

GEOTEKNISK UNDERSØGELSE NR. 1

Vesterengen, Etape 3, 6052 Viuf



Dato: 1. februar 2022

DMR-sagsnr.: 2021-3759

Version: 2



Geoteknik

Din rådgiver gør en forskel ...

Vi er landsdækkende. Find nærmeste kontor på www.dmr.dk

Geoteknisk placeringsundersøgelse på Vesterengen, Etape 3, 6052 Viuf.

Rekvirent: Niras
Nupark 45
7500 Holstebro

Afdeling: DMR Geoteknik
Gl. Banevej 23
7470 Karup J

Indholdsfortegnelse

1. Projekt	2
2. Mark- og laboratoriearbejde	2
3. Jordbunds- og vandspejlsforhold	2
4. Funderingsforhold	3
5. Kloakering	4
5.1 Generelt.....	4
5.2 Anlægsforhold.....	5
6. Befæstede arealer.....	5
6.1 Generelt.....	5
6.2 Opfrysningssrisiko.....	5
7. LAR.....	5
8. Genindbygningsegnethed af opgravet jord	5
9. Midlertidig tørholdelse	6
10. Kontrol	6
11. Supplerende undersøgelser	7
12. Jordforurening og jordhåndtering	7
12.1 Jordforurening	7
12.2 Jordhåndtering.....	7
13. Afsluttende bemærkninger	8

Bilag 1. Boreprofiler.

Bilag 2. Situationsskitse – ikke målfast.

Ref. 1. Geoteknisk undersøgelse dateret den 10. januar 2022.

Sagsbehandler



Randi Warncke Nissen
Geotekniker, civilingeniør
25 50 55 49

Kvalitetskontrol



Richard de Churruca
Geotekniker, Civilingeniør
30 96 19 68

1. Projekt

Det aktuelle projekt omfatter boligudstyknings i Viuf.

Det er oplyst at kloakledninger forventes at ligge i ca. 2,5 meters dybde og pumpestation i ca. 5,5 meters dybde.

Yderligere foreligger ikke oplyst.

2. Mark- og laboratoriearbejde

Den 15. december 2021 er der med Ø150 mm sneglebor udført 10 uforede geotekniske borer (1-4, 8, 10, 14, 16, 18 og 20), som er afsluttet 5,0 á 8,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Den 25. januar 2022 er der med Ø150 mm sneglebor udført 2 supplerende uforede geotekniske borer (4A og 22), som er afsluttet 5,0 á 8,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

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

Ovenstående arbejde er udført i henhold til DGF Bulletin 14 "Felthåndbogen", 1999.

Boringerne er afsat på baggrund af det fra rekvirenten fremsendte tegningsmateriale. Boringernes omtrentlige placering fremgår af situationsskitsen i bilag 2.

Boringerne er indmålt og koteret med GPS. Borepunkterne er angivet i kotesystem DVR90 og koordinatsystem UTM/ETRS89.

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

Samtlige prøver er geologisk bedømt og klassificeret i henhold til DGF Bulletin 1 "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse", 2009.

Det naturlige vandindhold er bestemt på udvalgte prøver i henhold til DGF Bulletin 15 "Laboratoriehåndbogen", 2001.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne i bilag 1.

Signaturer og definitioner fremgår af bilag 1.

3. Jordbunds- og vandspejlsforhold

I borerne 1- 4, 4A, 8, 14, 16, 18 og 22 er der øverst truffet fyld og overjord (sand- og lermuld og sand) til 0,3 á 1,1 m u. t., hvorefter der er truffet senglacialt/glacialt sand og ler til 1,8 á 4,5 m u. t. Her er der truffet glacialt ler, sand og moræneler den borede dybde af 5,0 á 8,0 m u. t.

I boring 10 er der øverst truffet fyld (sand) til 0,4 m u. t., hvorefter der er truffet postglacialt sand til 1,2 m u. t. Herunder er der truffet senglacialt/glacialt sand til 3,9, underlejret af glacialt sand til den borede dybde af 5,0 m u. t.

I boring 20 er der øverst truffet fyld (sandmuld og sand) til 1,3 m u. t., hvorefter der er truffet glacialt ler og sand til den borede dybde af 5,0 m u. t.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning den 15. december 2021 og 25. januar 2022, hvor grundvandsspejlet (GVS) blev registreret 0,1 á 2,8 m u. t. Der blev ikke registreret et vandspejl i boring 22 på boredagen.

Der er efterpejlet i alle boringer den 31. januar 2022, hvor vandspejlet blev registreret 0,3 á 4,9 m u. t.

Grundvandsspejlet, der næppe har stabiliseret sig fuldt ud på pejletidspunktet, må påregnes at være afhængigt af årstid og nedbør, ligesom det må forventes, at der kan stabilisere sig et eller flere sekundære vandspejl i eller over de lavpermeable lerlag.

Senest 1 måned efter endt pejlearbejde skal pejleboringerne sløjfes.

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

4. Funderingsforhold

I nedenstående tabel 4.1 er for det aktuelle projekt angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, og det registrerede grundvandsspejl, GVS.

Boring nr.	Terræn Kote DVR90	OSBL		GVS 15.12.21/25.01.22/31.01.22	
		Dybde m u. t.	Kote DVR90	Dybde m u. t.	Kote DVR90
Vej og Kloak					
1	+62,8	0,5	+62,3	-/1,4	-/+61,4
2	+61,5	0,4	+61,1	2,8/0,8	+58,7/+60,7
3	+62,1	0,5	+61,6	-/1,1	-/+61,1
Pumpestation:					
4	+60,0	0,3	+59,7	-	-
4A	+60,3	0,3	+60,0	3,6/1,4	+56,7/+58,9
Bebyggelse:					
8	+63,0	1,1	+61,9	1,1/0,9	+61,9/+62,1
10	+62,3	1,2	+61,1	2,2/0,4	+60,1/+61,9
14	+61,5	0,8	+60,7	0,9/0,3	+60,6/+61,2
16	+61,0	0,6	+60,4	0,1/0,4	+59,9/+60,6
18	+60,8	0,4	+60,4	0,5/0,7	+60,3/+60,1
20	+60,4	1,3	+59,1	-/0,6	-/+59,8
22	+60,6	0,3	+60,3	Tør/4,9	-/+55,7

Tabel 4.1: Overside bæredygtige lag, OSBL, og det registrerede grundvandsspejl, GVS.

Det skal sikres, at der overalt funderes i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn, hvilket er 0,9 meter for opvarmede konstruktioner og 1,2 meter for uopvarmede konstruktioner.

For de trufne aflejringer under OSBL og eventuelt indbygget velkomprimeret sandfyld kan der foreløbigt påregnes følgende målte/skønnede karakteristiske styrke- og deformationsparametre og rumvægte:

	Rumvægt γ_m/γ' kN/m ³	Korttidstilstanden		Langtidstilstanden		Konsolideringsmodul, K/ E _m -modul kN/m ² /Mpa
		$\varphi_{pl,k}$ °	C _{u,k} kN/m ²	$\varphi'_{pl,k}$ °	C' _k kN/m ²	
Senglaciale/glaciale aflejringer						
Ler	19/9	0	70	25	7,0	11.000/10
Sand	18/10	34-36	0	34-36	0	25.000-35.000/25-35
Glaciale aflejringer						
Ler	19/9	0	50-110	25	5,0-11,0	7.000-20.000
Sand	18/10	37	0	37	0	50.000
Moræneler	21/11	0	190	30	19,0	35.000
Tilkørt materiale						
Sandfyld	18/10	37	0	37	0	50.000

Tabel 4.2: Foreløbige målte/skønnede karakteristiske styrke- og deformationsparametre og rumvægte.

Når endeligt projekt foreligger kan nærværende geotekniske placeringsundersøgelse revurderes, og kan herefter, afhængig af projektet, muligvis udgøre en del af en geoteknisk parameterundersøgelse, svarende til geoteknisk kategori 2 i henhold til EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) samt DKNA (Nationalt Anneks til Eurocode 7). Det kan dog ikke udelukkes, at et konkret projekt kræver supplerende geotekniske undersøgelser.

Det er den rådgivende ingeniør, som skal fastlægge projektets konsekvensklasse.

For sædvanligt byggeri indikerer de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold følgende omkring de forventede funderingsforhold:

- Direkte – eventuelt dybt - fundering i frostsikker dybde i/under OSBL.
- Direkte fundering i frostsikker dybde efter udskiftning af samtlige aflejringer over OSBL med velkomprimeret sandfyld.

5. Kloakering

5.1 Generelt

Kloakering kan udføres på traditionel vis i gravede render, eller evt. i gravekasser hvor pladsforholdene ikke tillader frie sider.

Med en lægningsdybde på 2,0 á 4,0 m skal der generelt graves under eller umiddelbart over grundvandsspejlet, hvorfor en midlertidig grundvandssænkning ubetinget er nødvendig for at bevare udgravningssider og -bund intakte, jf. afsnit 9.

Hvor der skal etableres en kloakledning under grundvandsspejlet, skal kloakledningen sikres mod opdrift.

Afstavede udgravninger skal beregnes for jordtryk i overensstemmelse med retningslinierne i EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) samt DKNA (Nationalt Anneks til Eurocode 7). Arbejdet skal i øvrigt udføres i overensstemmelse med retningslinierne i henhold til gældende normer og lægningsvejledningen.

5.2 Anlægsforhold

Udgravninger med frie sider af kortere varighed over vandspejlet kan udføres med følgende anlæg (a):

Dybde under terræn	0-2,5 m	2,5-5,0
Ler	0,7	0,8
Fast ler ($C_v > 80 \text{ kN/m}^2$)	0,6	0,7
Fastlejret sand	0,6	0,7

Tabel 5.1: Skråningsanlæg (a) for korte midlertidige udgravninger.

Hvis toppen af skråningen belastes, med f.eks. opgravet jord eller trafiklast, skal ovennævnte hældning ubetinget reduceres, så farlige skred undgås.

6. Befæstede arealer

6.1 Generelt

Befæstede arealer dimensioneres i henhold til gældende vejregler på baggrund af jordens opfrysningsrisiko og bundmodul samt vejens trafikklasse. Der kan ved dimensionering anvendes de i afsnit 4.1 angivne E-moduler, E_m . Det endelige bund-elasticitetsmodul kan fastsættes ved statiske pladebelastningsforsøg i projekteret udgravningsniveau, hvorefter de endelige opbygninger af befæstelsen kan fastlægges.

Bundopbygningen/befæstelsen udlægges efter afgravning af sætningsgivende aflejringer ned til OSBL iht. tabel 4.1

6.2 Opfrysningsrisiko

De trufne sandaflejringer uden bikomponenter af silt og ler vurderes at være frostsikkert.

De trufne sandede leraflejringer, vurderes at være frosttvivlsomme, mens de trufne fede leraflejringer vurderes at være frostfarligt.

De frosttvivlsomme/frostfarlige materialer må ubetinget ikke genbruges i selve befæstelsen.

7. LAR

Lokaliteten er velegnet til lokal nedsivning af regnvand ved borerne 1 og 2. En foreløbig hydraulisk ledningsevne k , skønnes foreløbig til $5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. Denne anbefales eftervist ved nedsivnings- eller laboratorieforsøg.

Der er truffet sand i flere borer, men her er grundvandsspejlet registreret så højt, så det ikke vil være realistisk med en LAR løsning ved de nuværende terrænkoter.

8. Genindbygningsegnethed af opgravet jord

Det i borerne trufne rene sandfyld og intakte sand kan, såfremt det er uden væsentligt indhold af ler, silt samt tegl og organisk materiale, genindbygges under gunstige forhold. En del af sandet vurderes endvidere at kunne anvendes som bundsikringsgrus eventuelt ved iblanding af grovere materialer.

Sand med et naturligt vandindhold større end det optimale vandindhold opnået ved Standard Proctorforsøg eller vibrationsindstampning (typisk 10-14 %) og sand udgravet under eller

umiddelbart over grundvandsspejlet skal givetvis udtørres forud for indbygning, idet det ellers ikke vil være muligt at udføre en effektiv og tilstrækkelig komprimering.

Afdræning/tørring kan ske ved at henlægge sandet i depot og - afhængig af vejrliget - at afdække depotet med presenning.

Såfremt sandfyldet anvendes som bundsikringsgrus, skal det opfylde de funktionskrav og specifikationer, som er nævnt i Norm for sand-, grus- og stenmaterialer, DS/EN 13285. Dette betyder, at sandfylden skal have et gennemfald på højst 9% på 0,063 mm sigten og en sandækvivalent SE på mindst 30.

9. Midlertidig tørholdelse

Da der skal graves under grundvandsspejlet er en midlertidig grundvandssænkning ubetinget nødvendig for at bevare udgravningssider og -bund intakte, lige som gravearbejde umiddelbart over grundvandsspejlet kan være nødvendig for at bevare udgravningssider og -bund intakte.

Metode til grundvandssænkning er afhængig af gravedybden under grundvandsspejlet samt de trufne aflejringer i eller under udgravningsniveau.

Ved dybe udgravninger under grundvandsspejlet i sand, silt og tørv, samt i sandlag under ler hvor der er risiko for bundbrud, vurderes grundvandssænkningen mest hensigtsmæssigt udført med nedspulede eller nedborede, filterkastede sugespidsen tilsluttet et effektivt vacuumpumpeanlæg. Hvor der udgraves i ler, hvor der ikke er risiko for bundbrud, vurderes det, at tørholdelse kan ske ved simpel lænsepumpning evt. suppleret med gravede drænrender.

Inden udgravningsarbejdet påbegyndes, skal det ubetinget sikres, at grundvandsspejlet overalt 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.

Det anbefales derfor, specielt i forbindelse med grundvandssænkning, at besigtige nærliggende bygninger for registrering af eventuelle bygnings/sætningsskader inden grundvandssænkningen påbegyndes, samt om muligt at klarlægge bygningernes funderingsforhold, så der om nødvendigt kan tages passende forholdsregler.

Opmærksomheden henledes på, at afledning af grundvand i forbindelse med byggearbejder kan kræve myndighedsgodkendelse i henhold til Vandforsyningslovens §26, ligesom myndighederne kan stilles krav til okkerindhold i vandet, herunder dokumentation i form af analyser.

10. Kontrol

Der skal udføres en geoteknisk kontrol i forbindelse med udgravningsarbejderne. Kontrollen skal omfatte alle udgravninger for kloakker og veje. Kontrollen skal sikre, at der foretages en tilstrækkelig udskiftning af ikke-bæredygtige aflejringer, og at de trufne aflejringer er i overensstemmelse med det forudsatte.

Det skal desuden kontrolleres, at tilbagefyldt jord over kloakledninger og under belægninger består af sand eller egnede komprimerbare materialer. Standard Proctor forsøg og/eller Vibrationsforsøg kan med fordel udføres i god tid forud for indbygningen.

Bundsikrings- og stabilgrusets kvalitet skal kontrolleres, så det sikres, at kravene i Norm for sand-

, grus- og stenmaterialer, DS/EN 13285 er overholdt.

Kontrolarbejder foretages som udgangspunkt iht. EN1997-1 (Eurocode 7, del 1), kapitel 4.3. Kontrolarbejdet skal gennemføres af en geoteknisk kyndig person, med erfaring indenfor jordartsbedømmelse.

For befæstede arealet anbefales det at opstille de i tabel 11.1 angivne komprimeringskrav til indbygget stabilt grus og bundsikringsgrus samt råjord under befæstelser, hvor VIB angiver referenceværdien for tørdensitet bestemt ved vibrationsforsøg udført på en prøve af materialet udtaget inden indbygning og SP angiver referenceværdi for tørdensitet bestemt ved Standard Proctor-forsøg på en prøve af materialet udtaget i det indbyggede materiale.

Dybde under færdig belægning	Stabilt grus, bundsikringsgrus og tilkørt sandfyld		Genindbygget råjord (ler)	
	> 2 m	< 2 m	> 2 m	> 2 m
Middelværdi af kontrolforsøg	≥ 92 % VIB	≥ 95 % VIB	≥ 92 % SP	≥ 96 % SP
Mindsteværdi af kontrolforsøg	89 % VIB	92 % VIB	89 % SP	92 % SP

Tabel 10.1: Komprimeringskrav for kontrolmålingerne udført med isotopsonde.

11. Supplerende undersøgelser

Når konkrete byggeprojekter foreligger, kan nærværende geotekniske placeringsundersøgelse revurderes, og kan herefter, afhængig af projektet, muligvis udgøre en geoteknisk parameterundersøgelse. Det kan dog ikke udelukkes, at et konkret projekt kræver supplerende geotekniske undersøgelser.

Funderingsmæssige problemstillinger i forbindelse med byggeriet, skal beskrives nærmere i forbindelse med den geotekniske parameterundersøgelse.

12. Jordforurening og jordhåndtering

12.1 Jordforurening

Under borearbejdet er der ikke observeret lugte eller synsindtryk, der tyder på jordforurening.

De udførte undersøgelser på ejendommen er ikke udført med henblik på opfyldelse af jordforureningslovens §72b ("50 cm-reglen").

12.2 Jordhåndtering

I henhold til arealinfo.dk er grunden ikke kortlagt efter jordforureningsloven og er beliggende udenfor områdeklassificeret areal. Myndighederne stiller derfor som udgangspunkt ikke krav til kemisk analyse af jordprøver og anmeldelse af jordflytning fra grunden. Nogle kommuner kræver dog, at der stadig anmeldes jordflytning, hvis der er tale om større jordmængder.

Der er ved undersøgelsen ikke observeret tegn på byggeaffald eller forurening i de udførte borer. Der gøres dog opmærksom på, at hvis der ved gravearbejderne konstateres jord med indhold af affald eller tegn på forurening, så må jorden ikke bortskaffes som ren jord uden forudgående sortering eller undersøgelse.

Det skal nævnes, at en eventuel jordmodtager kan opstille krav om kemiske analyser eller hæve prisen for modtagelse af jord fra matriklen, hvis der ikke foreligger kemiske analyser.

Indhold af affald observeret i jorden fremgår af boreprofilerne. Der gøres opmærksom på, at evt.

indhold af affald i overskudsjorden skal frasorteres, hvis jorden bortskaffes som ren jord. Frasorteringen kan både foregå under gravearbejdet og ved jordmodtager. Indhold af affald i jorden kan generelt medføre merudgifter til bortskaffelse af overskudsjord.

13. Afsluttende bemærkninger

Der skal jf. EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) 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 DMR Geoteknik selvsagt til rådighed for:

- supplerende undersøgelser, beregninger og vurderinger
- udførelse af kontrolarbejder i forbindelse med gravearbejde for fundamenter og afrømning for gulve og eventuelt sandpude
- udførelse af komprimeringskontrol
- vurdering af fyldjord og kontakt til myndigheder vedrørende bortskaffelse af jord
- videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

Det indkomne prøvemateriale opbevares 2 uger fra dato, hvorefter det bortskaffes, medmindre der forinden foreligger anden aftale.

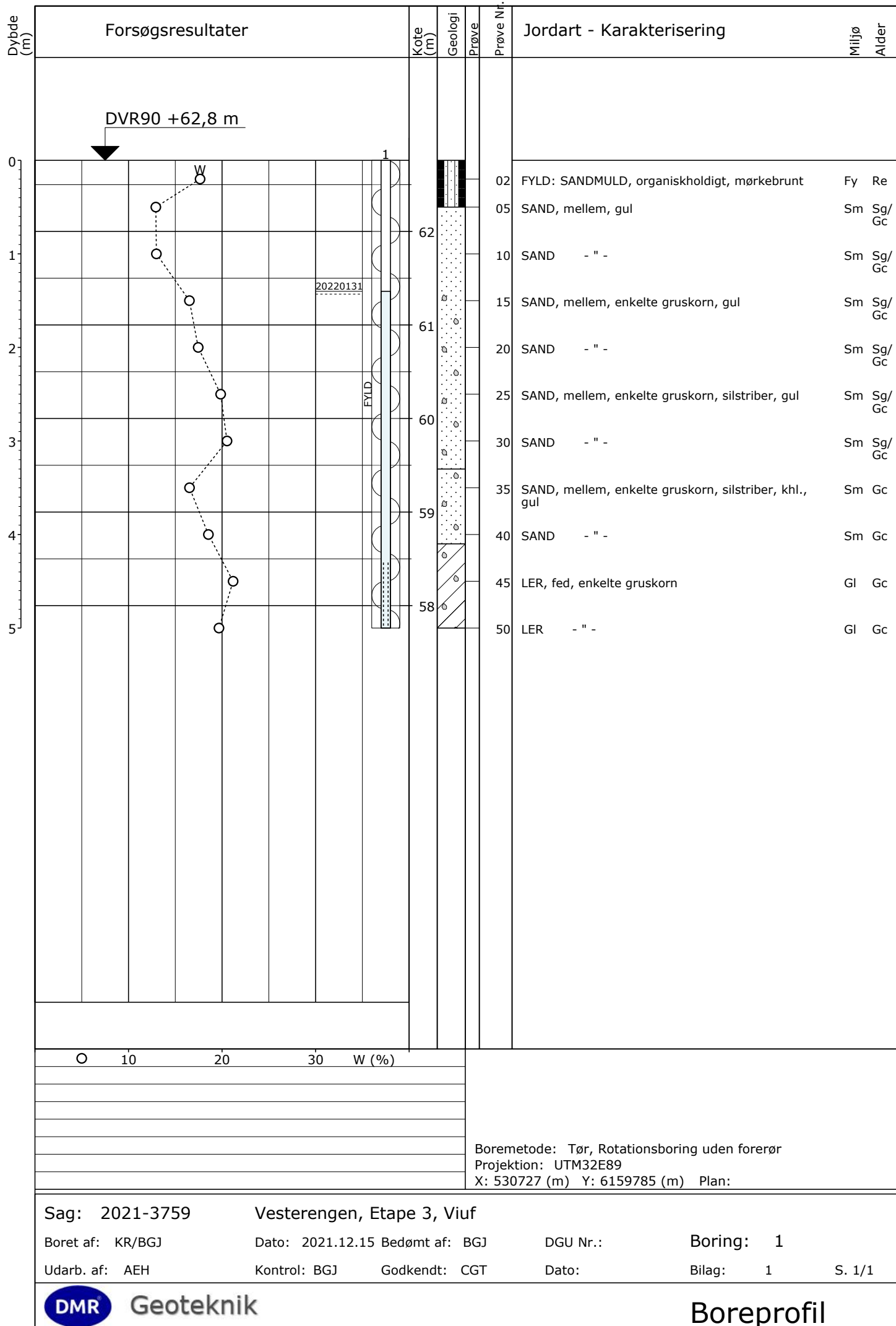
Bilag 1

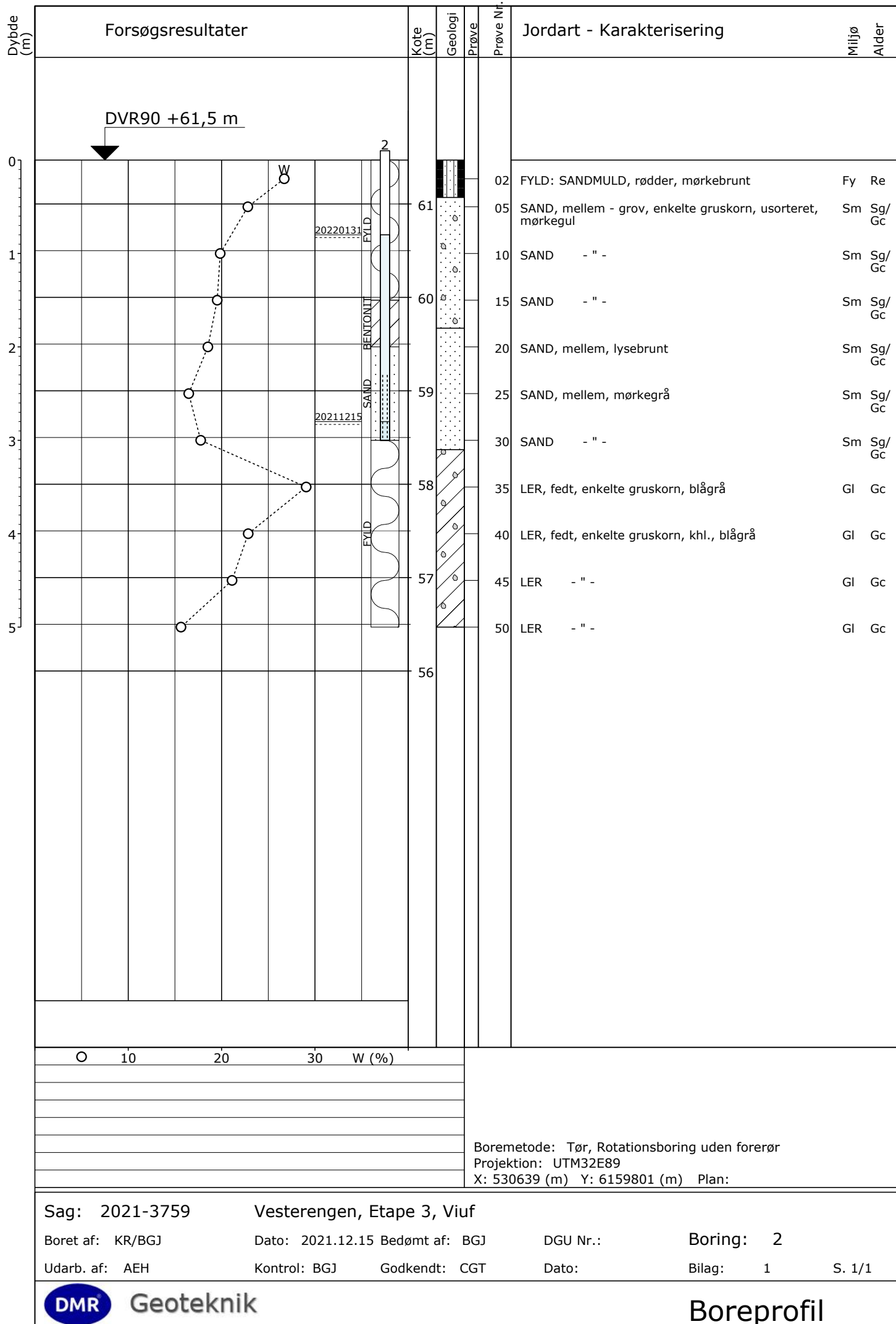
Signaturforklaring

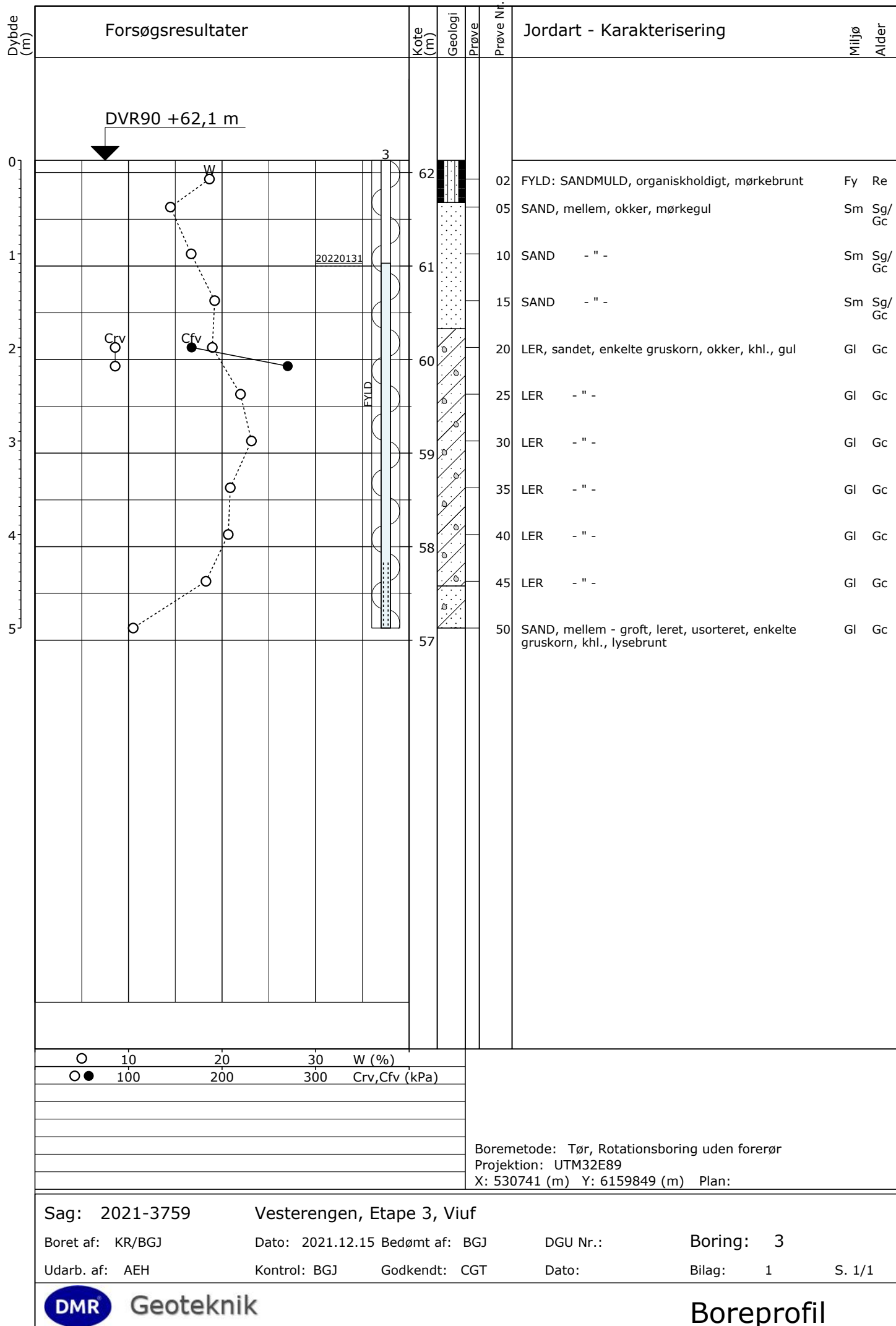
Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil

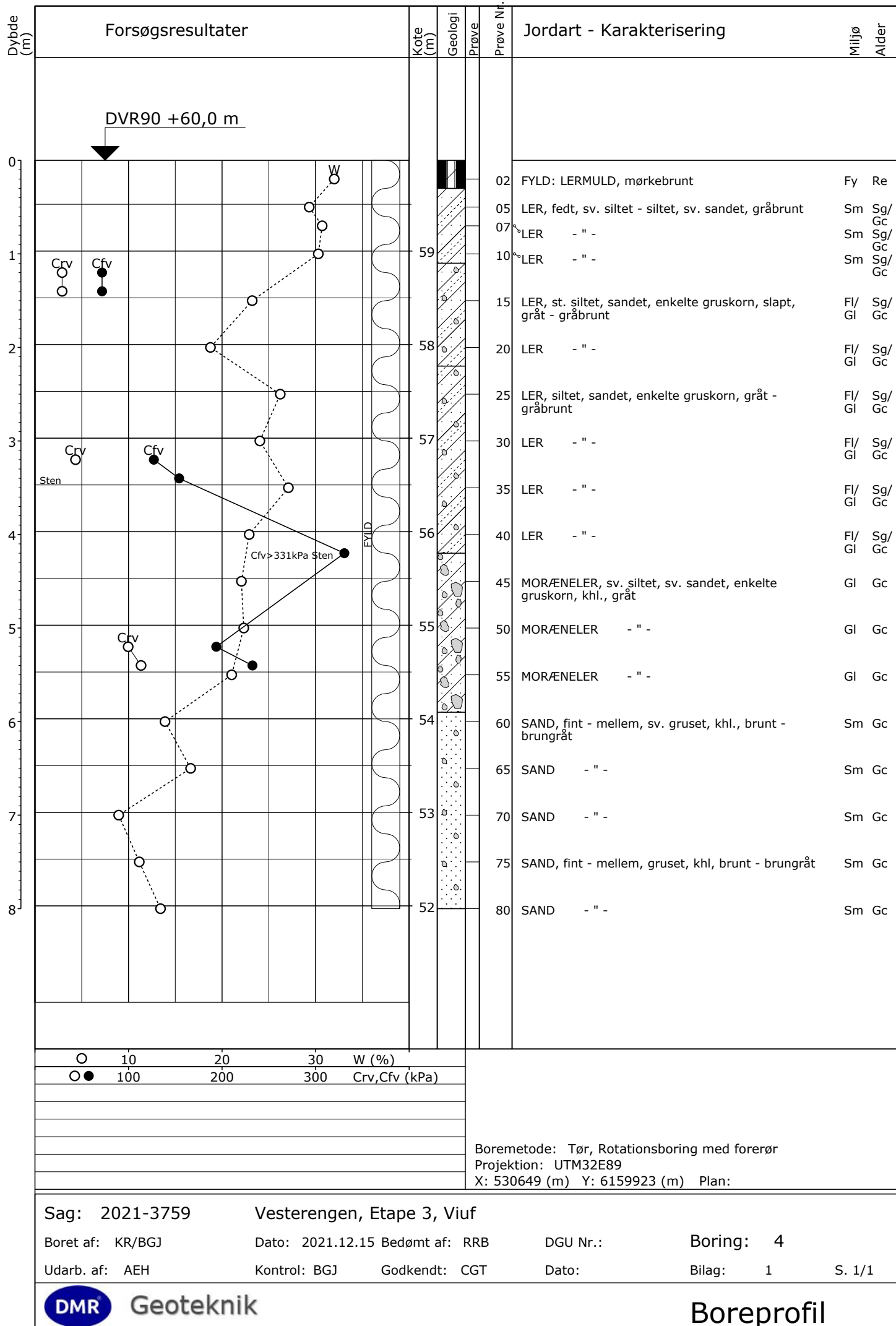
Definitioner

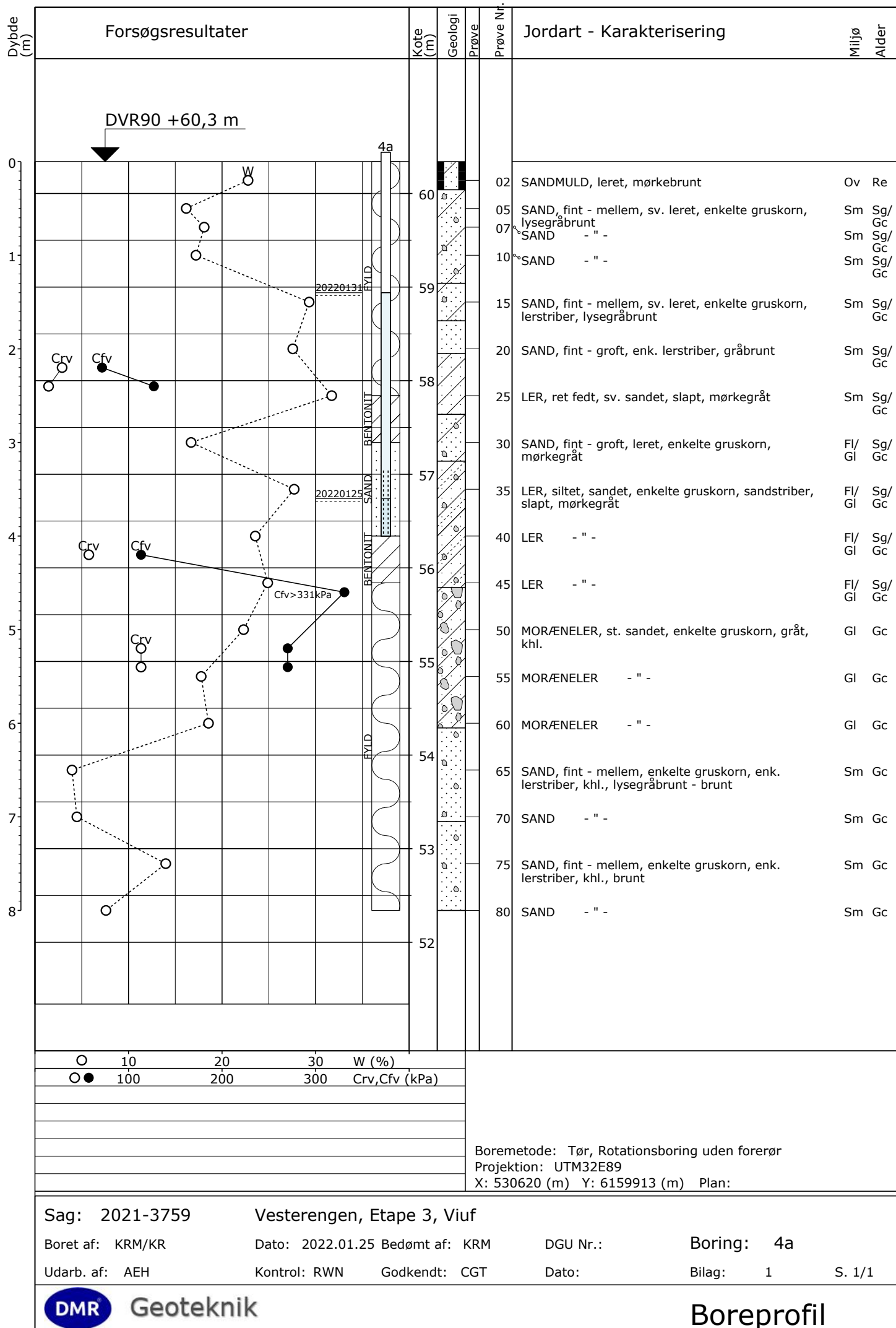
Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse
○	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt
—	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænsen
—	Plasticitetsgrænser	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænsen
—	Plasticitetsindeks	IP	[%]	IP = WL - WP
▽	Rumvægt	γ	[kN/m³]	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
■	Poretal	e		Forhold mellem porevolumen og kornvolumen
+	Glødetab	gl	[%]	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
x	Reduceret Glødetab	glr	[%]	gl - kalkindhold
⊕	Kalkindhold	ka	[%]	
~/(+)/+/++	Kalkprøve	kp		Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt
++/+/(+)/-/-/?/?/+?	Frost			++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser + Opfrysningssproblemer, selv under korte frostperioder (+) Opfrysningssproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysningssfarlig -- Absolut ingen opfrysningssfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes ~?/? Frostfaren er vanskelig at bedømme
H1,H2,H3,H4,H5	Hærdningsgrader			H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet
●	Gradering	cfv	[kN/m²]	U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet
○	Vingestykke, intakt	crv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
	Vingestykke, omrørt			Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
				vr. Vingeforsøg afvist
—	Sonderingsmodstand			st. Forsøg påvirket af sten
▼	- Let rammesonde - SPT-sonde, lukket/åben	RLSD SPT		

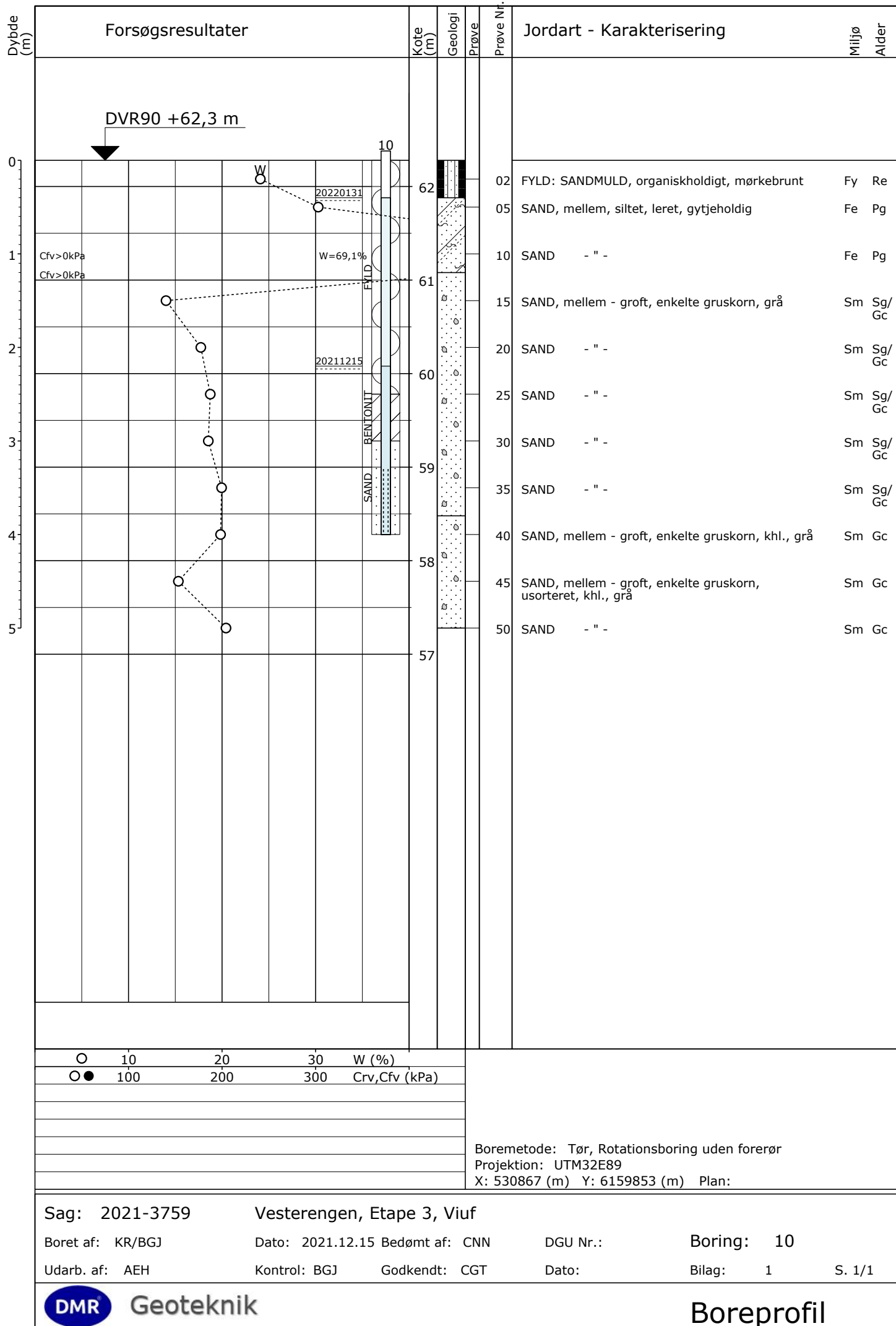


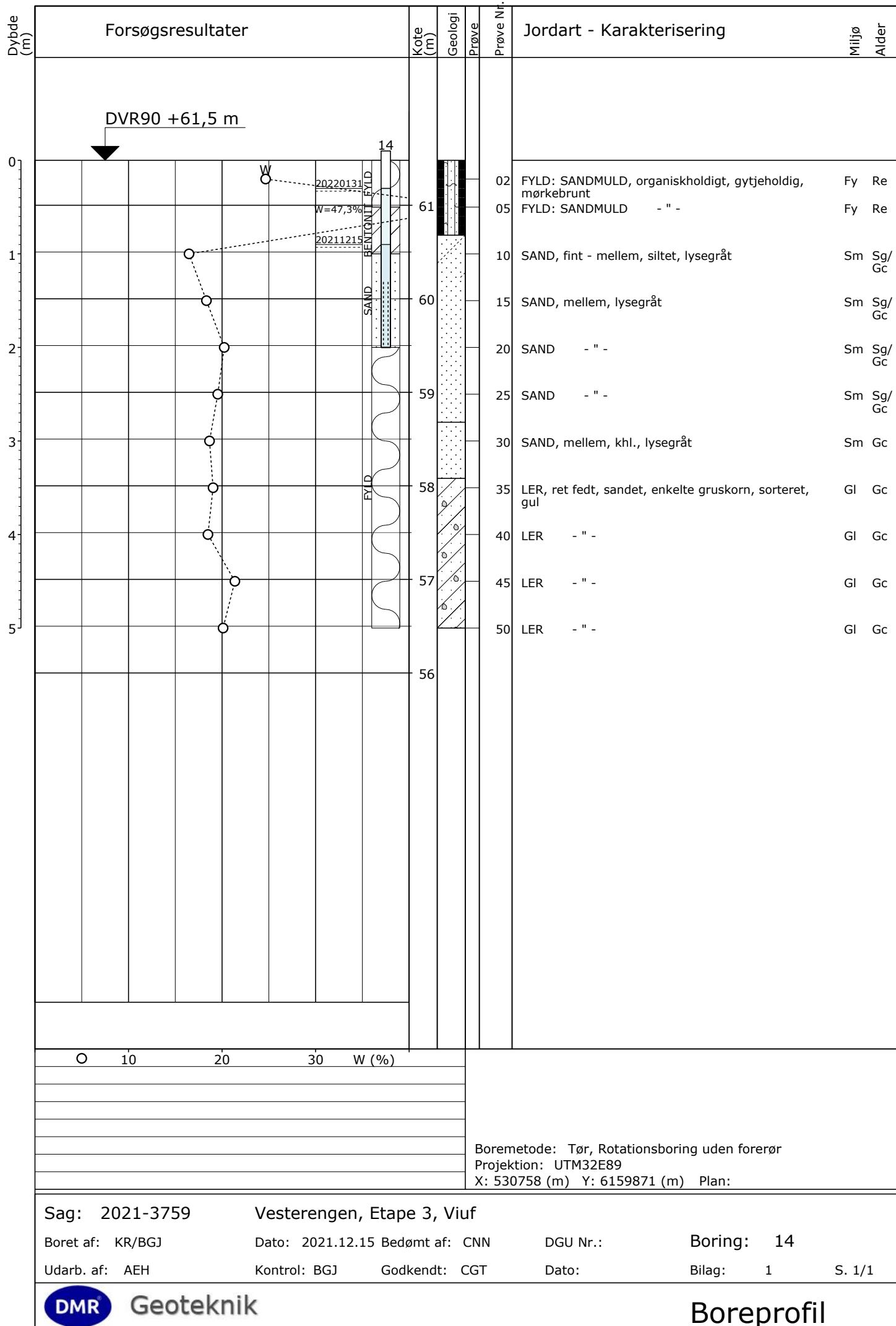


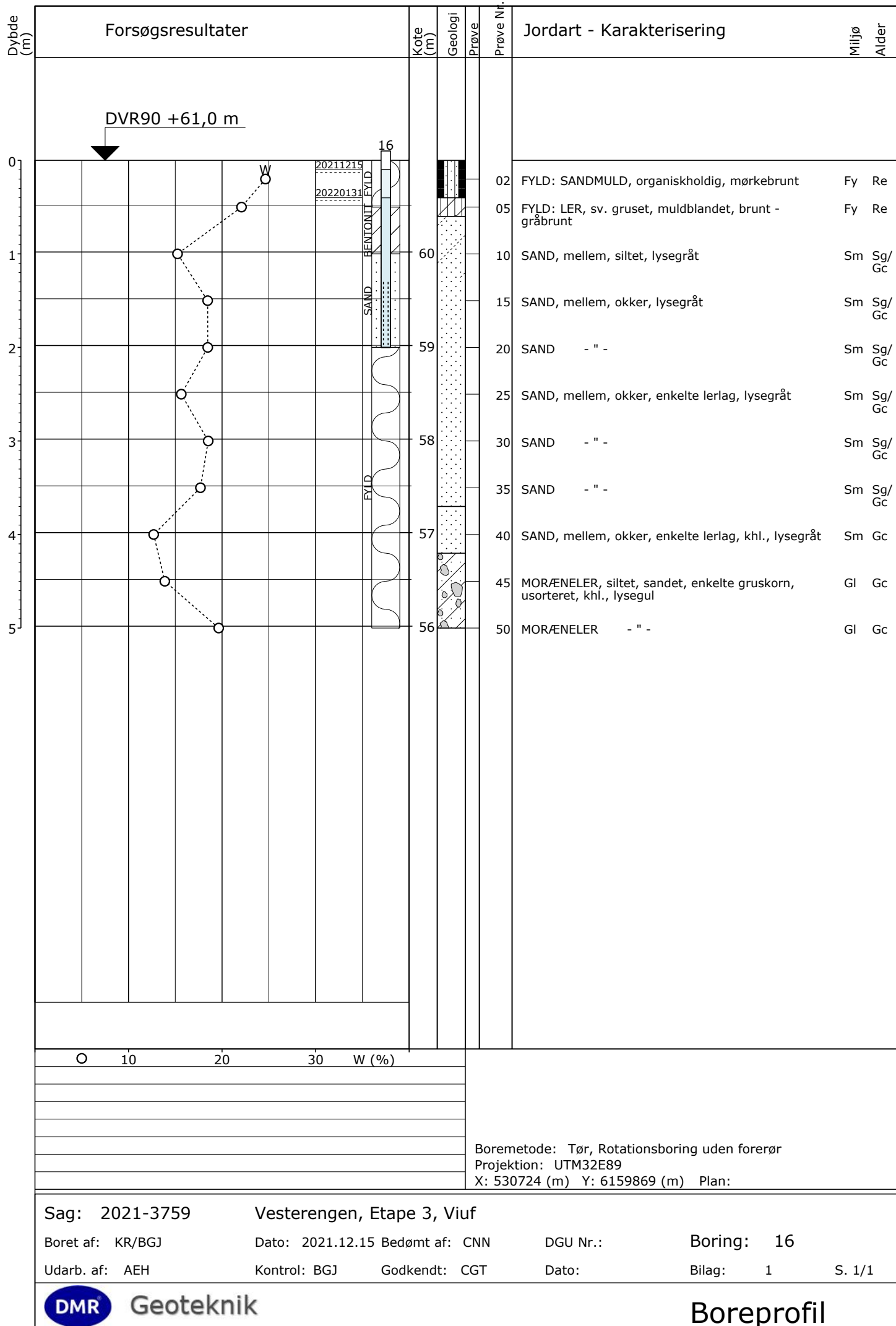


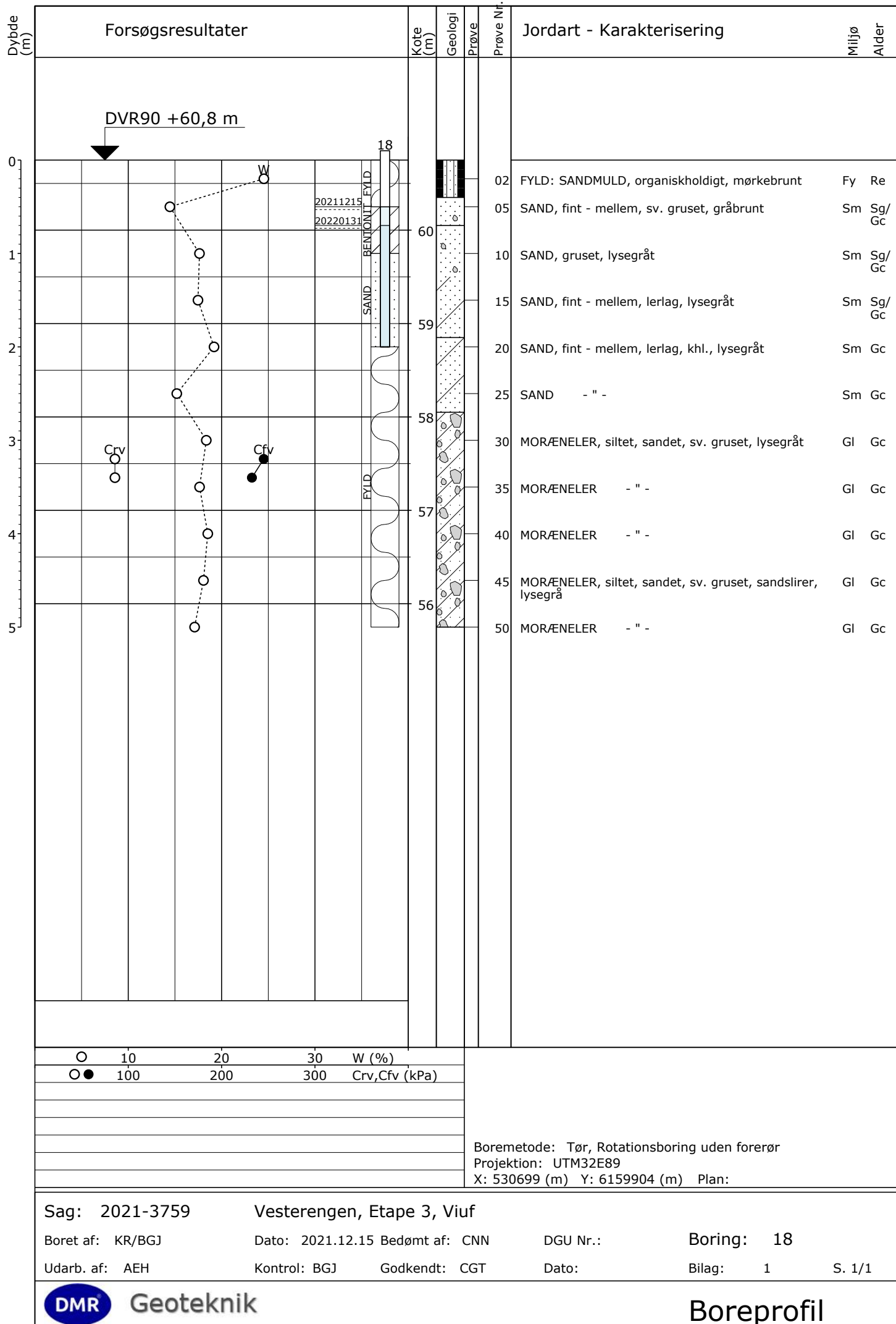


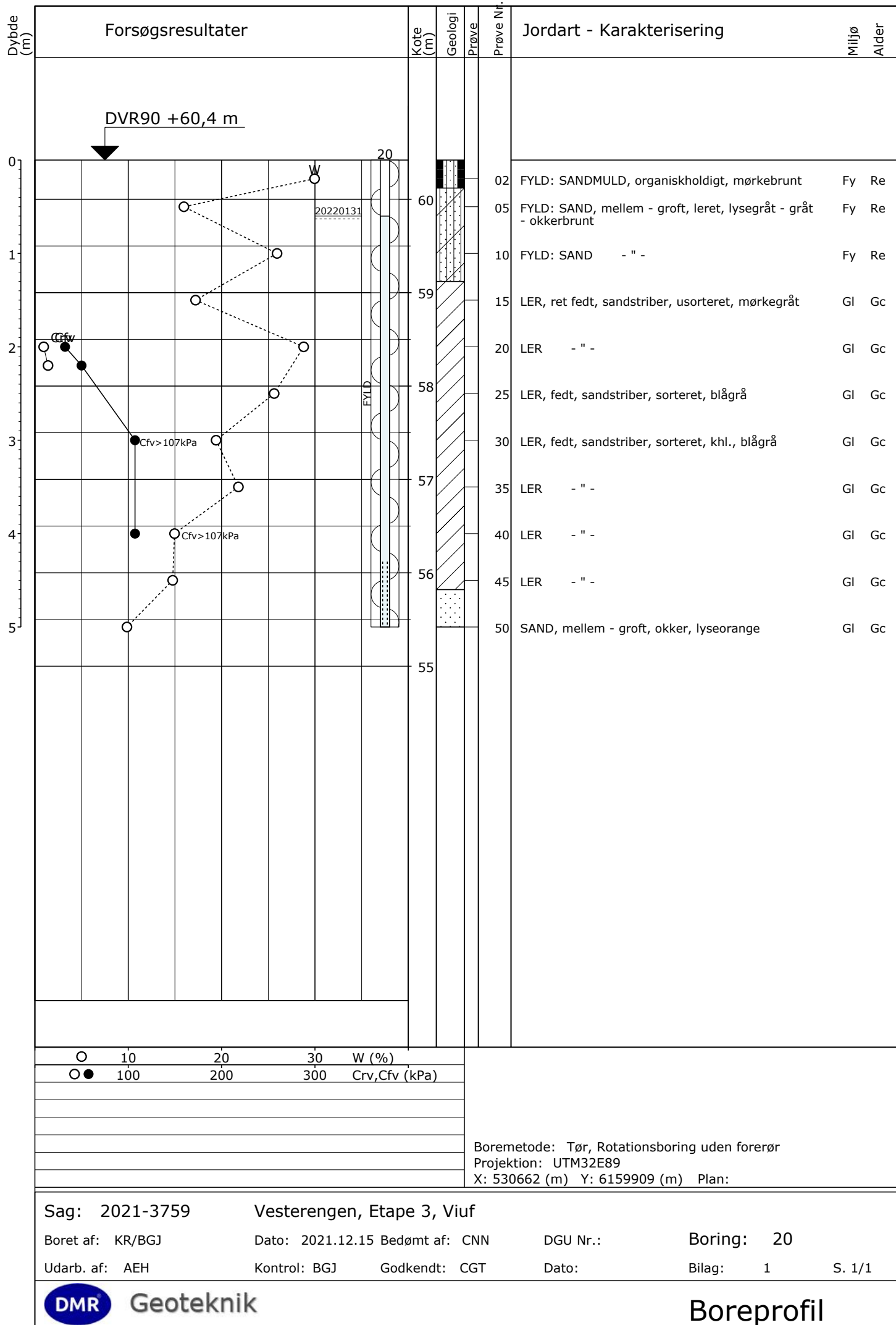


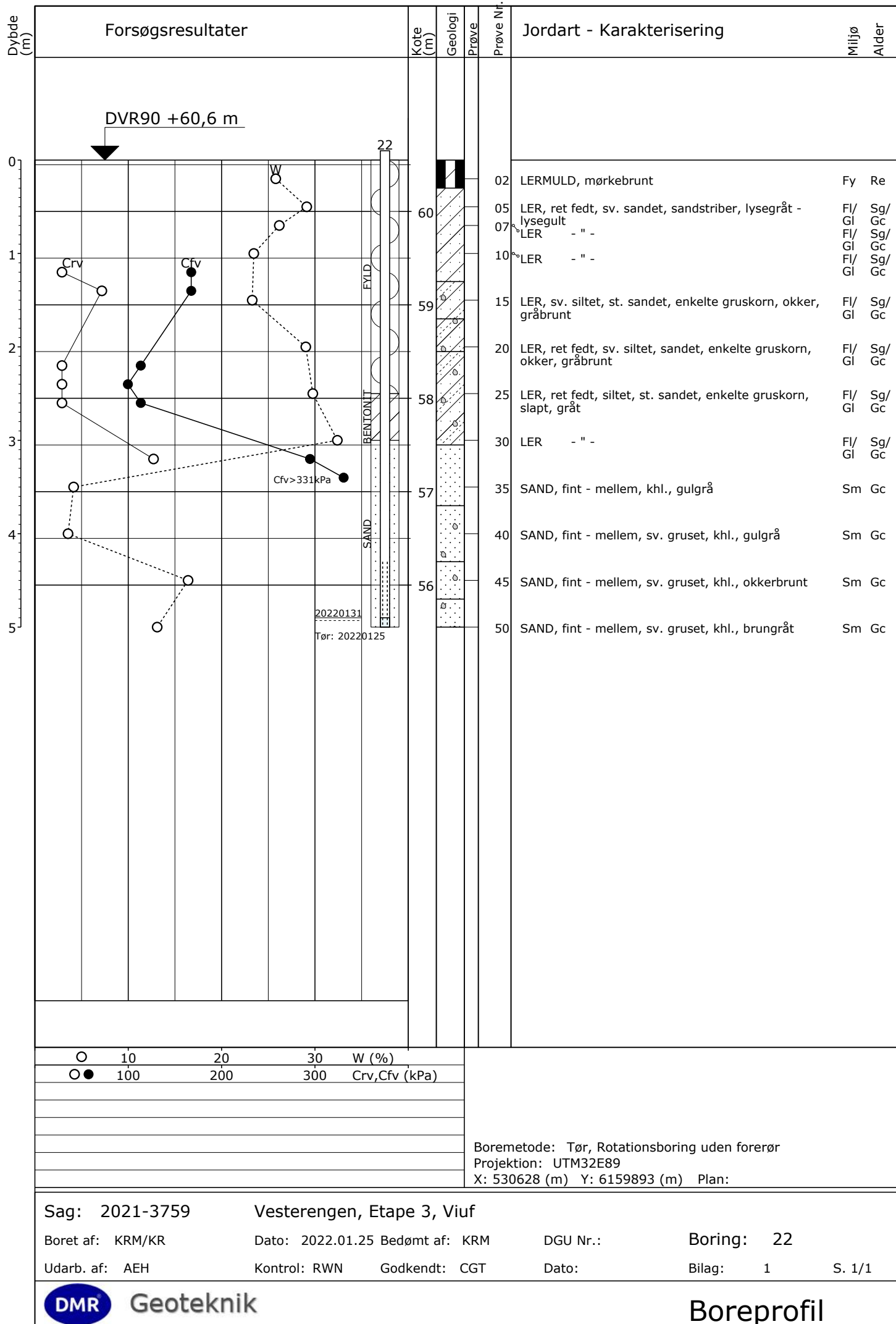












Bilag 2



Bilag 2