



GEOTEKNISK UNDERSØGELSE

Søringen, Havndal – Byggemodning



Dato: 12. oktober 2017

DMR-sagsnr.: 2017-1557

Version: 1



Geoteknik - Din rådgiver gør en forskel ...

Ry	Slagelse	Jerslev J	Hvidovre	Kolding	Karup J	Nyborg
86 95 06 55	58 52 24 11	70 22 06 55	48 22 24 00	76 32 65 00	97 43 06 55	40 76 06 61

Geoteknisk undersøgelse for byggemodning og bassin på Søringen, 8970 Havndal.

Rekvirent: Randers Kommune
Miljø & Teknik – Sekretariatet
Odinsgade 7
8900 Randers

Afdeling: DMR Geoteknik
Industrivej 10A
8680 Ry

Indholdsfortegnelse

1. Projekt	3
2. Mark- og laboratoriearbejde	3
3. Jordbunds- og vandspejlsforhold	3
4. Funderingsforhold	4
5. Kloakering	5
5.1 Generelt.....	5
5.2 Anlægsforhold.....	5
6. Befæstede arealer	5
6.1 Generelt.....	5
6.2 Opfrysningsrisiko.....	6
7. Genindbygningsegnethed af opgravet jord	6
8. Afrømningsniveau	7
9. Kontrol	7
10. LAR anlæg	7
11. Miljø	8
12. Afsluttende bemærkninger	8

Bilag 1. Boreprofiler.

Bilag 2. Situationsskitse – ikke målfast.

Sagsbehandler



Richard de Churruca
Civilingeniør, kontorleder
30 96 19 68

Kvalitetskontrol



Claus Gammelmark Therkildsen
Geotekniker, Akademiingeniør
40 76 06 62

1. Projekt

Det aktuelle projekt omfatter byggemodning af 10 parcelhusgrunde. Byggemodningen indebærer etablering af ca. 150 m stamvej, kloakering samt LAR-anlæg.

Yderligere foreligger ikke oplyst.

2. Mark- og laboratoriearbejde

Den 26. september 2017 er der med Ø150 mm sneglebor udført 11 uforede geotekniske borer (1 -11), som er afsluttet 3,0 á 4,0 meter under nuværende terræn (m u. t.).

Under borearbejdet er der registreret laggrænser, udført vingeforsøg og optaget omrørte prøver.

Ovenstående arbejde er udført i henhold til DGF's "Felthåndbogen", 1999.

Boringerne er afsat på baggrund af det fra rekvirenten fremsendte tegningsmateriale samt de faktiske adgangsforhold. Boringernes placering fremgår af situationsskitsen i bilag 2.

Terrænkoten ved borepunkterne er bestemt med GPS iht. DVR90. Terrænkoten er afrundet til nærmeste 0,1 m.

Der er nedsat Ø25 mm pejlerør i borerne til registrering af grundvandsspejlets beliggenhed. Der er pejlet umiddelbart efter borearbejdets afslutning.

Samtlige prøver er geologisk bedømt og klassificeret i henhold til DGF's "Vejledning i ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse", 2009.

Det naturlige vandindhold er bestemt på udvalgte prøver i henhold til DGF's "Laborariehåndbogen", 2001.

Resultatet af ovenstående fremgår af boreprofilerne i bilag 1, som er optegnet i henhold til DGF's "Referenceblad for geotekniske profiler", 1995.

Signaturer og definitioner fremgår af bilag 1.

3. Jordbunds- og vandspejlsforhold

I borerne er der øverst truffet overjord og fyld (sand og sandmuld) til 0,2 á 1,9 m u. t., hvorefter der er truffet meget vekslende aflejringer af senglacialt/glacialt sand og ler til den borede dybde af 3,0 á 4,0 m u. t. I borerne 5 og 6 træffes dog lag af smeltevandsaflejret silt.

Der er pejlet i de nedsatte pejlerør umiddelbart efter borearbejdets afslutning, hvor grundvandsspejlet er registreret 3,8 m u. t. i boring 10. I borerne 1-9 og 11 er der ikke konstateret et frit grundvandsspejl.

Grundvandsspejlet, der næppe har stabiliseret sig fuldt ud på pejletidspunktet, må påregnes at være afhængigt af årstid og nedbør, ligesom det må forventes, at der kan stabilisere sig et eller flere sekundære vandspejl i eller over de impermeable lerlag. Fortsat pejling anbefales.

For en mere detaljeret beskrivelse af jordbunds- og vandspejlsforholdene henvises til boreprofilerne i bilag 1.

4. Funderingsforhold

I nedenstående tabel 4.1 er for det aktuelle projekt angivet vurderede niveau for underside stærkt sætningssivende lag (US), sammen med det registrerede grundvandsspejl, GVS:

Boring nr.	Terrænkote DVR90	US		GVS	
		Dybde, m u. t.	Kote, DVR90	Dybde, m u. t.	Kote, DVR90
1	+20,6	0,2	+20,4	Tør	-
2	+22,6	0,2	+22,4	Tør	-
3	+23,3	0,3	+23,0	Tør	-
4	+23,9	0,2	+23,7	Tør	-
5	+23,5	0,4	+23,1	Tør	-
6	+23,7	0,2	+23,5	Tør	-
7	+22,3	1,0	+21,3	Tør	-
8	+20,9	0,5	+20,4	Tør	-
9	+19,2	1,6	+17,6	Tør	-
10	+17,3	1,9	+15,4	3,8	+13,5
11	+16,6	1,3	+15,3	Tør	-

Tabel 4.1: Overside bæredygtige aflejringer, OSBL, sammen med det registrerede grundvandsspejl, GVS, for det aktuelle projekt.

For de trufne aflejringer og indbygget velkomprimeret sand- og grusfyld kan der påregnes følgende målte/skønnede karakteristiske styrkeparametre, deformationsparametre og rumvægte:

	Rumvægt	Karakteristiske styrkeparametre		E _m Modul (Mpa)
	γ_m/γ' kN/m ³	$\phi_{p,k}$ °	c _{u,k} kN/m ²	
Intakte aflejringer under US				
Sand, fint	19/9	33-36	0	30-40
Ler	19/9	0	55-150	5-15
Silt	19/9	31	150	5-15
Indbygningsmaterialer				
BS/Sandfyld	19/10	37	0	30-100
Stabilgrus	21/11	39	0	100-300

Tabel 4.2: Skønnede karakteristiske styrkeparametre, deformationsparametre og rumvægte.

5. Kloakering

5.1 Generelt

Kloakering kan udføres på traditionel vis i gravede render, eller evt. i gravekasser hvor pladsforholdene ikke tillader frie sider.

Samtlige aflejringer over US udskiftes med velkomprimeret sandfyld, hvorefter ledninger kan lægges på en sand/gruspude.

Det anbefales, at anvende de i afsnit 10 anførte komprimeringskrav for sandfyld.

Med en lægningsdybde på 1,0 á 3,0 m skal der generelt graves over grundvandsspejlet, hvorfor en midlertidig grundvandssænkning ikke er umiddelbart nødvendig. Dette skal dog eftervises ved pejling umiddelbart før gravearbejdet igangsættes.

Afstivede udgravninger skal beregnes for jordtryk i overensstemmelse med retningslinierne i EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) samt DKNA (Nationalt Anneks til Eurocode 7). Arbejdet skal i øvrigt udføres i overensstemmelse med retningslinierne i henhold til gældende normer og lægningsvejledningen.

5.2 Anlægsforhold

Udgravninger med frie sider af kortere varighed over vandspejlet kan udføres med følgende anlæg (a):

Dybde under terræn	0-2,5 m	2,5-5,0
Fedt ler	1,0	1,0
Silt	1,0	1,0
Fast ler ($C_v > 80 \text{ kN/m}^2$)	0,6	0,7
Fastlejret sand	0,4	0,7

Tabel 5.1: Skråningsanlæg (a) for korte midlertidige udgravninger.

Hvis toppen af skråningen belastes, med f.eks. opgravet jord eller trafiklast, skal ovennævnte hældning ubetinget reduceres, så farlige skred undgås. Dette er især vigtigt hvor der træffes fedt ler og silt, hvor pludselige brud kan opstå.

Gravning gennem disse aflejringer anbefales udført i gravekasser.

6. Befæstede arealer

6.1 Generelt

Befæstede arealer dimensioneres i henhold til gældende vejregler på baggrund af jordens opfrysningrisiko og bundmodul samt vejens trafikklasse. Der kan ved dimensionering anvendes de i afsnit 4.1 angivne E-moduler, E_m . Det endelige bund-elasticitetsmodul kan fastsættes ved statiske pladebelastningsforsøg i projekteret udgravningsniveau, hvorefter de endelige opbygninger af befæstelsen kan fastlægges.

Bundopbygningen/befæstelsen udlægges efter afgravning af sætningsgivende aflejringer ned til US iht. tabel 4.1

6.2 Opfrysningsrisiko

De trufne sandaflejringer uden bikomponenter af silt og ler vurderes at være frostsikkert.

Hvor sandet indeholder silt og/eller ler vurderes sandet at være frosttvivlsomt/frostfarligt.

Silt er frostfarligt.

De trufne leraflejringer vurderes ligeledes at være frosttvivlsomt/frostfarligt.

De frosttvivlsomme/frostfarlige materialer må ubetinget ikke genbruges i selve befæstelsen.

7. Genindbygningsegnethed af opgravet jord

I nedenstående skema 8.1 er for de trufne aflejringer indtil ca. 3,0 m u. t. angivet en vurdering af de enkelte jordarters drænegenskaber, frostfølsomhed, naturlige vandindhold samt en vurdering af jordens anvendelighed til indbygning under vejkasse.

Beskrivelse	Dræn-egensk.	Frost	W %	Anvendelighed (vurdering)	Bemærkninger
Sand, fint	Gode	-	5-18	Anvendeligt	Kan ikke anvendes som bundsikring
Sand, siltet, leret	Gode/moderate	(+)	5-20	Anvendeligt (Betinget anvendeligt)	Ler, og siltpartier skal frasorteres
Silt	dårlige	++	18-25	uegnet	
Ler, fedt	dårlige	+	16-30	uegnet	

Skema 7.1: De trufne jordarters egenskaber i forbindelse med genindbygning

*) Afhængig af muldindhold

Frostfølsomhed:

- ++ **Frostfarlig**, og opfrysningen sker relativ hurtigt, også ved kortere frostperioder og selv ved relativ stor afstand til grundvandet.
- + **Frostfarlig**, hvis forholdene begunstiger opfrysningen; opfrysningen vil ske relativ hurtigt, men afstanden til grundvandet vil være afgørende.
- (+) **Frostfarlig**, men den kapillære opslugning vil foregå så langsomt, at der skal længere frostperioder til for at sætte opfrysningsprocessen i gang.
- **Frostsikker** efter prøven at bedømme, men det skal sikres, at der ikke forekommer mere opfrysningsfarlige lag i serien.
- **Frostsikker** under alle forhold.
- ? Frostfaren kan umiddelbart ikke bedømmes.

Såfremt sandet ønskes anvendt som bundsikringsgrus, skal det opfylde de funktionskrav og specifikationer, som er nævnt i Norm for sand-, grus- og stenmaterialer, DS/EN 13285. Dette betyder, at sandfylden skal have et gennemfald på højst 9% på 0,063 mm sigten og en sandækvivalent SE på mindst 30.

8. Afrømningsniveau

De trufne ler- og siltaflejringer kan karakteriseres som udblødningsfarlige og følsomme overfor dynamiske påvirkninger - specielt i forbindelse med nedbør og højtstående grundvand.

I så tilfælde skal færdsel med entreprenørmateriel på afrømningsniveau undgås for at bevare jorden intakt og fyldsand indbygges i takt med udgravningen.

9. Kontrol

Der skal udføres en geoteknisk kontrol i forbindelse med udgravningsarbejderne. Kontrollen skal omfatte alle udgravninger for såvel kloakker som veje. Kontrollen skal sikre, at der foretages en tilstrækkelig udskiftning af ikke-bæredygtige aflejringer, og at de trufne aflejringer er i overensstemmelse med det forudsatte.

Det skal desuden kontrolleres, at tilbagefyldt jord over kloakledningerne og under belægninger består af sand eller egnede komprimerbare materialer. Standard Proctor forsøg og/eller Vibrationsforsøg kan med fordel udføres i god tid forud for indbygningen.

Bundsikrings- og stabilgrusets kvalitet skal kontrolleres, så det sikres, at kravene i Norm for sand-, grus- og stenmaterialer, DS/EN 13285 er overholdt.

Kontrolarbejder foretages som udgangspunkt iht. EN1997-1 (Eurocode 7, del 1), kapitel 4.3. Kontrolarbejdet skal gennemføres af en geoteknisk kyndig person, med erfaring indenfor jordartsbedømmelse.

For befæstede arealet anbefales det at opstille de i tabel 9.1 angivne komprimeringskrav til indbygget stabilt grus og bundsikringsgrus samt råjord under befæstelser, hvor VIB angiver referenceværdien for tørdensitet bestemt ved vibrationsforsøg udført på en prøve af materialet udtaget inden indbygning og SP angiver referenceværdi for tørdensitet bestemt ved Standard Proctor-forsøg på en prøve af materialet udtaget i det indbyggede materiale.

Dybde under færdig belægning	Stabilt grus, bundsikringsgrus og tilkørt sandfyld		Genindbygget råjord (ler)	
	> 2 m	< 2 m	> 2 m	> 2 m
Middelværdi af kontrolforsøg	≥ 92 % VIB	≥ 95 % VIB	≥ 92 % SP	≥ 96 % SP
Mindsteværdi af kontrolforsøg	89 % VIB	92 % VIB	89 % SP	92 % SP

Tabel 9.1: Komprimeringskrav for kontrolmålingerne udført med isotopsonde.

10. LAR anlæg

Der er i den udførte boring (11) for LAR anlæg øverst truffet fyldsand og sandmuld til 1,3 m u. t., hvorunder der er truffet et tyndt lag sand, som overlejrer impermeable leraflejringer.

Der er ikke truffet et vandspejl i boringen.

Den hydrauliske ledningsevne er på baggrund af erfaringsbaserede angivet i tabel 10.1.

Boring nr.	Dybde (m.u.t)	Aflejring	K (m/s)	
			Tabel	Forsøg
11	1,5	Sand fint, siltet	$1-5 \cdot 10^{-5}$	-
11	2,0	Ler, ret fedt	$10^{-6}-10^{-7}$	-

Tabel 10.1: Tabelværdi og forsøgsresultater for hydraulisk ledningsevne.

11. Miljø

I henhold til arealinfo.dk er lokaliteten ikke beliggende indenfor områdeklassificeret areal. Der er således som udgangspunkt ikke krav i jordflytningsbekendtgørelsen til prøvetagning, analyse og anmeldelse af jord, som deponeres/flyttes udenfor matriklen. Der kan dog være analysekrav fra modtageren af jord, hvilket anbefales klarlagt forud for jordflytning fra matriklen.

Krav til jordhåndteringen kan have indflydelse på projektets tidsplan og økonomi, hvorfor dette anbefales afklaret så hurtigt som muligt og helst inden opstart af projektet i marken.

12. Afsluttende bemærkninger

Der skal jf. EN1997-1 (Eurocode 7, del 1) kapitel 2.8 udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport, som blandt andet indeholder dokumentation for sammenhængen mellem de faktiske belastninger og jordens bæreevne.

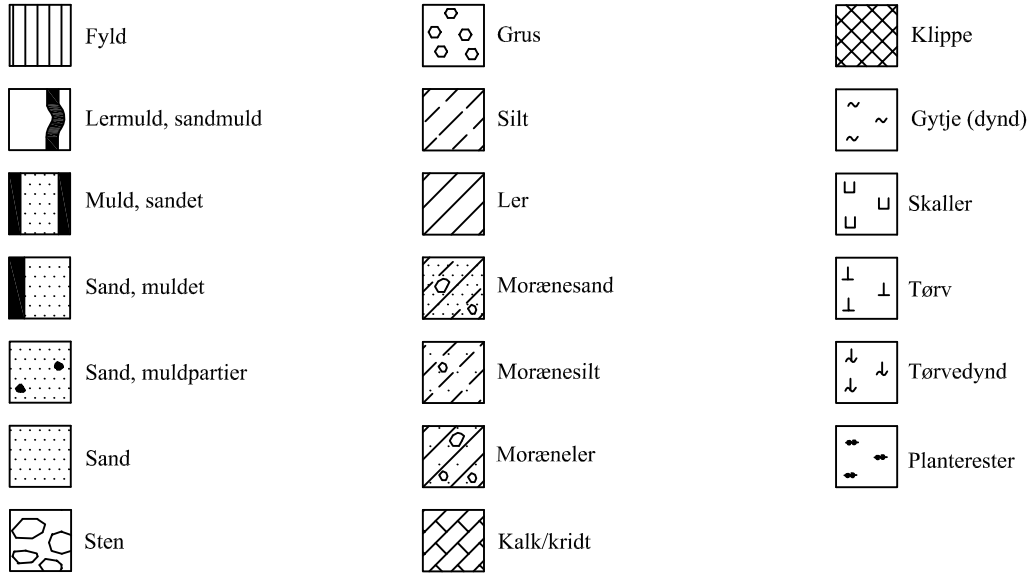
I det omfang det ønskes, står DMR Geoteknik selvsagt til rådighed for:

- supplerende undersøgelser, beregninger og vurderinger
- udførelse af kontrolarbejder i forbindelse med gravearbejde for fundamenter og afrømning for gulve og eventuelt sandpude
- udførelse af komprimeringskontrol
- vurdering af fyldjord og kontakt til myndigheder vedrørende bortskaffelse af jord
- videre drøftelse af geotekniske og funderingsmæssige spørgsmål i sagen.

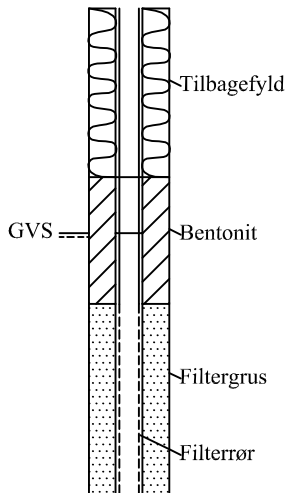
Det indkomne prøvemateriale opbevares 2 uger fra dato, hvorefter det bortskaffes, medmindre der forinden foreligger anden aftale.

Bilag 1

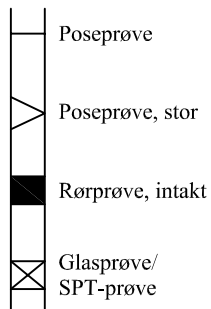
SIGNATURER OG DEFINITIONER



Filtersætning og afpropning



Prøvetype



Dannelsesmiljø

- Fy Fyld
- Br Brakvand
- Fe Ferskvand
- Fl Flydejord
- Gl Gletscher
- Ma Marin
- Ne Nedskyl
- O Overjord
- Sk Skredjord
- Sm Smeltevand
- Vi Vindaflejret
- Vu Vulkansk

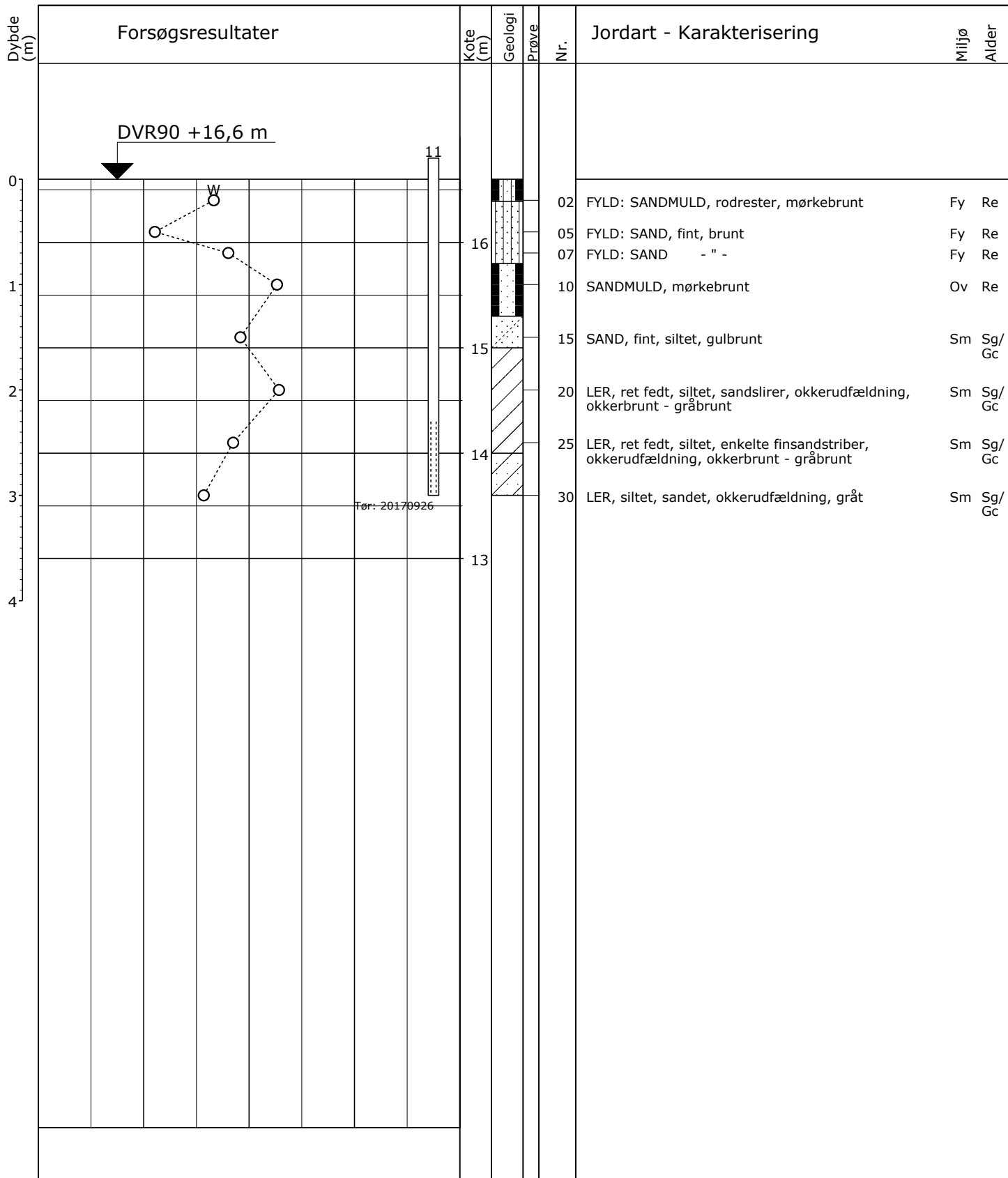
Geologisk alder

- Re Recent
- Pg Postglacial
- Sg Senglacial
- Al Allerød
- Gc Glacial
- Ig Interglacial
- Is Interstadial
- Pk Prækvarter
- Te Tertiær
- Pi Pliocæn
- Mi Miocæn
- Ol Oligocæn
- Eo Eocæn
- Pl Palæocæn
- Sl Selandien
- Da Danien
- Kt Kridt
- Se Senon

Forsøgsresultater

- W (%) ○ : Vandindhold, forholdet mellem vandvægt og kornvægt
- W_L (%) W_L → W_p : Vandindhold ved overgang fra flydende til plastisk konsistens
- W_p (%) : Vandindhold ved overgang fra plastisk til halvfast konsistens
- γ (kN/m³) △ : Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
- C_v, C_{vr} (kN/m²) ●, ○ : Udrænet forskydningsstyrke bestemt ved vingeforsøg
- N (slag/30cm) ▼ : Resultat af standard penetration tast
- gl_r (%) + : Forholdet mellem vægttab ved glødning og kornvægt (reduceret for kalk)
- e ▼ : Forholdet mellem porevolumen og kornvolumen

- ⊕ Sonderringsboring
- ⊗ Geoteknisk boring
- ⊞ Gravning / komprimeringskontrol
- ⊣ Tryksondering / CPT forsøg
- ✱ Vingeforsøg
- ⊞ Belastningsforsøg
- ⊞ Prøveramning
- ⊣ Sætningsmåling
- ⊣ Poretryksmåling
- ⊞ Geoelektrisk punktprofil
- +++ Geoelektrisk linieprofil
- Fixpunkt for nivellement



○ 10 20 30 W (%)

Boremetode: Tør, Rotationsboring uden forerør
 Projektion: UTM32E89
 X: 573762 (m) Y: 6279724 (m) Plan:

Sag: 2017-1557		Søringen 6, 8970, Havndal			
Boret af: KR	Dato: 2017.09.26	Bedømt af: JFD	DGU Nr.:	Boring: 11	
Udarb. af: ELO	Kontrol: JFD	Godkendt: CGT	Dato:	Bilag: 1	S. 1/1

GeoGIS2020 20.02.57B PSTG 11-10-2017 13:57:24

Bilag 2



Rådgivende Ingeniørfirma
DMR Geoteknik

Dato:
2017-10-11
Udført af
ELO

Situationsskitse
2017-1557 Søringen, Havndal

Bilagsnr.

2