

**Holstebro Kommune**  
Teknik- og miljø  
Rådhuset  
7500 Holstebro

**SKAVE. Rosenparken.**  
**Orienterende jordbundsundersøgelse for**  
**udstykninng og vej.**  
**Geoteknisk undersøgelsesrapport.**

Nupark 51  
7500 Holstebro

Telefon 96 13 72 40  
Telefax 97 41 30 28

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

Dato 29. januar 2010

Sag nr. 72532-1

Initialer HRMO

COWI A/S  
CVR-nr. 44 62 35 28  
www.cowi.dk

## Rapport nr. 1.

Dokument nr. 72532-1.1  
Version 1.0  
Udgivelsesdato 29. januar 2010

Udarbejdet Henrik Buskov *HRMO*  
Kontrolleret *SPN / MAJR*  
Godkendt HRMO *HRMO*

<b>Indholdsfortegnelse</b>		<b>Side</b>
1	Undersøgelsens formål	2
2	Mark- og laboratoriearbejde	2
3	Koter	3
4	Jordbunds- og vandspejlsforhold	3
5	Funderingsforhold	4
5.1	Generelt	4
5.2	Parcelhuse	4
5.3	Veje	6
6	Udførelse	6
7	Tilfyldning	6
8	Miljøtekniske forhold	8
9	Jordhåndtering	8
10	Supplerende undersøgelser	8
11	Afsluttende bemærkninger	8

<b>Bilagsfortegnelse</b>		<b>Nr.</b>
Signaturer og definitioner		A-1
Boreprofil, boring B 1		1.1
Boreprofil, boring B 2		1.2
Boreprofil, boring B 3		1.3
Boreprofil, boring B 4		1.4
Boreprofil, boring B 5		1.5
Boreprofil, boring B 6		1.6
Situationsplan		1.7

## 1 Undersøgelsens formål

For Holstebro Kommune er der i januar 2010 udført en orienterende geoteknisk undersøgelse i forbindelse med udstykningen af den nordlige del af området Rosenparken i Skave.

Det undersøgte område omfatter 4 parcelhusgrunde og 2 storparceller.

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 énfamiliehus uden kælder i højst 1½ etage.

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

Den 12. og 13. januar 2010 er der udført 6 uforede, Ø 150 mm geotekniske boringer, benævnt B 1 - B 6, som er afsluttet 4,0 m under nuværende terræn (m u. t.).

Boringerne er afsat af firmaet Geopartner, der ligeledes har registreret de tilhørende terrænkoter.

Boringernes placering fremgår af situationsplanen, bilag 1.7.

I boringerne er der registreret laggrænser og udtaget omrørte jordprøver. I boring B 6 er der endvidere udført vingeforsøg til bestemmelse af de kohæsive jordarters vingestykke i intakt og omrørt tilstand, henholdsvis  $c_{fv}$  og  $c_{fvr}$ .

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

Vandspejlet i pejlerørene er indmålt umiddelbart efter borearbejdets afslutning den 13. januar 2010.

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,  $w$ .

Jordprøvernes kalkindhold er vurderet med en 10 % saltsyreopløsning.

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

De i rapporten anvendte signaturer og definitioner er beskrevet i bilag A-1.

### **3 Koter**

Alle koter refererer til Dansk Vertikal Reference 1990, DVR90.

Terrænet ved boringerne varierer mellem kote +36,2 m og +37,9 m, hvilket svarer til en højdeforskel på 1,7 m.

Alle koordinater refererer til system U32EUREF89.

Terrænkoter og koordinater til boringerne fremgår af boreprofilerne.

### **4 Jordbunds- og vandspejlsforhold**

I de udførte boringer er der øverst truffet 0,2 á 1,1 m recente aflejringer i form af muld og muldholdigt sand.

Under de trufne recente aflejringer er der i boring B 1 fundet senglacialt ler til 1,1 m u. t.

I boring B 6 er der under de recente aflejringer fundet senglacialt sand til 1,1 m u. t., hvor det afløses af senglacialt ler/silt til 1,4 m u. t.

Under de recente aflejringer i boring B 2 - B 5, og under det senglaciale ler og silt i boring B 1 og B 6, er der fundet senglacialt sand til de borede dybder.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør den 13. januar 2010, hvor der ikke blev registreret noget frit vandspejl.

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

### 5.1 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 annek - 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 1 angivet det vurderede niveau for overside bæredygtige lag, OSBL, for fundamenter og afrømningsniveau, AFRN, for gulve og veje.

Tabel 1: Overside bæredygtige lag, OSBL, og afrømningsniveau, AFRN

Boring Nr.	Terræn Kote (m)	OSBL og AFRN	
		Dybde (m u. t.)	Kote (m)
B 1	+37,0	0,5	+36,5
B 2	+36,8	0,3	+36,5
B 3	+37,2	0,6	+36,6
B 4	+36,2	1,1	+35,1
B 5	+37,9	0,2	+37,7
B 6	+36,2	0,6	+35,6

De anbefalede funderingsmetoder for parcelhuse samt for veje er beskrevet i henholdsvis afsnit 5.2 og afsnit 5.3.

### 5.2 Parcelhuse

For det aktuelle projekt, og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold, vurderes den mest fordelagtige funderingsmetode at være en direkte fundering i aflejringerne under OSBL.

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.

For aflejringer svarende til de under OSBL trufne kan der ved dimensionering af fundamenter anvendes de i tabel 2 angivne rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

I tabellen er angivet rumvægte over og under vandspejlet ( $\gamma/\gamma'$ ), plan friktionsvinkel ( $\phi_k$ ), udrænet forskydningsstyrke ( $c_{uk}$ ), effektiv friktionsvinkel og kohæsion ( $\phi'_k$  og  $c'_k$ ) samt konsolideringsmodul ( $E_{oed}$ ).

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

Tabel 2: Rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre

Jordart	$\gamma/\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi_k$ (°)	$c_{uk}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi'_k$ (°)	$c'_k$ (kN/m <sup>2</sup> )	$E_{oed}$ (MN/m <sup>2</sup> )
Sand, Sg	18/10	34	-	34	0	25
Ler, Sg	19/9	0	50	30	5	10
Silt, Sg	19/9	0	50	25	0	10

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.

Ved fundering på vekslende aflejringer af sand, ler og silt skal fundamentene dimensioneres for en fundering på hver af de 3 aflejringer. Den mindste bæreevne er dimensionsgivende.

Hvor der funderes på varierende aflejringer, bør stribefundamentene 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.

Ved dimensioneringen kan der regnes med højeste vandspejl i kote +34,0 m.

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

Efterfyldning under gulve foretages med sandfyld som beskrevet i kapitel 7.

Der henvises i øvrigt til gældende Bygningsreglement.

### 5.3 Veje

For det aktuelle projekt, og med de konstaterede jordbunds- og vandspejlsforhold vurderes det muligt at etablere vejaksen på aflejringer svarende til de under AFRN trufne.

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.

Overbygningen skal tørholdes ved dræning. Drænene bør placeres i passende dybde, så der ikke står vand højere end underside vejakse.

## 6 Udførelse

Såfremt jordbundsforholdene overalt svarer til dem, der er fundet i borerne, kan udgravningsarbejdet formentlig udføres uden særlige problemer.

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

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.

## 7 Tilfyldning

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

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

**Bundsikringsand- 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 3 anførte krav til komprimeringsgrader, som forudsætter, at der måles med isotopsonde.

Tabel 3: *Krav til komprimeringsgrader (isotopsonde) for sandfyld over fundamentsunderkant, FUK og under veje*

Niveau	Standard Proctor		Vibrationsindstampning	
	Middelværdi	Mindsteværdi	Middelværdi	Mindsteværdi
Over FUK	96 %	93 %	93 %	90 %
Under 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.

Bundsikrings sand og -grus indbygget efter ovenstående retningslinier kan påregnes at have de i tabel 4 angivne rumvægte samt karakteristiske styrke- og deformationsparametre.

I tabellen er angivet rumvægte over og under vandspejlet ( $\gamma/\gamma'$ ), plan friktionsvinkel ( $\varphi_k$ ) og konsolideringsmodul ( $E_{oed}$ ).

Værdierne er fastlagt på grundlag af erfaringer og skøn.

Tabel 4: *Rumvægte og karakteristiske styrke- og deformationsparametre for indbygget bundsikrings sand og -grus over fundamentsunderkant, FUK og under veje*

Niveau	$\gamma/\gamma'$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\varphi_k$ ( $^\circ$ )	$E_{oed}$ ( $\text{MN/m}^2$ )
Over FUK	18/10	36	40
Under veje	18/10	38	50

Hvis der anvendes et andet materiale end bundsikrings sand og -grus, skal parametrene i tabel 5 revideres.

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

**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 %.



Vejopbygningen anbefales udført med velkomprimeret bundsikrings-sand og -grus, stabilt grus og asfalt.

## **8 Miljøtekniske forhold**

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

## **9 Jordhåndtering**

I henhold til Jordforureningsloven 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 byggeriet påbegyndes.

## **10 Supplerende undersøgelser**

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

## **11 Afsluttende bemærkninger**

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

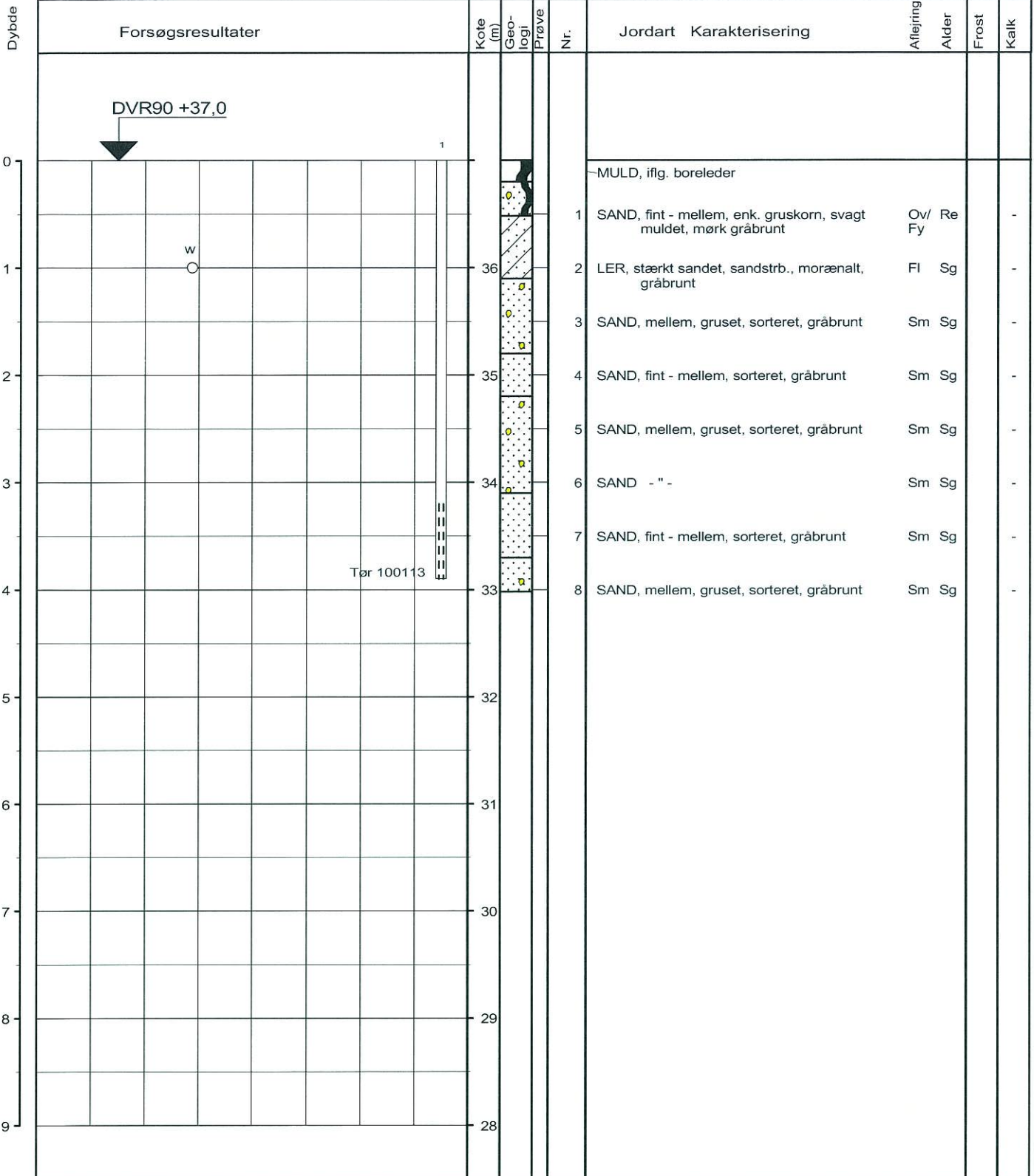
De udtagne jordprøver opbevares 2 uger fra dags dato, hvorefter de bortkastes, medmindre der forinden foreligger anden aftale.

SIGNATURER		
Boreprofil	Jordart	Situationsplan
<p>3 Prøvenummer</p> <p>Intakt prøve</p> <p>Omrørt prøve</p> <p>Stor omrørt prøve eller SPT</p> <p>Laggrænse</p> <p>Laboratorieforsøg</p>	<p>Korndiameter, mm</p> <p>60 STEN</p> <p>2 GRUS</p> <p>0.06 SAND</p> <p>0.002 SILT</p> <p>LER</p> <p>MORÆNELER</p> <p>MORÆNESAND</p> <p>FYLD</p> <p>SKALLER</p> <p>PLANTERESTER</p> <p>MULD</p> <p>GYTJE</p> <p>TØRV</p> <p>KLIPPE, FLINT</p> <p>KALK</p> <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>	<p>Boring med prøveoptagning</p> <p>Prøvegravning</p> <p>Tryksondering</p> <p>Rammesondering</p> <p>Vingeforsøg</p> <p><b>Geologiske forkortelser</b></p> <p>Aflejring:</p> <p>Br Brakvand</p> <p>Fe Ferskvandsaflejring</p> <p>Fi Flydejord</p> <p>Fy Fyld</p> <p>Gl Gletscheraflejring</p> <p>Ma Marin aflejring</p> <p>Ne Nedskylsaflejring</p> <p>Ov Overjord</p> <p>Sk Skredjord</p> <p>Sm Smetevandsaflejring</p> <p>Vi Vindaflejring</p> <p>* Henvisning til rapport</p> <p>Alder:</p> <p>Re Recent</p> <p>Pg Postglacial</p> <p>Sg Senglacial</p> <p>Is Interstadial</p> <p>Gc Glacial</p> <p>Ig Interglacial</p> <p>Te Tertiær</p> <p>Kt Kridt</p>
Pejlerør		
<p>070322</p> <p>Vandspejl og dato for observation</p> <p>Tilbagefyld</p> <p>Stigrør</p> <p>Bentonitpakning</p> <p>Sandkastning</p> <p>Filter</p>		

### DEFINITIONER

Signatur	Begreb	Forkort.	Enhed	Definition
$\ominus \text{-----} \ominus$	Vandindhold	w	%	Vandvægt i % af tørstofvægt
$\text{--- }$	Flydegrænse	$w_l$	%	Vandindhold ved flydegrænse
$\text{--- }$	Plasticitetsgrænse	$w_p$	%	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
$\text{--- --- }$	Plasticitetsindeks	$I_p$	%	$w_l - w_p$
$\triangle \text{-----} \triangle$	Rumvægt	$\gamma$	$\text{kN/m}^3$	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
+	Glødetab	gl	%	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægt
+	Reduceret glødetab	gl <sub>r</sub>	%	$gl - ka$
	Kalkindhold	ka	%	Vægt af $\text{CaCO}_3$ i % af tørstofvægt
$- / (+) / + / ++$	Kalkindhold			Reaktion m. saltsyre: - = kalkfrit; (+) = svagt kalkholdigt + = kalkholdigt, ++ = stærkt kalkholdigt
$\ominus \text{---} \ominus$	Photo Ionisation Detector	PID		Poreluftmåling
$\bullet \text{---} \bullet$	Vingestykke, intakt	$c_{fv}$	$\text{kN/m}^2$	Vingestykke i intakt jord
$\ominus \text{---} \ominus$	Vingestykke, omrørt	$c_{vr}$	$\text{kN/m}^2$	Vingestykke i omrørt jord
	CPT	$q_c, f_s, u$	MPa	Spidsmodstand, overflademodstand, poretryk og friktionsforhold
	Sonderingsmodstand, svensk rammesonde eller let rammesonde	$f_r$	%	
		$R_{rs}$	$N_{20}$	Antal slag pr. 20 cm nedsynkning
	Sonderingsmodstand, SPT, lukket/åben	SPT	$N_{30}$	Antal slag pr. 30 cm nedsynkning

Udarbejdet:	PKM	Kontrolleret:	HLT	Godkendt:	BES	Dato:	15-01-09	Side	1 af 1
<b>COWI</b>		<b>SIGNATURER OG DEFINITIONER</b>				<b>Bilag A-1</b>			



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

Boremethode : Tørboring uden foring

Koordinat system :

X : 487289 (m) Y : 6249948 (m) Plan :

Sag : 72532-1 SKAVE. Rosenparken.

Geolog : NPM

Boret af : PRB

Dato : 20100112 DGU-nr.:

Boring : B1

Udarb. af : BDB

Kontrol : *Herno*

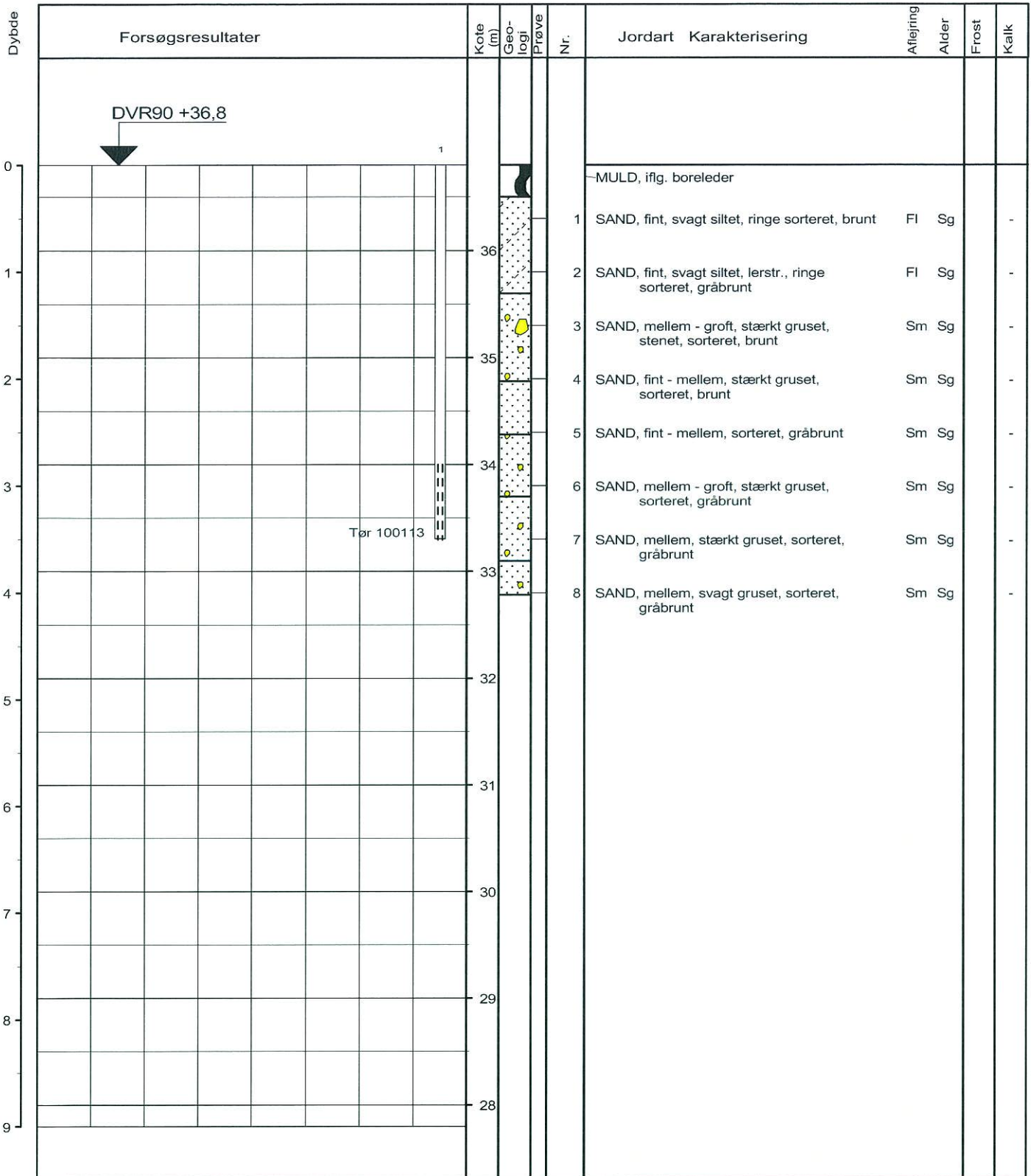
Godkendt : *SPN*

Dato : *29/1.10*

Bilag : 1.1 s. 1 / 1

**COWI**

**Boreprofil**



○	10	20	30	w (%)
△	14	18	22	γ (kN/m <sup>3</sup> )
●	100	200	300	C <sub>f</sub> , C <sub>f</sub> v (kN/m <sup>2</sup> )

Boremethode : Tørboring uden foring

Koordinat system :

X : 487322 (m) Y : 6249950 (m) Plan :

Sag : 72532-1 SKAVE. Rosenparken.

Geolog : NPM

Boret af : PRB

Dato : 20100112 DGU-nr.:

Boring : B2

Udarb. af : BDB

Kontrol : *HRMO*

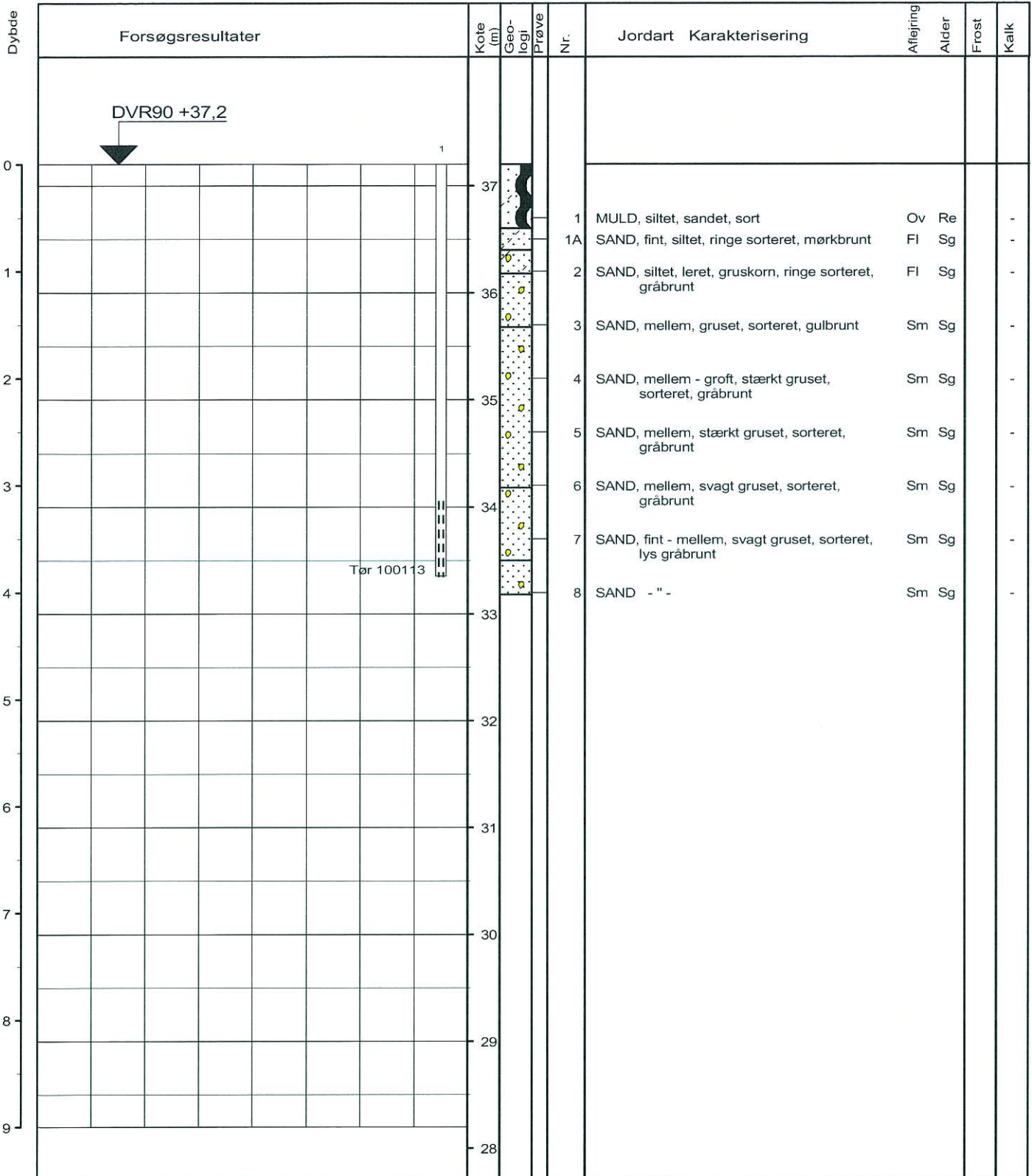
Godkendt : *SN*

Dato : *29/1.10*

Bilag : 1.2 s. 1 / 1

**COWI**

**Boreprofil**



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

Boremetode : Tørboring uden foring

Koordinat system :

X : 487286 (m) Y : 6249912 (m) Plan :

Sag : 72532-1 SKAVE. Rosenparken.

Geolog : NPM

Boret af : PRB

Dato : 20100112 DGU-nr.:

Boring : B3

Udarb. af : BDB

Kontrol : HRMO

Godkendt : SAN

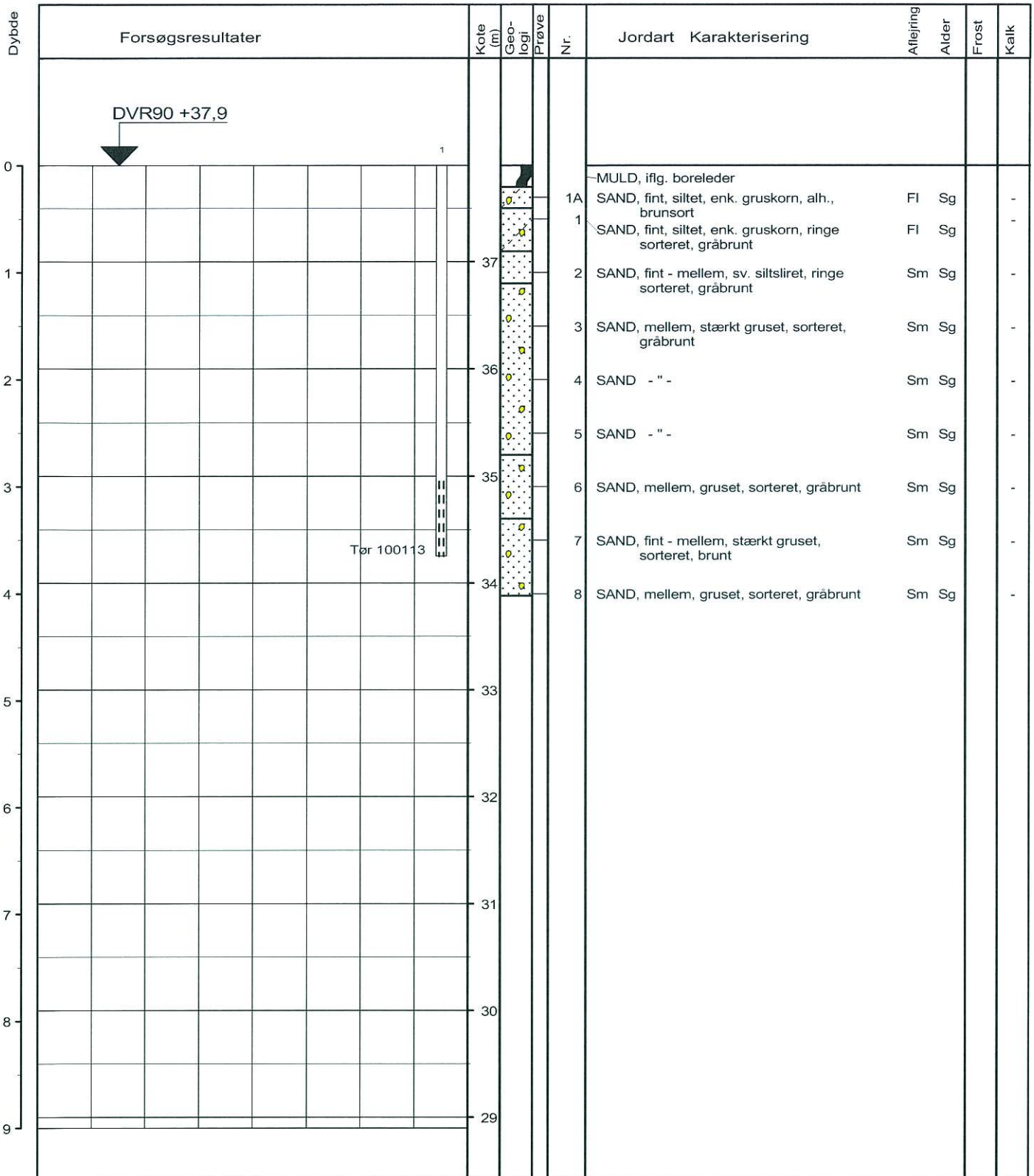
Dato : 29/1.10

Bilag : 1.3 s. 1 / 1

**COWI**

**Boreprofil**





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

Boremethode : Tørboring uden foring

Koordinat system :

X : 487257 (m) Y : 6249886 (m) Plan :

Sag : 72532-1 SKAVE. Rosenparken.

Geolog : NPM

Boret af : PRB

Dato : 20100113 DGU-nr.:

Boring : B5

Udarb. af : BDB

Kontrol : HKmo

Godkendt : SAN

Dato : 29/1.10

Bilag : 1.5 s. 1 / 1



Boreprofil







# COWI

## SITUATIONSPLAN 1:1000

Sag : 72532-A-1 SKAVE. Rosenparken.

Bilag nr.: 1.7

Udført: HRMO

Kontrolleret: SPN

Godkendt: HRMO

Dato: 29/1.10