



4AP-GEOTEKNIK A/S



JORDBUNDSUNDERSØGELSER



KOMPETENT RÅDGIVNING



GEOTEKNIK OG MILJØ



KOMPRIMERINGSKONTROL

**Skanderborg Kommune  
Vej og Trafik  
Knudsvej 34  
8680 Ry**

E-mail: herdis.jensen@skanderborg.dk

Att.: Herdis Jensen

## **Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 1**

### **LP 1060 – Galten Vest, Storparcel, Knopsvane Allé, 8464 Galten**

Sag nr.: : 16479-1  
Dato : 2016-10-13

Udarbejdet af : Peter Frederiksen  
Kontrolleret af : Anders L. Olesen

#### **Resumé**

Projektet omfatter udstykning af et nyt boligområde i den vestlige del af Galten. Der er udarbejdet lokalplan for området (LP 1060 – Galten Vest, november 2012).

Nærværende undersøgelse omfatter en storparcel med adgang fra Knopsvane Allé. Storparcellen er udlagt til opførelse af tæt-lavt boliger i 1-2 plan.

Der er udført en indledende geoteknisk undersøgelse omfattende 5 geotekniske prøveboringer fordelt på parcellen.

Øverst i alle boringer træffes naturlige muldlag i mægtigheder på mellem 0,25 og 0,65m.

Under de øvre muldlag og til boringernes bund 4m under terræn træffes intakte istidsaflejringer. Der er truffet smeltevandsaflejringer (glacialt) øverst i 2 boringer (B19-A og B19-B), men den dominerende lagfølge er moræneaflejringer (gletscheraflejringer fra sidste istid). Der træffes vekslende lag af moræneler eller morænesand.

De intakte istidsaflejringer af moræneler optræder i zoner med et væsentligt indhold af silt. Leret optræder i zoner med relativt beskedne styrkemæssige egenskaber.

Der er ved borearbejdets afslutning truffet frit vandspejl i 4 af de udførte boringer (B19-C undtaget). Der er tale om et sekundært årstids- og nedbørsafhængigt magasin, der har ophobet sig i de lavpermeable lerlag. Sådanne kan helt generelt optræde i de lavpermeable lag i nedbørsrige perioder.

Med de trufne forhold kan der generelt forventes en traditionel direkte fundering i normal frostsikker dybde under terræn på de trufne intakte istidsaflejringer.

Ekstra tiltag til udskiftning af slappe lerlag kan komme på tale.

Det endelige funderingsprojekt skal udarbejdes på baggrund af supplerende geotekniske undersøgelser med boringer.

## Indholdsfortegnelse

<b>1. Formål .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Beskrivelse af området.....</b>	<b>3</b>
Arealets anvendelse.....	3
Tidligere undersøgelser .....	4
Geologiske forhold.....	4
<b>3. Undersøgelser .....</b>	<b>4</b>
Markarbejde.....	4
Laboratoriearbejde .....	4
<b>4. Resultater .....</b>	<b>5</b>
Jordbundsforhold .....	5
Vandspejlsforhold .....	5
<b>5. Funderingsforhold og udførelse.....</b>	<b>6</b>
Funderingsmetode.....	6
Udførelsesforhold .....	6
Projektering.....	7
Parametre .....	8
<b>6. Miljøforhold .....</b>	<b>8</b>
<b>7. Kontrolundersøgelser.....</b>	<b>8</b>
<b>8. Opbevaring af jordprøver .....</b>	<b>9</b>

Bilag 1-5	: Boreprofiler (B19, B19A-D)
Bilag 6	: Situationsplan
Bilag A	: Principsnit for sandpudefundering
4AP-Standard	: Signaturer & definitioner

## 1. Formål

Projektet omfatter udstykning af et nyt boligområde i den vestlige del af Galten. Der er udarbejdet lokalplan for området (LP 1060 – Galten Vest, november 2012).

Nærværende undersøgelse omfatter en storparcel med adgang fra Knopsvane Allé. Storparcellen er udlagt til opførelse af tæt-lavt boliger i 1-2 plan.

Hertil kommer belægningsarealer (parkering, terrasser, tilkørsel m.m.).

Der foreligger ingen oplysninger om konkrete byggeprojekter, herunder kendskab til endelig placering og udformning, fundamentsbelastninger m.v.

Hensigten med nærværende undersøgelse er at give en orientering om jordbunds- og funderingsforholdene på grunden.

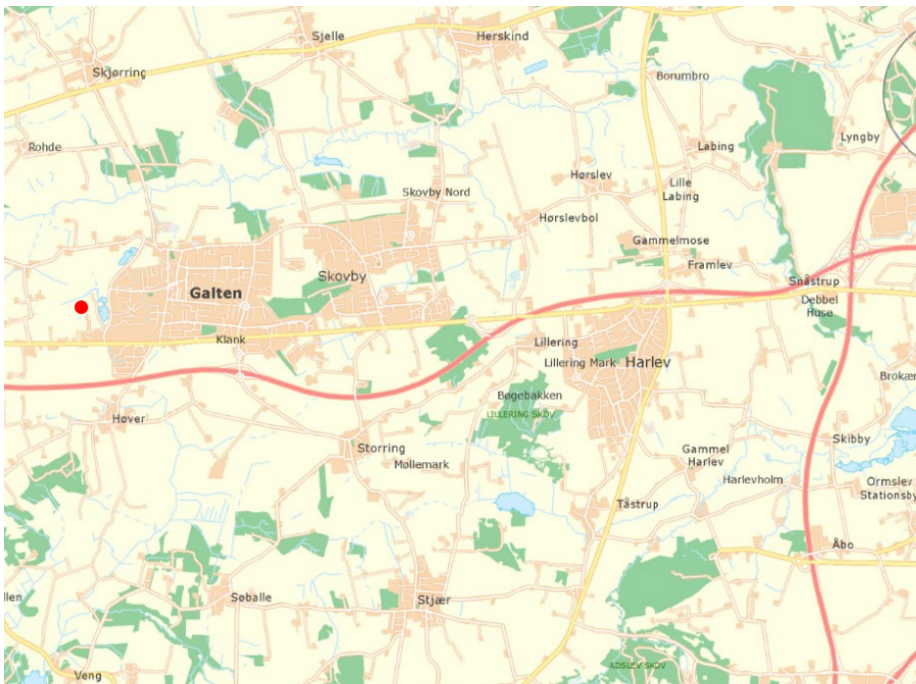
Undersøgelsen er gennemført efter retningslinjerne i Eurocode 7 (EC7).

## 2. Beskrivelse af området

### Arealets anvendelse

Udstykningsområdet er beliggende i den vestlige del af Galten. Området har indtil for nylig været anvendt til landbrugsdrift.

**Figur 1** – Kortudsnit fra Danmarks Arealinformation, © Kort & Matrikelstyrelsen (274)



### Tidligere undersøgelser

Der foreligger ingen oplysninger om tidligere udførte geotekniske undersøgelser på den aktuelle storparcel.

### Geologiske forhold

Parcellen er højdemæssigt beliggende omkring kote +50m DVR90.

Ud fra geologiske/geotekniske baggrundsoplysninger forventes intakte istidsaflejringer (overvejende moræneaflejringer) under naturlige muldlag.

Der er erfaring for forekomst af slapt ler i nærområdet.

## 3. Undersøgelser

### Markarbejde

Der blev i perioden 3. til 7. oktober 2016 udført i alt 5 orienterende geotekniske prøveboringer fordelt på storparcellen. Alle boringer er ført 4m under terræn.

Boringerne er benævnt B19, B19A-D, da de er en del af et samlet boreprogram for hele udstykningsområdet.

Arbejdet er udført med hydraulisk boreværktøj påmonteret en MAN lastbil eller Fraste 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. retningslinierne i dgf-Bulletin 14.

Afsætningen af boringerne er gennemført med Trimble GPS R8 iht. System UTM32E89 og koter er i m iht. det absolutte kotesystem DVR90.

### 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	Smv. sand Glacial	Morænesand Glacial	Moræneler Glacial
nr.	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]
B19	+50,89	+49,5	0,40	-	3,15↓	0,45
B19-A	+50,92	+49,4	0,25	0,65	1,25	1,85↓
B19-B	+49,07	+46,8	0,30	0,80	-	2,90↓
B19-C	+50,77	-	0,65	-	0,70	2,65↓
B19-D	+52,56	+51,1	0,30	-	0,40	3,30↓

↓ Truffet ved boringens bund.

### Jordbundsforhold

Der træffes relativt ensartede og forventede jordbundsforhold på parcellen.

Øverst i alle borerer træffes naturlige muldlag i mægtigheder på mellem 0,25 og 0,65m.

Under de øvre muldlag og til boringernes bund 4m under terræn træffes intakte istidsaflejringer.

Der er truffet smeltevandsaflejringer (glacialt) øverst i 2 borerer (B19-A og B19-B), men den dominerende lagfølge er moræneaflejringer (gletscheraflejringer fra sidste istid). Der træffes vekslende lag af moræneler eller morænesand.

De intakte istidsaflejringer af moræneler optræder i zoner med et væsentligt indhold af silt. Leret optræder i zoner med relativt beskedne styrkemæssige egenskaber.

Der skal henvises til bilagene for de detaljerede lagfølger, styrkemæssige egenskaber m.m.

### Vandspejlsforhold

Der er ved borearbejdets afslutning truffet frit vandspejl i 4 af de udførte borerer (B19-C undtaget).

Der er tale om et sekundært årstids- og nedbørsafhængigt magasin, der har ophobet sig i de lavpermeable lerlag. Sådanne kan helt generelt optræde i de lavpermeable lag i nedbørsrige perioder.

Løbende pejling i de efterladte pejlerør tilrådes.

## 5. Funderingsforhold og udførelse

**Skema 2** – Overside bæredygtige lag (OSBL)

Boring	Terræn	Vandspejl	OSBL	OSBL
nr.	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Under terræn [m]
B19	+50,89	+49,5	+50,4	0,40
B19-A	+50,92	+49,4	+50,6	0,25
B19-B	+49,07	+46,8	+48,7	0,30
B19-C	+50,77	-	+50,1	0,65
B19-D	+52,56	+51,1	+52,2	0,30

### Funderingsmetode

Med de trufne forhold kan der generelt forventes en traditionel direkte fundering i normal frostsikker dybde under terræn på de trufne intakte istidsaflejringer.

Ekstra tiltag til udskiftning af slappe lerlag kan komme på tale.

Terrænforskelle og variationen i lagtykkelse af muldrag kan betinge, at der til dels bliver tale om en fundering på sandpude.

Gulve udlægges direkte som terrændæk efter udskiftning af de ikke bæredygtige lag jf. niveauet for OSBL. Opfyldning/regulering gennemføres med komprimeret sandfyld.

### Udførelsesforhold

Det anbefales, at funderingsarbejderne gennemføres efter følgende fremgangsmåde:

- Der indledes med en renovering af byggefeltene ved afrømning af muldrag ned til OSBL. Muld kan eventuelt henlægges i depot på ejendommen med henblik på senere genanvendelse i beplantningsarealer m.v.
- Gravearbejdet gennemføres med skråningsanlæg iht. SBI-anvisning 231, dvs. i muldrag udgraves med  $a = 1$  og i de underliggende intakte aflejringer med  $a = 0,8$ .
- Færdsel på råjorden (ler) med gummihjulskøretøjer, specielt i nedbørsrige perioder, skal frarådes, da leret opkøres og mister sine naturlige egenskaber.
- Der gennemføres en omhyggelig geoteknisk kontrolinspektion til sikring af, at alle muldrag er bortgravede.
- Der opbygges sandpuder i nødvendigt omfang efter retningslinierne 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 evt. direkte på istidsaflejringerne, dog minimum tilsvarende frostsikker dybde for ydervægsfundamenter (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.

- Arbejdet kan forventes udført uden gener fra indtrængende grundvand, i det almindelig lænsning af overfladevand skal påregnes specielt i nedbørsrige perioder.

#### Permanent tørholdelse

Dræning af såvel bygning som belægningsarealer gennemføres iht. drænnormen DS436. De trufne bundforhold henføres til drænkklasse 2.

I det omfang gulvkoterne ikke fastlægges til min. 0,3m over det omkringliggende terræn anbefales det, at der etableres omfangsdræn for at sikre den permanente tørholdelse af det kapillarbrydende lag.

#### Gulvkonstruktioner

Dimensioneringen af gulvkonstruktionen skal planlægges under hensyntagen til de trufne kohæsiionsmaterialer (moræneler).

Skønmæssigt kan elasticitetsmodulen for moræneleret fastsættes som  $E \sim 4 \cdot c_v/w$  ( $w$  = naturligt vandindhold).

Hvor der indbygges større mægtigheder af velkomprimeret sandfyld vil elasticitetsmodulen forbedres.

#### Vej- og parkeringsarealer

For de kommende belægningsarealer gælder ligeledes, at der indledes med en afrømning af muldrag.

Vejopbygningen dimensioneres efter Vejdirektoratets vejregel "Dimensionering af befæstelser og forstærkningsbelægninger", marts 2007.

Tykkelser af lag af BSG (bundsikring) og SG (stabilt grus) fastlægges på baggrund af den aktuelle trafikbelastning/trafikklasse og de underliggende aflejrings art (frostfølsomhed). Der bør generelt tages udgangspunkt i frosttvivlsomme aflejringer (moræneler).

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

- Bundsikring (BSG) komprimeres til gennemsnitligt 95%-vibration/98%-standard proctor og ingen enkeltværdi mere end 3% under gennemsnitskravet.
- Stabilt grus (SG) komprimeres til gennemsnitligt 95%-vibration/95%-modificeret proctor og ingen enkeltværdi mere end 3% under gennemsnitskravet.

Der skal sikres en effektiv dræning af bundsikringslaget.

#### **Projektering**

Undersøgelsen bør gennemføres til et sådant detaljeringsniveau, at projektet kan gennemføres i geoteknik kategori 2 jf. EC7. Der bør efter vor opfattelse suppleres med yderligere borer således boreafstanden bliver maksimalt 30m (projekteringsøjemed).

Dimensioneringen af de geotekniske konstruktioner skal gennemføres min. i konsekvensklasse 2.

Geoteknik dimensionering gennemføres efter retningslinjerne i det danske annek i EC7 (Nationalt annek).

Beregningerne gennemføres i såvel brudgrænse- som anvendelsesgrænsetilstanden (sætninger).

Til indledende/orienterende dimensionering kan anvendes karakteristiske parametre som angivet i nedenstående afsnit.



## Parametre

De relevante jordparametre fremgår af bilagene samt af nedenstående.

**Skema 3** – Styrke- og deformationsparametre

Aflejring	Rumvægt $\gamma/\gamma'$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Kohæsion	Kohæsion	Friktionsvinkel	Konsolideringsmodul K [kN/m <sup>2</sup> ]
		Korttidstilstand $c_u$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Langtidstilstand $c'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Langtidstilstand $\phi'$ [grader]	
Muld	18/9	-	-	-	-
Smv. Sand	18/10	-	-	36	25.000
Morænesand	22/13	-	-	37	30.000
Moræneler	21/11-22/12	25-180	2-18	30	5.000-55.000

For velkomprimeret sandfyld og for morænesandet kan der anvendes en karakteristisk plan friktionsvinkel  $\phi_{pl,k} = 37^\circ$  og en konsolideringsmodul  $K = 30.000$  kN/m<sup>2</sup>.

For smeltevandssandet kan anvendes en plan karakteristisk friktionsvinkel  $\phi_{pl,k} = 36^\circ$  og en konsolideringsmodul  $K = 25.000$  kN/m<sup>2</sup>.

For moræneleret kan den karakteristiske udrænedede forskydningsstyrke  $c_{uk}$  sættes lig den målte vingestyrke  $c_v$ . Til sætningsberegningerne kan konsolideringsmodulen K for moræneleret fastsættes som  $K = 4000 \cdot c_v/w$ . Der skal undersøges for gennemlokning i slappe aflejringer under funderingsniveauet.

Fundamentterne armeres med langsgående revnefordelende minimumsarmering.

## 6. Miljøforhold

Der er under borearbejderne ikke truffet visuelle tegn på indhold af miljøfremmede stoffer i de udtagne jordprøver.

Arealet ligger udenfor Skanderborg Kommunes områdeklassificering og som udgangspunkt kan overskudsjord behandles og bortskaffes som ren jord uden forudgående kemiske analyser.

Bortskaffelse af overskudsjord skal anmeldes til miljømyndigheden Skanderborg Kommune.

## 7. Kontrolundersøgelser

Generelt skal der udføres en omhyggelig kontrol af fundamentsudgravninger/muldafrømninger m.m. til sikring af, at der funderes 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.

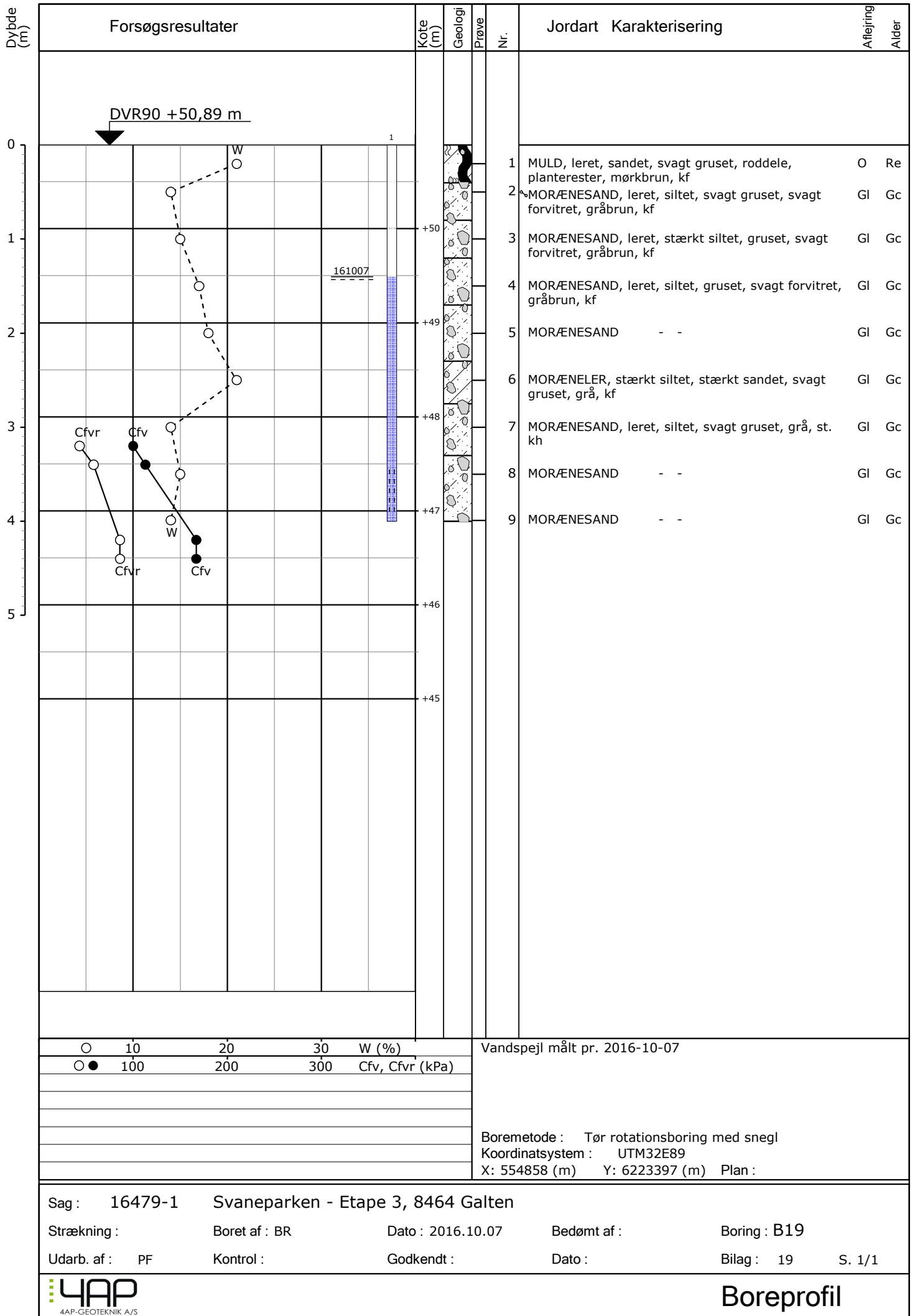
Der henvises i øvrigt til EC7.

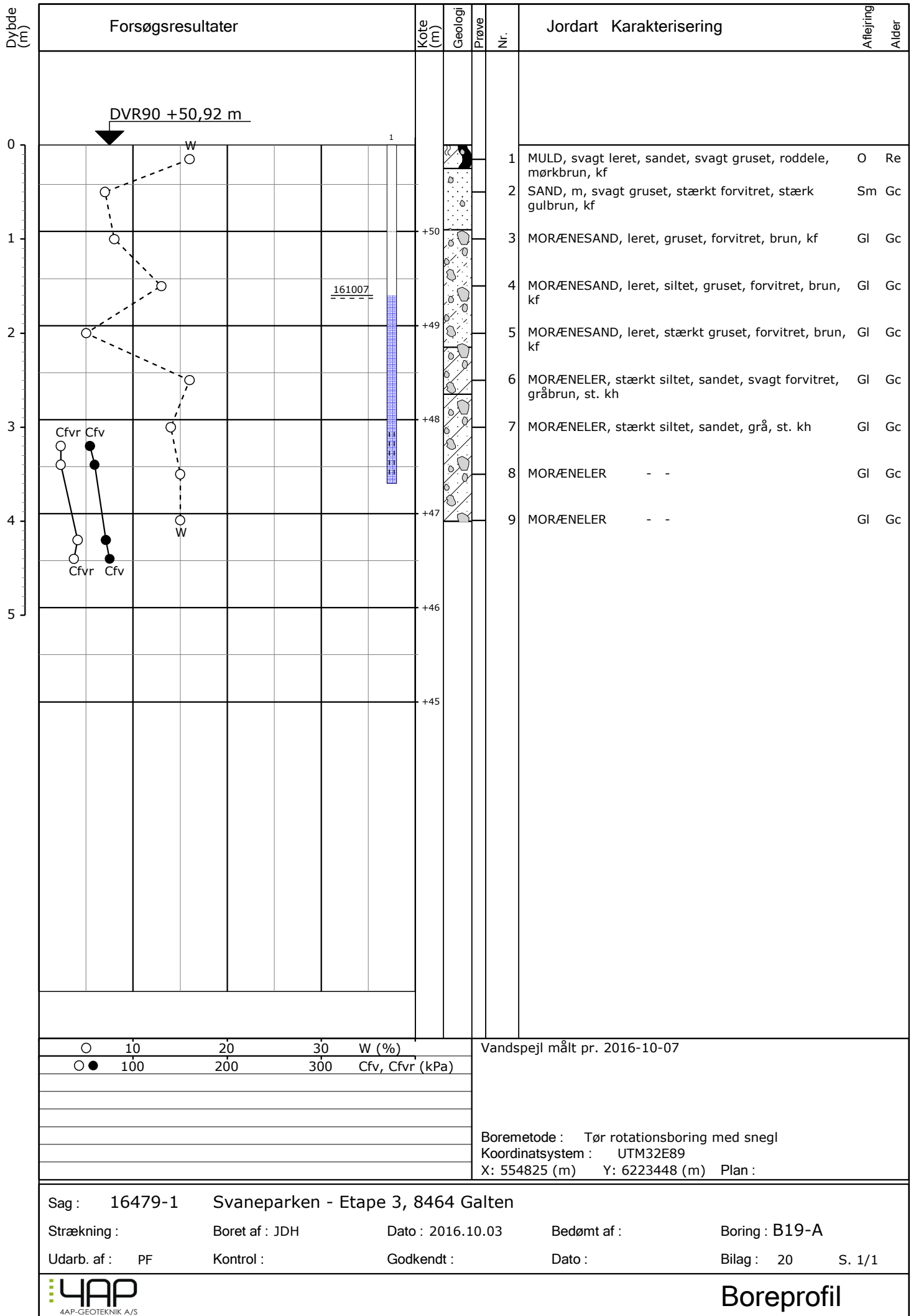
Ved indbygning af sandfyld (lagtykkelser > 0,6m) skal der gennemføres en kontrol af komprimeringen/lejringen.

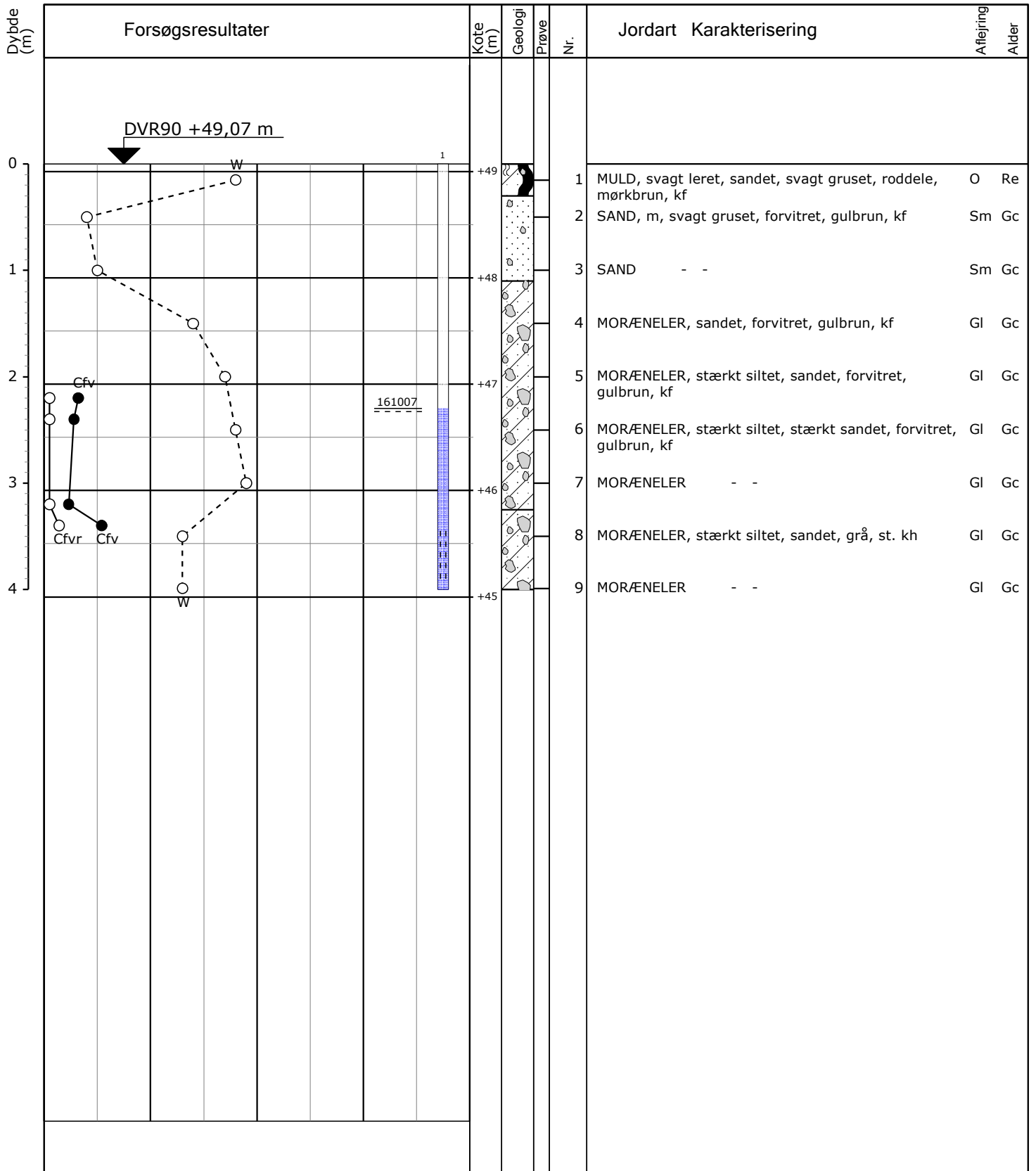
4AP-Geoteknik står naturligvis til rådighed for de videre arbejder i projektet og gennemfører gerne: supplerende borer, udgravningskontrol, komprimeringskontrol, beregning af geotekniske konstruktioner.

## 8. Opbevaring af jordprøver

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







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

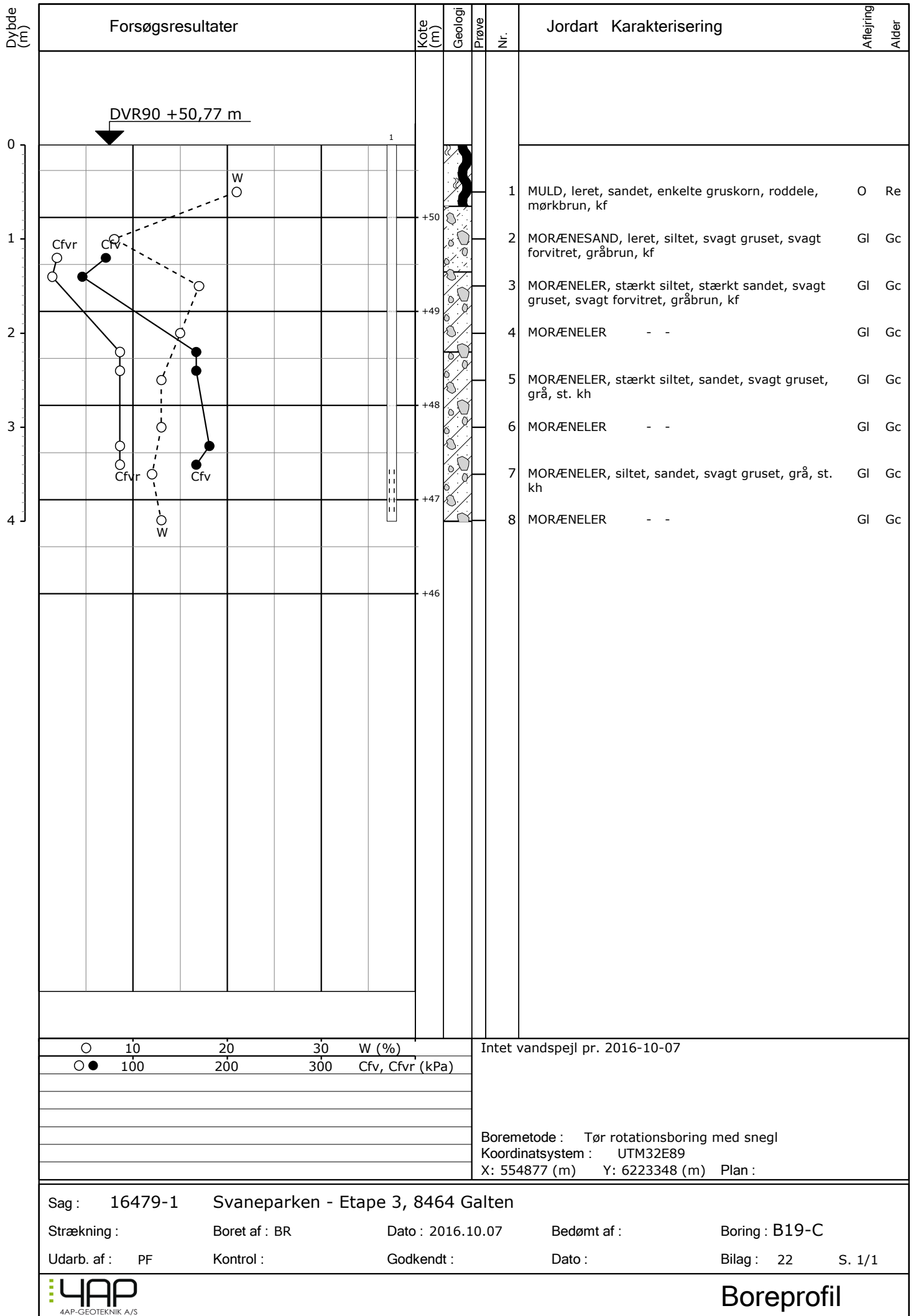
Vandspejl målt pr. 2016-10-07

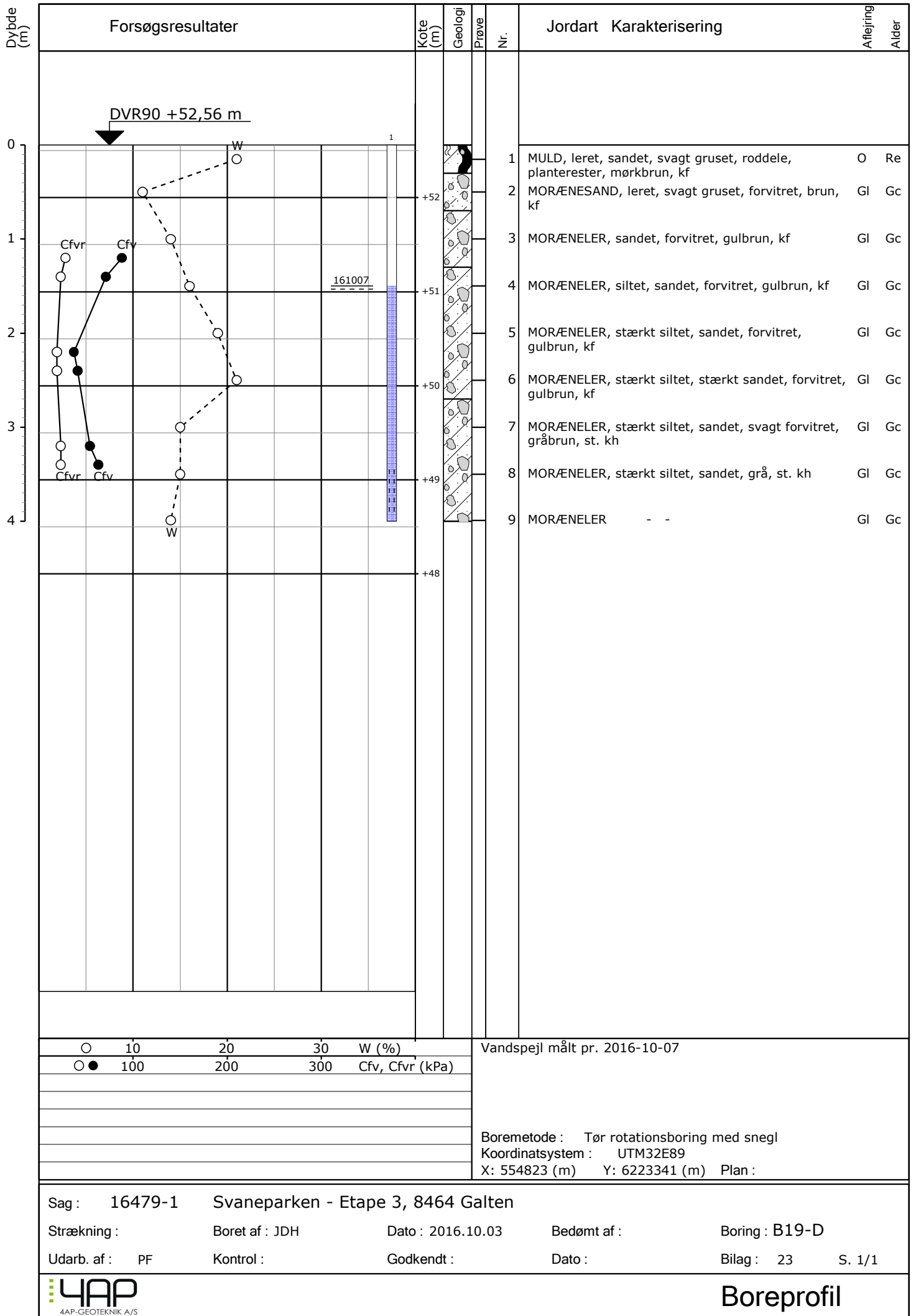
Boremetode : Tør rotationsboring med snegl  
 Koordinatsystem : UTM32E89  
 X: 554910 (m) Y: 6223435 (m) Plan :

Sag : 16479-1 Svaneparken - Etape 3, 8464 Galten

Strækning : Boret af : JDH Dato : 2016.10.03 Bedømt af : Boring : B19-B

Udarb. af : PF Kontrol : Godkendt : Dato : Bilag : 21 S. 1/1



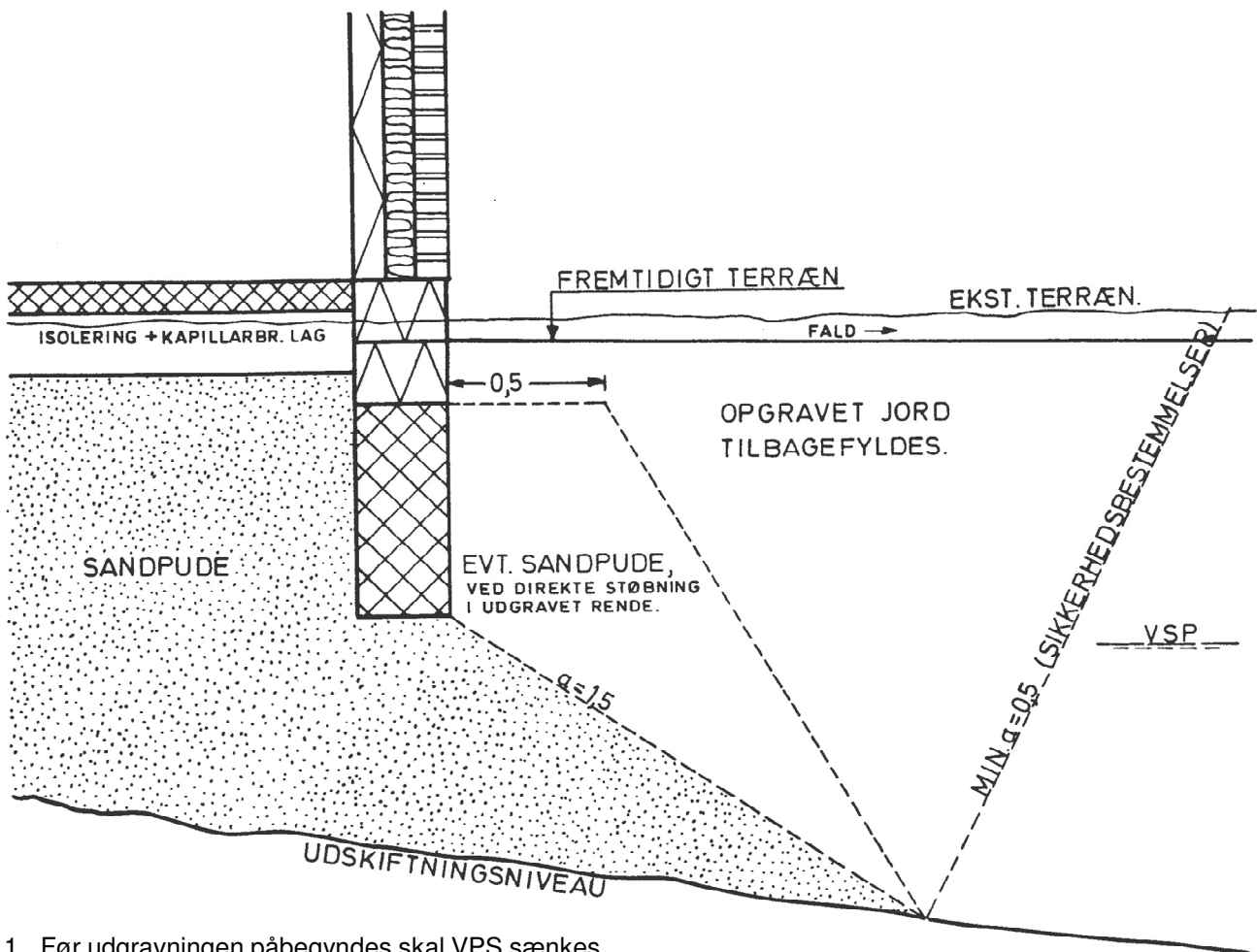




Sag : LP 1060 - Galten Vest, Storparcel, Knopsvane Allé, 8464 Galten			
Emne: Situationsplan			
 <p>4AP-GEOTEKNIK A/S</p>	Skanderborgvej 15, 8370 Hadsten  Tlf. 86 98 22 44 Fax 86 98 20 58 E-mail: info@4ap.dk www.4ap.dk	Dato : 2016-10-12	Sagsnr. : 16479-1
		Mål : 1 : 1500	Tegn. Nr. : Rev. :
		Sign. : JD	6



**Bilag A – Principsnit for sandpudedefundering**



1. Før udgravningen påbegyndes skal VPS 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 401.
















Dette vil medføre, at

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

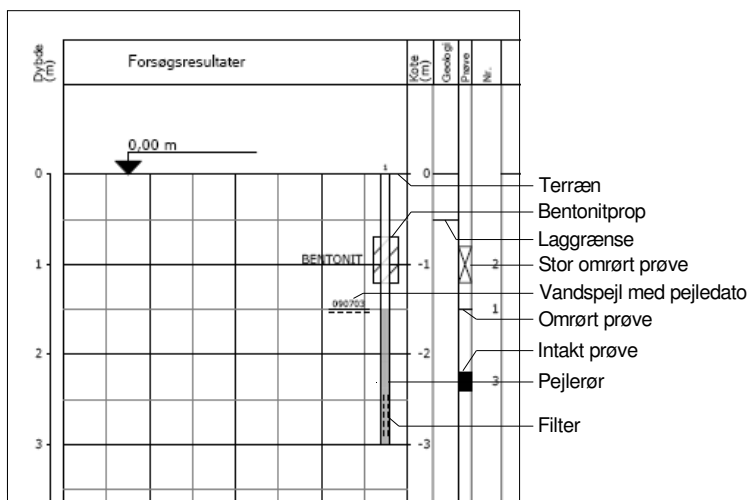
- og det traditionelle 0,15 m singelslag kan udelades.
- sandet er forholdsvis nemt at udlægge og komprimere.
- Komprimeringskontrollen lettes betydeligt.
- 4. Sandpuden bør kontrolleres med 3 á 5 isotopmålinger pr. meter sandpude, dog mindst 5 isotopmålinger pr. 500 m<sup>3</sup> indbygget sand.
- 5.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

Vingestykke (kN/m <sup>2</sup> )	cv	=	Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
Vingestykke (kN/m <sup>2</sup> )	cvr	=	Den udrænedede forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord (10 x 360°)
Vandindhold	W	=	Vandvægten i procent af tørstofvægten
Glødetab	GI	=	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 <sup>3</sup> )	$\gamma$	=	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
Rammesondering (LRS 5)	L	=	Antal slag pr. 20 cm nedtrængning