

Svenstrup J. Flødal. Lansen/Hellebarden

Salg af erhvervsgrunde

Geoteknisk undersøgelse

Geo projektnr. 205282

Rapport 1, 2021-03-19

Sammenfatning

Aalborg Kommune påtænker at etablere en erhvervsudstyknings på Lansen/Hellebarden ved Flødal i den sydlige ende af Svenstrup J. I forbindelse med byggemodningen og grundsalget har Geo udført en geoteknisk placeringsundersøgelse med 9 boringer i området.

Under 0,3 – 0,6 meter overjord, i to boringer dog 1,9 – 2,3 meter overjord – er der truffet bæredygtige senglaciale og ældre aflejringer af vekslende smeltevandssand/-ler, moræneler/-sand og kalk/skrivekridt. I to boringer er der målt sekundære grundvandsspejl i 1,7 – 2,8 meters dybde, mens de øvrige boringer var tørre.

Med de trufne bundforhold kan området bebygges med en traditionel direkte fundering, men pga. det skrånende terræn og stedvist tykke muldrag bliver der tale om ekstraudgifter til terrænregulering og sandpudefundering. Gulve kan udlægges som terrændæk efter fornøden bundudskiftning. Funderinger ske gennemføres med særlig opmærksomhed på risiko for kaviteter (såkaldte "skorstene") i kalken.

Etableringen af vejanlæg kan stedvist være behæftet med ekstraudgifter til bundudskiftning. Afløbsledninger forventes at kunne udlægges i naturlig dybde uden sætningsgener.

Udgravningsarbejderne ventes ikke behæftet med afgørende grundvandsgener, bortset fra simpel lænsning af overfladevand, men der skal tages højde for, at udgravning stedvist skal udføres i opblødningsfølsomme aflejringer af stærkt siltede lag, overgangsjordarter og kalk/skrivekridt.

Når der foreligger konkrete byggeprojekter, skal der ubetinget udføres supplerende geotekniske undersøgelser. I forbindelse med udgravnings- og funderingsarbejdet skal der udføres sædvanlig geoteknisk kontrol, herunder komprimeringskontrol af indbygget sandfyld.

Geo Projektnr. 205282
Rapport 1, 2021-03-19
Rekvirentens ref.: ---

Udarbejdet af
Jan Dannemand Andersen
jda@geo.dk
+45 3174 0387

Udarbejdet for
Aalborg Kommune
Att.: Mads Rytter Asferg
Stigsborg Brygge 14
9400 Nørresundby

Kontrolleret af
Lars Bødker

Indhold

1	Indledning	3
2	Undersøgelser	3
3	Resultater	3
3.1	Jordbundsforhold	3
3.2	Grundvand	4
4	Udledning af jordparametre	4
5	Vurderinger	4
5.1	Fundering	5
5.2	Udgravning	6
5.3	Tørholdelse	7
5.4	Nedsivning	7
6	Supplerende undersøgelser og kontrol	7
7	Bemærkninger	7

Bilag

1.1	Situationsplan
1.2 – 1.10	Boreprofiler
Geo-Standard	Signaturer og forkortelser

1 Indledning

Aalborg Kommune skal etablere en erhvervsudstykningsplan på Lansen/Hellebarden ved Flødal i den sydlige ende af Svenstrup J. Arealet har ikke tidligere været bebygget.

Geo er rekvireret til at udføre en geoteknisk undersøgelse med 9 boringer i området. Formålet med nærværende undersøgelse er oversigtsmæssigt at belyse funderings- og udgravningsforholdene for byggemodningen og byggerier i området.

2 Undersøgelser

Geo har udført en geoteknisk placeringsundersøgelse med 9 boringer, der er placeret som ønsket af Aalborg Kommune som vist med punkterne 1 – 9 på vedlagte situationsplan, bilag 1.1. Boring 3 og 6 er placeret i nye veje, mens de øvrige boringer er placeret på de planlagte erhvervsgrunde.

Undersøgelsespunkterne er indmålt og koteret vha. GPS-udstyr i system hhv. UTM32/E89 og DVR90.

Boringerne er ført til 3 meters dybde, dog er enkelte boringer ført lidt dybere pga. de trufne forhold. Under borearbejdet er der registreret laggrænser, udtaget jordprøver samt i kohæsive aflejringer udført vingeforsøg¹. I borehullerne er der etableret pejlerør, hvori dybden til grundvandsspejlet er målt ved borearbejdets afslutning.

Jordprøverne er beskrevet geologisk² i laboratoriet, og på udvalgte prøver er der bestemt vandindhold. Jordprøverne er opbevaret i 14 dage fra rapportdato.

Samtlige resultater er angivet på boreprofilerne i bilag 1.2 – 1.10. De benyttede signaturer og forkortelser på boreprofilerne er forklaret på vedlagte Geo-Standard.

3 Resultater

3.1 Jordbundsforhold

Terrænet i området hælder mod øst/nordøst, og ved boringerne er terrænet målt i kote +25,1 a +38,7.

I boringerne er der øverst truffet typisk 0,3 – 0,6 meter overjord af muld og muldholdigt ler. I boring 6 og 9, der er placeret i mindre "slugter" i terrænet, er der dog truffet muld og muldholdige lag til 1,9 og 2,3 meters dybde.

Herunder er der truffet senglaciale og ældre aflejringer (istidsaflejringer) af vekslende smeltevandssand/-ler og moræneler/-sand, og i boring 4, 5, 6, 8 og 9 er der desuden truffet kalk, der formodes at være den faststående skivekridt. I boring 6 er skivekridtet truffet direkte under de muldede lag.

¹ Dansk Geoteknisk Forening, Referenceblad for vingeforsøg (1999).

² Dansk Geoteknisk Forening, Bulletin 1: Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse" (1995).

Det bemærkes, at der erfaringsmæssigt kan forekomme såkaldte "skorstene" i kalken, hvor nedsivende, sur nedbør ad åre har opløst kalken og dannet kaviteter, der efterfølgende normalt er udfyldt med nedfaldet, løst materiale fra de overliggende lag. Omfanget af "skorstene" kan være uregelmæssigt forekommende, og det kan umiddelbart ikke udelukkes, at de trufne større muldmægtigheder i boring 6 og 9 (også) kan skyldes nedboring i sådanne "skorstene".

Der henvises til bilagene for en detaljeret beskrivelse af de trufne bundforhold.

3.2 Grundvand

Der er ikke truffet grundvand i de fleste borer, på nær boring 2 og 4, hvor der umiddelbart efter borearbejds afslutning er målt grundvandsspejl i hhv. 1,7 og 2,8 meters dybde. Der er utvivlsomt tale om sekundære grundvandsansamlinger i/over lavpermeable lerlag.

Det må forudses, at der også ved de øvrige borer kan dannes sekundære grundvandsansamlinger i/over lavpermeable aflejringer af ler og leret sand i nedbørsrige perioder.

4 Udledning af jordparametre

På baggrund af de udførte målinger har vi udledt geotekniske parametre efter følgende retningslinjer:

De målte vingestyrker c_{fv} i borerne er anvendt til udledning af den udrænedede forskydningsstyrke c_u i kohæsive aflejringer vha. formelen $c_u = \mu \cdot c_{fv}$. Ud fra vores generelle erfaringsgrundlag foreslår vi anvendt $\mu \approx 1,0$ i det trufne intakte ler og kalk.

De effektive styrkeparametre, rumvægte og deformationsparametre er fastlagt skønsmæssigt ud fra vores generelle erfaringsgrundlag.

5 Vurderinger

5.1 Generelt

Byggemodningen og bebyggelser i området skal udføres i henhold til retningslinjerne i bl.a. geotekniknormen DS/EN 1997-1 inkl. dansk nationalt annek.

De senglaciale og ældre aflejringer vurderes at være bæredygtige for bygninger og øvrige anlæg. Oversiden af bæredygtige lag, forkortet OSBL, angiver det højeste mulige funderingsniveau for byggeri, idet bæredygtigheden skal eftervises i både brudgrænsetilstanden (bæreevne) og anvendelsesgrænsetilstanden (sætning).

Oversiden af de bæredygtige lag er svarende hertil markeret på boreprofilerne samt koteret på situationsplanen og i tabel 1.1.

Tabel 1.1: Overside af bæredygtige aflejringer

Boring nr.	Terrænkote	Overside bæredygtige lag, OSBL	
		Dybde (m)	Kote
1	+29,0	0,3	+28,7
2	+25,1	0,4	+24,7
3	+28,2	0,3	+27,9
4	+35,4	0,3	+35,1
5	+30,7	0,3	+30,4
6	+32,5	1,9	+30,6
7	+37,5	0,3	+37,2
8	+35,5	0,6	+34,9
9	+38,7	2,3	+36,4

Den udførte undersøgelse omfatter enkelte spredt beliggende borer, og i forbindelse med konkrete byggeprojekter skal der udføres detailundersøgelser, så den samlede undersøgelse bliver dækkende, jf. geotekniknormens krav.

Opmærksomheden henledes på, at funderinger over kalk med risiko for kaviteter skal behandles i geoteknisk kategori 3 med særlige krav til dokumentation af funderingsunderlaget.

5.2 Fundering

Med de trufne bundforhold kan der gennemføres dels en direkte fundering, dels en sandpudefundering, hvor lagene over OSBL-niveau udskiftes med sandfyld i kvalitet og omfang, så der efterfølgende kan funderes i normal frostsikker dybde herpå. Omfanget af bundudskiftning og sandpudefundering er til dels afhængig af terrænforholdene, hvor der – afhængig af bl.a. valg af gulvniveauer – må forudses terrænregulering med formentlig både afgravning og/eller opfyldning med velkomprimeret sandfyld i dele af byggefeltene.

Gulvene kan udlægges som terrændæk efter udskiftning til OSBL-niveau med velkomprimeret sandfyld.

Sandfylden skal udlægges og komprimeres med vibrationsmateriel i lag på maksimalt 0,3 m. Hvor der udstøbes fundamenter på sandfylden, skal udskiftningen ikke kun ske i byggefeltet, men også uden for dette til en afstand afgrænset af anlæg 1,5 (1 lodret, 1,5 vandret) fra yderste fundamentsunderkant.

Der er særligt i boring 6 og 9 truffet tykke muldholdige lag, hvilket som nævnt kan skyldes placeringen i mindre "slugter" eller såkaldte "skorstene" i kalken. Funderingen og muldudskiftningen skal derfor gennemføres med særlig opmærksomhed på risiko for "skorstene" i kalken. Det er normalt nødvendigt at oprense sådanne "skorstene" for løst materiale, men for mindre kaviteter kan en (fritspændende) armeret funderingsløsning henover "skorstenene" også være en mulig løsning.

Fundamenterne skal føres til normal frostsikker dybde, som for bygningers yderfundamenter er 0,9 m under færdigt terræn. For fritstående havemure o.l. skal fundamenterne føres mindst 1,2 meter under terræn.

Der forventes umiddelbart relativt gode bæreevner af fundamenter på mindst ca. 200 kPa, men der er lokalt målt relativt lave vingestyrker i lerlag, der kan betinge en lavere bæreevneudnyttelse eller bundskiftning. Dette foreslås belyst nærmere ved de krævede detailundersøgelser for konkrete byggerier.

For byggerier med spredte laster forventes sætningerne normalt at blive relativt små (få centimeter) og næppe problematiske for sædvanligt erhvervsbyggeri. For store og/eller koncentrerede må sætningsforholdene dog vurderes konkret.

For at imødegå en risiko for skader pga. differenssætninger ved varierende bundforhold og uopdagede "skorstene" anbefales ilagt gennemgående, revnefordelende armering i sribefundamenter.

5.3 Byggemodning

Byggemodningen af området kræver anlæggelse af veje og afløbsledninger, jf. placeringen af boring 3 og 6.

Vejanlæg foreslås udført efter Vejdirektoratets "Dimensionering af belægninger og forstærkningsarbejder" under hensyntagen til trafikbelastning, bundmodul og frostrisiko.

De senglaciale og ældre aflejringer er normalt bæredygtige og i al væsentlighed sætningsfrie for belægninger. Erfaringsmæssigt kan vejanlæg også udlægges uden afgørende sætningsgener på tynde (<0,4 m) muldlag, såfremt overbygningen/koblingshøjden (bundsikring, bærelag og belægning) er mindst ca. 1,0 meter. For tykkere muldlag (som truffet i boring 6) må det vurderes konkret, om vejen kan accepteres udlagt over et tykkere muldlag.

De senglaciale/glaciale aflejringer kan karakteriseres som frosttvivlsom underbund, mens lag af kalk og muld er frostfarlig underbund.

Ved udlægning af veje på smeltevands-/morænesand og intakt, fast skrivelridt foreslås umiddelbart regnet med en bundmodul på $E_m \approx 40$ MPa, mens der på smeltevands-/moræneler foreslås regnet med $E_m \approx 10 - 20$ MPa. For større og/eller tungt belastede vejanlæg bør bundmodulerne eftervises vha. f.eks. pladebelastningsforsøg under udførelsen.

Afløbsledninger forventes umiddelbart at kunne udlægges i sædvanlige dybder uden afgørende sætningsgener, bl.a. under hensyntagen til terrænforholdene, hvor det formentlig er muligt at etablere rigeligt fald på ledningerne.

5.4 Udgravningsforhold

Der forventes ingen afgørende grundvandsgener i forbindelse med udgravningsarbejderne for veje, ledninger og byggerier, bortset fra simpel lænsning af overfladevand.

Stærkt siltede lag overgangsjord mellem sand og ler samt kalk er opblødningsfølsomme ved vandtilskud og mekanisk påvirkning. Færdsel direkte på afrømningsniveau anbefales derfor undgået i nedbørsrige perioder, bl.a. ved at afgrave med skovl fra et højere niveau, og at udlægge de nederste lag sandfyld med grej, der ikke er for stort.

Der må ikke efterlades løsnet, opblødt eller frosset materiale under bygninger.

5.5 Tørholdelse

Det sædvanlige, kapillarbrydende lag under gulvene skal sikres tørholdelse. For gulve udlagt mindre end 0,3 meter over det omkringliggende terræn kan det være nødvendigt at sikre tørholdelsen vha. omfangsdræn med forbindelse til et veldrænende lag under gulvet. Der henvises til drænnormen³.

5.6 Nedsivningsforhold

Med de trufne bundforhold af vekslende ler og sand vurderes nedsivningskapaciteten at være tvivlsom og meget varierende, ligesom det skrånende terræn kan medføre uforudsigelige strømningsforhold fra nedsivningsanlæg. Etablering af velfungerende nedsivningsanlæg for regnvand vurderes derfor at kræve relativt store nedsivningsfaskiner, der skal placeres, så de hydraulisk ikke er til gene for omkringliggende bygninger m.v. En eventuel nærmere vurdering af nedsivningskapaciteten bør baseres på supplerende undersøgelser, herunder f.eks. infiltrationsforsøg.

5.7 Miljøforhold

Nærværende undersøgelse har ikke omfattet udtagning af jordprøver til kemiske analyser af eventuel overskudsjord. Under borearbejdet er der dog ikke registreret tegn på forurening eller fyld (murbrokker e.l.).

6 Supplerende undersøgelser og kontrol

Den udførte undersøgelse omfatter spredt beliggende borer. Når der foreligger konkrete byggeprojekter, skal der ubetinget udføres supplerende undersøgelser, jf. kravene i geotekniknormen.

I forbindelse med udgravningsarbejdet skal det bl.a. kontrolleres, at funderingsunderlaget overalt svarer til det forudsatte. Dette kan ske ved inspektion af udgravningsniveau suppleret med håndboringer/gravninger. Inspektionen skal ske med særlig opmærksomhed på forekomster af "skorstene" i kalken.

I ler, silt og kalk skal den forudsatte udrænedede forskydningsstyrke kontrolleres vha. vingeforsøg, mens friktionsvinklen i intakte sandaflejringer normalt kan fastsættes vha. skøn.

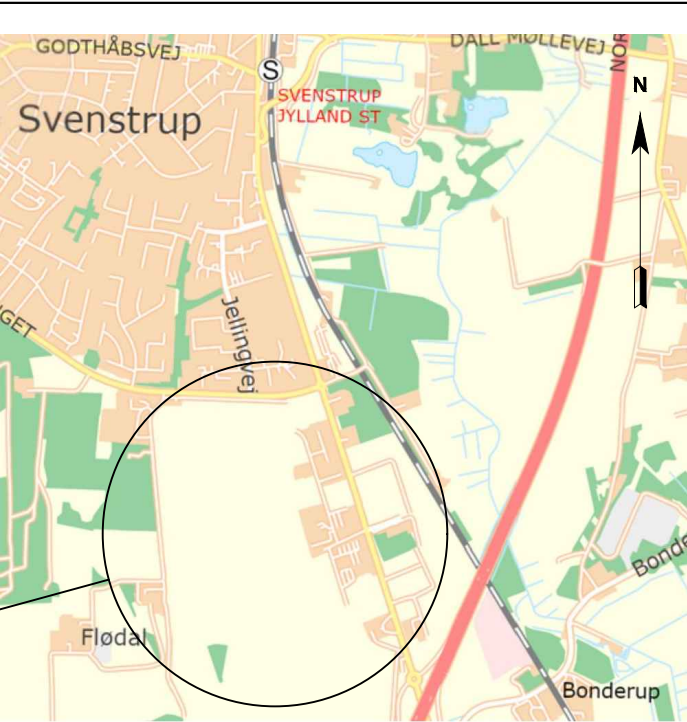
Komprimeringen af sandfylden skal kontrolleres, jf. geotekniknormen. Ved opfyldninger under fundamenter – samt under gulve, hvor fyldtykkelse overstiger 0,6 meter – skal dette ske vha. målinger, hvilket normalt udføres vha. isotopsondemålinger af sandets densitet og vandindhold på stedet, idet resultaterne sammenholdes med resultatet af standardiserede indstampningsforsøg i laboratoriet.

7 Bemærkninger

Vi gør opmærksom på, at Geo naturligvis gerne deltager ved det videre arbejde med projektet, herunder:

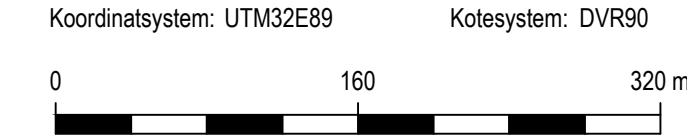
- Udførelse af supplerende undersøgelser og rådgivning
- Projektering af jordrelaterede konstruktioner
- Udgravningskontrol
- Komprimeringskontrol

³ Dansk Standard. DS 436 Norm for dræning af bygværker m.v.

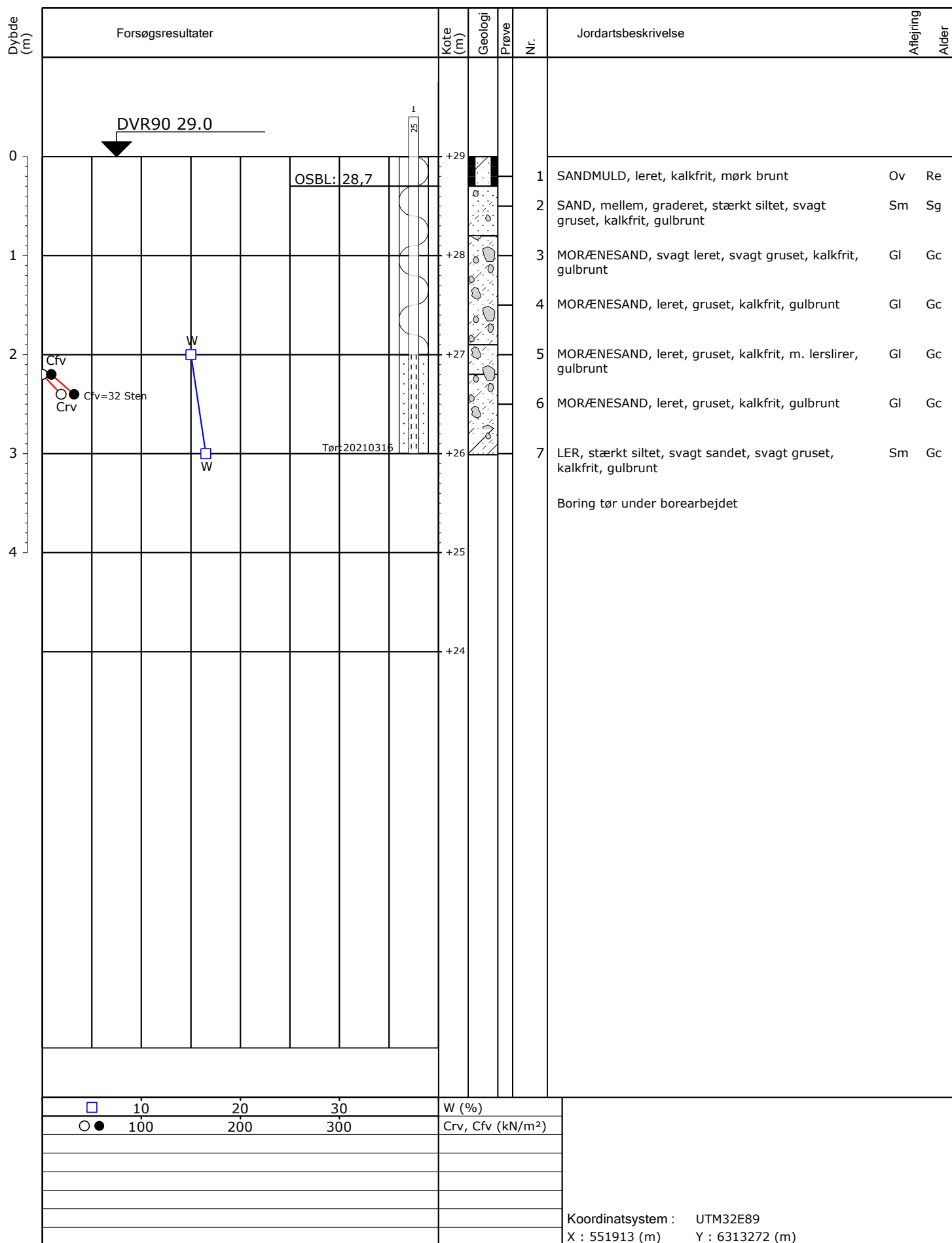


Signatur:

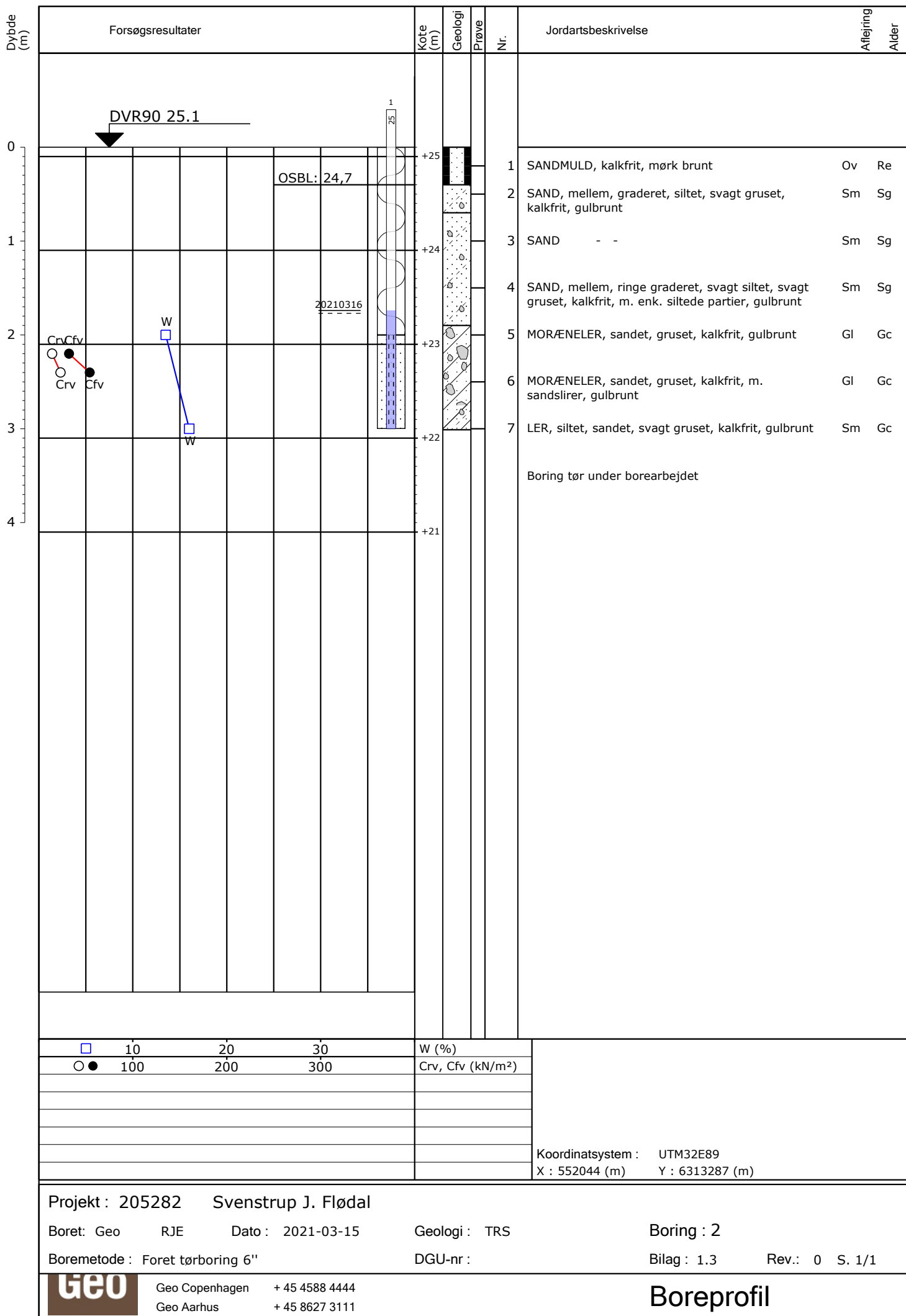
- Geoteknisk boring
- a: Punkt nr.
 - b: Terrænkote
 - c: Kote til overside bæredygtige lag

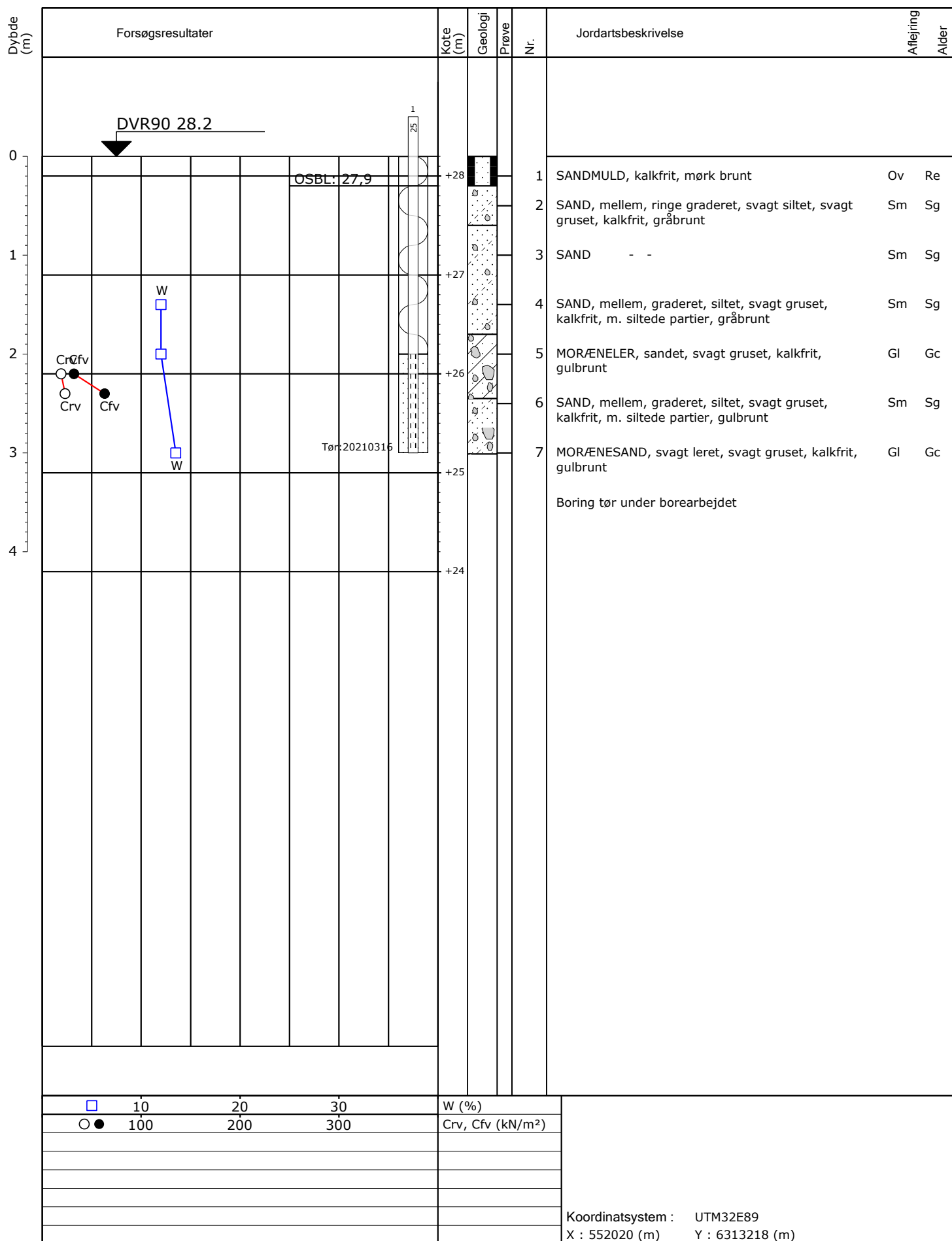


Projekt:	205282. Svenstrup J. Flødal		
Emne:	Situationsplan		
Mål	1:4000 (A3)	Side 1 / 1	
Rapport	1	Bilag 1.1	Rev.
	København	+45 4588 4444	
	Aarhus	+45 8627 3111	

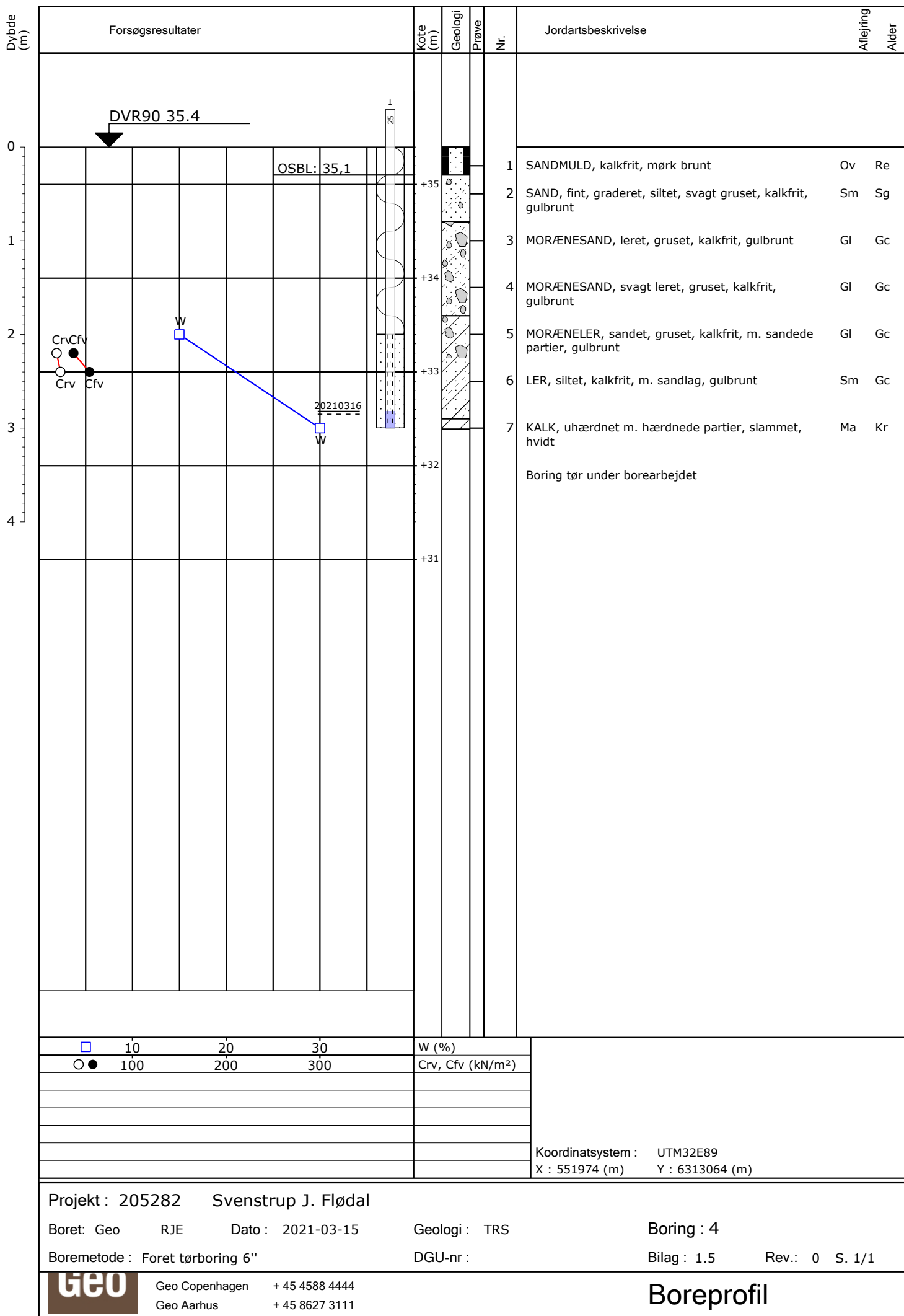


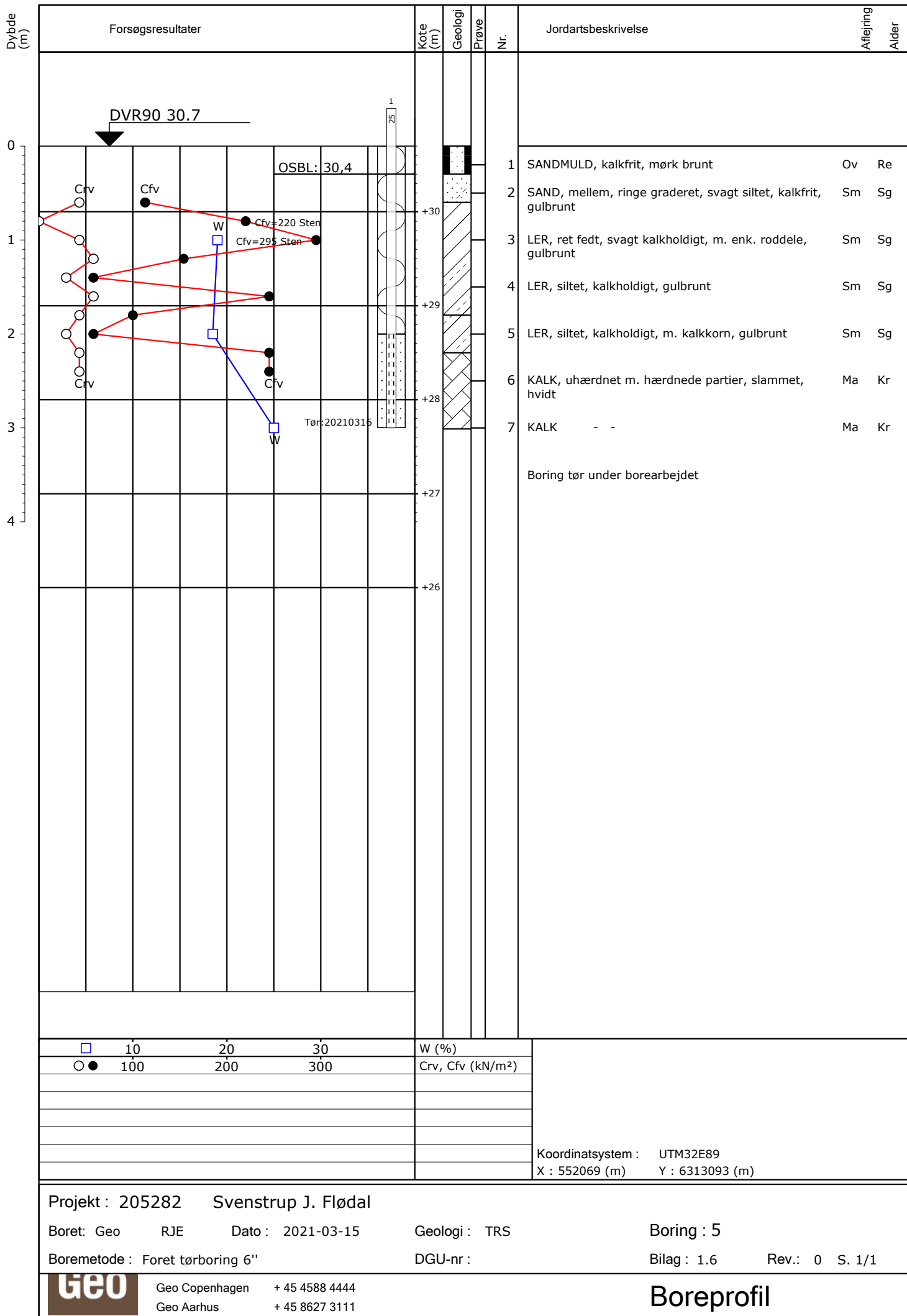
Projekt : 205282 Svenstrup J. Flødal

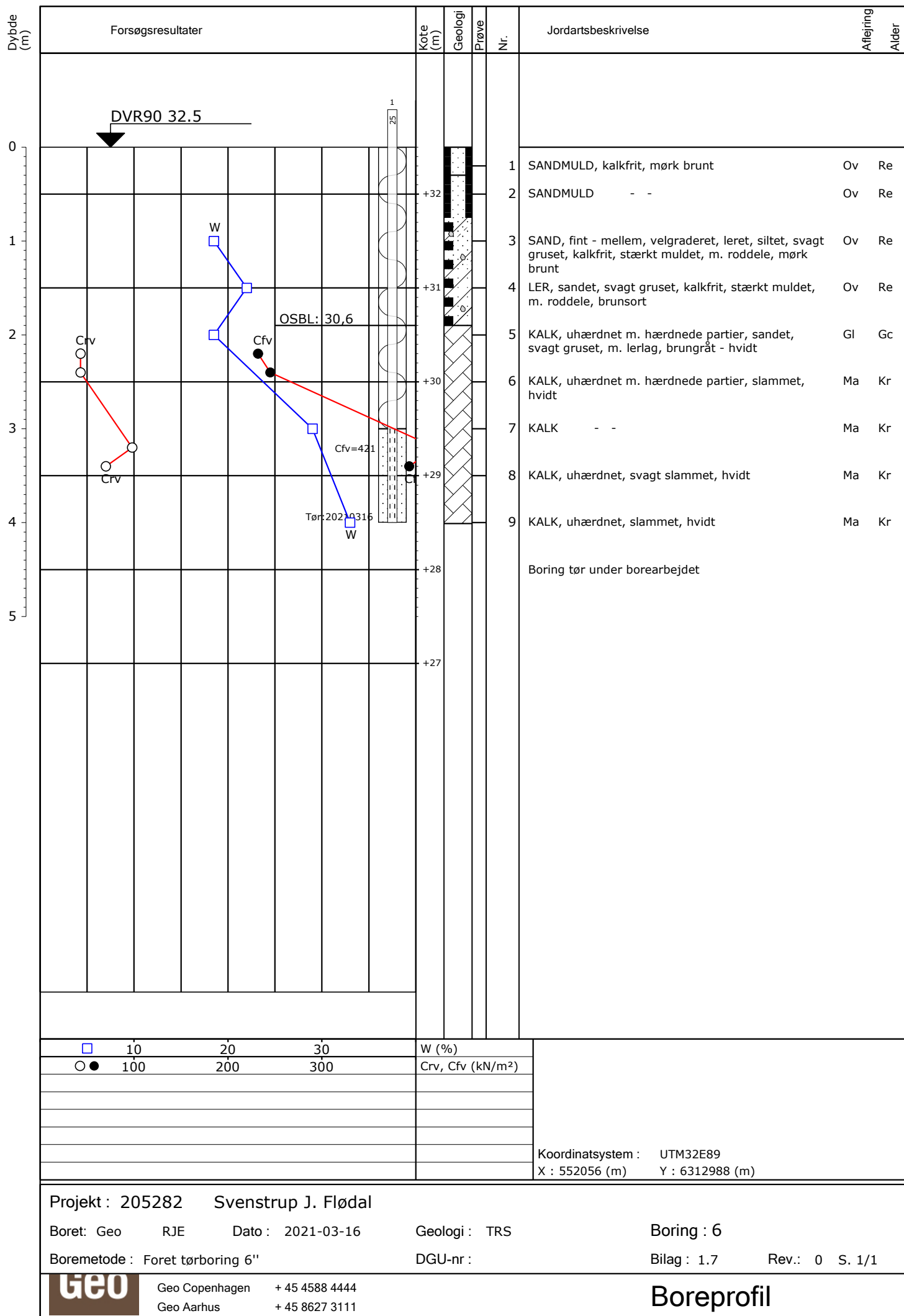


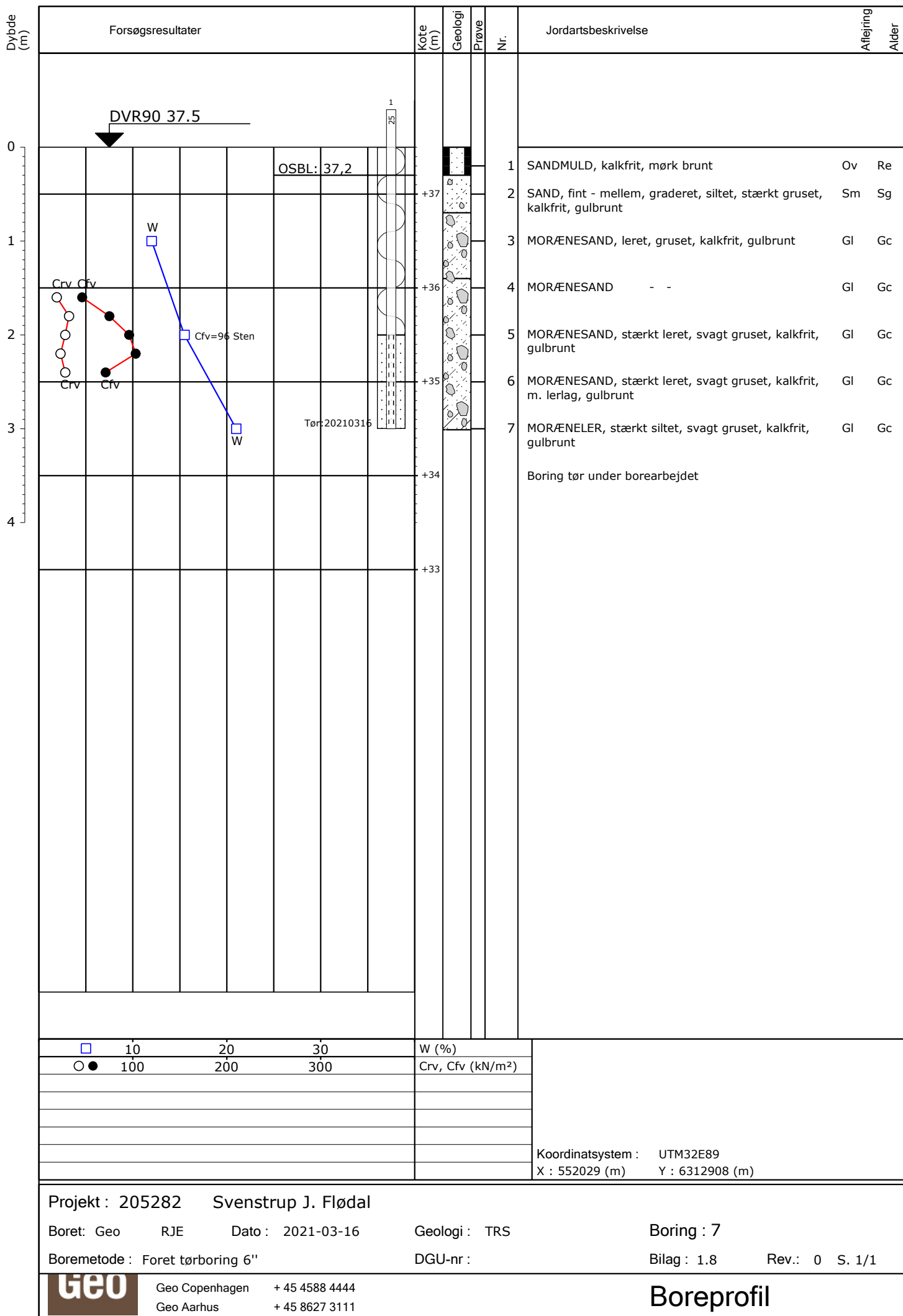


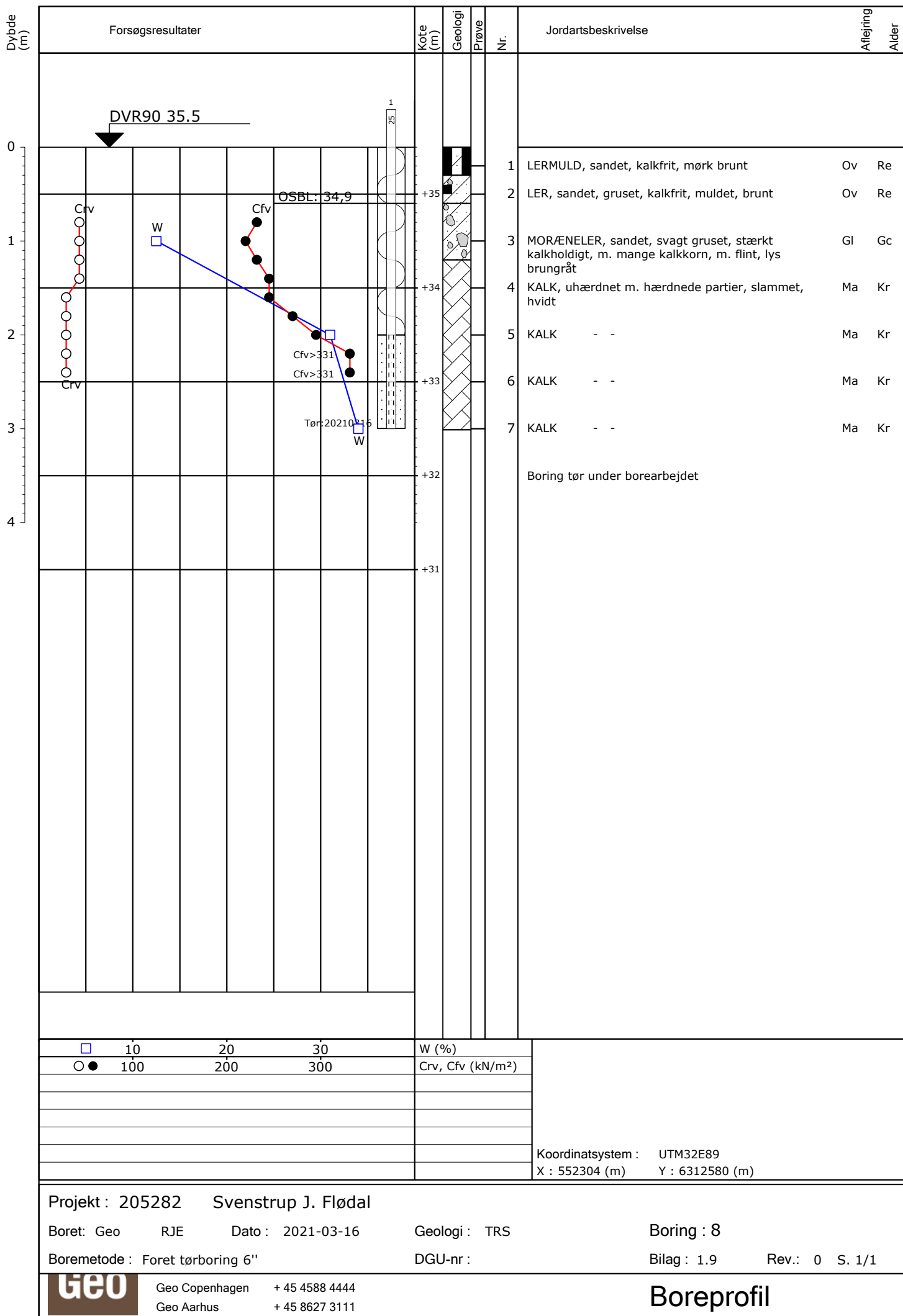
Projekt : 205282 Svenstrup J. Flødal

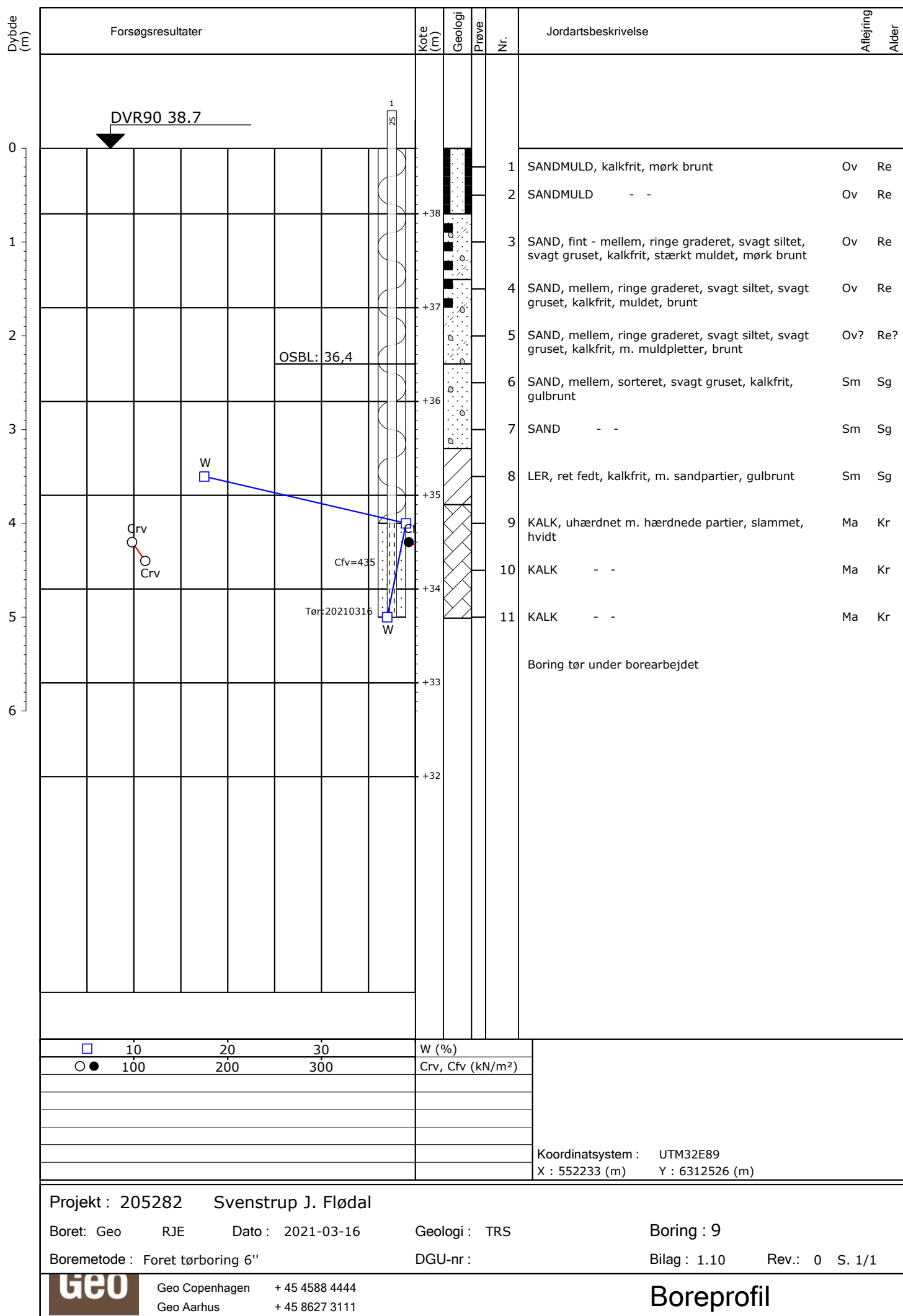




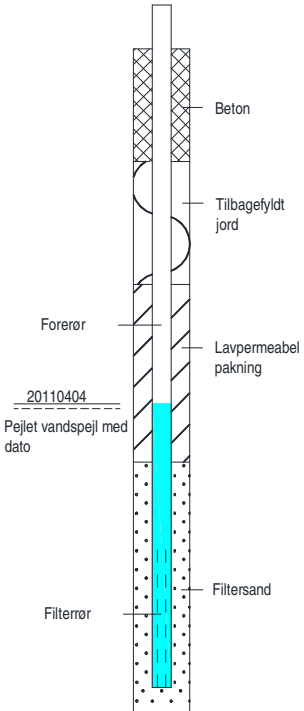
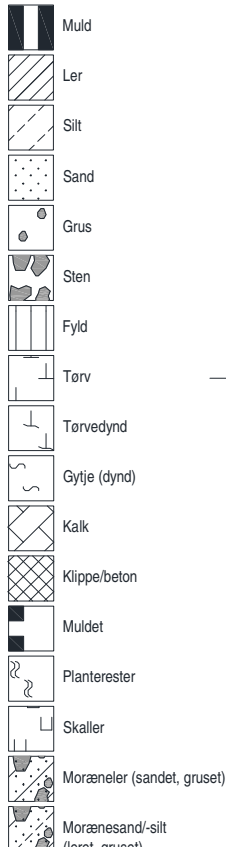
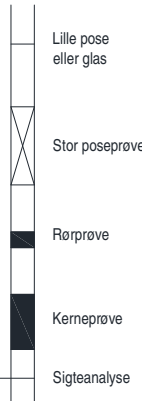








Geo-Standard 01: Signaturer og forkortelser Geotekniske og miljøtekniske boreprofiler

Filtersætning	Geologi	Prøver	Aflejring																																																												
			<table><tr><td>Br</td><td>Brakvand</td></tr><tr><td>Fe</td><td>Ferskvand</td></tr><tr><td>Fl</td><td>Flydejord</td></tr><tr><td>Fy</td><td>Fyld</td></tr><tr><td>Gl</td><td>Gletsjer</td></tr><tr><td>Gr</td><td>Grundfjeld</td></tr><tr><td>Ma</td><td>Marin</td></tr><tr><td>Ne</td><td>Nedskyl</td></tr><tr><td>Ov</td><td>Overjord</td></tr><tr><td>Sk</td><td>Skredjord</td></tr><tr><td>Sm</td><td>Smeltevand</td></tr><tr><td>Vi</td><td>Vind</td></tr><tr><td>Vu</td><td>Vulkansk</td></tr></table> <table><tr><td>Re</td><td>Recent</td></tr><tr><td>Pg</td><td>Postglacial</td></tr><tr><td>Sg</td><td>Senglacial</td></tr><tr><td>Gc</td><td>Glacial</td></tr><tr><td>Ig</td><td>Interglacial</td></tr><tr><td>Is</td><td>Interstadial</td></tr><tr><td>Nn</td><td>Neogen (tidl. tertiær)</td></tr><tr><td>Pn</td><td>Palæogen (tidl. tertiær)</td></tr><tr><td>Mi</td><td>Miocæn</td></tr><tr><td>Ol</td><td>Oligocæn</td></tr><tr><td>Eo</td><td>Eocæn</td></tr><tr><td>Pl</td><td>Palæocæn</td></tr><tr><td>Se</td><td>Selandien</td></tr><tr><td>Da</td><td>Danien</td></tr><tr><td>Kr</td><td>Kridt</td></tr><tr><td>Ju</td><td>Jura</td></tr><tr><td>Pk</td><td>Prækambrium</td></tr></table>	Br	Brakvand	Fe	Ferskvand	Fl	Flydejord	Fy	Fyld	Gl	Gletsjer	Gr	Grundfjeld	Ma	Marin	Ne	Nedskyl	Ov	Overjord	Sk	Skredjord	Sm	Smeltevand	Vi	Vind	Vu	Vulkansk	Re	Recent	Pg	Postglacial	Sg	Senglacial	Gc	Glacial	Ig	Interglacial	Is	Interstadial	Nn	Neogen (tidl. tertiær)	Pn	Palæogen (tidl. tertiær)	Mi	Miocæn	Ol	Oligocæn	Eo	Eocæn	Pl	Palæocæn	Se	Selandien	Da	Danien	Kr	Kridt	Ju	Jura	Pk	Prækambrium
Br	Brakvand																																																														
Fe	Ferskvand																																																														
Fl	Flydejord																																																														
Fy	Fyld																																																														
Gl	Gletsjer																																																														
Gr	Grundfjeld																																																														
Ma	Marin																																																														
Ne	Nedskyl																																																														
Ov	Overjord																																																														
Sk	Skredjord																																																														
Sm	Smeltevand																																																														
Vi	Vind																																																														
Vu	Vulkansk																																																														
Re	Recent																																																														
Pg	Postglacial																																																														
Sg	Senglacial																																																														
Gc	Glacial																																																														
Ig	Interglacial																																																														
Is	Interstadial																																																														
Nn	Neogen (tidl. tertiær)																																																														
Pn	Palæogen (tidl. tertiær)																																																														
Mi	Miocæn																																																														
Ol	Oligocæn																																																														
Eo	Eocæn																																																														
Pl	Palæocæn																																																														
Se	Selandien																																																														
Da	Danien																																																														
Kr	Kridt																																																														
Ju	Jura																																																														
Pk	Prækambrium																																																														

Forsøg

w	Vandindhold
w _L	Flydegrænse
w _p	Plasticitetsgrænse
I _p	Plasticitetsindeks
I _k	Kvældindeks
e	Poretal
e _{max}	Poretal i løseste standardlejring
e _{min}	Poretal i fasteste standardlejring
Y	Rumvægt
ρ	Densitet
gl	Glødetab
ka	Kalkindhold
PID	Photoionisationsdetektormåling
C _{iv}	Forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg
C _{rv}	Forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg (omrørt)
N	Standard penetrationsmodstand (SPT)
q _c	Spidsmodstand (CPT)
f _s	Kappemodstand (CPT)
R _f	Friktionsforhold (=f _s /q _c)
u	Poretryk (CPT)

Henvisninger/noter

DS/EN 1997 Eurocode 7:
-Geoteknik

Dansk Geoteknisk Forening:
-"Vejledning i ingeniørgeologisk
prøvebeskrivelse"

-"Felthåndbogen"

-"Laboratoriehåndbogen"

-Referenceblad for vingeforsøg

-Referenceblad for SPT-forsøg

I moræne-jordarter må der forventes et varierende indhold af grus, sten og blokke.

Vingeforsøg er udført og tolket i henhold til Dansk Geoteknisk Forening, "Referenceblad for vingeforsøg", revision 3, august 1999.