

227149

Enige opmerkingen over de
indeling van zand en grind
volgens korrelgrootte
en de aan beton- en metselzand
te stellen eisen
door Ir. S.H. Ringma
april 1948

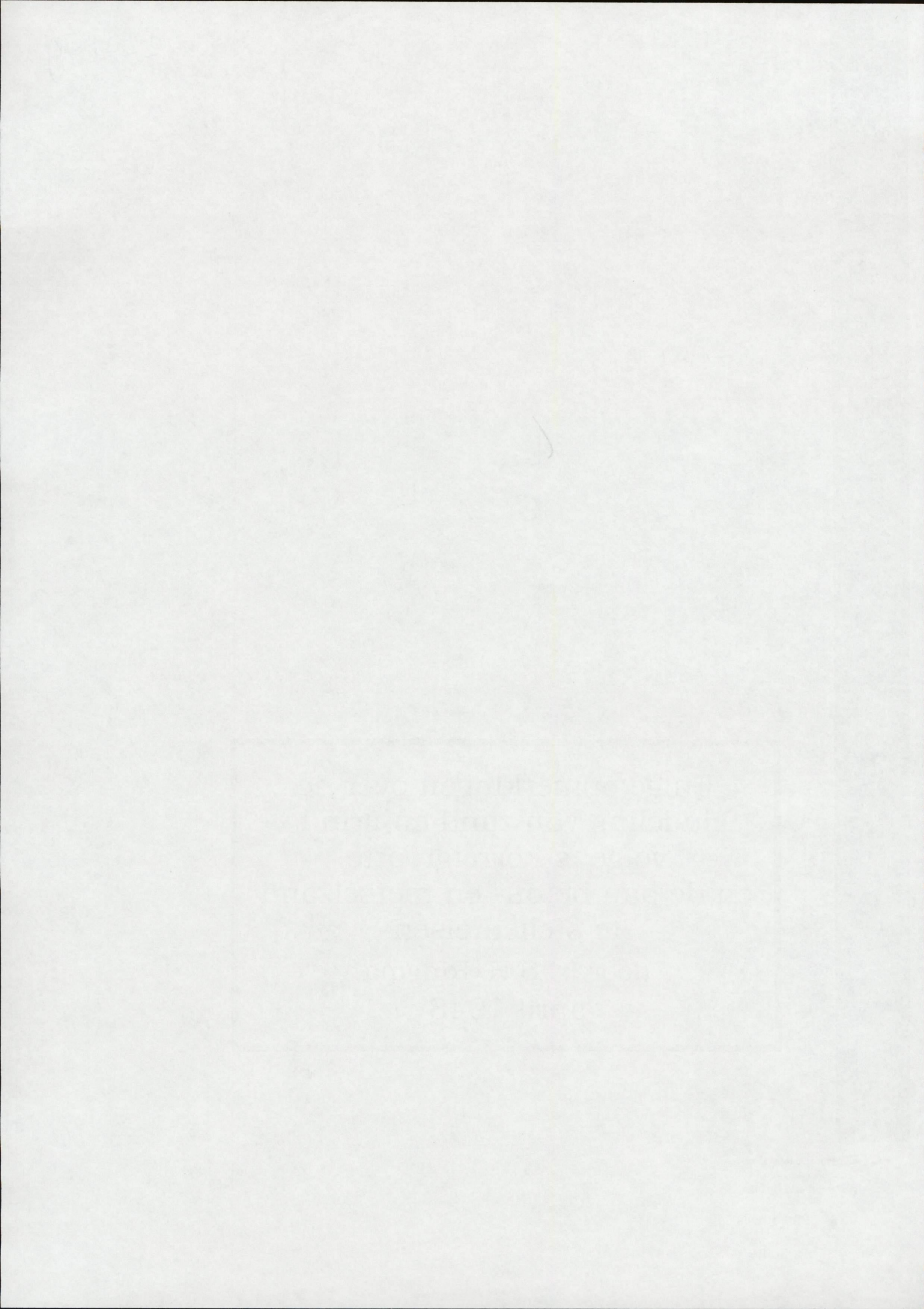


Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

Bibliotheek

Nr.

SV BOR52 ON





Ministerie van Verkeer en Waterstaat
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Directie Oost-Nederland

Postbus 9070
6800 ED Arnhem
Tel. 026 - 3688355

Bibliotheek

naam	afd.	retour	paraaf

S.V.P. TIJDIG VERLENGEN

betreffende: zand
en grind.

Enige opmerkingen over de indeling van zand en grind volgens korrelgrootte en de aan beton- en metselzand te stellen eisen.

In Nederland worden de zandsoorten volgens korrelgrootte ingedeeld volgens:

a. systeem van de Hoofdcommissie tot normalisatie, uitgaande van het maatgevende korreloppervlak (zie N209 210, 213) en

b. volgens het systeem van de fijnheidsmodulus, zoals dat in betonkringen (zie G.B.V.) gebruikelijk is.

∠ worden

De verschillende fracties/afgezonderd met behulp van een zeker aantal exemplaren uit de zevenserie van N 480.

1. ad a. Uitgangspunt van dit systeem vormt het soortelijk oppervlak U van de korrel:

$$U = \frac{\text{totaal oppervlak } g \text{ gram korrels}}{\text{ " " " " " " van 1 cm diameter.}}$$

of $U = \frac{\sum O_i}{\sum O_2}$, waarin O het gesommeerde oppervlak der korrels voorstelt.

Voor: $O_1 : O_2 = d_1^2 : d_2^2$.

Het aantal bolvormige korrels met diameter d_1 en d_2 dat in een bepaald volume gaat verhoudt zich als $A_1 : A_2 = d_2^3 : d_1^3$.

$$\text{Dus } \frac{\sum O_1}{\sum O_2} = \frac{d_2^3}{d_1^3} \times \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{d_2}{d_1} = U$$

Kiezen we nu $d_2 = 1$ cm, zoals in de definitie van U, dan geldt $U = \frac{1}{d_1}$ of $d_1 = \frac{1}{U}$ cm, dus $d_1 = \frac{10}{U}$ m.m.

De dimensies kloppen, daar beide grootheden verhoudingsgetallen zijn.

Men noemt nu $d_1 = \frac{10}{U}$ de soortelijke diameter van een korrelsoort.

Deze soortelijke diameter blijkt praktisch overeen te komen met de gemiddelde diameter van een fractie, zolang de korrels 1 m.m. zijn. Dit blijkt bij het beschouwen van de tabel onder opmerking 3 van N210. Het soortelijke oppervlak U van een korrelfractie wordt berekend volgens de formule van Zunker:

$$U = \frac{4,343}{\log d_2 - \log d_1} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right), \text{ waarbij } d_1 \text{ en } d_2 \text{ grens diameters van de fractie zijn. De formule geldt volgens}$$

mededeling voor: $d_2 < \sqrt{2} \cdot d_1$.

Men deelt nu de zandsoort in volgens bijgaande tabel:

178

178

178

178

178

178

178

178

178

178

178

178

178

178

Algemeene indeeling			Onderindeeling		
naam van het zand	U van de zandfractie	s.d. van de zandfractie (in mm)	naam van het zand	U van de zandfractie	s.d. van de zandfractie (in mm)
fijn zand	625-50	0,016-0,200	uiterst fijn zand	625-160	0,016-0,063
			zeer fijn zand	160-120	0,063-0,083
			middelfijn zand	120-80	0,083-0,125
			matig fijn zand	80-50	0,125-0,200
grof zand	50-5	0,200-2,000	matig grof zand	50-30	0,200-0,333
			middelgrof zand	30-20	0,333-0,500
			zeer grof zand	20-10	0,500-1,000
			uiterst grof zand	10-5	1,000-2,000

Hierbij kan men in de praktijk voor soortelijke diameter de werkelijke diameter lezen.

Zowel U als s.d. in deze tabel stellen de gemiddelde waarden van het gehele zandmonster voor. Deze gemiddelde U wordt bepaald door van elk der fracties met $\frac{d_2}{d_1} \leq \sqrt{2}$, het gewicht G en het U-cijfer te berekenen en \bar{d} , hieruit U-gemiddeld te bepalen volgens

$$U_{gem} = \frac{\sum G \cdot U}{\sum G}$$

en
$$d_{gem} = \frac{\sum G \cdot d}{U_{gem}}$$

N.B. Uit de normaalbladen blijkt wel een bovenste grens voor het verschil tussen de fractiediameters; niet een benedenste grens, mits men blijkbaar maar zeeft volgens exemplaren van N 480.

Naast de zanden onderscheidt men de volgende groepen:

fijn zand 0,016-0,2 m.m.	}	slibfractie	0,016 m.m.
grof zand 0,2 - 2 m.m.		zandfractie	0,016 - 2 m.m.
		grindfractie	2 - 64 m.m.
		stenenfractie	64 m.m.

ad b. De belangrijkste betekenis van bovengenoemde fractieonderscheiding voor de bouwtechniek ligt in de naamsaanduiding van de verschillende fracties.

De eigenschappen van zand en grind t.o.v. hun verwerking in beton en metselwerk worden daar gekarakteriseerd t.o.v. hun fijnheidsmodulus.

Ter bepaling van deze grootte verdeelt men het gehele bereik van zand en grind in groepen door een negental zeven, in principe ingedeeld volgens een meetkundige reeks met reden 2, en aangepast aan exemplaren uit de serie van N 480. Dit blijkt het duidelijkst wanneer men de G.B.V. zeven vergelijkt met de eerder tot stand gekomen Amerikaanse zeven-serie, die alleen uit draadzeven (vierkante mazen) bestaat.

Algemeene Inhouding		Onderzoeklijne	
van het zand	U van de zandfractie	van het zand	U van de zandfractie
10-5	0,000-0,000	10-5	0,000-0,000
20-10	0,000-0,000	20-10	0,000-0,000
30-20	0,000-0,000	30-20	0,000-0,000
40-30	0,000-0,000	40-30	0,000-0,000
50-20	0,000-0,000	50-20	0,000-0,000
60-10	0,000-0,000	60-10	0,000-0,000
70-5	0,000-0,000	70-5	0,000-0,000
80-5	0,000-0,000	80-5	0,000-0,000
90-5	0,000-0,000	90-5	0,000-0,000
100-5	0,000-0,000	100-5	0,000-0,000

hierbij van men in de praktijk voor aanbeveling de
 te verkrijken diameter isson.
 Sowel U als e.d. in deze tabel stellen de verhouding
 worden van het zandfractie voor. Deze verhouding
 U wordt bepaald door van alle fracties met de
 het gewicht U en het U-olier te berekenen en de
 hieruit U wordt de berekenen volgens

$$U_{gem} = \frac{\sum U_i}{\sum 1}$$

$$d_{gem} = \frac{\sum d_i U_i}{\sum U_i}$$

U.d. uit de normaallaten blijkt het een bovenste
 voor het verschil tussen de fracties; niet om
 bodemste eren, met men blijft maar de volgende
 exhaleren van 480.

naast de zandfractie onderzocht men de volgende reeksen:
 10-5 zand 0,010-0,2 m.m. alfractie 0,010 m.m.
 20-10 zand 0,010-0,2 m.m. alfractie 0,010 m.m.
 30-20 zand 0,010-0,2 m.m. alfractie 0,010 m.m.
 40-30 zand 0,010-0,2 m.m. alfractie 0,010 m.m.

ad b. De belangrijkste betrekking van bovenstaande fracties
 berekening voor de berekening ligt in de massafractie
 ding van de verschillende fracties.

De alfracties van zand en grind t.o.v. hun verzor-
 ring in beton en metselwerk worden daar gekarakteriseerd
 t.o.v. hun fijnheidsgraad.
 De bepaling van deze grootte verhoudt men het ge-
 hale bereik van zand en grind in groepen door een reeks
 tel zeven, in principe ingedeeld volgens een vestandige
 reeks met reben 2, en aangevat aan exhaleren uit de se-
 rie van 480. Dit blijkt het duidelijkst wanneer men de
 e.d. v. zeven vergelijkt met de eerder tot stand gekomen
 verhouding zeven-reeke, die alleen uit de zandfractie (vrij-
 kante zand) bestaat.

	G.B.V. (N+80)	G.B.V. gereduceerd op draadzeven	Amerikaanse draadzeven. (□)
	d = 46 m.m.	38,4 m.m.	38,1 m.m.
	= 23	19,2	19,5
	11,2	9,35	9,52
plaatzeven	5,6 x $\frac{1}{1,2}$	4,67	4,75
maas: ○	2,8	2,34	2,37
	1,4	1,17	1,18
	0,6	0,6	0,59
draadzeven	0,3	0,3	0,295
maas: □	0,15	0,15	0,147

Volgens Ing. Zwolsman komt n.l. de diameter van een vierkante maas overeen met 1,2 x die van een ronde maas.

Volgens N 213 vindt men	
0,85 = 1	f = 1,175
1 = 1,2	f = 1,20
1,7 = 2	f = 1,175.
Zwolsman	f = 1,20

Men verkrijgt nu de fijnheidsmodulus van het mengsel door het gewicht der materie te bepalen dat op elk der zeven zou blijven liggen wanneer het monster op elke zeef opnieuw geheel afgezeefd werd en deze gewichten uitgedrukt in procenten van het totale gewicht op te tellen en door honderd te delen.

Voorbeeld bepaling F_i bij een normale zeefanalyse bij gebruik van een stapel zeven.

zeefdiameter	zeefrest	gesommeerde zeefrest.
46 m.m.	0 %	0 %
23	0	0
11,2	5	5
5,6	15	20
2,8	30	50
1,4	40	90
0,6	10	100
0,3	0	100
0,15	0	100
		<u>565</u>

Fijnheidsmodulus:
 $F_i = \frac{565}{100} = 5,65$

Hieruit blijkt duidelijk dat de fijnheidsmodulus een zelfde grootte kan bereiken bij een fijner mengsel dat sterk gespreid is en een iets grover mengsel dat minder gespreid is, daar in de fijnheidsmodulus altijd het gehele negental zeven betrokken wordt.

Is een bepaalde materiaalfractie vastgesteld tussen twee grenzen dan duidt in de praktijk een hoge F_i op een grote spreiding der korrels, hoewel dit theoretisch niet noodzakelijk is.

Bij gelijke spreiding geeft vanzelfsprekend een grover mengsel een hogere modulus dan een fijner mengsel.

Een en ander moge blijken uit onderstaande staat waar Ir. Zwolsman verschillende materialen gekarakteriseerd heeft door hun fijnheidsmodulus:

1.5.V. (W40)

2.2.V. (W40)

Amerikaanse
draadveren

draadveren
massa

draadveren
massa

5 = 46 m.m.

35 = 4 m.m.

35 = 1 m.m.

11.2
3.8 x 1/2
1.1

10.0
3.8 x 1/2
1.1

10.0
3.8 x 1/2
1.1

0.2
0.3
0.15

0.2
0.3
0.15

0.2
0.3
0.15

Volgens Mr. Zwolman komt n.l. de diameter van een
vierkante draad overeen met $\sqrt{2}$ x die van een ronde draad.

Volgens n. 218 vindt men
 $r = 1.175$
 $r = 1.20$
 $r = 1.175$
 $r = 1.20$

Men verkiest nu de elliptische modulus van het mensaal
door het gebied der materia te bepalen. Het is niet
zelden het geval dat men het mensaal op zijn kant
houdt, maar het is niet zelden het geval dat men het
in de richting van het totale rektoestel of de telten
houdt te delen.

Voorbeeld bepaling van een normale reekanalyse bij
toepassing van een stapel veren.

geometrische reeks	rektoestel	rektoestel	geometrische reeks
0	0	0	0
10	10	10	10
20	20	20	20
30	30	30	30
40	40	40	40
50	50	50	50
60	60	60	60
70	70	70	70
80	80	80	80
90	90	90	90
100	100	100	100
110	110	110	110
120	120	120	120
130	130	130	130
140	140	140	140
150	150	150	150
160	160	160	160
170	170	170	170
180	180	180	180
190	190	190	190
200	200	200	200
210	210	210	210
220	220	220	220
230	230	230	230
240	240	240	240
250	250	250	250
260	260	260	260
270	270	270	270
280	280	280	280
290	290	290	290
300	300	300	300

Elliptische modulus:
 $r = \frac{200}{100} = 2.00$

Hieruit blijkt duidelijk dat de elliptische modulus
een welke grootte kan bereiken bij een lijner mensaal
dat sterk gespreid is en een iets zover mensaal dat niet
der gespreid is, maar in de elliptische modulus altijd het
gelede nogental zover betrokken wordt.
In een bepaalde mate is de elliptische modulus vastgesteld tussen
twee grenzen die gids in de praktijk een hofje op een
grote spreiding der korrels, hoewel die theoretisch niet
noemenswaardig is.
Bij welke spreiding heeft verspreiden een gro-
ter mensaal een hogere modulus dan een lijner mensaal.
Men on gader moet kijken, uit onderstaande staat waar
Mr. Zwolman verspreidende materialen gescheiden is
heeft door hun elliptische modulus:

Fi.

zeer fijn zand (akkerzand)	0,7-1,2
fijn zand (duinzand)	1,0-1,5
scherp metselzand	1,5-2,0
betonzand	2,0-3,0 (GBV. geeft 2,1-2,8)
grindzand (Arnhems)	3,0-3,5
fijn grind	4,5-5,5
beton grind	6,0-7,0 (GBV. geeft 6,3-7,0)
grof grind	7,0-8,0

2. Eisen betonzand en grind volgens G.B.V. 1940.

a. zonder bouwcontrole:

zand:

maximum 15 % > 2,8 m.m.

minstens 3 % < 0,3 m.m.

maximum 30 % < 0,3 m.m.

dus tussen 0,3 en 2,8 m.m. is gelegen:

maximum 97 %

minimum 55 %

grind:

maximum 5 % > 32 m.m.

maximum 5 % < 5,6 m.m.

100 % < 4,6 m.m.

dus tussen 5,6 en 32 m.m. is gelegen:

maximum 100 %

minimum 90 %.

b. met bouwcontrole:

zand: maximum 15 % > 2,8 m.m.

minstens 7½ % < 0,3 m.m.

maximum 20 % < 0,3 m.m.

dus tussen 0,3 en 2,8 m.m. is gelegen:

maximum 92½ %

minimum 65 %.

Men heeft dus bij het toepassen van bouwcontrole wat meer fijn materiaal toegeslagen < 0,3 m.m., echter tot een kleiner maximum hoeveelheid.

Tevens moet Fi liggen tussen 2,1 en 2,8, een eis waaraan scherp metselzand nog niet kan voldoen.

Grind:

fractiegrenzen als onder a.

Nu extra eis: Fi moet gelegen zijn tussen 6,3 en 7,0, dus het materiaal is grover dan fijn grind.

zandgrind:

Bij een mengsel met:

325 kg P.C./m³ beton Fi = 4,8 - 5,3

350 " " " Fi = 4,9 - 5,4

375 " " " Fi = 5,0 - 5,5.

Duitse G.B.V. bij 325 kg P.C. : Fi = 4,6 - 5,7.

Hierbij zij opgemerkt dat blijkens proeven de hoogste vastheden optreden bij Fi = 5,7. De G.B.V. heeft deze bovengrens blijkbaar gedrukt omdat het toepassen van een grindzand met te grove componenten in de praktijk kans geeft op ontmenging. De theoretische vastheden zouden dan toch niet verkregen worden.

Welk mengsel is het beste?

Dat mengsel waaraan zo weinig mogelijk water behoeft te worden toegevoegd. Dit is duidelijk wanneer men bedenkt dat elke hoeveelheid water die toegevoegd wordt, teneinde een goede verwerkbaarheid te verkrijgen groter is dan de benodigde hoeveelheid chemisch bindingswater.

Naar mate een mengsel gelijkslachtiger is, is de holle ruimte groter, dus is de hoeveelheid water die nodig is om de korrels bij het verwerken over elkaar te

2-1-1
 2-1-2
 2-1-3
 2-1-4
 2-1-5
 2-1-6
 2-1-7
 2-1-8
 2-1-9
 2-1-10
 2-1-11
 2-1-12
 2-1-13
 2-1-14
 2-1-15
 2-1-16
 2-1-17
 2-1-18
 2-1-19
 2-1-20

1. Grind:
 maximum 15
 minimum 5
 2. Grind:
 maximum 20
 minimum 10
 3. Grind:
 maximum 30
 minimum 15
 4. Grind:
 maximum 40
 minimum 20
 5. Grind:
 maximum 50
 minimum 25
 6. Grind:
 maximum 60
 minimum 30
 7. Grind:
 maximum 70
 minimum 35
 8. Grind:
 maximum 80
 minimum 40
 9. Grind:
 maximum 90
 minimum 45
 10. Grind:
 maximum 100
 minimum 50

1. Grind:
 maximum 15
 minimum 5
 2. Grind:
 maximum 20
 minimum 10
 3. Grind:
 maximum 30
 minimum 15
 4. Grind:
 maximum 40
 minimum 20
 5. Grind:
 maximum 50
 minimum 25
 6. Grind:
 maximum 60
 minimum 30
 7. Grind:
 maximum 70
 minimum 35
 8. Grind:
 maximum 80
 minimum 40
 9. Grind:
 maximum 90
 minimum 45
 10. Grind:
 maximum 100
 minimum 50

1. Grind:
 maximum 15
 minimum 5
 2. Grind:
 maximum 20
 minimum 10
 3. Grind:
 maximum 30
 minimum 15
 4. Grind:
 maximum 40
 minimum 20
 5. Grind:
 maximum 50
 minimum 25
 6. Grind:
 maximum 60
 minimum 30
 7. Grind:
 maximum 70
 minimum 35
 8. Grind:
 maximum 80
 minimum 40
 9. Grind:
 maximum 90
 minimum 45
 10. Grind:
 maximum 100
 minimum 50

laten glijden groter.

Een mengsel met zo groot mogelijke spreiding is het best.
Dit verklaart waarom de G.B.V. bij het toepassen van bouwcontrole naast de fractiegrenzen eisen stelt betreffende een niet te lage fijnheidsmodulus.

Opgemerkt zij dat er vóór elke verhouding tussen cement en toeslagmateriaal één fijnheidsmodulus is, waarbij een minimum hoeveelheid water wordt verwerkt, die dus de hoogste vastheid geeft. Deze grootheid vindt men in de handboeken aangegeven.

Het is duidelijk dat men door het toevoegen van bepaalde fracties de modulus kan verbeteren.

Men lette echter altijd op de praktische verwerkbaarheid van het mengsel.

3. Bestaande eisen voor mortelzand.

Deze eisen liggen in het geheel niet vast. Dit vindt zijn oorzaak daarin dat bij een mortel behalve minimum vastheidseisen, verwerkbaarheidseisen en vereiste waterhoeveelheden een rol spelen.

Dit is duidelijk wanneer men bedenkt dat b.v. een op een verticale wand opgebrachte specielaag van 1 à 2 cm weinig water vereist, ten einde niet af te glijden. Bij het verharden droogt een dergelijke dunne laag snel uit, zodat het de vraag is of na enige dagen voldoende water ter verdere binding aanwezig blijft.

Hiermee hangt waarschijnlijk het feit samen dat een fijnzandige specielaag bij het inslaan van een spijker e.d. gemakkelijk verpulvert. Aan dit gelijkmatige mengsel moet n.l. veel cement toegevoegd worden. Al die cementeilandjes zullen onder deze verhardingsomstandigheden veelal een lagere vastheid hebben dan het zand. Bij een gemengd zand vormt de cement slechts dunne vliesjes die gemakkelijk verharden. Gelijkmatige ronden zanden met fijne korrels bieden weinig "body" bij het verwerken. Een te grof mengsel geeft moeilijkheden bij het afrapen van een pleisterlaag.

*de binding
verharding*

/ de

De bekende eis van een scherp zand heeft waarschijnlijk alleen zin zolang specie vloeibaar is. De hogere weerstand tegen verschuiven door hoekigheid der korrels geeft de specie meer body bij het verwerken.

Na het verharden wordt de vastheid echter meer bepaald door de binding.

Uit proeven bleek dan ook niet dat mengsels met scherp hoekig zand een hogere drukvastheid gaven dan mengsels met ronde korrels.

Resumerend is het wel duidelijk waarom voor een mortelzand liefst een z.g. gemengd scherp zand gekozen wordt met tevens voldoende componenten beneden 300 μ . Zo vindt men b.v. vermeld dat een best metselzand verkregen wordt door uit Arnheems grindzand het grind weg te zeven en duinzand toe te voegen.

Voor de oorlog werden naast rivierzanden dan ook niet te fijne bergzanden verwerkt op plaatsen waar aanvoer van de laatste soort economischer was.

4. Voorgestelde eisen betonzand 1947.

a. zonder bouwcontrole.

maximum 32 % > 5,6 m.m.

minstens 3 % < 0,3 m.m.

minstens tussen 0,3 en 5,6 m.m.: 65 %.

later altho' er niet
 herkomstig met de
 uitkomst van de
 van de laatste
 is in de laatste
 het is duidelijk dat men door het toevan van
 bepaalde factoren de wolkjes kan verwijderen.
 Men heeft echter altijd de praktische
 laatste van het materiaal.

Veranderingen in de laatste
 Deze eisen lijken in het algemeen niet vast te
 zijn oorzaken daarvan dat bij een aantal
 vaststellingen, waarvan de resultaten en veranderingen
 hoeveelheden een rol spelen.
 Het is duidelijk dat een bepaalde
 een verandering in de laatste van 1/2
 weinig wijziging veroorzaakt, dat de
 in het algemeen wordt aangenomen dat
 uit, zodat het de laatste is of na
 water ten verporen vindt en
 ten eerste altho' er niet
 een tijdelijke verandering in de laatste van een
 kor e.a. gemakkelijk te verwijderen is, die
 materiaal moet e.a. veel meer toevoeren
 eveneens kan er een verandering in de
 fysisch veel van de laatste wordt
 dit een gevolg van de laatste is of na
 het is duidelijk dat men door het toevan van
 bepaalde factoren de wolkjes kan verwijderen.
 Men heeft echter altijd de praktische
 laatste van het materiaal.

Veranderingen in de laatste
 Veranderingen in de laatste
 Veranderingen in de laatste
 Veranderingen in de laatste

b. met bouwcontrole:

maximum 5 % > 5,6 m.m.
 maximum 30 % < 0,3 m.m.
 maximum 10 % < 0,15 m.m.
 dus tussen 0,3 en 5,6 m.m.
 maximum 97 %
 minimum 65 %.
 Fi.: 2,2 - 3,6.

Men laat dus bij beide groepen wat meer toe van de fracties beneden 0,3 en boven 2,8 m.m. De bovengrens van de fijnheidsmodulus is belangrijk verhoogd.

5. Voorgestelde eisen metselzand 1947.

Geschikt wordt geacht een zand met een ruime spreiding, waarvan de hoofdfractie in het gebied tussen 0,3 en 4,75 m.m. ligt. Nader wordt dit gepreciseerd door de volgende criterea:

maximum 5% > 2,8 m.m.
 minimum 15% < 0,3 m.m.
 maximum 50% < 0,3 m.m.
 maximum 20% < 0,15 m.m.
 dus tussen 0,3 en 2,8 m.m.
 maximum 85%
 minimum 45%.

6. Ophoogzand.

Gezien de zeer krappe positie van metsel- en beton- zand dient er naar gestreefd te worden voor ophoogzand geen zandsorten te gebruiken die in de bouwindustrie hun bestemming vinden.

De meer fijnkorrelige zanden waren dus als ophoogzand te gebruiken.

Bij toepassing in de wegenbouw dient men echter in de bovenste lagen grover materiaal toe te passen in verband met het gevaar voor opdooi (slechte ontwatering bij fijne zanden) en ter verkrijging van voldoende wrijvingsweerstand. Dit laatste geldt voornamelijk voor betonwegen en voor de opsluiting van klinkerwegen.

7. Zevenserie Directie Bovenrivieren.

Het was gewenst aan te sluiten bij het negental zeven van de G.B.V.serie met een modulus 2.

De G.B.V.serie geeft echter voor de veelal te onderzoeken zandfractie (beneden 2 m.m.) slechts een viertal zeven. Dit aantal is niet voldoende ter opstelling van een behoorlijke zeefkromme.

In verband daarmee werd daarom in dit gebied, tussen de G.B.V.reeks telkens een zeef geïnterpoleerd, zodat beneden $d = 28$ m.m. een gesloten reeks met modulus $\sqrt{2}$ is verkregen. Benedenwaarts werd hieraan toegevoegd een exemplaar met $d = 0,075$ m.m., terwijl $d = 46$ m.m. werd weggelaten daar de enkele keistenen $> 4,6$ cm wel met een duimstok op te meten zijn. Zodoende is te allen tijde een onderzoek naar de fijnheidsmodulus mogelijk, naast een bevredigende indeling van de te onderzoeken zanden.

0,1 m.
22,3 cm

4. met een controle

Maximum 30 m.m.
Maximum 15 m.m.
Maximum 10 m.m.
Maximum 5 m.m.
Maximum 2 m.m.
Maximum 1 m.m.

Men laat de 11e en 12e groepen van naar toe van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.

Wanneer de hoofdwijze van de groepen 11 en 12
is, dan wordt de hoofdwijze van de groepen 11 en 12
volgende ontdekt:

Maximum 30 m.m.
Maximum 15 m.m.
Maximum 10 m.m.
Maximum 5 m.m.
Maximum 2 m.m.
Maximum 1 m.m.

5. Controle

De 11e en 12e groepen worden van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.
De 11e en 12e groepen worden van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.
De 11e en 12e groepen worden van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.

6. Controle

De 11e en 12e groepen worden van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.
De 11e en 12e groepen worden van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.
De 11e en 12e groepen worden van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.
De 11e en 12e groepen worden van de fase-
plaat (groep 1) en lever 2 m.m. De bovenste van de
11e en 12e groepen is tevens tevens.

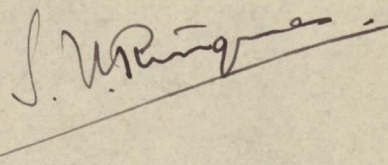
zevenserie.

G.B.V.	Boven Rivieren.	
	¹⁰⁵ 0,075	m.m.
0,15 m.m.	0,15	"
0,30 "	0,21	"
0,60 "	0,30	"
	0,42	"
	0,60	"
	1,00	"
1,4 "	1,4	"
	2,0	"
2,8 "	2,8	"
5,6 "	5,6	"
11,2 "	11,2	"
23,0 "	23,0	"
46,0 "		"

draadzeven
plaatzeven

Arnhem, 22 April 1948.

De Ingenieur,



boven livieren.		U.V.	
0,07	m.m.	0,15	m.m.
0,17	"	0,30	"
0,21	"	0,60	"
0,30	"	1,00	"
0,32	"	1,4	"
0,60	"	2,8	"
1,00	"	5,6	"
1,4	"	11,2	"
2,0	"	23,0	"
2,8	"	46,0	"
5,6	"		
11,2	"		
23,0	"		

Arnhem, 22 April 1918.
De Ingenieur.

[Handwritten signature]