

NOVEMBER 2015

HOLSTEBRO KOMMUNE

NUPARK, 4. ETAPE

GEOTEKNISK UNDERSØGELSESRAPPORT

RAPPORT NR. 1

NOVEMBER 2015

HOLSTEBRO KOMMUNE

NUPARK, 4. ETAPE

GEOTEKNISK UNDERSØGELSESRAPPORT

RAPPORT NR. 1

PROJEKTNR. A075501
DOKUMENTNR. A075501-001.1
VERSION 1.0
UDGIVELSESDATO 18. november 2015
UDARBEJDET HRMO
KONTROLLERET NHU
GODKENDT HRMO

INDHOLD

1	Undersøgelsens formål	6
2	Tidligere undersøgelser	6
3	Mark- og laboratoriearbejde	7
4	Koter og koordinater	7
5	Jordbunds- og vandspejlsforhold	8
6	Funderingsforhold	10
6.1	Generelt	10
6.2	Veje	12
6.3	Kloak	12
6.4	Bygninger	13
7	Midlertidig afstivning	16
8	Udførelse	18
8.1	Tørholdelse af udgravninger	18
8.2	Udgravning	18
9	Tilfyldning	19
10	Kontrol	20
11	Jordhåndtering	21
12	Supplerende undersøgelser	21
13	Geoteknisk projekteringsrapport	21
14	Afsluttende bemærkninger	22

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
Boreprofil, boring B 201	1.1
Boreprofil, boring B 202	1.2
Boreprofil, boring B 203	1.3
Boreprofil, boring B 204	1.4
Boreprofil, boring B 205	1.5
Boreprofil, boring B 206	1.6
Boreprofil, boring B 101 – sag 76936-A	1.7
Boreprofil, boring B 102 – sag 76936-A	1.8
Boreprofil, boring B 103 – sag 76936-A	1.9
Boreprofil, boring B 104 – sag 76936-A	1.10
Boreprofil, boring B 105 – sag 76936-A	1.11
Boreprofil, boring B 3 – sag 88.973	1.12
Boreprofil, boring B 5 – sag 88.973	1.13
Boreprofil, boring B 7 – sag 88.973	1.14

Boreprofil, boring B 8 – sag 88.973	1.15
Boreprofil, boring B 9 – sag 88.973	1.16
Boreprofil, boring B 12 – sag 88.973	1.17
Boreprofil, boring B 13 – sag 88.973	1.18
Boreprofil, boring B 14 – sag 88.973	1.19
Situationsplan	1.20

1 Undersøgelsens formål

For Holstebro Kommune er der i september - oktober 2015 udført en geoteknisk undersøgelse for stamvej og hovedkloakledning i forbindelse med byggemodningen af 4. etape af erhvervsudstyknings Nupark i Holstebro.

Det forventes, at kloakledninger til regn- og spildevand etableres med en forventet udlægningsdybde på ca. 2,5 á 3,0 m under terræn.

Placering af den kommende vej samt de kommende parceller fremgår af tegningsfilen "NUPARK_4_Etape_09-04-2015_Plantegning__Geoteknik" modtaget den 4. september 2015.

Det er undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data i et sådant omfang, at der kan udarbejdes et vej- og kloakprojekt for stamvejen og hovedledningerne i udstykningen.

Det er endvidere undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data for udstykningen i et sådant omfang, at grundkøbere kan vurdere de mulige foranstaltninger - herunder supplerende undersøgelser - der måtte være nødvendige i forbindelse med opførelsen af traditionelt erhvervsbyggeri i højst 2 etager og uden kælder. Denne del af undersøgelsen er orienterende.

2 Tidligere undersøgelser

COWI i 2012 udført en geoteknisk undersøgelse for vej og kloak i 1. afsnit af Nupark's 3. etape, jf. rapport nr. 1, dateret den 21. februar 2012, sag 76936-A. Boring B 101 – B 105 fra undersøgelsen er fundet relevante for denne undersøgelse, og boreprofilerne er medtaget i nærværende rapport som bilag nr. 1.7 – 1.11.

Endvidere har COWI (Geodan) i 1988 udført en orienterende geoteknisk undersøgelse for området ved den kommende stamvej, jf. geoteknisk rapport nr. 1 dateret den 11. juli 1988, sag 88.973. Boring 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13 og 14 fra undersøgelsen i 1988 er fundet relevante for denne undersøgelse, og boreprofilerne er medtaget i nærværende rapport som bilag nr. 1.12 - 1.19.

Placeringer af de tidligere udførte boringer fremgår af situationsplanen, bilag 1.20. Det skal dog bemærkes, at det i rapporten fra 1988 fremgår, at placeringerne af boringerne fra undersøgelsen kan være unøjagtige som følge af afsætningsmetoden.

I forbindelse med undersøgelsen i 1988 er der på baggrund af de trufne jordbundsforhold og terrænforholdene foretaget en skøn af de sandsynlige afgrænsninger af blødbundsforekomsterne i området. Der er dermed ikke foretaget en afgrænsning med boringer eller prøvegravninger. De angivne afgrænsninger er ligeledes indtegnet på situationsplanen, bilag 1.20. Det skal dog understreges, at afgrænsningerne er behæftet med en vis usikkerhed jf. ovenstående.

3 Mark- og laboratoriearbejde

Den 30. september 2015 er der udført 6 forede, Ø 150 mm, geotekniske borer, benævnt B 201 - B 206 som er afsluttet 6,0 m under nuværende terræn (m u. t.).

Boringerne er afsat med GPS og terrænkoterne ved undersøgelsespunkterne er indmålt i forbindelse med afsætningen.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen, bilag 1.20.

I borerne er der registreret laggrænser og udtaget omrørte jordprøver. Endvidere er der 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 slidsefilter i borerne, så vand-spejlsniveauet kan holdes under observation.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør den 26. oktober 2015.

Jordprøverne er bedømt i overensstemmelse med Dansk Geoteknisk Forenings "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse" af maj 1995.

Jordprøvernes kalkindhold er vurderet med en 10 % saltsyreopløsning.

Med relevante jordprøver er der udført forsøg til bestemmelse af det naturlige vandindhold, w .

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne, bilag 1.1 - 1.6.

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

4 Koter og koordinater

Koterne til borerne B 201 – B 206 og B 101 - B 105 refererer til Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90.

Koterne til borerne 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13 og 14 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.

Alle koordinater refererer til System U32EUREF89.

Terrænkoter og koordinater til borerne fremgår af boreprofilerne.

5 Jordbunds- og vandspejlsforhold

I de udførte borer B 201 og B 206 er der øverst truffet recent muld og lerfyld til henholdsvis 0,7 og 0,9 m u. t. I borerne B 202 – B 205 er der øverst truffet recent muld til 0,3 á 0,4 m u. t.

Under de recente lag er der i boring B 201 – B 205 truffet seneglacialt, flydejords- og nedskylsaflejret ler til 1,7 á 2,8 m u. t. En stor del af de seneglaciale leraflejringer er bedømt som fedt og stedvist som ret fedt. Den øvrige del af de seneglaciale leraflejringer er bedømt som svagt siltet til siltet.

Under recente og seneglaciale lag er der i alle borerne B 201 – B 206 truffet glaciale aflejringer, hovedsageligt i form af moræneler til den borede dybde 6,0 m u. t. Dog er der i boring B 203, under moræneleren truffet glacialt ler og silt til 5,1 m u. t., hvor det afløses af glacialt smeltevandssand til den borede dybde 6,0 m u. t. Endvidere er der i boring B 206, mellem morænelerslag truffet glaciale smeltevandslejringer i form af fedt ler, siltet ler og sand.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør i boring B 201 - B 206 den 26. oktober 2015.

I de tidligere udførte borer B 101 - B 105 er der pejlet den 19. januar 2012 og i borerne 3, 5, 7, 8, 9, 12, 13 og 14 er der pejlet den 11. juli 1988.

De målte vandspejle er anført i tabel 1.

Tabel 1: Vandspejlsmålinger

Boring Nr.	Terræn Kote (m)	Dato	Vandspejlsniveau	
			Dybde (m u. t.)	Kote (m)
B 201	DVR90 +31,4	26. oktober 2015	3,4	DVR90 +28,0
B 202	DVR90 +33,0	26. oktober 2015	5,7	DVR90 +27,3
B 203	DVR90 +30,0	26. oktober 2015	>6,0	DVR90 <+24,0
B 204	DVR90 +32,2	26. oktober 2015	2,4	DVR90 +29,8
B 205	DVR90 +35,2	26. oktober 2015	>6,0	DVR90 <+29,2
B 206	DVR90 +33,5	26. oktober 2015	0,8	DVR90 +32,7
B 101	DVR90 +30,6	19. januar 2012	2,5	DVR90 +28,1
B 102	DVR90 +31,0	19. januar 2012	4,2	DVR90 +26,8

Tabel 1 (fortsat): Vandspejlsmålinger

Boring Nr.	Terræn Kote (m)	Dato	Vandspejlsniveau	
			Dybde (m u. t.)	Kote (m)
B 103 Lavt pejlerør	DVR90 +30,5	19. januar 2012	1,1	DVR90 +29,4
B 103 Dybt pejlerør	DVR90 +30,5	19. januar 2012	>6,0	DVR90 <+24,5
B 104	DVR90 +31,0	19. januar 2012	1,1	DVR90 +29,9
B 105	DVR90 +29,5	19. januar 2012	2,4	DVR90 +27,1
3	DNN +30,2	11. juli 1988	3,9	DNN +26,3
5	DNN +31,2	11. juli 1988	3,2	DNN +28,0
7	DNN +29,9	11. juli 1988	>4,9	DNN <+25,0
8	DNN +30,0	Pejlerør gået tabt	-	-
9	DNN +32,4	11. juli 1988	3,7	DNN +28,7
12	DNN +33,2	11. juli 1988	3,1	DNN +30,1
13	DNN +31,1	11. juli 1988	1,2	DNN +29,9
14	DNN +30,7	11. juli 1988	2,6	DNN +28,1

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 annekks - 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 brønde, fundamenter og gulve, samt afrømningsniveau, AFRN, for veje og kloakledninger.

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

Boring Nr.	Terræn Kote (m)	OSBL		AFRN	
		Dybde (m u. t.)	Kote (m)	Dybde (m u. t.)	Kote (m)
B 201	DVR90 +31,4	0,7 ^a	DVR90 +30,7	0,7 ^a	DVR90 +30,7
B 202	DVR90 +33,0	0,3	DVR90 +32,7	0,3	DVR90 +32,7
B 203	DVR90 +30,0	0,4 ^a	DVR90 +29,6 ^a	0,4	DVR90 +29,6
B 204	DVR90 +32,2	0,3 ^a	DVR90 +31,9 ^a	0,3	DVR90 +31,9
B 205	DVR90 +35,2	0,3 ^a	DVR90 +34,9 ^a	0,3	DVR90 +34,9
B 206	DVR90 +33,5	0,9	DVR90 +32,6	0,9	DVR90 +32,6
B 101	DVR90 +30,6	0,4 ^a	DVR90 +30,2 ^a	0,4	DVR90 +30,2
B 102	DVR90 +31,0	0,3	DVR90 +30,7	0,3	DVR90 +30,7
B 103	DVR90 +30,5	0,4 ^a	DVR90 +30,1 ^a	0,4	DVR90 +30,1
B 104	DVR90 +31,0	0,4 ^a	DVR90 +30,6 ^a	0,4	DVR90 +30,6

- a) Der er truffet senglacialt ler og kalkfrit moræneler med lave styrkeparametre under OSBL, se tabel 3.

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

Boring Nr.	Terræn Kote (m)	OSBL		AFRN	
		Dybde (m u. t.)	Kote (m)	Dybde (m u. t.)	Kote (m)
B 105	DVR90 +29,5	0,3	DVR90 +29,2	0,3	DVR90 +29,2
3	DNN +30,2	2,8	DNN +27,4	0,3	DNN +29,9
5	DNN +31,2	2,9	DNN +28,3	0,8	DNN +30,4
7	DNN +29,9	1,2 ^a	DNN +28,7 ^a	1,2	DNN +28,7
8	DNN +30,0	4,0	DNN +26,0	4,0	DNN +26,0
9	DNN +32,4	2,7	DNN +29,7	2,7	DNN +29,7
12	DNN +33,2	0,3	DNN +32,9	0,3	DNN +32,9
13	DNN +31,1	3,2	DNN +27,9	3,2	DNN +27,9
14	DNN +30,7	3,0	DNN +27,7	3,0	DNN +27,7

a) Der er truffet senglacialt ler og kalkfrit moræneler med lave styrkeparametre under OSBL, se tabel 3.

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

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

I områderne ved boring B 202 – B 206, 3, 5, 8 og 12 er der truffet ret fedt - fedt postglacialt ler, senglacialt ler og glacialt moræneler. Det må dog forventes, at de postglaciale ler aflejring i boring 3, 5 og 8 bortgraves såfremt der bygges i de aktuelle områder.

Ved fundering umiddelbart over eller i ret fedt - fedt ler må man være forberedt på følgende ekstraforanstaltninger: Øget funderingsdybde, armering af fundamenter og gulve, damptæt folie på afrømningsniveau, restriktioner vedrørende beplantningen eller i værste fald en rodafskærende væg.

I bilag C-1 og C-2 er angivet de forhold, der gør sig gældende ved fundering på henholdsvis ret fedt og 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 at byggeriet kan igangsættes.

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

6.2 Veje

Med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold i borerne B 201 – B 206 vurderes det muligt at etablere vejaksen for den kommende vej på aflejringer svarende til de under OSBL/AFRN trufne.

Der skal dog tages behørigt hensyn til eventuelle variationer i jordbundsforholdene mellem borerne og særligt bløde partier bør udskiftes med indbygget bundsikringssand og -grus efter retningslinjerne i kapitel 9, hvorpå vejaksen/belægningsopbygningen etableres.

Ligeledes kan det ikke udelukkes, at der i vejens tracé, i området ved de tidligere udførte borer 8 og 9, kan træffes sætningsgivende, postglaciale aflejringer i form af gytje eller organiskholdige aflejringer. I så fald skal disse aflejringer ligeledes udskiftes jf. ovenstående.

Hvor afrømningsplanum består af sandaflejringer skal planum komprimeres.

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

6.3 Kloak

Med de aktuelle jordbundsforhold i boring B 201 – B 206 kan der fundes direkte i de forventede dybder (jf. kapitel 1) på aflejringer svarende til de under OSBL/AFRN trufne. Der skal dog tages behørigt hensyn til eventuelle variationer i jordbundsforholdene mellem borerne.

Afhængigt af de aktuelle lægningsdybder kan det ikke udelukkes, at der særligt i området ved de tidligere udførte borer 8 og 9, kan træffes sætningsgivende, postglaciale aflejringer i form af gytje eller organiskholdige aflejringer under niveauet for de kommende kloakledninger og -brønde. I så fald skal disse aflejringer udskiftes med indbygget bundsikringssand og -grus efter retningslinjerne i kapitel 9.

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

6.4 Bygninger

6.4.1 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 6.4.2.

og

- › Direkte fundering i indbygget sandfyld efter udskiftning af recente og postglaciale aflejringer, hvor OSBL er beliggende under projekteret funderingsniveau, se afsnit 6.4.3.

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 6.4.2 og 6.4.3.

Der kræves specielle tiltag ved direkte fundering og udgravning i områderne ved boring B 202 – B 206, 3, 5, 8 og 12, idet der her er truffet **ret fedt - 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 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 fastlagt på grundlag af målinger, erfaringer og skøn.

Tabel 3: 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)
Ler, svagt siltet – st. sandet, Sg	19/9	0	50 ^b	28	5 ^b	10 ^b
Ler, ret fedt, Sg	19/9	0	50	25	5	8
Ler, fedt, Sg	19/9	0	50	20	5	6
Sand, Sg	18/10	34	0	34	0	25
Silt, Sg	19/9	0	50	28	0	12
Moræneler, Gc Kalkfrit	20/10	0	50 ^b	28	5 ^b	10 ^b
Moræneler, Gc Kalkholdigt	20/10	0	100	30	10	25
Ler, siltet – st. sandet, Gc	20/10	0	150	28	15	30
Ler, fedt, Gc	20/10	0	80	25	8	12
Silt, Gc	19/9	0	100	28	0	20
Morænesand, Gc og Sand, Gc	18/10	35	0	35	0	30

b) I borerne, der i tabel 2 er markeret med (a) er der truffet senglacialt ler og kalkfrit moræneler med lave styrkeparametre under OSBL, dvs. $c_{uk} = c_{fv} = 30$ á 50 kN/m² og $E_{oed} = 6$ á 10 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 (lod-ret:vandret) ned gennem jordlagene.

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

Ved fundering i indbygget sandfyld og hvor afstanden fra fundamentsundersiden til oversiden af de intakte aflejringer er mindre end fundamentsbredden, skal funda-

menterne dimensioneres for både den indbyggede sandfyld og de underliggende, intakte aflejringer.

Ved fundering i eller umiddelbart over ret fedt – fedt ler skal der etableres omfangsdræn jf. retningslinjerne i afsnit 6.1 og på bilag C-1 og C-2. 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.

Det anbefales, at sribefundamenterne armeres i over- og underside for at imødegå risikoen for eventuelle skadelige differenssætninger.

Armeringen bør bestå af ribbestål med armeringsareal på 0,2 % af sribefundamenternes samlede betontværsnitsareal, fordelt med halvdelen foroven og forneden.

6.4.2 Direkte fundering på intakte aflejringer

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

Fundamenterne 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 - fedt ler kan det vise sig nødvendigt, at øge funderingsdybden som angivet i bilag C-1 og C-2.

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

Der henvises i øvrigt til gældende Bygningsreglement.

6.4.3 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 nødvendig, 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 damptæt folie på afrømningsniveau forud for indbygningen af sandfyld som nævnt ovenfor.

Der kan herefter funderes direkte i den indbyggede sandfyld.

Fundamenterne 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 - fedt ler kan det vise sig nødvendigt, at øge funderingsdybden som angivet i bilag C-1 og C-2.

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

Der henvises i øvrigt til gældende Bygningsreglement.

7 Midlertidig afstivning

Der skal under anlægsarbejdet træffes foranstaltninger til sikring af udgravningerne samt den eksisterende stamvejs stabilitet. Derfor anbefales det, at udgravningen til de nye ledninger om nødvendigt udføres i en afstivet gravekasse.

Gravekassen 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 udgravningsniveau og bidrag fra trafiklast samt andre overfladelaster.

Jordtryk på gravekasser kan baseres på borerne samt de i tabel 4 anførte parametre.

I tabellen er angivet 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: Rumvægte og karakteristiske styrkeparametre

Jordart	γ/γ' (kN/m ³)	c'_k (kN/m ²)	ϕ'_k (°)
Muld, Re og tørvemuld, Re	16/6	0	25
Lerfyld, Re	18/8	0	25
Gytje, Pg og tørvegytje, Pg	16/6	0	25

- c) Ved aktivt jordtryk skal det antages, at de kohæsive jordlag har en karakteristisk, effektiv forskydningsstyrke, $c'_k = 0$ kN/m².
- d) I borerne, der i tabel 2 er markeret med (a) er der truffet senglaciale ler og kalkfrit moræneler med lavestyrkeparametre under OSBL, dvs. $c'_k = 3$ á 5 kN/m².

Tabel 4(fortsat): Rumvægte og karakteristiske styrkeparametre

Jordart	γ/γ' (kN/m ³)	c'_k (kN/m ²)	ϕ'_k (°)
Sand, Pg	18/10	0	32
Ler, fedt, Pg	19/9	3 ^c	20
Ler, Pg/Sg	19/9	3 ^c	25
Silt, Pg og Silt, Pg/Sg	19/9	0	28
Ler, svagt siltet – st. sandet, Sg	19/9	5 ^{c, d}	28
Ler, ret fedt, Sg	19/9	5 ^c	25
Ler, fedt, Sg	19/9	5 ^c	20
Silt, Sg	19/9	0	28
Sand, Sg	18/10	0	34
Moræneler, Gc Kalkfrit	20/10	5 ^{c, d}	28
Moræneler, Gc Kalkholdigt	20/10	10 ^c	30
Ler, siltet – st. sandet, Gc	20/10	15 ^c	28
Ler, fedt, Gc	20/10	8 ^c	25
Silt, Gc	19/9	0	28
Morænesand, Gc og Sand, Gc	18/10	0	35

- c) Ved aktivt jordtryk skal det antages, at de kohæsive jordlag har en karakteristisk, effektiv forskydningsstyrke, $c'_k = 0$ kN/m².
- d) I borerne, der i tabel 2 er markeret med (a) er der truffet senglaciale ler og kalkfrit moræneler med lave styrkeparametre under OSBL, dvs. $c'_k = 3$ á 5 kN/m².

Da der hovedsageligt er truffet kohæsive aflejringer skal der forudsættes vandspejl i terræn på gravekassens yderside og vandspejl i udgravningsniveau inde i gravekassen.

Gravekassen skal ikke dimensioneres for vandtryk i sandaflejringer, hvis der etableres effektiv, midlertidig grundvandssenkning forud for udgravning.

8 Udførelse

8.1 Tørholdelse af udgravninger

Med de i borerne registrerede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes udgravningerne at kunne tørholdes ved almindelig lænsning via render i ler, som fører vandet til en pumpeump, hvorfra vandet pumpes bort.

I de trufne øvre sandaflejringer med begrænset mægtighed kan tørholdelsen ligeledes sikres ved opsamling af vandet i drænrender i ler, hvorfra det føres til pumpeump.

Inden udgravningsarbejdet begynder, skal grundvandspejlet være sænket mindst 0,5 m under udgravningsniveauet i sandaflejringerne for at bevare udgravningsbund og -sider intakte, samt muliggøre en effektiv komprimering af den sandfyld, som eventuelt skal indbygges.

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

Som følge heraf bør grundvandssenkningen være så kortvarig som mulig.

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

8.2 Udgravning

Forud for udgravning skal der etableres en midlertidig grundvandssenkning som beskrevet i afsnit 8.1. Udgravningerne skal om nødvendigt afstives som beskrevet i kapitel 7.

Det ret fede - 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 afgrøvningsniveau undgås for at bevare jorden intakt, og bundsikringssand/sandfyld anbefales indbygget umiddelbart efter afgrøvnning.

For vejen, hvor udgravningsbunden består af sand, skal det sikres, at planum overkøres mindst 5 gange med en vibrationstromle med et statisk tryk på mindst 20 kN/m. Hvis udgravningsbunden består af ler, skal det sikres, at leret beskyttes mod kørsel, opblødning og udtørring.

Eventuelt løsnet, opblødt eller frossen jord skal bortgraves inden fundamenterne støbes.

9 Tilfyldning

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

Som tilfyldning under gulve og fundamenter foreslås der anvendt ren sandfyld, som kan være som bundsikringssand og -grus. Endvidere bør der omkring ledninger og brønde samt over ledninger under vejarealer tilfyldes med bundsikringssand og -grus.

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*

Standard Proctor		Vibrationsindstampning	
Middelværdi	Mindsteværdi	Middelværdi	Mindsteværdi
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

γ/γ' (kN/m ³)	ϕ_k (°)	E_{oed} (MN/m ²)
18/10	36	40

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 moræneler 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.

Ler- og moræneleraflejringerne er dog 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 og moræneleret har et naturligt vandindhold, w_{nat} , som er betydeligt højere end det optimale vandindhold, w_{opt} . Med de aktuelle vandindhold på cirka 15 á 20 % kan de trufne ler- og morænelersaflejringer derfor generelt vise sig uanvendelige til indbygning. Det vil i givet fald kræve en udtørring af leret og moræneleret.

De trufne aflejringer i form af ret fedt - fedt ler samt siltet og siltet moræneler anbefales ikke genanvendt som tilbagefyld.

10 Kontrol

I forbindelse med udgravnings- og funderingsarbejdet skal der udføres geotekniske kontrolundersøgelser, jf. EC 7, del 1, kapitel 4.

Det skal sikres, at der i forbindelse med udgravninger etableres den nødvendige tørholdelse, jf. afsnit 8.1.

Fundamentsudgravninger og afrømningsniveau skal inspiceres til kontrol af, at der overalt funderes direkte i eller indbygges sandfyld/bundsikring på intakte aflejringer svarende til de under OSBL og AFRN trufne, med de forudsatte styrker.

Det skal overalt sikres, at udgravningsbunden af ret fedt - fedt ler beskyttes mod kørsel, opblødning og udtørring.

Afhængigt af funderingsniveau og afstand til de ret fede - fede leraflejringer skal det sikres, at eventuelle ekstraforanstaltninger udføres som forudsat.

Det skal sikres, at der overalt funderes i den forudsatte dybde.

Det skal sikres, at fundamenter og eventuelt gulve armeres som foreskrevet.

Det skal ved kontrol sikres, at den indbyggede sandfyld/bundsikring og stabilt grus opfylder kravene med hensyn til kvalitet og komprimering.

Det skal ved inspektion kontrolleres, at et eventuelt drænsystem er effektivt og placeret i det forudsatte niveau.

11 Jordhåndtering

I henhold til Jordforureningsloven kan der blive stillet særlige krav til håndtering af eventuel forurennet jord, som deponeres uden for matriklen.

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

12 Supplerende undersøgelser

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

13 Geoteknisk projekteringsrapport

Der skal udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som samler den geotekniske projektering - herunder forudsætninger, parametre, beregninger og resultater, jf. EC 7, del 1, afsnit 2.8.

Projekteringsrapporten skal endvidere indeholde en plan for kontrol, overvågning og vedligeholdelse.

Nærværende geotekniske undersøgelsesrapport danner grundlag for den geotekniske projekteringsrapport for vej og kloak.

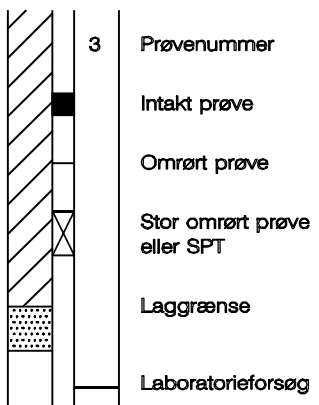
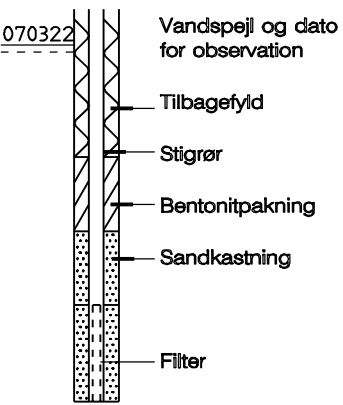
14 Afsluttende bemærkninger

I det omfang det ønskes, er 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.

bdb 27-OCT-2011 07:46 \\cowi.net\projects\Organisation\DK_1551\Geoteknik og fundering\Generelt\BIB\Standardbilag A_C\Bilag A-1_COWI.dgn

SIGNATURER

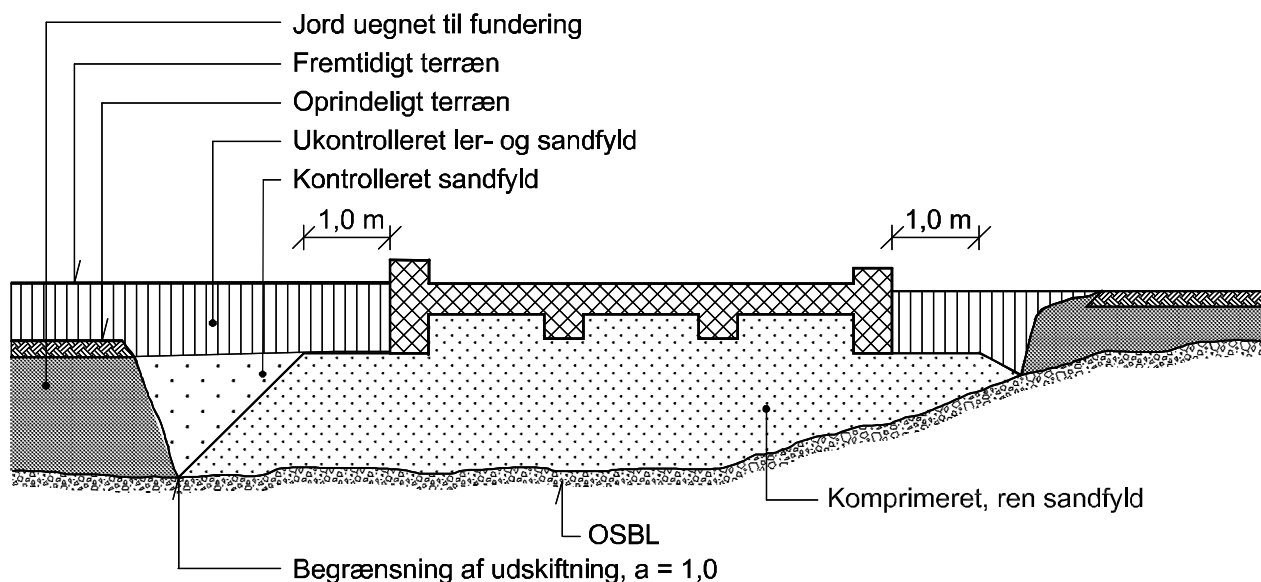
Boreprofil	Jordart	Situationsplan																																																																																																				
	<p>Korndiameter, mm</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">STEN</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">GRUS</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0.06</td><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">SAND</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0.002</td><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">SILT</td></tr> <tr><td></td><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">LER</td></tr> </table> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">MORÆNELER</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">MORÆNESAND</td></tr> </table> <p>Eksempler på kombinationer</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">FYLD</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">SKALLER</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">PLANTERESTER</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">MULD</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">GYTJE</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">TØRV</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">KLIPPE, FLINT</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td style="text-align: center;">KALK</td></tr> </table> <p>I moræneaflejringer må der forventes varierende indhold af sten og blokke, selv om det ikke fremgår af borerne.</p>	60		STEN	2		GRUS	0.06		SAND	0.002		SILT			LER		MORÆNELER		MORÆNESAND		FYLD		SKALLER		PLANTERESTER		MULD		GYTJE		TØRV		KLIPPE, FLINT		KALK	<table style="width: 100%;"> <tr><td style="text-align: center;"></td><td>Boring med prøveoptagning</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td>Prøvegravning</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td>Tryksondering</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td>Rammesondering</td></tr> <tr><td style="text-align: center;"></td><td>Vingeforsøg</td></tr> </table> <h3 style="text-align: center;">Geologiske forkortelser</h3> <p>Aflejring:</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>Br</td><td>Brakvand</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>Ferskvandsaflejring</td></tr> <tr><td>Fl</td><td>Flydejord</td></tr> <tr><td>Fy</td><td>Fyld</td></tr> <tr><td>Gl</td><td>Gletscheraflejring</td></tr> <tr><td>Ma</td><td>Marin aflejring</td></tr> <tr><td>Ne</td><td>Nedskylsaflejring</td></tr> <tr><td>Ov</td><td>Overjord</td></tr> <tr><td>Sk</td><td>Skredjord</td></tr> <tr><td>Sm</td><td>Smeltevandsaflejring</td></tr> <tr><td>Vi</td><td>Vindaflejring</td></tr> <tr><td>*</td><td>Henviisning til rapport</td></tr> </table> <p>Alder:</p> <table style="width: 100%;"> <tr><td>Re</td><td>Recent</td><td>Tertiær aflejring:</td></tr> <tr><td>Pg</td><td>Postglacial</td><td>Mi</td><td>Miocæn</td></tr> <tr><td>Sg</td><td>Senglacial</td><td>Oi</td><td>Oligocæn</td></tr> <tr><td>Is</td><td>Interstadial</td><td>Eo</td><td>Eocæn</td></tr> <tr><td>Gc</td><td>Glacial</td><td>Pl</td><td>Paleocæn</td></tr> <tr><td>Ig</td><td>Interglacial</td><td>Da</td><td>Danien</td></tr> <tr><td>Te</td><td>Tertiær</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Kt</td><td>Kridt</td><td></td><td></td></tr> </table>		Boring med prøveoptagning		Prøvegravning		Tryksondering		Rammesondering		Vingeforsøg	Br	Brakvand	Fe	Ferskvandsaflejring	Fl	Flydejord	Fy	Fyld	Gl	Gletscheraflejring	Ma	Marin aflejring	Ne	Nedskylsaflejring	Ov	Overjord	Sk	Skredjord	Sm	Smeltevandsaflejring	Vi	Vindaflejring	*	Henviisning til rapport	Re	Recent	Tertiær aflejring:	Pg	Postglacial	Mi	Miocæn	Sg	Senglacial	Oi	Oligocæn	Is	Interstadial	Eo	Eocæn	Gc	Glacial	Pl	Paleocæn	Ig	Interglacial	Da	Danien	Te	Tertiær			Kt	Kridt		
60		STEN																																																																																																				
2		GRUS																																																																																																				
0.06		SAND																																																																																																				
0.002		SILT																																																																																																				
		LER																																																																																																				
	MORÆNELER																																																																																																					
	MORÆNESAND																																																																																																					
	FYLD																																																																																																					
	SKALLER																																																																																																					
	PLANTERESTER																																																																																																					
	MULD																																																																																																					
	GYTJE																																																																																																					
	TØRV																																																																																																					
	KLIPPE, FLINT																																																																																																					
	KALK																																																																																																					
	Boring med prøveoptagning																																																																																																					
	Prøvegravning																																																																																																					
	Tryksondering																																																																																																					
	Rammesondering																																																																																																					
	Vingeforsøg																																																																																																					
Br	Brakvand																																																																																																					
Fe	Ferskvandsaflejring																																																																																																					
Fl	Flydejord																																																																																																					
Fy	Fyld																																																																																																					
Gl	Gletscheraflejring																																																																																																					
Ma	Marin aflejring																																																																																																					
Ne	Nedskylsaflejring																																																																																																					
Ov	Overjord																																																																																																					
Sk	Skredjord																																																																																																					
Sm	Smeltevandsaflejring																																																																																																					
Vi	Vindaflejring																																																																																																					
*	Henviisning til rapport																																																																																																					
Re	Recent	Tertiær aflejring:																																																																																																				
Pg	Postglacial	Mi	Miocæn																																																																																																			
Sg	Senglacial	Oi	Oligocæn																																																																																																			
Is	Interstadial	Eo	Eocæn																																																																																																			
Gc	Glacial	Pl	Paleocæn																																																																																																			
Ig	Interglacial	Da	Danien																																																																																																			
Te	Tertiær																																																																																																					
Kt	Kridt																																																																																																					
<h3 style="text-align: center;">Pejlerør</h3> 																																																																																																						

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 friktionsforhold
	Sonderingsmodstand, svensk rammesonde eller let rammesonde	f_r	%	
	Sonderingsmodstand, SPT, lukket / åben	R_{TS}	N ₂₀	Antal slag pr. 20 cm nedsynkning
		SPT	N ₃₀	Antal slag pr. 30 cm nedsynkning

Udarbejdet:	Kontrolleret:	Godkendt:	Dato:	Side
PKM	HLT	BES	27-10-11	1 af 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.

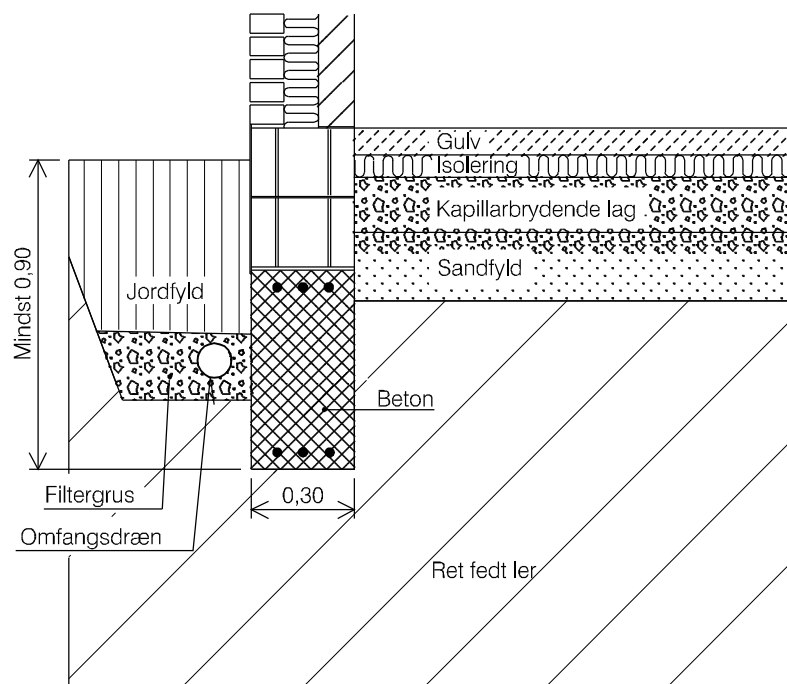
Udarbejdet: NND	Kontrolleret: PKM	Godkendt: BES	Dato: 24-08-07	Side 1 af 1
COWI	DIREKTE FUNDERING PÅ INDBYGGET SANDFYLD			Bilag B-1

Nybyggeri uden kælder på ret fedt ler (I_p mellem 15 og 25 %)

Nybyggeri uden kælder kan beskyttes mod udtørings- og kvædningskader ved at udføre en direkte fundering af ydervægge i svind- og kvædningsfri 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. 181.



Ydervægsfundamenter (stribefundamenter) 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 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.

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

Løvfældende og visse arter stedsegrønne træer og buske bør fældes, inden deres højde bliver halvanden gang så stor - henholdsvis dobbelt så stor - som afstanden til bygningen.

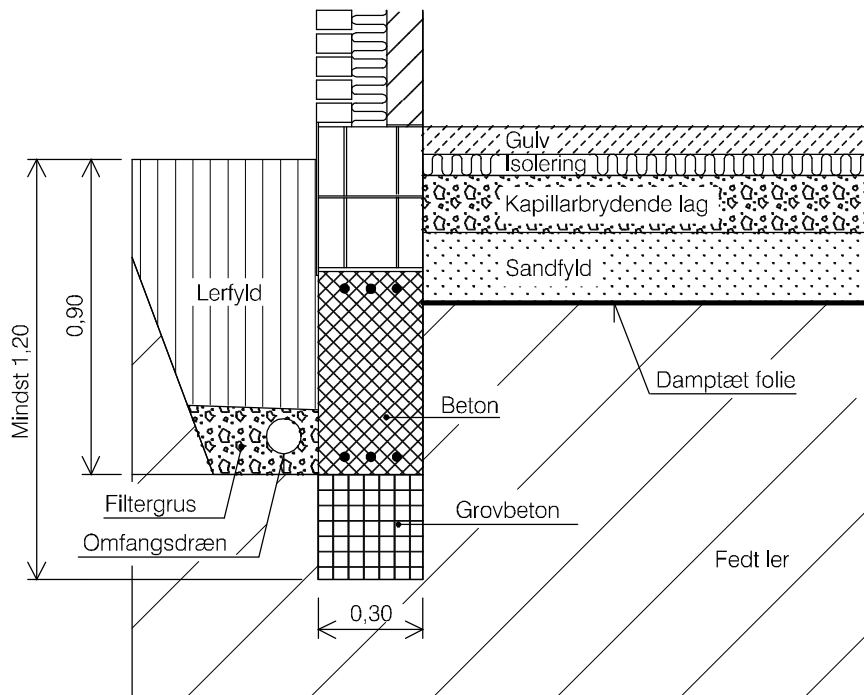
Udarbejdet: NND	Kontrolleret: PKM	Godkendt: BES	Dato: 28-08-07	Side 1 af 1
COWI	DIREKTE FUNDERING PÅ RET FEDT LER			Bilag C-1

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

Nybyggeri 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. 181.



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).

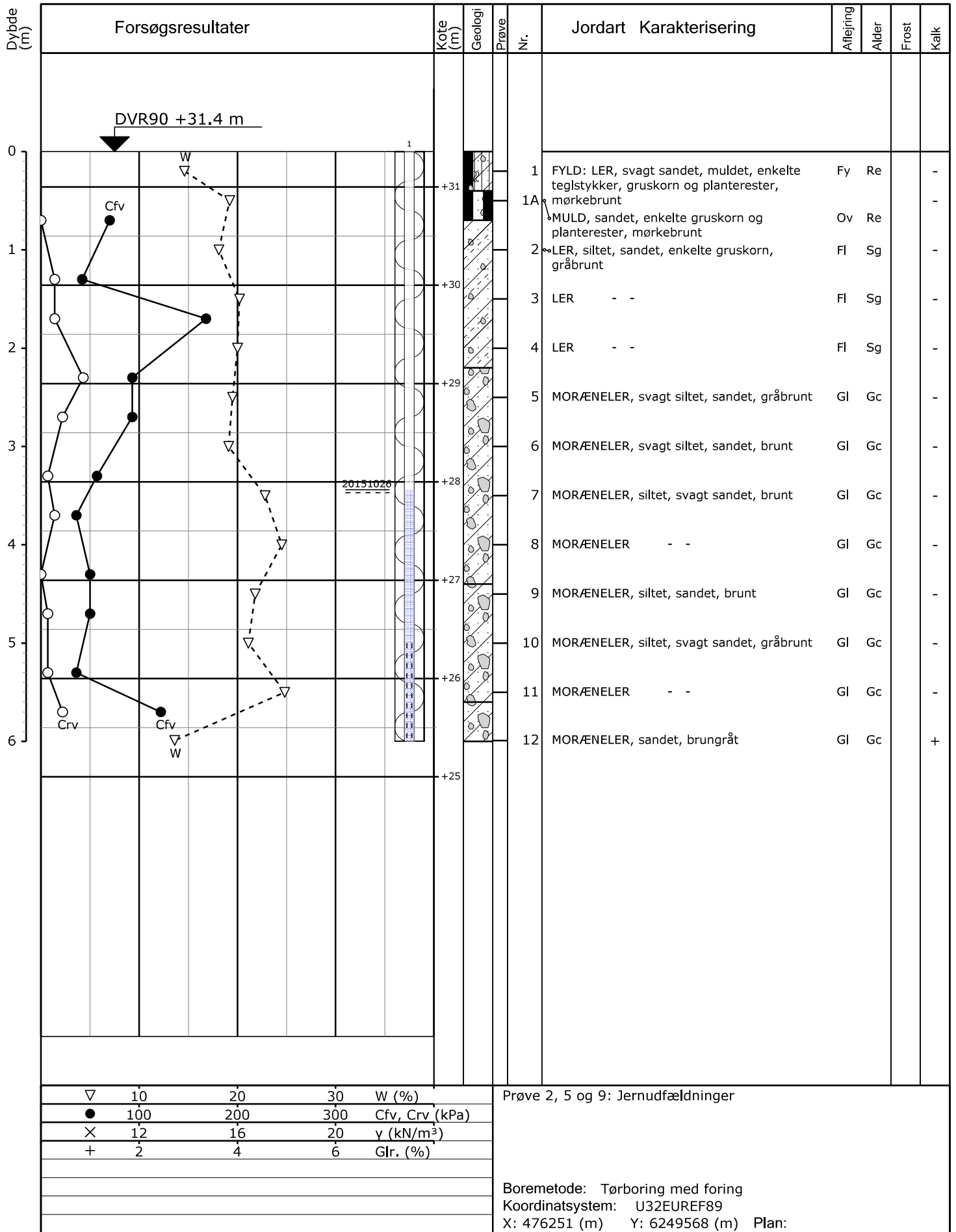
Afrømningsfladen skal afdækkes med en damptæt folie.

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.

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

Løvfældende og visse arter stedsegrønne træer og buske bør fældes, inden deres højde bliver lige så stor - henholdsvis dobbelt så stor - som afstanden til bygningen.

Udarbejdet:	NND	Kontrolleret:	PKM	Godkendt:	BES	Dato:	28-08-07	Side	1 af 1	
COWI	DIREKTE FUNDERING PÅ FEDT LER						Bilag	C-2		



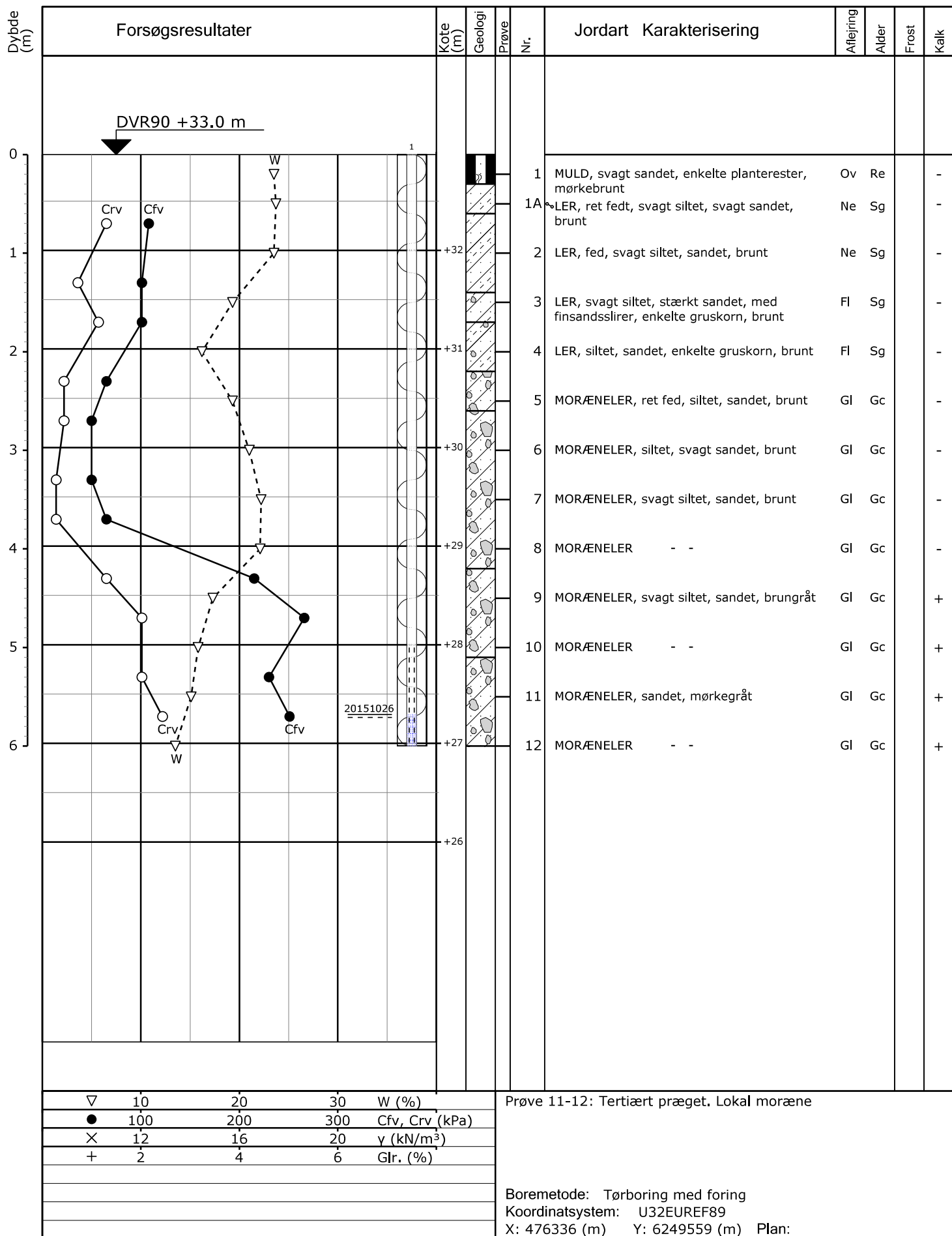
Sag: A075501-001 HOLSTEBRO. Nupark 4

Boret af: PBJ Dato: 2015.09.30 Bedømt af: JEFI DGU-Nr.: Boring: B201

Udarb. af: BKF Kontrol: PESU Godkendt: HRMO Dato: 2015.11.18 Bilag: 1.1 S. 1/1



Boreprofil



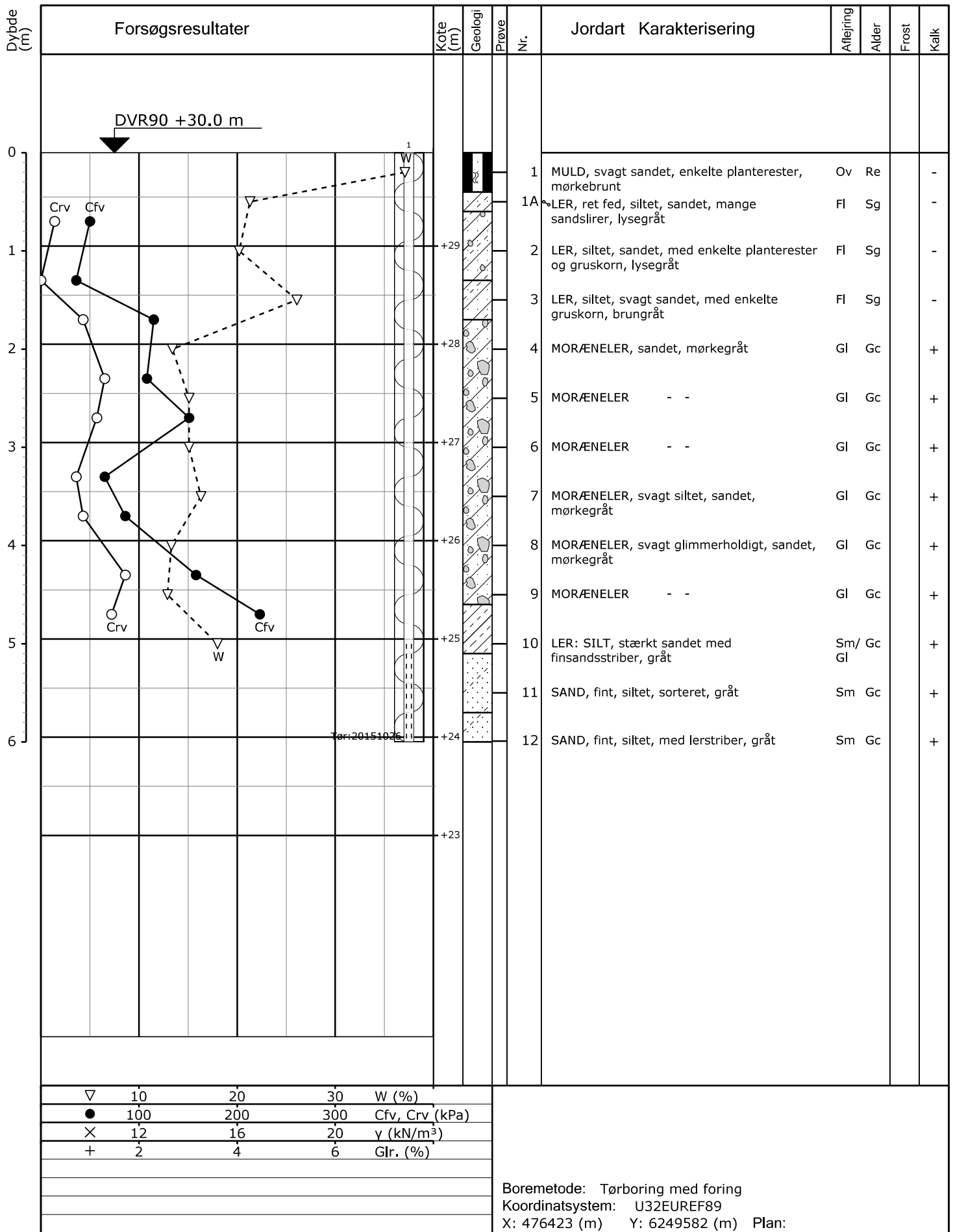
Sag: A075501-001 HOLSTEBRO. Nupark 4

Boret af: PBJ Dato: 2015.09.30 Bedømt af: JEFI DGU-Nr.: Boring: B202

Udarb. af: BKF Kontrol: PESU Godkendt: HRMO Dato: 2015.11.18 Bilag: 1.2 S. 1/1

COWI

Boreprofil



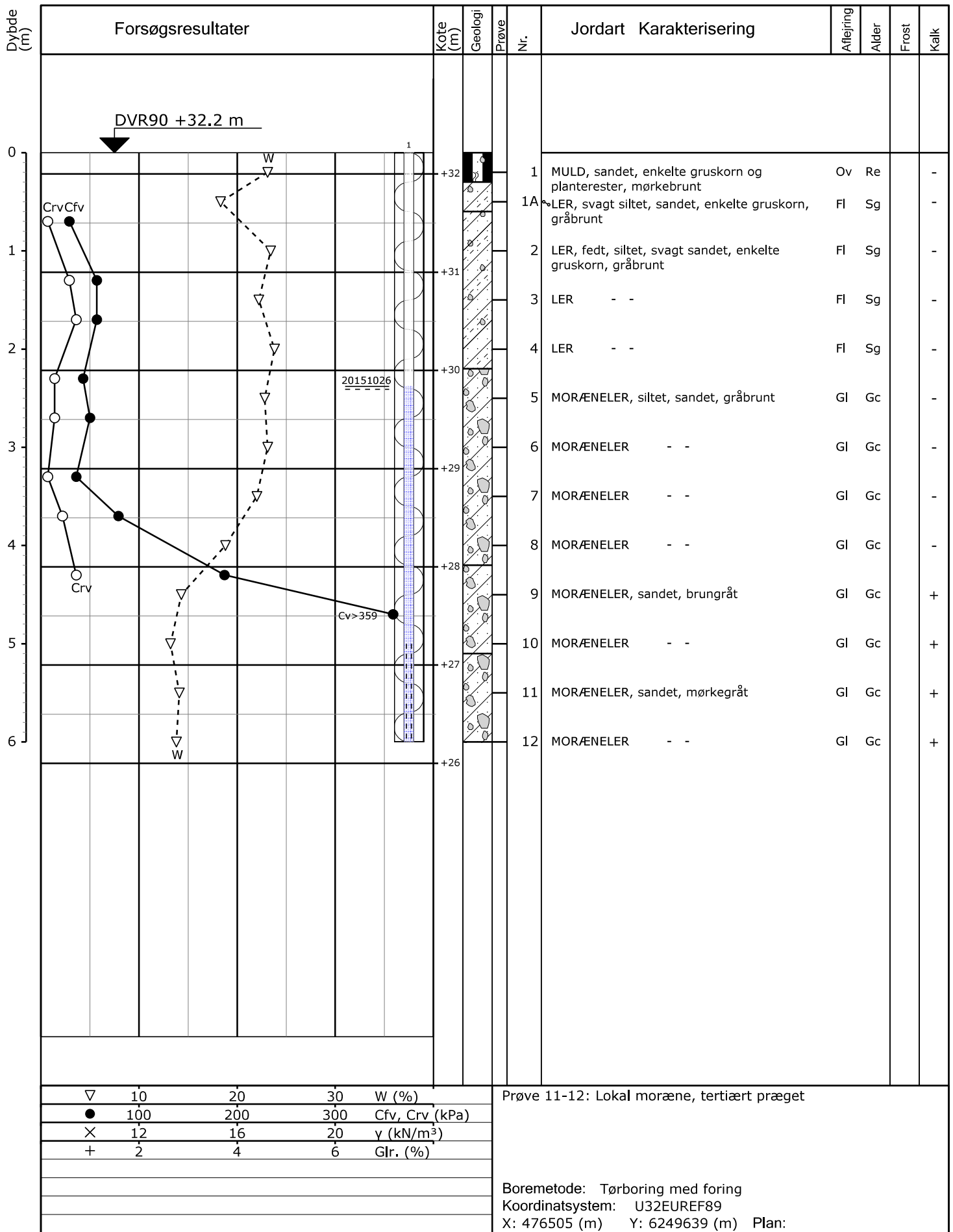
Sag: A075501-001 HOLSTEBRO. Nupark 4

Boret af: PBJ Dato: 2015.09.30 Bedømt af: JEFI DGU-Nr.: Boring: B203

Udarb. af: BKF Kontrol: PESU Godkendt: HRMO Dato: 2015.11.18 Bilag: 1.3 S. 1/1

COWI

Boreprofil



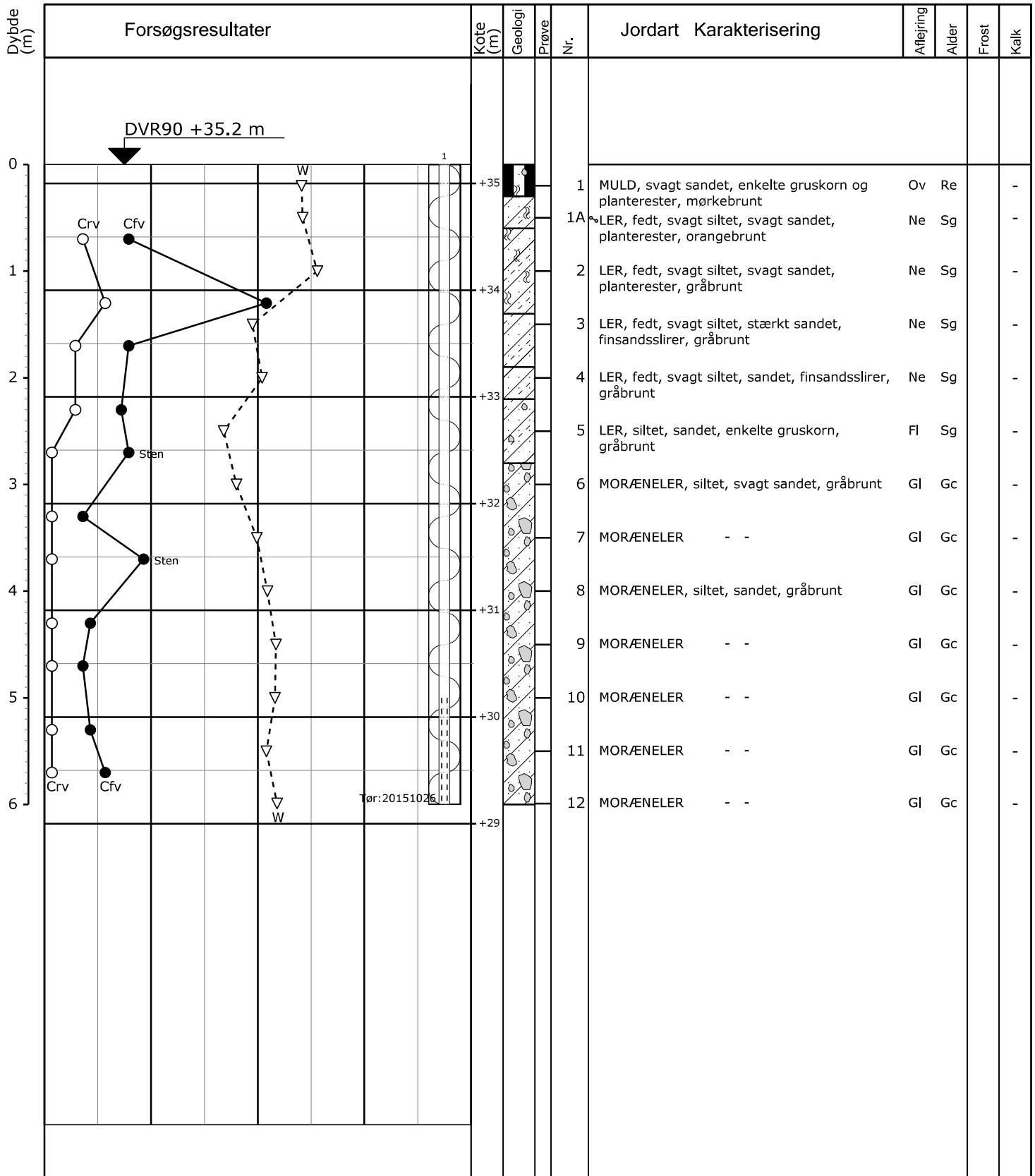
Sag: A075501-001 HOLSTEBRO. Nupark 4

Boret af: PBJ Dato: 2015.09.30 Bedømt af: JEFI DGU-Nr.: Boring: B204

Udarb. af: BKF Kontrol: PESU Godkendt: HRMO Dato: 2015.11.18 Bilag: 1.4 S. 1/1

COWI

Boreprofil



▽	10	20	30	W (%)
●	100	200	300	Cfv, Crv (kPa)
×	12	16	20	γ (kN/m ³)
+	2	4	6	Gl _r . (%)

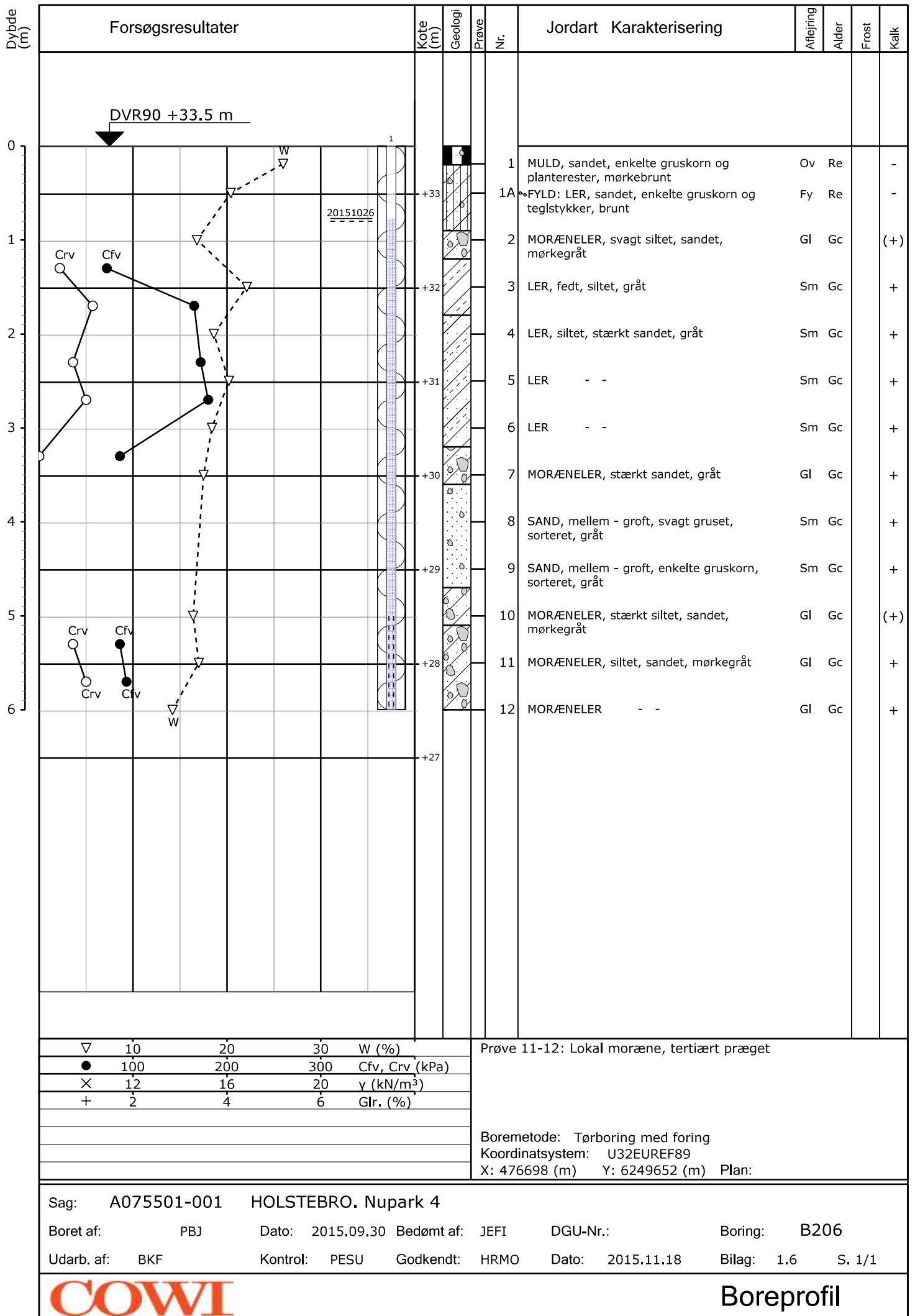
Børemetode: Tørboring med foring
 Koordinatsystem: U32EUREF89
 X: 476600 (m) Y: 6249668 (m) Plan:

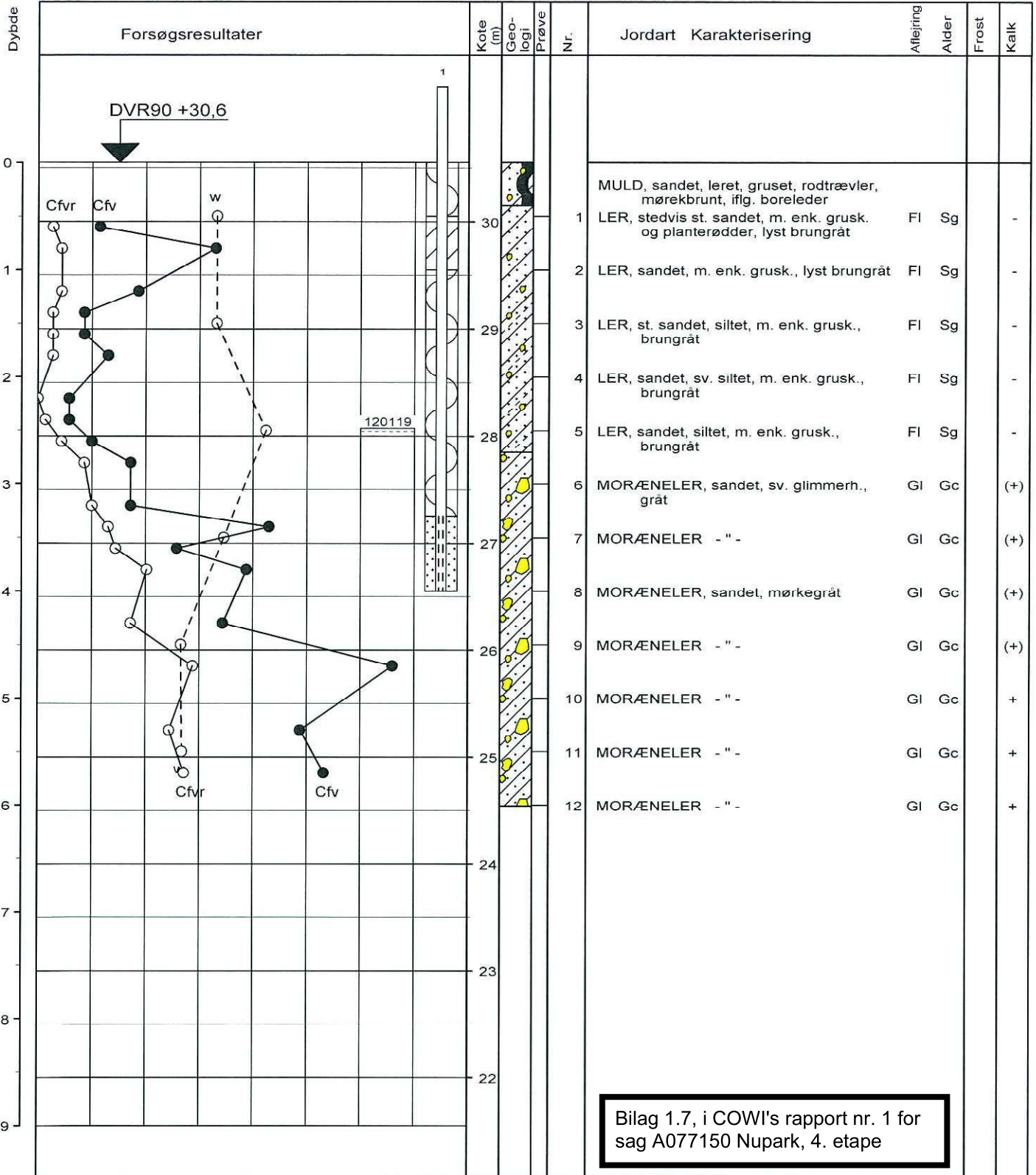
Sag: A075501-001 HOLSTEBRO. Nupark 4

Boret af: PBJ Dato: 2015.09.30 Bedømt af: JEFI DGU-Nr.: Boring: B205

Udarb. af: BKF Kontrol: PESU Godkendt: HRMO Dato: 2015.11.18 Bilag: 1.5 S. 1/1

GeoGIS2005 2.3.94 - GeoGISAalborg - PSTV/DK1 - 18-11-2015 09:43:49





○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cfv, Cfvr (kN/m²)

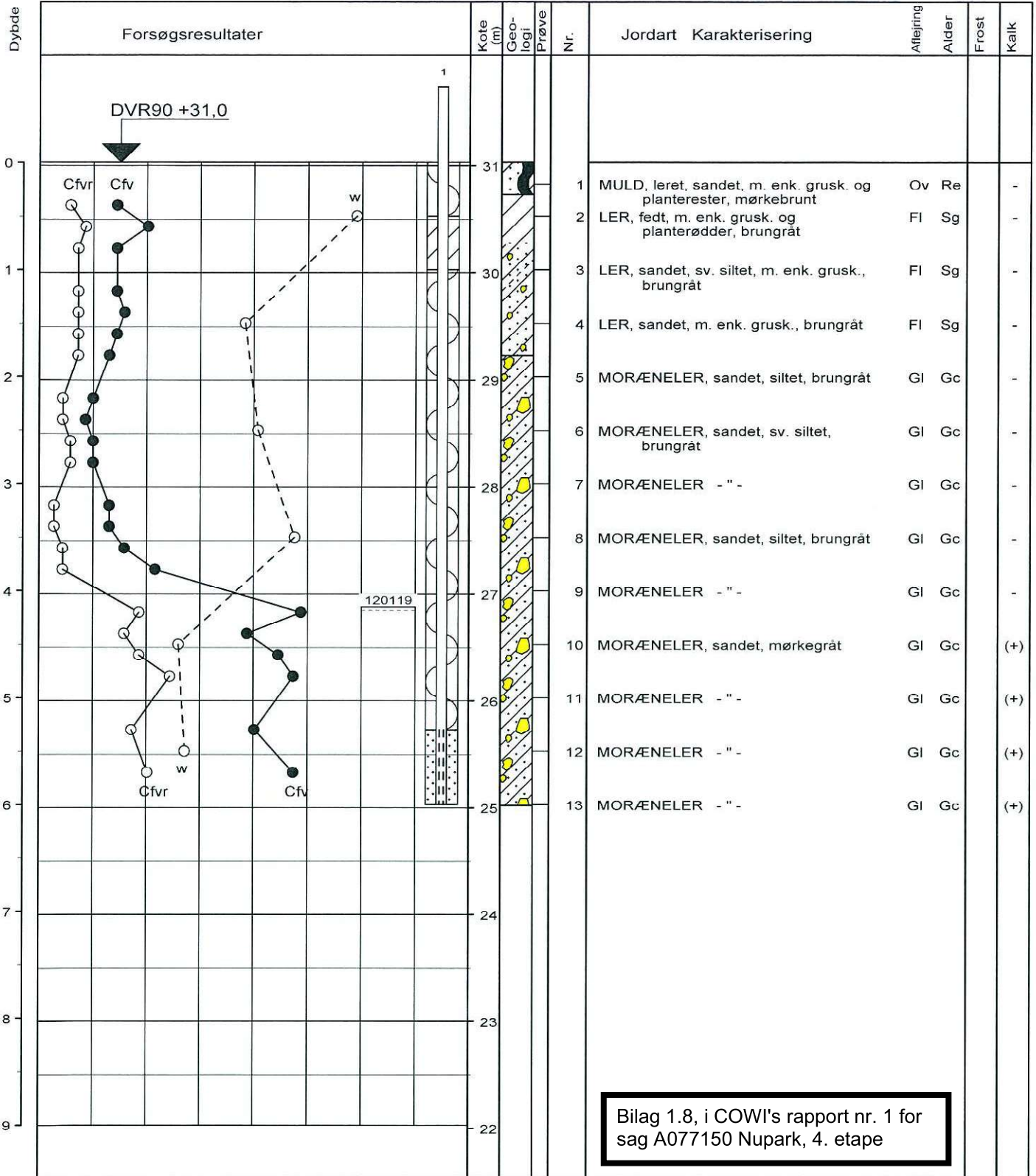
Prøve 1 - 4: Svagt lagdelt.
 Prøve 6 - 12: Moræneler, tertiært præget.
 Boremethode : Tørboring med foring og 6" snegl
 Koordinat system : U32EUREF89
 X : 467389 (m) Y : 6249838 (m) Plan :

Sag : 76936-A-1 HOLSTEBRO. Nupark 3. etape, 1. afsnit
 Geolog : LCX Boret af : SNC Dato : 20120118 DGU-nr.: Boring : B101
 Udarb. af: AMU Kontrol : KKJN Godkendt : *HRmo* Dato : *2/2. 2012* ~~Bilag : 1.1~~ s. 1 / 1



Boreprofil

BRegister - PSTGFDK 2.0 - 20/02/2012 13:06:43



Bilag 1.8, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape

○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cfv, Cfvr (kN/m²)

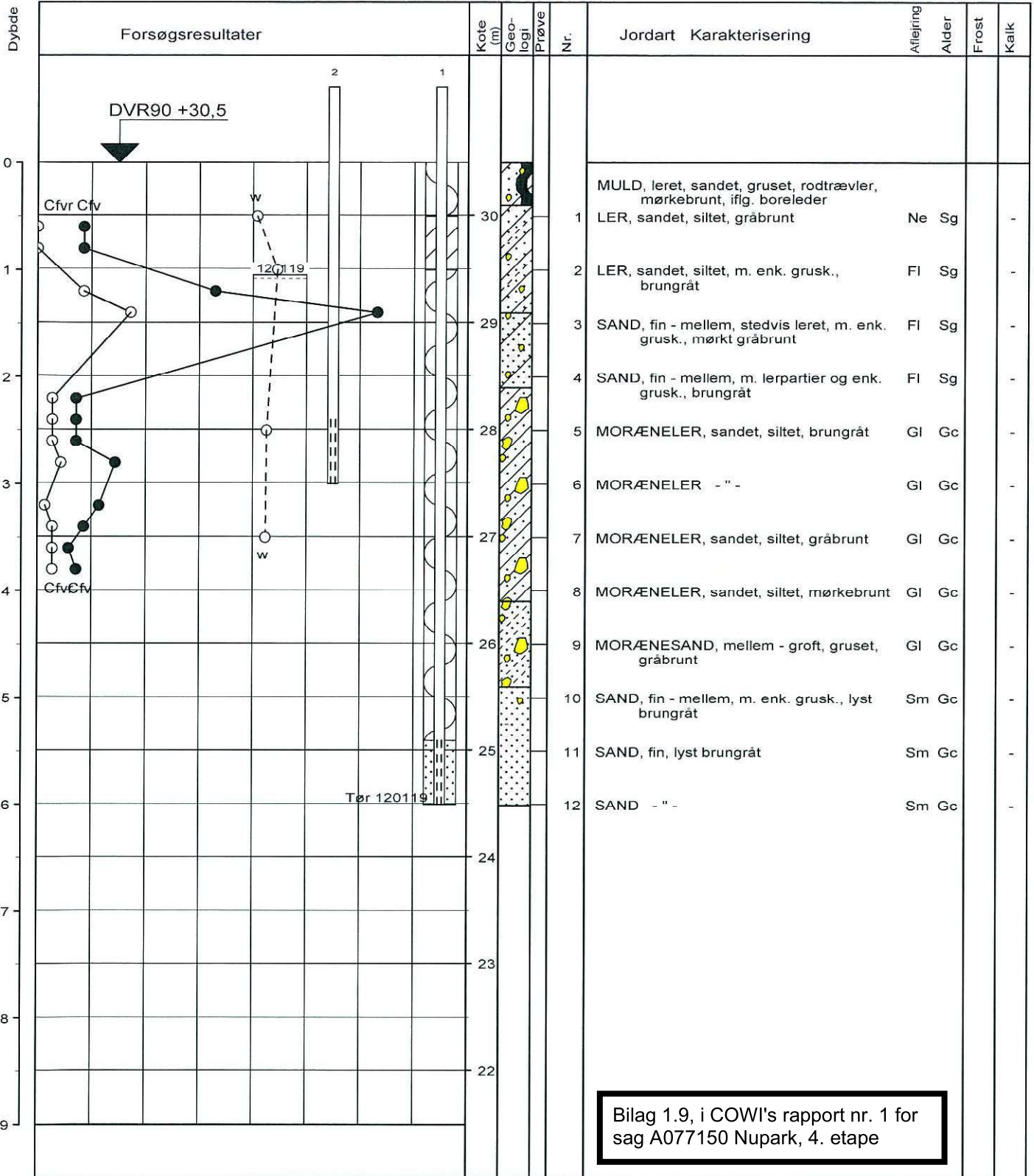
Prøve 3: Lagdelt.
 Prøve 4: Svagt lagdelt.
 Prøve 10 - 13: Lokalmoræne, tertiært præget.
 Boremethode: Tørboring med foring og 6" snegle
 Koordinat system: U32EUREF89
 X: 476344 (m) Y: 6249750 (m) Plan:

Sag : 76936-A-1 HOLSTEBRO. Nupark 3. etape, 1. afsnit
 Geolog : LCX Boret af : SNC Dato : 20120118 DGU-nr.: Boring : B102
 Udarb. af: AMU Kontrol : KKJN Godkendt: *HRMO* Dato : *01/2.2012* ~~Bilag : 1.2~~ s. 1 / 1



Boreprofil

BR-registratør - PST/GFDK 2.0 - 20/02/2012 13:07:47



Bilag 1.9, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape

○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cfv, Cfvr (kN/m²)

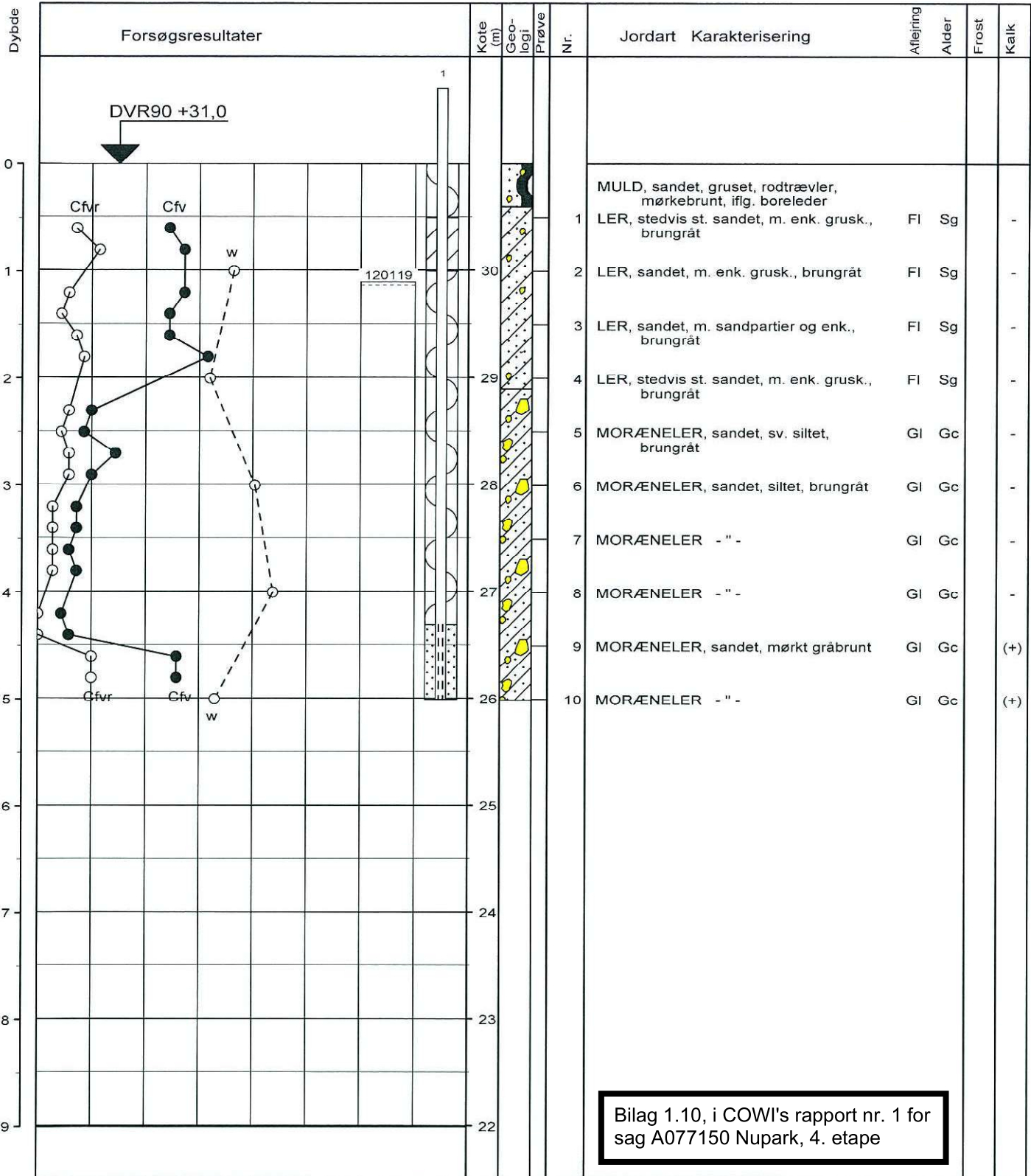
Prøve 8: Lokalmoræne, tertiært præget.
 Boremethode : Tørboring med foring og 6" snegl
 Koordinat system : U32EUREF89
 X : 476277 (m) Y : 6249681 (m) Plan :

Sag : 76936-A-1 HOLSTEBRO. Nupark 3. etape, 1. afsnit
 Geolog : LCX Boret af : SNC Dato : 20120117 DGU-nr.: Boring : B103
 Udarb. af : AMU Kontrol : KKJN Godkendt : HRmo Dato : 21/2. 2012 Bilag : 1.3 s. 1 / 1



Boreprofil

BRRegister - PSTGFDK 2.0 - 20/02/2012 13:08:38



Bilag 1.10, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape

○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cfv, Cfvr (kN/m²)

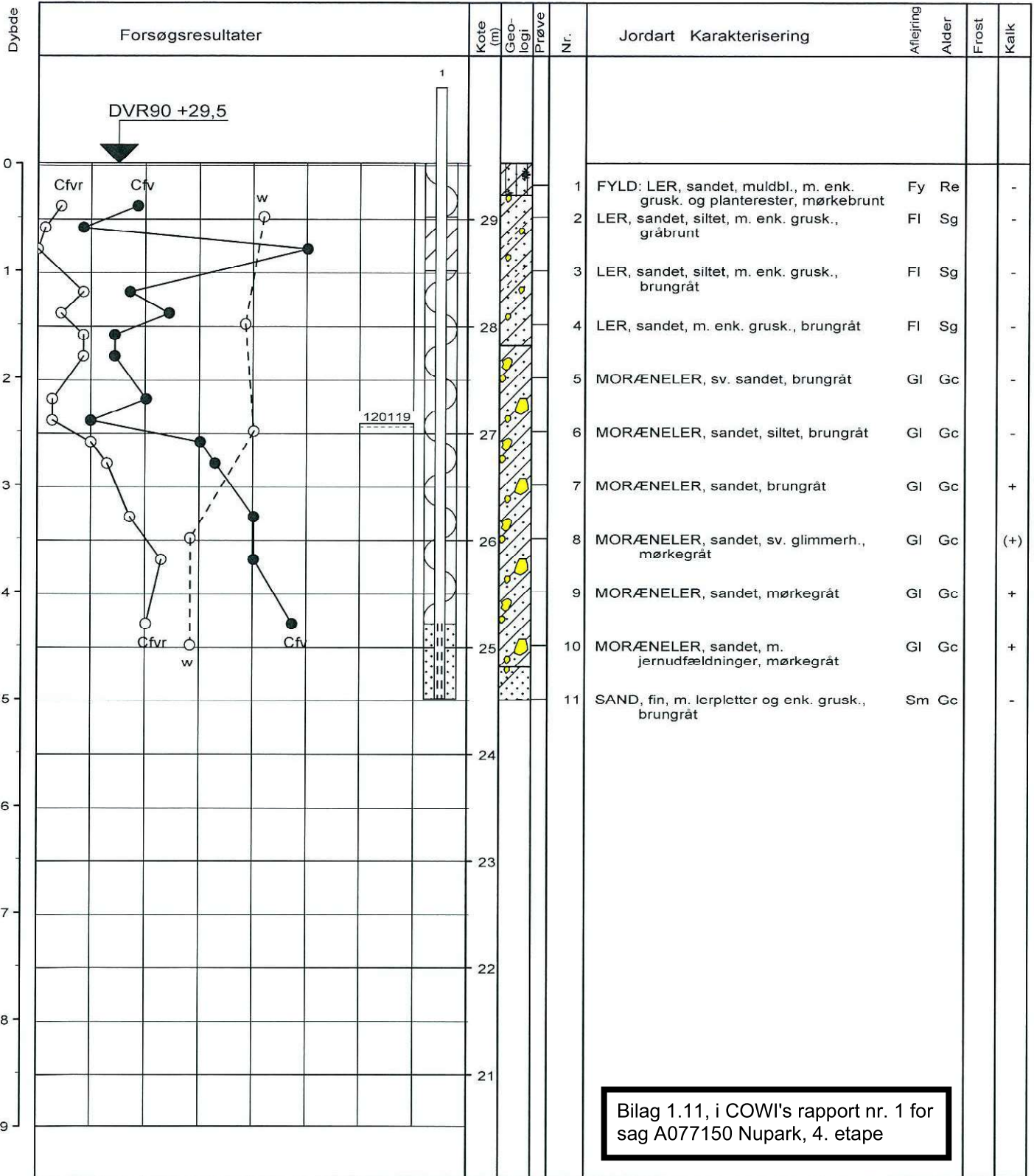
Prøve 1- 4: Svagt lagdelt. Prøve 4: Gruskorn vindslebne.
 Prøve 5: Flyvejordspræget.
 Prøve 9, 10: Lokalmoræne, tertiært præget.
 Boremethode : Tørboring med foring og 6" snegl
 Koordinat system : U32EUREF89
 X : 476204 (m) Y : 6249620 (m) Plan :

Sag : 76936-A-1 HOLSTEBRO. Nupark 3. etape, 1. afsnit
 Geolog : LCX Boret af : SNC Dato : 20120117 DGU-nr.: Boring : B104
 Udarb. af : AMU Kontrol : KKJN Godkendt : *Hemo* Dato : *2/2. 2012* ~~Bilag 1.4~~ s. 1 / 1



Boreprofil

BRRegister - PSTGFDDK 2.0 - 20/02/2012 13:09:41



Bilag 1.11, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape

○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cfv, Cfvr (kN/m²)

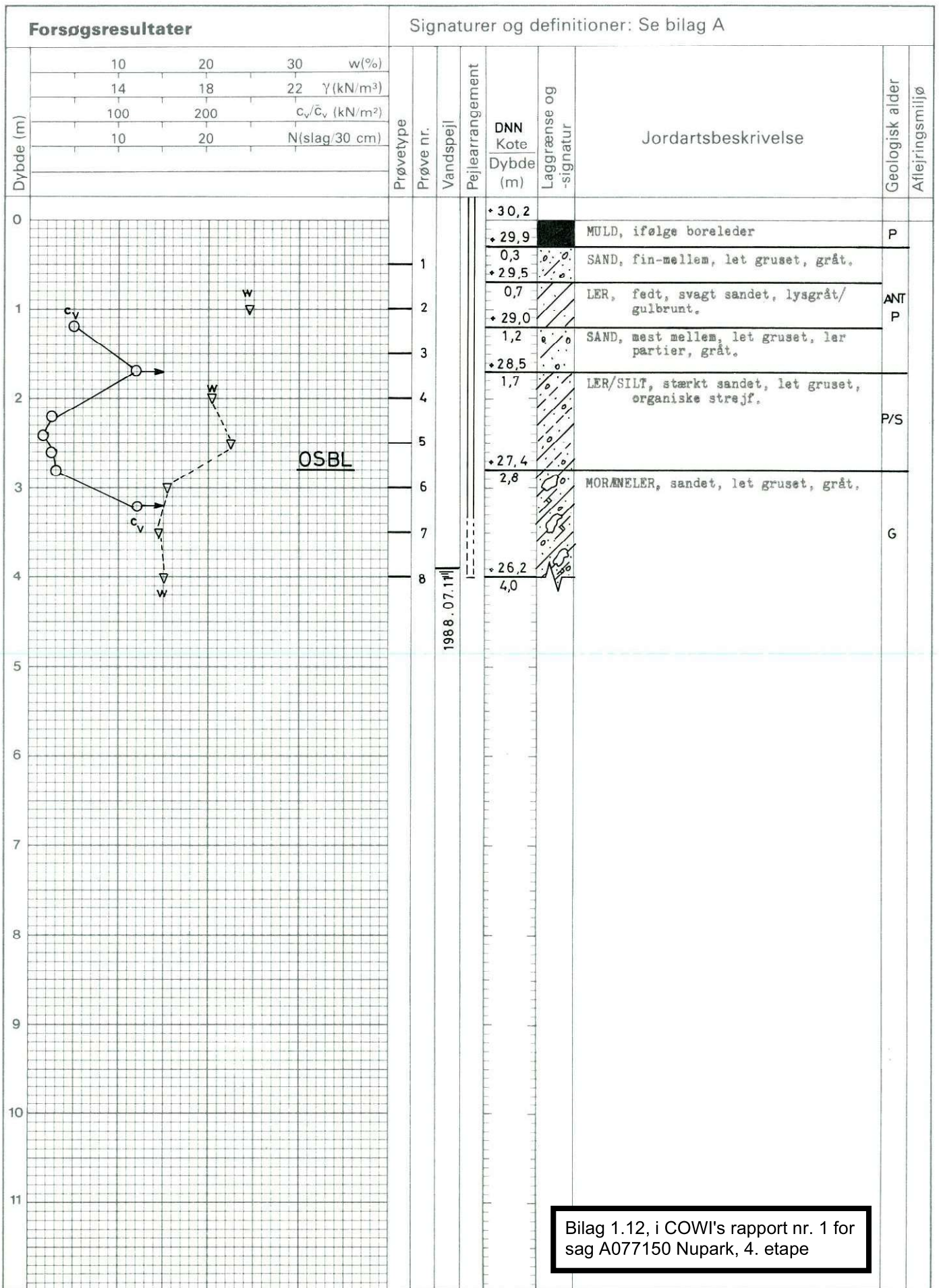
Prøve 2: Fyld?
 Prøve 4: Lagdelt.
 Prøve 8 - 10: Lokalmoræne, tertiært præget.
 Boremetode : Tørboring med foring og 6" snegl
 Koordinat system : U32EUREF89
 X : 476156 (m) Y : 6249552 (m) Plan :

Sag : 76936-A-1 HOLSTEBRO. Nupark 3. etape, 1. afsnit
 Geolog : LCX Boret af : SNC Dato : 20120117 DGU-nr.: Boring : B105
 Udarb. af : AMU Kontrol : KKJN Godkendt : *HRMO* Dato : *21/2.2012* ~~Bilag 1.5~~ s. 1 / 1



Boreprofil

BRegister - PSTGFDK 2.0 - 20/02/2012 13:11:33



Bilag 1.12, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape



GEODAN

Boreprofil

Sag nr. **88.973** MÅBJERG. Søgård.

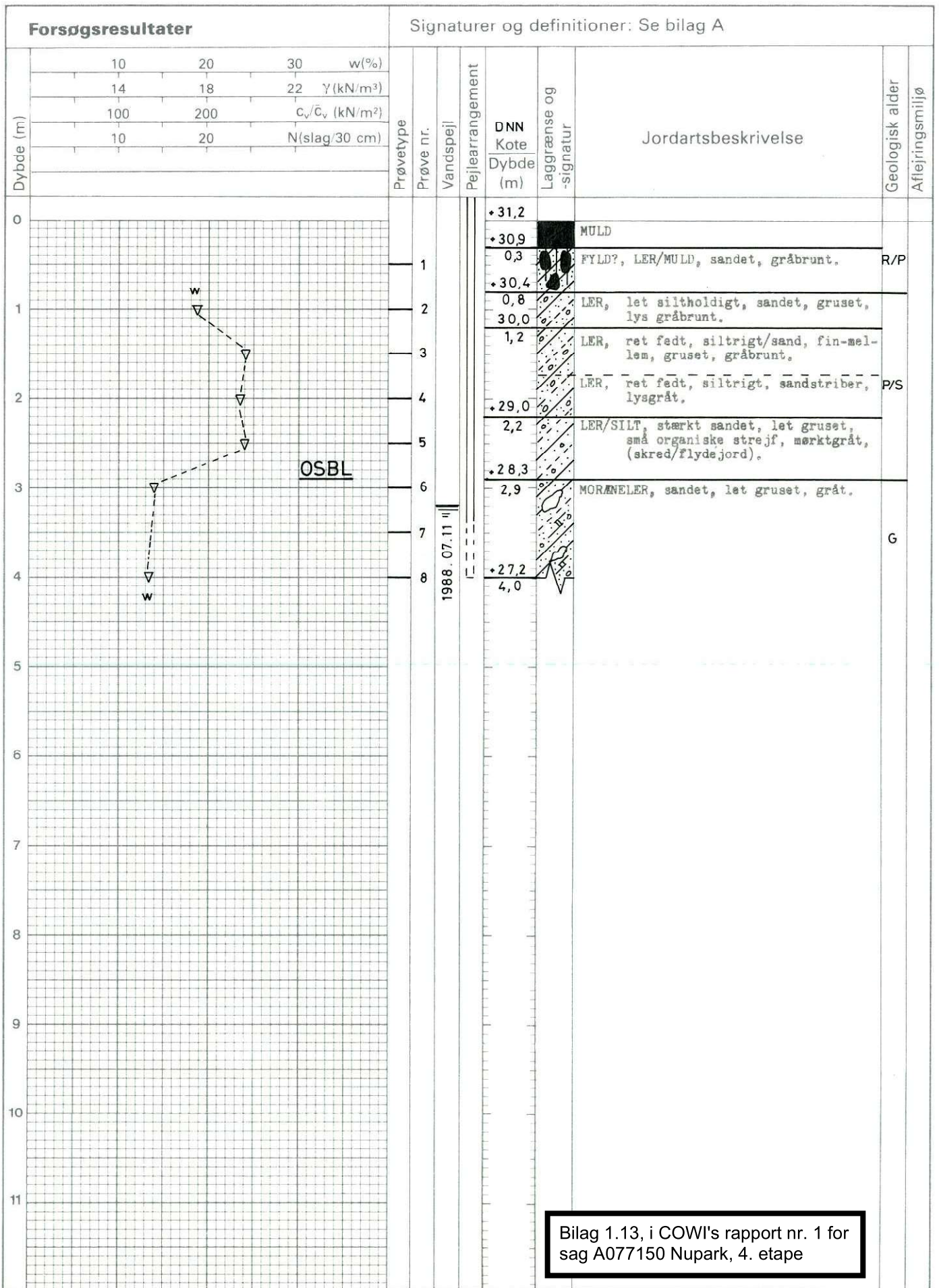
Boring nr. **3**

Udført af **AP/HLM**

Dato **1988.05.26**

Kontrol/Godkendt **KNF/KNF**

Bilag nr. **1.3**



GEODAN

Boreprofil

Sag nr. **88.973** MÅBJERG. Søgård

Boring nr. **5**

Udført af **AP/HLM**

Dato **1988.05.26**

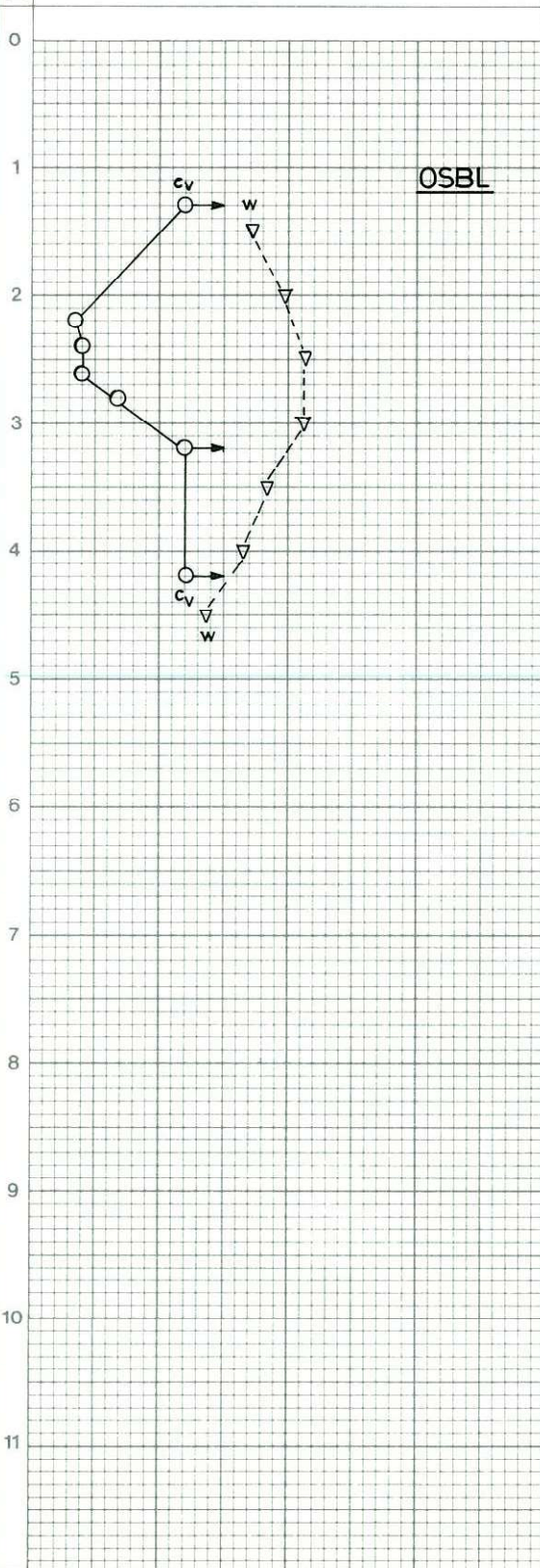
Kontrol/Godkendt **KNF/KNF**

Skala **1.5**

Forsøgsresultater

Signaturer og definitioner: Se bilag A

Dybde (m)	10	20	30	w(%)
	14	18	22	γ (kN/m ³)
	100	200		c_v/\bar{c}_v (kN/m ²)
	10	20		N(slag/30 cm)



Prøvetype	Prøve nr.	Vandspejl	Pejlearrangement	DNN Kote Dybde (m)	Laggrænse og -signatur	Jordartsbeskrivelse	Geologisk alder	Aflejringsmiljø
				+29,9		MULD, finsandet, mørkbrunt.		
				+29,1			P	
				0,8				
				+28,7		SAND, fin-ml., enk. gruskorn, org.inf. lerpartier, gråbrunt.		
				1,2				
						LER, let siltholdigt, sandet, let gruset, lys gråbrunt. (morænalet)	ANT	
						do, siltholdigt.	S	
						do, siltrigt.		
				+27,0				
				2,9		MORÆNELER, let siltholdigt, sandet, let gruset, gråt.		
							G	
				+25,2				
				4,7		SAND, fint, siltholdigt, gråbrunt.		
				5,0				

Bilag 1.14, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape



GEODAN

Boreprofil

Sag nr. **88.973** MÅBJERG. Søgård.

Boring nr. **7**

Udført af **AP/HLM**

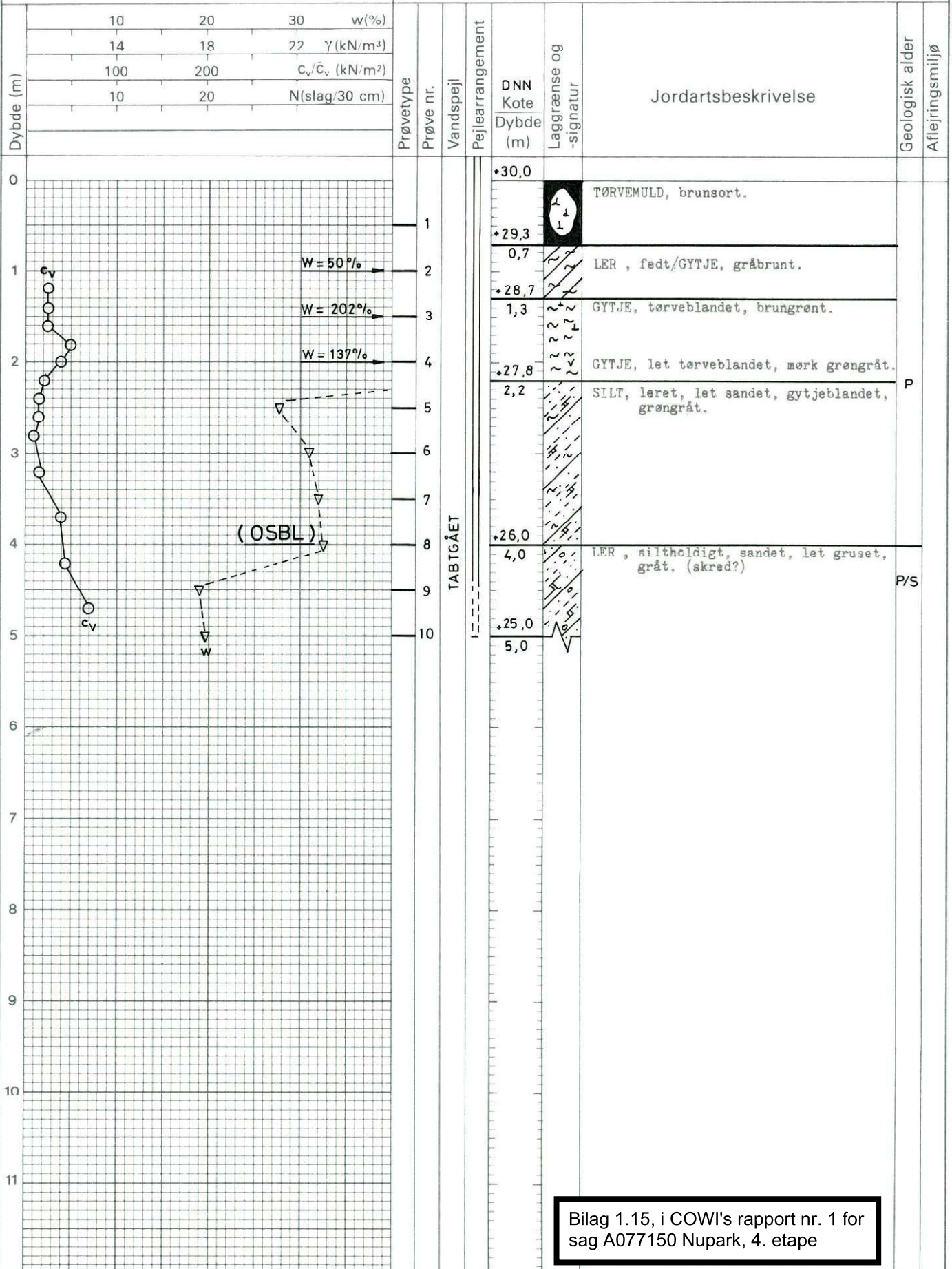
Dato **1988.05.27**

Kontrol/Godkendt **KUF/KUF**

1.7

Forsøgsresultater

Signaturer og definitioner: Se bilag A



Bilag 1.15, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape



GEODAN

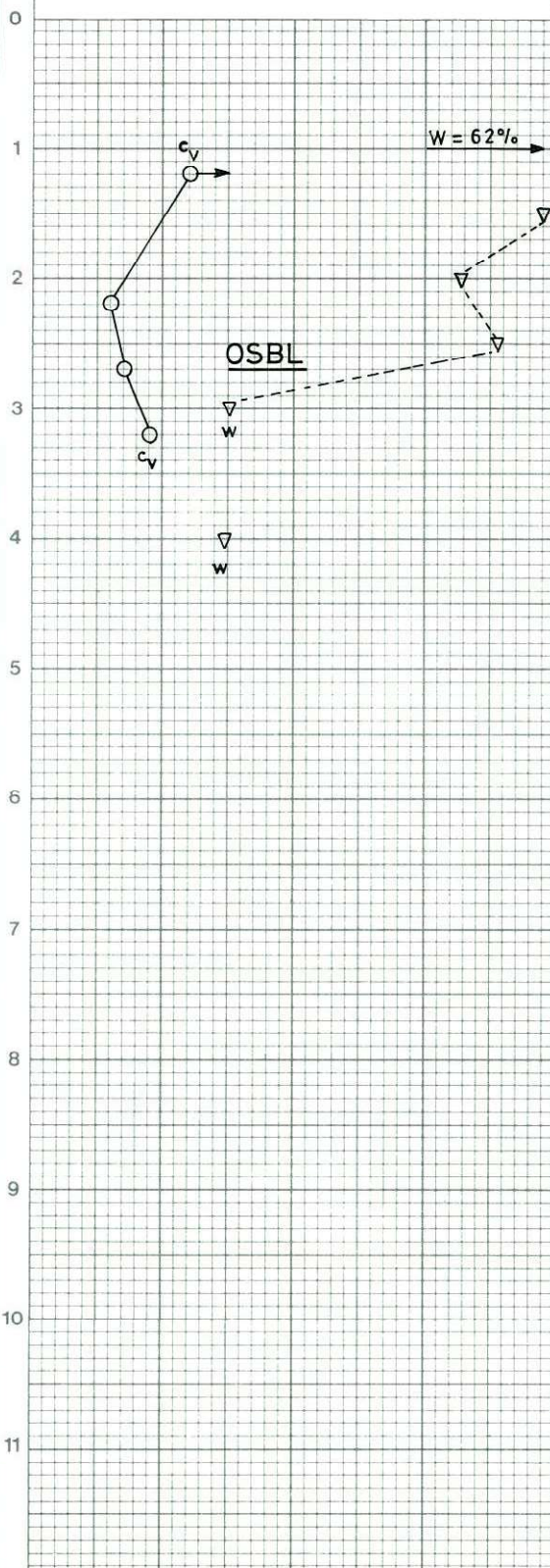
Boreprofil

Sag nr.	88.973	MÅBJERG. Søgaard.	Boring nr.	8
Udført af	AP/HLM	Dato 1988.05.26	Kontrol/Godkendt	KNF/KNF
			Bilag nr.	1.0

Forsøgsresultater

Signaturer og definitioner: Se bilag A

Dybde (m)	10	20	30	w(%)
	14	18	22	γ (kN/m ³)
	100	200		c_v/\bar{c}_v (kN/m ²)
	10	20		N(slag/30 cm)



Prøvetype	Prøve nr.	Vandspejl	Pejlearrangement	DNN Kote Dybde (m)	Laggrænse og -signatur	Jordartsbeskrivelse	Geologisk alder	Aflejringsmiljø
				+32,4		TØRVEMULD, svagt sandet, mørkbrunt.		
				+31,6	0,8	GYTJE, svagt sandet, lys grøngråt.		
						do, tynde tørvestriber, mørk grøngråt.	P	
						do, leret.		
				+29,7	2,7	LER, sandet, let gruset, sandstribe, gråt.	ANT S	
				+28,4	4,0	MORÆNELER, sandet, let gruset, gråt.	G	

Bilag 1.16, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape



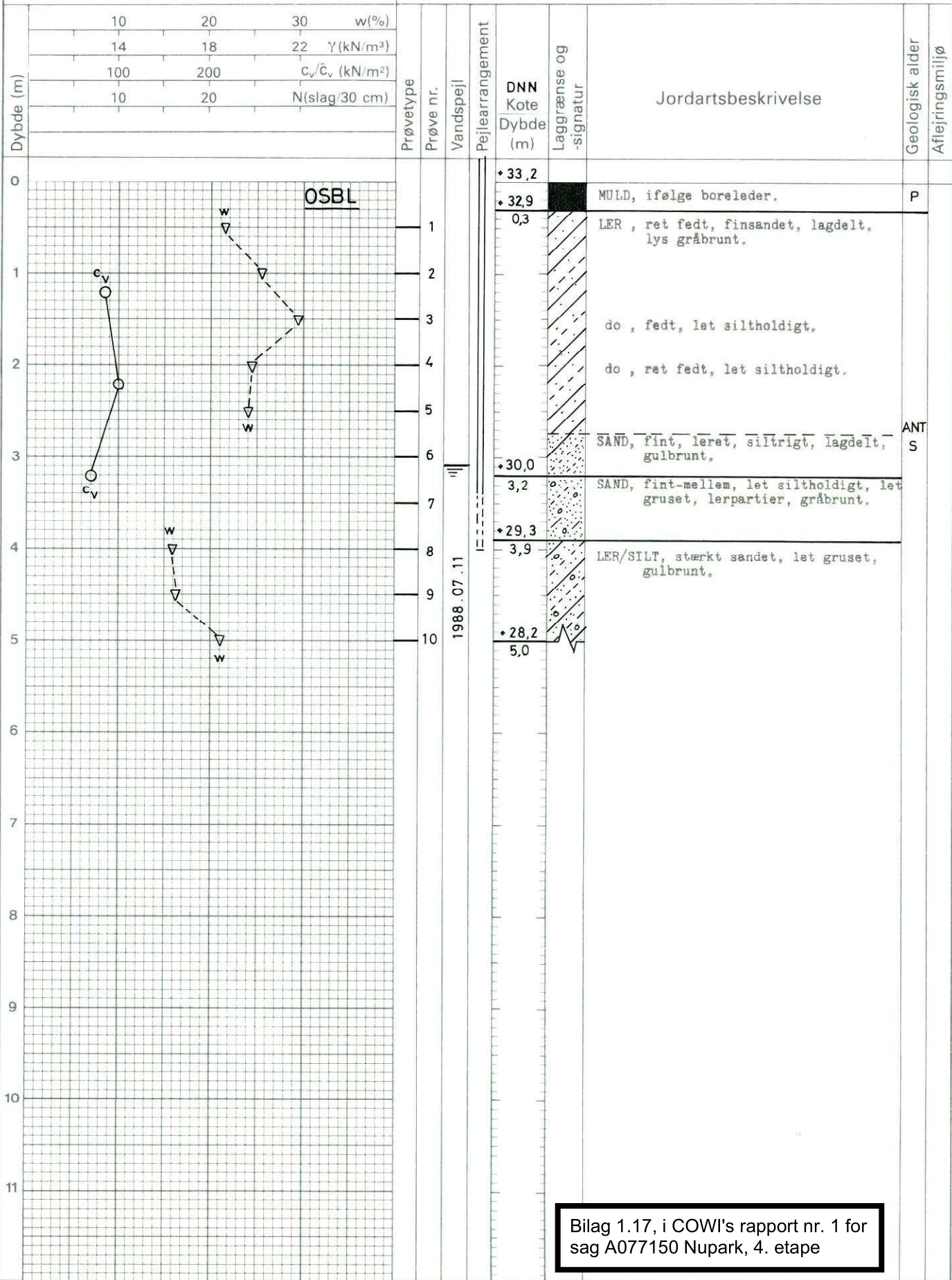
GEODAN

Boreprofil

Sag nr.	88.973	MÅBJERG. Søgård.	Boring nr.	9	
Udført af	AP/HLM	Date	1988.05.26	Kontrol/Godkendt	KNF/KNF

Forsøgsresultater

Signaturer og definitioner: Se bilag A



Bilag 1.17, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape



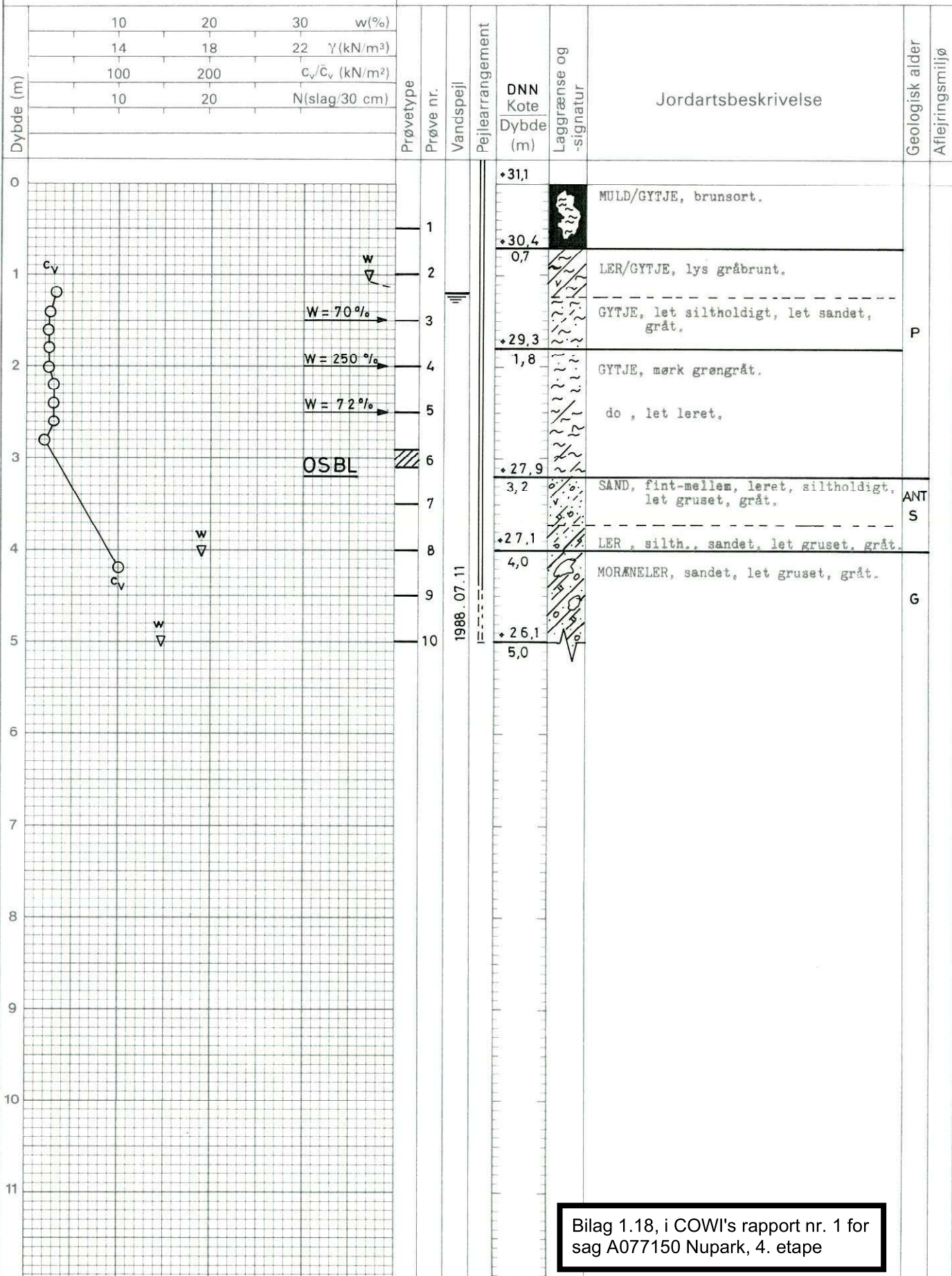
GEODAN

Boreprofil

Sag nr.	88.973	MÅBJERG. Søgård.	Boring nr.	12	
Udført af	AP/HLM	Dato	1988.05.26	Kontrol/Godkendt	KNF/KNF
				Bilag nr.	1.11

Forsøgsresultater

Signaturer og definitioner: Se bilag A



Bilag 1.18, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape



GEODAN

Boreprofil

Sag nr. **88.973**

MÅBJERG. Søgård.

Boring nr. **13**

Udført af **AP/HLM**

Dato **1988.05.27**

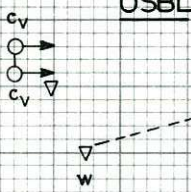
Kontrol/Godkendt **KNF/KNF**

~~1.12~~

Forsøgsresultater

Signaturer og definitioner: Se bilag A

Dybde (m)	10	20	30	w(%)	Prøvetype	Prøve nr.	Vandspejl	Pejlearrangement	DNN Kote Dybde (m)	Laggrænse og -signatur	Jordartsbeskrivelse	Geologisk alder	Aflejningsmiljø
	14	18	22	γ (kN/m ³)									
	100	200		c_u/\bar{c}_v (kN/m ²)									
	10	20		N(slag/30 cm)									
0									+30,7		MULD, ifølge boreleder.		
									+30,3				
				W = 46%		1			0,4		GYTJE, let leret, let sandet, mørk gråbrunt.		
1				W = 92%		2					do, let tørveblandet, mørkbrunt.		
				W = 192%		2A			+29,5				
				W = 95%		3			1,2		TØRVEGYTJE, gulgrønt.		
									1,4		GYTJE, siltholdigt, svagt sandet, grøn-gråt.	P	
2				W = 90%		4					do, små tørvepletter, mørk grøngråt.		
				W = 202%		5							
				W = 43%		6			+27,7		do, let leret.		
3									3,0		LER, siltholdigt, sandet, let gruset, gråt.	S	
4						8			+26,7				
									4,0				



Bilag 1.19, i COWI's rapport nr. 1 for sag A077150 Nupark, 4. etape



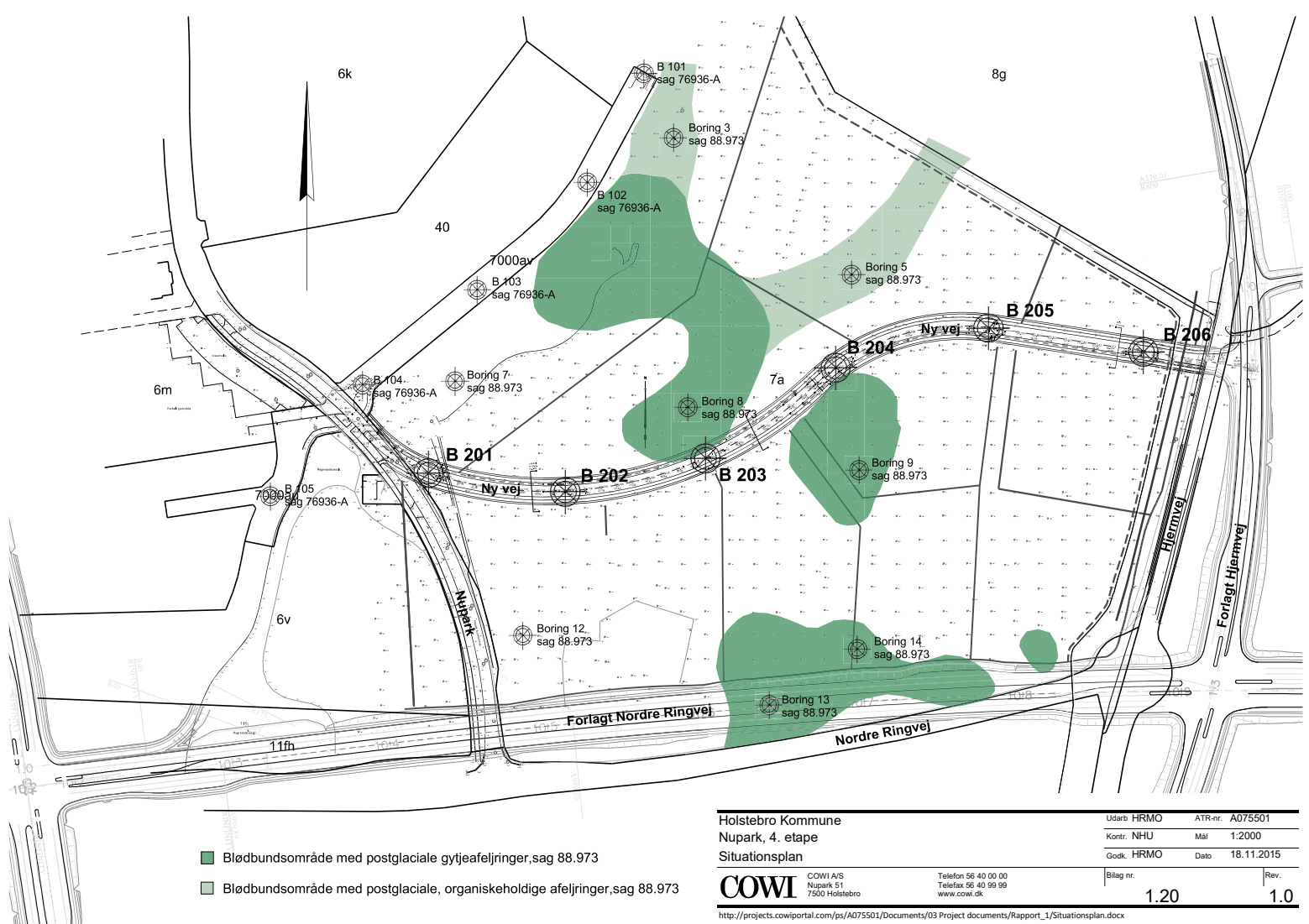
GEODAN

Boreprofil

Sag nr.	88.973	MÅBJERG. Søgård.	Boring nr.	14	
Udført af	AP/HLM	Dato	1988.05.27	Kontrol/Godkendt	KNF/KNF

1.13

26-42 Tølbjerg & Koch



- Blødbundsområde med postglaciale gytjefeljringer, sag 88.973
- Blødbundsområde med postglaciale, organiskeholdige afeljringer, sag 88.973

Holstebro Kommune
 Nupark, 4. etape
 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. A075501
Kontr. NHU	Mål 1:2000
Godk. HRMO	Dato 18.11.2015
Bilag nr.	Rev.

1.20 1.0