



Faaborg-Midtfyn Kommune
Att.: Trine Hedegård Jensen
By, Land og Kultur
Mellemgade 15
5600 Faaborg

Odense
26. april
2019

Ekspert i
geoteknik og
fundering

Årslev. Møllegårdsvænget Ny bydel Orienterende geoteknisk undersøgelse Rapport nr. 2

Oplæg. I forbindelse med byggemodning og opførelse af lettere byggeri er GeoDania rekvireret til at udføre en orienterende geoteknisk undersøgelse på et areal ved Møllegårdsvænget.

Nærværende undersøgelse omfatter også boringer udført og rapporteret i 2017. Dvs. denne rapport nr. 2 kan erstatte rapport nr. 1 fra 2017.

Undersøgelser. Vi har den 24. oktober 2017 og efterfølgende den 2. og 9. april 2019 udført de på situationsplanen på bilag 1 viste boringer nr. 1-23 til 5,0 meter under terræn. I alle boringer er der installeret pejlerør.

Det opborede prøvemateriale er geologisk bedømt i henhold til retningslinierne i DGF-Bulletin 1 "Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse". På udvalgte prøver er bestemt vandindhold, w. Resultatet af borearbejdet er optegnet på boreprofilerne på bilag nr. 2-24.

Terrænkoter ved borepunkterne er indmålt i kotesystem DVR90.

Jordbund. Undersøgelsesboringerne viser, at der under 0,2 à 1,2 meter muld og i boring nr. 2 desuden postglaciale aflejringer af tørv findes intakte sen-glaciale eller ældre ler- og sandaflejringer.

Grundvand. Ved pejling den 30. oktober 2017 svarende til 6 dage efter borearbejdets afslutning i de i boringerne nr. 1-12 monterede pejlerør blev der registreret vandspejl i 0,1 á 2,5 meters dybde.

GeoDania ApS
Stenløse Bygade 19
5260 Odense S

Tlf. : 66 15 56 57
Mobil: 31 35 56 57

Email:
christensen@geodania.dk

Internet:
www.geodania.dk

CVR-nr. 27076122

Danske Bank:
regnr. kontonr.
3409 1890700

Giro: 1890700

Ved pejling den 10. april 2019 svarende til én dag efter borearbejdets afslutning i de i borerne nr. 13-23 monterede pejlerør blev der registreret vandspejl i 0,0 á 3,2 meters dybde.

Der er tale om sekundære vandspejl, som varierer med årstiden og nedbørmængden. De pejlede grundvandspejlsniveauer er vist på boreprofilerne og anført i skemaet på situationsplanen.

Bæredygtige jordlag. De intakte senglaciale eller ældre ler- og sandaflejringer er et bæredygtigt funderingsunderlag for almindeligt byggeri, veje og afløbsledninger, hvilket er angivet på boreprofilerne og på situationsplanen med benævnelsen OSBL (overside af bæredygtige lag).

Funderingsforhold. Almindeligt byggeri forventes at kunne funderes på traditionelle stribefundamenter i eller under OSBL. Hvor OSBL ligger dybere end 0,9 meter under et fremtidigt reguleret terrænniveau omkring bygningerne anbefales dog udført sandpudedefundering efter retningslinierne på bilag B "Sandpudedefundering, generelt".

Ydervægsgfundamenter skal funderes mindst i frostsikker dybde svarende til 0,9 meter under terræn. Frostsikker dybde for fundamenter under fritstående konstruktioner som eksempelvis læmure og søjler er 1,2 meter under terræn.

Gulve kan udføres som normal terrændækskonstruktion på komprimeret sandfyld/sandpude indbygget efter afrømning af sætningsgivende jordlag til OSBL.

Dimensionering. Ved direkte fundering på de intakte leraflejringer kan bæreevnen eftervises for karakteristiske, udrænedede forskydningsstyrker på $c_u \sim c_v = 30-100 \text{ kN/m}^2$. Forskydningsstyrker svarer til vingestykker, som kan aflæses på boreprofilerne.

Ved direkte fundering på de intakte sandaflejringer eller sandpude kan bæreevnen eftervises for en karakteristisk friktionsvinkel $\phi_{pl} \sim 37^\circ$ og rumvægt $\gamma/\gamma' \sim 18/10 \text{ kN/m}^3$, idet der også undersøges for gennemlokning af evt. underliggende bløde lerlag.

Endelig fastlæggelse af dimensionsgrundlag for fundamenter skal dog ske på baggrund af supplerende undersøgelser, der forventeligt vil vise, at der på hovedparten af arealet kan anvendes normale fundamentsdimensioner for lettere byggeri.

Armering og beplantning. For at imødegå risikoen for udtørringsskader ved fundering på eller over ret fedt moræneler (ved boring nr. 18-23) anbefales

ilagt revnefordelende armering i fundamentene. Vi anbefaler en armeringsprocent svarende til minimumsarmering, hvilket er ca. 0,25 % af betontværsnittet - typisk 6 stk. $\varnothing 12$ mm armeringsjern ved normale fundamentsdimensioner. Armeringen fordeles ligeligt forned og foroven i fundamentet.

Bepantninger skal fældes, inden deres højde bliver halvanden gang så stor som afstanden til bygningerne.

Dræning. Jordbund af ler er generelt ikke selvdrænende, hvorfor der henvises til drænnormen, DS 436, vedrørende nødvendige drænforanstaltninger.

Veje og pladser. Dimensionering af befæstelser kan f.eks. udføres efter retningslinierne i Vejdirektoratets Vejregel af 2017, "Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger", idet leraflejringerne umiddelbart under OSBL kan klassificeres som "frostvivlsom underbund" (tidligere benævnt normal underbund i Katalog) med et E-modul på i størrelsesordenen ca. 10-15 MPa.

Sandaflejringerne (fint-groft) umiddelbart under OSBL (boring nr. 2-4, 6-9, 13, 17 og 18) kan klassificeres som "frostsikker underbund" (tidligere benævnt god underbund i Katalog) med et E-modul på i størrelsesordenen ca. 60 MPa.

Aflejringer af siltet sand (boring nr. 1, 5 og 15) og aflejringer af siltet ler (boring nr. 1 og 16) kan klassificeres som "frostfarlig underbund" (tidligere benævnt ringe underbund i Katalog) med et E-modul på i størrelsesordenen ca. 5-10 MPa.

Efterlades muld under befæstelserne anbefaler vi planum komprimeret og accept af sætninger, som bliver større end normalt, især hvis der også efterlades blødbund, som er registreret i boring nr. 2. Ved opbygning af befæstelserne på lag af muld anbefaler vi disse jordlag klassificeret som "frostfarlig underbund" og forudsat E-modul på i størrelsesordenen 2-5 MPa.

Dimensionering efter retningslinierne i Vejdirektoratets Vejregel giver nødvendig sikring af hensyn til frost og trafiklast forudsat, at der tørholdes ved dræning.

Ledningsanlæg. Gældende krav, f.eks. i DS 430 og DS 437 til lægning af ledninger i jord, skal overholdes.

Midlertidige udgravninger af kort varighed til ca. 2 meters dybde kan erfaringsmæssigt udføres med anlæg $a \geq 0,7$ á $0,8$ forudsat ubelastet skråningstop, og at grundvandsspejlet er sikret under udgravningsniveau. Ved udgravning i

områder med blødbund må der anvendes et noget fladere skråningsanlæg, f.eks. $\alpha \sim 1,5$.

Indbygning af råjord under veje og i ledningsgrave. Råjords egnethed til indbygning afhænger bl.a. af jordens naturlige vandindhold.

Muld og tørv samt smeltevandsler og -silt er ikke egnet til indbygning.

De intakte leraflejringer under OSBL vurderes generelt at have et naturligt vandindhold, som ligger i grænseområdet for, at det er muligt at indbygge leret, så normale komprimeringskrav er tilgodeset. Dette forhold kan vurderes nærmere ved udførelse af Standard Proctorforsøg på leret for bestemmelse af det optimale vandindhold. Den øvre zone af lerjorden (til ca. 1-2 meters dybde) kan formentligt ikke indbygges til normale komprimeringsgrader.

Sandaflejringerne vurderes at være indbygningsegne.

Nedsivning. De aktuelle øvre jordlag over OSBL er ikke egnede til nedsivning af regnvand.

Til brug for vurdering af nedsivningsforholdene kan der for de registrerede intakte aflejringer under OSBL forudsættes følgende erfaringsmæssige permeabilitetskoefficienter:

Jordart:	Permeabilitetskoefficient, k (m/sek.):
MORÆNELER, ret fedt, sandet	5×10^{-8} á 10^{-9}
MORÆNELER, sandet og LER, siltet	10^{-6} á 5×10^{-8}
SAND, fint, siltet	10^{-5} á 5×10^{-5}
SAND, fint-mellem	5×10^{-5} á 5×10^{-4}
SAND, fint-groft	5×10^{-4} á 10^{-3}

Supplerende grundvandspejlinger i de i borerne monterede pejlerør bør også indgå i vurdering af nedsivningsforholdene. Endvidere giver nedsivningstest en mere præcis vurdering af permeabilitetsforholdene. I den forbindelse skal det dog bemærkes, at grundvandet står relativt højt på arealet.

Udførelse. Udgravninger til ca. 1 meters dybde forventes generelt at kunne udføres uden væsentlige grundvandsgener og at kunne tørholdes ved simpel lænsning fra pumpepumpe.

Ved udgravning ved boring nr. 2 og ved udgravning til større dybde end angivet ovenfor bliver det ved flere af borestederne nødvendigt at anvende sugespids og pumpepumpe, hvis der skal graves under grundvandsspejlet.

Vi anbefaler dog, at der pejles i de i borerne monterede pejlerør forud for planlægning af udgravningsarbejder for endelig vurdering af behovet for tørholdelse.

Færdsel på afrømningsplanum af ler skal undgås pga. risiko for opblødning og sporkøring.

Supplerende undersøgelser for byggeri. Vi anbefaler udført supplerende borer på de fremtidige byggegrunde for en mere præcis fastlæggelse af funderings- og bæreevneforholdene for kommende byggeri og gennemførelse af byggeprojekterne i geoteknisk kategori 2 i henhold til Eurocode 7 og Nationalt Anneks.

Bilag	1	Situationsplan
	2-24	Boreprofiler
	A	Signaturforklaringer
	B	Sandpudefundering, generelt

GeoDania
Jan Christensen
civilingeniør



Signatur:

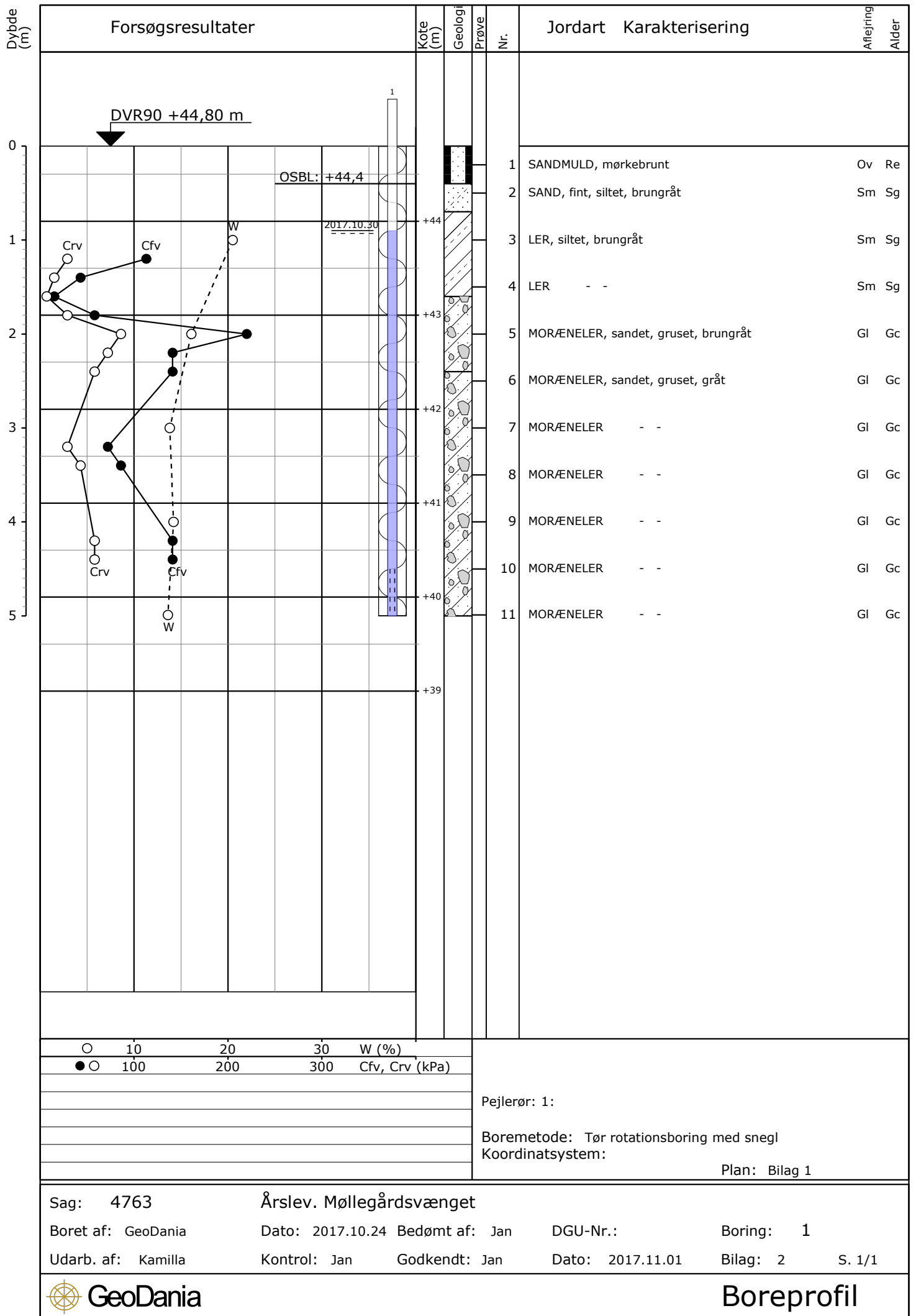


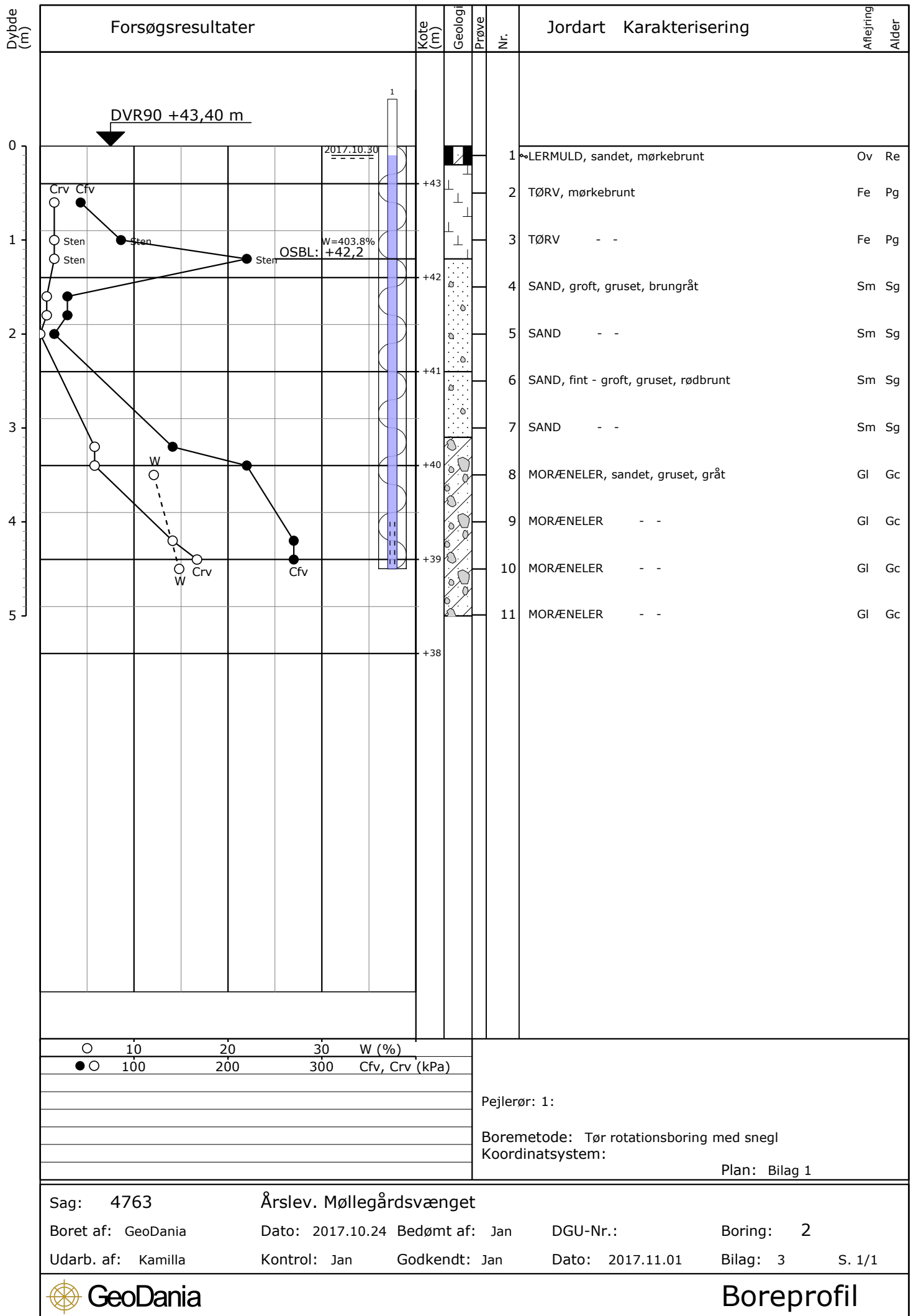
Geoteknisk boring

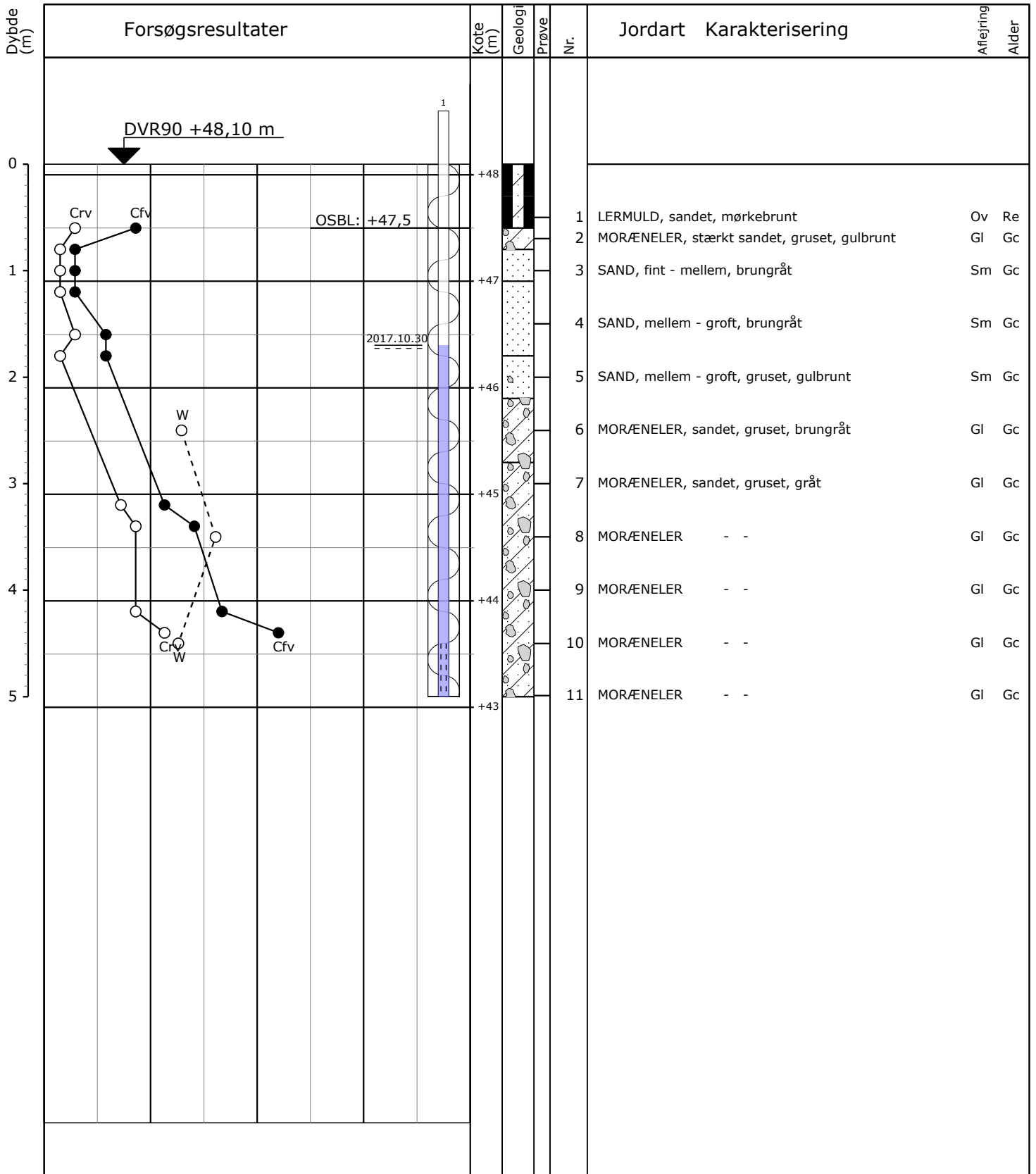
Resultatoversigt:

Boring nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Terrænkote	44,8	43,4	50,5	48,1	52,3	44,1	44,1	47,5	49,5	48,8	50,2	49,6
Kote til OSBL	44,4	42,2	50,2	47,5	52,0	43,5	43,5	47,1	49,1	48,2	49,8	49,4
Dybde i m til OSBL	0,4	1,2	0,3	0,6	0,3	0,6	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,2
Grundvandspejlinger den 30. oktober 2017.	0,9	0,1	1,5	1,7	1,0	1,5	1,2	1,7	2,5	1,5	0,8	0,8
Dybde i m under terræn												
Boring nr.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Terrænkote	45,6	44,5	45,4	47,3	48,0	50,2	51,7	53,5	50,6	50,7	49,7	
Kote til OSBL	45,0	43,7	45,0	46,4	47,6	49,3	51,0	53,3	50,1	50,4	49,1	
Dybde i m til OSBL	0,6	0,8	0,4	0,9	0,4	0,9	0,7	0,2	0,5	0,3	0,6	
Grundvandspejlinger den 10. april 2019.	1,7	0,8	1,4	3,2	2,0	0,8	1,2	1,6	1,2	1,1	0,0	
Dybde i m under terræn												

OSBL: Overside af bæredygtige lag, jf. rapport





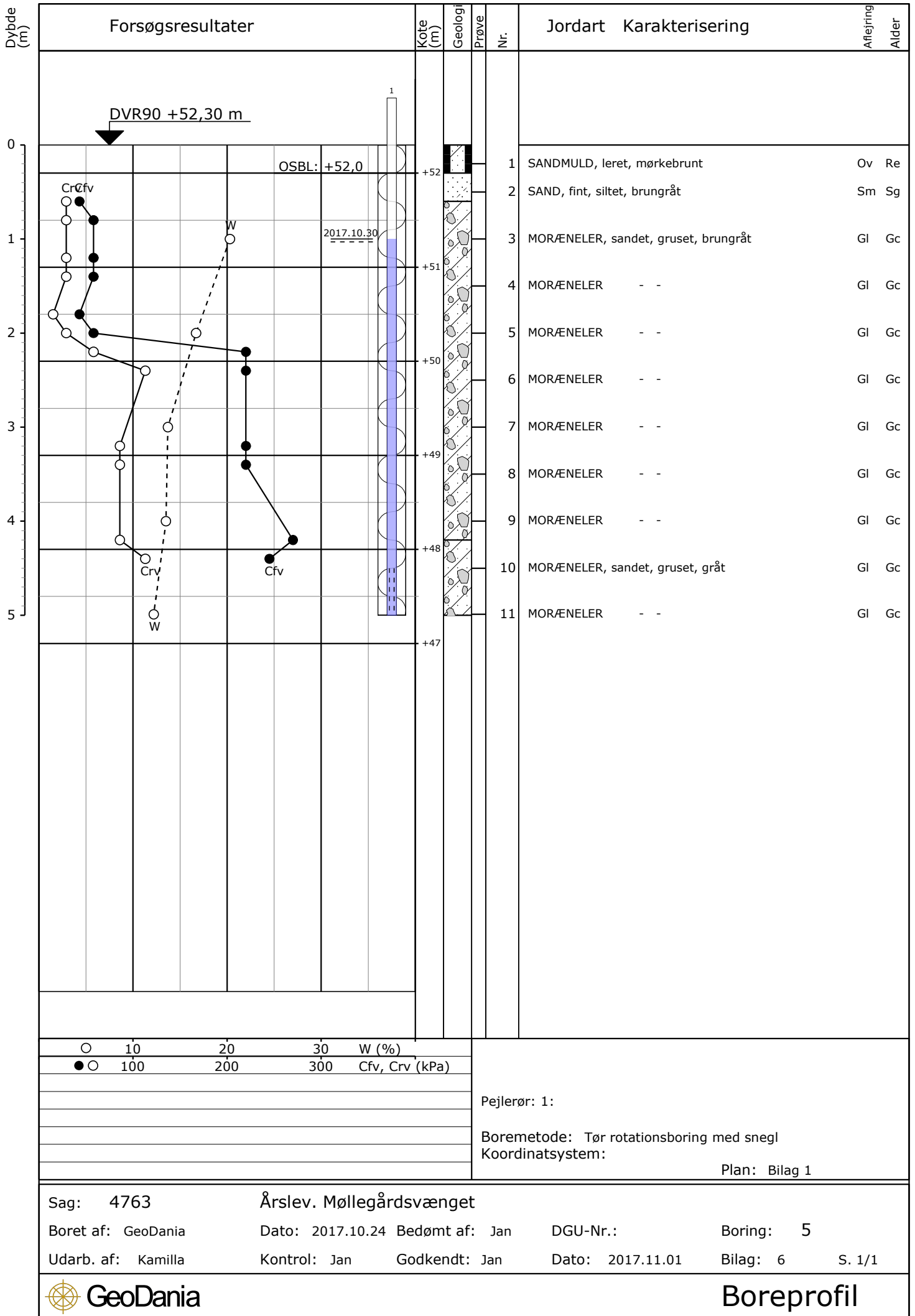


○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

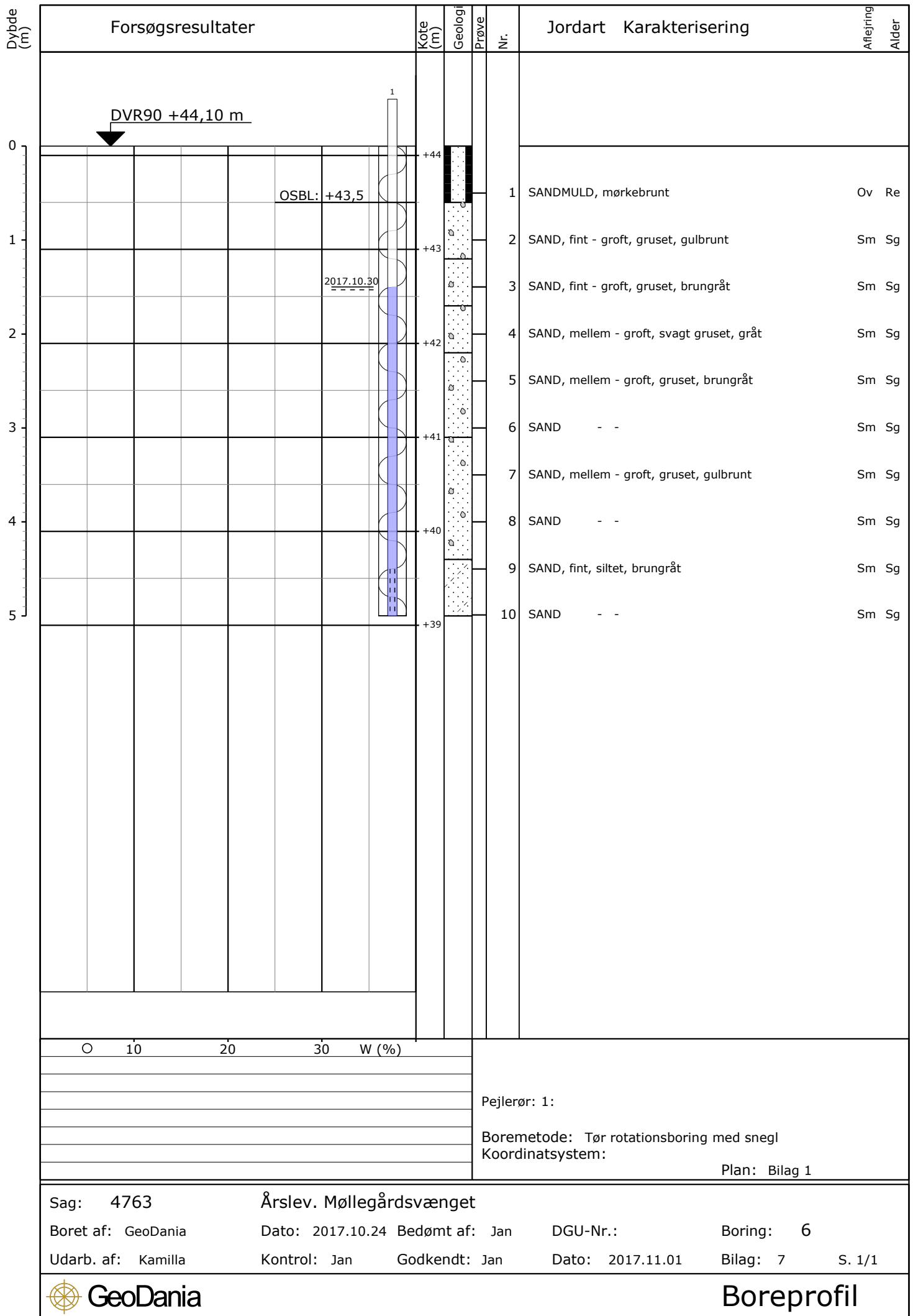
Pejlerør: 1:
 Boremetode: Tør rotationsboring med snegl
 Koordinatsystem:
 Plan: Bilag 1

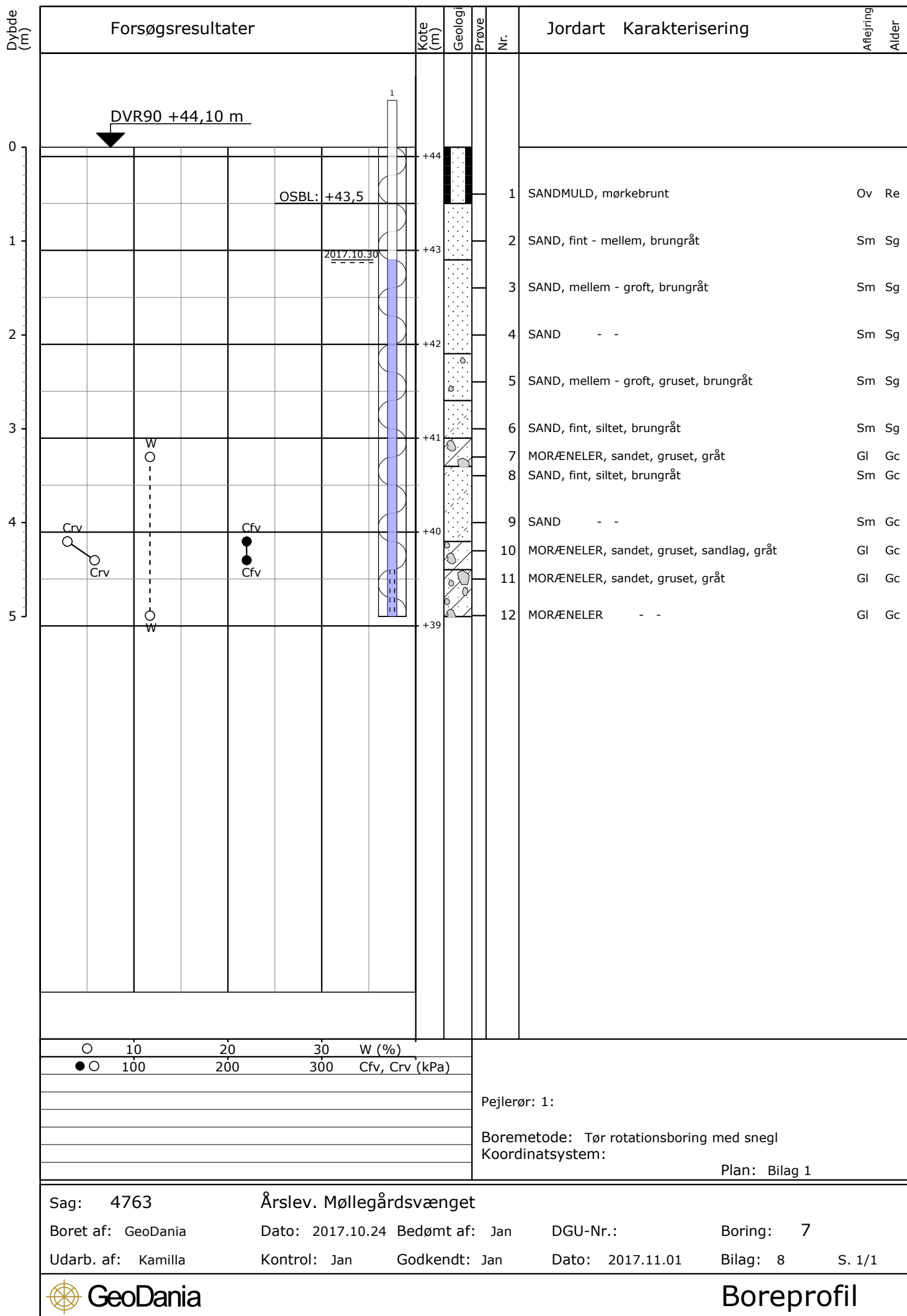
Sag: 4763 Årslev. Møllegårdsvænget
 Boret af: GeoDania Dato: 2017.10.24 Bedømt af: Jan DGU-Nr.: Boring: 4
 Udarb. af: Kamilla Kontrol: Jan Godkendt: Jan Dato: 2017.11.01 Bilag: 5 S. 1/1

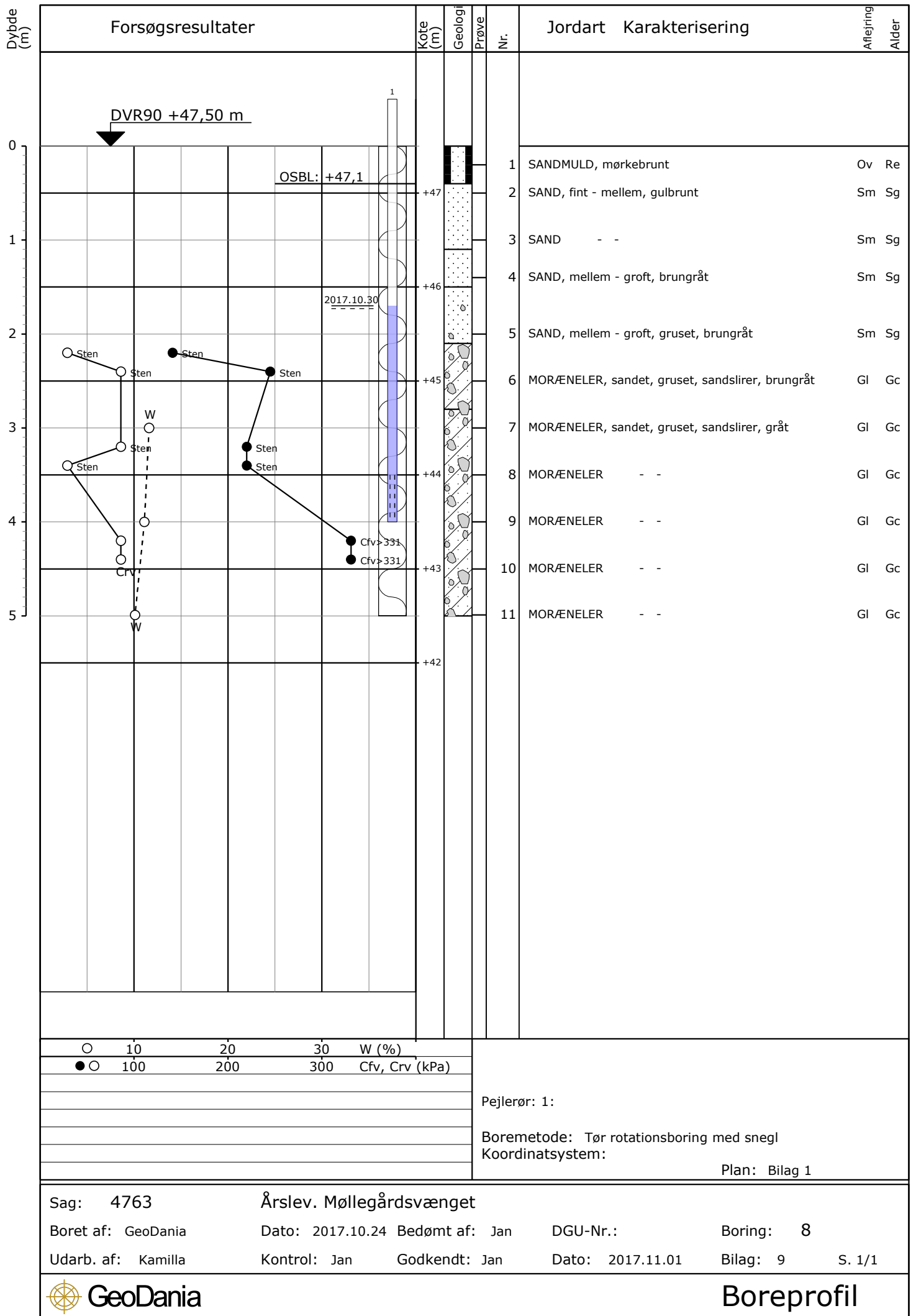
GeoGIS2005 2.4.7 - GeoDaniasboringer - PSTGDK - 01-11-2017 06:50:42

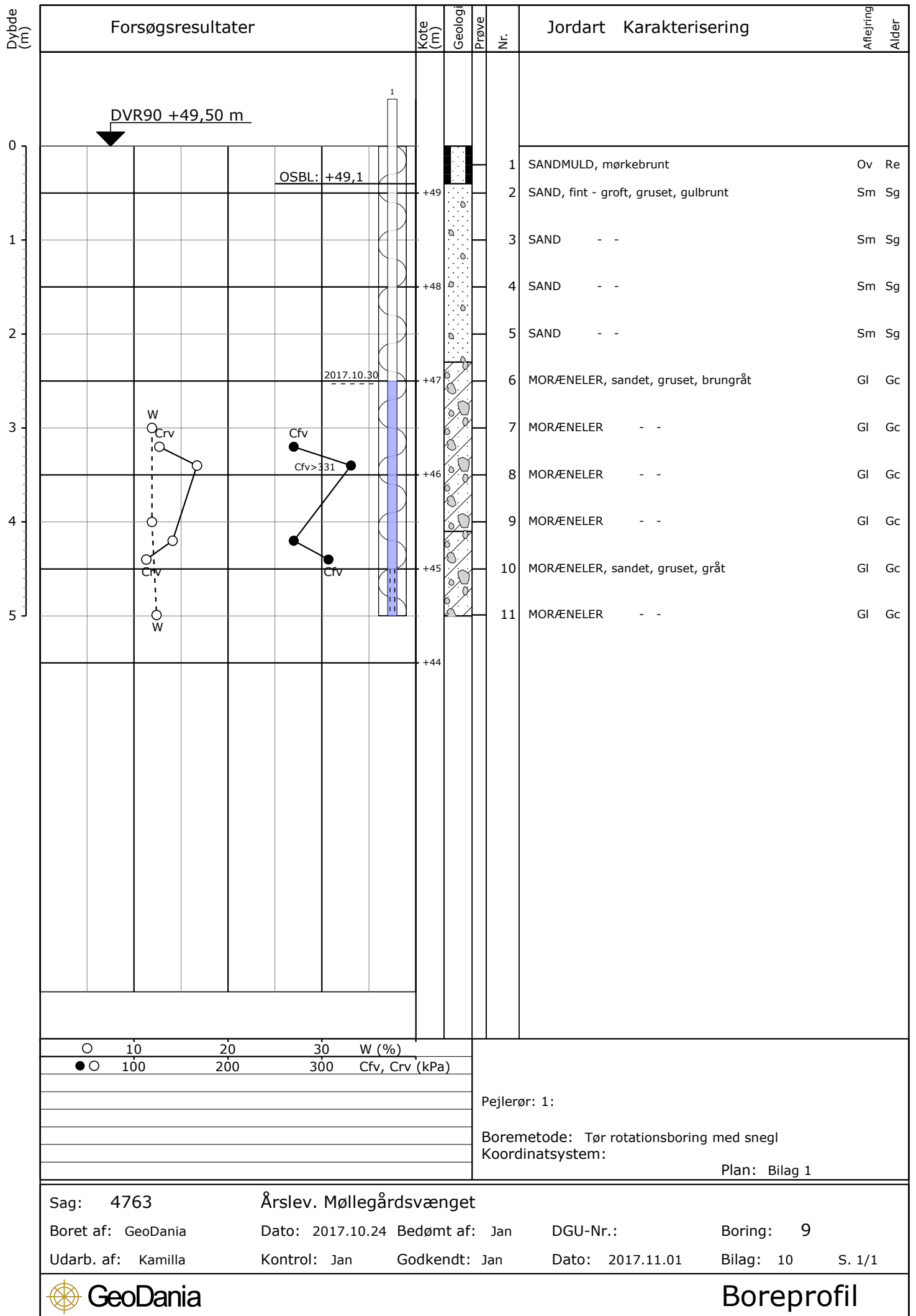


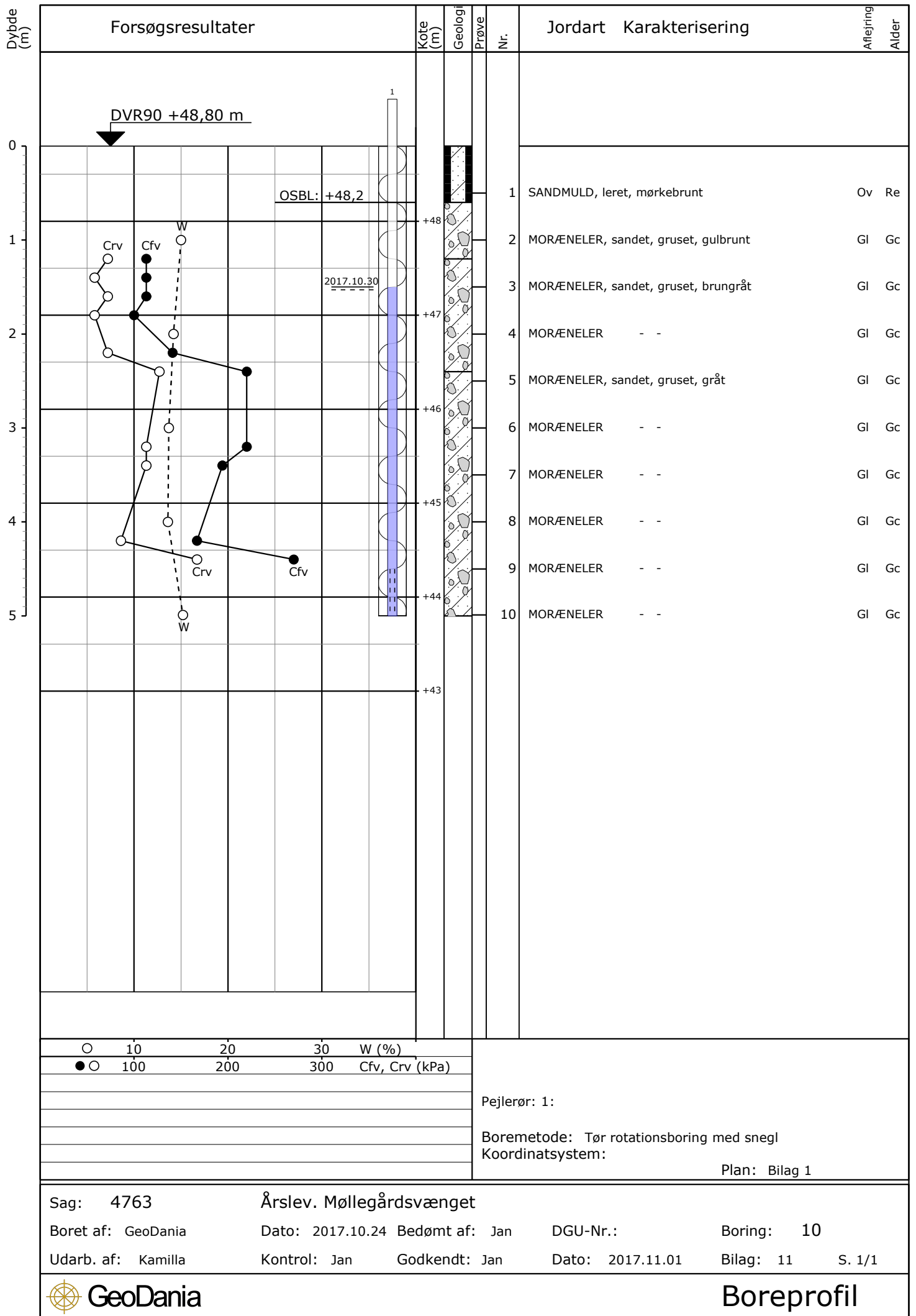
Sag: 4763 Årslev. Møllegårdsvænget
 Boret af: GeoDania Dato: 2017.10.24 Bedømt af: Jan DGU-Nr.: Boring: 5
 Udarb. af: Kamilla Kontrol: Jan Godkendt: Jan Dato: 2017.11.01 Bilag: 6 S. 1/1

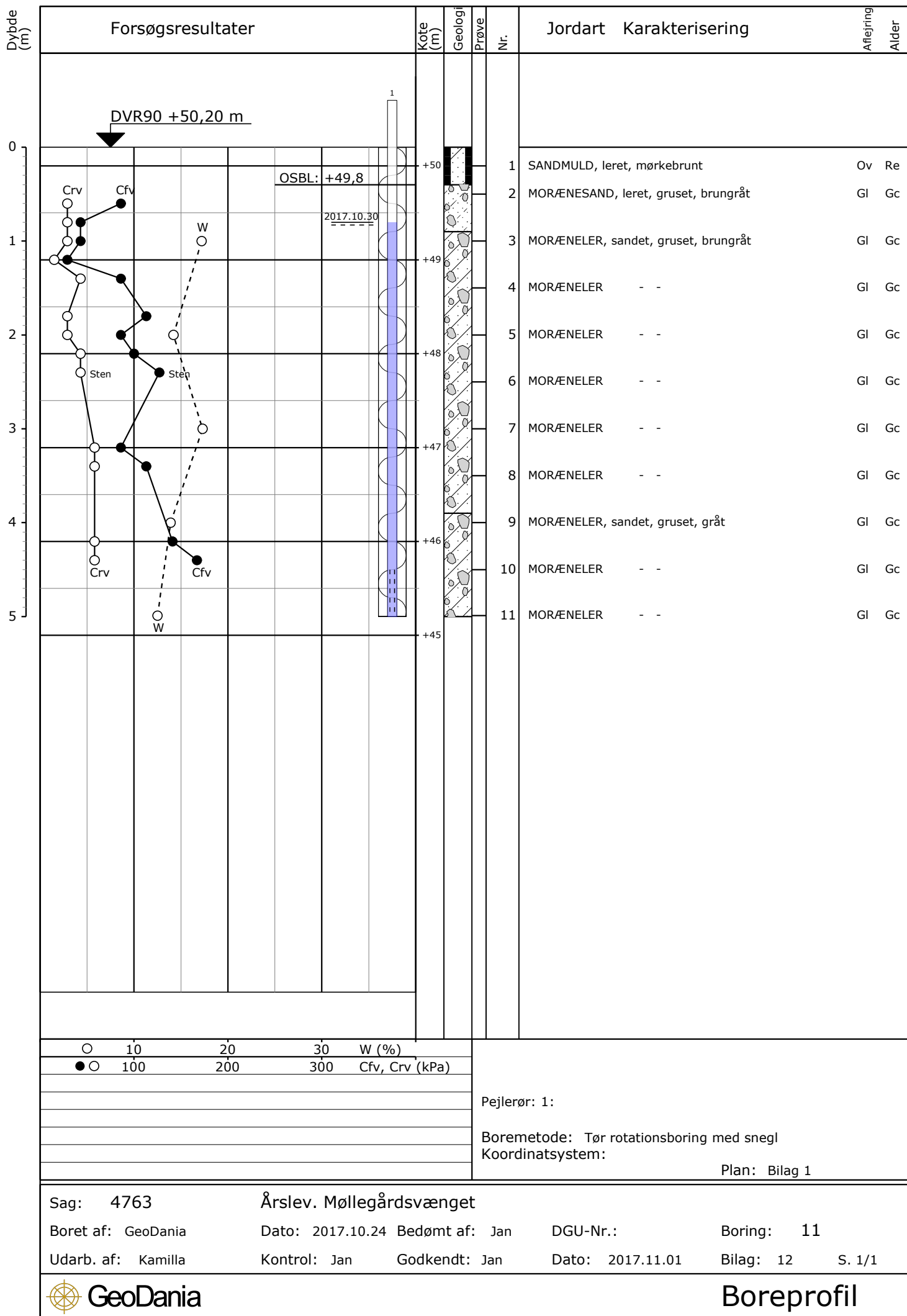


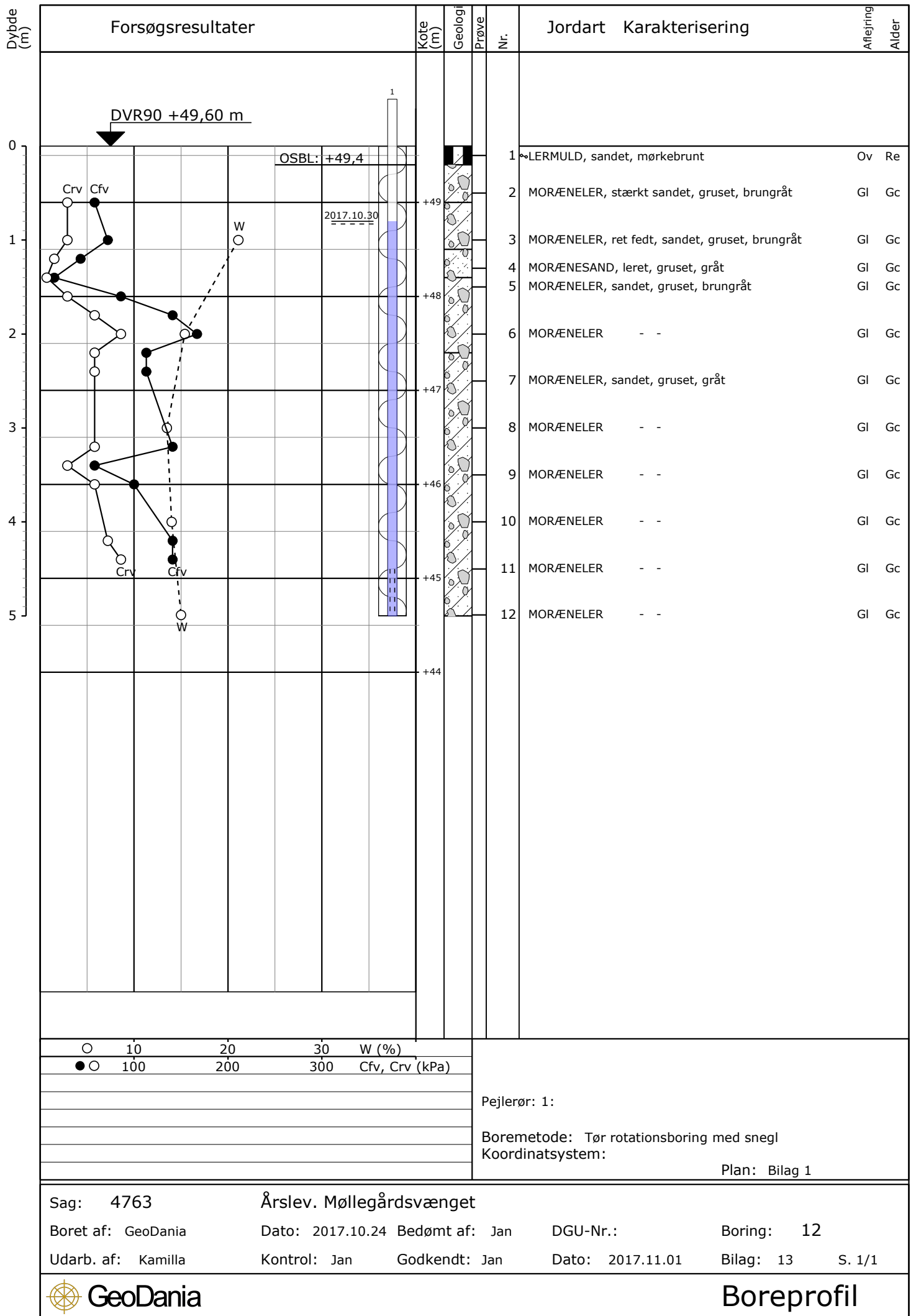


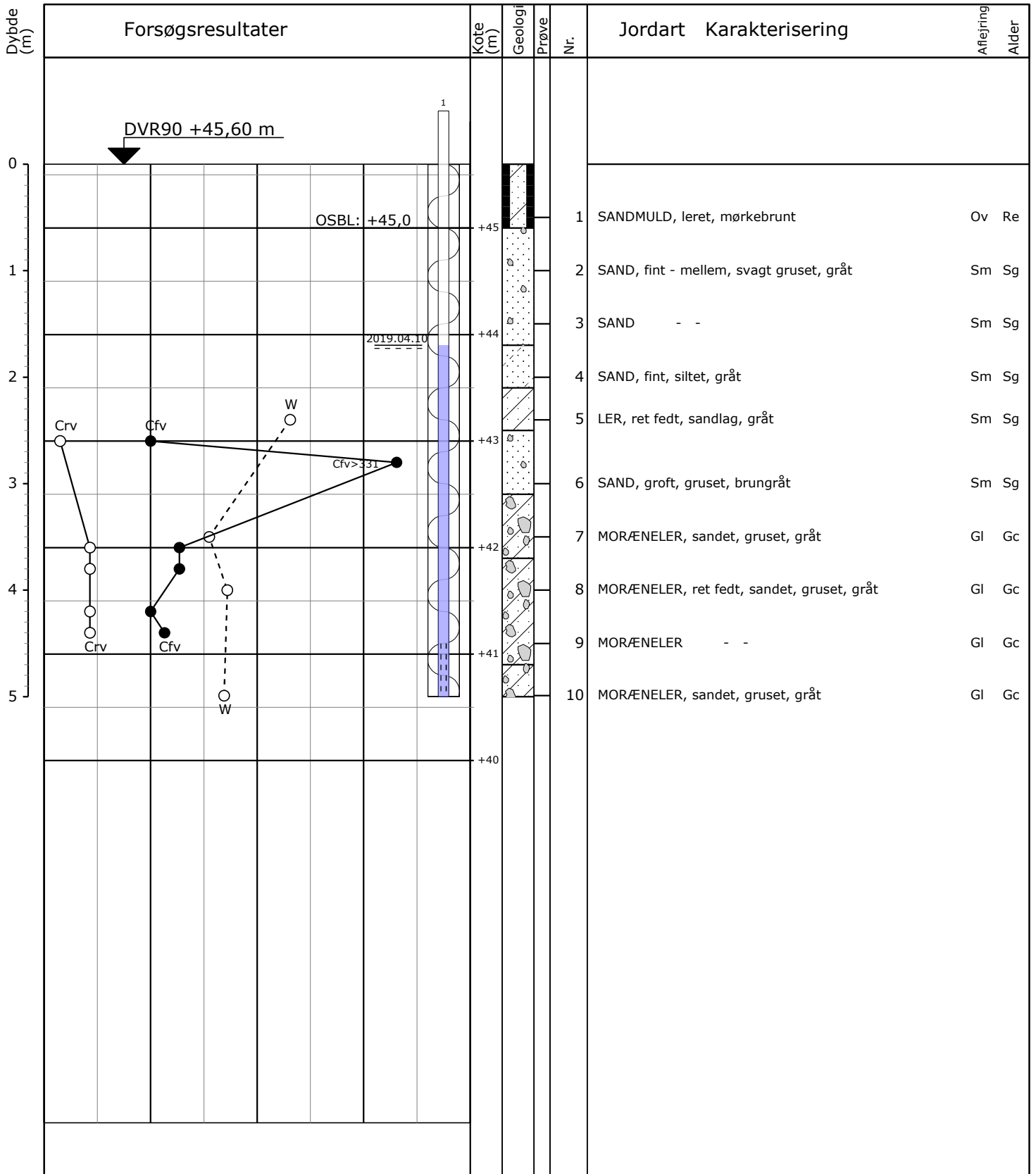










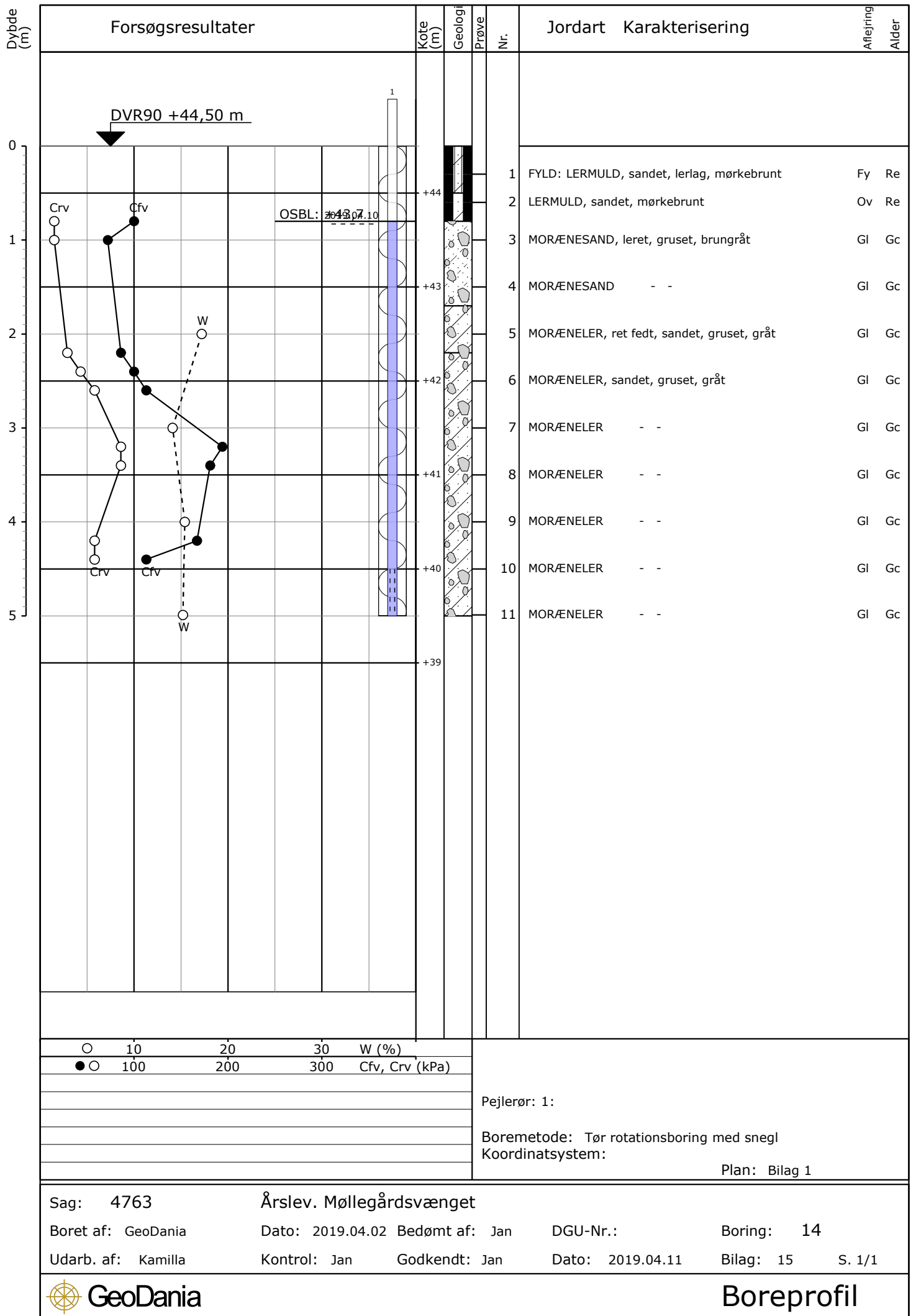


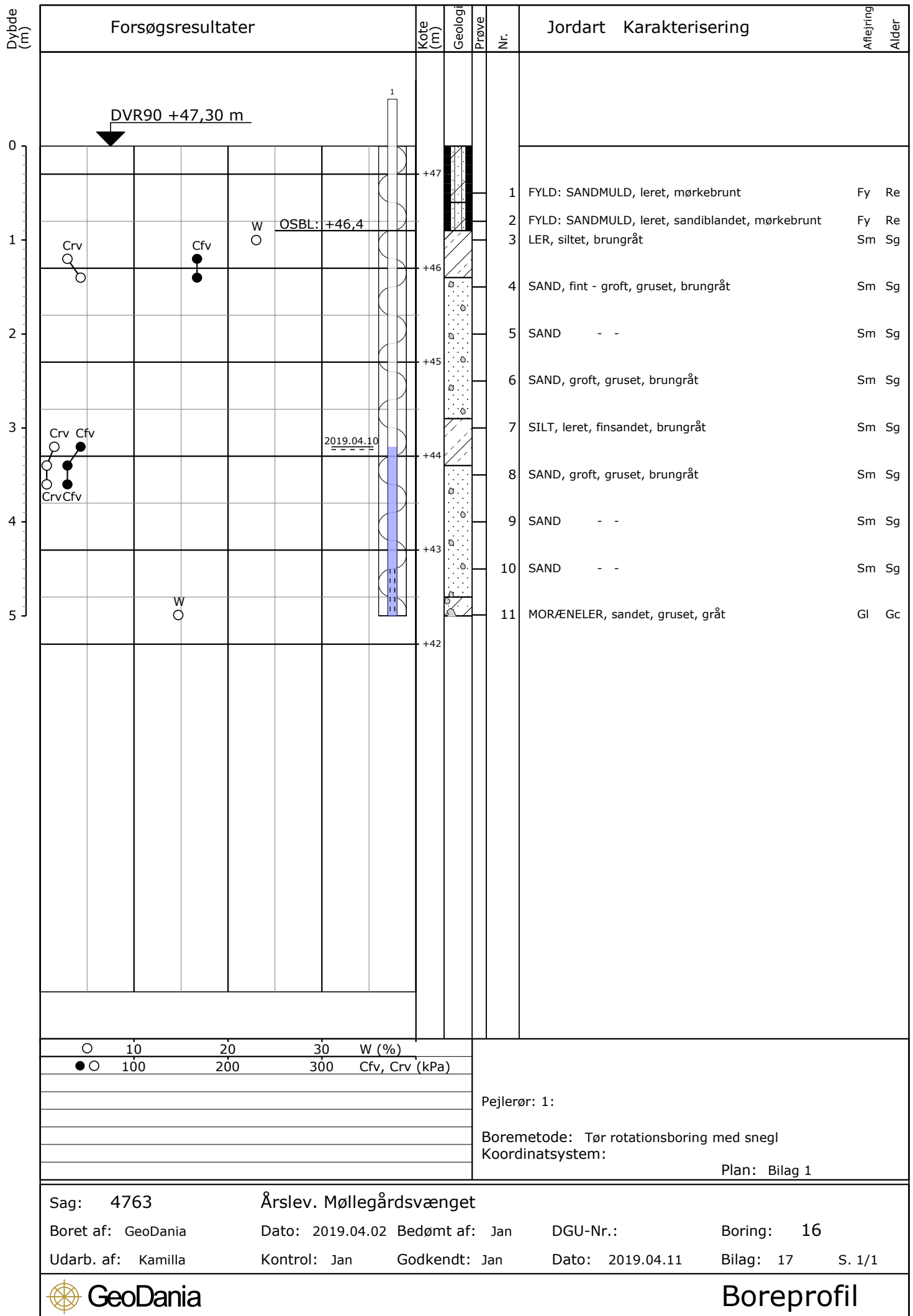
○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

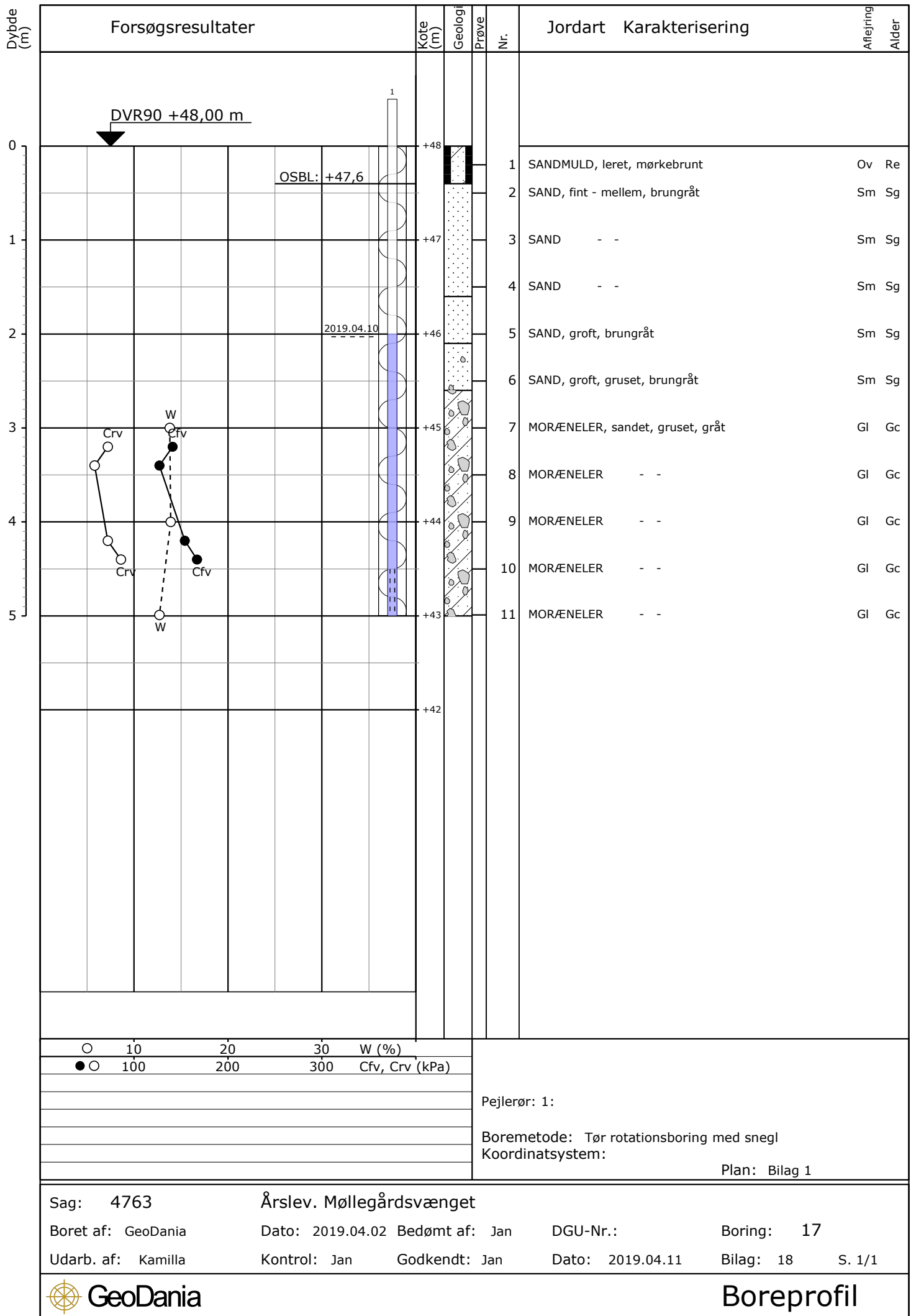
Pejlerør: 1:
 Boremetode: Tør rotationsboring med snegl
 Koordinatsystem:
 Plan: Bilag 1

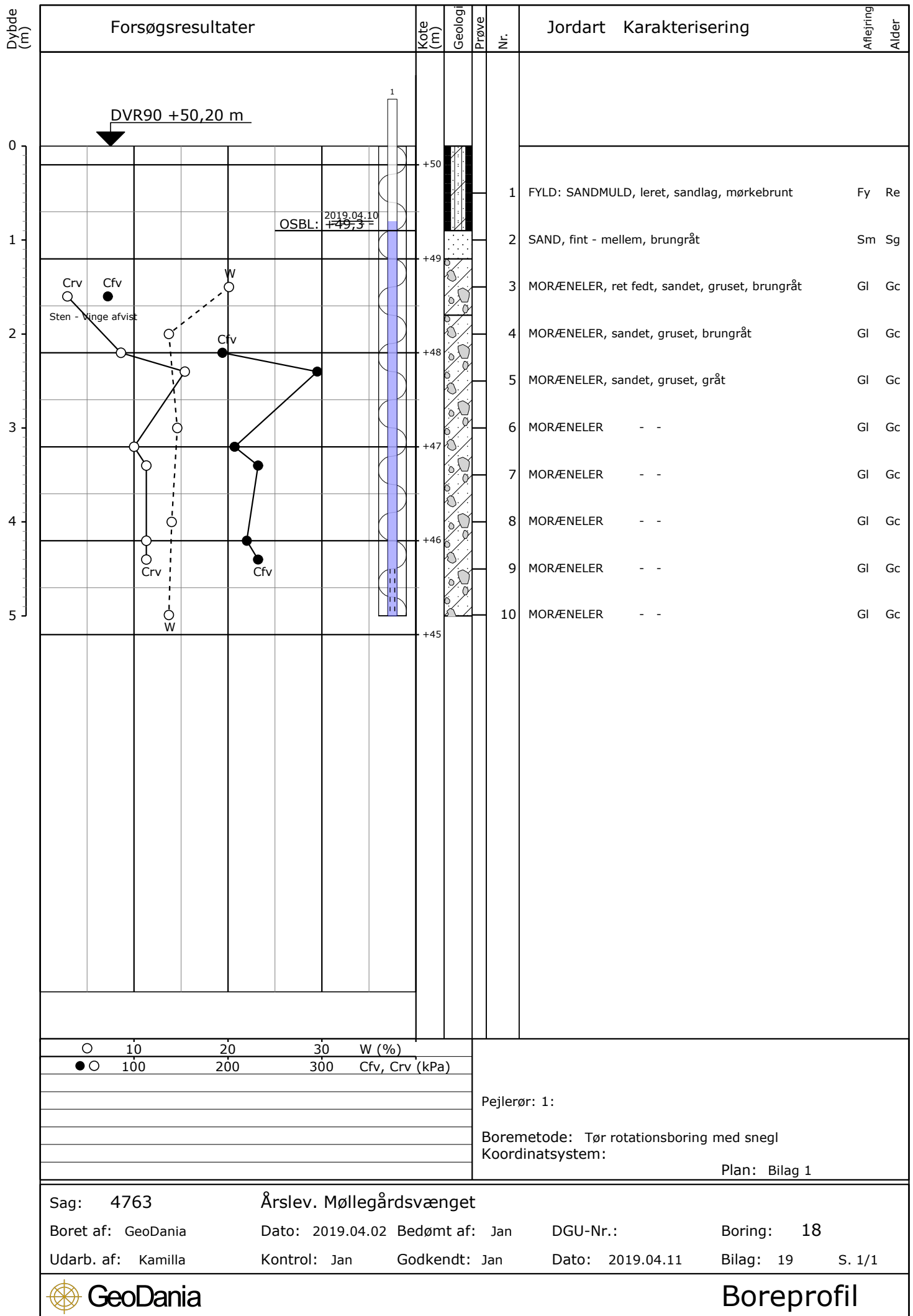
Sag: 4763 Årslev. Møllegårdsvænget
 Boret af: GeoDania Dato: 2019.04.02 Bedømt af: Jan DGU-Nr.: Boring: 13
 Udarb. af: Kamilla Kontrol: Jan Godkendt: Jan Dato: 2019.04.11 Bilag: 14 S. 1/1

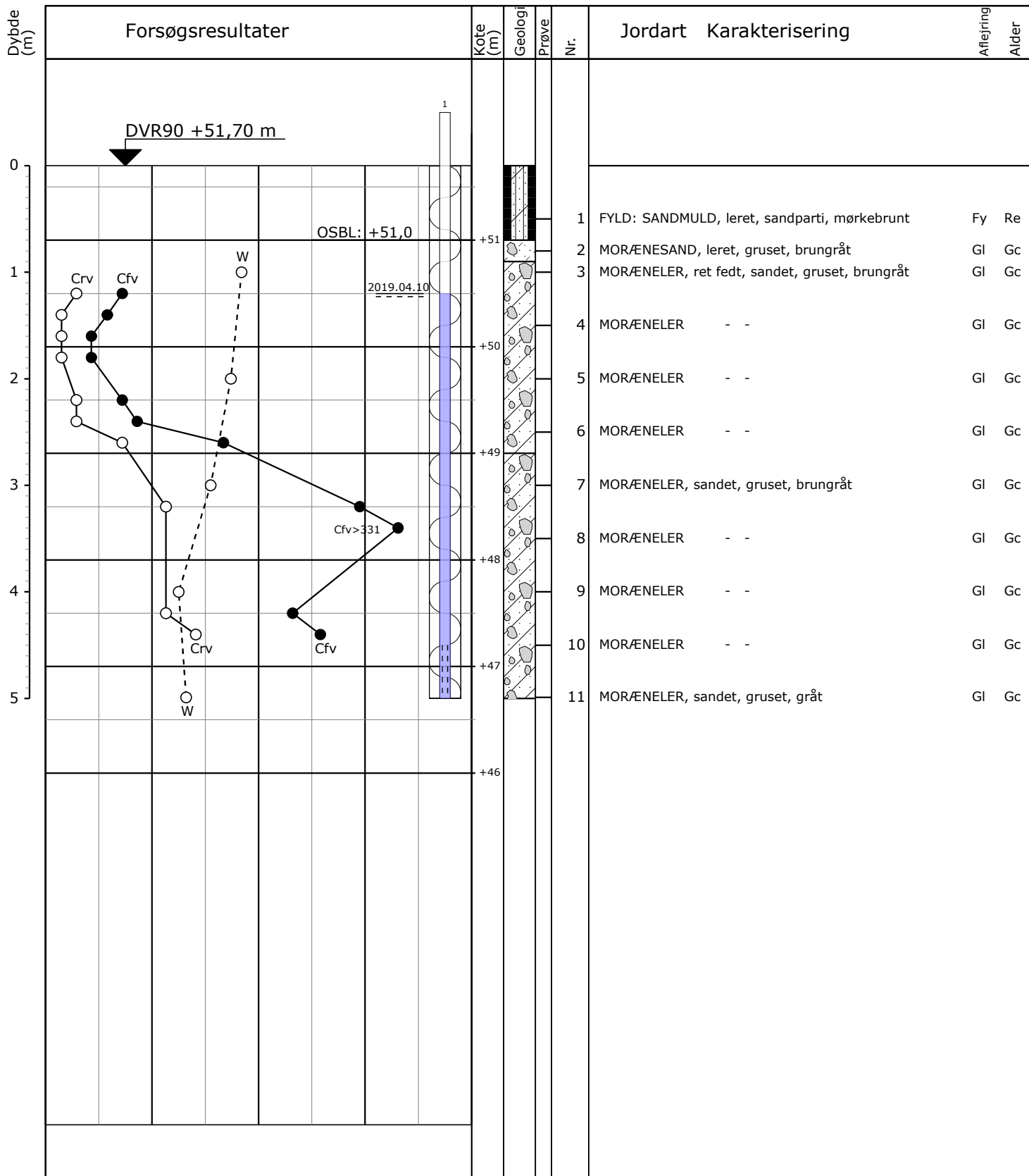
GeoGIS2005 2.4.7 - GeoDaniasboringer - PSTGDK - 11-04-2019 13:54:54











Pejlerør: 1:

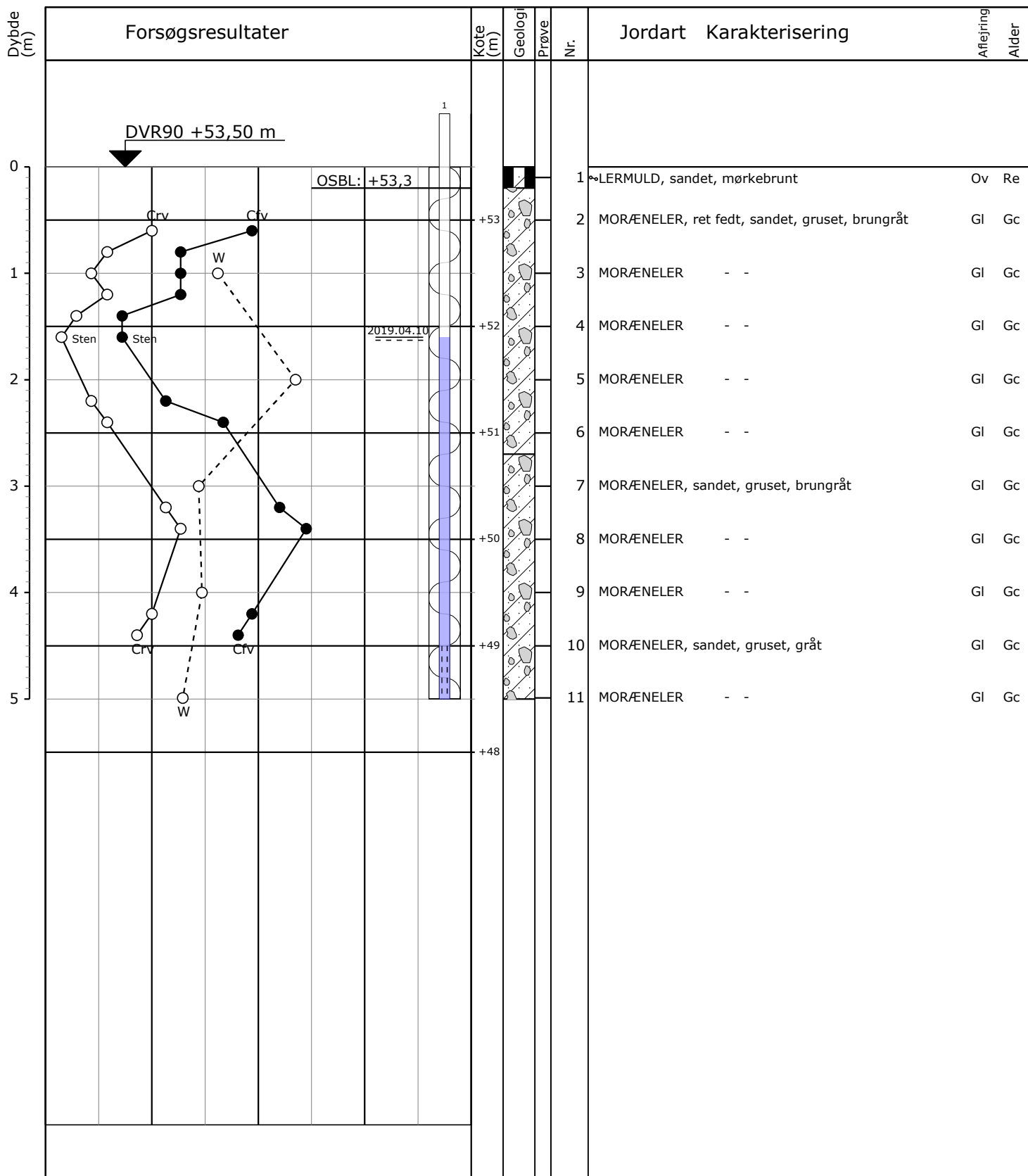
Boremetode: Tør rotationsboring med snegl
 Koordinatsystem:

Plan: Bilag 1

Sag: 4763 Årslev. Møllegårdsvænget

Boret af: GeoDania Dato: 2019.04.02 Bedømt af: Jan DGU-Nr.: Boring: 19

Udarb. af: Kamilla Kontrol: Jan Godkendt: Jan Dato: 2019.04.11 Bilag: 20 S. 1/1

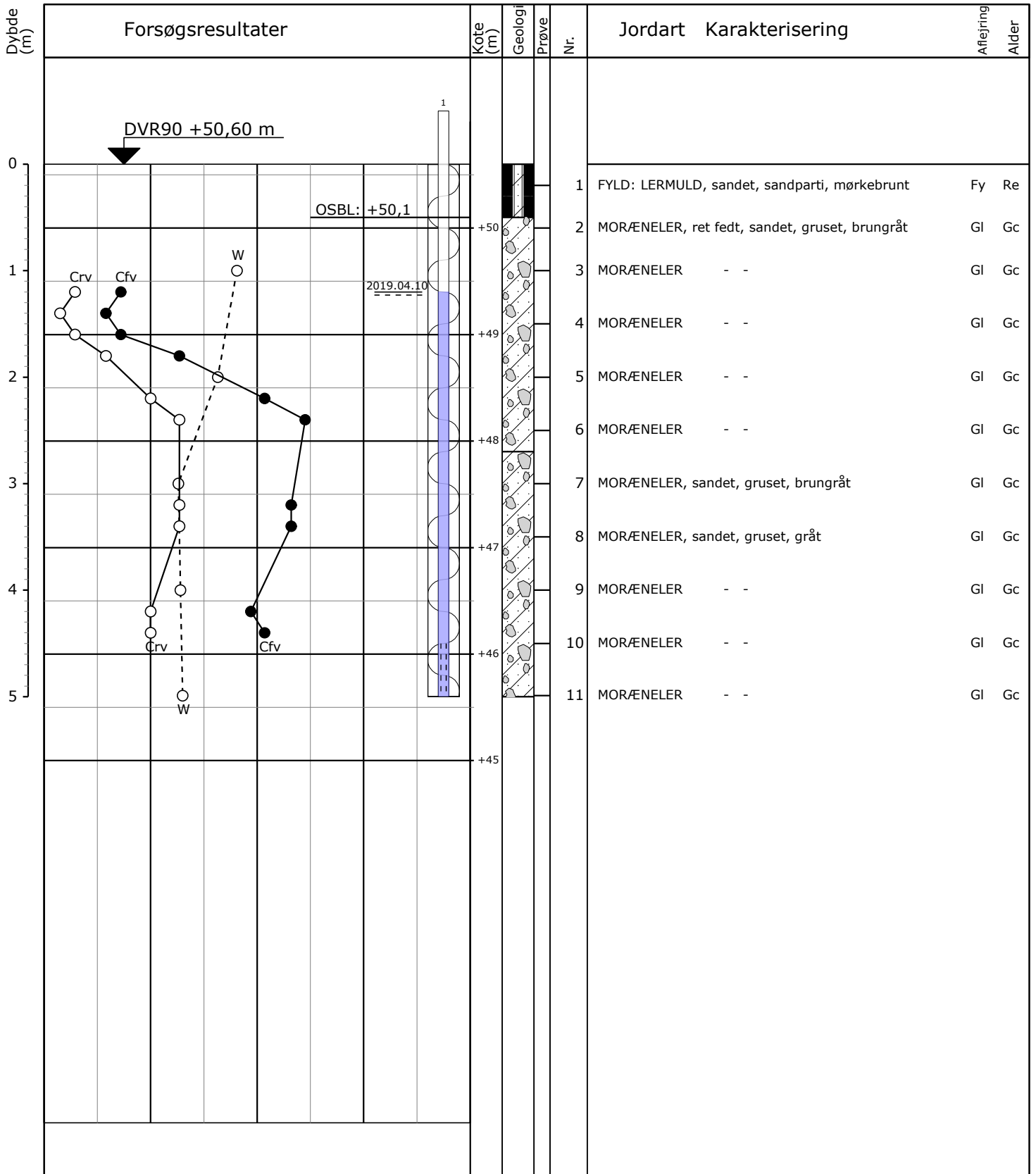


○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Pejlerør: 1:
 Boremetode: Tør rotationsboring med snegl
 Koordinatsystem:
 Plan: Bilag 1

Sag: 4763 Årslev. Møllegårdsvænget
 Boret af: GeoDania Dato: 2019.04.02 Bedømt af: Jan DGU-Nr.: Boring: 20
 Udarb. af: Kamilla Kontrol: Jan Godkendt: Jan Dato: 2019.04.11 Bilag: 21 S. 1/1

GeoGIS2005 2.4.7 - GeoDaniasboringer - PSTGDK - 11-04-2019 13:57:24

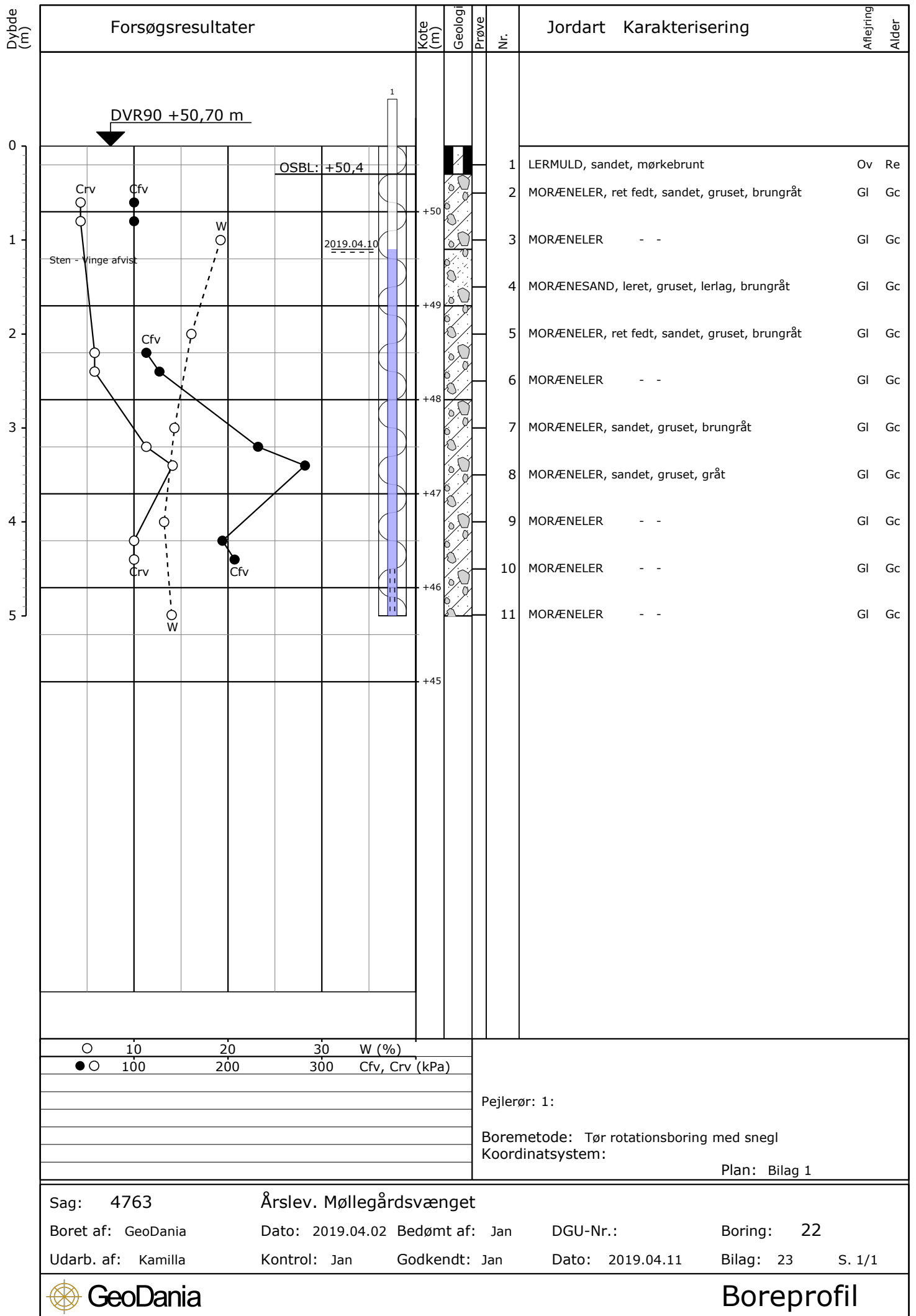


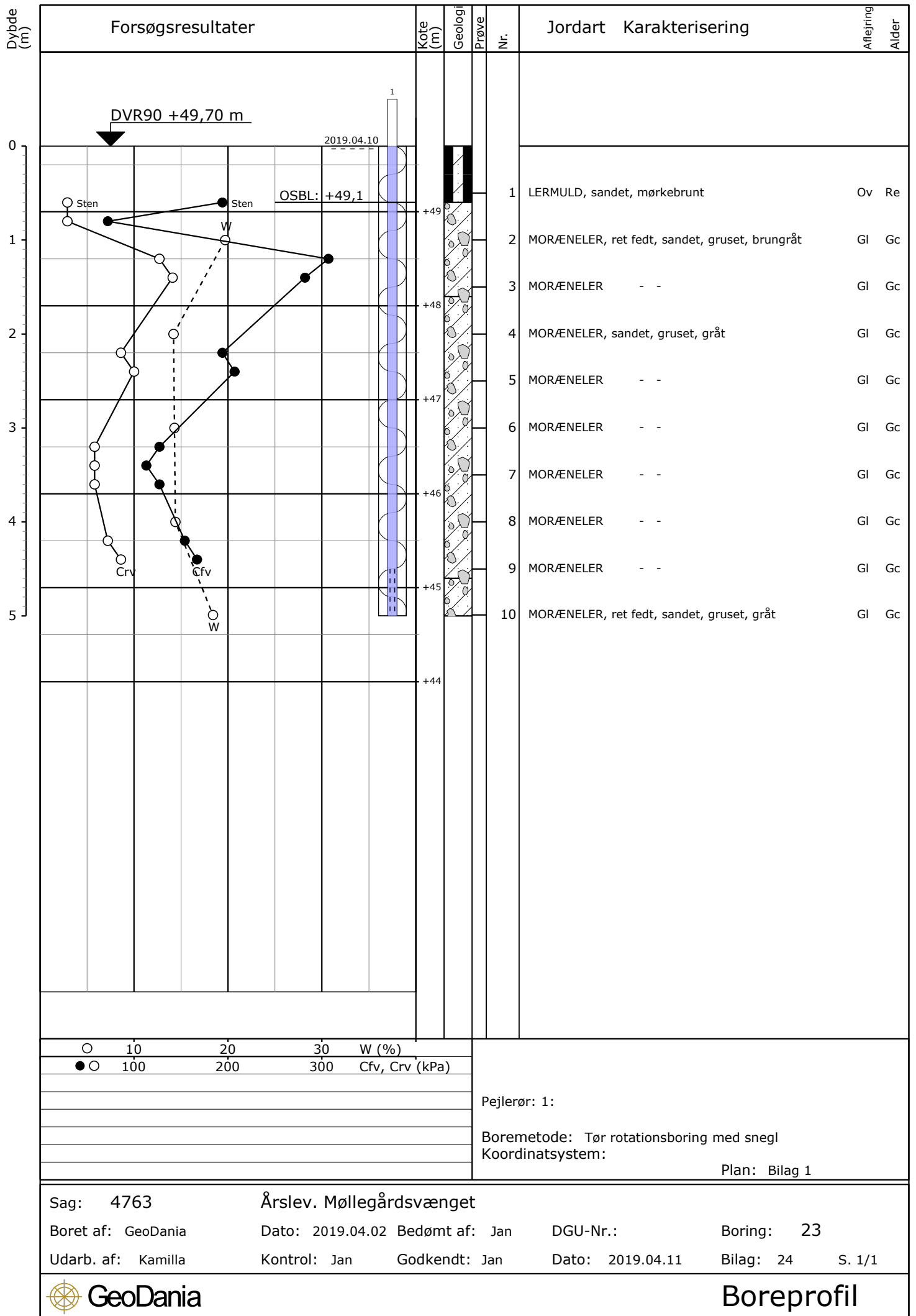
○ 10 20 30 W (%)
 ●○ 100 200 300 Cfv, Crv (kPa)

Pejlerør: 1:
 Boremetode: Tør rotationsboring med snegl
 Koordinatsystem:
 Plan: Bilag 1

Sag: 4763 Årslev. Møllegårdsvænget
 Boret af: GeoDania Dato: 2019.04.02 Bedømt af: Jan DGU-Nr.: Boring: 21
 Udarb. af: Kamilla Kontrol: Jan Godkendt: Jan Dato: 2019.04.11 Bilag: 22 S. 1/1









GeoGIS2005 2.4.7 - GeoDaniasboringer - PSTGDK - 11-04-2019 13:57:41




















Signaturforklaringer

Geotekniske borer, gravninger og sonderinger:

	Boring		Gravning med prøvetagning og vingeforsøg
	Boring med prøveoptagning*		Rammesondering
	Vingeforsøg		Tryksondering
	Boring med prøveoptagning* og vingeforsøg		Drejesondering

*Prøver på 1,2,3,4 m o.s.v. gemmes i 14 dage. Øvrige prøver gemmes ikke.

Jordarter:

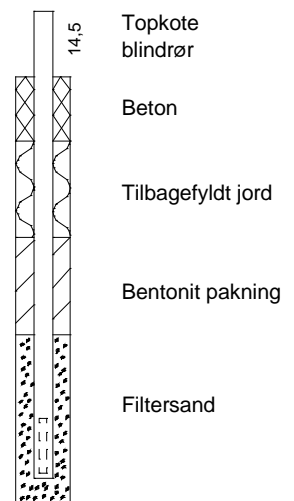
	Fyld		Muld		Tørv
	Tørvedynd		Gytje		Skaller
	Sten		Grus		Sand
	Silt		Ler		Kalk
	Klippe/beton)		Moræneler (sandet, gruset)		Morænesand (leret, gruset)

I morænejordarter må forventes varierende indhold af sten og blokke !

Forsøg:

w	Vandindhold	c_v	Forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg
w_L	Flydegrænse	c_{vr}	Forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
w_p	Plasticitetsgrænse	N	Standard penetrationsmodstand (SPT)
I_p	Plasticitetsindeks	S	Sigte- og slemmeanalyse
e	Poretal	K	Konsolideringsforsøg
e_{max}	Poretal i løseste standardlejring	T	Tryk- eller triaxialforsøg
e_{min}	Poretal i fasteste standardlejring	SP	Standard Proctor forsøg
I_D	Tæthedsindeks (relativ lejringstæthed)	MP	Modifieret Proctor forsøg
γ	Rumvægt	A	Kemisk specialanalyse
d_s	Kornvægtfylde	PID	Photoionisations-detektormåling
gl	Glødetab		
ka	Kalkindhold		

Filtersætning:



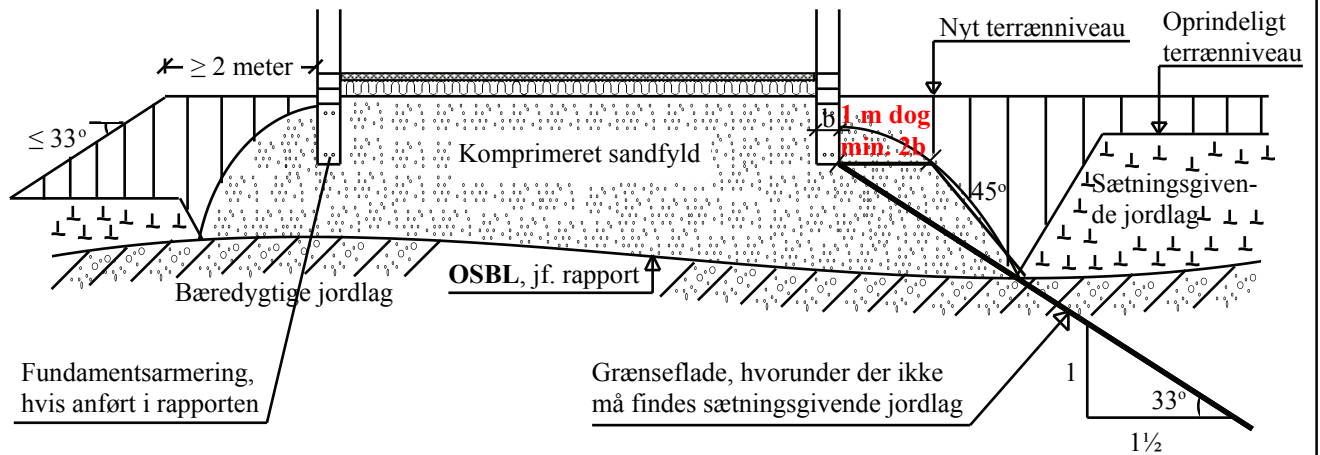
Dannelsesmiljø:

Ov	Overjord	Ne	Nedskylsaflejring
Fy	Fyld	Ma	Marin aflejring
Fe	Ferskvandsaflejring	Vi	Vindaflejring
Sk	Skredjord	Sm	Smeltevandsaflejring
FI	Flydejord	GI	Gletsjeraflejring

Geologisk alder

Re	Recent
Pg	Postglacial
Sg	Senglacial
Gl	Glacial
Ig	Interglacial
Te	Tertiær

SANDPUDEFUNDERING



Bæredygtige jordlag:

Intakte aflejringer uden væsentligt organisk indhold, jf. rapport.

Sætningsgivende jordlag:

Fyld (undtagen komprimeret sandfyld), muld, tørv, tørvedynd, gytje og andre aflejringer med væsentligt organisk indhold.

Tilfyldning:

Kan fx være afgravningsjord, idet terrænsætninger omkring bygningen må påregnes.

Komprimeret sandfyld:

Sandfyld kan fx være bundsikringsgrus, med specifikationer som anført i DS/EN 13285. Andre (og billigere) sandmaterialer uden væsentligt organisk indhold og med max. ca. 10 % materiale i ler- og siltfractionen vil normalt også kunne anvendes.

Sandfylden skal i middel komprimeres til mindst 97% Standard Proctor eller relativ lejringsstæthed $I_D \geq 0,7$. For at sikre ensartethed må ingen enkeltmåling være mindre end 95% Standard Proctor henholdsvis $I_D = 0,6$. Densiteter er forudsat målt med isotopsonde.

Komprimeringskontrollen skal omfatte mindst 5 tilfældige udvalgte målepunkter, dog mindst 1 måling pr. 100 m³ for de første 1.000 m³ og efterfølgende 1 måling pr. 200 m³.

Der skal som minimum bestemmes en (laboratorie-) referenceværdi pr. påbegyndt 2500 m³

Det vil normalt være muligt at overholde komprimeringskravet, når sandfylden indbygges i ca. 0,3 meter tykke lag, og hvert lag overkøres ca. 3 gange med relativt tungt vibrationsmateriel.

Fundamenter på sandpude kan dimensioneres i sandtilfældet for en karakteristisk friktionsvinkel, $\varphi_{pl} \sim 37^\circ$ og effektiv rumvægt, $\gamma \sim 18/10 \text{ kN/m}^3$ henholdsvis over og under grundvandsspejlet, idet der også undersøges for gennemløkning af underliggende lerlag, jf. geoteknisk rapport.