



JORDBUNDSUNDERSØGELSER



KOMPETENT RÅDGIVNING



GEOTEKNIK OG MILJØ



KOMPRIMERINGSKONTROL

Favrskov Kommune
Skovvej 20
8382 Hinnerup

E-mail: hlan@favrskov.dk

Att.: Helle Langkjær

Geoteknisk undersøgelsesrapport nr. 1

Gammel Sellingvej 12, 8370 Hadsten

Sag nr.: : 19471
Dato : 2019-11-12

Udarbejdet af : Peter Frederiksen
Kontrolleret af : Jens Groth Eriksen

Resumé

Projektet omfatter opførelse af rækkehusbebyggelse på en storparcel i den sydlige del af Hadsten. Rækkehusene opføres som byggeri i 2 plan og uden kælder. Hertil kommer diverse belægningsarealer.

Der er udført en orienterende geoteknisk undersøgelse omfattende 3 geotekniske prøveboringer fordelt på storparcellen.

Øverst i alle boringer træffes naturlige muldlag eller fyldlag (omgravede lag) i mægtigheder på mellem 0,35 og 1,10m. Fylden optræder som lerede lagfølger med indhold af teglstykker o.l.

Herunder og til boringernes bund træffes intakte istidsaflejringer. Basisaflejringerne på området er moræneaflejringer (gletscheraflejringer) i form af morænesand og moræneler, overlejret af senglacialt smeltevandssand og -ler i boring B1.

Boringerne er pejlede ved borearbejdets afslutning. I denne forbindelse er der truffet frit vandspejl i boring B3 knap 3m under terræn, mens de øvrige boringer var tørre.

Der er tale om et sekundært, stærkt årstids- og nedbørsafhængigt magasin, der har indstillet sig i/over de lerede lagfølger. Sådanne vil helt generelt kunne ophobes, særligt i nedbørsrige perioder.

Med de trufne forhold kan der forventes en traditionel direkte fundering på de trufne intakte istidsaflejringer, overalt minimum i frostsikker dybde under terræn. Som følge af de varierende mægtigheder af muldlagene kan der til dels blive tale om en fundering på sandpude. Gulve udlægges direkte som terrændæk på den opbyggede sandpude eller på velafrettet sand.

Stabilitetsforholdene skal sikres såvel under udførelse som i den permanente situation.

Supplerende undersøgelser for et konkret byggeprojekt kan komme på tale.

Indholdsfortegnelse

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

Bilag 1-3	: Boreprofiler, boring B1-B3
Bilag 4	: Situationsplan
Bilag A	: Principsnit for sandpudefundering
4AP-Standard	: Signaturer & definitioner

1. Formål

Projektet omfatter opførelse af rækkehusbebyggelse på en storparcel i den sydlige del af Hadsten. Området er omfattet af lokalplan 328 – delområde IV.

Rækkehusene opføres som byggeri i 2 plan og uden kælder.

Hertil kommer diverse belægningsarealer (parkering, terrasser og tilkørsel).

Der foreligger ingen yderligere oplysninger om det konkrete byggeprojekt, herunder kendskab til eksakt udformning, koteforhold, fundamentsbelastninger m.v.

Hensigten med nærværende undersøgelse er at give en orientering om jordbunds- og funderingsforholdene på storparcellen forud for udarbejdelsen af det indledende funderingsprojekt for den kommende bebyggelse.

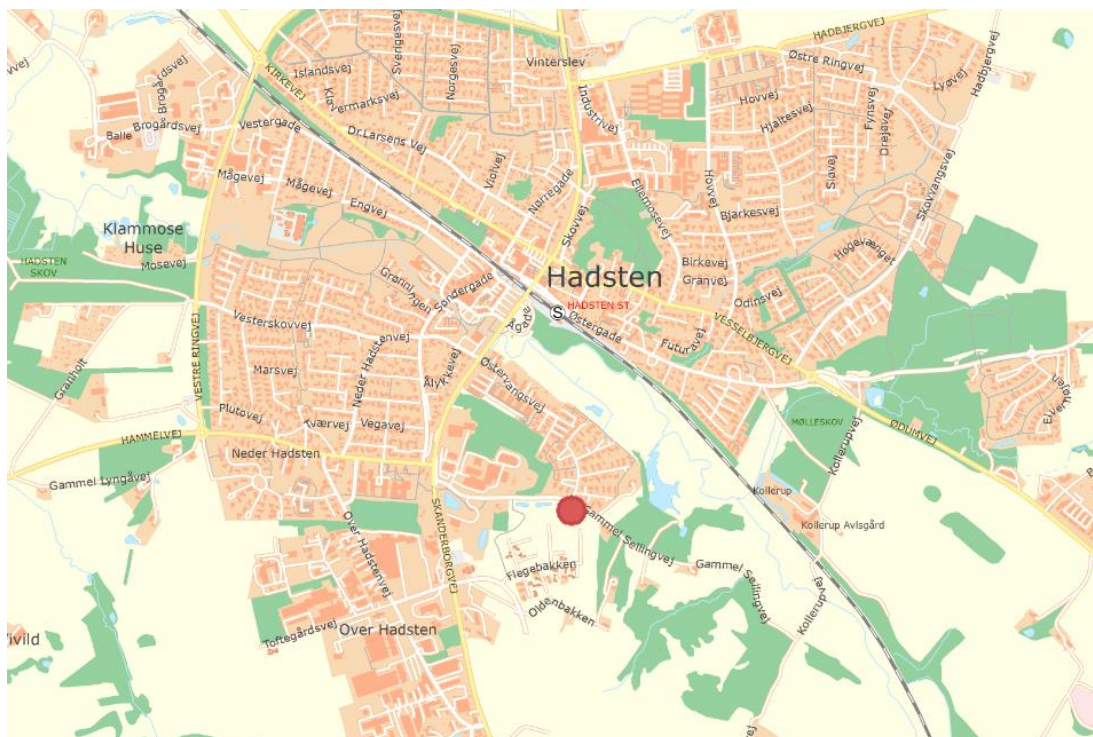
Undersøgelsen er gennemført efter retningslinjerne i Eurocode 7 (EC7) og svarer til en placeringsundersøgelse.

2. Beskrivelse af området

Arealets anvendelse

Storparcellen har tidligere været bebygget med en mindre landejendom, der nu er nedrevet. Grunden har en størrelse på godt 2.200m².

Figur 1 – Kortudsnit fra Danmarks Arealinformation



Tidligere undersøgelser

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

Geologiske forhold

Området er højdemæssigt beliggende lige under kote +35m DVR90.

Ældre kortmateriale viser tegn på slugtdannelser i nærområdet, men der er dog ingen tegn på disse områder på selve storparcellen.

Området forventes præget af intakte istidsaflejringer (overvejende moræneaflejringer) under øvre muldlag eller fyldlag fra tidligere anlægsarbejder, herunder evt. reguleringer i forbindelse med landbrugsdrift.

3. Undersøgelser

Markarbejde

Der blev den 31. oktober 2019 udført i alt 3 orienterende geotekniske prøveboringer fordelt på storparcellen. Boringerne er alle ført 4m under terræn.

Arbejdet er udført med hydraulisk boreværktøj påmonteret en MAN 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/fyld Recent	Sand/Ler Senglacial	Morænesand Glacial	Moræneler Glacial
nr.	Kote DVR90 [m]	Kote DVR90 [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]	Mægtighed [m]
B1	+33,5	-	1,10	1,50	-	1,40↓
B2	+33,4	-	0,65	-	0,55	2,80↓
B3	+34,2	+31,6	0,35	-	3,00	0,65↓

↓ Truffet ved boringens bund.

Jordbundsforhold

Der træffes forventede jordbundsforhold på området.

Øverst i alle borerer træffes naturlige muldrag eller fyldlag (omgravede lag) i mægtigheder på mellem 0,35 og 1,10m. Fylden optræder som lerede lagfølger med indhold af teglstykker o.l.

Fyldmægtigheden må påregnes at kunne variere regelløst, som følge af tidligere aktiviteter på grunden.

Herunder og til boringernes bund træffes intakte istidsaflejringer.

Basisaflejringerne på området er moræneaflejringer (gletscheraflejringer) i form af morænesand og moræneler, overlejret af senglacialt smeltevandssand og -ler i boring B1.

Alle aflejringer optræder kalkudvaskede, men minimum med middelgode styrkemæssige egenskaber.

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

Vandspejlsforhold

Boringerne er pejlede ved borearbejdets afslutning. I denne forbindelse er der truffet frit vandspejl i boring B3 knap 3m under terræn, mens de øvrige borerer var tørre.

Der er tale om et sekundært, stærkt årstids- og nedbørsafhængigt magasin, der har indstillet sig i/over de lerede lagfølger. Sådanne vil helt generelt kunne ophobes, særligt 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]
B1	+33,5	-	+32,4	1,10
B2	+33,4	-	+32,7	0,65
B3	+34,2	+31,6	+33,8	0,35

Funderingsmetode

Overside bæredygtige lag (OSBL) er fastsat som undersiden af fyld-/muldragene.

Med de trufne forhold kan der forventes en traditionel direkte fundering på de trufne intakte istidsaflejringer, overalt minimum i frostsikker dybde under terræn. Som følge af de varierende mægtigheder af muldragene kan der til dels blive tale om en fundering på sandpude.

Gulve udlægges direkte som terrændæk på den opbyggede sandpude eller på velafrettet sand.

Stabilitetsforholdene skal sikres såvel under udførelse som i den permanente situation.

Udførelsesforhold

Det anbefales, at funderingsarbejderne gennemføres efter følgende overordnede fremgangsmåde:

- Der indledes med en afrømning af alle muld- og fyldlag ned til niveauet for OSBL. Alle eksisterende forsyningsledninger (inkl. dræn) afkobles eller føres uden om de kommende byggefeltter.
- 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 $a = 0,8$.
- Arbejdet skal tilrettelægges således at færdsel på råjordsplanum undgås, da materialet (ler) opkøres og derved mister dets styrke- og deformationsmæssige egenskaber.
- Der gennemføres løbende omhyggelige geotekniske kontrolinspektioner til sikring af, at alle ikke-bæredygtige lagfølger 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 direkte på istidsaflejringerne, dog minimum tilsvarende frostsikker dybde for ydervægsfundamenter (min. 0,9m) under fremtidigt terræn. Eventuelle 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 eller på velafrettet sand.
- Arbejdet kan forventes udført uden væsentlige gener fra indtrængende grundvand, idet 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 generelt 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.

Vej- og parkeringsarealer

For de planlagte belægningsarealer gælder ligeledes, at der indledes med en afrømning af fyld- og muldlag. På denne vis vil der opnås en "sætningsfri belægning".

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

Tykkelser af lag af BSG (bundsikring) og SG (stabilt grus) fastlægges på baggrund af den aktuelle trafikbelastning/trafikklasse og de underliggende aflejringer art (frosthølsomhed). Der er generelt tale om frostvivlsomme 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 skal gennemføres til et sådant detaljeringsniveau, at projektet kan gennemføres i geoteknisk kategori 2 jf. EC7. Dette kan afstedkomme supplerende undersøgelser med yderligere borer på baggrund af et konkret byggeprojekt.

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 (sætninger).

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

Evt. jorddækkede konstruktioner dimensioneres for hviletryk (SLS) samt jordtryksforøgelse fra komprimering iht. GI Info 3.7 og 3.8. og aktivt jordtryk (BGT) med aktuelle belastninger.

Parametre

De relevante jordparametre fremgår af bilagene samt af nedenstående.

Skema 3 – Styrke- og deformationsparametre, lag under OSBL

Aflejring	Rumvægt γ/γ' [kN/m ³]	Kohæsion Korttidstilstand	Kohæsion Langtidstilstand	Friktionsvinkel Langtidstilstand	Konsolideringsmodul E_{oed} [kN/m ²]
		c_u [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	ϕ' [grader]	
Smv. Ler	20/10	100	10	25	22.000
Smv. Sand	18/10	-	-	34	25.000
Morænesand	20/11	-	-	36	30.000
Moræneler	21/11	75-110	7-11	30	15.000-27.500

For velkomprimeret sandfyld kan der anvendes en karakteristisk plan friktionsvinkel $\phi_{pl,K} = 37^\circ$ og en konsolideringsmodul $E_{oed} = 30.000$ kN/m².

Den karakteristiske udrænedede forskydningsstyrke c_{uk} kan ler/moræneler sættes lig den målte vingestyrke c_{fv} . Til sætningsberegningerne kan konsolideringsmodulen E_{oed} for lerlagene fastsættes som $E_{oed} = 4000 \cdot c_{fv}/w$, hvor w er det naturlige vandindhold.

Fundamenterne armeres med langsgående revnefordelende minimumsarmering fordelt i top og bund.

6. Miljøforhold

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

Den aktuelle grund ligger udenfor Favrskov Kommunes områdeklassificering, hvorfor overskudsjord kan bortskaffes som ren jord (kategori 1) til godkendt modtager 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.

Al jordflytning skal anmeldes til miljømyndigheden Favrskov Kommune.

7. Kontrolundersøgelser

Generelt skal der udføres en omhyggelig kontrol af fundamentsudgravninger/afrømninger 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 in-situ forsøg til kontrol af aflejringeres styrkemæssige egenskaber.

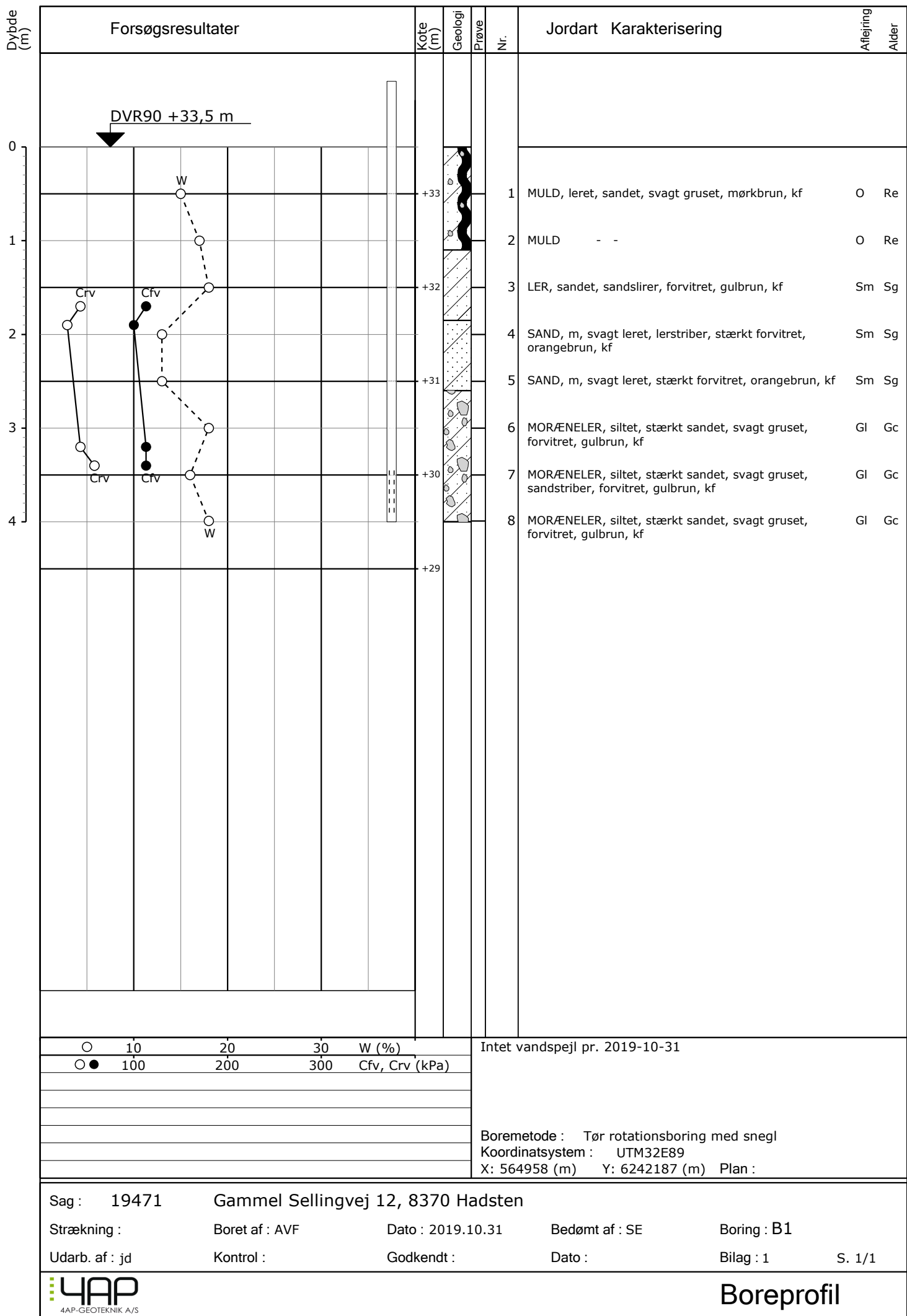
Der henvises i øvrigt til EC7.

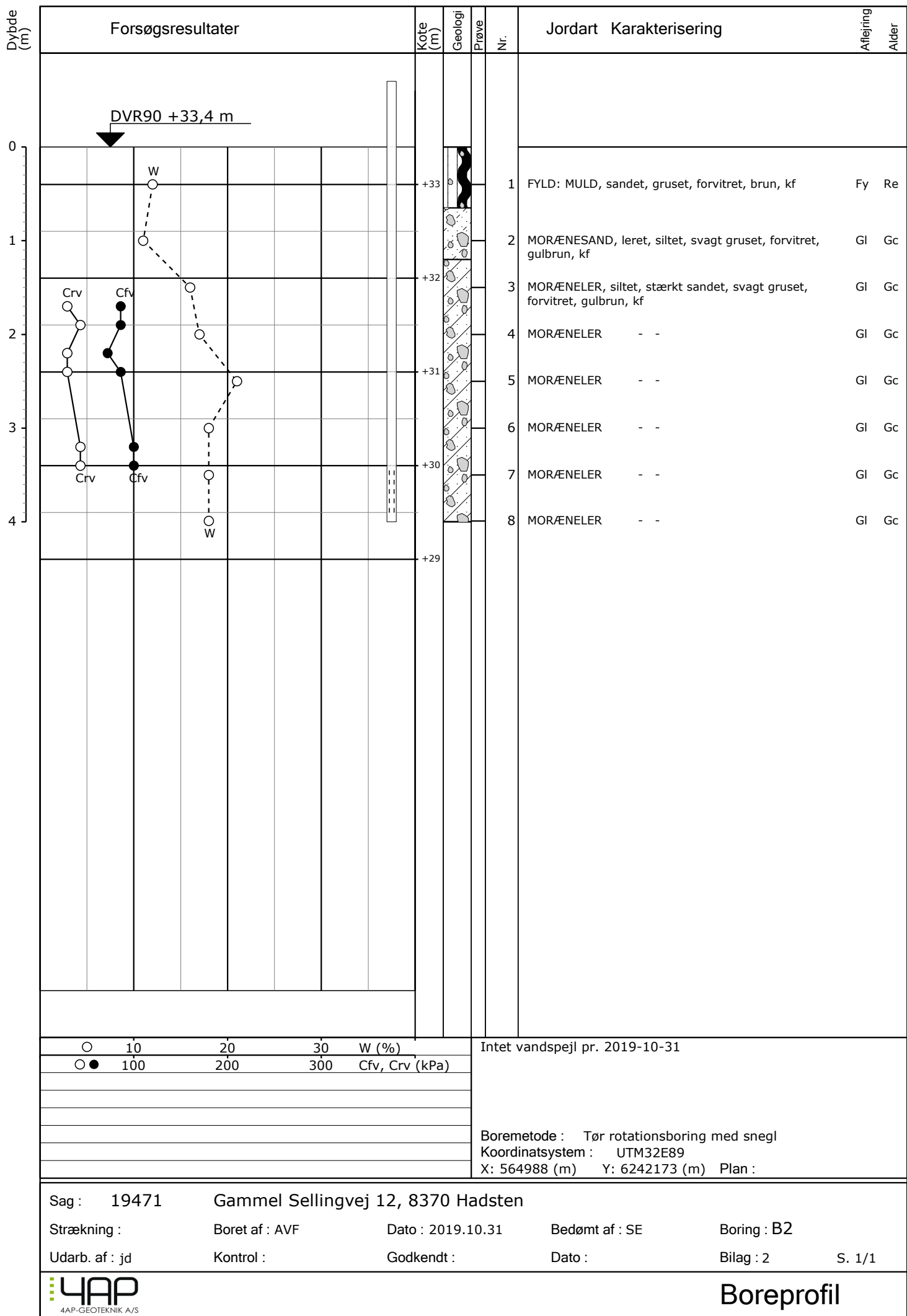
Ved indbygning af sandfyld (lagtykkelser > 0,6m) skal der gennemføres en kontrol af komprimeringen/lejringen.

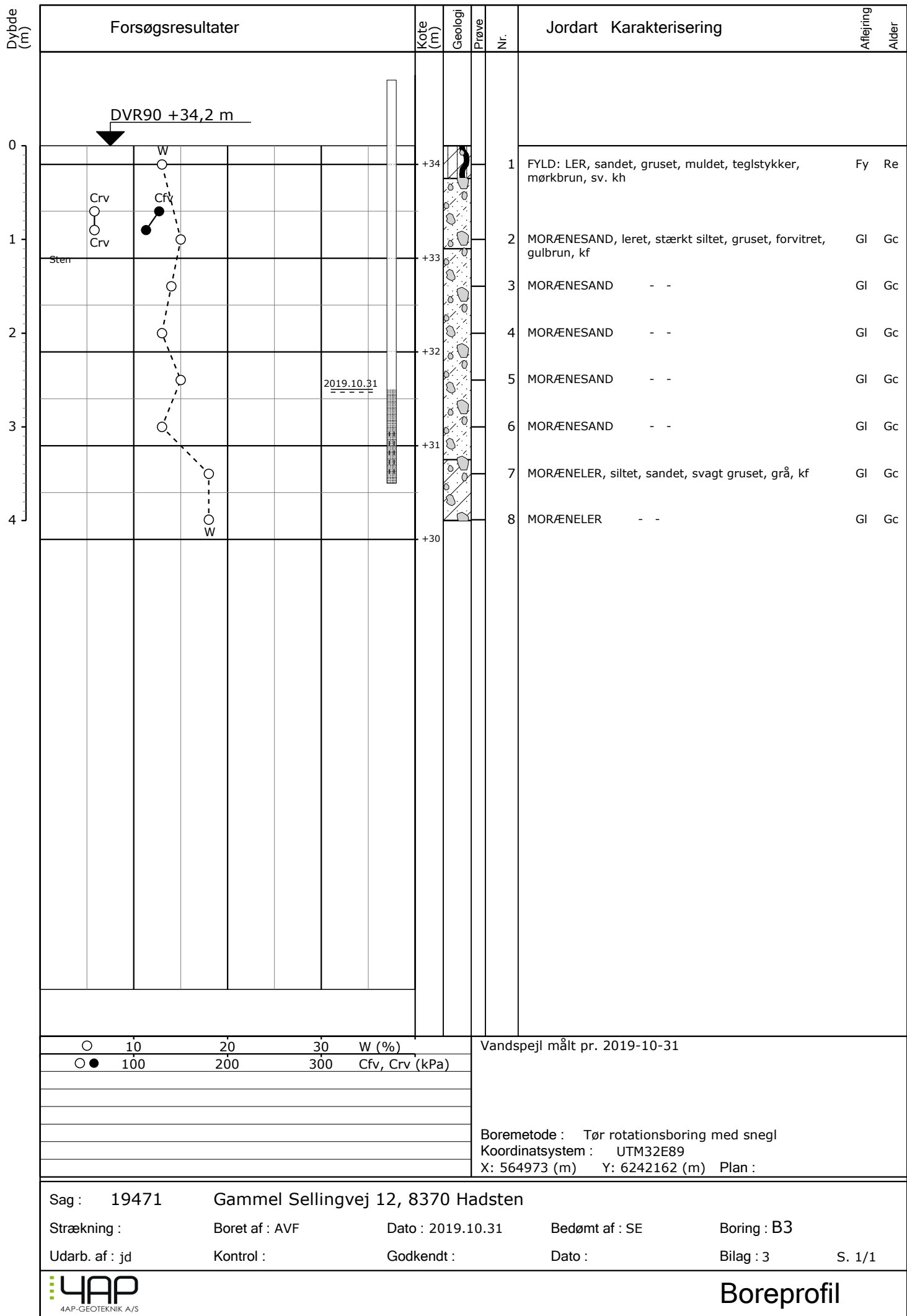
4AP-Geoteknik står naturligvis til rådighed for de videre arbejder i projektet og gennemfører gerne: supplerende undersøgelser, udgravningskontrol, komprimeringskontrol, beregning af geotekniske konstruktioner.

8. Opbevaring af jordprøver

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







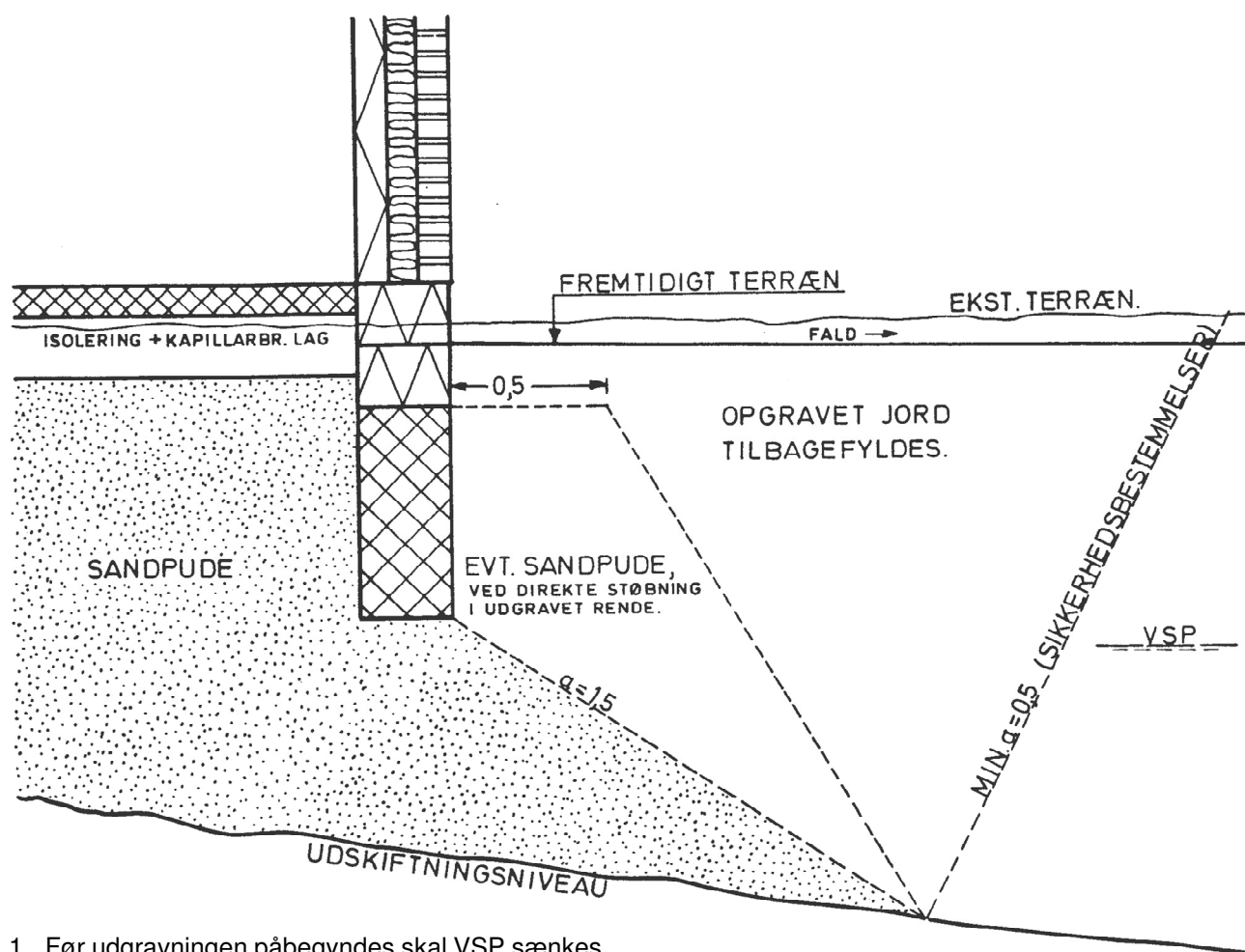


Signaturforklaring:

 Geoteknisk boring
Boringsnr.
Terrænkote iht. DVR90

Sag : Gammel Sellingvej 12, 8370 Hadsten			
Emne: Situationsplan			
 4AP-GEOTEKNIK A/S	Skanderborgvej 15, 8370 Hadsten Tlf. 86 98 22 44 E-mail: le@4ap.dk www.4ap.dk		Dato : 2019-11-05 Sagsnr. : 19471
	Mål : 1 : 400		Tegn. Nr. : Rev. :
	Sign. : JD		4

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).

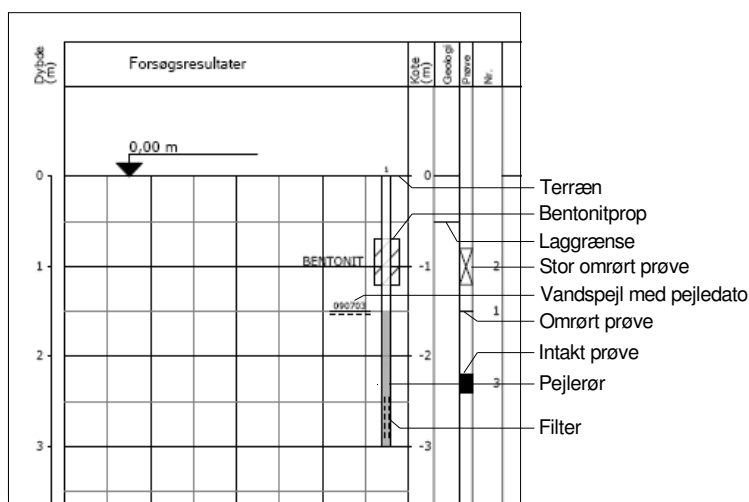
- og det traditionelle 0,15 m singelslag kan udelades.
- sandet er forholdsvis nemt at udlægge og komprimere.
- Komprimeringskontrollen lettes betydeligt.
- 4. Sandpuden bør kontrolleres med 3 á 5 isotopmålinger pr. meter sandpude, dog mindst 5 isotopmålinger pr. 500 m³ indbygget sand.
- 5. Sandkvaliteten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