

Mr. Sm.

63 B

**NEDERLANDS PROEFSTATION VOOR STROVERWERKING
TE GRONINGEN**

DE SCHOKBESTENDIGHEID VAN PAPIER.

door D. Keizer.

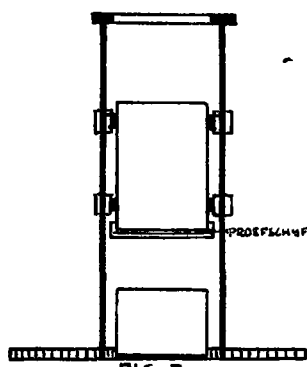
GRONINGEN, Maart 1954.

2284407

DE SCHOKBESTENDIGHEID VAN PAPIER.

Door Ragossnig^{x)} is een apparaat ontwikkeld, waarmee men de schokbestendigheid van papier kan meten. Dit apparaat werd ontworpen om voor zakken papier een maatstaf te bezitten voor de weerstand van een gevulde zak, wanneer deze over een zekere hoogte vrij valt. In het apparaat van Ragossnig heeft het proefpapier dan ook de gestyleerde vorm van een zak, nl. van een geplakt cilindertje met bodem. Dit cilindertje wordt met een zeker gewicht aan hagelkorrels gevuld en op een bepaalde hoogte boven een vast vlak losgelaten. Het aantal keren, dat vallen van een bepaalde hoogte nodig is om het cilindertje te doen barsten, is een maat voor de schokbestendigheid.

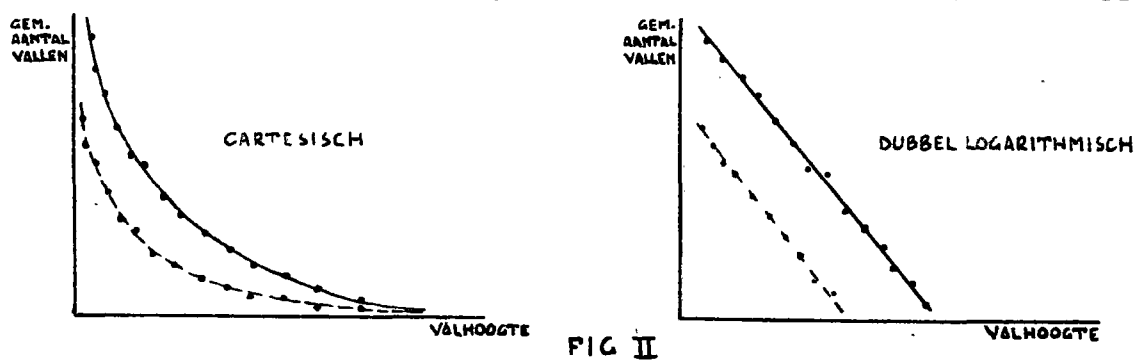
Door het N.P.V.S. is een soortgelijk apparaat ontwikkeld met dit verschil, dat hierbij geen cilindertje, maar een schijfje papier als proefstuk wordt gebruikt, dat met een klemring aan de onderzijde van een open stalen cylinder wordt bevestigd.



Inplaats van hagelkorrels gebruikt het N.P.V.S. fietskogeltjes van 4 mm diameter. Op een van de geleidestangen is een centimeterschaal aangebracht, zodat de valhoogte steeds kan worden gecontroleerd. De maximale valhoogte bedraagt 40 cm. De belasting van het papier is constant gekozen en wel 150 gram aan kogeltjes. Na het vallen komt de cylinder met het proefpapiertje terecht op een stalen opvangbakje, waarin de kogeltjes, na barsten van het proefpapiertje, worden verzameld. Dit opvangbakje bevindt zich los op het vaste grondvlak, zodat het bakje kan worden gebruikt, om de cylinder voor een volgende bepaling te vullen.

Om nu het apparaat in werkwijze, nauwkeurigheid enz. te leren kennen, werden van machinaal kraftpapier (70 g/m^2) proefschijven geknipt en bij verschillende valhoogten beproefd. Bij elke valhoogte werden 8 bepalingen gedaan. Achtereenvolgens werden als valhoogten gekozen 40, 35, 30, 25, 22, 20, 18, 17, 15, 14, 13, 12, 11 en 10 cm. Het gemiddelde aantal vallen, nodig voor het barsten, bedroeg resp. 1, 1.4, 1.6, 2.8, 3.8, 5.0, 6.1, 6.5, 9.8, 12.5, 16.5, 22.5, 31.0 en 42.5.

Brengen we deze getallen in grafiek op cartesisch coördinatenpapier, dan ontstaat een vloeiende kromme, waarop praktisch alle 14 punten liggen.



Wanneer we echter de gevonden waarden op dubbel logaritmisch papier uitzetten ontstaat een rechte lijn. Het is merkwaardig, dat de cijfers voor eenzelfde valhoogte onderling een grote spreiding vertonen; verschillen van 50% van de hoogste waarde zijn geen zeldzaamheid. Een analoge proef met schrijfmachinepapier (80 g/m^2) gaf een dergelijk beeld, alleen lag de kromme in haar geheel beneden die van het kraftpapier, om bij een valhoogte = 40 er mee samen te vallen. Ook hier was de spreiding der duplo bepalingen weer aanzienlijk.

Om nu gewaar te worden of het apparaat ook onderscheid maakt in verschillende maalduren en grangewichten, werden van een natronroggestrocelstof proefvelletjes geschept van vier m^2 -gewichten en vier maalduren, te weten: 70, 100, 130 en 150 g/m^2 met maalduren 0, 10, 20 en 30 minuten. De gemiddelde waarden gaven bij uitzetting op dubbel logaritmisch papier (zie grafiek I) weer rechte lijnen. Duidelijk kwam tot uiting, dat de schakbestendigheid tussen 20 en 30 minuten malen een maximum vertoont; bij elk m^2 -gewicht ligt de lijn voor 30 min. malen beneden die van 20 min. malen.

Dit verschijnsel pleit voor een toepassing van het apparaat in de gewone series van sterktebepalingen. Een verdere bijzonderheid is nog, dat de lijnen slechts weinig divergeren. D.w.z. dat de hoeken, die de lijnen maken met de valhoogte-as voor alle tot dusverre onderzochte natronroggestrocelstofpapieren slechts weinig verschillen. Analytisch-meetekundig beschouwd wil dit dus zeggen, dat, wanneer van de lijn één punt bekend is, deze kan worden getekend; dus wanneer van een bepaald papier uit deze partij celstof bij een valhoogte het benodigde aantal vallen is bepaald, het aantal vallen bij een andere hoogte, althans bij benadering, kan worden berekend.

Vervolgens werden van gedurende 15, 20, 40 en 60 minuten gemalen kraftcelstof papiertjes geschept van 70, 100, 130 en 150 g/m^2 .

⤵ (zie fig. IV)

Ook deze lijnen vertonen slechts geringe spreiding en bovendien verschillen zij slechts weinig in helling met de lijnen voor papier uit strocelstof. Verder bleek, dat de papiertjes van 130 en 150 g/m^2 uit gedurende 40 en 60 min. gemalen kraftcelstof te sterk waren voor het apparaat, of beter gezegd, het aantal benodigde vallen werd zeer hoog (> 50).

De vraag kwam naar voren of de verschillen in helling tussen de lijnen voor strocelstof en die voor kraftcelstof moet worden geweten aan experimentele fouten (hetzij in het papier, hetzij in de bepaling), dan wel aan werkelijk bestaande verschillen tussen deze celstoffen. Om dit na te gaan werden de tangenten bepaald van de scherpe hoeken, die de lijnen met de valhoogte-as maken. Deze waarden (vermenigvuldigd met 10) waren als volgt

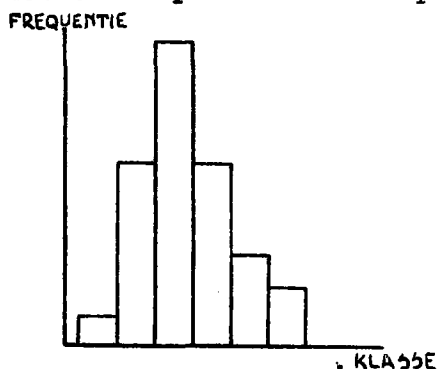
maalduur	I	stro	kraft	s	k	s	k	s
		25	28	23	25	25	22	19
"	II	29	21	25	30	34	19	34
"	III	30	25	36	19	30	24	37
"	IV	29	24	32	16	26	24	22
m^2 -gewicht		70		100		130		150

gem. 26

Een frequentietabel van deze cijfers geeft het volgende beeld:

klasse	frequentie
15 - < 19	1
19 - < 23	6
23 - < 27	10
27 - < 31	6
31 - < 35	3
35 - < 39	2
	28

Het corresponderende frequentiediagram ziet er als volgt uit:



Dit diagram voldoet op het eerste gezicht voldoende aan de normale foutenwet, hoewel er een lichte scheefheid (g_1) valt te constateren. De vraag is nu of deze scheefheid al dan niet significant is. Is de scheefheid niet significant, dan mogen we aannemen,

-dat-

dat er geen afwijking van de normale foutenwet bestaat, dus dat de tangentes van eenzelfde universum stammen, m.a.w. dat er geen reële verschillen tussen voorkomen, zodat de gemeten afwijkingen alleen een gevolg zijn van toevallige fouten. Een reëlbetreffende berekening (zie bijlage I) gaf nu inderdaad geen significante scheefheid^{x)} (P-waarde tussen 25% en 50%). Verder zijn nog de "fiducial limits" berekend en wel de "one-in-fourty" grenzen. Voor een normale verdeling zijn deze grenzen:

$$l_1 = \bar{x} + 1.96 \sigma$$

$l_2 = \bar{x} - 1.96 \sigma$, waarin σ de standaardafwijking van de verdeling is.

De betekenis van deze grenzen is, dat er gemiddeld 1 tangentes waarde op de 40 zal zijn, die er buiten valt. (Zo zijn de one-in-a-thousand-limits

$$\bar{x} \pm 3.09 \sigma)$$

Gevonden werd:

$$l_1 = 26 + 1.96 \times 5.39 = 37$$

$$l_2 = 26 - 1.96 \times 5.39 = 15.$$

Voor de gemiddelde tangens (= 2.6) geldt op overeenkomstige wijze:

$$\bar{x}_{1.2} = \bar{x} \pm 1.96 \sigma_{\bar{x}}. \text{ In dit geval mag dus met redelijke}$$

betrouwbaarheid worden aangenomen, dat de gemiddelde tangens zich beweegt tussen 2.4 en 2.8 ($\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 1.02$); m.a.w. dat de scherpe hoek varieert tussen 67° en 70° .

Samenvatting:

1. Kraftpapier en natronroggestrocelstofpapier van verschillende maalduren en m-gewichten werden met behulp van een door het N.P.V.S. vervaardigd apparaat op schokbestendigheid getoetst.
2. Het verband tussen valhoogte en het aantal benodigde vallen om het proefpapier te doen barsten bleek, op dubbellogaritmisch papier, rechtlijnig te zijn.
3. De grenzen, waartussen de gemiddelde waarden van de tangentes der scherpe hoeken met de valhoogte-as zich kunnen bewegen, werden kwantitatief vastgelegd.
4. Het verdient aanbeveling bij pakpapieronderzoek de schokbestendigheid in te voeren als routinebepaling.

GRONINGEN, Maart 1954.

D. Keizer.

D. Keizer.

x) Snedecor G.W.: Statistical methods. 1950, pag. 174, (Ames, Iowa).

SKENNESS (g_1) TEST (AFGERONDE 10-V UDIGE TANGENTEN).

afgeronde 10 voutige tangentes	$x - \bar{x}$	x^2	x^3
16	- 10	100	1000
19	- 7	49	343
19	- 7	49	343
19	- 7	49	343
21	- 5	25	125
22	- 4	16	64
22	- 4	16	64
23	- 3	9	27
24	- 2	4	8
24	- 2	4	8
24	- 2	4	8
25	- 1	1	1
25	- 1	1	1
25	- 1	1	1
25	- 1	1	1
26	0	0	0
26	0	0	0
28	2	4	8
29	3	9	27
29	3	9	27
30	4	16	64
30	4	16	64
30	4	16	64
32	6	36	216
34	8	64	512
34	8	64	512
36	10	100	1000
37	11	121	1331

$\bar{x} = 26$ $s_1 = 6$ $s_2 = 784$ $s_3 = 1488$

$n = 28$ $k_2 = \frac{s_2}{n-1} = \frac{784}{27} = 29.04$ $k_3 = \frac{ns_3}{(n-1)(n-2)} = \frac{28 \times 1488}{27 \times 26} = 59.3$

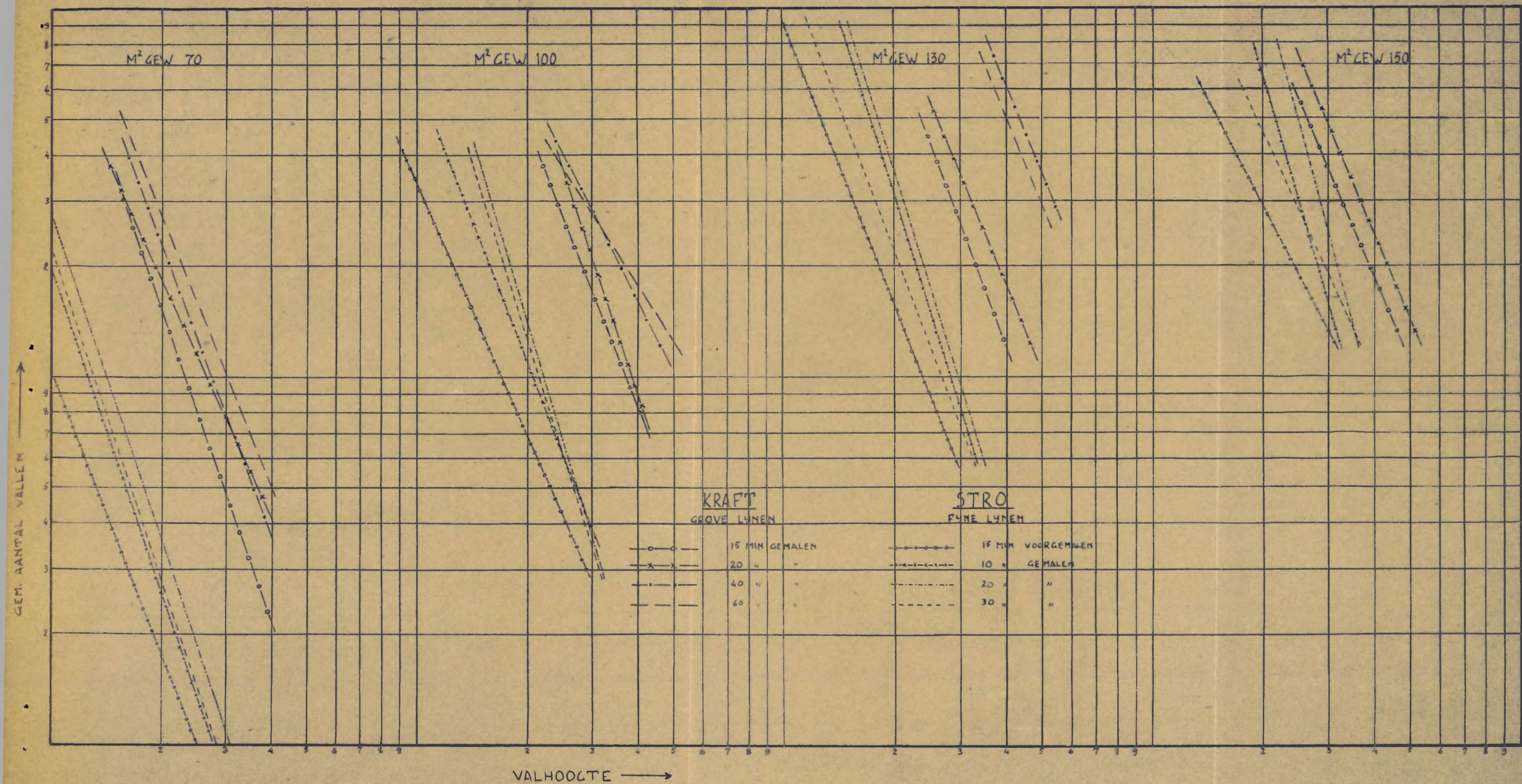
$g_1 = \frac{k_3}{\sqrt{k_2^3}} = \frac{k_3}{k_2 \sqrt{k_2}} = \frac{59.3}{29.04 \sqrt{29.04}} = 0.379$ $\sigma_{g_1}^2 = \frac{6n(n-1)}{(n-2)(n+1)(n+3)} = \frac{6 \times 28 \times 27}{26 \times 29 \times 31} = 0.1940$

$\sigma_{g_1} = 0.440$

$t = \frac{g_1}{\sigma_{g_1}} = \frac{0.379}{0.44} = 0.860$ $\phi = 27$

P tussen 25 en 50%.
 Dus g_1 (skewness) niet significant.

FIG. IV



M² GEW 70

M² GEW 100

M² GEW 130

M² GEW 150

KRAFT
GROVE LYNNEN

STRO
FIJNE LYNNEN

- 15 MIN GEMALEN
- X— 20 " "
- 40 " "
- - 60 " "

- 15 MIN VOORGEMMEN
- X— 10 " GEMALEN
- 20 " "
- - 30 " "

GEM. AANTAL VALLEN ↑

VALHOOGTE →

