

9.2

~~_____~~
~~_____~~

DIRECTIE BENEDENRIVIEREN

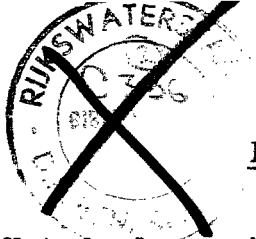
HET BEZINKINGSTOESTEL

BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Van der Burghweg
Postbus 5044, 2600 GA Delft
Tel. 015 - 699111

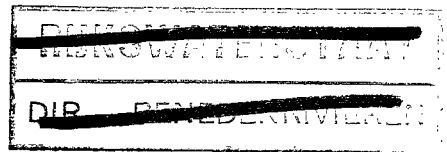
166



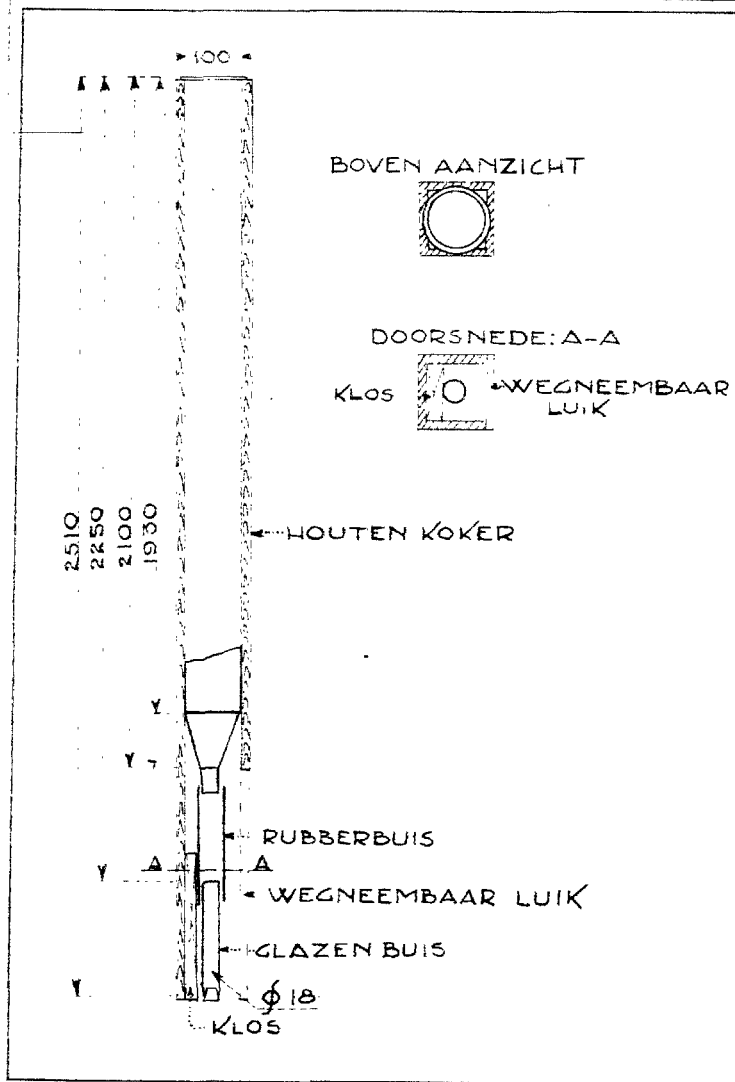
28 JUNI 1994



HET BEZINKINGSTOESTEL.

Doel.

Het doel van het bezinkingstoestel is de korrelgrootte grafieken van zandmonsters langs gemakkelijken en practisch voldoend nauwkeurigen weg te bepalen.

Inrichting.

Het toestel bestaat uit een loodrecht opgehangen ronde zinken pijp van de in nevenstaande figuur aangegeven afmetingen. Door middel van een gummislang is een glazen buis aan deze pijp verbonden. Achter de glazen buis, die door een kurk is afgesloten bevindt zich een plankje, waarop een vel papier wordt gespannen. Bij de uitrusting behooren voorts een thermometer en een stopwatch.

Werking.

Nadat de pijp met water gevuld is, wordt een vochtig zandmonster (niet droog) in het toestel geworpen. Op dit oogenblik wordt de stopwatch afgedrukt. Daar het vochtige zand zich verspreidt, zoodra het in het water komt, zinken vanaf het begin de grove korrels sneller dan de fijne. Door nu bij verschillende tijden b.v. om de 5 sec. de hoeveel-

heid zand, die in de glazen buis is neergeslagen op het achter deze buis bevestigde papier op te tekenen, krijgt men de bezinkingstijden van verschillende fracties. Wanneer men verder nog het verband weet tusschen deze bezinkingstijden en de daarbij behorende korrelgrootten, kan men de grafiek tekenen, c.q. de gemiddelde korrelgrootte bepalen. Daarna knijpt men tusschen duim en vinger de gummibuis dicht, verwijdert de kurk en doet het monster uit de glazen buis drukken door de waterkolom er boven. Praktisch geschiedt dit met slechts weinig waterverlies, zoodat slechts af en toe een weinig water moet worden toegevoegd.

Nauwkeurigheid.

Oppervlakkig beschouwd zou men geneigd zijn geen groote nauwkeurigheid van het toestel te verwachten. De in bijlage 1 en 2 afgebeelde grafieken, waarbij de bezinkingsmethode en de zeef-

methode

methode worden vergeleken, zijn daarom interessant.

In bijlage 1 worden een aantal voorbeelden gegeven van grafieken verkregen met den bezinkingsmeter. Bepaalde zandmonsters werden daarbij meermalen door den bezinkingsmeter gevoerd.

In bijlage 2 worden zeefkrommen gegeven, welke werden verkregen door verschillende bureaux. Er wordt dezerzijds voor ingestaan, dat allen precies dezelfde monsters (rivierzand) toegestuurd kregen. Het mengen van de oorspronkelijke monsters geschiedde met de grootste zorg door mij persoonlijk in tegenwoordigheid van anderen, volgens de "Vierendeelmethode".

Indien men vloeiende lijnen door de gevonden punten trekt, inplaats van rechte, kunnen deze grafieken iets nader tot elkaar worden gebracht, doch ook dan blijkt de geringe spreiding, welke met den bezinkingsmeter verkregen kan worden, nog lang niet bereikt te zijn.

Het was aanvankelijk de bedoeling voor de grafieken van bijlage 1 en bijlage 2 dezelfde 4 zandsorten te nemen. Dezelfde monsters als die van bijlage 2 werden dan ook "bezonken", doch hierbij werd nagelaten de temperatuur van het water op te nemen, zoodat de bezinkingsresultaten feitelijk hun waarde verloren. De spreiding van deze bezinkingskrommen was echter niet grooter dan die welke bij de krommen van bijlage 1 optreden.

Hieronder volgt een overzicht van de gemiddelde korrelgrootten, welke uit de bijlagen 1 en 2 vallen af te leiden. De zeefkrommen werden daarbij volgens vloeiende lijnen getrokken gedacht.

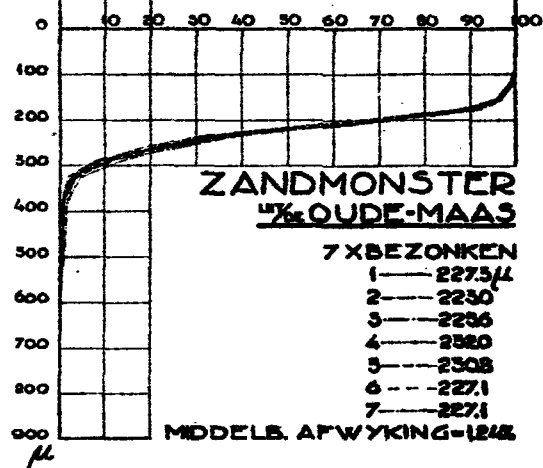
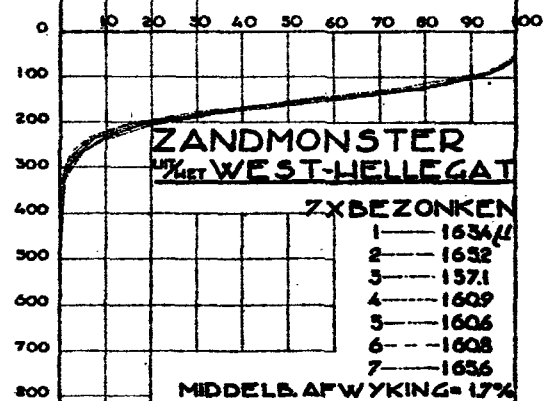
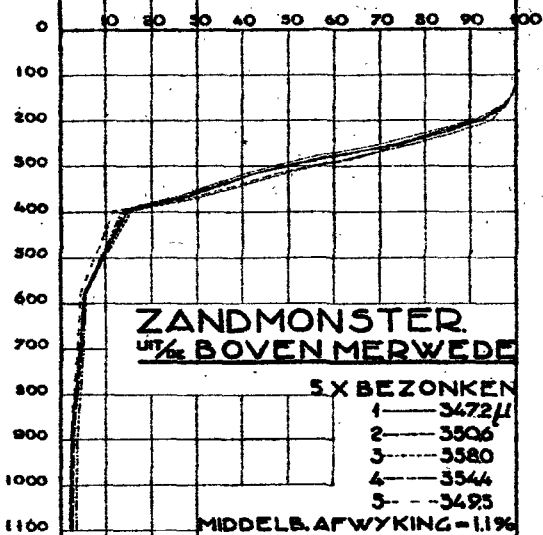
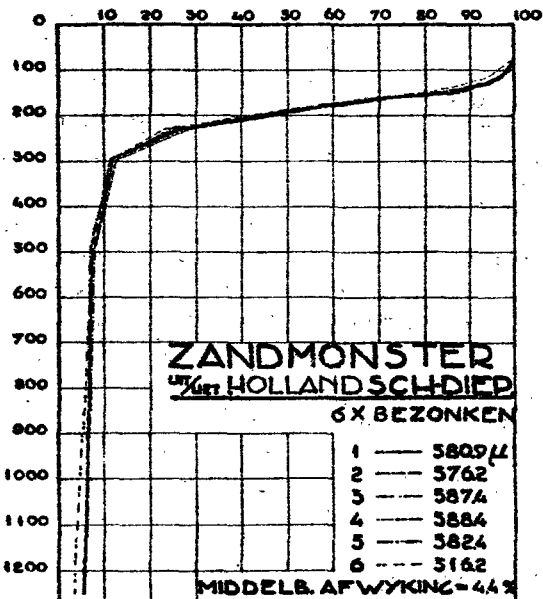
Gemiddelde korrelgrootten volgens den bezinkingsmeter in micron.

	Monster A	B	C	D
1e. bepaling	581 //	347	163	227
2e. "	576 //	351	165	223
3e. "	587	358	157	226
4e. "	588	354	161	232
5e. "	582	350	161	231
6e. "	(516)		166	227
grootste verschil	12 // (72) ↓	11 //	9 //	9 //

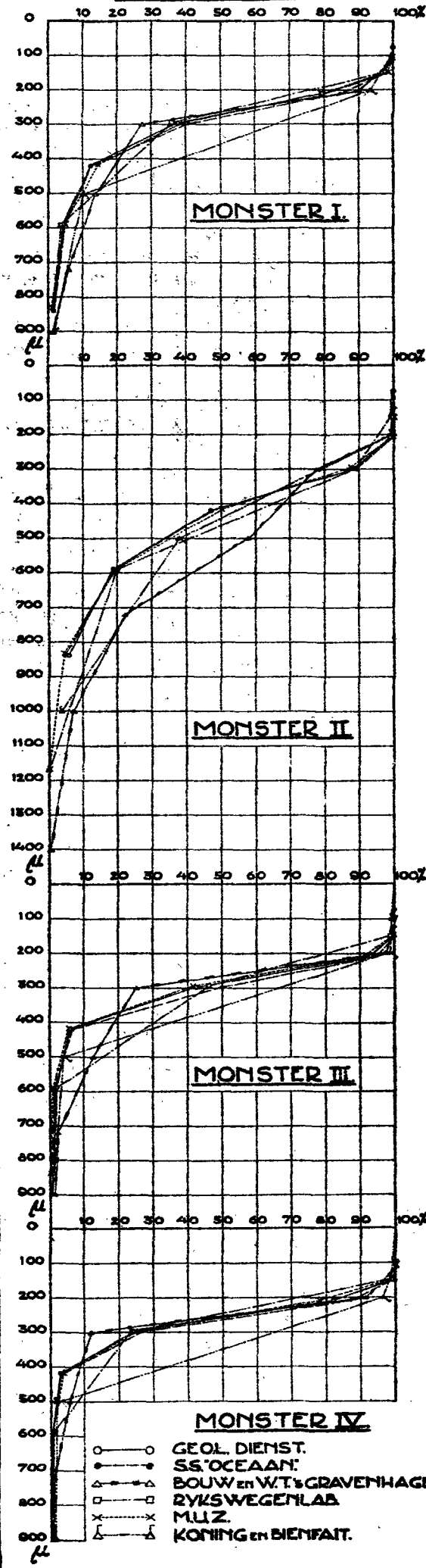
Gemiddelde korrelgrootten volgens de zeefproeven in micron (vloeiend getrokken zeefkrommen).

	Monster I	II	III	IV
1e. bepaling	298 //	465	301	260
2e. "	298 //	459	295	256
3e. "	307	469	315	277
4e. "	293	452	285	253
5e. "	318	562 ?	296	248
6e. "	307 (à 369)	485 (à 523)	274 (à 377)	286 (à 339)
grootste verschil	25 // (76) ↓	33 // (71) ↓	30 // (92) ↓	38 // (91) ↓

BEZINKINGSKROMMEN



ZEEFKROMMEN



korrels

De grootste verschillen zijn bij den bezinkingsmeter dus klein en ongeveer evenredig met de korrelgrootte. De laatste bepaling van monster I gaf een te kleine waarde (516), omdat de grootste te vroeg bezonken (fout in het afdrukken van den chronometer). Grof zand met gemiddelde korrelgrootten van $\pm 500 \mu$. en grooter, is feitelijk niet geheel meer geschikt voor den bezinkingsmeter. De grovere fracties daarvan zijn reeds spoedig eenige mm. groot en deze komen te snel beneden. Een klein verschil tusschen het inwerpen van het monster en het afdrukken van den stopwatch kan in dit geval reeds aanzienlijke verschillen leveren. De grafieken van monster I (bijlage 1) geven hiervan een goed voorbeeld. De grootste korrels waren hierbij ongeveer 5000μ . (5 mm.)

Invloed van de temperatuur en zout water.

De invloed van een vulling met zeewater bleek praktisch niet merkbaar te zijn.

Daarentegen mag de temperatuursinvloed geenszins verwaarloosd worden. Bij hogere temperaturen wordt het water dunner, waardoor de bezinkingssnelheid toeneemt. Per graad Celsius geeft dit reeds merkbare verschillen, vooral voor de fijnere fracties. Korrels van b.v. 100 micron zinken bij 1°C . in 210 sec. over den afstand van 2.50 m. Bij 18°C . duurt dit slechts 150 sec. Om deze reden moet fijn zand en slib des zomers aanzienlijk sneller tot bezinking komen dan des winters (zomermaanden heeten wel „slibmaanden“; minder windturbulentie, sneller bezinking wegens dunner water).

IJking.

Bij verschillende temperaturen werden een groot aantal zandmonsters zoowel gezeefd als „bezonken“. Als maatstaf werd genomen de uitkomsten verkregen met de machinale zeefinrichting (nieuwe Tijen zeven), welke bij den Geologischen Dienst geplaatst is, omdat daarmee uitkomsten werden verkregen, welke ongeveer midden tusschen die der andere in lagen (zie bijlage 2) en omdat de directie Benedenrivieren reeds sinds enkele jaren daar haar zanden liet zeven. Eigenaar der zeefinstallatie is de Directie Benedenrivieren. Dikwijls werd eenzelfde monster meermalen gezeefd en dit doende leerde men de eigenaardigheden der installatie kennen. Niet alleen de tijd gedurende welke gezeefd werd bleek van belang, doch voornamelijk de wijze van schudden. Het zand moest een schokkende voortgaande beweging bezitten, zoodanig dat de zeef regelmatig bedekt bleef en de op en neergaande beweging juist voldoende groot was. Verder bleek het gehalte aan korrels van eenzelfde grootte en ook het reinigen der zeven van invloed.

De zevingen werden uitgevoerd door den Heer Nieuwenhuis van den Geologischen Dienst, de bezinkingen door den Heer N.J. Dekkers van den Dienst der Benedenrivieren. Een wedstrijd ontstond om de meest preciese waarden te verkrijgen. Hierbij bleek, dat de nauwkeurigheid der zevingen opgevoerd kon worden tot die der bezinkingen, hetgeen blijkt uit onderstaanden staat.

On-

Onderzoek met het Bezinkingstoestel.
(elk monster werd ongeveer 4 malen bezonken).

Monster	Gemidd. korrelgrootte	max. afw. in u.	Max. afw. in %	(max. afw.) ² (in %)
a	668 <i>u</i>	+ 10	+ 1.5	2.2
b	405	- 5	- 1.2	1.4
c	178	- 3	- 1.7	2.9
d	196	- 3	- 1.5	2.2
e	529	+ 12	+ 2.3	5.3
f	441	- 10	- 2.3	5.3
g	359	+ 8	+ 2.2	4.9
h	218	- 9	- 4.1	16.8
j	219	+ 5	+ 2.3	5.3
k	161	- 6	- 3.7	13.8
l	279	+ 9	+ 3.2	10.3
m	214	+ 4	+ 1.9	3.6
n	189	+ 5	+ 2.6	6.8
o	277	+ 3	+ 1.1	1.2
p	244	+ 10	+ 4.1	16.8
q	223	+ 8	+ 3.4	11.6
r	183	- 1	- 0.5	0.2
s	652	0	0	0
t	563	+ 16	+ 2.8	7.8
u	192	+ 3	+ 1.5	2.3
v	523	0	0	0
w	115	+ 1	0.9	0.8
x	572	- 17	- 3	9
y	203	+ 8	+ 3.9	15.2
z	471	+ 1	+ 0.2	0
aa	187	+ 3	- 1.6	2.6

Middelbare max.afwijking t.o.v.gemiddelden : 2.27%

Onderzoek met de zeefinstallatie (Geol.Dienst)
(elk monster werd 4 malen gezeefd).

Monster	gemidd.korrelgrootte (4 zevingen)	max. afw. in u.	max. afw. in %	(max.afw.) ² (in %)
1	586 <i>u</i>	+ 7	1.2	1.4
2	193	+ 3	1.5	2.2
3	493	- 3	0.6	0.4
4	102	- 5	4.9	24.0
5	566	+ 9	1.6	2.6
6	205	+ 6	2.9	8.4
7	478	- 5	1.0	1.0
8	186	+ 1	0.5	0.3

Middelbare max. afwijking t.o.v. gemiddelden 2.2c %

Om de grootste nauwkeurigheid bij de bezinkingsmethode te verkrijgen moet het toestel niet aan de direkte stralen van de zon blootgesteld zijn. Hierdoor zou het water eenzijdig verwarmd worden en hinderlijke beweging in het water optreden.

Om dezelfde reden moet het water na elke bezinking even tot rust komen. Voorts spreekt het vanzelf dat het monster zoo los mogelijk op de hand gelegd moet worden. Elke kluitvorming moet vermeden worden en dit is zeer goed mogelijk.

Een andere manier is het monster te schudden in een glas met weinig water en de inhoud plotseling in den bezinkingsmeter te storten. Vooral voor fijn slempzand is deze manier goed te gebruiken.

Tijdens het bezinken kan men met de linkerwijsvinger regelmatig tegen de glazen buis kloppen teneinde de zandkorrels te doen zetten. Gewoonlijk wordt een monster genomen, dat het glas tot een hoogte van 10 à 15 cm. vult.

Om het toestel bij het vervoer niet te beschadigen en de zonbestraling te weren kan het gemonteerd worden in een houten koker (zie fig. 1).

Bijlage 3 geeft een goed overzicht der bij de ijking verkregen graad van nauwkeurigheid. Er blijkt uit dat de nauwkeurigheid afneemt naarmate de korrelgrootte toeneemt. Aangeraden wordt het toestel slechts te gebruiken voor zand met gemiddelde korrelgrootten tusschen 100 en 500 micron, dat zijn de normale in de benedenrivieren en in de zee voorkomende korrelgrootten. Grindkorrels, schelpen e.d. moeten vooraf verwijderd worden. Hiervoor kan een zeef of een stuk gaas met een maaswijdte van $\pm 2500 \mu$. worden gebruikt, waardoorheen het monster wordt gespeeld.

Invloed van abnormaliteiten.

Als zoodanig kunnen worden genoemd hoekige korrels en ongewone menging. Het soortelijk gewicht is practisch van geen belang, daar zand steeds voor meer dan 95% uit kwarts bestaat of uit korrels met een soortelijk gewicht welke weinig van die van kwarts afwijkt. Hoekige korrels geven bij zeven te groote waarden en bij bezinking te kleine en het is daarbij moeilijk te zeggen of de zeven dan wel de bezinking de juistere waarden geven.

Hoofdzakelijk werden rivier-, zee-, duin- en standzanden onderzocht en hierbij werden geen abnormaliteiten aangetroffen. Bij een boring in zee voor Schevingen werd evenwel op grootere diepte een ander soort zand verkregen, waarbij een verschil met de zeving van 20μ werd gevonden. Dit vrij groote verschil bleek zijn oorzaak te hebben in den hoekigen aard der korrels en in een ongewone menging van de korrelgrootten. Het is mogelijk dat elders meer dergelijke zanden aanwezig zijn.

Bezinkingstabel.

De tabel van bijlage 4 geeft het verband aan tusschen korrelgrootte en bezinkingstijd bij temperaturen van 1 t/m 25°C . Deze tabel moet derhalve steeds geraadpleegd worden voor het bepalen der zandgrafieken. Bij een watertemperatuur van 10°C . bezinkt na 25 sec. dus zand van 496 micron; bij 16°C . bezinkt na 60 sec. zand van 207 micron enz.

Volgens een naderhand verrichte uitgebreide toetsing dezer tabel met vele verschillende zanden bleek de middelbare afwijking tusschen de uitkomsten der zevingen (Geologische Dienst) en die der bezinkingsstaat 5% (de afwijkingen waren van 0 tot 10%).

Ter

Ter ruimtebesparing wordt de desbetreffende staat niet overgelegd. De totale ijking en toetsing besloeg een tijdsruimte van ongeveer een half jaar.

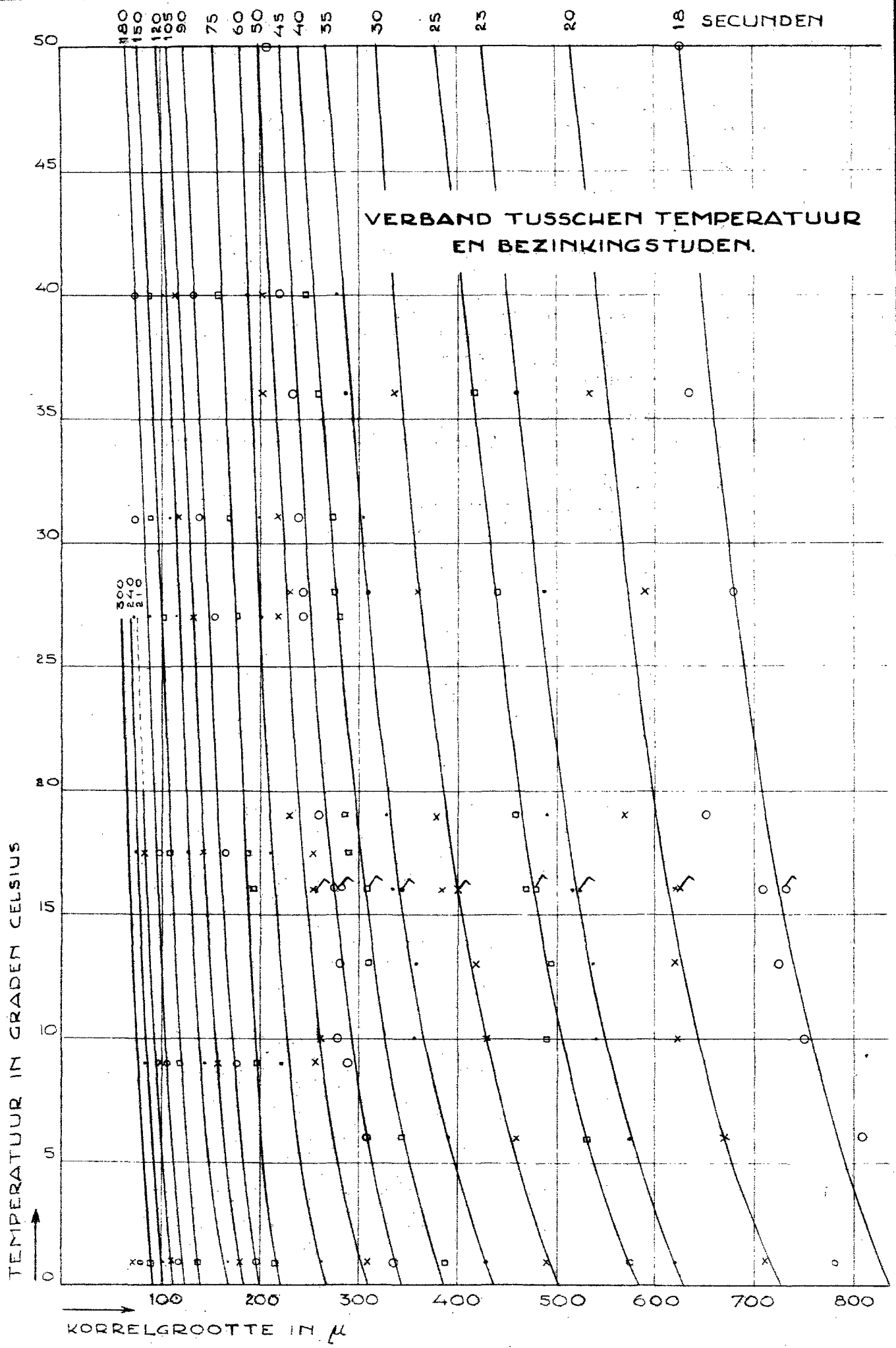
Conclusie.

- 1o. Het bezinkingstoestel is geschikt voor zanden met gemiddelde korrelgrootten van 100 tot 500 micron. Beneden gemiddelden van 100 μ kan men beter kortere buizen gebruiken. Boven gemiddelde korrelgrootten van 500 a 600 μ worden de bezinkingstijden te kort voor de grofvere fracties.
- 2o. De nauwkeurigheid van de bezinkingsmethode is binnen de onder 1o genoemde grenzen groter dan die, welke veelal in de praktijk der zeping wordt bereikt. Een afwijking tusschen zeef- en bezinkingskromme zal echter voor bepaalde zanden kunnen voorkomen, ten bedrage van 5 à 10% der korrelgrootte. Meestal is deze afwijking aanzienlijk kleiner.
- 3o. De voordeelen van het bezinken t.o.v. het zeven zijn :
 - a. het zand behoeft niet te worden gedroogd.
 - b. het bezinken gaat zeer veel vlugger dan het zeven.
 - c. het wegen der fracties vervalst.
 - d. het benodigd instrumentarium is veel eenvoudiger en aan geen slijtage onderhevig.
 - e. het bepalen van de korrelgrootte kan geschieden ter plaatse waar het zand gevonden wordt.
- 4o. De nadeelen zijn :
 - a. de kans op een persoonlijke fout is mogelijk groter dan bij zeven; een onverschillig persoon kan b.v. de stopwatch niet tijdig afdrukken of de oppervlakte van het bezonken zand niet juist opteekenen.
 - b. de vorm en gladheid van de zandkorrels, zoomede een ongewone menging van de korrels kunnen aanleiding geven tot het vinden van minder juiste waarden of tot het vinden van verschillen met de zeefmethode.

's-GRAVENHAGE, Maart 1934.

De Ingenieur van den
Rijkswaterstaat,
(get) van Veen.

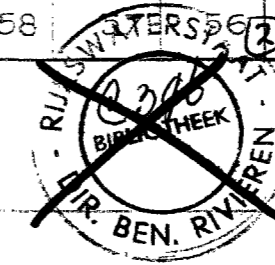
VERBAND TUSSEHEN TEMPERATUUR EN BEZINKINGSTUEN.



BEZINKINGSSTAAT

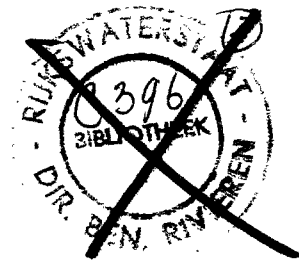
TIJD IN SEC.	1°C.	2°C.	3°C.	4°C.	5°C.	6°C.	7°C.	8°C.	9°C.	10°C.	11°C.	12°C.	13°C.	14°C.	15°C.	16°C.	17°C.	18°C.	19°C.	20°C.	21°C.	22°C.	23°C.	24°C.	25°C.	TIJD IN SEC.
12	1865	1850	1840	1828	1815	1805	1795	1785	1775	1765	1758	1750	1743	1735	1727	1720	1713	1705	1700	1693	1685	1680	1675	1668	1663	12
13	1482	1470	1458	1446	1435	1425	1415	1405	1396	1388	1380	1371	1364	1356	1348	1342	1335	1328	1321	1315	1309	1303	1296	1290	1284	13
14	1213	1202	1191	1180	1170	1160	1150	1141	1132	1125	1117	1110	1102	1095	1088	1081	1075	1069	1064	1058	1050	1045	1040	1035	1030	14
15	1070	1055	1045	1034	1023	1013	1004	995	985	977	970	963	955	948	941	935	928	922	915	909	903	897	891	886	881	15
18	815	805	796	788	780	773	766	759	752	746	740	734	729	724	718	714	709	704	699	695	692	689	685	682	679	18
20	705	694	684	675	666	658	650	643	636	630	625	620	615	611	606	602	597	593	589	586	583	580	576	573	570	20
23	608	598	589	581	573	565	558	552	545	539	534	529	524	520	515	511	507	504	501	497	493	490	487	484	481	23
25	562	552	543	535	527	520	513	507	501	496	491	486	481	476	472	468	464	461	457	454	451	448	444	440	437	25
30	482	473	465	458	451	444	437	431	425	420	414	409	404	399	394	389	385	382	379	376	373	370	367	364	361	30
35	418	409	401	394	387	380	373	367	361	356	351	346	342	339	335	332	328	325	322	320	317	315	312	309	306	35
40	368	361	354	348	342	336	330	325	320	315	310	306	302	299	296	293	290	288	285	282	280	278	275	273	271	40
45	326	320	315	310	305	300	295	291	287	284	280	276	273	271	268	265	262	260	258	256	254	252	250	248	245	45
50	293	286	281	278	272	268	264	260	256	253	250	248	245	243	241	239	236	234	232	230	228	226	224	222	220	50
60	250	245	240	236	232	229	226	223	220	218	216	214	212	210	208	207	205	203	201	200	198	197	196	195	194	60
75	209	205	200	196	193	191	189	187	186	185	183	182	181	180	179	178	177	176	175	173	172	171	169	168	167	75
90	189	185	181	178	175	173	170	168	166	164	162	161	160	159	157	155	154	152	151	149	147	146	144	143	142	90
105	170	166	163	160	158	156	154	152	150	149	147	145	143	142	140	139	137	135	133	132	130	129	127	126	124	105
120	154	149	145	142	140	137	135	133	131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	120	119	118	117	116	115	114	120
150	128	125	122	120	118	117	115	113	112	111	110	109	107	106	105	104	102	101	100	99	98	96	95	94	93	150
180	110	108	106	104	103	102	101	100	98	97	96	95	94	93	91	90	89	88	87	86	85	84	82	81	80	180
210	101	98	96	94	92	90	89	88	86	85	83	82	81	80	79	78	76	75	74	73	72	72	71	70	70	210
240	92	90	88	85	83	82	80	78	77	76	75	73	72	71	70	69	69	68	67	66	65	65	64	63	62	240
300	81	79	77	75	73	71	70	69	68	67	66	65	63	62	61	60	59	58	56	55	55	55	54	53	52	300

VOOR ALLE TEMP. AAN TE HOUDEN: 10 SEC. : 3000 μ .
11 SEC. : 2200 μ .



BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Van der Burghweg
Postbus 5044, 2600 GA Delft
Tel. 015 - 699111

Behoort bij 9.2-166



BIBLIOTHEEK
Dienst Weg- en Waterbouwkunde
Van der Burghweg
Postbus 5044, 2600 GA Delft
Tel. 015 - 699111

BEZINKINGSSTAAT

TIJD IN SEC.	1°C.	2°C.	3°C.	4°C.	5°C.	6°C.	7°C.	8°C.	9°C.	10°C.	11°C.	12°C.	13°C.	14°C.	15°C.	16°C.	17°C.	18°C.	19°C.	20°C.	21°C.	22°C.	23°C.	24°C.	25°C.	TIJD IN SEC.
12	1865	1850	1840	1828	1815	1805	1795	1785	1775	1765	1758	1750	1743	1735	1727	1720	1713	1705	1700	1693	1685	1680	1675	1668	1663	12
13	1482	1470	1458	1446	1435	1425	1415	1405	1396	1388	1380	1371	1364	1356	1348	1342	1335	1328	1321	1315	1309	1303	1296	1290	1284	13
14	1213	1202	1191	1180	1170	1160	1150	1141	1132	1125	1117	1110	1102	1095	1088	1081	1075	1069	1064	1058	1050	1045	1040	1035	1030	14
15	1070	1055	1045	1034	1023	1013	1004	995	985	977	970	963	955	948	941	935	928	922	915	909	903	897	891	886	881	15
18	815	805	796	788	780	773	766	759	752	746	740	734	729	724	718	714	709	704	699	695	692	689	685	682	679	18
20	705	694	684	675	666	658	650	643	636	630	625	620	615	611	606	602	597	593	589	586	583	580	576	573	570	20
23	608	598	589	581	573	565	558	552	545	539	534	529	524	520	515	511	507	504	501	497	493	490	487	484	481	23
25	562	552	543	535	527	520	513	507	501	496	491	486	481	476	472	468	464	461	457	454	451	448	444	440	437	25
30	482	473	465	458	451	444	437	431	425	420	414	409	404	399	394	389	385	382	379	376	373	370	367	364	361	30
35	418	409	401	394	387	380	373	367	361	356	351	346	342	339	335	332	328	325	322	320	317	315	312	309	306	35
40	368	361	354	348	342	336	330	325	320	315	310	306	302	299	296	293	290	288	285	282	280	278	275	273	271	40
45	326	320	315	310	305	300	295	291	287	284	280	276	273	271	268	265	262	260	258	256	254	252	250	248	245	45
50	293	286	281	278	272	268	264	260	256	253	250	248	245	243	241	239	236	234	232	230	228	226	224	222	220	50
60	250	245	240	236	232	229	226	223	220	218	216	214	212	210	208	207	205	203	201	200	198	197	196	195	194	60
75	209	205	200	196	193	191	189	187	186	185	183	182	181	180	179	178	177	176	175	173	172	171	169	168	167	75
90	189	185	181	178	175	173	170	168	166	164	162	161	160	159	157	155	154	152	151	149	147	146	144	143	142	90
105	170	166	163	160	158	156	154	152	150	149	147	145	143	142	140	139	137	135	133	132	130	129	127	126	124	105
120	154	149	145	142	140	137	135	133	131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	120	119	118	117	116	115	114	120
150	128	125	122	120	118	117	115	113	112	111	110	109	107	106	105	104	102	101	100	99	98	96	95	94	93	150
180	110	108	106	104	103	102	101	100	98	97	96	95	94	93	91	90	89	88	87	86	85	84	82	81	80	180
210	101	98	96	94	92	90	89	88	86	85	83	82	81	80	79	78	76	75	74	73	72	72	71	70	70	210
240	92	90	88	85	83	82	80	78	77	76	75	73	72	71	70	69	69	68	67	66	65	65	64	63	62	240
300	81	79	77	75	73	71	70	69	68	67	66	65	63	62	61	60	59	58	57	56	55	55	54	53	52	300

VOOR ALLE TEMP. AAN TE HOUDEN: 10 SEC. :: 3000 μ .
11 SEC. :: 2200 μ .