



JORDBUNDSUNDERSØGELSER



KOMPETENT RÅDGIVNING



GEOTEKNIK OG MILJØ



KOMPRIMERINGSKONTROL

Atkins A/S
Emil Møllers Gade 41 D
8700 Horsens

E-mail: bo.jensen@atkinsglobal.com

Att.: Bo Jensen

Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 1

Byggemodning v. Arslevvej, 7441 Bording

Sag nr. : 21266
Dato : 2021-04-28

Udarbejdet af : Asbjørn Bruuse
Kontrolleret af : Jens Groth Eriksen

Resumé

Projektet omfatter udstykning af et nyt boligområde i den nordøstlige del af Bording, beliggende nordøst for Ikast.

Projektet omfatter 19 parceller for individuelt parcelhusbyggeri. I forbindelse med udstykningen skal området byggemodnes, og der skal etableres adgangsvej, boligveje, kloak m.v.

Der er udført en geoteknisk undersøgelse med i alt 21 geotekniske borer i udstykningsområdet.

Øverst i alle borer træffes et muldlag i mægtigheder på mellem 0,30 og 0,80m.

Muldlagene afløses i 10 ud af 21 borer af postglaciale ferskvandsaflejringer. Sådanne aflejringer kan indikere nærtliggende blødbundsområder og lagfølgerne optræder også organiskholdigt med stedvise indhold af tørvepletter, planterester mv.

Under ferskvandsaflejringerne og under muldlaget i de resterende borer træffes varierende intakte istidsaflejringer. De intakte istidsaflejringer består generelt af smeltevandaflejringer, i form af hhv. smeltevandssand og -ler, med indslag af silt, og moræneler og -sand.

Det trufne moræneler optræder generelt med begrænsede styrkemæssige egenskaber.

Der er ved borearbejdets afslutning truffet et frit vandspejl i samtlige borer omkring kote +72m og +79m DVR90, svarende til ca. 1 til 2 meter under terræn.

Der er tale om et sammenhængende magasin for området, med faldende gradient med det faldende terræn og formentligt med tilknytning til vådområdet beliggende sydvest for udstykningsområdet. Vandspejlet må forventes at kunne variere i takt med årstid og nedbør.

Forholdene for de kommende byggemodningsarbejder fremgår af rapporten, mens der er udarbejdet selvstændige parcelrapporter for byggeri på de kommende grunde.

De kommende projekter og arbejder skal gennemføres under hensyntagen til vandspejlsforholdene og sænkning af grundvand kan komme på tale.

Indholdsfortegnelse

1. Formål	3
2. Beskrivelse af området.....	3
Arealets anvendelse.....	3
Tidligere/andre undersøgelser	4
Geologiske forhold.....	4
3. Undersøgelser	5
Markarbejde.....	5
Laboratoriearbejde	5
4. Resultater	6
Jordbundsforhold	6
Vandspejlsforhold	7
5. Funderingsforhold, boligbyggeri.....	7
6. Byggemodningsarbejder	8
Kloakarbejder	8
Vejarealer.....	9
Projektering.....	9
7. Miljøforhold	9
8. Kontrolundersøgelser.....	10
9. Opbevaring af jordprøver	10

Bilag 1-21	: Boreprofiler, boring B1-B21
Bilag 22	: Situationsplan
Bilag A	: Principsnit for sandpudefundering
4AP-Standard	: Signaturer & definitioner

1. Formål

Projektet omfatter udstykning af et nyt boligområde i den nordøstlige del af Bording ved Ikast, beliggende nordøst for Ikast.

Projektet omfatter 19 parceller for individuelt parcelhusbyggeri. I forbindelse med udstykningen skal området byggemodnes, og der skal etableres adgangsvej, boligveje, kloak m.v.

Hensigten med nærværende undersøgelse er at give et forhåndsindtryk af jordbunds- og funderingsforholdene for kommende boligbyggeri samt kommende vej- og kloakanlæg forud for udarbejdelsen af byggemodningsprojektet.

Undersøgelsen er gennemført efter retningslinjerne i Eurocode 7 (EC7).

2. Beskrivelse af området

Arealets anvendelse

Udstykningsområdet ligger i den nordøstlige del af Bording og fremstår, i dag, som markareal. Området ligger i forlængelse af en ny udstykning (kornblomsten) mod vest.

Figur 1 – Kortudsnit fra Danmarks Arealinformation



Tidligere/andre undersøgelser

Der foreligger ingen oplysninger om tidligere udførte geotekniske undersøgelser på det aktuelle område.

Geologiske forhold

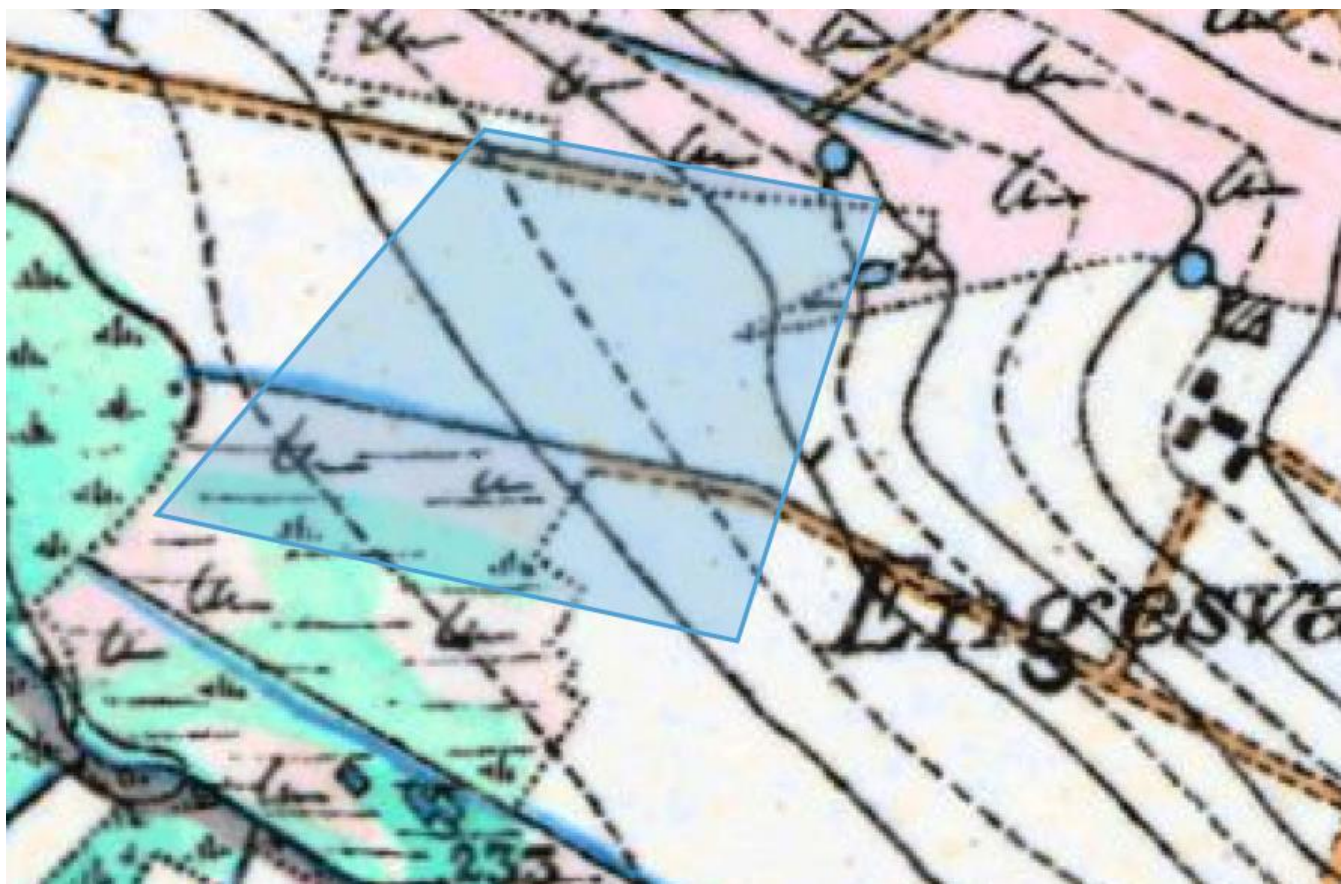
Udstykningsområdet er højdemæssigt beliggende omkring kote +73m og +80m DVR90, i et terræn der er faldende mod udstykningsområdets sydvestlige hjørne.

Af nedenstående ældre kortmateriale (figur 2) ses det, at en del af det aktuelle område før 1900-tallet henlå som et vådområde (blødbundsområde) i tilknytning til Bording Å længere mod syd/sydvest.

I sådanne områder er der stor risiko for at træffe postglaciale ferskvandsaflejringer hvoraf en del af disse kan optræde som egentlige blødbundslag. Endvidere vil der være stor sandsynlighed for at der træffes flydejords- og nedskylsaflejringer, dvs. aflejringer på sekundært leje. Sådanne aflejringer kan erfaringsmæssigt optræde med/over indlejrede blødbundslag.

Yderligere ses det, at området tidligere været gennemskåret af en vandedning (grøft eller lign.) og veje.

Figur 2 – Kortudsnit fra Danmarks Arealinformation, høje målebordsblade 1842-1899.



Under muld og eventuelle postglaciale aflejringer forventes intakte istidsaflejringer, bestående af moræne- og smeltevandsaflejringer.

3. Undersøgelser

Markarbejde

Der blev i perioden fra d. 7. til 9. april 2021 udført i alt 21 geotekniske prøveboringer (B1-B21).

Boringerne B1-B19 er udført på de kommende parceller for de fritliggende enfamiliehuse og er alle ført til 4m under terræn.

Boringerne B20 og B21 er udført for kommende vej- og ledningsanlæg på den sydlige del af arealet og er ført 5m under terræn.

Borearbejdet er udført med hydraulisk boreværktøj påmonteret en MAN lastbil og som 6" snegleboringer.

I forbindelse med borearbejdet er der indsamlet prøver i de gennemborede lag og udført diverse styrkeforsøg, vandspejlsmålinger m.m. Borearbejdet er udført iht. retningslinjerne i dgf-Bulletin 14.

Anvendte koter er absolutte og refererer til kotesystem DVR90. Boringerne er indmålt med GPS Trimble R8 i henhold til system UTM32E89.

Laboratoriearbejde

De indsamlede prøver er geologisk bedømt i henhold til dgf-Bulletin 1. Som supplement til bedømmelsen er der anvendt følgende klassifikationsforsøg:

- Vandindholdsbestemmelser på samtlige prøver.
- Kalkindhold (ikke kvantitativt).

4. Resultater

Skema 1 - De trufne jord- og vandspejlsforhold

Boring	Terræn	Vandspejl	Muld Recent	Fe. Sand Postglacial	Smv. Sand (Sen)glacial	Smv. Ler/Silt Glacial	Morænesand Glacial	Moræneler Glacial
nr.	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]
B1	+73,4	+72,4	0,70	0,60	2,70↓	-	-	-
B2	+73,4	+72,3	0,30	-	3,70↓	-	-	-
B3	+73,9	+73,0	0,30	1,50	-	1,30	-	0,90↓
B4	+74,5	+73,6	0,30	1,50	0,10↓	-	0,45	1,65
B5	+75,1	+73,7	0,30	-	2,90↓	-	-	0,80
B6	+75,8	+74,5	0,30	-	2,30↓	0,30	0,50	0,60
B7	+75,8	+75,3	0,30	-	0,40	-	0,90	2,40↓
B8	+77,4	+76,7	0,30	-	0,95	-	0,55	2,20↓
B9	+78,0	+76,7	0,30	-	1,10	0,40	1,20	1,00
B10	+78,7	+77,4	0,40	0,80	-	-	-	2,80↓
B11	+79,6	+78,9	0,70	0,55	1,50	0,30↓	-	0,95
B12	+79,2	+78,3	0,75	1,00*	1,55	0,70**↓	-	-
B13	+77,9	+76,8	0,70	0,55	0,45	-	-	2,30↓
B14	+76,9	+75,1	0,70	0,60	-	-	-	2,70↓
B15	+76,3	+75,3	0,40	0,90*	0,30	-	-	2,40↓
B16	+75,4	+74,3	0,30	-	1,00	-	-	2,70↓
B17	+74,6	+73,7	0,30	-	1,00	-	-	2,70↓
B18	+73,7	+72,5	0,30	1,00	1,20↓	-	-	1,50
B19	+73,5	+72,2	0,30	-	3,70↓	-	-	-
B20	+73,2	+72,3	0,30	-	4,70↓	-	-	-
B21	+73,5	+72,5	0,80	-	4,20↓	-	-	-

↓ Truffet ved boringens bund.

* Tvivl om lagfølgens geologiske alder (postglacial / senglacial).

** Optræder lagdelt (Ler og Sand).

Jordbundsforhold

Der træffes forventede og stedvist lettere komplicerede jordbundsforhold.

Øverst i alle boringer træffes et muldlag i mægtigheder på mellem 0,30 og 0,80m.

Muldlagene afløses i 10 ud af 21 boringer af postglaciale ferskvandsaflejringer. Sådanne aflejringer kan indikere nærtliggende blødbundsområder og lagfølgerne optræder også organiskholdige med stedvise indhold af tørvepletter, planterester mv.

Under ferskvandsaflejringerne og under muldlaget i de resterende boringer træffes varierende intakte istidsaflejringer.

De intakte istidsaflejringer består generelt af smeltevandsaflejringer, i form af hhv. smeltevandssand og -ler, med indslag af silt, og moræneler og -sand.

Det trufne moræneler optræder generelt med begrænsede styrkemæssige egenskaber.

De detaljerede lagfølger, styrkemæssige egenskaber m.m. fremgår af bilagene.

Vandspejlsforhold

Der er ved borearbejdets afslutning truffet et frit vandspejl i samtlige borer omkring kote +72m og +79m DVR90, svarende til ca. 1 til 2 meter under terræn.

Der er tale om et sammenhængende magasin for området, med faldende gradient med det faldende terræn og formentligt med tilknytning til vådområdet omkring Bording Å, beliggende sydvest for udstykningsområdet. Vandspejlet må forventes at kunne variere i takt med årstid og nedbør.

Der er stedvist tale om sekundære ophobninger i/over lavpermeable lag.

Løbende pejling i de efterladte pejlerør skal udføres.

5. Funderingsforhold, boligbyggeri

Forholdene er specificeret i de, for hver parcel, udarbejdede parcelrapporter, der kan vedlægges i forbindelse med grundsalg.

Grundene er generelt inddelt i 3 kategorier;

Mindre end 0,9m til oversiden af de bæredygtige aflejringer (OSBL): B2, B5, B6, B7, B8, B9, B16, B17 og B19.

Grundene kan bebygges med normalt kælderløst parcelhusbyggeri uden ekstrarfundering. Der kan forventes en direkte fundering i normal frostsikker dybde under terræn på de trufne senglaciale eller ælder intakte istidsaflejringer. En eventuel variation i lagtykkelsen af muldlagene kan betinge, at der til dels bliver tale om en fundering på sandpude (omfang afhænger af gulvkotevalg).

To niveauer til oversiden af de bæredygtige aflejringer (OSBL): B3, B4, B10, B11, B12, B14, B15 og B18.

På ovenstående grunde er der grund til agtpågivenhed i forbindelse med udformningen af funderingsprojekterne. Dette skyldes forekomsten af postglaciale ferskvandsaflejringer, der kan indikere at der er risiko for egentlige blødbundsaflejringer samt et terrænnært sammenhængende vandspejl.

Der skal derfor generelt forventes ekstrarfundering forud for opførelsen af normalt kælderløst parcelhusbyggeri på grundene. Ekstrarfunderingen udføres mest hensigtsmæssigt ved udskiftning af muldlagene samt i nødvendigt omfang de postglaciale lag med skadeligt organisk indhold, og efterfølgende indbygning af sandfyld (sandpudéfundering jf. bilag A). Omfanget af ekstrarfunderingen afhænger ligeledes af det endelige gulvkote valg.

Udskiftningsarbejderne vil stedvist skulle tage særlig hensyn til et terrænnært vandspejl.

Mere end 0,9m til oversiden af de bæredygtige aflejringer (OSBL): B1 og B13.

På ovenstående grunde er der grund til agtpågivenhed i forbindelse med udformningen af funderingsprojekterne. Dette skyldes mægtigheden af muldlaget og de postglaciale ferskvandsaflejringer samt terrænnært vandspejl.

Der skal derfor forventes ekstrarfundering forud for opførelsen af normalt kælderløst parcelhusbyggeri på grundene. Ekstrarfunderingen udføres mest hensigtsmæssigt ved udskiftning af muldlagene samt i nødvendigt omfang de postglaciale lag, og efterfølgende indbygning af sandfyld (sandpuddefundering jf. bilag A). Udskiftningsarbejderne vil stedvist skulle tage særlig hensyn til et terrænnært vandspejl.

Generelt

Såfremt gulvkoten ikke placeres minimum 0,3m over det omkringliggende terræn, skal der etableres omfangsdræn for at sikre den permanente tørholdelse af det kapillarbrydende lag (drænklasse 2, DS436).

Det anbefales, at kommende funderingsprojekter behandles og gennemføres i geoteknisk kategori 2, jf. EC7.

Det anbefales i hele området at der udføres supplerende boringer for et konkret byggeri.

Vandspejlsforhold vil på en stor del af grundene kræve særlig stillingtagen og det anbefales generelt at gulvkoten planlægges højt i forhold til terrænet, for at tage hensyn til mulige fremtidige vandstandsstigninger.

6. Byggemodningsarbejder

Kloakarbejder

Med ovennævnte bundforhold skal de kommende kloakeringsarbejder planlægges under hensyntagen til følgende forhold.

Kloakker og brønde kan generelt funderes direkte i planlagt niveau på velafrettet sand (omkringfyldning). Lokale udskiftninger af tykke muldlag samt postglaciale lagfølger kan komme på tale.

Stabilitetsforholdene skal sikres såvel under udførelse som i den permanente situation. Midlertidige udgravninger gennemføres med skråningsanlæg iht. SBI-anvisning 231 (tørre, ubelastede skråninger). I muldlag samt postglaciale aflejringer med anlæg $a = 1$ og i de intakte istidsaflejringer med anlæg $a = 0,7-0,9$, hvor sidstnævnte gælder i områder med smeltevandssand eller ret slapt moræneler. Alternativt kan der anvendes gravekasser.

Der vil generelt være tale om udgravninger under det konstaterede grundvandsspejl, hvorfor vandsænkingsarbejder stedvist kan forventes alt afhængigt af kommende dybder for kloakker m.v. Sådanne arbejder skal ubetinget indrettes under hensyntagen til naboforholdene mv. og vil være omfattet byggelovens §12 med varslings m.v.

Der skal indhentes tilladelse til grundvandssænkning ved Ikast-Brande Kommune.

Hvor der skal udgraves mere end ca. 0,5m under vandspejlet i områder med friktionsmaterialer, vil en sænkning skulle gennemføres med sugespidsanlæg. Sugespidsene placeres under hensyntagen til jordlagene således disse er effektive.

Ved mindre sænkning (<0,5m) eller i områder med mere lavpermeable lag vil sænkningen kunne gennemføres ved etablering af pumpebrønde under kommende udgravningsniveau.

Opgravede friktionsmaterialer (smeltevandssand, morænesand) kan forventes genanvendt som tilfyldning i kloakrender.

Opgravede kohæsionsmaterialer (moræneler) kan kun forventes genanvendt under meget gunstige vejrbetingelser. Stærkt siltede lag kan ikke forventes genanvendt.

Som hovedregel kan lerlagene forventes genanvendt, såfremt aflejringens naturlige vandindhold maksimalt er ca. 3 % højere end det, ved standard proctorforsøg, trufne optimale vandindhold.

For tilfyldningen i kloakrenden bør følgende komprimeringskrav være gældende (isotopsondemetoden):

- Råjord (kohæsionsmaterialer) komprimeres til gennemsnitligt 95 %-Standard Proctor (SP) målt med isotopsondemetoden. Ingen enkeltværdi må være mere end 3 % under gennemsnitskravet.
- Sandfyld eller genanvendte friktionsmaterialer komprimeres til gennemsnitligt 98 %-Standard Proctor (SP) målt med isotopsondemetoden. Ingen enkeltværdi må være mere end 3 % under gennemsnitskravet.

Vejarealer

I vejarealerne indledes som sædvanligt med en afrømning af muldrag samt eventuelle blødbundslag.

Vejopbygningen dimensioneres efter Vejdirektoratets vejregel "Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger".

Tykkelser af lag af BSG (bundsikring) og SG (stabilt grus) fastlægges på baggrund af den aktuelle trafikbelastning/trafikklasse og de underliggende aflejrings art (frosthølsomhed). Underbunden kan på den sikre side karakteriseres som frostvivlsom.

Opgravede og tilkørte materialer i vejassen skal komprimeres efter gældende regler. Følgende komprimeringskrav bør være gældende (isotopsondemetoden):

- Bundsikring (BSG) komprimeres til gennemsnitligt 95 % - vibration og ingen enkeltværdi mere end 3 % under gennemsnitskravet.
- Stabilt grus (SG) komprimeres til gennemsnitligt 95 % - vibration og ingen enkeltværdi mere end 3 % under gennemsnitskravet.

Der sikres en effektiv dræning af bundsikringslaget.

Projektering

Undersøgelsen er gennemført til et sådant detaljeringsniveau, at byggemodningsprojektet kan gennemføres i geoteknisk kategori 2 jf. EC7.

Dimensioneringen af de geotekniske konstruktioner skal gennemføres min. i konsekvensklasse CC2.

Geoteknisk dimensionering gennemføres efter retningslinjerne i det danske annekst i EC7 (Nationalt annekst).

Beregningerne gennemføres i såvel brudgrænse- som anvendelsesgrænsetilstanden.

Parametre specificeres gerne på baggrund af et konkret projekt.

7. Miljøforhold

Der er i forbindelse med bore- og laboratoriearbejdet ikke truffet visuelle tegn på indhold af miljøfremmede stoffer i de udtagne jordprøver.

Udstykningsområdet ligger udenfor Ikast-Brande Kommunes områdeklassificering, hvorfor overskudsjord som udgangspunkt kan bortskaffes som ren jord (kategori 1) uden forudgående kemiske analyser. Modtager af jord kan dog stille krav om sådanne.

Krav til jordhåndtering kan have indflydelse på projektets tidsplan og økonomi og anbefales afklaret så hurtigt som muligt, og inden jordarbejderne påbegyndes.

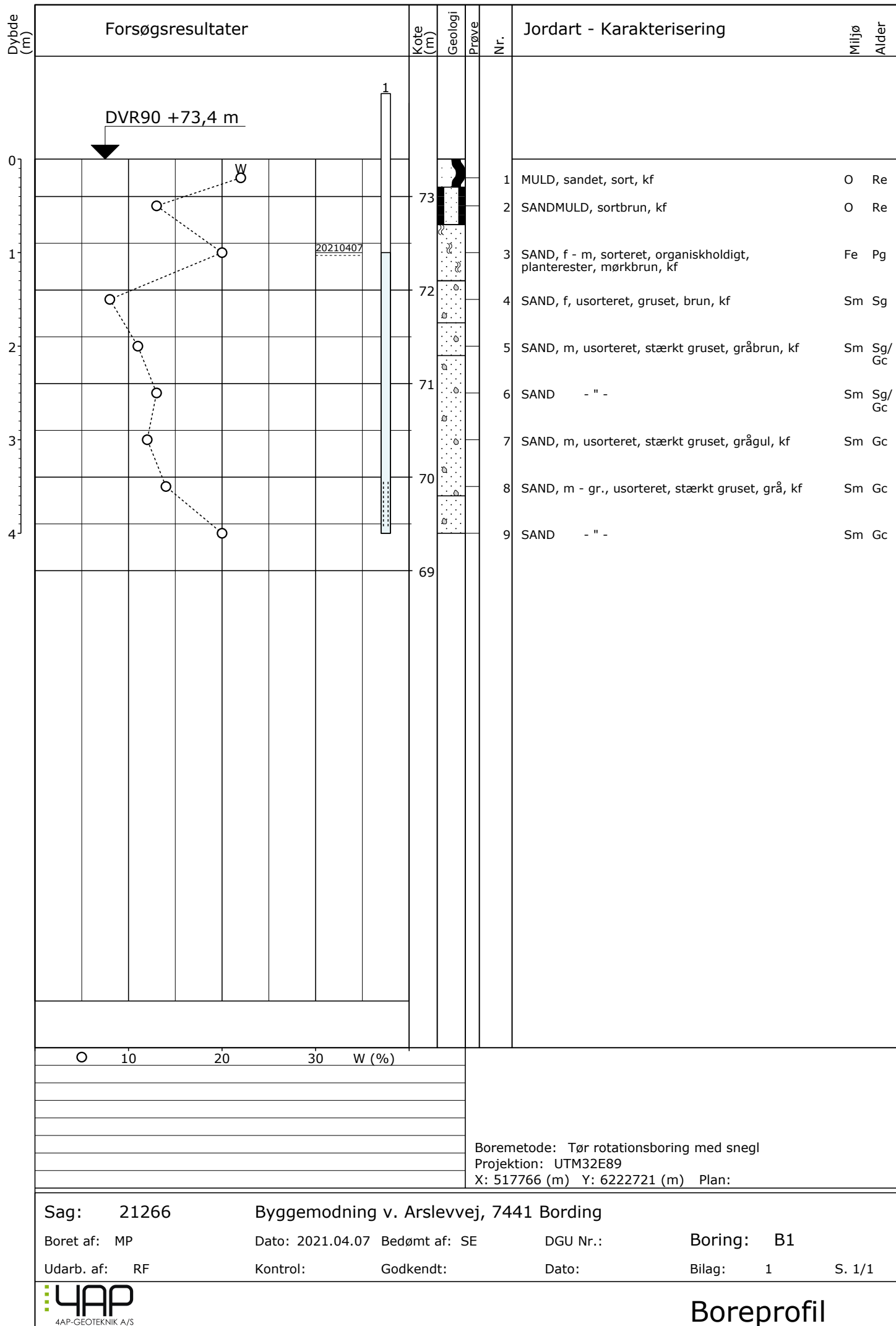
8. Kontrolundersøgelser

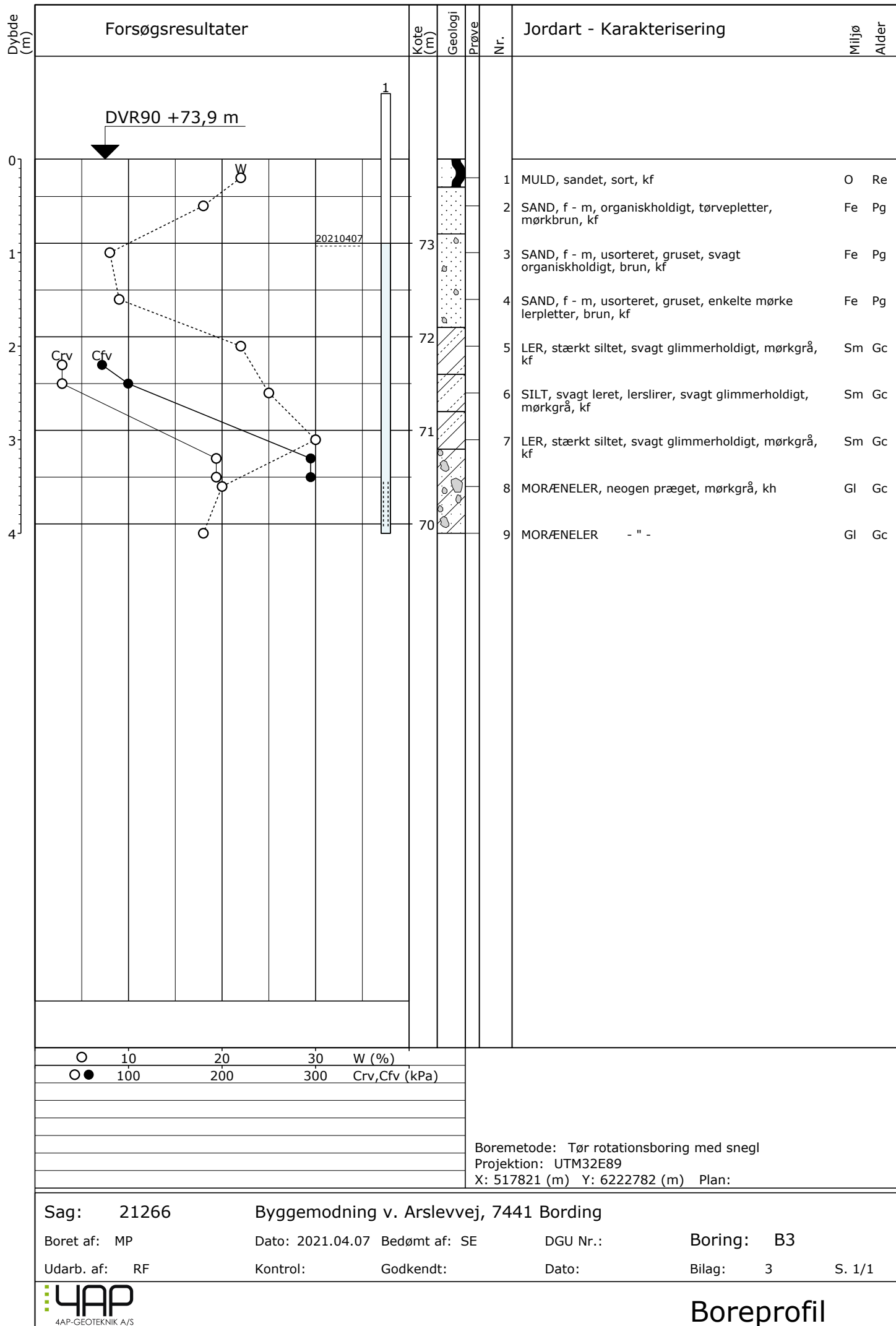
Der henvises til EC7.

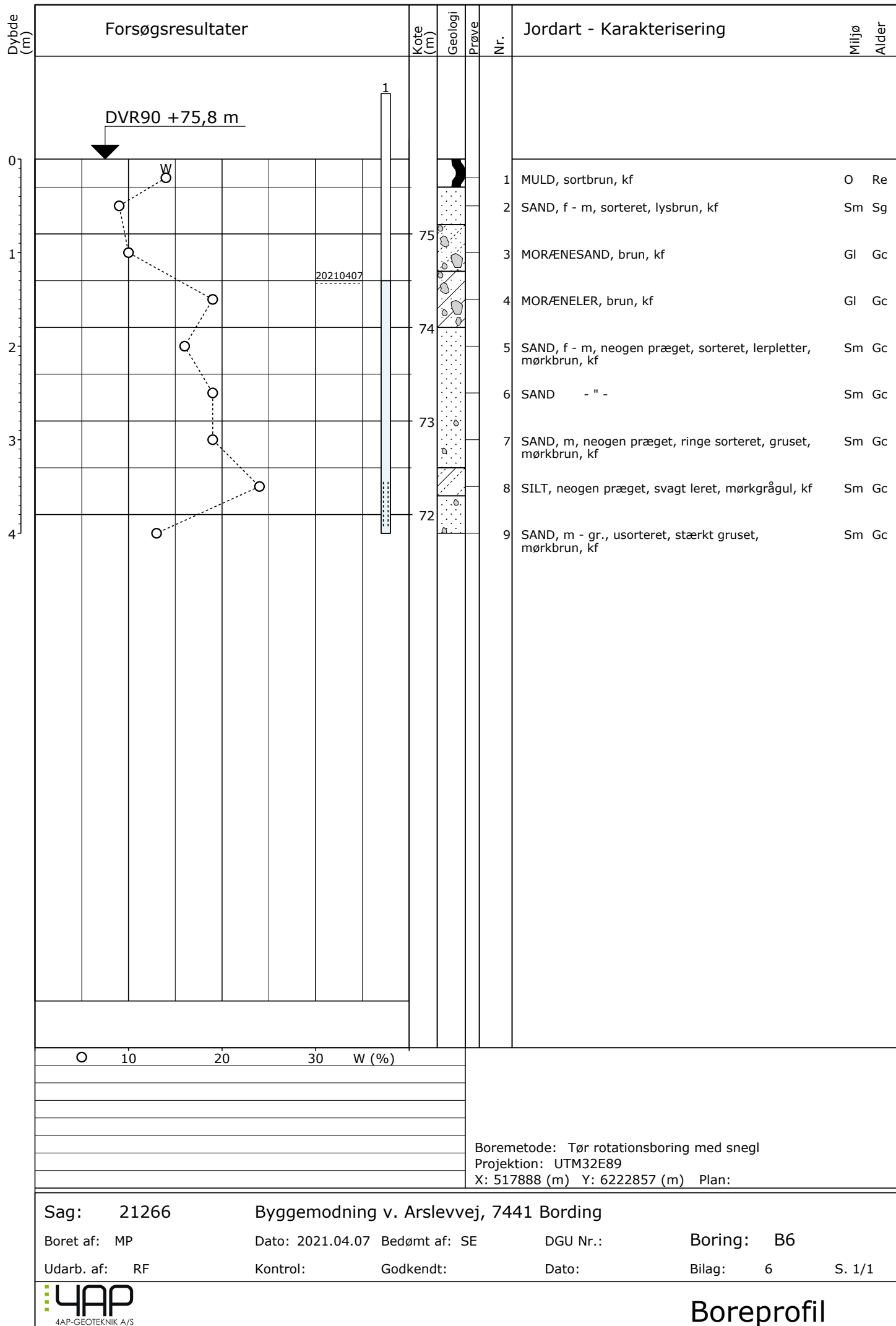
4AP-Geoteknik står naturligvis til rådighed for de videre arbejder i projektet og gennemfører gerne: udgravningskontrol, komprimeringskontrol, beregning af geotekniske konstruktioner, supplerende geotekniske undersøgelser.

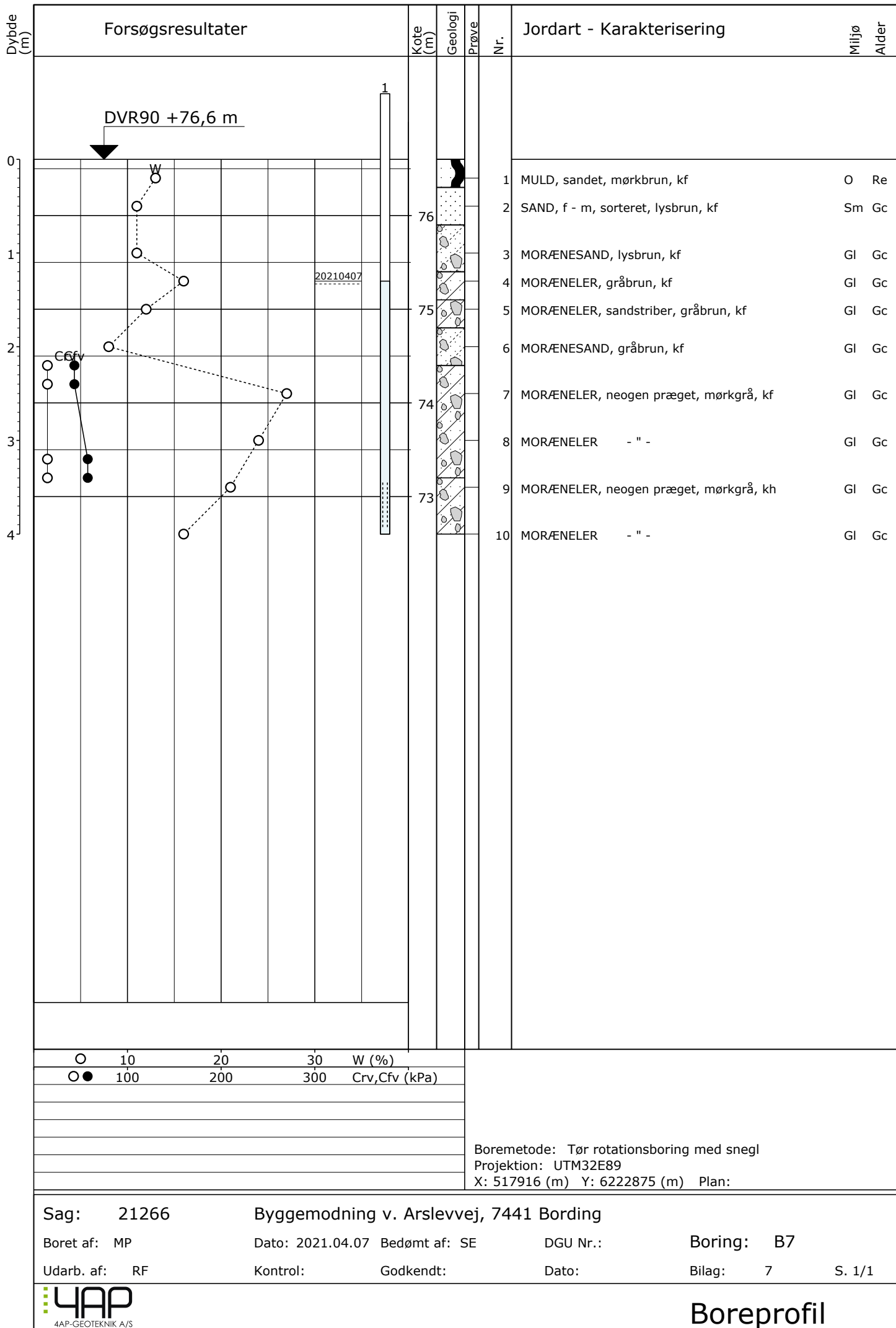
9. Opbevaring af jordprøver

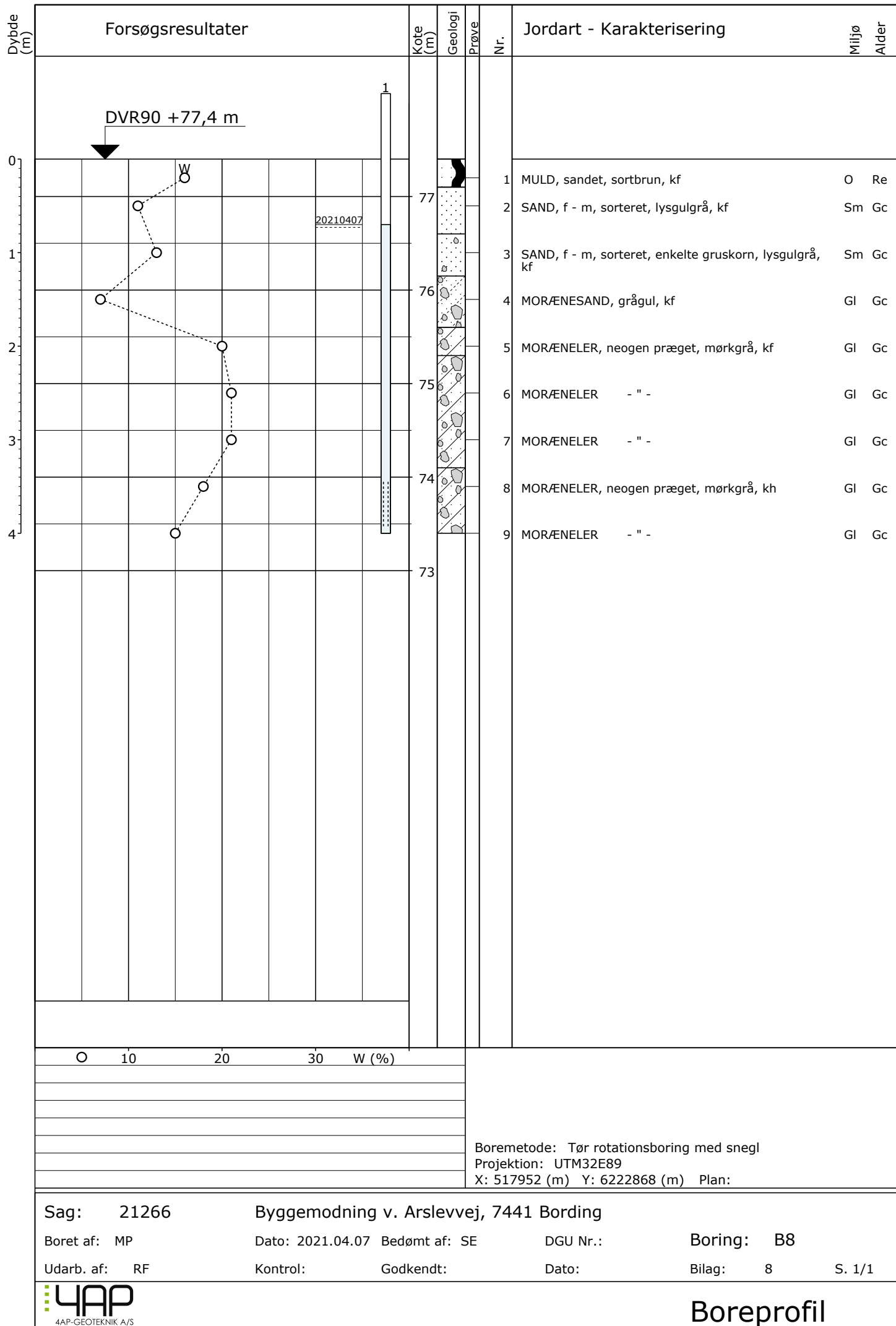
De optagne jordprøver opbevares i 14 dage fra d.d.

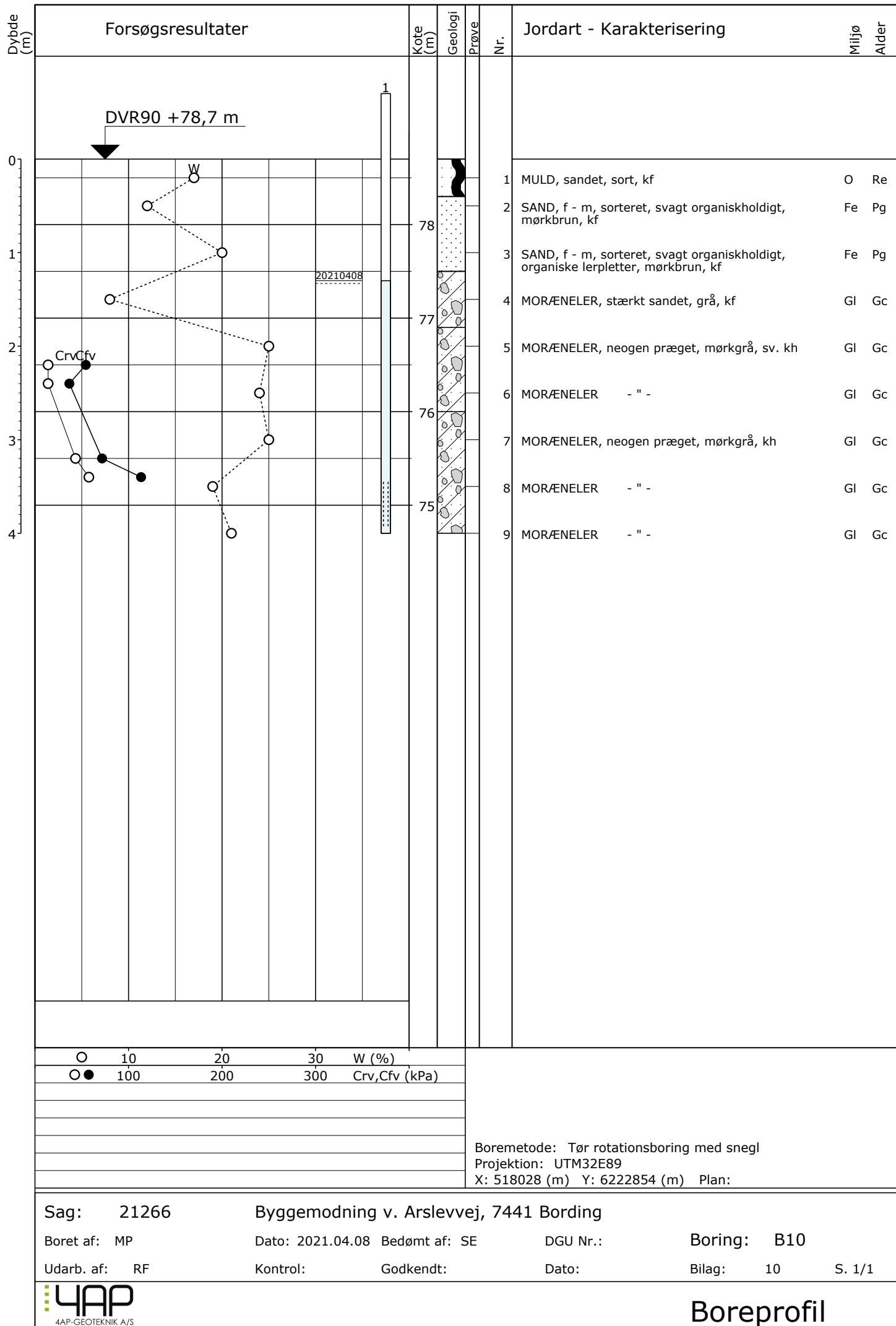


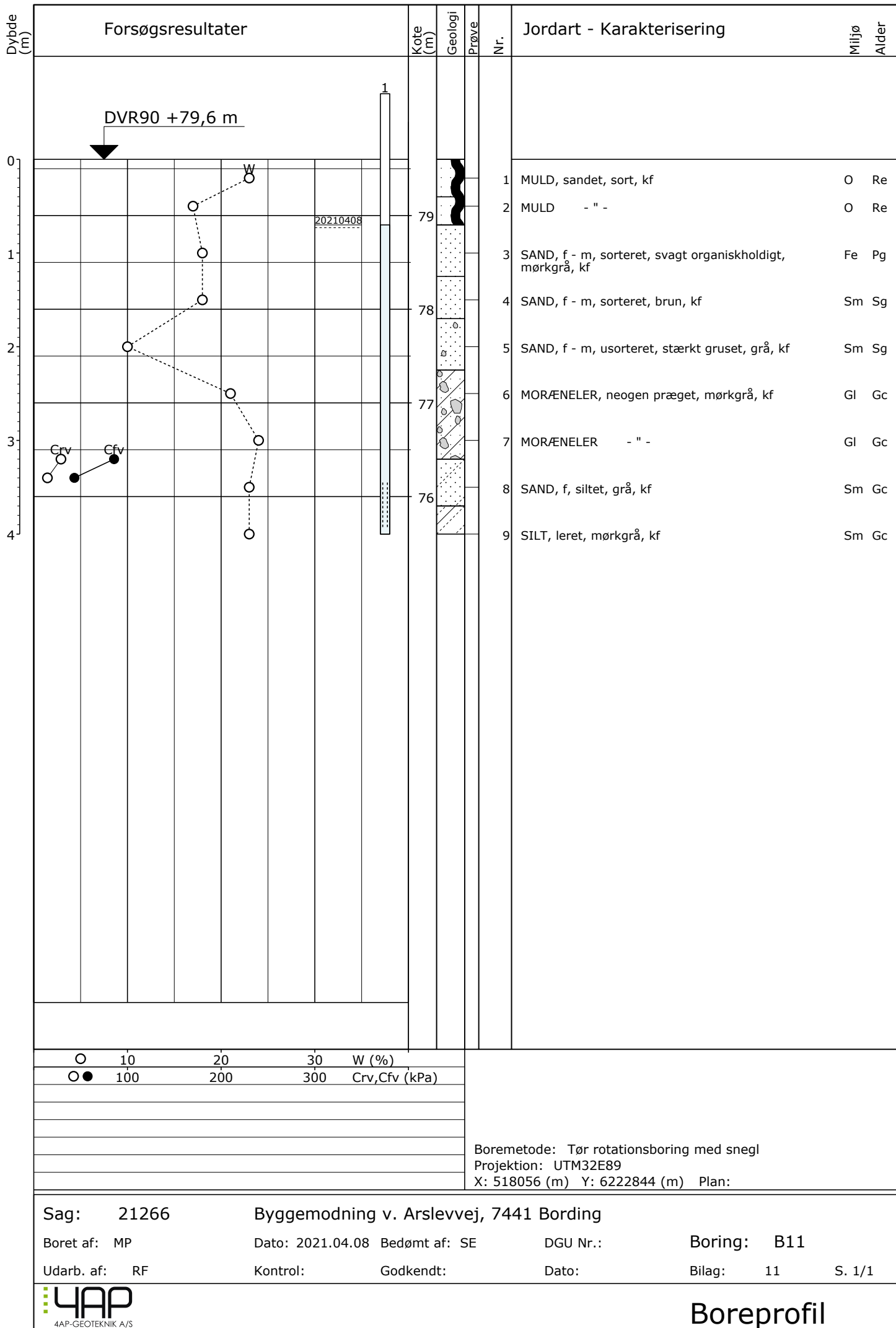


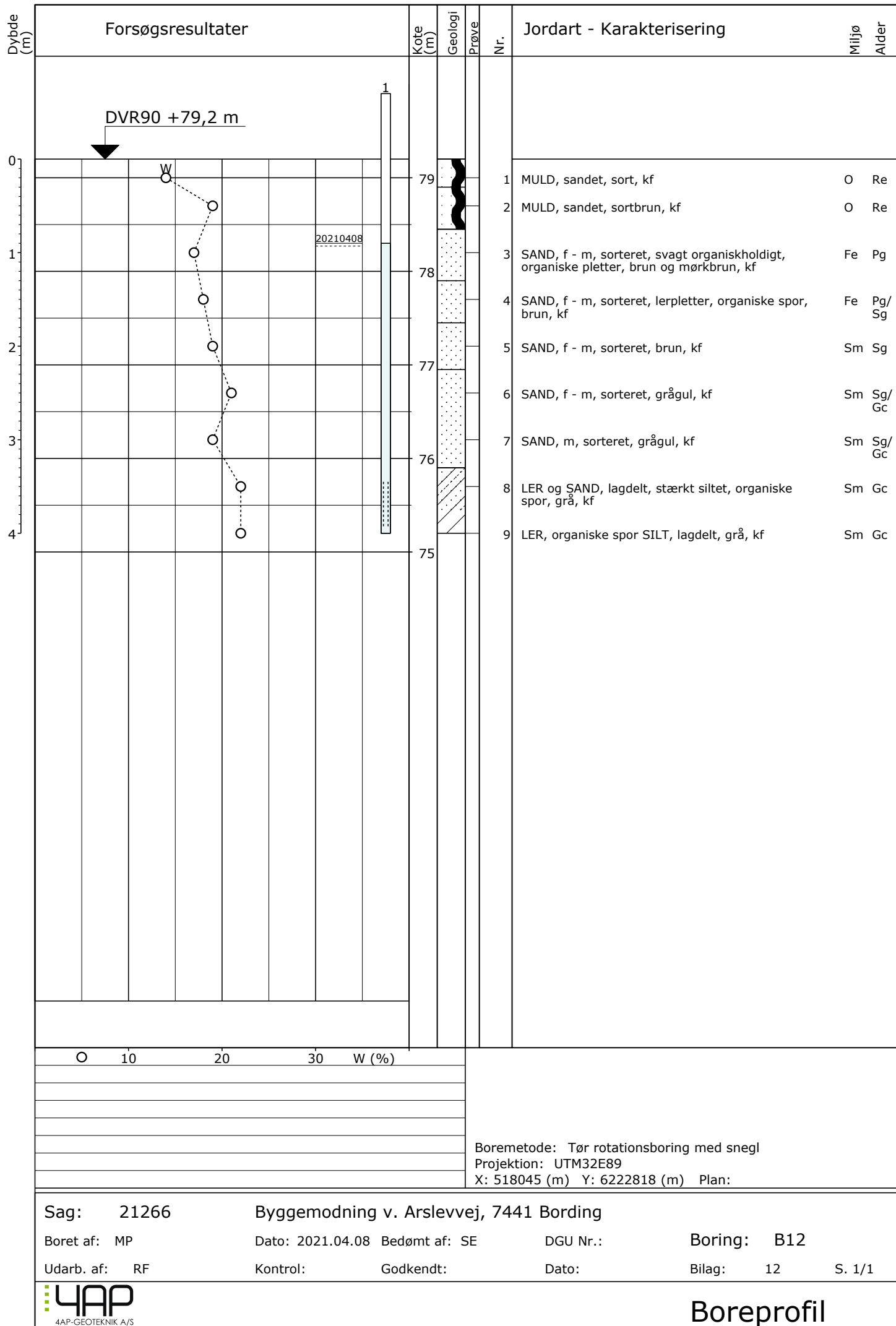


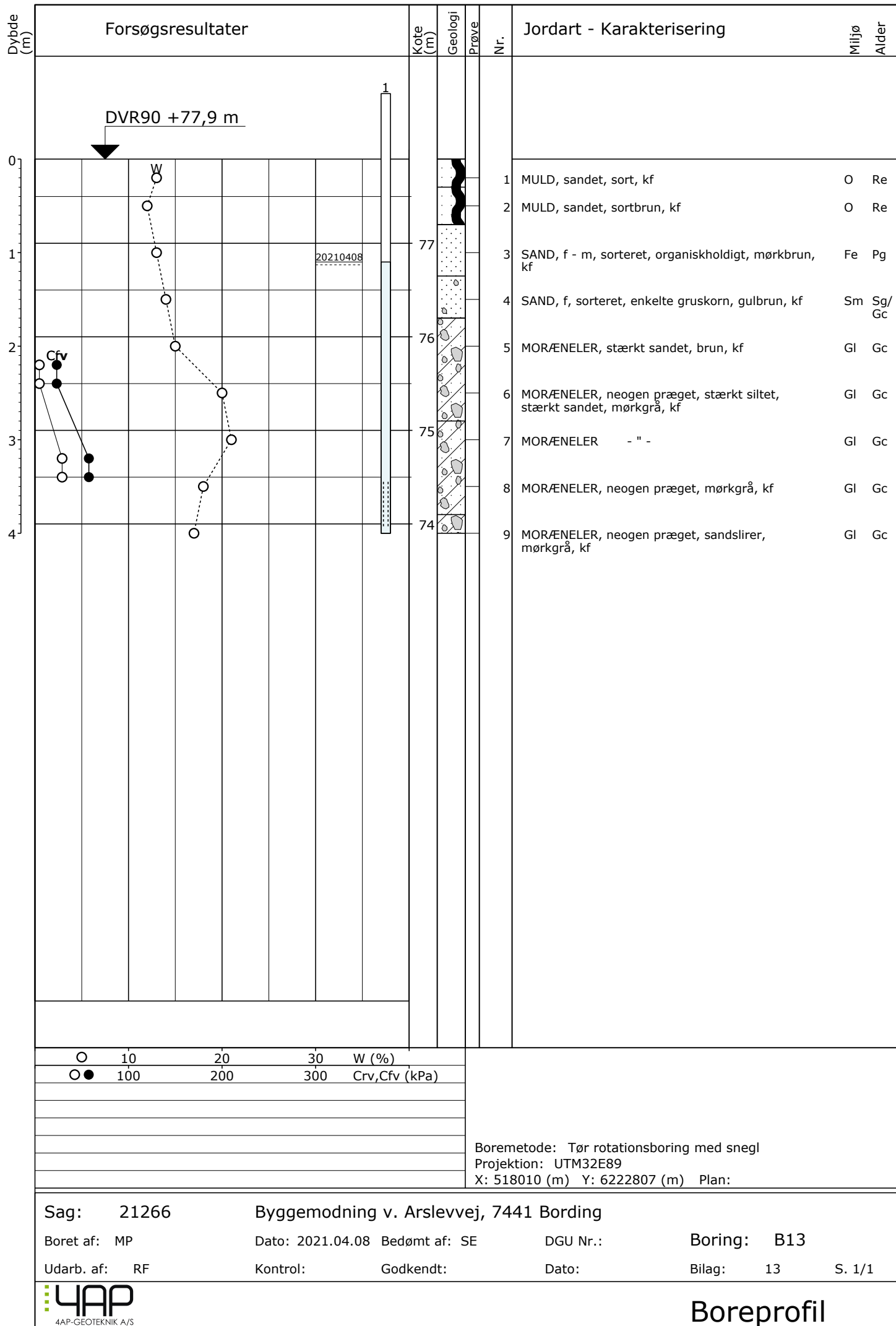


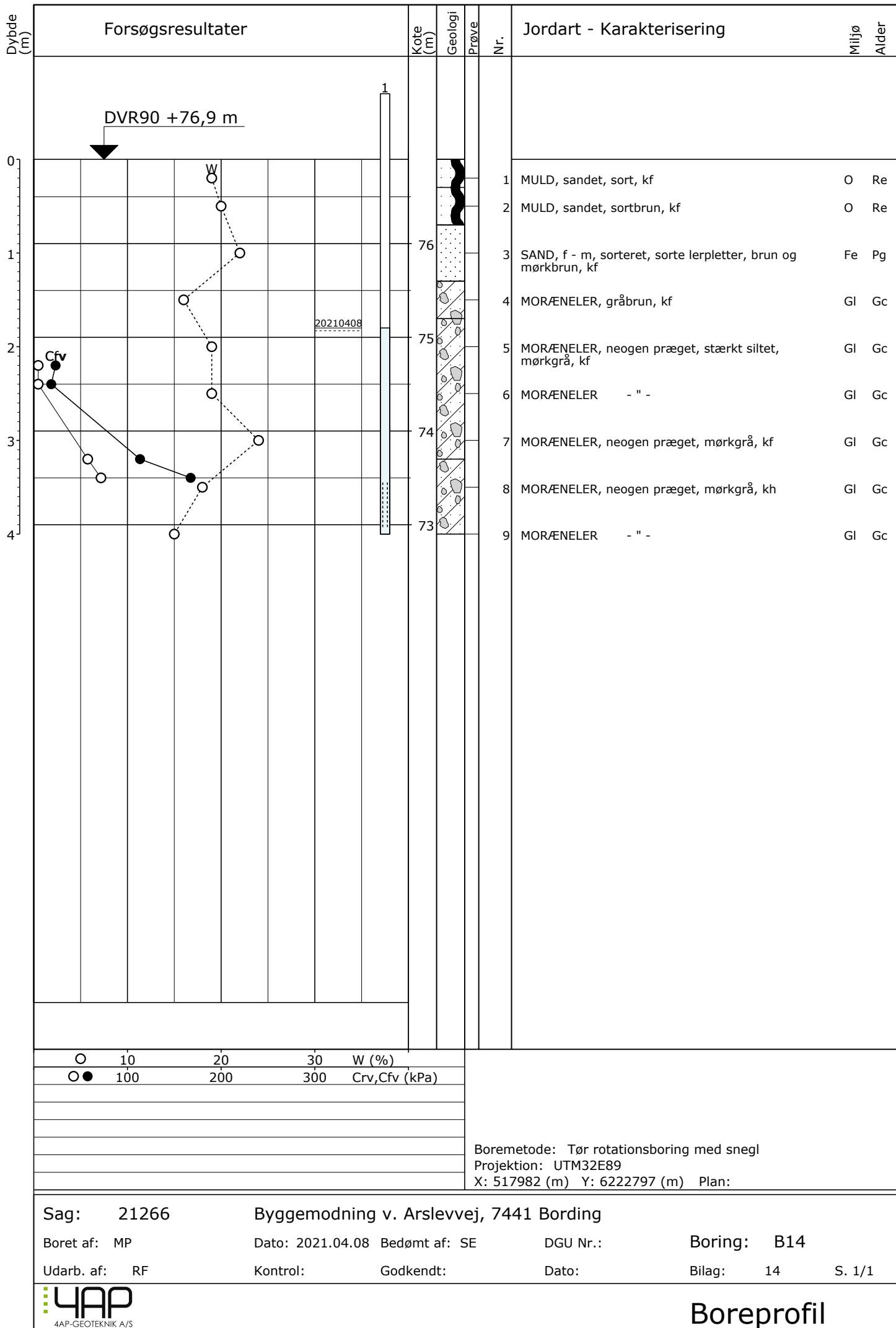


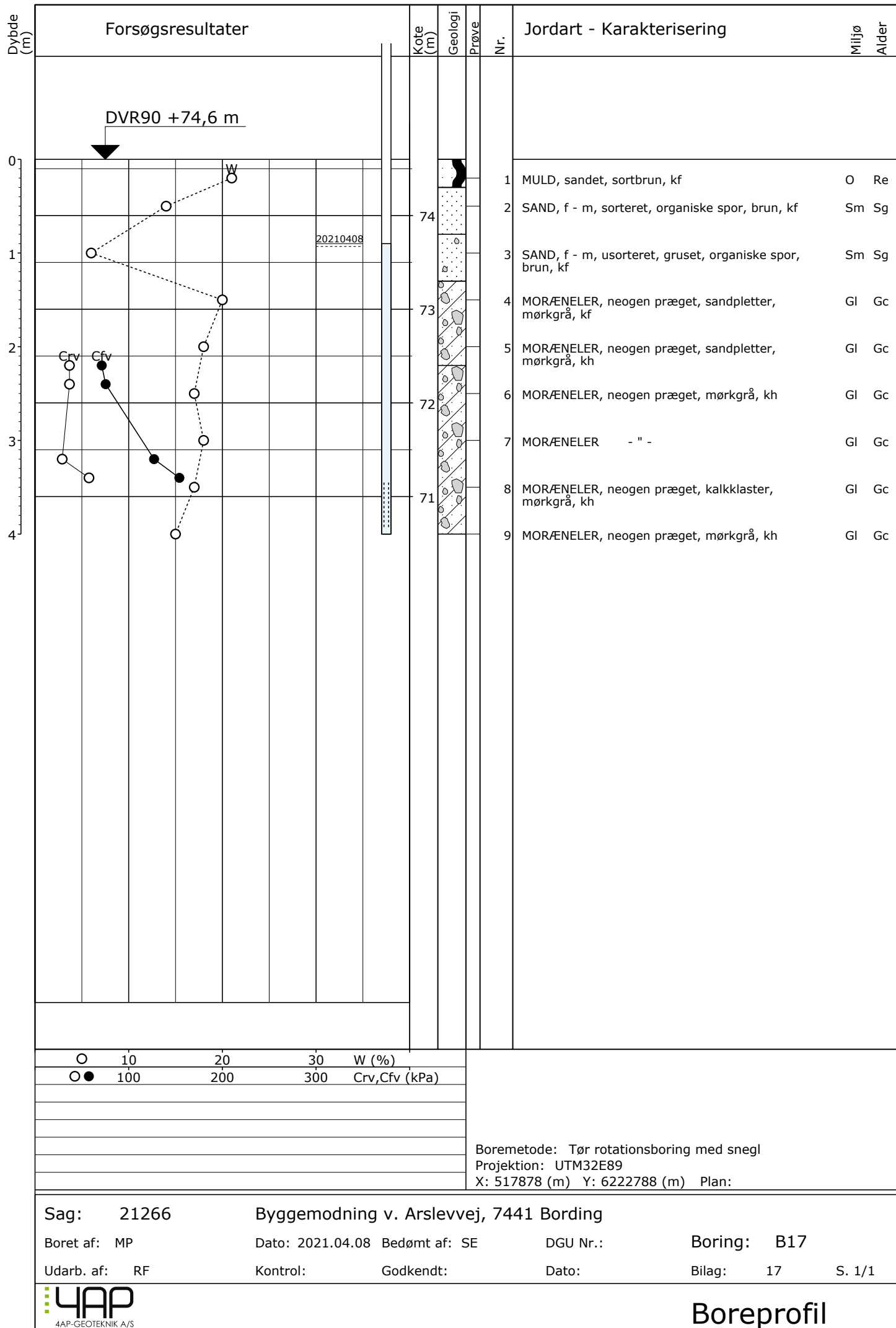


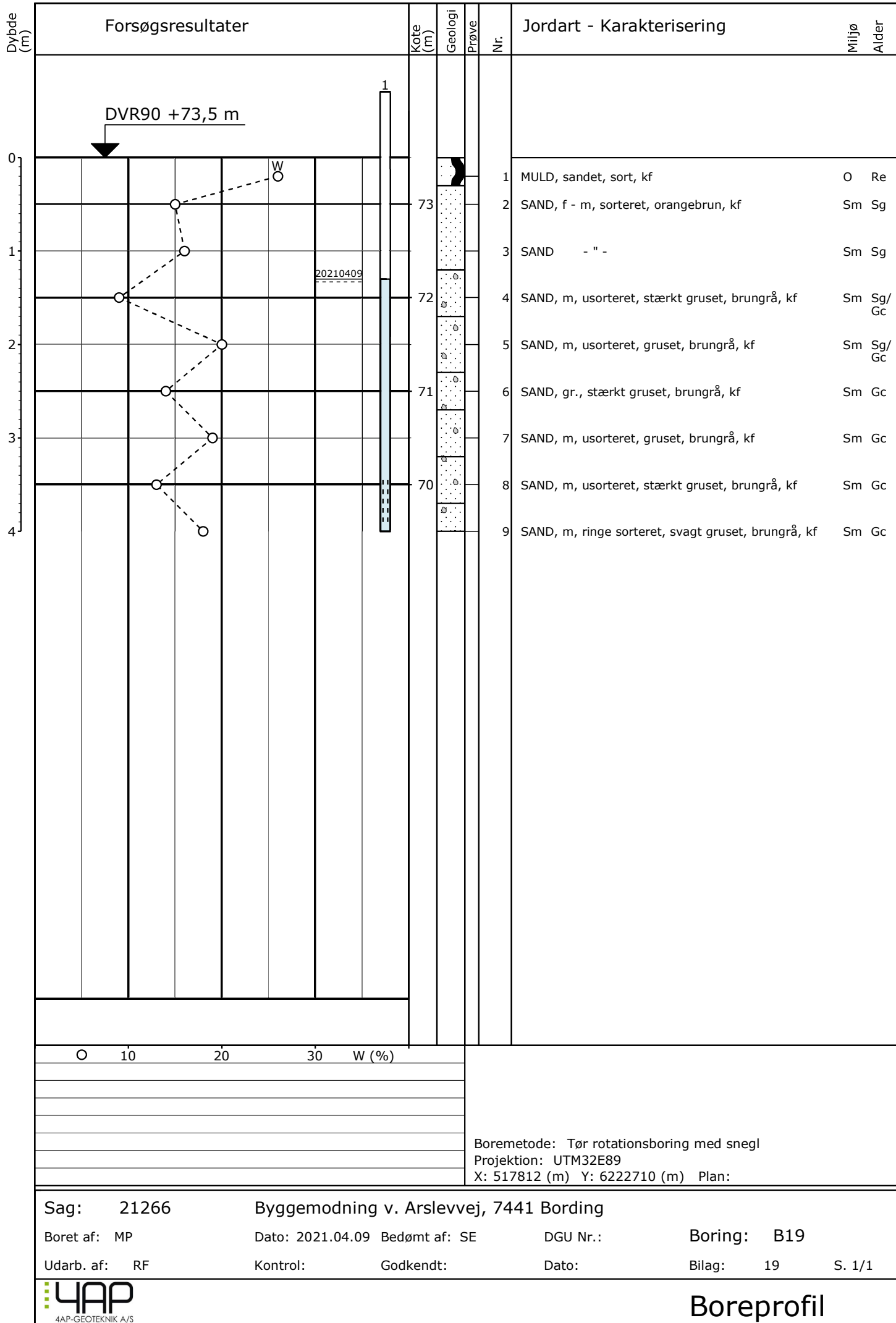


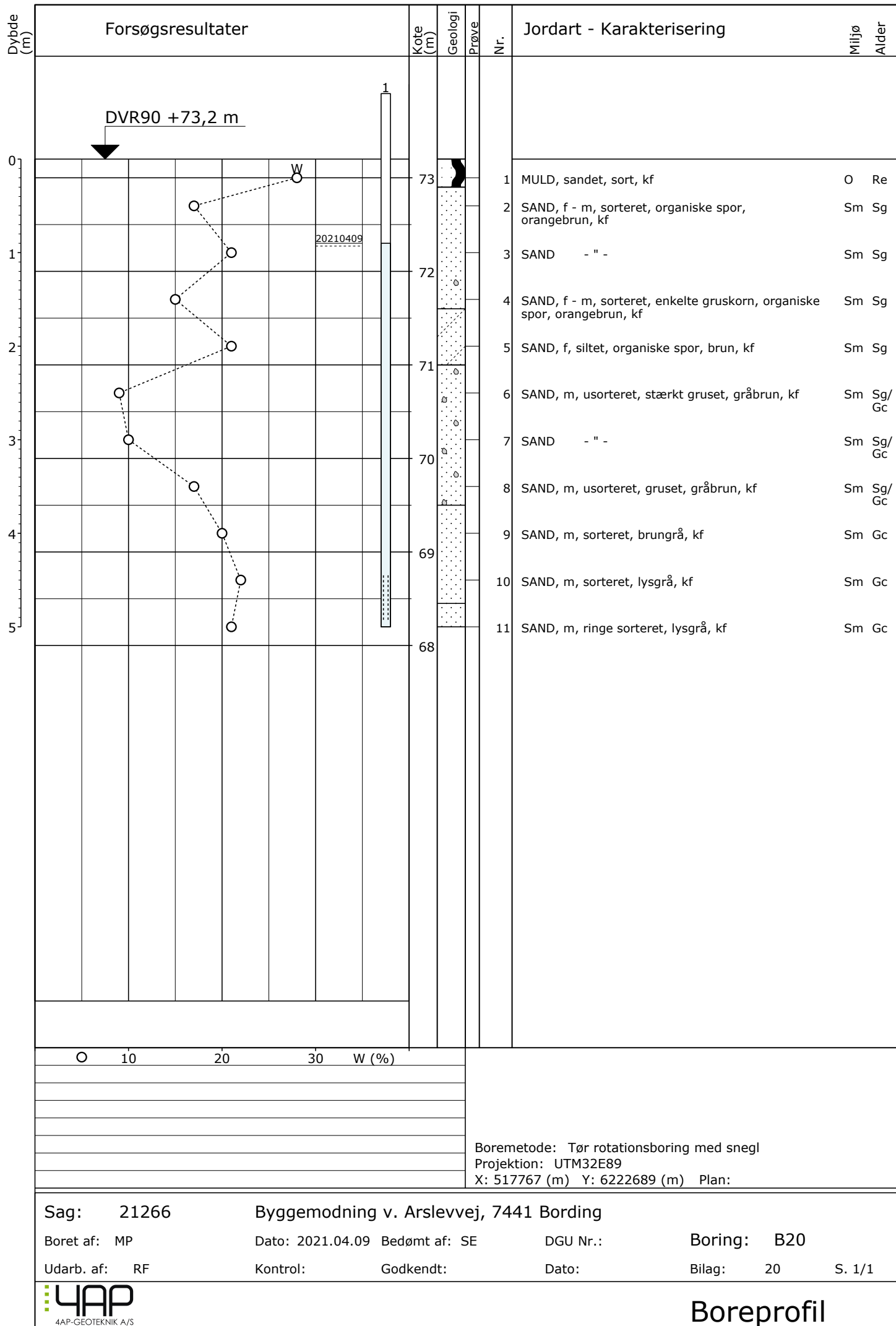


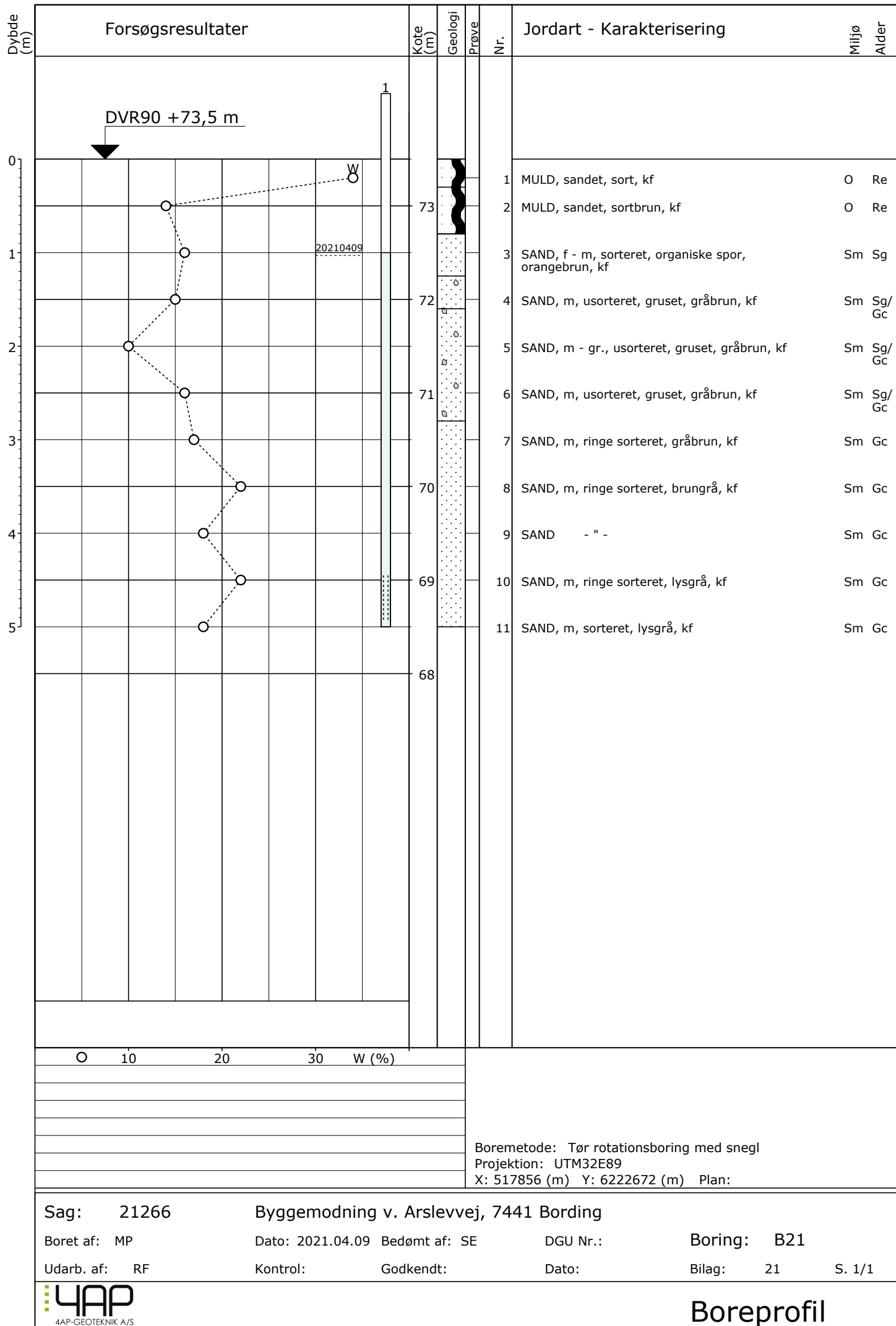














Signaturforklaring:

 Geoteknisk boring
 Boringsnr.
 Terrænkote iht. DVR90

Sag : Byggemodning v. Arslevvej, 7441 Bording

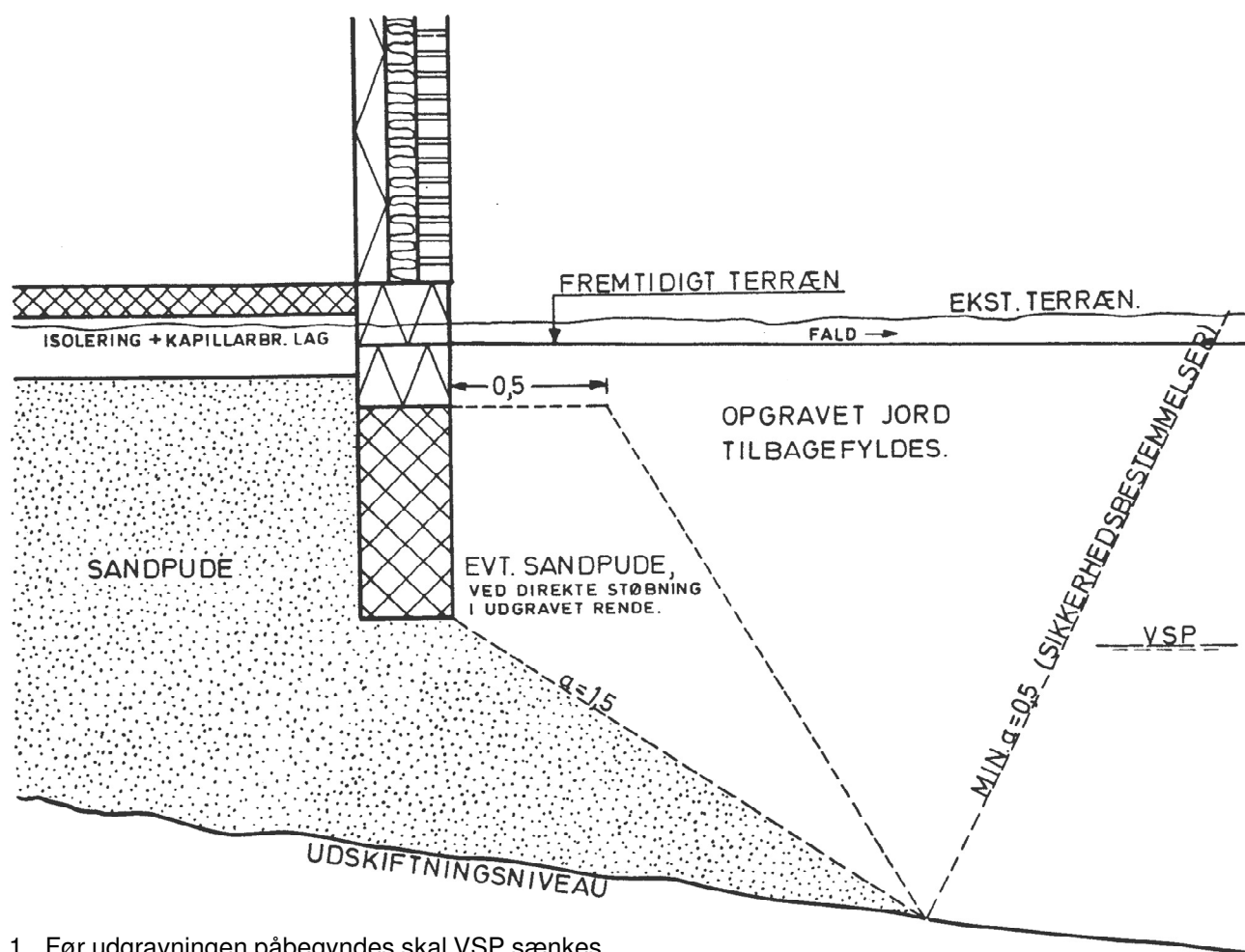
Emne: Situationsplan


 4AP-GEOTEKNIK A/S

Skanderborgvej 15,
 8370 Hadsten
 Tlf. 86 98 22 44
 E-mail: le@4ap.dk
 www.4ap.dk

Dato :	2021-04-22	Sagsnr. :	21266
Mål :	1 : 1500	Tegn. Nr. :	Rev. :
Sign. :	JD		21

Bilag A – Principsnit for sandpudedefundering



1. Før udgravningen påbegyndes skal VSP sænkes til mindst samme dybde under udgravningsniveau som udgravningen føres under det oprindelige VSP. Færdsel med gummihjulskøretøjer på afgravningsniveau må ikke finde sted.
2. Sandpuden opbygges i lag på 30 cm og komprimeres til min. 98% st. proctor målt med Isotop-sonde.
3. Sandmaterialet bør være homogeniseret sand (harpet sand) fx som bundsikringssand efter DS/EN 13285:2018.

Dette vil medføre, at

- en sandpude, hvor højden er 0,75 m eller mere over VSP ofte vil være kapillarbrydende (jf. DS 436).

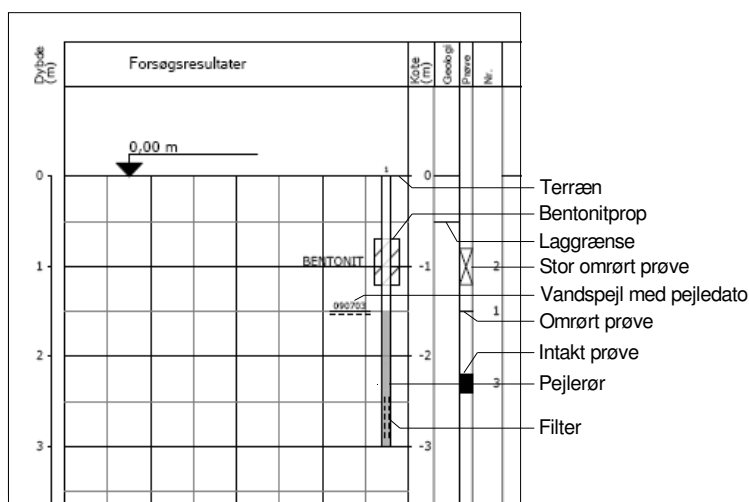
- og det traditionelle 0,15 m singelslag kan udelades.
- sandet er forholdsvis nemt at udlægge og komprimere.
- Komprimeringskontrollen lettes betydeligt.
- 4. Sandpuden bør kontrolleres med 3 á 5 isotopmålinger pr. meter sandpude, dog mindst 5 isotopmålinger pr. 500 m³ indbygget sand.
- 5. Sandkvaliteten bør ligeledes kontrolleres med mindst 1 prøve pr. 500 m³ indbygget sand.

4AP-Standard – Signaturer & definitioner

JORDARTSSIGNATURER: dgf-Bulletin 1 (kan kombineres)

	STEN 20mm		LER		MULD		SKALLER
	GRUS 2mm		FYLD		TØRV		MORÆNELER (sandet, stenet, leret)
	SAND 0,06mm		KALK		TØRVEDYND		MORÆNESAND (sandet, stenet, siltet)
	SILT 0,02mm		BETON		GYTJE	Note: I morænejordarter må der forventes varierende indhold af sten og blokke.	

BOREPROFIL



SIGNATURER PÅ SITUATIONSPLAN:

	Geoteknisk boring med prøveoptagning
	Gravning med prøveoptagning
	Rammesondering
	Drejesondering

GEOLOGISKE FORKORTELSER:

Aflejring:

O	=	Overjord
Fy	=	Fyld
Ma	=	Marin aflejring
Fe	=	Ferskvandsaflejring
Ne	=	Nedskylsaflejring
Sk	=	Skredjord
Fl	=	Flydejord
Vi	=	Vindaflejring
Sm	=	Smeltevandsaflejring
Gl	=	Gletcheraflejring

Alder:

Re	=	Recent
Pg	=	Postglacial
Sg	=	Senglacial
Gc	=	Glacial
Ig	=	Interglacial
Is	=	Interstadial
Te	=	Tertiær
Da	=	Danien

Forkortelser:

f	=	fintkornet
m	=	mellemkornet
gr	=	groftkornet
kf	=	kalkfrit
kh	=	kalkholdigt

DEFINITIONER:

Vingestyrke (kN/m ²)	cv	=	Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
Vingestyrke (kN/m ²)	cvr	=	Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord (10 x 360°)
Vandindhold	W	=	Vandvægten i procent af tørstofvægten
Glødetab	Gl	=	Jordens vægttab ved opvarmning til 1000° C
Sonderingsmodstand	D	=	Antal halve omdrejninger pr. 20 cm nedtrængning for spidsbor med 100 kg. belastning
Rumvægt (kN/m ³)	γ	=	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
Rammesondering (LRS 5)	L	=	Antal slag pr. 20 cm nedtrængning