



JORDBUNDSUNDERSØGELSER



KOMPETENT RÅDGIVNING



GEOTEKNIK OG MILJØ



KOMPRIMERINGSKONTROL

**Syddjurs Kommune
Trafik og Anlæg
Lundbergsvej 2
8400 Ebeltoft**

E-mail: lbo@syddjurs.dk

Att.: Lars Bonde

Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 1 rev. 1

LP 459 – Boligområde ved Amaliegårdvej, 8543 Hornslet

Sag nr. : 24230
Dato : 2024-04-29
Revision : 2024-11-21: Udførelse af 6 supplerende boringer (B26-B31)

Udarbejdet af : Mathias Imer
Kontrolleret af : Anders L. Olesen

Resumé

Projektet omfatter udstykning af et nyt boligområde i den østlige del af Hornslet nord for Aarhus.

Udstykningen omfatter for nuværende 13 nye parceller beregnet for individuelt parcelhusbyggeri, samt 5 dobbelthus og 1 rækkehusbebyggelse med 3 boligenheder. Nordvest og nord herfor planlægges regnvandsbassiner.

Der er udført en geoteknisk undersøgelse omfattende i alt 31 boringer fordelt på udstykningsområdet.

Der træffes forventede og generelt gunstige bundforhold på det nye udstykningsområde, dog med enkelte tegn på lokale dødishuller med postglaciale aflejringer med organisk indhold.

Øverst i boringerne træffes muld-/fyldlag i mægtigheder på mellem 0,20 og 1,60m.

Herunder træffes der i boringerne B10, B14-B15, B20 og B31 postglaciale ferskvandsaflejringer, primært i form af blødbund, lokalt som både sand og ler. Der træffes postglaciale aflejringer i mægtigheder på mellem 0,20 og 1,50m. Enkelte steder træffes senglaciale overgangslag af ler.

Herunder træffes intakte istidsaflejringer til boringernes bund. Der træffes hovedsageligt moræneaflejringer af moræneler med indslag af morænesand. Stedvist træffes ligeldes lokale indslag af smeltevandssand og -ler.

Ved en pejling af vandspejlet d. 12. april 2024 er der truffet frit vandspejl i alle de indledende boringer, typisk beliggende indenfor ca. 1-2m under terræn, se skemaet. I enkelte boringer er vandspejlet ikke være endeligt indstillet.

De supplerende pejlinger er pejlet ved borearbejdets afslutning og der er truffet frit vandspejl i 5 af de 6 boringer.

Alle vandspejl er sekundære og stærkt afhængige af årstid og nedbør. De sekundære vandspejl kan være af mere sammenhængende karakter i sandlagene (lommer).

Alle vandspejl er sekundære og stærkt afhængige af årstid og nedbør. De sekundære vandspejl kan være af mere sammenhængende karakter i sandlagene (lommer).

Der er udarbejdet parcelrapporter for alle kommende parceller, hvori jordbunds- og funderingsforholdene er udspecificeret.

Der kan forventes stort set standard forhold for de kommende byggemodningsarbejder. Forholdene herfor og for de kommende byggeprojekter er oplistet i nærværende rapport.

Indholdsfortegnelse

1. Formål	4
2. Beskrivelse af området.....	4
Arealets anvendelse.....	4
Tidligere/andre undersøgelser.....	5
Geologiske/topografiske forhold.....	5
3. Undersøgelser	5
Markarbejde.....	5
Laboratoriearbejde	6
4. Resultater	7
Jordbundsforhold	8
Vandspejlsforhold	8
5. Funderingsforhold, parceller til enfamiliehuse	8
6. Funderingsforhold, tæt-lavt byggeri.....	9
Funderingsmetode.....	9
Udførelsesforhold	10
7. Byggemodningsarbejder	10
Kloakarbejder	10
Vejarealer.....	11
Regnvandsbassin	12
Projektering.....	13
Parametre	13
8. Miljøforhold	14
9. Kontrolundersøgelser.....	14
10. Opbevaring af jordprøver	14

Bilag 1-31	: Boreprofiler
Bilag 32	: Situationsplan
Bilag A	: Principsnit for sandpudefundering
4AP-Standard	: Signaturer & definitioner

1. Formål

Projektet omfatter udstykning af et nyt boligområde i den østlige del af Hornslet nord for Aarhus.

Udstykningen omfatter for nuværende 13 nye parceller beregnet for individuelt parcelhusbyggeri, samt 5 dobbelthus og 1 rækkehusbebyggelse med 3 boligenheder. Nord og nordvest herfor planlægges regnvandsbassiner.

I forbindelse med udstykningen skal området byggemodnes, og der skal etableres adgangsvej, boligveje, kloak m.v.

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

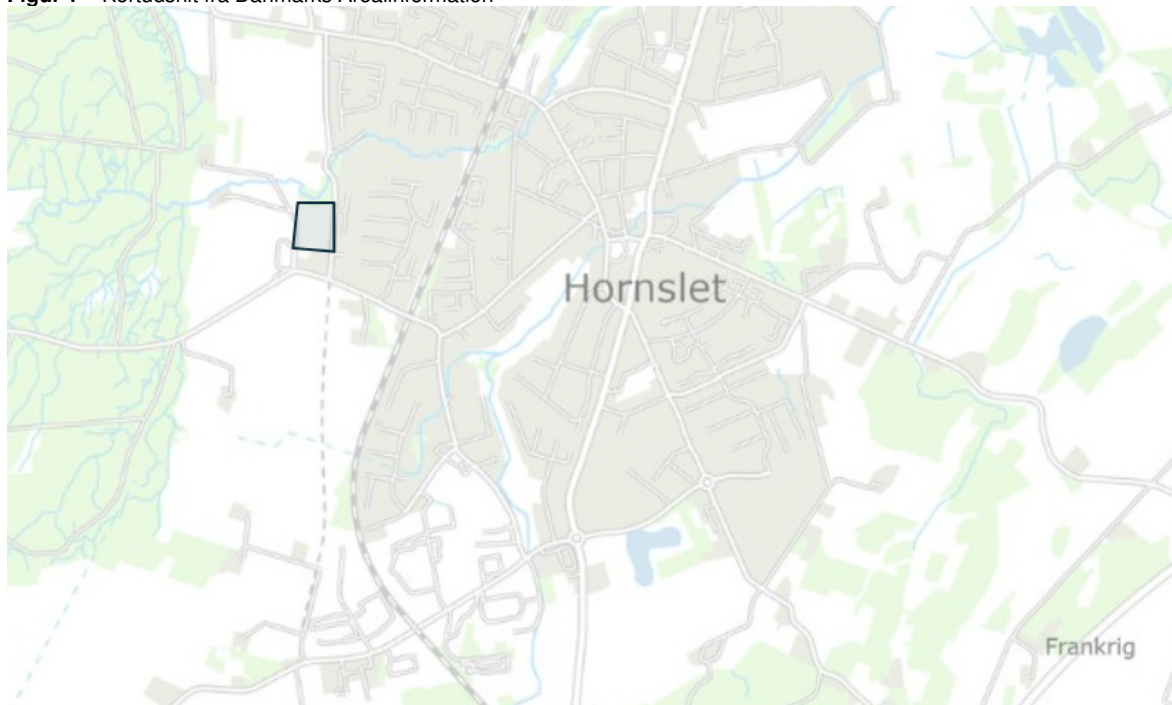
Undersøgelsen er gennemført efter retningslinjerne i Eurocode 7 (EC7).

2. Beskrivelse af området

Arealets anvendelse

Udstykningsområdet ligger i den vestlige del af Hornslet. Arealet har indtil udstykningen været anvendt til landbrugsdrift og fremstår stedvist med eksisterende bebyggelse.

Figur 1 – Kortudsnit fra Danmarks Arealinformation



Af ældre/nye målebordsblade (www.kms.dk) fremgår det, at der generelt ikke er gennemført større terrænreguleringer af udstykningsområdet de sidste 100 til 150 år.

Området vurderes ikke præget af større vådområder, potentielt med komplicerede bundforhold, se figur 2 nedenfor, dog ligger området mod nord på kanten af et tidligere vådområde.

Figur 2 - Området, som det så ud for 100-150 år siden (KMS målebordsblade, 1842-1899).



Tidligere/andre undersøgelser

Der foreligger ingen oplysninger om tidligere udførte geotekniske undersøgelser på udstykningsområdet.

Geologiske/topografiske forhold

Udstykningsområdet er højdemæssigt beliggende mellem kote +34 og +38m DVR90, med et overordnet terrænfald mod nord.

Ud fra geologiske/geotekniske baggrundsplysninger forventes intakte istidsaflejringer under de naturlige muldlag og/eller fyldlag fra tidligere aktiviteter på grunden. Der er langt overvejende tale om moræne.

3. Undersøgelser

Markarbejde

For den planlagte udstykning blev der i perioden fra d. 10. til d. 12. april 2024 udført i alt 25 geotekniske prøveboringer, fordelt med en boring på hver parcel til fritstående enfamiliehuse, 12 boringer til tæt lavt byggeri, 1 for kommende vejforløb og 2 ved det kommende bassin. Boringerne er ført 4-5m under terræn. Efterfølgende er der udført 6 supplerende boringer, 3 for parceller og 3 for et bassin mod nord.

Boringerne er udført med hydraulisk boreværktøj påmonteret en Rotomax borerig 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. Afsætningen af boringerne er gennemført med Trimble GPS R8 (UTM32E89).

Boringernes eksakte placering (x-y koordinater) fremgår af boreprofilerne.

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 1A - De trufne jordbunds- og vandspejlsforhold

Boring	Terræn	Vandspejl	Muld/Fyld Recent	Sand/ler/ blødbund. Postglacial	Ler (Sen)Glacial	Smv. Sand (Sen)Glacial	Morænesand (Sen)Glacial	Moræneler Glacial
nr.	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]
B1	+34,8	+33,9	0,75	-	-	-	-	3,25↓
B2	+35,8	+35,1	0,80	-	-	-	0,40	2,80↓
B3	+35,7	+34,6	0,70	-	-	-	1,70	1,60↓
B4	+36,3	+34,9	0,30	-	-	-	-	3,70↓
B5	+35,7	+35,0	0,40	-	0,20	1,05	-	2,35↓
B6	+36,8	+36,2	0,30	-	-	-	-	3,70↓
B7	+37,1	+36,7	0,30	-	-	-	-	3,70↓
B8	+36,4	+35,6	0,40	-	-	-	-	3,60↓
B9	+38,1	+37,0	1,20	-	-	-	-	2,80↓
B10	+34,0	+33,5	0,70	1,50	-	-	-	1,80↓
B11	+35,8	+35,3	0,30	-	-	0,45	1,05	2,20↓
B12	+35,9	+34,3	0,20	-	-	-	0,15	3,65↓
B13	+36,0	+35,6	0,20	-	-	-	-	3,80↓
B14	+35,2	+34,8	0,70	1,10	0,40	-	-	1,80↓
B15	+35,9	+33,4	0,70	0,60	0,90	-	-	1,80↓
B16	+36,1	+34,7	0,70	-	-	-	-	3,30↓
B17	+35,5	+32,7	0,40	-	-	-	-	3,60↓
B18	+36,5	+35,8	0,30	-	-	-	-	3,70↓
B19	+36,6	+35,0	0,30	-	0,95	-	-	2,75↓
B20	+38,2	+36,5	1,60	0,20	-	1,90↓	-	0,30
B21	+38,2	+37,6	0,35	-	-	-	-	3,65↓
B22	+38,0	+35,6	0,20	-	-	-	0,90	2,90↓
B23	+38,3	+35,4	0,60	-	-	-	-	4,40↓
B24	+34,1	+33,5	0,30	-	-	1,80	-	2,90↓
B25	+33,5	+33,2	0,30	-	-	1,90	-	2,80↓
B26	+39,6	+37,1	0,40	-	-	-	0,30↓	3,30
B27	+40,1	+36,3	0,30	-	-	-	-	3,70↓
B28	+41,0	-	0,30	-	-	1,60↓	-	2,10
B29	+33,8	+32,8	0,20	-	-	2,00	-	2,80↓
B30	+33,9	+32,5	0,40	-	-	1,80	-	2,80↓
B31	+33,7	+32,4	0,80	1,30	-	-	-	2,90↓

↓ Truffet ved boringens bund.

Jordbundsforhold

Der træffes forventede og generelt gunstige bundforhold på det nye udstykningsområde, dog med enkelte tegn på lokale dødishuller med postglaciale aflejringer med organisk indhold.

Øverst i borerne træffes muld-/fyldlag i mægtigheder på mellem 0,20 og 1,60m.

Herunder træffes der i borerne B10, B14-B15, B20 og B31 postglaciale ferskvandsaflejringer, primært i form af blødbund, dog lokalt som både sand og ler. Der træffes postglaciale aflejringer i mægtigheder på mellem 0,20 og 1,50m. Enkelte steder træffes senglaciale overgangslag af ler.

Herunder træffes intakte istidsaflejringer til borerne bund.

Der træffes hovedsageligt moræneaflejringer af moræneler med indslag af morænesand. Stedvist træffes ligeldes lokale indslag af smeltevandssand og -ler.

Det trufne moræneler fremstår følgende overordnede karakteristika:

- Leret fremstår generelt magert, dog lokalt ret fedt og lettere følsomt overfor udtørring.
- Moræneleret optræder generelt med et væsentligt indhold af sand og silt.
- Der er generelt tale om middelfaste aflejringer og hvor der konstateres stigende styrkemæssige egenskaber med dybden under terræn hvor leret bliver kalkholdigt.

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

Vandspejlsforhold

Ved en pejling af vandspejlet d. 12. april 2024 er der truffet frit vandspejl i alle de indledende borer, typisk beliggende indenfor ca. 1-2m under terræn, se skemaet. I enkelte borer er vandspejlet ikke være endeligt indstillet.

De supplerende pejlinger er pejlet ved borearbejdets afslutning og der er truffet frit vandspejl i 5 af de 6 supplerende borer.

Alle vandspejl er sekundære og stærkt afhængige af årstid og nedbør. De sekundære vandspejl kan være af mere sammenhængende karakter i sandlagene (lommer).

Løbende pejling i de efterladte pejlør tilrådes.

5. Funderingsforhold, parceller til enfamiliehuse

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

Med udgangspunkt i de udførte borer på de enkelte parceller kan der forventes følgende forhold.

Generelt

Det anbefales, at fundamenterne forsynes med minimumsarmering.

Gulve udlægges direkte som terrændæk efter udskiftning af muld/fyld og postglaciale lag. Opfyldning/regulering gennemføres med komprimeret sandfyld.

Arbejderne kan forventes gennemført uden væsentlige grundvandsgener, idet almindelig lænsning af tilstrømmende overfladevand skal påregnes i nedbørsrige perioder. Lokalt kan der blive tale om tømning af sandlommer med pumpebrønde.

De trufne aflejringer ved forventet funderingsniveau for kælderløst byggeri består af moræneler eller siltede/lerede sandlag, hvorfor projektet henføres til drænklasse 2 i henhold til drænnormen DS436. Såfremt gulvkoten ikke placeres min. 0,3m over terræn, anbefales der etableret omfangsdræn.

Parcellerne ligger pt. udenfor Syddjurs Kommunes områdeklassificering, hvorfor overskudsjord kan bortskaffes som ren jord (kategori 1) til godkendt modtager uden forudgående analyser.

Det anbefales, at kommende funderingsprojekter behandles og gennemføres i geoteknisk kategori 2, jf. EC7. Forudsætningen herfor er, at der udføres sagkyndig geoteknisk kontrol med udgravningsarbejderne til entydig fastlæggelse af forholdene.

Byggeri med kælder vil kræve supplerende geotekniske undersøgelser med borer.

6. Funderingsforhold, tæt-lavt byggeri

Skema 2 – Overside bæredygtige lag (OSBL) for rækkehuse og fælleshus.

Boring	Terræn	Vandspejl	OSBL	OSBL
nr.	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Under terræn [m]
B1	+34,8	+33,9	+34,0	0,75
B2	+35,8	+35,1	+35,0	0,80
B3	+35,7	+34,6	+35,0	0,70
B4	+36,3	+34,9	+36,0	0,30
B5	+35,7	+35,0	+35,3	0,40
B6	+36,8	+36,2	+36,5	0,30
B7	+37,1	+36,7	+36,8	0,30
B8	+36,4	+35,6	+36,0	0,40
B9	+38,1	+37,0	+36,9	1,20
B10	+34,0	+33,5	+31,8	2,20
B11	+35,8	+35,3	+35,5	0,30
B12	+35,9	+34,3	+35,7	0,20

Funderingsmetode

Overside bæredygtige lag (OSBL) er fastsat som undersiden af fyld-/muldlagene og i boring B10 bunden af de postglaciale lag.

Med de trufne forhold kan der forventes en traditionel direkte fundering på de trufne intakte istidsaflejringer, overalt minimum i frostsikker dybde under terræn. De stedvis større fyldlag, samt de postglaciale lag vil betinge at der til dels kan blive tale om en fundering på sandpude. Omfanget vil afhænge af valget af gulvkote.

Gulve udlægges direkte som terrændæk på den opbyggede sandpude eller på velafrettet sand efter udskiftning til OSBL.

Omkring boring B10 vil det kunne blive nødvendigt med en mindre vandspejlssænkning.

Udførelsesforhold

Det anbefales, at funderingsarbejderne påregnes gennemført efter følgende overordnede fremgangsmåde:

- Der indledes med en afrømning af alle muld- og fyldlag, samt evt. postglaciale lag ned til niveauet for OSBL. Alle eksisterende forsyningsledninger (inkl. dræn) afkobles eller føres uden om de kommende byggefelter.
- Gravearbejdet gennemføres med midlertidige skråningsanlæg iht. SBI-anvisning 231 (tørre, ubelastede skråninger), dvs. i muld-/fyldlag udgraves med $a = 1$ og i de underliggende intakte aflejringer med $a = 0,8$.
- Færdsel på råjordsplanum bør undgås, da der er tale om aflejringer der let opkøres og derved mister deres naturlige egenskaber.
- Der gennemføres en omhyggelig geoteknisk kontrolinspektion til sikring af, at alle fyld-/muldlag er bortgravede.
- Der opbygges en sandpude i nødvendigt omfang efter retningslinjerne på vedlagte bilag A. Sandpuder komprimeres til gennemsnitligt 98 % standard proctor (SP) målt med isotopsonde.
- Funderingerne kan derefter gennemføres i naturligt niveau enten på sandpuden eller direkte på istidsaflejringerne, dog minimum tilsvarende frostsikker dybde for ydervægsgundamenter (min. 0,9m) under fremtidigt terræn. Evt. spring i funderingsniveau gennemføres ved fundamentsaftrapning med maksimale vertikale spring på 0,6m og en hældning på 45 grader.
- Gulve udlægges direkte som terrændæk på den opbyggede sandpude.
- Arbejdet kan forventes udført uden gener fra indtrængende grundvand, idet almindelig løbende lænsning skal forventes. Omkring boring B10 vil det forventeligt være nødvendigt med løbende lænsning i gruskastede pumpebrønde.

De trufne aflejringer ved forventet funderingsniveau for kælderløst byggeri består af moræneler eller siltede/lerede sandlag, hvorfor projektet henføres til drænklasse 2 i henhold til drænnormen DS436. Såfremt gulvkoten ikke placeres min. 0,3m over terræn, anbefales der etableret omfangsdræn.

7. Byggemodningsarbejder

Kloakarbejder

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

Alle kloakker/brønde kan funderes direkte i planlagt niveau på velafrettet sand (omkringfyldning).

Stabilitetsforholdene skal sikres såvel under udførelse som i den permanente situation. Midlertidige udgravninger gennemføres med skråningsanlæg (tørre, ubelastede udgravninger) iht. SBI-anvisning 231. I muld-/fyldlag og postglaciale lag med anlæg $a = 1$ og i de intakte lagfølger med anlæg $a = 0,7-0,9$, hvor

sidstnævnte gælder i områder med stærkt siltede intakte lagfølger. Alternativt kan der anvendes gravekasser.

I hele udstykningsområdet skal der forventes et sekundært årstids- og nedbørsafhængigt vandspejl, typisk beliggende ca. 1-2m under terræn.

I områder med friktionsmaterialer (morænesand, smeltevandssand) vil der lokalt være tale om "lommer", der kan tømmes ved etablering af pumpebrønde/dræning.

Hvor der udelukkende træffes lavpermeable lagfølger kan udgravningerne tørholdes ved løbende simpel lænsning.

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

Opgravede kohæsionsmaterialer af moræneler kan forventes genanvendt under gunstige vejrtilstande.

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

Det må anses for meget betænkeligt at påregne genanvendelse af opgravede lag af stærkt siltet ler og stærkt siltet morænesand, specielt i perioder med megen nedbør.

Postglaciale lag og silt kan ikke påregnes genanvendt.

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 muld-/fyldlag (sætningsfri belægning).

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 (frostfølsomhed).

Underbunden kan generelt karakteriseres som frosttvivlsom (moræne).

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 skal sikres en effektiv dræning af bundsikringslaget.

Regnvandsbassin

På den nordvestlige del af området omkring B24-B25, samt omkring boring B29-B31 planlægges våde regnvandsbassiner med tæt membran.

Der foreligger ingen oplysninger om den eksakte placering af bassinet.

Ved de 2 placeringer træffes under et øvre muld-/fylldække smeltevandssand til ca. 2m under terræn inden der træffes moræneler. Det trufne moræneler fremstår magert. I boring B31 er der tale om postglacialt sand, der fremstår svagt gytjeholdigt.

I nedenstående er der oplistet nogle overordnede retningslinjer for gennemførelsen af projektet som det foreligger pt.

Det forventes, at vandspejlet er af sekundær karakter, dog lokalt i form af sandlag. Udgravningerne kan generelt forventes, tørholdt med almindelig lænsning, kombineret med gruskastede pumpebrønde, specielt omkring de øvre sandlag. Alternativt skal mere sammenhængende afdræning forventes.

Det vil være nødvendigt med indbygning af en kontrolleret membran i bassinet, enten lermembran eller bentonitmembran e.l.

En permeabilitetskoefficient på $k = 10^{-9}$ m/s vil være et relevant krav at opstille for en lermembran med en lagtykkelse på 0,5m og opbygges af 2 lag.

Det konstateres umiddelbart, at det trufne moræneler ligger på grænsen af hvad der normalt kan accepteres for en insitu membran. Etablering af insitumembranen vil være omfattet af mere omfattende krav og undersøgelser til sikring af homogene forhold. Der henvises til f.eks DS466 for yderligere anvisning.

Evt. tilkøbt materiale anbefales at overholde følgende vejledende krav:

Lertype (MORÆNELER/SMELTEVANDSLER)

- Lerindhold: $L > 14 \%$
- Plasticitetsindeks: $I_p > 5 \%$
- Ved indbygning: $w_{nat} > w_{opt}$
- Ingen sten større end 100 mm i lermembran.

Lermembranen skal fremstå med en komprimeringsgrad på 95 % af den ved Standard Proctorforsøg (SP) fundne optimale værdi for det pågældende lermateriale.

Indbygning og bearbejdning af lermembran skal udføres i tørvejr/under gunstige vejrforhold.

Arbejdet skal tilrettelægges således, at al færdsel på råjordsplanum undgås.

Når lermembranen er færdig og godkendt, skal den afdækkes med et beskyttende gruslag (min. 0,15m), for dels at sikre membranen mod udtørring samt til beskyttelse af membranen ved senere oprensninger.

Projektet skal planlægges under hensyntagen til stabilitetsforholdene. Der skal tages hensyn til følgende forhold:

- Stabiliteten af de midlertidige udgravninger.
- Stabiliteten af bassinkanterne såvel under udførelse som i den permanente situation.
- Stabilitetsforholdene i forhold til eksisterende bygninger og anlægskonstruktioner i øvrigt.

I muld-/fyldlag aflejringer skal udgravningerne gennemføres minimum med anlæg $a = 1,0$.

Permanente frie skråninger bør ikke etableres med mindre anlæg end anlæg $a = 2$ og skal sikres mod erosion. Alternativt skal skråningerne sikres ved afstivende/stabiliserende foranstaltninger. De angivne anlæg ved udgravningsarbejdet forudsætter tørre udgravninger.

Desuden skal opmærksomheden henledes på følgende forhold:

- Dæmningerne skal dimensioneres for differensvandtryk svarende til maksimalt vandspejl inde i bassinet ctr. vandspejlet i omgivelserne.
- Det generelle grundvandsspejl skal indarbejdes i projektet og kan have uhensigtsmæssige konsekvenser i kommende tømning af bassinet. Her kan sænkning være påkrævet.

Projektering

Undersøgelsen er gennemført til et sådant detaljeringsniveau, at byggemodningsprojektet samt tæt-lavt byggeri uden kælder 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 anneks i EC7 (Nationalt anneks).

Beregningerne gennemføres i såvel brudgrænse- som anvendelsesgrænsetilstanden. Parametrene fremgår af bilagene. For kommende tæt-lavt byggeri er angivet parametre i nedenstående afsnit.

Parametre

De relevante jordparametre fremgår af bilagene samt skema 2.

Skema 3 – Styrke- og deformationsparametre

Aflejring	Rumvægt	Kohæsion	Kohæsion	Friktionsvinkel	Dekadehældning	Konsolideringsmodul
		Kortidstilstand	Langtidstilstand	Langtidstilstand		
	γ/γ' [kN/m ³]	c_u [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	ϕ' [grader]	Q [%]	E_{oed} [kN/m ²]
Sand, pg	18/10	-	-	34	-	20.000
Ler, sg	20/10	c_{fv}	$0,1 \cdot c_{fv}$, max. 20 *	25	-	$3.000 \cdot c_{fv}/w$
Smv. sand	18/10	-	-	35	-	25.000
Morænesand	19/10	-	-	37	-	30.000
Smv. ler	20/10	c_{fv}	$0,1 \cdot c_{fv}$, max. 20 *	25-28	-	$4.000 \cdot c_{fv}/w$
Moræneler	20/10	c_{fv}	$0,1 \cdot c_{fv}$, max. 20 *	28-30	-	$4.000 \cdot c_{fv}/w$
c_{fv}	Den målte vingestyrke					
w	Naturligt vandindhold.					
*	$c' = 0$ på aktiv siden.					
**	Stærkt deformationsafhængig.					

For blødbundslagene fastlægges dekadehældningen Q til brug for sætningsberegningerne ud fra $Q = 54 \cdot ((w-9)/(w+75))$, hvor w = naturligt vandindhold.

Der udspecificeres gerne yderligere parametre for eventuelle konkrete beregninger.

8. Miljøforhold

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

Bortskaffelse af overskudsjord skal anmeldes til og godkendes af miljømyndigheden Sydjurs Kommune.

Arealet ligger pt. udenfor områdeklassificeringen.

Den ændrede arealanvendelse vurderes at medføre at 50cm-reglen træder i anvendelse.

9. Kontrolundersøgelser

Ved en direkte fundering/sandpudefundering skal der udføres en omhyggelig kontrol af udgravninger m.m. til sikring af, at der fundes på aflejringer med de forudsatte styrker og egenskaber.

Kontrollen bør som minimum omfatte verifikation af jordarternes alder og sammensætning samt eventuelle insitu forsøg til kontrol af aflejringeres styrkemæssige egenskaber.

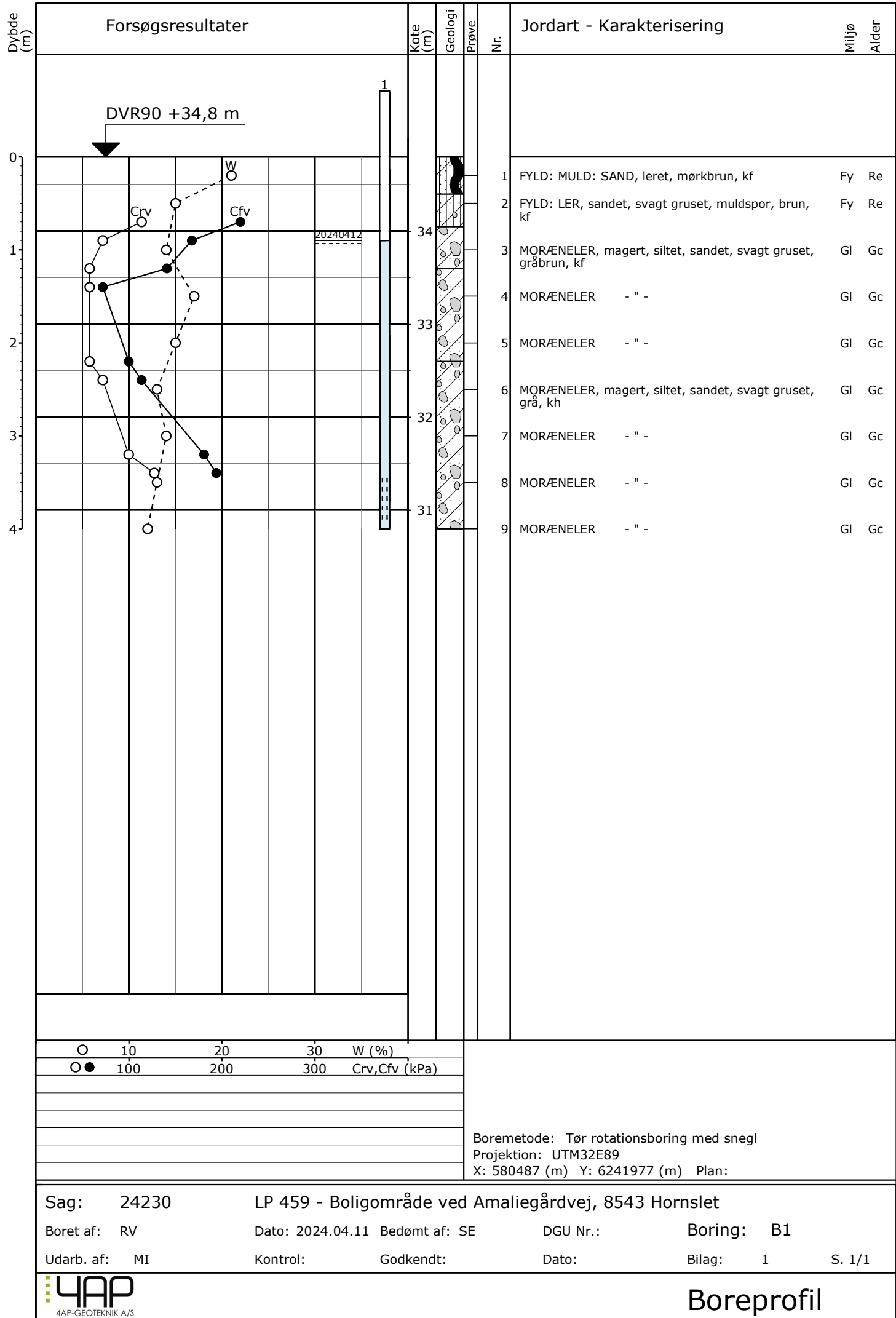
Der henvises i øvrigt til EC7.

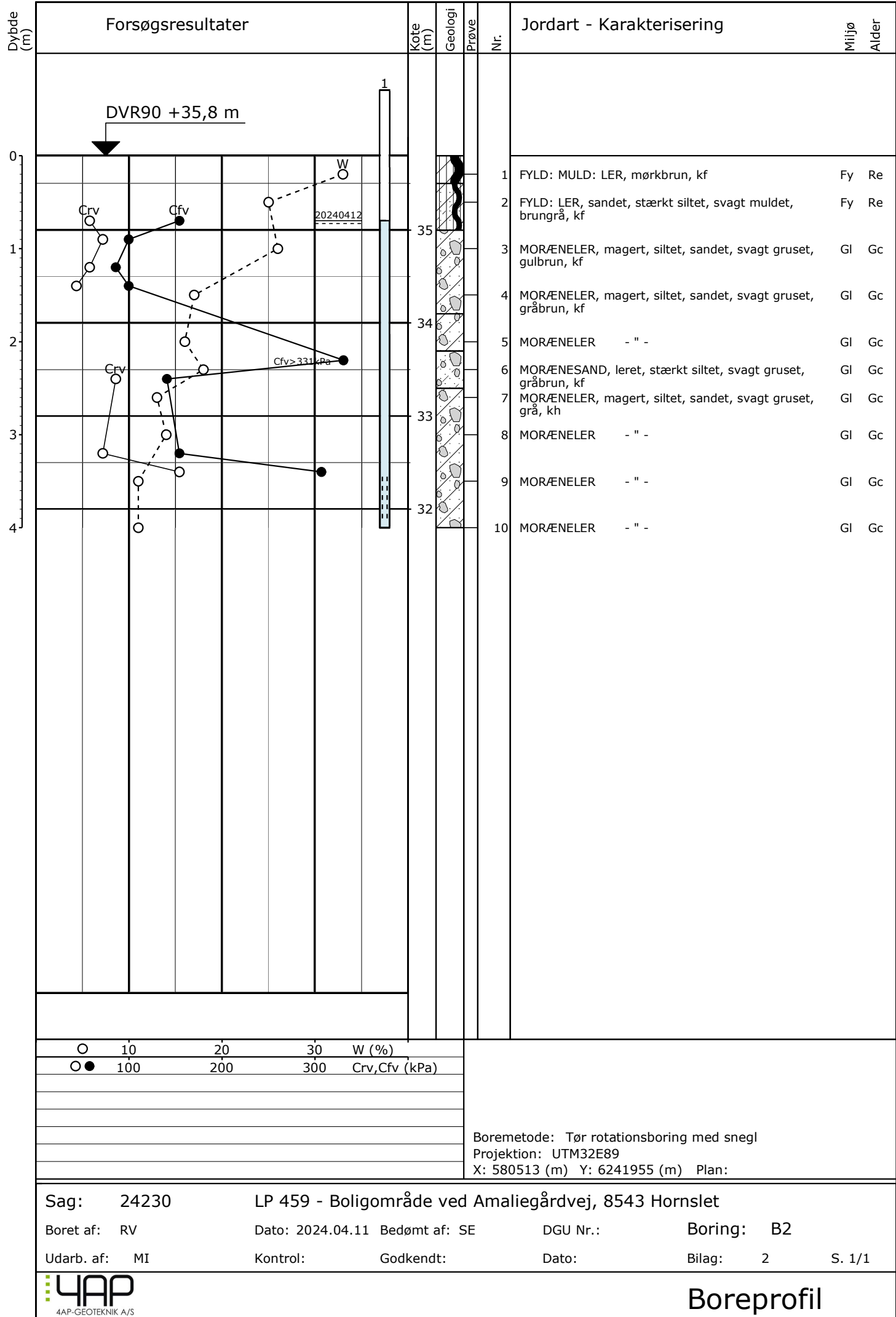
Ved indbygning af sandfyld eller letklinkefyld (lagtykkelser > 0,6m) skal der gennemføres en kontrol af komprimeringen/lejringen.

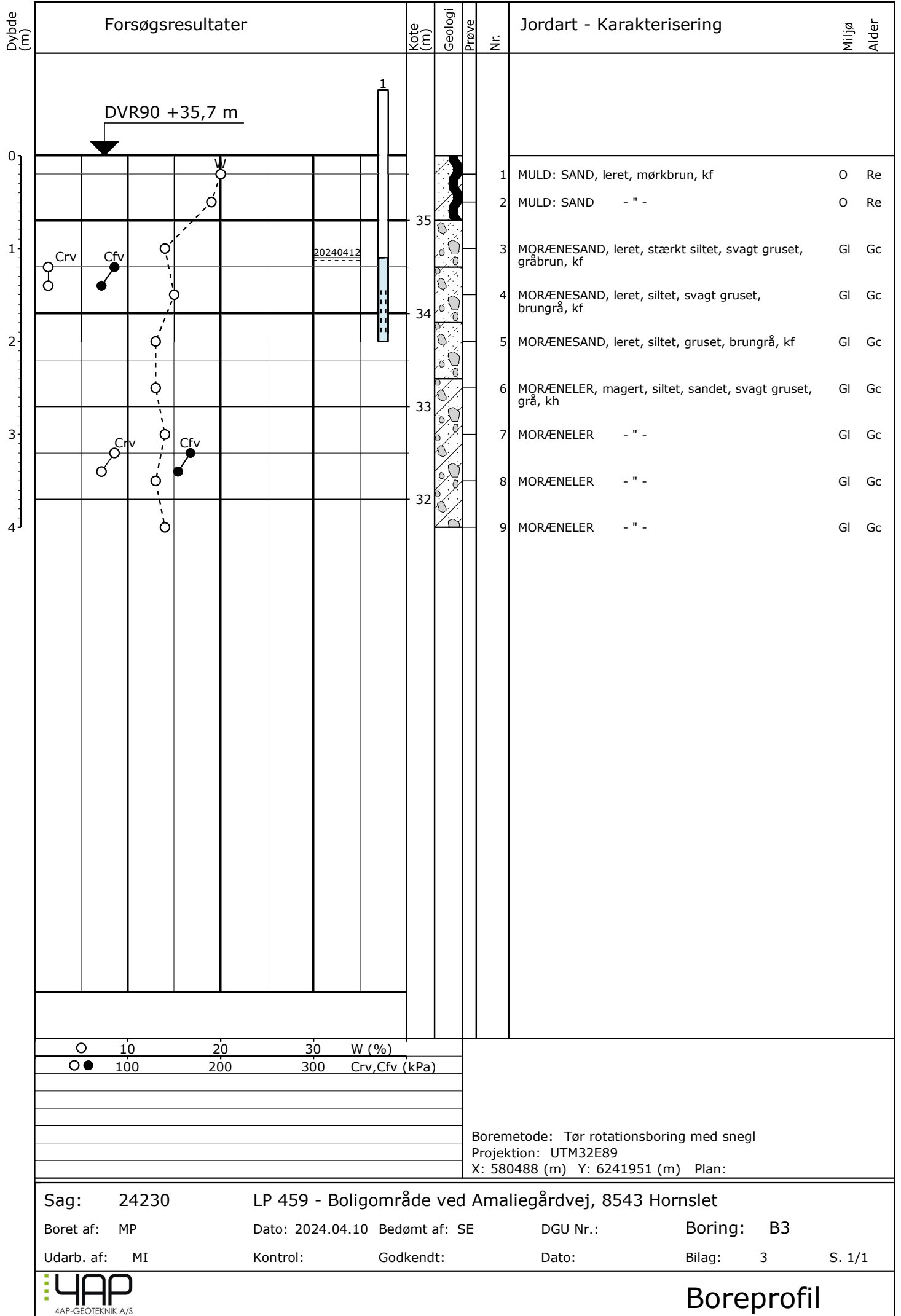
4AP-Geoteknik står naturligvis til rådighed for de videre arbejder i projektet og gennemfører gerne: udgravningskontrol, komprimeringskontrol, beregning af geotekniske konstruktioner.

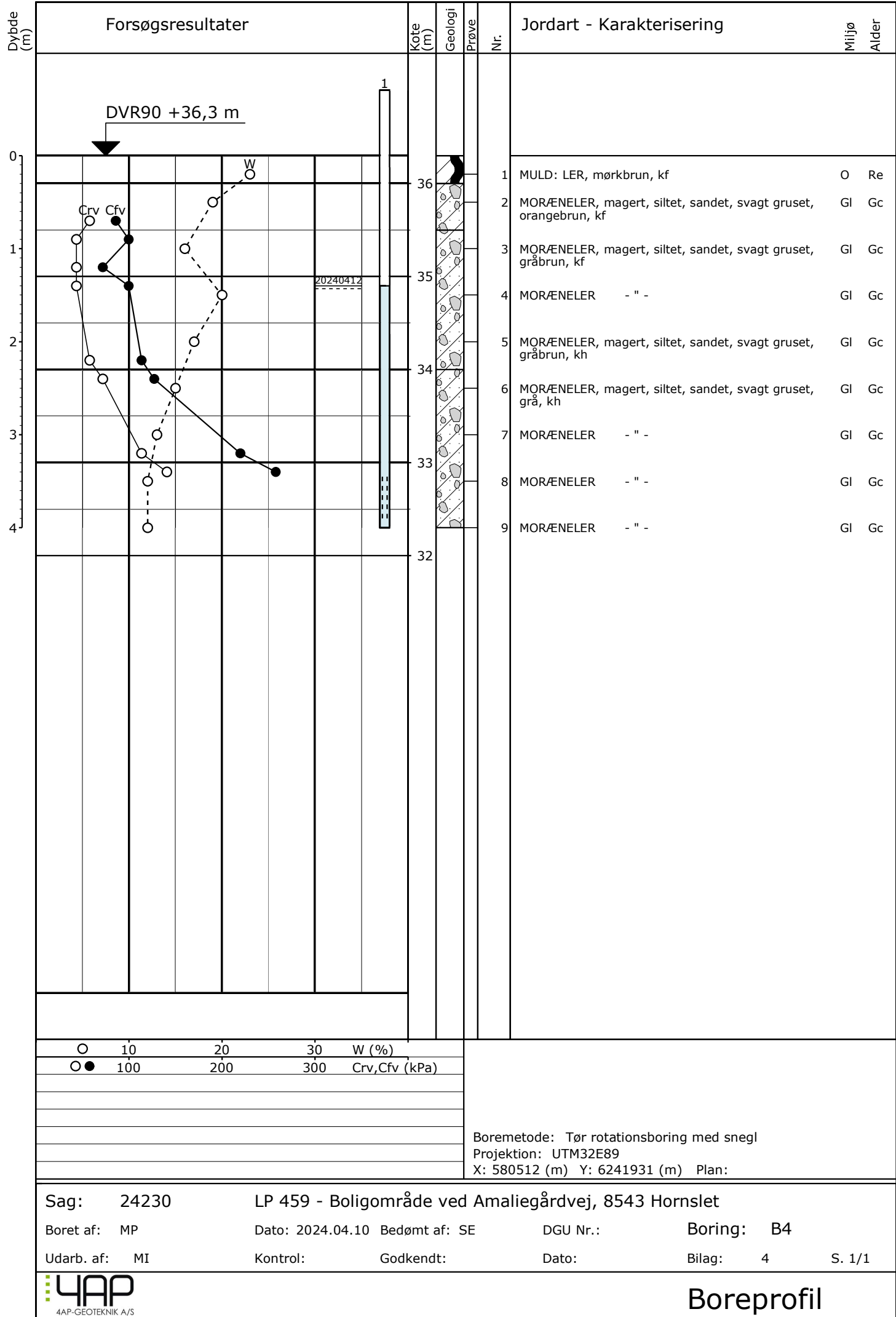
10. Opbevaring af jordprøver

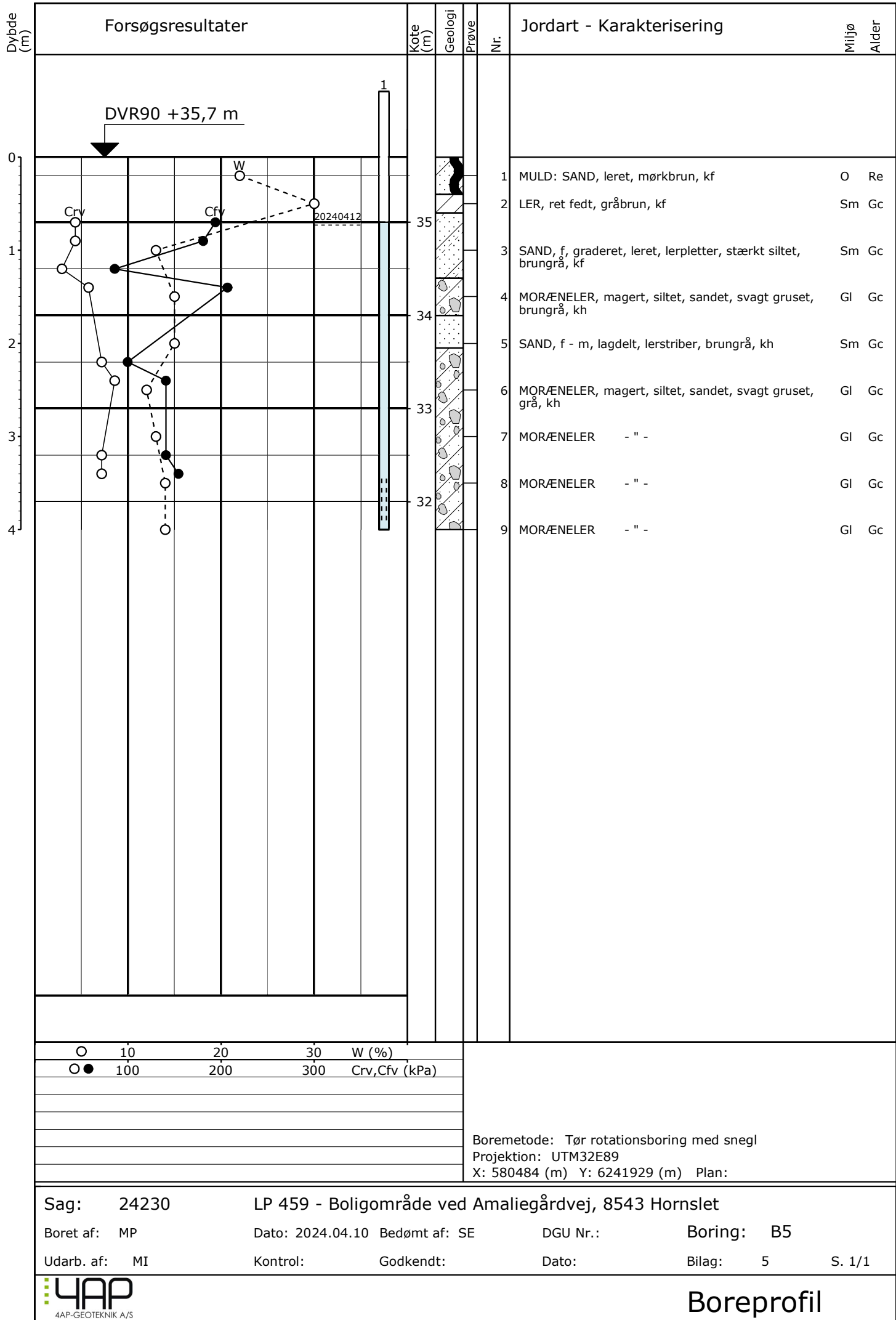
De optagne jordprøver opbevares i 14 dage fra d.d.

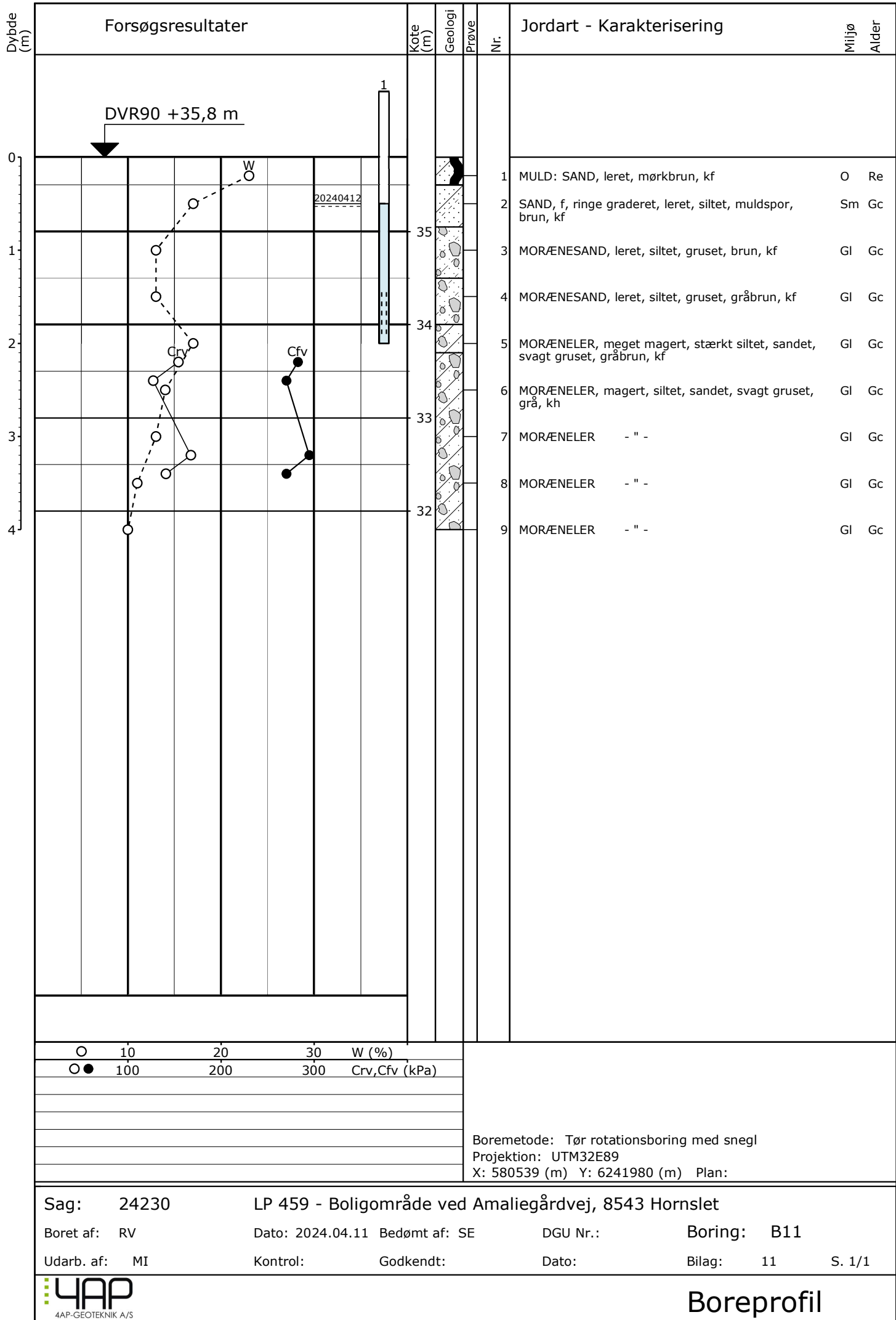


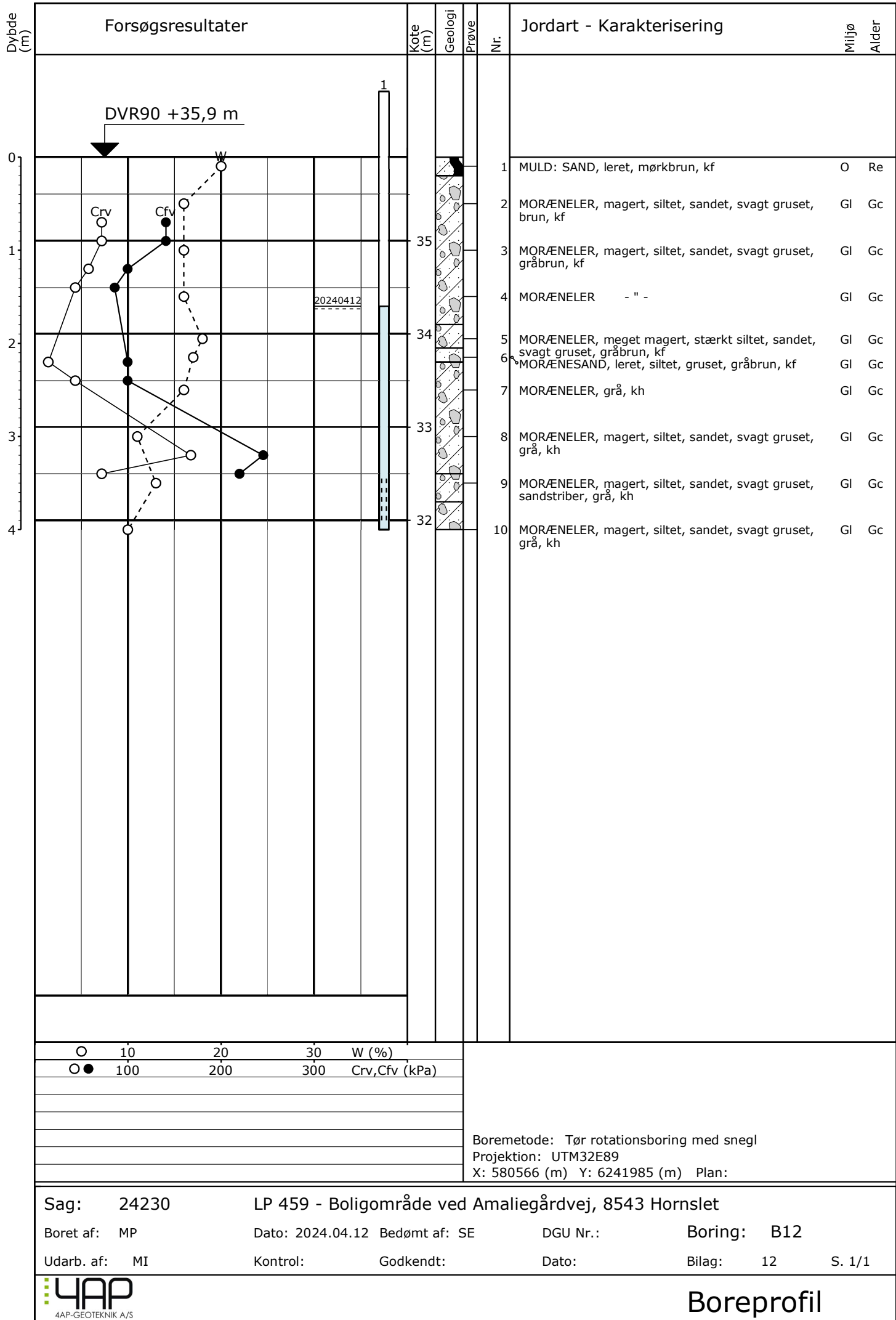


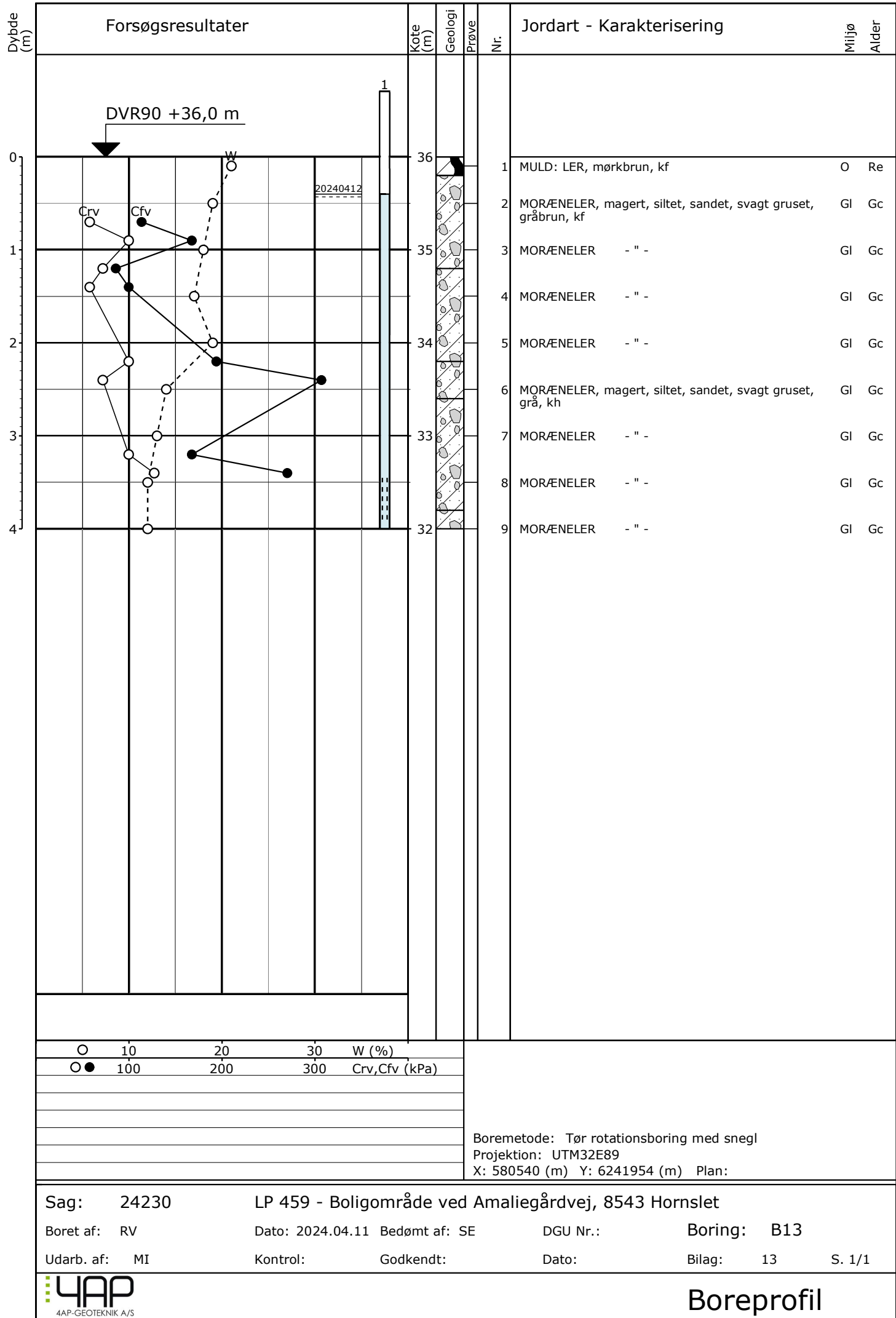


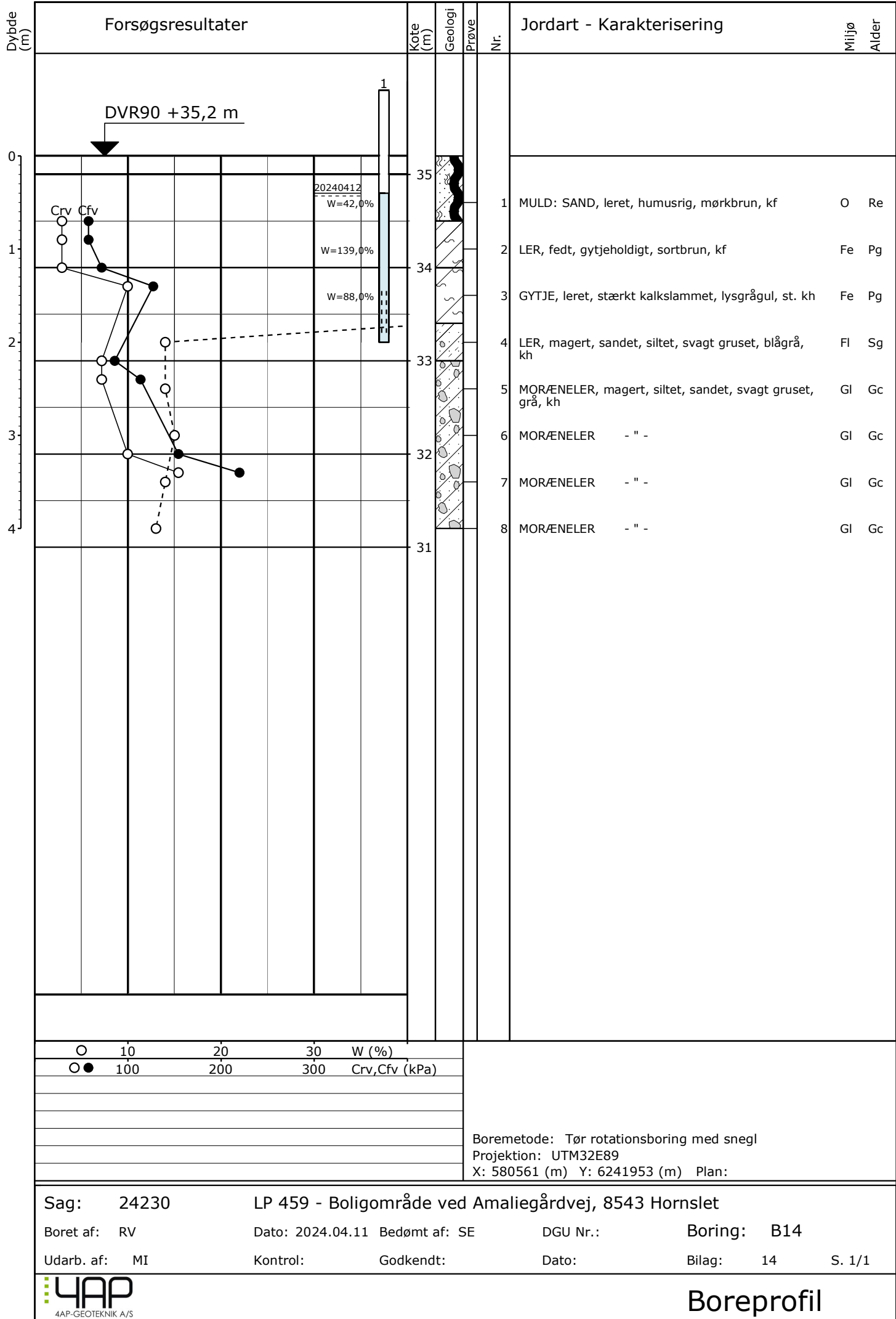


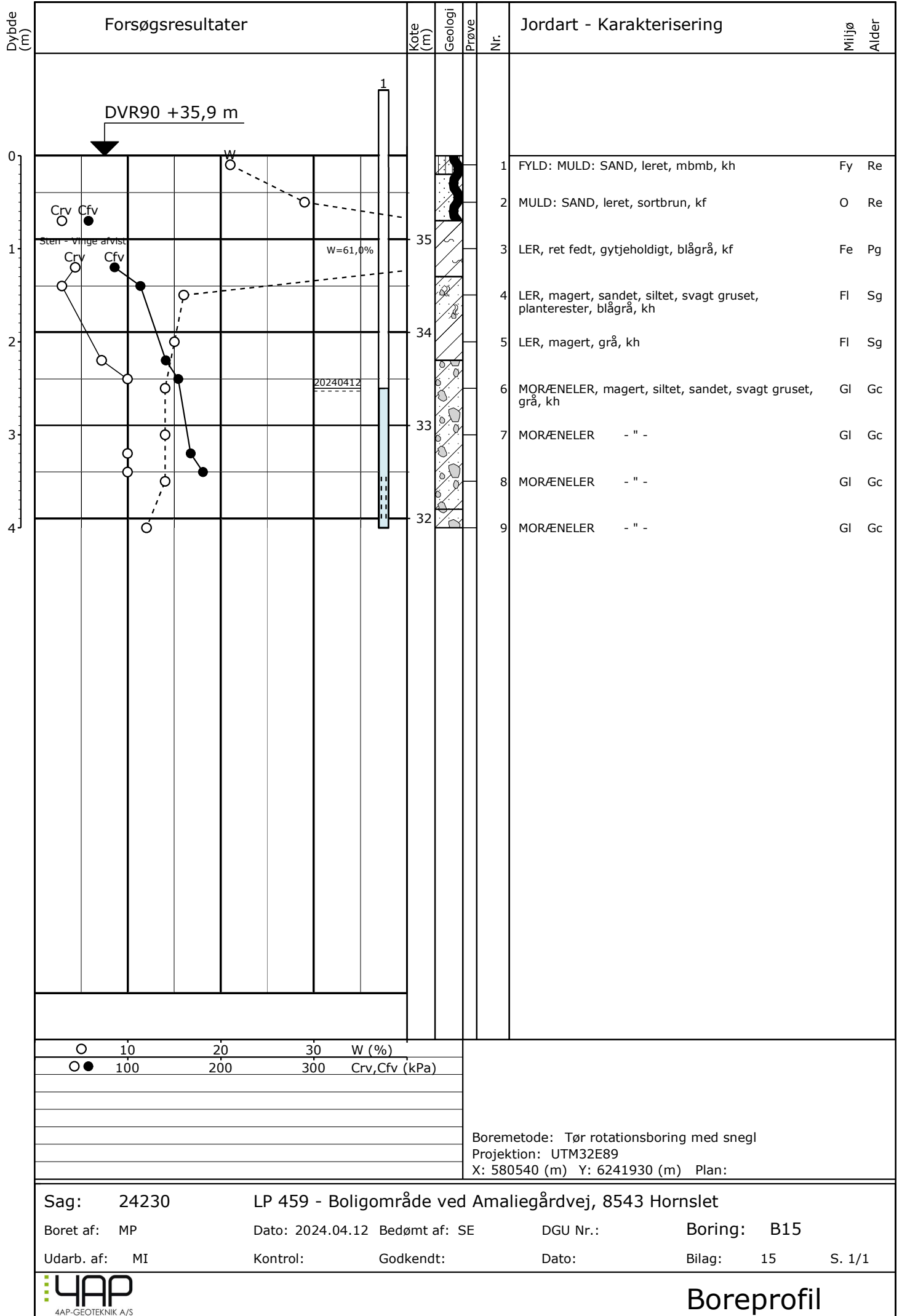


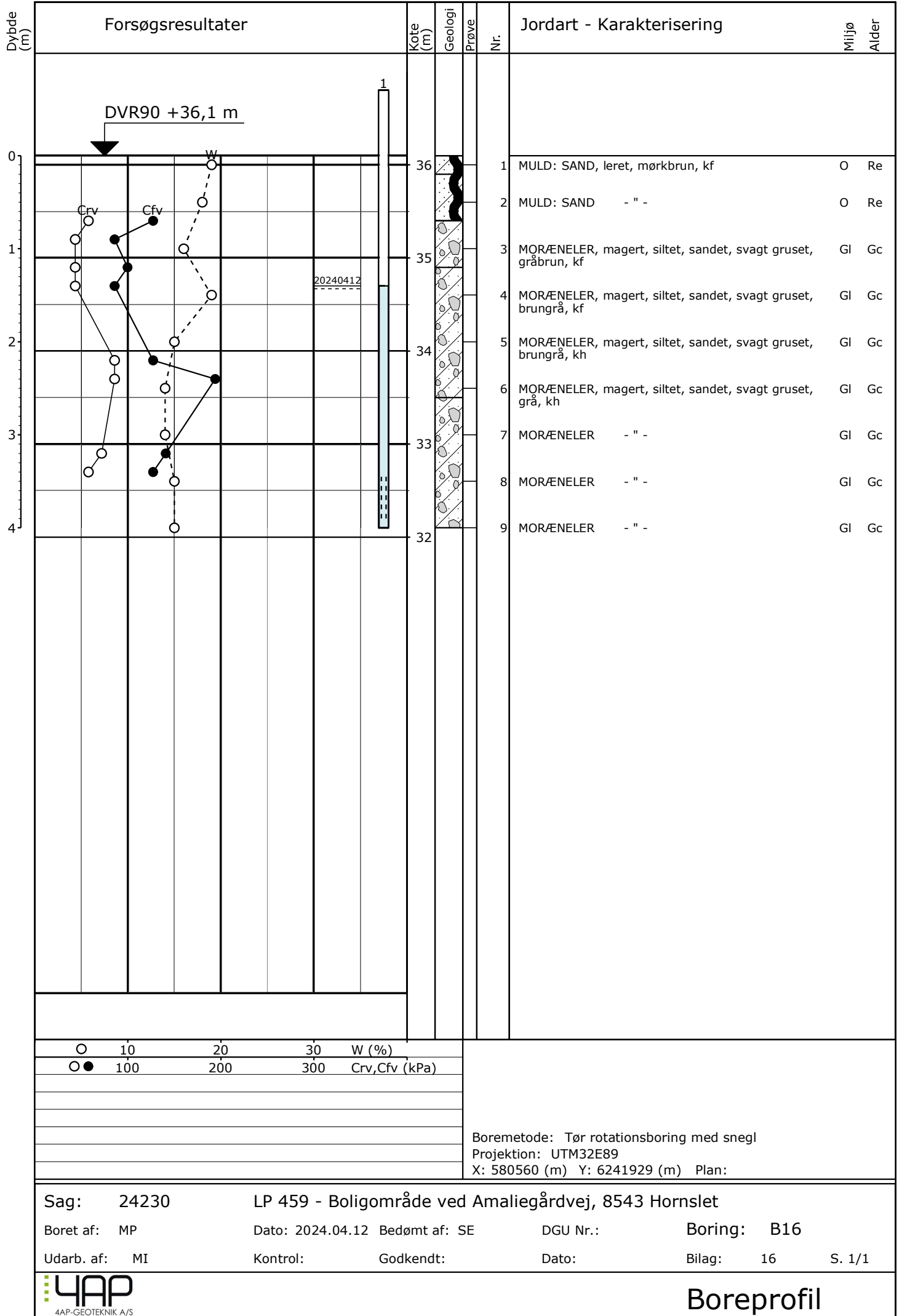


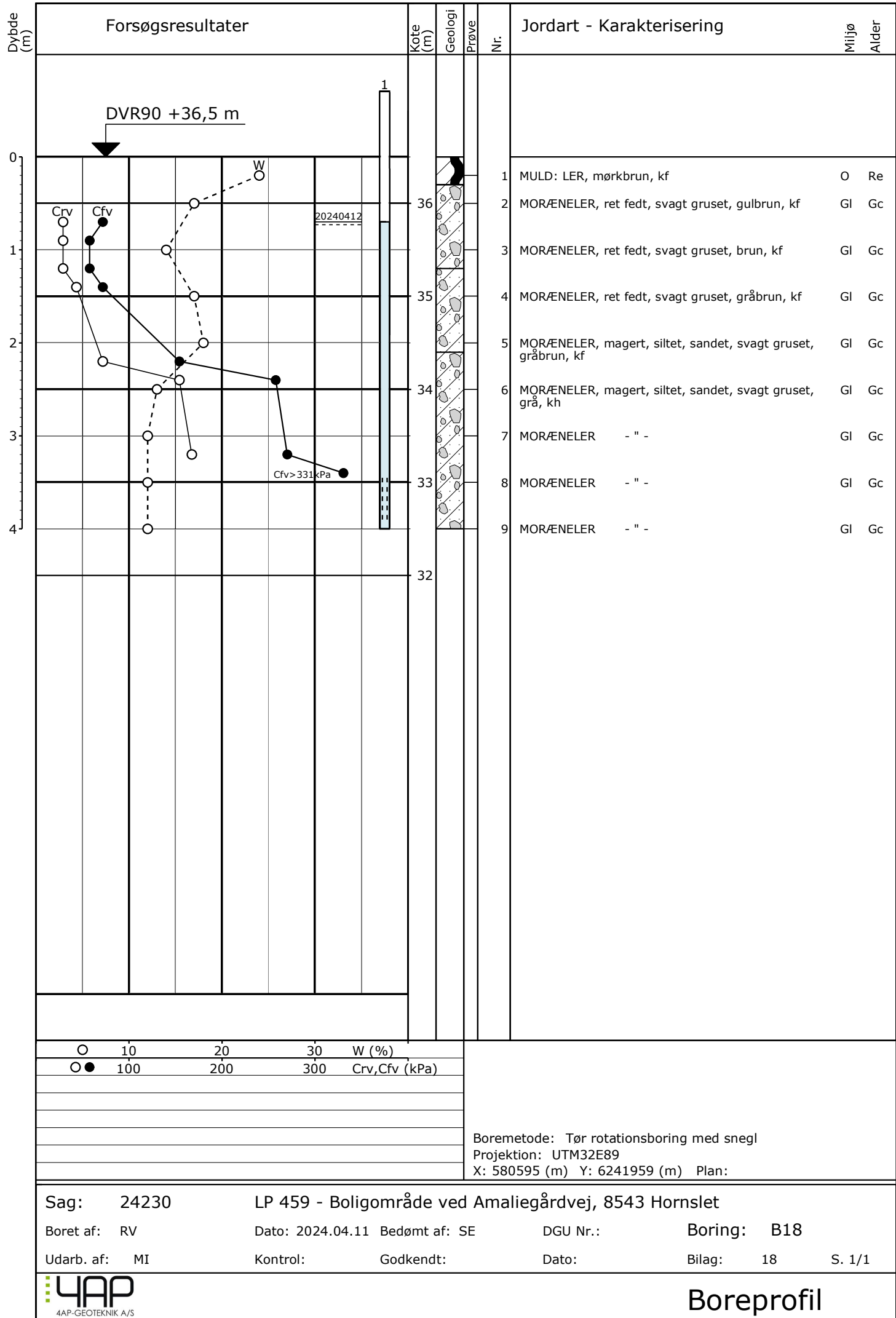


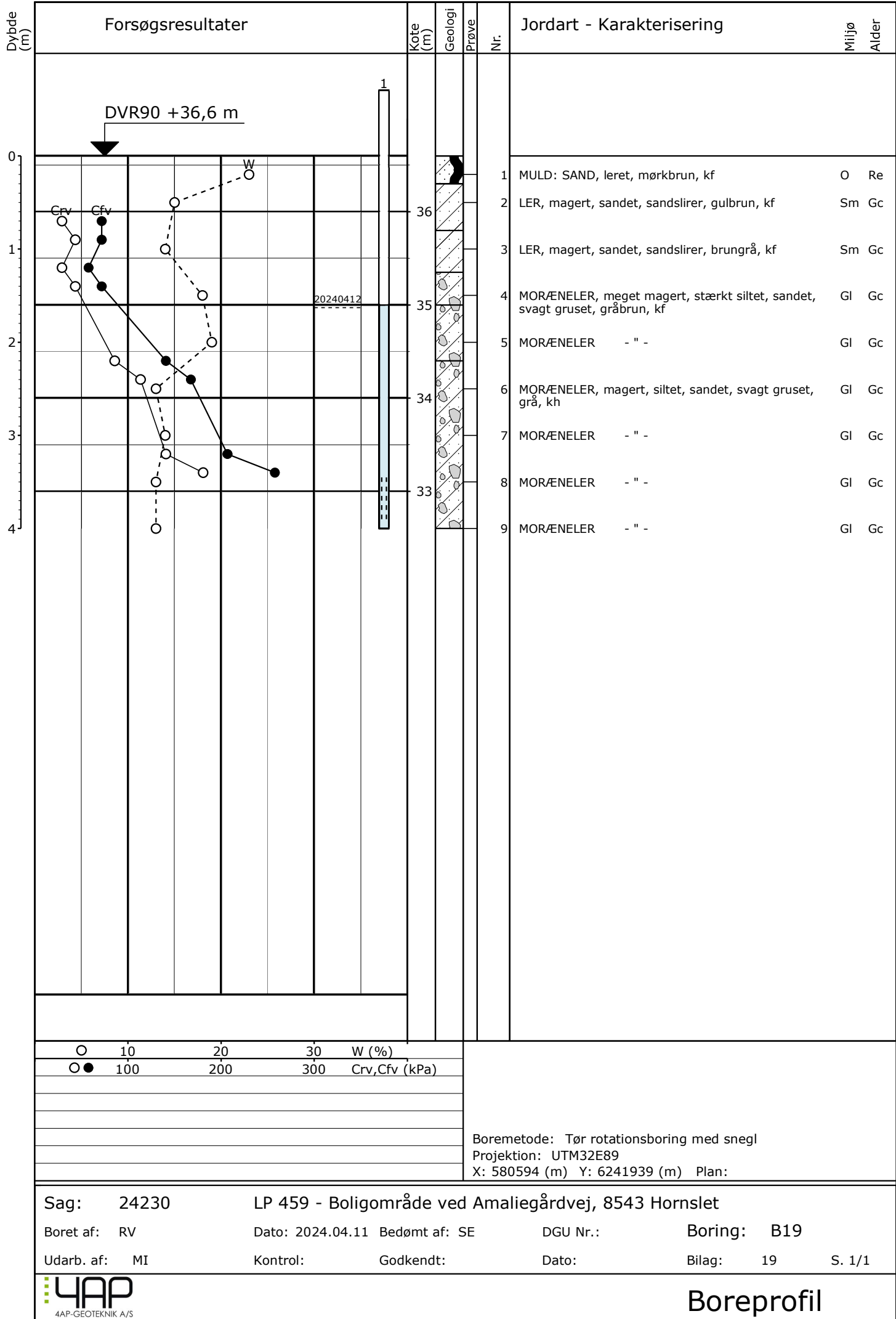


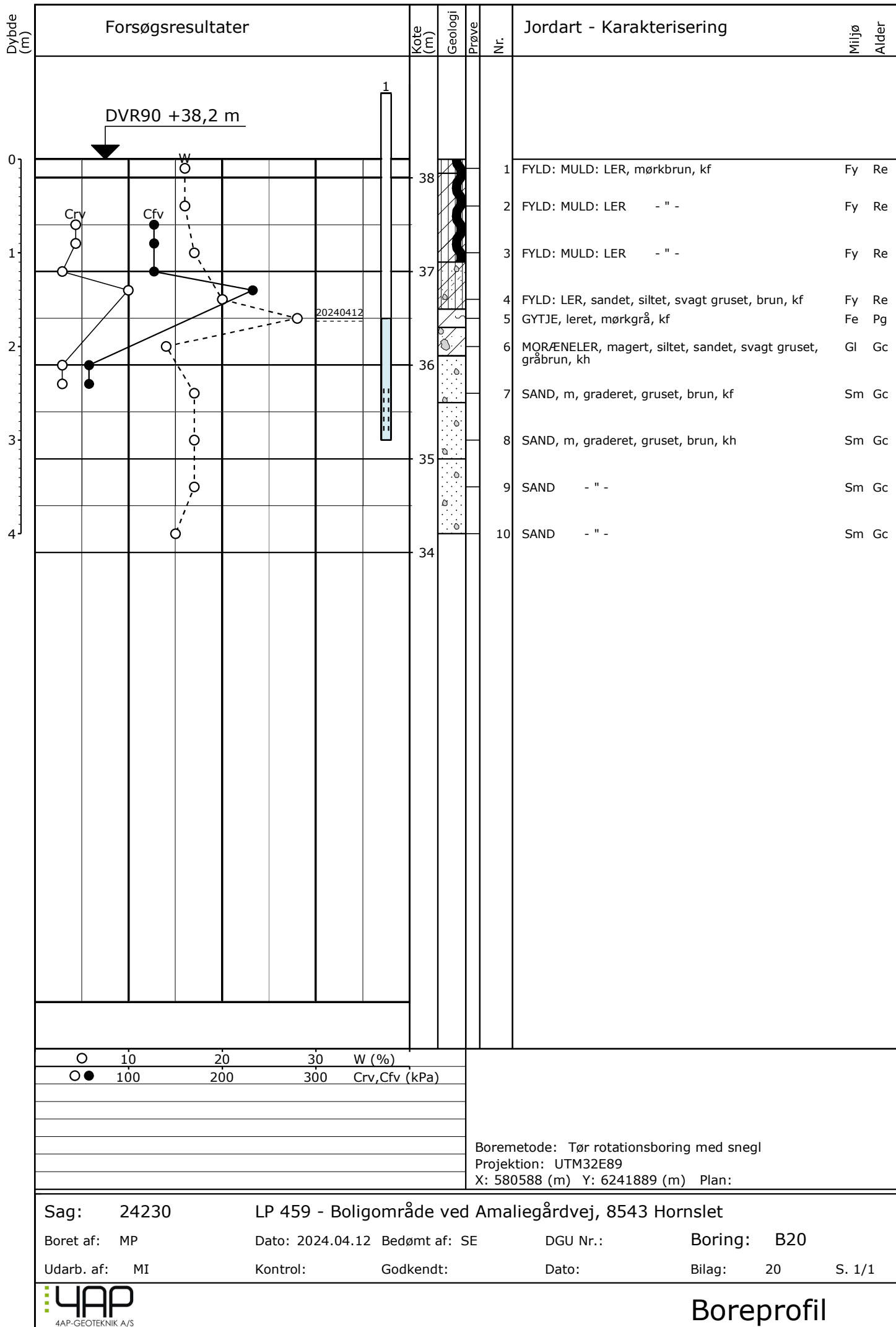


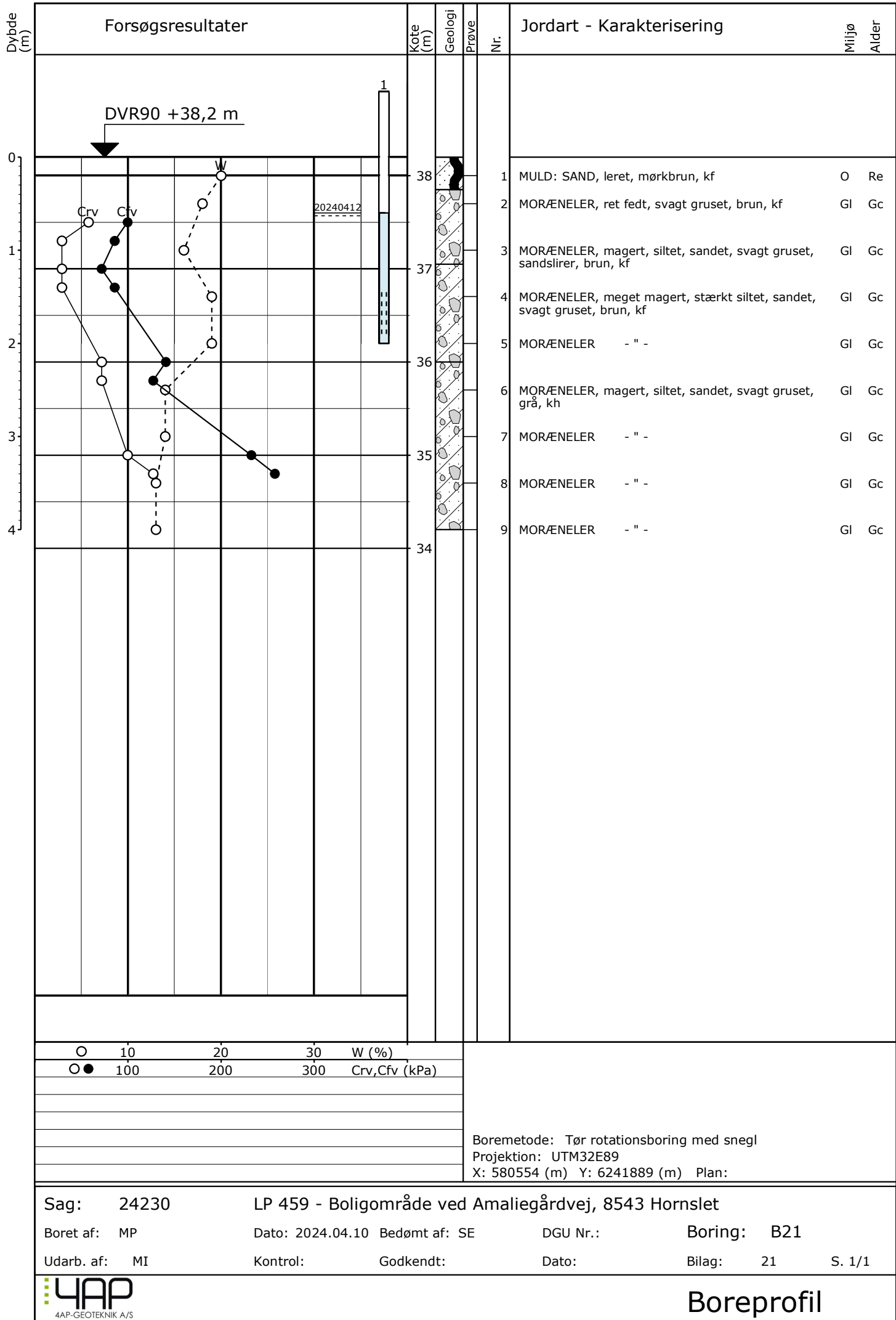


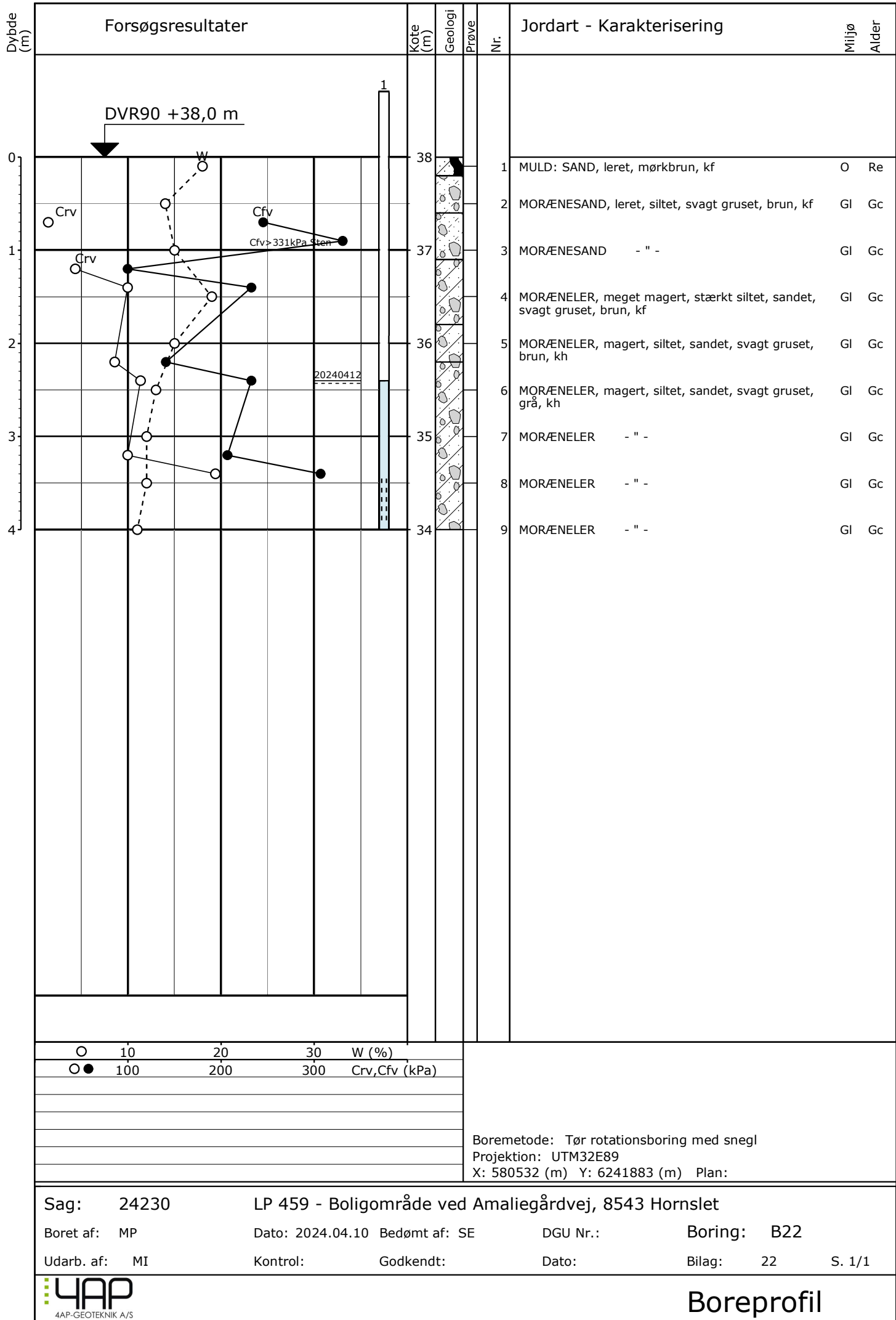


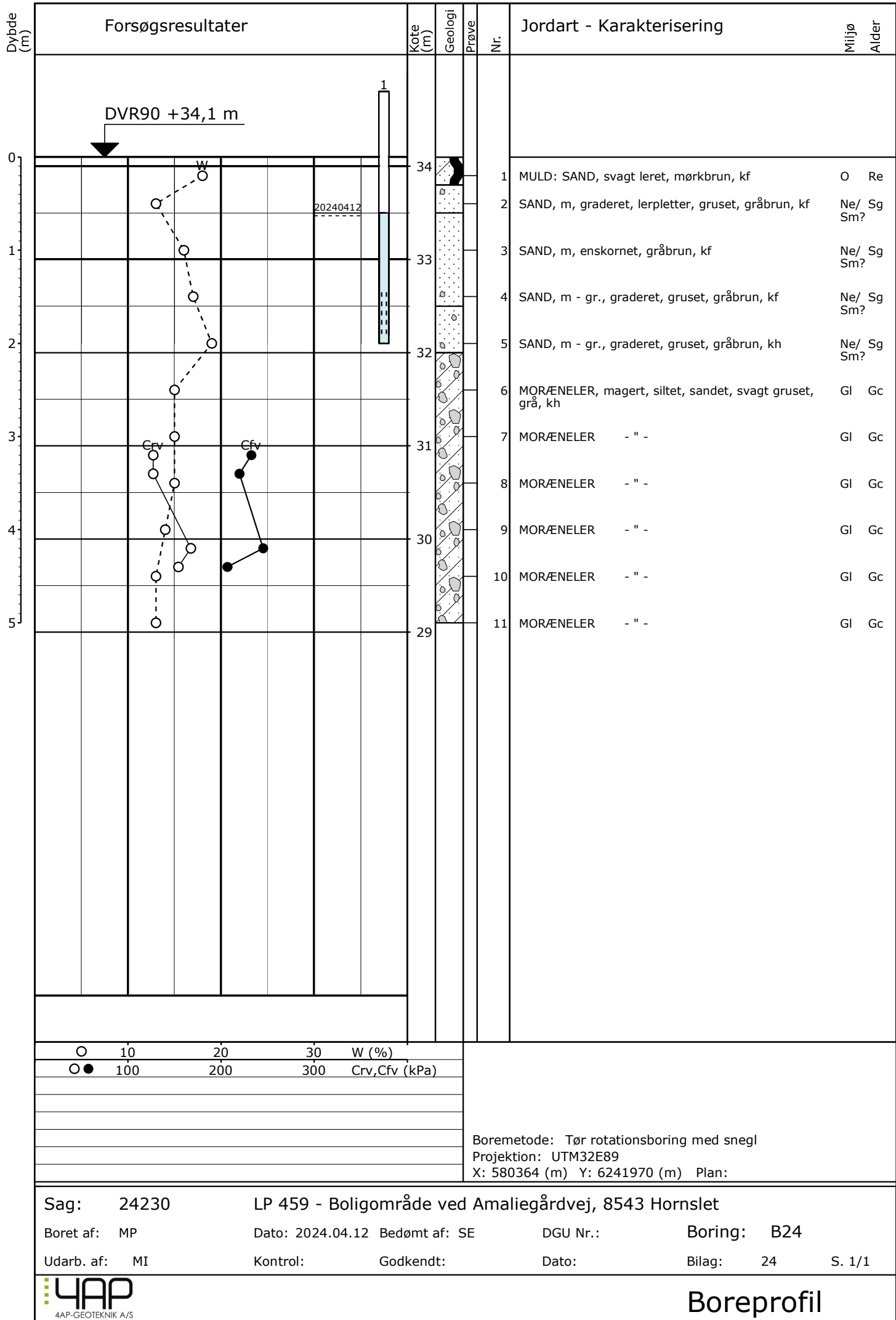


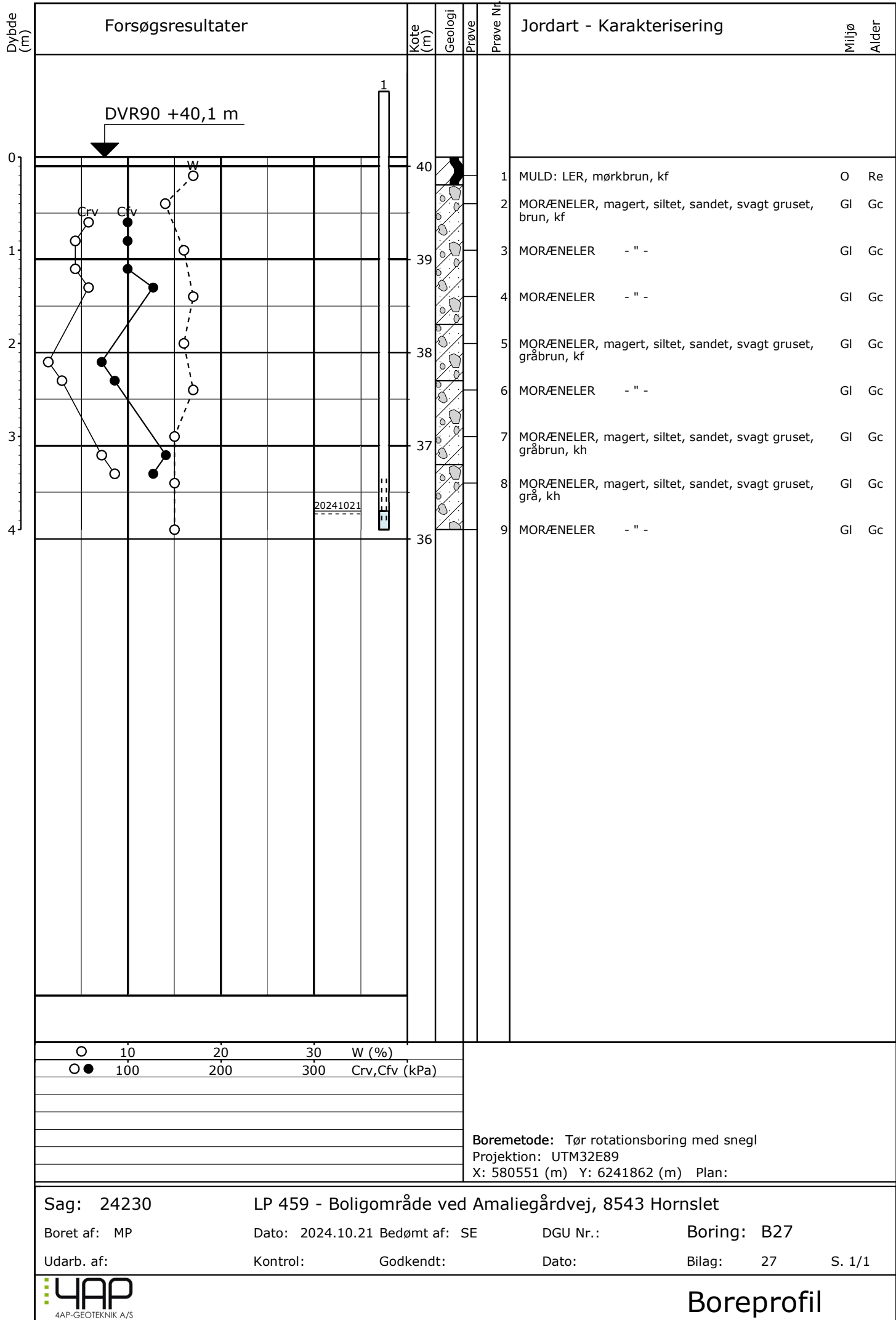


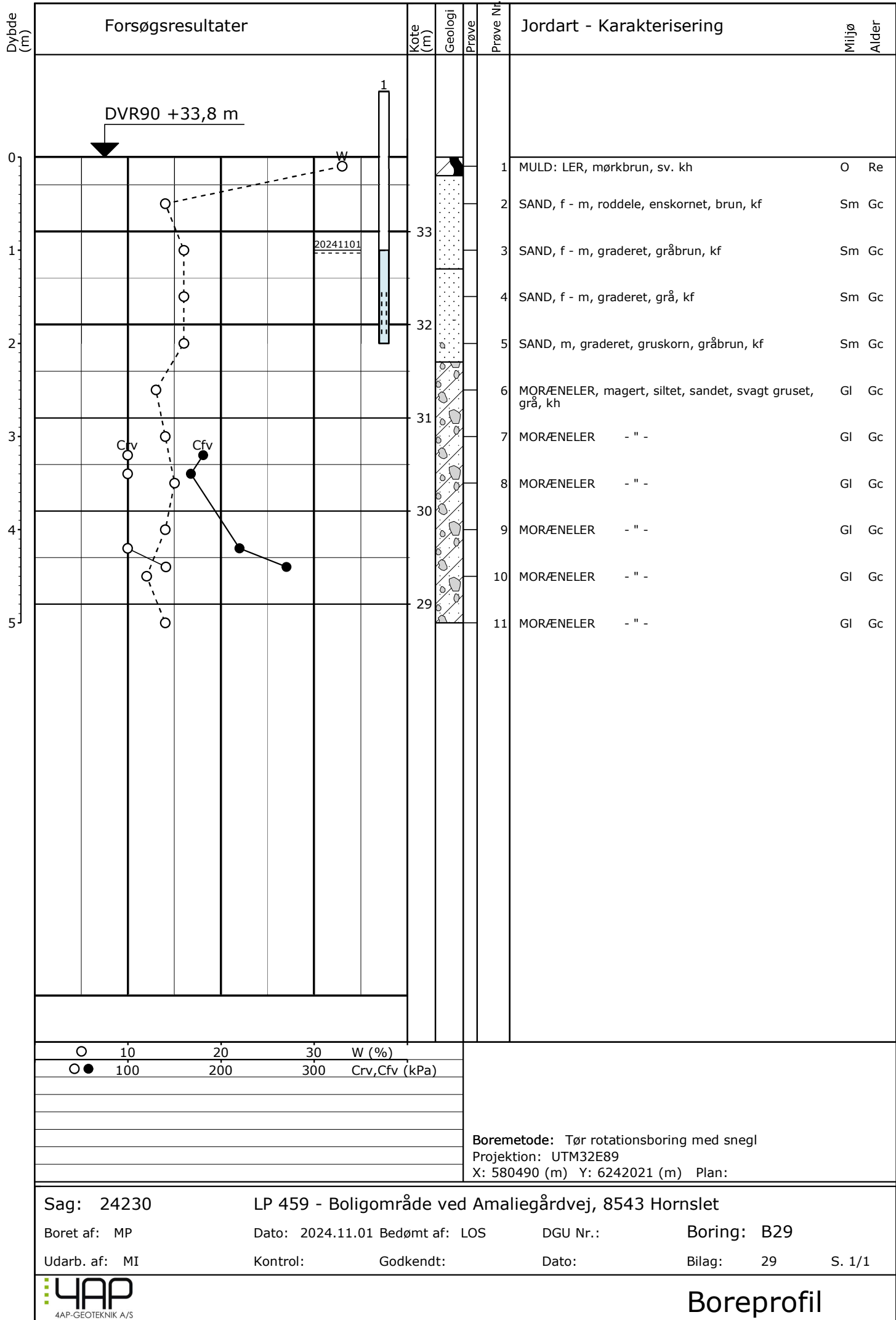


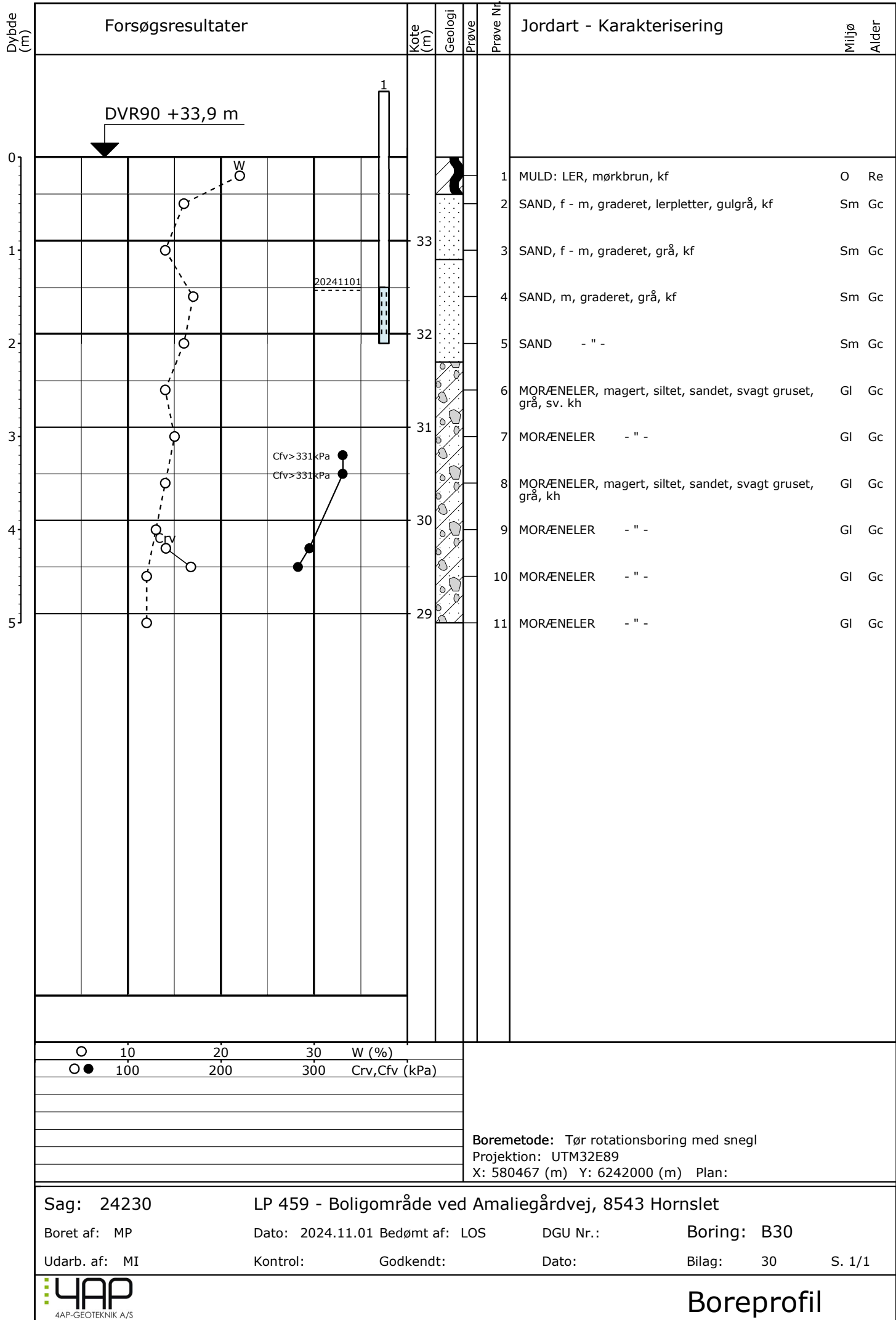


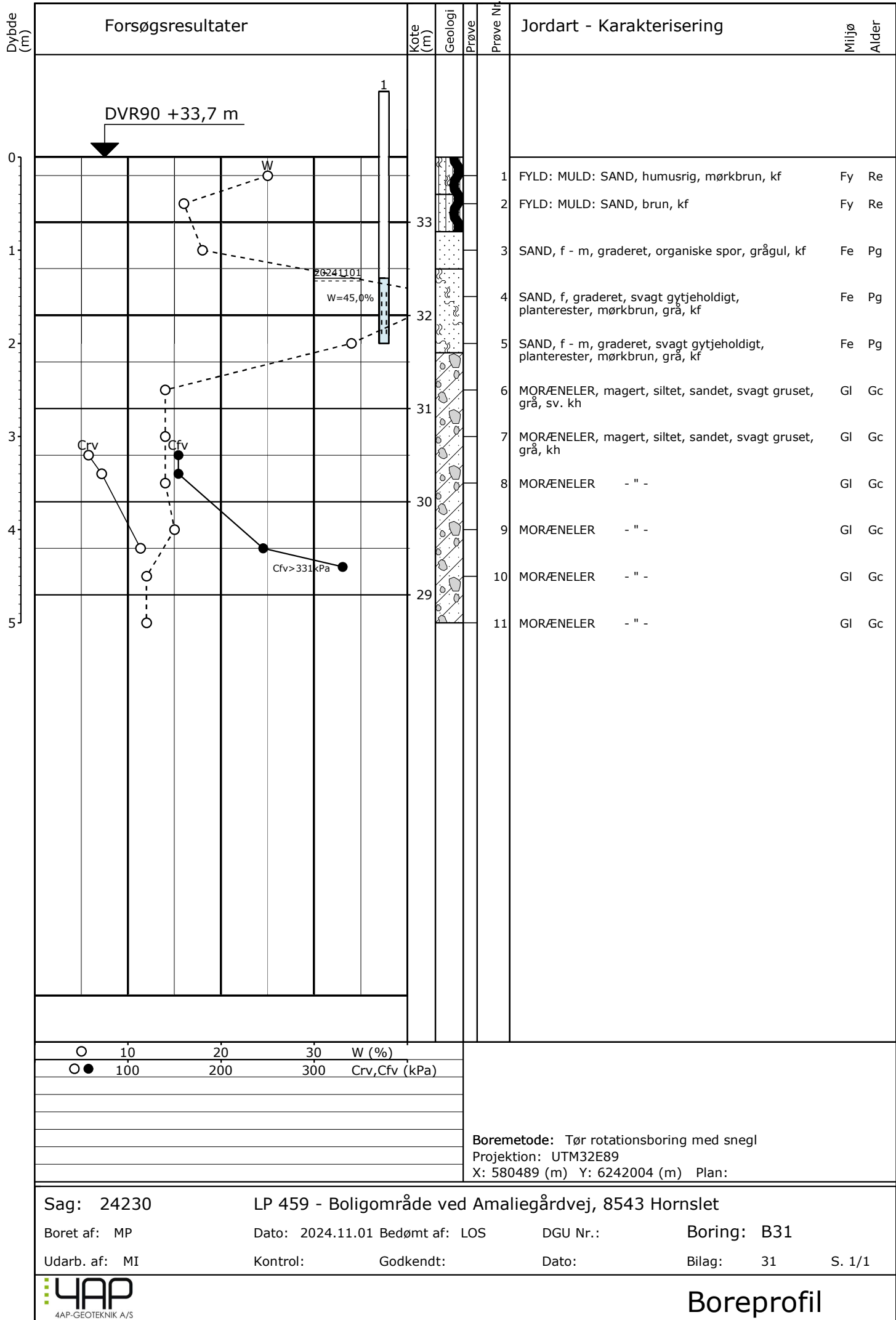








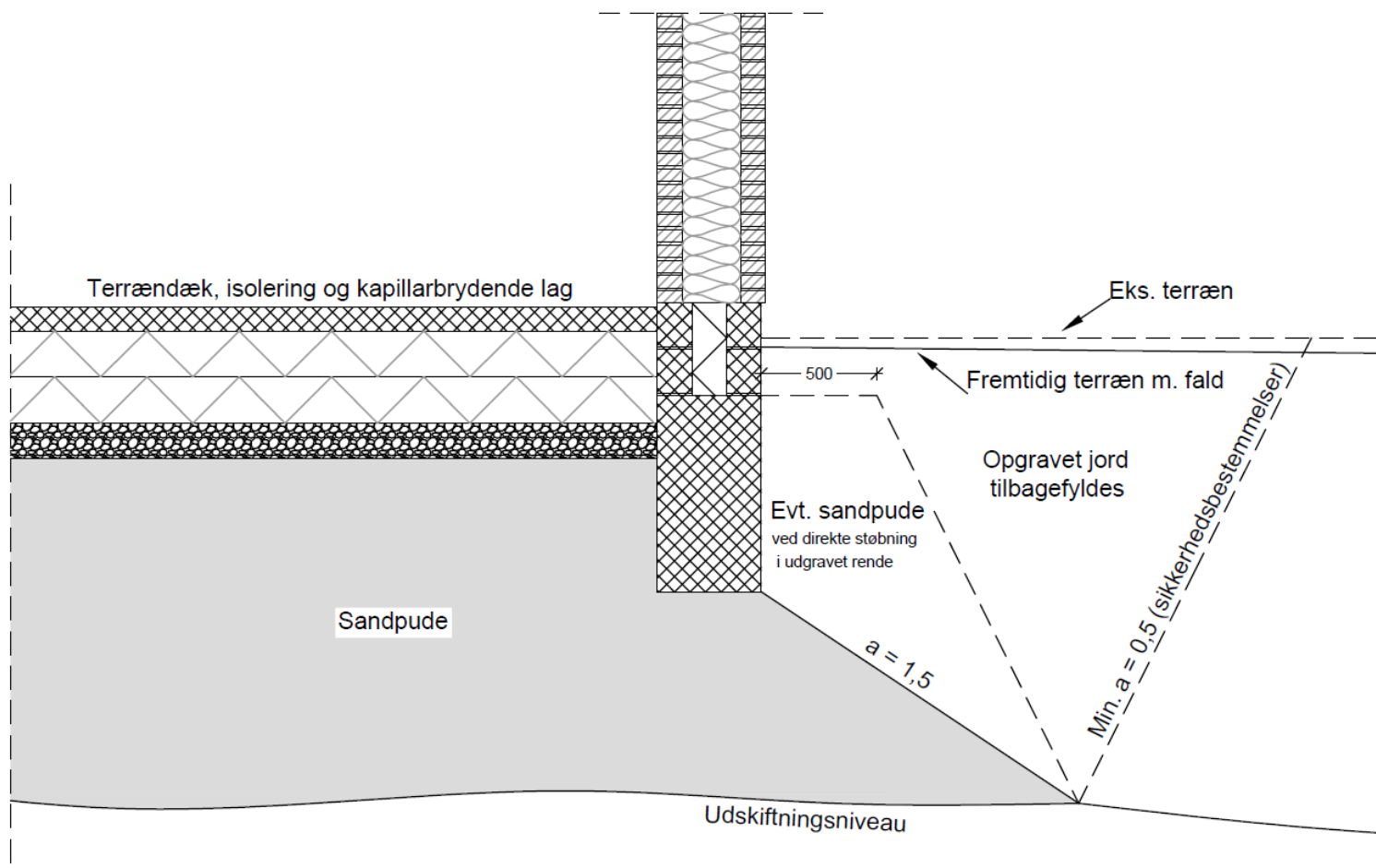






Signaturforklaring: Geoteknisk boring Boringsnr. Terrænkote iht. DVR90	Sag : LP 459 - Boligområde ved Amaliegårdvej, 8543 Hornslet			
	Emne: Situationsplan			
	4AP 4AP-GEOTEKNIK A/S an RSK company	Skanderborgvej 15, 8370 Hadsten Tlf. 86 98 22 44 E-mail: le@4ap.dk www.4ap.dk	Dato : 2024-11-19	Sagsnr. : 24230
			Mål : 1 : 1500	Tegn. Nr. : Rev. :
		Sign. : JD	32	

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).

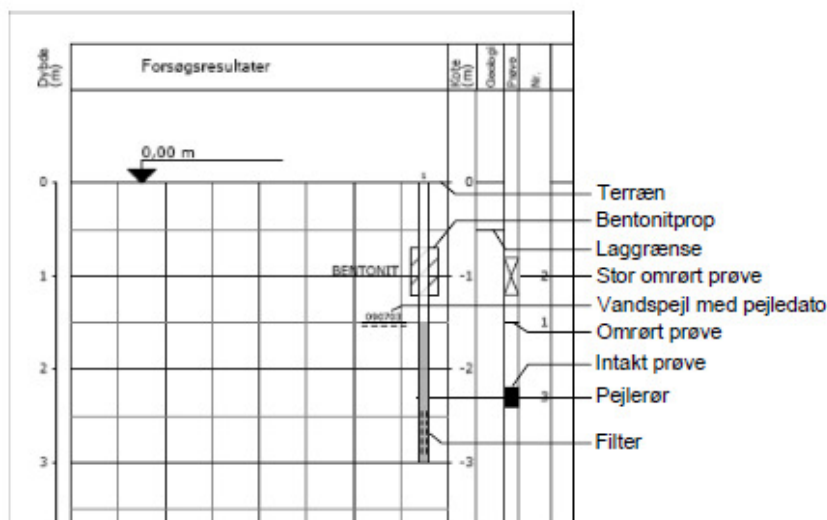
- og det traditionelle 0,15 m singelslag kan udelades.
 - sandet er forholdsvis nemt at udlægge og komprimere.
 - Komprimeringskontrollen lettes betydeligt.
4. Sandpuden bør kontrolleres med 3 á 5 isotopmålinger pr. meter sandpude, dog mindst 5 isotopmålinger pr. 500 m³ indbygget sand.
 5. Sandkvaliteten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

4AP-Standard – Signaturer & definitioner

JORDARTSSIGNATURER: dgf-Bulletin 1 (kan kombineres)

	STEN 60 - 600mm		LER < 0,002mm		MULD		SKALLER
	GRUS 2 - 60mm		FYLD		TØRV		MORÆNELER (siltet, sandet, gruset, stenet)
	SAND 0,06 - 2mm		KALK		TØRVEDYND		MORÆNESAND (leret, siltet, gruset, stenet)
	SILT 0,002 - 0,06mm		BETON		GYTJE	Note: I morænejordarter må der forventes varierende indhold af grus, 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	=	fintkomet
m	=	mellemkomet
gr	=	groftkomet
kf	=	kalkfrit
kh	=	kalkholdigt

DEFINITIONER:

Vingestykke (kN/m ²)	Cfv	=	Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
Vingestykke (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