

Billund Kommune
Driftsenheden Park og Vej
Tårnvej 30
7200 Grindsted

Att.: Lone Arendt Rasmussen

8. december 2020

Sag nr.: 202210

**Sag: Hejnsvig, Østerbo - Anlægsprojekt.
Geoteknisk rapport nr. 1.**

Hermed fremsendes resultatet af den orienterende geotekniske undersøgelse på ovennævnte sag. Til undersøgelsen er der udført 4 geotekniske borerer ført til 6 meter.

Rapporten indeholder følgende afsnit:

1. Projekt og undersøgelse
2. Mark- og Laboratoriearbejde
3. Geologi
4. Jordbund
5. Grundvand
6. Fundering
 - 6.1 Kloakledninger
 - 6.2 Dimensionering
 - 6.3 Grundvandssænkning
 - 6.4 Udførelse og stabilitet
 - 6.5 Tilfyldning, materialer og komprimeringskontrol
7. Nabokonstruktioner og ledninger
8. Miljøforhold og jordhåndtering
9. Inspektion

Bilag:

- 1 - 4 Boreprofiler – boring 1 - 4
- 4a Situationsskitse med resultatoversigt
- 4b Sigteanalyse boring 1, 2 og 3
- A Signaturforklaring

1. Projekt og undersøgelse

For Billund Kommune har Geoconsult ApS udført geotekniske undersøgelser for udstykning af arealet ved Østerbo i Hejnsvig.

Der er ikke ved borearbejdets iværksættelse oplyst dybder for lægning af de nye ledninger, og der foreligger ikke en arealdisponering.

Undersøgelsen har til formål at belyse jordbunds- og grundvandsforholdene, og kan ligge til grund for en projekteringsrapport.

Boringerne er placeret efter aftale med Billund Kommune. Boringernes placering fremgår af situationsskitsen, bilag 4a.

Samtlige mark- og laboratorieresultater fremgår af boreprofilerne, bilag 1 – 4. Signaturforklaring findes på bilag A.

2. Mark- og Laboratoriearbejde

Der er den 20. november 2020 udført 4 undersøgelsesboringer ført til 6,0 meter under terræn (m u.t.)

I de udførte geotekniske boringer er der monteret pejlerør. Et vandspejl vil fortsat kunne observeres i pejlerørene.

Markarbejdet er udført i overensstemmelse med retningslinjerne i Dansk Geoteknisk Forening Bulletin 14. Resultaterne af forsøgene er optegnet på boreprofilerne med angivelse af placering af prøver, laggrænser og grundvandsstand.

De optagne jordprøver er geologisk bestemt og klassificeret iht. Dansk Geoteknisk Forening Bulletin 1. Der er udført forsøg til bestemmelse af det naturlige vandindhold (w_{nat}) på alle prøver. Resultaterne fremgår af boreprofilerne, bilag 1 – 4. Signaturer og definitioner fremgår af bilag A. Undersøgelsens hovedresultater er samlet på bilag 4a.

For at vurdere nedslivnings- og indbygningsegenskaberne. Der er udført sigteanalyse på prøver fra følgende boringer: Boring 1, 2 og 3. Sigteanalyse er udført iht. DS/EN 933-1:2013.

For at vurdere frostfølsomheden af jorden er der desuden udført SE-forsøg de tilsvarende prøver som der er udført sigteanalyse på.

Der er på de intakte sandlag udtaget jordprøve til Vibrationsindstampning, jf. DS/EN 13286-5.

De optagne prøver opbevares 1 måned fra dato, med mindre der forinden træffes anden aftale.

3. Geologi

Undersøgelsesområdet er beliggende vest for hovedopholdslinjen, på Hejnsvig Bakkeø. Landskabet er dannet under sidste istid – Weichsel, og består af sand- og leraflejringer. Landskabet er et forholdsvis fladt landskab med et roligt højdekurvebillede. Landskabet falder mod sydøst.

4. Jordbund

Der er ved undersøgelserne overvejende truffet gode jordbundsforhold i de udførte borer. I boring 1 er der truffet jord der tyder på en gammel muldoverflade.

Jordbundsforholdene består i alle borer af senglaciale eller ældre sand- og leraflejringer. De overordnede jordbundsforhold fremgår af resultatoversigten bilag 4a.

Se i øvrigt de detaljerede boreprofiler, bilag 1 – 4.

5. Grundvand

Vandspejlet er pejlet i forbindelse med borearbejdet den 20. november 2020. Alle borer er tørre.

Det skal forventes, at vandspejlets beliggenhed er afhængig af årstid og nedbør.

6. Fundering

6.1 Kloakledninger

Med de ved borerne trufne bundforhold, kan der udføres en direkte fundering af ledninger og brønde i de trufne intakte jordlag.

Det er vor opfattelse, at projektet kan behandles i geoteknisk kategori 2, jf. Eurocode 7, 2007, 1. udgave, afsnit 2.1 og DK-Anneks K, afsnit K3.

6.2 Dimensionering

Ved dimensionering af permanente og midlertidige konstruktioner kan følgende skønnede styrkeparametre anvendes:

Intakt sand:	Karakt. plan friktionsvinkel:	$\varphi = 33 \text{ á } 34^\circ$.	
	Effektiv rumvægt:	$\gamma/\gamma' = 17/10$	kN/m ³ .
	Konsolideringsmodul k:	$E = 25 - 30$	Mpa.
På ler:	Udrænet forskydningsstyrke:	$C_{u,k} \sim C_v$	75 kN/m ² .
	Eff. rumvægt:	$\gamma/\gamma' = 21/11$	kN/m ³ .
	Konsolideringsmodul k:	$E = 10 - 15$	Mpa.
Muld og fyld:	Effektiv rumvægt:	$\gamma/\gamma' = 16/6$	kN/m ³ .
Indbygget fyldsand:	Karakt. plan friktionsvinkel:	$\varphi = 35 \text{ á } 36^\circ$.	
	Effektiv rumvægt:	$\gamma/\gamma' = 18/10$	kN/m ³ .
	Konsolideringsmodul k:	$E = >30$	Mpa.

6.3 Grundvandssænkning

Overalt hvor der skal graves under grundvandsspejlet, bør der ubetinget foretages en midlertidig grundvandssænkning for at hindre erosion af udgravningens sider og bund. Med de målte vandspejl er grundvandssænkning ikke nødvendig.

6.4 Udførelse og stabilitet

For midlertidige udgravninger i sand (friktionsjord) kan der udgraves med et anlæg på 1,5.
For midlertidige udgravninger i ler (kohæsionsjord) kan der udgraves med et anlæg på 0,8.

Kloakledning

Af hensyn til udgravningsbredde samt trafik- og overfladelaster anbefales det ved udgravning for kloakledninger i dybder fra 3 - 4 m generelt at anvende udspændt gravekasse.

Brønde

For udgravning til dybe brønde, hvor gravedybden er 4 - 5 m, anbefales det pga. af trafik- og overfladelaster at etablere afstivning ved udførelse af spuns eller tilsvarende.

Vi anbefaler, at dette vurderes nærmere, når det endelige projektmateriale forligger.

6.5 Tilflydning, materialer og komprimeringskontrol

Når muld og muldholdig jord, undtages, er jordlag med hovedbetegnelsen SAND egnede som fyld, efter at der er tilfyldt forskriftsmæssigt omkring ledningerne indenfor vejarealer.

De trufne rene sandmaterialer vil kunne genanvendes som bundsikringssand i vejarealer. For kornkurver henvises til bilag 4b. SE-forsøg er udført på de samme jordprøver som de udførte sigtekurver, se nedenstående. SE-forsøg er udført iht. DS/EN 933-8:2013.

Blandeprøverne består af følgende delp prøver:

Sigteanalyse 1: Boring 1; Prøve 05 - 15.	$K = 2,25 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	SE = 68%
Sigteanalyse 2: Boring 1; Prøve 26 - 45.	$K = 2,56 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	SE = 61%
Sigteanalyse 3: Boring 2: Prøve 05 - 20 og Boring 3: Prøve 05 - 20.	$K = 1,96 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	SE = 57%
Sigteanalyse 4: Boring 2: Prøve 25 - 60 og Boring 3: Prøve 25 - 60.	$K = 2,25 \times 10^{-4} \text{ m/s}$	SE = 74%

Der er på de intakte sandlag udtaget jordprøve til Vibrationsindstampning, jf. DS/EN 13286-5.

Der er udtaget jordprøver til 2 vibrationsindstampninger.

Vibrationsindstampning 1, består af følgende jordprøver:

Boring 1; Prøve 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 og 50.
Boring 2; Prøve 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 og 50.

Vibrationsindstampningen giver en Maximal tørdensitet på $1,84 \text{ Mg/m}^3$, og et optimalt vandindhold på 14,6 %.

Vibrationsindstampning 2, består af følgende jordprøver:

Boring 3; Prøve 05, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 og 50.
Boring 4; Prøve 05, 10, 15 og 20.

Vibrationsindstampningen giver en Maximal tørdensitet på $1,92 \text{ Mg/m}^3$, og et optimalt vandindhold på 12,2 %.

Tilbagefyldning i vejarealer

Til-/omkringfyldning

Ønskes de generelle krav til opbygning af veje overholdt, anbefales tilbagefyld over ledninger op til underside af vejkasse komprimeret til følgende tætheder.

Dybde under færdig vej	Komprimeringskrav, %SP/VI, målt med isotopsonde
Større end 2 meter	95% SP / 92% VI
Mindre end 2 meter	98% SP / 95% VI

En sådan komprimering skønnes at kunne opnås ved 5 á 6 overkørsler med tungt vibrationsgrej på max. 0,3 m tykke lag. Komprimeringen skal udføres i takt med at gravekassen/afstivningen fjernes.

Vi skønner at de trufne sandaflejringer uden problemer vil kunne genindbygges til ovenstående komprimeringskrav.

Vejkassen

For selve vejkassen stilles følgende krav til materialer og komprimering.

Materialer

Bundsikringsgrus og stabilgrus, der anvendes til befæstede arealer, skal opfylde Vejdirektoratets krav til Vejmaterialer DS/EN 13285 – ubundne bærelag.

Komprimering

Bundsikringsgrus under vejbelægninger komprimeres til mindst 95 % VI (vibrationsindstampning) bestemt ved isotopsondemetoden, og der må ikke måles værdier under 92 % VI. I stabilgruset under vejbelægninger komprimeres til mindst 95 % VI (vibrationsindstampning) bestemt ved isotopsondemetoden, og ingen værdier under 92 % VI.

Den anførte komprimeringsgrad er at opfatte som et gennemsnit af minimum 5 målinger/forsøg.

Tilbagefyldning udenfor vejarealer

Udenfor vejarealer, i rabatten, anbefaler vi af hensyn til fremtidige sætninger, at der anvendes komprimeringskrav tilsvarende dem for ledningsgraven.

7. Nabokonstruktioner og ledninger

Ved udgravning/fundering samt grundvandssænkning i nærheden af eksisterende nabo-konstruktioner, skal nabo-konstruktionernes midlertidige og permanente funderingsforhold ubetinget undersøges minimum i geoteknisk kategori 2, jf. Eurocode 7. Undersøgelsen skal i øvrigt afpasses efter disse nabo-konstruktioners art, størrelse og fundering.

8. Miljø og jordhåndtering

Opmærksomheden henledes på, at overskudsmaterialer, der skal bortkøres fra området, skal håndteres i overensstemmelse med Jordforureningsloven, samt tilhørende bekendtgørelser. Som udgangspunkt påregnes jord indenfor vejarealer er muligt forurenet.

Området ligger uden for Bollund Kommunes områdeklassificering, hvorfor jorden som udgangspunkt kan behandles som ren jord.

Der er ved nærværende undersøgelse ikke truffet visuelle eller lugtmæssige tegn på miljøfremmede forkomster i de udførte borer.

Hvis der under jordarbejdet konstateres en ukendt forurening, skal dette anmeldes til Billund Kommune (JFL § 71), og Jordarbejdet skal stoppes.

9. Inspektion

Det anbefales at der udføres et løbende tilsyn med udgravningerne af en geoteknisk sagkyndig.

Ligeledes anbefales projektets krav til kvalitet og udlægning af anvendte fyldmaterialer dokumenteret.

Ovenstående forhold skal udføres i overensstemmelse med Eurocode 7, 2007, 1. udgave, afsnit 4.3 og 5.3.4, samt det tilhørende danske annek.

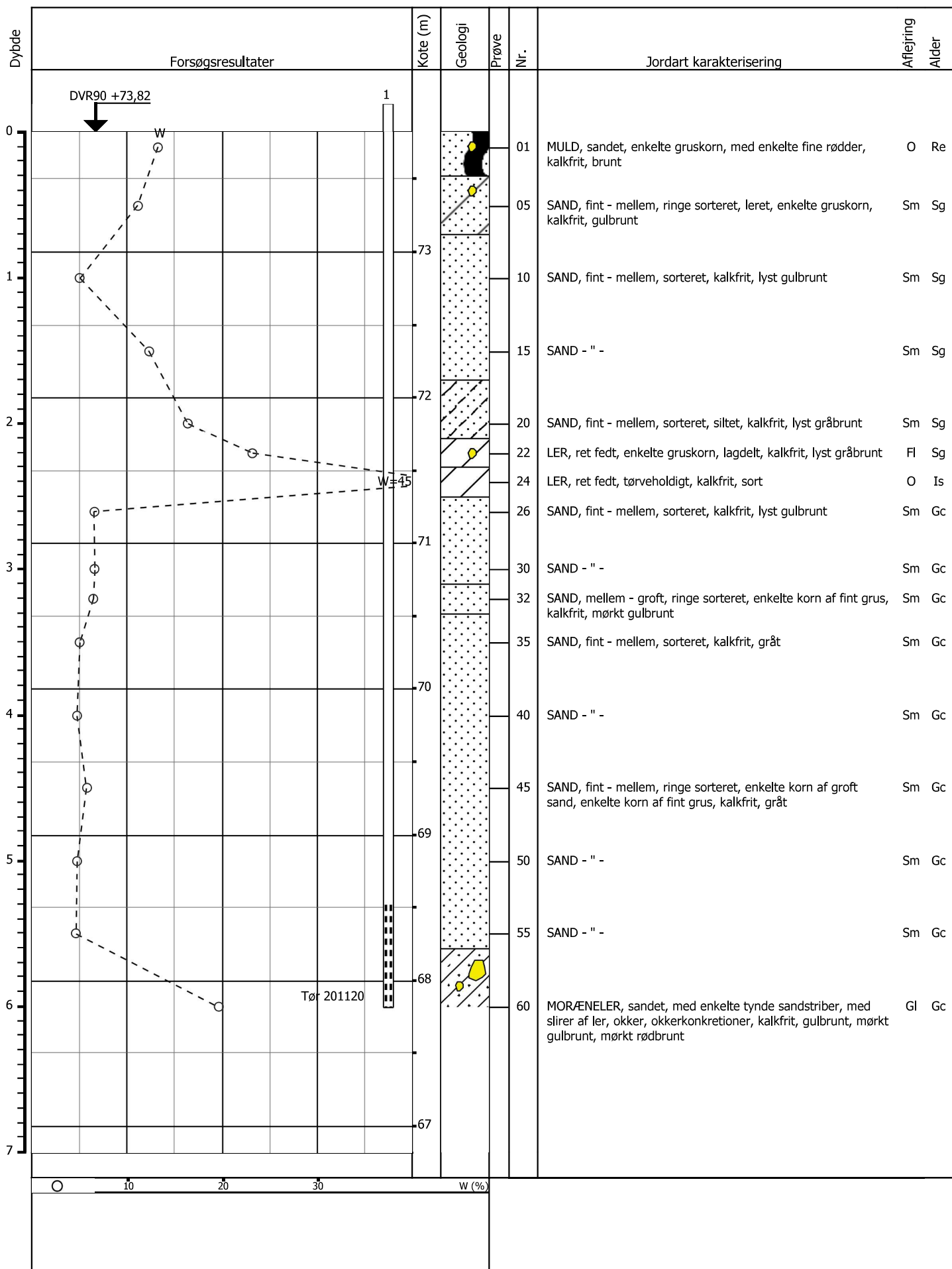
Vi er naturligvis fortsat til disposition for drøftelse af såvel projektet, som undersøgelsen og dens resultater.

Med venlig hilsen

GeoConsult ApS



Jan Pristed
Projektleder – Geoteknik



Sag: 202210

Hejnsvig, Østerbo

Boring: 1

Boring udført: 20-11-2020

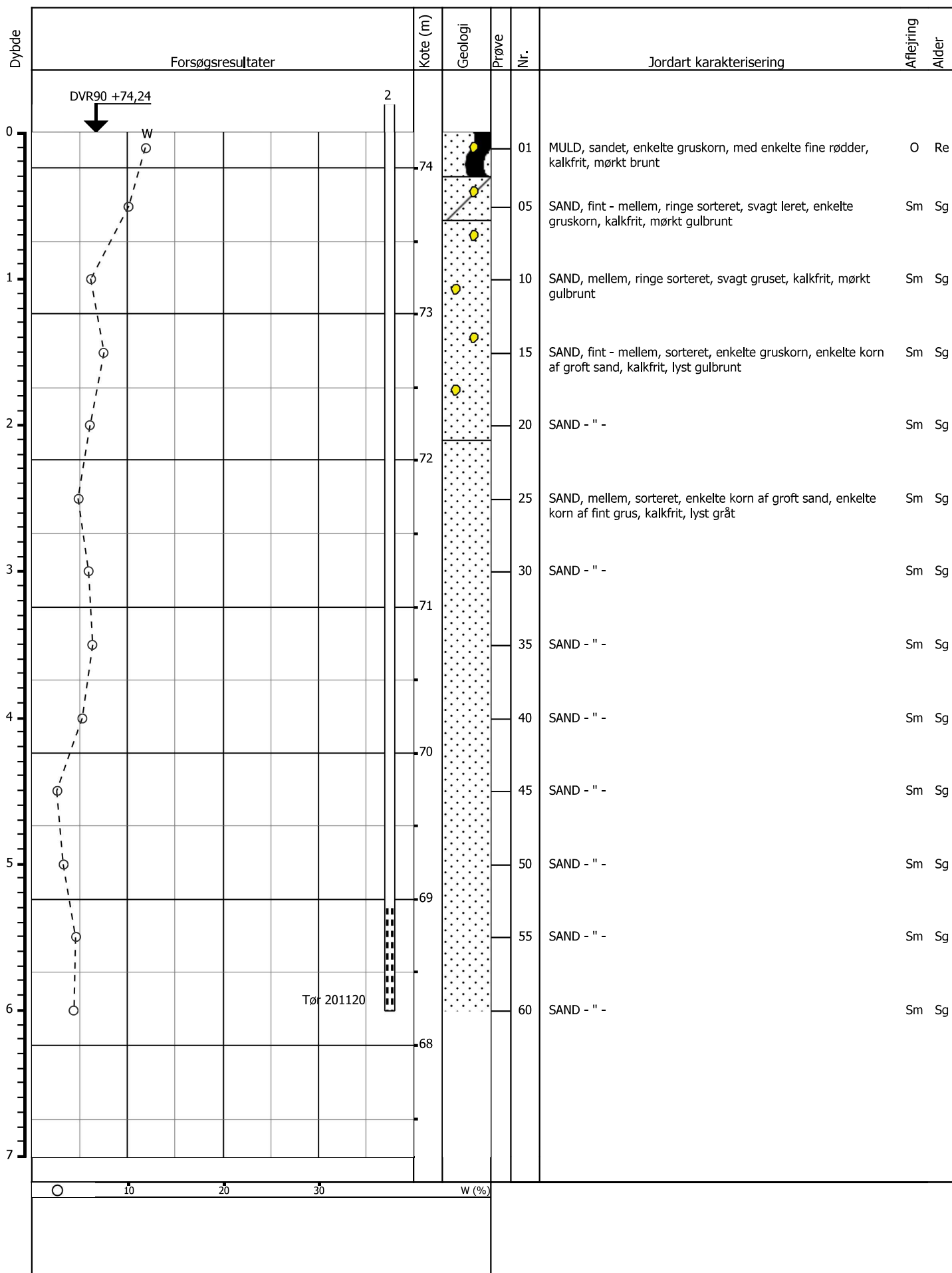
Godkendt: 04-12-2020

Bilag: 1

s. 1/1

GeoConsult - Jordbundsundersøgelser

Boreprofil



Sag: 202210

Hejnsvig, Østerbo

Boring udført: 20-11-2020

Godkendt: 04-12-2020

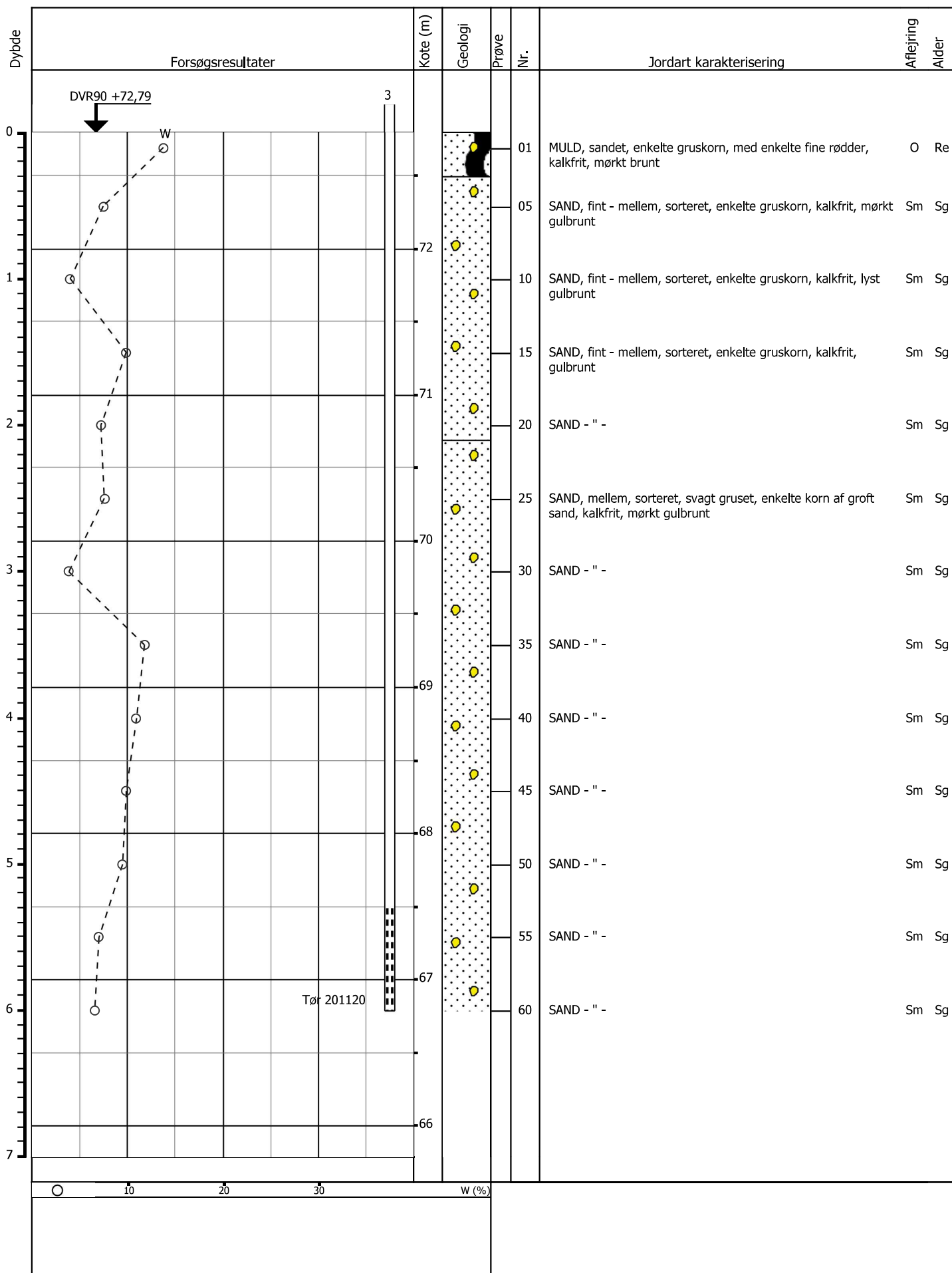
Boring: 2

Bilag: 2

s. 1/1

GeoConsult - Jordbundsundersøgelser

Boreprofil



Sag: 202210

Hejnsvig, Østerbo

Boring udført: 20-11-2020

Godkendt: 04-12-2020

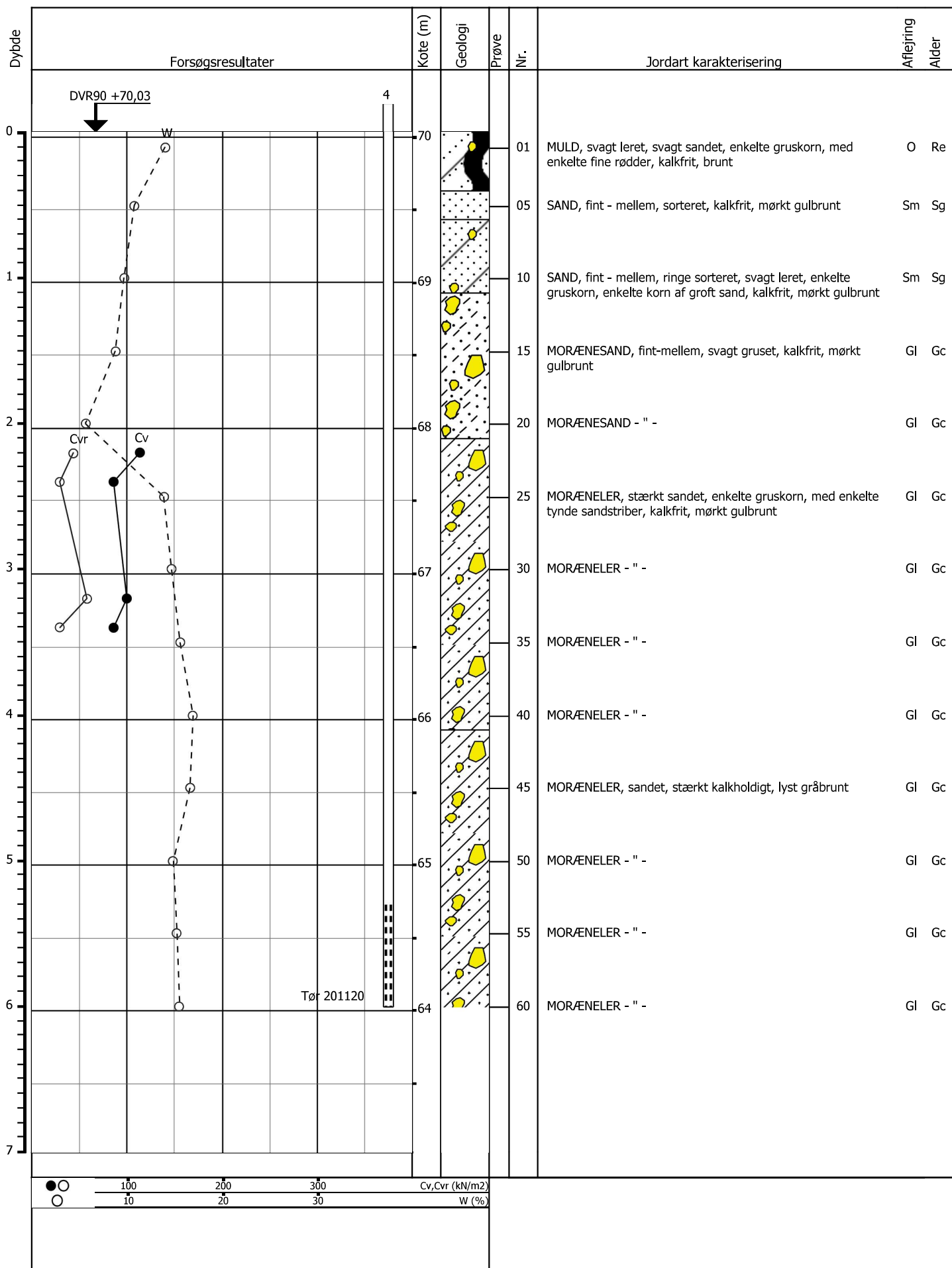
Boring: 3

Bilag: 3

s. 1/1

GeoConsult - Jordbundsundersøgelser

Boreprofil



Sag: 202210

Hejnsvig, Østerbo

Boring udført: 20-11-2020

Godkendt: 04-12-2020

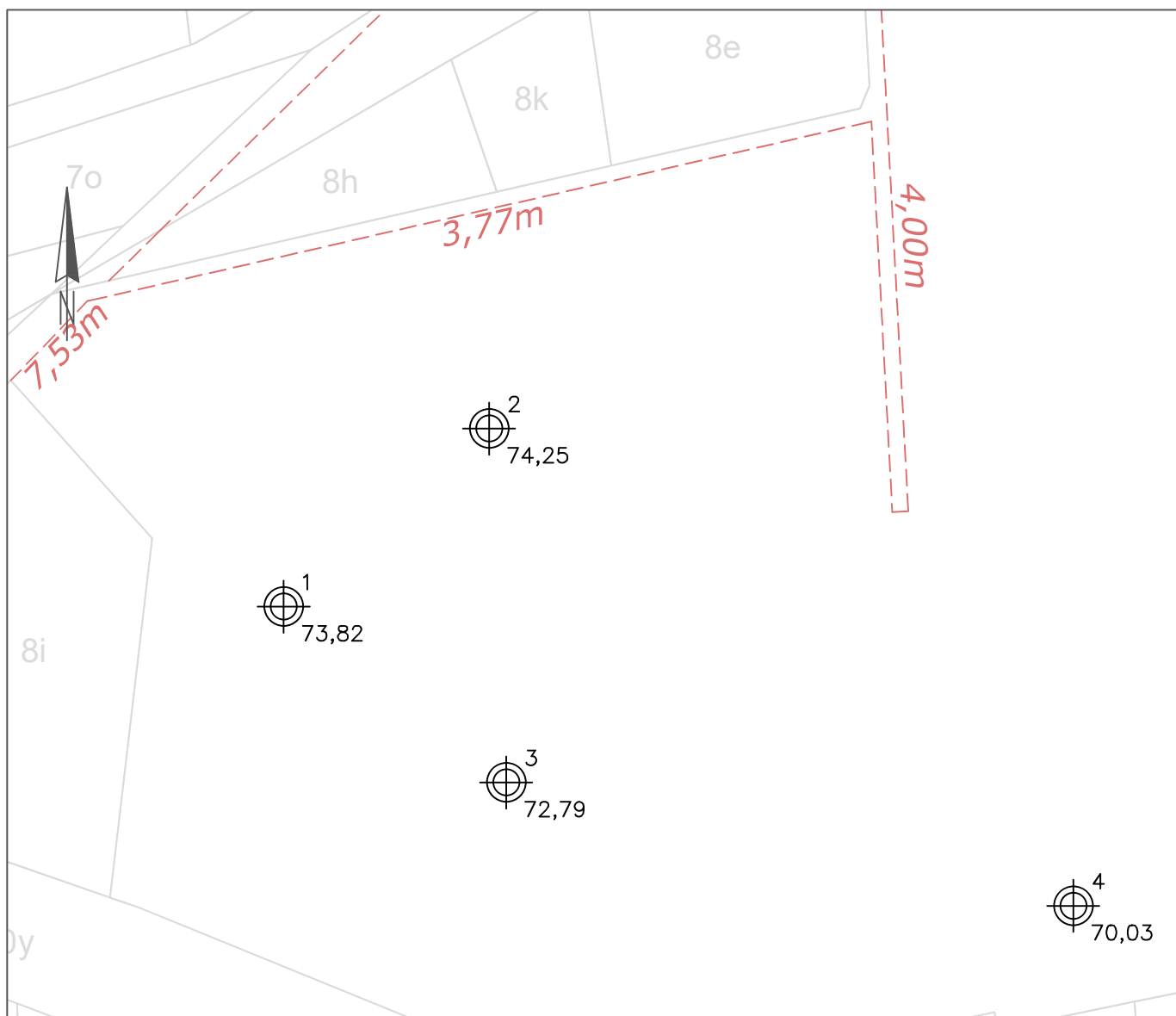
Boring: 4

Bilag: 4

s. 1/1

GeoConsult - Jordbundsundersøgelser

Boreprofil



RESULTATOVERSIGT

PUNKT	TK	AFRN		OSBL		VSP	
Nr.	Kote	Kote	mut	Kote	mut	Kote	mut
1	73,8	73,5	0,3	71,3	2,5		Tør
2	74,2	73,9	0,3	73,9	0,3		Tør
3	72,8	72,5	0,3	72,5	0,3		Tør
4	70,0	69,6	0,4	69,6	0,4		Tør
MAX	74,2	73,9	0,4	73,9	2,5		Iør
GNS	72,7	72,4	0,3	71,8	0,9		Tør
MIN	70,0	69,6	0,3	69,6	0,3		Tør

TK Terrænkote på boretidspunkt

AFRN Afrømningniveau for vej mv.

OSBL Overside bæredygtige lag

VSP Vandspejl på boretidspunkt

mut meter under terræn

mug meter under gulv

Koter er angivet i meter, og refererer til system DVR90

Dybder er angivet i meter under eksisterende terræn



NR

DVR90

Undersøgelsesboring, med mulighed for vandspejlsobservation

GeoConsult



- Et sikkert grundlag

Sag: 202210 Hejnsvig, Østerbo

Situationsskitse

Godkendt:

Dato: 23-11-2020

Bilag:

4a

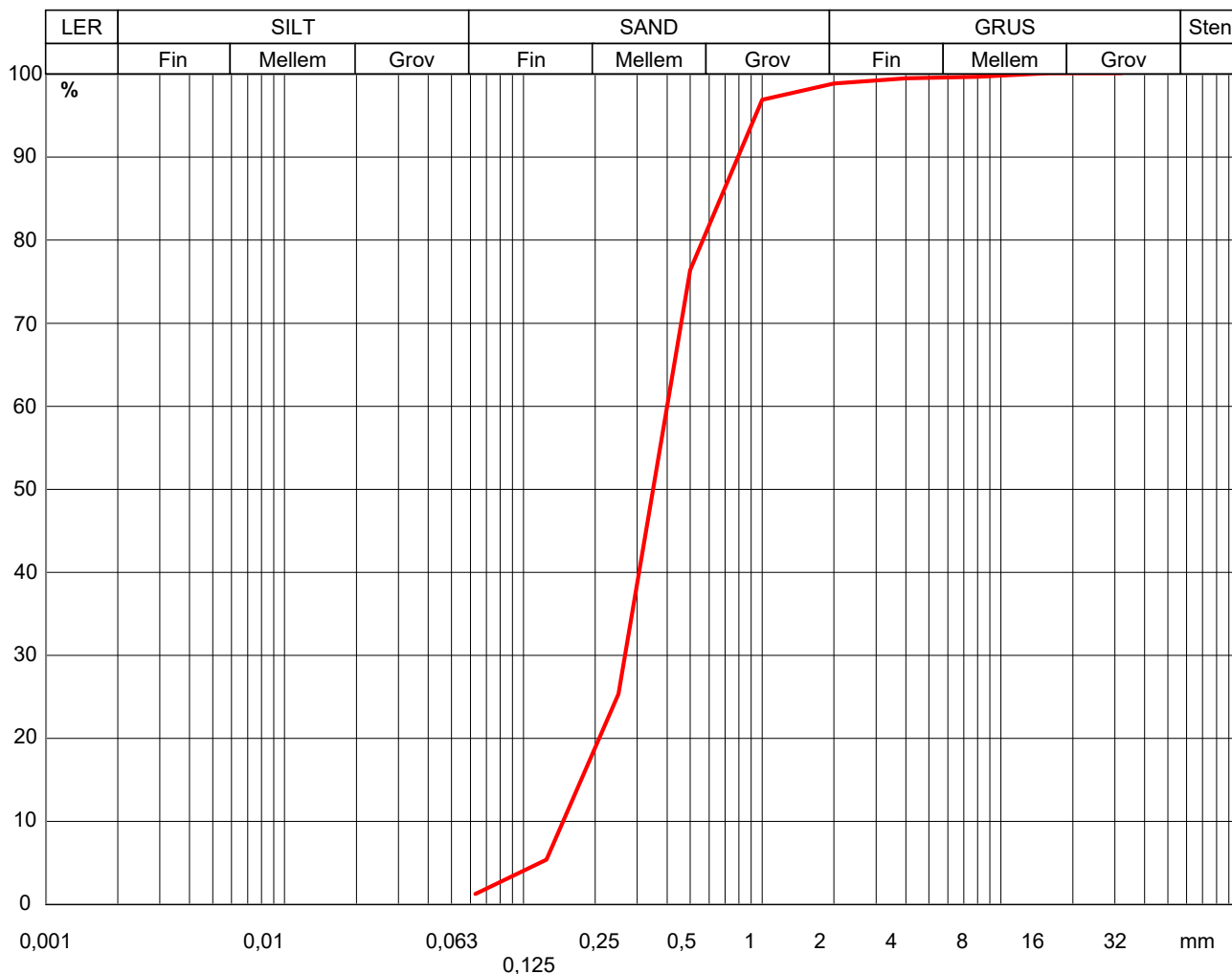
GeoConsult ApS Snedkervej 39 6740 Bramming Tlf. 75102777 Fax. 75102799

Sigtekurve

Sag Hejnsvig, Østerbo
 Sag nr. 202210
 Rekvirent
 Lokalitet Boring 1 (05+10+15)
 Udtagningsdato 20-11-2020
 Analysedato 25-11-2020
 Lab. nr. 255 - Sigteanalyse 1
 Udtaget af MFJ



Sigteanalyse - DS/EN 933-1:2013



Beregnete gennemfaldsværdier:

d10	d15	d50	d60	d85
0,15	0,19	0,37	0,42	0,71

Beregnet uensformighedstal: $U = d_{60}/d_{10}$

$U = 2,73$

Bemærkninger:

Konklusion:

Den 04.12.20

Godkendt JP

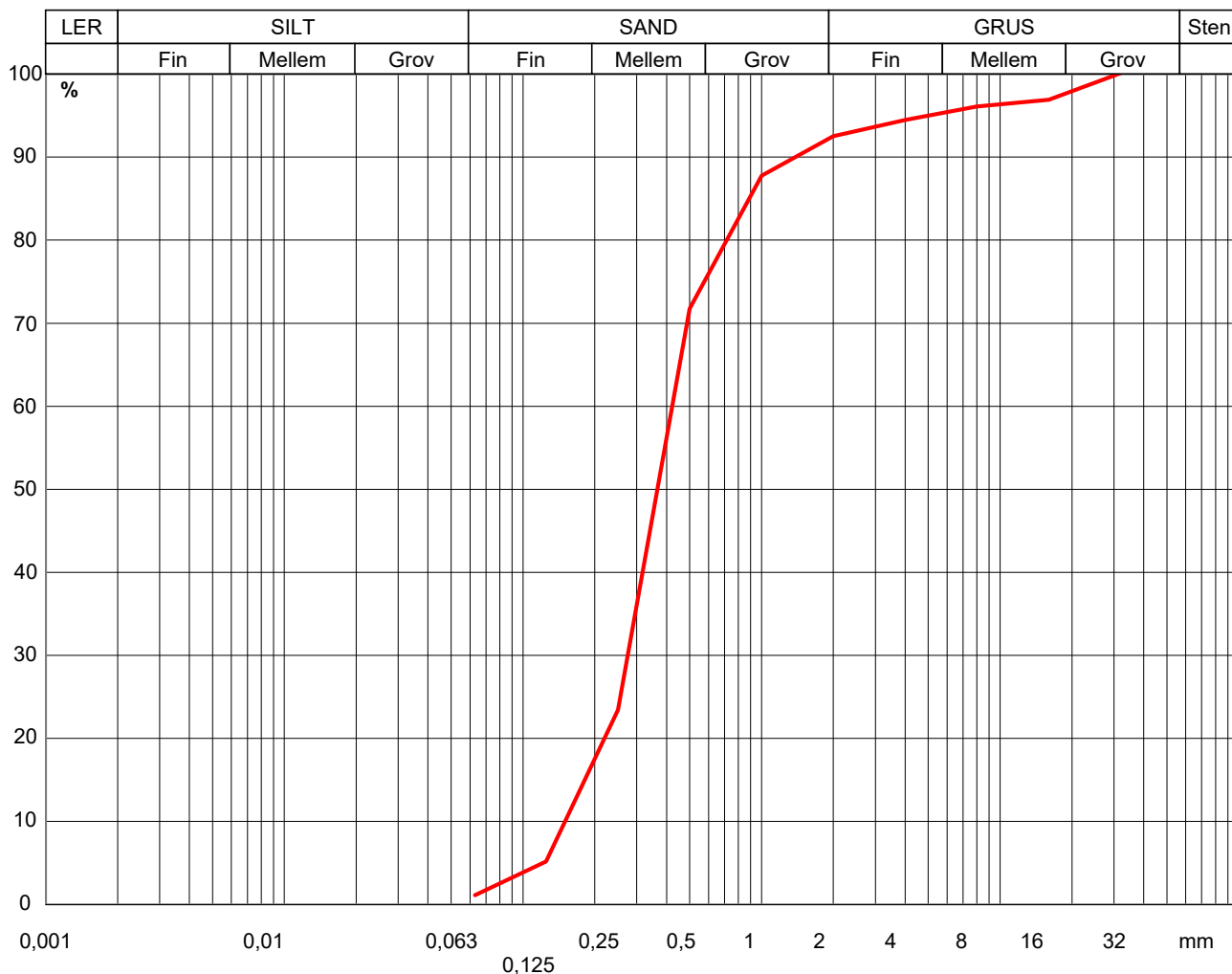
GeoConsult ApS, Snedkervej 39, 6740 Bramming
 Mail: info@gec.dk, Telefon 75 10 27 77

Sigtekurve

Sag Hejnsvig, Østerbo
Sag nr. 202210
Rekvirent
Lokalitet Boring 1 (26+30+35+40+45)
Udtagningsdato 20-11-2020
Analysedato 25-11-2020
Lab. nr. 259 - Sigteanalyse 2
Udtaget af MFJ



Sigteanalyse - DS/EN 933-1:2013



Beregnete gennemfaldsværdier:

d10	d15	d50	d60	d85
0,16	0,19	0,39	0,439	0,91

Beregnet uensformighedstal: $U = d_{60}/d_{10}$

$U = 2,78$

Bemærkninger:

Konklusion:

Den 04.12.20

Godkendt JP

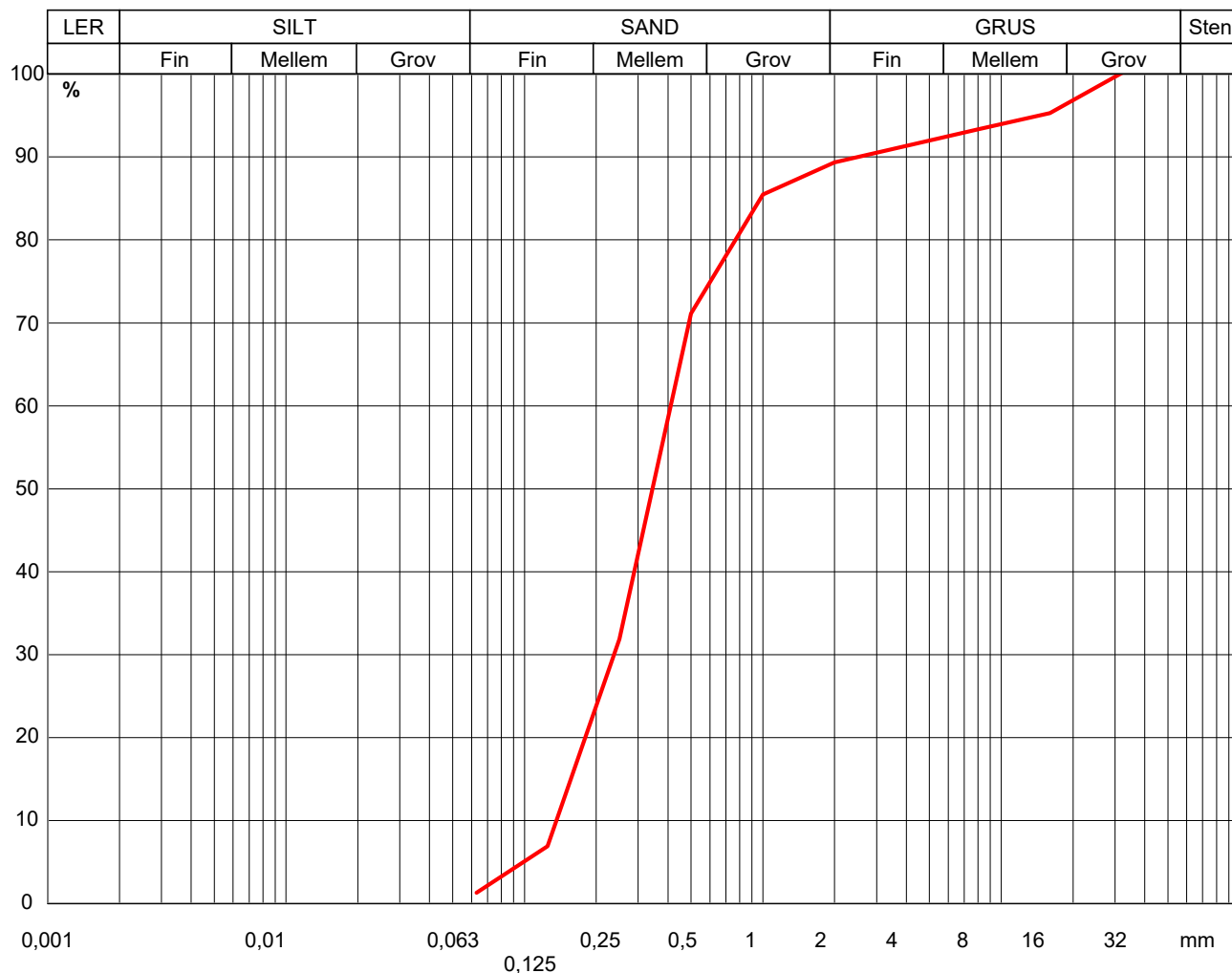
GeoConsult ApS, Snedkervej 39, 6740 Bramming
Mail: info@gec.dk, Telefon 75 10 27 77

Sigtekurve

Sag Hejnsvig, Østerbo
 Sag nr. 202210
 Rekvirent
 Lokalitet Boring 2+3 (05+10+15+20)
 Udtagningsdato 20-11-2020
 Analysedato 25-11-2020
 Lab. nr. 252 - Sigteanalyse 3
 Udtaget af MFJ



Sigteanalyse - DS/EN 933-1:2013



Beregnete gennemfaldsværdier:

d10	d15	d50	d60	d85
0,14	0,17	0,37	0,429	0,98

Beregnet uensformighedstal: $U = d_{60}/d_{10}$

$U = 3,06$

Bemærkninger:

Konklusion:

Den 04.12.20

Godkendt JP

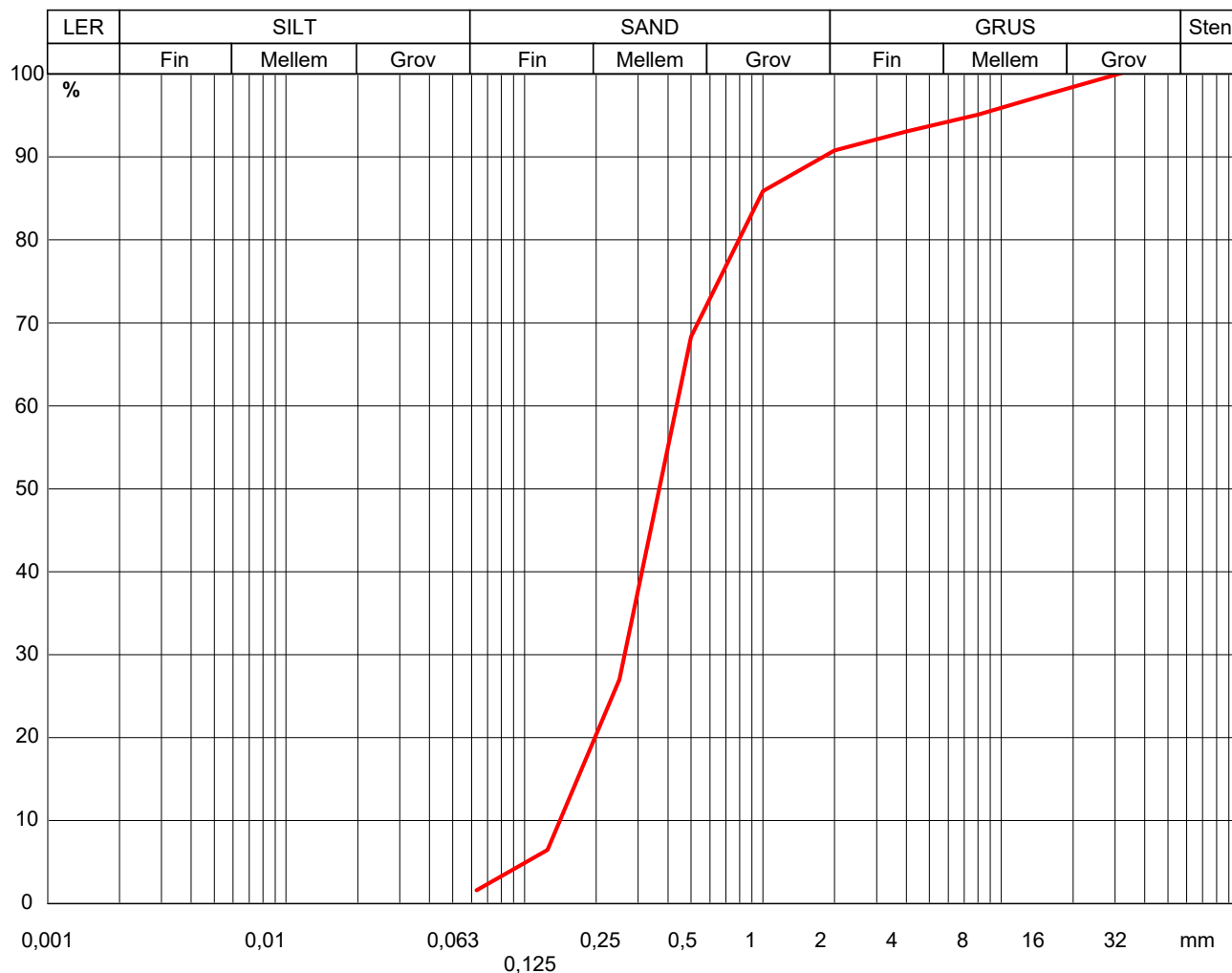
GeoConsult ApS, Snedkervej 39, 6740 Bramming
 Mail: info@gec.dk, Telefon 75 10 27 77

Sigtekurve

Sag Hejnsvig, Østerbo
 Sag nr. 202210
 Rekvirent
 Lokalitet Boring 2+3 (25+30+35+40+45+50+55+60)
 Udtagningsdato 20-11-2020
 Analysedato 25-11-2020
 Lab. nr. 253 - Sigteanalyse 4
 Udtaget af MFJ



Sigteanalyse - DS/EN 933-1:2013



Beregnete gennemfaldsværdier:

d10	d15	d50	d60	d85
0,15	0,18	0,39	0,45	0,97

Beregnet uensformighedstal: $U = d_{60}/d_{10}$

$U = 3,07$

Bemærkninger:

Konklusion:

Den 04.12.20

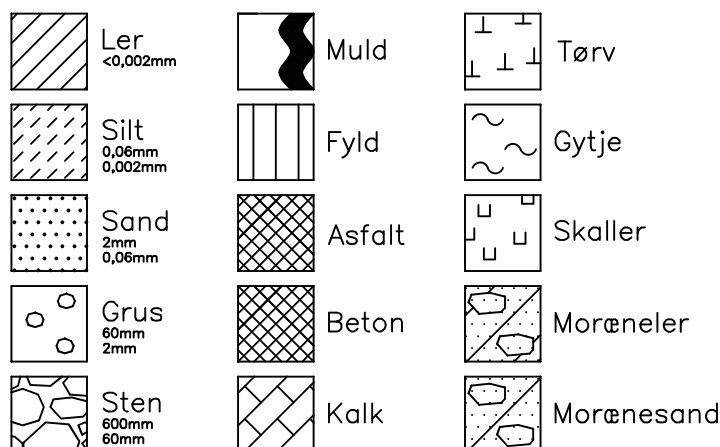
Godkendt JP

GeoConsult ApS, Snedkervej 39, 6740 Bramming
 Mail: info@gec.dk, Telefon 75 10 27 77



Signaturforklaring og Definitioner

Jordartssignaturer



Geologiske Forkortelser

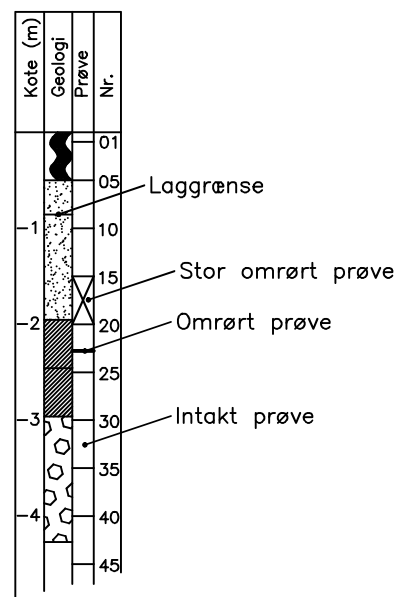
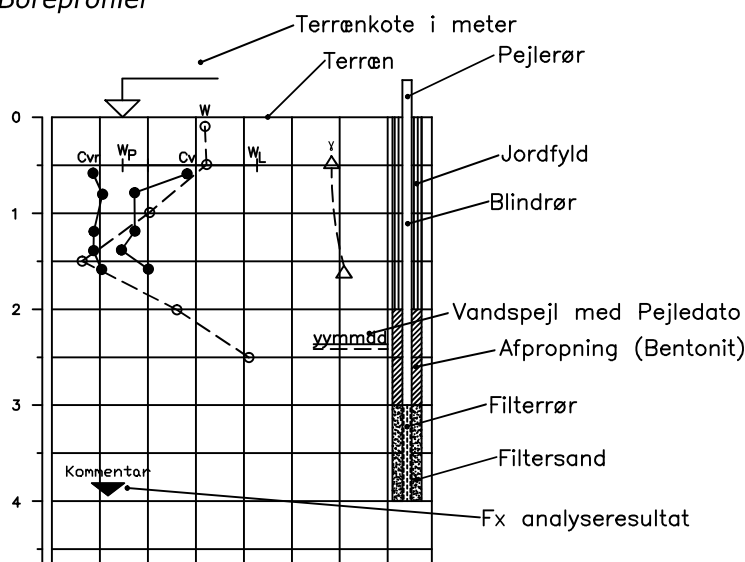
Aflejringer:

O	Overjord
Fy	Fyld
Vi	Vindaflejrings
Fe	Ferskvandsaflejrings
Br	Brakvandsaflejrings
Ma	Marinaflejrings
Ne	Nedskyldsaflejrings
Fl	Flydejords
Sk	Skredjords
Sm	Smeltevandsaflejrings
Gl	Gletcheraflejrings

Alder:

Re	Recent
Pg	Postglacial
Sg	Senglacial
Gc	Glacial
Ig	Interglacial
Is	Interstadial
Mi	Miocæn
Ol	Oligocæn
Eo	Eocæn
Sl	Selandien
Da	Danien
Pl	Palæocæn
Te	Tertiær
Kt	Kretasisk

Boreprofiler



Definitioner

Vandindhold %	W	= Vandvægten i procent af tørstof
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
Glødetab %	Gl	= Jordens vægttab ved langvarig glødning i procent af tørstofvægten
Rammesondering (LRS5)	L	= Antal slag pr. 20cm nedtrængning
Rumvægt (kN/m ³)	γ	= Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
Sonderingsmodstand	D	= Antal halve omdrejninger pr. 20cm nedtrængning for spidsbor med 100kg belastning
Flydegrænse	W _L	= Vandindhold ved overgang fra flyende til plastisk tilstand
Plasticitetsgrænse	W _p	= Vandindhold ved overgang fra plastisk til halvfast tilstand
Plasticitetindex	I _p	= W _L - W _p

Signaturer på situationsplaner og skitser

	Undersøgelsesboring, med mulighed for vandspejlsobservation.		Boring med prøvegravning		Rammesondering
	Undersøgelsesboring, uden mulighed for vandspejlsobservation		Punkt/Målepunkt		Poretalsmåling
	Håndboring		Forslag til placering af pejleboringer		Sætningsmåling
			Vingeforsøg		Vibrationsmåler