



Glostrup Kommune

Christiansvej, Glostrup
delarealerne B1 og B2

Geoteknisk rapport
Parameterundersøgelse

Norconsult
JORD • MILJØ



Udarbejdet af: THV
Kvalitetssikret af: SAN
Godkendt af: THV
Dato: 24.07.2023
Version: V1
Sag nr.: J23225

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING	3
2.	OPSUMMERING	3
3.	FORMÅL	3
4.	GEOTEKNISK KATEGORI	4
5.	MARKARBEJDE	4
6.	KOTER	4
7.	AFSÆTNING	5
8.	LABORATORIEUNDERSØGELSE	5
9.	TOPOGRAFI	5
10.	JORDBUNDSFORHOLD	5
11.	GRUNDVAND	6
12.	TØRHOLDELSE	7
13.	FUNDERINGSFORHOLD	7
14.	SÆTNINGER.....	9
15.	GULVE PÅ JORD	9
16.	VEJE OG PLADSER	10
17.	JORDTRYK PÅ VÆGGE.....	10
18.	BYGGEGRUBE.....	10
19.	PERMEABILITET	11
20.	NABOFORHOLD	12
21.	GEOTEKNISK KONTROL	12
22.	BEMÆRKNINGER.....	13

BILAG

Boreplan

Boreprofiler

Signaturforklaring

Gruspudefundering

1. INDLEDNING

Parameterundersøgelse af jordbunds- og grundvandsforholdene i forbindelse med opførelse kombineret erhvervs- og boligbyggerier eventuelt med kældre.

Norconsult Jord•Miljø er ikke bekendt med det konkrete kotesatte projekt.

2. OPSUMMERING

Byggerierne kan opføres med en direkte og dyb direkte fundering, hvor fundamenterne dimensioneres med lave styrkeparametre og revnearmeres.

Alternativt kan der foretages en dybere direkte fundering, hvor fundamenterne dimensioneres med højere styrkeparametre.

Den dybe og dybere direkte fundering kan eventuelt udføres i form af en indbygget gruspude. En gruspude vil dog kræve ekstra afrømning udvendigt på fundamenterne for at opnå tilstrækkelig sidestøtte til fundamenterne.

Udgravninger til kote +10,00 kan fjernes med lensepumpe kombineret med nedgravede pumpesumpe. Ved dybere udgravninger kan det blive nødvendigt at foretage en midlertidig grundvandssenkning vha. filterboringer eller lignende. I boring nr. 101 og 106 må der desuden foretages en midlertidig grundvands-senkning i de mellemliggende sandlag.

Kældergulve og gulve mod jord kan udføres som terrændæk efter udgravning til kældre og afrømning af muld og overjord. Med forhold som ved boring nr. 102, 109, 110 og 120 udføres gulve i kælderløse byggerier formentlig mest økonomisk som selv bærende jernbetondæk, såfremt der ikke opføres en gruspude. Ved en gruspudedefundering opføres gulve direkte i det indbyggede sand.

Kældre kan tørholdes med et traditionelt drænsystem, bestående af tæppedræn der føres til omfangsdræn via stikdræn. Med forhold som ved boring nr. 101 og 106 må kældre opføres under kote +10,00 udføres vandtætte og armeres mod vandtryk.

3. FORMÅL

Denne geotekniske undersøgelse danner grundlag for en geoteknisk projekteringsrapport.

Formål for nærværende rapport er hermed at:

- Beskrive og vurdere topografi, geologi
- 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.
- Anbefale parametre som kan anvendes som dimensioneringsgrundlag for midlertidige byggegruber.
- Nedsivningsevne for jorden i området.

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

4. GEOTEKNISK KATEGORI

Med den geotekniske undersøgelse som er udført for og medtaget i denne rapport, kan det aktuelle byggeri henføres til geoteknisk kategori 2.

Hvor enkeltlasten er større end 5000 kN og/eller 1000 kN pr. meter sribefundament 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.

5. MARKARBEJDE

Der er i denne undersøgelse foretaget 18 stk. forede geotekniske lagfølgeboringer med vingeforsøg og udtagning af omrørte jordprøver.

Borearbejdet er udført af Norconsult Jord•Miljø fra den 3. til den 18. juli 2023. Boring nr. 101, 102, 109, 110, 115, 116, 117, 118, 119 og 120 er boret til 8 m under terræn. Øvrige boringer er boret minimum 2 m ned i kalken. Boring nr. 105 er dog kun boret til 12 m under terræn og stoppet i de glacielle aflejringer.

Boring nr. 103 og 104 er ikke udført. Der var ikke muligt at komme til i området ved boring nr. 103 pga. parkerede biler og i boring nr. 104 blev der ramt et vandværk.

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

Der er, hvor det har været muligt, udført vingeforsøg for hver 0,2 m til vurdering af den udrænedes forskydningsstyrke, $c_{u,k}$. Vingeforsøg er udført i henhold til DS/EN 22476-9. I boring nr. 106 og 111 er der monteret Ø63 mm pejlerør. I de øvrige borehuller er der etableret Ø25 mm pejlerør med mulighed for pejling af grundvandsstand.

Boringerne er afsluttet i terræn med de monterede pejlerør.

6. KOTER

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

7. AFSÆTNING

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.

8. LABORATORIEUNDERSØGELSE

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%.

Resultaterne kan aflæses på boreprofilerne.

9. TOPOGRAFI

Terrænoverflade i borepunkterne er beliggende mellem kote +13,65 og +14,65. Af Danmarks Højdemodel fra SDFE kortviser ses, at det aktuelle område generelt er beliggende mellem kote +13,50 og +14,50.

Af jordartskort 1:25.000 udarbejdet af GEUS er de overfladenære jordarter for det aktuelle byggefelt klassificeret som glaciale aflejringer af moræneler og i den sydøstlige del af grunden postglacialt ferskvandstør. v.

Af historiske kort ses at der sydøst for byggefeltet skulle være et blødbundsområde. Der er dog ikke konstateret blødbundsaflejringer i boringerne.

Da dele af grunden er bebygget, kan der forventes fundamenter og andre bygningsdele i jorden.

10. JORDBUNDSFORHOLD

Under 0,30-1,70 m sand- og lerfyld træffes glaciale aflejringer af moræneler med indslag af smeltevands-sand, -ler og -silt samt glacialt moræneler. I boring nr. 109 træffes en zone af interstadiale aflejringer af tørveholdigt sand. Under den glaciale moræneler træffes marine danienaflejringer af uherdet kalk.

I boring nr. 109, 111, 114, 115 og 117 træffes over den glaciale moræneler, senglaciale smeltevandsaflejringer af ler.

Lagfølgerne fremgår af de optegnede boreprofiler.

11. GRUNDVAND

I boring nr. 106 og 111 er der monteret Ø63 mm pejlerør og i de øvrige boringerne er der monteret Ø25 mm pejlerør af perforeret plast med mulighed for grundvandsobservationer.

Ved borearbejdernes afslutninger er der foretaget aflæsninger af vandstande som fremgår af skemaet "grundvandspejlinger":

Grundvandspejlinger

Boring	Terræn kote	Dybde under terræn (m)	VS-Kote	Pejle dato
101	+13,75	4,35 m	+9,40	19.07.2023
102	+13,70	4,25 m	+9,45	19.07.2023
105	+13,70	4,05 m	+9,65	19.07.2023
106	+13,70	4,60 m	+9,10	19.07.2023
107	+13,75	4,80 m	+8,95	19.07.2023
108	+13,70	4,55 m	+9,15	19.07.2023
109	+13,70	7,80 m	+5,90	19.07.2023
110	+13,85	4,00 m	+9,85	10.07.2023
111	+13,90	5,00 m	+8,90	10.07.2023
112	+13,75	4,55 m	+9,20	10.07.2023
113	+13,80	Ej pejlet		
114	+14,65	Ej pejlet		
115	+13,70	4,60 m	+9,10	10.07.2023
116	+13,65	5,25 m	+8,40	10.07.2023
117	+13,70	4,70 m	+9,00	10.07.2023
118	+13,80	4,70 m	+9,10	24.07.2023
119	+13,85	4,30 m	+9,55	24.07.2023
120	+14,60	5,40 m	+9,20	10.07.2023

Pejlerøret i boring nr. 114 var ødelagt på pejletidspunktet og det var ikke muligt at komme over til pejlerøret i boring nr. 113.

Det må tilrådes, at vandstanden bliver kontrolleret på et senere tidspunkt, idet der kan ske en ændring af de målte VS-koter.

Det primære grundvandspotentiale i kalken er ud fra eksisterende kortmateriale fra år 2008 målt til at være beliggende i ca. kote +9,00 til +10,00.

12. TØRHOLDELSE

Midlertidig tørholdelse

Ved udgravninger under kote +10,00, kan det blive nødvendigt at foretage en midlertidig grundvandssænkning vha. filterboringer eller lignende. I boring nr. 101 og 106 må der desuden foretages en midlertidig grundvandssænkning i de mellemliggende sandlag.

Der må foretages en nærmere vurdering når de endelige udgravningskoter foreligger.

Permanent tørholdelse

På grund af risiko for opstuvning af vand på terrænoverfladen ved ekstrem nedbør anbefales etablering af et omfangsdræn omkring kælderløse bygningsdele.

Kælderen kan tørholdes med et traditionelt drænsystem, bestående af tæppedræn under kældergulvene der forbindes til omfangsdræn via stikdræn. Der skal desuden udføres et drænende lag op langs kælder-væggene.

Med forhold som ved boring nr. 101 og 106 må kældre opført under kote +10,00 dog udføres vandtætte og armeres mod vandtryk.

Der må foretages en nærmere vurdering når det endelige kotesatte projekt foreligger.

Der henvises i øvrigt til DS 436 - Norm for dræning af bygværker - vedrørende tørholdelse af kældere.

13. FUNDERINGSFORHOLD

Der kan ved boringerne gennemføres en direkte og dyb direkte fundering, hvor fundamenterne føres ned til intakte og bæredygtige aflejringer i OBL-niveau eller derunder.

Alternativt kan der udføres en dybere direkte fundering i OFL-niveau, hvor fundamenterne dimensioneres med højere styrkeparametre.

Den dybe og dybere direkte fundering kan eventuelt udføres i form af en indbygget gruspude. En gruspude vil dog kræve ekstra afrømning udvendigt på fundamenterne for at opnå tilstrækkelig sidestøtte til fundamenterne. På vedlagte bilag fremgår princippet for en gruspudefundering.

Fundamenter og gruspude skal i borepunkterne minimum føres ned til de i skemaet angivne dybder under terrænoverflade:

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:

Boring Nr.	Terræn kote	Funderingsforhold				Gulve mod jord	
		Dybde under terræn	OFL-Kote	Dybde under terræn	OBL-kote	Dybde under terræn	AFR-kote
101	+13,75	+12,55	1,20 m	+12,95	0,80 m	+12,95	0,80 m
102	+13,70	+11,10	2,60 m	+12,30	1,40 m	+12,30	1,40 m
105	+13,70	+11,60	2,10 m	+12,60	1,10 m	+12,60	1,10 m
106	+13,70	+12,50	1,20 m	+13,00	0,70 m	+13,00	0,70 m
107	+13,75	+12,35	1,40 m	+12,65	1,10 m	+12,65	1,10 m
108	+13,70	+12,40	1,30 m	+12,40	1,30 m	+12,40	1,30 m
109	+13,70	+10,60	3,10 m	+10,60	3,10 m	+12,00	1,70 m
110	+13,85	+11,75	2,10 m	+11,75	2,10 m	+11,75	2,10 m
111	+13,90	+12,70	1,20 m	+12,80	1,10 m	+12,80	1,10 m
112	+13,75	+12,95	0,80 m	+12,95	0,80 m	+12,95	0,80 m
113	+13,80	+13,00	0,80 m	+13,00	0,80 m	+13,00	0,80 m
114	+14,65	+13,45	1,20 m	+14,35	0,30 m	+14,35	0,30 m
115	+13,70	+12,90	0,80 m	+12,90	0,80 m	+12,90	0,80 m
116	+13,65	+12,35	1,30 m	+12,35	1,30 m	+12,35	1,30 m
117	+13,70	+10,90	2,80 m	+12,50	1,20 m	+12,50	1,20 m
118	+13,80	+12,50	1,30 m	+12,50	1,30 m	+12,50	1,30 m
119	+13,85	+12,85	1,00 m	+12,85	1,00 m	+12,85	1,00 m
120	+14,60	+12,90	1,70 m	+12,90	1,70 m	+12,90	1,70 m

"OFL" angiver niveau for fastere bæredygtige aflejninger for tungt belastede fundamenter. "OBL" angiver overside af bæredygtige aflejninger for fundamenter. "AFR" angiver niveau for afrømning af muld og overjord til opbygning af normalt sætningsfrie gulve samt normalt befæstede arealer.

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

Fundamenter skal dimensioneres for både friktions- og kohæSIONstilfældet under anvendelse af nedennævnte 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, $c_{u,k}/c'_{k}$
- Udrænet/drænet plane friktionsvinkel, $\phi_{pl,k}/\phi'_{pl,k}$

Det tilfælde, der giver mindst bæreevne anvendes.

Funderings-niveau	Lertilfælde				Sandtilfælde	
	Rum-vægt	Forskydnings-styrke		Friktions-vinkel	Rumvægt	Friktions-vinkel
	γ_m/γ' [kN/m ³]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	c'_k [kN/m ²]	$\varphi'_{pl,k}$	γ_m/γ' [kN/m ³]	$\varphi_{pl,k}$
OFL	20/10	110	11	30°	20/10	36°
OBL	18/8	60	6	25°	20/10	36°

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

14. SÆTNINGER

Ved fundering i OBL-niveau vil der på grund af de varierende lagfølger samt jordstyrker i boringerne, vil det være nødvendigt at fundamenter forstærkes med en passende revnearmering i over- og underside samt anvende beton med minimum karakteristisk styrke 12 MN/m² eller større, for at modvirke differenssætninger,

Ved vurdering af sætningsforholdene kan følgende skønnede konsolideringsmoduler, K anvendes til byggeri på stribe- og punktfundamenter:

Jordart	Skønnet konsolideringsmodul K
Komprimeret sandpude	40 MPa
Ler $C_v \approx 60$ kN/m ²	15 MPa
Ler $C_v \approx 110$ kN/m ²	30 MPa
Ler $C_v \approx 200$ kN/m ²	50 MPa
Sand	40 MPa

Hvor der optræder forskelle i funderingsniveau, skal sribefundamenter udføres med aftrapning på max 60 cm vandret og lodret, således at der er en hældning på 1:1.

I overgangszoner fra f.eks. sand til moræneler anbefales at der anvendes revnefordelende armering i fundamenter. Ved en gruspudefundering, må fundamenterne ligeledes revnearmeres.

15. GULVE PÅ JORD

Kældergulve samt gulve mod jord kan opbygges som almindelige kældergulve/terrændæk efter udgravning til kælder samt afrømning af muld og overjord til "AFR" eller derunder. Hvis afrømning medfører opbygning af sandfyld under gulve på over 60 cm, skal der, ifølge DS/EN 1997 kapitel 4, udføres komprimeringskontrol af fyldens lejringsstæthed. Kontrollen kan udføres ved hjælp af isotopsondemetoden, hvor middelkomprimeringen skal være 98 % standard proctortæthed.

Med forhold som ved boring nr. 101 og 106 må kældergulve opført i kote +9,00 til +10,00 udføres vandtætte og armeres mod vandtryk. Der henvises til afsnittet *Grundvandsforhold*.

16. VEJE OG PLADSER

Veje og pladser kan opføres som normalt befæstede arealer, efter afrømning og muld og overjord til AFR-niveau eller derunder.

På grundlag af de udførte boringer anbefales følgende skønnede bundmodul ved dimensionering af vejkasen:

$$E_m = 15 \text{ MPa}$$

Såfremt der kan accepteres mindre differenssætninger kan veje og pladser opføres direkte i de konstaterede fyldlag med følgende skønnede bundmodul:

$$E_m = 8-10 \text{ MPa}$$

Det anbefales, at der udføres geoteknisk tilsyn af planum inden opbygning af vejkasse, samt at der udføres, minifaldlod og/eller pladebelastningsforsøg til nærmere bestemmelse af E-modul og dimensionering af vejkasse.

Det kan blive nødvendigt med en jordforstærkning i form af geonet eller lignende.

De konstaterede jordbundsforhold er frost tvivlsomme.

17. JORDTRYK PÅ VÆGGE

Konstruktioner under jord skal dimensioneres for jordtryk. Derudover skal alle optrædende belastningssituationer under såvel udførelse som i den permanente situation medtages i vurderingen af den tilladelige deformation af væggene, herunder belastninger fra maskinel komprimering, nærliggende/tilstødende fundamenter, vejanlæg mv.

18. BYGGEGRUBE

Med de trufne jordbundsforhold kan udgravning til byggegrube uden afstivning udføres med et anlæg $a = 1,5$ m i fyldjord og sand samt anlæg $a = 1,0$ i det senglaciale ler og $a = 0,8$ i moræneleret.

Ovenstående anlæg betinger dog, at der ikke forekommer udstrømning af grundvand fra byggegrubens sider. Ligeledes betinger det at der ikke udgraves mere end 5 m u.t. og at skråningen ikke belastes. I modsat fald bør der udføres en stabilitetsberegning af skråningen.

For byggegrube med afstivning kan der til dimensionering af indfatningsvæg enten som tæt spuns eller Københavnervæg anvendes de parametre som fremgår af skemaet efterfølgende. Værdierne i skemaet er generelle for de i borerne truffne jordtyper. For de konkrete borer kan jordtype, dybde, lagtykkelse m.m. aflæses på de optegnede borejournaler.

Jordart	Rumvægt	Forskydningsstyrke		Friktionsvinkel	
	γ_m/γ' [kN/m ³]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$c'_{,k}$ [kN/m ²]	$\varphi_{pl,k}$	$\varphi'_{pl,k}$
Fyld af muld	16/6	-	-	28°	28°
Fyld af ler/sand	17/7	-	-	28°	28°
Interstadialt sand	19/9	-	-	34°	34°
Senglacialt ler	20/10	60-100	-	-	-
Silt	20/10	-	-	32°	32°
Moræneler	21/11	60-150	6-15	-	30°
Moræneler	21/11	150-250	15-20	-	32°
Moræneler	22/12	250-450	20	-	33°
Moræneler	22/12	450-650	20	-	34°
Morænesand	21/11	-	-	37°	37°
Smeltevandssand	20/10	-	-	36°	36°
Kalk	21/11	-	-	38°	38°

Indfatningsvæggen skal foruden jordtryk og belastninger fra trafik og eventuelt nærtliggende konstruktioner dimensioneres for vandspejle henholdsvis foran og bagved spunsen.

Den opgravede råjord er ikke egnet til genindbygning, såfremt der ønskes sætningsfrie overflader. Der må i stedet indbygges egnede friktionsmaterialer.

19. PERMEABILITET

For de af Norconsult Jord•Miljø udførte borer kan der kan regnes med følgende skønnede hydrauliske ledningsevne, k i nedennævnte jordarter:

Jordart	Hydrauliske ledningsevne, k [m/s]
Fyldjord	10^{-5} - 10^{-6}
Sand	10^{-4} - 10^{-5}
Sandet ler	10^{-5} - 10^{-6}
Siltet ler	10^{-6} - 10^{-7}
Fed ler	10^{-7} - 10^{-8}

Ved etablering af regnvandsfaskiner, anbefales det, at der udføres nedsivningsforsøg for en nærmere fastlæggelse og dermed optimering af faskinestørrelse.

Med de konstaterede grundvands- og jordbundsforhold, må der ved kraftige regnskyl eller i våde perioder af året forventes overløb af faskinerne. Det anbefales, at overløbet forbindes til regnbed, grøft eller kloak.

Der må foretages en nærmere vurdering, når der foreligger et konkret nedsivningsprojekt.

20. NABOFORHOLD

Norconsult Jord•Miljø har ikke besigtiget arealet med henblik på eventuelle nabogener i forbindelse med byggeriet.

I forbindelse med rystelser fra ramning af spuns er der særlige hensyn at tage til de eksisterende bebyggelser og anlæg i området.

Naboer som berøres af arbejdet skal, ifølge Byggeloven §12, adviseres mindst 14 dage før opstart af arbejdet.

Det er nødvendigt at tegne en "rammeforsikring", så eventuelle fra som følge af det udførte rammearbejde er dækket.

Under rammearbejdet kan der desuden udføres vibrationsmålinger på nærtliggende bebyggelser til vurdering af, hvorvidt rystelserne er acceptable.

Der kan endvidere foretages en registrering af eksisterende bebyggelser og revnedannelser heraf inden byggearbejderne opstartes ved eksempelvis fotoregistrering.

21. GEOTEKNISK KONTROL

I henhold til DS/EN 1997 kapitel 4, skal der foretages kontrolinspektioner af samtlige udgravninger til sikring af, at der overalt funderes på intakte aflejringer med de forudsatte styrkeparametre og egenskaber.

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.

Den udrænede forskydningsstyrke kan i kohæsionsjord bestemmes ved vingeforsøg og i friktionsjord med håndkop, begge sammenholdt med en geologisk vurdering. Ved indbygning af mere end 0,60 m sandfyld, skal der udføres kontrol med sandfyldets lejringstæthed.

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

22. BEMÆRKNINGER

Rådgivningen udføres i henhold til ABR 2018.

Ved projektering eller økonomisk vurdering af ekstrarfundering må Norconsult Jord•Miljø 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.

Der kan være afvigelser fra retliniet interpolation imellem prøvestederne.

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 for at undgå lækage til det primære grundvandsmagasin.

Hvis der projekteres med permanente ankre for at opdriftssikre byggeriet, anbefales supplerende kerneboringer. Ligeledes anbefales at udføre pumpeforsøg til dimensionering af midlertidig og permanent grundvandssænkning.



SIGNATURER:

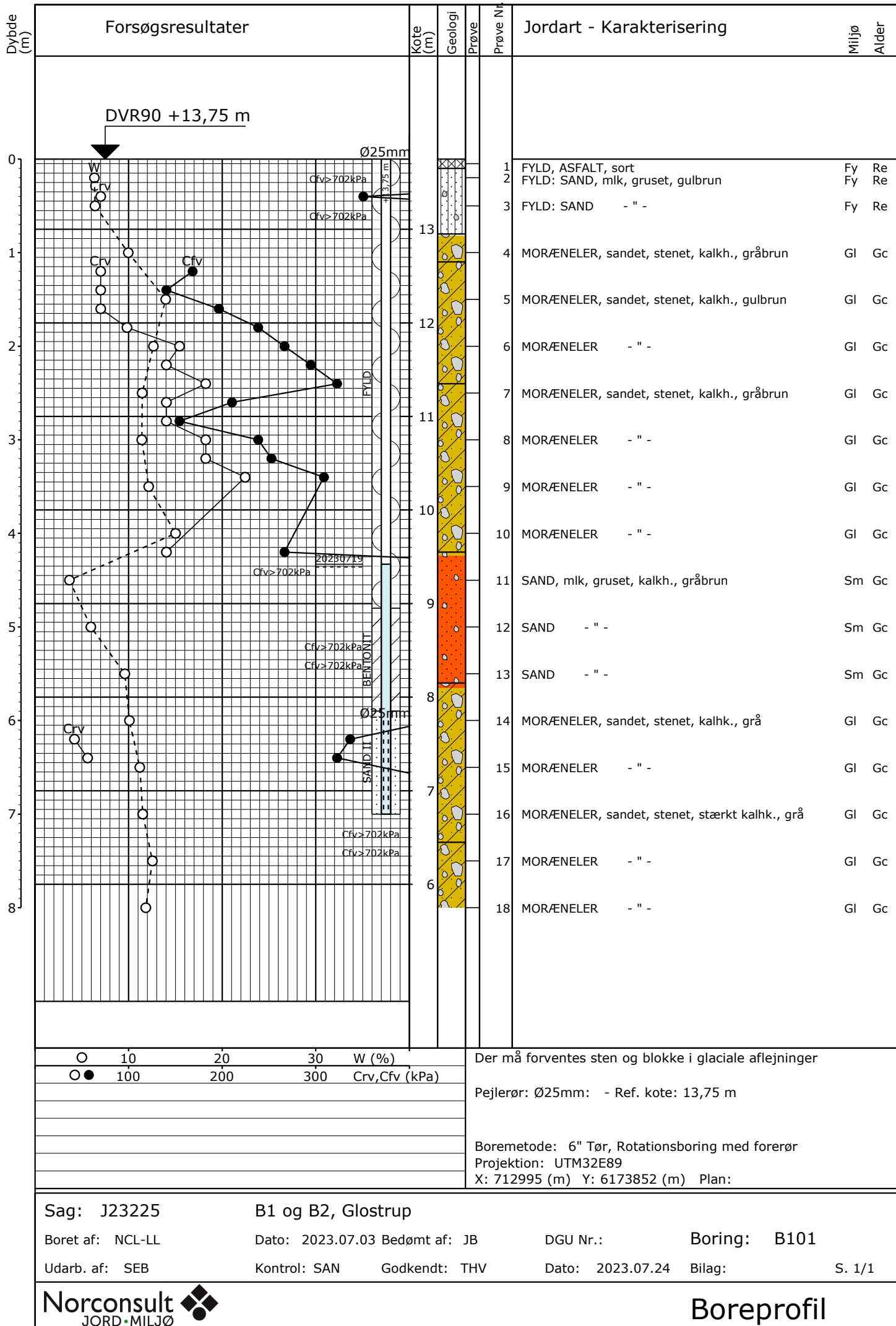
-  Geoteknisk boringer til 12 m.u.t
-  Geoteknisk boringer til 8 m.u.t
-  Geoteknisk boringer til 15 m.u.t
-  Geoteknisk boringer til 10 m.u.t
-  Geoteknisk boringer til 20 m.u.t

Boreplan for B1 og B2

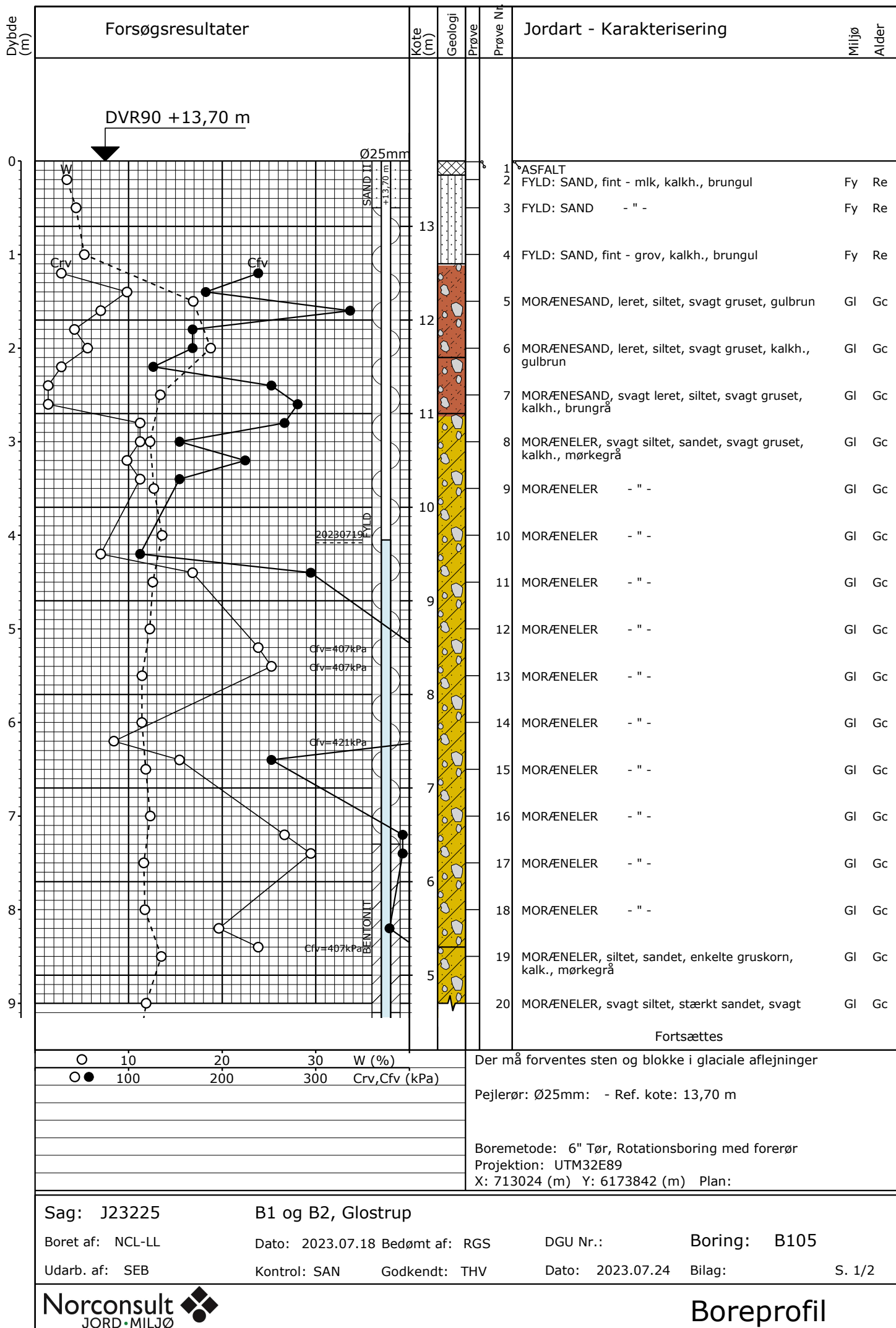
Christiansvej, Glostrup

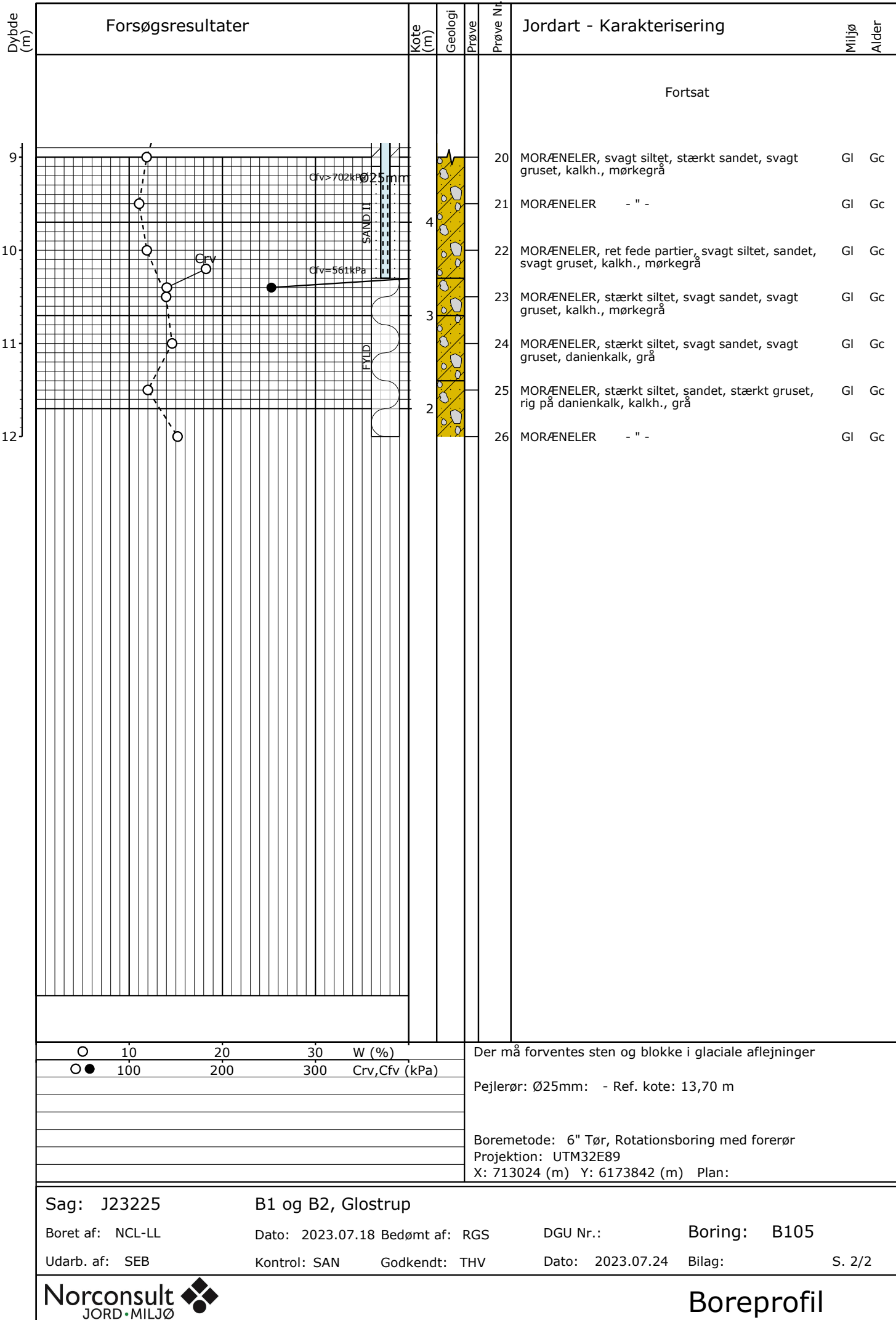
Sagsnr.: J23225/SEB Dato: 26. juni 2023

Norconsult
JORD • MILJØ

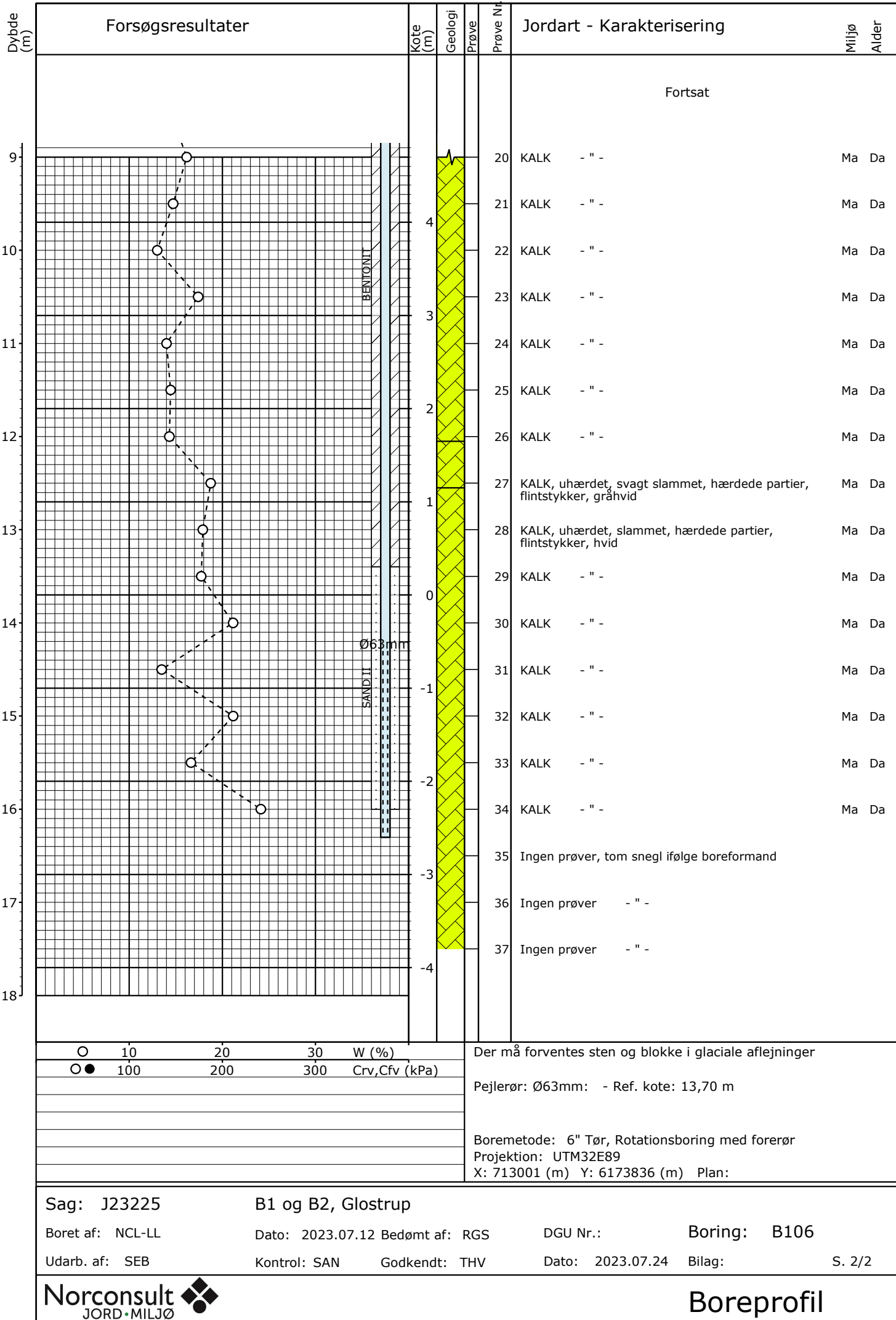




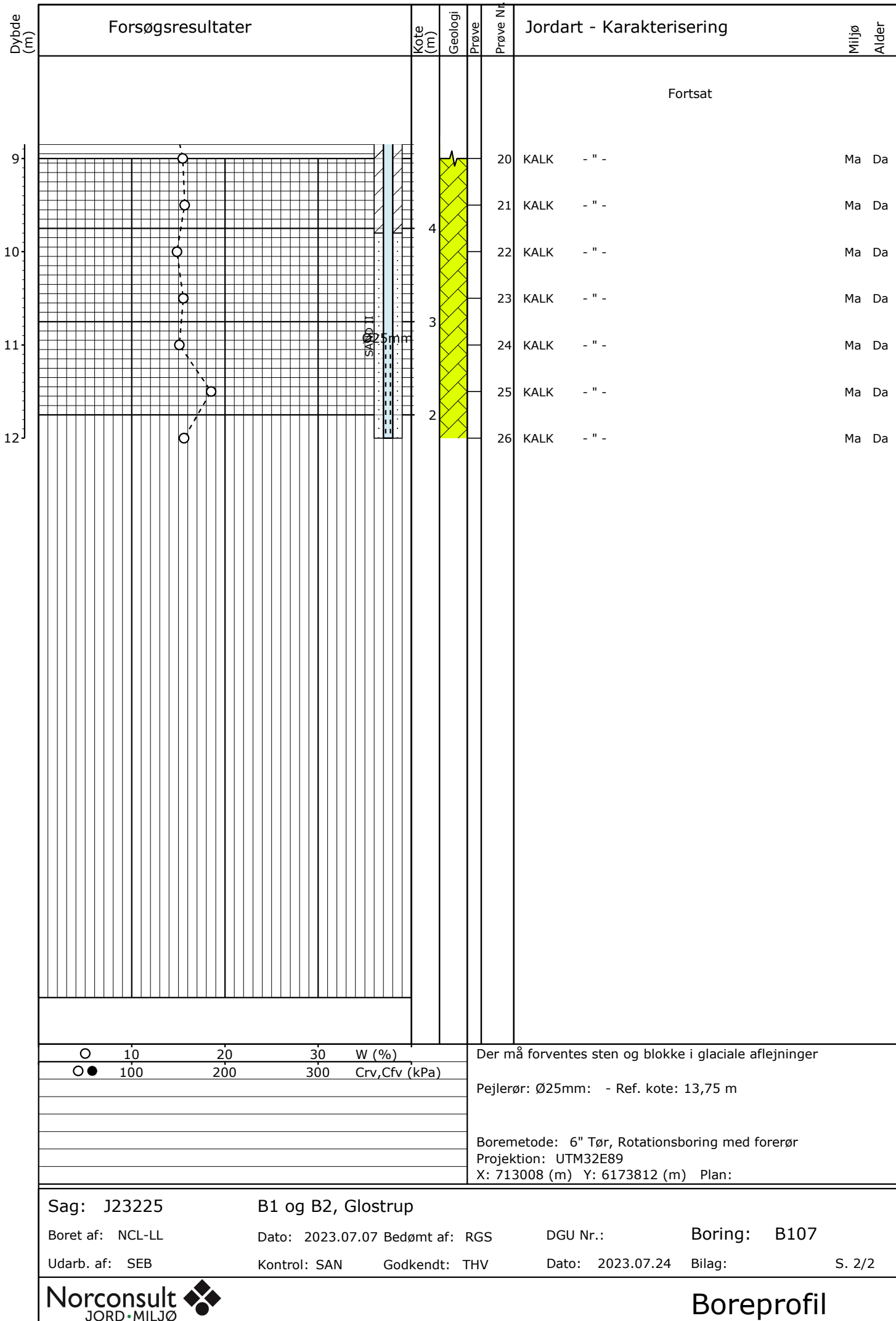






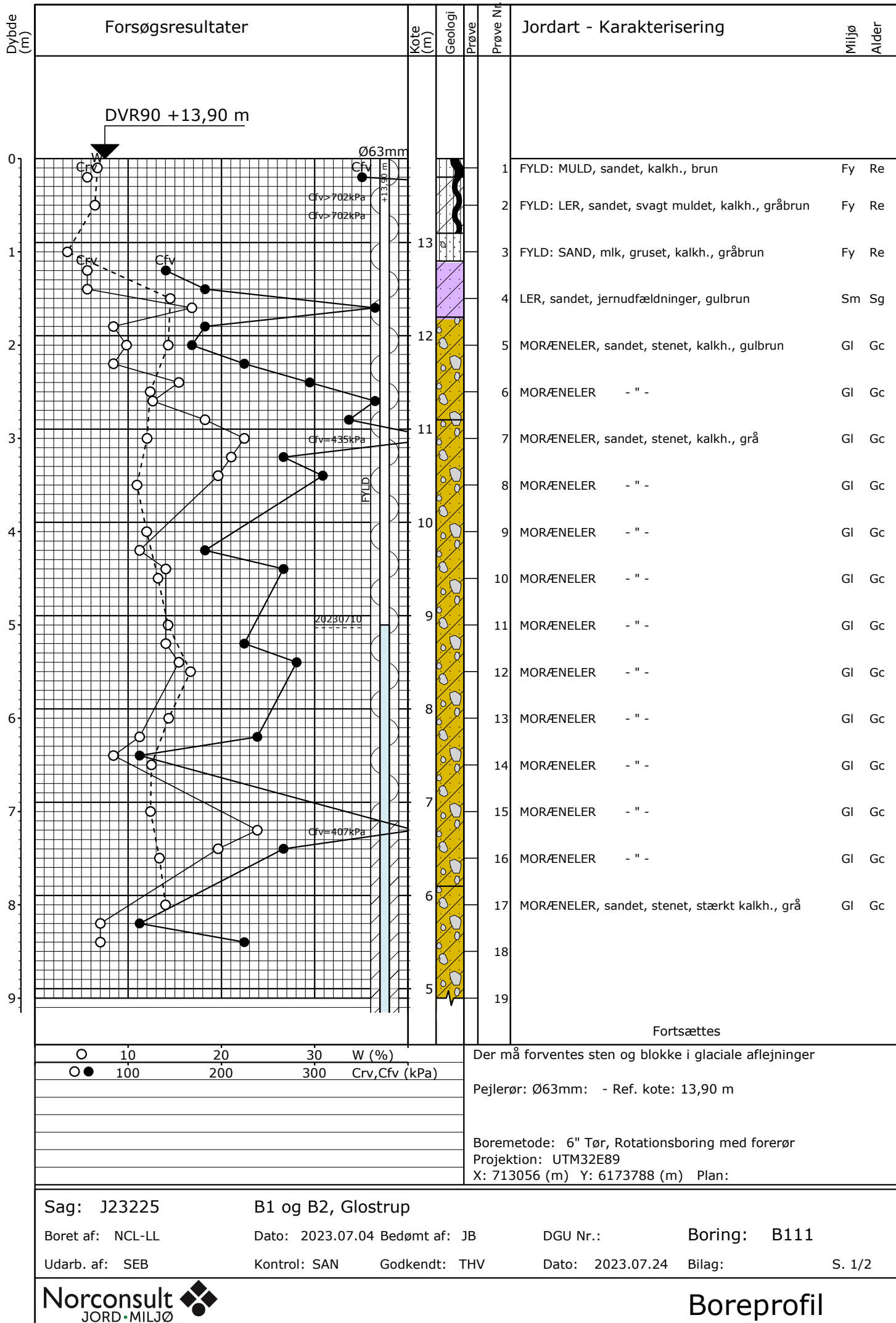


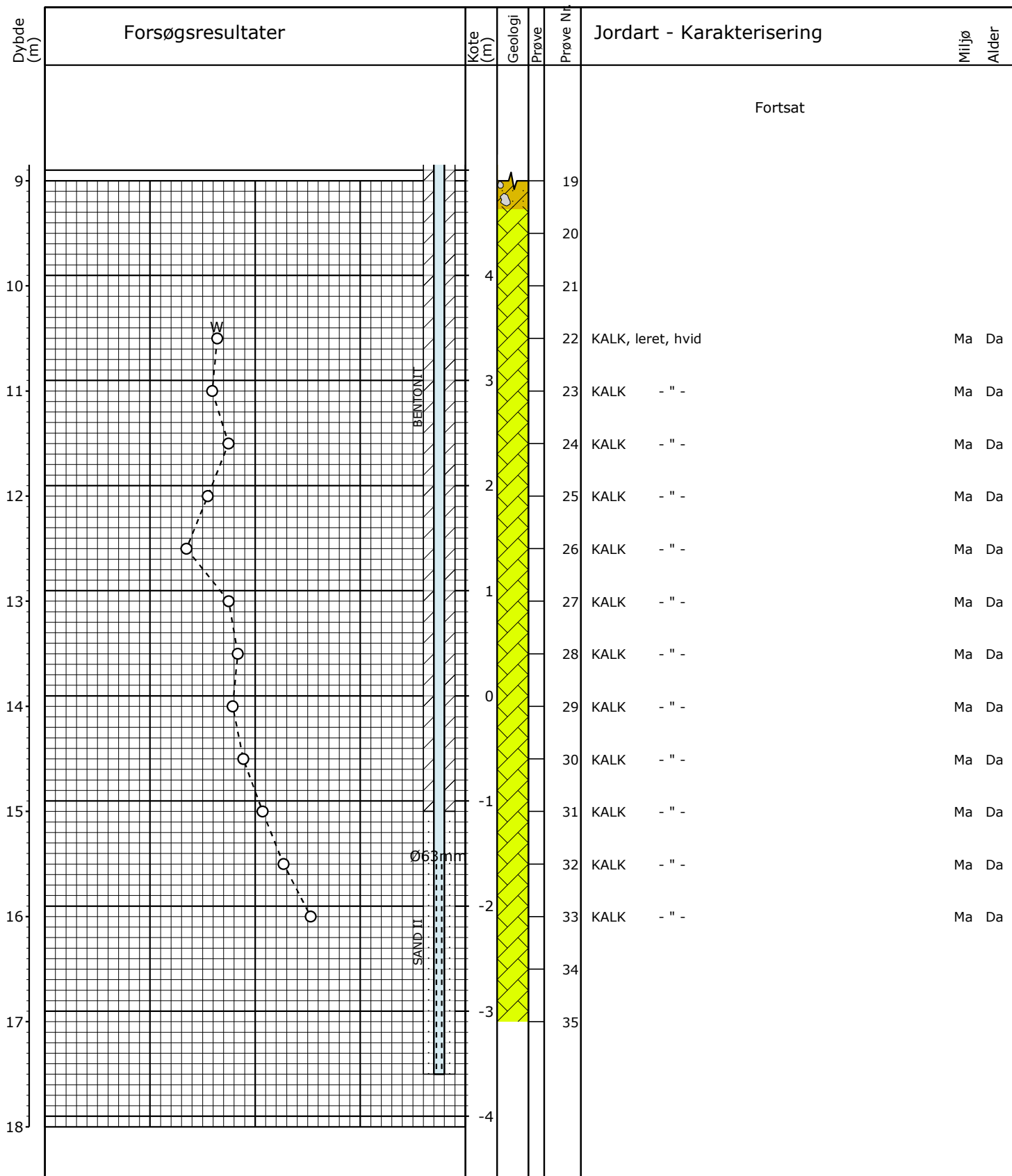






Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Prøve Nr.	Jordart - Karakterisering	Miljø	Alder
						Fortsat		
9					20	MORÆNELER - " -	Gl	Gc
					21	MORÆNELER - " -	Gl	Gc
10					22	MORÆNELER - " -	Gl	Gc
					23	KALK, uhærdet, slammet, gruset, siliciklastisk ler, flintstykker, kalkh., gråhvid	Ma	Da
11					24	KALK - " -	Ma	Da
					25	KALK - " -	Ma	Da
12					26	KALK - " -	Ma	Da
							Der må forventes sten og blokke i glaciale aflejninger	
							Pejlerør: Ø25mm: - Ref. kote: 13,70 m	
							Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør	
							Projektion: UTM32E89	
							X: 713035 (m) Y: 6173825 (m) Plan:	
Sag: J23225 B1 og B2, Glostrup Boret af: NCL-LL Dato: 2023.07.14 Bedømt af: RGS DGU Nr.: Boring: B108 Udarb. af: SEB Kontrol: SAN Godkendt: THV Dato: 2023.07.24 Bilag: S. 2/2 Norconsult JORD • MILJØ Boreprofil								





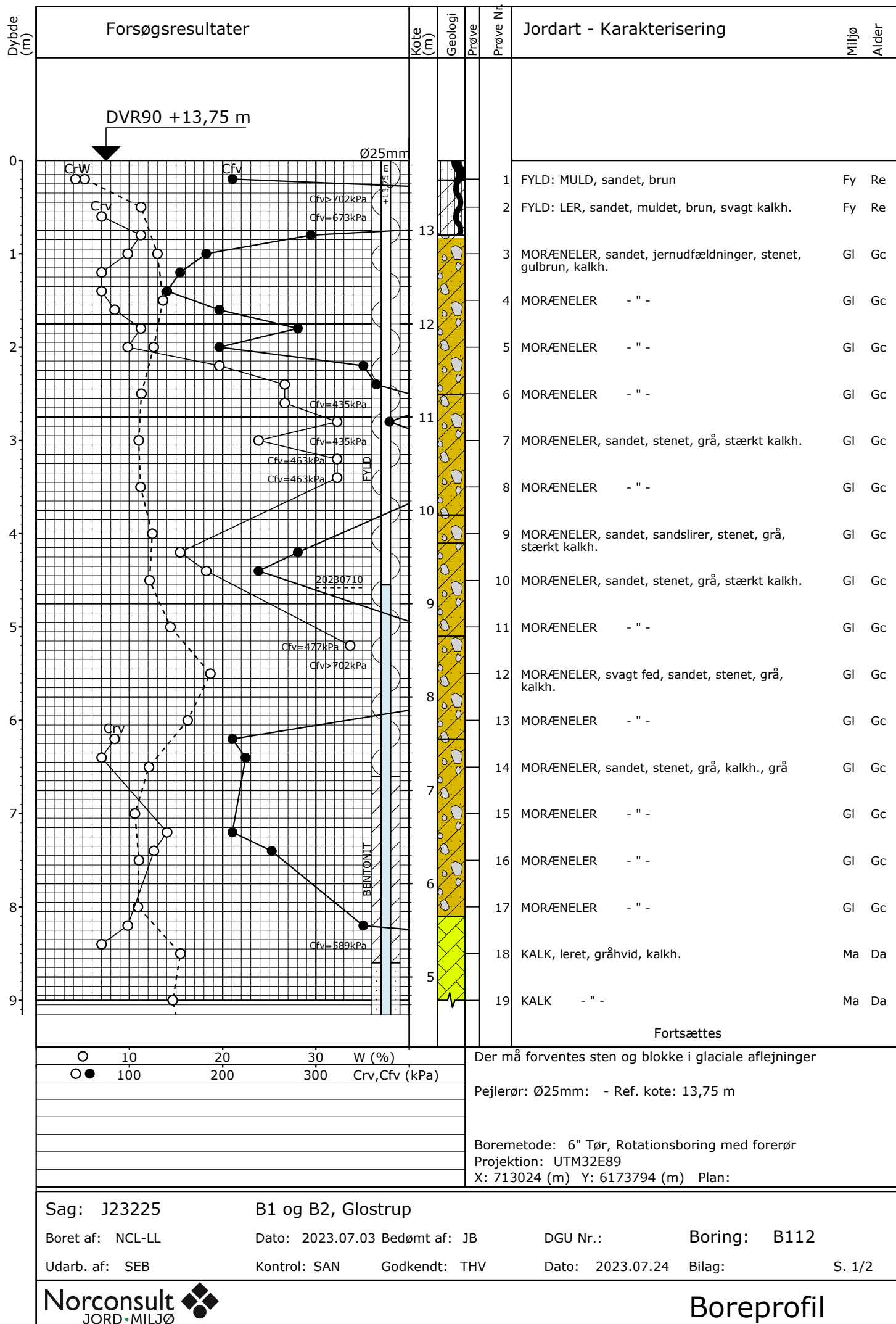
○ 10 20 30 W (%)
○● 100 200 300 Crv, Cfv (kPa)

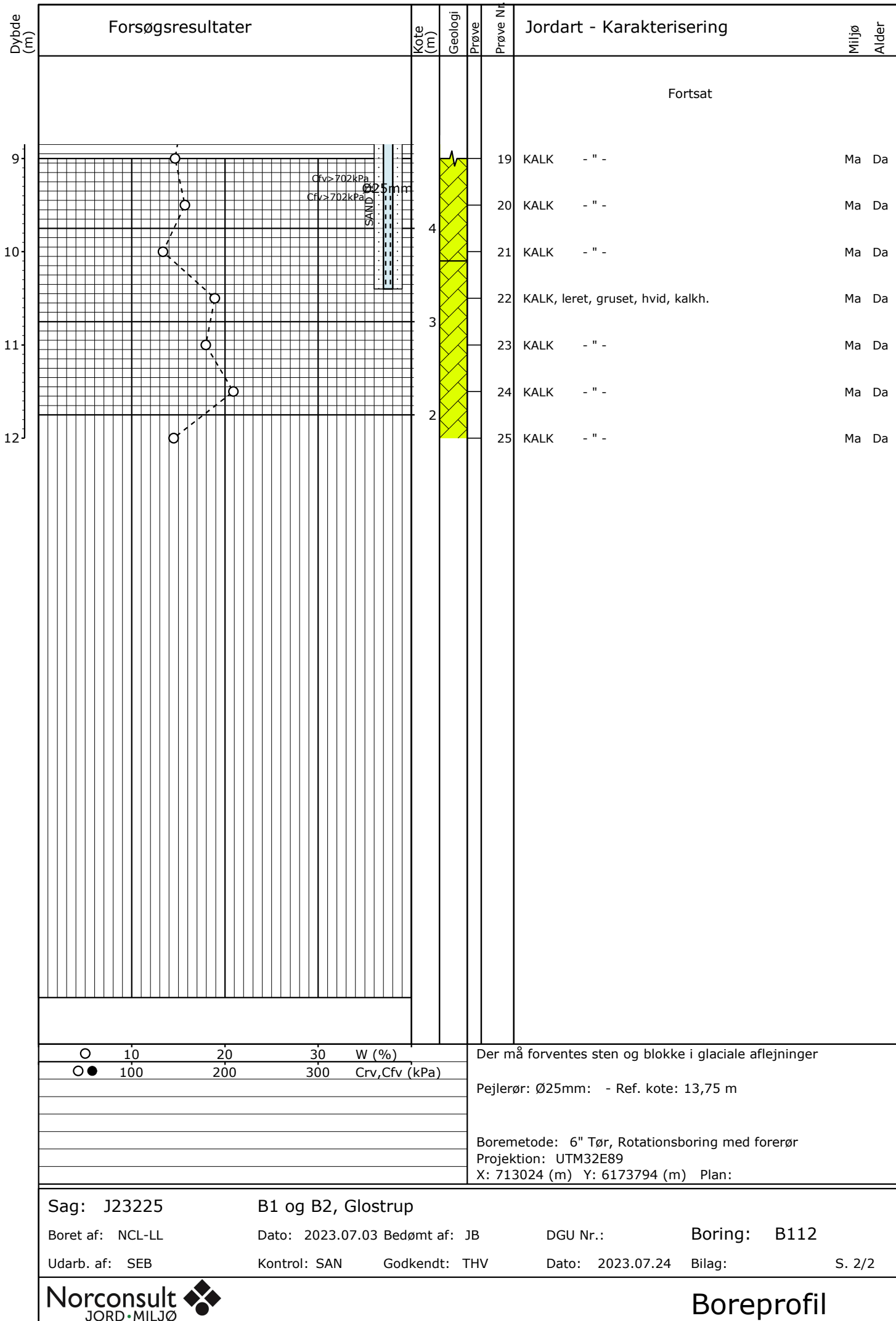
Der må forventes sten og blokke i glaciale aflejninger

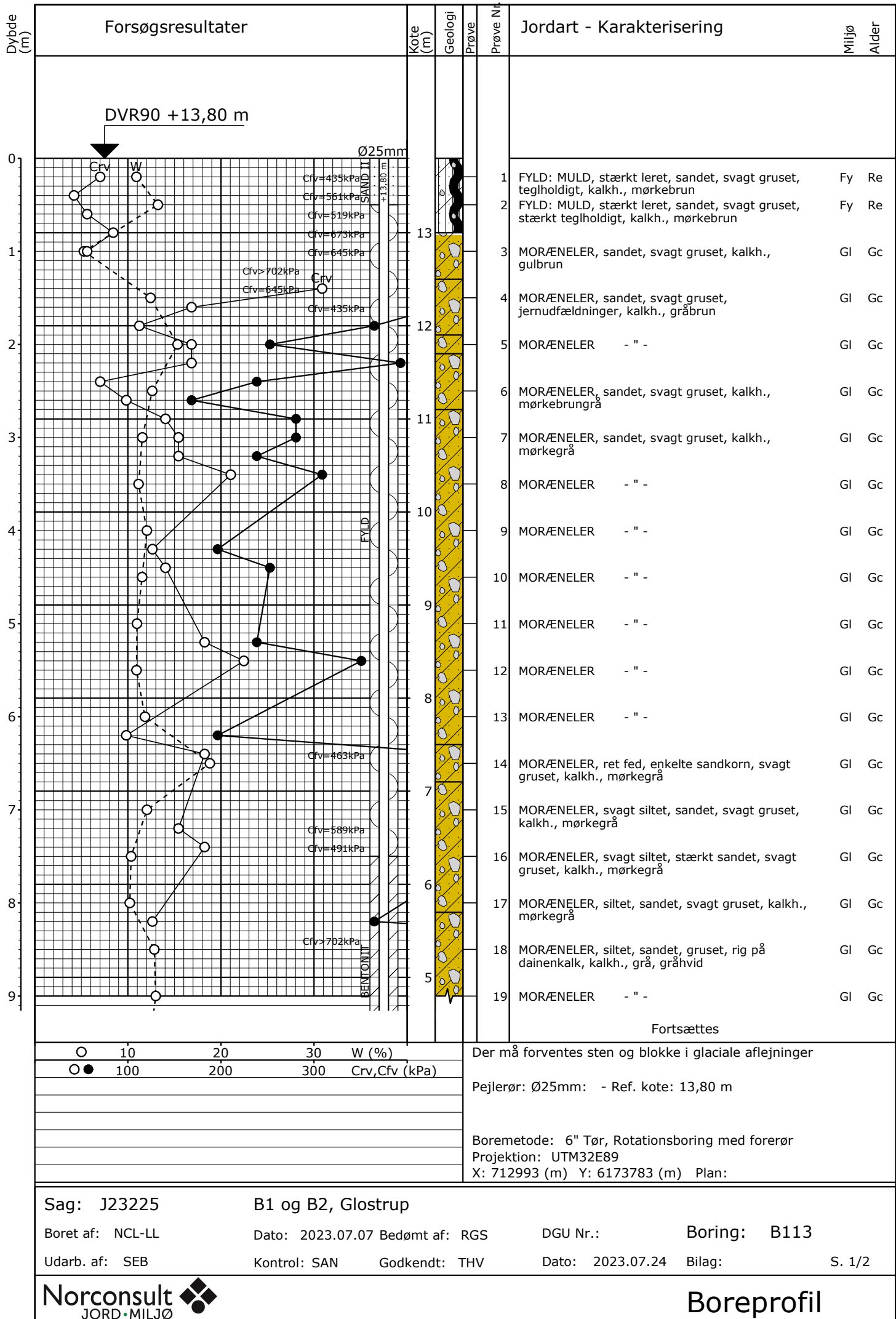
Pejlerør: Ø63mm: - Ref. kote: 13,90 m

Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør
Projeksjon: UTM32E89
X: 713056 (m) Y: 6173788 (m) Plan:

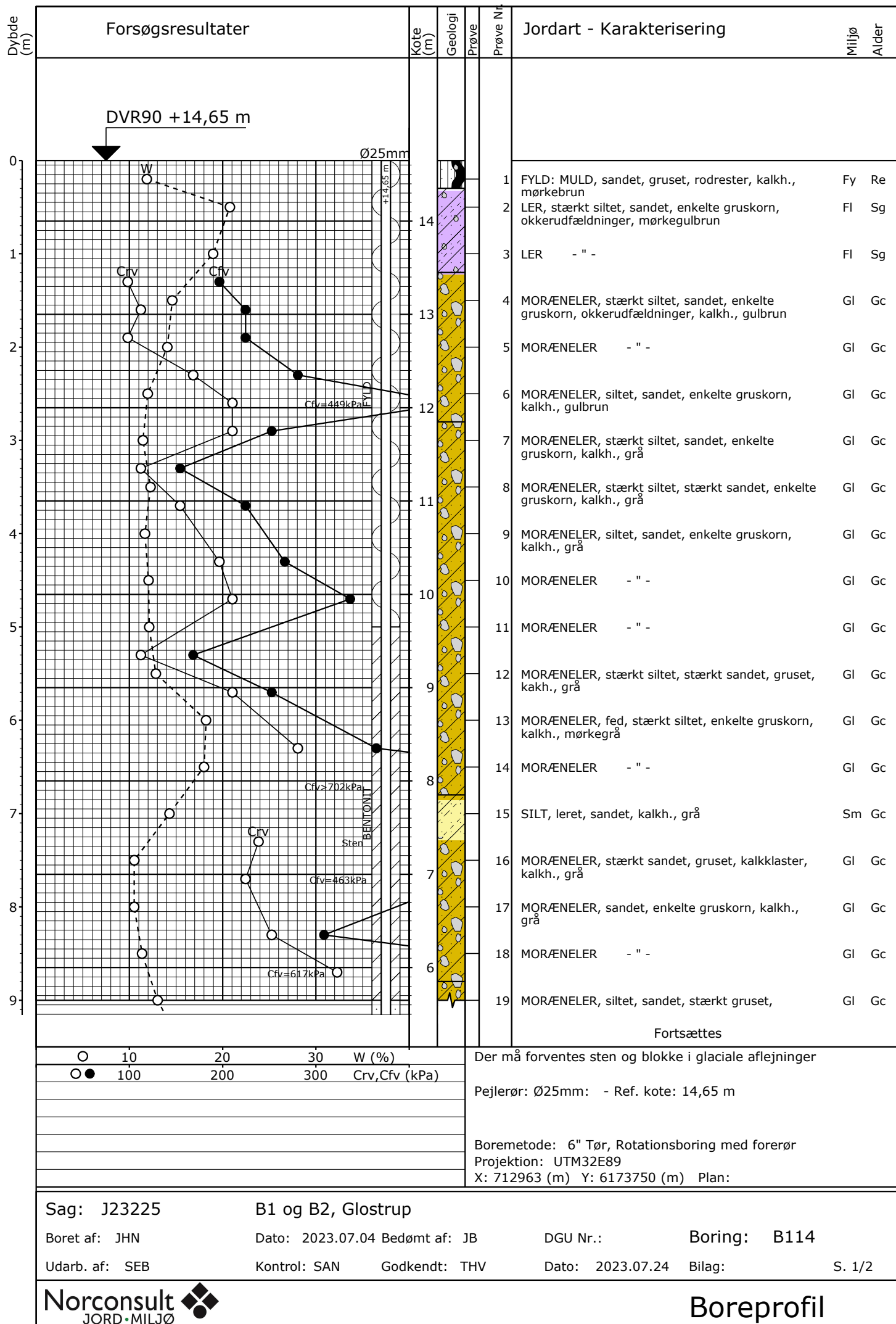
S. 2/2





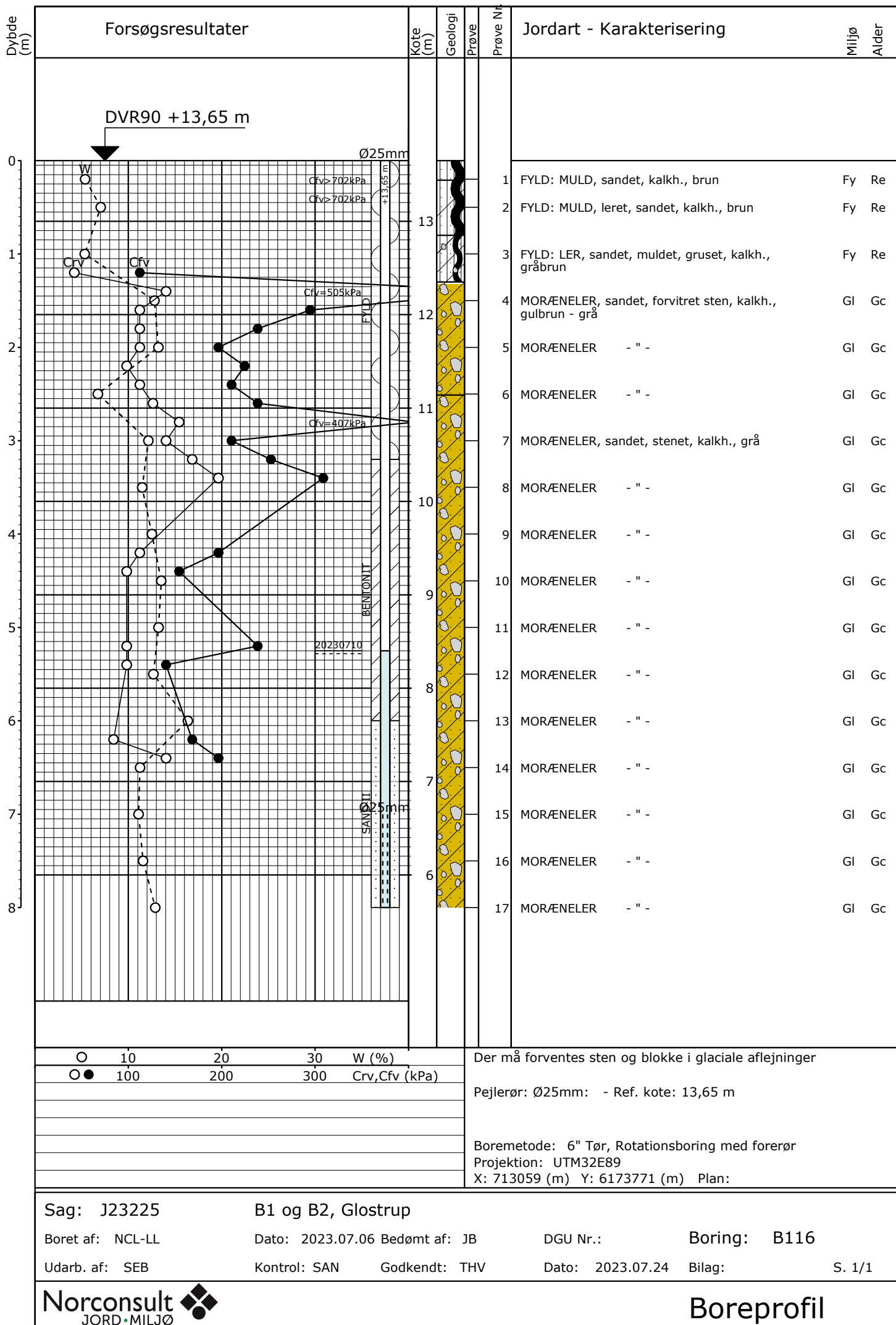


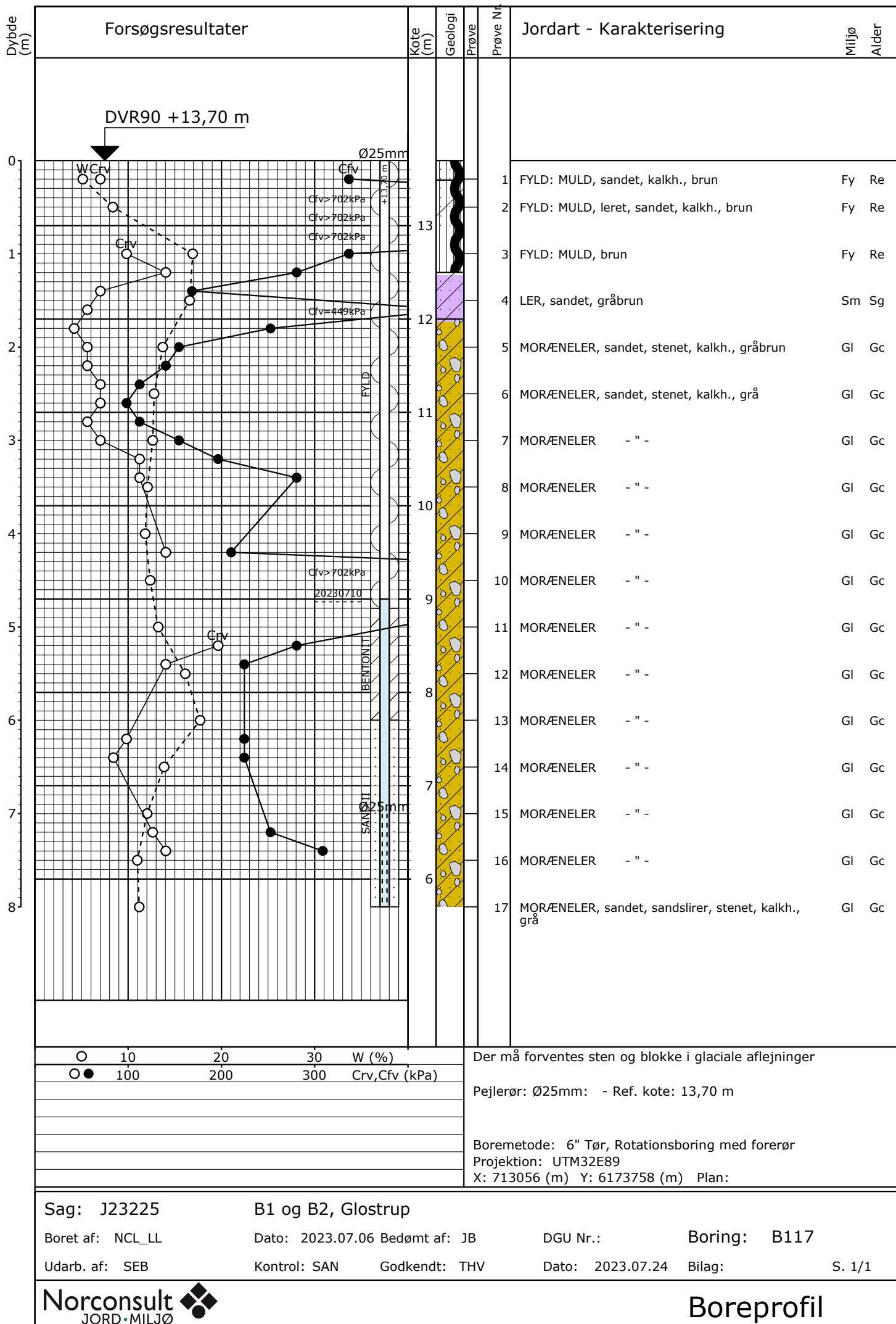
Dybde (m)	Forsøgsresultater	Kote (m)	Geologi	Prøve	Prøve Nr.	Jordart - Karakterisering	Miljø	Alder
9 10 11 12	SAND II Ø25mm BET					Fortsat		
						19 MORÆNELER - "- "	Gf	Gc
						20 MORÆNELER - "- "	Gf	Gc
						21 MORÆNELER - "- "	Gf	Gc
						22 KALK, uhærdet, slammet, hærdede partier, flintstykker, kalkh., hvid	Ma	Da
						23 KALK - "- "	Ma	Da
						24 KALK - "- "	Ma	Da
O ●	W (%)	Crv,Cfv (kPa)	Der må forventes sten og blokke i glaciale aflejninger					
○●	100 200 300	100 200 300	Pejlerør: Ø25mm: - Ref. kote: 13,80 m					
			Boremetode: 6" Tør, Rotationsboring med forerør					
			Projektion: UTM32E89					
			X: 712993 (m) Y: 6173783 (m) Plan:					
Sag: J23225 B1 og B2, Glostrup								
Boret af: NCL-LL			Dato: 2023.07.07 Bedømt af: RGS			DGU Nr.: Boring: B113		
Udarb. af: SEB			Kontrol: SAN Godkendt: THV			Dato: 2023.07.24 Bilag: S. 2/2		
Norconsult JORD•MILJØ								
Boreprofil								

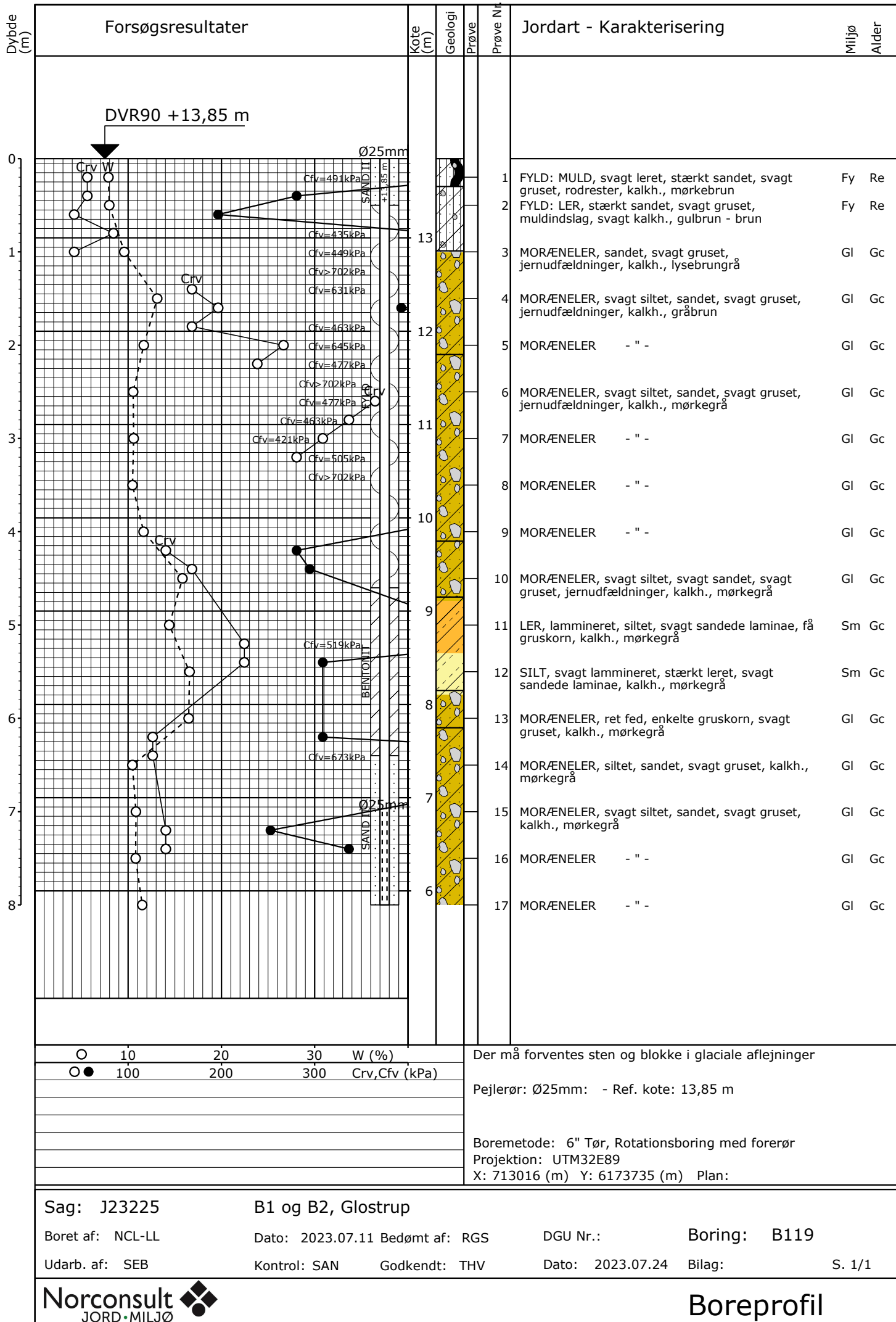


[illegible]









Forsøgsresultater

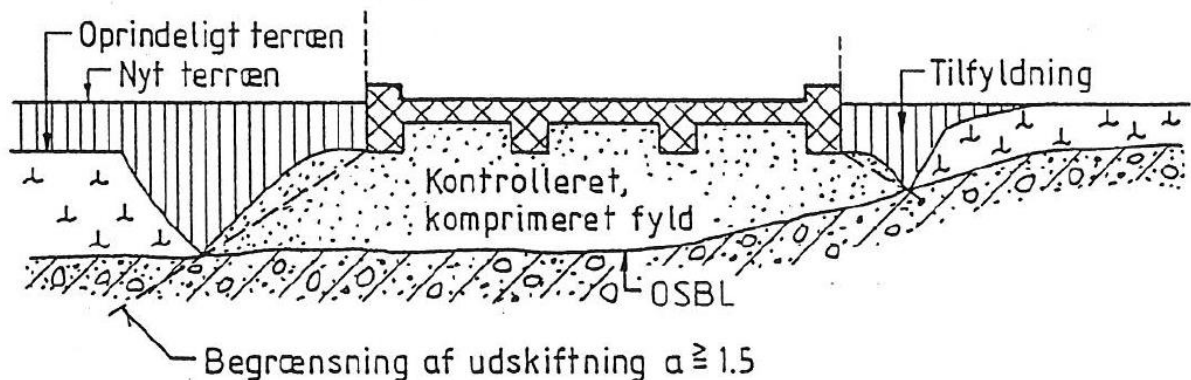
Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil
FYLD MULD MULD, sandet SAND, muldet SAND, muldpartier STEN GRUS SAND SILT LER MORÆNESAND MORÆNESILT MORÆNELER KALK (KRIDT) FLINT KLIPPE GYTJE SKALLER TØRV TØRVEDYND PLANTERESTER I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.	Pumpeboring (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)	1 2 3 4 5 6 Prøvenummer Glas prøve Intakt prøve (Prøve med lab. forsøg) Omrørt prøve Stor omrørt prøve SPT prøve Laggrænse Kerne prøve
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	1 2 3 4 Indtagsnr. Topkote / Ref. kote Beton Fyld GVS Bentonit Filtergrus Filterrør Terrænkote Top Bund af filterrør Pejling Afstand Længde 2016.01.07

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 h
●	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.



Glostrup Kommune

Engtoftevej, Glostrup
Delareal B3

Geoteknisk rapport
Parameterundersøgelse

Norconsult
JORD • MILJØ



Udarbejdet af: THV
Kvalitetssikret af: SAN
Godkendt af: THV
Dato: 18.10.2023
Version: V1
Sag nr.: J23225

INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING	3
2.	OPSUMMERING	3
3.	FORMÅL	4
4.	GEOTEKNISK KATEGORI	4
5.	MARKARBEJDE	4
6.	KOTER	5
7.	AFSÆTNING	5
8.	LABORATORIEUNDERSØGELSE	5
9.	TOPOGRAFI	5
10.	JORDBUNDSFORHOLD	6
11.	GRUNDVAND	6
12.	TØRHOLDELSE	7
13.	FUNDERINGSFORHOLD	7
14.	SÆTNINGER.....	9
15.	GULVE PÅ JORD	10
16.	VEJE OG PLADSER	10
17.	JORDTRYK PÅ VÆGGE.....	11
18.	BYGGEGRUBE.....	11
19.	PERMEABILITET	12
20.	NABOFORHOLD	13
21.	GEOTEKNISK KONTROL	13
22.	BEMÆRKNINGER.....	14

BILAG

Boreplan

Boreprofiler

Signaturforklaring

Gruspudefundering

1. INDLEDNING

Parameterundersøgelse af jordbunds- og grundvandsforholdene i forbindelse med opførelse kombineret erhvervs- og boligbyggerier eventuelt med kældre.

Norconsult Jord•Miljø er ikke bekendt med det konkrete kotesatte projekt.

2. OPSUMMERING

Med de konstaterede jordbundsforhold som ved boring nr. 401 og 402 må byggerier opføres på rammede pæle, da bæredygtige aflejringer træffes 4,05-5,20 m under terræn.

Ud fra geostatistiske beregninger vurderes det at der skal anvendes pælelængder på ca. 10-12 m.

Med de angivne pælelængder kan der opnås en regningsmæssig bæreevne på 300 kN for en 25 x 25 cm² jernbetonpæl og 500 kN for en 30 x 30 cm² jernbetonpæl.

På grund af en høj negativ overflademodstand skal pælene asfalteres på de øverste 4-5 m.

Ved en pælefundering skal gulve samt fundamentsbjælkerne udføres som selvbærende jernbeton.

Med forhold som ved boring nr. 403 og 404 kan byggerierne opføres med en direkte og dyb direkte fundering, hvor fundamenterne dimensioneres med lave styrkeparametre og revnearmeres.

Alternativt kan der foretages en dybere direkte fundering hvor fundamenterne dimensioneres med højere styrkeparametre.

Den dybe og dybere direkte fundering kan eventuelt udføres i form af en indbygget gruspude. En gruspude vil dog kræve ekstra afrømning udvendigt på fundamenterne for at opnå tilstrækkelig sidestøtte til fundamenterne.

Tilløbende vand i udgravningerne kan fjernes med lensepumpe kombineret med nedgravede pumpe-sumpe og drænrender i kælderudgravningerne.

Kældergulve og gulve mod jord kan udføres som terrændæk efter udgravning til kældre og afrømning af muld og overjord. Med forhold som ved boring nr. 401-403 udføres gulve i kælderløse byggerier formentlig mest økonomisk som selvbærende jernbetondæk.

Ved en gruspudefundering opføres gulve direkte i det indbyggede sand.

Kældre kan tørholdes med et traditionelt drænsystem, bestående af tæppedræn der føres til omfangsdræn via stikdræn.

3. FORMÅL

Denne geotekniske undersøgelse danner grundlag for en geoteknisk projekteringsrapport.

Formål for nærværende rapport er hermed at:

- Beskrive og vurdere topografi, geologi
- 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.
- Anbefale parametre som kan anvendes som dimensioneringsgrundlag for midlertidige byggegruber.
- Nedsivningsevne for jorden i området.

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

4. GEOTEKNISK KATEGORI

Med den geotekniske undersøgelse som er udført for og medtaget i denne rapport, kan det aktuelle byggeri henføres til geoteknisk kategori 1 med forhold som ved boring nr. 401 og 402, da der ikke er boret til minimum 5 m under pælespidsniveau. Med forhold som ved boring nr. 403 og 404 kan byggerierne henføres til geoteknisk kategori 2.

Det anbefales at der udføres supplerende dybe boringer i området ved boring nr. 401 og 402, således at der også kan foretages en fundering i geoteknisk kategori 2.

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.

5. MARKARBEJDE

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

Borearbejdet er udført af Norconsult Jord•Miljø fra den 11. og 12. oktober 2023. Boringerne er boret til 8 m under terræn.

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

Der er, hvor det har været muligt, udført vingeforsøg for hver 0,2 m til vurdering af den udrænedes forskydningsstyrke, $c_{u,k}$. Vingeforsøg er udført i henhold til DS/EN 22476-9.

I borehullerne er der etableret Ø25 mm pejlerør med mulighed for pejling af grundvandsstand.

Boringerne er afsluttet i terræn med de monterede pejlerør.

6. KOTER

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

7. AFSÆTNING

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.

8. LABORATORIEUNDERSØGELSE

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%.

Resultaterne kan aflæses på boreprofilerne.

9. TOPOGRAFI

Terrænoverfladen i borepunkterne er beliggende imellem kote +13,35 og +13,60. Af Danmarks Højde-model fra SDFFE kortviser ses, at den aktuelle matrikel generelt er beliggende mellem kote +13,50 og +16,50.

Af jordartskort 1:25.000 udarbejdet af GEUS er de overfladenære jordarter ved boring nr. 401-403 klassificeret som postglaciale ferskvandsaflejringer af tørv og ved boring nr. 404 som glacialt moræneler.

Af historiske kort er den sydlige halvdel af matriklen beliggende i et gammelt blødbundsområde.

Da dele af grunden er bebygget, kan der forventes fundamenter og andre bygningsdele i jorden.

10. JORDBUNDSFORHOLD

I boring nr. 401-403 træffes under 1,60-5,20 m muld-, ler-, og -sandfyld samt postglaciale ferskvandsaflejringer af ler og gytje, glaciale aflejringer af moræner. I boring nr. 403 træffes imellem de postglaciale og glaciale aflejringer en zone af senglacialt ret fed smeltevandsler.

I boring nr. 404 træffes direkte under 0,90 m lerfyld, glaciale aflejringer af moræner.

Lagfølgerne fremgår af de optegnede boreprofiler.

11. GRUNDVAND

I borerne er der monteret Ø25 mm pejlerør af perforeret plast med mulighed for grundvandsobservationer.

Ved borearbejdernes afslutninger er der foretaget aflæsninger af vandstande som fremgår af skemaet "grundvandspejlinger":

Grundvandspejlinger

Boring	Terræn kote	Dybde under terræn (m)	VS-Kote	Pejle dato
401	+13,45	2,10 m	+11,35	12.10.2023
402	+13,45	2,50 m	+10,95	12.10.2023
403	+13,35	2,00 m	+11,35	11.10.2023
404	+13,60	2,20 m	+11,40	11.10.2023

Det må tilrådes, at vandstanden bliver kontrolleret på et senere tidspunkt, idet der kan ske en ændring af de målte VS-koter.

Det primære grundvandspotentiale i kalken er ud fra eksisterende kortmateriale fra år 2008 målt til at være beliggende i ca. kote +9,00 til +10,00.

12. TØRHOLDELSE

Midlertidig tørholdelse

Tilløbende vand i udgravningerne kan fjernes med lænsepumpe kombineret med drænrender i kælderudgravningen samt nedgravede pumpesumpe.

Der må foretages en nærmere vurdering når de endelige udgravningskoter foreligger.

Permanent tørholdelse

På grund af risiko for opstuvning af vand på terrænoverfladen ved ekstrem nedbør anbefales etablering af et omfangsdræn omkring kælderløse bygningsdele.

Kælderen kan tørholdes med et traditionelt drænsystem, bestående af tæppedræn under kældergulvene der forbindes til omfangsdræn via stikdræn. Der skal desuden udføres et drænende lag op langs kælder-væggene.

Der må foretages en nærmere vurdering når det endelige kotesatte projekt foreligger.

Der henvises i øvrigt til DS 436 - Norm for dræning af bygværker - vedrørende tørholdelse af kældere.

13. FUNDERINGSFORHOLD

Pilotering, boring nr. 401 og 402

Med de konstaterede jordbundsforhold som ved boring nr. 401 og 402 må byggerier opføres på rammede pæle, da bæredygtige aflejringer træffes 4,05-5,20 m under terræn.

Ud fra geostatiske beregninger vurderes det at der skal anvendes pælelængder på ca. 10-12 m.

Pæleprojektet skal udføres i geoteknisk kategori 2 med det planlagte byggeri og vil kræve uddybende boringer for at dette kan opnås.

I geoteknisk kategori 2 kan projektet udføres med en partialkoefficient $\gamma_b = 1,3$.

Med de angivne pælelængder kan der opnås en regningsmæssig bæreevne på 300 kN for en 25 x 25 cm² jernbetonpæl og 500 kN for en 30 x 30 cm² jernbetonpæl.

Længde og bæreevne af pæle kan enten bestemmes ud fra beregningsmetode (geostatisk beregning) for pæle med pælespids stående i kohæsionsjord eller "Den danske Rammeformel" for pæle stående i friktionsjord.

Til eftervisning af pælenes bæreevne efter ”Den danske rammeformel” skal disse sædvanligvis vurderes både i brudgrænsetilstanden og i anvendelsestilstanden, hvor der tillægges negativ overflademodstand F_{neg} .

krav i brudgrænsetilstanden, ULS:

$$F_{cd} = R_{cd} = \frac{R_{dynk}}{\gamma_b}$$

krav i anvendelsestilstanden SLS:

$$F_{cd} + F_{neg} \leq \sqrt{\varepsilon \cdot \gamma_R \cdot R_{cd}}$$

Den negative overflademodstand F_{neg} kan reduceres til 25% af de beregnede værdier under forudsætning, at pælene asfaltes på den del, der er placeret i de sætningsgivende fyld-, ler- og tørvelag. Der må foretages en nærmere vurdering af den negative overflademodstand når færdige terrænkoter foreligger.

Da førnævnte beregnede længder og bæreevner er behæftet med stor usikkerhed, må det anbefales, at der nedrammes et passende antal prøvepæle valgt 2 til 3 meter længere end skønnet. Ud fra prøvepælene fastlægges produktionspælenes længde. Det er vort skøn at antallet af prøvepæle bør være omkring 5-10% af det totale pæleantal.

Det anbefales, at der udføres stødbølgemålinger (PDA/CAPWAP) på et passende antal pæle, til at dokumentere at pælene minimum har opnået bæreevnen. Normalt anbefales der stødbølgemålinger på ca. 2-3% procent af det samlede pæleantal svarende til ca. halvdelen af prøvepælene.

Der må foretages en nærmere vurdering når det endelige projekt foreligger.

Direkte fundering, Boring nr. 403 og 404

Der kan ved de øvrige boringer gennemføres en direkte og dyb direkte fundering, hvor fundamenterne føres ned til intakte og bæredygtige aflejringer i OBL-niveau eller derunder.

Alternativt kan der foretages en dybere direkte fundering, hvor fundamenterne føres ned til fastere intakte og bæredygtige aflejringer i OFL-niveau eller derunder.

Den dybe og dybere direkte fundering kan eventuelt udføres i form af en indbygget gruspude. En gruspude vil dog kræve ekstra afrømning udvendigt på fundamenterne for at opnå tilstrækkelig sidestøtte til fundamenterne. På vedlagte bilag fremgår princippet for en gruspudefundering.

Fundamenter og gruspude skal i borepunkterne minimum føres ned til de i skemaet angivne dybder under terrænoverflade:

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:

Boring nr. 401 og 402 er medtaget i skemaet.

Boring Nr.	Terræn kote	Funderingsforhold				Gulve mod jord	
		Dybde under terræn	OFL-Kote	Dybde under terræn	OBL-kote	Dybde under terræn	AFR-kote
401	+13,45	4,80 m	+8,65	4,05 m	+9,40	4,05 m	+9,40
402	+13,45	5,20 m	+8,25	5,20 m	+8,25	5,20 m	+8,25
403	+13,35	2,20 m	+11,15	1,60 m	+11,75	1,60 m	+11,75
404	+13,60	1,60 m	+12,00	0,90 m	+12,70	0,90 m	+12,70

"OFL" angiver niveau for fastere bæredygtige aflejninger for tungt belastede fundamenter og gruspude. "OBL" angiver overside af bæredygtige aflejninger for fundamenter og gruspude. "AFR" angiver niveau for afrømning af muld og overjord til opbygning af normalt sætningsfrie gulve samt normalt befæstede arealer.

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

Fundamenter skal dimensioneres for kohæsjonstilfældet under anvendelse af nedennævnte 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, $c_{u,k}/c'_k$
- Udrænet/drænet plane friktionsvinkel, $\phi_{pl,k}/\phi'_{pl,k}$

Funderings-niveau	Lertilfælde			
	Rum-vægt	Forskydnings-styrke		Friktions-vinkel
	γ_m/γ' [kN/m ³]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	c'_k [kN/m ²]	$\phi'_{pl,k}$
OFL	20/10	150	15	30°
OBL	18/8	100	10	30°

Tages de relativ 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.

14. SÆTNINGER

Ved fundering i OBL-niveau vil der på grund af de varierende lagfølger samt jordstyrker i boringerne, vil det være nødvendigt at fundamenter forstærkes med en passende revnearmering i over- og underside samt anvende beton med minimum karakteristisk styrke 12 MN/m² eller større, for at modvirke differenssætninger,

Ved vurdering af sætningsforholdene kan følgende skønnede konsolideringsmoduler, K anvendes til byggeri på stribe- og punktfundamenter:

Jordart	Skønnet konsolideringsmodul K
Komprimeret sandpude	40 MPa
Ler $C_v \approx 100 \text{ kN/m}^2$	20 MPa
Ler $C_v \approx 150 \text{ kN/m}^2$	40 MPa
Ler $C_v \approx 200 \text{ kN/m}^2$	50 MPa
Sand	40 MPa

Sætninger ved en pælefundering vil være små og ubetydelige.

Hvor der optræder forskelle i funderingsniveau, skal stribefundamenter udføres med aftrapning på max 60 cm vandret og lodret, således at der er en hældning på 1:1.

I overgangszoner fra f.eks. sand til moræner anbefales at der anvendes revnefordelende armering i fundamenter. Ved en gruspudefundering, må fundamenterne ligeledes revnearmeres.

15. GULVE PÅ JORD

Kældergulve samt gulve mod jord kan opbygges som almindelige kældergulve/terrændæk efter udgravning til kælder samt afrømning af muld og overjord til "AFR" eller derunder. Hvis afrømning medfører opbygning af sandfyld under gulve på over 60 cm, skal der, ifølge DS/EN 1997 kapitel 4, udføres komprimeringskontrol af fyldens lejringsstæthed. Kontrollen kan udføres ved hjælp af isotopsondemetoden, hvor middelkomprimeringen skal være 98 % standard proctortæthed.

Med forhold som ved boring nr. 401-403 udføres gulve i kælderløse byggerier formentlig mest økonomisk som selv bærende jernbetondæk.

Gulve samt fundamentsbjælken må udføres som selv bærende jernbetondæk, hvor der funderes på rammede pæle.

16. VEJE OG PLADSER

Veje og pladser kan opføres som normalt befæstede arealer, efter afrømning og muld og overjord til AFR-niveau eller derunder.

På grundlag af de udførte boringer anbefales følgende skønnede bundmodul ved dimensionering af vejkasen:

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

Afrømning til AFR-niveau vil medføre store afgravninger. Såfremt der kan accepteres differenssætninger kan veje og pladser opføres direkte i de konstaterede fyldlag samt postglaciale aflejringer med følgende skønnede bundmodul:

$$E_m = 5 \text{ MPa}$$

Det anbefales, at der udføres geoteknisk tilsyn af planum inden opbygning af vejkasse, samt at der udføres, minifaldlod og/eller pladebelastningsforsøg til nærmere bestemmelse af E-modul og dimensionering af vej-kasse.

Det kan blive nødvendigt med en jordforstærkning i form af geonet eller lignende.

De konstaterede jordbundsforhold er frost tvivlsomme.

17. JORDTRYK PÅ VÆGGE

Konstruktioner under jord skal dimensioneres for jordtryk. Derudover skal alle optrædende belastnings-situationer under såvel udførelse som i den permanente situation medtages i vurderingen af den tilladelige deformation af væggene, herunder belastninger fra maskinel komprimering, nærliggende/tilstødende fundamenter, vejanlæg mv.

18. BYGGEGRUBE

Med de trufne jordbundsforhold kan udgravning til byggegrube uden afstivning udføres med et anlæg $a = 1,5$ m i fyldjord og sand samt anlæg $a = 1,0$ i det senglaciale ler og $a = 0,8$ i moræneleret.

Ovenstående anlæg betinger dog, at der ikke forekommer udstrømning af grundvand fra byggegrubens sider. Ligeledes betinger det at der ikke udgraves mere end 5 m u.t. og at skråningen ikke belastes. I modsat fald bør der udføres en stabilitetsberegning af skråningen.

For byggegrube med afstivning kan der til dimensionering af indfatningsvæg enten som tæt spuns eller Københavnergærd anvendes de parametre som fremgår af skemaet efterfølgende. Værdierne i skemaet er generelle for de i borerne trufne jordtyper. For de konkrete borer kan jordtype, dybde, lagtykkelse m.m. aflæses på de optegnede borejournaler.

Jordart	Rumvægt	Forskydningsstyrke		Friktionsvinkel	
	γ_m/γ' [kN/m ³]	$c_{u,k}$ [kN/m ²]	$c'_{,k}$ [kN/m ²]	$\varphi_{pl,k}$	$\varphi'_{pl,k}$
Fyld af muld	16/6	-	-	28°	28°
Fyld af ler/sand	17/7	-	-	28°	28°
Gytje	15/5	30	-	28°	28°
Postglacialt ler	16/6	30	-	28°	28°
Senglacialt ler	20/10	60-100	-	-	-
Moræneler	21/11	60-150	6-15	-	30°
Moræneler	21/11	150-250	15-20	-	32°
Moræneler	22/12	250-450	20	-	33°
Moræneler	22/12	450-650	20	-	34°

Indfatningsvæggen skal foruden jordtryk og belastninger fra trafik og eventuelt nærtliggende konstruktioner dimensioneres for vandspejle henholdsvis foran og bagved spunsen.

Den opgravede råjord er ikke egnet til genindbygning, såfremt der ønskes sætningsfrie overflader. Der må i stedet indbygges egnede friktionsmaterialer.

19. PERMEABILITET

For de af Norconsult Jord•Miljø udførte borerer kan der kan regnes med følgende skønnede hydrauliske ledningsevne, k i nedennævnte jordarter:

Jordart	Hydrauliske ledningsevne, k [m/s]
Fyldjord	10^{-5} - 10^{-6}
Sand	10^{-4} - 10^{-5}
Sandet ler	10^{-5} - 10^{-6}
Siltet ler	10^{-6} - 10^{-7}
Fed ler	10^{-7} - 10^{-8}

Ved etablering af regnvandsfaskiner, anbefales det, at der udføres nedsivningsforsøg for en nærmere fastlæggelse og dermed optimering af faskinestørrelse.

Med de konstaterede grundvands- og jordbundsforhold, må der ved kraftige regnskyl eller i våde perioder af året forventes overløb af faskinerne. Det anbefales, at overløbet forbindes til regnbed, grøft eller kloak.

Der må foretages en nærmere vurdering, når der foreligger et konkret nedsivningsprojekt.

20. NABOFORHOLD

Norconsult Jord•Miljø har ikke besigtiget arealet med henblik på eventuelle nabogener i forbindelse med byggeriet.

I forbindelse med rystelser fra ramning af piloteringspæle og eventuel spuns er der særlige hensyn at tage til de eksisterende bebyggelser og anlæg i området.

Naboer som berøres af arbejdet skal, ifølge Byggeloven §12, adviseres mindst 14 dage før opstart af arbejdet.

Af hensyn til nabohusene anbefales det, at der rammes med stort lod og lille faldhøjde ($W = 50 \text{ kN}$ og $h = 0,5 \text{ m}$) for at mindske risikoen for skadesvoldene rystelser.

Det er nødvendigt at tegne en "rammeforsikring", så eventuelle fra som følge af det udførte rammearbejder er dækket.

Under rammearbejdet kan der desuden udføres vibrationsmålinger på nærtliggende bebyggelser til vurdering af, hvorvidt rystelserne er acceptable.

Der kan endvidere foretages en registrering af eksisterende bebyggelser og revnedannelser heraf inden byggearbejderne opstartes ved eksempelvis fotoregistrering.

21. GEOTEKNISK KONTROL

I henhold til DS/EN 1997 kapitel 4, skal der foretages kontrolinspektioner af samtlige udgravninger til sikring af, at der overalt funderes på intakte aflejringer med de forudsatte styrkeparametre og egenskaber.

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.

Den udrænede forskydningsstyrke kan i kohæsionsjord bestemmes ved vingeforsøg og i friktionsjord med håndkop, begge sammenholdt med en geologisk vurdering. Ved indbygning af mere end 0,60 m sandfyld, skal der udføres kontrol med sandfyldets lejringstæthed.

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

I henhold til DS/EN 1997 kapitel 4, skal jordens geotekniske egenskaber registreres og benyttes som hjælp ved tolkning af jordbundsforholdene.

22. BEMÆRKNINGER

Rådgivningen udføres i henhold til ABR 2018.

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

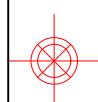
De optagne jordprøver vil blive opbevaret i 14 dage fra rapportdato, hvis intet andet aftales.

Der kan være afvigelser fra retliniet interpolation imellem prøvestederne.

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 for at undgå lækage til det primære grundvandsmagasin.



SIGNATURER:



Geotekniske boringer

Boreplan for delareal B3

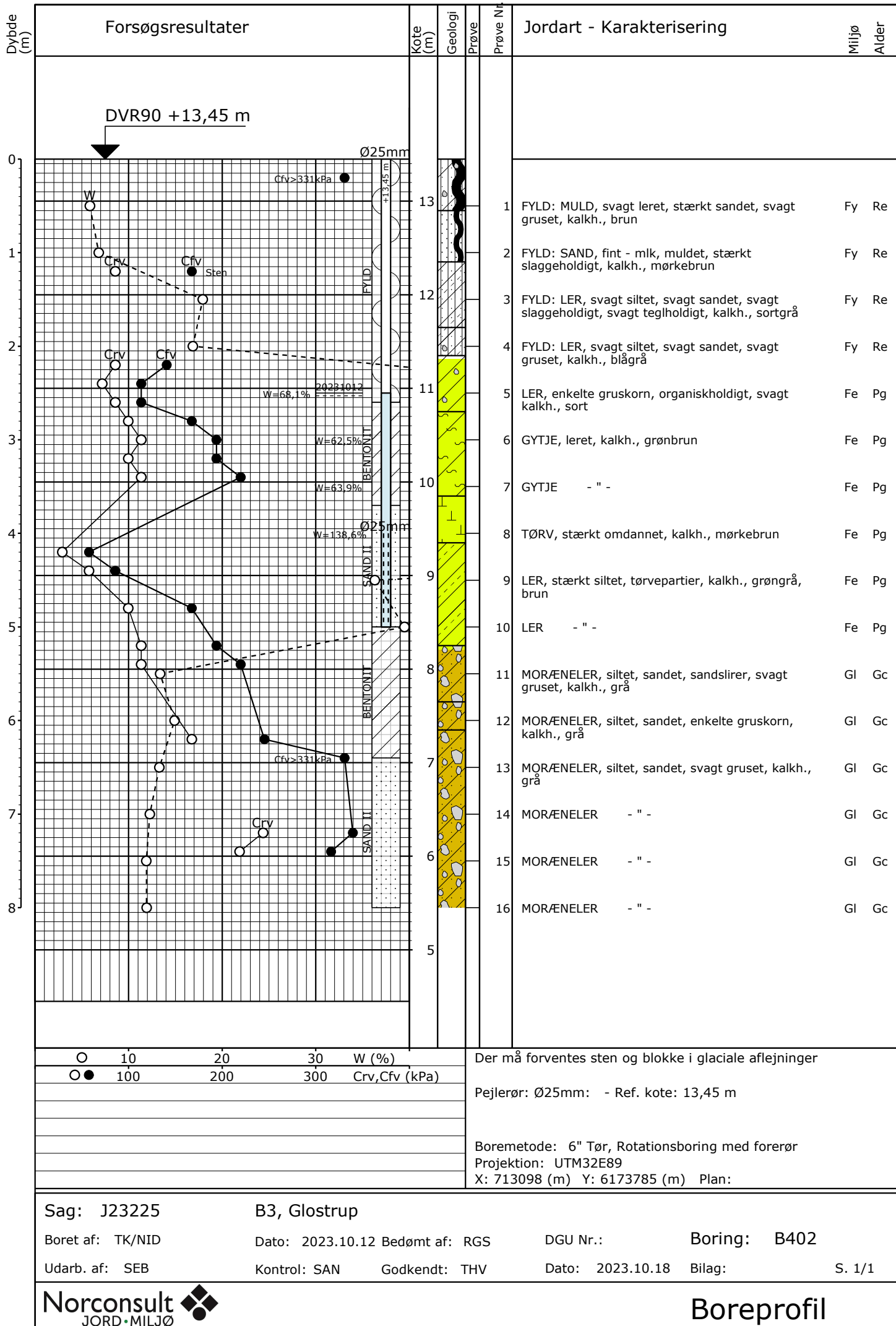
Engtoftevej, Glostrup

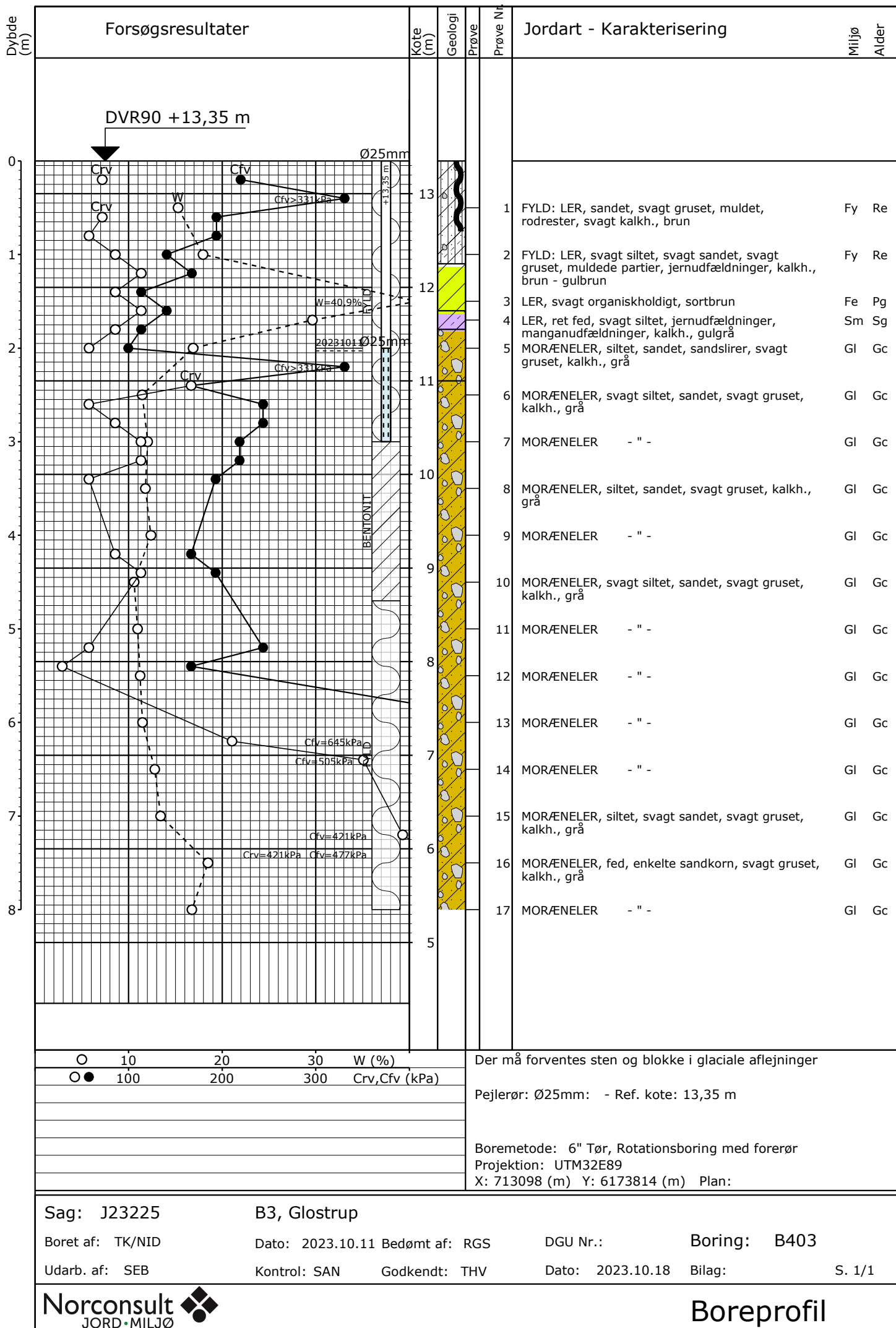
Sagsnr.: J23225/SEB Dato: 17. oktober 2023

Norconsult
JORD • MILJØ

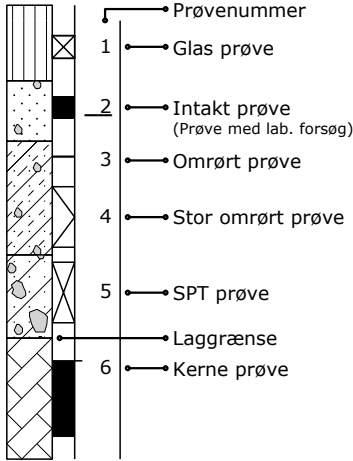
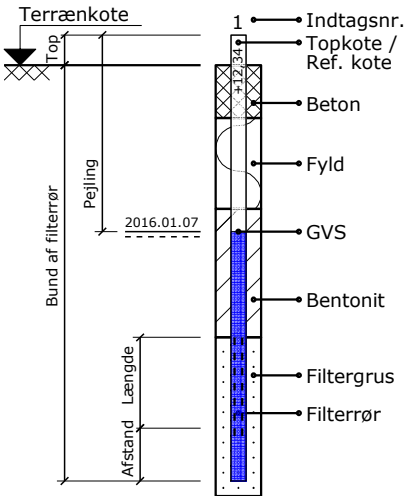








Forsøgsresultater

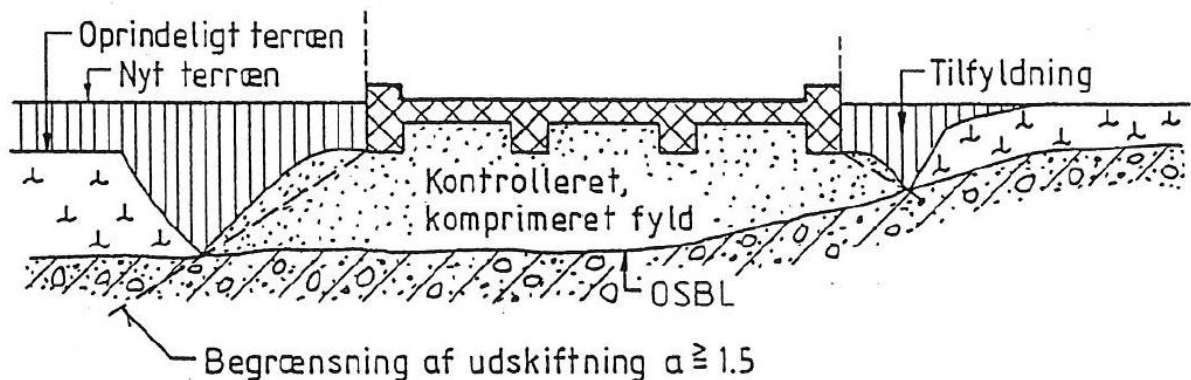
Jordartssignatur	Situationsplan	Boreprofil
 FYLD  MULD  MULD, sandet  SAND, muldet  SAND, muldpartier  STEN  GRUS  SAND  SILT  LER  MORÆNESAND  MORÆNESILT  MORÆNELER  KALK (KRIDT)  FLINT  KLIPPE  GYTJE  SKALLER  TØRV  TØRVEDYND  PLANTERESTER I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.	 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)	 Prøvenummer 1 Glas prøve 2 Intakt prøve (Prøve med lab. forsøg) 3 Omrørt prøve 4 Stor omrørt prøve 5 SPT prøve Laggrænse 6 Kerne prøve
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	 Terrænkote Top Bund af filterrør Pejling 2016.01.07 Afstand Længde 1 Indtagsnr. Topkote / Ref. kote Beton Fyld GVS Bentonit Filtergrus Filterrør	

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 h
●	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.