

Sag: Fabriksparken 3, Glostrup

Sag nr.: 221532



JORD TEKNIK
JORDBUNDSUNDERSØGELSER
– *byg på sikkert fundament*

Geoteknisk Rapport



JORD TEKNIK

JORDBUNDSUNDERSØGELSER

– byg på sikkert fundament

Sag: Fabriksparken 3, Glostrup

Sag nr.: 221532

Side: 1

**INDLEDENDE
JORDBUNDSUNDERSØGELSE
på
byggegrund**

For rekvirent: Jord·Miljø A/S

Borupvang 5E

2750 Ballerup

Ballerup, den 13. oktober 2021

Jord Teknik A/S

Sagsbehandler:

Kvalitetskontrol:

Mads Knudsen

Trine Vienberg



Indholdsfortegnelse

Bebyggelse:	3
Formål:	3
Geoteknisk kategori:	4
Markarbejde:	4
Koter:	5
Afsætninger:	5
Laboratorieundersøgelser:	5
Topologi:	5
Jordbundsforhold:	6
Grundvand:	6
Tørholdelse:	7
Funderingsforhold:	7
Gulve på jord:	9
Sætningsforhold:	10
Supplerende undersøgelse:	10
Udgravningskontrol:	11
Bemærkninger:	11

Bilagsfortegnelse:

Boreplan
Boreprofiler
Signaturforklaring
Principskitse "Grus- og sandpudefundering"

G E O T E K N I S K R A P P O R T

Sag: Fabriksparken 3, Glostrup

Sag nr.: 221532

Bebyggelse:

Nuværende erhvervsgrund, hvor der påtænkes opført en etageboligbebyggelse i op til 7 etager og uden kælder.

På nuværende tidspunkt ligger en eksisterende erhvervsbebyggelse, som skal nedrives til fordel for den nye bebyggelse.

Formål:

Denne indledende geotekniske undersøgelse er af indledende karakter og danner som udgangspunkt grundlag for en indledende geoteknisk projekteringsrapport.

Formål for nærværende rapport er hermed at:

- Beskrive og vurdere topologi, geologi og vandforhold.
- Anbefale funderingsniveau, afrømningsniveau for gulve og funderingsmetode.
- Anbefale parametre som kan anvendes som dimensioneringsgrundlag for det aktuelle byggeri.
- Vejlede vedr. den permanente og midlertidige tørholdelse.

Fundering for byggeri skal dimensioneres og udføres i henhold til den europæiske funderingsnorm Eurocode 7: Geoteknik - Del 1: Generelle regler og det tilhørende nationale aneks.

Geoteknisk kategori:

Ved opførelse af en ny bebyggelse i op til 7 etager skal der udføres en supplerende geoteknisk undersøgelse med flere og måske dybere lagfølgeboringer med en indbyrdes afstand på maks. 20-30 meter.

Når den supplerende geotekniske undersøgelse er foretaget, kan det aktuelle byggeri henføres til geoteknisk kategori 2 eller 3.

Hvor enkeltlasten er større end 5000 kN og/eller 1000 kN pr. meter stribefundament skal projektet dog løftes op i geoteknisk kategori 3. Ligeledes er geoteknisk kategori 3 gældende, hvis det regningsmæssige fundamentstryk overstiger 1000 kN/m² på det effektive areal ved direkte funderede konstruktioner.

Markarbejde:

Der er i denne undersøgelse foretaget 4 stk. forede geotekniske lagfølgeboringer med vingeforsøg og udtagning af omrørte jordprøver.

Borearbejdet er udført af Jord Teknik A/S fra den 5. og den 6. oktober 2021. De 4 stk. boringer er udført til 7,0 meter under terræn (u.t.).

Boringerne er afsluttet i terræn med betonrør, Ø110 med tilhørende betondæksel/ rød prop i pejlerør.

Der er i boringerne udtaget jordprøver for minimum hver halve meter og laggrænserne er registreret og optegnet på boreprofilerne.

Der er generelt udført 2 vingeforsøg pr. meter til vurdering af den udrænedes forskydningsstyrke, $c_{u,k}$. Vingeforsøg er udført i henhold til DGF Referenceblad 1, jf. Dansk Geoteknisk Forening Bulletin 14.

Der er i alle borehuller etableret Ø25/Ø63 mm pejlerør med mulighed for pejling af grundvandsstand.

Koter:

Boringer er afsat med GPS-udstyr med højdesystemet Dansk Vertikal Reference fastlagt i 1990, DVR90.

Afsætninger:

Borestedernes placering og nummerering fremgår af boreplanen..

Boringerne er afsat med GPS udstyr iht. system UTM32ETRS89 og x,y-koordinater for boringernes placering fremgår af boreprofilerne.

Laboratorieundersøgelser:

Alle jordprøver er blevet geologisk bedømt iht. Bulletin 1 udarbejdet af Dansk Geoteknisk Forening.

For alle de udtagne jordprøver er det naturlige vandindhold bestemt som procent W%. e.

Resultaterne kan aflæses på boreprofilerne.

Topologi:

Terrænoverflade i borepunkterne er beliggende mellem kote +23,50 og +24,10. Af Danmarks Højdemodel fra SDFE kortviser ses, at det aktuelle område generelt er beliggende mellem kote +23,00 og +24,00.

Af jordartskort 1:25.000 udarbejdet af GEUS er de overfladenære jordarter for det aktuelle byggefelt klassificeret som glaciale aflejringer af moræner.

Af høje målebordsblade 1842-1899 ses tværgående drækanaler på grundstykket, som kan være årsag til, at de øvre intakte aflejringer er delvis slappe i styrkemæssig henseende, som ses i nogle af de udførte boringer.

Topologi:
(fortsat)

Efter nedrivning af den eksisterende erhvervsbebyggelse kan der forventes gamle fundamenter, ledninger eller andre bygningsdele i jorden.

Jordbundsforhold:

Under asfalten er der truffet stabilgrus til dybder mellem 0,4 og 1,4 meter u.t.

Efter grusfyldet er de intakte senglaciale aflejringer truffet i form af ret fedt ler. Fra dybder mellem 0,8 og 2,1 meter u.t. skifter lagserien over i de ældre glaciale aflejringer af moræner med indslag af smeltevandsler, som generelt er mere "fedt" og mindre sandholdigt.

Set ud fra de udførte boringer må der forventes forholdsvis lave styrkeparametre stedvis i det glaciale moræner.

Alle boringerne er afsluttet i det glaciale moræner 7,0 meter u.t.

Lagfølgerne fremgår af de optegnede boreprofiler.

Grundvand:

I boringerne er der monteret pejlerør af perforeret plast med mulighed for grundvandsobservationer.

Ved borearbejdernes afslutning den 6. oktober 2021 er der i ingen af boringerne konstateret et fritstående grundvandsspejl svarende ned til slutdybden af pejlerørene.

Det må tilrådes, at vandstanden bliver kontrolleret på et senere tidspunkt, idet der kan ske en ændring af de målte VS-koter – også gældende for de boringer, der er registreret "tørre".

Grundvand:
(fortsat)

Det primære grundvandspotentiale i kalken er ud fra eksisterende kortmateriale målt til at være beliggende i ca. kote +11,00 til +12,00 svarende til 12-13,0 meter u.t.

Tørholdelse:

Midlertidig tørholdelse

Med udgravning til lerbund vil der være få gener med tilstrømmende overfladevand. Eventuelt tilstrømmende overfladevand ved åbne udgravninger vil kunne fjernes med lensepumper/pumpesumpe.

Det anbefales som førnævnt, at vandstanden bliver pejlet igen på et senere tidspunkt, idet der kan ske en betydelig ændring af vandstanden.

Permanent tørholdelse

Med de givne forhold kan der ophobe sig vand ved megen nedbør i fyldjorden over den intakte lerjord (badekareffekt).

På grund af manglende kendskab til hvilket niveau bebyggelsen ønskes etableret i, kan det anbefales at undersøge nærmere, hvorvidt dræning er nødvendigt. Fremtidig terrænregulering kan også give konsekvenser for "afvanding" i området.

Jord Teknik er gerne behjælpelig med at vurdere ovenstående, når der foreligger et konkret projekt.

Funderingsforhold:

Der kan ved borerne gennemføres en direkte traditionel funderingsløsning af etageboligbebyggelsen baseret på (rand)fundamenter ført ned til intakte og bæredygtige aflejringer.

Funderingsforhold:
(fortsat)

På grund af varierende jordstyrker i borerne samt bebyggelsens relativ tunge karakter er der i efterfølgende skema angivet det højest mulige funderingsniveau for hver boring baseret på forskellige styrkeparametre i lertilfælde, der kan anvendes til dimensionering af fundamenter.

Karakteristiske styrkeparametre:

Boring B1 – terrænkote +24.10

Dybde 1,40 m – FUK +22.70 – $c_{u,k} \approx 100 \text{ kN/m}^2$

Dybde 2,20 m – FUK +21.90 – $c_{u,k} \approx 200 \text{ kN/m}^2$

Boring B2 – terrænkote +23.55

Dybde 0,90 m – FUK +22.65 – $c_{u,k} \approx 100 \text{ kN/m}^2$

Dybde 2,20 m – FUK +21.35 – $c_{u,k} \approx 170 \text{ kN/m}^2$

Boring B3 – terrænkote +23.50

Dybde 0,90 m – FUK +22.60 – $c_{u,k} \approx 100 \text{ kN/m}^2$

Dybde 1,20 m – FUK +22.30 – $c_{u,k} \approx 150 \text{ kN/m}^2$

Dybde 2,20 m – FUK +21.30 – $c_{u,k} \approx 200 \text{ kN/m}^2$

Boring B4 – terrænkote +24.05

Dybde 1,30 m – FUK +22.75 – $c_{u,k} \approx 100 \text{ kN/m}^2$

Dybde 3,20 m – FUK +20.85 – $c_{u,k} \approx 170 \text{ kN/m}^2$

Alle opvarmede yderfundamenter skal føres til frostfri dybde minimum 0,90 meter under fremtidigt terræn. Uopvarmede yderfundamenter skal som minimum føres 1,20 meter under fremtidigt terræn for at opnå frostfri dybde.

Såfremt der funderes i fede leraflejringer, må opvarmede yderfundamenter føres lidt dybere end normalt til frostfri dybde svarende til 1,2 meter under fremtidigt terræn og 1,5 meter for uopvarmede yderfundamenter.

Fundamenter skal som minimum dimensioneres for kohæSIONstilfældet under anvendelse af nedenævnte karakteristiske styrkeparametre og rumvægte i de anbefalede funderingsdybder angivet i ovenstående skema:

- Rumvægte over vandspejlet og effektiv rumvægt under vandspejlet, γ/γ'
- Udrænet/drænet forskydningsstyrke, $c_{u,k}/c'_{u,k}$
- Udrænet/drænet plane friktionsvinkel, $\phi_{p1,k}/\phi'_{p1,k}$

Funderingsforhold:
(fortsat)

Jordart	Rumvægt γ_m/γ' (kN/m ³)	Forskydnings- styrke		Friktionsvinkel	
		$c_{u,k}$ (kN/m ²)	c'_{k} (kN/m ²)	$\phi_{pl,k}$	$\phi'_{pl,k}$
Ler (Sg)	20/10	100	–	–	30°
Moræneler (Gc)	21/11	100–200	10–20	–	31°

Tages de relative dybe funderinger i betragtning kan der forekomme gener med sammenskrivninger af fundamentsudgravningernes sider. Til minimering af gener kan det tilrådes, at fundamenter udstøbes straks efter eller kontinuerligt med gravearbejdet.

På grund af de varierende jordstyrker i boringerne vil det for at modvirke differenssætninger være nødvendigt, at fundamenter forstærkes med en passende revnearmering.

Med henblik på de relativ svage jordstyrker til større dybde kan en alternativ funderingsløsning også være en udskiftning af de "svage" leraflejringer med velkomprimeret sandfyld (sandpudefundering), idet trykspredningen ned til de svage leraflejringer vil være større.

Der er vedlagt en principskitse "Grus- og sandpudefundering" bagerst i denne indledende rapport.

Gulve på jord:

For opbygning af gulvkonstruktion bærende direkte af på jord skal der i nedennævnte borepunkter minimum regnes med afgravning i dybder under nuværende terræn, som fremgår af skemaet "afrømningsdybder":

Gulve på jord:
(fortsat)

Afrømningsdybder

Boring	Terrænkote	Dybde (meter)	Afgravningskote
B1	24,10	1,40	22,70
B2	23,55	0,55	23,00
B3	23,50	0,40	23,10
B4	24,05	1,30	22,75

Hvis der indbygges sand-/grusmateriale i større tykkelse end 100-120 cm, vil det normalt være mere økonomisk i stedet at udføre gulvkonstruktionen som et selvbærende jernbetondæk eller tilsvarende. Ved selvbærende konstruktioner skal indvendig kloak stropes op i gulvfladen.

Sætningsforhold:

Med de konstaterede jordbundsforhold kan der foretages sætningsberegning med følgende skønnede sætningsparametre:

Ler/moræner med C_v -værdier $> 100 \text{ kN/m}^2$

$$K = 20 \text{ MPa}$$

moræner med C_v -værdier $> 200 \text{ kN/m}^2$

$$K = 40 \text{ MPa}$$

Supplerende undersøgelse:

Inden opførelse af en 7 etagers boligbebyggelse skal der som tidligere nævnt foretages supplerende geotekniske undersøgelser med flere og måske dybere boringer med en indbyrdes afstand på maks. 20-30 meter.

Supplerende undersøgelse:
(fortsat)

Den supplerende geotekniske undersøgelse kan fastlægges, når der foreligger et konkret projekt.

Udgravningskontrol:

Der skal udføres geoteknisk/geologisk tilsyn i relevant omfang af udgravning til direkte fundering samt afrømning under gulve.

Inspektionen skal sikre, at alle sætningsgivende aflejringer er fjernet, at fundamenter opbygges på aflejringer som er forudsat under dimensioneringen, samt at der er foretaget en effektiv oprensning for al løst, opblødt og/eller frossent materiale.

Alle inspektioner må rekvireres senest dagen inden de ønskes på telefon 44922244. Når inspektion og kontrolarbejderne er afsluttet, vil der blive fremsendt samlet rapport.

Bemærkninger:

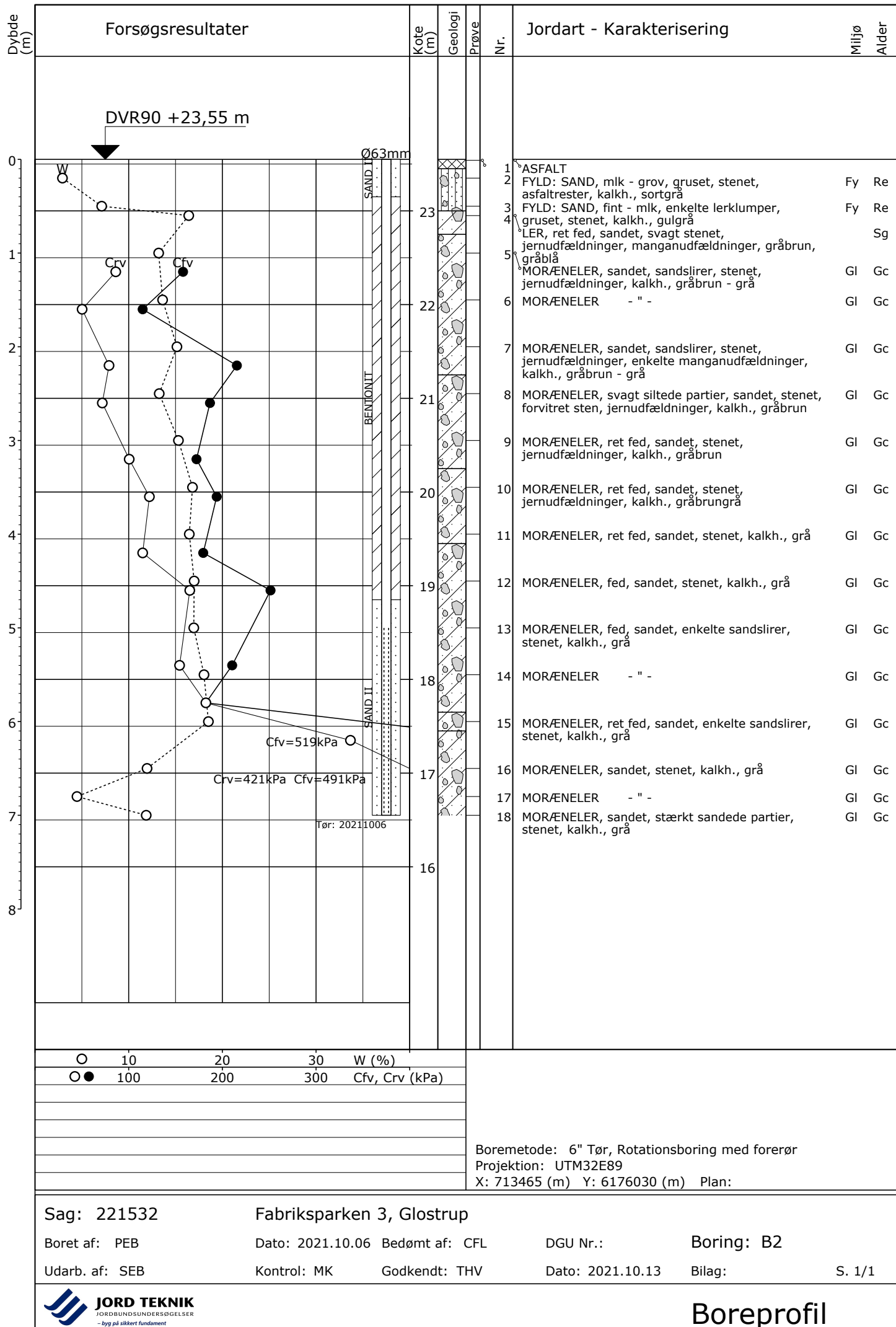
Ved projektering eller økonomisk vurdering af ekstrarfundering må vi gøre opmærksom på, at der i umiddelbar nærhed af borerne kan være andre jordbunds- og funderingsforhold.

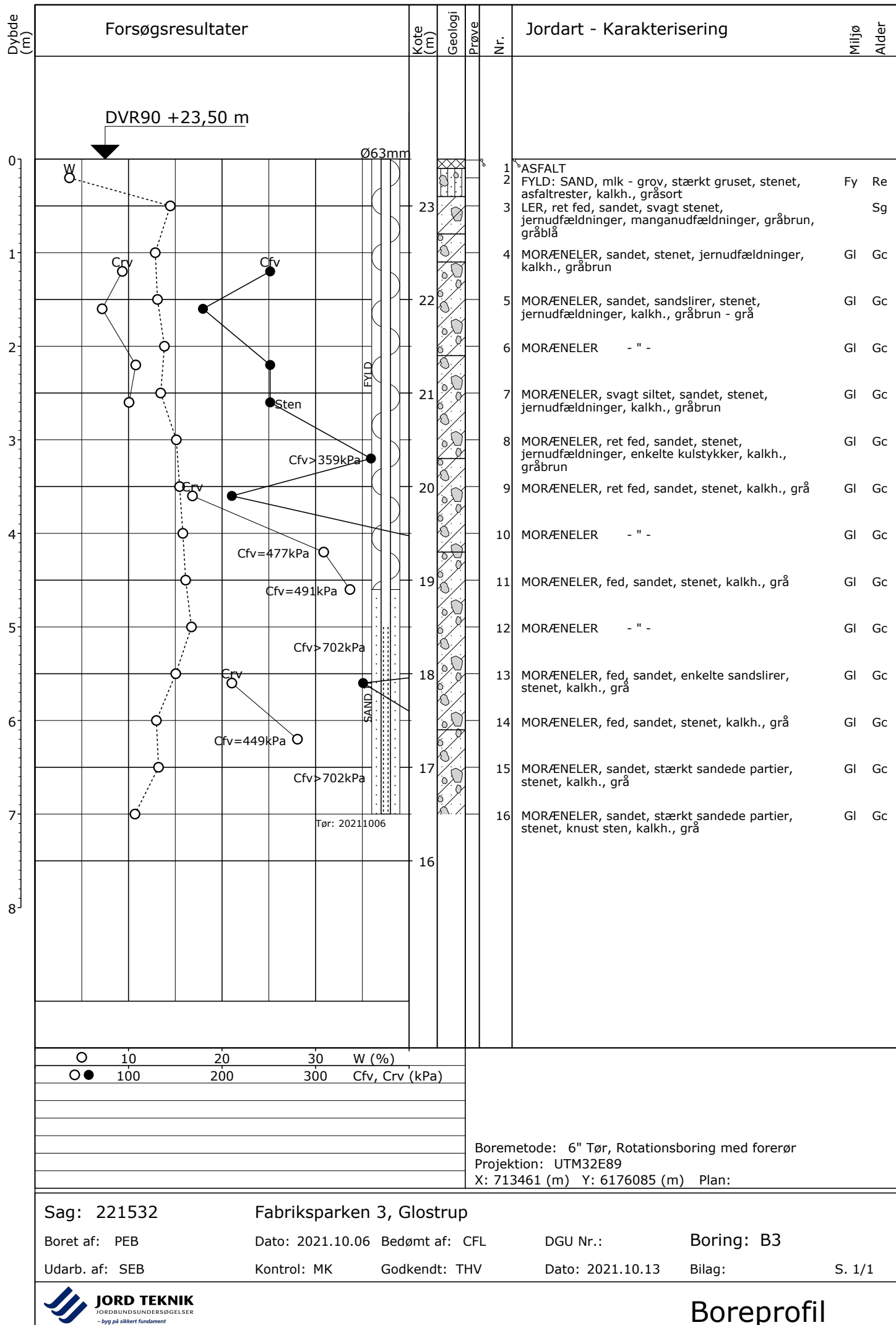
De optagne jordprøver vil blive opbevaret i 14 dage fra rapportdato, hvis intet andet aftales.

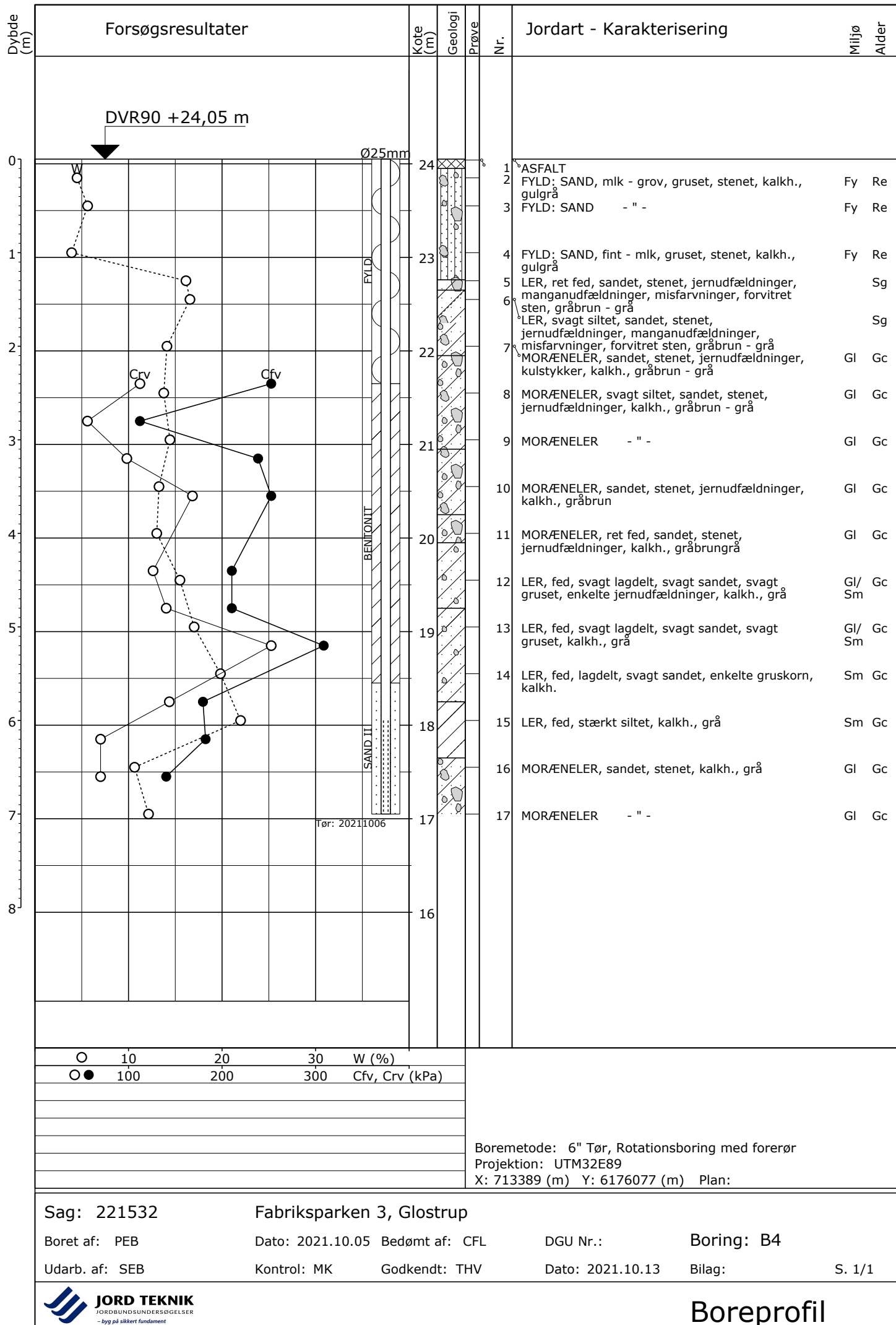
Sløjfning af borerne indgår ikke som en del af nærværende undersøgelse, men det anbefales at sløjfe borerne i henhold til boringsbekendtgørelsen, evt. ved opstart af anlægsarbejdet. Dette er for at undgå lækage til det primære grundvandsmagasin.

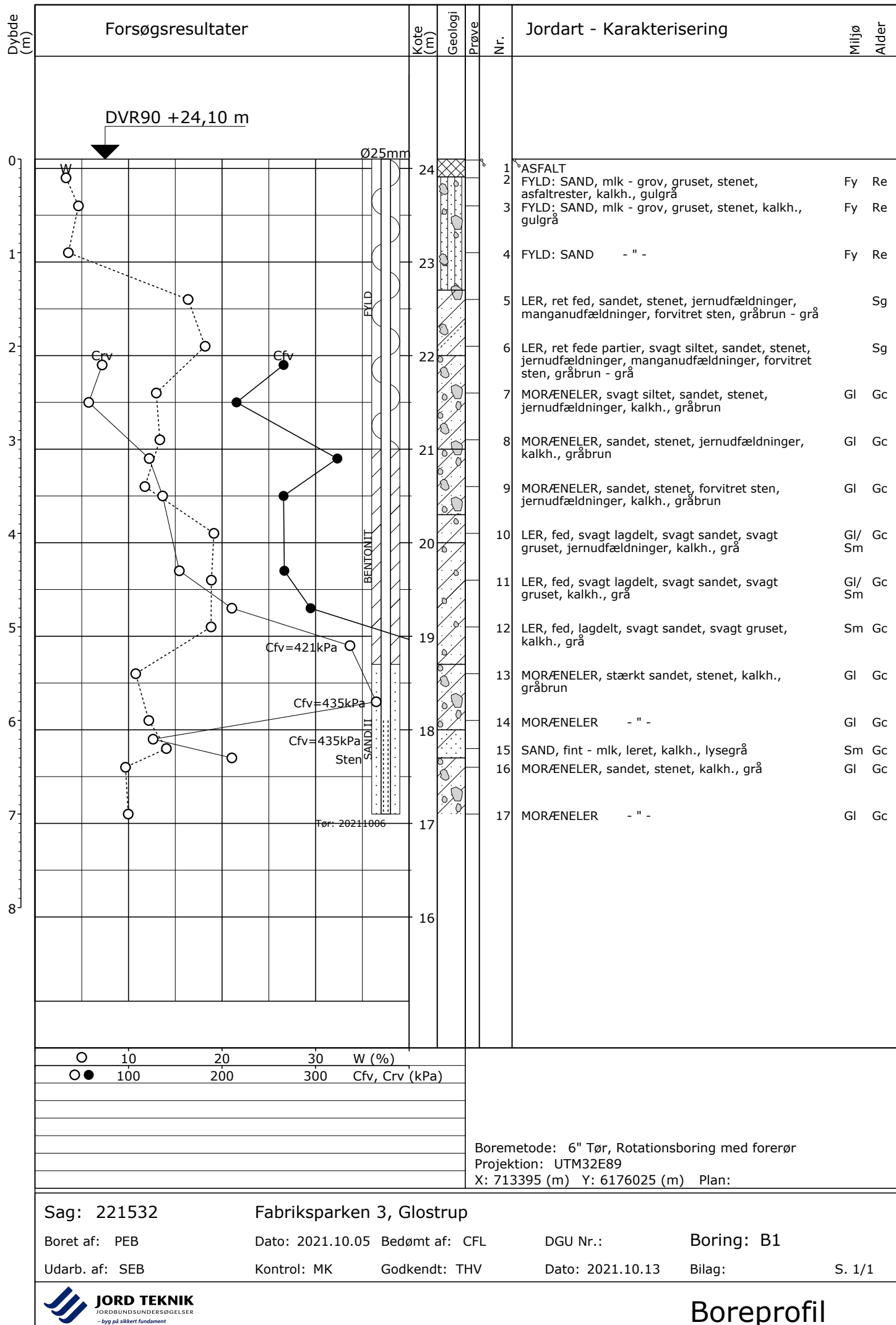
Fremsendt til:

Jord·Miljø A/S

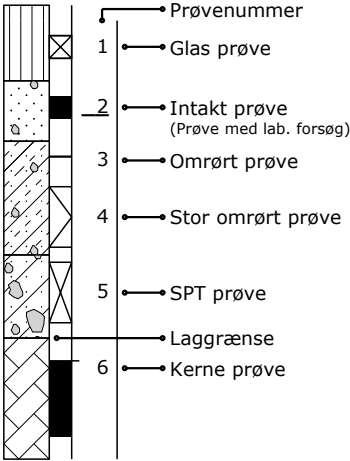
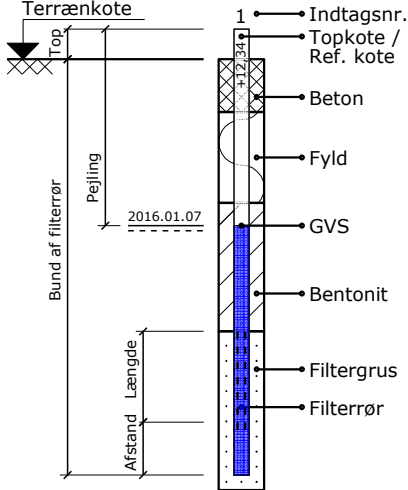








Forsøgsresultater

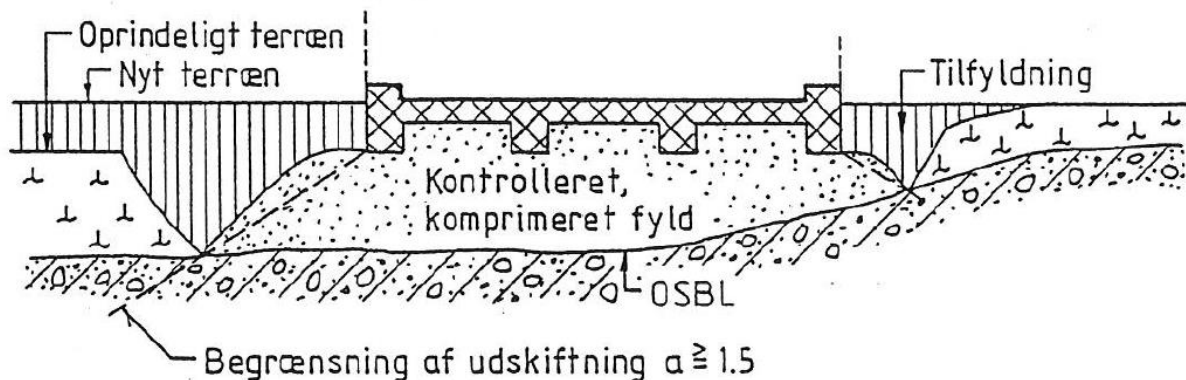
Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil
 FYLD  MULD  MULD, sandet  SAND, muldet  SAND, muldpartier  STEN  GRUS  SAND  SILT  LER  MORÆNESAND  MORÆNESILT  MORÆNELER  KALK (KRIDT)  FLINT  KLIPPE  GYTJE  SKALLER  TØRV  TØRVEDYND  PLANTERESTER	 Pumpeboring (BU)  Pejleboring (BW)  Miljøboring (BE)  Boring uden prøver (B)  Boring med prøvetagning (BS)  Boring med prøver og vingeforsøg (BG)  CPT forsøg (C)  Sondering, rammesonde (F)	
Geologiske forkortelser		Pejlerør
Miljø Br Brakvand Fe Ferskvand Fl Flydejord Gl Gletscher Ma Marin Ne Nedskyl O Overjord Sk Skredjord Sm Smeltevand Vi Vindaflejet Vu Vulkansk Alder Pg Postglacial Sg Senglacial Al Allerød Gc Glacial Ig Interglacial Is Interstadial Te Tertiær Ng Neogen Pn Palæogen Pi Pliocæn Mi Miocæn Ol Oligocæn Eo Eocæn Pl Palæocæn Sl Selandien Da Danien Kt Kridt Ms Maastrichtian Se Senon Re Recent		

Definitioner

Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse
○	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt
—	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænser
—	Plasticitetsgrænser	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
—	Plasticitetsgrænser	IP	[%]	IP = WL - WP
▽	Rumvægt	γ	[kN/m³]	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
■	Poretal	e		Forhold mellem porevolumen og kornvolumen
+	Glødetab	gl	[%]	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
x	Reduceret Glødetab	glr	[%]	gl - ka
⊕	Kalkindhold	ka	[%]	Vægt af CaCO ₃ i % af tørstofvægten
-/(+)/+/++	Kalkprøve	kp		Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt
++/+/(+)/-/-/?/?/++	Frost			++ Opfrysningssfarlige under alle betingelser + Opfrysningssproblemer, selv under korte frostperioder (+) Opfrysningssproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysningssfarlig -- Absolut ingen opfrysningssfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/? Frostfaren er vanskelig at bedømme
H1,H2,H3,H4,H5	Hærdningsgrader			H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet
●	Gradering	U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet		
●	Vingestyrke, intakt	cfv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
○	Vingestyrke, omrørt	crv	[kN/m²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
		vr.		Vinge afvist
		vd.		Forsøg med defekt vinge
		st.		Forsøg påvirket af sten
	Sonderingsmodstand			
	- Belastet spidsbor	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning
	- Svensk rammesonde	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- Let rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- SPT-sonde, lukket/åben	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning

Grus-/sandpudedefundering

I tilfælde hvor overside af bæredygtig lag (OSBL) ligger 1,5-3 m under terræn, og der samtidig ikke er væsentlige vandproblemer kan der etableres en grus-/sandpudedefundering, hvor svage jordarter udskiftes med kontrolleret grus-/sandfyld. Der kan derefter udgraves til frostfri dybde i det indbyggede materiale og støbes et traditionelt direkte fundament.



Udførsel

Udskiftningen foretages ved afgravning til OSBL- også uden for bygningens placering. Med velegnet grus-/sandmateriale skal der udskiftes i en afstand på 1,5 x dybden under fundamentsunderkant til OSBL. Dette svarer til en anlæg (se ovenstående skitse) på 1,5 meter fra side af fundament, hvor der er 1 m under fundamentsunderkant til OSBL. Det bemærkes dog, at hvis der træffes intakt, bæredygtig jord før dette anlæg, afgraves de intakte aflejringer ikke. Som det ses af ovenstående skitse følger afgravning bunden af OSBL.

Efter afgravning indbygges 30 cm tynde lag af velegnet grus-/sandmateriale, der komprimeres effektivt med vibrationstromle eller pladevibrator. I den forbindelse kan vandindholdet løbende kontrolleres og justeres med overrisling af vand, når det indbyggede materiale er for tørt. Derudover må materialet heller ikke være for vådt for at komprimere det til en tilstrækkelig komprimeringsgrad. Decideret vådt eller opblødt sand/grus må afgraves igen. Ligesom frossent materiale ikke må indbygges, og frossen overflade på indbygget grus-/sandpude må fjernes.

Forinden indbygning af materialet kan materiales kornsammensætning ses ved en sigteanalyse. Derudover skal der udføres enten et proctorforsøg eller et vibrationsindstampning for at finde det anvendte materiales optimale rumvægt samt den optimale vandprocent.

Vandprocenten og komprimeringsgraden kan kontrolleres pr. 60 cm lag som udlægges, hvor en flade på 100 m² kan kontrolleres ved 3-4 stk. isotopmålinger. Isotopmålinger udføres med en Troxler.

Dimensionering

Når der ved isotopsondemetoden opnås en tilstrækkelig komprimeringsgrad, kan fundamenter dimensioneres med en karakteristisk plan friktionsvinkel på 37°. Komprimeringsgraden afhænger af det anvendte materiale. Der bør derfor altid udføres en sigteanalyse for at bestemme uensformighedstal, siltindhold og stenstørrelse.

Såfremt grus-/sandpudens tykkelse er mindre end 1,5 x fundamentsbredden, skal der foretages en undersøgelse for gennemlokning.