

Holstebro Kommune
Teknik- og miljøforvaltningen
Rådhuset
7500 Holstebro
Att.: Jørgen Kamp Hansen

ULFBORG. Industriarealet - lokalplan 65.
Orienterende jordbundsundersøgelse for
udstyknig og vej.
Geoteknisk undersøgelsesrapport.

Nupark 51
7500 Holstebro

Telefon 97 41 14 99
Telefax 97 41 13 99

Direkte 96 13 72 39
E-mail KNF@cowi.dk

Dato 16. april 2008

Sag nr. 67443-9

Initialer TMJ

Geodan A/S
CVR-nr. 44 62 35 28
www.geodan.dk

Rapport nr. 1.

Dokument nr. 67443-9.1
Version 1.0
Udgivelsesdato 16. april 2008

Udarbejdet *Thomas Jaap / KRINO*
Kontrolleret KNF / *KNF*
Godkendt KNF / *KNF*

Indholdsfortegnelse		Side
1	Undersøgelsens formål	2
2	Mark- og laboratoriarbejde	2
3	Koter	3
4	Jordbunds- og vandspejlsforhold	3
5	Funderingsforhold	4
6	Sætninger	6
7	Udførelse	6
7.1	Grundvand	6
7.2	Udgravning	7
8	Tilfyldning	7
9	Veje	7
10	Supplerende undersøgelser	8
11	Jordhåndtering	8
12	Afsluttende bemærkninger	8

Bilagsfortegnelse		Nr.
Signaturer og definitioner		A-1
Boreprofil, boring B1 - B7		1.1-1.7
Situationsplan		1.8
Kornkurve		1.9

1 Undersøgelsens formål

For Holstebro Kommune er der i februar 2008 udført en orienterende geoteknisk undersøgelse i forbindelse med en erhvervsudstyknings i Ulfborg, lokalplan nr. 65.

Det er undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data for udstykningen i et sådant omfang, at grundkøbere kan vurdere de mulige foranstaltninger, der måtte være nødvendige i forbindelse med opførelsen af et traditionelt byggeri uden kælder.

Endvidere er det undersøgelsens formål at fremskaffe geologiske og geotekniske data for området til brug i forbindelse med anlæggelsen af veje i udstykningen.

Der forelå ikke yderligere oplysninger på undersøgelsestidspunktet.

2 Mark- og laboratoriearbejde

Fra den 4. og 5. februar 2008 er der udført 7 uforede, Ø 150 mm geotekniske borer, benævnt B1 - B7, som er afsluttet 4,0 á 7,0 m under nuværende terræn (m u. t.).

Boringerne er afsat ud fra den tilsendte landinspektørplan; de tilhørende terrænkoter (DVR90) er uddraget af samme plan.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen, bilag 1.8.

I boringerne er der registreret laggrænser og udtaget omrørte jordprøver.

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

Vandspejlet i pejlerørene er indmålt den 5. februar samt den 8. april 2008..

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

Med relevante jordprøver er der udført forsøg til bestemmelse af det naturlige vandindhold, w og det reducerede glødetab, glr. Derudover er der på 3 prøver udført en sigtning til bestemmelse af materialets kornkurve.

Jordprøvernes kalkindhold er vurderet med en 10 % saltsyreopløsning.

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

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

3 Koter

Alle koter refererer til Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90.

Terrænet ved boringerne for udstykningen varierer mellem kote +20,0 m og +18,7 m, hvilket svarer til en højdeforskel på 1,3 m.

Terrænkoter og koordinater til boringerne fremgår af boreprofilerne.

4 Jordbunds- og vandspejlsforhold

I boringerne B1 - B4 er der under 0,2 meter muld truffet postglaciale sand til 1,3 á 5,1 meters dybde, hvor det afløses af antageligt senlaciale smeltevandssand. I boring B4 er der endvidere truffet 0,2 meter postglaciale tørv i 1,0 meters dybde.

I boringerne B5 - B7 er der 0,2 á 0,3 meter muld truffet senlaciale smeltevandssand.

Det kan ikke helt udelukkes, at der i det postglaciale sand helt regelløst og i vilkårlig dybde forekommer sætningsgivende aflejringer i form af tørv og gytje af varierende mægtigheder.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør den 5. februar samt den 8. april 2008, hvor der blev målt de i tabel 1 anførte vandspejl.

Tabel 1: Vandspejlsmålinger

Boring Nr.	Terræn Kote (m)	Vandspejlsniveau 5. februar		Vandspejlsniveau 8. april	
		Dybde (m u.t.)	Kote (m)	Dybde (m u.t.)	Kote (m)
B 1	+19,5	0,7	+18,8	1,0	+18,5
B 2	+19,2	0,5	+18,7	0,8	+18,4
B 3	+20,0	1,4	+18,6	1,7	+18,3
B 4	+18,7	0,4	+18,3	0,6	+18,3
B 5	+18,9	0,5	+18,4	0,7	+18,2
B 6	+18,8	0,4	+18,4	0,5	+18,3
B 7	+19,0	0,6	+18,4	0,7	+18,3

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

Det anbefales at pejle regelmæssigt i boringerne, indtil udgravningsarbejdet begyndes.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbundsforholdene henvises til boreprofilerne.

5 Funderingsforhold

Den geotekniske undersøgelse viser, at projektet på det foreliggende grundlag kan behandles i normal funderingsklasse, jf. Dansk Standards "Norm for fundering", DS 415, 4. udgave af 23. april 1998, punkt 2.1.2.

For de udførte boringer er der i tabel 2 angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, og overside betinget bæredygtige lag (betinget af tilladelige sætninger), OSBBL

Tabel 2: Overside bæredygtige lag, OSBL, og overside betinget bæredygtige lag (betinget af acceptable sætninger), OSBBL

Boring Nr.	Terræn Kote (m)	OSBL		OSBBL	
		Dybde (m u. t.)	Kote (m)	Dybde (m u. t.)	Kote (m)
B 1	+19,5	1,3	+18,2	0,2	+19,3
B 2	+19,2	1,0	+18,2	0,2	+19,0
B 3	+20,0	1,3	+18,7	0,2	+19,8
B 4 *	+18,7	5,0 *	+13,7 *	1,3	+17,4
B 5	+18,9	0,3	+18,6	-	-
B 6	+18,8	0,3	+18,5	-	-
B 7	+19,0	0,2	+18,8	-	-

* Med de trufne jordbunds- og vandspejlsforhold ved den aktuelle boring vurderes en fundering helt uden risiko for skadelige sætninger at skulle udføres på rammede pæle med fritbærende fundamentalsbjælker og gulve. Pælene føres til den fornødne bæreevne i aflejringerne under OSBL. Nærværende undersøgelse er ikke udført med henblik på en pælefundering. En pælefundering er derfor ikke omtalt yderligere i nærværende rapport.

For det aktuelle projekt, og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold, vurderes den mest fordelagtige funderingsmetode at være:

- Ved forhold som ved boring B5 - B7 en direkte fundering i aflejringerne under OSBL.

og

- I boringerne B1 - B4 er der truffet moderat sætningsgivende aflejringer mellem OSBL og OSBBL - jf. også afsnit 4. Med dybereliggende og moderat sætningsgivende aflejringer som i den for den aktuelle sag udførte boringer vurderes det muligt at fundere direkte på armerede stribe-

fundamenter i aflejringer under OSBBL, såfremt eventuelle mindre sætninger kan accepteres.

Fundamenterne skal overalt føres ned i mindst frostsikker dybde under fremtidigt terræn, hvilket for de aktuelle forhold er 0,9 meter.

Ved fundering i aflejringer svarende til de under OSBBL og OSBL trufne kan der ved dimensionering af fundamenterne anvendes de i tabel 3 anførte rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

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 (K).

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)	K (MN/m ²)
Sand, Pg	18/10	33	-	33	-	20
Sand, Sg	18/10	35	-	35	-	30

Fundamenterne skal dimensioneres i henhold til DS 415, Norm for fundering.

Dimensioneringen skal udføres i såvel brudgrænsetilstanden (bæreevne) som anvendelsestilstanden (sætninger) i overensstemmelse med retningslinierne i DS 415, kapitel 5 samt afsnit 6.1 og 6.2.

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

Ved dimensioneringen kan der forudsættes vandspejl i terræn.

Med de aktuelle funderingsforhold skal stribefundamenterne armeres i over- og underside for at imødegå risikoen for eventuelle skadelige differenssætninger.

Armeringen i såvel top som bund bør svare til 0,2 % af stribefundamenternes samlede betontværsnitsareal.

Med de trufne vandspejl bør der ubetinget etableres omfangsdræn omkring bygninger.

Omfangsdrænet placeres i niveau med fundamentsundersiden, og forbindes til kloak.

Ved dimensioneringen kan der således forudsættes et vandspejl i niveau med omfangsdrænet.

Dræningen skal udføres i overensstemmelse med retningslinierne i Dansk Standards "Norm for dræning af bygværker m.v.", DS 436, gældende udgave.

Hvis der ikke etableres et omfangsdræn, skal der ved dimensioneringen forudsættes et vandspejl beliggende i niveau med terræn.

Gulve inklusiv kapillarbrydende lag kan udlægges direkte efter afrømning af aflejringerne over OSBBL.

Der henvises i øvrigt til gældende Bygningsreglement.

6 Sætninger

Når det endelige projekt foreligger, skal der udføres egentlige sætningsberegninger, så det kan vurderes, om disse kan accepteres.

Herudover henledes opmærksomheden på risikoen for sætningsgivende lag i de postglaciale sandaflejringer, jf. afsnit 4.

7 Udførelse

7.1 Grundvand

Da der skal graves i sand under grundvandsspejlet er en midlertidig grundvandssænkning nødvendig for at bevare udgravningsbund og -sider intakte.

Den midlertidige grundvandssænkning vurderes mest hensigtsmæssigt udført med nedborede, filterkastede sugespidsler tilsluttet et effektivt vacuumpumpeanlæg.

Inden udgravningsarbejdet påbegyndes, skal grundvandsspejlet være afsænket mindst 0,3 á 0,5 m under udgravningsniveau.

Den midlertidige grundvandssænkning skal følges nøje, da den kan give sætningskader på nærliggende bygninger, veje og pladser, som er funderet over sætningsgivende aflejringer.

Som følge heraf bør grundvandssænkningen være så kortvarig som mulig.

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

7.2 Udgravning

Såfremt jordbundsforholdene overalt svarer til dem, der er fundet i borerne, kan udgravningsarbejdet til OSBBL formentlig udføres uden særlige problemer, forudsat der udføres midlertidig grundvandssenkning, som beskrevet i afsnit 7.1.

8 Tilfyldning

Som tilfyldning under gulve foreslås der anvendt ren sandfyld.

Sandfylden kan være som bundsikringsand og -grus (BL II) med et uensformighedsstal, $U = d_{60}/d_{10}$, 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 højst 30 cm.

Det anbefales at anvende de i tabel 4 anførte krav til komprimeringsgrader, som forudsætter, at der måles med isotopsonde.

Tabel 4: Krav til komprimeringsgrader (isotopsonde) for sandfyld under gulve.

Standard Proctor		Vibrationsindstampning	
Middel	Mindste	Middel	Mindste
96 %	93 %	93 %	90 %

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

I forbindelse med komprimeringen er det vigtigt, at tilfyldningsmaterialet fra starten har det rette vandindhold, samt at der anvendes egnet, men ikke for stort komprimeringsmateriel således at for kraftig komprimering undgås.

9 Veje

For det aktuelle projekt, og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes det muligt at etablere vejaksen på aflejringer under OSBBL. Det vil sige, at tørv, muld og muldholdigt jord bortgraves inden eventuel påfyldning eller etablering af belægning.

Med forhold som i borerne B 1 - B 3 og B 5 - B 7 vurderes de trufne, øvre sandaflejringer at være egnede som bundsikringsand for de kommende veje, jf. bilag 1.9.

Når afgravningerne er udført, kan belægningen etableres, eller der kan foretages den nødvendige påfyldning.

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

Det anbefales at lægge dræn under vejene. Drænene bør placeres i passende dybde, så der ikke står vand højere end underside vejkasse.

Dræningen skal i øvrigt udføres i overensstemmelse med Dansk Standards "Norm for dræning af bygværker m.v.", DS 436, gældende udgave.

10 Supplerende undersøgelser

Med de trufne postglaciale aflejringer skal der udføres supplerende jordbundsundersøgelser for at fremskaffe geologiske og geotekniske data i et sådant omfang, at der kan udarbejdes et funderingsprojekt for de endelige projekter, når disse foreligger.

11 Jordhåndtering

I henhold til Jordforureningsloven kan der blive stillet særlige krav til håndtering af jord, som deponeres udenfor matriklen.

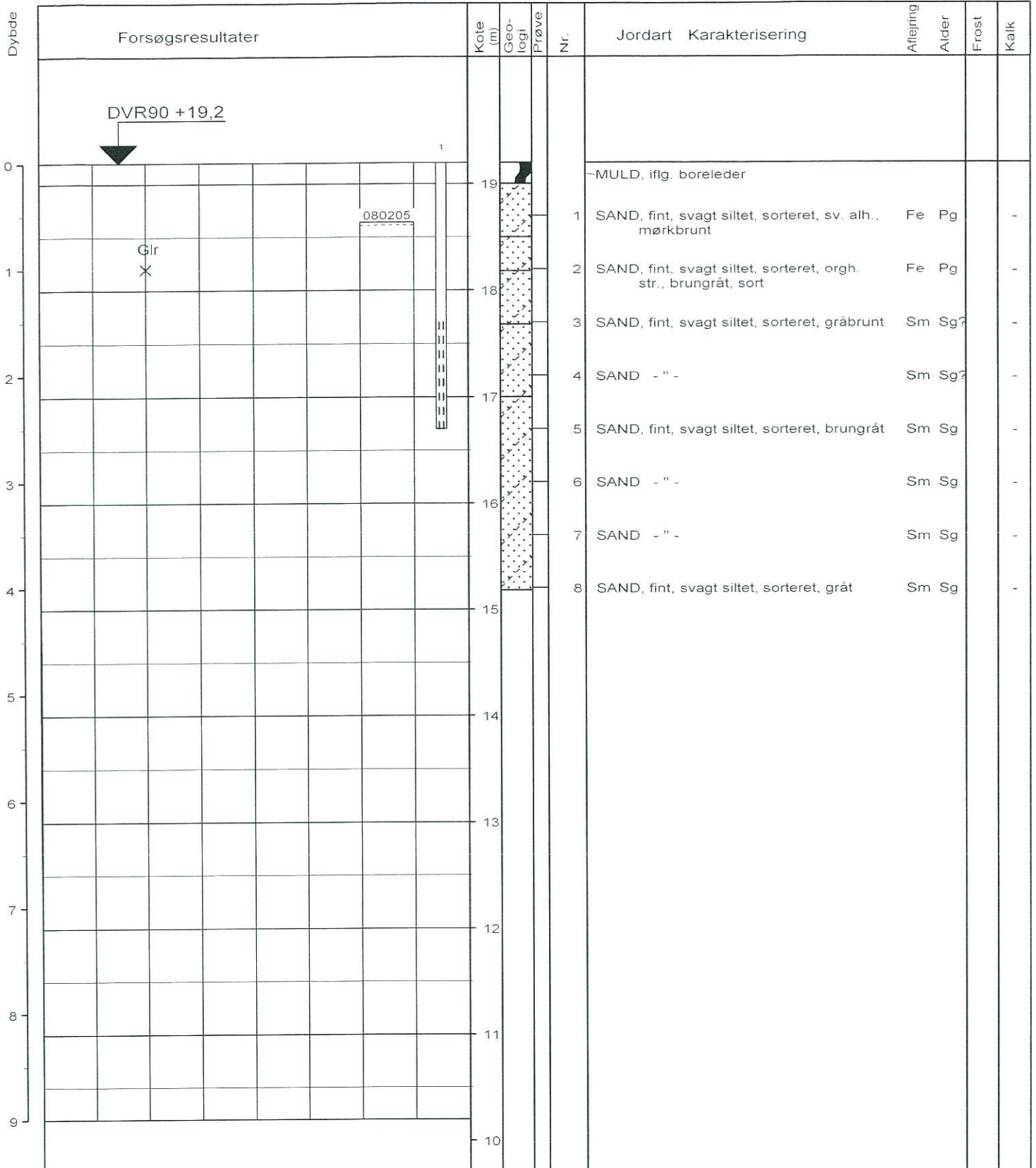
Disse forhold kan have væsentlig indflydelse på projektets tidsplan og økonomi, hvorfor de anbefales afklaret så hurtigt som muligt, og inden byggeriet påbegyndes.

12 Afsluttende bemærkninger

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

I henhold til DS 415 skal nærværende undersøgelsesrapport suppleres med en geoteknisk projekteringsrapport.

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



DVR90 +19,2

Glir
X

080205

○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
X	2	4	6	Glir. (%)

Borem metode : Tørboring uden foring
 Koordinat system :

Plan :

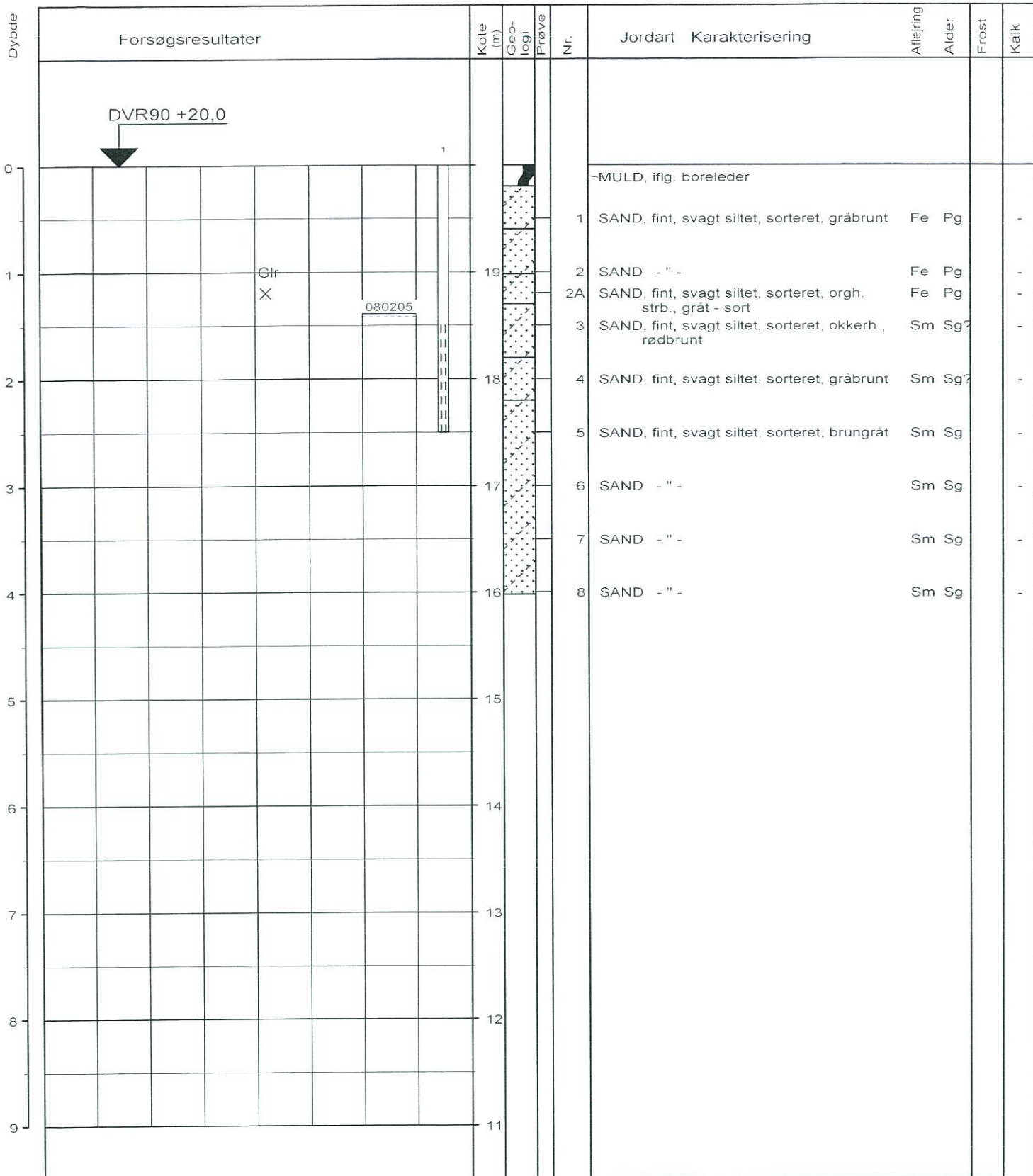
Sag : 67443-9 ULFBORG. Industriarealet - lokalplan 65.

Geolog : NPM Boret af : PRB Dato : 20080204 DGU-nr.: Boring : B2
 Udarb. af : BDB Kontrol : *KMF* Godkendt : *TMS* Dato : 22.02.08 Bilag : 1.2 s. 1 / 1

GEODAN

Boreprofil

BRRegister - PSTGFDK 2.0 - 15/04/2008 08 43:55



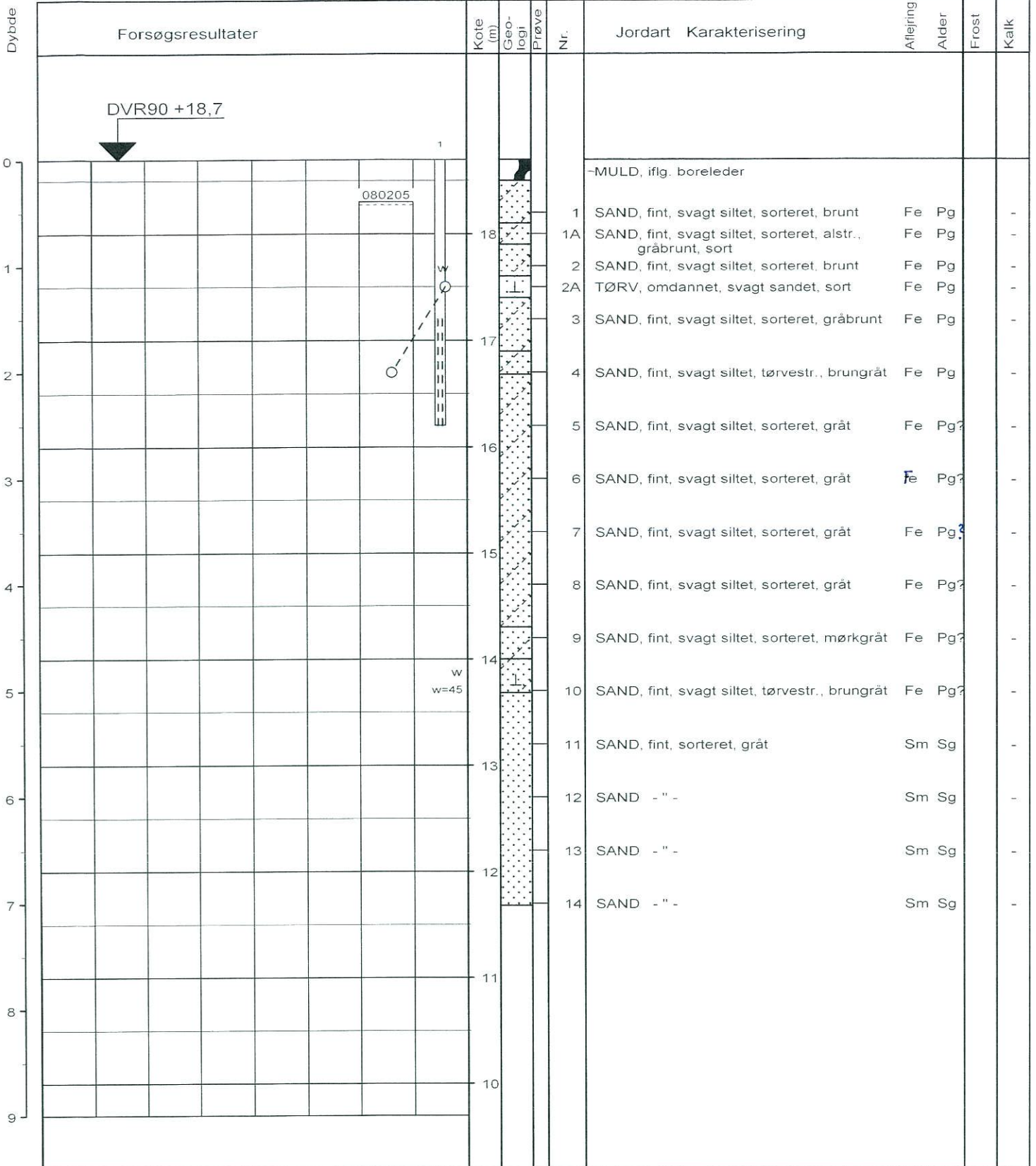
O	10	20	30	w (%)
Δ	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
X	2	4	6	Gl. (%)

Borem metode : Tørboring uden foring
 Koordinat system :

Plan :

BRegister - PST/GFDK 2.0 - 15/04/2008 08.44.15

Sag : 67443-9 ULFBORG. Industriarealet - lokalplan 65.
 Geolog : NPM Boret af : PRB Dato : 20080204 DGU-nr.: Boring : B3
 Udarb. af : BDB Kontrol : *KPF* Godkendt : *THJ* Dato : *22.02.08* Bilag : 1.3 s. 1 / 1



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

Boremetode : Tørboring uden foring

Koordinat system :

Plan :

Sag : 67443-9 ULFBORG. Industriarealet - lokalplan 65.

Geolog : NPM

Boret af : PRB

Dato : 20080204 DGU-nr.:

Boring : B4

Udarb. af : BDB

Kontrol : **KVF**

Godkendt : **THJ**

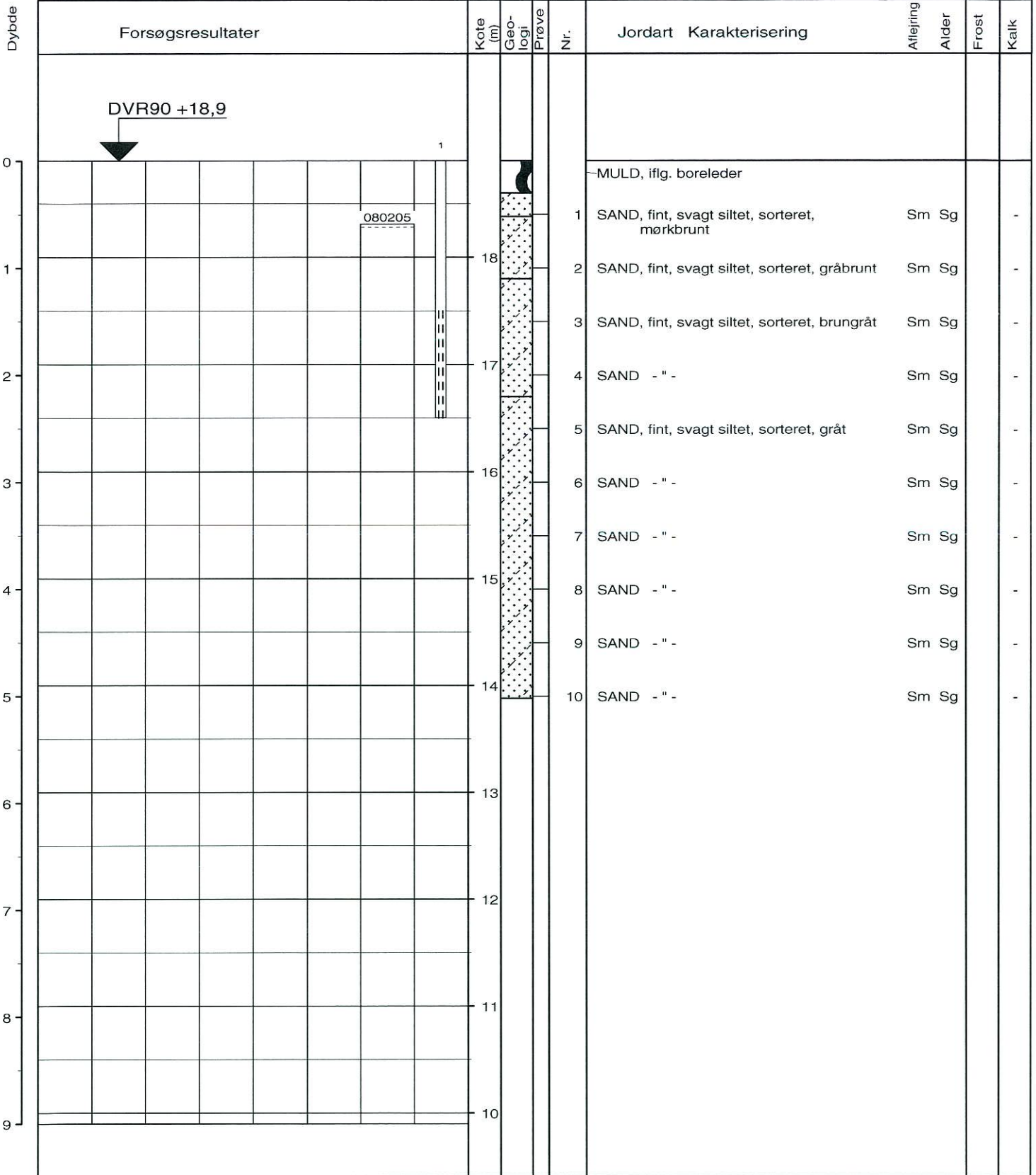
Dato : **22.02.08**

Bilag : 1.4

s. 1 / 1

GEODAN

Boreprofil

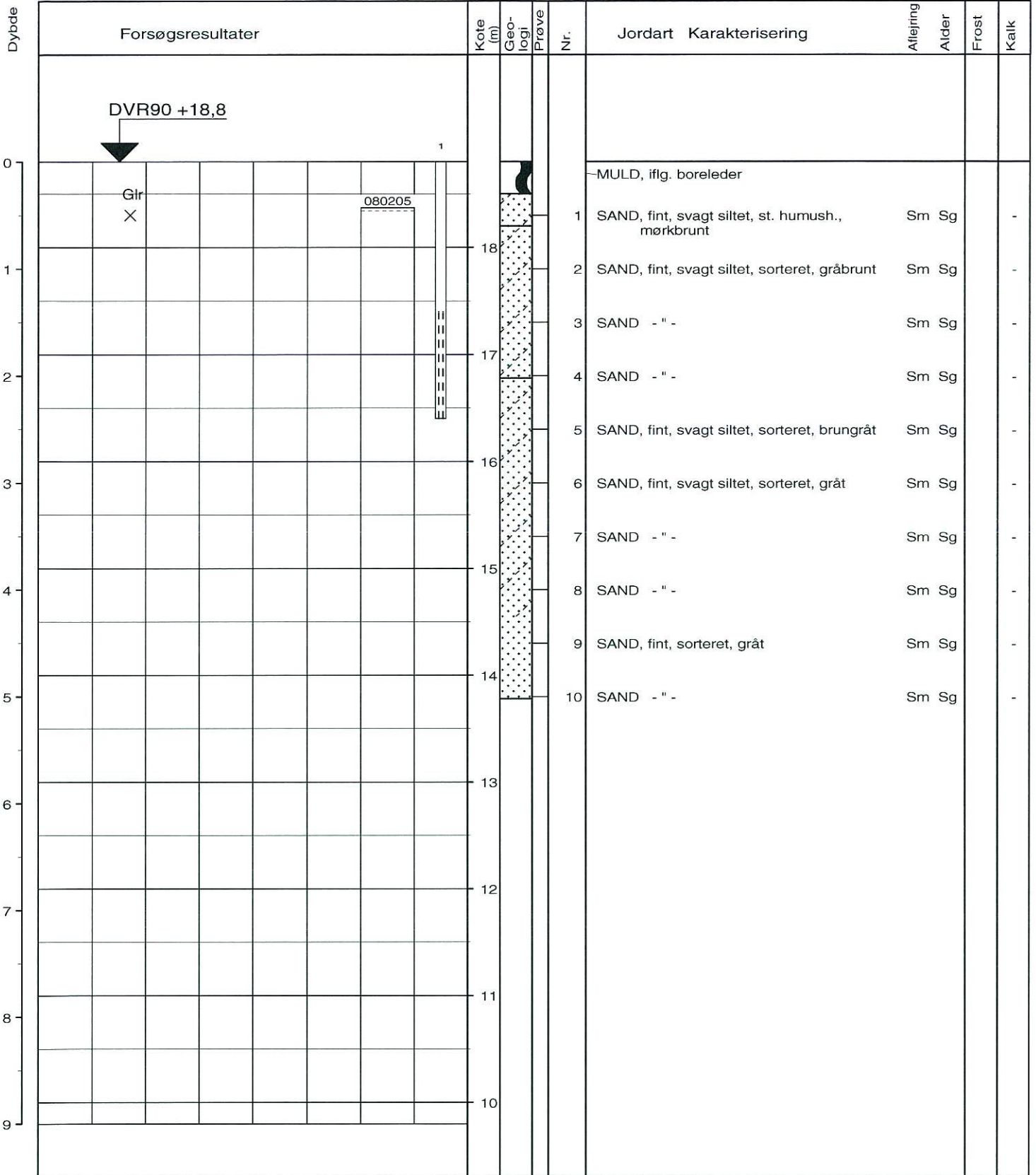


○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)

Boremethode : Tørboring uden foring
 Koordinat system :
 Plan :

BRegister - PSTGFDK 2.0 - 19/02/2008 07:42:41

Sag : 67443-9 ULFBORG. Industriarealet - lokalplan 65.
 Geolog : NPM Boret af : PRB Dato : 20080205 DGU-nr.: Boring : B5
 Udarb. af : BDB Kontrol : KMF Godkendt : THJ Dato : 22.02.08 Bilag : 1.5 s. 1 / 1



○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m³)
●	100	200	300	Cv, Cvr (kN/m²)
X	2	4	6	Glr. (%)

Boremethode : Tørboring uden foring

Koordinat system :

Plan :

Sag : 67443-9 ULFBORG. Industriarealet - lokalplan 65.

Geolog : NPM

Boret af : PRB

Dato : 20080205 DGU-nr.:

Boring : B6

Udarb. af : BDB

Kontrol : KMF

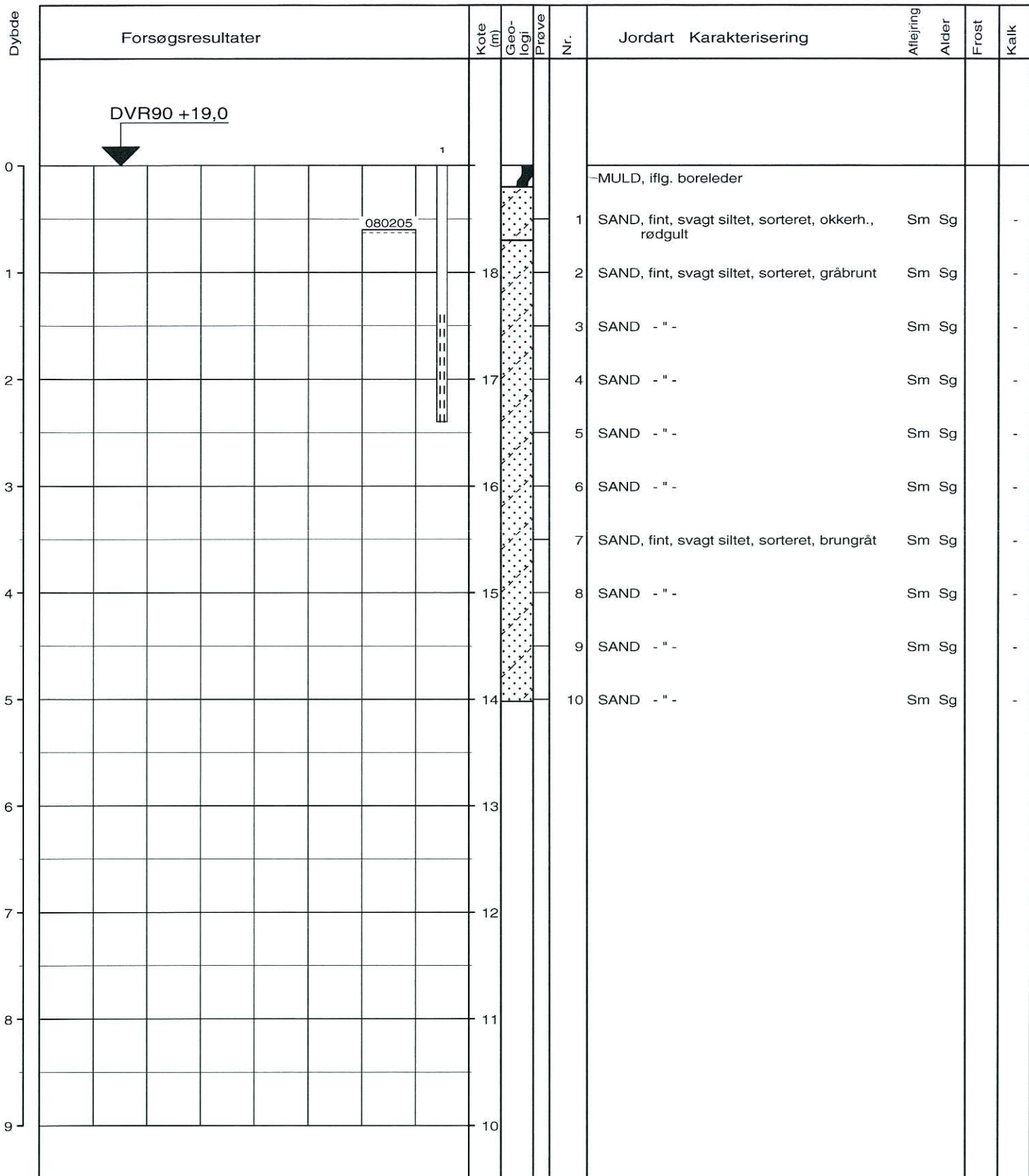
Godkendt : THJ Dato : 22.02.08

Bilag : 1.6

s. 1 / 1

GEODAN

Boreprofil



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

Boremethode : Tørboring uden foring

Koordinat system :

Plan :

Sag : 67443-9 ULFBORG. Industriarealet - lokalplan 65.

Geolog : NPM

Boret af : PRB

Dato : 20080205 DGU-nr.:

Boring : B7

Udarb. af : BDB

Kontrol : *KVF*

Godkendt : *THJ*

Dato : *22.02.08*

Bilag : 1.7

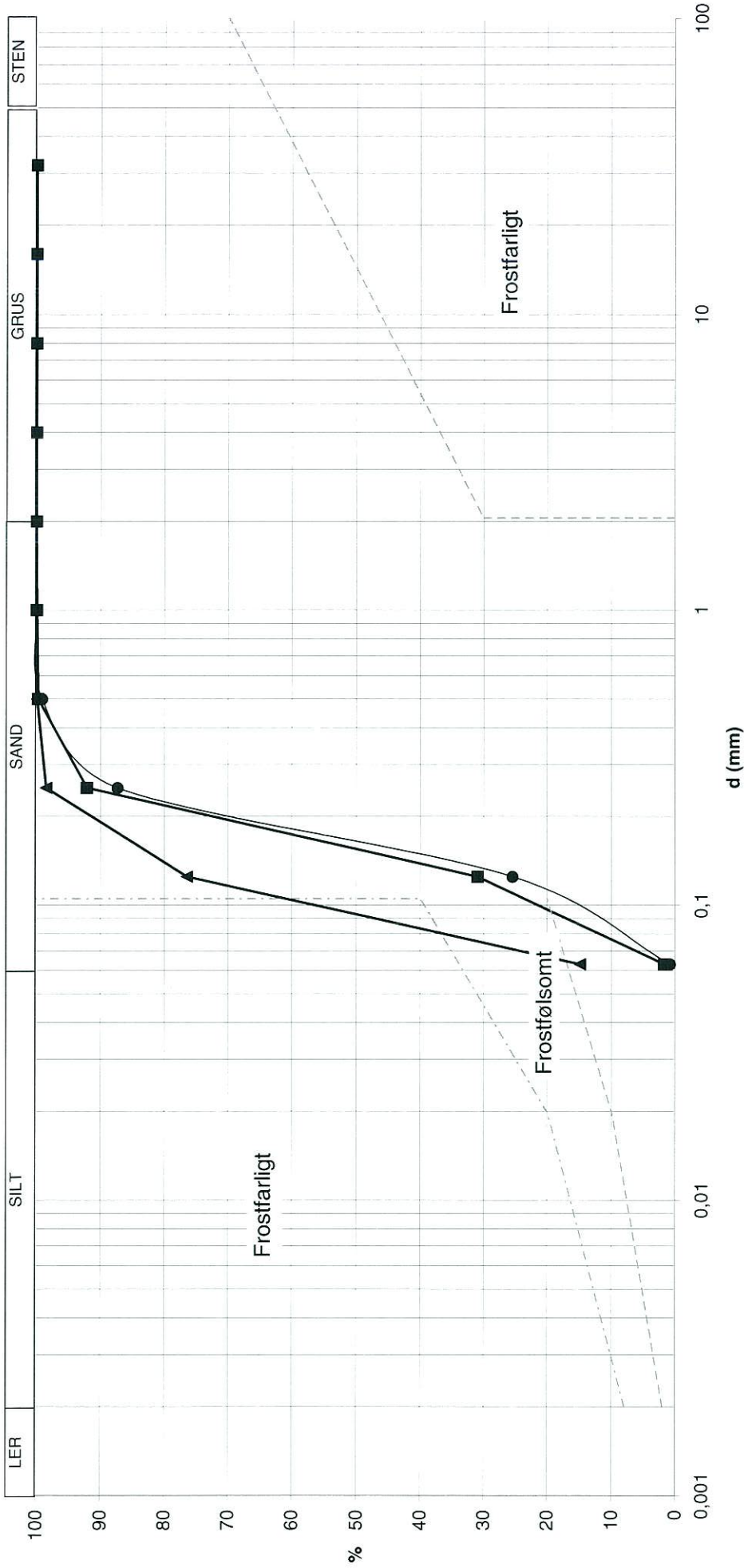
s. 1 / 1

GEODAN

Boreprofil



GEODAN		Situationsplan 1:3000	
FORSØG: PRB	TEGN.: KNF/JKHE	SN: 67443-9 ULFBORG. Industriarealet-lokalplan 65	
KONTROL: PKM	GODK.: KNF	DATO: 29.01.2008	BILAG NR.: 1.8



Boring/prøve nr.	B1 / 1	B5 / 1	B7 / 1
Kurvesignatur	■	▲	●
Geologi	Sand, fint, sorteret, gråbrunt	Sand, fint, siltet, mørkebrunt	Sand, fint, sorteret, rødgult
Middelkornstørrelse d50 (mm)	0,155	0,093	0,165
Uensformighedsstal d60/d10 (mm)	0,174/0,077 = 2,3		0,184/0,082 = 2,3
Placitesindeks W _L -W _p = I _p (%)			
Aktivitet I _p (%) / I _{er} (%) = I _A			
CaCO ₃ (%)			
Kornumvægt ds			
Sandækvivalent			
Note			

GEODAN

KORNKURVE

Sag nr.: **67443-9** ULFBORG. Industriarealet.

Bilag nr.: **1,9**

Date: **22-02-2008**

Udført: **BDB** Kontrolleret: **KNF**

Godkendt: **KNF**