

DECEMBER 2020

HOLSTEBRO KOMMUNE

NØRGÅRDSVEJ, MÅBJERG

ERHVERVSUDSTYKNING

ORIENTERENDE GEOTEKNISK UNDERSØGELSESRAPPORT

RAPPORT NR. 1

DECEMBER 2020

HOLSTEBRO KOMMUNE

NØRGÅRDSVEJ, MÅBJERG

ERHVERVSUDSTYKNING

ORIENTERENDE GEOTEKNISK UNDERSØGELSESRAPPORT

RAPPORT NR. 1

PROJEKTNR.

A219413

DOKUMENTNR.

A219413-001.1

VERSION

1.0

UDGIVELSESdato

07.12.2020

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

HRMO

KONTROLLERET

DRA

GODKENDT

HRMO

INDHOLD

1	Undersøgelsens formål	7
2	Tidligere undersøgelser	7
3	Mark- og laboratorieforsøg	8
4	Koter og koordinater	8
5	Jordbunds- og grundvandsforhold	9
6	Funderingsforhold	11
6.1	Generelt	11
6.2	Bygninger	14
6.3	Veje	17
6.4	Kloak	17
7	Midlertidig afstivning	18
8	Udførelse	20
8.1	Tørholdelse af udgravninger	20
8.2	Udgravning	20
9	Tilfyldning	21
10	Nabomæssige forhold	23
11	Miljøtekniske forhold og jordhåndtering	23
12	Supplerende undersøgelser	24
13	Afsluttende bemærkninger	24

BILAG

Signaturer og definitioner	A-1
Direkte fundering på indbygget sandfyld	B-1
Direkte fundering på ret fedt ler	C-1
Direkte fundering på fedt ler	C-2
Direkte fundering på meget fedt ler	C-3
Boreprofil, boring B 101	1.1
Boreprofil, boring B 102	1.2
Boreprofil, boring B 103	1.3
Boreprofil, boring B 104	1.4
Boreprofil, boring B 105	1.5
Boreprofil, boring B 106	1.6
Boreprofil, boring B 107	1.7
Boreprofil, boring B 2 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.8
Boreprofil, boring B 3 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.9
Boreprofil, boring B 4 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.10
Boreprofil, boring B 5 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.11
Boreprofil, boring B 6 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.12
Boreprofil, boring B 7 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.13
Boreprofil, boring B 8 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.14

Boreprofil, boring B 9 – COWI/GEODAN, sag 86967	1.15
Boreprofil, boring B 1 – COWI/GEODAN, sag 86919	1.16
Boreprofil, boring B 4 – COWI/GEODAN, sag 87794	1.17
Boreprofil, boring B 5 – COWI/GEODAN, sag 87794	1.18
Boreprofil, boring B 13 – COWI/GEODAN, sag 88973	1.19
Situationsplan	1.20

1 Undersøgelsens formål

For Holstebro Kommune er der i oktober/november 2020 udført en orienterende geoteknisk undersøgelse i forbindelse med byggemodningen af erhvervsudstyknings Nørgårdsvej i Måbjerg ved Holstebro.

Jf. tegningsmaterialet modtaget fra Holstebro Kommune pr. mail den 20. oktober 2020 omfatter erhvervsudstyknings et område på ca. 10 ha., der som udgangspunkt er inddelt i to områder på hver side af en ny stamvej. Stamvejen får indkørsel fra Hjemvej og forbindes endvidere med Nørgårdsvej.

I forbindelse med byggemodningen etableres der regn- og spildevandsledninger i udstykningen. Der foreligger ikke oplysninger om forventede lægningsniveauer for den kommende kloak. Det er derfor forudsat, at regn- og spildevandsledninger anlægges ca. 2-3 m under nuværende terræn.

Den orienterende geotekniske undersøgelse belyser jordbunds-, funderings- og vand-spejlsforholdene for veje, kloak og byggeri i området. Det er endvidere undersøgelsens formål at belyse mægtigheden af sætningsgivende aflejringer i flere forventede blødbundsområder i udstykningen.

2 Tidligere undersøgelser

COWI (Geodan) har i 1986 udført en orienterende geoteknisk undersøgelse for den nordlige del af udstykningen ved Nørgårdvej jf. geoteknisk rapport nr. 1 dateret den 22. juli 1986, sag 86.967. Undersøgelsen omfatter 9 geotekniske boringer, hvoraf de 8 boringer, B 2 – B 9 (86967), inddrages i denne undersøgelse og er vedlagt i denne rapport som bilag 1.8 – 1.15.

I 1986 og 1987 har COWI (Geodan) udført henholdsvis en orienterende geoteknisk undersøgelse og en forundersøgelse for en industriparcel ved Søgårdvej ved den sydvestlige del af den kommende udstykning jf. geoteknisk rapport nr. 1 dateret den 19. marts 1986, sag 86.919 og geoteknisk rapport nr. 1 dateret den 19. august 1987, sag 87.794. Undersøgelserne omfatter tilsammen 8 geotekniske boringer, hvoraf 3 boringer, B 1 (86919) og B 4 - B 5 (87794) inddrages i denne undersøgelse og er vedlagt som bilag 1.16 – 1.18.

Endvidere har COWI (Geodan) 1988 udført en orienterende geoteknisk undersøgelse erhvervsudstyknings Søgård – det nuværende Nupark – beliggende nord for den kommende udstykning jf. geoteknisk rapport nr. 1 dateret den 11. juli 1988, sag 88.973. Undersøgelsen omfatter 14 geotekniske boringer, hvoraf 1 boring, B 13 (88973) inddrages i denne undersøgelse og er vedlagt som bilag 1.19.

Omtrentlige placeringer af de tidligere udførte boringer fremgår af situationsplanen, bilag 1.20.

3 Mark- og laboratorieforsøg

Den 27. og 28. oktober 2020 er der udført 7 forede, Ø 150 mm, geotekniske borer, benævnt B 101 – B 107, som er afsluttet 5,0 – 6,0 m under nuværende terræn (m u. t.).

Boringerne er afsat med GPS og terrænkoterne til borestederne er indmålt med GPS i forbindelse med afsætningen.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen, bilag 1.20.

I borerne er der registreret laggrænser og udtaget omrørte jordprøver, samt udført vingeforsøg til bestemmelse af de kohæsive jordarters vingestyrke i intakt og omrørt tilstand, henholdsvis c_{fv} og c_{fvr} .

Der er installeret Ø 25 mm PVC-pejlerør med kvartsfilter i borerne, så vandspejlsniveauet kan holdes under observation.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning den 28. oktober 2020 og igen den 16. november 2020.

Jordprøverne er bedømt i overensstemmelse med Dansk Geoteknisk Forenings "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse" af februar 2009.

Jordprøvernes kalkindhold er vurderet med en 10 % saltsyreopløsning.

Det naturlige vandindhold, w , er bestemt på udvalgte jordprøver.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne, bilag 1.1 - 1.7.

De i rapporten anvendte signaturer og definitioner fremgår af bilag A-1.

4 Koter og koordinater

Koterne til borerne B 101 – B 107 refererer til Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90.

Koterne til alle tidligere udførte borer refererer til Dansk Normal Nul, DNN.

Forskellen mellem DNN og DVR90 i det aktuelle område er cirka -0,090 m, jf. dokumentet "Vejledning om højdesystemet", kort og matrikelstyrelsens, dateret den 10. januar 2005. Således svarer kote +10,00 m, DNN til kote +9,91 m, DVR90.

I det rapporten er terrænkoterne for de tidligere udførte borer omregnet fra DNN til DVR90 jf. ovenstående.

Terrænet ved borerne varierer mellem kote +28,6 m og +33,7 m, hvilket svarer til en højdeforskel på 5,1 m.

Alle koordinater til borerne B 101 – B 107 refererer til System U32EUREF89.

Terrænkoter og koordinater til borerne fremgår af boreprofilerne.

5 Jordbunds- og grundvandsforhold

I boring B 101 – B 104, B 106 og B 107 er der øverst truffet fyld og overjord i form af muldblandet og organiskholdigt ler til 0,4 á 2,3 m u. t. I boring B 101, B 102 og B 107 afløses dette af postglacialt tørv og gytje til 1,1 á 3,6 m u. t. Fra terræn i boring B 105 samt under fyld, overjord og postglaciale aflejringer i de øvrige borer er der truffet senglacialt ler til 1,7 á 4,2 m u. t., hvor det afløses af glacialt moræneler til de borede dybder 5,0 á 6,0 m u. t. De senglaciale leraflejringer er i flere borer bedømt som ret fedt – meget fedt.

I de tidligere udførte borer er der øverst hovedsageligt truffet 0,2 á 0,7 m muld, som i enkelte borer afløses af fyld i form af muld og ler. I boring B 4 – B 6 (sag 86967), boring B 1 (sag 86919) og boring B 4 og B 5 (sag 87794) afløses af muld og fyld af postglaciale aflejringer primært bestående af gytjeholdigt ler samt enkelte sand- og siltag til 0,7 á 3,0 m u. t. I boring B 13 (sag 88973) er der under muldlaget truffet postglacialt, gytjeholdigt ler og gytje til 3,2 m u. t., hvor det afløses af senglacialt sand til 3,7 m u. t. Herunder er der i samtlige, tidligere udførte borer hovedsageligt truffet senglacialt ler til 2,2 á 4,3 m u. t., hvor det generelt afløses af glacialt moræneler til de borede dybder 4,0 á 5,5 m u. t. De postglaciale og senglaciale leraflejringer er i enkelte borer bedømt som ret fedt.

For postglaciale aflejringer kan det generelt ikke udelukkes, at der regelløst i disse aflejringer findes stærkt sætningsgivende gytje- og tørveaflejringer af varierende mægtigheder og i varierende dybder. Det kan derfor ikke udelukkes, at der mellem de udførte borer findes stærkt sætningsgivende gytje- og tørveaflejringer af varierende mægtigheder og i varierende dybder.

På situationsplanen bilag 1.20 er der på baggrund af ovennævnte borer samt historiske kort og Danmarks Digitale Højdemodel, DDH, angivet en skønnet udstrækning af blødbundsområder på det aktuelle område.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør i boring B 101 – B 109 umiddelbart efter borearbejdets afslutning den 28. oktober og igen den 16. november 2020.

I de tidligere udførte borer B 2 – B 9 (sag 86967) er der pejlet den 4. juli 1986.

I den tidligere udførte boring B 1 (sag 86919) er der pejlet den 17. marts 1986.

I de tidligere udførte borer B 4 og B 5 (sag 87794) er der pejlet den 17. august 1987.

I den tidligere udførte boring B 13 (sag 88973) er der pejlet den 11. juli 1988.

Samtlige målte vandspejl er anført i Tabel 1.

Tabel 1: Vandspejlsmålinger

Boring Nr.	Terraen Kote, DVR90 (m)	Dato	Vandspejlsniveau	
			Dybde (m u. t.)	Kote, DVR90 (m)
B 101	+32,1	28. okt. 2020 16. nov. 2020	4,2 >5,9	+27,9 <+26,2
B 102	+31,8	28. okt. 2020 16. nov. 2020	2,2 2,8	+29,6 +29,0
B 103	+32,2	28. okt. 2020 16. nov. 2020	4,6 3,6	+27,6 +28,6
B 104	+33,7	28. okt. 2020 16. nov. 2020	3,8 1,1	+29,9 +32,6
B 105	+32,2	28. okt. 2020 16. nov. 2020	2,1 2,2	+30,1 +30,0
B 106	+30,8	28. okt. 2020 16. nov. 2020	1,1 1,1	+29,7 +29,7
B 107	+30,7	28. okt. 2020 16. nov. 2020	1,7 0,3	+29,0 +30,4
B 2 (86967)	+29,6 ^a	4. juli 1986	1,9	+27,7 ^a
B 3 (86967)	+28,6 ^a	4. juli 1986	2,1	+26,5 ^a
B 4 (86967)	+28,9 ^a	4. juli 1986	3,3	+25,6 ^a
B 5 (86967)	+28,6 ^a	4. juli 1986	2,1	+26,5 ^a
B 6 (86967)	+30,1 ^a	4. juli 1986	3,2	+26,9 ^a
B 7 (86967)	+29,7 ^a	4. juli 1986	3,1	+26,6 ^a
B 8 (86967)	+30,3 ^a	4. juli 1986	3,0	+27,3 ^a
B 9 (86967)	+28,0 ^a	4. juli 1986	3,7	+24,3 ^a

a) Koter omregnet til DVR90 jf. kapitel 4

Tabel 1(fortsat): Vandspejlsmålinger

Boring Nr.	Terræn Kote, DVR90 (m)	Dato	Vandspejlsniveau	
			Dybde (m u. t.)	Kote, DVR90 (m)
B 1 (86919)	+30,5 ^a	17. mar. 1986	1,8	+28,7 ^a
B 4 (87794)	+30,9 ^a	17. aug. 1987	1,2	+29,7 ^a
B 5 (87794)	+32,2 ^a	17. aug. 1987	1,6	+30,6 ^a
B 13 (88973)	+31,0 ^a	11. juli 1988	1,2	+29,8 ^a

a) Koter omregnet til DVR90 jf. kapitel 4

Vandspejlets beliggenhed må påregnes være afhængigt af såvel årstid som nedbør.

Det anbefales at pejle regelmæssigt i borerne, indtil udgravningsarbejdet begynder.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbunds- og vandspejlsforholdene henvises der til boreprofilerne.

6 Funderingsforhold

6.1 Generelt

Funderingen skal dimensioneres og udføres i henhold til DS/EN 1997-1, Eurocode 7: Geoteknik - del 1: Generelle regler (EC 7, del 1), med tilhørende Nationalt annekse - Danmark, EN 1997-1 DK NA (DK-Anneks).

Der skal anvendes partialkoefficienter og korrelationsfaktorer, som anført i DK Anneks-A.

Den geotekniske undersøgelse viser, at projektet på det foreliggende grundlag kan behandles i Geoteknisk kategori 2, jf. EC 7, del 1, afsnit 2.1 og DK-Anneks K.

For det aktuelle projekt er der for de udførte borer i Tabel 2 angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, for fundamenter, gulve og brønde, samt afrømningsniveau, AFRN, for veje og kloakledninger.

Tabel 2: Overside bæredygtige lag OSBL, og afrømningsniveau, AFRN

Boring Nr.	Terræn Kote, DVR90 (m)	OSBL		AFRN	
		Dybde (m u. t.)	Kote, DVR90 (m)	Dybde (m u. t.)	Kote, DVR90 (m)
B 101	+32,1	4,1	+28,0	3,6	+28,5
B 102	+31,8	2,8	+29,0	2,6	+29,2
B 103	+32,2	1,0	+31,2	1,0	+31,2
B 104	+33,7	0,6	+33,1	0,6	+33,1
B 105	+32,2	0,0	+32,2	0,0	+32,2
B 106	+30,8	0,8 ^b	+30,0 ^b	0,8	+30,0
B 107	+30,7	1,1	+29,6	1,1	+29,6
B 2 (86967)	+29,6 ^a	0,5 ^b	+29,1 ^{a b}	0,5	+29,1 ^a
B 3 (86967)	+28,6 ^a	0,3 ^b	+28,3 ^{a b}	0,3	+28,3 ^a
B 4 (86967)	+28,9 ^a	1,0 ^b	+27,9 ^{a b}	0,7	+28,2 ^a
B 5 (86967)	+28,6 ^a	3,0	+25,6 ^a	2,0	+26,6 ^a
B 6 (86967)	+30,1 ^a	1,7	+28,4 ^a	0,3	+29,8 ^a
B 7 (86967)	+29,7 ^a	0,3 ^b	+29,4 ^{a b}	0,3	+29,4 ^a
B 8 (86967)	+30,3 ^a	0,2	+30,1 ^a	0,2	+30,1 ^a
B 9 (86967)	+28,0 ^a	0,3 ^b	+27,7 ^a	0,3	+27,7 ^a
B 1 (86919)	+30,5 ^a	2,2	+28,3 ^a	2,2	+28,3 ^a
B 4 (87794)	+30,9 ^a	0,8 ^b	+30,1 ^{a b}	0,8	+30,1 ^a
B 5 (87794)	+32,2 ^a	0,7 ^b	+31,5 ^{a b}	0,7	+31,5 ^a

a) Koter omregnet til DVR90 jf. kapitel 4

b) Der er truffet senglacialt ler med lave styrkeparametre under OSBL, se tabel 3.

Tabel 2(fortsat): Overside bæredygtige lag OSBL, og afrømningsniveau, AFRN

Boring Nr.	Terræn Kote, DVR90 (m)	OSBL		AFRN	
		Dybde (m u. t.)	Kote, DVR90 (m)	Dybde (m u. t.)	Kote, DVR90 (m)
B 13 (88973)	+31,0 ^a	3,2	+27,8 ^a	3,2	+27,8 ^a

a) Koter omregnet til DVR90 jf. kapitel 4

De anbefalede funderingsmetoder for bygninger, veje og kloak er beskrevet i afsnit 6.2 - 6.4.

Såfremt der træffes ler- og moræneleraflejringer med meget lave styrkeparametre ($c_{uk} < 30 \text{ kN/m}^2$) i udgravningsniveauet, bør der foretages en udskiftning med veldræ-nende friktionsmaterialer som bundsikrings-sand, se kapitel 9.

Såfremt der funderes på bæredygtige aflejringer over ler- og moræneleraflejringer med lave styrkeparametre ($c_{uk} < 30 \text{ kN/m}^2$), skal der undersøges for gennemlokning.

I områderne ved boring B 101, B 102, B 105 og B 106 samt B 4 og B 5 (sag 87794) er der truffet ret fedt – meget fedt postglacialt og senglacialt ler. Det må dog forventes, at de postglaciale leraflejringer bortgraves såfremt der bygges i de aktuelle områder.

På grund af det ret fed - meget fede lers svind- og kvældningsegenskaber skal der træffes en række særlige foranstaltninger for at sikre funderingen mod fremtidige lodrette og vandrette bevægelser. Jf. SBI-anvisning nr. 231 indebærer dette blandt andet: Øget funderingsdybde, armering af fundamenter og gulve, damp-tæt folie på af-rømningsniveau, restriktioner vedrørende beplantningen eller i værste fald en rodaf-skærende væg.

I bilag C-1, C-2 og C-3 er angivet de forhold, der gør sig gældende ved fundering på henholdsvis ret fedt, fedt og meget fedt ler.

De nødvendige ekstraforanstaltninger er med de aktuelle jordbundsforhold afhængige af det fremtidige funderings- og gulvniveau samt mængden af eventuelt sandfyld mellem funderingsniveau og leroverfladen (Ved mere end 1 meter sandfyld mellem underkant fundament og leroverfladen kan omfanget af de nødvendige ekstraforanstaltninger sandsynligvis reduceres). Endvidere har det, uanset den fremtidige funderings- og gulvkote, afgørende betydning om eventuel eksisterende bevoksning fældes, og om byggeriet herefter først igangsættes, når det ret fede - fede ler har genvundet sit naturlige vandindhold. Der er erfaring for, at der mindst skal gå en vintersæson efter fældningen, før byggeriet kan igangsættes.

Det skal eftervises, at eventuelle, fremtidige skråninger har tilstrækkelig sikkerhed mod stabilitetssvigt efter terrænændringer og/eller ved belastning oven for skråninger af ret fedt – meget fedt ler som følge af fremtidige byggeri eller veje.

6.2 Bygninger

6.2.1 Generelt

For det fremtidige byggeri (forudsat som traditionelt erhvervsbyggeri i højst 2 etager uden kælder), og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold, vurderes den mest fordelagtige funderingsmetode generelt at:

- > Direkte fundering på intakte aflejringer, hvor OSBL er beliggende over projekteret funderingsniveau, se afsnit 6.2.2.

og

- > Direkte fundering på indbygget sandfyld efter udskiftning af recente og postglaciale aflejringer, hvor OSBL er beliggende under projekteret funderingsniveau, se afsnit 6.2.3.

Ved fundering over leraflejringer med lave styrkeparametre kan det vise sig nødvendigt at fundere under de "slappe" lag eller at udskifte de "slappe" lag med indbygget sandfyld til fornøden dybde. For dyb, direkte fundering og direkte fundering i indbygget sandfyld henvises til henholdsvis afsnit 6.2.2 og 6.2.3.

Der kræves specielle tiltag ved direkte fundering og udgravning i områderne ved boring B 101, B 102, B 105 og B 106 samt B 4 og B 5 (sag 87794), idet der her er truffet **ret fedt – meget fedt ler**, se afsnit 6.1.

For aflejringer svarende til de under OSBL trufne kan der ved dimensionering af fundamenter anvendes de i tabel 3 angivne rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

Såfremt der funderes i indbygget sandfyld, og hvor afstanden fra fundamentsundersiden til oversiden af de intakte aflejringer er mindre end fundamentsbredden, skal fundamenterne dimensioneres for både den indbyggede sandfyld og de underliggende, intakte aflejringer.

I tabellen er angivet orienterende rumvægte over og under vandspejlet (γ/γ'), plan friktionsvinkel (ϕ_k), udrænet forskydningsstyrke (c_{uk}), effektiv friktionsvinkel og kohæsion (ϕ'_k og c'_k) samt konsolideringsmodul (E_{oed}).

Værdierne er orienterende og er fastlagt på grundlag af målinger, erfaringer og skøn.

Tabel 3: Orienterende rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre

Jordart	γ/γ' (kN/m ³)	ϕ_k (°)	c_{uk} (kN/m ²)	ϕ'_k (°)	c'_k (kN/m ²)	E_{oed} (MN/m ²)
Sand, Sg	18/10	34	0	34	0	25
Ler, svagt siltet – st. sandet, Sg	19/9	0	40 ^c	30	4 ^c	8
Ler, ret fedt, Sg	19/9	0	40	28	4	6
Ler, fedt, Sg	19/9	0	40	25	4	5
Ler, meget fedt, Sg	19/9	0	40	22	4	4
Moræneler, Gc B 102, B 103 og B 106	20/10	0	50	28	5	10
Moræneler, Gc Øvrige boringer	20/10	0	100	30	10	25

c) I boringerne, der i tabel 2 er markeret med (b) er der truffet senglacielt ler med lave styrkeparametre under OSBL, dvs. $c_{uk} = c_{fv} = 20$ á 40 kN/m² og $E_{oed} = 4$ á 8 MN/m².

Dimensioneringen skal udføres i såvel brudgrænsetilstanden (bæreevne) som anvendelsesgrænsetilstanden (sætninger), og den skal omfatte undersøgelse af såvel korttids- som langtidstilstanden, jf. EC 7, del 1, kapitel 2 og 6 samt DK-Anneks D.

I anvendelsesgrænsetilstanden kan der forudsættes trykspredning 2:1 (lodret:vandret) ned gennem jordlagene.

Hvor der funderes over leraflejringer med lave styrkeparametre under OSBL, skal der undersøges for gennemlokning, hvor der forudsættes trykspredning på 4:1 (lodret:vandret).

Ved fundering på vekslende aflejringer af ler og sand skal fundamenterne dimensioneres for en fundering på hver af de 2 aflejringer. Den mindste bæreevne er dimensionsgivende. Ved fundering i indbygget sandfyld og hvor afstanden fra fundamentsundersiden til oversiden af de intakte aflejringer er mindre end fundamentsbredden, skal fundamenterne ligeledes dimensioneres for både den indbyggede sandfyld og de underliggende, intakte aflejringer.

Ved fundering i eller umiddelbart over ret fedt – meget fedt ler skal der etableres omfangsdræn jf. retningslinjerne i afsnit 6.1 og på bilag C-1, C-2 og C-3. Ved fundering i de øvrige, trufne leraflejringer anbefales det, at der etableres omfangsdræn i niveau med underkant fundament.

Dræningen skal udføres i overensstemmelse med retningslinjerne i Dansk Standards "Norm for dræning af bygværker m.v.", DS 435, gældende udgave.

Ved dimensionering skal der ved fundering i ler forudsættes højeste vandspejl i niveau med drænledningerne eller alternativt i terræn.

Ved fundering i eller umiddelbart over ret fedt – meget fedt ler skal fundamenterne armeres jf. retningslinjerne i afsnit 6.1 og på bilag C-1, C-2 og C-3.

Ved fundering i de øvrige leraflejringer anbefales det, at stribefundamentene armeres i over- og underside for at imødegå risikoen for eventuelle skadelige differenssætninger. Denne armering bør bestå af ribbestål med armeringsareal på 0,2 % af stribefundamenternes samlede betontværsnitsareal, fordelt med halvdelen foroven og forenden.

6.2.2 Direkte fundering på intakte aflejringer

Der funderes direkte på intakte aflejringer svarende til de under OSBL trufne.

Fundamentene skal overalt føres ned i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn, hvilket er 0,9 m for almindeligt byggeri og 1,2 m for fritstående konstruktioner. Såfremt der funderes direkte i ret fedt – meget fedt ler kan det vise sig nødvendigt at øge funderingsdybden som angivet i bilag C-1, C-2 og C-3.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag kan udlægges direkte på intakte aflejringer svarende til de under OSBL trufne.

Efterfyldning under gulve foretages med sandfyld som beskrevet i kapitel 9.

Der henvises i øvrigt til gældende Bygningsreglement.

6.2.3 Direkte fundering på indbygget sandfyld

Samtlige aflejringer over OSBL udskiftes med velkomprimeret, ren sandfyld. Ved fundering over leraflejringer med lave styrkeparametre, jf. tabel 2, kan det vise sig nødvendigt, at udskifte de "slappe" lag til fornøden dybde. Udskiftningen udføres efter de på bilag B-1 og i kapitel 9 givne retningslinjer.

Såfremt der bygges i et område med fede leraflejringer kan det vise sig nødvendigt at skulle udlægge en damp-tæt folie på afrømningsniveau forud for indbygningen af sandfyld som nævnt ovenfor.

Der kan herefter funderes direkte i den indbyggede sandfyld.

Gulve inklusive kapillarbrydende lag kan udlægges direkte på den indbyggede sandfyld som vist på bilag B-1.

Der henvises i øvrigt til gældende Bygningsreglement.

6.3 Veje

For veje skal der generelt afgraves til oversiden af rene, intakte aflejringer. Det vil sige, at fyld, muld og muldholdige lag bortgraves inden eventuel påfyldning og etablering af belægning.

Med de trufne jordbundsforhold forventes vejene primært anlagt på senglacialt ler og lokalt på postglacialt ler.

Jf. kapital 5 kan det ikke udelukkes, at der helt regelløst i de postglaciale aflejringer kan forekomme stærkt sætningsgivende gytje- og tørveaflejringer i vilkårlig dybde og af varierende mægtigheder - dvs., at det heller ikke kan udelukkes, at AFRN kan forekomme i større dybde end angivet.

Som følge af eventuelle udskiftninger af sætningsgivende aflejringer i form af postglaciale aflejringer samt slappe ler- og moræneleraflejringer kan det ikke udelukkes, at der i fremtiden vil opstå differenssætninger i vejenes bredde, såfremt der findes sætningsgivende aflejringer under vejarealerne uden for traceet for kloakledningerne. Størrelsen af disse sætninger kan ikke vurderes på det foreliggende grundlag og vil under alle omstændigheder være behæftet med stor usikkerhed.

På strækninger, hvor potentielt sætningsgivende aflejringer bortgraves i ledningsudgravninger, men efterlades under det resterende vejareal, kan det vise sig muligt at reducere eventuelle differenssætninger i vejenes bredde ved udlægning af geonet under belægningsopbygningerne.

Når afgravningerne er udført, kan belægningen etableres, eller der kan foretages den nødvendige påfyldning. Eventuel påfyldning skal udføres med velkomprimeret bundsikringssand og -grus, se kapitel 9.

Belægningstykkelsen skal, ud over trafikbelastning og jordart ved planum, dimensioneres under hensyntagen til frostsikker dybde. Overbygningen skal tørholdes ved dræning.

6.4 Kloak

Med de aktuelle jordbundsforhold kan der funderes direkte i de forventede lægningsdybder på senglacialt ler og glacial moræneleraflejringer. Afhængigt af de endelige lægningsdybder kan kloakledninger lokalt funderes direkte på postglacialt ler og sand.

Jf. kapital 5 kan det ikke udelukkes, at der helt regelløst i de postglaciale aflejringer kan forekomme stærkt sætningsgivende gytje- og tørveaflejringer i vilkårlig dybde og af varierende mægtigheder - dvs., at det heller ikke kan udelukkes, at AFRN kan forekomme i større dybde end angivet.

Der skal tages behørigt hensyn til eventuelle variationer i jordbundsforholdene mellem boringerne.

Kloakledninger og brønde skal sikres mod opdrift i overensstemmelse med EC 7, del 1, kapitel 10 og Anneks A4.

Det anbefales, at der generelt forudsættes et højeste grundvandsspejl beliggende i niveau med terræn eller i niveau med eventuelle vejdræn.

Da kloakledningerne forventes etableret i leraflejringer anbefales det, at der etableres lerdæmninger på tværs i ledningsgraven for at minimere risikoen for at danne uhen-sigtsmæssige drænveje i ledningsgrave.

Lerdæmningerne skal etableres i områder med ret fedt til meget fedt ler, da eventuelle drænveje i ledningsgravene kan medføre en udtørring af den ret fede til meget fede ler, som kan påvirke omkringliggende fundamenter.

7 Midlertidig afstivning

Der skal under anlægsarbejdet træffes foranstaltninger til sikring af udgravningerne samt eventuelle omkringliggende huse, konstruktioner og eksisterende vejes stabilitet.

Såfremt udgravningerne ikke kan udføres som frie udgravninger anbefales det, at udgravningerne udføres i en afstivet gravekasse eller ved etablering af københavnerg langs en eller flere af udgravningernes sider. Afhængigt af udgravningsdybde og afstanden til veje og konstruktioner, kan det vise sig muligt at udføre udgravningen med frie udgravningssider kombineret med afstivet gravekasse eller københavnerg.

En eventuel københavnerg skal om nødvendigt være sikret mod deformationer med indvendig afstivning.

Gravekasser og københavnergge skal dimensioneres for jord- og vandtryk, som angivet i EC 7, del 1, kapitel 9.

Der skal i beregningerne tages hensyn til lastbidrag fra omkringliggende konstruktioner, der er funderet i niveauer over udgravningsbund og bidrag fra trafiklast samt andre overfladelaster.

Jordtryk på gravekasser og københavnergge kan indledningsvist baseres på boringerne samt de i tabel 4 anførte parametre.

I tabellen er angivet orienterende rumvægte over og under vandspejlet (γ/γ') samt effektiv friktionsvinkel og kohæsion (ϕ'_k og c'_k). Værdierne er fastlagt på grundlag af erfaring og skøn.

Tabel 4: Orienterende rumvægte og karakteristiske styrkeparametre

Jordart	γ/γ' (kN/m ³)	c'_k (kN/m ²)	ϕ'_k (°)
Muld, Re og Muldfyld, Re	16/6	0	25
Ler, Re og Lerfyld, Re	18/8	3 ^d	25
Gytje, Pg og Tørv, Pg	16/6	3 ^d	25
Sand, Pg	18/10	0	32
Silt, Pg	18/10	0	28
Ler, Pg	19/9	3 ^d	28
Sand, Sg	18/10	0	34
Ler, svagt siltet – st. sandet, Sg	19/9	4 ^{c d}	30
Ler, ret fedt, Sg	19/9	4 ^d	28
Ler, fedt, Sg	19/9	4 ^d	25
Ler, meget fedt, Sg	19/9	4 ^d	22
Moræneler, Gc B 102, B 103 og B 106	20/10	5 ^d	30
Moræneler, Gc Øvrige boringer	20/10	10 ^d	30

- c) I borerne, der i tabel 2 er markeret med (b) er der truffet seneglacialt ler med lave styrkeparametre under OSBL, dvs. $c_{uk} = c_{fv} = 20 \text{ á } 40 \text{ kN/m}^2$ og $E_{oed} = 6 \text{ á } 10 \text{ MN/m}^2$.
- d) Ved aktivt jordtryk skal det antages, at de kohæsive jordlag har en karakteristisk, effektiv forskydningsstyrke, $c'_k = 0 \text{ kN/m}^2$.

Da der hovedsageligt er truffet kohæsive aflejringer skal der forudsættes vandspejl i terræn bag gravekassen, jf. EC7, del 1, afsnit 9.6.

Inde i udgravningen skal der regnes med vandspejl i niveau med udgravningsbunden. Inden udgravningsarbejdet begyndes, skal grundvandsspejlet være sænket mindst 0,5 m under udgravningsniveauet, hvis det består af sand eller der træffes sand indenfor kritisk dybde, jf. afsnit 9.1.

8 Udførelse

8.1 Tørholdelse af udgravninger

Med de trufne jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes udgravningerne om nødvendigt at kunne tørholdes ved almindelig lænsning via render i leren, som fører vandet til en pumpesump, hvorfra vandet pumpes bort.

I de lokale sandaflejringer med begrænset mægtighed kan tørholdelsen ligeledes sikres ved opsamling af vandet i drænrender i leren, hvorfra det føres til pumpesump.

En midlertidig grundvandssænkning skal følges nøje, da den kan give sætningsskader på nærliggende bygninger, veje og pladser, der er funderet over sætningsgivende aflejringer.

Som følge heraf bør grundvandssænkningen være så kortvarig som mulig.

Afledning af grundvand i forbindelse med byggearbejder kan kræve myndighedsgodkendelse, jf. Vandforsyningslovens § 26.

8.2 Udgravning

I forbindelse med udgravning skal der etableres en tørholdelse som beskrevet i afsnit 8.1. Udgravningerne skal om nødvendigt afstives som beskrevet i kapitel 7.

Der skal under anlægsarbejdet træffes foranstaltninger til sikring af udgravningerne samt eventuelle omkringliggende huse, konstruktioner og eksisterende vejes stabilitet.

Af hensyn til arbejdssikkerheden bør midlertidige, frie udgravningsskråninger ikke stå med stejlere hældning end 1:1,5 (lodret:vandret). Under særlige forhold med vandførende grus-, sand- og siltlag, pludseligt tøbrud eller belastning af skråningstoppen skal hældningerne ubetinget reduceres, så farlige skred ikke fremkommer.

Såfremt de midlertidige udgravninger ikke kan udføres som frie udgravninger anbefales det, at udgravningerne udføres i en afstivet gravekasse eller ved etablering af københavnergavl langs en eller flere af udgravningernes sider, jf. kapitel 7.

Det ret fede – meget fede ler kan karakteriseres som udblødningsfarligt og følsomt overfor dynamiske påvirkninger i forbindelse med nedbør og overfladevand.

I så tilfælde bør al færdsel med entreprenørmateriel på afrømningsniveau undgås for at bevare jorden intakt, og bundsikringssand/sandfyld anbefales indbygget umiddelbart efter afrømning.

Eventuel løsnet, opblødt eller frossen jord skal bortgraves, inden der etableres kloakledninger og brønde samt indbygges sandfyld.

Jf. afsnit 6.4 anbefales det, at der etableres lerdæmninger på tværs i ledningsgraven i leraflejringer for at minimere risikoen for at danne u hensigtsmæssige drænveje i ledningsgrave.

Lerdæmningerne skal etableres i områder med ret fedt til meget fedt ler, da eventuelle drænveje i ledningsgravene kan medføre en udtørring af den ret fede til meget fede ler, som kan påvirke omkringliggende fundamenter.

9 Tilfyldning

Som tilfyldning under fundamenter og gulve foreslås der anvendt ren sandfyld, som kan være som bundsikringssand og -grus.

Omkring ledninger og brønde samt over ledninger under vejarealer bør der tilfyldes med bundsikringssand og -grus eller rene, opgravede sandaflejringer.

Opmærksomheden henledes på, at rystelser ved komprimering i ledningsgravene kan forplante sig til nærliggende huse.

Vejopbygningen anbefales udført med velkomprimeret bundsikringssand og -grus samt stabilt grus og asfalt eller belægningssten.

Bundsikringssand- og grus skal som minimum opfylde kravene til kvalitet II (BLII), og have et uensformighedstal, $U = D_{60}/D_{10}$, på mindst 2,5, et maksimalt finstofindhold (kornstørrelse $<0,063$ mm) på 9 % og ingen korn større end 90 mm. Herudover må sandfylden ikke indeholde klumper af ler, silt eller organisk materiale.

Sandfylden indbygges med egnet komprimeringsudstyr i lag af maksimalt 30 cm.

Det anbefales at anvende de i tabel 5 anførte krav til komprimeringsgrader, som forudsætter, at der måles med isotopsonde.

Tabel 5: Krav til komprimeringsgrader (isotopsonde) for sandfyld over og under fundamentsunderkant, FUK og under veje

Niveau	Standard Proctor		Vibrationsindstampning	
	Middelværdi	Mindsteværdi	Middelværdi	Mindsteværdi
Over FUK	96 %	93 %	93 %	90 %
Under FUK og veje	98 %	95 %	95 %	92 %

Middelværdien bestemmes som gennemsnittet af mindst 5 forsøg, og ingen enkeltværdi må være mindre end mindsteværdien.

Ved komprimeringen er det vigtigt, at sandfylden har et vandindhold omkring det optimale.

Bundsikringssand og -grus indbygget efter ovenstående retningslinjer kan påregnes at have de i tabel 6 angivne rumvægte samt karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

I tabellen er angivet rumvægte over og under vandspejlet (γ/γ'), plan friktionsvinkel (ϕ_k) og konsolideringsmodul (E_{oed}).

Værdierne er fastlagt på grundlag af erfaringer og skøn.

Tabel 6: Rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre for indbygget bundsikringssand og -grus over og under fundamentsunderkant, FUK og under veje

Niveau	γ/γ' (kN/m ³)	ϕ_k (°)	E_{oed} (MN/m ²)
Over FUK	18/10	36	40
Under FUK og veje	18/10	38	50

Hvis der anvendes et andet materiale end bundsikringssand og -grus, skal parametrene i tabel 6 revideres.

Stabilt grus skal opfylde kravene til kvalitet II, og skal komprimeres til en tæthed på mindst 95 % målt med isotopsonde, når den maksimale tørrumvægt i laboratoriet bestemmes ved vibrationsindstampning.

Kravet om mindst 95 % komprimering kan anses for opfyldt, når gennemsnittet af mindst 5 målinger er mindst 95 %, og ingen enkeltværdi er mindre end 92 %.

Ler og moræner fra de opgravende strækninger kan anvendes som tilbagefyldning i områder, hvor der accepteres risiko for sætninger. De tilbagefyldte materialer skal i så fald indbygges med samme lagfølge og med samme tæthed som de intakte aflejringer. Dog er den opgravede overjord samt det senglaciale ler og glaciale moræner uegnet som tilbagefyld omkring ledninger.

Det skal bemærkes, at det kan være vanskeligt, eller endda umuligt, uden særlige tiltag, at opnå den krævede komprimeringsgrad, såfremt leret har et naturligt vandindhold, w_{nat} , som er betydeligt højere end det optimale vandindhold, w_{opt} . Det vil i givet fald kræve en udtørring af leret.

De trufne aflejringer i form af ret fedt – meget fedt ler samt siltet ler og siltet moræner anbefales ikke genanvendt som tilbagefyld.

10 Nabomæssige forhold

Forpligtelsen til at undgå skader på eksisterende bebyggelse som følge af bygge- og anlægsarbejder - herunder grundvandssænkning og komprimering - er formuleret i Byggelovens § 12, hvortil der henvises.

De omkringboende skal adviseres skriftligt senest 14 dage før bygge- og anlægsarbejdet begynder.

Det anbefales tidligt i projektforslaget at undersøge, hvorledes de omkringliggende bygninger er funderet. Dette er med henblik på den nødvendige sikring af disse bygninger i forbindelse med anlægsarbejdet, jf. DK-Anneks K3.

Det tilrådes at besigtige alle omkringliggende bygninger, inden bygge- og anlægsarbejdet begynder. Formålet med besigtigelsen er dels at tilvejebringe dokumentationsmateriale (fotos, opmålinger, nivellementer etc.) over alle eksisterende bygningskader, og dels at vurdere risikoen for nye skader som følge af bygge- og anlægsarbejdet.

Det tilrådes at tegne en all-risk forsikring.

11 Miljøtekniske forhold og jordhåndtering

Under mark- og laboratoriearbejdet blev der ikke konstateret tegn på forurening (lugt eller misfarvning) i den opborede jord.

I henhold til Jordforureningslovens § 50 kan der blive stillet særlige krav til håndtering af eventuel forurenede jord, som deponeres udenfor matriklen.

Disse forhold kan have væsentlig indflydelse på projektets tidsplan og økonomi, hvorfor de anbefales afklaret så hurtigt som muligt, og inden anlægsarbejdet begynder.

12 Supplerende undersøgelser

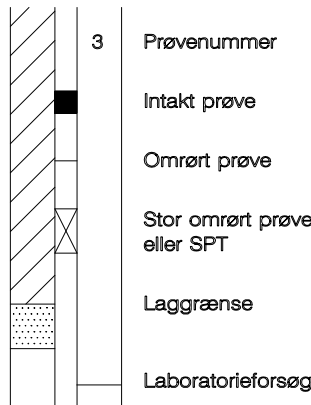
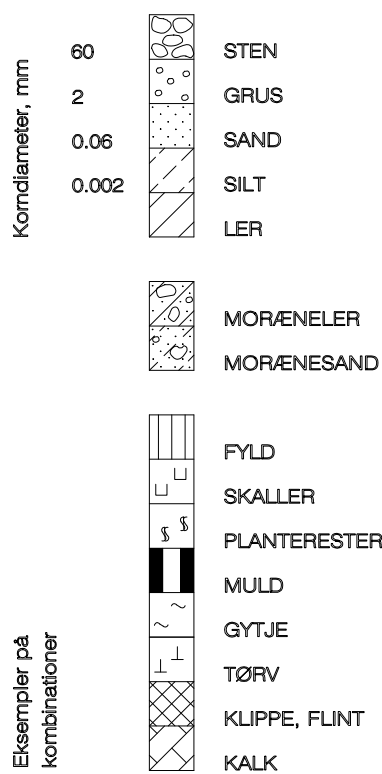
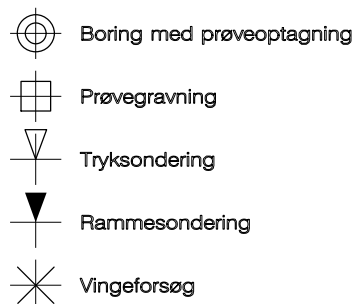
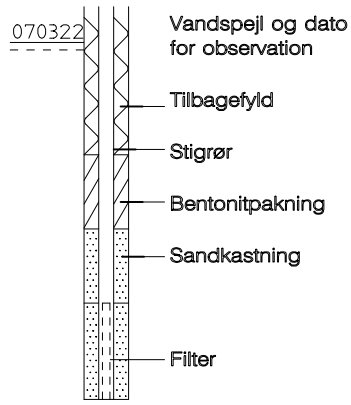
Når der foreligger et konkret projekt for et byggeri, veje og kloak skal omfanget af supplerende geotekniske undersøgelser vurderes, jf. EC 7, del 2 og DK-Anneks K2.

Den supplerende undersøgelse bør omfatte plasticitetsforsøg på de ret fede – meget fede leraflejringer til bestemmelse af lerets svind- og kvældningsegenskaber.

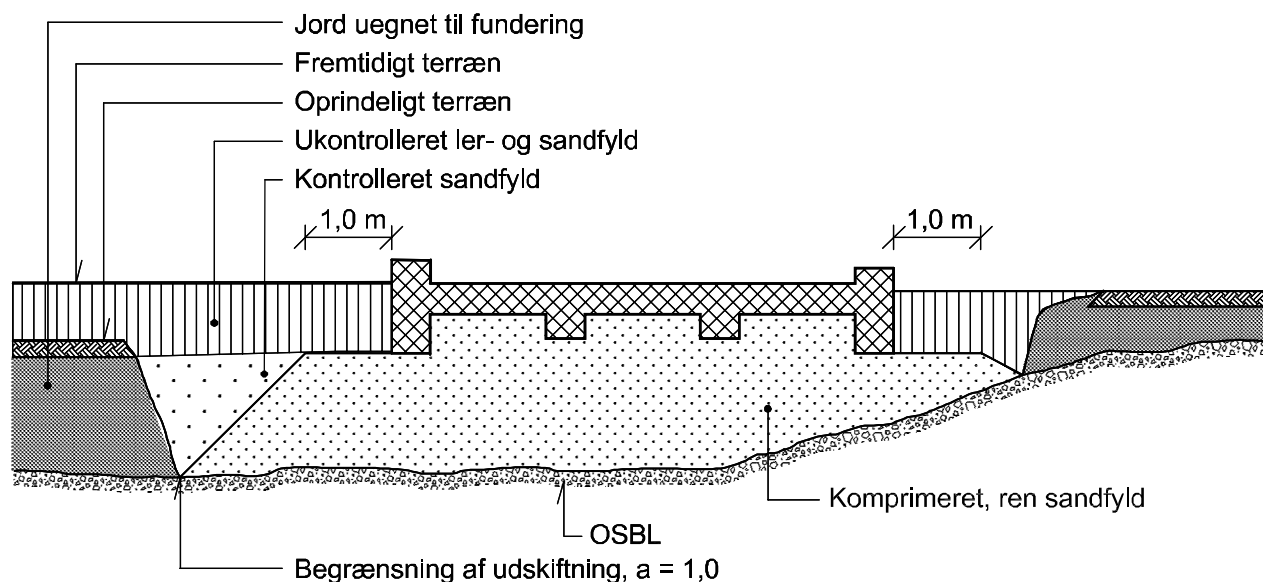
13 Afsluttende bemærkninger

I det omfang det ønskes, står COWI til rådighed for videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

De udtagne jordprøver opbevares 2 uger fra dags dato, hvorefter de bortkastes, medmindre der forinden foreligger anden aftale.

SIGNATURER																					
Boreprofil		Jordart		Situationsplan																	
		 <p>Eksempler på kombinationer</p> <p>I moræneaflejringer må der forventes varierende indhold af sten og blokke, selv om det ikke fremgår af borerne.</p>																			
Pejlerør		Geologiske forkortelser																			
		<p>Aflejring:</p> <p>Br Brakvand Fe Ferskvandsaflejring Fl Flydejord Fy Fyld Gl Gletscheraflejring Ma Marin aflejring Ne Nedskylsaflejring Ov Overjord Sk Skredjord Sm Smeltevandsaflejring Vi Vindaflejring ★ Henvisning til rapport</p> <p>Alder:</p> <table><tr><td>Re Recent</td><td>Mi Tertiære aflejringer:</td></tr><tr><td>Pg Postglacial</td><td>Mi Miocæn</td></tr><tr><td>Sg Senglacial</td><td>Oi Oligocæn</td></tr><tr><td>Is Interstadial</td><td>Eo Eocæn</td></tr><tr><td>Gc Glacial</td><td>Pl Paleocæn</td></tr><tr><td>Ig Interglacial</td><td>Da Danien</td></tr><tr><td>Te Tertiær</td><td>Kridtaflejringer:</td></tr><tr><td>Kt Kridt</td><td>Se Senon</td></tr></table>				Re Recent	Mi Tertiære aflejringer:	Pg Postglacial	Mi Miocæn	Sg Senglacial	Oi Oligocæn	Is Interstadial	Eo Eocæn	Gc Glacial	Pl Paleocæn	Ig Interglacial	Da Danien	Te Tertiær	Kridtaflejringer:	Kt Kridt	Se Senon
Re Recent	Mi Tertiære aflejringer:																				
Pg Postglacial	Mi Miocæn																				
Sg Senglacial	Oi Oligocæn																				
Is Interstadial	Eo Eocæn																				
Gc Glacial	Pl Paleocæn																				
Ig Interglacial	Da Danien																				
Te Tertiær	Kridtaflejringer:																				
Kt Kridt	Se Senon																				
DEFINITIONER																					
Signatur	Begreb	Forkort.	Enhed	Definition																	
	Vandindhold	w	%	Vandvægt i % af tørstofvægt																	
	Flydegrænse	w _l	%	Vandindhold ved flydegrænse																	
	Plasticitetsgrænse	w _p	%	Vandindhold ved plasticitetsgrænse																	
	Plasticitetsindeks	I _p	%	w _l - w _p																	
	Rumvægt	γ	kN/m ³	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen																	
	Glødetab	gl	%	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægt																	
	Reduceret glødetab	gl _r	%	gl - ka																	
	Kalkindhold	ka	%	Vægt af CaCO ₃ i % af tørstofvægt																	
	Kalkindhold			Reaktion m. saltsyre: - = kalkfrit; (+) = svagt kalkholdigt + = kalkholdigt, ++ = stærkt kalkholdigt																	
	Photo Ionisation Detector	PID		Poreluftsmåling																	
	Vingestykke, intakt	c _{fv}	kN/m ²	Vingestykke i intakt jord																	
	Vingestykke, omrørt	c _{vr}	kN/m ²	Vingestykke i omrørt jord																	
	CPT	q _c , f _s , u	MPa	Spidsmodstand, overflademodstand, poretryk og																	
	Sonderingsmodstand, svensk rammesonde eller let rammesonde	f _r	%	friktionsforhold																	
	Sonderingsmodstand, SPT, lukket/åben	R _{rs}	N ₂₀	Antal slag pr. 20 cm nedsynkning																	
	Sonderingsmodstand, SPT, lukket/åben	SPT	N ₃₀	Antal slag pr. 30 cm nedsynkning																	
Udarbejdet:	SORR	Kontrolleret:	SPN	Godkendt:	KTBR																
Dato:		31.08.2017		Side	1 af 1																
COWI		SIGNATURER OG DEFINITIONER			Bilag A-1																

PRINCIPSKITSE FOR LET BYGGERI



Udførelse

Samtlige aflejringer over overside bæredygtige lag, OSBL, udskiftes med ren sandfyld, der udlægges i lag af højst 30 cm's tykkelse under effektiv komprimering til de i rapporten anbefalede komprimeringsgrader.

Derefter udføres normal direkte fundering i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn. Gulve inklusive kapillarbrydende lag udlægges direkte på den indbyggede sandfyld.

Udskiftningen føres udenfor fundamenterne, således at stabilitets- og bæreevnekriterierne er overholdte. Ved moderate belastninger kan dette normalt forventes med et udskiftningsprofil som vist på ovenstående principskitse.

Udarbejdet: NND	Kontrolleret: PKM	Godkendt: BES	Dato: 24-08-07	Side 1 af 1
COWI		DIREKTE FUNDERING PÅ INDBYGGET SANDFYLD		Bilag B-1

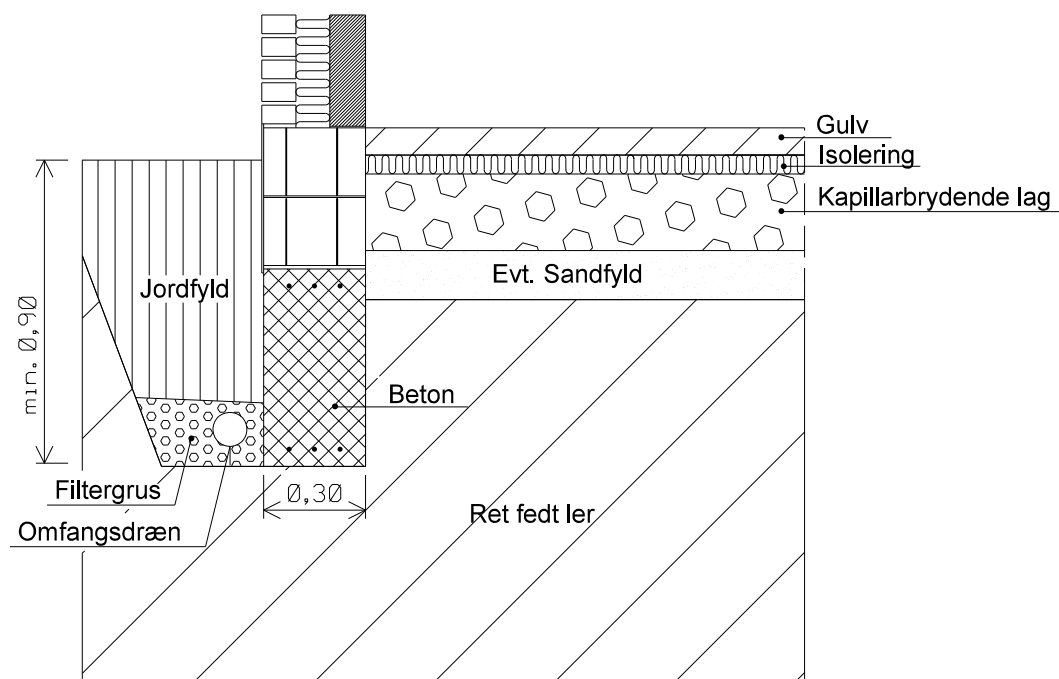
Nybyggeri uden kælder på ret fedt ler (I_p mellem 10 og 25 %)

Nybyggeri af mindre bygninger uden kælder kan beskyttes mod udtørings- og kvældningsskader ved at udføre en direkte fundering af ydervægge i svind- og kvældningsfri funderingsdybde.

Fundamenterne skal desuden armeres, og i visse tilfælde skal der udføres en række ekstraforanstaltninger for at begrænse ændringer af lerets vandindhold mest muligt. Endelig vil det sædvanligvis være nødvendigt at fælde omkringstående træer og buske, når de når en vis højde i forhold til afstanden til bygningen.

Omfanget af ekstraforanstaltninger skal øges, jo mere følsomt leret er for udtørring - dvs. jo federe det er.

Der henvises til SBI-anvisning nr. 231.



Ydervægsfundamenter (stribefundamenter) skal føres mindst 0,9 m under terræn, og armeres med 0,2 % gennemgående armering foroven og forneden (2x3 stk. Ø 14 ribbestål i eksemplet).

Der skal lægges et omfangsdræn med forbindelse til det kapillarbrydende lag under gulvene. Den frostfri dybde for drænledningerne kan sættes til mindst 0,6 m.

Der skal sikres en virksom forbindelse mellem omfangsdrænet og sandfyldet og det kapillarbrydende lag under gulvene.

Det er vigtigt at tilrettelægge funderingsarbejderne, så opblødning og udtørring af leret imødegås under såvel fundamenter som gulve.

Løvfældede træer og buske skal begrænses, så den mindste afstand til bygningen bliver 1,5 gange væksternes højde. Det skal efterfølgende sikres, at denne mindste afstand opretholdes, eksempelvis ved at fælde træer og buske.

Udarbejdet: SORR	Kontrolleret: SPN	Godkendt: KTBR	Dato: 31.08.2017	Side 1 af 1
COWI	DIREKTE FUNDERING PÅ RET FEDT LER			Bilag C-1

Nybyggeri uden kælder på fedt ler (I_p mellem 25 og 50 %)

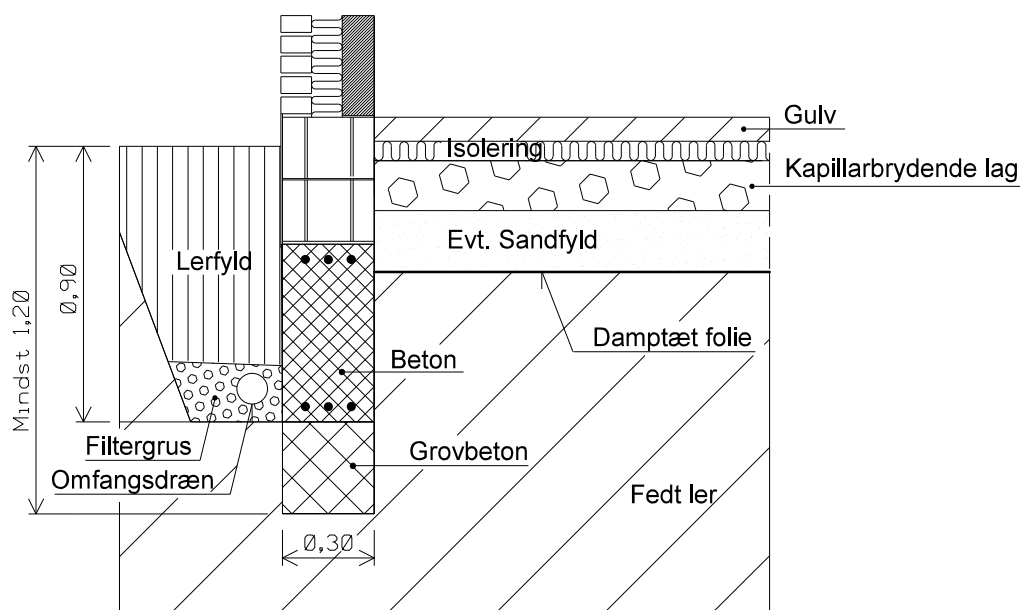
Nybyggeri af mindre bygninger uden kælder kan beskyttes mod udtørings- og kvældningsskader ved at udføre en dyb, direkte fundering af ydervægge i svind- og kvældningsfri funderingsdybde.

Fundamenterne skal desuden armeres, og i visse tilfælde skal der udføres en række ekstraforanstaltninger for at begrænse ændringer af lerets vandindhold mest muligt.

Endelig vil det sædvanligvis være nødvendigt at fælde omkringstående træer og buske, når de når en vis højde i forhold til afstanden til bygningen.

Omfanget af ekstraforanstaltninger skal øges, jo mere følsomt leret er for udtørring - dvs. jo federe det er.

Der henvises til SBI-anvisning nr. 231.



Ydervægsfundamenter (stribefundamenter) skal føres mindst 1,2 m under terræn. De nederste ca. 0,3 m støbes direkte mod intakt jord. Herover støbes et fundament med 0,2 % gennemgående armering foroven og forneden (2x3 stk. Ø 14 ribbestål i eksemplet).

Afrømningsfladen skal afdækkes med en damptæt folie.

Der skal lægges et omfangsdræn med forbindelse fra det kapillarbrydende lag under gulvene. Den frostfri dybde for drænledningerne kan sættes til mindst 0,6 m. Drænet bør placeres mindst 0,2 á 0,3 m over fundamentsunderkant af hensyn til opblødningsrisikoen af leret i funderingsniveau.

Der skal sikres en virksom forbindelse mellem omfangsdrænet og sandfyldet og det kapillarbrydende lag under gulvene.

Det er vigtigt at tilrettelægge funderingsarbejderne, så opblødning og udtørring af leret imødegås under såvel fundamenter som gulve.

Løvfældede træer og buske skal begrænses, så den mindste afstand til bygningen bliver 1,5 gange væksternes højde. Det skal efterfølgende sikres, at denne mindste afstand opretholdes, eksempelvis ved at fælde træer og buske.

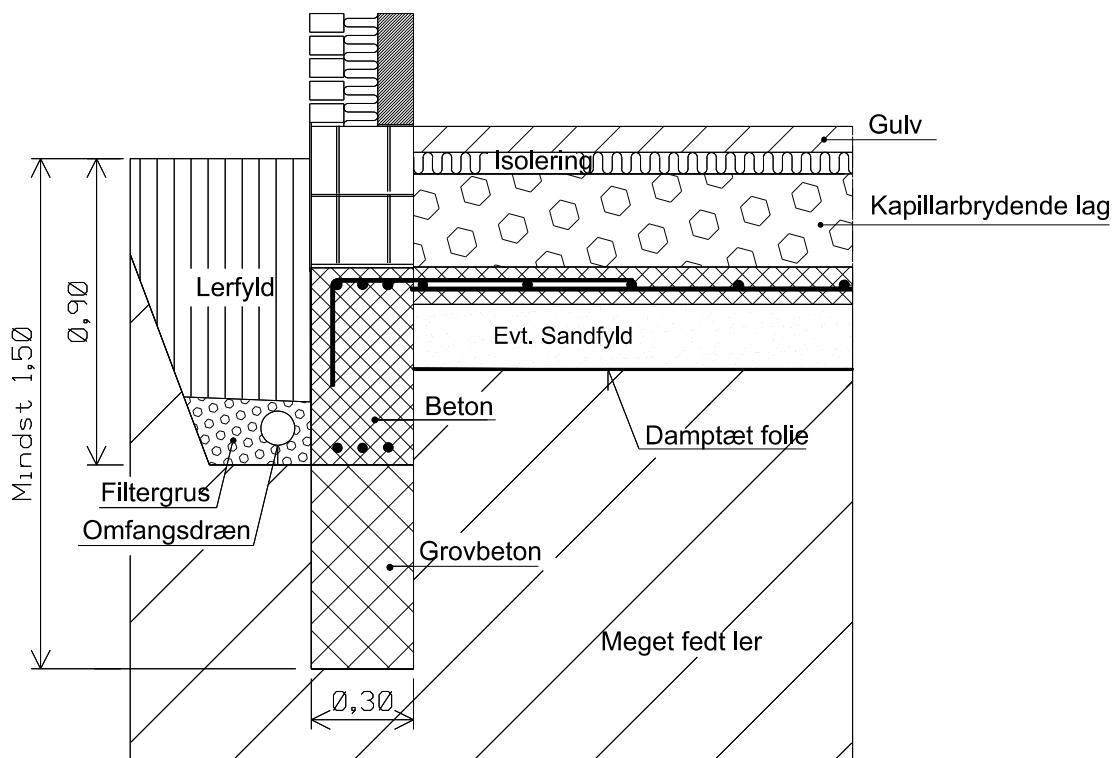
Udarbejdet: SORR	Kontrolleret: SPN	Godkendt: KTBR	Dato: 31.08.2017	Side 1 af 1
COWI	DIREKTE FUNDERING PÅ FEDT LER			Bilag C-2

Nybyggeri uden kælder på meget fedt ler (I_p større end 50 %)

Nybyggeri af mindre bygninger uden kælder kan beskyttes mod udtørings- og kvældningsskader ved at udføre en dyb, direkte fundering af ydervægge i svind- og kvældningsfri funderingsdybde.

Fundamenter og gulve skal desuden armeres, og i visse tilfælde skal der udføres en række ekstraforanstaltninger for at begrænse ændringer af lerets vandindhold mest muligt. Endelig vil det sædvanligvis være nødvendigt at fælde omkringstående træer og buske, når de når en vis højde i forhold til afstanden til bygningen.

Omfanget af ekstraforanstaltninger skal øges jo mere følsomt leret er for udtørring - dvs. jo federe det er. Der henvises til SBI-anvisning nr. 231.



Ydervægsfundamenter (stribefundamenter) skal føres mindst 1,5 m under terræn. De nederste ca. 0,6 m støbes direkte mod intakt jord. Herover støbes et fundament med 0,2 % gennemgående armering foroven og forneden (2x3 stk. Ø 14 ribbestål i eksemplet), som armeres sammen med en armeret betonplade, (for 120 mm plade Ø 8 ribbestål pr. 200 mm i begge retninger midt i plade).

Afrømningsfladen skal afdækkes med en damptæt folie.

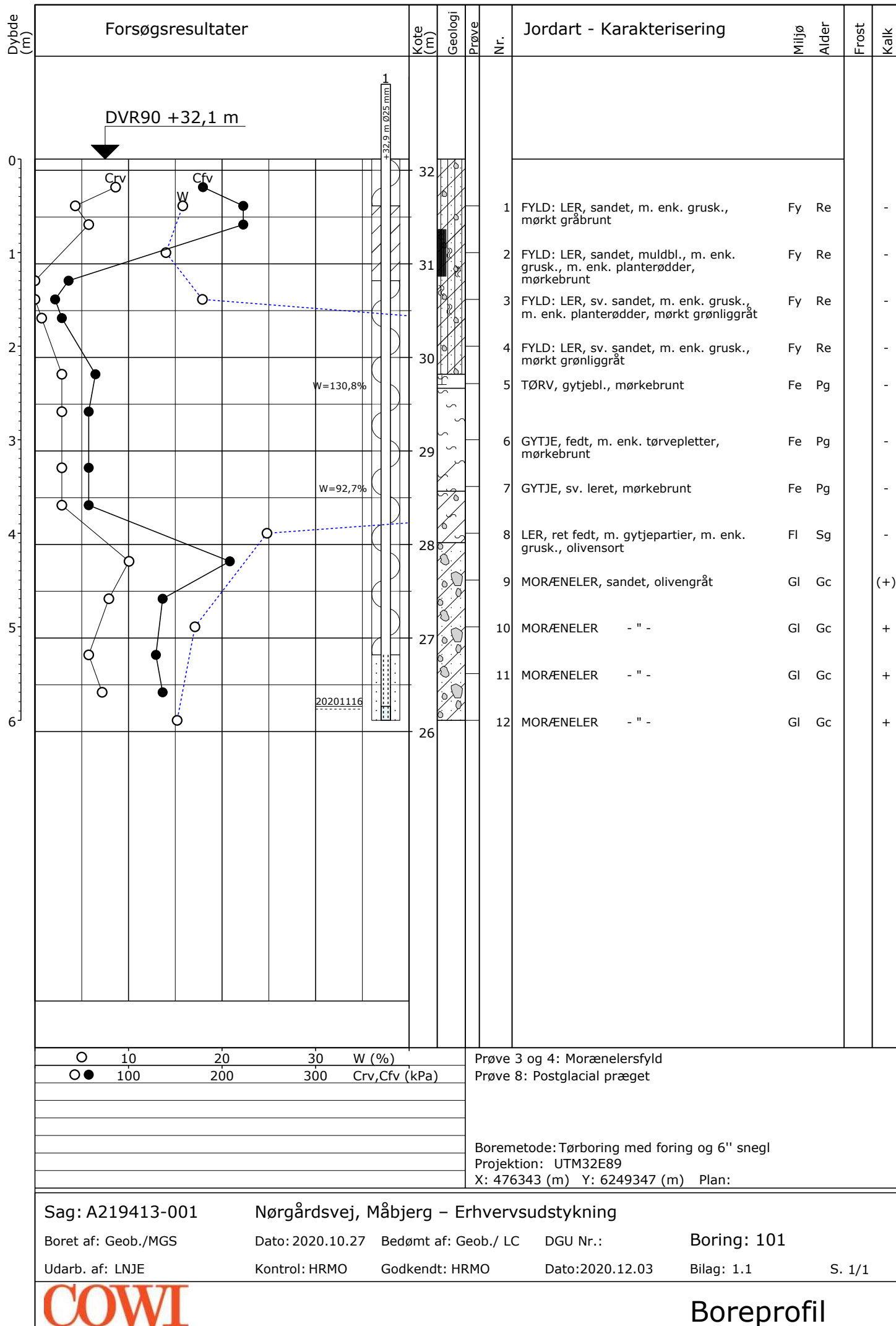
Der skal lægges et omfangsdræn med forbindelse fra det kapillarbrydende lag under gulvene. Den frostfri dybde for drænledningerne kan sættes til mindst 0,6 m. Drænet bør placeres mindst 0,2 á 0,3 m over fundamentsunderkant af hensyn til opblødningsrisikoen af leret i funderingsniveau.

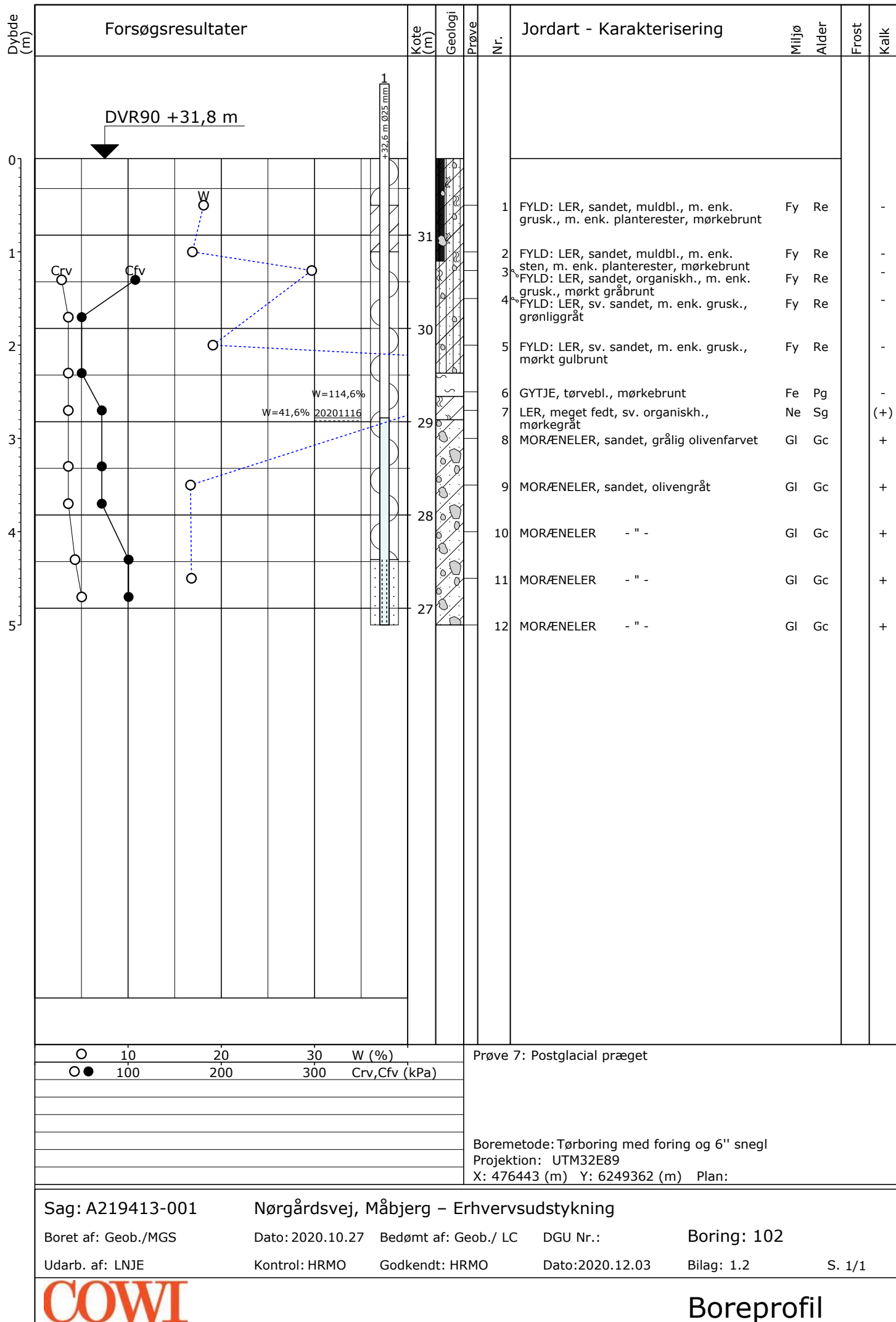
Der skal sikres en virksom forbindelse mellem omfangsdrænet og sandfyldet og det kapillarbrydende lag under gulvene.

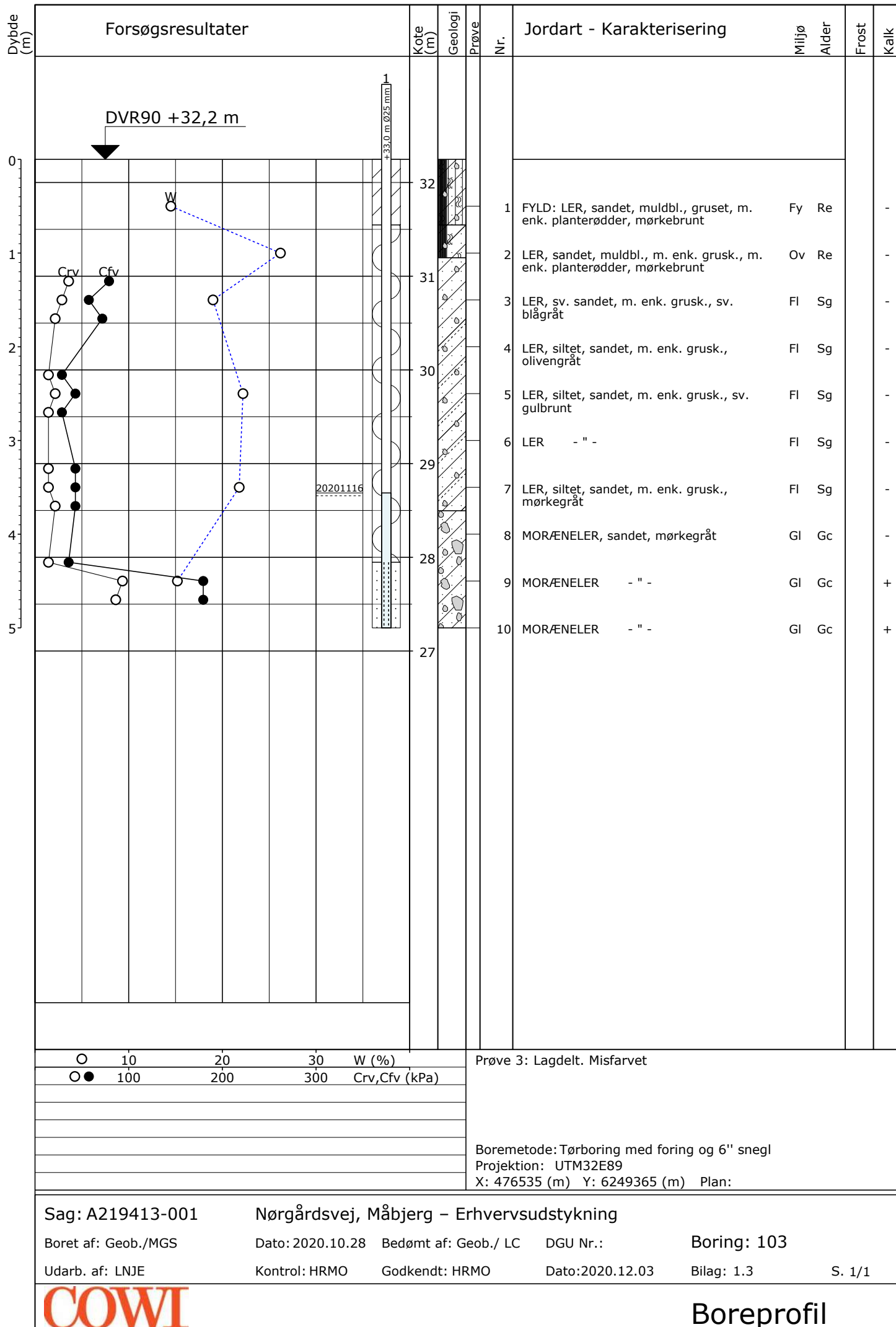
Det er vigtigt at tilrettelægge funderingsarbejderne, så opblødning og udtørring af leret imødegås under såvel fundamenter som gulve.

Løvfældede træer og buske skal begrænses, så den mindste afstand til bygningen bliver 1,5 gange væksternes højde. Det skal efterfølgende sikres, at denne mindste afstand opretholdes, eksempelvis ved at fælde træer og buske.

Udarbejdet: SORR	Kontrolleret: SPN	Godkendt: KTBR	Dato: 31.08.2017	Side 1 af 1
COWI				Bilag C-3







Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabtgået

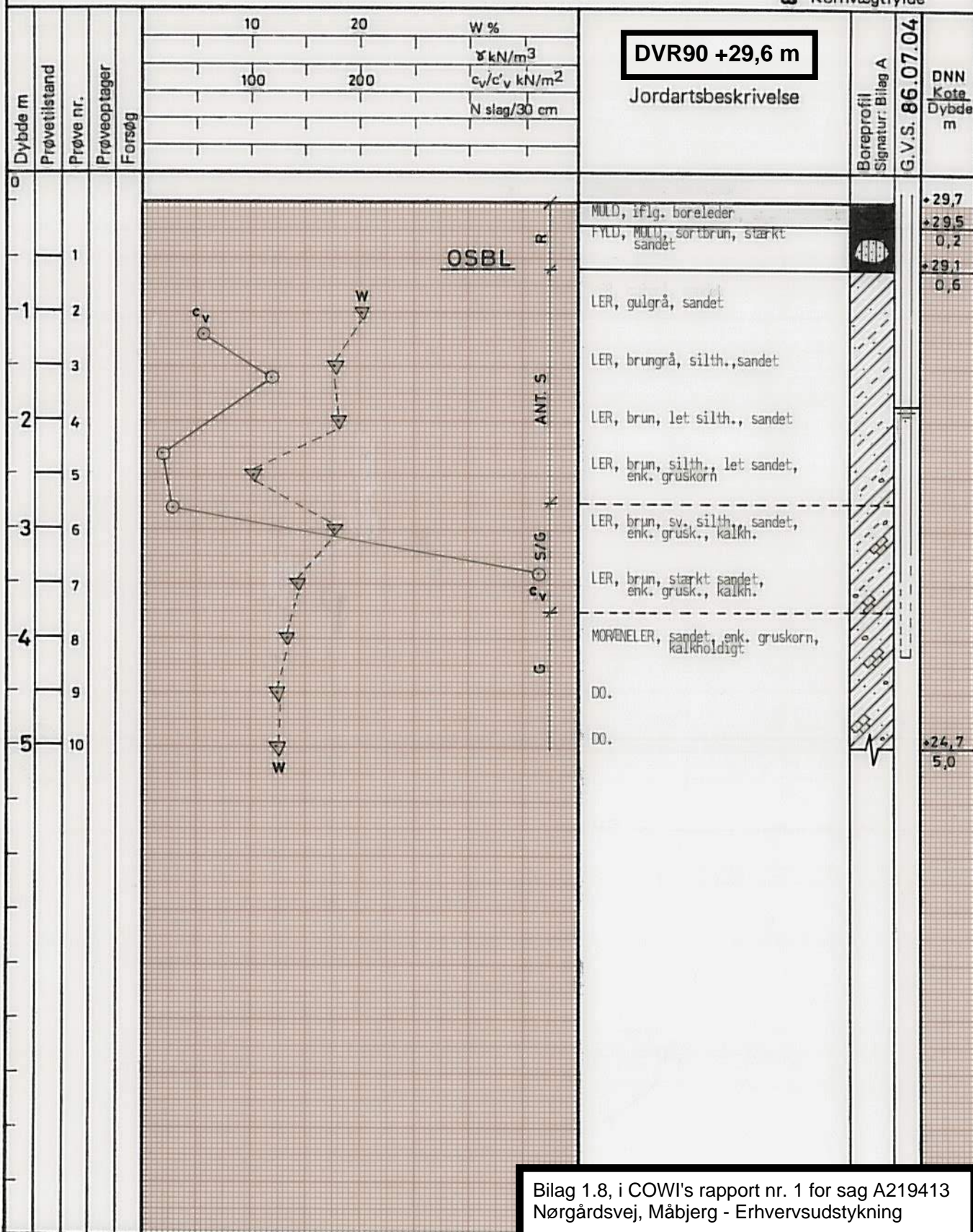
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- × Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_p

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækvivalent
- g₁ Glødetab
- Σ Kornvægtfylde



Bilag 1.8, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 17.

466 C

Bor. udf. 86.06.04 Af. PM

Tegn. JTK

Kontr./godk. PMN/KNF

Bor
nr.

2

Bilag
nr.

1.2

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabtgået

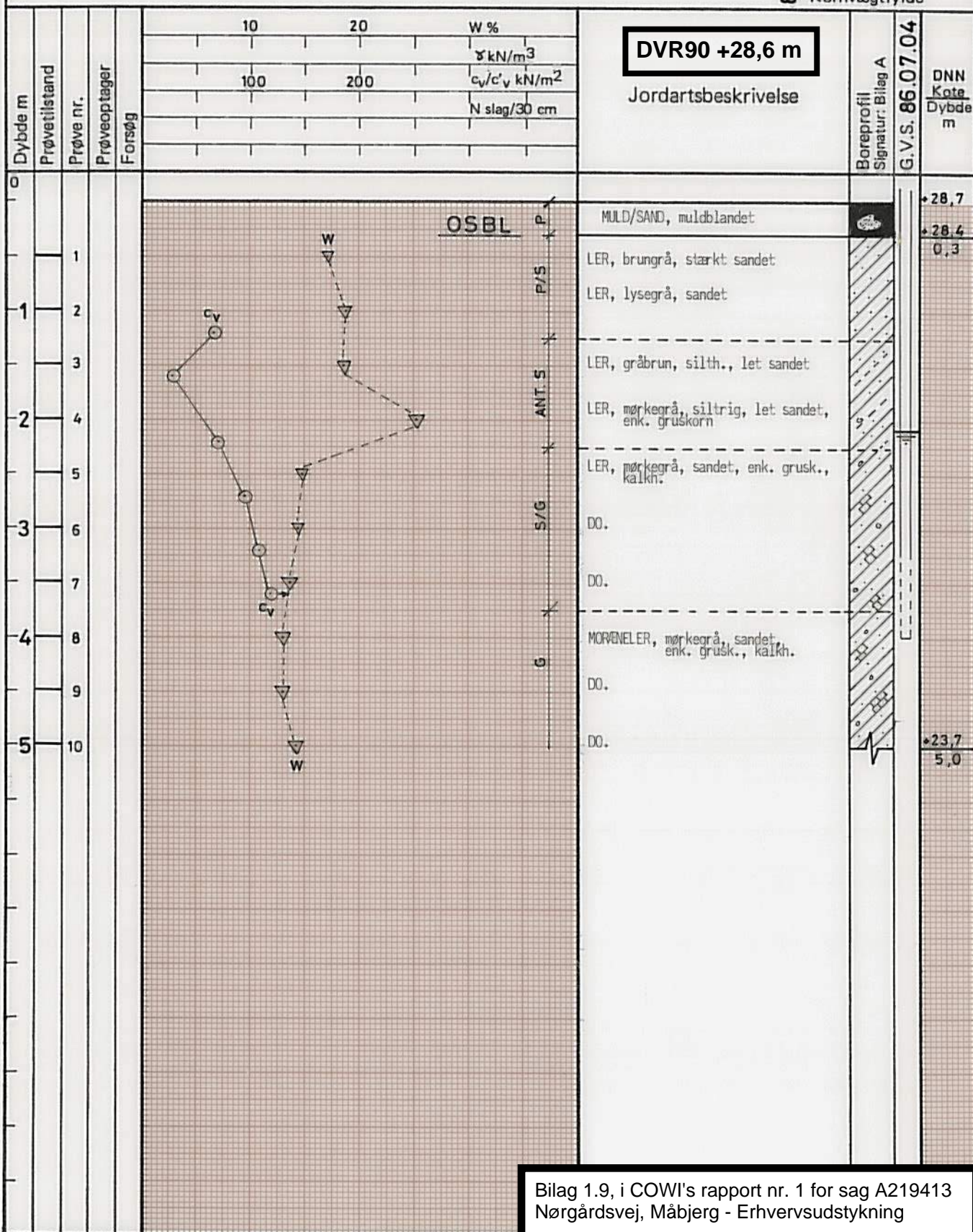
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- × Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_P

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækvivalent
- g₁ Glødetab
- Σ Kornvægtfylde



Bilag 1.9, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 15.

Bor. udf. 86.06.04 Af. PM

Tegn. JTK

Kontr./godk. PMN/KNF

Bor
nr.

3

Bilag
nr.

1.3

Prøvetilstand

- Intakt
 — Omrørt
 ⊠ Omrørt
 ▨ Tabtgået

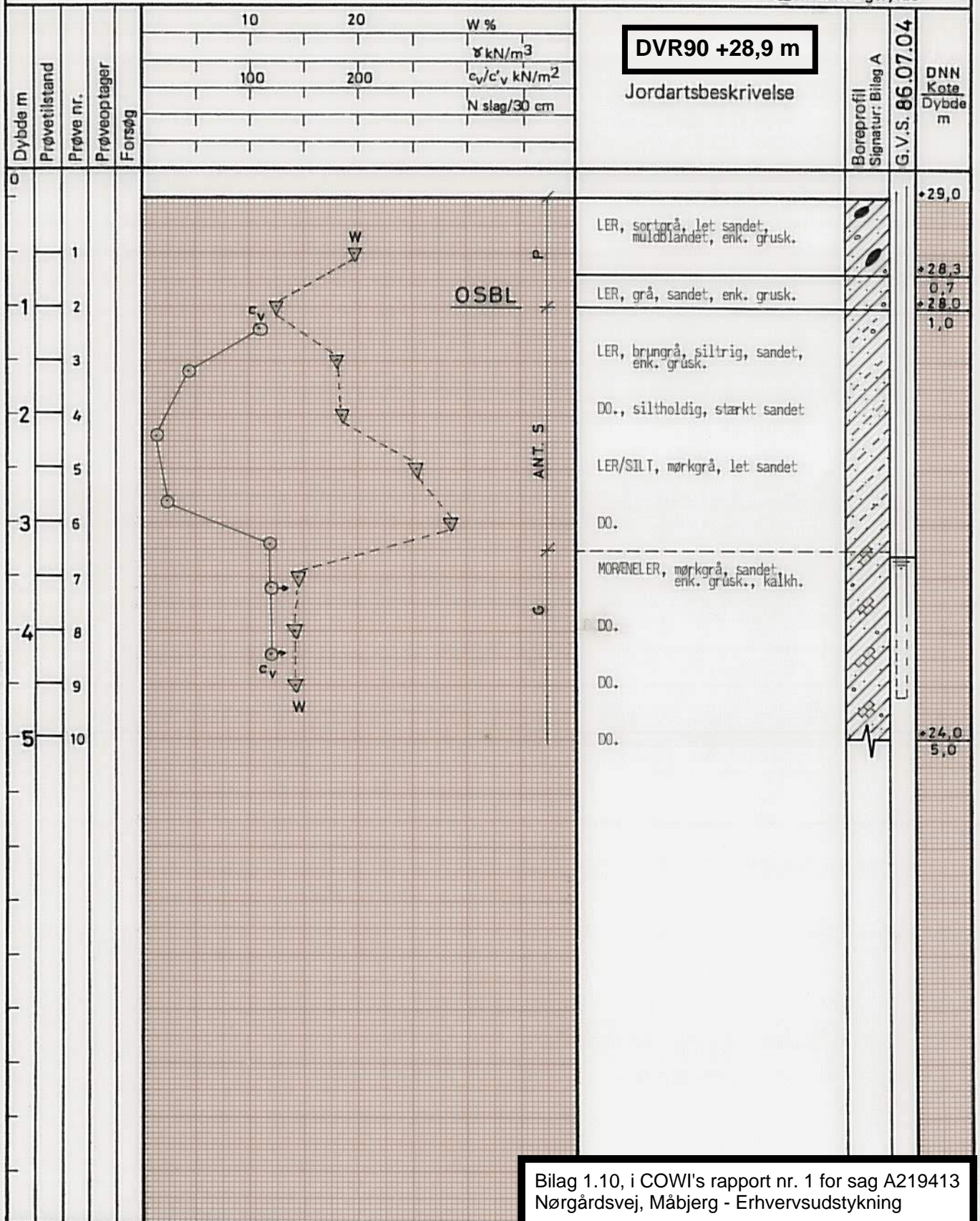
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
 SS Sandspand
 SP SPT sonde
 I₂ Intaktrør 2"
 I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
 ● Insitu vinge - omrørt, c'_v
 ▼ SPT - forsøg, N
 ▽ Vandindhold, w
 × Rumvægt γ
 H Atterberggrænser, w_L, w_P

- S Sigtning
 K Konsolidering
 T₃ Triaxialforsøg
 T₁ Simpelt trykforsøg
 SE Sandækvivalent
 g₁ Glødetab
 & Kornvægtfylde



Bilag 1.10, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 25.

Bor. udf. 86.06.04 Af. PM

Tegn. JTK

Kontr./godk. PMN / KNE

Bor nr. 4

Bilag nr. 1.4

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabtgået

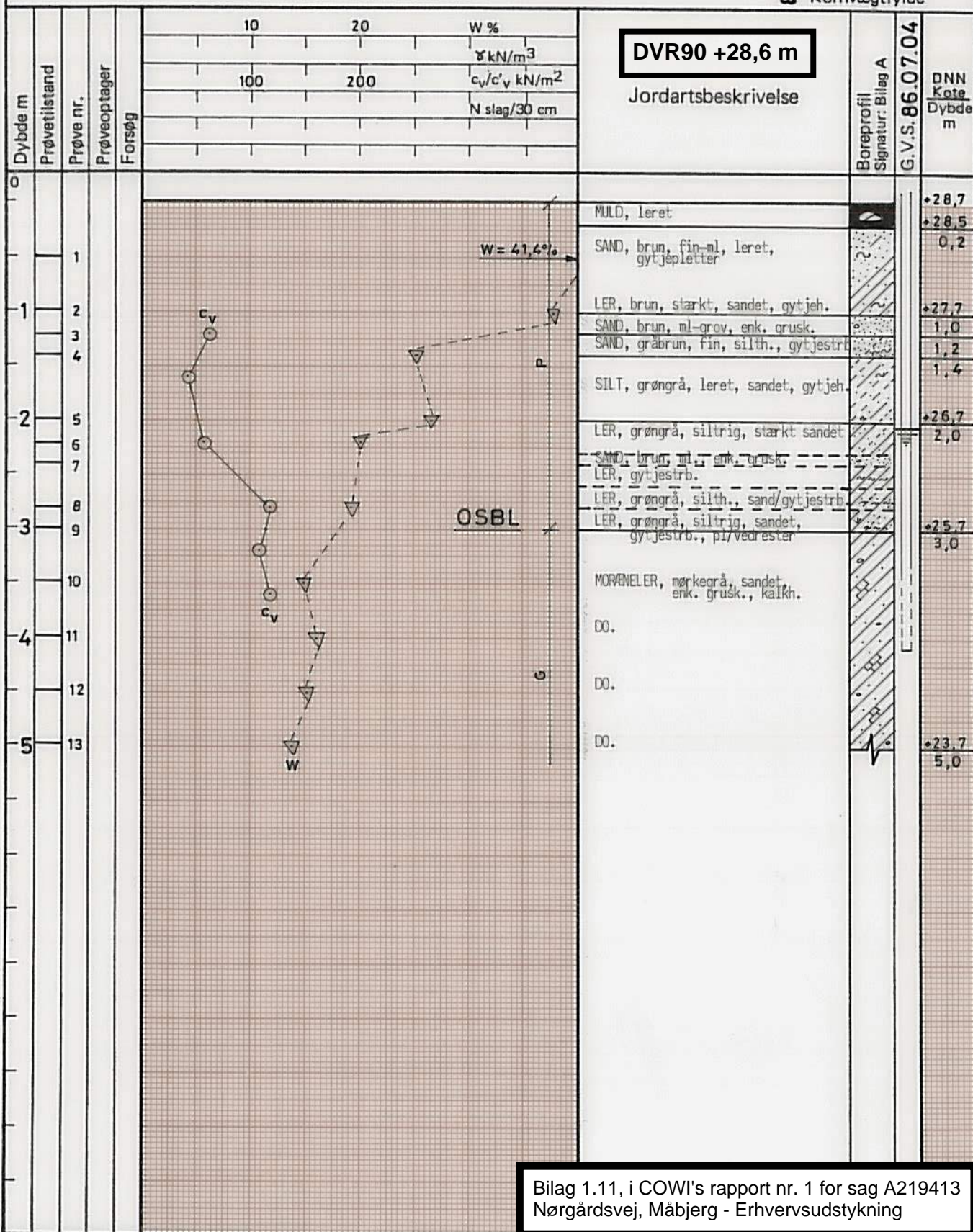
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- × Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_P

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækvivalent
- g₁ Glødetab
- Σ Kornvægtfylde



Bilag 1.11, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 12.

486 C Bor. udf. 86.06.04 Af. PM Tegn. JTK Kontr./godk. PMN/KNF Bor nr. 5 Bilag nr. 1.5

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- Omrørt
- Tabtgået

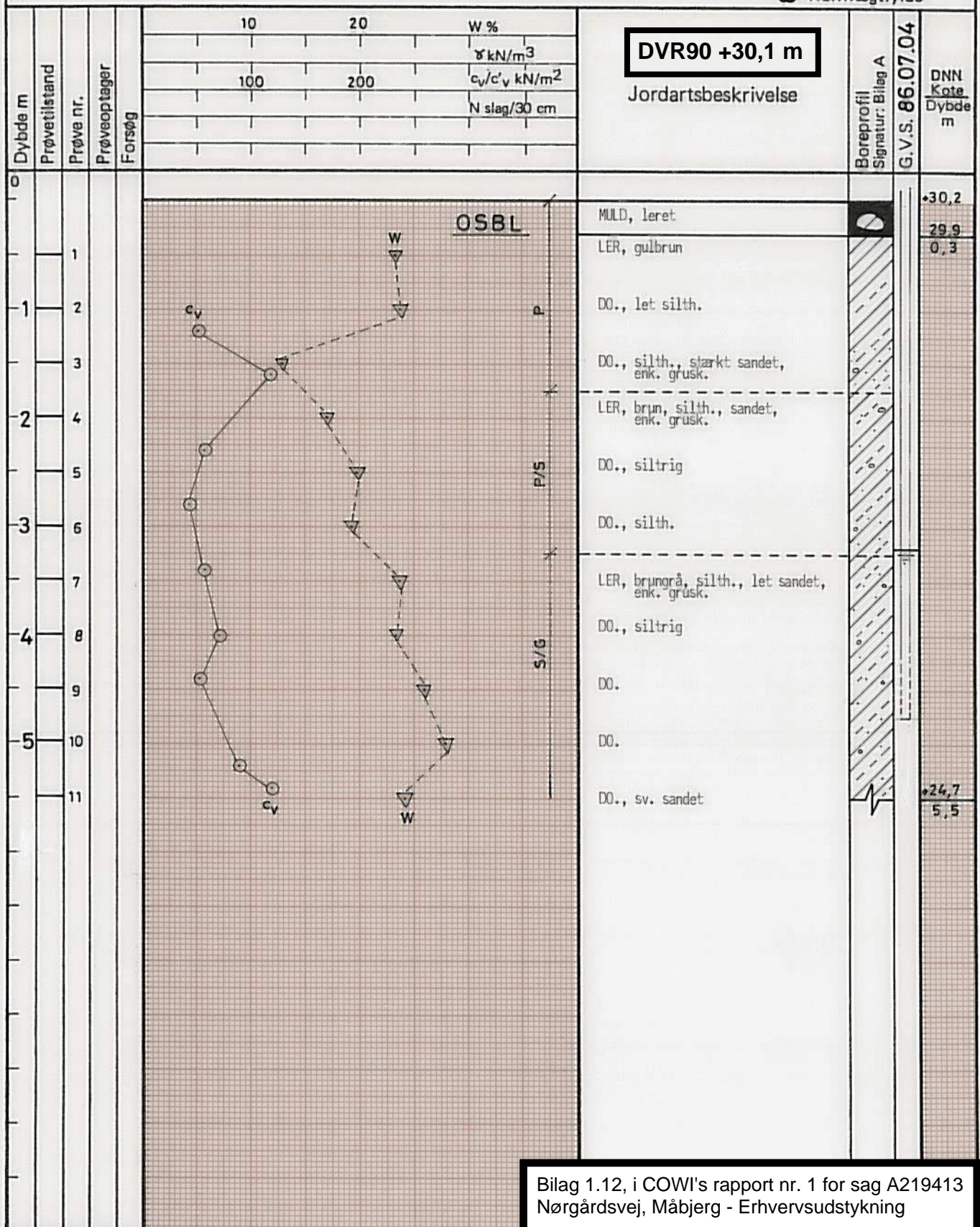
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- x Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_P

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækvivalent
- g₁ Glødetab
- Σ Kornvægtfylde



Bilag 1.12, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 20.

466 C

Bor. udf. 86.06.09 Af. PM

Tegn. JTK

Kontr./godk. PMN/KNF

Bor
nr.

6

Bilag
nr.

1.6

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabtgået

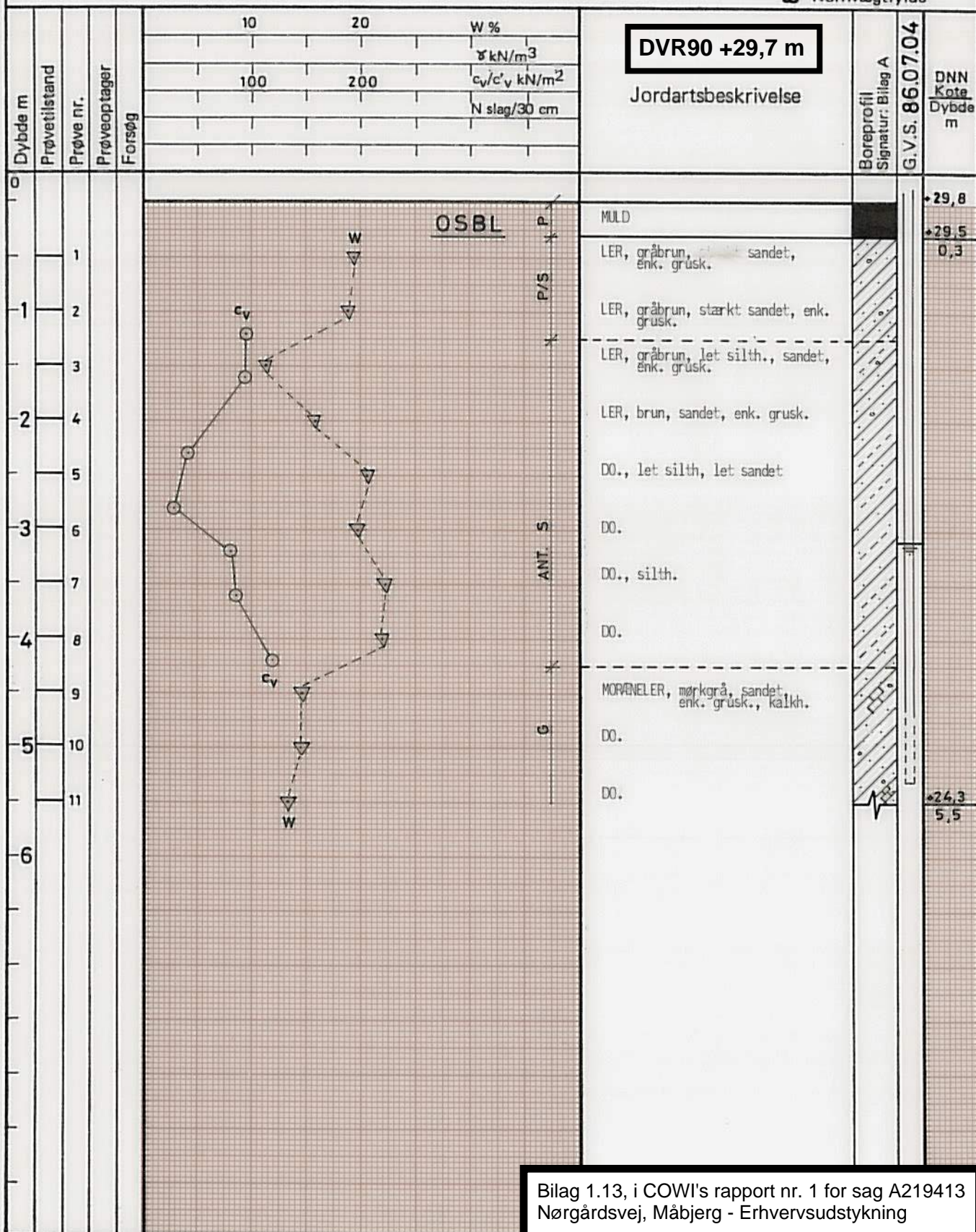
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- x Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_p

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækivalent
- g₁ Glødetab
- Σs Kornvægtfylde



Bilag 1.13, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 16.

466 C

Bor. udf. 86.06.09

Af. P M

Tegn. JTK

Kontr./godk. PMN / KNF

Bor
nr.

7

Bilag
nr.

1.7

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabtgået

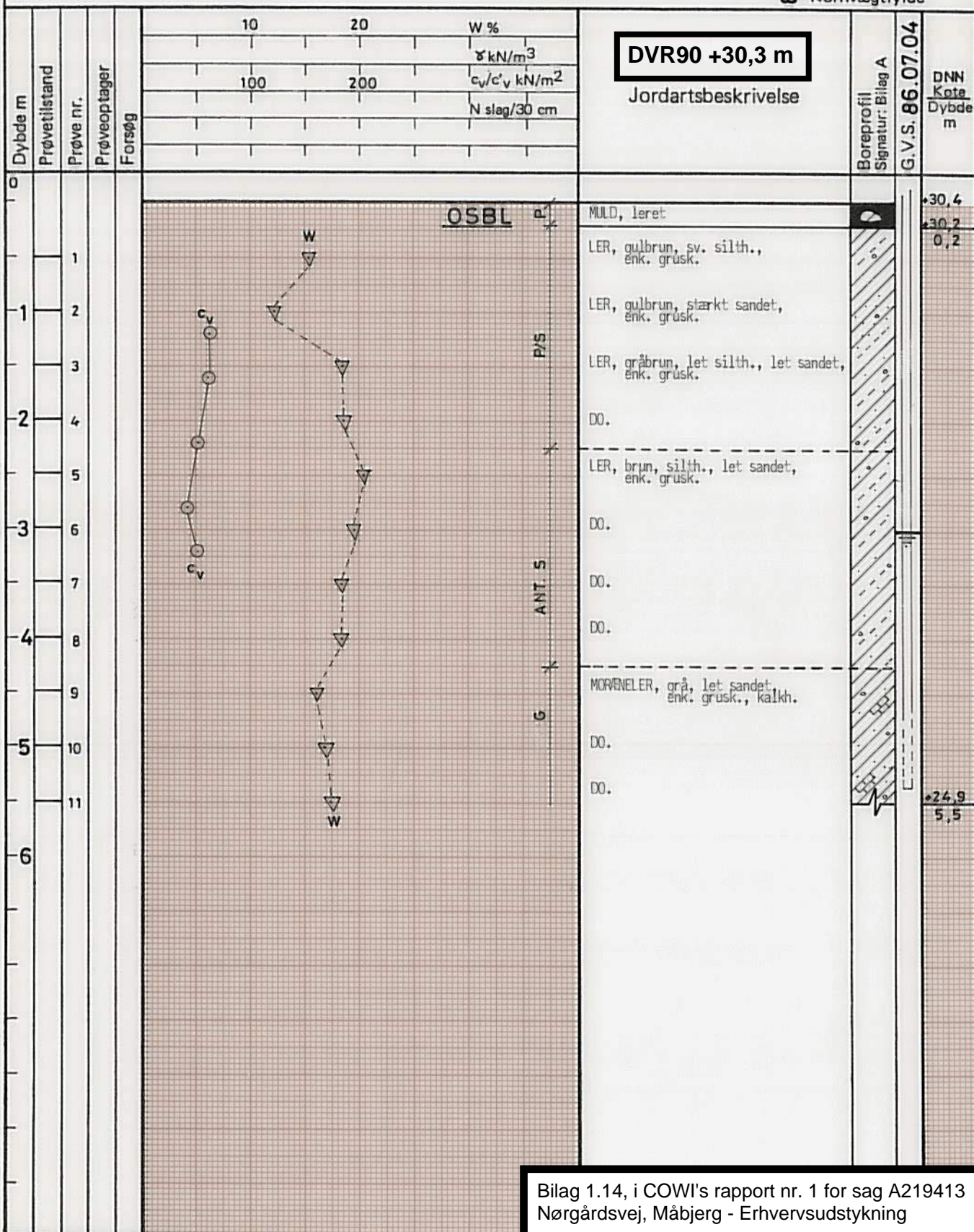
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- x Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_p

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækivalent
- g₁ Glødetab
- Σ Kornvægtfylde



Bilag 1.14, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 14.

486 C

Bor. udf. 86.06.09

Af. PM

Tegn. JTK

Kontr./godk. PMN/KUF

Bor
nr.

8

Bilag
nr.

1.8

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabtgået

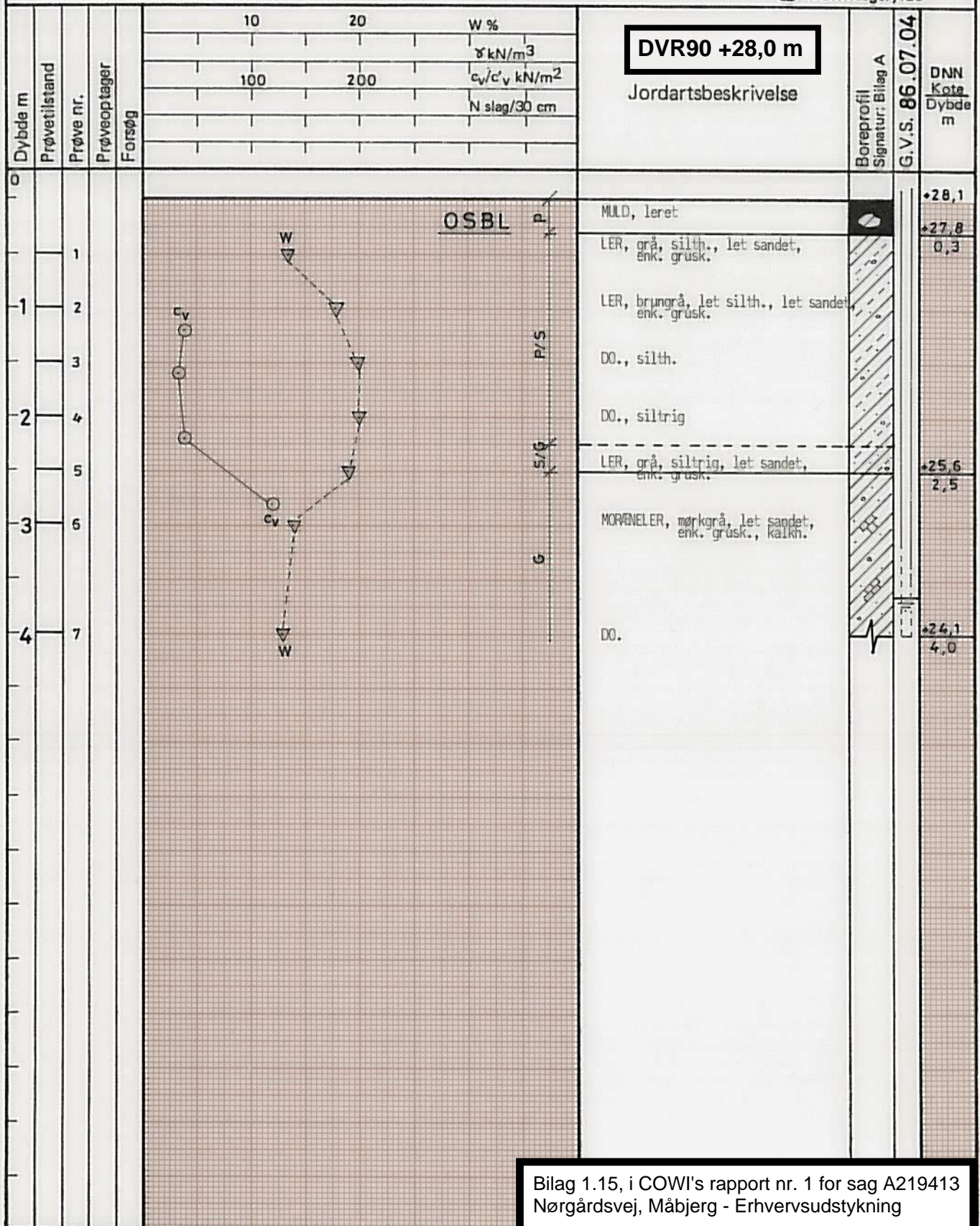
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- × Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_P

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækivalent
- g₁ Glødetab
- Σ Kornvægtfylde



Bilag 1.15, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.967 HOLSTEBRO. Nørgårdsvej 8.

Bor. udf. 86.06.09 Af. PM

Tegn. JTK

Kontr./godk. PMN / KNE

Bor
nr. 9

Bilag
nr. 1.9

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabt gået

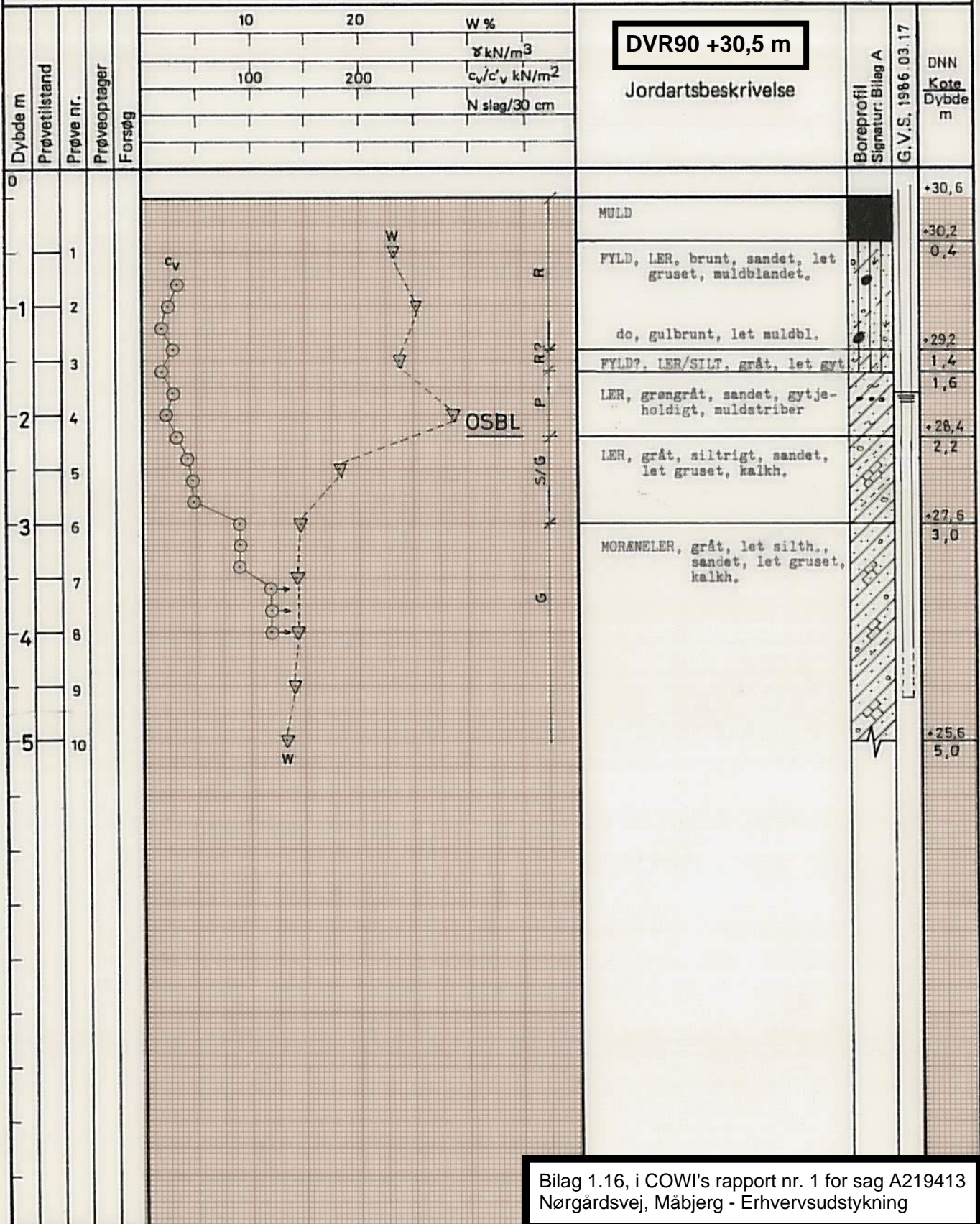
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- x Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_P

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækvivalent
- g_l Glødetab
- γ_s Kornvægtfylde



Bilag 1.16, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 86.919 HOLSTEBRO. Søgårdsvej østsiden

Bor. udf. 86.02.21 Af. EH

Tegn. JEJ

Kontr./godk. HKJ/KUF

Bor nr. 1.

Bilag nr. 1.1

Prøvetilstand

- Intakt
- Omrørt
- ⊠ Omrørt
- ▨ Tabtgået

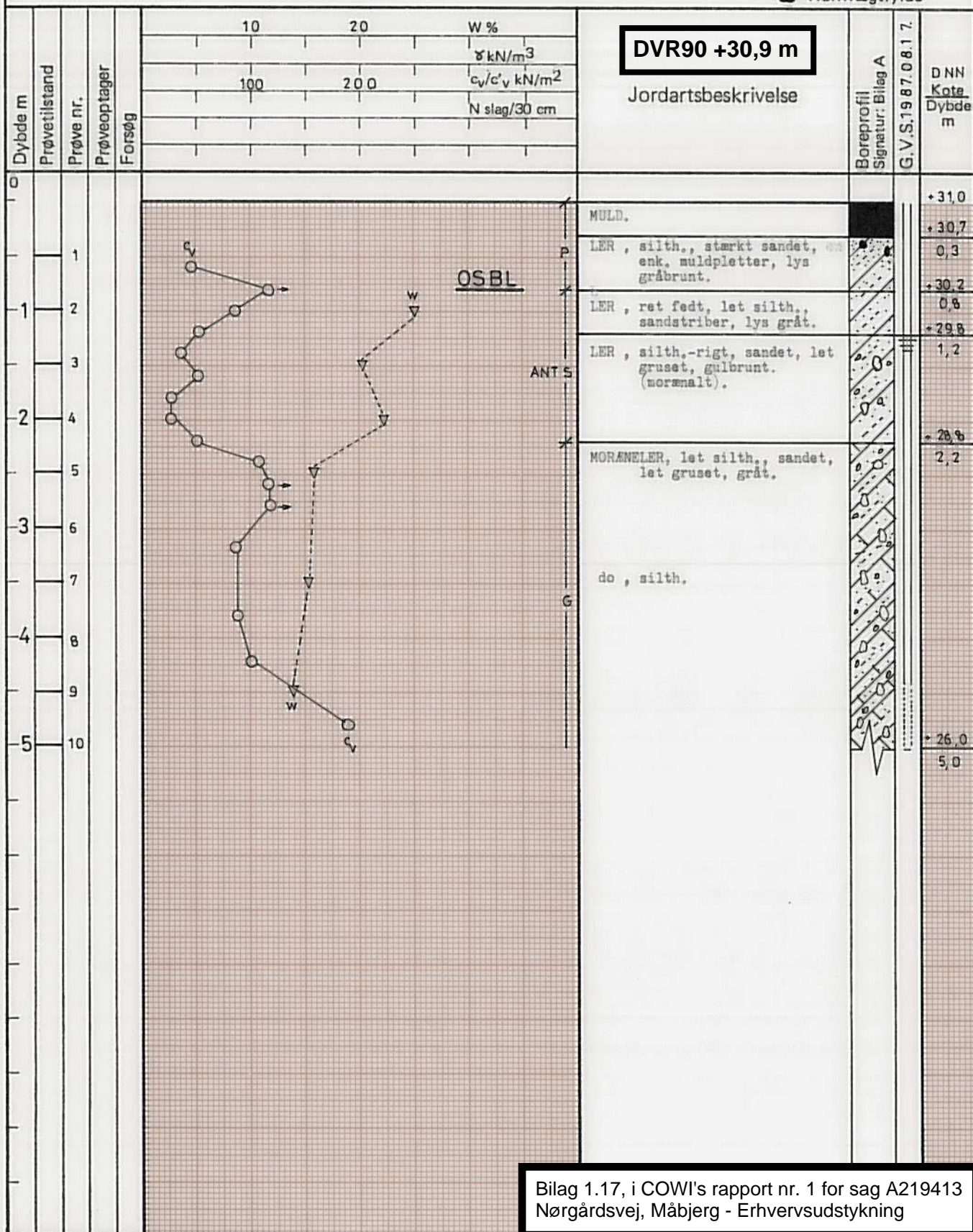
Prøveoptager

- SL Snegl/Lersnupper
- SS Sandspand
- SP SPT sonde
- I₂ Intaktrør 2"
- I₃ Intaktrør 3"

Mark- og laboratorieforsøg

- Insitu vinge - intakt c_v
- Insitu vinge - omrørt, c'_v
- ▼ SPT - forsøg, N
- ▽ Vandindhold, w
- × Rumvægt γ
- H Atterberggrænser, w_L, w_P

- S Sigtning
- K Konsolidering
- T₃ Triaxialforsøg
- T₁ Simpelt trykforsøg
- SE Sandækvivalent
- gl Glødetab
- Σ Kornvægtfylde



Bilag 1.17, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig

GEODAN



BOREPROFIL

SN. 87.794 HOLSTEBRO Søgårdsvej

Bor. udf. 87.08.11 Af. AP

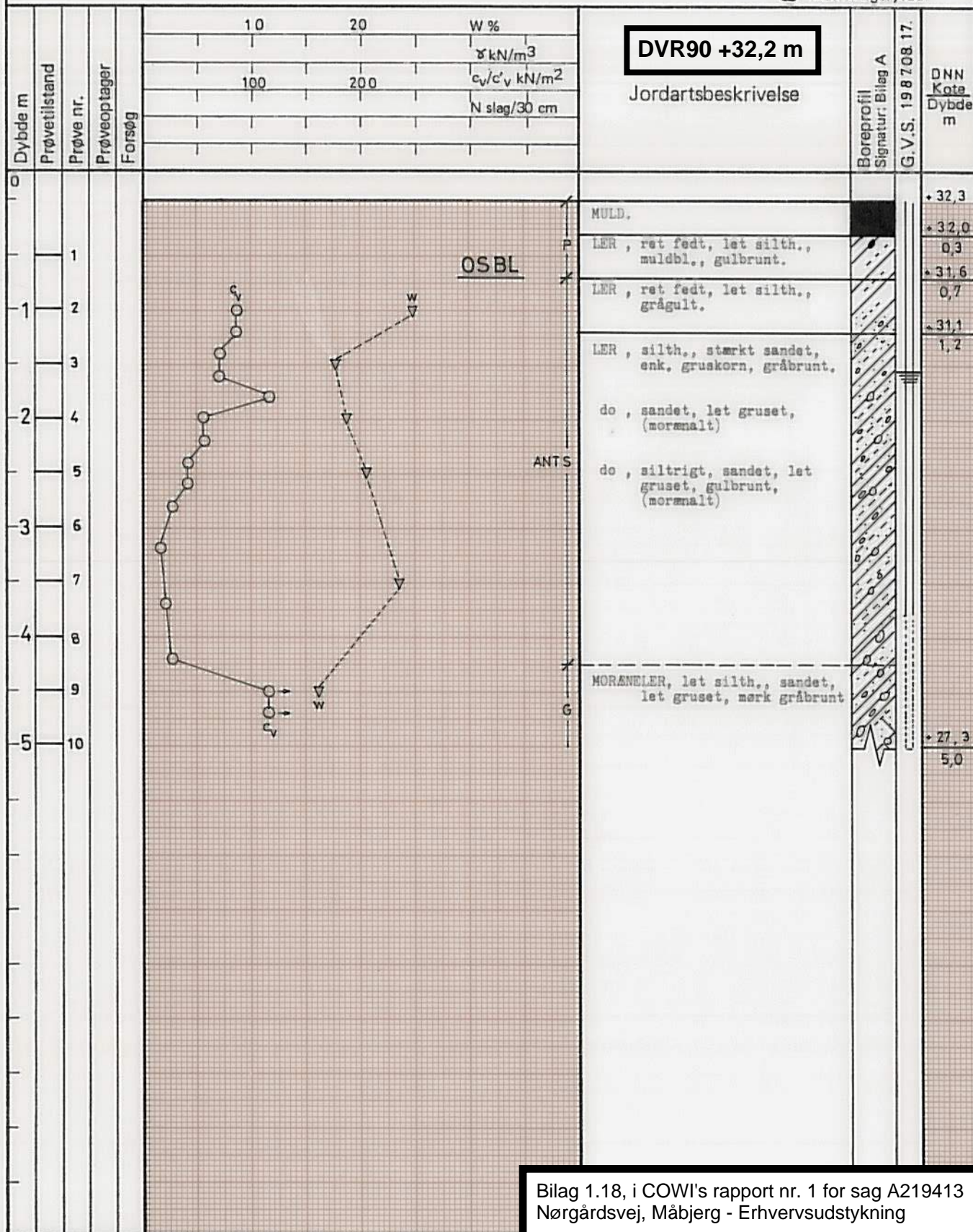
Tegn. H L M

Kontr./godk. KNF/KNF

Bor
nr. 4

Bilag
nr. 1.1.

Prøvetilstand	Prøveoptager	Mark- og laboratorieforsøg	
Intakt	SL Snegl/Lersnupper	○ Insitu vinge - intakt c_v	S Sigtning
Omrørt	SS Sandspand	● Insitu vinge - omrørt, c'_v	K Konsolidering
Omrørt	SP SPT sonde	▼ SPT - forsøg, N	T ₃ Triaxialforsøg
Tabtgået	I ₂ Intaktrør 2"	▽ Vandindhold, w	T ₁ Simpelt trykforsøg
	I ₃ Intaktrør 3"	x Rumvægt γ	SE Sandækvivalent
		H Atterberggrænser, w_L, w_P	g _l Glødetab
			Σ Kornvægtfylde



GEODAN



BOREPROFIL

SN. 87.794 HOLSTEBRO Søgårdsvej

Bor. udf. 87.08.12

Af. AP

Tegn. HLM

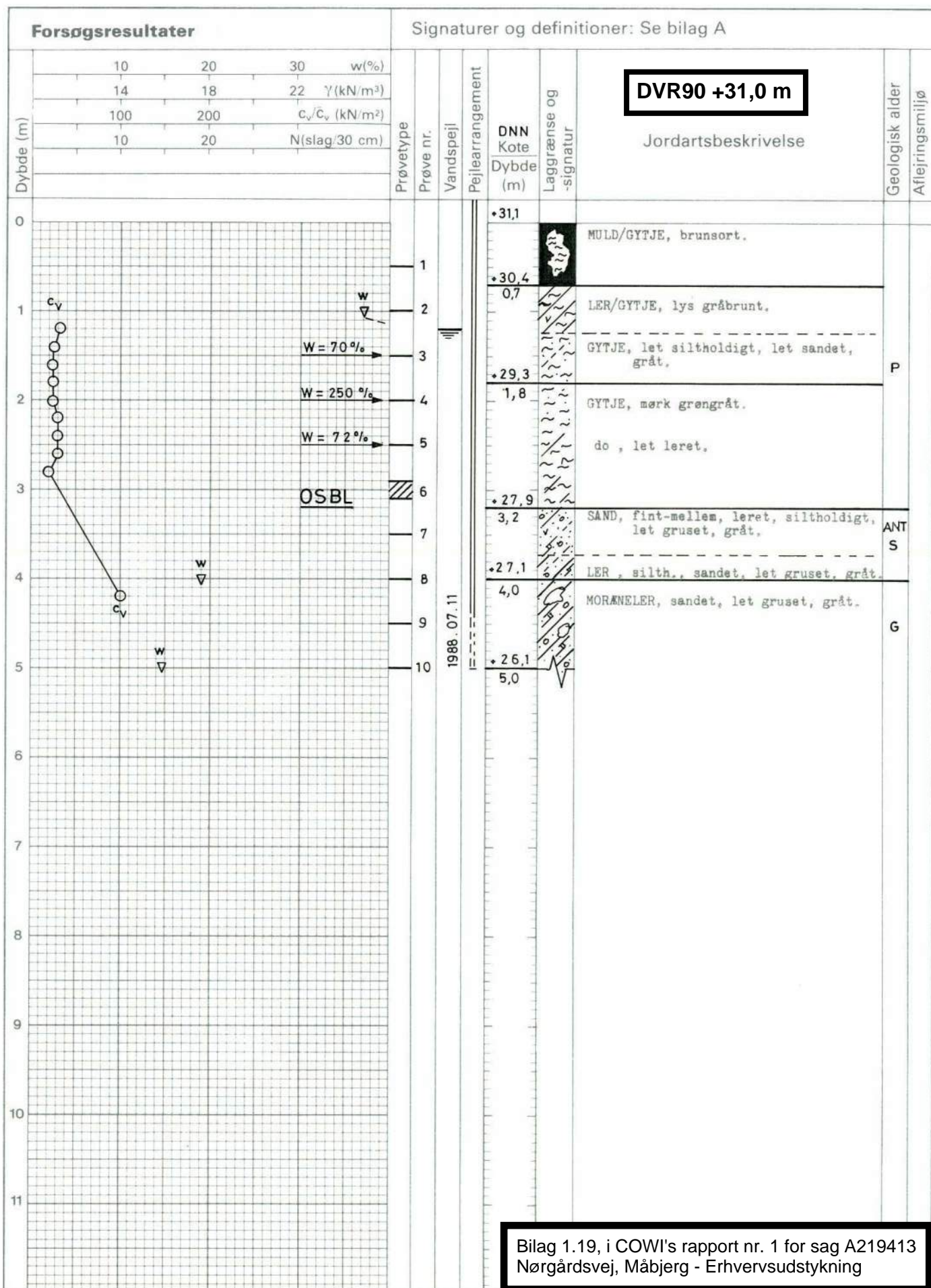
Kontr./godk. KNF/KNF

Bor
nr.

5

Bilag
nr.

1.2.



Bilag 1.19, i COWI's rapport nr. 1 for sag A219413
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig



GEODAN

Boreprofil

Sag nr. **88.973**

MÅBJERG. Søgård.

Boring nr. **13**

Udført af **AP/HLM**

Dato **1988.05.27**

Kontrol/Godkendt **KNF/KNF**

Bilag nr. **1.12**



- Skønnet omfang af område med 1-2 m blødbund
- Skønnet omfang af område med >2 m blødbund

BEMÆRK, at afgrænsningen af blødbundsområderne er skønnet på baggrund af udførte borer, historiske kort og højdekurver

Holstebro Kommune
Nørgårdsvej, Måbjerg - Erhvervsudstyknig
Situationsplan

COWI
COWI A/S
Nupark 51
7500 Holstebro

Telefon 56 40 00 00
Telefax 56 40 99 99
www.cowi.dk

Udarb. HRMO	ATR-nr. A219413-001
Kontr. DRA	Mål 1:1500
Godk. HRMO	Dato 07-12-2020

Bilag nr.	Rev.
1.20	1.0

https://cowi.sharepoint.com/sites/A219413-project/Shared Documents/60-WorkInProgress/10-Documents/Rapport_1/Situationsplan.docx