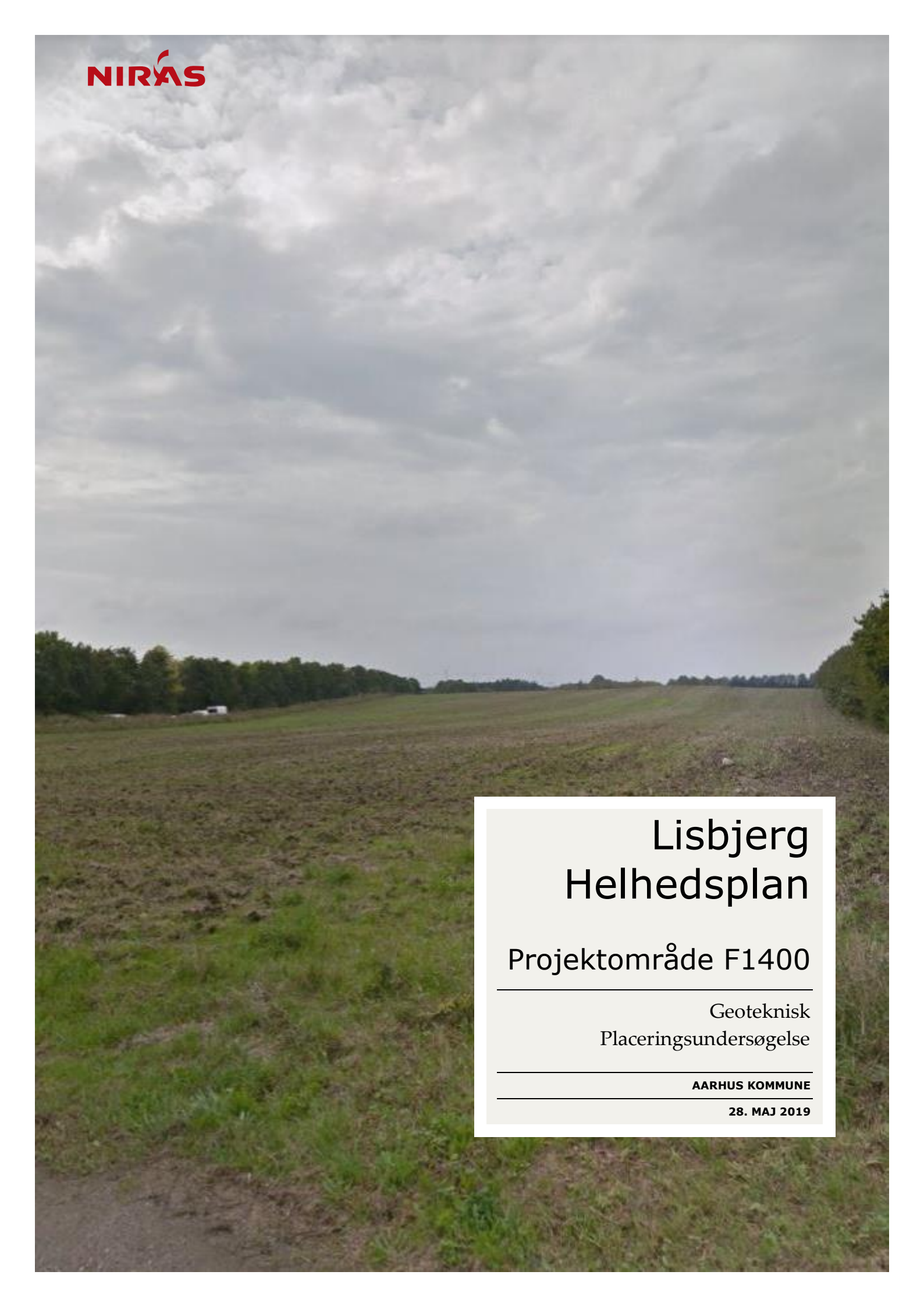




Lisbjerg Helhedsplan

Projektområde F1400

Geoteknisk
Placeringsundersøgelse

AARHUS KOMMUNE

28. MAJ 2019

Projekt nr.: 10400588-037

Version 4

Revision 1

Udarbejdet af KHO/JKD

Kontrolleret af BAL/BOA

Godkendt af BAL

Sammenfatning

Aarhus kommune planlægger at sælge/udvikle arealer mellem Lisbjergvej og Lisbjerg Buen i Lisbjerg. Denne undersøgelse dækker projektområde F1400 samt en undersøgelse af et NFI-område der overlapper projektområdet.

NIRAS har sammenfattet denne rapport på baggrund af eksisterende boringer udført af hhv. NIRAS og GEO samt tre supplerende boringer, der er udført i forbindelse med udvidelse af projektområdet. Der er desuden udført geofysisk kortlægning med DualEM og to nedsivningsforsøg i NFI-området, som er indarbejdet i denne rapport.

Undersøgelsen omfatter i alt 26 geotekniske boringer, hvori der under 0,3 á 1,6 m muld, fyld og overjord er truffet bæredygtige senglaciale/glaciale aflejringer af smeltevandsler, -silt og -sand samt glacialt moræneler og morænesand. Boringerne er afsluttet i bæredygtige aflejringer 3,0-10,0 m under terræn (m u. t.)

Ud fra de geotekniske boringer vurderes det, at funderingsmetoden i området generelt må forventes udført, som en direkte fundering kombineret med ekstra fundering i form af sandpudedefundering.

I 17 ud af de 26 boringer er der ikke registreret vandspejl. I de resterende boringer er der registreret vandspejl 0,7 á 2,9 m u. t., som vurderes at være sekundære vandspejl over impermeable aflejringer. I to boringer er der truffet spændte vandførende sandlag under leraflejringer.

Ud fra de registreret vandspejl vurderes der umiddelbart ikke behov for en midlertidig grundvandssænkning, dog skal der i forbindelse med udgravning, tages hensyn til at der er truffet spændte magasiner.

Der er ikke i de analyserede prøver truffet forurening, men det anbefales, at der udføres supplerende miljøprøver af fyldjord, eftersom der er truffet indhold af byggeaffald (tegl) ligesom der vurderes at være områder, som kan være opfyldte.

Når der foreligger et konkret projekt, skal omfanget af supplerende undersøgelser vurderes og tilpasses projektet

Indhold

1	Indledning	4
2	Undersøgelsens omfang	5
2.1	Feltundersøgelser og eksisterende boringer	5
2.2	Laboratorieundersøgelser	6
3	Resultater	6
3.1	Jordbundsforhold	6
3.2	Vandspejlsforhold	6
3.3	DualEM	7
3.4	Miljøforhold	9
4	Vurderinger	10
4.1	Funderingsforhold	10
4.2	Projektering	12
4.3	Nedsivningsforhold	12
4.4	Miljøforhold og bortskaffelse af overskudsjord	13
5	Udførelse	14
6	Supplerende undersøgelser	14
7	Referencer	14

Bilag 1 – Geotekniske boringer

Bilag 2 – DualEM resultater

Bilag 3 – Nedsivningsforsøg

Bilag 4 – Analyseresultater og jordklassifikation

Bilag 5 – Analyserapporter

Bilag A – Signaturforklaring og Definitioner

Bilag S – Situationsplan

1 Indledning

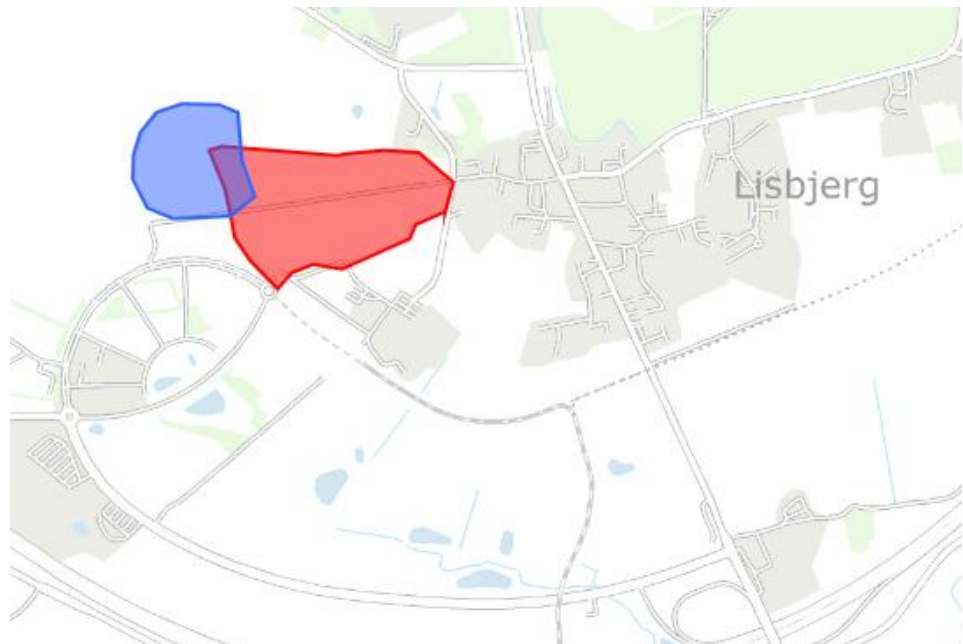
Aarhus kommune planlægger at sælge/udvikle arealer mellem Lisbjergvej og Lisbjerg Buen i Lisbjerg. I den forbindelse har NIRAS udført en geoteknisk undersøgelse, som dækker projektområde F1400 samt en undersøgelse af et nitratfølsomt indvindingsområde (NFI-område), der overlapper projektområdet.

NIRAS har sammenfattet denne rapport på baggrund af eksisterende borer udført af hhv. NIRAS og GEO samt tre supplerende borer, der er udført i forbindelse med udvidelse af projektområdet. Der er desuden udført geofysisk kortlægning med DualEM af hele området og to nedsivningsforsøg i NFI-området, som er indarbejdet i denne rapport.

Projektområdets placering fremgår af figur 1.1.

Figur 1.1: Projektlokalitet er indtegnet med rød og NFI-området er indtegnet med blå.

Planen er nordvendt



Ifølge historiske luftfoto tilbage til 1944, har arealet siden dengang og frem til i dag været anvendt til landbrug og der er kendskab til, at der på flere af arealerne er etableret dræn. Nær boring B19 må der forventes at være et fordybet område, som formentlig er udjævnet med fyld. I dag ligger hele projektområdet hen som græsmarker, men den sydlige del af projektområdet grænser op til nyligt etableret vejanlæg.

I henhold til jordartskort (1:25.000) kan der i den øverste meter forventes aflejringer af glacialt moræneler og smeltevandssand.

Rapporten er sammenfattet på baggrund af kendt viden og omfatter derfor en beskrivelse af de borer der er udført indenfor det specifikke projektområde.

Der foreligger ikke noget projekt for arealet.

2 Undersøgelsens omfang

Grundlaget for denne rapport er allerede udførte og kendte boringer udført af hhv. NIRAS og GEO. Desuden er der udført en geofysisk kortlægning, og på baggrund heraf, udført 3 supplerende boringer samt 2 nedsivningsforsøg i NFI-området.

Aarhus Kommune har udleverede geotekniske undersøgelser udført af GEO i andre henseender. De specifikke undersøgelser er opstillet i afsnit 7.

Undersøgelsesomfanget svarer til en geoteknisk placeringsundersøgelse i henhold til Eurocode 7.

Når der foreligger konkrete planer for udformning af salgsarealer og placering af bygninger, skal der ubetinget udføres en geoteknisk parameterundersøgelse tilpasset det konkrete areal.

2.1 Feltundersøgelser og eksisterende boringer

Med Franck Miljø- og Geoteknik som boreentreprenør blev der d. 13. maj udført 3 supplerende boringer benævnt B100-B102. Boringerne blev udført med mobilt boreværk, som forede boringer, og er ført til 3,0 m u. t. De 3 supplerende boringer er udført i forbindelse med udvidelse af projektområdet og for at dække NFI-området, som ikke var dækket af eksisterende boringer.

NIRAS har tidligere udført geotekniske undersøgelser på projektområdet. Med Franck Miljø- og Geoteknik som boreentreprenør blev der d. 30. august og frem til den 4. september udført 16 boringer, benævnt B17-B32, hvoraf 6 af disse boringer, B17 - B22 ligger indenfor projektområde F1400. Boringerne blev udført med mobilt boreværk, som uforede boringer, og er ført til 3,0 meter under terræn.

Aarhus Kommune har fremsendt geotekniske rapporter fra tidligere undersøgelser i området udført af GEO jf. afsnit 7. Ud fra disse rapporter, er der fundet 17 boringer, som ligger indenfor eller nær projektområde F1400. Boringerne er udført i perioden mellem 1976-2011 og er derfor udført før anlægsarbejdet syd for området. Forholdene kan derfor se anderledes ud end det som boringerne antyder.

Med undtagelse af en enkelt lagfølgeboring, er alle boringer udført som geotekniske boringer, iht. DGF Bulletin no. 14.

Til vurdering af miljøforholdene er der i boringerne B100-B102 udtaget prøver i poser samt glas. Prøverne er udtaget i fyldjorden som søjleprøver samt en enkelt punktprøve i toppen af intaktjorden. Den videre bearbejdning af miljøprøverne er foretaget af NIRAS. Analyseresultater og jordklassifikation er vedlagt som Bilag 2. Analyserapporter er vedlagt som Bilag 3. Resultaterne fra miljøanalyserne samt miljøprøverne fra de eksisterende boringer er opsummeret i denne rapport.

Indmålte koordinater og terrænkoter ved boringerne fremgår af de respektive boreprofiler, Bilag 1. Koter referer til DVR90 og DNN og koordinater til UTM32EUREF89 og System 34J, og der gøres derfor opmærksom på den højdemæssige forskel der er mellem DVR90 og DNN i Aarhus. Iht. KMS er DNN-koten 5 cm større end DVR90-koten.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen i Bilag S.

2.2 Laboratorieundersøgelser

For de geotekniske borer har hhv. NIRAS og GEO udført standard klassifikationsforsøg.

Resultaterne af feltarbejdet og prøvebedømmelser er optegnet på geotekniske boreprofiler, der er vedlagt som Bilag 1. Signaturer og definitioner fremgår af Bilag A.

3 Resultater

3.1 Jordbundsforhold

I borerne er der generelt på de første 0,3 á 1,6 m u. t. truffet muld, fyld og overjord. De recente aflejringer er underlejret af senglacialt/glacialt smeltevandsler, -silt og -sand samt glacialt moræneler og -sand til borerne slutdybde 3,0-10,0 m u. t.

Der er i boring B100, B17, B18, B19, B20, B21, S4, S5, S11, S12, S16, SP7, SP8, C42140 indenfor de øverste ca. 3 m, truffet aflejringer af fedt og meget fedt senglacialt/glacialt smeltevandsler og glacialt moræneler.

Da der tidligere har været landbrugsaktivitet i området, må der forventes vekslende mægtigheder af fyld og obstruktioner som drænsystemer, ledninger m.m., som skal håndteres i forbindelse med jordarbejdet.

3.2 Vandspejlsforhold

Generelt er borerne pejlet ved borearbejdets afslutning og nogle borer er genpejlet 1-3 uger efter borearbejdets afslutning. Det skal bemærkes at borerne er pejlet på forskellige tidspunkter fra 1991-2019. Det højest registreret vandspejl i de enkelte borer fremgår af tabel 3.1.

Tabel 3.1: Resultater af højest registreret vandspejl.

Boring	Sag	Terræn	Kotesystem	VSP (højest registreret)	
		(kote*)		(m u.t.)	(kote*)
B100	Supplerende boring	+73,9	DVR90	>3,0	<+70,9
B101	Supplerende boring	+74,4	DVR90	>3,0	<+71,4
B102	Supplerende boring	+72,2	DVR90	2,4	+69,8
B17	NIR_10400588-011	+74,9	DVR90	>3,0	<+71,9
B18	NIR_10400588-011	+72,1	DVR90	>3,0	<+69,1
B19	NIR_10400588-011	+67,0	DVR90	2,9	+64,1
B20	NIR_10400588-011	+67,1	DVR90	>3,0	<+64,1
B21	NIR_10400588-011	+69,8	DVR90	2,9	+69,8
B22	NIR_10400588-011	+68,4	DVR90	>3,0	<+65,4
C42120	GEO_14011523	+63,0	DNN	2,9	+60,1

Boring	Sag	Terræn (kote ^{*)})	Kotesystem	VSP (højest registreret)	
				(m u.t.)	(kote ^{*)})
C42121	GEO_14011523	+64,5	DNN	>4,0	<+60,5
C42140	GEO_14011523	+66,2	DNN	>3,5	<+62,7
C42150	GEO_14011523	+69,1	DNN	>4,0	<+65,1
C42160	GEO_14011523	+71,3	DNN	>5,0	<+66,3
C42170	GEO_14011523	+72,4	DNN	>6,0	<+66,4
S1	GEO_26848	+67,2	DVR90	>3,0	<+64,2
S4	GEO_26848	+67,2	DVR90	>3,0	<+64,2
S5	GEO_26848	+65,6	DVR90	>3,0	<+62,6
S11	GEO_26848	+69,3	DVR90	2,5	+66,8
S12	GEO_26848	+68,9	DVR90	>6,0	<+62,9
S16	GEO_26848	+65,2	DVR90	>3,0	<+62,2
610	GEO_14006833	+69,8	DNN	1,1	+68,7
620	GEO_14006833	+69,5	DNN	1,4	+68,1
B208	GEO_14006833	-	-	-	-
SP7	GEO_34897	+65,3	DVR90	1,2	+64,1
SP9	GEO_34897	+66,7	DVR90	0,7	+66,0

^{*)} Forskel på DNN og DVR90 er i Aarhus kommune -0,05 m. (DNN>DVR90)

I boring B100, B101, B17, B18, B20, B22, C42120, C42121, C42160, C42170, S1, S4, S5, S12, S16 og B208 er der ikke registreret vand. De registrerede vandspejl er beliggende mellem kote +60,1 og kote +68,7, svarende til 0,7 å 2,9 m u. t. De registrerede vandspejl vurderes generelt at være sekundære vandspejl. I boring SP7 og SP9 er der truffet spændte vandførende sandlag under leraflejringer.

Da der er truffet lavpermeable aflejringer, må der forventes årstids- og nedbørsafhængige, sekundære grundvandsspejl eller nedsivningshorisonter, hvorfor der kan være højere liggende og sekundære vandspejl. I lavninger kan der tillige forventes vandspejl i niveau med terræn.

3.3 DualEM

I forbindelse med den geotekniske undersøgelse af det fremtidige byggemodningsområde i Lisbjerg, har NIRAS udført en geofysisk kortlægning med DualEM, der strækker sig over 24 ha. Med den geofysiske kortlægning, er det muligt at vurdere jordens elektriske ledningsevne ned til 6 m u. t., og herudfra kan der udledes viden om geologien og dermed nedsivningspotentialet i området.

Med udgangspunkt i de geofysiske målinger, er der udpeget placering af supplerende geotekniske borer i NFI-området og optimal placering af nedsivningstestene.

DualEM udstyret anvender GCM-metoden (Ground Conductivity Meter). Feltarbejdet er udført d. 7. maj 2019.

3.3.1 Tolkning af DualEM-resultater

Det primære formål med den geofysiske kortlægning er at vurdere nedsivningspotentialer i projektområdet og i det overlappende NFI-område. Høje elektriske modstande (>80 ohmm – gule og røde farver) tolkes som sandede og grusede aflejringer, med god nedsivningsevne.

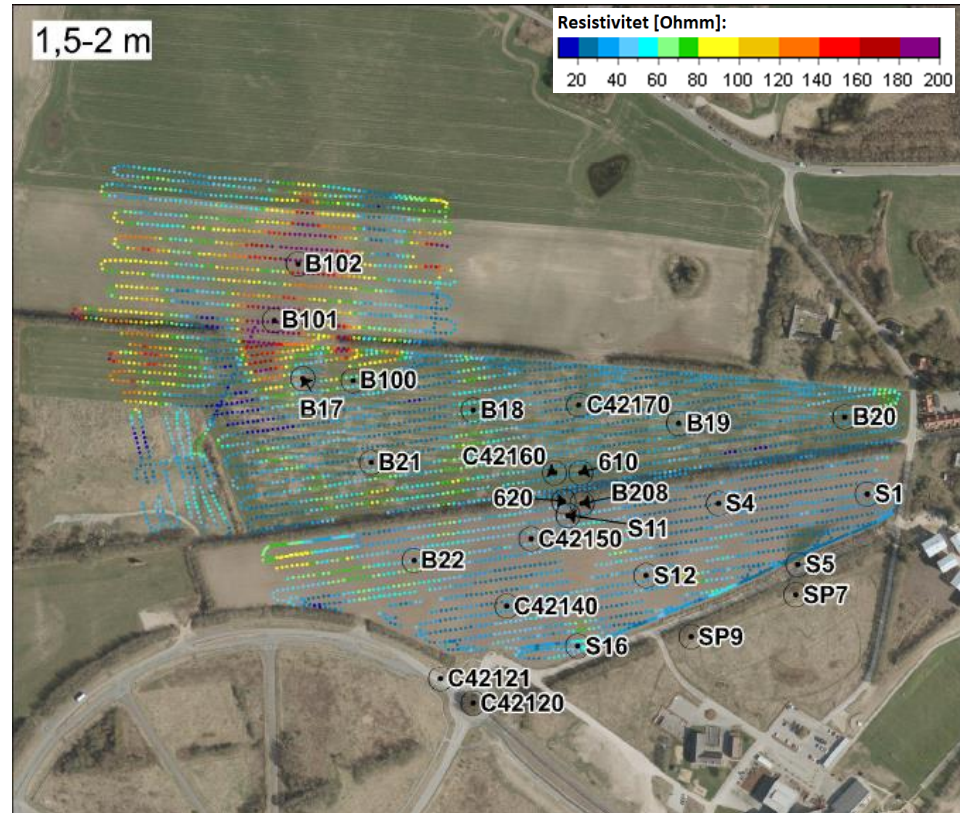
Generelt vurderes det, at der i intervallet 0-0,5 m u. t. er flere områder med høje modstande. I de underliggende halve metersintervaller ned til 2 m u. t. indskrænkes højmodstandsområderne til den nordvestlige del af projektområdet. I 1 meterintervallet fra 5 til 6 m u. t., er højmodstandsområdet indskrænket til et meget begrænset område i nordvest, hvori boring B101 og B102 er placeret samt nedsivningsforsøg er udført.

For de konkrete middelmålsmodstandskort i halve og hele metersintervaller fra 0,0 á 6,0 m u. t., henvises der til bilag 2.1 og bilag 2.2. Af figur 3.1., fremgår det kortlagte område i intervallet 1,5-2,0 m u. t.

Figur 3.1: Geofysisk kortlagt område.

Middelmålsmodstandskortet i intervallet 1,5-2,0 m u. t. med placering af geotekniske borer.

Planen er nordvendt



Den geofysiske kortlægning stemmer godt overens med de udførte borer. Med DualEM er højmodstandsområderne blevet afgrænset horisontalt, hvilket giver et overblik over nedsivningsmulighederne på projektområdet. Nedsivningsmulighederne vurderes i afsnit 4.3.

3.4 Miljøforhold

Miljøundersøgelsen for det aktuelle delområde, som er udført af NIRAS i 2018 /6/, omfatter analyse af jordprøver fra seks borer, benævnt B17-B22. Arealerne er ikke kortlagt eller områdeklassificeret. Placeringen af borerne fremgår af bilag S.

NIRAS har den 13. maj 2019 udført 3 supplerende borer, B100-B102. Der er udtaget to prøver fra hver boring til analyse.

Indenfor det aktuelle delområde er der tidligere udført 17 borer i hhv. 1995 /1/, 2005 /2/, 1991 /3/ og 2011 /4/, /5/.

Der er ikke udtaget prøver til analyse fra de borer, som er udført før 2005. Der er derfor foretaget en vurdering af, om jorden består af fyld eller intakt jord og om der evt. er forekomster af affald i fyldlaget.

Der er i de tre udførte borer i 1991 (610, 620 og B208) /3/, fundet hhv. lermuld, sand- og/eller muldfyld til maks. 1 m u.t.

Der er i de seks udførte borer i 1995 (C42120, C42121, C42140, C42150, C42160 og C42170) /1/, fundet hhv. sandet og leret muld og ler med muldpartier til maks. 1,1 m u.t.

Fra undersøgelsen i 2005 /2/ ligger seks borer i delområdet: boring S1, S4, S5, S11, S12 og S16. I boring S11 er der i dybden 0,8-1,3 m u.t. truffet leret fyldjord med teglstykker. Der er ikke konstateret indhold af tegl eller andre tegn på forurening i fyldjorden i boringen fra terræn til 0,8 m u.t. eller i de øvrige udførte borer.

Der er udtaget analyser fra borerne ved at blande prøverne med hinanden. Eksempelvis er jordprøver fra S1, S2, S5 og S6 (0,2-0,5 m u.t.) blandet sammen og analyseret som en samlet prøve. Prøverne er analyseret for indhold af totalkulbrinter, PAH'er og metaller hos Milana A/S. For yderligere beskrivelse af opblanding af prøver, analyserapporter mv. henvises til /2/.

Der er ikke ved analyse af blandeprøver, hvori S1, S4, S5, S11, S12 eller S16 indgår, fundet indhold af totalkulbrinter, PAH'er eller metaller der overskrider Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for følsom arealanvendelse.

Fra undersøgelser i 2011 ligger to borer i udkanten af delområdet: SP7 /4/ og SP9 /5/. Der er ikke analyseret jordprøver ved disse undersøgelser. I stedet er resultater fra analyse af blandeprøver fra de nærliggende borer fra den tidligere udførte undersøgelse i 2005 /2/ anvendt. I SP7 er der fundet fyld (lermuld) til 0,7 m u.t., mens der i SP9 kun er fundet fyld (ler med muld) til 0,3 m u.t.

Der er ikke ved analyse af blandeprøver fra området hvor SP7 og SP9 er udført, fundet indhold af totalkulbrinter, PAH'er eller metaller der overskrider Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for følsom arealanvendelse.

Der er ved undersøgelsen i 2018 /6/ udtaget og analyseret en blandeprøve fra B17, B18 og B21/0-0,5 m u.t., en blandeprøve fra B18 og B21/0,5-1,5 m u.t., to jordprøver fra B19 og B20/0-1,0 m u.t. samt en prøve fra B22/0-0,5 m u.t. Prøverne er udtaget 0-1,5 m u.t. i hhv. fyld og muld.

Der er udført kemisk analyse for indhold af totalkulbrinter (olie), PAH-forbindelser (tjære) samt 6 tungmetaller (cadmium, chrom, kobber, nikkel, bly og zink). Analyser er udført af VBM Laboratoriet.

De analyserede jordprøver består fyldjord og muldlag eller intakte jordlag. Der er ikke ved analyse af prøverne fra B17-B22 fundet indhold af totalkulbrinter, PAH'er eller metaller der overskrider Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for følsom arealanvendelse.

Der er ved den supplerende undersøgelse i 2019 udtaget og analyseret en søjleprøve og en punktprøve fra hver af de tre borer B100, B101 og B102. Søjleprøverne er udtaget 0-0,7 m u.t. i hhv. muld- og sandfyld. Punktprøverne er udtaget i hhv. 0,6, 0,8 og 0,7 i intakt jord.

Der er udført kemisk analyse for indhold af totalkulbrinter (olie), PAH-forbindelser (tjære) samt 6 tungmetaller (cadmium, chrom, kobber, nikkel, bly og zink). Analyser er udført af VBM Laboratoriet.

De analyserede jordprøver består fyldsand, muld eller intakte jordlag. Der er ikke ved analyse af prøverne fra B100-B102 fundet indhold af totalkulbrinter, PAH'er eller metaller der overskrider Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium for følsom arealanvendelse.

4 Vurderinger

4.1 Funderingsforhold

Ud fra de udførte borer vurderes det, at funderingsmetoden i området generelt må forventes udført som en direkte fundering. Stedvist er der eventuelt behov for ekstra fundering i form af en sandpudefundering.

Det endelige omfang af ekstra fundering skal ubetinget fastlægges ved supplerende geotekniske undersøgelser for de konkrete byggeprojekter.

Der gøres opmærksom på, at der lokalt kan forventes fyld og omgravede aflejringer vilkårligt på arealet omkring eksisterende vejanlæg, drænedes områder samt ledningsgrave.

For samtlige borer er der i tabel 4.1 angivet niveau for overside bæredygtigt lag (OSBL) sammen med terrænniveau og højest registreret vandspejl (VSP).

Tabel 4.1: Terrænniveau samt niveau for OSBL og VSP.

Boring	Terræn	Kotesystem	OSBL		VSP
	(kote*)		(m u. t.)	(kote*)	(kote*)
B100	+73,9	DVR90	0,5	+73,4	<+70,9
B101	+74,4	DVR90	1,2	+73,2	<+71,4
B102	+72,2	DVR90	0,4	+71,8	+69,8

Boring	Terræn	Kotesystem	OSBL		VSP
	(kote ^{*)})		(m u. t.)	(kote ^{*)})	(kote ^{*)})
B17	+74,9	DVR90	0,3	+74,6	<+71,9
B18	+72,1	DVR90	0,6	+71,5	<+69,1
B19	+67,0	DVR90	1,0	+66,0	+64,1
B20	+67,1	DVR90	0,5	+66,5	<+64,1
B21	+69,8	DVR90	1,6	+68,2	+69,8
B22	+68,4	DVR90	0,8	+67,6	<+65,4
C42120	+63,0	DNN	1,0	+62,0	+60,1
C42121	+64,5	DNN	1,1	+63,4	<+60,5
C42140	+66,2	DNN	0,4	+65,8	<+62,7
C42150	+69,1	DNN	0,3	+68,8	<+65,1
C42160	+71,3	DNN	0,8	+70,5	<+66,3
C42170	+72,4	DNN	0,3	+72,1	<+66,4
S1	+67,2	DVR90	0,7	+66,5	<+64,2
S4	+67,2	DVR90	0,3	+66,9	<+64,2
S5	+65,6	DVR90	0,8	+64,8	<+62,6
S11	+69,3	DVR90	0,7	+68,6	+66,8
S12	+68,9	DVR90	1,1	+67,8	<+62,9
S16	+65,2	DVR90	0,4	+64,8	<+62,2
610	+69,8	DNN	1,0	+68,8	+68,7
620	+69,5	DNN	0,5	+69,0	+68,1
B208	-	-	1,0	-	-
SP7	+65,3	DVR90	0,7	+64,6	+64,1
SP9	+66,7	DVR90	0,3	+66,4	+66,0

^{*)} Forskel på DNN og DVR90 er i Aarhus kommune 0,05 m.

^{*)} Niveau for OSBL kan evt. hæves i forbindelse med geoteknisk udgravningstilsyn.

I borerne B100, B17 C42120, S4, S5, S12, S16, 610, 620, SP7 og SP9 er der under OSBL truffet leraflejringer med lave styrkeparametre, på ned til $c_{u,k} = 25 \text{ kN/m}^2$, hvorfor der er risiko for gennemlokning. Ved projektering skal der undersøges for gennemlokning.

I boring C42140 og S4 er der truffet rødder og formuldede rodgange under OSBL, hvorfor der i forbindelse med en udgravningskontrol skal udføres håndboringer, som en stikprøvekontrol, for at verificere niveau for OSBL.

Fundamenterne skal føres ned til niveau for OSBL og i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn.

4.2 Projektering

Det kræves, at konstruktioner udføres på en sådan måde, at regn og sne samt overfladevand, grundvand og jordfugt ikke medfører fugtskader og fugtgener. Terrændæk udføres på fast og tør jordbund, og da jordbunden ikke vurderes tilstrækkelig selvdrænende, anbefales det at lægge omfangsdræn iht. Norm for dræning af bygværker mv., DS436:1993.

Det endelige dimensioneringsgrundlag for fundamenter skal ubetinget fastlægges i forbindelse med supplerende undersøgelser.

Hvor der funderes i leraflejringer, vurderes det at fundamenter overvejende kan projekteres for en karakteristisk udrænet forskydningsstyrke på $c_{u,k} = 50 \text{ kN/m}^2$. Med forhold som i borerne B100, B17, C42120, S4, S5, S12, S16, 610, 620, SP7 og SP9 skal fundamenterne kontrolleres for gennemlokning som følge af underliggende svage leraflejringer.

Hvor der funderes i intakte sandaflejringer/indbygget sandpude, vurderes det at fundamenter kan projekteres for en karakteristisk plan friktionsvinkel på $\phi_{pl,k} = 37^\circ$.

Der er stedvist truffet fedt og meget fedt ler, som kan give anledning til, at der skal tages hensyn til problemer forbundet med fundering på fedt ler. Hensynet kan indebære tiltag som forøget fundamentsdybde, restriktioner vedr. beplantning, udformning samt armering af fundamenterne m.v. Der henvises til DS/EN 1997-1 samt SBI-anvisning 231 for mere detaljerede anvisninger.

4.3 Nedsivningsforhold

Med udgangspunkt i den geofysiske kortlægning, vedlagt som bilag 2, ses det, at der i større dele af projektområde F1400, primært træffes jordarter med lave elektriske modstande (de blålige farver). Ved sammenligning af den geofysiske kortlægning og de udførte borer, kan det konkluderes, at der primært træffes ler i området, hvor der forventes udført byggemodning.

Leraflejringer kan have stærkt vekslende nedsivningspotentiale, men vurderes overvejende at have "moderat dårlig" til "dårlig" nedsivningsevne.

Med udgangspunkt i den geofysiske kortlægning, vurderes der at være sandede aflejringer i det nordvestlig liggende NFI-område, hvorfor der, i det område, forventes gode muligheder for nedsivning. For at vurdere den egentlige nedsivningsevne, er der udført to nedsivningsforsøg placeret ved hhv. B101 og B102. Forsøgene er udført som dobbeltring infiltrometer forsøg og forsøgsresultaterne er vedlagt som bilag 3.

I forbindelse med nedsivningsforsøgene er der truffet følgende hydrauliske nedsivningsevner:

- Boring B101: $k = 1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s (svarende til 7,07 mm/min)
- Boring B102: $k = 3,6 \cdot 10^{-5}$ m/s (svarende til 2,13 mm/min)

Nedsivningsevnen kategoriseres iht. Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Kategorisering af nedsivningsevne

	Hydraulisk ledningsevne (m/s)
God	$> 1,0 \cdot 10^{-5}$
Moderat godt	$5,0 \cdot 10^{-6} - 1,0 \cdot 10^{-5}$
Moderat dårlig	$1,0 \cdot 10^{-6} - 5,0 \cdot 10^{-6}$
Dårlig	$< 1,0 \cdot 10^{-6}$

På baggrund heraf vurderes området ved boring B101 og B102 at have en god til moderat god nedsivningsevne. Nedsivningsforsøgene er placeret hvor der forventedes, at finde den absolut bedste nedsivningsevne. Hvis det ønskes at nedsive i hele NFI-området, anbefales det at udføre supplerende nedsivningsforsøg til nærmere vurdering af nedsivningsevnen og inden endelig placering af eventuelle nedsivningsforanstaltninger.

4.4 Miljøforhold og bortskaffelse af overskudsjord

Miljøundersøgelsen fra 2018 /6/ omfatter analyse af jordprøver fra seks boringer, og der er analyseret prøver fra fyld- og muldjord 0-1,5 m u.t. To af de analyserede jordprøver er blandet sammen på tværs af boringerne. Arealet er ikke kortlagt eller områdeklassificeret.

Af luftfoto fra 1965-66 fremgår områder mellem boring B19 og B20, der kan være opfyldte. Af senere luftfotos er områderne at se som dyrkede arealer.

I B19 og B20, som er udført ved de eventuelle fyldområder, er der konstateret fyld- og muldjord til hhv. 1,3 og 0,6 m u.t. Der er ved analyse af jordprøver af fyldlagene ikke konstateret forurening.

Ved gennemgang af tidligere udførte undersøgelser /1-5/, er der ikke konstateret forurening, der er over Miljøstyrelsens grænseværdier for følsom arealanvendelse. I boring S11 er der i fyldlaget konstateret teglstykker. Der er ikke registeret indhold af affald eller tegn på forurening i øvrige udførte boringer.

Da der er konstateret indhold af tegl i fyldlaget i en boring anbefales det, i forbindelse med et konkret projekt, at der udtages supplerende jordprøver af fyldjorden, hvis denne skal bortskaffes eller anvendes i projektet. Omfanget skal vurderes ud fra det konkrete projekt.

På det foreliggende grundlag vurderes der dog ikke, at være en omfattende jordforurening i området.

Eftersom Jordtippen i Aarhus er lukket for modtagelse af ren jord d. 1. marts 2018 skal der i forbindelse med eventuel bortskaffelse af ren overskudsjord findes alternative jordmodtagere (eventuelt via jordbasen.dk). Alternativt skal det

overvejes om eventuelt overskudsjord kan genindbygges eller genplaceres på ejendommen.

5 Udførelse

Med registrerede vandspejlsforhold forventes udgravninger for kælderløst byggeri, at kunne ske uden afgørende grundvandsgener, dog skal der tages hensyn til at der er truffet spændt magasiner i SP7 og SP9. Eftersom udgravningen forventes at ske i overvejende ler, kan evt. tilstrømmende vand forventes fjernet ved simpel lænsning.

Grundvandssænkning, komprimering m.v. kan indebære en vis risiko for beskadigelse af nærliggende bygninger og anlæg. Dette kan forstærkes af dårlig/mangelfuld fundering af nabobygninger. Anlægsarbejdet skal derfor mindst 14 dage før arbejdets opstart varsles iht. Byggelovens § 12.

Det anbefales derfor, at der foretages en besigtigelse, evt. suppleret med en fotoregistrering, for at klarlægge nærliggende konstruktioners tilstand og funderingsforhold, hvorved der kan foretages de nødvendige foranstaltninger

6 Supplerende undersøgelser

Når der foreligger et konkret projekt, skal omfanget af supplerende undersøgelser vurderes og tilpasses projektet, jf. DS/EN 1997-2+AC:2011 og DS/EN 1997-1 DK NA:2015, Anneks K2.

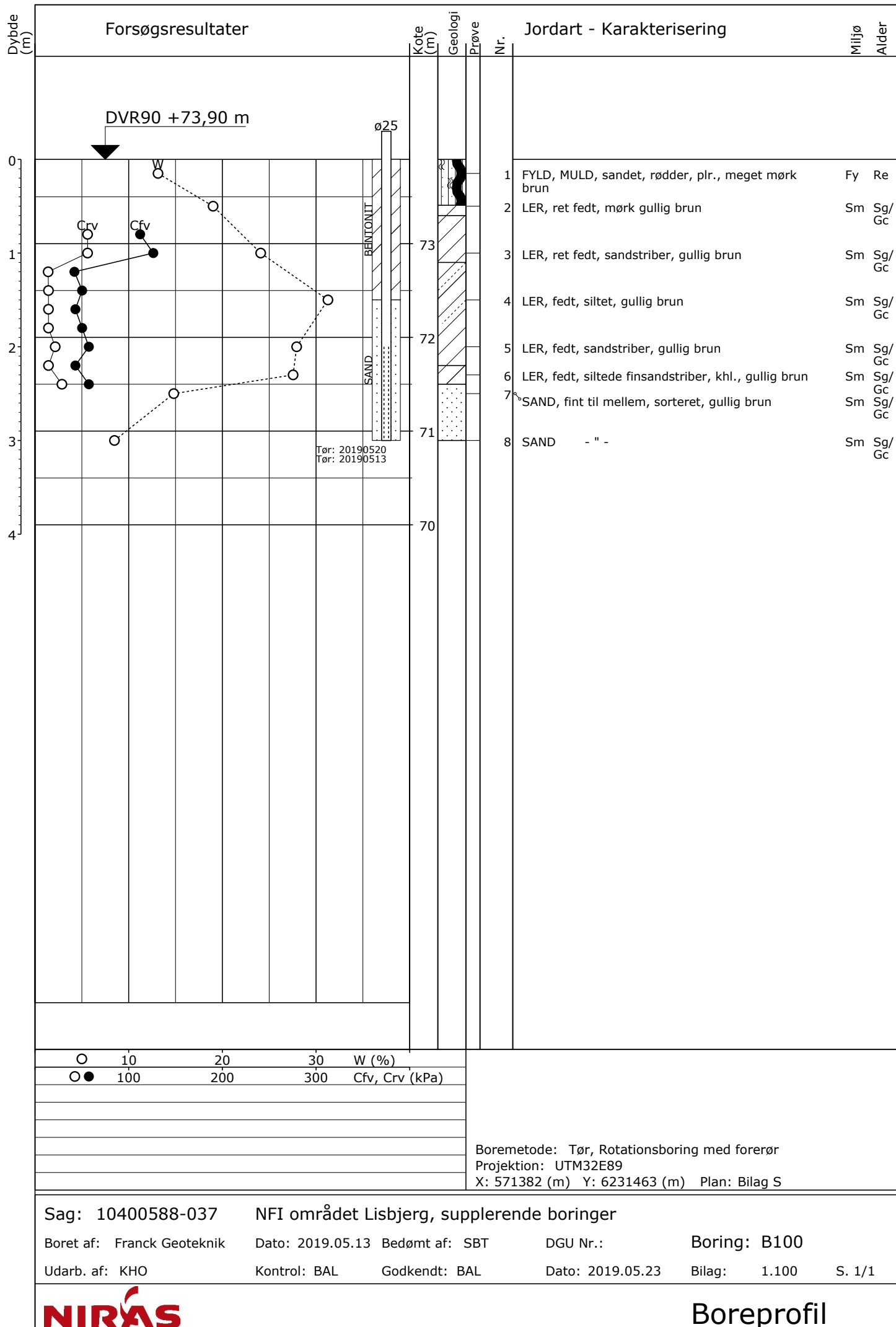
Det anbefales, at der udføres supplerende miljøprøver af fyldjord, da der er truffet indhold af affald (tegl) ligesom af områderne, der kan være opfyldte. Omfanget skal vurderes ud fra det konkrete projekt.

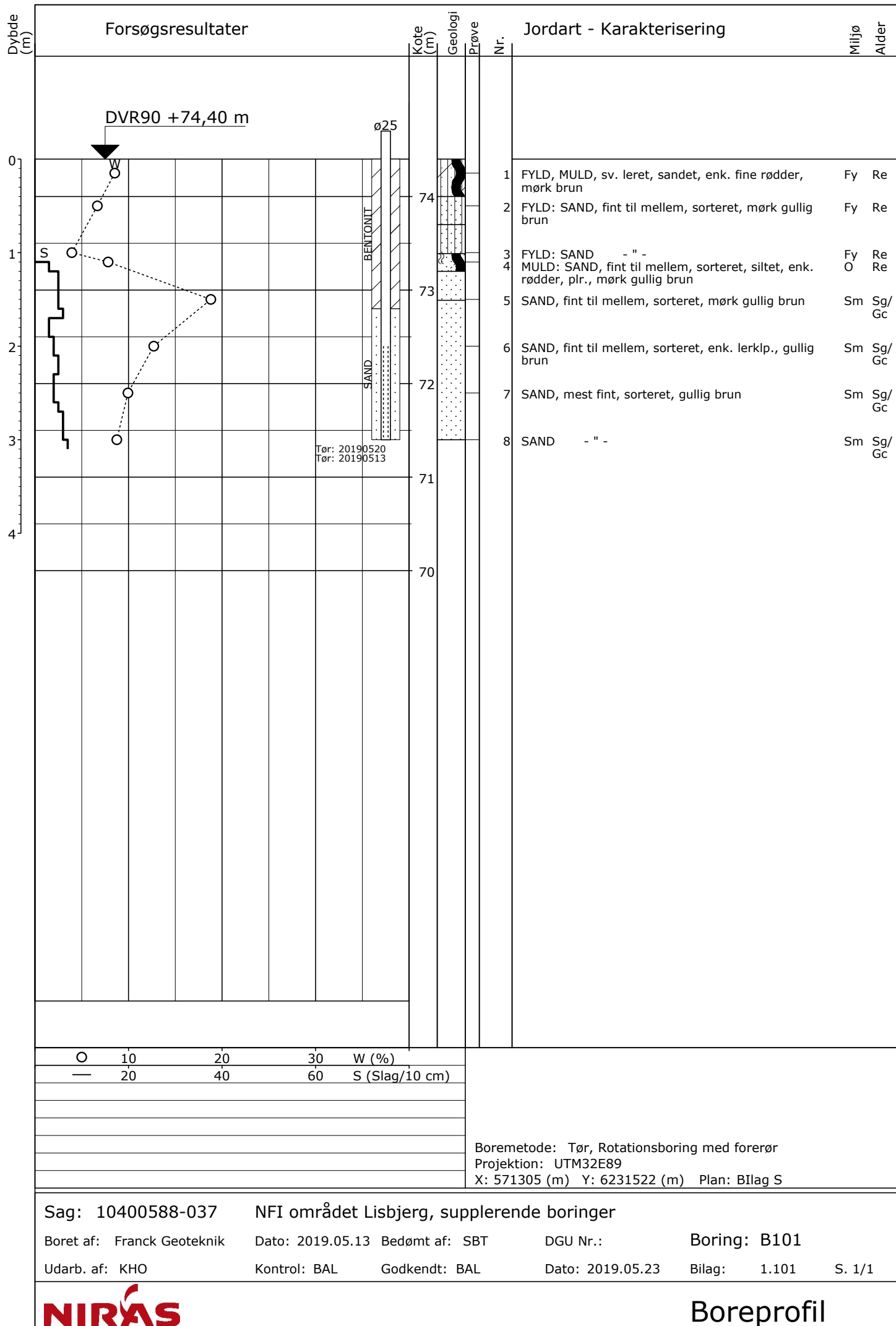
7 Referencer

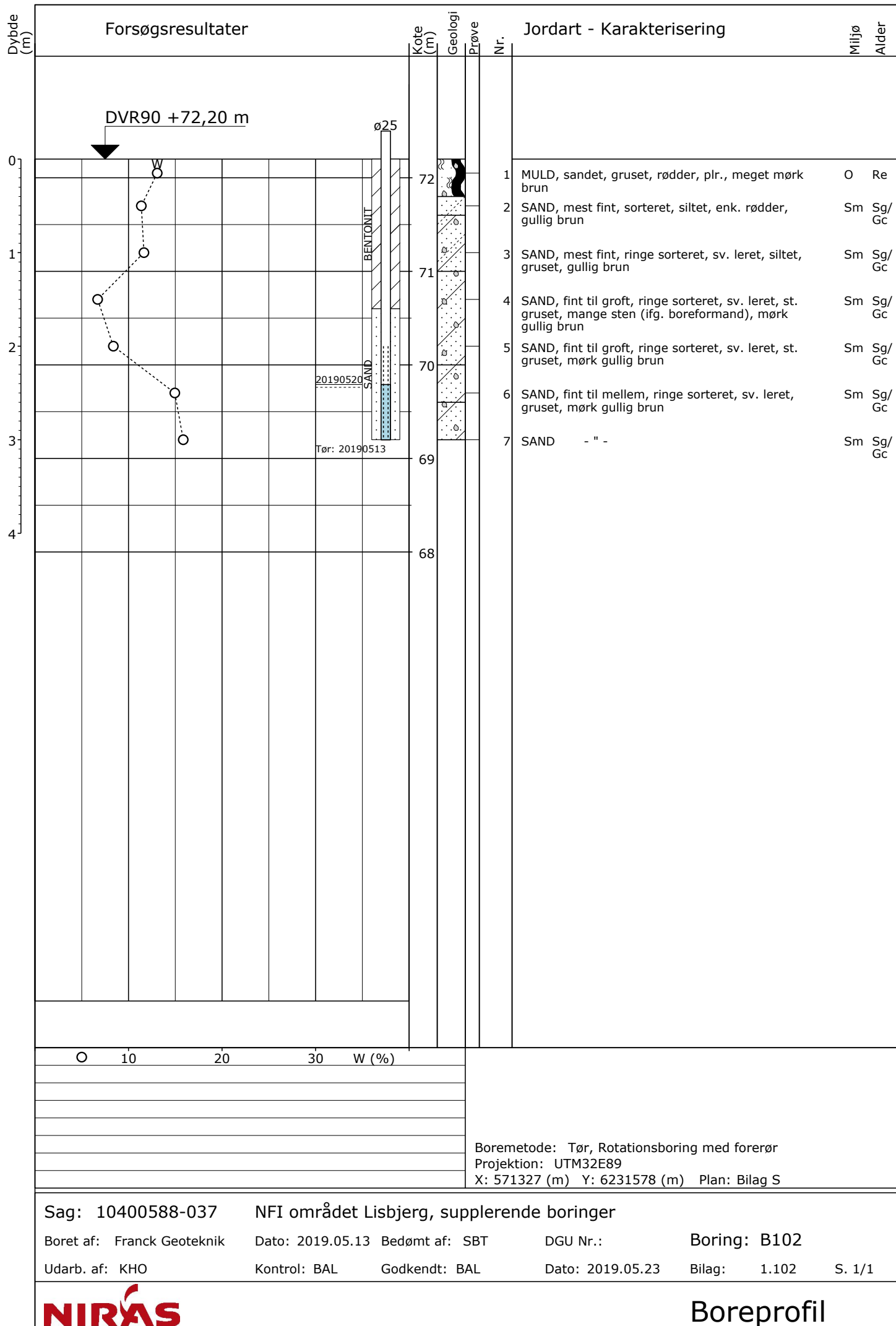
- /1/ GEO sagsnr. 14006833. Lisbjerg erhvervspark. Lokalplan 464. Orienterende undersøgelse. Rapport 1, 1991-09-05.
- /2/ GEO sagsnr. 14011523. Lisbjerg. Søftenvej. Udstykning. Erhvervsområde, lokalplan 464. 2. etape. Geoteknisk undersøgelse. Rapport 3, 1996-01-16.
- /3/ GEO sagsnr. 26848. Ny Lisbjerg. Center/Skoleområde. Geoteknisk og miljøteknisk undersøgelse. Rapport 2, Rev. 1, 2005-10-17.
- /4/ GEO sagsnr. 34897. Lisbjerg. Lisbjergvej. LP828. Storparcel Ic. Miljø- og geoteknisk rapport. Rapport 3, 2012-01-30.
- /5/ GEO sagsnr. 34897. Lisbjerg. Lisbjergvej. LP828. Storparcel Id. Miljø- og geoteknisk rapport. Rapport 4, 2012-01-30.
- /6/ NIRAS sagsnr. 10400588-011. Lisbjerg Helhedsplan. Geoteknisk placeringsundersøgelse. Supplerende undersøgelse. 2018-10-08.

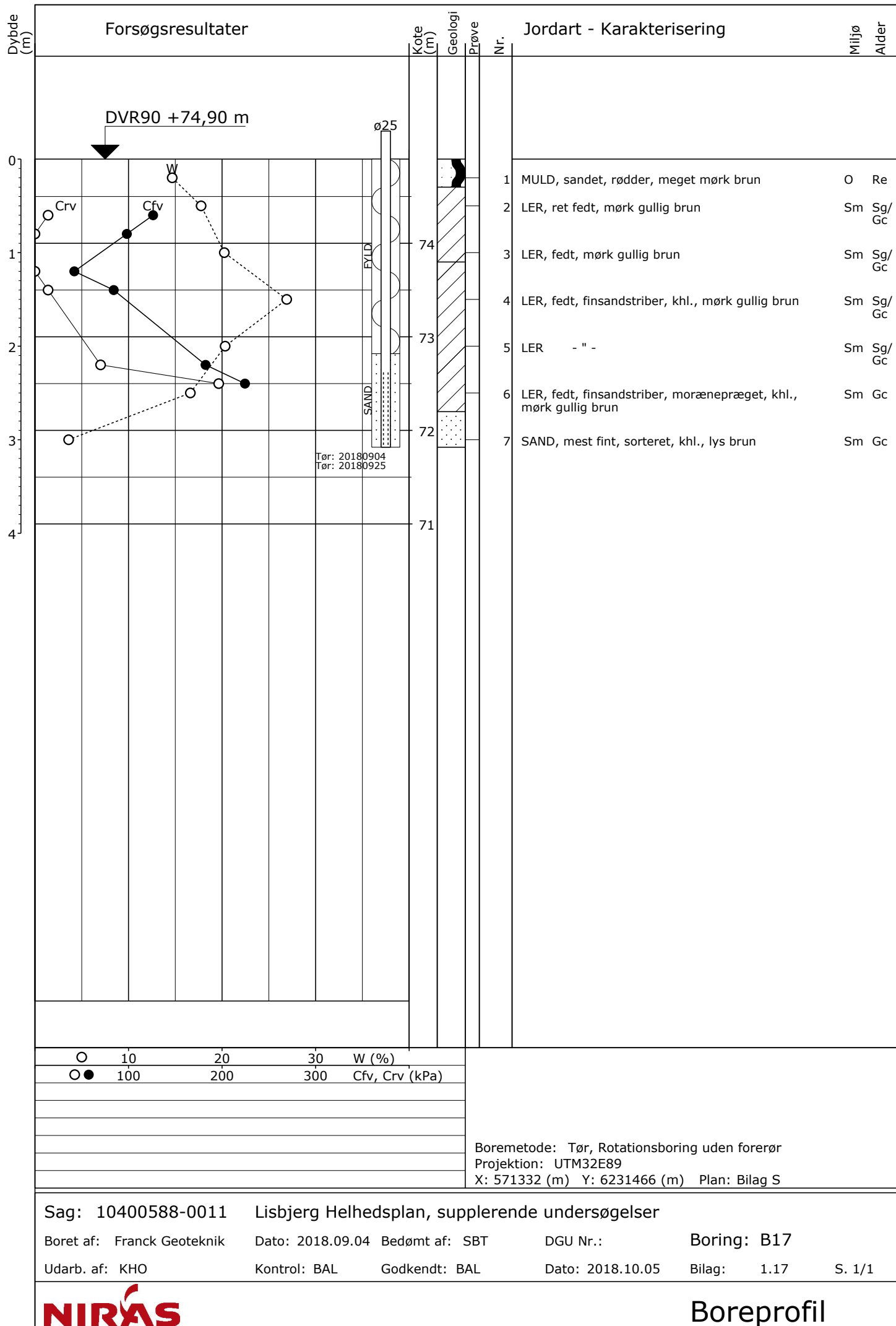
Boreprofiler

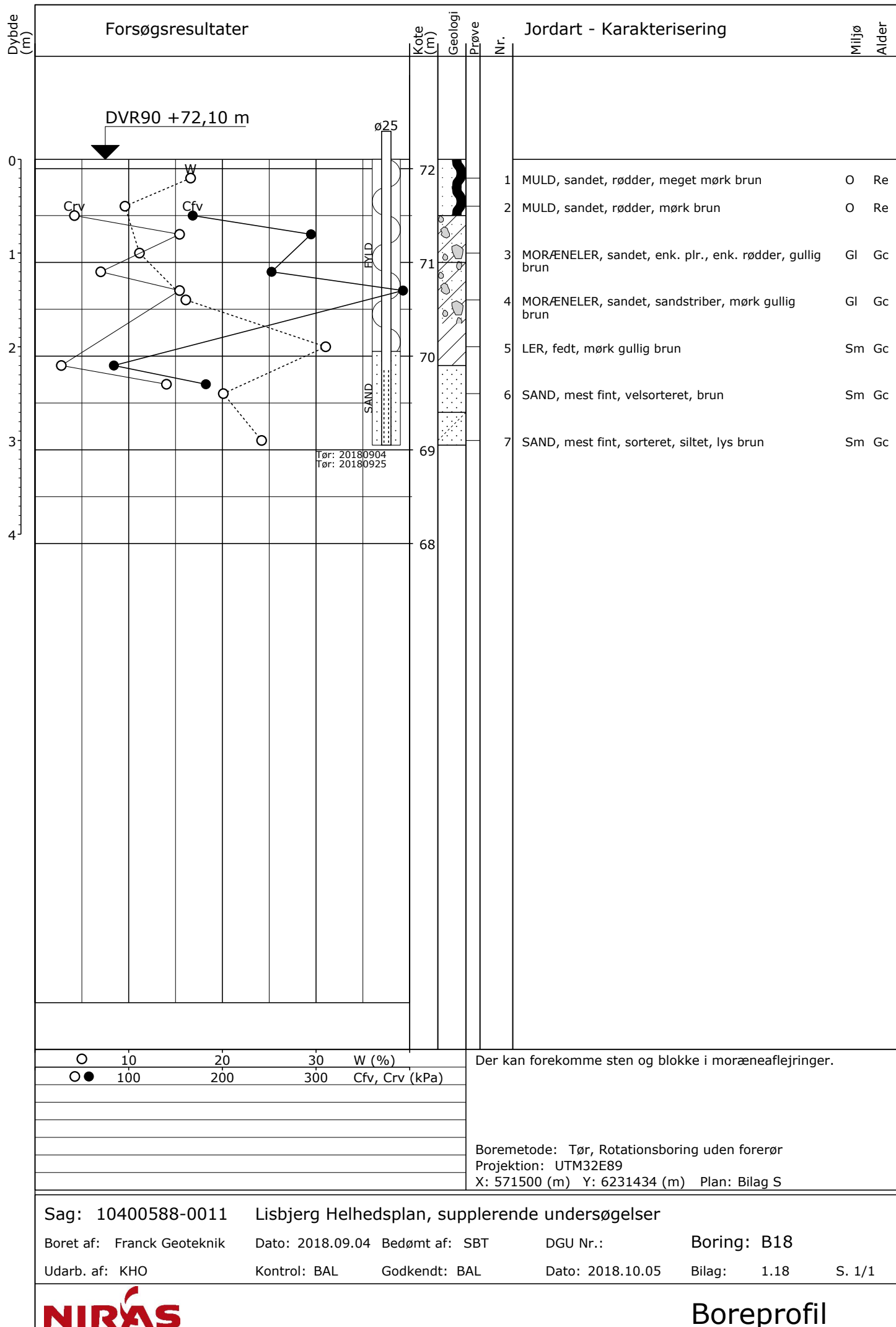
BILAG 1

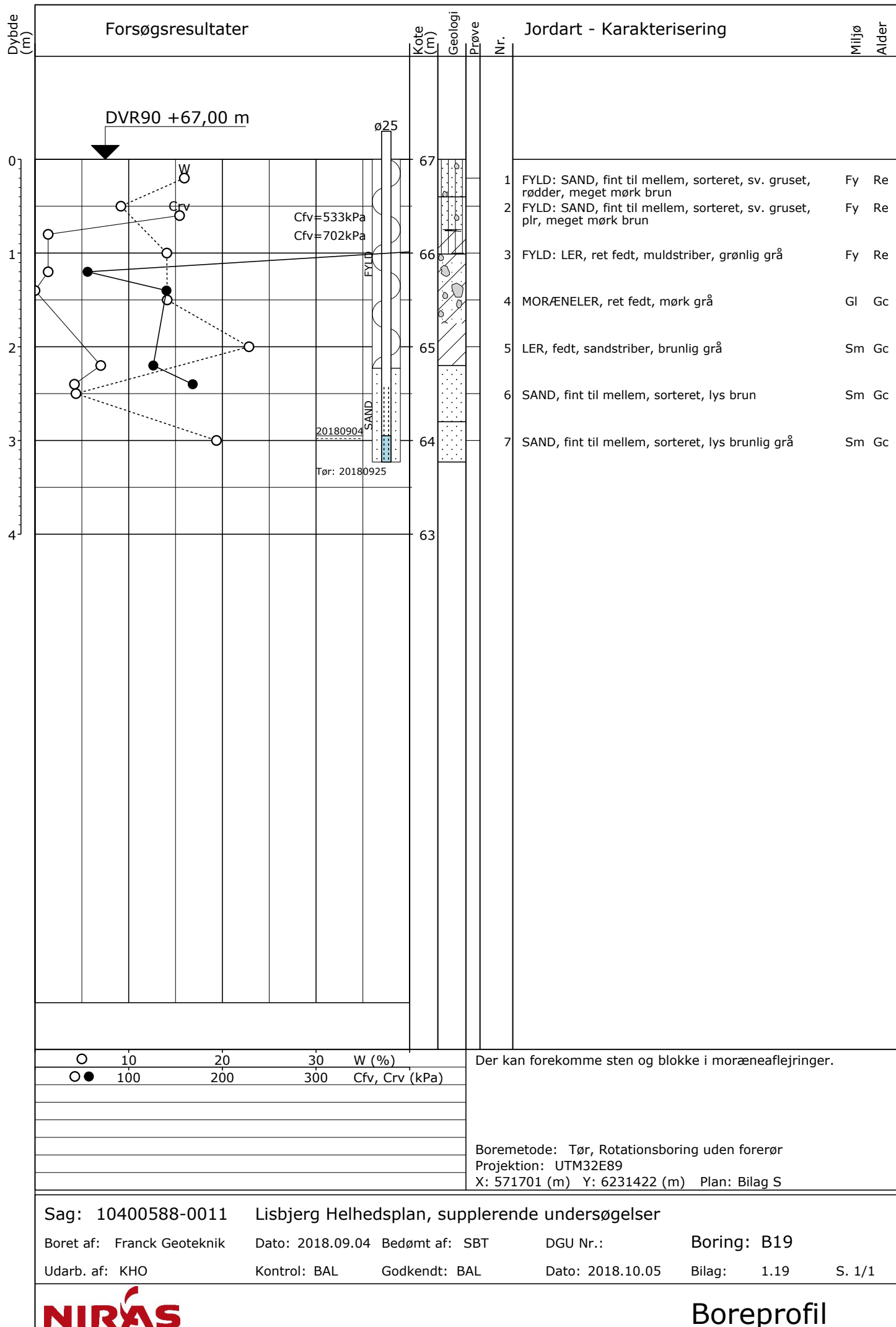


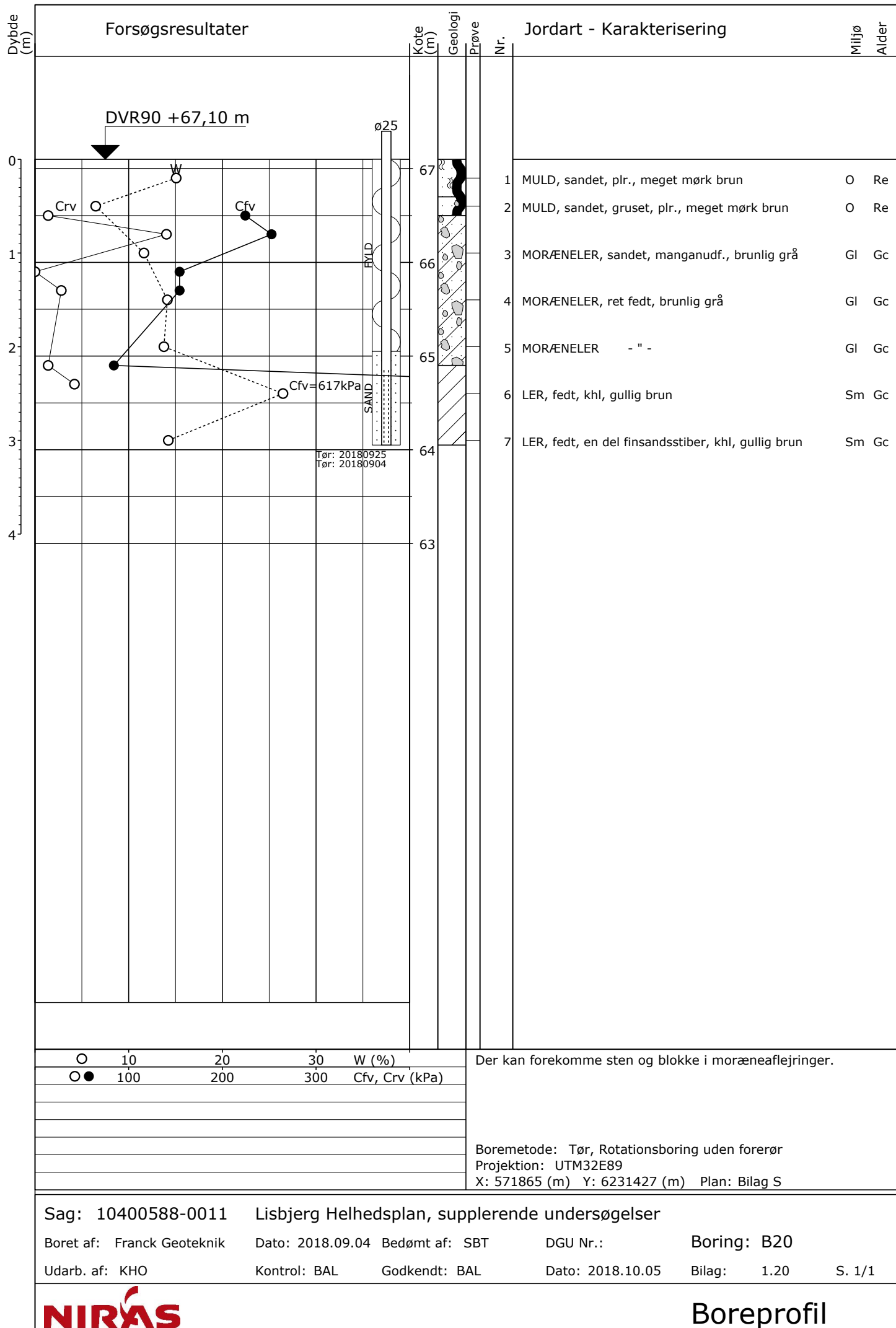


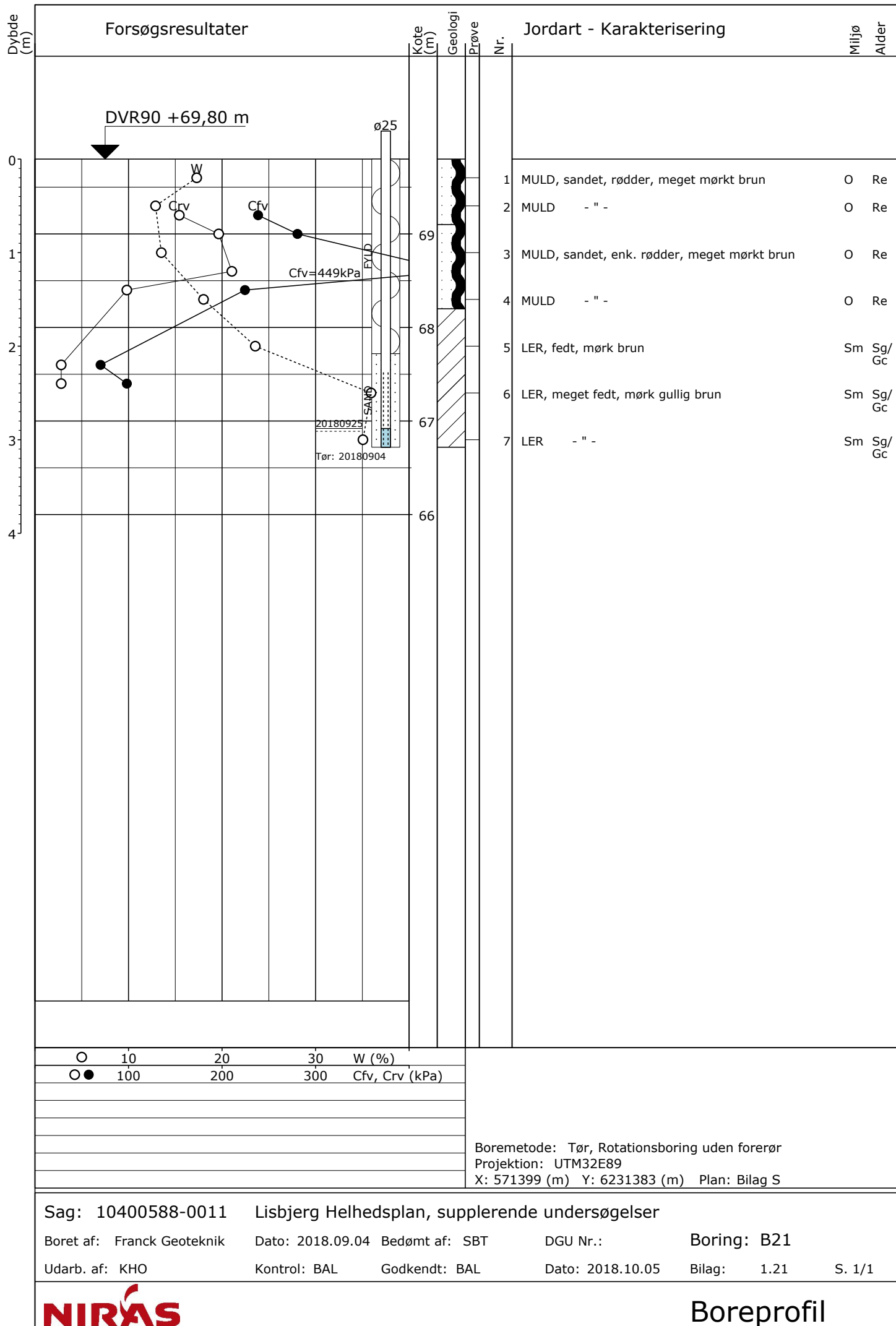


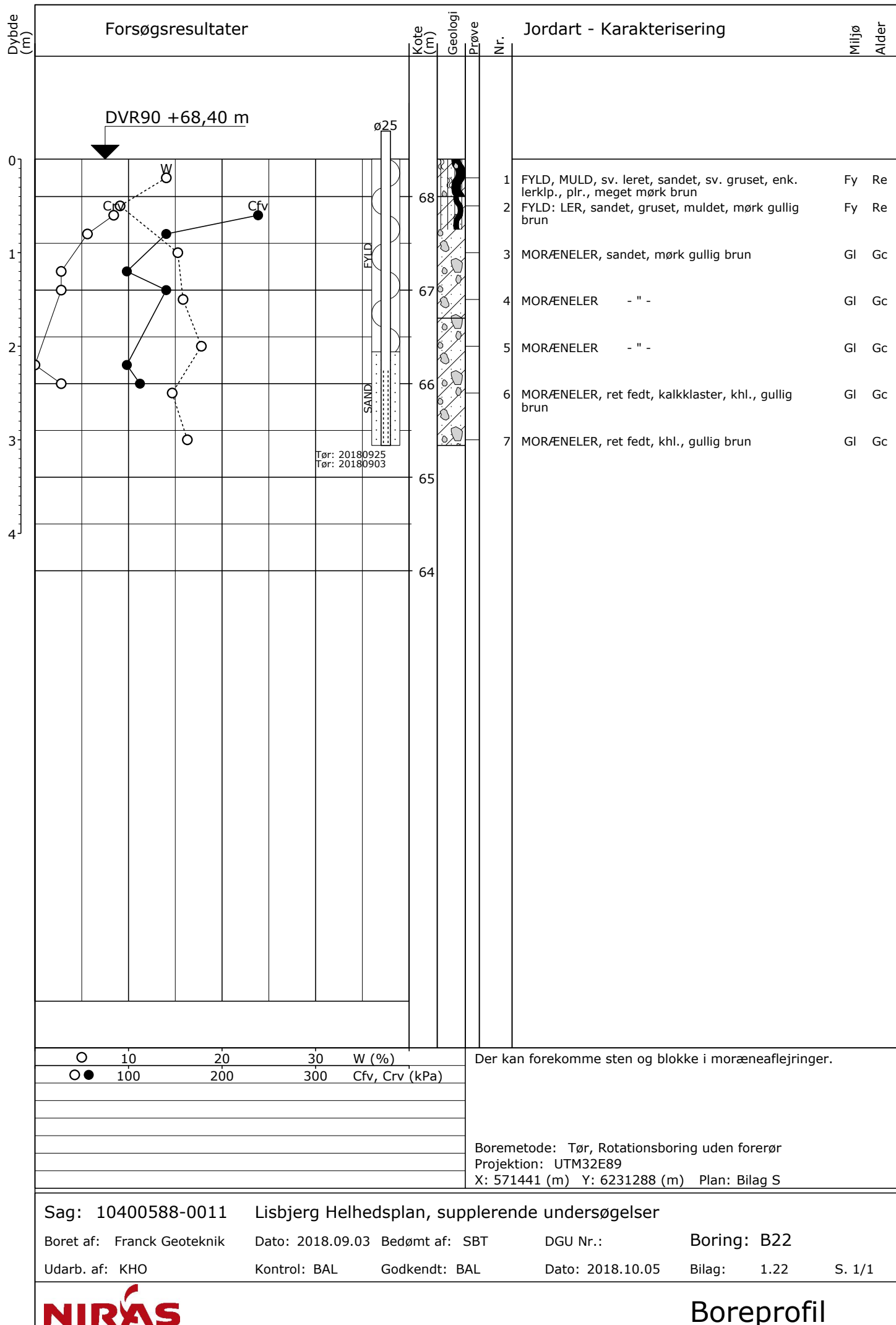


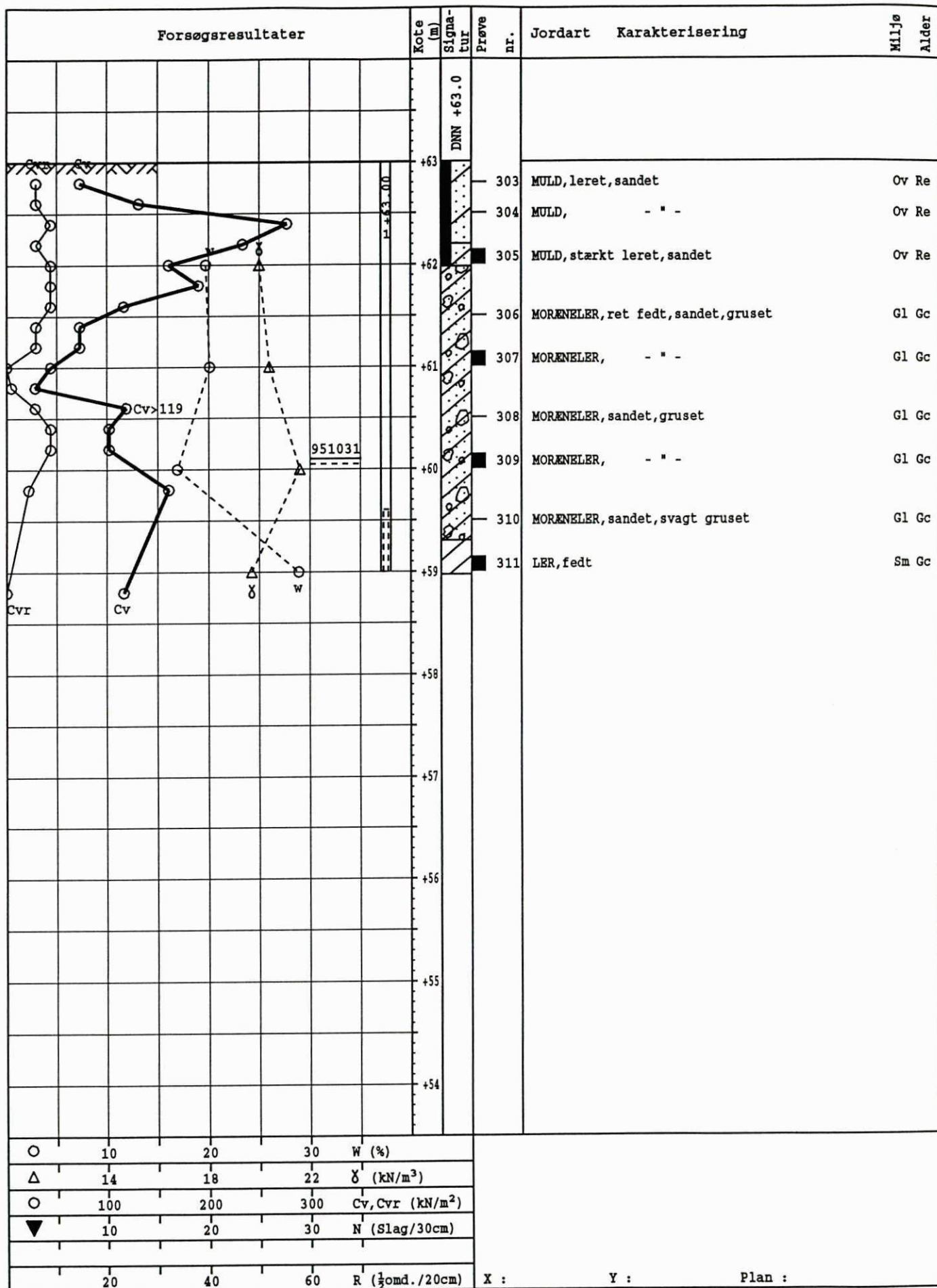












SAG : 14011523

Lisbjerg

Strækning :

Boret af : GI KP

Dato : 951024

DGU-nr.:

Boring : C42120

Udarb. af :

Kontrol : 17417

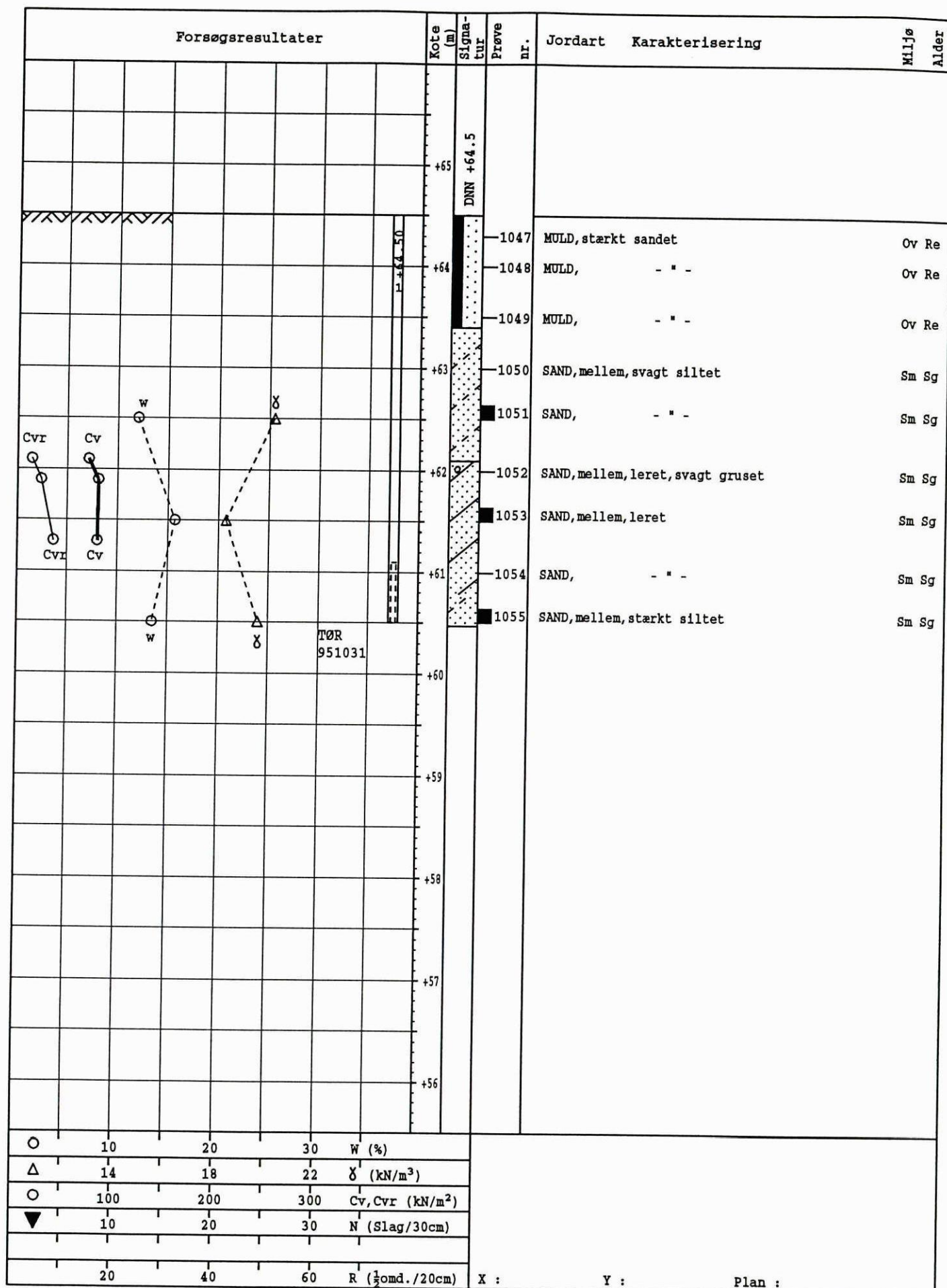
Godkendt : OK

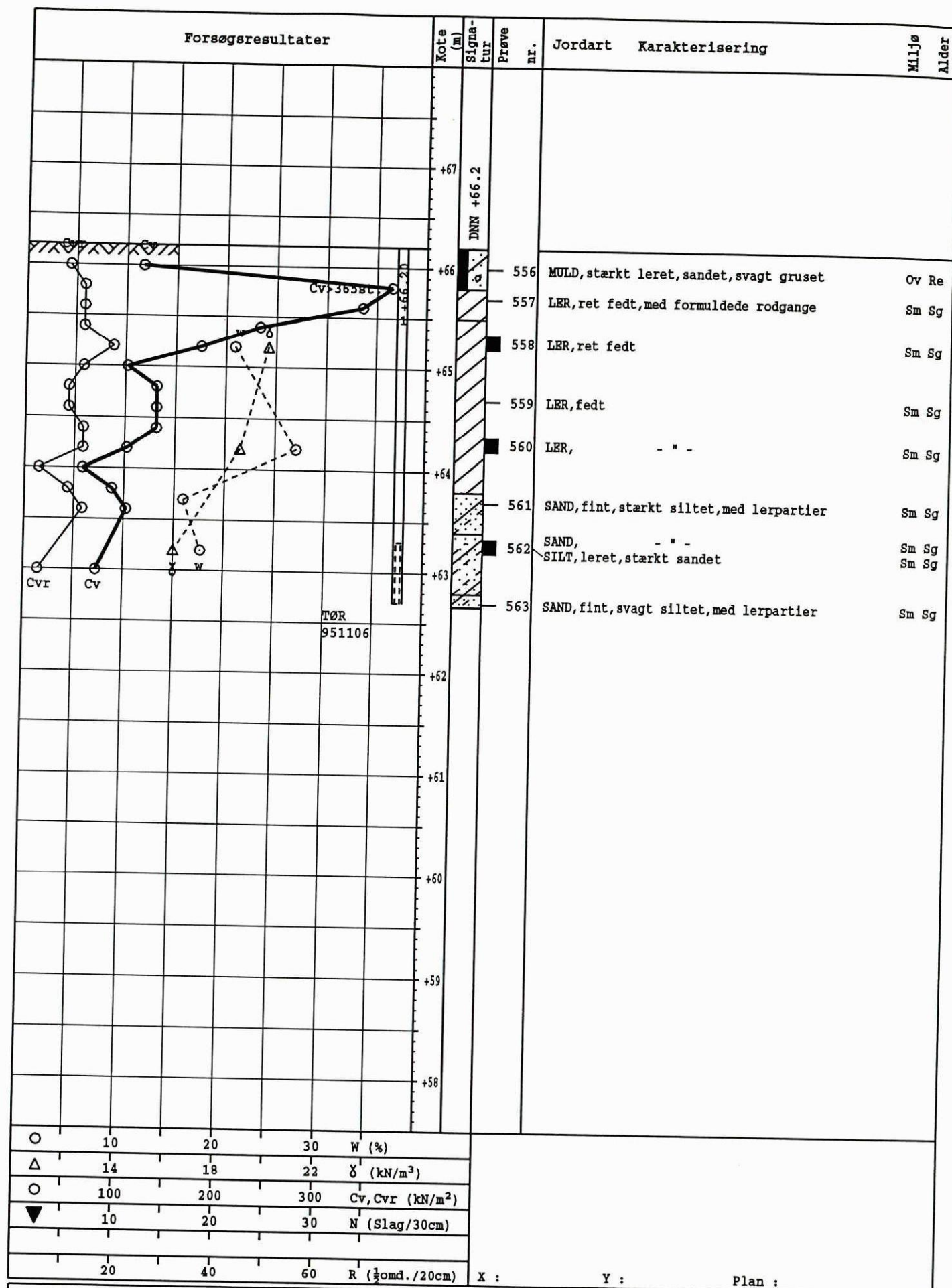
Dato : 960116

Bilag nr.: 58

Geoteknisk Institut

Boreprofil





SAG : 14011523

Lisbjerg

Strækning :

Boret af : GI KP

Dato : 951030

DGU-nr.:

Boring : C42140

Udarb. af :

Kontrol : *MM*

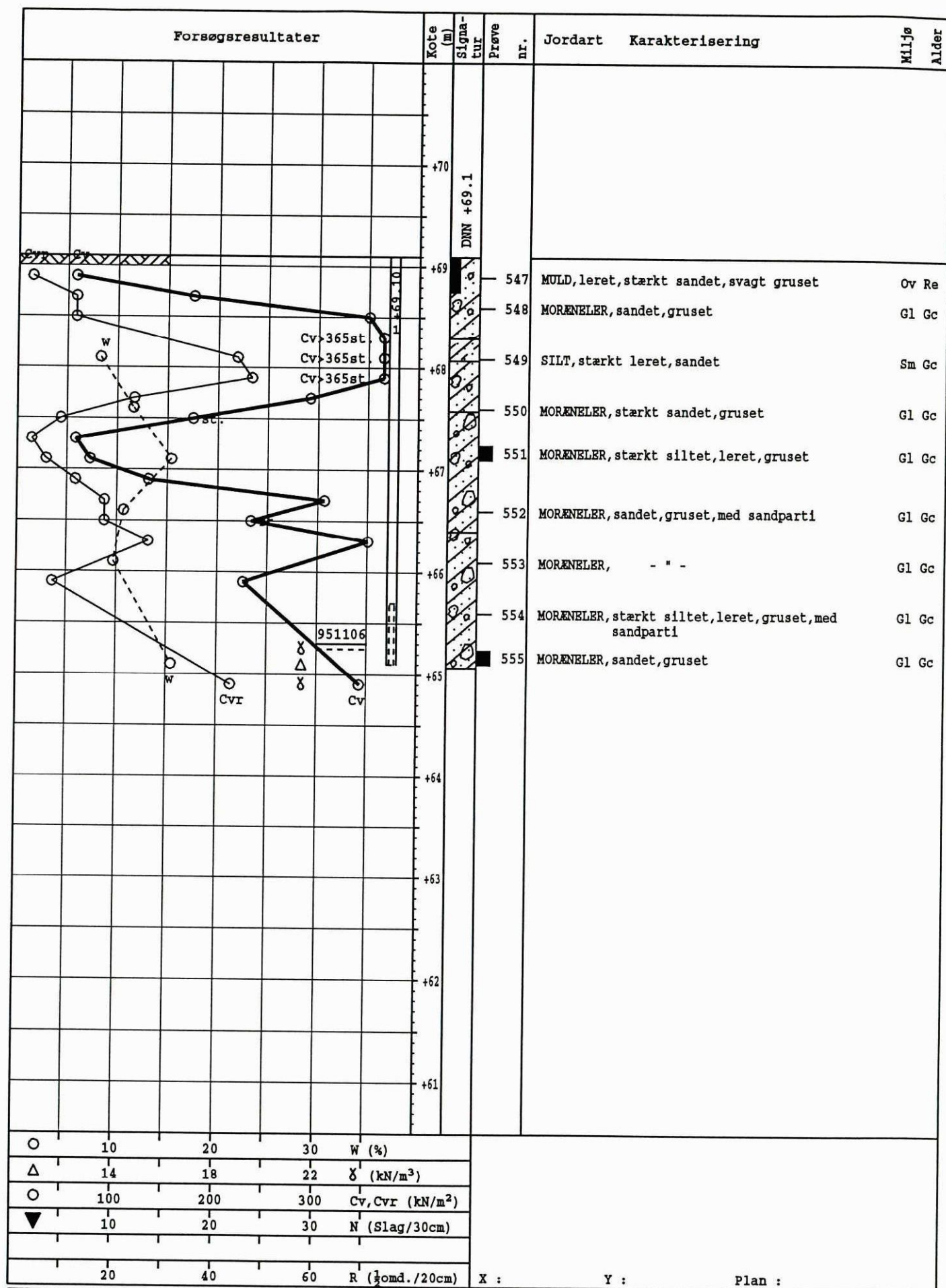
Godkendt : *OK*

Dato : 960116

Bilag nr.: 69

Geoteknisk Institut

Boreprofil



SAG : 14011523

Lisbjerg

Strækning :

Boret af : GI

KP

Dato : 951030

DGU-nr.:

Boring : C42150

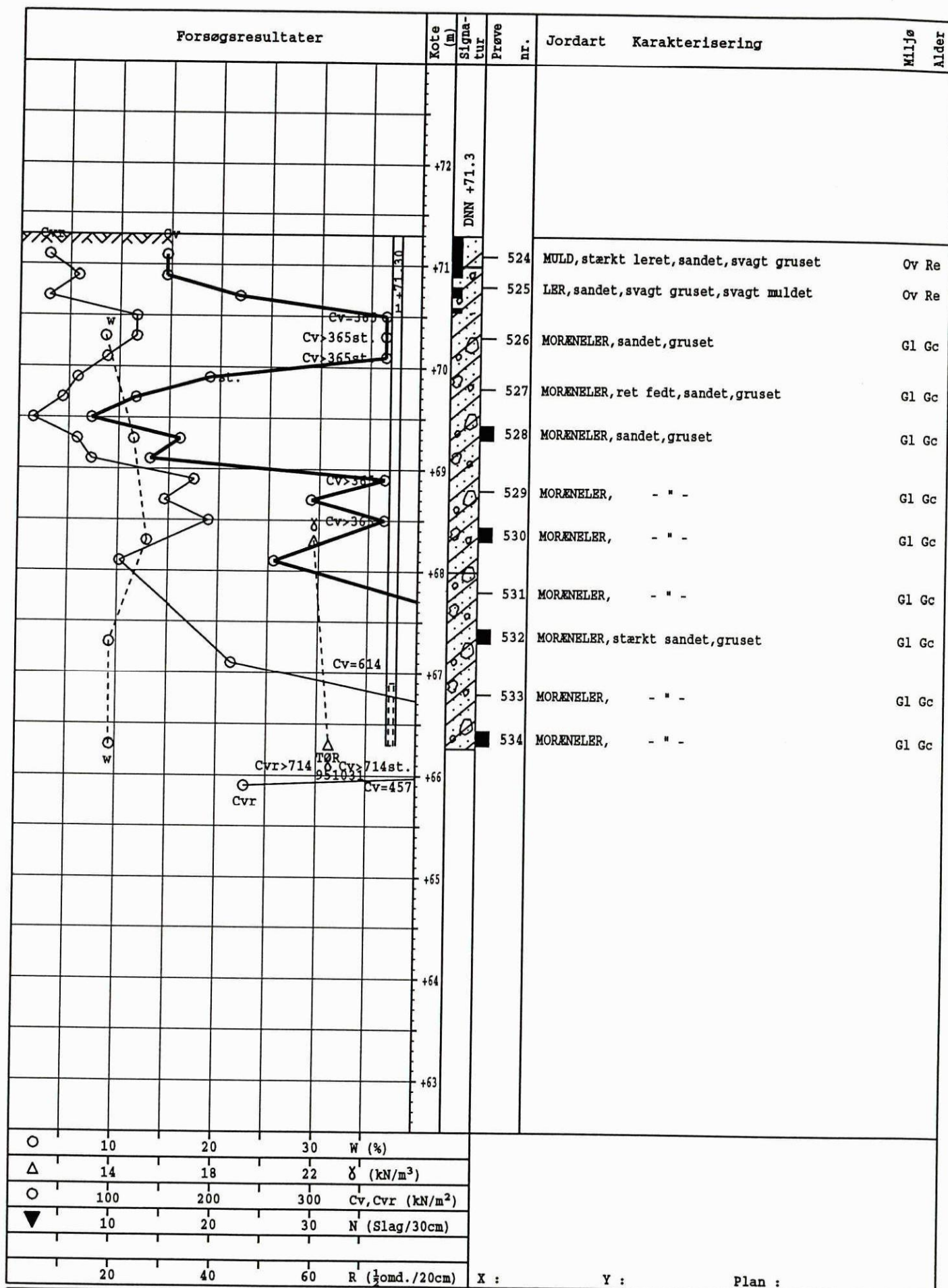
Udarb. af :

Kontrol : *MA*Godkendt : *OK*Dato : *960116*

Bilag nr.: 70

Geoteknisk Institut

Boreprofil



SAG : 14011523

Lisbjerg

Strækning :

Boret af : GI KP Dato : 951030

DGU-nr.:

Boring : C42160

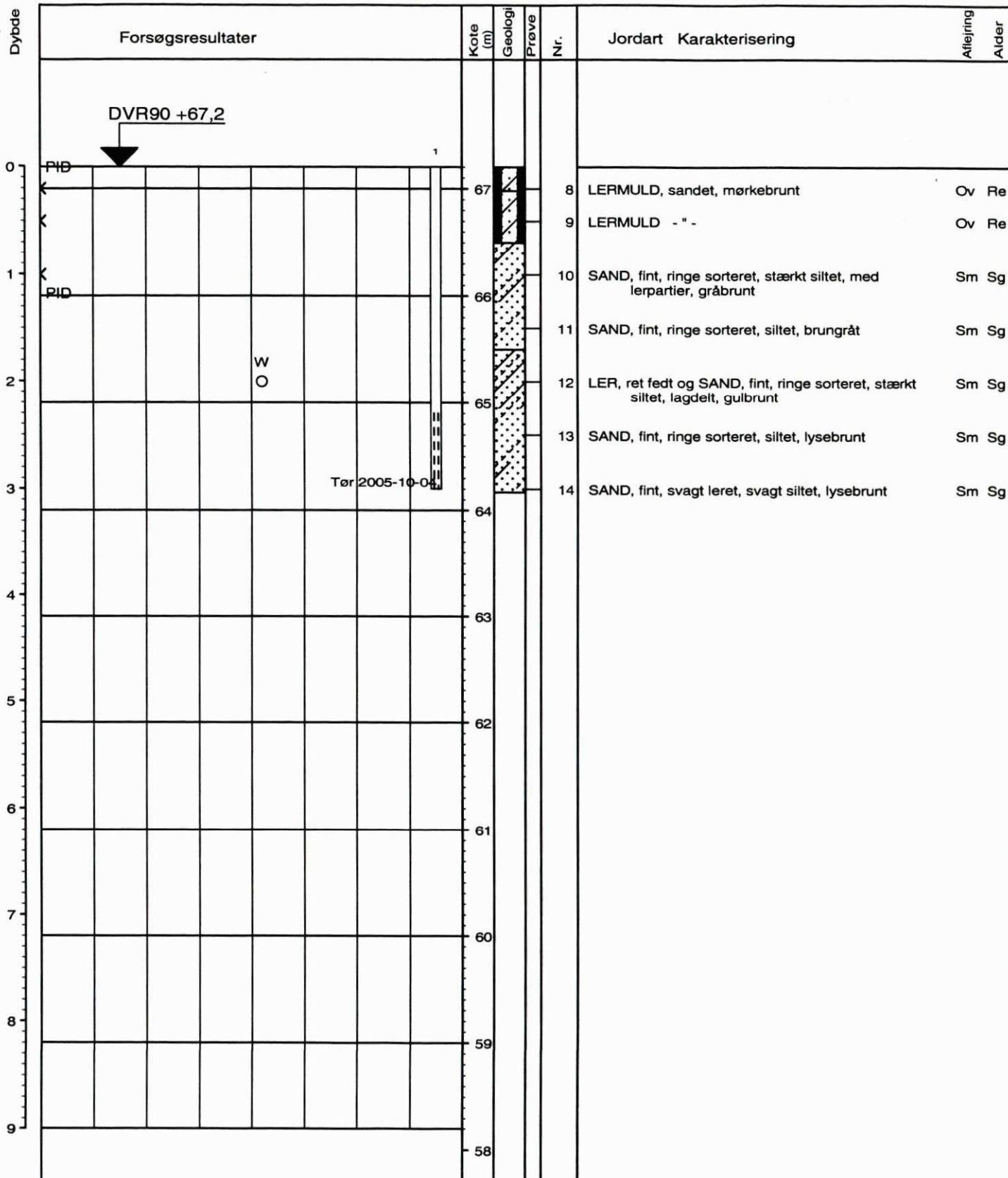
Udarb. af :

Kontrol : 19H M Godkendt : OK

Dato : 960116

Bilag nr.: 71

Geoteknisk Institut**Boreprofil**



O 10 20 30 W (%)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223397 (m) Y : 199091 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : NIO

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-27

DGU-nr.:

Boring : S1

Udarb. af : BEB

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

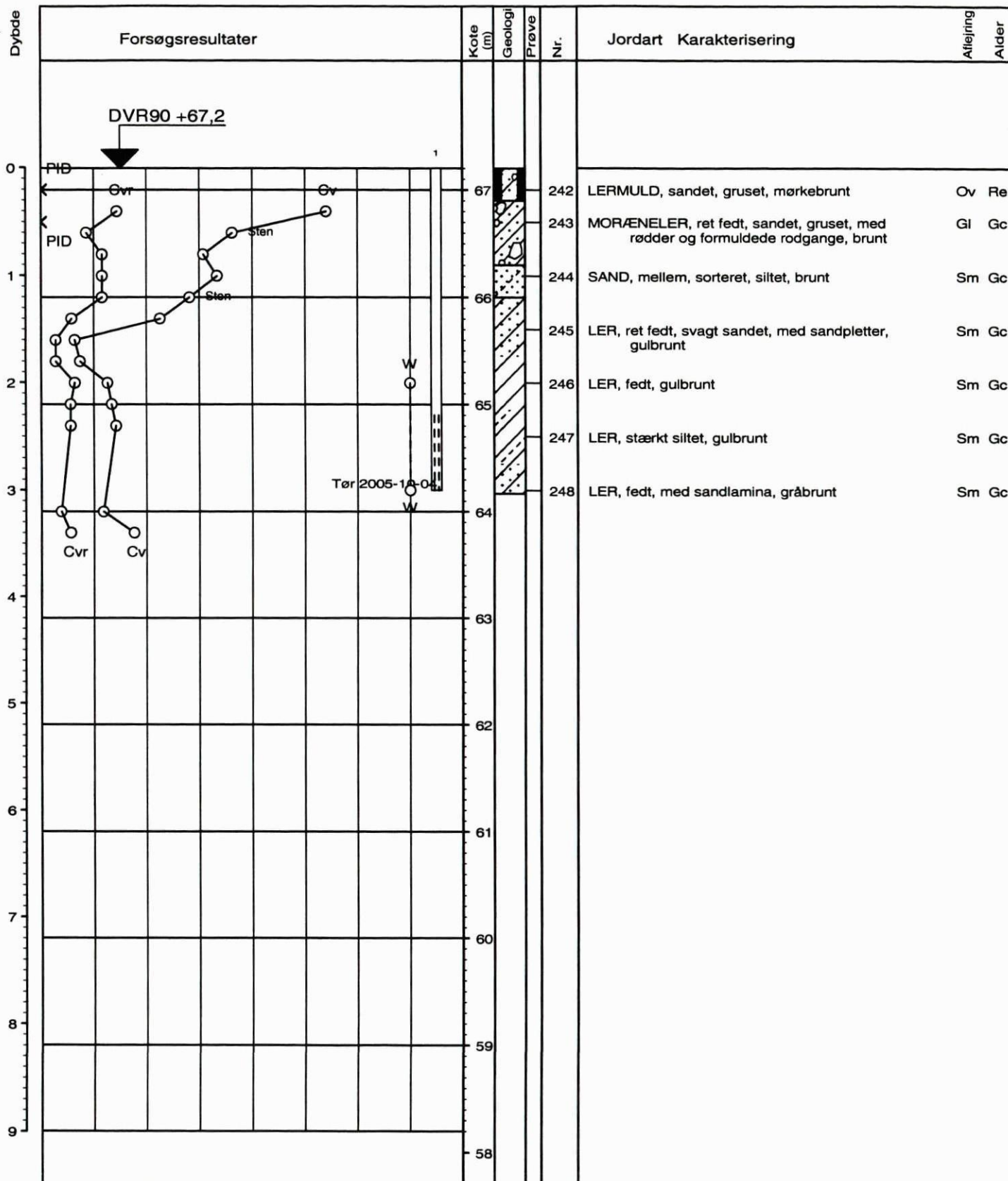
Bilag : 1

S. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv,Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pld

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223544 (m) Y : 199086 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog :SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-10-04

DGU-nr.:

Boring : S4

Udarb. af : BEB

Kontrol : SHA

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-07

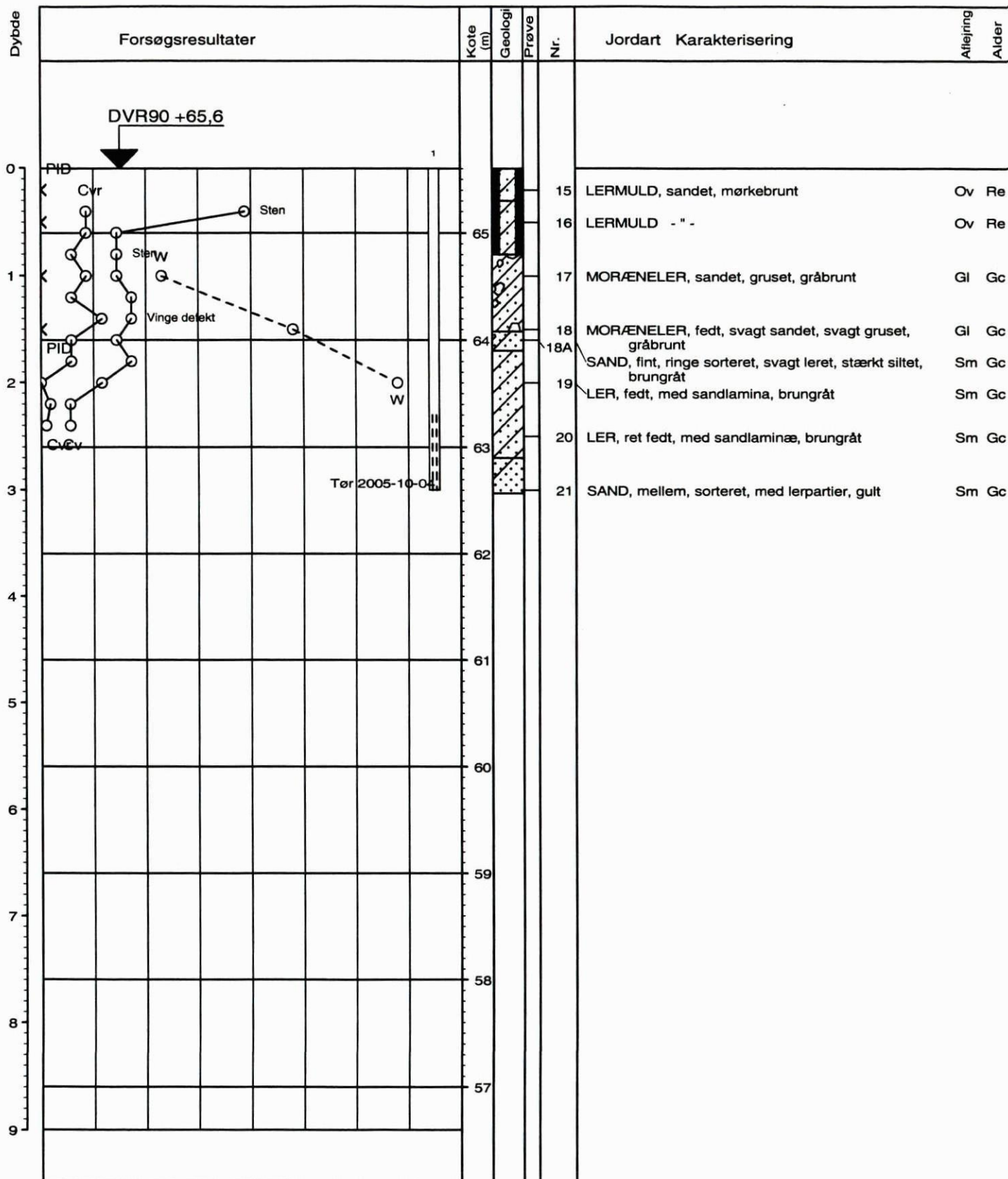
Bilag : 4

s. 1 / 1

GEO

Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pld

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223467 (m) Y : 199024 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : NIO

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-09-27

DGU-nr.:

Boring : S5

Udarb. af : BEB

Kontrol : GRP

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-06

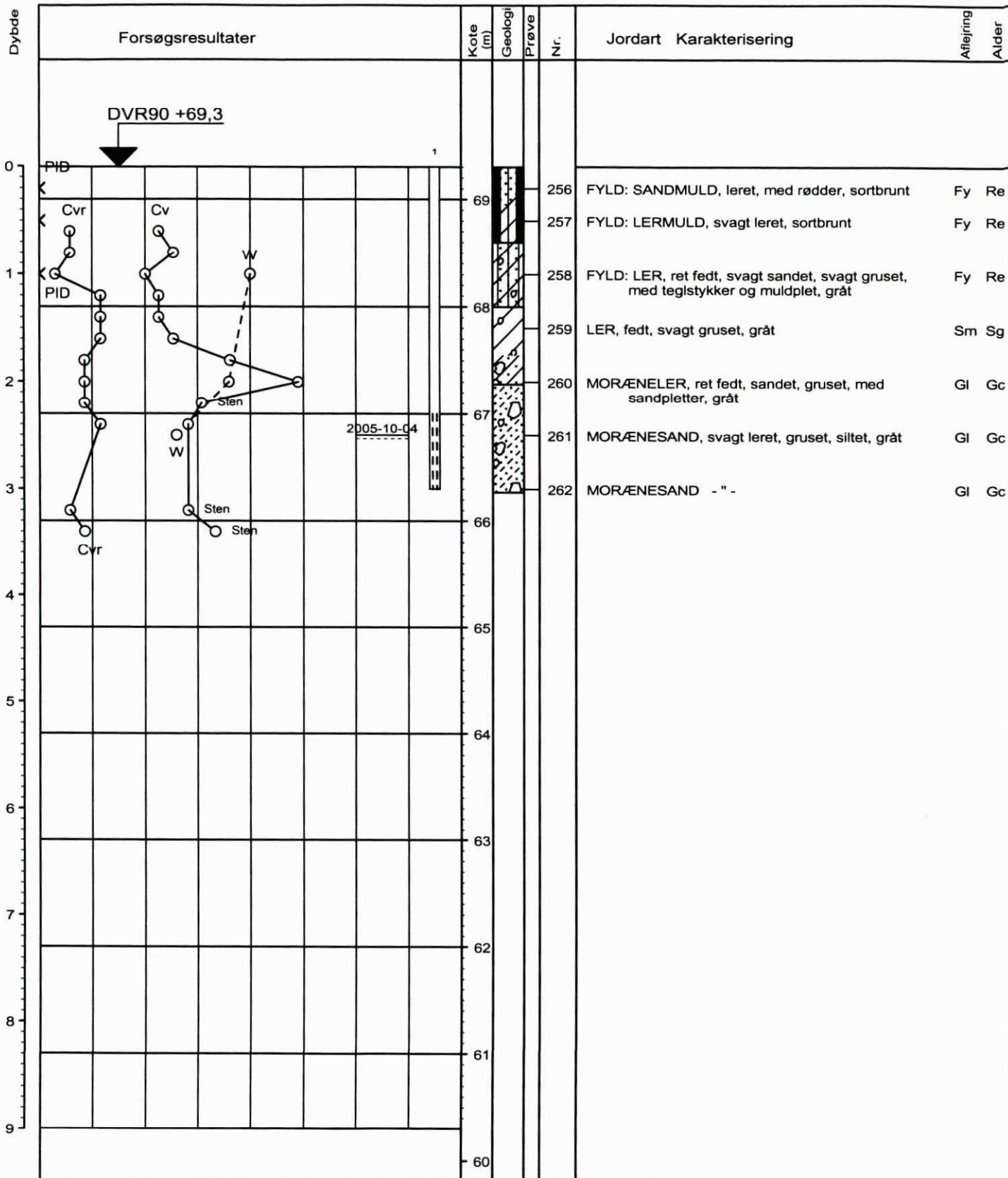
Bilag : 5

s. 1 / 1

GEO

Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



O 10 20 30 W (%)

O 100 200 300 Cv, Cvr (kN/m²)

X 10 100 1000 10000 Pid

Boremetode : Foret rotationsboring 6"

X : 223692 (m) Y : 199076 (m) Plan :

Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-10-04

DGU-nr.:

Boring : S11

Udarb. af : BEB

Kontrol : SHA

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-07

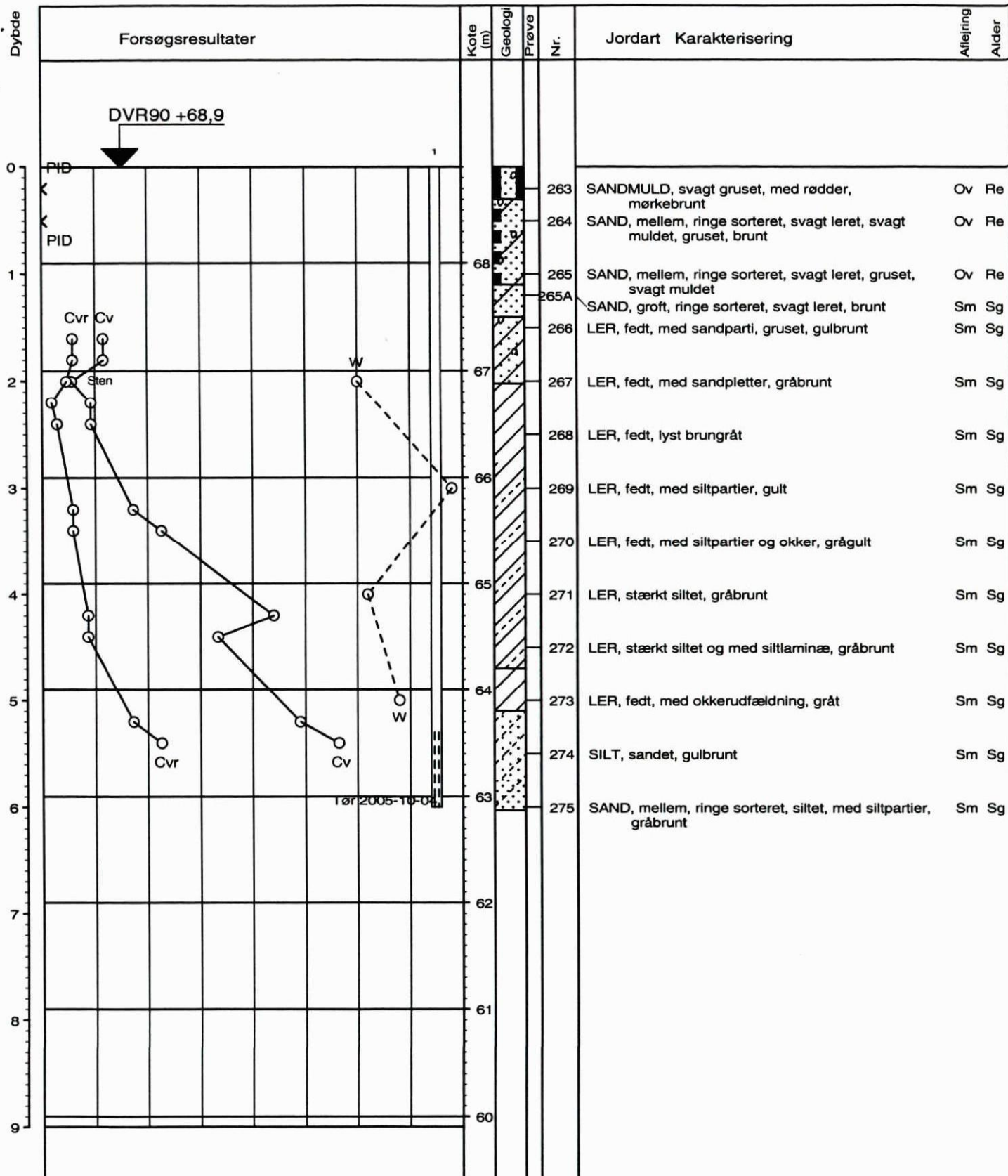
Bilag : 10

s. 1 / 1

GEO

Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog :SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-10-04

DGU-nr.:

Boring : S12

Udarb. af : BEB

Kontrol : SHA

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-07

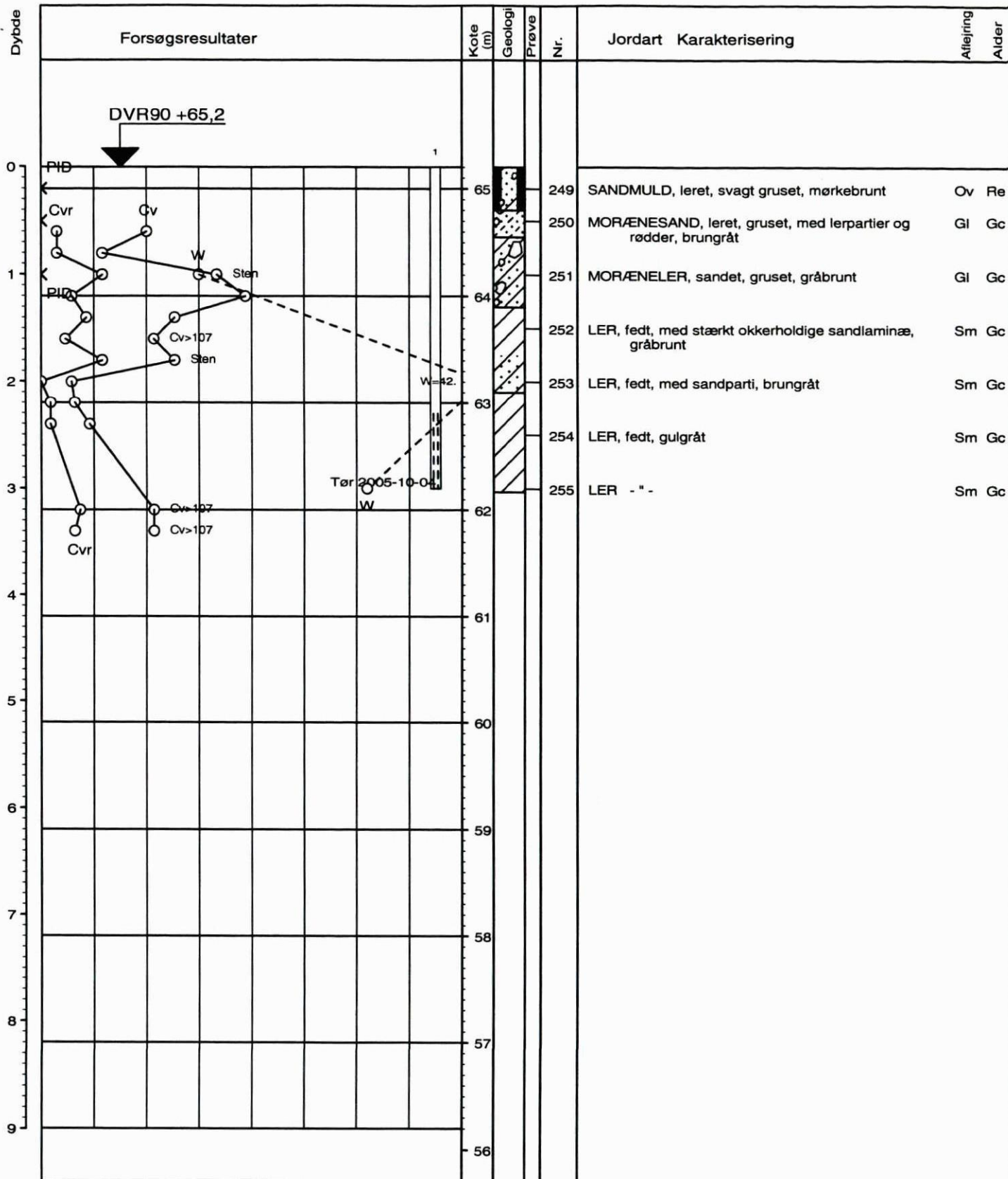
Bilag : 11

s. 1 / 1



Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111 , www.geoteknisk.dk

Boreprofil



Sag : 26848

Lisbjerg

Ing. Geolog : SFJ

Boret af : GEO JEJ

Dato : 2005-10-04

DGU-nr.:

Boring : S16

Udarb. af : BEB

Kontrol : SHA

Godkendt : NIO

Dato : 2005-10-07

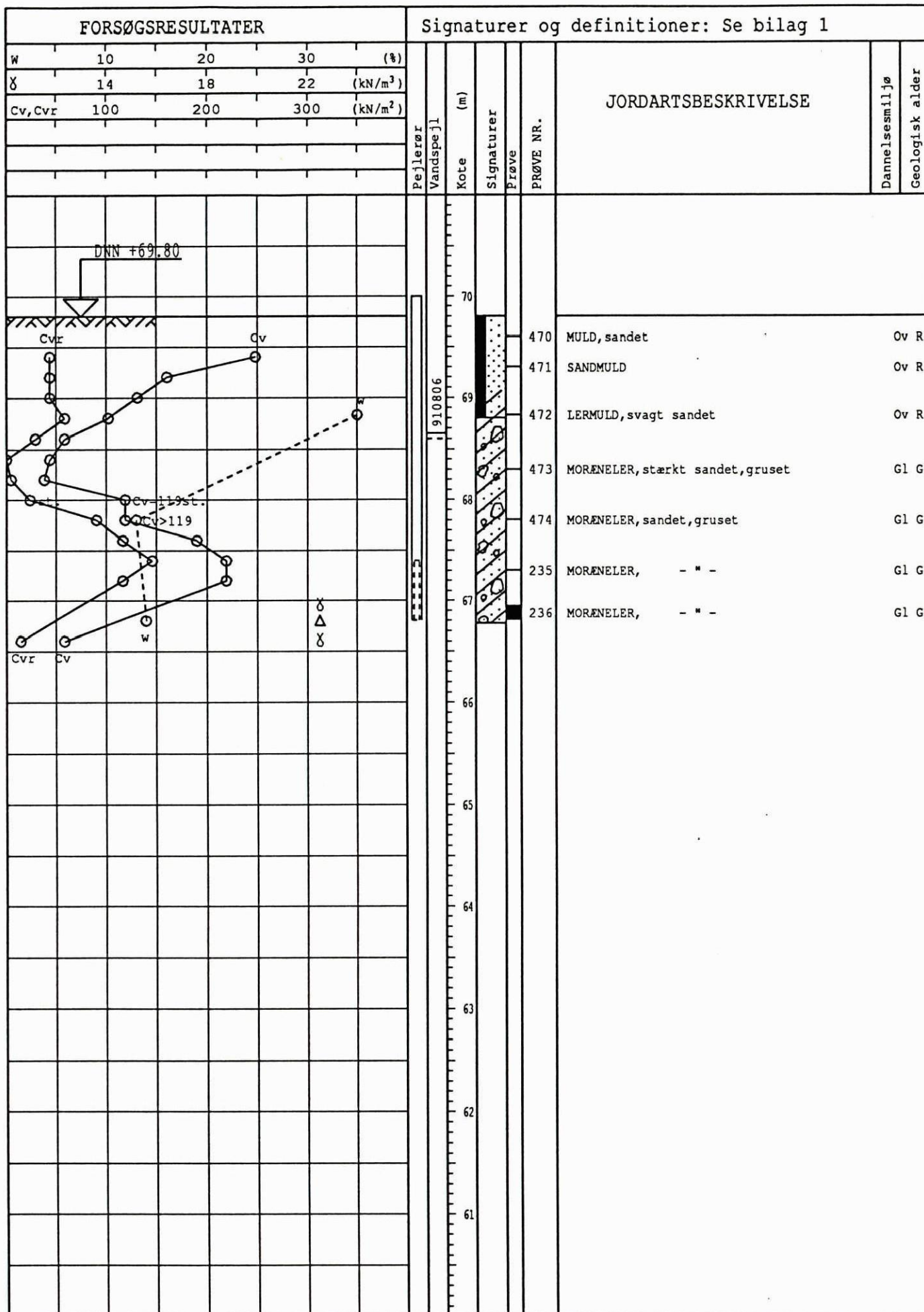
Bilag : 15

s. 1 / 1

GEO

Saralyst Allé 52, 8270 Højbjerg
tlf 8627 3111, www.geoteknisk.dk

Boreprofil



Geoteknisk Institut

Boreprofil

Sag : 14006833 LISBJERG

Boring nr. : 610

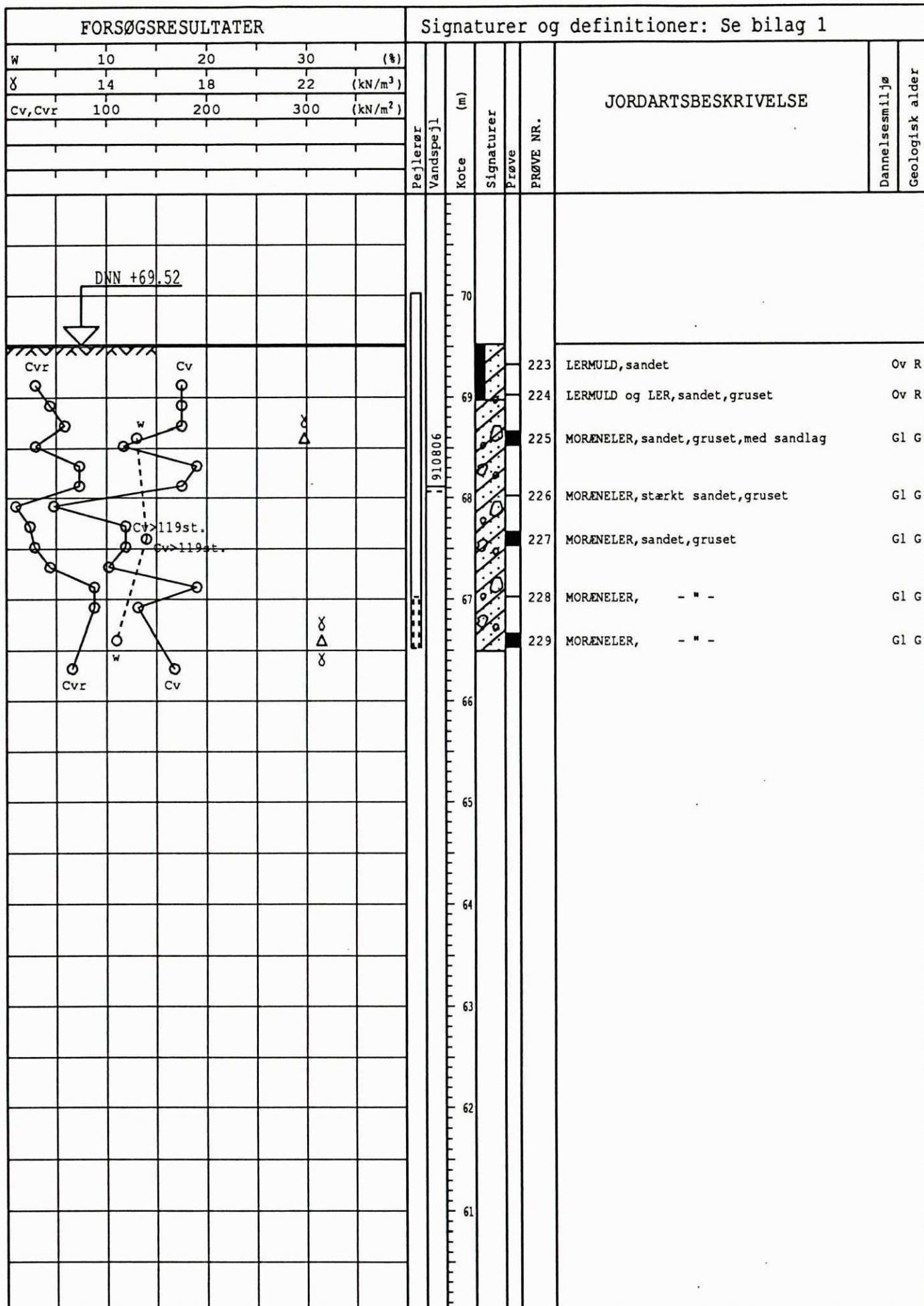
Boret af : MOG

Dato : 910731

Kontrol : *NCO*

Godkendt : *PK*

Bilag nr. : 56



Geoteknisk Institut

Boreprofil

Sag : 14006833 LISBJERG

Boring nr. : 620

Boret af : MOG

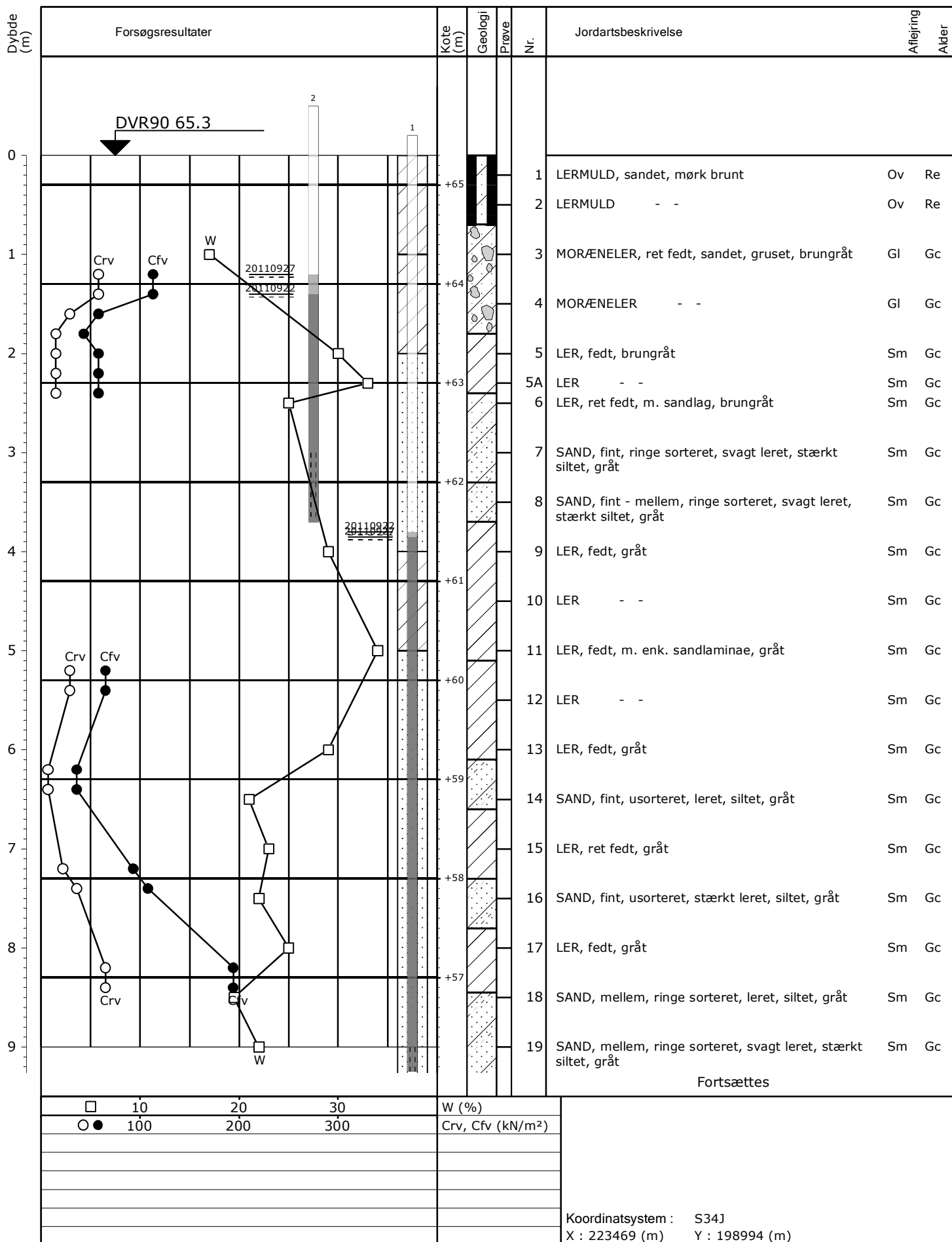
Dato : 910731

Kontrol : *AK*

Godkendt : *mk*

Bilag nr. : 57

Forsøgsresultater →				dybde	Lab nr	Jordart
						<u>BORING B 208.</u>
				0		MULD.
				1		brunt.
				42		LER, sandet, dynd, postglacialt.
				42a		LER, let sandet. senglacialt.
				43		MORÆNELER, sandet, gråt. glacialt.
				44		MORÆNESAND, gråt. glacialt.
				45		MORÆNELER, grå. glacialt.
				46		- do - glacialt.
						<u>BORING B 209.</u>
				0		MULD.
				50		SAND, leret brunt. postglacialt.
				51		MORÆNELER, let sandet. glacialt.
				52		MORÆNELER, gråbrun. glacialt.
				53		- do - glacialt.
				54		- do - glacialt.
						<u>BORING B 210.</u>
				0		MULD.
				60a		MORÆNELER, sandet gråbrunt. glacialt.
				61		MORÆNELER, gråbrunt. glacialt.
				62		MORÆNELER, grå. glacialt.
				63		- do - glacialt.
10 20 30				%	w	BIRCH & KROGBOE
10 20 30				1/m ²	c _v c _v	
1.8 2.2				1/m ³	γ	Udt. KSN
10 20 30 40 50 60 70				Sond. modst		Tegn KSN
						Sag 140 06833 LISBJERG
						Bilag nr.: 72



Sag : 34897 Lisbjerg. Lisbjergvej. LP828

Boret: GEO PBS Dato: 2011-09-19

Geologi : PBF

Boring : SP7

Boremetode : Tørboring 6"

DGU-nr :

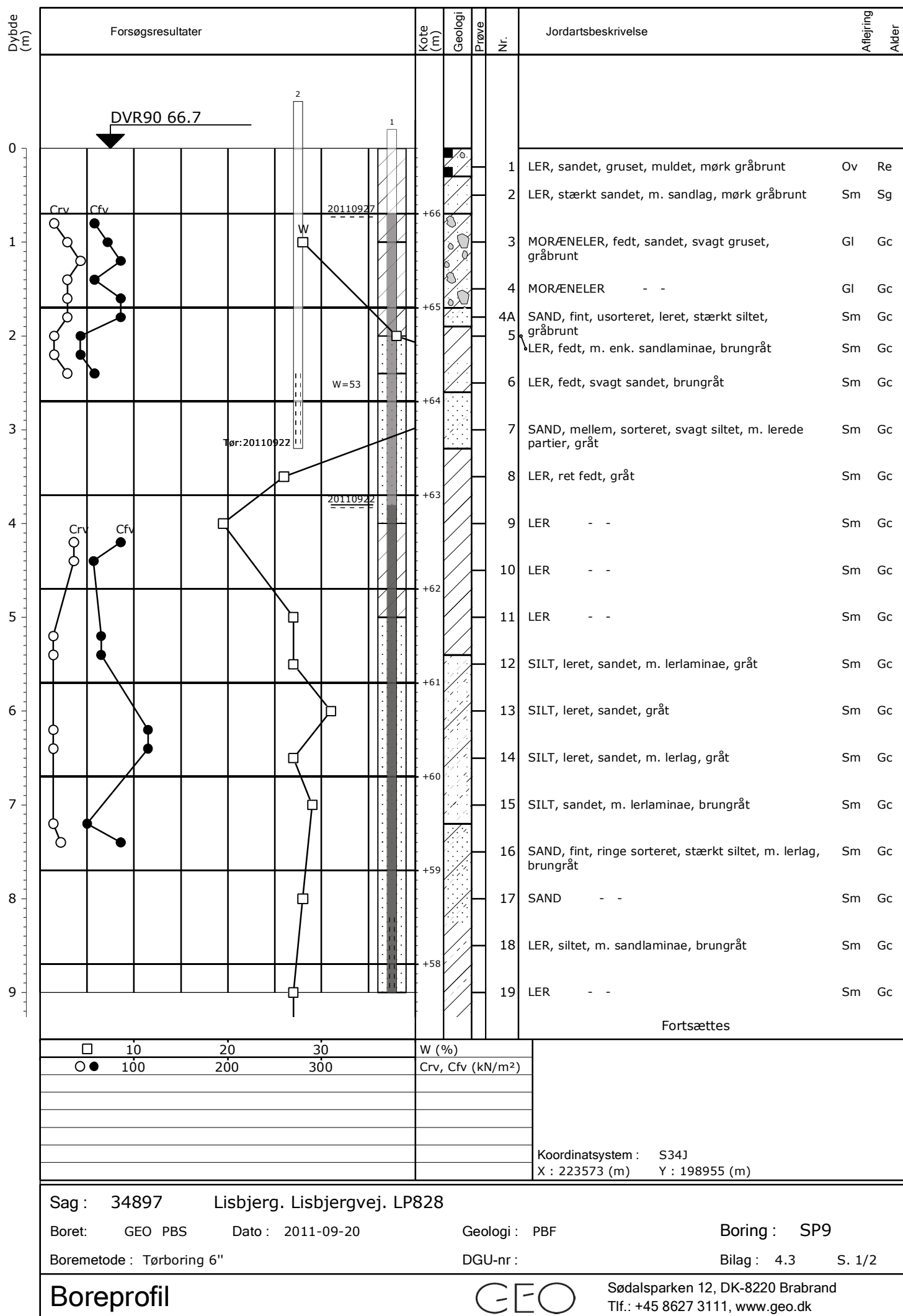
Bilag : 3.3 S. 1/2

Boreprofil

GEO

Sødalsparken 12, DK-8220 Brabrand
Tlf.: +45 8627 3111, www.geo.dk

[illegible]

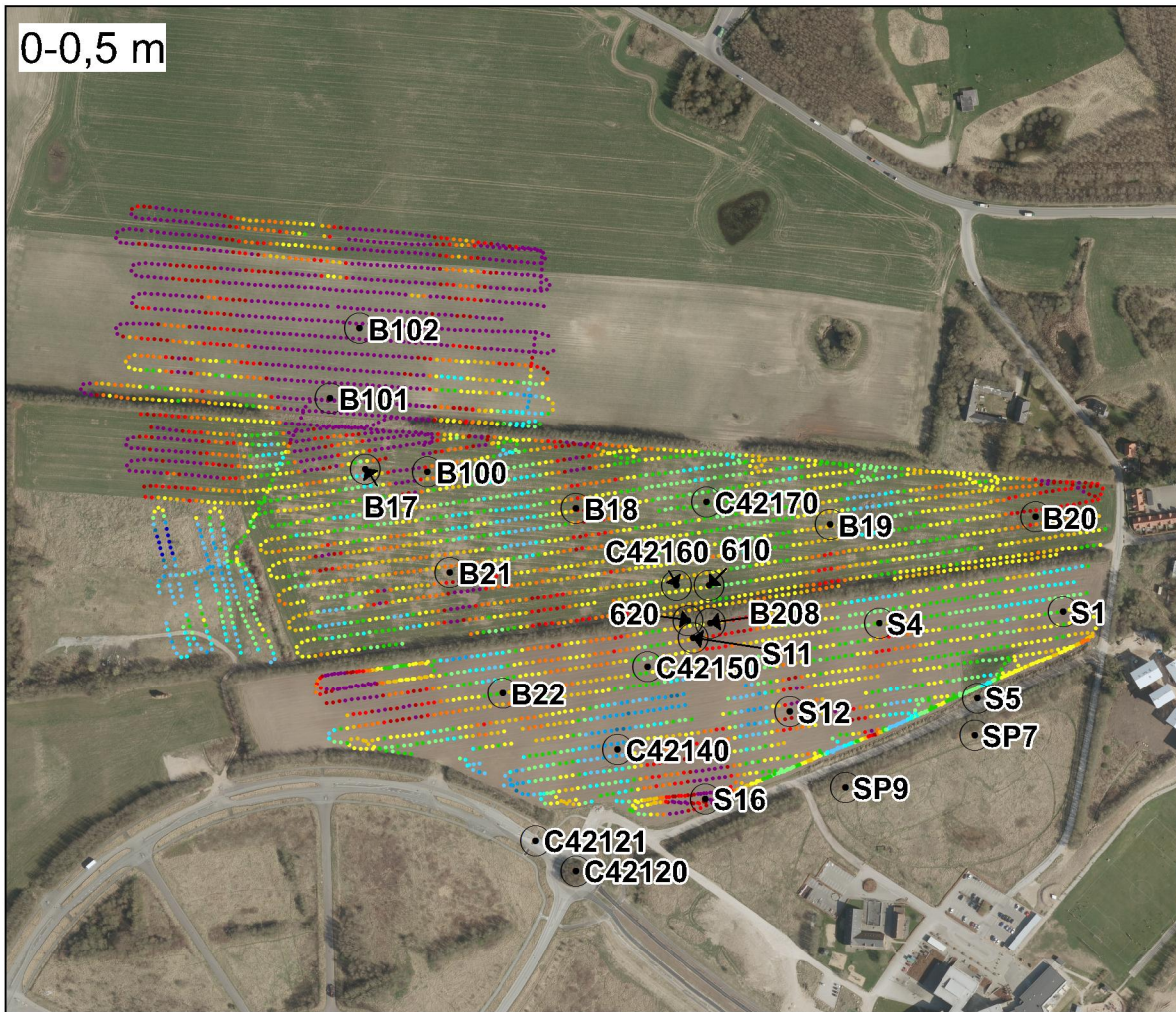


[illegible]

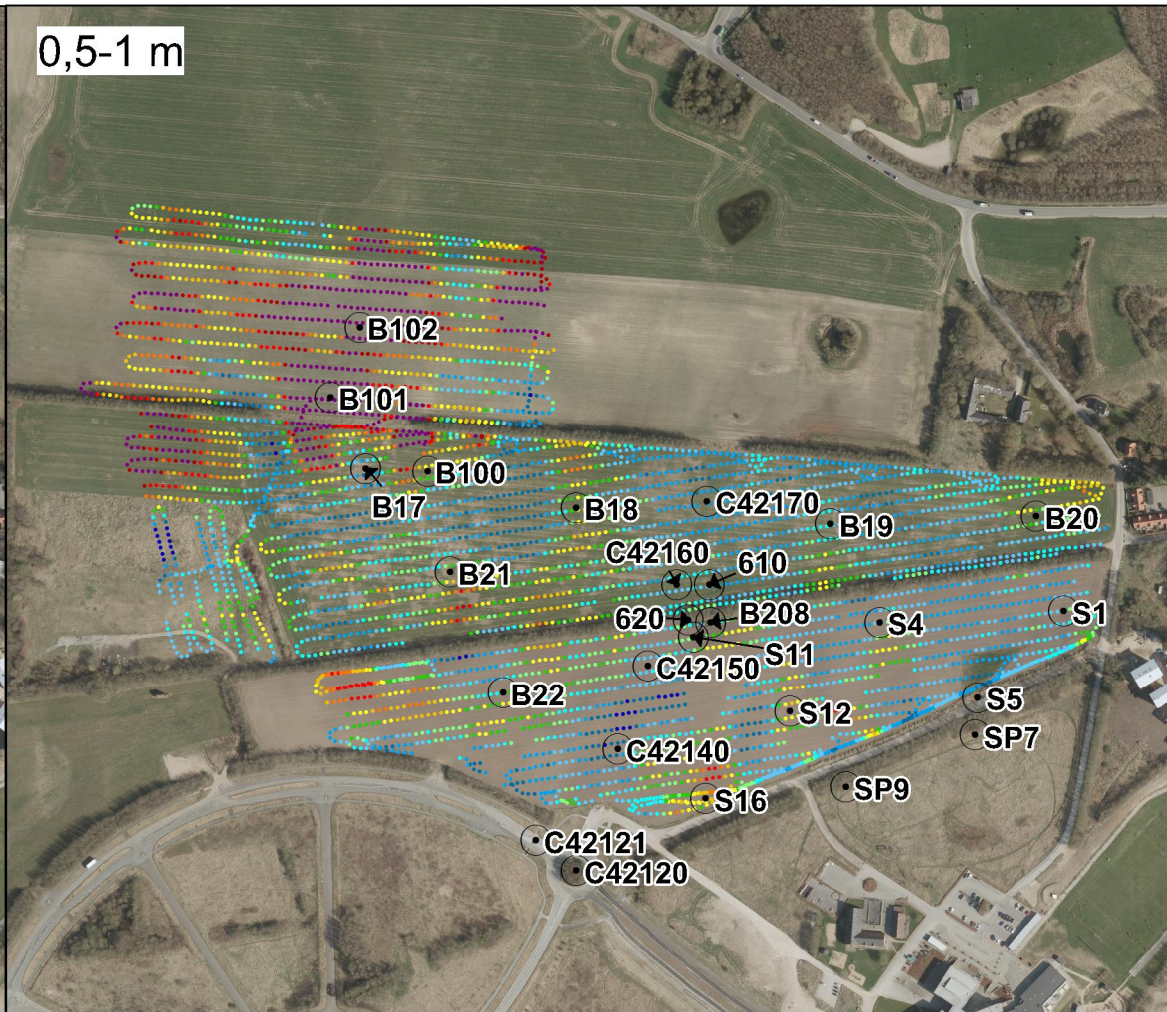
DualEM resultater

BILAG 2

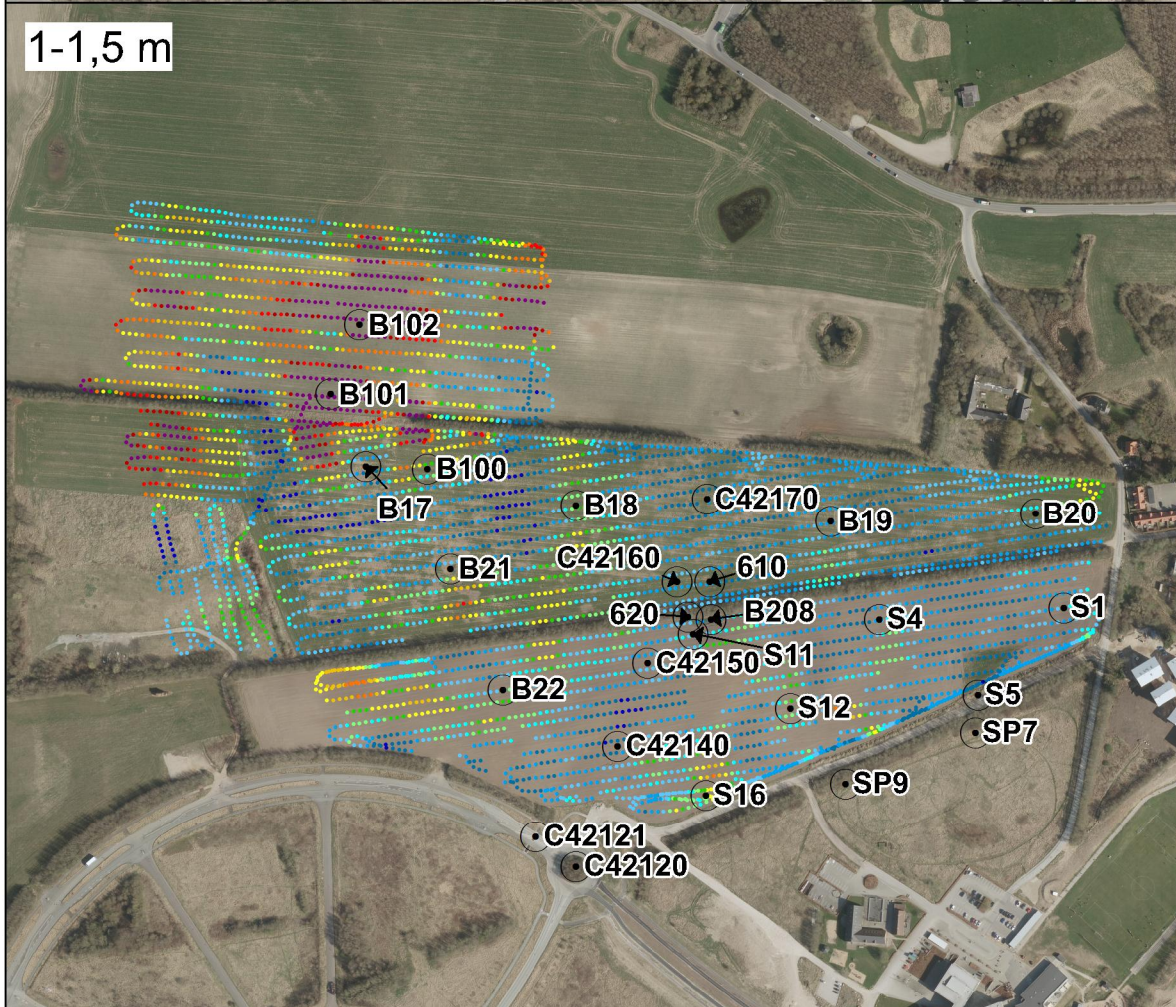
0-0,5 m



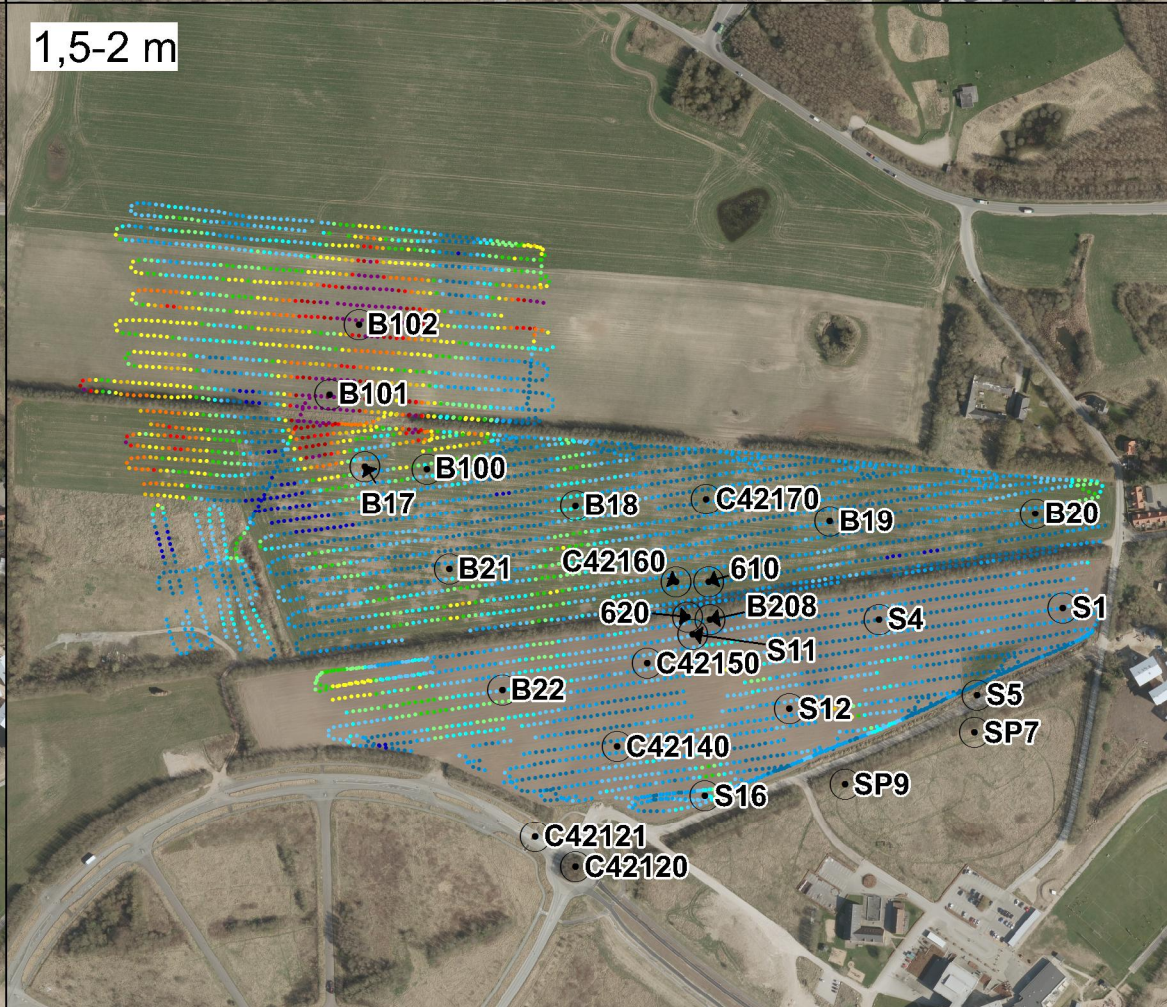
0,5-1 m



1-1,5 m

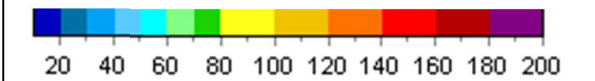


1,5-2 m



Legende:

Middelmodstand [Ohmm]:



Bilag 2.1

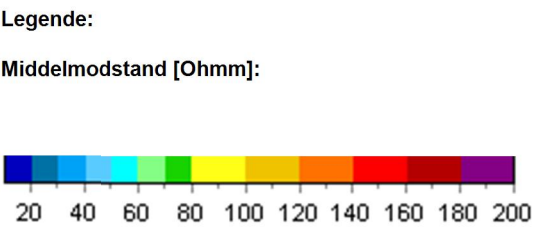
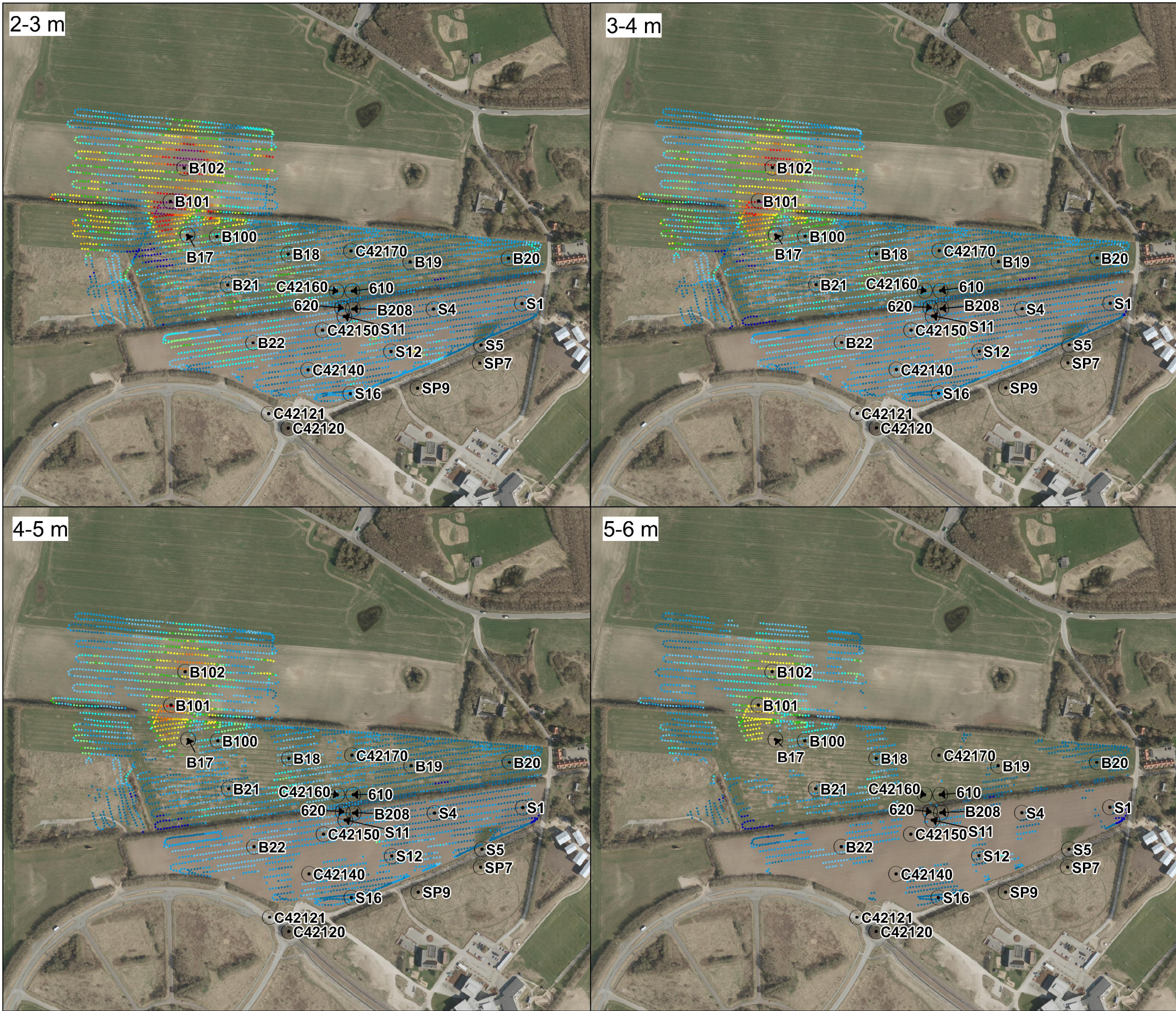
DualEM Lisbjerg Middelmodstand i 0-2 m dybde

Rev.: a
Dato: 16-05-2019
Udarb.: SBJ
Kontrol: KIAG
SagsNr.: 10400588

NIRAS

Ceres Allé 3
8000 Aarhus C

www.niras.dk



Nedsivningsforsøg

BILAG 3

Dataskema Nedsivningsforsøg

LOK Nr.	1	LOK Navn	ca. 1. m sydøst (120 grader) fra boring B101	
Metode:	Dobeltring infiltrometer/Falling Head		Sagsnummer:	10400588-037
Udført dato:	15-05-2019	Udført af:	KHO/TWJE	Sagsnavn: Lisbjerg, 3 delområder

Test A	Koordinat	X:		Y:		Z:	
--------	-----------	----	--	----	--	----	--

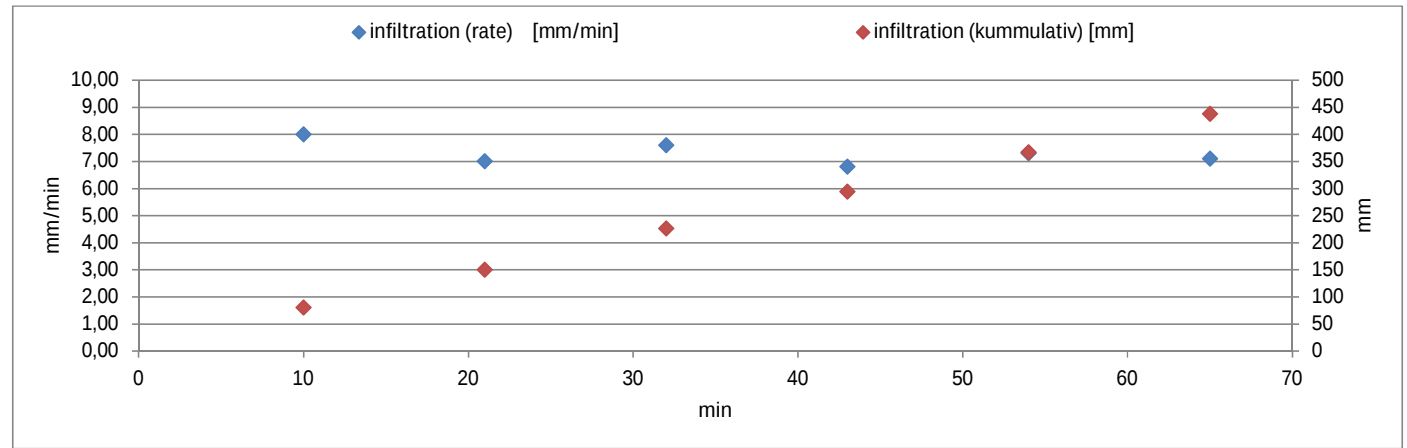
Nr.	Tid_start [min:sek]	Level_start [mm]	Tid_slut [min:sek]	Level_slut [mm]	Δ tid [min]	Δ level [mm]	infiltration (kumulativ) [mm]	infiltration (rate) [mm/min]
1	0	10	10	90	10	80	80	8,00
2	11	20	21	90	10	70	150	7,00
3	22	10	32	86	10	76	226	7,60
4	33	8	43	76	10	68	294	6,80
5	44	11	54	84	10	73	367	7,30
6	55	24	65	95	10	71	438	7,10
7								
8								
9								
10								
11								
12								
Ledningsevne (snit sidste 3 målinger)								7,07
Standardafvigelse (sidste 3 målinger)								0,25

Test B	Koordinat	X:		Y:		Z:	
--------	-----------	----	--	----	--	----	--

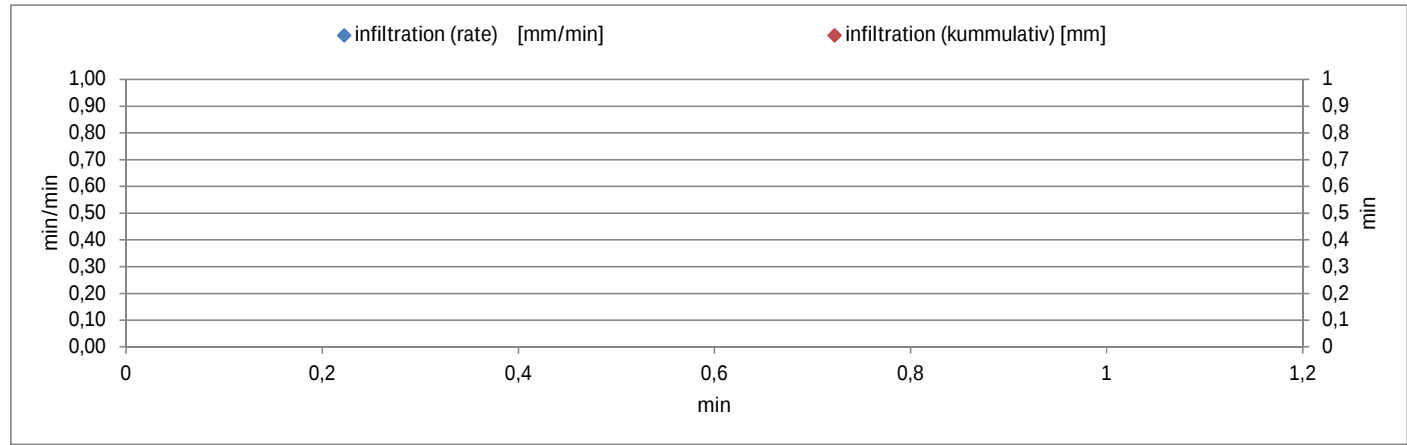
Nr.	Tid_start [min:sek]	Level_start [mm]	Tid_slut [min:sek]	Level_slut [mm]	Δ tid [min]	Δ level [mm]	infiltration (kumulativ) [mm]	infiltration (rate) [mm/min]
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
Ledningsevne (snit sidste 3 målinger)								
Standardafvigelse (sidste 3 målinger)								

Bemærkninger:

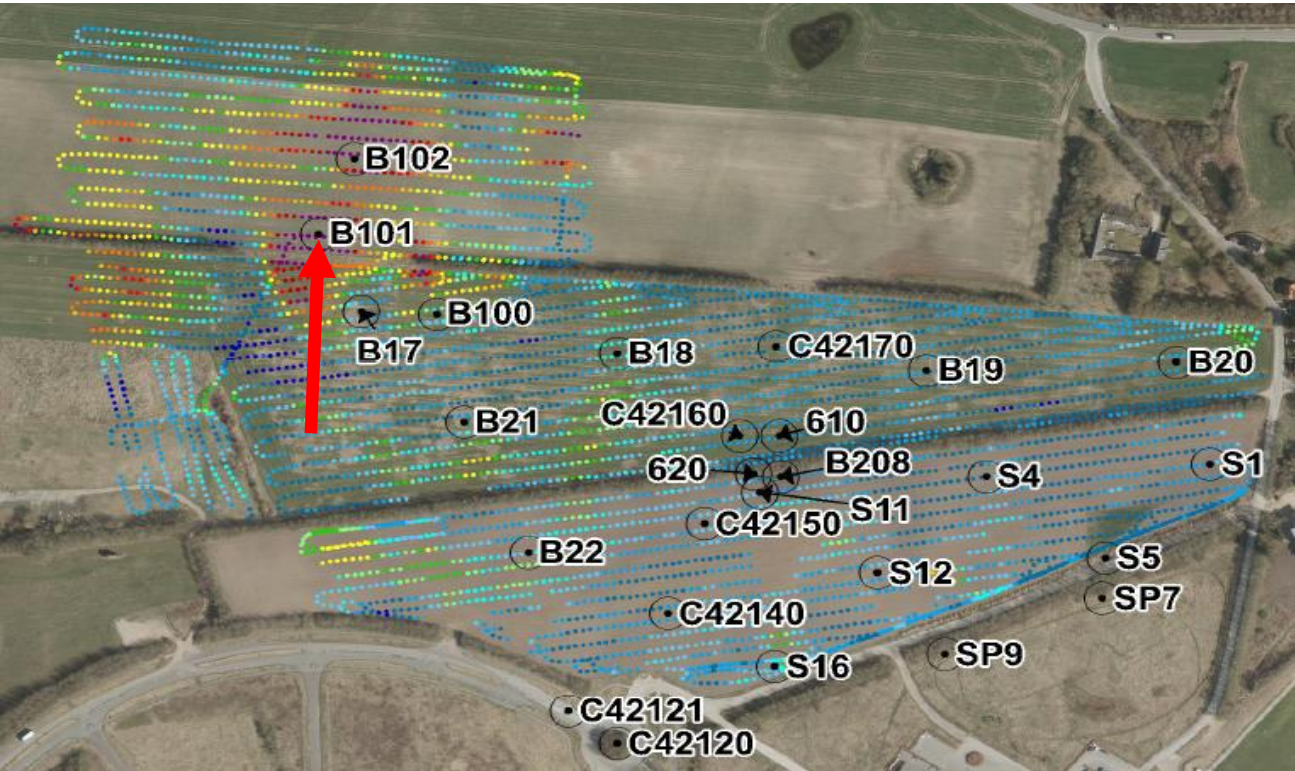
Infiltration Test A



Infiltration Test B



Oversigtskort, med placering af nedslivningsforsøg



Dataskema Nedsivningsforsøg

LOK Nr.	2	LOK Navn	ca. 1,5 m vest (255 grader) fra boring B102	
Metode:	Dobeltring infiltrometer/Falling Head		Sagsnummer:	10400588-037
Udført dato:	15-maj	Udført af:	KHO/TWJE	Sagsnavn: Lisbjerg, 3 delområder

Test A	Koordinat	X:		Y:		Z:	
--------	-----------	----	--	----	--	----	--

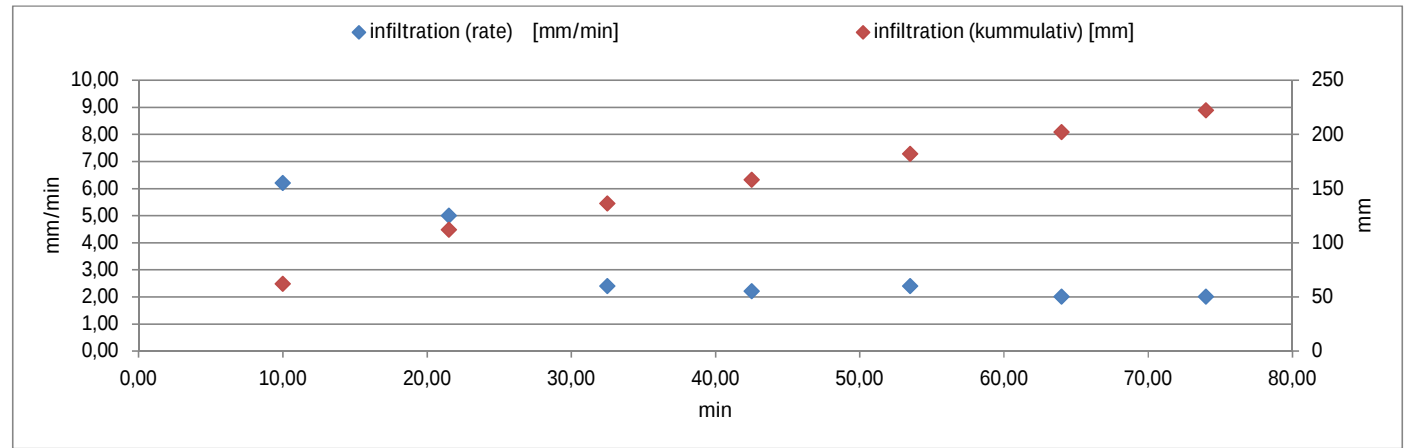
Nr.	Tid_start [min:sek]	Level_start [mm]	Tid_slut [min:sek]	Level_slut [mm]	Δ tid [min]	Δ level [mm]	infiltration (kumulativ) [mm]	infiltration (rate) [mm/min]
1	0,00	39	10,00	101	10,00	62	62	6,20
2	11,50	15	21,50	65	10,00	50	112	5,00
3	22,50	15	32,50	39	10,00	24	136	2,40
4	32,50	39	42,50	61	10,00	22	158	2,20
5	43,50	10	53,50	34	10,00	24	182	2,40
6	54,00	9	64,00	29	10,00	20	202	2,00
7	64,00	29	74,00	49	10,00	20	222	2,00
8								
9								
10								
11								
12								
Ledningsevne (snit sidste 3 målinger)								2,13
Standardafvigelse (sidste 3 målinger)								0,23

Test B	Koordinat	X:		Y:		Z:	
--------	-----------	----	--	----	--	----	--

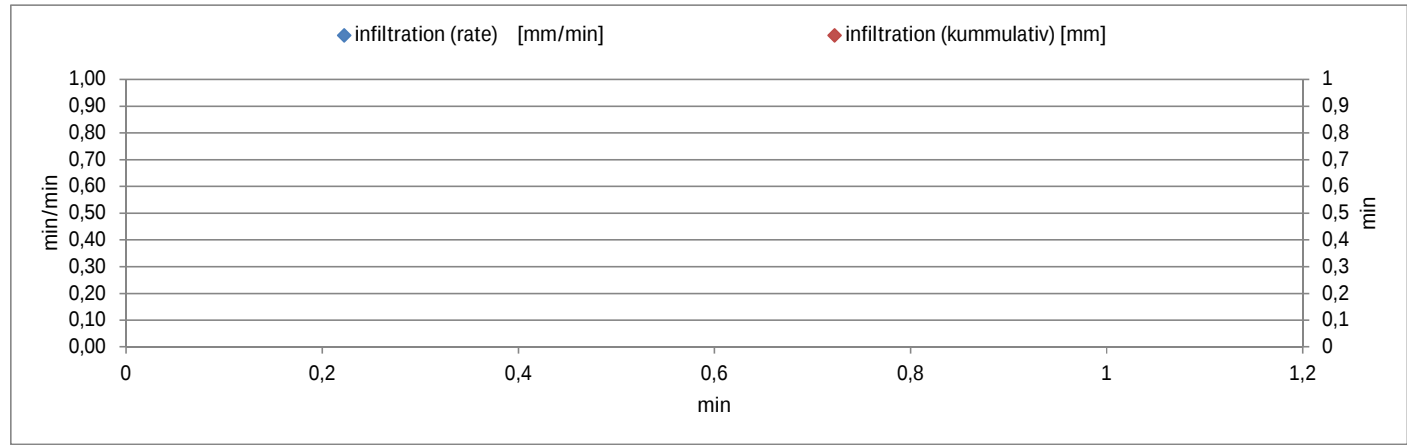
Nr.	Tid_start [min:sek]	Level_start [mm]	Tid_slut [min:sek]	Level_slut [mm]	Δ tid [min]	Δ level [mm]	infiltration (kumulativ) [mm]	infiltration (rate) [mm/min]
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
Ledningsevne (snit sidste 3 målinger)								
Standardafvigelse (sidste 3 målinger)								

Bemærkninger:

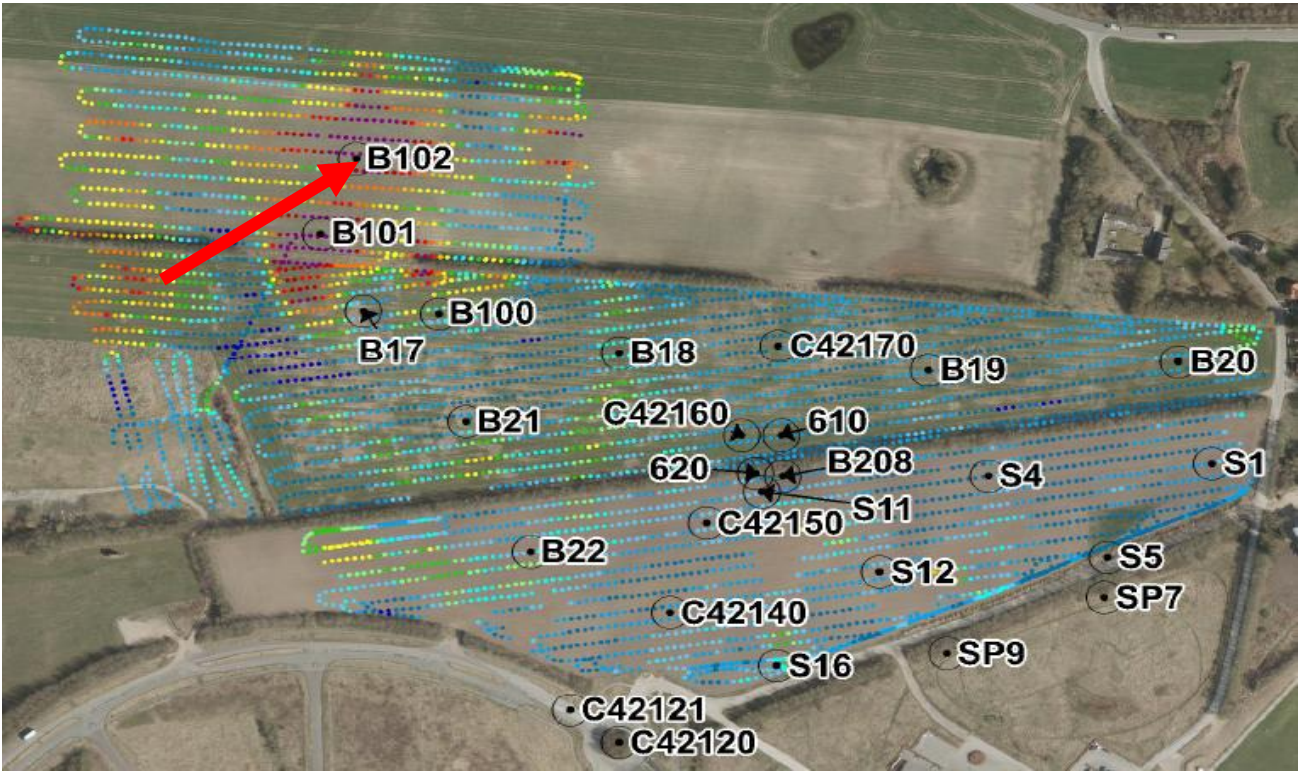
Infiltration Test A



Infiltration Test B



Oversigtskort, med placering af nedslivningsforsøg



Jordkategorisering - Forureningskategori, BEK 1452

Sagsnr. 10400588-37

Sagsnavn Lisbjerg (NFI-område)

VBM Prøvenr	Pr. mrk.	Samlet kategorisering	C6H6-C35	C6H6-C10	C10-C15	C15-C20	C20-C35	Bly	Cadmium	Chrom	Kobber	Nikkel	Zink	Sum PAH	Benz(a)pyren	Dibenz(a,h)anthrac
N-19-11362A-1	B100-1	1	< 5	< 2	< 5	< 5	< 5	7,7	0,18	7,2	7,1	6,6	31	0,09	0,02	< 0,01
N-19-11362A-2	B100-2	1	< 5	< 2	< 5	< 5	< 5	6,9	0,11	14	13	15	34	< 0,01	< 0,01	< 0,01
N-19-11362A-3	B101-1	1	< 5	< 2	< 5	< 5	< 5	4,1	0,06	4,8	4,2	4,2	18	0,01	< 0,01	< 0,01
N-19-11362A-4	B101-2	1	< 5	< 2	< 5	< 5	< 5	2	< 0,025	2,3	2,3	2,4	9,4	< 0,01	< 0,01	< 0,01
N-19-11362A-5	B102-1	1	< 5	< 2	< 5	< 5	< 5	6,3	0,12	5,4	4,9	4,9	26	0,01	< 0,01	< 0,01
N-19-11362A-6	B102-2	1	< 5	< 2	< 5	< 5	< 5	4,2	0,07	5,2	2,9	5,4	27	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Kategori 1	<= 1	<= 100	<= 25	<= 40	<= 55	<= 100	<= 40	<= 0,5	<= 500	<= 500	<= 30	<= 500	<= 4	<= 0,3	<= 0,3
Kategori 2	<= 2	<= 300	<= 25	<= 40	<= 55	<= 300	<= 400	<= 5	<= 1000	<= 1000	<= 30	<= 1000	<= 40	<= 3	<= 3
Udenfor Kategori	> 2	> 300	> 25	> 40	> 55	> 300	> 400	> 5	> 1000	> 1000	> 30	> 1000	> 40	> 3	> 3

I henhold til:

Forureningskategori foretages i.h.t. BEK.1452 af 07/12/2015 "Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord."

C20-C35 angives som kategori 2 ud fra kriterierne for lettere forurenede jord angivet i §1 stk. 10, BEK. 554 af 19/05/2010 "Bekendtgørelse om definition af lettere forurenede jord

"uk", angiver at forureningsniveauet ligger uden for kategori.

:

Alle komponenter som indgår i summen har en koncentration mindre end den enkelte komponents detektionsgrænse.



NIRAS A/S, Aarhus

Ceres Alle 3,

8000 Aarhus C

Att: Katrine Hougaard

Dato: 22. maj 2019

VBM sag: 4390 2 M N-19-11362A

Ordre ON79173

Prøvningsrapportnr.: N-19-11362A

VBM Prøvenr				N-19-11362A-	1	2	3	4	5
Kunde sagsnr					10400588-37	10400588-37	10400588-37	10400588-37	10400588-37
Kunde sagsnavn					Lisbjerg (NFI-område)	Lisbjerg (NFI-område)	Lisbjerg (NFI-område)	Lisbjerg (NFI-område)	Lisbjerg (NFI-område)
Prøvemærkning					B100-1	B100-2	B101-1	B101-2	B102-1
Prøvningsmateriale					Jord	Jord	Jord	Jord	Jord
Emballage					m / r	m / r	m / r	m / r	m / r
Udtaget					20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019
Udtaget af					Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent	Rekvirent
Prøveudtager					Niras(KHO)	Niras(KHO)	Niras(KHO)	Niras(KHO)	Niras(KHO)
Modtaget i lab					20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019
Analyse begyndt					20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019	20-05-2019
ANALYSER		Metode	Usikkerh.	Enhed					
Tørstof	DS/EN 15934 A	±1,5%	g/kg VV	870	850	930	960	880	
Sum Kulbrinter	Reflab1	±30%	mg/kg TS	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
C6H6 - C10			mg/kg TS	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	
C10-C15			mg/kg TS	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
C15-C20			mg/kg TS	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
C20-C35			mg/kg TS	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
C10-C20			mg/kg TS	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
Metaller		DS259/ICP	±30%						
Bly			mg/kg TS	7,7	6,9	4,1	2,0	6,3	
Cadmium			mg/kg TS	0,18	0,11	0,06	< 0,025	0,12	
Chrom			mg/kg TS	7,2	14	4,8	2,3	5,4	
Kobber			mg/kg TS	7,1	13	4,2	2,3	4,9	
Nikkel			mg/kg TS	6,6	15	4,2	2,4	4,9	
Zink			mg/kg TS	31	34	18	9,4	26	
Sum PAH	Reflab4	±30%	mg/kg TS	0,09	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	
Benz(a)pyren			mg/kg TS	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Dibenz(a,h)anthracen			mg/kg TS	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Indeno(1,2,3-c)pyren			mg/kg TS	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Benz(bjk)flouranthen			mg/kg TS	0,04	< 0,01	0,01	< 0,01	0,01	
Fluoranthen			mg/kg TS	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
Forureningskategori, BEK 1452				1	1	1	1	1	



NIRAS A/S, Aarhus

Ceres Alle 3,

8000 Aarhus C

Att: Katrine Hougaard

Dato: 22. maj 2019

VBM sag: 4390 2 M N-19-11362A

Ordre ON79173

Prøvningsrapportnr.: N-19-11362A

VBM Prøvenr	N-19-11362A-	6
Kunde sagsnr	10400588-37	
Kunde sagsnavn	Lisbjerg (NFI-område)	
Prøvemærkning	B102-2	
Prøvningsmateriale	Jord	
Emballage	m / r	
Udtaget	20-05-2019	
Udtaget af	Rekvirent	
Prøveudtager	Niras(KHO)	
Modtaget i lab	20-05-2019	
Analyse begyndt	20-05-2019	
ANALYSER	Metode Usikkerh.	Enhed
Tørstof	DS/EN 15934 A ±1,5%	g/kg VV
Sum Kulbrinter	Reflab1 ±30%	mg/kg TS
C6H6 - C10		< 5
C10-C15		< 2
C15-C20		< 5
C20-C35		< 5
C10-C20		< 5
Metaller	DS259/ICP ±30%	
Bly		mg/kg TS
Cadmium		4,2
Chrom		mg/kg TS
Kobber		0,07
Nikkel		mg/kg TS
Zink		5,2
Sum PAH	Reflab4 ±30%	mg/kg TS
Benz(a)pyren		2,9
Dibenz(a,h)anthracen		mg/kg TS
Indeno(1,2,3-c)pyren		< 0,01
Benz(b)fluoranthren		mg/kg TS
Fluoranthren		< 0,01
Forureningskategori, BEK 1452		1



NIRAS A/S, Aarhus

Ceres Alle 3,

8000 Aarhus C

Att: Katrine Hougaard

Dato: 22. maj 2019

VBM sag: 4390 2 M N-19-11362A

Ordre ON79173

Prøvningsrapportnr.: N-19-11362A**Kommentarer der vedrører hele rapporten**

- Emballage betegnelse: m (membranglas), r (rilsanpose), po (polinpose), p (plastpose), gf (glasflaske), pf (plastflaske), a (andet).
- Usikkerheden, der opgives, er den ekspanderede måleusikkerhed, beregnet som 2x den relative måleusikkerhed på højt koncentrationsniveau. I måleområdet fra detektionsgrænsen (DL) til 10xDL vil usikkerheden være større.
- Forureningskategori foretages i.h.t. Bek.1452 af 07/12/2015 "Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord". C20-C35 angives som kategori 2 ud fra kriterierne for lettere forurenede jord angivet i § 1 stk. 10, Bek. 554 af 19/05/2010 "Bekendtgørelse om definition af lettere forurenede jord". UK angiver at forureningsniveauet ligger uden for kategori.
- Ekstraktionstiden for kulbrinter er 12 timer.
- I henhold til Reflab1:2010 foretages en kvalitativ tolkning af chromatogrammet med angivelse af olietyper for prøver med et kulbrinteindhold over 100 mg/kg TS.
- "Sum af PAH": Fluoranthen, benz(b+j+k)fluoranthen, benz(a)pyren, indeno(1,2,3)pyren og dibenz(a,h)anthracen.
- Analyseusikkerheden for dibenz(a,h)anthracen er $\pm 40\%$.
- Excel-ark med prøvningsresultaterne medsendes som bilag.
- Krav til emballage for kulbrinter og/eller PAH analyser er membranglas. Er dette ikke overholdt kan det påvirke analyseresultatet.

Med venlig hilsen

Marianne Vestergaard, Eurofins VBM Laboratoriet

Signaturer og Definitioner

BILAG A

Forsøgsresultater

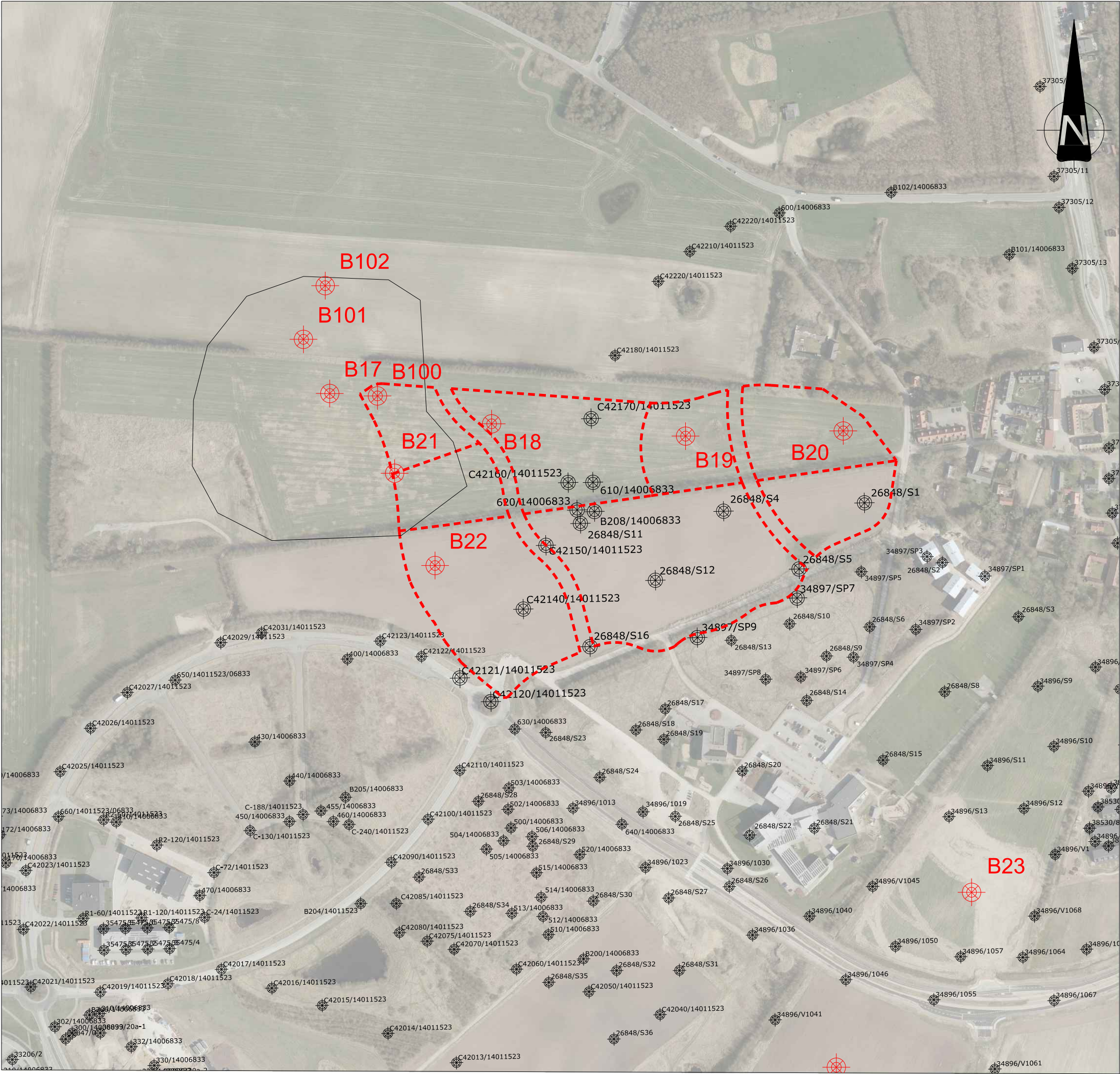
Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil
I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.		
Geologiske forkortelser		Pejlerør
Miljø Br Brakvand Fe Ferskvand Fl Flydejord Gl Gletscher Ma Marin Ne Nedskyl O Overjord Sk Skredjord Sm Smeltevand Vi Vindaflejet Vu Vulkansk Alder Pg Postglacial Sg Senglaciel Al Allerød Gc Glacial Ig Interglaciel Is Interstadial Te Tertiær Ng Neogen Pn Palæogen Pi Pliocæn Mi Miocæn Ol Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Ms Maastrichtian Se Senon Re Recent		

Definitioner

Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse
○	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt
—	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænser
— —	Plasticitetsgrænser	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
— —	Plasticitetsgrænser	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 - ka
⊕	Kalkindhold	ka	[%]	Vægt af CaCO ₃ i % af tørstofvægten
~/(+)/+/-/+	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	U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet		
○	Vingestyrke, intakt	cfv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
○	Vingestyrke, omrørt	crv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
		vr.		Vinge afvist
		vd.		Forsøg med defekt vinge
		st.		Forsøg påvirket af sten
	Sonderingsmodstand	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning
	- Belastet spidsbor	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- Svensk rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- Let rammesonde	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning
	- SPT-sonde, lukket/åben			

Geotechnisk Situationsplan

BILAG S



NOTE:
Koter er i m angivet i kotesystem DVR90.
Koordinatsystem er i UTM32EREF89.

- SIGNATURER:**
-  **B24** Geotekniske boringer, NIRAS
 -  34896/S27 Eksisterende boringer, GEO
 -  Projektområde F1400
 -  NFI-område



Bilag S

Lisbjerg helhedsplan - Projektområde F1400
Placering af geotekniske boringer

Dato 2019.05.20 Målestok 1:4000 Sag nr.: 10400588-037

 NIRAS A/S
Ceres Alle 3
8000 Aarhus

Telefon 8732 3232
E-mail niras@niras.dk