

Sedimentpetrografisk undersøgelse af bremsesand

Analyse af stenmel dannet ved knusning
af sand anvendt som strømiddel
på skinner

Stig A. Schack Pedersen, Holger B. Lindgreen
og Peter Gravesen



Sedimentpetrografisk undersøgelse af bremsesand

Analyse af stenmel dannet ved knusning
af sand anvendt som strømiddel
på skinner

Stig A. Schack Pedersen, Holger B. Lindgreen
og Peter Gravesen

Indhold

Indledning	3
Bestemmelse af kornstørrelse	4
Røntgendiffraktometrisk bestemmelse	6
Scanning-elektron-mikroskopiske undersøgelser	8
Sammenfatning	13

Fortegnelse over figurer

Figur 1. <i>Sigtekurve for grovkornet kvartssand , GEUS prøve 001229.....</i>	<i>4</i>
Figur 2. <i>Sedigrafanalyse af finkornet knust bremsesand. GEUS prøve 001228.</i>	<i>5</i>
Figur 3. <i>Røntgendiffraktogram af grovkornet bremsesand, prøve 001229.....</i>	<i>6</i>
Figur 4. <i>Røntgendiffraktogram af finkornet knust bremsesand, prøve 001228.</i>	<i>7</i>
Figur 5. <i>Scanning elektron mikroskopi billede af bremsesand.....</i>	<i>8</i>
Figur 6. <i>Detailbillede af enkeltkorn i bremsesandet</i>	<i>9</i>
Figur 7. <i>Detailbillede af knust bremsesand i samme forstørrelse.....</i>	<i>10</i>
Figur 8. <i>Scanning elektron mikroskopibillede af sandprøve 001229</i>	<i>10</i>
Figur 9. <i>Scanning elektron mikroskopibillede af knust bremsesand prøve 001228.</i>	<i>11</i>
Figur 10. <i>Scanning elektron mikroskopibillede af den fine fraktion af 001228.....</i>	<i>11</i>
Figur 11. <i>Scanning elektron mikroskopibillede af mikropartiklerne i knust bremsesand. ..</i>	<i>12</i>
Bilag 1. <i>Sigteanalyse af groft sand prøve 001229</i>	<i>14</i>
Bilag 2. <i>Sedigrafanalyse af knust sandmateriale prøve 001228</i>	<i>15</i>

Indledning

Bremsesand har i forbindelse med 4. generationstogenes sandingsssystem vist sig at give ophave til nogle problemer knyttet til sporisolering. DSB S-tog, Sikkerhed, har i den anledning henvendt sig til GEUS for at få en udredning af bremsesandets petrografiske egenskaber bl.a. ved at sammenligne med specifikationerne for bremsesand.

Denne rapport indeholder resultaterne af undersøgelser af kornstørrelsesfordeling, kornform, mineralogisk sammensætning som er foretaget ved hjælp af kornstørrelsesanalyser (sigteanalyser og sedigrafanalyser), røntgendiffraktometrisk mineralbestemmelse og scanning elektronmikroskopisk undersøgelse af sedimentkornenes morfologi og tekstur.

Kravsspecifikationer til bremsesand

Ifølge LNB SIEMENS, Consortium S-tog for DSB kan sandingsanlægget SDN 14 skiftevis indstilles på strømidler, som modsvarer følgende specifikationer med hensyn til sandkvalitet:

1. Natursand eller knust sand af naturlige stenmasser med en andel på mindst 50 vægt-% SiO_4 uden metalliske forbindelser eller lerholdige, lerede, muldagtige og bindende bestanddele.
2. Kornform. Så skarpkantet og firsårent som muligt.
3. Fordeling af kornstørrelser:

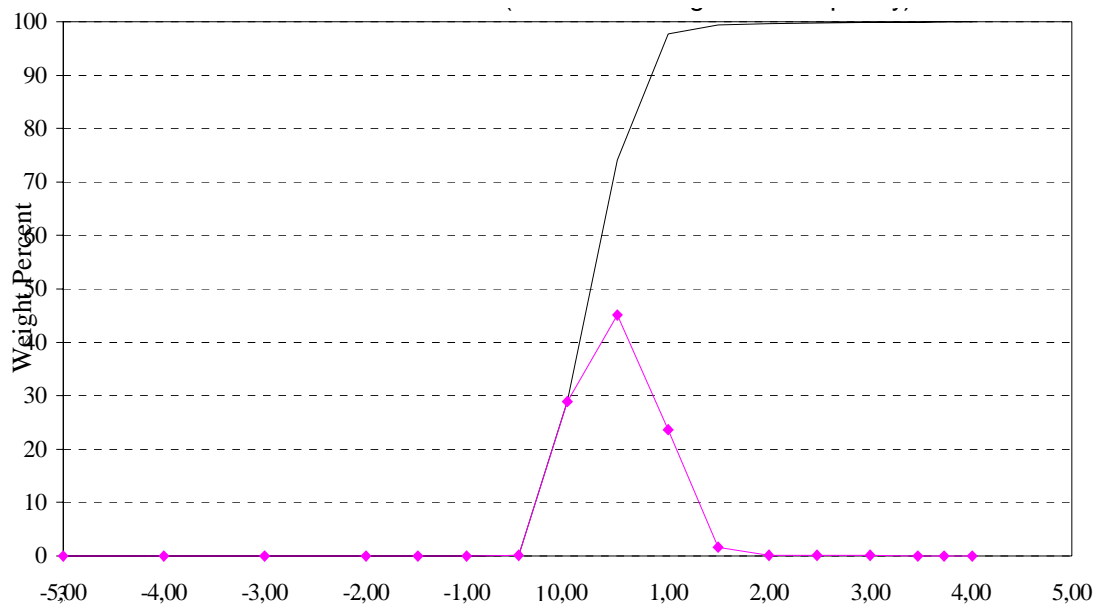
Fordeling af Kornstørrelser:			
Mindre end	0,1 mm:		0 vægt-%
0,1 til	0,63 mm:	mindre end	5 vægt-%
0,63 til	0,8 mm:	mindre end	30 vægt-%
0,8 til	1,6 mm:	mindre end	50 vægt-%
1,6 til	2,0 mm:	mindre end	30 vægt-%
Større end	2,5 mm:		0 vægt-%

Prøvemateriale

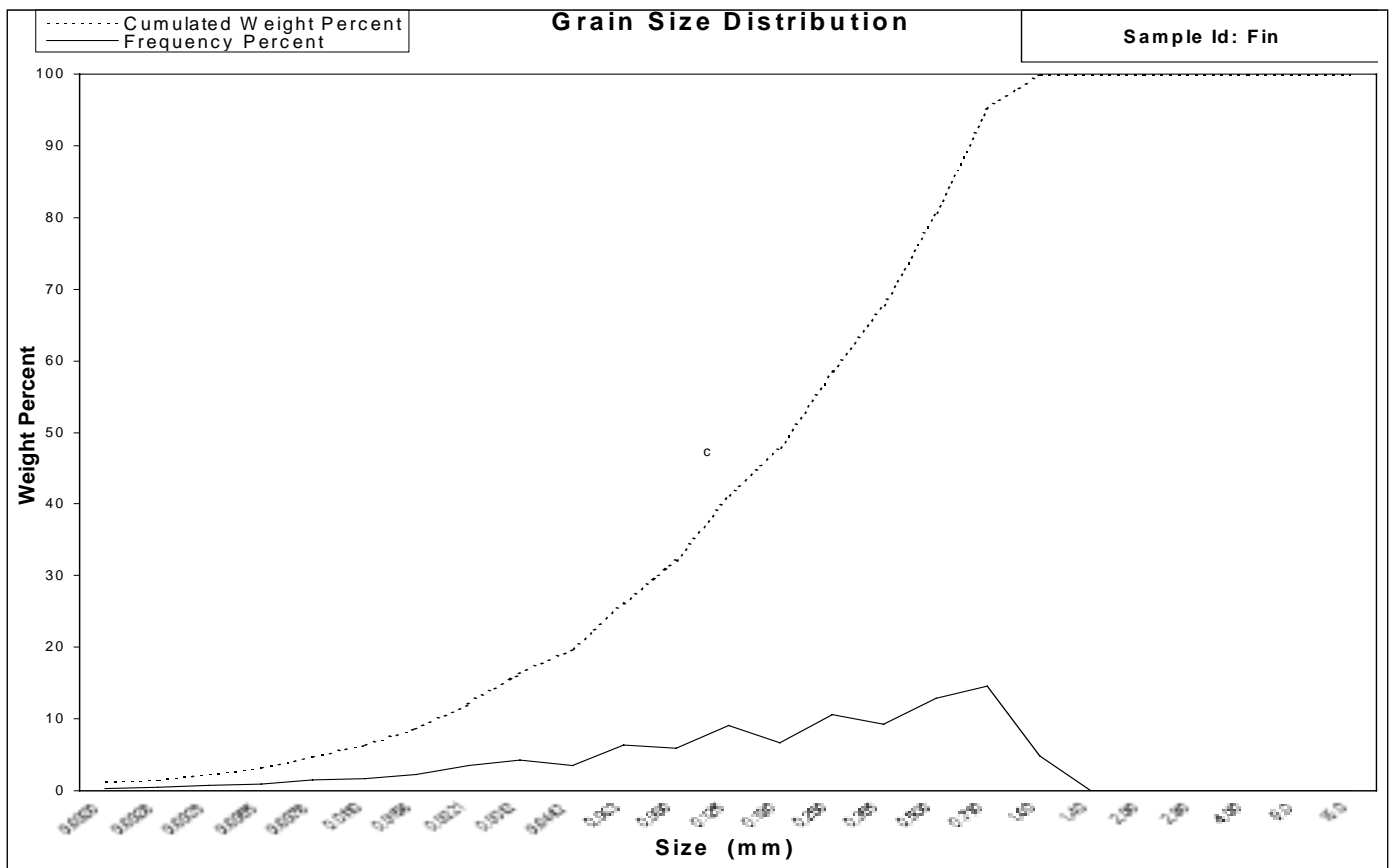
GEUS har modtaget to prøver, en grovkornet, velsorteret sand, GEUS lab. nr. 001229, og en finkornet "stenmel" med enkelte grovkornede klaster, GEUS lab. nr. 001228.

Bestemmelse af kornstørrelse

Den grovkornede prøve er blevet analyseret ved en traditionel mekanisk sigtning (DS 405.9). Sigteintervallerne fremgår af Fig. 1. Den finkornede prøve er blevet analyseret ved hjælp af en sedigraf (GEUS forskrift). Kornstørrelsesfordelingen fremgår af Fig. 2



Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. *Sigtekurve for grovkornet kvartssand , som anvendes til bremsesand. GEUS prøve 001229. Specifikationerne fremgår af bilag 1.*

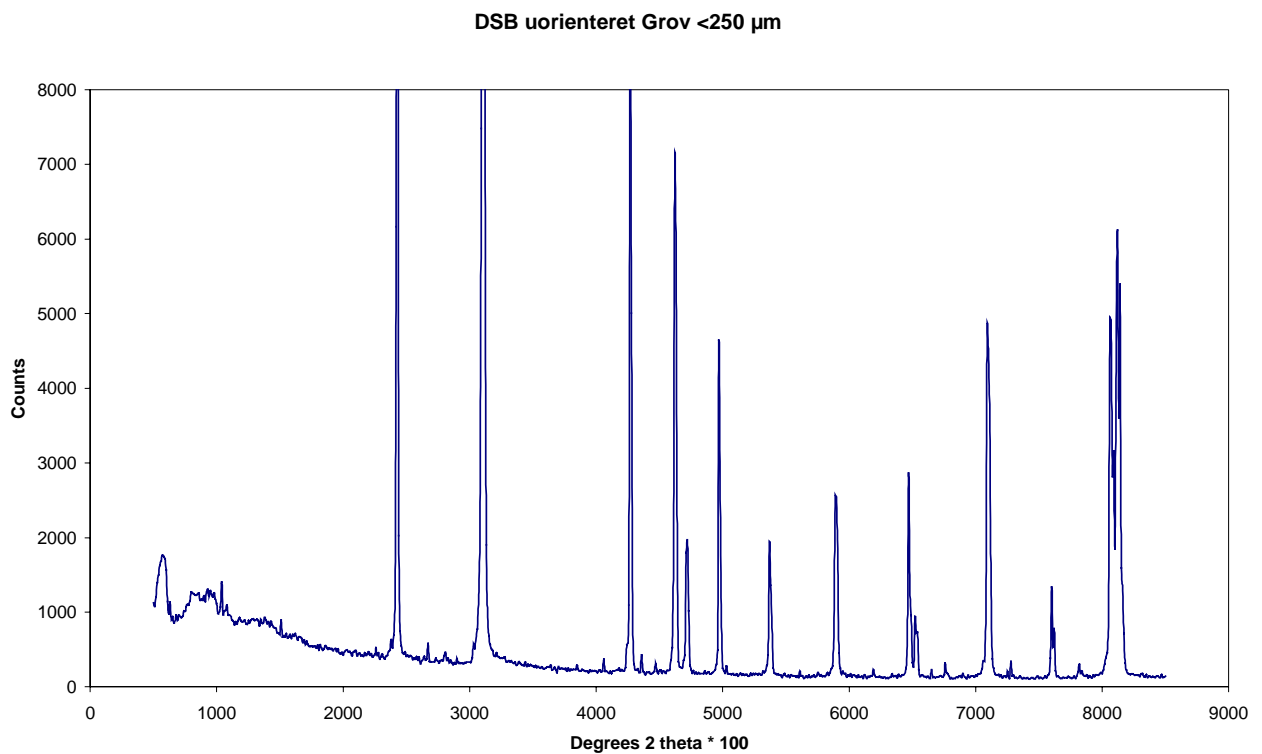


Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. Sedigrafanalyse af finkornet knust materiale hydrerende fra bremsesand. GEUS prøve 001228. Specifikationerne fremgår af bilag 2.

Ud fra kornstørrelsesanalyserne er det tydeligt, at udgangsmaterialet er en velsorteret, grovkornet sand, som ligger med en kornstørrelse på omkring 1 mm, mens det nedknuste sandmateriale er usorteret med en jævn fordeling af alle kornstørrelse fra 1 mm og nedefter.

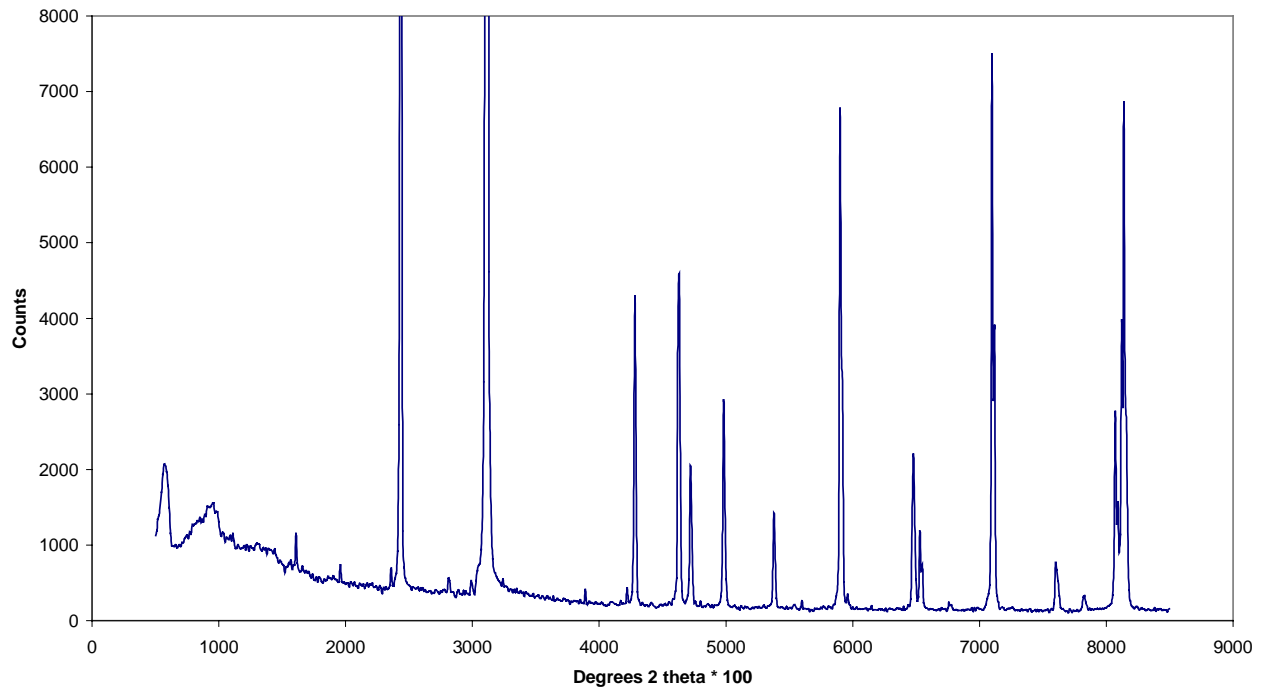
Røntgendiffraktometrisk bestemmelse

En analyse er blevet foretaget af den grovkornede prøve 001229. Den finkornede prøve 001228 er blevet analyseret for både den siltede (0,063 mm – 0,002) mm og lerede (< 0,002 mm) fraktion. Alle tre prøver viser, at kvarts (SiO_2) er det dominerende mineral og ingen andre mineraler er blevet identificeret (Fig. 3, 4 og 5).



Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. *Røntgendiffraktogram af grovkornet bremsesand, prøve 001229*

DSB Fin uorienteret < 250 µm



Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. Røntgendiffraktogram af finkornet knust bremsesand, prøve 001228.

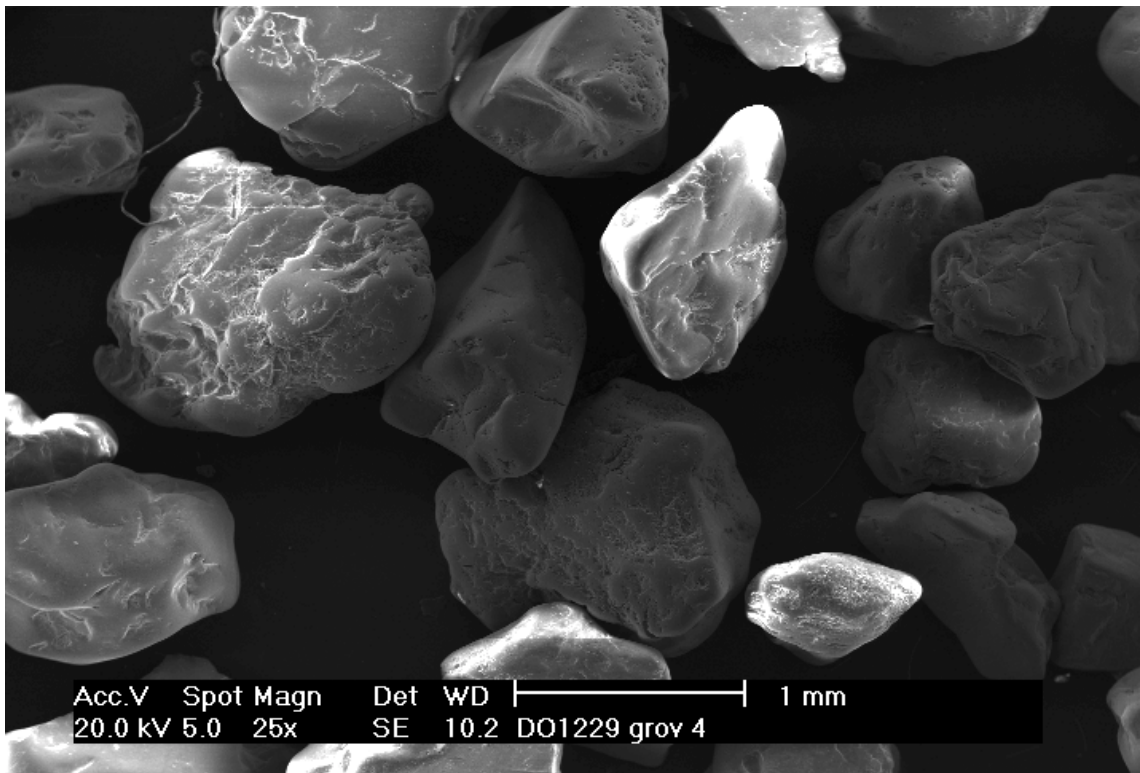
Bemærk at kurverne i diffraktogrammerne er så godt som identiske, hvilket entydigt tolkes som, at materialet består af kvarts og kun kvarts, såvel i udgangsmaterialet bremsesand, som i det knuste materiale, stempel produceret ved knusning af bremsesand.

Scanning-elektron-mikroskopiske undersøgelser

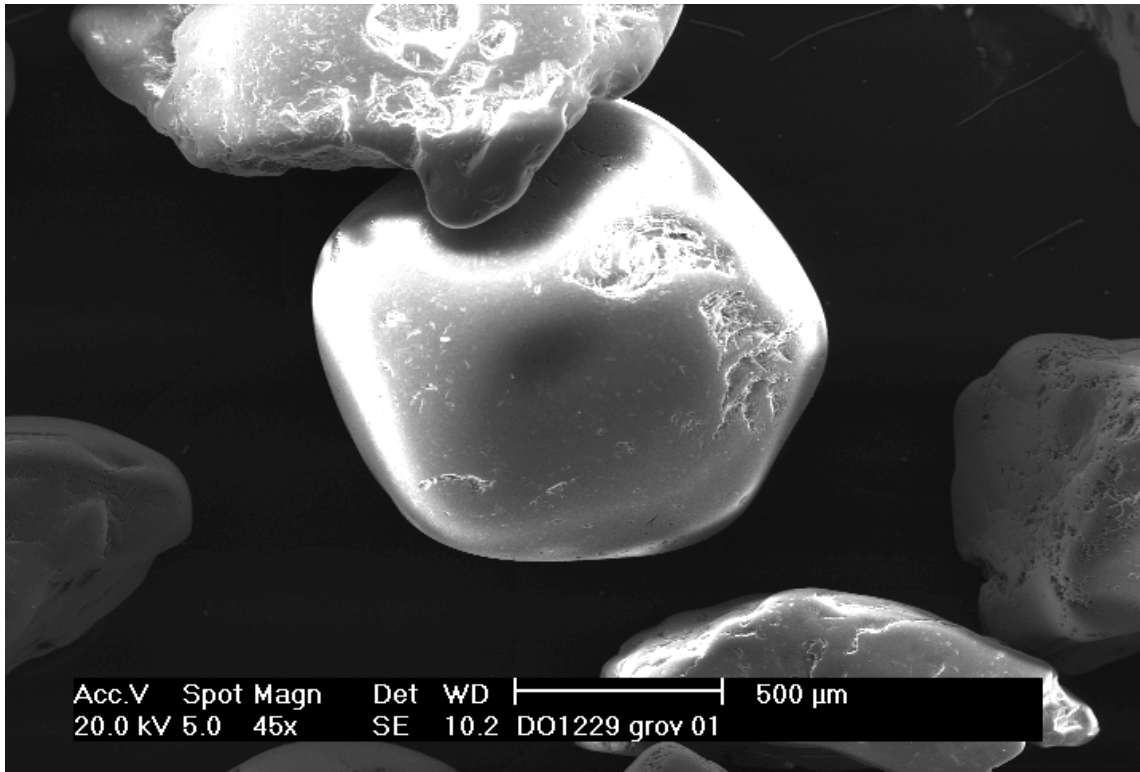
En udtaget detailprøve af hver af de indsendte prøver blev præpareret til en scanning-elektron-mikroskopering.

Som det fremgår af elektron-mikroskop-billederne (Fig. 6 og 7) består prøve 001229 af en afrundet kvartssand. Kornformen er ret sferoid med tendens til terning eller kasseformet omkreds.

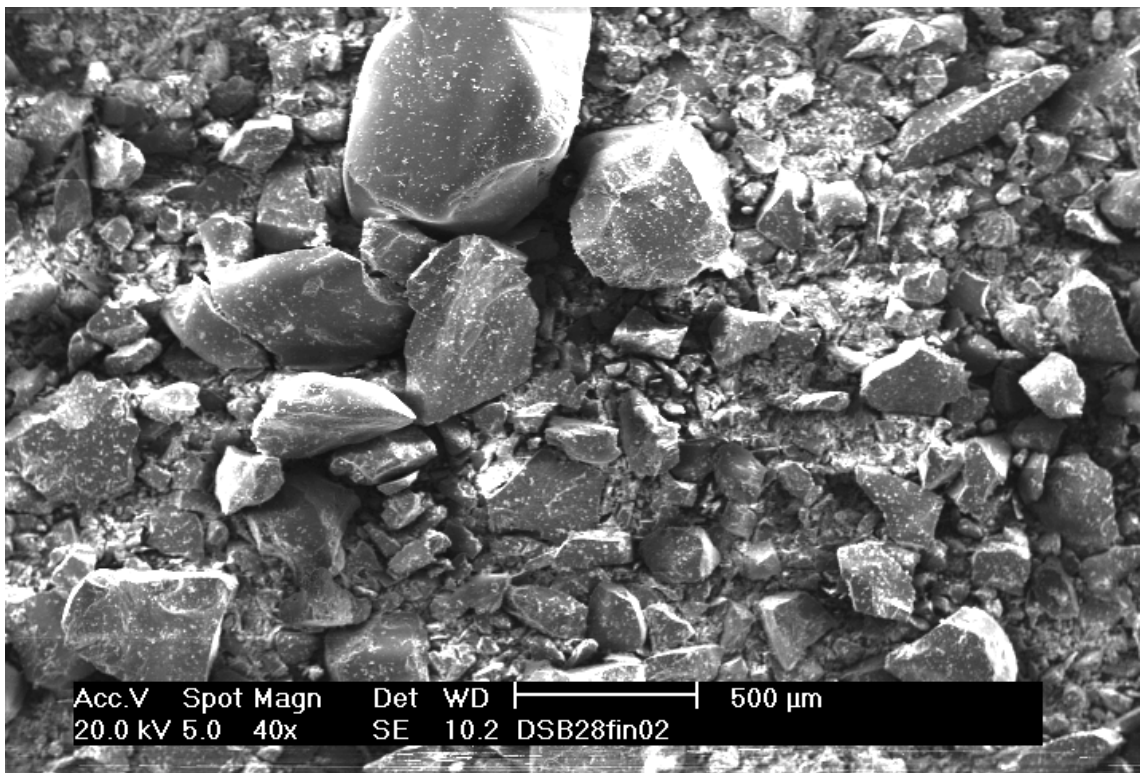
Prøve 001228 består derimod udenlukkende af korn med brudte flader. Knusning har såvel produceret ækvidimensionale som nåleformede korn. De knuste korn findes i alle kornstørrelser, som det også fremgår af sedigraf-analysen.



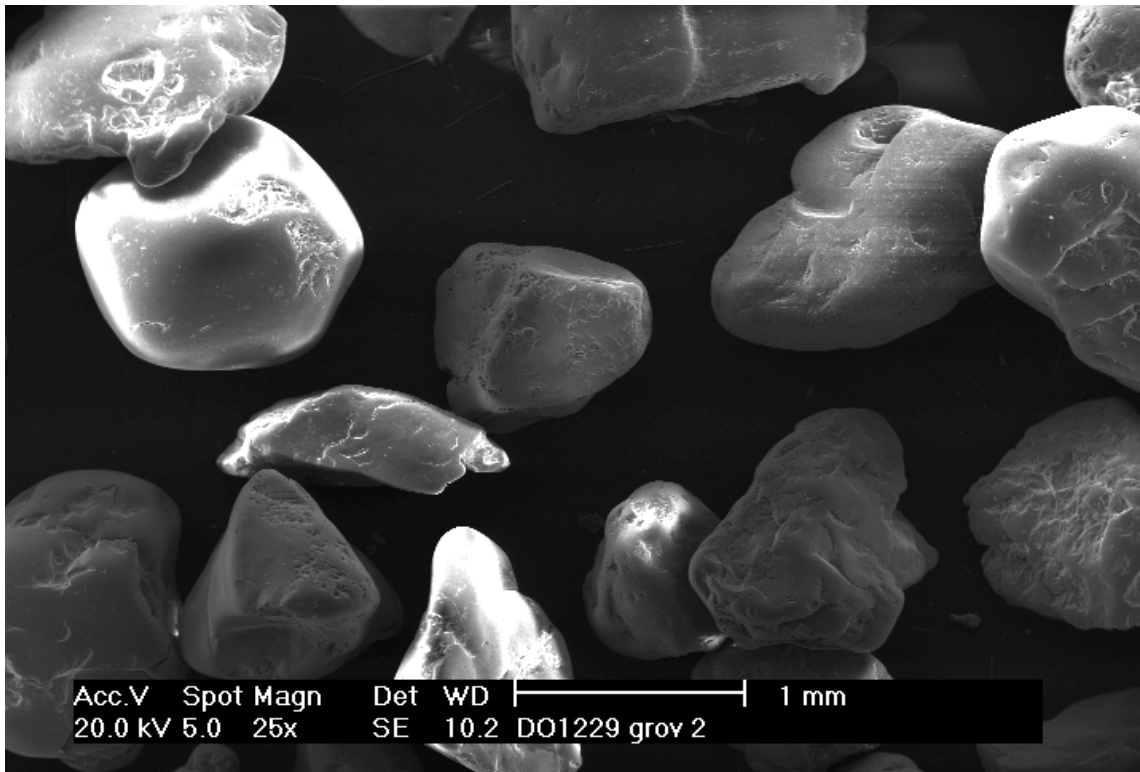
Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. Scanning elektron mikroskopi billede af bremsesand



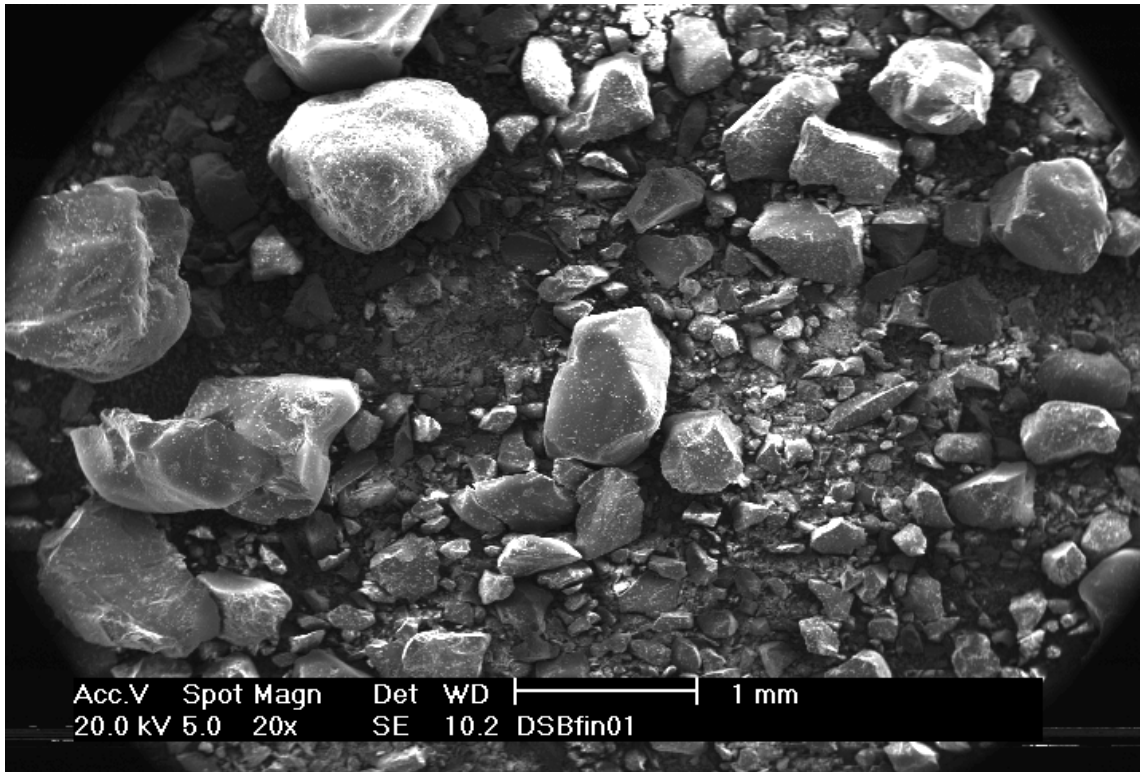
Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. *Detailbillede af enkeltkorn i bremsesandet*



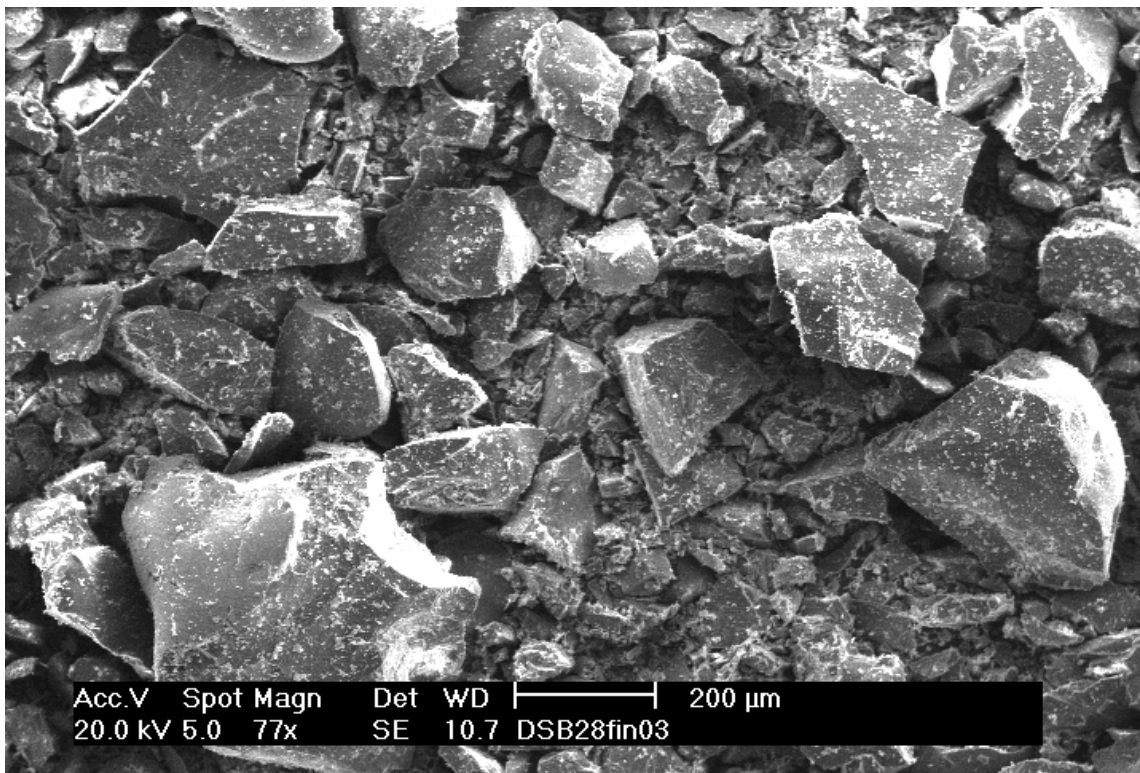
Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. *Detailbillede af knust bremsesand i samme forstørrelse*



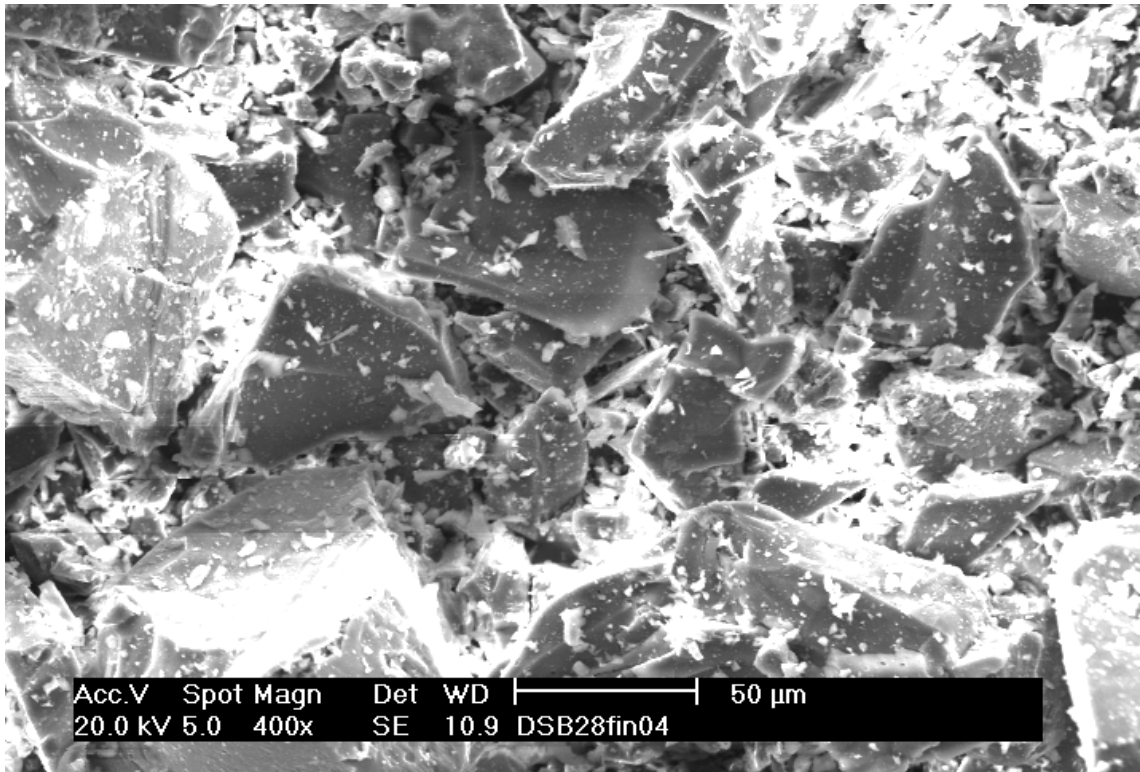
Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. *Scanning elektron mikroskopibillede af sandprøve 001229 til sammenligning med knust materiale af samme i prøve 001228 herunder.*



Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. Scanning elektron mikroskopibillede af knust bremsesand prøve 001228, sammenlign med Fig. 8.



Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. Scanning elektron mikroskopibillede af den fine fraktion af 001228.



Figur Fejl! Ukendt argument for parameter.. *Scanning elektron mikroskopibillede af mikropartiklerne i knust bremsesand.*

Kornene er ofte firskårne, men kanterne og hjørnerne er afrundede eller velafrundede. Derimod er den kvartsmel i silt og lerfraktionerne som produceres særdeles skarpkantet og i den fineste del er den tale om små nåle og fragmenter mellem lidt større korn (fig. 11)

Sammenfatning

Generelt overholder materialet specifikationerne. Det drejer sig om en ren kvartssand (SiO_2) med afrundede og velafrundede korn og en kornstørrelsesfordeling med den ønskede fordeling. Kvarts må betragtes som et elektrisk indifferent mineral og kan i forskellige former være et isolerende mineral. Kvarts vil i sandfraktionen ikke naturligt hænge sammen, heller ikke i våd tilstand. Kvartsmel i silt og lerfraktionerne vil derimod hænge sammen i våd tilstand og kan i tør tilstand ligge som et finkornet lag. I begge tilstande vil materialet angiveligt virke som neutrale lag i forhold til transport af en strøm. Da kvarts tilmed er piezoelektrisk, vil de fine korn under kraftigt tryk få en elektrisk ladet overflade. De fine korn vil derfor have en forøget tendens til at pakke og kan herved danne et isolerende lag på såvel hjul som skinner.

Det er muligt, at sand med en mere differentieret sammensætning (f.eks. smeltevandssand eller nedknust granit) i knust tilstand vil producere stenmel bestående af andre mineraler, der har egenskaber, som kan lede strømmen, eller i det mindste pakke dårligere og dermed virke mindre isolerende.

Der foreslås derfor følgende:

1. Forskellige sandtyper, som anses for potentielle til at kunne fungere som bremsesand, analyseres for egenskaberne opgivet under specifikationerne og for om deres mineralogiske sammensætning i nedknust tilstand bedre kan imødekomme kravene med hensyn til strømføring.
2. Det samme foretages for udvalgte prøver af nedknust granit.
3. Der planlægges et monitoringsystem hvor der løbende foretages analyser af det oprindelige og nedknuste materiale. Der skal udføres følgende analyser på hver prøve: Kornstørrelsesfordeling, kornformsanalyse (elektronmikroskop) og mineralogi (røntgendiffraction). Der aftales nærmere om prøvemængde og analysehyppighed. Naturlige og nedknuste materialer kan variere i kornstørrelse og mineralogi, og den løbende monitoring skal overvåge, at kvaliteten holdes indenfor specifikationerne.

Grain Size Distribution

Submitter: D:S:B.
 Location: 45142462/822903131
 Drillhole:
 Sample Id: Grov
 Lab Id: 001229
 Remarks: I.flg. D.S. for mat. < 2mm
 Date: 20.12.2000
 Executed: Ingerlise Nørgaard
 Total Weight: 100,52 g

GEUS
 Thoravej 8, 2400 København NV.
 Tlf. 38 14 20 00
 Sedimentlaboratoriet



Size Classes

	vægt%
Silt and Clay < 0,063 mm:	0,02
Sand, fine 0,063 mm - 0,200 mm:	0,26
Sand, medium 0,200 mm - 0,600 mm:	13,19
Sand, coarse 0,600 mm - 2,000 mm:	86,53
Gravel > 2,000 mm:	0,00
Sum:	100,00

Sieve Analysis

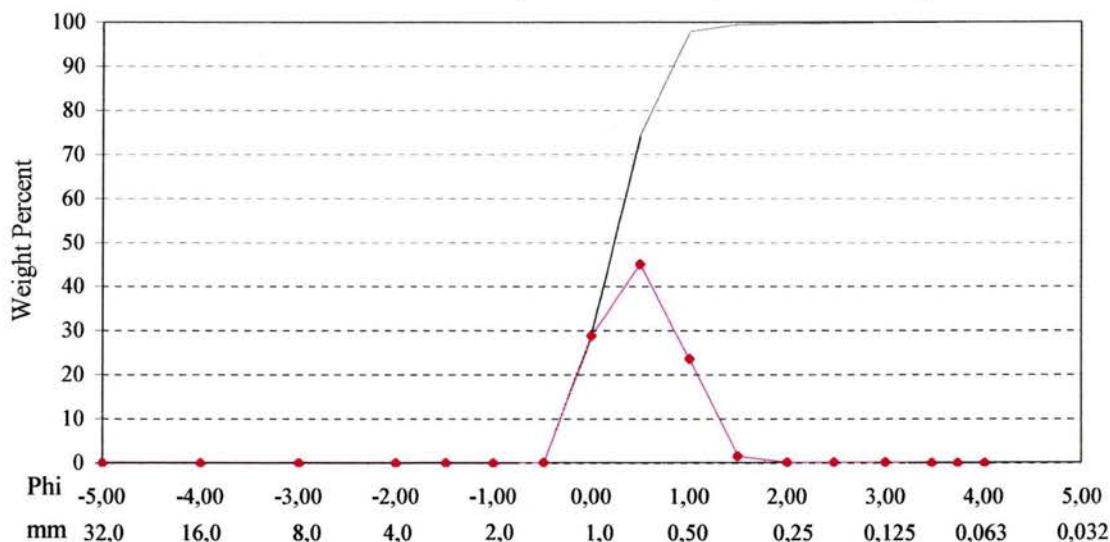
Sieve mm	g	w%	Cumulated w%
32,000	0,00	0,00	0,00
16,000	0,00	0,00	0,00
8,000	0,00	0,00	0,00
4,000	0,00	0,00	0,00
2,800	0,00	0,00	0,00
2,000	0,00	0,00	0,00
1,400	0,17	0,17	0,17
1,000	29,04	28,89	29,06
0,710	45,30	45,07	74,12
0,500	23,80	23,68	97,80
0,355	1,63	1,62	99,42
0,250	0,17	0,17	99,59
0,180	0,18	0,18	99,77
0,125	0,09	0,09	99,86
0,090	0,03	0,03	99,89
0,075	0,06	0,06	99,95
0,063	0,03	0,03	99,98
<0,063	0,02	0,02	100,00

Calculations

	mm
10% Percentile	1,26
25% Percentile	1,06
40% Percentile	0,93
Median	0,87
75% Percentile	0,70
90% Percentile	0,57
Mean (25% + median + 75%) / 3	0,87
Sorting Sqrt (25% / 75%)	1,23
Uniformity Coefficient (eg. Todd 1980) (40% / 90%)	1,63

Percentiles and size classes are found by linear interpolation
 The analysis is executed according to DS 405.9 extended by sieves
 to the ½ phi scale

Grain Size Distribution (Cumulated Weight and Frequency)



Grain Size Distribution

GEUS

Thoravej 8
2400 København NV
Tlf. 38 14 20 00
Sedimentlaboratoriet

Sample Id: Fin
Lab. Id: 001228
Submitter: D.S.B.
Subject: 45142462/822903131
Date: 16-01-01
Executed: I.Nørgaard
Remarks: Organisk mat. ikke nedbrudt før
sedigrafanalyse. Mat < 2 mm =
100% iflg. D.S.

Total Weight: 100,43 g**Size Fractions**

Sieve	Weight	Weight %		
		Fraction	Cumulated	
mm	Φ	g	%	%
<0,0020	<8,97	0,90	0,90	0,90
0,0020	8,97	0,25	0,25	1,15
0,0028	8,48	0,42	0,42	1,56
0,0039	8,00	0,73	0,73	2,29
0,0055	7,51	0,92	0,92	3,21
0,0078	7,00	1,51	1,50	4,71
0,0110	6,51	1,72	1,71	6,42
0,0156	6,00	2,30	2,29	8,71
0,0221	5,50	3,45	3,44	12,15
0,0312	5,00	4,23	4,21	16,37
0,0442	4,50	3,43	3,42	19,78

Sedigraph Analysis

Sieve Analysis

0,063	3,99	6,39	6,36	26,15
0,090	3,47	5,93	5,90	32,05
0,125	3,00	9,14	9,10	41,15
0,180	2,47	6,63	6,60	47,75
0,250	2,00	10,72	10,67	58,43
0,355	1,49	9,25	9,21	67,64
0,500	1,00	13,01	12,95	80,59
0,710	0,49	14,60	14,54	95,13
1,00	0,00	4,87	4,85	99,98
1,40	-0,49	0,02	0,02	100,00
2,00	-1,00	0,00	0,00	100,00
2,80	-1,49	0,00	0,00	100,00
4,00	-2,00	0,00	0,00	100,00
8,0	-3,00	0,00	0,00	100,00
16,0	-4,00	0,00	0,00	100,00

Size Classes

(DGF-Bulletin 1)	Weight %
Clay (< 0,002 mm):	0,90
Silt, fine (0,002 mm - 0,006 mm):	1,60
Silt, medium (0,006 mm - 0,020 mm):	5,48
Silt, coarse (0,020 mm - 0,063 mm):	11,81
Sand, fine (0,063 mm - 0,200 mm):	23,25
Sand, medium (0,2 mm - 0,6 mm):	30,77
Sand, coarse (0,6 mm - 2 mm):	26,19
Gravel (> 2 mm):	0,00
Sum:	100,00

Moments Measures

(Folk og Wards)	mm	Φ
5% Percentile	0,008	6,906
10% Percentile	0,018	5,794
16% Percentile	0,030	5,039
25% Percentile	0,060	4,068
Median (50% Percentile)	0,195	2,360
60% Percentile	0,268	1,900
75% Percentile	0,437	1,193
84% Percentile	0,549	0,865
95% Percentile	0,708	0,498

Moments Statistics

Mean	0,258
Sorting	0,236
Skewness	0,417
Kurtosis	0,759
Uniformity Coefficient	14,860

Size Classes and Percentiles are found
by linear interpolation

Formulas

Mean $(16\%+84\%+50\%) / 3$

Sorting $(84\%-16\%)/4 + (95\%-5\%) / 6,6$

Skewness $(84\%+16\% - 2*50\%) / (2*(84\%-16\%)) + (95\%+5\% - 2*50\%) / (2*(95\%-5\%))$

Kurtosis $(95\% - 5\%) / (2,44 * (75\% - 25\%))$

Uniformity Coefficient $(60\% / 10\%)$

Grain Size Distribution

Sample Id: Finkornet

