

NOTAT VEDR. NEDSIVNINGSTEST KALHAVEVEVEJ, 8763 Rask Mølle



Dato: 21. september 2021

DMR-sagsnr.: 2021-0900.13

Version: 1



Geoteknik

Din rådgiver gør en forskel ...

Vi er landsdækkende. Find nærmeste kontor på www.dmr.dk

Notat vedrørende nedsivningstest Kalhavevej, 8763 Rask Mølle.

Rekvirent: PS Udlejning ApS
Lykkevænget 2
8763 Rask Mølle

Afdeling: DMR Klimatilpasning
Kokbjerg 14
6000 Kolding

Indholdsfortegnelse

1. Projekt	2
2. Nedsivningstest og permeabilitetskoefficient.....	3
3. Geotekniske boring	3
4. Vurderinger og konklusion.....	4

Bilag 1. Testresultater fra nedsivningsforsøg og boreprofil

Bilag 2. Testresultater fra sigte/slemme analyser

Sagsbehandler



Henrik Krogh
Klima og forsyningsingeniør
25 50 55 35

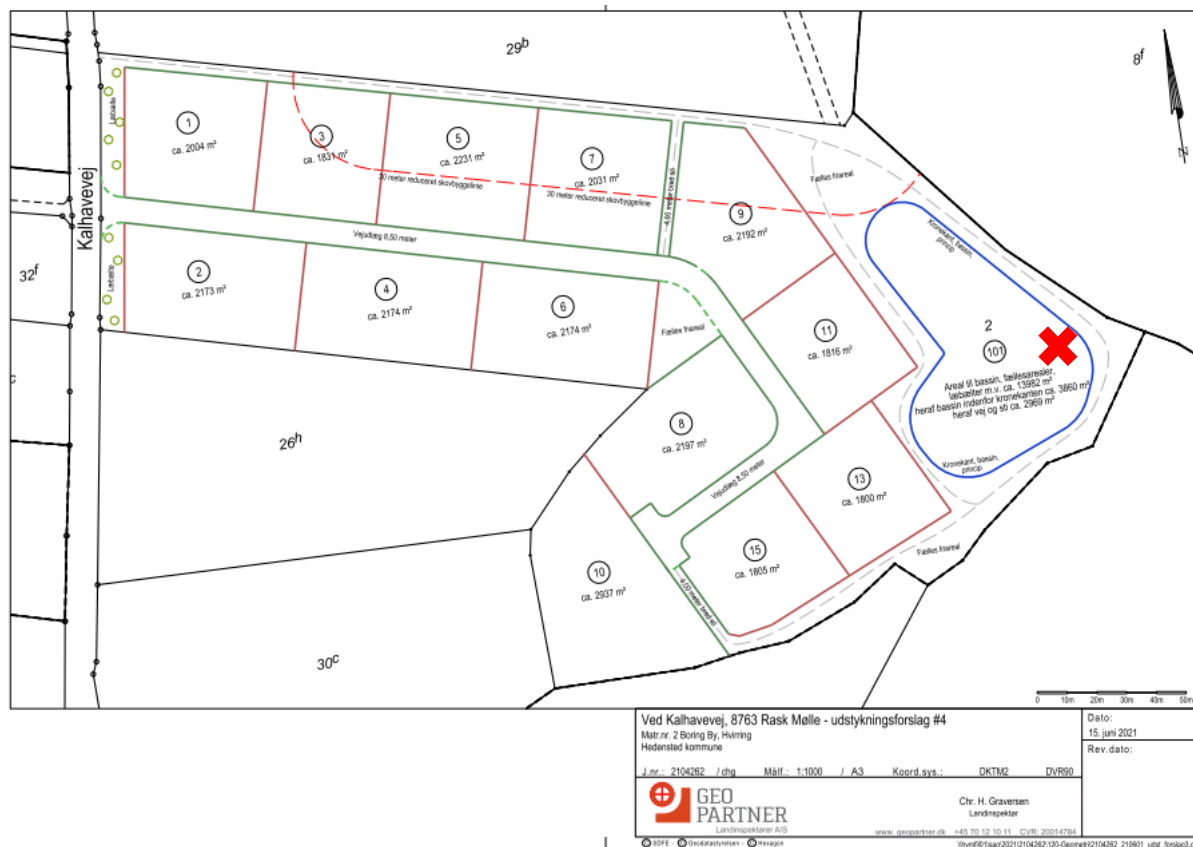
Kvalitetskontrol



Hans-Henrik Clausen
Civilingeniør
40 76 07 10

1. Projekt

Det aktuelle projekt omfatter en undersøgelse af jordens nedsvivningsevne i forbindelse med køb af landbrugsareal til udstykning af storparceller. Testresultatet skal bruges til at danne grundlag for udarbejdelse af vandhåndteringsplan til lokalplanen for området. Det planlagte LAR-anlæg skal være nedsvivningsbassin, hvor det anbefales at test udføres med dobbelt-ringinfiltrometer, hvor der er fokus på den lodrette nedsvivningshastighed. Da det ikke er muligt at teste i koten for den planlagte bassinbund, er testen udført under det øverste muldlag og suppleret med en geoteknisk boring til vurdering af nedsvivningshastigheden i det dybere jordlag. Testen er udført i området ved det planlagte bassin, se figur 1.1.



Figur 1.1: Udstykningsforslag for området, nedsvivningstest og boring er udført i området hvor der er tiltænkt bassinløsning (markeret med rødt kryds).

2. Nedsivningstest og permeabilitetskoefficient

Der er den 10. september 2021 udført nedsivningsforsøg med dobbelt-ringinfiltrometer placeret i et gravet hul til ca. 0,8 m u. t. se figur 2.1. Testmetoden er valgt for at afspejle de faktiske forhold ved en nedsivning fra terræn med lodret nedsivning. Forsøget blev udført i klart, let skyet vejr. Dagene op til udførelsen var generelt præget af vejrforhold med meget lidt nedbør, hvorfor jorden ikke kan forventes at være fuldt vandmættet. Inden påbegyndelse af testene blev jorden vandmættet i 60 min. Ved teststart er vandspejlsfaldet aflæst i tidsintervaller og permeabilitetskotienter er bestemt ud fra gennemsnittet af aflæsninger ved stabile vandspejlsfald. Selve forsøget forløb over 60 min med aflæsninger i intervaller af 10 min og en beregnet permeabilitetskotient på $3,6 \times 10^{-6}$ m/s, se bilag 1.



Figur 2.1: Vandmætning inden forsøgets start og aflæsning af flyder under vandspejlsfald. Der måles i den inderste ring og vandfyldning af den omkringliggende ring samt vandfyldning i hullet er med til at styre nedsivningsretningen til lodret nedsivning.

3. Geotekniske boring

Den geotekniske boring er ført til 3 m u. t. og der er på boredagen ikke truffet grundvandsspejl. Boringen er udført få meter fra placeringen af nedsivningstesten, se figur 3.1. Jorden er karakteriseret af fedt ler med øget forekomst af sand, silt og enkelte gruskorn i de dybere lag, se borefil i bilag 1. Overfladekoten ved boringen er estimeret til kote 49,5 m DVR90 på baggrund af SDFE DHM/terræn (0,4 m grid). Vandindholdsbestemmelser på jordprøver indikerer, at der kan forventes grundvandsspejl i ca. 2 meters dybde svarende til kote 47,5 DVR90, selvom det ikke er truffet på boredagen. Der er lavet sigte/slemme analyser på boreprøver fra 1 m u.t. og 2,7 m u.t. hvor geometriske gennemsnit er opgjort til henholdsvis $5,86 \times 10^{-8}$ m/s og $2,34 \times 10^{-8}$ m/s, svarende til at permeabiliteten i bunden af boringen er ca. 40% af permeabiliteten 1 m, se bilag 2.



Figur 3.1: Geoteknisk boring med udtagelse af prøver til bestemmelse af k -værdi. Boringen er udført ca. 5 m nord for nedsivningstesten.

4. Vurderinger og konklusion

Resultatet af nedsivningstesten og analyser af jordprøver viser forskellige permeabilitets kvotienter. Afvigelser fra laboratorieforsøg og reelle tests er forventelige, men den procentvise nedsættelse af hastigheden i boringen bør tages i betragtning i forhold til den udførte nedsivningstest.

Den beregnede k -værdi fra målingerne i nedsivningstesten er $3,6 \cdot 10^{-6}$ m/s. Nedsættes hastigheden til 40% af den beregnede k -værdi, som bestemt i laboratorieforsøgene, bliver den anbefalede k -værdi til dimensionering $1,4 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Tages udstykningsforslaget i betragtning, figur 1.1, hvor der er afsat et større område til bassin, vurderes regnvand at kunne håndteres ved nedsivning trods k -værdier, der er kendetegnet for ler. Ved beregninger af opstuvningsvolumen i bassin bør der tages udgangspunkt i en bundkote, der ikke er under 47,5 m (DVR). Koten er estimeret til et forventet grundvandsspejl. Ved senere geotekniske parameterundersøgelser anbefales det, at der afsættes en pejleboring med mulighed for pejling af grundvandsspejl.

Bilag 1



Sag:	Sted	Terrænkote	Kotesystem	Udført af:	Måledato									
2021-0900.13	kalhavevej	49,5 m (DVR)	DVR90	HK	10-sep	2021								
<table border="1"><thead><tr><th>Huldimension</th><th>[m]</th></tr></thead><tbody><tr><td>Bredde</td><td>0,8</td></tr><tr><td>Længde</td><td>0,8</td></tr><tr><td>Dybde</td><td>0,8</td></tr></tbody></table>							Huldimension	[m]	Bredde	0,8	Længde	0,8	Dybde	0,8
Huldimension	[m]													
Bredde	0,8													
Længde	0,8													
Dybde	0,8													
Udført med dobbelt-ringinfiltrometer i gravet hul														
Aktivitet		Tidsforløb (min)	nedstik (mm)	synk (mm)	K (m/s)									
Vandmætning	60 min	0	471,0											
Måling nr.	1	10	473	2	3,3E-06									
Måling nr.	2	10	474	1	1,7E-06									
Måling nr.	3	10	477	3	5,0E-06									
Måling nr.	4	11	480	3	4,5E-06									
Måling nr.	5	9	482	2	3,7E-06									
Måling nr.	6	10	484	2	3,3E-06									
Gennemsnit		60	0	13	3,6E-06									

Forsøgsresultater

Jordartssignatur

	FYLD		MORÆNESAND
	MULD		MORÆNESILT
	MULD, sandet		MORÆNELER
	SAND, muldet		KALK (KRIDT)
	SAND, muldpartier		FLINT
	STEN		KLIPE
	GRUS		GYTJE
	SAND		SKALLER
	SILT		TØRV
	LER		TØRVEDYND
			PLANTERESTER

I moræneaflejringer kan der forventes sten og blokke, der ikke ses i borerne.

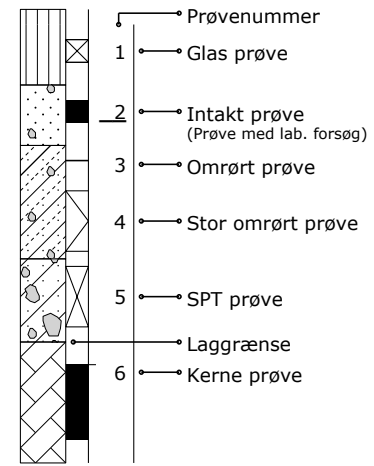
Situationsplan

	Pumpeboring (BU)
	Pejleboring (BW)
	Miljøboring (BE)
	Boring uden prøver (B)
	Boring med prøvetagning (BS)
	Boring med prøver og vingeforsøg (BG)
	CPT forsøg (C)
	Sondering, rammesonde (F)

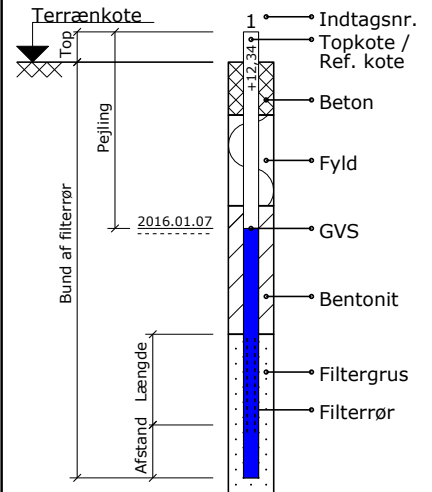
Geologiske forkortelser

Miljø	Alder
Br Brakvand	Pg Postglacial
Fe Ferskvand	Sg Senglacial
Fl Flydejord	Al Allerød
Gl Gletscher	Gc Glacial
Ma Marin	Ig Interglacial
Ne Neds skyl	Is Interstadial
O Overjord	Te Tertiær
Sk Skredjord	Ng Neogen
Sm Smeltevand	Pn Palæogen
Vi Vindaflejrret	Pi Pliocæn
Vu Vulkansk	Mi Miocæn
	Oi Oligocæn
	Eo Eocæn
	Pl Palæocæn
	Sl Selandien
	Da Danien
	Kt Kridt
	Ms Maastrichtian
	Se Senon
	Re Recent

Boreprofil

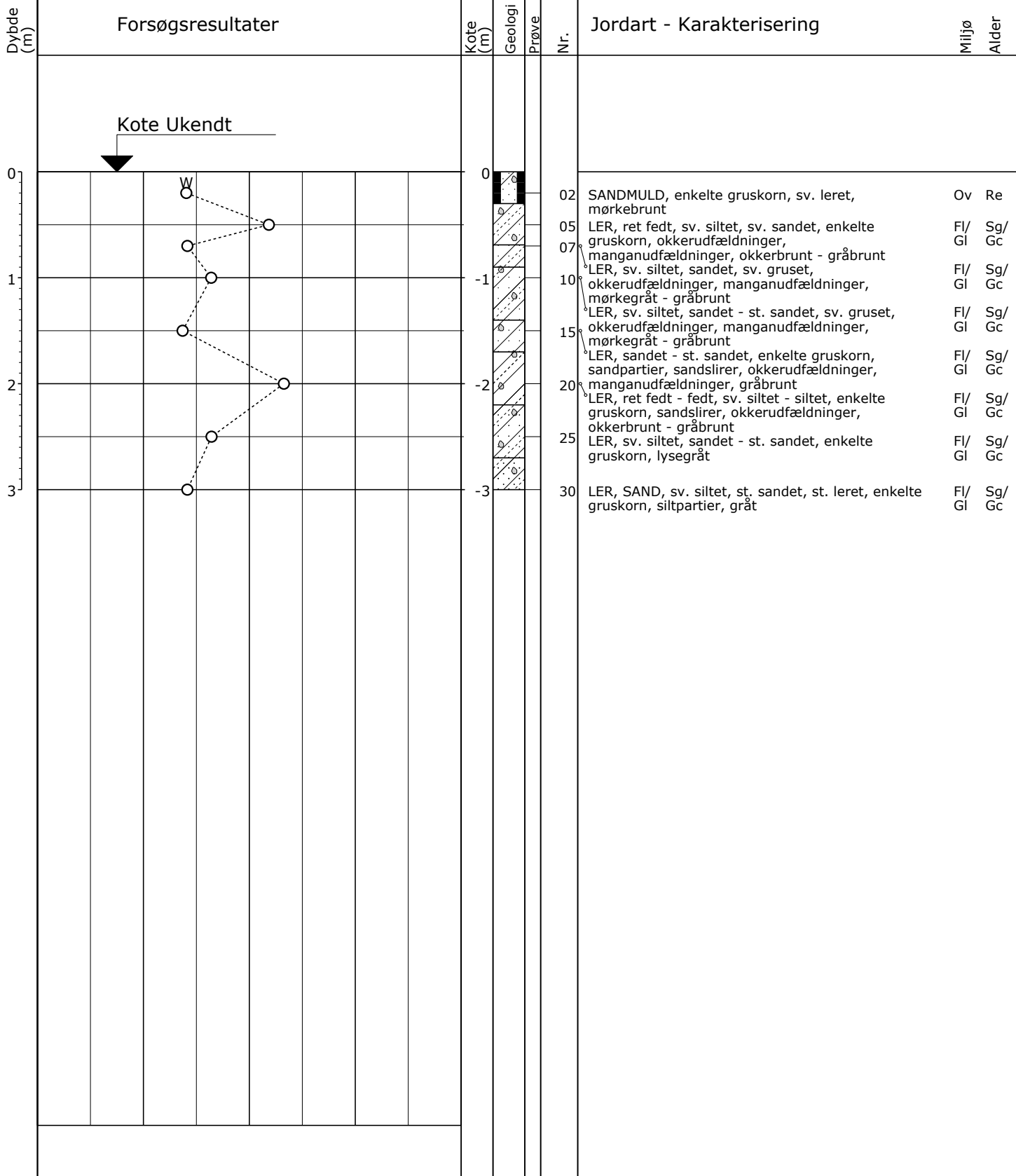


Pejlerør



Definitioner

Signatur	Emne	Fork.	Enhed	Beskrivelse
	Vandindhold	W	[%]	Vand i % af tørstofvægt
	Flydegrænse	WL	[%]	Vandindhold ved flydegrænser
	Plasticitetsgrænser	WP	[%]	Vandindhold ved plasticitetsgrænse
	Plasticitetsgrænser	IP	[%]	IP = WL - WP
	Rumvægt	γ	[kN/m ³]	Forholdet mellem totalvægt og totalvolumen
	Poretal	e		Forhold mellem porevolumen og kornvolumen
	Glødetab	gl	[%]	Vægttab ved glødning i % af tørstofvægten
	Reduceret Glødetab	glr	[%]	gl - ka
	Kalkindhold	ka	[%]	Vægt af CaCo3 i % af tørstofvægten
	Kalkprøve	kp		Reaktion med saltsyre: - kf.: kalkfrit, (+) sv.khl.: svagt kalkholdigt, + khl.: kalkholdigt, ++ st. khl.: stærkt kalkholdigt
	Frost			++ Opfrysningsfarlige under alle betingelser + Opfrysningsproblemer, selv under korte frostperioder (+) Opfrysningsproblemer, under længere frostperioder - Ikke opfrysningsfarlig -- Absolut ingen opfrysningsfare ? Frostfaren kan ikke bedømmes -?/+? Frostfaren er vanskelig at bedømme
	Hærdningsgrader			H1: Uhærdnet, H2: Svagt hærdnet, H3: Hærdnet, H4: Stærkt hærdnet, H5: Meget stærkt hærdnet
	Gradering			U<3: Sorteret, 3<U<6: Ringe graderet, 6<U<15: Graderet, U>15: Velgraderet
	Vingestykke, intakt	cfv	[kN/m ²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i intakt jord
	Vingestykke, omrørt	crv	[kN/m ²]	Udrænet forskydningsstyrke målt ved vingeforsøg i omrørt jord
	Sonderingsmodstand			vr. Vingeforsøg vd. Forsøg med defekt vingeforsøg st. Forsøg påvirket af sten
	- Belæstet spidsbor	RSP	N200	Antal halve omdrejninger pr. 200 mm nedsynkning
	- Svensk rammesonde	RRS	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- Let rammesonde	RLSD	N200	Antal slag pr. 200 mm nedsynkning
	- SPT-sonde, lukket/åben	SPT	N300	Antal slag pr. 300 mm nedsynkning



○ 10 20 30 W (%)

Boremetode: Tør, Håndboring
 Projektion: UTM32E89

Plan:

Sag: 2021-0900-13

Kalhavevej, Rask Mølle

Boret af: MVM

Dato: 2021.09.10 Bedømt af: MVM

DGU Nr.:

Boring: 1

Udarb. af: MVM

Kontrol: HK/MVM Godkendt: CGT

Dato:

Bilag: 1

S. 1/1

Bilag 2



Grain Size Analysis Report

Date: 2021.09.16

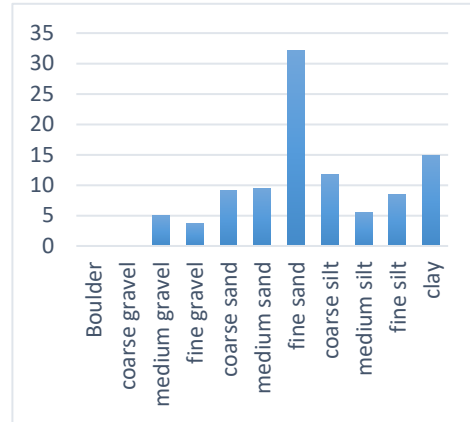
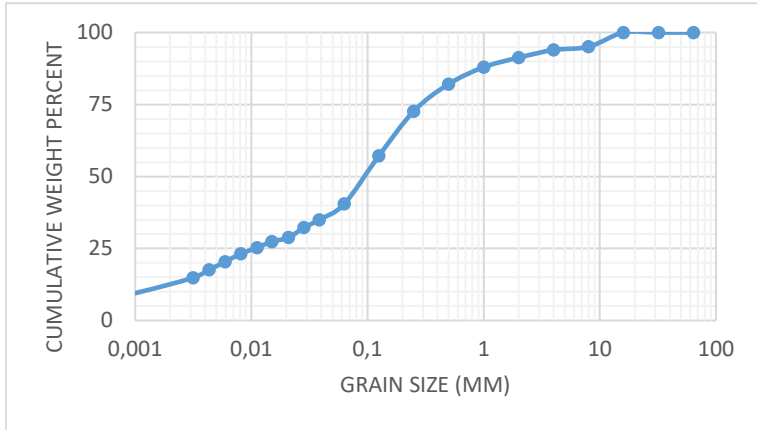
DMR-sagsnr.: 2021-0900.13 Kalhavevej Rask Mølle

Sample Name: B1 1,0 m u.t.

Mass Sample (g): 180

T (oC) 10

Poorly sorted sand with fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)
64	0,00	0,00	100,00
32	0,00	0,00	100,00
16	0,00	0,00	100,00
8	8,90	0,05	95,06
4	2,00	0,01	93,95
2	4,80	0,03	91,28
1	6,00	0,03	87,95
0,5	10,50	0,06	82,11
0,25	17,00	0,09	72,67
0,125	27,99	0,16	57,12
0,063	29,99	0,17	40,46
0,038458	9,86	0,05	34,98
0,028232	4,96	0,03	32,22
0,020844	6,20	0,03	28,78
0,014981	2,48	0,01	27,40
0,011215	3,76	0,02	25,31
0,00813	3,79	0,02	23,20
0,005937	5,07	0,03	20,39
0,004318	5,00	0,03	17,61
0,00314	5,03	0,03	14,82
0,000952	9,96	0,06	9,28
0,0001	16,71	0,09	0,00

Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
d10	0,001	Uniformity Coef.	119,92
d17	0,004	n computed	0,26
d20	0,006	g (cm/s ²)	980,00
d50	0,099	ρ (g/cm ³)	0,9996
d60	0,148	μ (g/cm s)	0,0130
de (Kruger)	0,004	ρg/μ (1/cm s)	7,52E+04
de (Kozeny)	0,002	tau (Sauerbrei)	0,810
de (Zunker)	0,002	d _{geometric mean}	0,061
de (Zamarin)	0,003	σ _φ	3,963
lo (Alyameni)	-0,023		
	mm	0	% in sample
	>64	Boulder	0,0
	16 - 64	coarse gravel	0,0
	8 - 16	medium gravel	4,9
	2 - 8	fine gravel	3,8
	0.5 - 2	coarse sand	9,2
	0.25 - 0.5	medium sand	9,4
	0.063 - 0.25	fine sand	32,2
	0.016 - 0.063	coarse silt	11,7
	0.008 - 0.016	medium silt	5,6
	0.002 - 0.008	fine silt	8,4
	<0.002	clay	14,8

Data continue, additional pages required ...



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021.09.16

DMR-sagsnr.:

2021-0900.13 Kalhavevej Rask Mølle

Sample Name:

B1 1,0 m u.t.

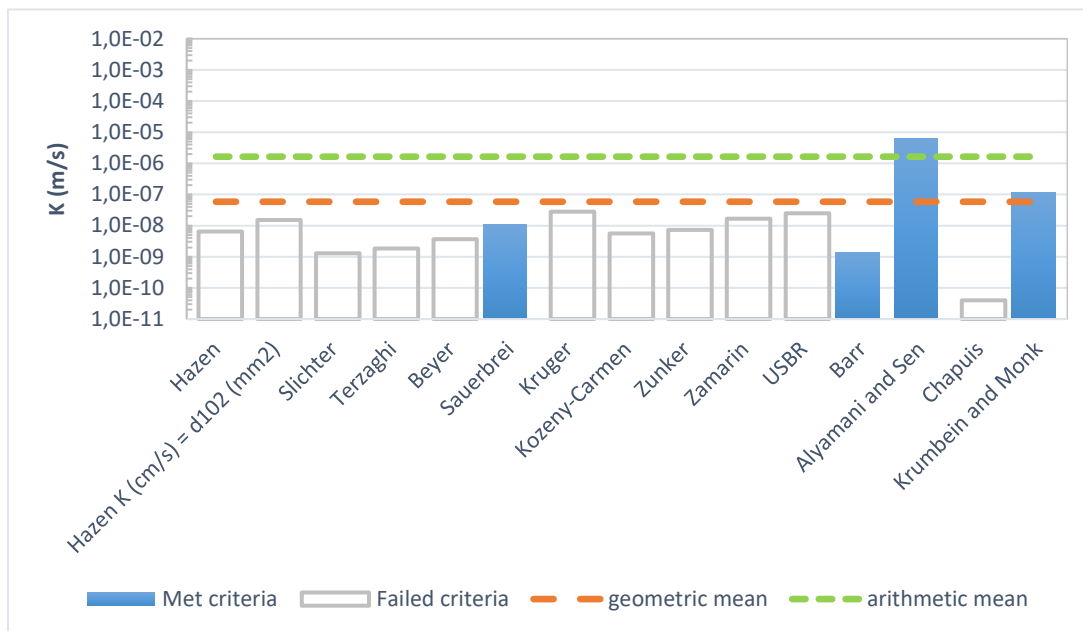
Mass Sample (g):

180

T (oC)

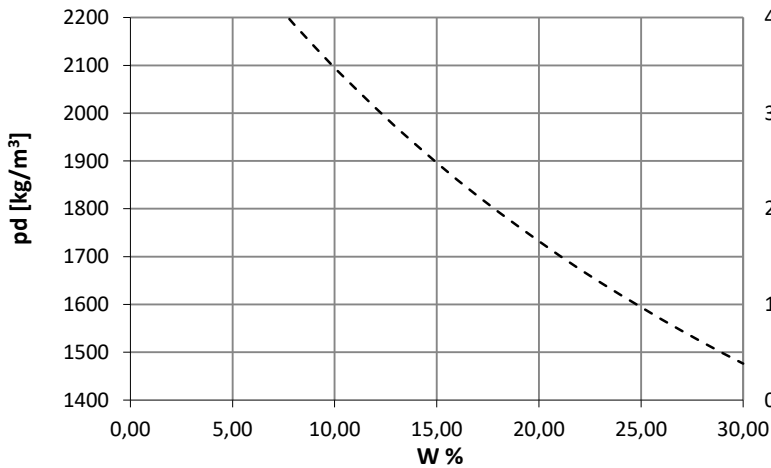
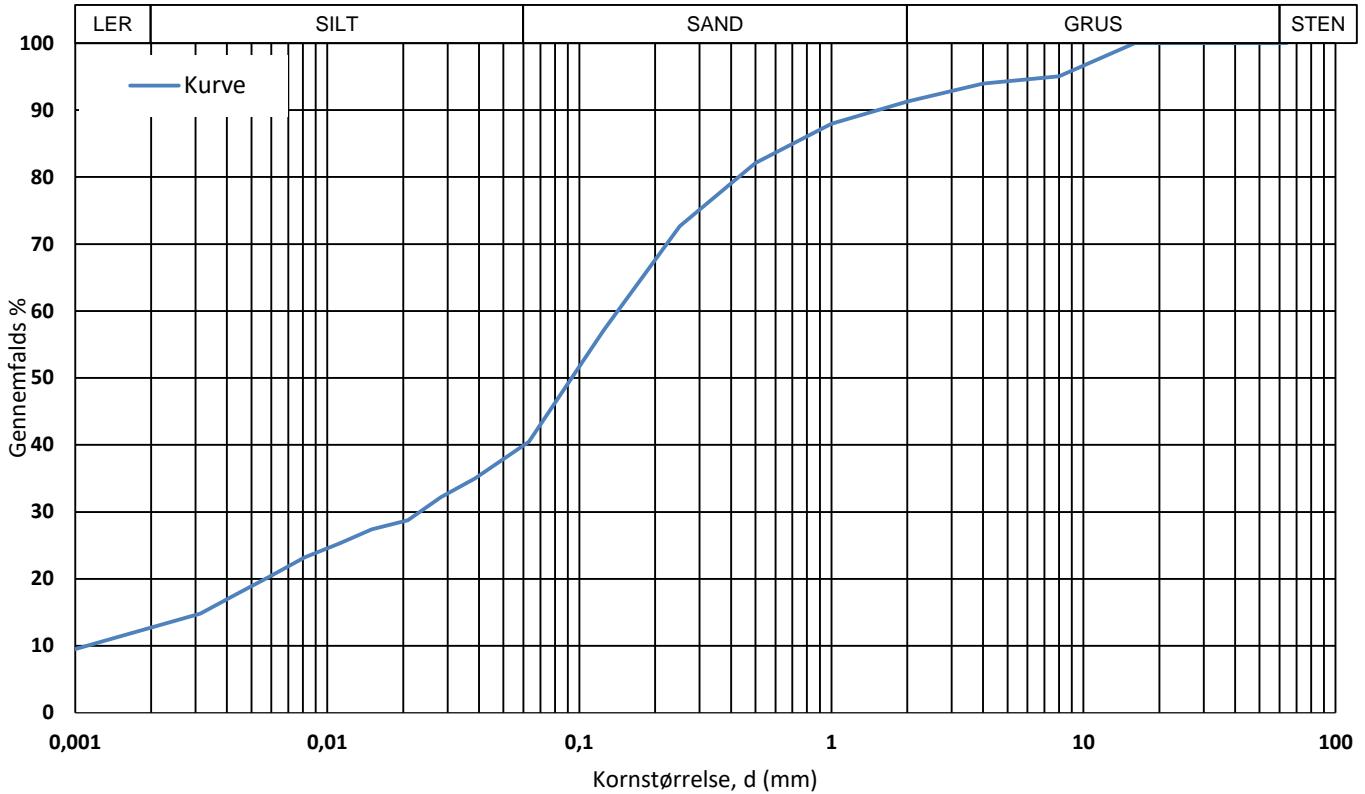
10

Poorly sorted sand with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	6,54E-07	6,54E-09	0,00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	1,53E-06	1,53E-08	0,00
Slichter	1,29E-07	1,29E-09	0,00
Terzaghi	1,83E-07	1,83E-09	0,00
Beyer	3,70E-07	3,70E-09	0,00
Sauerbrei	1,12E-06	1,12E-08	0,00
Kruger	2,81E-06	2,81E-08	0,00
Kozeny-Carmen	5,55E-07	5,55E-09	0,00
Zunker	7,35E-07	7,35E-09	0,00
Zamarin	1,68E-06	1,68E-08	0,00
USBR	2,50E-06	2,50E-08	0,00
Barr	1,38E-07	1,38E-09	0,00
Alyamani and Sen	6,42E-04	6,42E-06	0,55
Chapuis	4,02E-09	4,02E-11	0,00
Krumbein and Monk	1,18E-05	1,18E-07	0,01
geometric mean	5,86E-06	5,86E-08	0,01
arithmetic mean	1,64E-04	1,64E-06	0,14

Kornkurve



Signaturer		
Form	Ø 10 cm	Ø 15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Mod. proctor	●	◆

Proctor	alm.	mod.
pd _{max}	kg/m ³	
w	%	
pd _{max, kor}	kg/m ³	
Frasigtet 16mm	%	
Vibrationsforsøg		
pd _{max}	kg/m ³	
W	%	

Permeability koeficient, k	Methylenblåt	
Glødetab	% Uensformighedstal, d60/d10	127,9
Glødetab, reduceret	% Kalkindhold <16 mm	
Flydegrænse, WL	% Kalkindhold >16 mm	
Plasticitetsgrænse, WP	Frasigtet > 16 mm	0,0 %
Plasticitetsindeks, IP	Frasigtet > 80 mm	0,0 %
ph-værdi	Naturligt vandindhold W _{nat}	

Maskevidde [mm]	Tilbageholdt [%]	Σ gennemfalds [%]
64,0	0,0	100,0
32,0	0,0	100,0
16,0	0,0	100,0
8,00	4,9	95,1
4,00	1,1	93,9
2,00	2,7	91,3
1,00	3,3	87,9
0,500	5,8	82,1
0,250	9,4	72,7
0,125	15,6	57,1
0,063	16,7	40,5
0,03846		35,0
0,02823		32,2
0,02084		28,8
0,01498		27,4
0,01121		25,3
0,00813		23,2
0,00594		20,4
0,00432		17,6
0,00314		14,8
0,00095		9,3

Beskrivelse: ler	d	Maskevidde [mm]
Indleveret	10	0,001
	15	0,003
Udtaget:	50	0,093
2021.09.10	60	0,142
	85	0,705



Materiale Analyse

Sag: 2021-0900.13 Kalhavevej Rask Mølle

Prøve ID: **B1 1,0 m u.t.**

Dato: 2021.09.14 Udført af: TW

Kontrolleret: MEF

Godkendt: CGT

Bilag: 1



Grain Size Analysis Report

Date: 2021.09.16

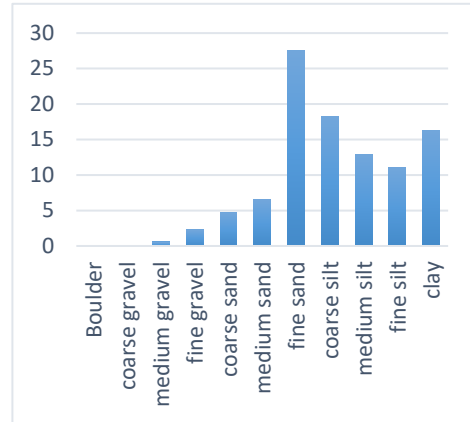
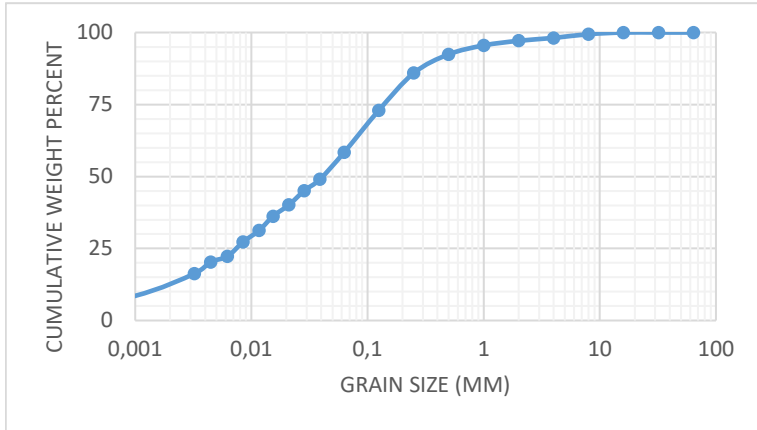
DMR-sagsnr.: 2021-0900.13 Kalhavevej Rask Mølle

Sample Name: B1 2,7 m u.t.

Mass Sample (g): 191,7

T (oC) 10

Poorly sorted sandy silt with fines



Sieve opening (ps) di (mm)	Mass of retained (mr) (g)	mass fraction (mf)	Percent Passing (pp)
64	0,00	0,00	100,00
32	0,00	0,00	100,00
16	0,00	0,00	100,00
8	1,10	0,01	99,43
4	2,50	0,01	98,12
2	1,90	0,01	97,13
1	3,10	0,02	95,51
0,5	5,90	0,03	92,44
0,25	12,50	0,07	85,91
0,125	24,80	0,13	72,98
0,063	27,90	0,15	58,42
0,03893	17,98	0,09	49,04
0,028558	7,57	0,04	45,09
0,02107	9,46	0,05	40,16
0,015376	7,57	0,04	36,21
0,01165	9,46	0,05	31,28
0,00849	7,68	0,04	27,28
0,006218	9,57	0,05	22,29
0,004452	3,78	0,02	20,31
0,003236	7,73	0,04	16,28
0,000975	15,03	0,08	8,44
0,0001	16,18	0,08	0,00

Effective Grain Diameters (mm)		Other Useful Parameters	
d10	0,001	Uniformity Coef.	48,96
d17	0,003	n computed	0,26
d20	0,004	g (cm/s ²)	980,00
d50	0,041	ρ (g/cm ³)	0,9996
d60	0,070	μ (g/cm s)	0,0130
de (Kruger)	0,004	ρg/μ (1/cm s)	7,52E+04
de (Kozeny)	0,002	tau (Sauerbrei)	0,810
de (Zunker)	0,002	d _{geometric mean}	0,030
de (Zamarin)	0,003	σ _φ	3,145
lo (Alyameni)	-0,009		
	mm	0	% in sample
	>64	Boulder	0,0
	16 - 64	coarse gravel	0,0
	8 - 16	medium gravel	0,6
	2 - 8	fine gravel	2,3
	0.5 - 2	coarse sand	4,7
	0.25 - 0.5	medium sand	6,5
	0.063 - 0.25	fine sand	27,5
	0.016 - 0.063	coarse silt	18,3
	0.008 - 0.016	medium silt	12,9
	0.002 - 0.008	fine silt	11,0
	<0.002	clay	16,3

Data continue, additional pages required ...



K from Grain Size Analysis Report

Date: 2021.09.16

DMR-sagsnr.:

2021-0900.13 Kalhavevej Rask Mølle

Sample Name:

B1 2,7 m u.t.

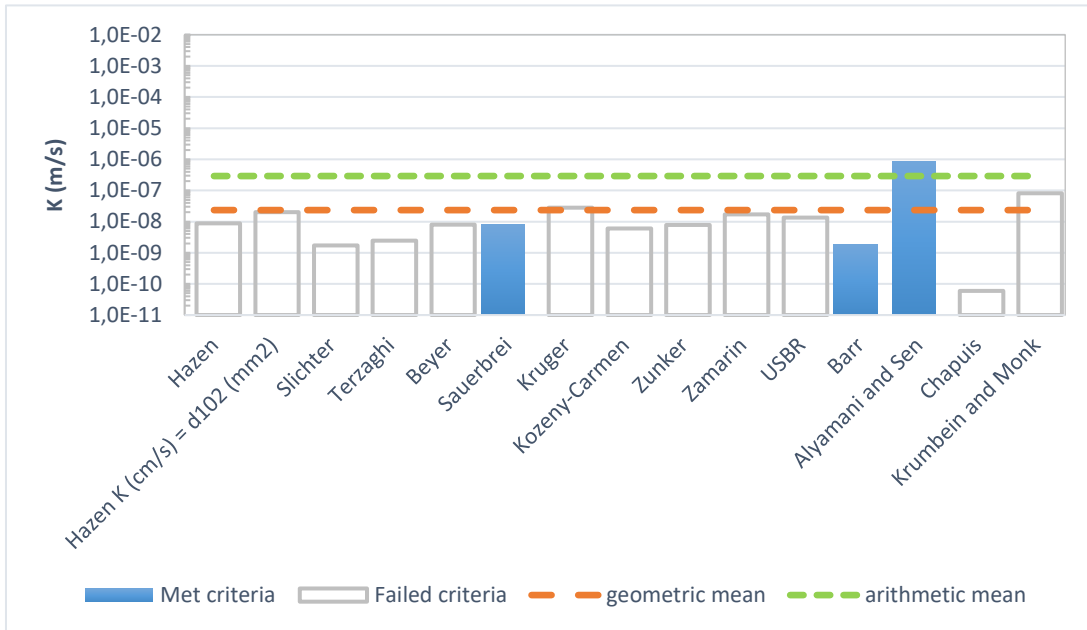
Mass Sample (g):

191,7

T (oC)

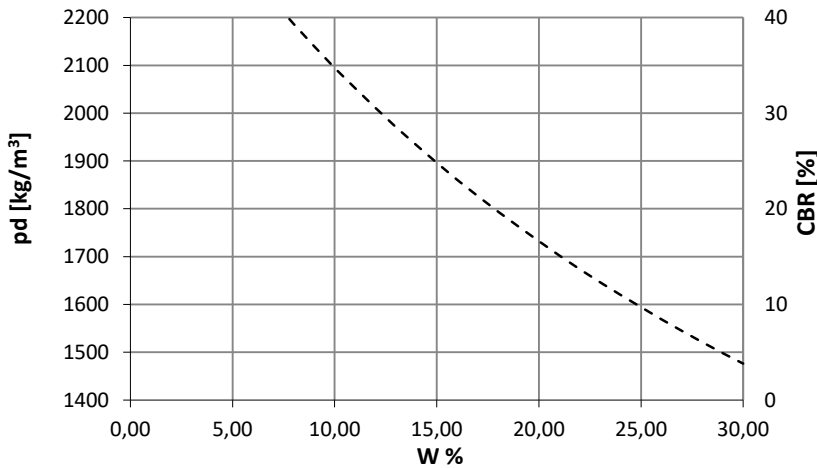
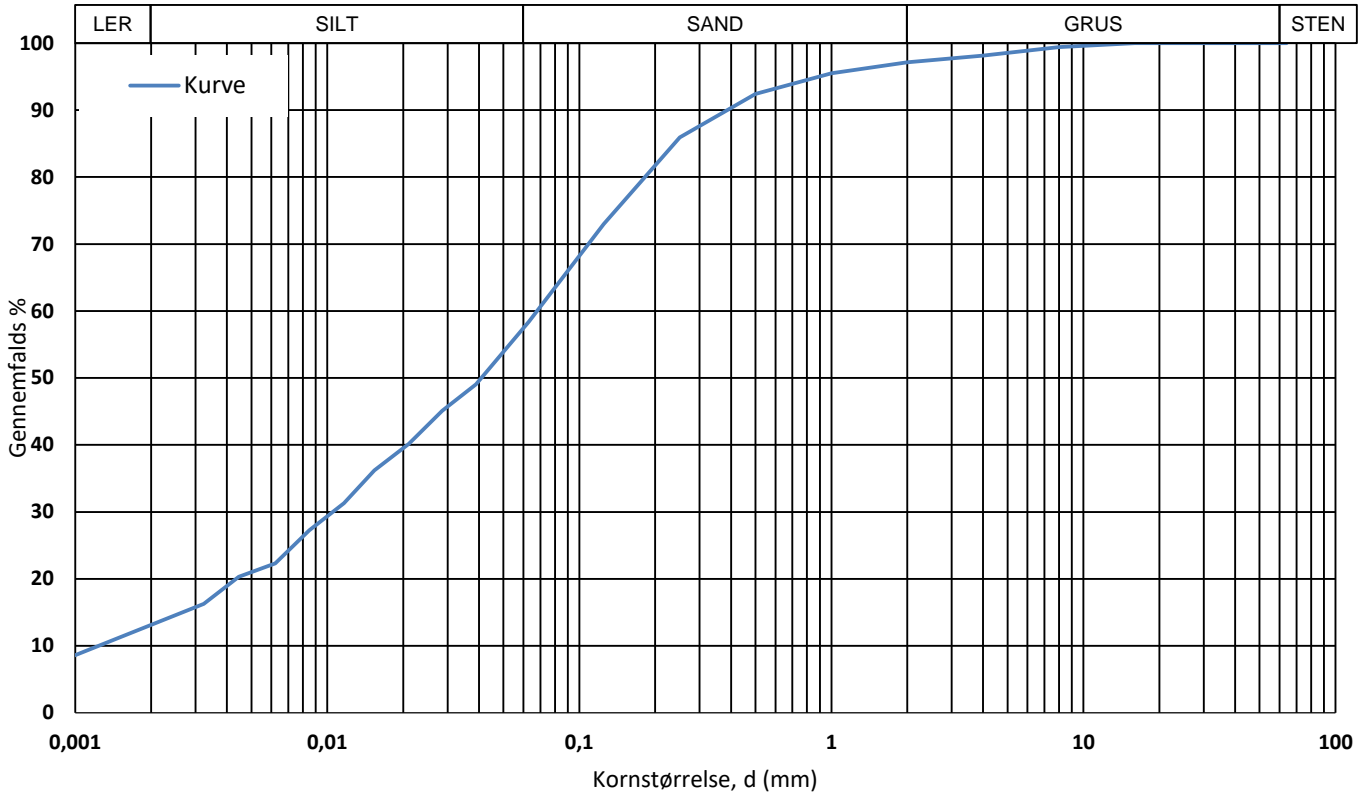
10

Poorly sorted sandy silt with fines



Estimation of Hydraulic Conductivity	cm/s	m/s	m/d
Hazen	8,69E-07	8,69E-09	0,00
Hazen K (cm/s) = d ₁₀ (mm)	2,03E-06	2,03E-08	0,00
Slichter	1,71E-07	1,71E-09	0,00
Terzaghi	2,44E-07	2,44E-09	0,00
Beyer	8,00E-07	8,00E-09	0,00
Sauerbrei	8,14E-07	8,14E-09	0,00
Kruger	2,78E-06	2,78E-08	0,00
Kozeny-Carmen	6,01E-07	6,01E-09	0,00
Zunker	7,79E-07	7,79E-09	0,00
Zamarin	1,72E-06	1,72E-08	0,00
USBR	1,34E-06	1,34E-08	0,00
Barr	1,83E-07	1,83E-09	0,00
Alyamani and Sen	8,62E-05	8,62E-07	0,07
Chapuis	6,01E-09	6,01E-11	0,00
Krumbein and Monk	8,19E-06	8,19E-08	0,01
geometric mean	2,34E-06	2,34E-08	0,00
arithmetic mean	2,91E-05	2,91E-07	0,03

Kornkurve



Signaturer		
Form	Ø 10 cm	Ø 15 cm
Forsøg	Komprimering	CBR
Proctor	○	◇
Mod. proctor	●	◆

Proctor	alm.	mod.
pd _{max}		kg/m ³
w		%
pd _{max, kor}		kg/m ³
Frasigtet 16mm		%
Vibrationsforsøg		
pd _{max}		kg/m ³
W		%

Permeability koeficient, k	Methylenblåt
Glødetab	% Uensformighedstal, d60/d10 54,9
Glødetab, reduceret	% Kalkindhold <16 mm
Flydegrænse, WL	% Kalkindhold >16 mm
Plasticitetsgrænse, WP	Frasigtet > 16 mm 0,0 %
Plasticitetsindeks, IP	Frasigtet > 80 mm 0,0 %
ph-værdi	Naturligt vandindhold W _{nat} %

Maskevidde [mm]	Tilbageholdt [%]	Σ gennemfalds [%]
64,0	0,0	100,0
32,0	0,0	100,0
16,0	0,0	100,0
8,00	0,6	99,4
4,00	1,3	98,1
2,00	1,0	97,1
1,00	1,6	95,5
0,500	3,1	92,4
0,250	6,5	85,9
0,125	12,9	73,0
0,063	14,6	58,4
0,03893		49,0
0,02856		45,1
0,02107		40,2
0,01538		36,2
0,01165		31,3
0,00849		27,3
0,00622		22,3
0,00445		20,3
0,00324		16,3
0,00097		8,4

Beskrivelse: ler	d	Maskevidde [mm]
Indleveret	10	0,001
	15	0,003
Udtaget:	50	0,041
2021.09.10	60	0,068
	85	0,238



Din rådgiver gør en forskel.

Materiale Analyse

Sag: 2021-0900.13 Kalhavevej Rask Mølle

Prøve ID: **B1 2,7 mu.t.**

Dato: 2021.09.14 Udført af: TW

Kontrolleret: MEF

Godkendt: CGT

Bilag: 1