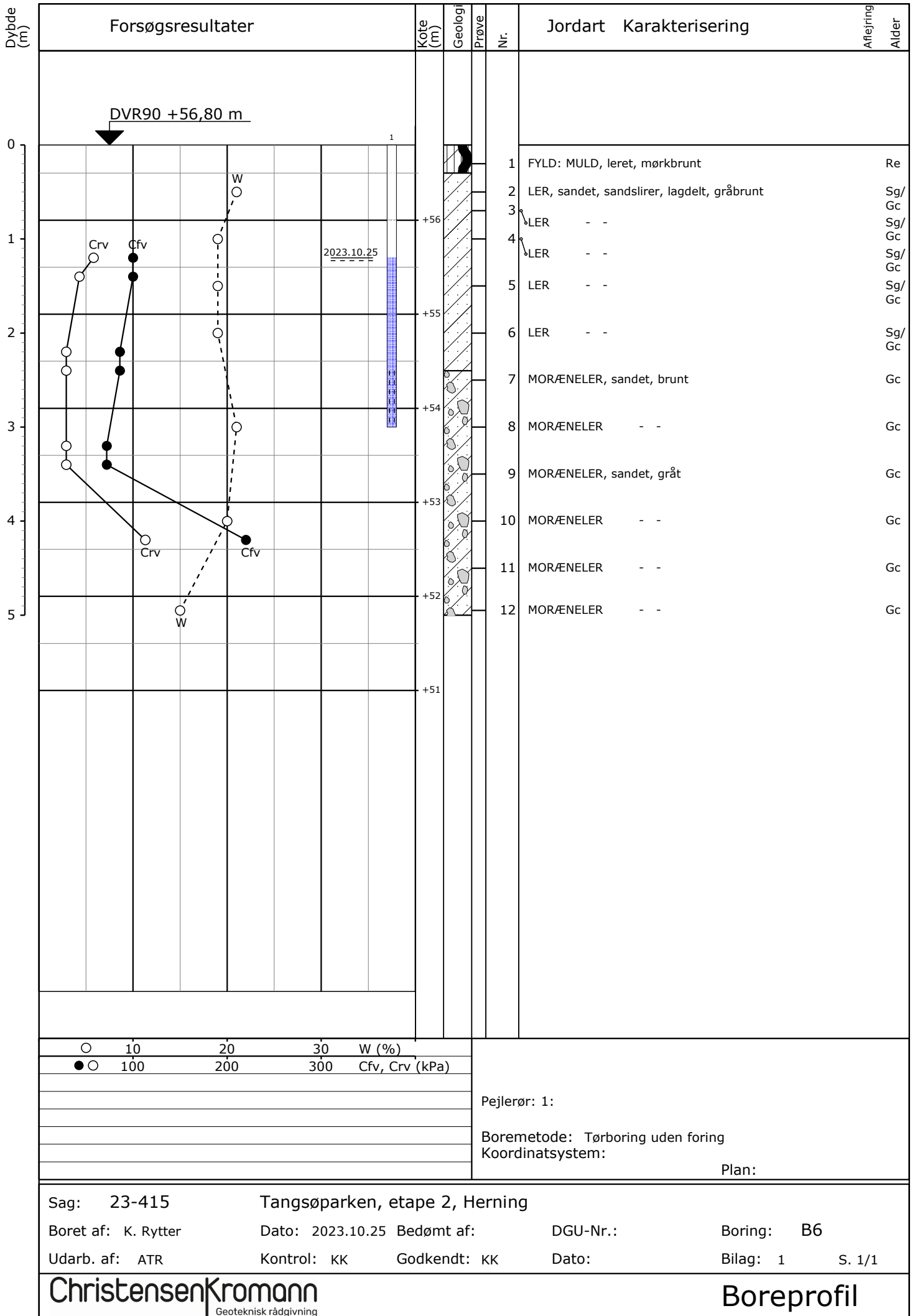
Cv > 331

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

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

Sag: 23-415 Tangsøparken, etape 2, Herning
 Boret af: K. Rytter Dato: 2023.10.25 Bedømt af: DGU-Nr.: Boring: B5
 Udarb. af: ATR Kontrol: KK Godkendt: KK Dato: Bilag: 1 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoGIS DB - PSTGDK - 01-11-2023 08:44:24

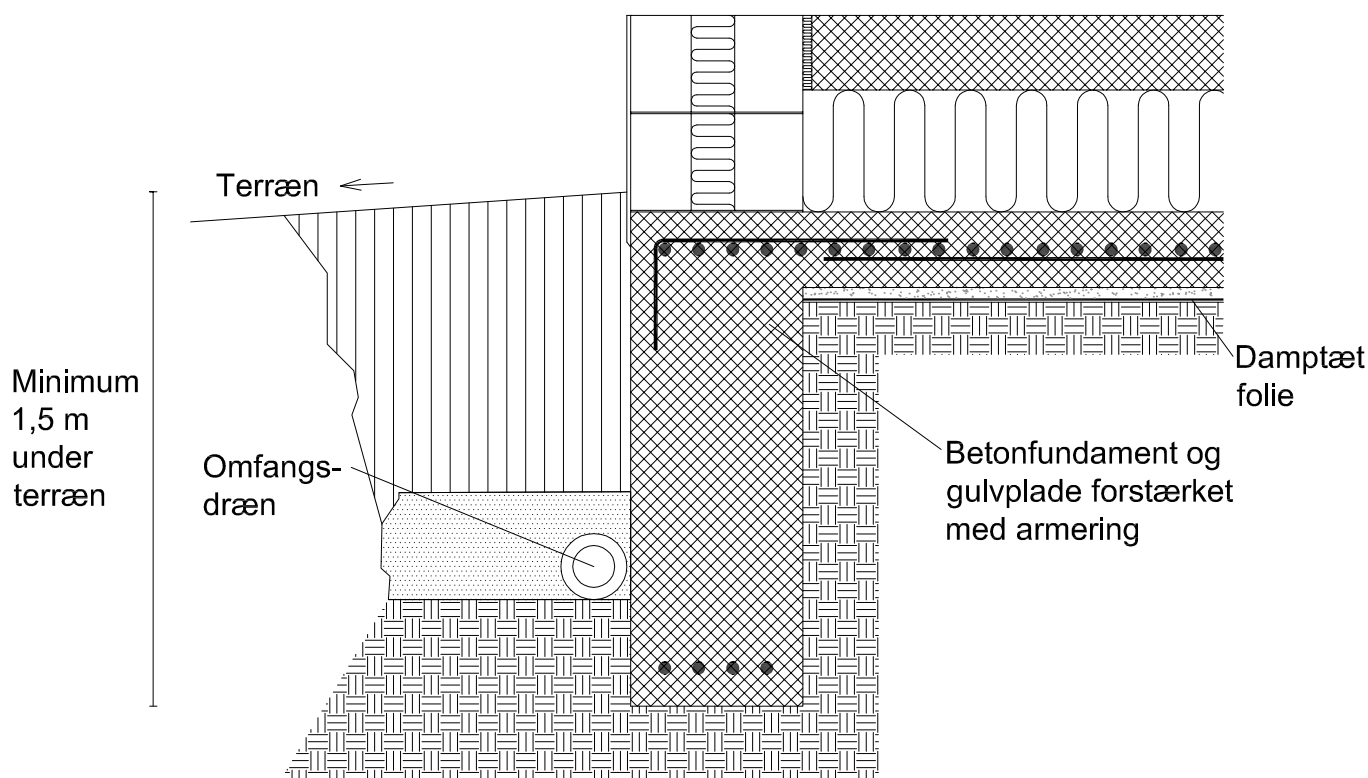




<https://sdfikort.dk>

Principskitse for fundering på meget fedt ler

Skematisk snit



Udførelse

Funderingsprojektet i meget fedt ler kan henføres til geoteknisk kategori 2, jf. EC7 og det nationale annek. s.

Fundamenter under bærende vægge føres til frost-, svind- og svelningsfri dybde, hvilket afhænger af nærliggende løvfældende bevoksning, dog minimum 1,5 m under fremtidigt terræn.

Stribefundamenter skal armeres svarende til 0,2 % af stribefundamenternes tværsnitsareal. Gulvkonstruktionen anbefales ligeledes armeret.

Der skal etableres omfangsdræn i henhold til gældende normer og fremtidigt terræn skal hælde væk fra den projekterede bygning.

Såfremt der i projekteret afrømningsniveau træffes meget fedt ler, skal afrømningsniveauet afdækkes med damptæt folie for at forhindre udtørring af det meget fede ler.

Det anbefales således, at der graves mindst muligt i det meget fede ler, samt at gravearbejdet udføres således, at udblødning og udtørring af det meget fede ler undgås. Ligeledes bør fundamentsudgravningen udstøbes så hurtigt som muligt efter gravearbejdets afslutning.