

ACTIVITEITSVERSLAG

over het

WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

in de

VISVERWERKENDE NIJVERHEID

1964 - 1966

=====

Tijdens de onderzoeksperiode 1964-1966 heeft de werkgroep "Visverwerkende Bedrijven" - I.W.O.N.L. de studie voortgezet over het centraal verwerkingsproces in een rokerij, namelijk het roken en het stomen. Bij deze studie werden de rookfactoren in de proefinstallatie onderzocht, ten einde tot een verdere op punt stelling te kunnen komen van een systeem waarbij automatisch de waarden van de veranderlijke elementen ingesteld en bijgesteld worden volgens een optimaal programma.

Behalve de studie van het centraal verwerkingsproces werden verder de bijkomende behandelingsprocessen vóór en na het roken en stomen (met name het triëren, het fileren, het zouten en ontzouten en het bewaren van gestoonde vis) bij het onderzoek betrokken.

Hoofdstuk I - Het Rook- en Stoomproces.

Het roken en het stomen van visserijprodukten beogen in de eerste plaats het verduurzamen van het produkt en verder het geven van een typische kleur, geur en smaak aan dit produkt. Deze dubbele doelstelling wordt tijdens het roken of het stomen bereikt door de inwerking van een rook-luchtmengsel ; dit mengsel droogt het produkt en zet rookbestanddelen op het produkt af.

Het drogen en het afzetten van rookcomponenten zijn twee processen die nauw aan elkaar verbonden zijn en die, met het oog op het bekomen van een volwaardig eindprodukt, in hun verloop juist op elkaar moeten worden afgestemd.

Dit heeft tot gevolg dat het rook-luchtmengsel aan bepaalde eisen moet voldoen. De hoedanigheden van het mengsel worden echter door talrijke factoren beïnvloed, zodat voor het creëren van de ideale rook- en stoomomstandigheden de onderlinge invloeden van deze factoren gekend moeten zijn en onder controle moeten worden gebracht.

De factoren die tijdens de onderzoeksperiode verder bestudeerd werden, zijn : (a) de temperatuur, (b) de relatieve vochtigheid, (c) de snelheid van de rookgassen in de tunnel en (d) de dichtheid van het rook-luchtmengsel (rookdichtheid). Bij deze studie werden als uitgangspunten genomen : (a) de kennis en het vaststellen van de juiste waarde van de rookfactoren, (b) de bijregeling en de afstelling van het proefinstrument en (c) de eventuele aanpassing van het proefinstrument.

Met de kennis van deze diverse factoren werd tenslotte een aanvang gemaakt met het onderzoek naar de optimale werkprogramma's.

§ 1. De temperatuur.

Zoals in het vorig verslag reeds werd vermeld, heeft de vervanging van de modulerende kleppen met servomotor door "alles of niets" kleppen met magnetische bekrachtiging toegelaten de temperatuursoscillaties tot $\pm 1^{\circ}\text{C}$ te beperken.

Dit was voor de studie van de temperatuur bij het roken of stomen een belangrijk winstpunt, doch het bleef noodzakelijk de temperatuur van het rook-luchtmengsel op verschillende plaatsen in de tunnel te meten en hierbij ook de temperatuur van de vis zelf te noteren. Met dit onderzoek werd een aanvang gemaakt.

De eerste resultaten wijzen op volgende vaststellingen :

(a) Bij het roken van haringfilets kwam tot uiting dat de temperatuur van het rook-luchtmengsel bovenaan in de tunnel 2°C hoger lag dan onderaan in de tunnel.

(b) Voor een stoomproces blijkt momenteel het in figuur 1 weergegeven temperatuursprogramma het best geschikt te zijn.

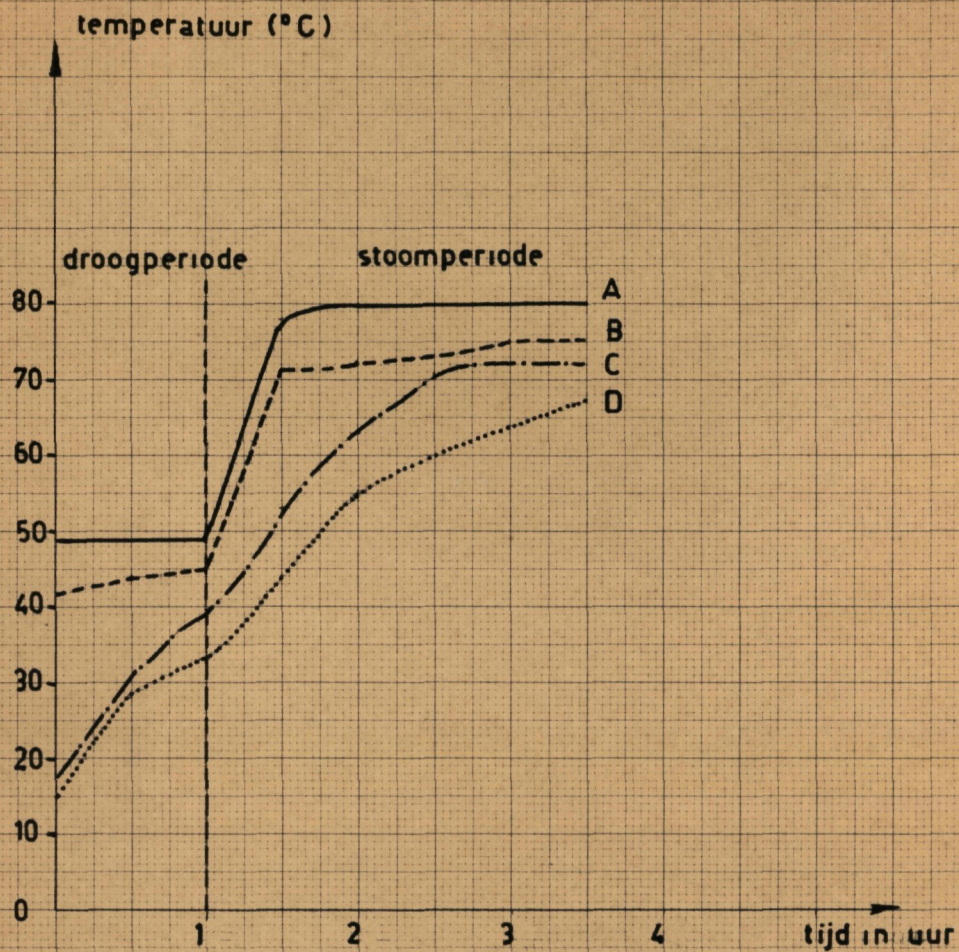
Uit deze figuur blijkt, dat tijdens het stomen gewerkt zou moeten worden met twee temperatuurzones. In de eerste periode, de zogenaamde droogperiode, bedraagt de temperatuur van het rook-luchtmengsel ongeveer 50°C .

Tijdens deze droogperiode wordt beoogd aan het vislichaam water te onttrekken door verdamping, zodat het vislichaam de invloed van de rookcomponenten kan ondergaan. Tevens is het de bedoeling de huid achter de kop, evenals de organen waardoor de speet steekt, te verstevigen waardoor het gevaar voor afvallen van de vis tijdens het daaropvolgend stoomproces voorkomen wordt.

Met het oog op het eigen effect van het stoomproces zelf (namelijk het gaar koken van de vis in eigen vocht) dient bij het eigenlijk stomen de vis ongeveer 2 uur lang blootgesteld te worden aan een lucht-rookmengsel van 80°C ; hierdoor bereikt de inwendige temperatuur van de vis bij het einde van het proces een temperatuur van circa 70°C .

(c) De kwaliteit en de soort vis beïnvloeden zowel de tijdsduur, als de temperatuur van de droogperiode.

Deze vaststellingen vormen een eerste bijdrage tot het vastleggen van de optimale temperatuurprogramma's bij het roken en stomen van vis. Anderzijds verschaftte het onderzoek ook reeds data die als basis voor vergelijkende studies kunnen worden aangenomen ; deze bases zijn :



FIGUUR 1: Verloop van de temperatuur tijdens het stoomproces

kurve A: temperatuur van het rookluchtmengsel na de verwarmingsbatterij

kurve B: temperatuur van het rookluchtmengsel tussen de vis

kurve C: temperatuur in de haring

kurve D: temperatuur in de makreel

- Roken van haringfilets : twee uur drogen bij 36°C, daarna temperatuur verlagen tot 33-34°C en roken gedurende 2 uur.

- Roken van kipperfilets : één uur drogen bij 36°C, daarna temperatuur verlagen tot 33-34°C en roken gedurende 4 uur.

- Stomen van haringfilets : drogen gedurende 1 uur ; eerste half uur bij 45°C en tweede half uur bij 50°C. Rook ontwikkelen en de temperatuur laten oplopen tot 80°C. De filets één uur blootstellen aan een luchtrookmengsel van 80°C.

- Stomen van haring~~filets~~ : haring twee uur drogen in een dicht rookluchtmengsel, eerste uur, om het afvallen te voorkomen, bij maximaal 45°C, daarna temperatuur bij 50°C brengen. Na het drogen, temperatuur laten oplopen tot 80°C en de haring anderhalf uur tot 2 uur bloot stellen aan een dicht rookluchtmengsel van 80°C.

§ 2. De relatieve vochtigheid.

Het roken gaat gepaard met het drogen van het produkt. Uiteraard wordt de snelheid van het drogen beïnvloed door de relatieve vochtigheid van het rook-luchtmengsel.

Het steeds wijzigend vochtigheidsgehalte van de aangezogen verse lucht en het watergehalte van het zaagmeel beïnvloeden de vochtigheidsgraad van de rook in de tunnel. Ook de wijze waarop de verbranding verloopt kan het vochtgehalte van de rook doen variëren.

De studie van de faktor relatieve vochtigheid wordt weliswaar bemoeilijkt door de teerafzetting op de meetinstrumenten, doch uit reeds bekomen gegevens kan worden opgemaakt dat de relatieve vochtigheid van het lucht-rookmengsel tijdens het stomen

van haring en makreel bij het begin van het proces schommelde rond de waarde 73 %. Bij het verder verloop van het proces, wanneer de vis onderworpen wordt aan hogere temperatuur en hogere rookdichtheid, bleef dit vochtgehalte ongeveer op hetzelfde peil. Bij het einde van het proces, wanneer weinig verse lucht toegelaten werd en meer rookluchtmengsel gerecirculeerd werd, bleek de relatieve vochtigheid op te lopen tot hogere waarden, nl. ca 86 %.

§ 3. De snelheid van de rookgassen.

De snelheid van de rookgassen beïnvloedt het rookproces op twee wijzen. In de eerste plaats is de stroomsnelheid van de rookgassen mede verantwoordelijk voor de drogende invloed bij het roken. Tijdens het drogen staat een produkt immers water af aan de omhullende luchtlaag. In een windstille ruimte neemt deze grenslaag produkt-gasfase watermoleculen uit het produkt op tot verzadiging optreedt. Vanaf dit ogenblik droogt het produkt nog enkel verder voor zover de watermoleculen de verzadigde grenslaag kunnen verlaten naar de omringende luchtmassa. Deze snelheid wordt bepaald door de diffusiesnelheid van de watermoleculen uit de grenslaag. De diffusiesnelheid is echter klein, zodat in een windstille ruimte het drogen traag zal verlopen. Om een vlot verloop van het drogen te verkrijgen, is het dan ook van belang de verzadigde grenslaag te verwijderen. Hiervoor is een minimale turbulentie van de luchtmassa nodig. Dit wordt bereikt door de gassen met een bepaalde kracht over het te drogen produkt te leiden. De stroomsnelheid van deze gassen moet een minimale waarde overtreffen om tot de noodzakelijke minimale turbulentie te komen. Anderzijds mag bij een bepaalde vochtigheidsgraad deze snelheid niet te groot zijn, ten einde te voorkomen dat de oppervlaktelaag te vlug water afstaat, waardoor een verder uitdrogen verhinderd wordt.

In de tweede plaats beïnvloedt de stroomsnelheid van de rookgassen het rookproces via de afzetting van de rookcomponenten op het produkt ; deze afzetting is immers afhankelijk van de snelheid van de rookgassen. Hoe de snelheid deze kleurafzetting juist beïnvloedt kan echter nog niet opgelost worden ; de verdere studie zal hierover meer klaarte moeten brengen.

In de rookruimte zijn twee systemen ingebouwd om tot een homogene verdeling van de gasmassa te komen. Het eerste systeem bestaat uit horizontale trechtervormige kanalen, die de turbulentie in de gasmassa, veroorzaakt door de ventilator, dienen op te heffen. Het tweede systeem omvat verticale rekken, die geplaatst zijn vóór en na de rookvakken ; zij moeten een gelijkmatige verticale verdeling van de rookmassa toelaten bij de rooktoelaat en bij de rookuitlaat. Hiervoor zijn de openingen in het rek vóór de rookruimte onderaan klein, doch nemen volgens de hoogte geleidelijk in afmeting toe. Voor het rek achteraan geldt de omgekeerde verhouding.

Ten aanzien van de graad van drogen en kleur van de produkten werden tijdens het onderzoek keuringen uitgevoerd. Deze keuringen wezen op sterke verschillen met betrekking tot deze data. Deze verschillen kunnen wellicht een verklaring vinden in de rookluchtmassaverdeling in de tunnel. Er werd dan ook getracht de onregelmatigheden in de rookluchtmassaverdeling in de proefinstallatie op te sporen. Dit onderzoek is een aanvulling van reeds vroeger uitgevoerde metingen.

Een eerste stap in het verdere onderzoek over de stroomsnelheid van het rookluchtmengsel in de tunnel was het uitvoeren van metingen. Daarna werd onderzocht om grafisch en statistisch uit deze gegevens de eventuele plaats van de onregelmatigheden aan te duiden en de tendens in optreden ervan te bepalen.

Verder werden de resultaten vergeleken met reeds vroeger uitgevoerde metingen en tenslotte werd de mogelijke invloed van de onderlinge verhouding van de verscheidene klepstanden op de stroomsnelheid van de gassen bestudeerd.

A. Werkwijze bij het uitvoeren van de metingen.

Met behulp van een hittedraad anemometer werd, in verscheidene punten van de tunnel, de stroomsnelheid van de gas-massa gemeten bij konstante instelling van de kleppen (kringloop-klep 0,5 - luchtinlaatklep 2,0). Figuur 2 geeft een beeld van de plaats der meetpunten. Per meetpunt werden 6 waarden genoteerd.

B. Resultaten en bespreking.

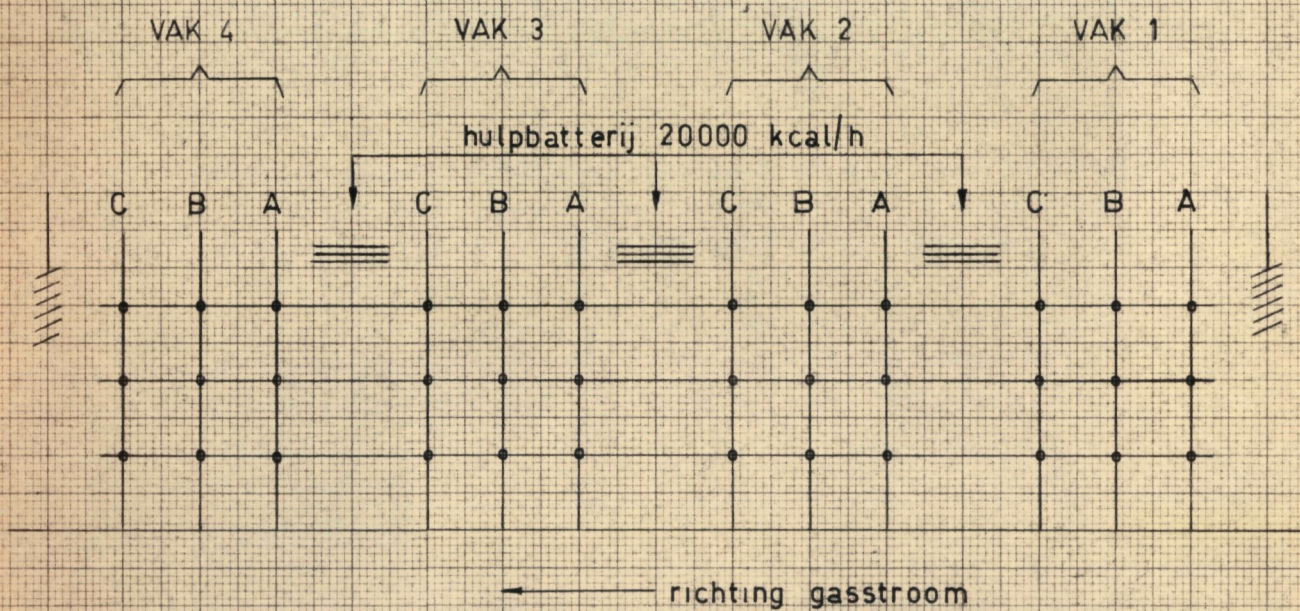
1) Resultaten.

De bekomen gegevens zijn samengevat in tabel 1.

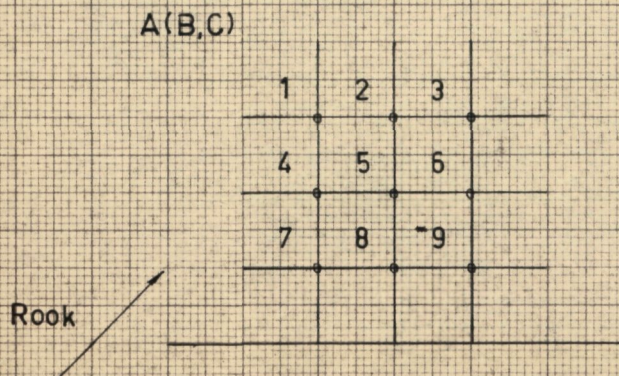
Uit deze waarnemingen treden grote verschillen naar voren. Als kleinste snelheid werd 53 cm/sec genoteerd in punt II A terwijl als hoogste waarde 225 cm/sec op de plaats I C 3 werd geregistreerd.

FIGUUR 2

SCHEMA VAN DE MEETPUNTEN IN DE ROOKRUIMTE



A. MEETPUNTEN IN LENGTERICHTING



B. MEETPUNTEN IN DE DWARSDOORSNEDE

Tabel 1.- Waarnemingen over de stroomsnelheid van de luchtmasa in de ledige tunnel.

(Stand kringloopklep 0,5 ; stand luchtinlaatklep 2,0 ;
temperatuur $\pm 20^{\circ}$ C).

Snelheid in cm/sec.	M E E T P O S T								
	IA1	IA2	IA3	IA4	IA5	IA6	IA7	IA8	IA9
	122	118	145	156	128	125	76	98	133
128	123	125	138	102	162	56	123	131	
132	128	126	140	105	171	51	140	132	
130	128	128	132	98	162	58	127	132	
133	127	132	135	93	170	62	131	136	
137	128	131	131	105	170	52	130	136	
Som	782	752	787	832	631	900	355	749	800
Gemiddelde	130,3	125,3	131,1	138,6	105,1	150,0	59,1	124,8	133,3
R.	15	10	20	25	35	46	25	42	5
Snelheid in cm/sec.	M E E T P O S T								
	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6	IB7	IB8	IB9
	117	97	155	130	141	140	97	77	116
132	108	187	166	117	202	102	132	143	
121	105	188	171	117	198	105	140	146	
131	112	200	167	115	200	107	132	146	
126	98	193	167	125	201	97	137	146	
128	108	192	162	116	203	100	135	148	
Som	755	628	1.115	963	731	1.144	608	753	845
Gemiddelde	125,8	104,6	185,8	160,5	121,8	190,6	101,3	125,5	140,8
R.	15	15	45	41	26	63	8	63	32
Snelheid in cm/sec.	M E E T P O S T								
	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5	IC6	IC7	IC8	IC9
	125	121	255	157	130	177	128	120	128
116	132	212	152	128	181	117	125	136	
115	120	225	157	128	182	125	112	138	
117	125	215	143	128	181	123	120	137	
120	127	208	152	133	180	121	120	138	
120	130	236	152	121	186	125	118	137	
Som	713	755	1.351	913	768	1.087	739	715	814
Gemiddelde	118,8	125,5	225,1	152,1	128,0	181,1	123,1	119,5	135,6
R.	10	12	47	14	12	9	11	13	10

Tabel 1. (vervolg) - Waarnemingen over de stroomsnelheid van de luchtmasa in de ledige tunnel.

(Stand kringloopklep 0,5 ; stand luchtinlaatklep 2,0 ;
temperatuur $\pm 20^{\circ}$ C)

	M E E T P O S T								
	IIA1	IIA2	IIA3	IIA4	IIA5	IIA6	IIA7	IIA8	IIA9
Snelheid in cm/sec.	101	105	88	65	87	101	41	100	66
	58	56	70	65	78	70	46	65	55
	100	98	87	68	88	106	61	68	48
	100	100	83	76	75	110	66	76	53
	101	103	97	71	87	110	58	76	46
	106	98	97	72	78	111	63	72	53
Som	566	560	522	417	493	608	335	457	321
Gemiddelde	94,4	93,3	87,0	69,5	82,1	101,3	55,8	76,1	53,5
R.	48	49	27	11	12	41	25	35	20
	M E E T P O S T								
	IIB1	IIB2	IIB3	IIB4	IIB5	IIB6	IIB7	IIB8	IIB9
Snelheid in cm/sec.	117	101	113	105	93	115	75	115	86
	127	113	130	120	118	125	95	108	115
	122	107	135	116	118	133	100	107	125
	133	115	142	116	120	132	93	107	121
	130	113	133	117	120	131	93	110	120
	122	102	127	115	112	127	92	100	107
Som	751	651	780	689	681	763	548	647	674
Gemiddelde	125,1	108,5	130,0	114,8	113,5	127,1	91,3	107,8	112,3
R.	16	14	29	15	27	18	25	15	39
	M E E T P O S T								
	IIC1	IIC2	IIC3	IIC4	IIC5	IIC6	IIC7	IIC8	IIC9
Snelheid in cm/sec.	143	126	131	125	126	133	123	125	126
	145	131	132	132	127	136	116	125	127
	143	121	137	127	126	140	120	125	127
	140	123	137	130	123	140	117	126	127
	143	123	132	133	127	133	117	127	127
	145	125	132	127	127	140	117	126	126
Som	859	749	801	774	756	822	710	754	760
Gemiddelde	143,1	124,8	133,5	129,0	126,0	137	118,3	125,6	126,6
R.	5	10	6	8	4	7	7	2	1

Tabel 1 (vervolg) - Waarnemingen over de stroomsnelheid van de
luchtmasa in de ledige tunnel.
(Stand kringloopklep 0,5 ; stand luchtinlaat-
klep 2,0 ; temperatuur $\pm 20^{\circ}$ C).

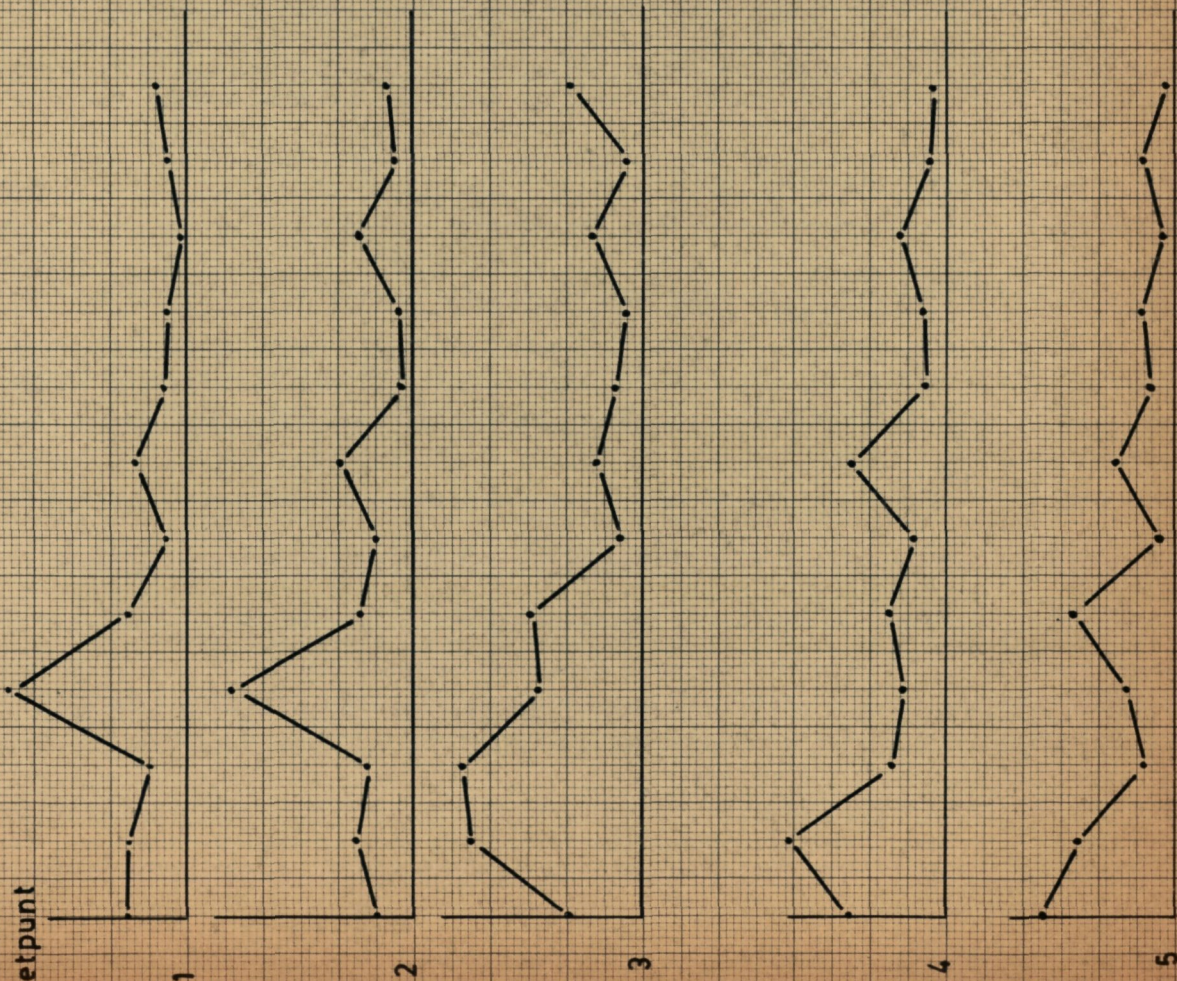
Snelheid in cm/sec.	M E E T P O S T								
	IIIA1	IIIA2	IIIA3	IIIA4	IIIA5	IIIA6	IIIA7	IIIA8	IIIA9
	97	102	116	91	100	133	105	123	117
110	121	127	102	115	135	112	126	125	125
101	108	127	115	112	123	111	125	125	126
101	115	128	116	111	128	110	125	127	117
110	117	127	113	115	121	108	127	125	125
98	118	127	115	111	123	110	125	125	125
Som	617	681	752	652	664	763	656	751	735
Gemiddelde	102,5	115,1	125,3	108,6	110,6	127,1	109,3	125,1	122,5
R.	13	19	12	25	15	14	7	4	9
Snelheid in cm/sec.	M E E T P O S T								
	IIIB1	IIIB2	IIIB3	IIIB4	IIIB5	IIIB6	IIIB7	IIIB8	IIIB9
	121	125	130	125	117	138	112	121	126
117	122	135	125	117	142	116	123	131	133
117	125	128	121	122	141	117	125	131	131
115	125	130	121	123	138	113	125	131	131
117	125	130	126	117	137	117	125	131	132
117	122	130	123	122	140	116	125	132	132
Som	704	744	783	741	718	836	691	744	784
Gemiddelde	117,3	124	130,5	123,5	119,6	139,3	115,1	126	130,6
R.	6	3	7	5	6	5	5	4	7
Snelheid in cm/sec.	M E E T P O S T								
	IIIC1	IIIC2	IIIC3	IIIC4	IIIC5	IIIC6	IIIC7	IIIC8	IIIC9
	125	126	132	122	120	137	111	128	142
130	127	132	127	127	145	121	123	131	127
127	128	135	126	123	147	118	126	128	128
127	128	131	128	122	147	120	125	127	127
128	130	135	126	128	145	121	125	127	127
127	127	135	126	123	147	118	126	127	127
Som	764	766	800	755	743	868	709	753	782
Gemiddelde	127,3	127,6	133,3	165,8	123,8	144,6	118,1	125,5	130,3
R.	5	4	4	6	8	10	10	5	15

Tabel 1 (vervolg) - Waarnemingen over de stroomsnelheid van de lucht-
massa in de ledige tunnel.
(Stand kringloopklep 0,5 ; stand luchtinlaatklep
2,0 ; temperatuur $\pm 20^{\circ}$ C)

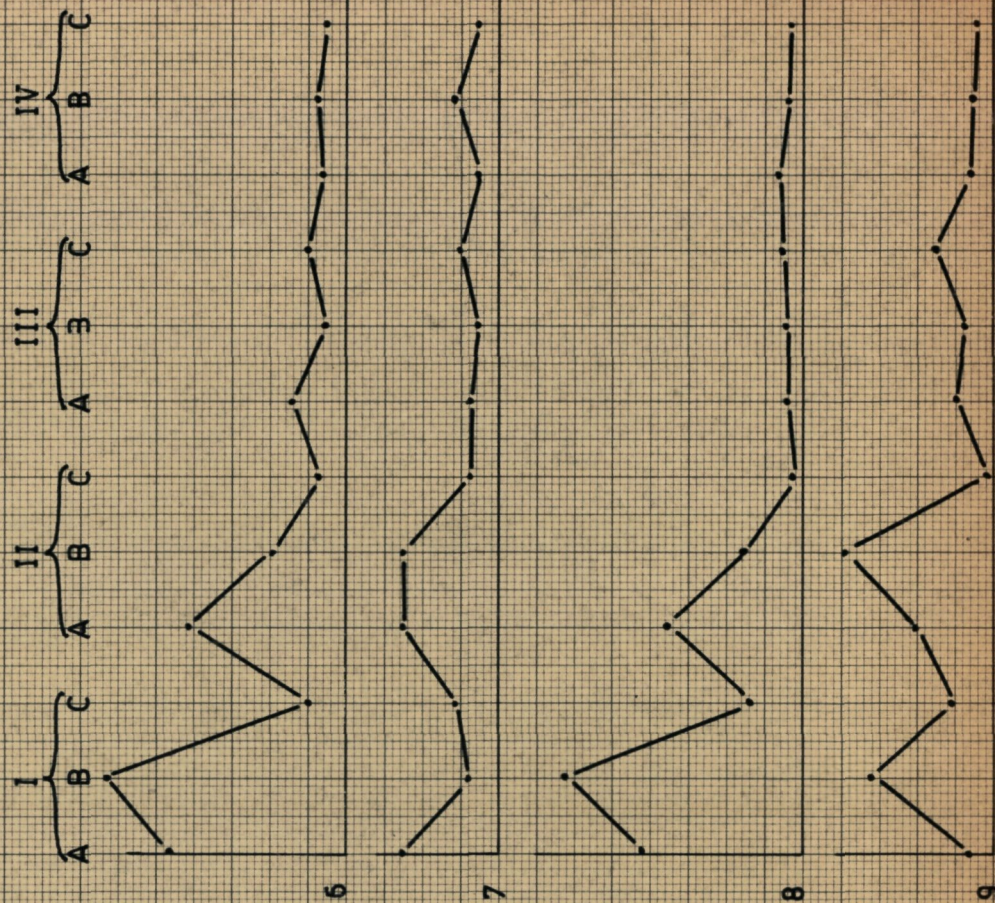
	M E E T P O S T								
	IVA1	IVA2	IVA3	IVA4	IVA5	IVA6	IVA7	IVA8	IVA9
Snelheid in cm/sec.	126	113	120	125	130	130	117	123	125
	126	126	108	117	130	131	118	125	125
	125	122	110	113	128	127	118	121	125
	126	125	121	120	131	132	116	127	122
	126	126	117	125	128	131	118	121	123
	126	128	118	117	131	133	121	123	127
Som	755	740	694	717	778	784	708	740	747
Gemiddelde	125,8	123,3	115,6	119,5	129,6	130,6	118,0	123,3	124,5
R.	1	15	13	12	3	6	5	6	5
	M E E T P O S T								
	IVB1	IVB2	IVB3	IVB4	IVB5	IVB6	IVB7	IVB8	IVB9
Snelheid in cm/sec.	143	141	148	131	145	155	131	128	135
	146	136	148	131	137	151	121	130	140
	142	138	148	133	141	155	127	127	140
	143	140	151	135	138	153	128	128	135
	147	137	147	133	137	153	125	128	140
	146	137	150	135	138	148	120	127	135
Som	867	829	892	798	836	915	752	768	825
Gemiddelde	144,5	138,1	145,3	133,0	139,3	152,5	125,3	128,0	137,5
R.	5	5	4	4	8	7	11	3	5
	M E E T P O S T								
	IVC1	IVC2	IVC3	IVC4	IVC5	IVC6	IVC7	IVC8	IVC9
Snelheid in cm/sec.	155	153	167	132	136	152	125	128	125
	163	153	166	135	138	155	125	128	122
	158	151	185	132	137	156	126	130	121
	160	156	168	135	137	151	123	127	125
	158	157	166	132	137	151	126	130	125
	160	150	167	135	136	156	128	128	121
Som	954	920	1.019	801	821	921	753	771	739
Gemiddelde	159,0	153,3	169,8	133,5	136,8	153,5	125,5	128,5	123,1
R.	8	7	19	3	2	5	5	3	4

I A B C II A B C III A B C IV A B C

Meetpunt



Figuur 3 Verloop van de maximale verschillen in de waargenomen stroomsnelheden volgens de lengterichting van de tunnel



Het verschil tussen de maximale en minimale waargenomen stroomsnelheid in eenzelfde meetpunt lopen eveneens sterk uiteen. Het grootste verschil werd genoteerd in de meetpunten I B 6 en I B 8 (63 cm/sec) en het kleinste verschil in het punt II C 9 (1 cm/sec).

2) Grafische voorstelling en bespreking.

Volgens de lengterichting van de tunnel werden voor de verscheidene meetpunten de verschillen in de waargenomen stroomsnelheden opgetekend in figuur 3. Hieruit kan men afleiden dat de windsnelheid volgens de lengterichting van de tunnel regelmatig wordt.

De grafische voorstellingen van de stroomsnelheden per vak en per punt in de opeenvolgende meetvlakken (figuren 4a tot 4g) wijzen op het volgende :

- in eenzelfde meetvlak komen uiteenlopende waarden voor ;
- de stroomsnelheid voor een punt in de opeenvolgende meetvlakken vertoont afwijkende waarden ;
- de snelheden bovenaan in de rookvakken wijzen hogere waarden aan dan deze onderaan ;
- de windsnelheden in de punten 3, 6, 9 blijken hogere waarden te bereiken dan in de respectievelijk overeenstemmende punten 1, 4, 7.

3) Statistische verwerking en bespreking.

De statistische verwerking van de resultaten liet toe de significante verschillen in stroomsnelheid tussen de verschillende punten te berekenen.

Fig 4a

Grafische voorstelling van de stroomsnelheden in het VAK I

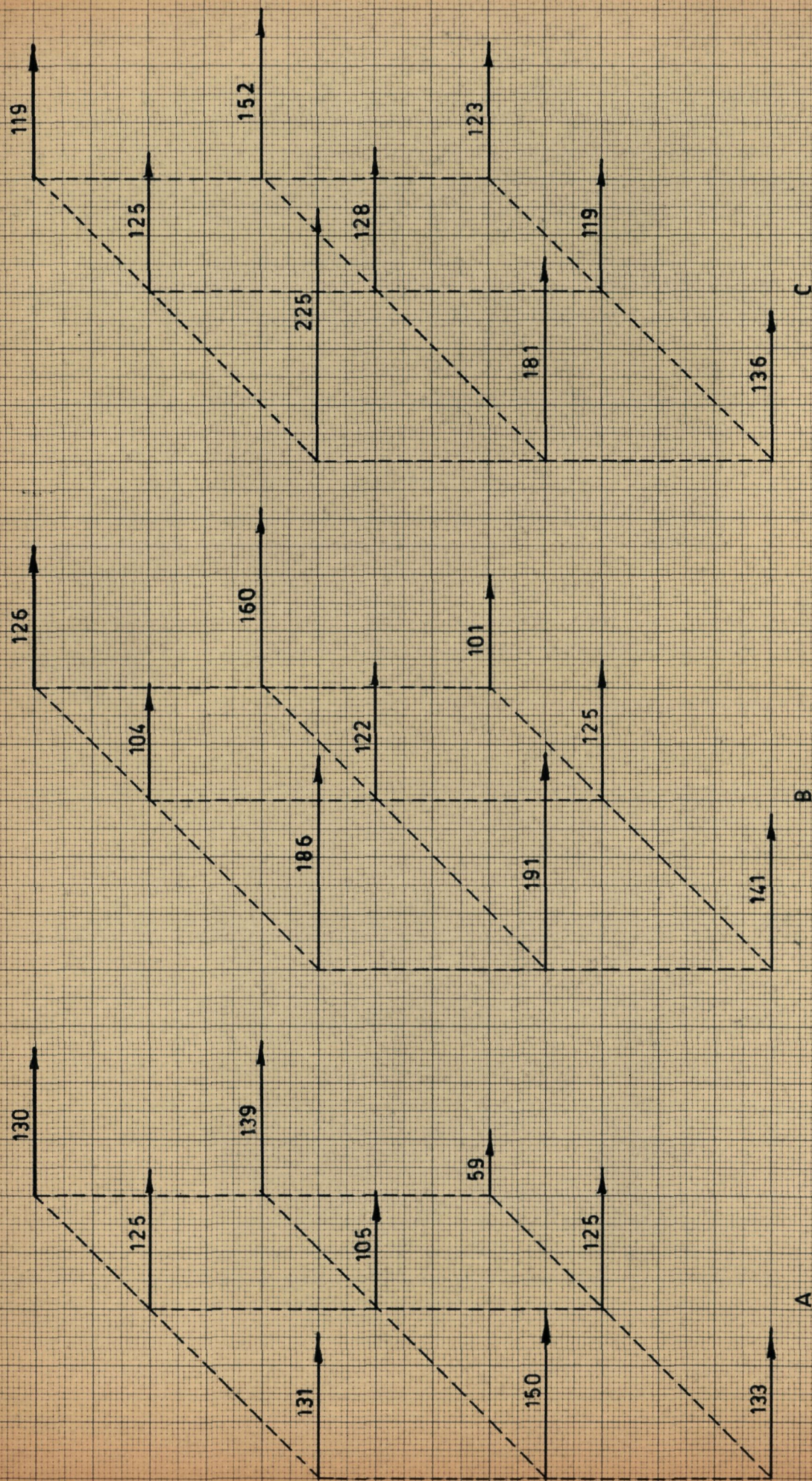


Fig 4b

Grafische voorstelling van de stroomsnelheden in het VAK II

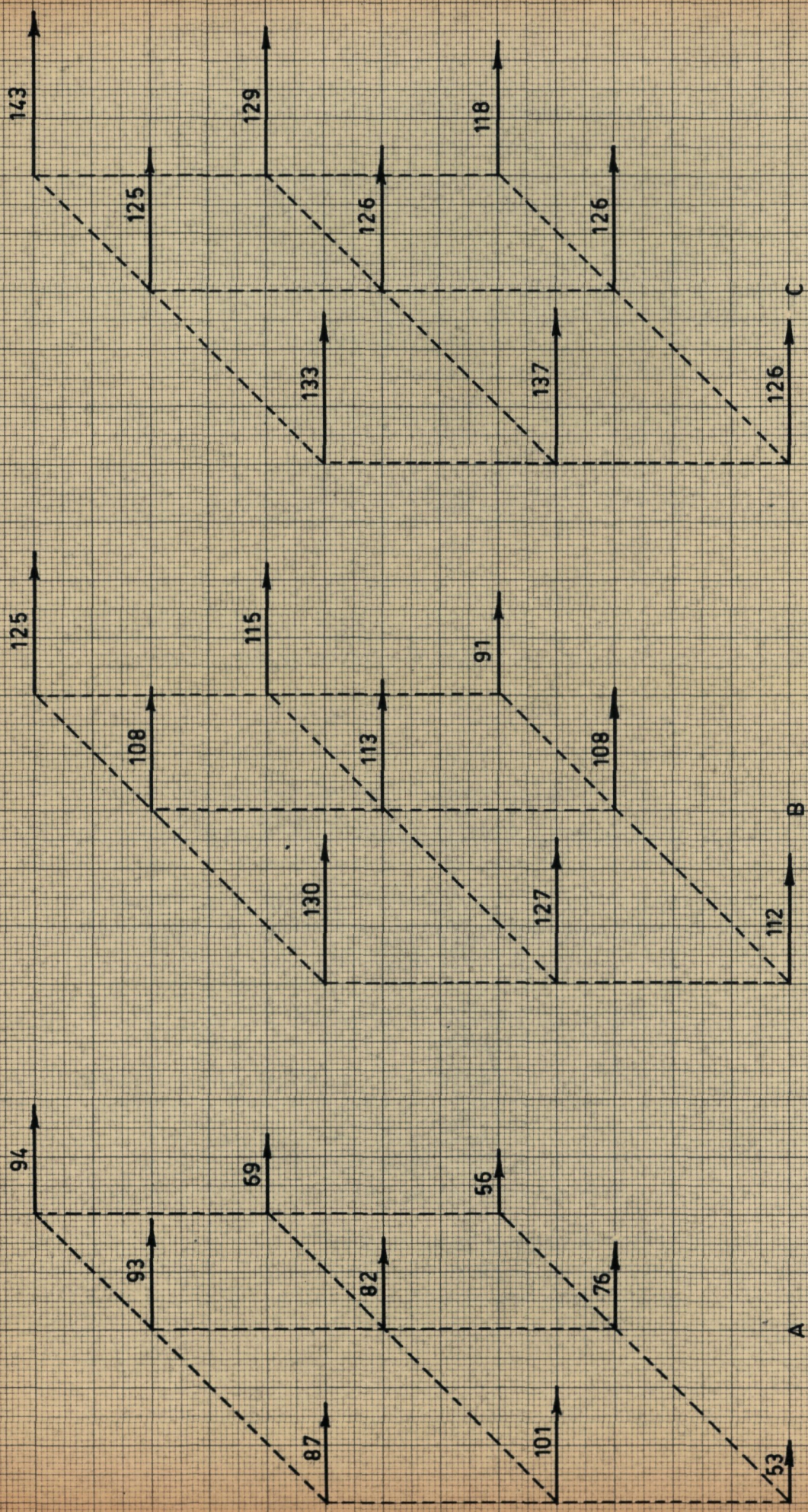


Fig 4c

Grafische voorstelling van de stroomsnelheden in het VAK III

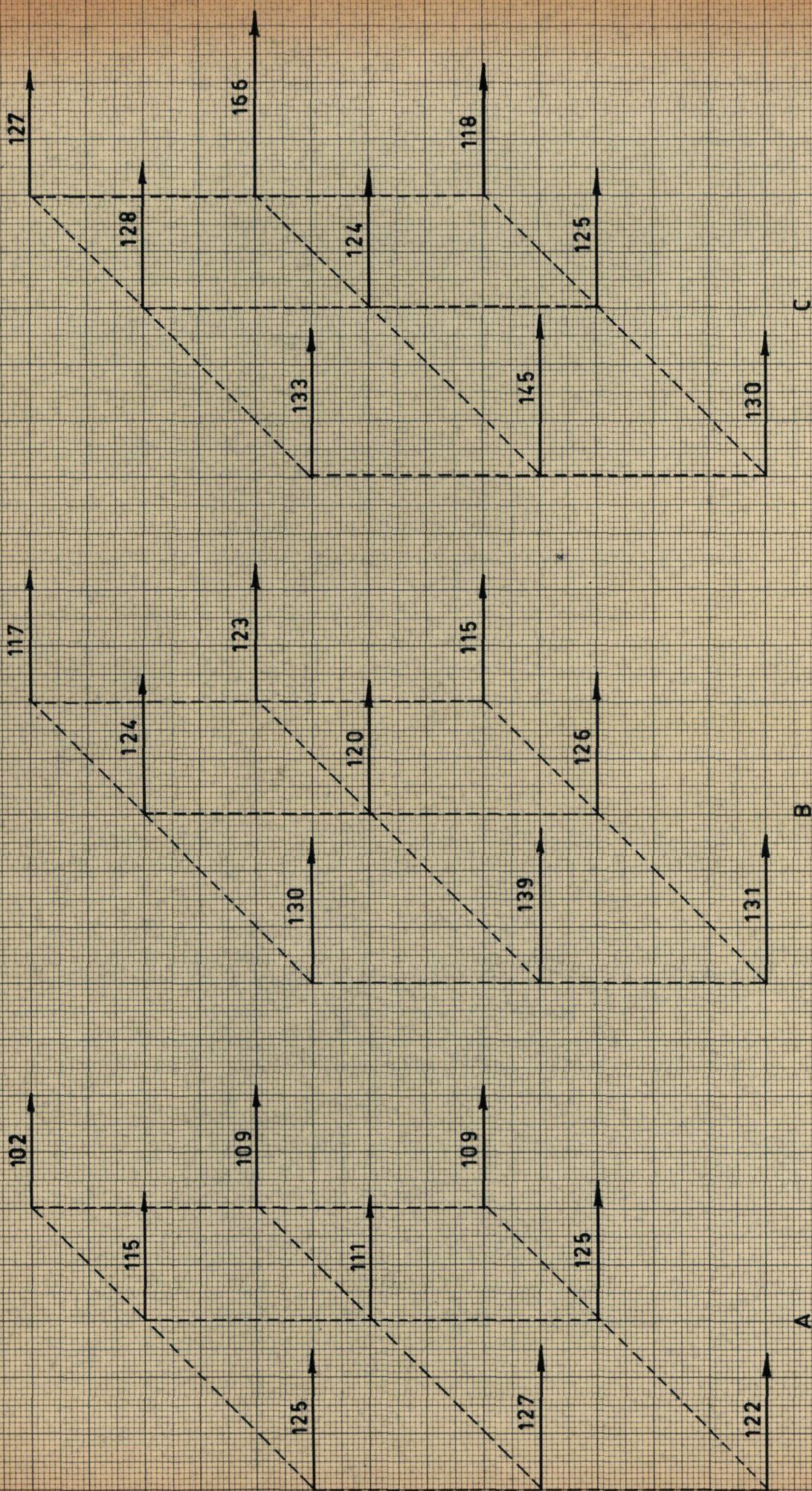


Fig 4d

Grafische voorstelling van de stroomsnelheden in het VAK IV

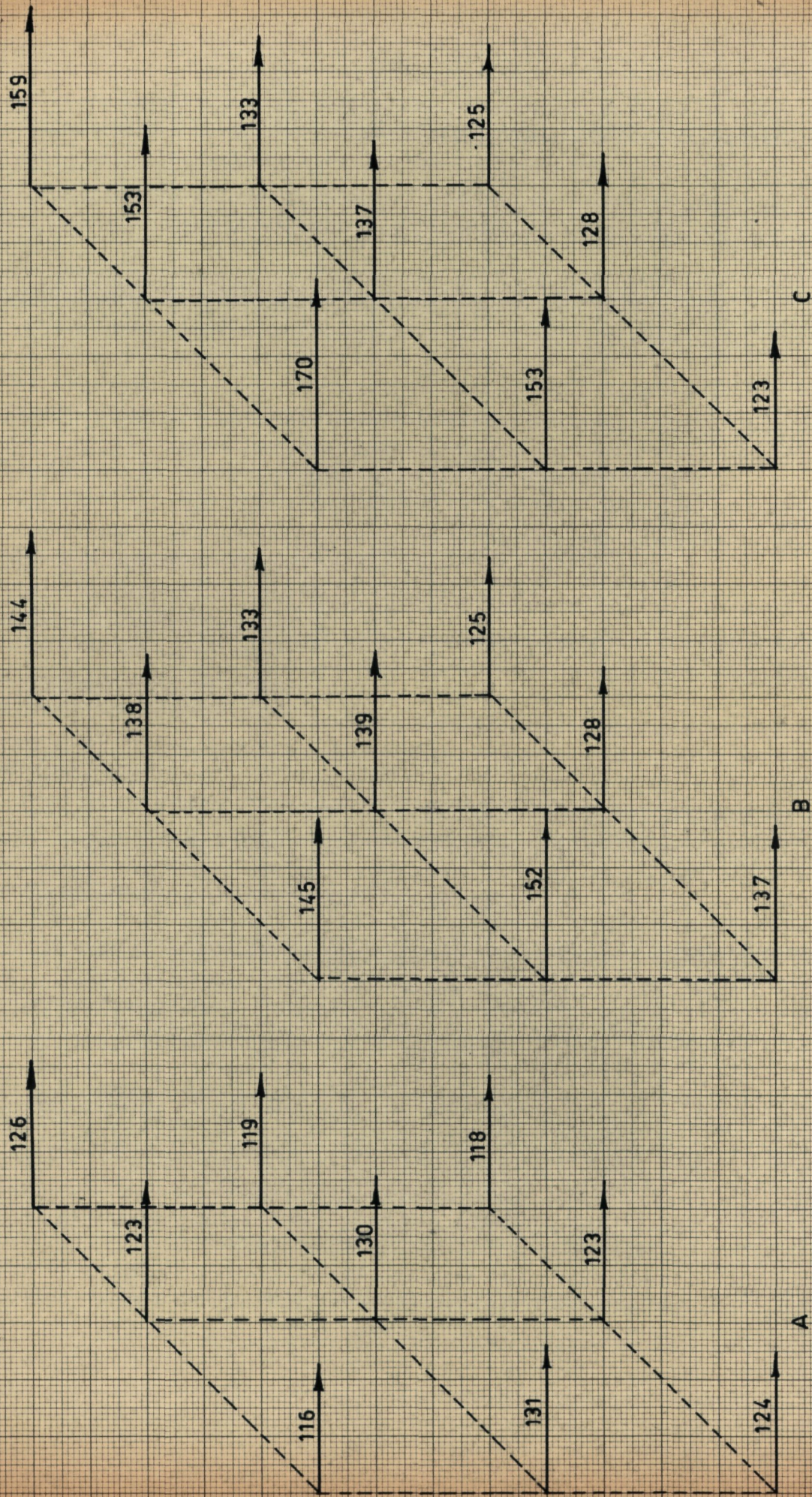


Fig 4e

Grafische voorstelling van de stroomsnelheden gemeten in de overstemmende punten van de opeenvolgende meetvlakken

Meetpunt

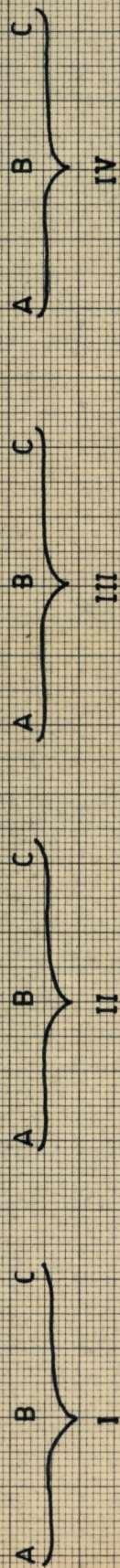


Fig 4f

Grafische voorstelling van de stroomsnelheden gemeten in de overeenstemmende punten van de opeenvolgende meetvlakken

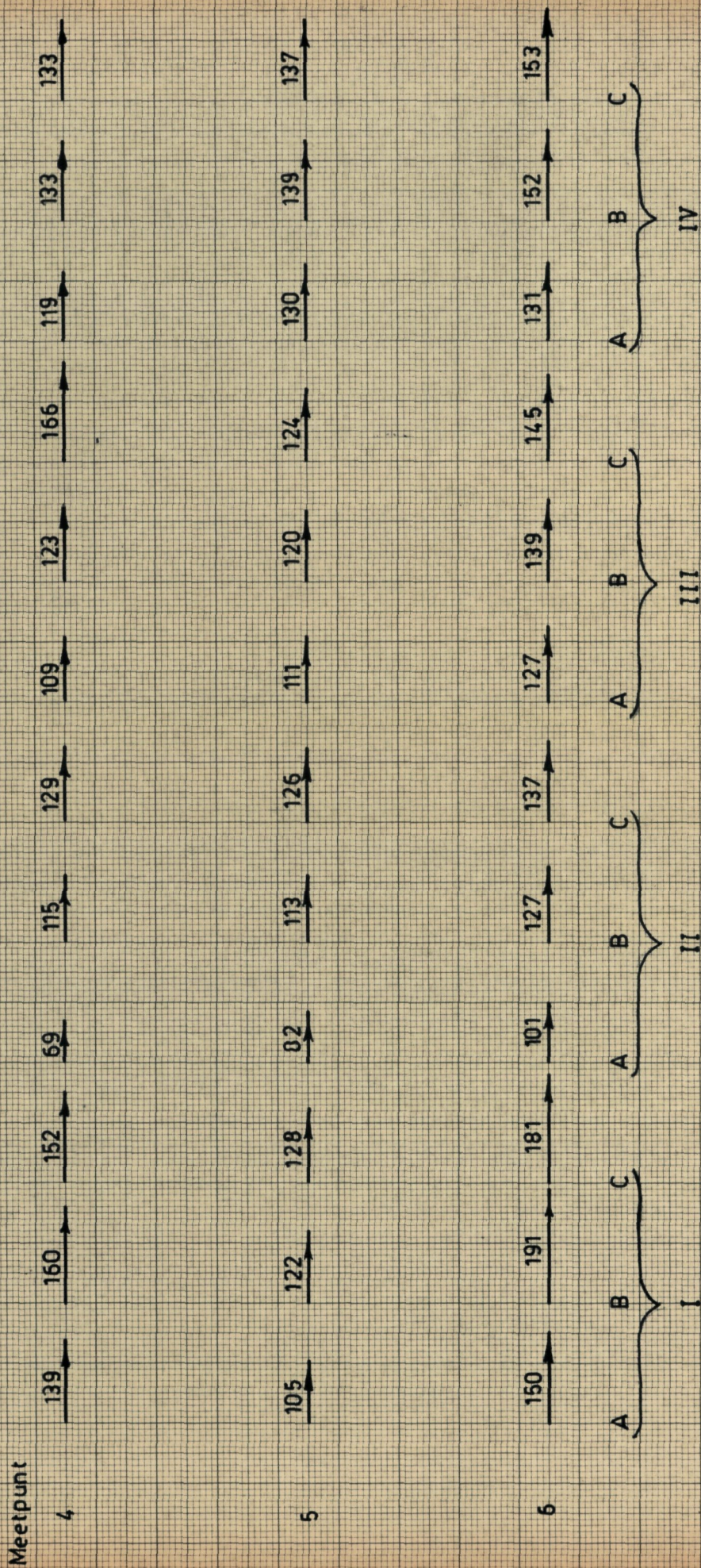
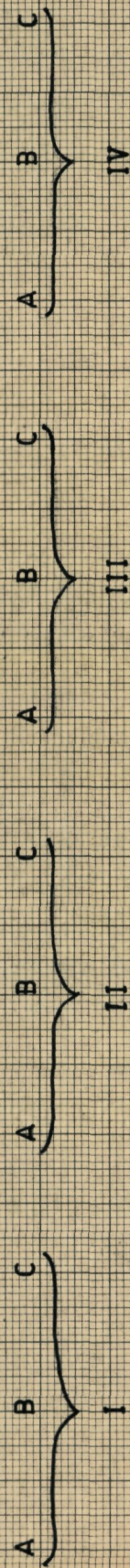


Fig 49

Grafische voorstelling van de stroomsnelheden gemeten in de overeenstemmende punten van de opeenvolgende meetvlakken

Meetpunt



a) Opsporing van wezenlijke verschillen in stroomsnelheid in de meetpunten van eenzelfde vlak.

Op basis van de gegevens vermeld in tabel 2, werd voor de meetpunten in het vlak I A de standaardafwijking berekend met de Range-methode.

Tabel 2. - Stroomsnelheid uitgedrukt in cm/sec in het vlak I A.

Meetpunt	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	122	118	145	156	128	125	76	98	133
	128	123	125	138	102	162	56	123	131
	132	128	126	140	105	171	51	140	132
	130	128	128	132	98	162	58	127	132
	133	127	132	135	93	170	62	131	136
	137	128	131	131	105	170	52	130	136
Σ	782	752	787	832	631	900	355	749	800
Gemiddelde ($\bar{x}$)	130	125	131	139	105	150	59	125	133
R	15	10	20	25	35	46	25	42	5

De resultaten van de berekening zijn de volgende :

(1) Nulhypothese (H_0) : er komen geen **signifikante** verschillen voor tussen de negen meetpunten.

(2) $\Sigma R = 15 + 10 + 20 + 25 + 35 + 45 + 25 + 42 + 5 = 223$.

(3) Gemiddelde waarde voor R of $\bar{R}$ (waarde van de variatie in de meetpunten) :

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{9} = \frac{223}{9} = 24,77$$

(4) Grootste verschil tussen de gemiddelde waarden voor de verschillende meetpunten ($\bar{x}_6 - \bar{x}_7$) of $150 - 59 = 91$.

(5) Het probleem heeft 9 groepen (k) van de 6 (n) waarden ; dit geeft een equivalent aantal vrijheidsgraden $f = 40,5$ en een faktor $c_1 = 2,55$. Bij gebruik van de formule $s = \frac{\bar{R}}{c_1}$ kan de standaardafwijking berekend worden :

$$s = \frac{24,77}{2,55} = 9,71$$

(6) De zekerheidscoëfficiënt

$$q = \frac{\bar{x}'_6 - \bar{x}_7}{s/\sqrt{n}}$$

of

$$q = \frac{91\sqrt{6}}{9,71} = 22,95$$

(7) De theoretische waarden van q voor $k = 9$ en $f = 40,5$ bij 95 % en 99 % betrouwbaarheid zijn respectievelijk 4,63 en 5,50.

Deze waarden worden overtroffen door de berekende zekerheidscoëfficiënt, waaruit tenslotte kan worden afgeleid dat bij een betrouwbaarheid van 99 % er wel degelijke significante verschillen voorkomen in het vlak I A.

(8) Bij vergelijking van twee gemiddelden wordt de theoretische q waarde voor $k = 2$ en $f = 40,5$ bij 95 % en 99 % betrouwbaarheid respectievelijk 2,86 en 3,82.

De minimale significante verschillen worden gegeven door :

$$w_{0,05} = \frac{q_{0,05} \cdot s}{\sqrt{n}} = \frac{2,86 \times 9,71}{\sqrt{6}} = 11,26$$

$$w_{0,01} = \frac{q_{0,01} \cdot s}{\sqrt{n}} = \frac{3,82 \times 9,71}{\sqrt{6}} = 15,05$$

Dit betekent dat de gemiddelden die onderling meer dan 15,05 cm van elkaar verschillen, significant verschillend zijn bij een betrouwbaarheid van 99 %.

Op analoge wijze werden de verschillen in stroomsnelheid in de meetpunten van de andere vlakken berekend. De resultaten van alle berekeningen zijn samengevat in tabel 3.

Uit deze tabel komen twee praktische verschillen naar voor, nl. :

- in ieder meetvlak komen significante verschillen naar voor ;
- zelfs meetpunten die naast elkaar liggen kunnen in significant grote wijze van elkaar verschillen.

b) Statistische vergelijking van de stroomsnelheden gemeten in de overeenstemmende punten van de opeenvolgende vlakken.

Tabel 3.- Onderlinge vergelijking van stroomsnelheden in de punten van eenzelfde meetvlak.
(+ wezenlijk verschil bij 99 % betrouwbaarheid en - geen wezenlijk verschil bij 99 % betrouwbaarheid).

Meetvlak IA									Meetvlak IB									Meetvlak IC								
	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9		C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	-	-	-	+	+	+	-	-	B1	+	+	+	-	+	+	-	+	C1	-	+	+	-	+	-	-	+
A2		-	-	+	+	+	-	-	B2		+	+	-	+	-	+	+	C2		+	+	-	+	-	-	+
A3			-	+	+	+	-	-	B3			-	+	-	+	+	+	C3			+	+	+	+	+	+
A4				+	-	+	-	-	B4				+	+	+	+	+	C4				+	+	+	+	+
A5					+	+	+	+	B5					+	+	-	-	C5					+	-	-	-
A6						+	+	+	B6						+	+	+	C6						+	+	+
A7							+	+	B7							+	+	C7							-	+
A8								-	B8								+	C8								+

Meetvlak IIA									Meetvlak IIB									Meetvlak IIC								
	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9		C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	-	-	+	-	-	+	-	+	B1	+	-	-	-	-	+	+	-	C1	+	+	+	+	+	+	+	+
A2		-	+	-	-	+	-	+	B2		+	-	-	+	+	-	-	C2		+	+	-	+	+	-	-
A3			-	-	+	+	-	+	B3			+	+	-	+	+	+	C3			+	+	+	+	+	-
A4				-	+	-	-	-	B4				-	-	+	-	-	C4				-	+	+	-	-
A5					+	+	-	+	B5					+	+	-	-	C5					+	+	-	-
A6						+	+	+	B6						+	+	+	C6						+	+	+
A7							+	-	B7							+	+	C7							+	+
A8								+	B8								-	C8								-

Tabel 3.- Onderlinge vergelijking van stroomsnelheden in de punten van eenzelfde meetvlak (vervolg).

Meetvlak IIIA									Meetvlak IIIB									Meetvlak IIIC								
	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9		C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	+	+	-	+	+	-	+	+	B1	+	+	+	-	+	-	+	+	C1	-	+	+	-	+	+	-	-
A2		+	-	-	+	-	+	-	B2		+	-	+	+	+	-	+	C2		+	+	-	+	+	-	-
A3			+	+	-	+	-	-	B3			+	+	+	+	+	-	C3			+	+	+	+	+	-
A4				-	+	-	+	+	B4				-	+	+	-	+	C4				+	+	+	+	+
A5					+	-	+	+	B5					+	+	+	+	C5					+	+	-	+
A6						+	-	-	B6						+	+	+	C6						+	+	+
A7							+	+	B7							+	+	C7							+	+
A8								-	B8								+	C8								+

Meetvlak IVA									Meetvlak IVB									Meetvlak IVC								
	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9		B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9		C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A1	-	+	+	-	+	+	-	-	B1	+	-	+	+	+	+	+	+	C1	+	+	+	+	+	+	+	+
A2		+	-	+	+	+	-	-	B2		+	+	-	+	+	+	-	C2		+	+	+	-	+	+	+
A3			-	+	+	-	+	+	B3			+	+	+	+	+	+	C3			+	+	+	+	+	+
A4				+	+	-	-	+	B4				+	+	+	+	+	C4				+	+	+	+	+
A5					-	+	+	+	B5					+	+	+	-	C5					+	+	+	+
A6						+	+	+	B6						+	+	+	C6						+	+	+
A7							+	+	B7							-	+	C7							-	-
A8								-	B8								+	C8								+

Tabel 4.- Vergelijking van de stroomsnelheden van overeenstemmende punten in de opeenvolgende meetvlakken.

Meetpunt 1										Meetpunt 2									
	IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA		IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA
IA	-	+	+	-	+	+	+	-	-	IA	+	-	+	+	-	+	-	-	-
IB		-	+	-	-	-	-	-	-	IB		+	+	-	+	+	+	+	+
IC			+	-	+	+	-	-	-	IC			+	+	-	+	-	-	-
IIA				+	+	-	+	+	+	IIA				+	+	+	+	+	+
IIB					+	+	-	-	-	IIB					+	+	+	+	+
IIC						+	+	+	+	IIC						+	-	-	-
IIIA							+	+	+	IIIA							-	+	-
IIIB								+	+	IIIB								-	-
IIIC									-	IIIC									-

Meetpunt 3										Meetpunt 4									
	IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA		IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA
IA	+	+	+	-	-	-	-	-	+	IA	+	+	+	+	-	+	-	+	+
IB		+	+	+	+	+	+	+	+	IB		-	+	+	+	+	+	-	+
IC			+	+	+	+	+	+	+	IC			+	+	+	+	+	+	+
IIA				+	+	+	+	+	+	IIA				+	+	+	+	+	+
IIB					-	-	-	-	+	IIB					+	-	-	+	-
IIC						-	-	-	+	IIC						-	-	+	-
IIIA							-	-	-	IIIA							-	+	-
IIIB								-	+	IIIB								+	-
IIIC									+	IIIC									+

Tabel 4.- Vergelijking van de stroomsnelheden van overeenstemmende punten in de opeenvolgende meetvlakken (verv

Meetpunt 5										Meetpunt 6									
	IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA		IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA
IA	+	+	+	-	+	-	+	+	+	IA	+	+	+	+	-	+	-	-	+
IB		-	+	+	-	+	-	-	-	IB		-	+	+	+	+	+	+	+
IC			+	+	-	+	-	-	-	IC			+	+	+	+	+	+	+
IIA				+	+	+	+	+	+	IIA				+	+	+	+	+	+
IIB					+	-	-	+	+	IIB					-	-	-	+	-
IIC						+	-	-	-	IIC						-	-	-	-
IIIA							+	+	+	IIIA							-	+	-
IIIB								-	-	IIIB								-	-
IIIC									-	IIIC									+

Meetpunt 7										Meetpunt 8									
	IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA		IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA
IA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	IA	-	-	+	+	-	-	-	-	-
IB		+	+	+	+	+	+	+	+	IB		-	+	+	-	-	-	-	-
IC			+	+	-	+	+	-	-	IC			+	+	-	-	-	-	-
IIA				+	+	+	+	+	+	IIA				+	+	+	+	+	+
IIB					+	+	+	+	+	IIB					+	+	+	+	+
IIC						+	-	-	-	IIC						-	-	-	-
IIIA							-	+	+	IIIA							-	-	-
IIIB								-	-	IIIB								-	-
IIIC									-	IIIC									-

Tabel 4.- Vergelijking van de stroomsnelheden van overeenstemmende punten in de opeenvolgende meetvlakken (vervolg).

	Meetpunt 9								
	IB	IC	IIA	IIB	IIC	IIIA	IIIB	IIIC	IVA
La	-	-	+	+	-	+	-	-	+
IB		-	+	+	+	+	+	+	+
IC			+	+	+	+	-	-	+
IIA				+	+	+	+	+	+
IIB					+	+	+	+	+
IIC						-	-	-	-
IIIA							+	-	-
IIIB								-	-
IIIC									-

Uit de analyse van de verscheidenheid blijkt dat ook hier in alle punten wezenlijke verschillen voorkomen.

Deze verschillen werden aangeduid in de tabel 4.

c) Statistische vergelijking van de snelheden in het meetvlak gaande door de punten 1, 4, 7 (vlak links van het middenvlak volgens de lengterichting van de tunnel) ten opzichte van de snelheden in het meetvlak door de punten 3, 6, 9 (vlak rechts).

De snelheden gemeten in de punten 1, 4, 7 worden respectievelijk vergeleken met de snelheden in de punten 3, 6, 9. De vergelijking werd samengevat in tabel 5.

Tabel 5 - Vergelijking van de verschillen in stroomsnelheid tussen de punten 1 en 3 ; 4 en 6 ; 7 en 9.
(= geen significanten verschillen ; significante verschillen > of

Vak	Vlak	1 en 3	4 en 6	7 en 9
I	A	=	=	<
	B	<	<	<
	C	<	<	<
II	A	=	<	=
	B	=	=	<
	C	>	<	<
III	A	<	<	<
	B	<	<	<
	C	<	<	<
IV	A	<	<	<
	B	=	<	<
	C	>	<	<
Aantal maal	=	4	2	1
	<	6	9	11
	>	2	1	-

Uit de tabel komt tot uiting dat er een tendens bestaat dat de waarden voor de punten 1, 4 en 7 kleiner zijn dan respektievelijk de waarden 3, 6 en 9.

d) Vergelijking van de stroomsnelheden bovenaan in de tunnel ten opzichte van de overeenstemmende stroomsnelheden onderaan in de tunnel.

De snelheden gemeten in de punten 1, 2 en 3 werden vergeleken, respektievelijk met de snelheden in de punten 7, 8 en 9.

De verschillen werden samengebracht in tabel 6.

Tabel 6 - Vergelijking der verschillen in stroomsnelheid in de punten 1 en 7 ; 2 en 8 ; 3 en 9.

(= geen significante verschillen ; significante verschillen > of <).

Vak	Vlak	1 en 7	2 en 8	3 en 9
I	A	>	=	=
	B	>	<	>
	C	=	=	>
II	A	>	=	>
	B	>	=	>
	C	>	=	=
III	A	=	<	=
	B	=	=	=
	C	>	=	=
IV	A	>	=	<
	B	>	>	>
	C	>	<	>
Aantal maal	=	3	8	5
	>	9	2	6
	<	0	2	1

De tendens om hogere waarden te bereiken in de punten bovenaan in de tunnel is niet zo sterk uitgesproken als de tendens om hogere snelheden te bereiken in het rechtervlak dan in het linkervlak.

Deze twee tendensen werden eveneens genoteerd bij het roken van haringfilets. De haringfilets die rechts in de tunnel opgehangen zijn, blijken vlugger te drogen. Het verschil in graad van droging van haringfilets werd eveneens vastgesteld volgens de hoogterichting van de tunnel ; deze verschillen waren echter minder uitgesproken.

4) Vergelijking met voorgaande resultaten.

Het onderzoek over de stroomsnelheid vormt een aanvulling van reeds vroeger uitgevoerde metingen.

Een vergelijking tussen de vroeger en thans bekomen resultaten wijst op afwijkingen. Aangezien dezelfde meettechniek en dezelfde meetpunten aanvaard werden, kunnen deze afwijkingen wellicht toegeschreven worden aan dag-aan-dag verschillen.

Ten einde de mogelijkheid van deze dag-aan-dag verschillen te kunnen nagaan, werden tijdens de maand juni 1965, op bepaalde dagen de windsnelheid genoteerd in een bepaalde sectie van de rookinstallatie.

Na grondig reinigen van de rookinstallatie werden met dezelfde meetapparatuur en in dezelfde meetpunten, op verschillende tijdstippen, metingen uitgevoerd in de sectie IIB. Per meetpost werden per dag zes waarden genoteerd. De proefneming werd achtmaal uitgevoerd. De bekomen gegevens over de stroomsnelheid in de meetposten van het vlak IIB zijn samengevat in tabel 7.

Tabel 7.- Windsnelheid in de sectie IIB in cm/sec., op verschillende dagen.
(bij L.I.-klep 2,0 ; K.L.-klep 0,5 ; temperatuur $\pm 20^{\circ}$ C)

Meetpost	1	2	3	4	5	6	7	8
IIB1	130	140	130	130	125	130	130	140
	150	130	125	120	140	135	125	145
	120	120	135	135	110	125	125	135
	140	140	145	110	130	110	135	125
	135	135	135	125	120	130	135	140
	140	145	125	135	130	130	120	130
Gemiddelde	135,8	135,0	132,5	125,8	125,8	126,6	128,3	135,8
IIB2	130	125	135	125	115	130	125	135
	140	135	125	130	125	110	120	140
	125	125	125	130	130	130	130	125
	135	135	140	120	130	135	140	120
	125	130	135	125	120	140	130	140
	140	140	130	135	135	130	135	140
Gemiddelde	132,5	131,6	131,6	127,5	125,8	130,0	133,0	129,1
IIB3	125	135	135	120	130	130	130	120
	135	125	125	130	115	120	125	130
	120	120	135	125	125	130	130	120
	130	130	125	125	125	125	120	125
	125	120	140	130	110	135	130	120
	130	135	130	135	130	120	130	130
Gemiddelde	127,5	127,5	131,6	127,5	122,5	126,6	127,5	124,1
IIB4	125	100	90	110	90	115	115	90
	105	120	110	100	100	115	90	100
	110	120	120	80	90	90	90	110
	125	110	100	110	105	120	110	95
	110	120	115	120	80	110	90	115
	120	100	95	90	110	100	110	110
Gemiddelde	115,8	111,6	105,0	101,6	95,8	108,3	100,8	103,3
IIB5	125	120	130	130	120	130	135	135
	135	140	120	125	125	125	130	130
	130	130	125	120	115	135	125	125
	140	140	125	130	130	130	135	130
	120	125	130	115	115	135	130	140
	135	140	120	130	130	130	130	130
Gemiddelde	130,8	132,5	125,0	125,0	122,5	130,8	130,8	131,6

Tabel 7.- Windsnelheid in de sekte IIB in cm/sec., op verschillende dagen.
 (bij L.I.-klep 2,0 ; K.L.-klep 0,5 ; temperatuur $\pm 20^{\circ}$ C)
 vervolg.

Meetpost	1	2	3	4	5	6	7	8
IIB6	110	120	110	125	120	125	125	125
	125	110	100	110	125	120	115	135
	130	110	120	125	120	120	125	130
	115	125	125	130	110	125	135	120
	120	110	100	125	115	110	120	125
	120	120	120	125	115	120	125	130
Gemiddelde	120,0	115,8	112,5	123,3	117,5	120,0	124,1	127,5
IIB7	100	90	80	95	90	110	100	105
	90	100	100	105	100	110	90	110
	110	80	100	100	80	100	100	100
	90	90	80	90	100	90	90	90
	100	70	90	105	80	110	80	90
	100	100	105	95	110	100	90	110
Gemiddelde	98,3	88,3	92,5	98,3	93,3	103,3	91,6	100,8
IIB8	135	130	135	115	120	115	125	120
	125	135	130	120	115	125	120	130
	120	120	135	115	120	110	130	110
	130	125	130	115	125	120	125	120
	125	130	130	120	110	130	130	130
	135	125	125	120	125	125	115	120
Gemiddelde	128,3	127,5	130,8	117,5	119,1	120,8	124,1	121,6
IIB9	110	125	115	110	120	125	110	125
	100	130	125	120	125	120	120	125
	120	120	120	115	120	125	120	120
	110	120	110	120	115	135	125	130
	100	130	100	110	125	120	125	120
	115	120	115	125	110	120	125	115
Gemiddelde	109,1	124,1	114,1	116,6	119,1	124,1	120,8	122,8

Op grond van deze gegevens werd statistisch nagegaan of de stroomsnelheid significant varieert van dag tot dag. De uitwerking voor meetpost IIB1, bijvoorbeeld, geeft (tabel 8) .

Meetpost IIB1

Tabel 8 - Waarde van de stroomsnelheid in cm/sec van de gassen in het punt IIB1 op verschillende dagen.

1edag	2edag	3edag	4edag	5edag	6edag	7edag	8edag	X_m	$X_m - \bar{X}$
130	140	130	130	125	130	130	140	131,8	+001,1
150	130	125	120	140	135	125	145	133,7	+003,0
120	120	135	135	110	125	125	135	125,6	-005,1
140	140	145	110	130	110	135	125	129,3	-001,4
135	135	135	125	120	130	135	140	131,8	+001,1
140	145	125	135	130	130	120	130	131,8	+001,1
$x_{kg} 135,8$	135,0	132,5	125,8	125,8	126,6	128,8	135,8	130,7	0

(1) Bepalen van de residuele fout of de variatie die niet te wijten is aan de metingen of aan de tijdstippen.

Deze waarde wordt bekomen door elke afzonderlijke waarde van de windsnelheid te verminderen met de gemiddelde waarde van de overeenstemmende dag ($\bar{X}_d$). Van de bekomen uitkomst dient het verschil ($X_m - \bar{X}$) tussen het gemiddelde van een reeks metingen (X_m) en het totaal gemiddelde ($\bar{X}$) afgetrokken te worden.

$$\begin{aligned} \text{Voorbeeld : } 130,0 - 135,8 &= -5,8 \\ -5,8 - 1,1 &= -6,9 \end{aligned}$$

Op deze wijze werd voor iedere waarde van tabel 8, de residuele fout berekend. De resultaten zijn samengebracht in tabel 9.

Tabel 9 - Residuele fout.

Reeks	1edag	2edag	3edag	4edag	5edag	6edag	7edag	8edag
a	-6,9	3,9	-3,6	3,1	-1,9	2,3	0,6	3,1
b	11,2	8,0	-10,5	-8,8	11,2	5,4	-6,3	6,2
c	-10,7	-9,9	7,6	14,3	-10,9	3,5	1,8	4,3
d	5,6	6,4	13,9	-13,4	5,6	-14,2	8,1	-9,4
e	-1,9	-1,1	1,4	-1,9	-6,9	2,3	5,6	3,1
f	3,1	8,9	2,1	8,1	3,1	2,3	-9,4	-6,9
R	21,9	18,8	24,4	27,7	22,1	19,6	17,5	15,6

$$\sum R = 21,9 + 18,8 + 24,4 + 27,7 + 22,1 + 19,6 + 17,5 + 15,6 = 167,6$$

$$\bar{R} = \frac{167,6}{8} = 20,95 \approx 20,95$$

Het probleem heeft 8 groepen ($k = 8$) van 6 waarden ($n = 6$) ; dit geeft een equivalent aantal vrijheidsgraden (f) gelijk aan 32,1 en een waarde c_2 gelijk aan 2,39.

De standaardafwijking (s) wordt berekend met behulp van de formule

$$s = \frac{\bar{R}}{c_2} .$$

en geeft :

$$\frac{20,95}{2,39} = 8,76$$

(2) De spreidingsbreedte tussen de daggemiddelden (R_d) bedraagt :

$$R_d = 135,8 - 125,8 = 10,0$$

met 8 daggemiddelden ($k = 8$) van elk 6 individuele waarnemingen ($n = 6$).

(3) De spreidingsbreedte tussen de gemiddelden van de reeksen waarnemingen (R_m) bedraagt :

$$R_m = 133,7 - 125,6 = 8,1$$

met 6 reeksen ($k = 6$) van elk 8 waarnemingen ($n = 8$).

(4) De foutverdeling is weergegeven in tabel 10.

Tabel 10 - Analyse van de foutverdeling.

Bron	k	n	f	R	s
Tussen de dagen	8	6	-	10,0	-
Tussen de metingen	6	8	-	8,1	-
Residuele fout	8	6	32,1	20,95	8,76

(5) De zekerheidscoëfficiënt q wordt bekomen met behulp van een formule :

$$q = \frac{R}{s/\sqrt{n}}$$

De zekerheidscoëfficiënt voor verschillen tussen de daggemiddelden is :

$$q = \frac{10,0 \sqrt{6}}{8,76} = 2,79$$

De theoretische waarden voor q bij $k = 8$ en $f = 32,1$ bedragen bij 95 % en 99 % betrouwbaarheid, respectievelijk 4,58 en 5,51. Deze waarden worden niet overtroffen door de berekende waarde, waaruit afgeleid kan worden dat er geen significante verschillen optreden tussen de daggemiddelden.

(6) De zekerheidscoëfficiënt van de verschillen tussen de gemiddelde waarden van reeksen metingen is :

$$q_m = \frac{8,1 \sqrt{8}}{8,76} = 2,61$$

De theoretische waarden voor q bij $k = 6$ en $f = 32,1$ bedragen bij 95 % en 99 % betrouwbaarheid, respectievelijk 4,29 en 5,22. Deze waarden worden niet overschreden door de bekomen waarde, waaruit afgeleid kan worden dat er geen significante verschillen optreden tussen reeksen metingen.

Op analoge wijze werden de verschillen in stroomsnelheid voor ieder meetpost in het vlak IIB berekend. Uit deze berekeningen volgde dat er geen significante verschillen optraden tussen de gemiddelden genoteerd op verschillende dagen. Hieruit kan worden afgeleid dat in de experimentele installatie het verschil tussen de vroegere en de meer recente genoteerde reeksen stroomsnelheden niet veroorzaakt werden door dag-aan-dag verschillen, doch toe te schrijven zijn aan toevallige factoren.

Uit deze vaststelling resulteert, dat bij de experimenten de keuze van het gedeelte van de tunnel vrij eenvoudig kan geschieden ; vooraf is het niet noodzakelijk door metingen de geschikte plaats in de tunnel te bepalen.

5) Invloed van de klepstanden op de windsnelheid.

Bij het onderzoek werd eveneens de stroomsnelheid van de luchtmassa gemeten bij een wisselende instelling van de kringloopklep (KL) en van de luchtinlaatklep (LI). In elk rookvak werd naar willekeur een meetpunt uitgekozen en met een thermische anemometer werd op dezelfde wijze de windsnelheid genoteerd bij verschillende standen van de kleppen. De gegevens zijn samengevat in tabel 11.

Uit de berekeningen blijkt, dat de klepstanden geen wezenlijke invloed hebben op de windsnelheden.

§ 4. Het rook-luchtmengsel.

Het beheersen van de factoren die een optimale rookdichtheid bepalen is één der belangrijkste onderzoeksobjecten. De factoren die de rookdensiteit in de proefinstallatie bepalen zijn onder te verdelen in twee groepen namelijk de technologische factoren en de intrinsieke factoren.

Onder technologische factoren ressorteren :

(a) De aangevoerde rookhoeveelheid.

Deze hoeveelheid is afhankelijk van het aantal in werking zijnde rookhaarden. De rookhoeveelheid per rookhaard zelf wordt bepaald door de houtsoort, de vochtigheid van het zaagmeel, de dikte van het zaagmeelbed, de toestand en de dikte van de laag houtspaanders en de toegelaten hoeveelheid lucht aan het verbrandingsproces.

(b) De hoeveelheid lucht waarmee de rook gemengd wordt.

Tabel 11.- Waargenomen windsnelheden in cm/sec bij verschillende instellingen van de kringloop-
en luchtinlaatklep (bij $\pm 20^{\circ} \text{ C}$)

Instelling van de kleppen							Instelling van de kleppen						
K.L. L.I.	0,5 2,0	0,2 2,0	1,0 2,0	0,5 1,0	0,5 0,5	0,5 0,0	K.L. L.I.	0,5 2,0	0,2 2,0	1,0 2,0	0,5 1,0	0,5 0,5	0,5 0,0
Meetpunt IC5	131	132	121	129	133	126	Meetpunt IIIB1	115	120	113	123	118	123
	129	122	130	133	121	125		118	122	120	123	122	125
	128	130	130	134	126	120		123	125	117	115	125	113
	133	128	135	134	128	130		120	127	125	117	117	120
	128	128	128	120	133	130		120	117	113	118	118	120
	120	130	129	130	130	120		115	117	115	125	125	125
Som	759	770	773	780	771	751	Som	711	728	703	721	725	726
Gemiddelde	128	128	129	130	128	125	Gemiddelde	118	121	117	120	121	121
R.	13	10	14	14	12	10	R.	8	10	12	10	8	12
=====							=====						
Meetpunt IIC8	125	120	127	125	135	128	Meetpunt IVB3	145	147	150	143	145	143
	123	128	121	127	130	127		153	147	153	151	157	149
	124	130	133	128	122	124		148	157	153	153	155	146
	127	122	120	130	130	133		145	143	149	153	147	150
	126	126	127	132	133	120		155	150	147	155	153	152
	127	130	122	133	133	122		145	150	155	153	147	149
Som	752	756	750	775	783	754	Som	891	894	907	908	904	889
Gemiddelde	125	126	125	129	130	126	Gemiddelde	148	149	151	151	151	148
R.	4	10	13	8	13	13	R.	10	14	8	12	12	9

Voor het gegeven aanzuigdebiet van de ventilator wordt deze hoeveelheid bepaald door de stand van luchtinlaat- en kringloopklep.

De intrinsieke factoren behelzen de temperatuur en de vochtigheidsgraad van de rook.

A. Het onderzoek.

Tijdens de onderzoeksperiode werd gepoogd om de technologische factoren in het proefinstrument te benaderen. Hierbij werd gebruik gemaakt van een rookdensiteitsmeter (Torry Brown Smoke Density Integrator).

De rookdensiteitsmeter geeft de ogenblikkelijke waarde van de rookdichtheid aan, evenals de totale hoeveelheid rook die tot op dit ogenblik door de installatie stroomt.

Men bekomt de waarde van de rookdichtheid bij middel van een schaal die gekalibreerd is in optische dichtheidseenheden per voet (optical density per foot) gaande van 0 (toestand zonder rook) tot 1. Een telmechanisme in het apparaat geeft de totale hoeveelheid rook aan, die tijdens de periode door de proefruimte gaat. De maximale telsnelheid van dit integratiemechanisme bedraagt 1.000 eenheden per uur en dit is equivalent aan de optische dichtheid van 1 gedurende 1 uur. Het toestel dient dan ook geijkt te worden vóór het uitvoeren van het proefwerk. Deze ijking geschiedt met behulp van filters (Ilford colour filters (gelatin film) neutral density 0,30 en 0,50).

De invloed van de houtsoort en van de samenstelling van het verbrandingsbed op de hoeveelheid voortgebrachte rook werd eveneens onderzocht. In het proefinstrument werd de rookdichtheid gemeten bij het verbranden van dezelfde hoeveelheden houtspaanders, die afkomstig waren van zachte houtsoorten

en van harde houtsoorten (beuk). Tijdens de proeven werd het houtspaandersbed met een gelijke hoeveelheid zaagmeel afgedekt ; dit zaagmeel had eenzelfde vochtigheidsgraad. De toegelaten hoeveelheid lucht aan het verbrandingsproces werd konstant gehouden. De geproduceerde rook werd door konstante instelling van de luchtinlaat- en kringloopklep met eenzelfde hoeveelheid buitenlucht vermengd. (Stand K.L. : 0,25 ; stand L.I. : 1,25).

Tenslotte werd de invloed van de klepstanden en de ventilatoren op de rookdichtheid nader bestudeerd.

B. Resultaten en bespreking.

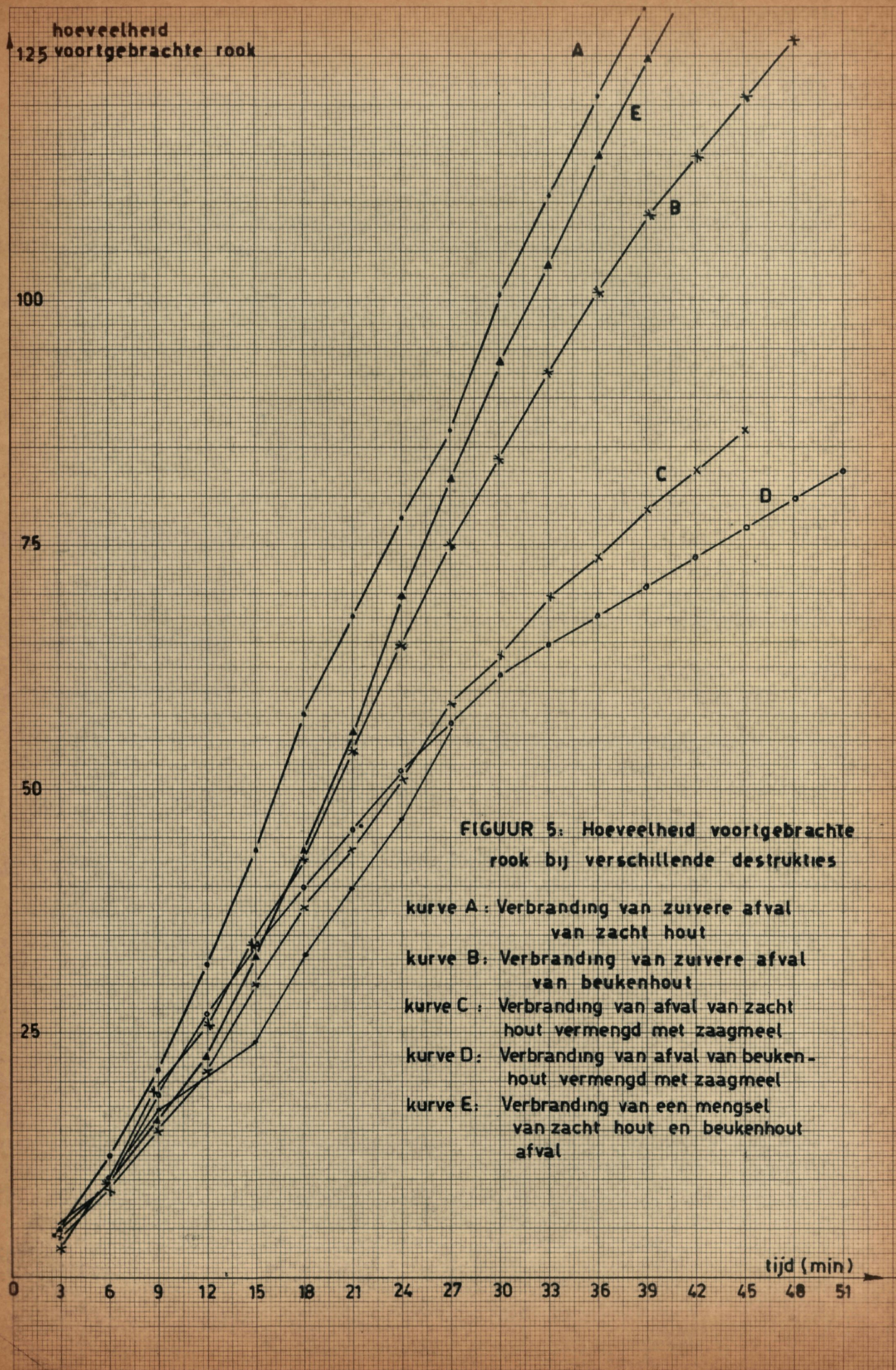
1) Invloed van de houtsoort op de hoeveelheid geproduceerde rook.

De ontwikkelde hoeveelheid rook werd in functie van de tijd nagegaan. De resultaten werden samengebracht in figuur 5.

Zuivere afval van zachtere houtsoorten brengt bij verbranding meer rook voor dan eenzelfde hoeveelheid zuiver beukenhoutafval (kurven A en B). Tijdens de proeven werd vastgesteld dat de verbranding van harde houtsoorten gepaard gaat met een grotere warmteontwikkeling, waardoor eventueel de mogelijkheid vergroot wordt dat lage temperaturen in de proefruimte moeilijker gehandhaafd kunnen worden.

2) Invloed van de zuiverheidsgraad van het houtspaandersbed op de hoeveelheid geproduceerde rook.

De invloed van de zuiverheidsgraad van de houtafval op de hoeveelheid rook werd nagegaan onder dezelfde omstandigheden als bij de studie van de invloed van de houtsoort op de rook.



Hier werd echter de verbranding van afval van zachte en van harde houtsoorten, die ongeveer 50 % zaagmeel bezitten, vergeleken. De resultaten zijn voorgesteld door de kurven C en D in figuur 5.

Het houtspaandersbed van zacht hout gaf iets meer rook dan het spaandersbed bestaande uit hard hout. Beide destructies gaven echter minder rook dan de verbranding van zuivere houtafval.

De verbranding van een houtspaandersbed, bestaande uit een laag zuivere houtafval van zacht hout waarop een gelijke hoeveelheid beukenafval lag, gaf een rookhoeveelheid (kurve E) die verliep tussen deze bekomen door verbranding van zacht en hard hout (kurven A en B). Hierdoor zou mogelijks de moeilijkheid om de rook bekomen door destructie van zuivere beukenafval met hoge temperatuur te gebruiken, ondervangen kunnen worden zonder volledig af te zien van de gunstige invloed die deze rook biedt voor het aroma van het produkt. Verder onderzoek dient echter uitgevoerd te worden om dit aspect nader uit te diepen.

3) Invloed van de stand van de kleppen en van de ventilatoren op de rookdichtheid.

Tijdens de verbranding van houtafval werd de rookdichtheid en de voortgebrachte rookhoeveelheid om de minuut gedurende 5 minuten genoteerd. Bij verandering van de klepstanden werden de aanduidingen van het meetinstrument terug genoteerd na 15 minuten. De resultaten zijn samengevat in tabel 12.

Uit tabel 12 blijkt, dat de stand van de kleppen op duidelijke wijze de rookdichtheid beïnvloeden in de tunnel. Bij konstante instelling van de luchtinlaatklep en bij sluiten

Tabel 12.- Invloed van de klepstanden en de ventilatoren op de rookdichtheid (R.D.) en voortgebrachte rookhoeveelheid (R.H.) in de proefinstallatie.

Stand van de kleppen														
K.L. L.I.	Proef A		Proef B		Proef C		Proef D		Proef E		Proef F		Proef G	
	0,30 1,25		0,0 1,25		0,30 1,25 schouwven- til. uit.		0,30 1,25 grote ven- til. uit.		0,25 0,75		0,30 2,0		0,30 0,25	
	R.D.	R.H.	R.D.	R.H.	R.D.	R.H.	R.D.	R.H.	R.D.	R.H.	R.D.	R.H.	R.D.	R.H.
na 1 min.	0,14	4	0,16	4	0,19	3	-	-	0,20	5	0,14	3	0,14	3
2 min.	0,15	7	0,17	9	0,20	8	-	-	0,21	10	0,13	6	0,16	6
3 min.	0,15	10	0,17	13	0,20	14	-	-	0,22	15	0,13	9	0,15	10
4 min.	0,14	14	0,17	17	0,22	20	-	-	0,22	20	0,13	12	0,14	14
5 min.	0,13	17	0,16	20	0,22	25	-	-	0,22	25	0,13	15	0,14	17

van de kringloopklep verhoogt de rookdichtheid. Een rookverdichting kan ook worden bekomen door uitschakelen van de schouwventilator. Het uitschakelen van de grote ventilator om een rookdichtheid te bekomen zoals in de oude stoomschouwen waarin geen trek plaats grijpt tijdens de stoomperiode, gaf geen resultaat.

Bij konstante instelling van de kringloopklep en bij verandering van de luchtinlaatklep wordt de rookdichtheid weinig beïnvloed.

§ 5. Studie over de optimale werkprogramma's.

Op grond van de studie van de instelbare factoren die het rook- of stoomproces rechtstreeks beïnvloeden, werd in de periode 1964-66 een aanvang gemaakt met het onderzoek over optimale werkprogramma's ; in deze periode werd namelijk het stoomproces voor makreel en het rookproces voor kippen nader bestudeerd.

A. Studie van het stoomproces voor makreel.

Het stoomproces voor makreel kan ingedeeld worden in twee periodes. Tijdens de eerste periode, de z.g.n. droogperiode, wordt een dubbel doel nagestreefd, met name (a) het verwijderen van de oppervlakkige waterfilm en (b) het onttrekken van water aan het vislichaam door verdamping, zodat het vislichaam de invloed van de rookcomponenten kan ondergaan. Bij dit proces wordt echter ook beoogd de huid achter de kop en de organen, waardoor de speet gestoken wordt, te verstevigen ; hierdoor kan het afvallen van de vis tijdens de daaropvolgende stoomperiode voorkomen worden.

In de eigenlijke stoomperiode wordt de vis gaar gekookt in eigen vocht door de inwerking van het warm rookluchtmengsel, dat door de rookruimte stroomt.

Op het einde van het dubbel proces zou de makreel volgende eigenschappen moeten bezitten :

- gaar gekookt zijn,
- voldoende vocht verloren hebben om stevig aan te voelen,
- een typische kleur (goudgeel) vertonen,
- een typische smaak hebben,
- voldoende bewaareigenschappen bezitten.

Het bekomen van deze eigenschappen is afhankelijk van het gevolgde werkprogramma, van de kwaliteit, van de samenstelling en van de voorbehandeling van de vis. Al deze elementen werden nader bestudeerd, door namelijk te steunen op informatie die werden bekomen uit voorproeven en uit de ervaringen met de gebruikelijke stoomprocédés.

1. Proefomstandigheden.

Voor het stomen van makreel werd uitgegaan van verse en diepbevroren makreel van goede kwaliteit. De vis werd - eventueel na ontdooien - gestript. De buikholte wordt geopend door een insnijding te geven vanaf de anus tot de kop. De ingewanden, evenals de kieuwen werden grondig verwijderd. Na het wassen werden 30 kg makreel gepekeld in 35 liter water, waarin 5 kg zout opgelost was. Na 30 tot 45 minuten pekelen, werd de makreel gespoeld, om het zout te verwijderen dat bij het stoomproces zou uitkristalliseren op het vislichaam. De makreel werd vervolgens aangespeten waarbij de speet doorheen de kieuwdeksels

gestoken werd. Bij het plaatsen van de speten op het rek, werd vermeden de onderste makreel te bevuilen door uittredend lichaamsvocht en vet van de makreel die hoger ophing.

Het basisschema voor het stomen was als volgt :

- Bij het inhangen van de makreel, werd de thermostaat ingesteld op 50°C en werden de beide ventilatoren gestart. Tien rookhaarden werden ontstoken. De luchtinlaatklep werd op 1,25 ingesteld en de kringloopklep op 0,25. De rookhaarden werden zo hoog mogelijk opgevuld met gezeefde droge houtafval ; hierop werd een dunne laag vochtig zaagmeel gestrooid om het ontvlammen van de houtmot te voorkomen. Na één uur drogen werden de twee overige rookhaarden eveneens ontstoken.

- Na 2 uren drogen werden de thermostaten ingesteld op 80°C. Er werd steeds veel rook ontwikkeld door de rookhaarden opnieuw aan te vullen. Wanneer de makreel 30 minuten aan het rookluchtmengsel van 80°C was blootgesteld werd de luchtinlaatklep ingesteld op 1,0 ; 15 minuten later werd deze klep op 0,75 gebracht en werd de kringloopklep dichtgedraaid tot het punt waarbij geen rook ontsnapt uit de luchtinlaatorpening. Na anderhalfuur stomen bij 80°C werd het proces beëindigd. De rookhaarden werden afgedekt met zaagmeel en de makreel werd buiten de installatie gebracht voor afkoelen.

Dit basisschema werd toegepast op zes partijen makreel ; ieder partij omvatte 200 kg makreel en werd gestoomd in het tweede vak van de tunnel. Hierdoor konden de proeven vergeleken worden met betrekking tot de invloed van de voorbehandelingsprocessen (vers of diepbevroren makreel), de samenstelling (vetrijke en niet vetrijke makreel) en de kwaliteit.

Bij één partij makreel werd ook nog verder gegaan, door namelijk enerzijds de temperatuur van het basisschema 80°C ,

90°C, 70°C en 65°C in te stellen op de bijkomende waarden en anderzijds de invloed van de droogperiode na te gaan.

Bij het onderzoek van de zes verschillende partijen makreel werden als vergelijkingscriteria aangenomen : het gewichtsverlies, de kleur, de stevigheid, het gaar zijn, het uitzicht en het rimpelen. Deze criteria werden eveneens in aanmerking genomen voor de studie over de invloed van de temperatuur en de invloed van de droogperiode ; bij het eerstgenoemd onderzoek (invloed van de temperatuur) werd echter ook de samenstelling van het eindprodukt betrokken.

Het opnemen in de studie van de faktor gewichtsverlies veronderstelde vooraf het bepalen van het aantal individuen dat moest worden afgewogen, teneinde met een voldoende graad van nauwkeurigheid het verlies te kunnen vaststellen.

Het gewichtsverlies bij het stoven van makreel bleek van individu tot individu sterk te variëren. In een reeks proeven, waarbij makreel gestoomd werd volgens het basisprogramma, werden 12 reeksen van 10 individuen op gewichtsverlies gecontroleerd. De gegevens zijn samengevat in tabel 13.

Tabel 13 - Spreiding van het gewichtsverlies in reeksen van 10 individuen.

Nr reeks	Hoogste gewichtsverlies in %	Laagste gewichtsverlies in %	Spreidingsbreedte(R)
1	21,00	13,66	7,34
2	19,87	15,36	4,51
3	20,50	12,79	7,71
4	21,79	14,70	7,09
5	14,1	11,1	3,0
6	14,3	9,6	4,7
7	14,4	10,0	4,4
8	14,1	9,8	4,3
9	14,0	9,9	4,10
10	15,9	11,4	4,50
11	20,0	13,8	8,2
12	18,5	13,7	4,8
Totaal Spreidingsbreedte			62,65
Gemiddelde Spreidingsbreedte ($\bar{R}$)			5,22

De verhouding tussen de gemiddelde spreidingsbreedte ($\bar{R}$) en de standaardafwijking voor monsters van 10 individuen is gelijk aan 3,08, zodat de standaardafwijking (s) bekomen door :

$$s = \frac{\bar{R}}{3,08} = \frac{5,22}{3,08} = 1,69$$

Om het gewichtsverlies tot op 1 % nauwkeurigheid na te kennen, bij een betrouwbaarheid van 95 %, moeten

$$1,96 \times \frac{1,69}{\sqrt{n}} = 1 \%, \text{ hetzij } 10,9 \approx 11 \text{ individuen gewogen worden.}$$

Bij het afwegen van 10 individuen wordt het gewichtsverlies bij 95 % nauwkeurigheid gekend op $1,96 \times \frac{1,69}{\sqrt{10}} = 1,04 \%$ na.

2. Resultaten.

a) Invloed van de voorbehandeling, samenstelling en kwaliteit op de eigenschappen van het eindprodukt.

Het basiswerkprogramma werd toegepast op zes partijen makreel. Door vergelijking van de proeven kon de invloed van de voorbehandelingsprocessen (vers of diepbevroren), de samenstelling (vetrijke en niet vetrijke makreel) en de kwaliteit gevolgd worden. De partijen werden als volgt verdeeld :

Partij A : Vetrijke diepbevroren makreel, die reeds verscheidene maanden bewaard werd bij -20°C .

Partij B : Verse makreel.

Partij C : Diepbevroren makreel, die reeds verscheidene maanden bewaard werd bij -15°C .

Partij D : Verse makreel.

Partij E : Diepbevroren makreel, die gedurende 3 weken bewaard werd bij -15°C .

Partij F : Verse makreel van minder goede kwaliteit.

(1) Vergelijking van het gewichtsverlies tussen de verschillende partijen makreel.

De gegevens over het gewichtsverlies voor de verschillende partijen grondstof zijn weergegeven in tabel 14. Bij het uitvoeren van de proef op de makreel van partij F, bleek het eindprodukt op vrij aanzienlijke wijze "verbrand" te zijn, waardoor het produkt als vernietigd moest worden beschouwd.

Tabel 14 - Individueel gewichtsverlies (in %) bij verschillende partijen makreel, gestoomd volgens het basiswerkprogramma.

Makreel A	Makreel B	Makreel C	Makreel D	Makreel E
10,7	20,7	13,4	18,6	14,9
12,1	18,9	13,8	15,0	11,5
10,7	15,2	12,8	18,4	9,7
11,6	19,5	13,4	21,0	13,9
12,5	16,2	12,9	13,6	10,8
13,1	19,1	14,1	19,1	11,5
12,4	17,5	13,8	16,4	11,6
13,3	16,5	13,4	16,0	10,9
11,7	18,9	12,1	19,9	13,0
13,0	17,2	13,6	18,5	14,0
Totaal :				
121,1	179,7	133,3	176,5	121,8
Gemiddelde :				
12,1	17,97	13,33	17,65	12,18
Spreidingsbreedte (R)				
2,6	5,5	2,0	7,4	5,2

Een statistische verwerking van de gegevens van tabel 14 wijst, ten aanzien van de genoteerde verschillen, op het volgende :

$$R = 2,6 + 5,5 + 2,0 + 7,4 + 5,2 = 22,7$$

$$\bar{R} = \frac{22,7}{5} = 4,54$$

Het grootste verschil tussen de gemiddelden is gelijk aan : $\bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 17,97 - 12,11 = 5,86$. Het probleem heeft 5 groepen ($k = 5$) van 10 waarnemingen ($n = 10$) ; dit geeft een equivalent aantal vrijheidsgraden $f = 37,5$ en een faktor $c_1 = 3,10$.

De standaardafwijking wordt :

$$s = \frac{4,54}{3,10} = 1,46$$

De zekerheidscoëfficiënt wordt bekomen door de formule :

$$q = \frac{x_2 - x_1}{s/\sqrt{n}}$$

of

$$q = \frac{5,86 \times 3,16}{1,46} = 12,68$$

De theoretische waarde van de zekerheidscoëfficiënt bij 95 % nauwkeurigheid bedraagt 4,58. Hieruit mag worden afgeleid dat er significante verschillen in gewichtsverlies optreden tussen de 5 partijen grondstof. Bij onderlinge vergelijking van de partijen wordt een significant verschil bekomen bij 95 % nauwkeurigheid, zodra de gemiddelden $2,87 \times \frac{1,46}{\sqrt{10}} = 1,32$ % verschillen.

Bij onderlinge vergelijking van de gemiddelden uit tabel 14 blijkt, dat er een wezenlijk verschil bestaat in gewichtsverlies tussen diepbevroren makreel en verse makreel ; bij het stoomproces verliest de verse makreel namelijk meer aan gewicht dan de diepbevroren makreel.

Tussen de partijen verse makreel en de partijen diepbevroren makreel traden onderling geen wezenlijk verschil op. De vergelijking van het gewichtsverlies tussen vetrijke makreel en minder vetrijke makreel wees evenmin op een uitgesproken verschil.

(2) Vergelijking van de kleur bij de verschillende partijen makreel.

Na keuring van de partijen op de kleur kon worden vastgesteld dat verse makreel een tendens heeft iets moeilijker door het rookluchtmengsel goudgeel gekleurd te worden. In de kleur was een lichte groene schijn verborgen, die bij diepbevroren makreel niet voorkwam.

(3) Vergelijking van de stevigheid bij de verschillende partijen makreel.

De partijen gestoomde makreel uitgaande van verse makreel voelden over het algemeen zachter aan dan de gestoomde produkten uitgaande van diepbevroren makreel.

(4) Vergelijking van het gaar zijn bij de verschillende partijen makreel.

Alle partijen werden na het uitvoeren van het werkplan gekeurd als gaar.

(5) Vergelijking van het uitzicht en het rimpelen bij de verschillende partijen makreel.

Alhoewel het rimpelen niet kon worden gemeten, kon toch worden uitgemaakt dat **verse makreel na** het afkoelen, een groter aantal kleine rimpels vertoonde dan diepbevroren makreel.

b) Invloed van de temperatuur bij het stomen.

Om de invloed van de grondstof op het eindprodukt te ondervangen, werd bij de studie van de diverse stoomtemperatuur uitgegaan van eenzelfde partij diepbevroren makreel en in een reeks proeven werden verschillende werkprogramma's vergeleken ten opzichte van het basisschema.

De nodige hoeveelheid makreel werd genomen uit eenzelfde partij diepbevroren makreel. De analyses van de grondstof gaven de volgende resultaten in % :

Droge stof gehalte :	36,14 - 36,46 - 36,32 :	gemiddeld 36,30
Vetgehalte	: 12,65 - 13,42	: gemiddeld 13,03

Vooraleer gestoomd te worden onderging de makreel volgende behandelingen :

- ontdooien in water gedurende de nacht,
- kuisen,
- wassen in koud water,
- pekelen : 30 kg gekuiste makreel in 35 liter pekeloplossing (5 kg NaCl op 35 kg water),
- spoelen,
- aanspeten.

Bij het uitvoeren van de proeven werd de faktor rookhoeveelheid zo veel mogelijk konstant gehouden door het aanwenden van het basisschema. De instelling van de kleppen werd eveneens ongewijzigd gelaten en volgende temperaturen werden ingesteld bij het stomen :

Proef A : 90°C
 Proef B : 80°C
 Proef C : 70°C
 Proef D : 65°C.

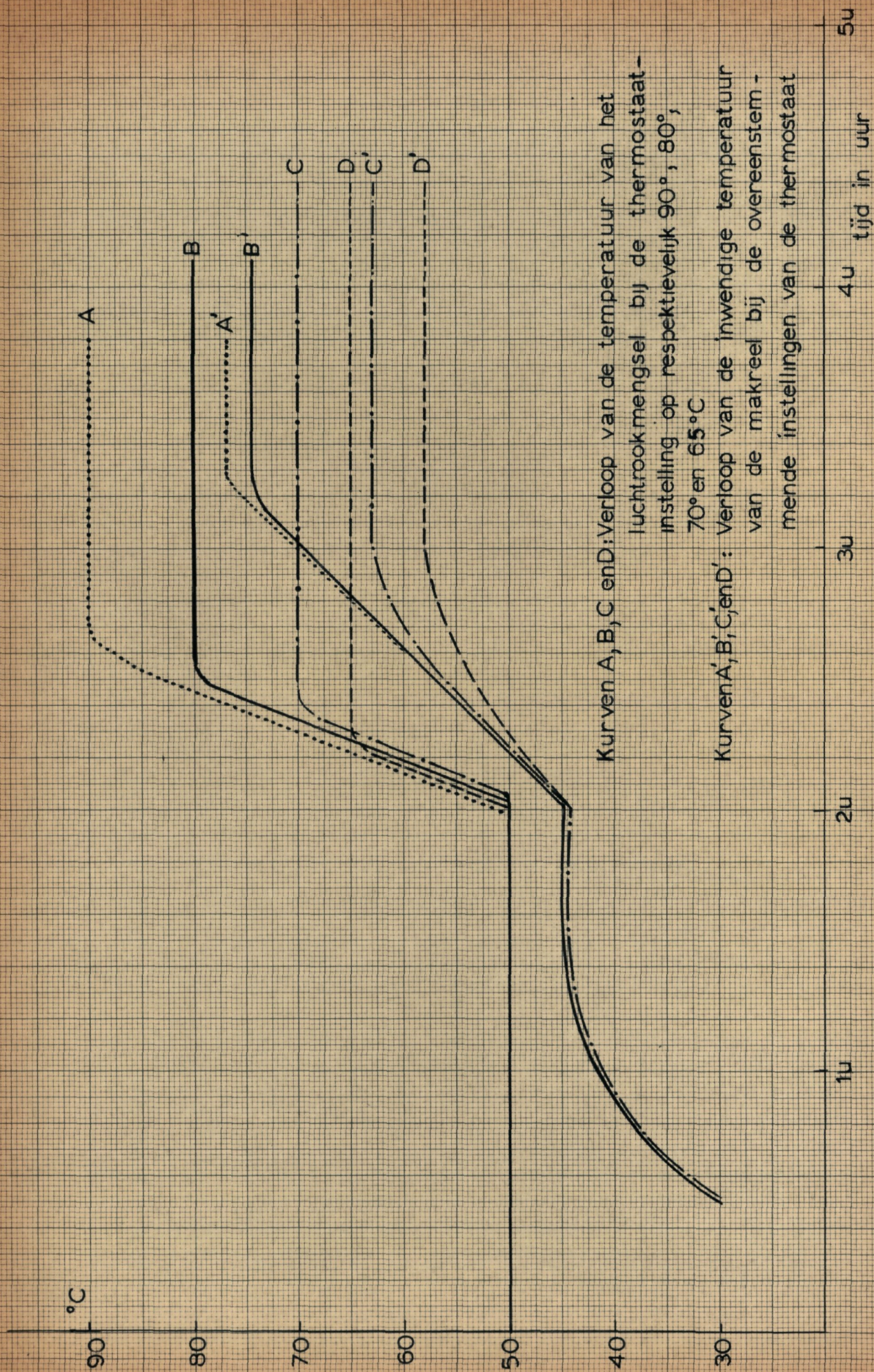
In figuur 6 is het temperatuurschema bij de verschillende proeven weergegeven, evenals het verloop van de inwendige temperatuur van de makreel. Hieruit blijkt, dat de inwendige temperatuur tijdens de droogperiode na 90 min. de waarde van 45°C - 47°C bereikt had. De maximale inwendige temperatuur bij het einde van het proces varieerde tussen 58°C en 77°C

Tijdens de proeven werden regelmatig monsters genomen om de inwerking van de rookneerslag en het gaar worden te beoordelen. Wanneer de makreel in eigen vocht gaar gekookt was, werd het proces stilgelegd. De gestoomde makreel werd aan de speten in de werkplaats geplaatst en afgekoeld. Na het afkoelen van het vislichaam werd door afweging van de monsters het gewichtsverlies bepaald en werd het eindprodukt gekeurd naar kleur, stevigheid, gaar zijn, uitzicht en rimpelen. Het verloop van droge stof gehalte, vet en zoutgehalte werd door scheikundige ontleding vastgesteld.

(1) Vergelijking van het gewichtsverlies van makreel gestoomd bij verschillende temperaturen.

Na het afkoelen van het vislichaam werd het gewichtsverlies nagegaan. De resultaten zijn weergegeven in tabel 15 ; dit gewichtsverlies werd uitgedrukt in % van het aanvangsgewicht.

Figuur 6 Verloop van de temperatuur bij verschillende stoomprogramma's



Tabel 15 - Individueel gewichtsverlies (in %) van makreel bij verschillende stoomtemperaturen.

Stoomtemperatuur in °C				
	Proef A 90°C	Proef B 80°C	Proef C 70°C	Proef D 65°C
	16,42	14,89	13,83	10,13
	16,43	11,50	10,61	9,92
	12,02	10,83	9,81	13,81
	12,97	11,50	9,75	10,00
	13,15	12,98	10,59	9,16
	15,21	14,02	10,47	10,03
	14,43	14,57	10,61	11,04
	12,56	12,30	10,94	10,11
	13,60	10,45	13,41	10,17
	15,41	11,96	12,09	10,43
Som	142,20	125,00	112,11	104,80
Gemiddelde ($\bar{x}$)	14,22	12,50	11,21	10,48
Spreadings- breedte (R)	4,41	4,44	4,08	4,65

De statistische verwerking voor het bepalen van de significante verschillen tussen de gemiddelden is de volgende :

$$\sum R = 4,41 + 4,44 + 4,08 + 4,65 = 17,58$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{4} = \frac{17,58}{4} = 4,39$$

Het grootste verschil tussen de gemiddelden is gelijk aan : $\bar{x}_A - \bar{x}_D = 14,22 - 10,48 = 3,72$. Het probleem heeft 4 groepen ($k = 4$) van 10 waarnemingen ($n = 10$) ; dit geeft een equivalent aantal vrijheidsgraden $f = 30,1$ en een faktor $c_1 = 3,10$.

De standaardafwijking (s) wordt bekomen met de formule :

$$s = \frac{\bar{R}}{c_1}$$

of

$$s = \frac{4,39}{3,10} = 1,417 \approx 1,42$$

De zekerheidscoëfficiënt $q = \frac{\bar{x}_A - \bar{x}_D}{s/\sqrt{n}} = \frac{3,72 \cdot \sqrt{10}}{1,42} = 8,27$

De theoretische waarde q, bij 95 % nauwkeurigheid, bedraagt 3,84. Deze waarde wordt overtroffen door de berekende waarde. Hieruit kon worden afgeleid dat bij 95 % nauwkeurigheid er significante verschillen optraden tussen de gemiddelden.

Bij onderlinge vergelijking van de gewichtsverliezen wordt bij 95 % nauwkeurigheid een wezenlijk verschil vastgesteld, zodra het verschil : $2,89 \times \frac{1,42}{3,16} = 1,29 \approx 1,3$ % bedraagt

Door onderlinge vergelijking van de gewichtsverliezen kan worden afgeleid dat de temperatuur van het stomen een wezenlijk verschil veroorzaakte.

(2) Vergelijking van de kleur van makreel gestoomd bij verschillende temperaturen.

De makreel gestoomd bij 80°C en 90°C had een donkerder goudgele kleur dan de makreel gestoomd bij 70°C en 65°C. Een onderscheid tussen de makreel gestoomd bij respectievelijk 80°C en 90°C was moeilijk vast te stellen.

(3) Vergelijking van de stevigheid van makreel gestoomd bij verschillende temperaturen.

De gestoomde makreel bleek naarmate de stoomtemperatuur lager lag, zachter aan te voelen.

(4) Vergelijking van het gaar zijn van makreel gestoomd bij verschillende temperaturen.

Bij het uitvoeren van de proeven werden regelmatig makrelen genomen om het gaar zijn te controleren.

De waarnemingen waren :

- bij het stomen bij 90°C : de makreel is gaar na 60-90 min. blootgesteld te zijn aan het rookluchtmengsel,
- bij het stomen bij 80°C : de makreel is gaar na ongeveer 90 min. stomen,
- bij het stomen bij 70°C : gaar na ongeveer 2 uur,
- bij het stomen bij 65°C : de makreel is gaar na ongeveer 2 uur.

(5) Vergelijking van het uitzicht en rimpelen van makreel gestoomd bij verschillende temperaturen.

Niettegenstaande de moeilijkheid om het rimpelen te meten en een "rimpeleenheid" vast te stellen, bleek dat het rimpelen kon worden verminderd door bij lagere temperatuur te stomen of door de stoomperiode in te korten ; hierbij liep men echter het risico een eindprodukt te bekomen dat ten aanzien van smaak, gaar zijn en stevigheid niet volledig beantwoordt aan de eisen die men normaal stelt aan gestoomde makreel.

Bij het uitvoeren van het stoomproces bij 90°C traden de eerste verschijnselen van de z.g.n. verbranding op. De speten makreel die vooraan in het warme rookluchtmengsel ophingen, vertoonden lichte beschadiging door barsten van de huid tussen de anus en de staart. Deze makreel was door de warmte eveneens scheef getrokken.

(6) Vergelijking van de scheikundige samenstelling van makreel gestoomd bij verschillende temperaturen.

Uit elke proef werden 3 monsters ontleed op droge stof-, vet- en zoutgehalte. De bekomen resultaten zijn in vrij hoge mate aan variaties onderhevig, zodat momenteel geen besluiten kunnen naar voor gebracht worden. Een uitspraak zal slechts kunnen worden gebracht wanneer snelle analysemethoden ter beschikking komen.

c) Invloed van de droogperiode.

In het basiswerkprogramma werd de makreel gedurende 2 uur voorgedroogd in een luchtrookmengsel van 50°C. Bij het einde van de droogperiode was de inwendige temperatuur van de makreel opgelopen tot 45-47°C

Na één uur drogen had de makreel gemiddeld 3,5 % (n = 20 ; R = 1,20) aan gewicht verloren. Na de volledige droogperiode bedroeg het totaal gewichtsverlies gemiddeld 5,0 % (n = 20 ; R = 3,2) en 5,8 % (n = 20 ; R = 4,2).

Bij proeven waarbij grotere hoeveelheden makreel gestoomd werden, werd de installatie geladen door in tegenstroomrichting om de 45 minuten een rek met vis in te brengen. Dit had tot gevolg dat het rookluchtmengsel steeds eerst over het laatst ingebrachte rek en dus ook over de minst gedroogde makreel streek. Nadat het laatste wagentje ingebracht was, werd nog een uur gedroogd bij 50°C. Bij het werken met twee wagentjes geladen met ongeveer 400 kg makreel, verbleef het eerste wagentje 45 minuten langer in de tunnel dan het tweede. Na het stomen bij 80°C werd de makreel van beide wagentjes gekeurd op kleur, stevigheid, gaar zijn, uitzicht, rimpelen en gewichtsverlies. Met betrekking tot de kleur, de stevigheid, het gaar zijn, uitzicht en het rimpelen kon geen verschil aangeduid worden. De makreel die het langst

blootgesteld was aan het luchtrookmengsel had gemiddeld 13,63 % gewicht verloren ($n = 10$; $R = 5,8$). De makreel, die 45 minuten minder lang gedroogd was, had op het einde van het proces gemiddeld 12,92 % gewicht verloren ($n = 10$; $R = 4,74$). Statistisch gezien trad er tussen deze gemiddelden geen wezenlijk verschil op.

3. Studie over de kleurvorming bij het stomen van makreel.

Bij het gebruik van de tunnel voor het stomen van makreel werden moeilijkheden ondervonden om het gestoomd produkt voldoende kleur te geven. In het onderzoek werd dan ook het verschijnsel kleurvorming bij het stomen nader bestudeerd en werd nagegaan hoe de kleurvorming kan worden verbeterd.

a) Studie over het verschijnsel "kleurvorming" bij het stomen.

Om het fenomeen rookneerslag en kleurvorming tijdens het stomen beter te leren kennen, werden proeven uitgevoerd die geheel of gedeeltelijk in de rookruimte of in de drooginstallatie verliepen.

(1) Proeven uitgevoerd in combinatie van rook- en drooginstallatie.

Bij deze proeven werd de grondstof in drie partijen verdeeld.

De eerste partij (I) werd in een droger gedroogd door lucht onder droogomstandigheden van temperatuur en windsnelheid die gelijkwaardig waren aan deze in de rookruimte. Van deze partij werd de helft twee uur en de andere helft een uur gedroogd. Na het drogen werd deze partij overgeplaatst in de rookinstallatie om de stoomperiode te doorlopen. De tweede partij (II) werd ver-

deeld in twee groepen, die respektievelijk één uur en twee uur gedroogd werden in de rookruimte door een luchtrookmengsel van 50°C. Na deze behandeling werd de vis overgebracht naar de experimentele droger om een temperatuurbehandeling te ondergaan gelijkvormig aan deze die plaats grijpt tijdens de stoomperiode in de rooktunnel. De derde partij (III) onderging het stoomschema volledig in de rookruimte.

Uit de vergelijking van deze proeven kwam het volgende naar voor :

- De makreel die gedroogd werd in afwezigheid van rook (partij I) nam tijdens het stomen geen rook meer aan.

- De makreel die gedroogd werd door de inwerking van een rookluchtmengsel (II) had tijdens deze periode rookbestanddelen aangenomen, die door de warmtebehandeling in de droger konden gereveleerd worden. De aldus ontwikkelde kleur was goudgeel, doch was iets minder diep van intensiteit van kleur dan de makreel (III) die het gehele proces in de rookinstallatie doorlopen had. De makreel die twee uur blootgesteld was aan de inwerking van de rook was meer gekleurd dan de makreel die slechts één uur blootgesteld was.

Uit dit onderzoek kan dan ook het volgende afgeleid worden :

- Om op de makreel rookneerslag te bekomen en aldus een kleurontwikkeling te verkrijgen, dient de makreel gedroogd te worden in een luchtrookmengsel. Tijdens deze droogperiode slaan op het lichaam rookcomponenten neer die zich tijdens het verder verloop van het proces door de verhoogde temperatuur ontwikkelen.

- Deze bestanddelen zijn echter niet alleen verantwoordelijk voor de kleurvorming, aangezien de nakreel die het volledig stoomproces in een rookatmosfeer doorlopen heeft, nog intenser goudgeel gekleurd was.

(2) Proeven uitgevoerd in de rookinstallatie.

Er werden ook proeven uitgevoerd om de periode van grootste kleurvorming tijdens het stoomproces beter te kunnen omschrijven.

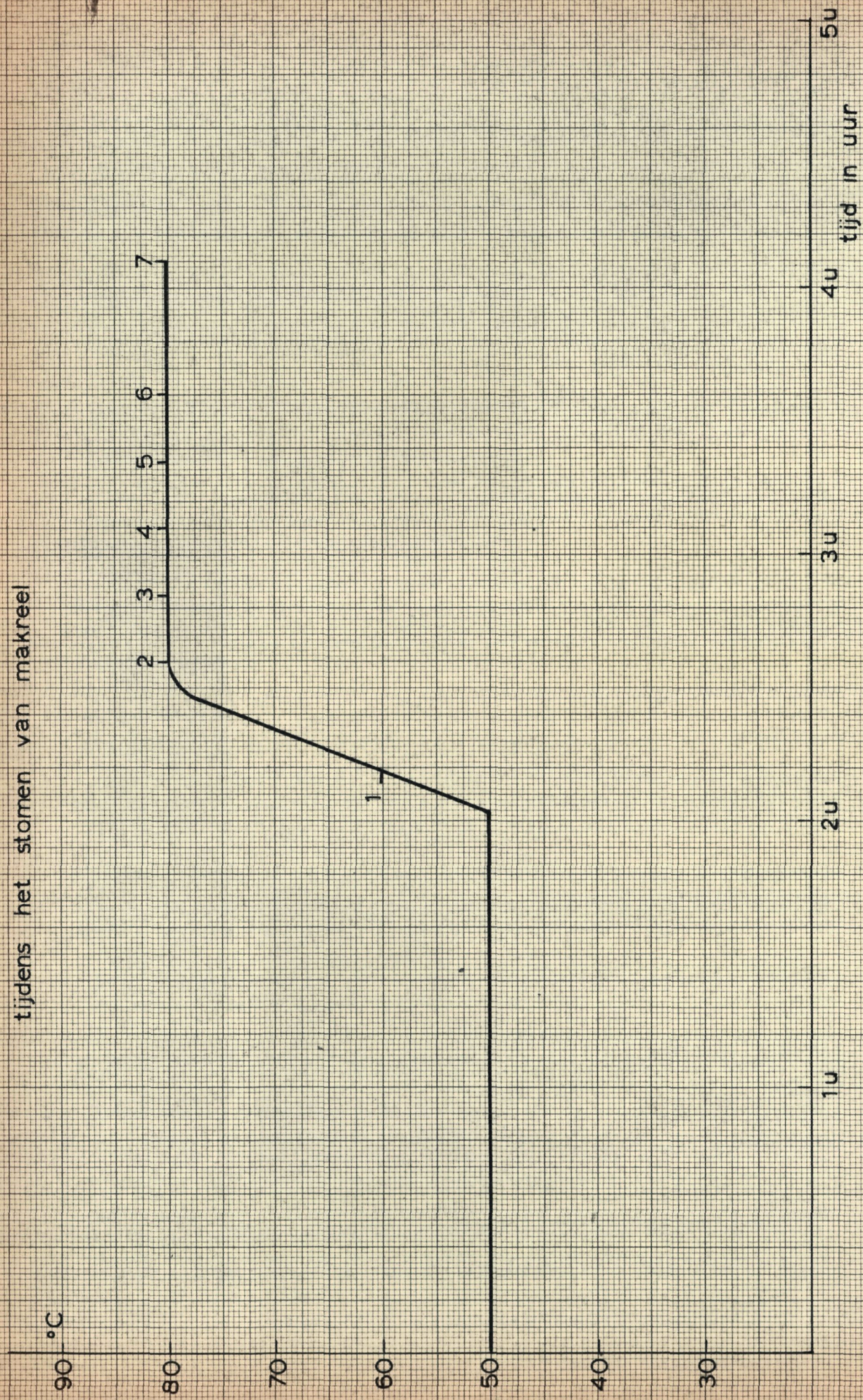
In een eerste reeks proeven werden tijdens het stoomproces regelmatig monsters uit de rookinstallatie genomen. Op het einde van het proces werden de monsters ten aanzien van de kleur gekeurd. Aan de keurders werd gevraagd de monsters volgens kleurintensiteit te rangschikken. In figuur 7 werd de volgorde van monsternamen aangeduid. Uit deze figuren kon afgeleid worden hoelang de verschillende monsters aan het rookluchtmengsel met een bepaalde temperatuur blootgesteld waren.

Het rangschikken van de monsters volgens kleurintensiteit stemde voor de eerste vier monsters overeen met het tijdstip van monsternamen, d.w.z. de monsters vertoonden duidelijk een kleurversterking met de tijd. De kleur van de monsters 5, 6 en 7 werd als gelijkwaardig beoordeeld.

Hieruit kan afgeleid worden dat de kleur vooral gevormd werd gedurende de eerste 45 minuten van de eigenlijke stoomperiode.

Op grond van deze vaststelling werd de mogelijkheid onderzocht om het stoomproces te doen aanvatten onder maximale rookdensiteit, d.w.z. rookdensiteit die onder meer kan bekomen worden door de kleppen vroeger te sluiten. Bij de proeven werden

Figuur 7 : Monstername bij het onderzoek over de kleurvorming
tijdens het stomen van makreel



de luchtinlaatklep en kringloopklep vroeger op hun minimale waarde gebracht. Na het uitvoeren van de proeven bleek het moeilijk om de bekomen resultaten op objektieve wijze te vergelijken. Verder onderzoek, waarbij de kleur op objektieve wijze gemeten wordt, dient hierover uitgevoerd te worden, om over dit punt nadere inlichtingen te kunnen verschaffen.

b) Studie om de kleurvorming bij het stomen te ver-
hogen.

Bij de studie van de technologische factoren die de rookdensiteit in de rookinstallatie bepalen, kwam naar voor dat een optimale rookdichtheid voor eenzelfde aantal in werking zijnde rookhaarden, onder meer afhankelijk is van de houtsoort, van de vochtigheid van het zaagmeel, van de dikte van het zaagmeelbed, van de toestand, dikte en samenstelling van de laag houtspaanders, van de toegelaten hoeveelheid lucht aan het verbrandingsproces en van de hoeveelheid lucht waarmee de rook gemengd wordt.

Om de kleurvorming bij gestoomde makreel te verhogen, werd de rookdichtheid geïntensiveerd. Dit werd bekomen door : de houtspaanders voorafgaandelijk te zeven om het stof en zaagmeel te verwijderen, als spaandersbed een mengsel van zachte en harde houtafval te nemen, de rookhaard maximaal te vullen, op het houtspaandersbed slechts een minimaal dunne laag zaagmeel uit te spreiden, een zo groot mogelijke hoeveelheid lucht aan de verbranding toe te laten zodat het houtspaandersbed vlug wegsmelt, de rookhaarden regelmatig opnieuw op te vullen en de geproduceerde rook met een kleinere hoeveelheid verse lucht te vermengen wanneer de stoomtemperatuur de 80°C bereikt heeft.

Door toepassing van dit schema kreeg de makreel tijdens het stomen een voldoende intense goudgele kleur.

Tijdens het onderzoek werden eveneens hulpmiddelen getest om de kleur van de makreel te verhogen, zonder gebruik te maken van een verhoogde rookdichtheid. Onder deze hulpmiddelen zijn te vermelden : (a) het mengen van stoom aan het rookmengsel tijdens de stoomperiode, (b) het voorbehandelen van de makreel met glucose stroop of alkalische oplossing.

Tijdens het stomen werd aan de installatie om de 5 minuten gedurende 30 seconden stoom in het rookluchtmengsel geïnjecteerd. Na het stomen werden de aldus gestoomde makreel vergeleken met makreel die gestoomd was volgens het basiswerk-schema. Het was onmogelijk een kleurverbetering vast te stellen. Het gebruik van glucose stropen en alkalische oplossing (NH_4OH of Na_2CO_3 oplossing) gaven evenmin een positief resultaat.

B. Studie van het optimaal werkprogramma bij het roken van kippers.

Bij het roken van kippers ondergaat de grondstof speciale voorbehandelingen. Deze bewerkingen zijn eigen aan het produkt kipper en moeten, met oog op een inzicht in het rook-proces en het bekomen produkt, vooraf belicht worden.

1. Grondstof en voorbehandeling.

Voor het roken van kippers wordt uitgegaan van grote, volle haring met hoog vetgehalte (circa 15 %). Aangezien de vangsten van volle haring niet over het gehele jaar lopen en niet alle individuen van een vangst geschikt zijn voor de bereiding van kippers, dienen op het ogenblik van aanvoer de geschikte individuen uitgezocht te worden. Deze gesorteerde haring wordt dan tot ogenblik van verwerking bewaard in diepbevroren toestand.

Bij de aanvang van het produktieproces wordt de haring ontdooid in water, waarna de vis langs de rugzijde machinaal gesneden wordt van de kop tot de staart ; hierdoor blijven de twee helften nog slechts door de buikwand verbonden.

Na het verwijderen van de ingewanden en het buikvlies worden de kippers gespoeld in koud water. Vervolgens worden de kippers in een pekeloplossing gebracht. De pekeloplossing, aangewend tijdens de proefnemingen, werd bereid door het oplossen van 15 kg zout in 100 liter water. De verhouding vis-pekeloplossing was ongeveer 1 : 1. Na 2 uur pekelen worden de kippers gespoeld, om te voorkomen dat het oppervlakkig zout tijdens het rookproces zou uitkristalliseren.

De kippers worden aangeslagen aan houten latten door het drukken van twee nagels door de kieuwdeksels. Deze nagels zijn twee aan twee aan beide zijden van de houten lat aangebracht. De nagels dienen voldoende ver van elkaar verwijderd te zijn, opdat de kippers goed geopend zouden kunnen ophangen ; hierdoor kan dan het vislichaam gelijkmatig drogen en kan het gehele oppervlak van de vis de invloed van de rookneerslag ondergaan.

Na het aanslaan kan het rookproces aangevat worden.

2. Het roken van kippers.

Het rookproces van kippers kan ingedeeld worden in twee periodes. Tijdens de eerste periode, die ongeveer 30 tot 45 minuten duurt, worden de kippers gedroogd om de oppervlakkige waterfilm te verwijderen en om de inwerking van de rook op het vislichaam mogelijk te maken. Gedurende de tweede periode wordt rook ontwikkeld en worden de kippers vijf tot zes uur bij lage temperatuur gerookt.

Na het proces dienen de kippers volgende eigenschappen te bezitten :

- een laag vochtgehalte hebben,
- de buikzijde moet geel en de andere zijde moet donker gekleurd zijn ; beide zijden dienen met een lichte olie-laag bedekt te zijn,
- droog aanvoelen,
- stevig zijn : de kipper mag niet doorplooien wanneer hij horizontaal bij de staart gehouden wordt,
- een mooi uitzicht vertonen : de kippers mogen niet bevuild zijn door stof of zaagmeel,
- de huid mag niet verwijderd worden van het vis-vlees door druk van de duim en wijsvinger op de zijkant van de kipper.

Zoals voor het stomen van nakreel laten voor het bekomen van deze eigenschappen bij het roken van kippers het programma, de kwaliteit en de samenstelling van de vis een invloed gelden. Op grond van de voorproeven en van gegevens bekomen bij het gebruikelijke openhaard roken werden deze factoren eveneens nader bestudeerd.

Bij het inbrengen van de kippers in de rookinstallatie werden de ventilatoren gestart en werden de luchtinlaatklep en de kringloopklep op respektievelijk 1,25 en 0,25 ingesteld. De thermostaat werd op 40°C geplaatst. Hierdoor bereikt de droog-lucht na circa 20 minuten deze ingestelde waarde. Na enkele minuten bij 40°C gedroogd te hebben, werd de thermostaatinstelling opnieuw verminderd tot 34°C. Deze waarde werd na ongeveer 30 minuten bereikt. Op dit ogenblik is de oppervlakkige water-film volledig verwijderd en kan met het roken gestart worden. De rookdichtheid werd gemeten met de Torry Brown Smoke Density Integrator. De rookdichtheid in de installatie bedroeg 0,15-0,2.

rookdichtheidseenheden. Wanneer deze waarde daalde, werden de rookhaarden aangewakkerd of eventueel opnieuw aangevuld. Onder deze voorwaarden was het produkt "af" na ongeveer vijf uur roken.

De rookhaarden werden tijdens het proefwerk aangelegd met voorafgaandelijk gezeefd mengsel van zachte en droge houtafval. Op deze laag houtafval werd een dikke laag vochtig zaagmeel opengespreid. Het gebruik van harde houtsoorten werd tijdens het onderzoek niet gebruikt, omdat in deze omstandigheden het moeilijk gebleken was een konstante lage temperatuur in de experimentele rookruimte te behouden.

Aan de hand van vergelijkende proeven, waarin de instelbare faktor rooktemperatuur op verschillende waarden ingesteld werd, werden de verschillende programma's onderling vergeleken.

De invloed van de diverse ingestelde temperaturen op het eindprodukt werd nagegaan door het analyseren van monsters op droge stof-, vet- en zoutgehalte en door het nagaan van het gewichtsverlies en door het beoordelen van de kleur, van de geur, van de smaak, van het uitzicht en de stevigheid en van de bewareigenschappen.

Daar in het onderzoek steeds vooropgesteld werd de programma's in die zin op te stellen, dat een produkt bekomen wordt dat voldoet aan de smaakgewoonten en smaakeisen van de Belgische verbruiker, werden de partijen gerookte kippen ook steeds vergeleken met kippen die op hetzelfde ogenblik volgens de open haard methode gerookt worden. Verder werd de mogelijkheid onderzocht om de rookgeur en-smaak van de kippen te verhogen door rookaroma's.

Voor het aanwenden van de parameter gewichtsverlies is het noodzakelijk vooraf het nodig aantal individuen te bepalen dat toelaat met voldoende nauwkeurigheid het verlies vast te stellen.

Bij het nagaan van het gewichtsverlies van kippers tijdens het roken bleek, dat het gewichtsverlies van individu tot individu sterk kon variëren. In een reeks proeven, waarbij kippers gerookt werden volgens het basiswerkprogramma, werden 8 reeksen van 10 individuen op gewichtsverlies gecontroleerd. De gegevens zijn samengevat in tabel 16.

Tabel 16 - Spreiding van het gewichtsverlies in reeksen van 10 individuen.

Nr reeks	Hoogste gewichtsverlies in %	Laagste gewichtsverlies in %	Spreidingsbreedte (R)
1	23,63	19,78	3,85
2	24,49	18,38	6,11
3	24,73	20,45	4,28
4	21,78	18,27	3,51
5	22,06	18,49	3,57
6	34,53	24,40	10,13
7	33,10	26,31	6,79
8	33,92	23,09	10,81
Totaal spreidingsbreedte ($\sum R$)			49,05
Gemiddelde spreidingsbreedte ($\bar{R}$)			6,13

De verhouding tussen de gemiddelde spreidingsbreedte ($\bar{R}$) en de standaardafwijking voor monsters van 10 individuen is gelijk aan 3,08, zodat de standaardafwijking (s) bekomen wordt door de formule :

$$s = \frac{\bar{R}}{3,08}$$

of

$$s = \frac{6,08}{3,08} = 1,99 \approx 2,0$$

Om het gewichtsverlies tot op 1 % nauwkeurigheid na te kennen, bij een betrouwbaarheid van 95 %, moeten $1,96 \times \frac{2,0}{\sqrt{n}} = 1 \%$, hetzij $n = 15,36$ individuen afgewogen worden. In het proefwerk werden 20 individuen afgewogen om het gewichtsverlies te bepalen. Hierdoor werd het gewichtsverlies bij een betrouwbaarheid van 95 % op 0,88 % na nauwkeurig gekend.

4. Resultaten.

a) Vergelijkend onderzoek over de invloed van de temperatuur op het roken van kippers.

Tijdens het vergelijkend onderzoek werden de kippers gerookt bij vijf verschillende temperaturen. Het voorafgaandelijk drogen, de rookontwikkeling en rookdichtheid werden bij de verschillende proeven konstant gehouden. De proeven werden uitgevoerd in het tweede rookvak van de rookinstallatie, onder konstante instelling van de luchtinlaatklep en kringloopklep. Volgende rooktemperaturen werden getest :

Proef A : 34°C

Proef B : 30°C

Proef C : 29°C

Proef D : 28°C

Proef E : 29°C

Het eindpunt van het proces werd vastgesteld door regelmatig de rookneerslag te beoordelen. Wanneer de kippers een voldoende mooie rookkleur bezaten, werd het proces stilgelegd. Aldus werden de kippers in de proeven A, C en E zes uur gerookt. Tijdens deze proeven noteerde de Torry Brown Smoke Density Integrator voor de totale hoeveelheid rook de waarde 1.200. De kippers uit de proeven B en C werden gedurende 5 uur gerookt, hetgeen overeenkwam met een totale rookhoeveelheid van circa 1.000.

(1) Vergelijking van het gewichtsverlies bij kippers gerookt bij verschillende temperaturen.

Tijdens de droogperiode verloren de kippers ongeveer 6,9 % van hun aanvanggewicht. In de traditionele rookschouwen bedroeg het gewichtsverlies tijdens de voorafgaandelijke droogperiode circa 10 %. Het totaal gewichtsverlies bij kippers gerookt volgens de open haard methode was aan zeer sterke variaties - zelfs binnen éénzelfde produktie - onderhevig. Volgende gemiddelde waarden van 10 waarnemingen werden genoteerd : 25,4 %, 15,2 %, 18,3 %.

Het totaal gewichtsverlies dat optrad bij het roken van kippers in de tunnel is verzameld in tabel 17. Uit de tabel blijkt dat de kippers tijdens het roken bij de meest geschikte temperaturen - gelijk of lager dan 30°C - gedurende 5 tot 6 uur ongeveer 20 % aan gewicht verloren.

(2) Vergelijking van de kleur, geur en smaak van kippers gerookt bij verschillende temperaturen :

Uit de beoordeling van de kleur kwam naar voren, dat het mogelijk is de kippers in de experimentele rookruimte voldoende te kleuren. Over het algemeen was de kleur iets beter bij de kippers die zes uur gerookt werden. Als minimale rookduur dient 5 uur vooropgesteld te worden.

Tabel 17.- Individueel gewichtsverlies (in %) van kippen tijdens
het rookproces bij verschillende temperaturen.

	Proef : Rooktemperatuur/aantal uur				
	A 34°C/6u	B 30°C/5u	C 29°C/6u	D 28°C/5u	E 29°C/6u
	27,1	20,7	21,1	18,9	23,4
	30,8	19,5	19,8	18,6	21,2
	25,8	18,3	22,0	18,2	20,0
	26,2	20,1	21,8	17,0	20,5
	27,8	20,7	22,6	19,1	20,8
	27,5	19,5	22,1	20,3	21,7
	25,8	21,8	23,6	17,6	21,4
	26,9	20,1	21,6	17,6	18,6
	27,6	20,9	21,4	18,1	21,2
	31,1	18,3	23,2	16,5	20,2
	28,2	19,5	22,4	18,8	20,4
	30,8	18,5	21,6	20,1	20,3
	26,3	19,9	20,5	20,1	26,3
	27,3	20,5	24,5	20,1	19,0
	29,9	19,5	22,8	19,8	22,0
	29,7	19,0	21,5	19,3	21,3
	26,4	22,1	18,4	20,0	20,6
	25,5	21,5	20,4	18,8	24,5
	25,9	19,7	23,7	19,7	22,3
	29,6	18,6	23,8	18,7	19,0
Totaal	556,2	398,7	438,8	377,3	424,7
Gemiddeld	27,8	19,9	21,9	18,9	21,2
R.	5,6	3,8	6,1	3,8	5,9

Daar in de rooksektie de temperatuur bovenaan in de installatie ongeveer 2°C hoger ligt dan onderaan, was het mogelijk de invloed van de temperatuur op de kleurvorming te volgen. Bij het beoordelen van de kleur tijdens het proces, bleek dat de kippers die onderaan in de sektie hingen iets later als "af" konden worden beschouwd.

Bij het nagaan van de smaak en geur van de kippers kon geen verschil tussen de verschillende proeven vastgesteld worden. Bij vergelijking van de kippers gerookt in de tunnel met kippers gerookt volgens de openhaard methode kon wel degelijk een verschil vastgesteld worden. De typische rookgeur en rooksmaak waren minder duidelijk uitgesproken bij de kippers uit de experimentele rookinstallatie.

(3) Vergelijking van het uitzicht en de stevigheid van kippers gerookt bij verschillende temperaturen.

De kippers gerookt bij de verschillende proeven in de tunnel vertoonden geen stof of zaagmeel op het oppervlak. De kippers uit de gebruikelijke schouwen daarentegen zijn steeds bevuild door stof en zaagmeel, het geen de kwaliteit tenzeerste kan benadeligen, vermits stof en zaagmeel als een der voornaamste bronnen van infectie te beschouwen zijn.

Ten aanzien van de stevigheid waren de kippers uit de proef A, gerookt bij 34°C , in vergelijking met de kippers uit de andere proeven als minderwaardig te beschouwen. Deze temperatuur scheen de oorzaak te zijn van het dichtslaan van het oppervlakkig weefsel, waardoor een harde korstlaag gevormd werd, die het verder uittreden van water uit het visvlees belette. Anderzijds vertoonden de kippers uit proef A een begin van verbrandingsverschijnselen. Bij druk van duim en vinger op de rand van de kipper, kwam de huid los van het visvlees. Kippers gerookt bij 30°C , 29° of 28°C gedurende 5 of 6 uur vertoonden dit verschijnsel niet.

Bij vergelijking van de stevigheid van de kippers uit de gebruikelijke schouwen en kippers uit de tunnel kwam geen verschil naar voor.

(4) Vergelijking van de samenstelling van de kippers gerookt bij verschillende temperaturen.

Van de grondstof en van de kippers werden 3 monsters geanalyseerd op droge stof-, vet- en zoutgehalte. De analyse-resultaten bleken aan een sterke variatie onderhevig te zijn, waardoor het momenteel onmogelijk was verantwoorde besluiten naar voor te brengen.

(5) Vergelijking van de bewaareigenschappen van kippers gerookt bij verschillende temperaturen.

Na het roken werden de kippers twee aan twee in cellofaanfilm ingepakt en in twee lagen in houten kistjes gelegd. De bewaarduur bij kamertemperatuur werd nagegaan door controle op geur, aanvoelen, smaak en bakteriële groei.

De kippers gerookt in de experimentele rookinstallatie bij 34°C (proef A) bewaarden niet zo lang als de kippers gerookt bij temperaturen van 30°C-29°C en 28°C. De kippers uit proef A verloren tijdens het bewaren vlug hun stevigheid, werden zacht en voelden vochtig aan. Deze kippers hadden vroeger microbiële groei dan de kippers uit de andere proeven. Het dichtslaan van de oppervlaktelaag, waardoor het produkt niet gelijkmatig gedroogd werd, was voor dit vlug optreden van bederf verantwoordelijk.

Bij vergelijking tussen de kippers uit de tunnel en de kippers uit de gebruikelijke schouwen kon worden vastgesteld dat de stevigheid en het aanvoelen gelijkwaardig was. De microbiële groei kwam 1 tot 2 dagen vroeger te voorschijn bij de kippers uit de traditionele schouwen.

b) Onderzoek over de ~~geur~~ mogelijkheid om de smaak ^{de} ~~en~~ de geur bij kippers te verhogen door rookaroma's.

Bij de kippers gerookt in de tunnel waren de typische rookgeur en rooksmaak niet duidelijk uitgesproken. Er dient hier echter aan toegevoegd te worden dat bij beperkte organoleptische keuringen verscheidene keurders de voorkeur gaven aan de kippers uit de experimentele rookruimte ; bij het bakken van de kippers werd ten andere het verschil in geur en smaak in zeer sterke mate verminderd.

Tijdens het onderzoek werd dan ook verder gepoogd om de rookgeur en rooksmaak te verhogen door het aanwenden van twee rookaroma's. De eerste aroma stof (A) was vervaardigd door een Amerikaanse firma, het tweede concentraat (B) was een Nederlands produkt. De aroma's werden respektievelijk in een concentratie van 2 % en 2,5 % aan de pekeloplossing toegevoegd. Daarna werden de kippers gerookt bij 28°-29°C. Na het roken werden de behandelde kippers vergeleken met kippers die op hetzelfde ogenblik gerookt waren in de experimentele rookruimte en met kippers gerookt in de gebruikelijke schouwen.

Aan de keurders werd gevraagd de 4 soorten kippers te rangschikken volgens hun reuk- en smaakgevoel. Aan de als best beschouwde kipper werd het cijfer 1 toegekend, aan het minst goede produkt het cijfer 4. In tabel 18 zijn de resultaten van deze oriënterende proef vermeld.

De resultaten wijzen op het volgende :

- zowel voor smaak als voor geur werd weinig onderscheid gemaakt tussen de kippers gerookt volgens de open haard methode en kippers gerookt in de experimentele rookruimte,

Tabel 18.- Resultaten van de keuring naar smaak en geur van kippers.

Nr Keurder	Keuring naar smaak				Keuring naar geur			
	Oude schouwen	Moderne instal.	Mod.Inst. met aroma A	Mod.Inst. met aroma B	Oude schouwen	Moderne instal.	Mod.Inst. met aroma A	Mod.Inst. met aroma B
1	3	3	1	2	4	2	3	1
2	3	4	1	2	2	4	1	3
3	3	2	4	1	1	3	4	2
4	4	2	3	1	3	4	2	1
5	1	2	2	2	1	4	2	3
6	3	4	1	2	2	4	3	1
7	2	2	1	1	3	4	1	2
8	3	4	1	2	2	1	2	1
9	3	4	1	2	4	2	3	1
10	2	1	3	4	4	1	2	3
11	3	4	2	1	3	2	4	1
12	2	4	3	1	4	2	3	1
13	1	4	1	1	2	3	4	1
14	1	2	3	3	2	1	3	3
15	4	3	1	2	4	2	1	3
16	1	1	1	1	1	2	3	4
17	4	2	3	1	4	1	2	3
18	4	3	2	1	4	1	2	3
19	3	3	2	1	4	1	3	2
20	3	1	2	4	4	3	2	1
21	4	2	1	3	1	4	3	2
22	1	3	3	2	1	4	2	3
23	4	1	3	2	4	1	3	2
24	4	2	3	1	2	4	1	3
25	1	2	4	3	1	4	3	2
Totaal	67	65	52	46	67	64	62	52

- er lijkt een tendens te bestaan om de voorkeur te geven aan kippen behandeld met rookaroma.

Deze vaststellingen hebben echter een betrekkelijke waarde en moeten door meer uitgebreide proefnemingen nader op punt gesteld worden.

Hoofdstuk II - De bewerkingsprocessen.

Behalve het onderzoek van het rook- en stoomproces, werd in de activiteitsperiode de studie verder doorgevoerd van een aantal bewerkingen, die het roken of stomen voorafgaan of volgen en de kwaliteit van het afgewerkte produkt beïnvloeden. Deze bewerkingen zijn, het triëren, het fileren, het zouten en het bewaren.

§ 1. Het triëren.

Het probleem triëren veronderstelt in de eerste plaats de studie van de installatie voor het mechanisch sorteren. In de tweede plaats moet de grondstof belicht worden, vooral met betrekking tot de eigenschap "gewicht".

A. Het mechanisch sorteren.

Voor de Belgische rokerijen vormt de haring de voorname grondstof. Gedurende het vangstseizoen worden door deze bedrijven grote partijen aangekocht om gestockeerd te worden door inzouten of door diepvriezen, ofwel onder bewerkte vorm ofwel onder niet bewerkte vorm.

Een welbepaald haringindividu is echter niet voor alle mogelijke eindprodukten even goed geschikt, hetzij omwille van de grootte, hetzij omwille van de kwaliteit. Dit leidt traditioneel tot het manueel sorteren van de grondstof in grote en kleine, volle en ijle haring. Deze scheidingen vergen evenwel veel manuren, zodat het rationaliseren van deze bewerkingen tot belangrijke verbeteringen in verband met de kosten voor het triëren kan leiden. Evenwel is gebleken dat een manuele scheiding lang niet de gewenste resultaten opleverde.

Bij het onderzoek omtrent het eventueel vervangen van de manuele scheiding door een mechanische, dient rekening gehouden te worden met een tweeledige doelstelling nl. de sortering op grootte en de sortering op vol/ijl. Van beide karakteristieken leent eerstgenoemde zich het gemakkelijkst tot een machinale bewerking.

Als bijzonderste voordelen van een goed uitgevoerde scheiding in grootte kunnen vermeld worden : het beperken van de verliezen bij het machinaal fileren ; het regelmatigere verloop van alle oppervlakteverschijnselen zoals zoutopname, waterverlies en kleurafzetting ; het uitschakelen van sorteringen in groot en klein van de afgewerkte produkten.

De mechanische scheiding kan uitgevoerd worden door het meten van de lengte, door het meten van de dikte of door het bepalen van het gewicht. Van deze drie karakteristieken werd tot nog toe enkel de faktor dikte aangewend bij de bouw van haring-sortermachines. Men mag echter verwachten dat het sorteren op het gewicht belangrijke voordelen kan bieden ; niet alleen zou het hierdoor mogelijk zijn de meest geschikte grondstof voor te behouden voor de diverse types van afgewerkte produkten, maar ook sorteringen van afgewerkte produkten en van voorverpakte goederen kunnen met dezelfde apparatuur tot stand gebracht worden.

Op grond van deze overwegingen werd een onderzoek ingesteld in verband met de normen waaraan de te gebruiken trieerapparatuur zou moeten beantwoorden en werd de nauwkeurigheid van het instellen van de gewichtsgrenzen bestudeerd.

1. Trieernormen.

Uit onderzoekingen is gebleken dat het gemiddeld gewicht van de aangevoerde grondstof rond de 165 g ligt, zodat per kg nagenoeg 6 stuks haring voorkomen. Wanneer in een bedrijf een aanvoer van 10.000 kg per dag als een maximum aangenomen wordt, dan dienen in de tijdspanne van 8 uur 60.000/wegingen te gebeuren, waardoor een minimale kandans van 60.000/480 of 125 stuks per minuut moet bereikt worden.

Gedurende de verwerking van de verse grondstof wordt een trieerapparaat door bloed, visschubben en vissljm sterk bevuild, zodat een kontinu reinigen dient mogelijk te zijn.

Daar de grondstof in natte toestand aangevoerd wordt en daar het apparaat gereinigd dient te worden gedurende de werking, moet het toestel bedrijfszeker funktioneren onder zeer vochtige atmosferische kondities.

Teneinde tijdsverlies bij de aanvang of het her-nemen van de weegoperaties te voorkomen, is het wenselijk dat er geen opwarmperiode vereist is.

Het spektrum van de te wegen voorwerpen vereist zowel de verwerking van de aangevoerde haringen als de verwerking van de heel wat minder wegende haringfilets. De gewichten dienen dan ook instelbaar te zijn over een behoorlijk breed weeggebied. Daarenboven moet de breedte van de gewichtsgroepen veranderlijk zijn. Enerzijds moet de vorming mogelijk zijn van brede gewichts-

groepen bij het triëren van de grondstof en anderzijds dienen eng begrensde groepen gevormd te worden bij de controle van voorverpakte goederen.

Het instellen van de gewichtsgrenzen moet vlot en met een voldoende hoge nauwkeurigheid verlopen.

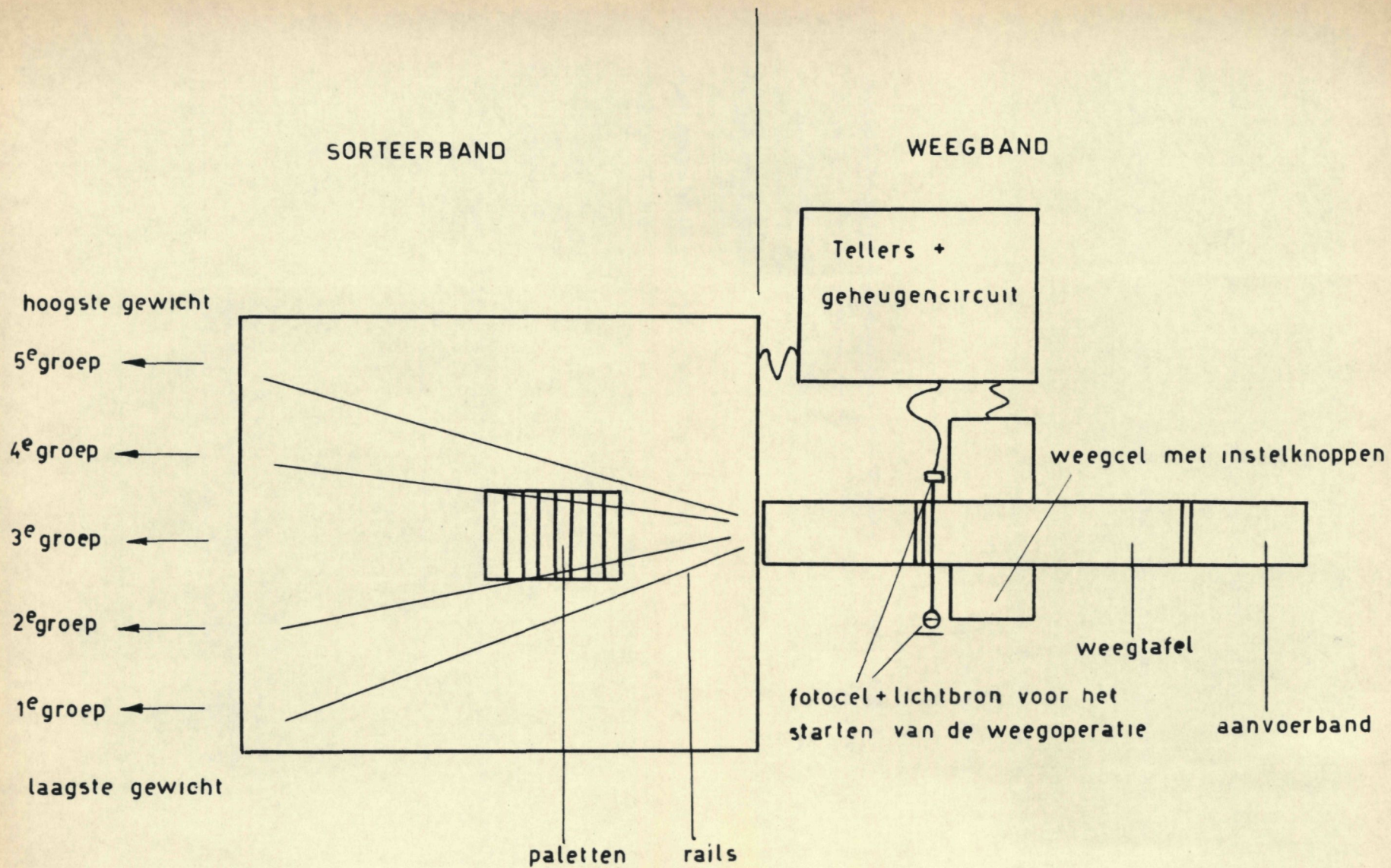
Het wegen dient eveneens met een voldoende hoge nauwkeurigheidsgraad te gebeuren, ten einde de vorming van eng begrensde groepen toe te laten bij controle-operaties.

Gedurende een enkele weegoperatie moeten ten minste drie groepen tot stand komen.

Bij een nadere studie van de diverse sorteerrapparatoren bleken de grootste moeilijkheden verbonden te zijn aan de noodzaak voor het werken onder vochtige voorwaarden, aan de breedte van het gewichtenspektrum en aan de weegsnelheid. Bij de huidige onderzoeken werd het geheel van de gestelde eisen slechts benaderd door één enkel type van apparaat, nl. de CL 500 - W - 5.

2. De CL 500 - W - 5 : beschrijving en werking (figuren 8 en 9).

De CL 500 - W - 5 is uitgerust met een weegcel van een maximaal weegbereik van 175 g. Dit weegbereik kan naar willekeur opgeschoven worden tussen 10 g voor de laagste grens en 300 g voor de hoogste grens. De gebruikte weegcel laat toe om vier grensgewichten in te stellen, zodat in één enkele operatie vijf gewichtsgroepen tot stand komen. Deze groepen zijn : een onbepaalde gewichtsgroep met de gewichten variërend tussen nul en het laagste ingestelde grensgewicht, drie opeenvolgende welbepaalde gewichtsgroepen tussen de vier grensgewichten en een laatste onbepaalde groep, die alle gewichten omvat groter dan het hoogste ingestelde grensgewicht.



FIGUUR 8

Schematische voorstelling van de trieerinstallatie

CL 500 - W - 5

De breedte van de drie bepaalde gewichtsgroepen wordt naar beneden toe bepaald door de nauwkeurigheid en door de konstruktie van de weegcel en naar boven toe door het feit dat het maximale weegbereik bekomen wordt bij de grootste mogelijke breedte van ieder van deze groepen namelijk ca 58 g.

De werking van het apparaat kan summier als volgt geschetst worden.

Het te wegen voorwerp wordt op een dunne soepele transportband geplaatst en naar de weegtafel gevoerd. Dank zij de eigenschappen van de plastische band drukt het getransporteerde voorwerp de weegtafel in. Vooraleer het einde van de weegtafel bereikt is, wordt de weging gedempt en op het einde van de weegtafel gekomen onderbreekt de vis een lichtstraal. Hierdoor kan de weegcyclus starten en wordt het geheugencircuit bekrachtigd. De vis schuift door de lichtstraal en de tijd gedurende dewelke de lichtstraal onderbroken wordt, gaat, samen met het elektronisch afgelezen "gewicht", via het geheugen naar de sorteerinrichting.

De trieerband bestaat in principe uit paletten. Iedere palet is vrij bewegend over de gehele breedte van de sorteerinstallatie ; de paletten vormen samen een aaneengesloten transportband die met een bepaalde snelheid, aangepast aan de snelheid van de weegband, de haring verder transporteert. Aan de onderzijde van de paletten komt een uitsteeksel voor. Onder deze lateraal vrij bewegende paletten lopen vier rails, die aan de ingang van de sorteerinrichting voorzien zijn van pneumatisch bediende wissels. De stand van de wissels wordt geregeld door de ontvangen impuls uit de weegband en wel zodanig dat vooraleer het voorste gedeelte van de vis op de sorteerband aankomt reeds twee tot drie paletten, via de geschikte rail, in de juiste richting lopen. Wanneer de vis volledig op de sorteerinrichting gekomen is, volgen nog twee tot drie paletten en komen de wissels terug in de vrijlooppositie ;

alle paletten lopen dan in de richting van de centrale groep. Alle paletten komen namelijk langs de onderzijde van de sorteertafel, via een vast systeem van rails, terug aan de voorkant ter beschikking. Het geheel is dan opnieuw klaar voor het ontvangen van een nieuwe impuls.

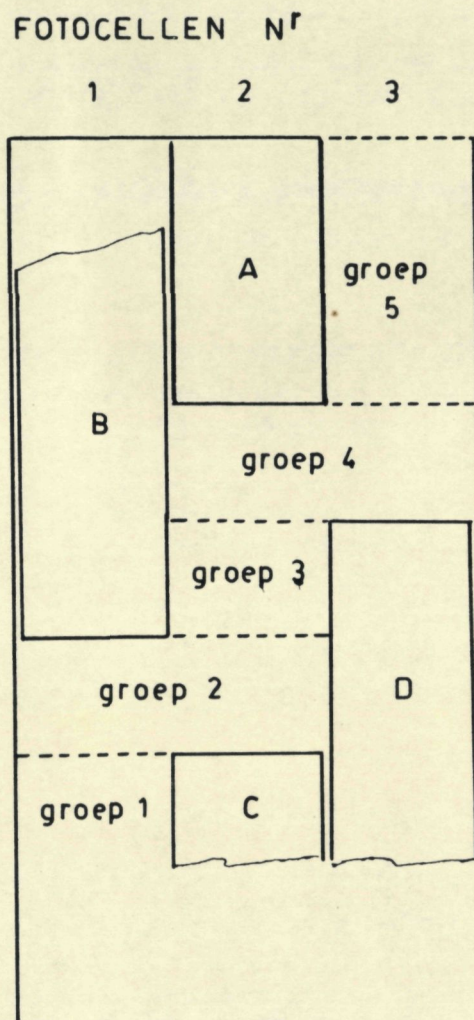
Intussen bereikt de gesorteerde haring het einde van de sorteerband en valt op een transportband, op een transportgoot of eenvoudigweg in een bak of kist.

Aan te stippen valt nog dat de weegband gedurende de werking met behulp van water gespoeld kan worden.

De werking van de hoger geciteerde weegcel berust op het ontstaan van een fotostroom in drie foto-electrische cellen. Deze cellen worden van de lichtbron in de weegcel afgedekt, door middel van een scherm waarin een opening voorhanden is. Deze slitopening kan door middel van mikrometerschroeven in zekere mate geregeld worden, zodat binnen bepaalde grenzen de breedte van de groepen (2, 3 en 4) regelbaar is. Het scherm is verbonden met de weegtafel en met de gewichtsarm, waarmee de hoogste gewichtsgrens wordt ingesteld. Wanneer de positie van deze gewichtsarm gewijzigd wordt, dan schuift dit scherm met de opening in de een of de andere richting mee. Hierdoor wordt de grens vastgelegd tussen de groepen 4 en 5 en wordt tevens de hoogst instelbare gewichtsgrens bepaald.

Een schematische voorstelling van de weegcel wordt gegeven door figuur 9.

Wanneer nu voor een gegeven instelling, een te wegen voorwerp op de band geplaatst wordt, dan wordt de weegtafel ingedrukt en het scherm neemt een bepaalde positie in ten aanzien van de daarachter opgestelde fotocellen. De belichtingsmogelijkheden van deze cellen zijn samengevat in tabel 19.



FIGUUR 9

Schema van het regelmechanisme voor het vastleggen van de gewichtsgrenzen

A vastlegging bovenste grens door middel van gewichtsbarm met micrometerregeling

B,C,D regelbare begrenzing tussen de groepen 4,3,2 en 1 met micrometerschroef

Tabel 19 - Belichtingsmogelijkheden van de fotocellen.

(+ = volledig belicht ; - = niet belicht ; $\pm$ = gedeeltelijk belicht).

Nummer fotocel			Resultaat
1	2	3	
-	-	+	Beslist groep 5
-	$\pm$	+	Onbeslist groep 4 of 5
-	+	+	Beslist groep 4
-	+	$\pm$	Onbeslist groep 3 of 4
-	+	-	Beslist groep 3
$\pm$	+	-	Onbeslist groep 2 of 3
+	+	-	Beslist groep 2
+	$\pm$	-	Onbeslist groep 1 of 2
+	-	-	Beslist groep 1

Voor de weegcel bestaan er dus slechts 5 "gewichten" en 4 onzekerheidsgebieden. Een onzekerheid ontstaat wanneer een fotocel slechts gedeeltelijk licht ontvangt. In dergelijk geval zal het apparaat het individu nu eens naar de laagste, dan weer naar de hoogste, gewichtsgroep zenden.

Het bestaan van een dergelijke mogelijkheid is te wijten aan het feit dat het met gewone middelen vrijwel onmogelijk is een lichtstraal te bekomen die oneindig smal is en tevens voldoende energie in de fotocellen kan opwekken om het geheel te laten functioneren. De zorg waarmede de slitopeningen en de weegcel worden gekonstrueerd, bepalen de breedte van dit onzekerheidsgebied en tevens de nauwkeurigheid waarmede het apparaat functioneert. Uitwendige factoren, zoals intense trillingen, een wisselende dikte van de weegband of van de waterfilm storen in belangrijke mate de nauwkeurige werking door het vergroten van het onzekerheidsgebied.

3. De weegnauwkeurigheid.

a) Het instellen van een gewichtsgrens.

Voor het scheiden van de individuen in vijf gewichtsklassen dienen op het apparaat vier gewichtsgrenzen ingesteld te worden. De ~~werk~~voorschriften ~~vergen~~ de vastlegging van ieder gewichtsgrens, door gebruik te maken van een ijkgewicht dat zeker onder de grens valt en een ijkgewicht dat zeker boven de grens valt. Daar het verschil in gewicht tussen het ijkgewicht en het grensgewicht bepaald moet worden in functie van de nauwkeurigheid waarmede het toestel werkt en deze eigenschap nauw samenhangt met het gevraagde meetbereik, is het niet direct mogelijk om in ieder afzonderlijk geval te specificeren hoe groot dit verschil moet of mag zijn. Als voorlopige norm werd aangenomen de ijkgewichten 1 gram ~~meer~~ te laten wegen dan het grensgewicht. Een toegevoegd gewicht van 2 gram leverde dan een ijkgewicht op dat 1 gram meer woog dan het in te stellen grensgewicht. De ijkgewichten bestonden uit plastic bakjes met deksel en werden getarreed met voorafgaandelijk gedroogd en gegloeid zeezand. Het bijgewicht bestond uit een plastic dopje.

b) De optredende fouten.

De optredende fouten bij het wegen kunnen onderverdeeld worden in systematische fouten en in accidentele fouten.

(1) De systematische fout.

Wanneer een gewichtsgrens vastgelegd wordt, dan hangt het van velerlei factoren af of deze grens juist is. In werkelijkheid mag er voor een gegeven instelling een verschil verwacht worden tussen de theoretisch vastgelegde grens X en de werkelijk ingestelde grens. Dit verschil e is voor die gegeven instel-

ling een systematische fout en het apparaat zal iets te laag of te hoog wegen, al naar gelang het teken van e . Wanneer herhaaldelijk ingesteld wordt, vertoont deze fout een toevalsverdeling. Door een geschikte keuze van de ijkgewichten moet er voor gezorgd worden deze systematische fout zo klein mogelijk te maken, terwijl tevens de instelling zo reproduceerbaar mogelijk moet zijn.

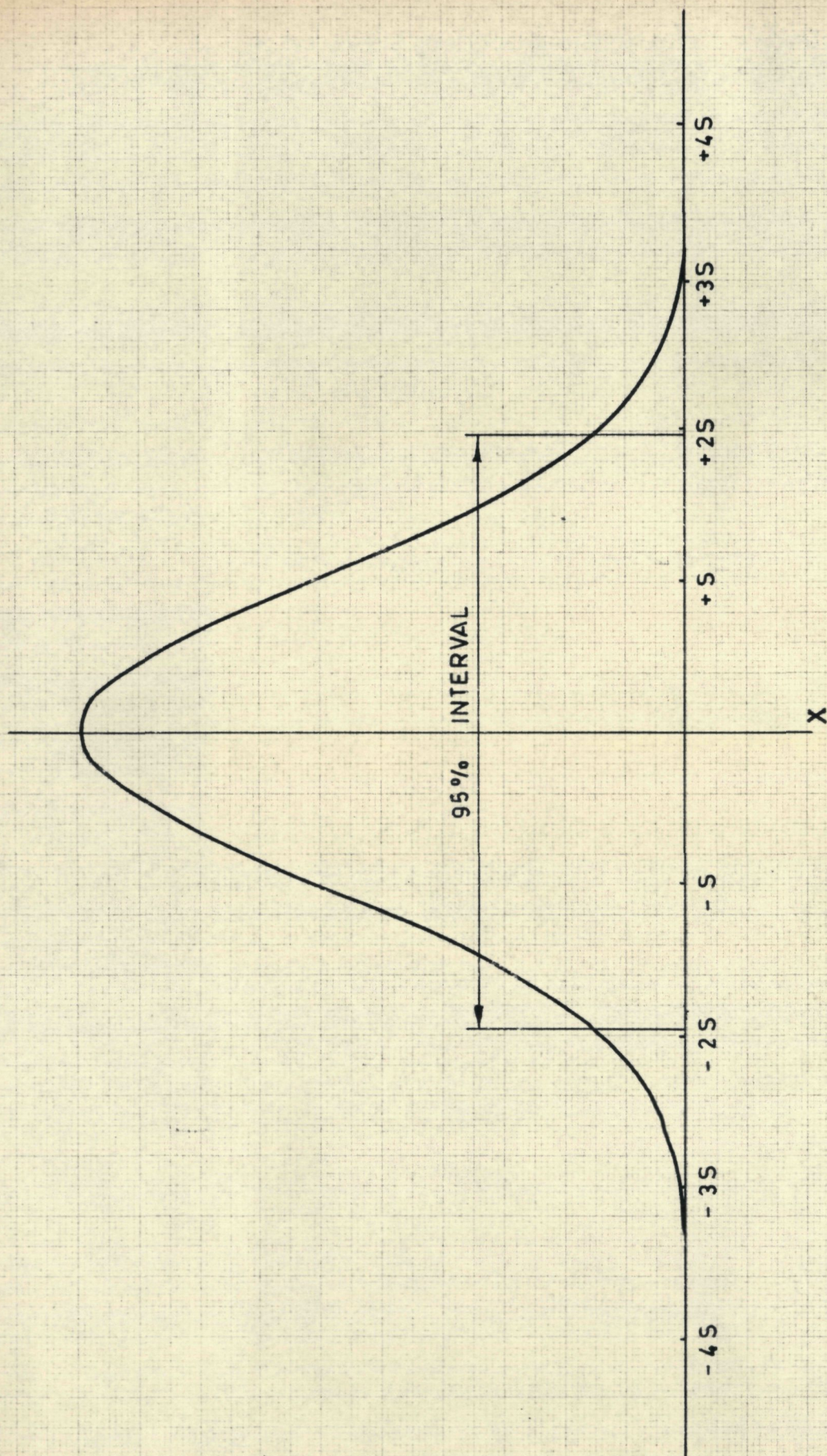
(2) De accidentele fout.

Wanneer nu een individu op de weegband gelegd wordt, dan veroorzaakt de verplaatsing van de weegtafel een verschuiving in de stand van het scherm dat de fotocellen afdekt.

De eerste verplaatsing kan aangeduid worden met de indikatie y_1 . Bij het herhalen van deze proef wordt de stand y_2 en het verschil $y_1 - y_2$ is normaal verschillend van nul. Deze verschillen of fouten worden bepaald door de nauwkeurigheid van het weegmechanisme en door kleine niet te voorkomen toevallige wijzigingen bij de proefvoorwaarden (zoals bv. atmosferische druk, winddruk, temperatuursverschillen enz.). Er mag worden aangenomen dat de nauwkeurigheid van het weegmechanisme in dit geval veruit de voornaamste bron wordt voor de optredende fouten bij het droogwegen en behalve de wisselende dikte van de waterfilm, de voornaamste oorzaak is voor de fouten bij het natwegen. Bij iedere weging wordt een dergelijke fout begaan. Al deze fouten liggen gegroepeerd rondom de gemiddelde fout nul en zo een foutenpopulatie vertoont een zekere spreiding. Statistisch gezien betekent dit dat dergelijke fouten normaal verdeeld zijn. De grafische voorstelling van de normaalverdeling met het gemiddelde $\bar{X}$ en de standaardafwijking 1,00 wordt gegeven in figuur 10.

(3) Het voorkomen van de fouten.

Al naar gelang de beoogde werking zal de invloed van de fouten ofwel nagenoeg verwaarloosbaar zijn, ofwel een zeer belangrijke rol spelen. Bij het verwerken van de grondstof zal



FIGUUR 10 NORMAALVERDELING MET GEMIDDELTE $\bar{X}$ EN STANDAARDAFWIJKING $S = 100$

voor industriële doeleinden meestal een behoorlijk brede gewichtsgroep afgezonderd worden. Geringe verschillen in de instelling die tot een systematisch te hoog of te laag wegen leiden zullen hierbij slechts een ondergeschikt belang hebben. Hetzelfde geldt voor de toevallige fouten. Wanneer echter een controle doorgevoerd wordt op voorverpakte goederen, dan is de ingestelde groep eng en dan spelen beide factoren een zeer belangrijke rol.

Deze fouten kunnen slechts beperkt worden door het ijken van het apparaat. Dit dient niet alleen met geschikte ijkgewichten te gebeuren, maar moet ook met de nodige zorg én met een minimum van tijd tot stand komen.

4. Het ijken.

Uit figuur 10 valt gemakkelijk af te leiden, dat bij het aanwenden van een testgewicht, dat tenminste $5 \times S$ verwijderd ligt van het gemiddelde $\bar{X}$, de toevallige fout nooit het verschil tussen beide gewichten zal overtreffen, met andere woorden hoe dikwijls de proef ook wordt uitgevoerd het toestel zal zich nooit vergissen in het toewijzen van de groep. Hetzelfde geldt nog voor een excentriciteit $u = 4 S$, maar voor u gelijk aan $3 S$ zal in $0,135 \%$ van de wegingen dit verschil wel overtroffen worden, zodat in evenveel gevallen het apparaat zich zal vergissen. Voor een excentriciteit $u = 0$, hetzij voor een testgewicht gelijk aan het grensgewicht, zal het toestel 50% van de individuen naar de ene groep en 50% van de individuen naar de andere groep verwijzen.

Uit deze vaststellingen de konklusie trekken, dat het testgewicht zo ver mogelijk dient verwijderd te liggen van de in te stellen grens leidt echter tot een bijzonder slecht resultaat. Immers, wanneer het apparaat geen enkele vergissing begeeft bij het toewijzen van het ijkgewicht vervalt iedere informatie omtrent de juiste ligging van het grensgewicht.

a) Berekening van het aantal juiste antwoorden voor korte reeksen proeven.

Het is mogelijk om voor een gegeven verwachting (d.i. het gemiddeld aantal juiste antwoorden op een oneindig groot aantal waarnemingen) te berekenen hoeveel kans er bestaat om in een korte reeks proeven een bepaald aantal juiste antwoorden te bekomen. Voor proefreeksen, ieder bestaande uit 5 waarnemingen en de verschillende gemiddelde verwachtingen gaande van 85 tot 99 % werden deze resultaten samengevat in tabel 20. Hetzelfde gebeurde voor proefreeksen ieder bestaande uit 10 en 20 waarnemingen ; deze gegevens zijn weergegeven in tabel 21 en 22.

Aan de hand van deze tabellen valt het te begrijpen dat het nemen van een beslissing in verband met instelling gemakkelijker wordt naarmate de gemiddelde verwachting groter wordt.

b) De keuze van de ijkgewichten.

Het kiezen van de ijkgewichten komt neer op het bepalen van het gewichtsverschil tussen het gebruikte ijkgewicht en het in te stellen grensgewicht. Dit gewichtsverschil dient zodanig te zijn, dat het risico klein is voor het ten onrechte afkeuren van een juiste instelling (risiko van de eerste orde) en voor het ten onrechte accepteren van een afwijking (risiko van de tweede orde). In werkelijkheid zijn deze beide voorwaarden strijdig. Het verkleinen van het risico van de eerste orde brengt een vergroten mede van het risico van de tweede orde. De voorwaarden moeten aldus bepaald worden waarbij voor de twee soorten van fouten aanneembare waarden verkregen worden.

(1) Het risico van de eerste orde.

Wanneer een proefreeks van 5, 10 of 20 achtereenvolgende wegingen wordt uitgevoerd met een dusdanig gekozen ijkgewicht dat de gemiddelde verwachting op een juist antwoord

Tabel 20.- De procentuele kansverdeling voor het aantal juiste antwoorden (x) in reeksen van 5 proeven bij de diverse waarden van de gemiddelde verwachting (p) op juiste antwoorden.

$\begin{matrix} x \\ p \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5
0,85	0,01	0,22	2,44	13,80	39,15	44,00
0,86	0,01	0,16	2,03	12,50	38,30	47,00
0,87	0,00	0,12	1,66	11,10	37,20	49,80
0,88	0,00	0,09	1,34	9,81	36,00	52,80
0,89	0,00	0,07	1,05	8,53	34,50	55,80
0,90	0,00	0,05	0,81	7,29	32,80	59,00
0,91	0,00	0,03	0,60	6,10	30,85	62,40
0,92	0,00	0,02	0,43	4,98	28,65	65,90
0,93	0,00	0,01	0,30	3,94	26,20	69,60
0,94	0,00	0,01	0,19	2,99	23,40	73,40
0,95	0,00	0,00	0,11	2,14	20,35	77,40
0,96	0,00	0,00	0,06	1,40	17,00	81,60
0,97	0,00	0,00	0,03	0,82	13,30	85,80
0,98	0,00	0,00	0,01	0,38	9,20	90,40
0,99	0,00	0,00	0,00	0,10	4,80	95,10

Tabel 21.- De procentuele kansverdeling voor het aantal juiste antwoorden (x) in reeksen van 10 proeven bij de diverse waarden van de gemiddelde verwachting (p) op juiste antwoorden.

$\begin{matrix} x \\ p \end{matrix}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,85	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13	0,85	4,01	12,96	23,45	34,70	19,70
0,86	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	0,64	3,26	11,46	26,37	36,00	22,10
0,87	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,47	2,60	9,94	24,93	31,10	24,80
0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,33	2,02	8,47	23,31	38,00	27,90
0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,23	1,53	7,07	21,42	38,50	31,20
0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,15	1,12	5,74	19,37	38,74	34,87
0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,09	0,78	4,51	17,15	38,50	38,90
0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,52	3,43	14,81	37,80	43,40
0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,33	2,47	12,33	36,40	48,40
0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,19	1,68	9,86	34,40	53,80
0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,05	7,47	31,50	59,80
0,96	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	5,4	26,8	67,0
0,97	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,3	22,2	74,1
0,98	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,7	16,3	81,9
0,99	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	9,0	90,5

Tabel 22.-- De procentuele kansverdeling voor het aantal juiste antwoorden (x) in reeksen van 20 proeven
tjij de diverse waarden van de gemiddelde verwachting (p) op juiste antwoorden.

$\begin{array}{c} p \\ x \end{array}$	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,10	0,06	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,45	0,38	0,19	0,11	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	1,60	1,14	0,79	0,52	0,33	0,19	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	4,53	3,53	2,65	1,93	1,34	0,88	0,55	0,31	0,16	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
15	10,27	8,68	7,11	5,67	4,35	3,19	2,21	1,45	0,87	0,47	0,22	0,08	0,02	0,00	0,00
16	18,21	16,66	14,87	12,98	10,99	8,96	7,02	5,23	3,64	2,33	1,33	0,64	0,24	0,05	0,00
17	24,28	24,05	23,48	22,45	20,97	19,03	16,64	14,13	11,38	6,82	5,95	13,64	1,83	0,45	0,09
18	22,99	24,70	26,22	27,36	28,31	28,50	28,12	27,17	25,27	22,42	18,82	14,59	9,89	5,28	1,58
19	13,66	15,94	18,42	21,20	34,00	27,00	30,00	32,80	35,40	37,00	37,80	36,40	33,60	27,20	16,50
20	3,87	4,90	6,16	7,94	9,73	12,10	15,10	18,90	23,40	29,00	35,80	44,30	54,40	66,70	81,70

0,99 bedraagt, dan bestaat er volgens de tabellen 20, 21 en 22, 95,1 %, 90,5 % en 81,79 kans op 5, 10 of 20 juiste antwoorden. Bij het ijken wordt echter een eerste reeks waarnemingen met een laagste (of hoogste) ijkgewicht gekombineerd met een reeks waarnemingen met het hoogste (of laagste) ijkgewicht. De kansberekening voor 5 plus 5, 10 plus 10 of 20 plus 20 juiste antwoorden wordt dan $95,1 \times 95,1/100 = 90,4 \%$, $90,5 \times 90,5/100 = 81,9 \%$ en $81,7 \times 81,7/100 = 66,8 \%$. Wanneer onder deze voorwaarden tot een juiste instelling wordt beslist bij 5 + 5, 10 + 10 of 20 + 20 juiste antwoorden, dan bestaat er 9,6 %, 18,1 % of 33,2 % kans dat de twee reeksen geen 5 + 5, 10 + 10 of 20 + 20 juiste antwoorden opleveren - en dit ondanks het feit dat de aktuele waarde van het grensgewicht samenvalt met de theoretische waarde. In deze gevallen wordt dan ook ten onrechte de juistheid van de instelling betwist.

(2) Het risico van de tweede orde.

Dit risico leert hoeveel kans er bestaat om het niet samenvallen van de aktuele met de theoretische waarde van het grensgewicht te detekteren. Steunend op de veronderstelling, dat de nauwkeurigheid van het apparaat niet noemenswaardig varieert binnen een kleine meetinterval, mag worden aangenomen dat de foutenverdeling rondom het laagste ijkgewicht, het grensgewicht en het hoogste ijkgewicht gekarakteriseerd worden door eenzelfde standaardafwijking. De uit te voeren berekeningen dienen te starten bij een gegeven excentriciteit tussen de ikgewichten en het grensgewicht ; deze excentriciteit kan gekozen worden in functie van het risico van de eerste orde m.a.w. in functie van het gemak van de beslissing ten aanzien van de juistheid van de instelling. Wanneer uitgegaan wordt bij een excentriciteit van 2,3, dan brengt iedere verschuiving naar de lagere (of hogere) kant van de aktuele waarde van het grensgewicht een analoge verschuiving naar de hogere (of de lagere) waarde tot stand van de excentriciteit. Voor deze

"nieuwe" actuele excentriciteiten kan de overschrijdingskans bepaald worden en vervolgens ook de gekombineerde procentuele kans om onder deze voorwaarden 5 plus 5, 10 plus 10 of 20 plus 20 juiste antwoorden te verkrijgen. Voor de verschillende afwijkingen ten opzichte van het theoretische grensgewicht werd dit samengevat in figuur 11, waarin de kans op voorkomen van het maximale aantal juiste antwoorden weergegeven wordt in functie van de afwijkingen, uitgedrukt in eenheden standaardafwijking. Deze gegevens zijn tevens de uitdrukking van het risico van de tweede orde.

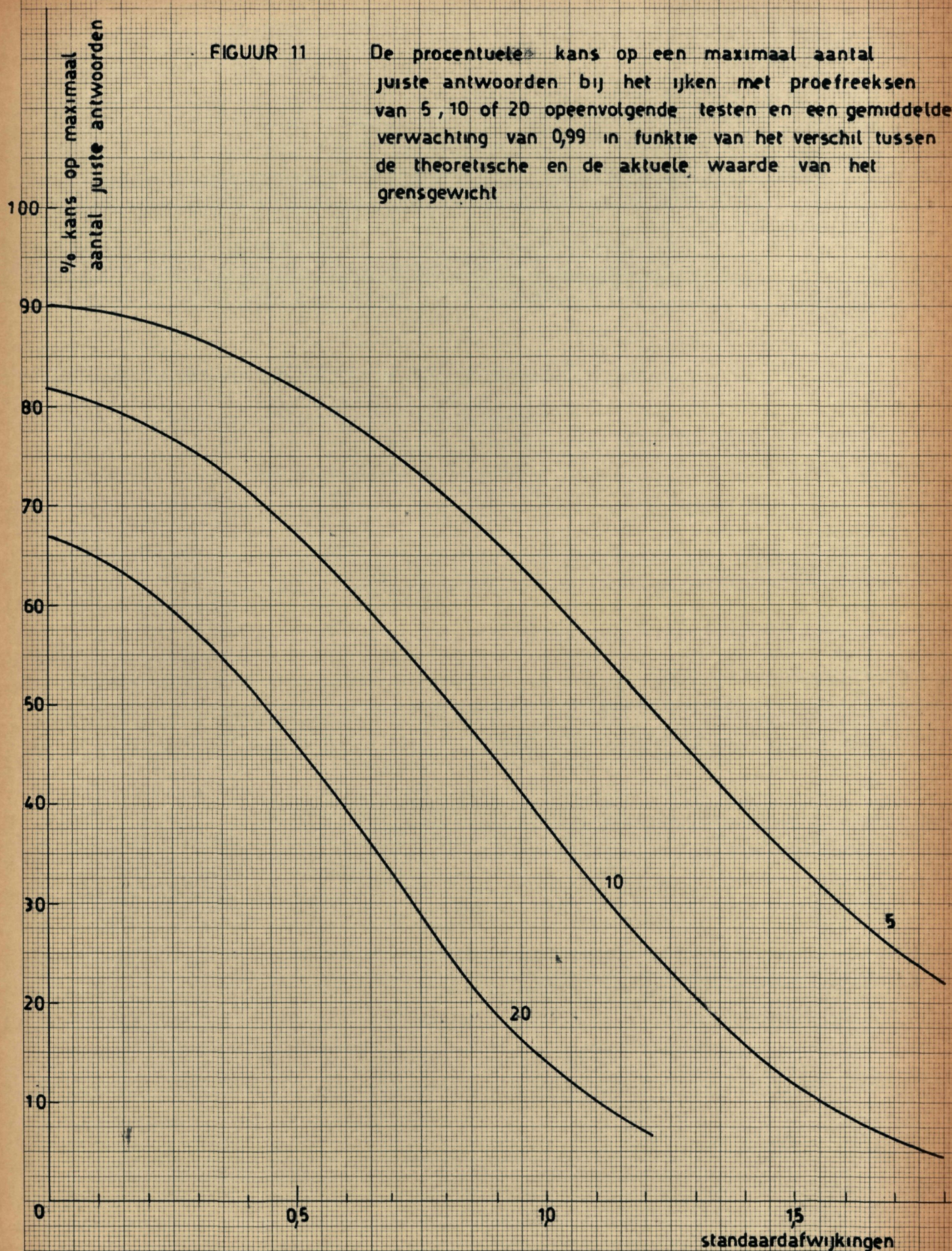
Wanneer het maximale aantal juiste antwoorden gevonden wordt voor een gegeven bestaande afwijking, dan zal m.a.w. de instelling ten onrechte goedgekeurd worden.

In de praktijk komt het er dan op aan om vast te kunnen stellen hoeveel kans een bepaalde afwijking heeft om tot stand te komen. De combinatie van de kans op voorkomen met de kans op het maximale aantal juiste antwoorden levert de kans op van het ten onrechte goedkeuren. Daar vooropgesteld wordt dat de verschillen tussen de actuele en de theoretische waarden onderworpen zijn aan de normale verdeling, volgt de kans op het voorkomen uit de eenzijdige overschrijdingskansen voor de verschillende afwijkingen. Deze gegevens werden grafisch voorgesteld in figuur 12.

Uit deze figuur blijkt duidelijk dat bij het uitvoeren van testen met 5 waarnemingen een afwijking gelijk aan of groter dan 1,25 maal de standaardafwijking 95 % kans heeft om gedetekteerd te worden. Voor proeven met 10 waarnemingen bestaat er 95 % kans op detectie voor afwijkingen gelijk aan 1,06 maal de standaardafwijking en voor reeksen van 20 proeven voor afwijkingen van 0,82 maal de standaardafwijking.

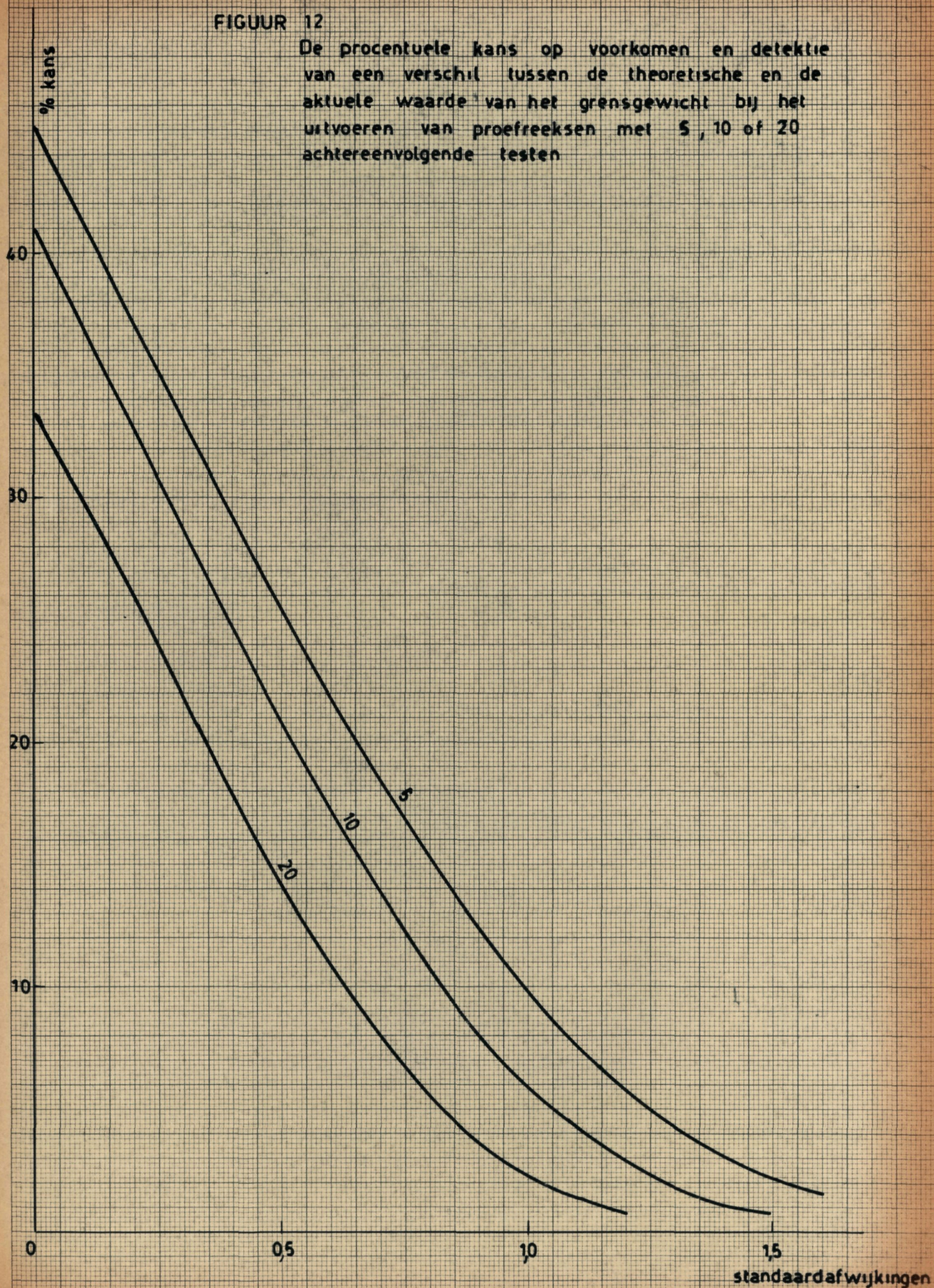
FIGUUR 11

De procentuele kans op een maximaal aantal juiste antwoorden bij het ijken met proefreeksen van 5, 10 of 20 opeenvolgende testen en een gemiddelde verwachting van 0,99 in functie van het verschil tussen de theoretische en de aktuele waarde van het grensgewicht



FIGUUR 12

De procentuele kans op voorkomen en detektie van een verschil tussen de theoretische en de aktuele waarde van het grensgewicht bij het uitvoeren van proefreeksen met 5, 10 of 20 achtereenvolgende testen



5. Keuze van de ijkgewichten in functie van het
apparaat.

Ten einde de ijkgewichten zodanig te kiezen dat aan de bovenstaande sorteringsnormen voldaan wordt, werd bij de studie de nauwkeurigheid van het apparaat vastgelegd zowel voor het droog- als voor het natwegen.

a) Het droogwegen.

Er werden 3 reeksen waarnemingen verricht, ieder reeks bestaande uit 320 controlewegingen. In iedere reeks werden de grensgewichten ingesteld voor een groepsbreedte van 10 g. Langs weerszijden van deze grens werden vervolgens 40 controlewegingen in reeksen van vijf waarnemingen per gewichtsgrens uitgevoerd ; er werden 8 dergelijke reeksen verwezenlijkt. Telkens werd het aantal juiste antwoorden genoteerd. In tabel 23 werden de experimenten in het weegbereik 50/80 g volledig weergegeven.

Tabel 23 - Kontrole van de instelling bij het droog wegen ;
aantal suksessen per reeks van 5 waarnemingen (a).

Test gewicht g	1↓	2↑	3↓	4↑	5↓	6↑	7↓	8↑	Totaal rij
49	5	5	5	4	5	5	4	5	38
51	5	5	4	5	5	4	5	5	38
59	5	4	5	5	5	5	5	4	38
61	5	5	5	5	5	5	5	5	40
69	5	5	5	5	5	5	4	4	38
71	5	5	5	4	5	5	5	5	39
79	5	5	5	5	5	5	5	5	40
81	5	5	5	5	5	4	5	5	39
Totaal kolom	40	39	39	38	40	38	38	38	310

(a) De pijl in de hoofding van de tabel geeft de richting aan waarin de proeven achtereenvolgens genomen werden.

Een analoge reeks werd doorgevoerd in het gebied 100/130 en het gebied 170/200. In deze drie gebieden werden respektievelijk 96,9 %, 95,3 % en 95,7 % gunstige antwoorden genoteerd. De instellingstijd, samen met de klassieke kontrole, beliep ongeveer 20 minuten voor iedere proef. De weegsnelheid bedroeg ongeveer 15 wegingen per minuut.

Het gemiddelde aantal juiste antwoorden wordt aldus 95,96 % of 96,0 %. Daar de excentriciteit tussen het ijk-gewicht en het grensgewicht gekend is en deze excentriciteit overeen moet stemmen met de grenslijn die slechts in 4 % van

de gevallen zal overschreden worden, kan de waarde van de standaardafwijking bepaald worden. De betrokken grenslijn heeft inderdaad een excentriciteit van 1,75 eenheden standaardafwijking, zodat de standaardafwijking gelijk wordt aan $1,00/1,75 = 0,57$ g.

Het verschil tussen het ijkgewicht en het grensgewicht dient te beantwoorden aan $2,33 \times 0,57$ g = 1,3281 g of 1,33 g.

Bij gebruik van dergelijke ijkgewichten en bij het uitvoeren van proefreeksen bestaande uit 5 achtereenvolgende wegingen met een hoogste en een laagste ijkgewicht, heeft een verschil tussen de aktuele en de theoretische waarde van het grensgewicht van $1,25 \times 0,57$, hetzij 0,71 g 95 % kans om gedeekteerd te worden. Bij het uitvoeren van proefreeksen met 10 achtereenvolgende wegingen bedraagt dit verschil 0,60 g en voor 20 achtereenvolgende proeven wordt dit verschil 0,47 g.

b) De keuze van de ijkgewichten bij het natwegen.

Met analoge proeven werd een gemiddelde van 70 % juiste antwoorden bij het natwegen gevonden. Daar een toepassing van het natwegen in het onderzoeksprogramma opgenomen was kon echter overgegaan worden tot het verzamelen van informatie op grond van de gevormde groepen.

Voor het opstellen van frekwentieverdelingen van de aangewende grondstof werden, gedurende het uitvoeren van scheidingen in groepen met 10 g interval, in totaal 39 groepen met behulp van een controle balans uitgewogen. Dit betekent dat niet minder dan 1.892 stuks haring werden nagewogen. De frekwentieverdeling van de gevonden afwijkingen lager dan de onderste grens en hoger dan de bovenste grens is opgenomen in tabel 24.

Tabel 24.- Frekwentieverdeling van de afwijkingen.

Klassegrenzen	Klassegemiddelde	Frekwentie
7,2 - 6,8	- 7,0	0
6,7 - 6,3	- 6,5	0
6,2 - 5,8	- 6,0	1
5,7 - 5,3	- 5,5	1
5,2 - 4,8	- 5,0	0
4,7 - 4,3	- 4,5	3
4,2 - 3,8	- 4,0	4
3,7 - 3,3	- 3,5	7
3,2 - 2,8	- 3,0	2
2,7 - 2,3	- 2,5	22
2,2 - 1,8	- 2,0	17
1,7 - 1,3	- 1,5	22
1,2 - 0,2	- 1,0	34
0,7 - 0,3	- 0,5	32
0,2 - 0,2	0,0	69
0,3 - 0,7	0,5	38
0,8 - 1,2	1,0	32
1,3 - 1,7	1,5	26
1,8 - 2,2	2,0	18
2,3 - 2,7	2,5	20
2,8 - 3,2	3,0	11
3,3 - 4,2	3,5	5
3,8 - 4,2	4,0	4
4,3 - 4,7	4,5	6
4,8 - 5,2	5,0	0
5,3 - 5,7	5,5	1
5,8 - 6,2	6,0	0
6,2 - 6,7	6,5	0
6,8 - 7,2	7,0	1

Op grond van deze gegevens werd een standaardafwijking van 1,9 g gevonden. De grafische voorstelling van de foutenverdeling rondom het laagste en het hoogste ijkgewicht wordt weergegeven in figuur 13. Op grond van de excentriciteit volgt hieruit dat bij het ijken 70 % juiste antwoorden mogen worden verwacht. De gemiddelde afwijking bedraagt + 0,046 g, hetgeen voldoende laag is om als verwaarloosbaar klein in vergelijking met de gevraagde nauwkeurigheid aangezien te worden.

Op grond van deze gegevens kan afgeleid worden dat het ijkgewicht een excentriciteit van 4,43 g dient te vertonen.

Het verschil dat 95 % kansen heeft op detektie bij het uitvoeren van 5 plus 5 wegingen bedraagt 2,38 g, bij het uitvoeren van 10 plus 10 wegingen bedraagt het 2,01 g en bij het uitvoeren van 20 plus 20 wegingen beloopt het 1,56 g.

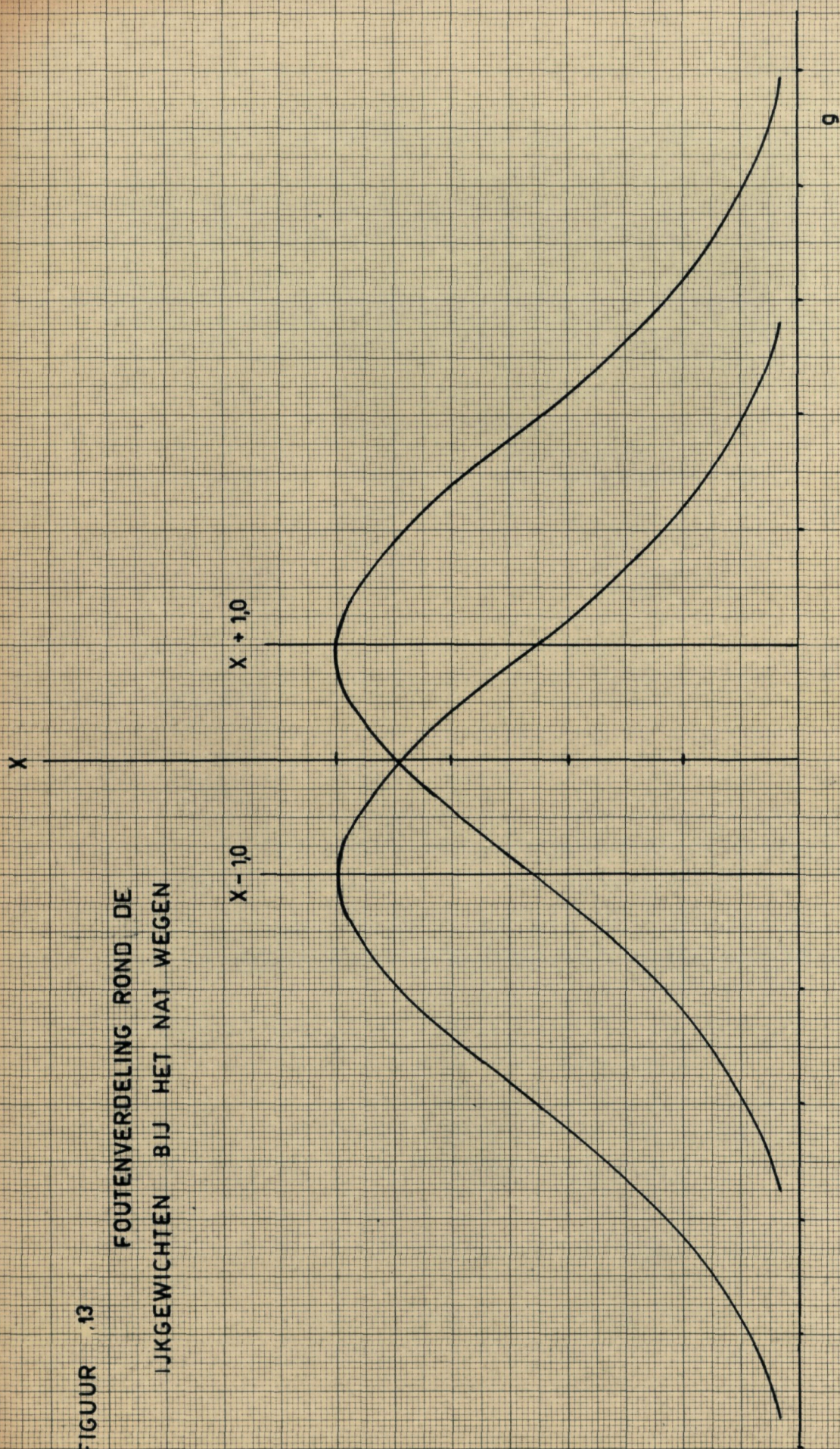
6. De minimale groepsbreedte.

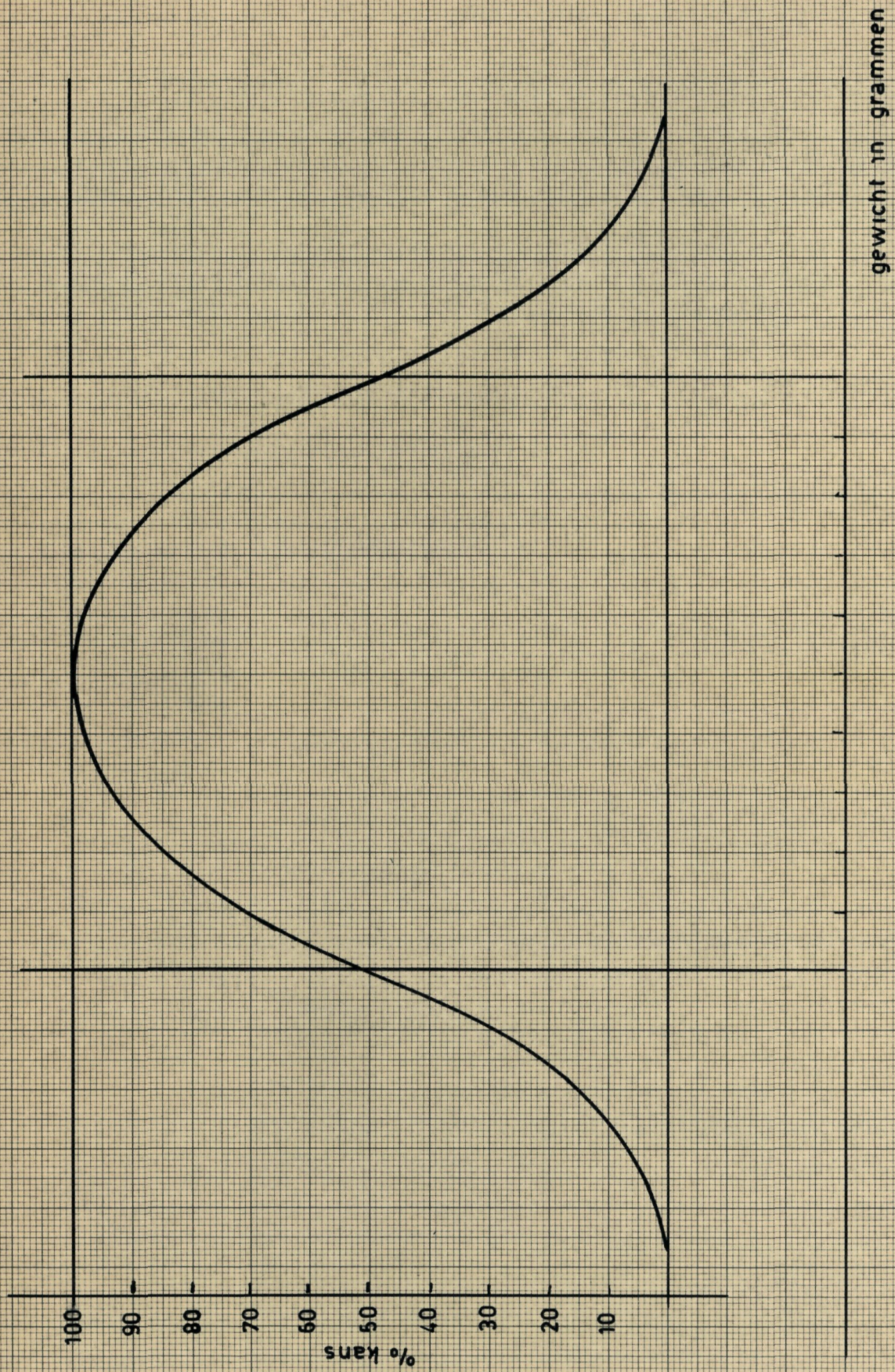
Voor een gegeven grens kan de normale verdeling uitgezet worden onder de vorm van een kumulatieve frekwentieverdeling, waaruit onmiddellijk de kans afgelezen kan worden waarmee een gegeven afwijking voorkomt. Hetzelfde kan gebeuren ten aanzien van de tweede gewichtsgrens. Een en ander werd uitgevoerd in figuur 14.

Wanneer aangenomen wordt dat de te wegen individuen gelijkmatig verdeeld voorkomen over het gehele meetinterval, dan zal bij het uitvoeren van een zeer groot aantal wegingen deze curve de gewichtsfrekwentieverdeling benaderen. Onder deze voorwaarden zal dan ook alles wat onder de curve gelegen is in de groep X tot $X + 10$ terug gevonden worden. Alle waarnemingen die werkelijk gelegen zijn tussen de grenzen X en $X + 10$ en onder de curve vallen zijn juiste antwoorden ; al degene die

FIGUUR 13

FOUTENVERDELING ROND DE
IJKGEWICHTEN BIJ HET NAT WEGEN





FIGUUR 14 GEWICHTSFREKVENTIE VERDELING BIJ HET NAT WEGEN - KLASSEBREEDTE 10 g

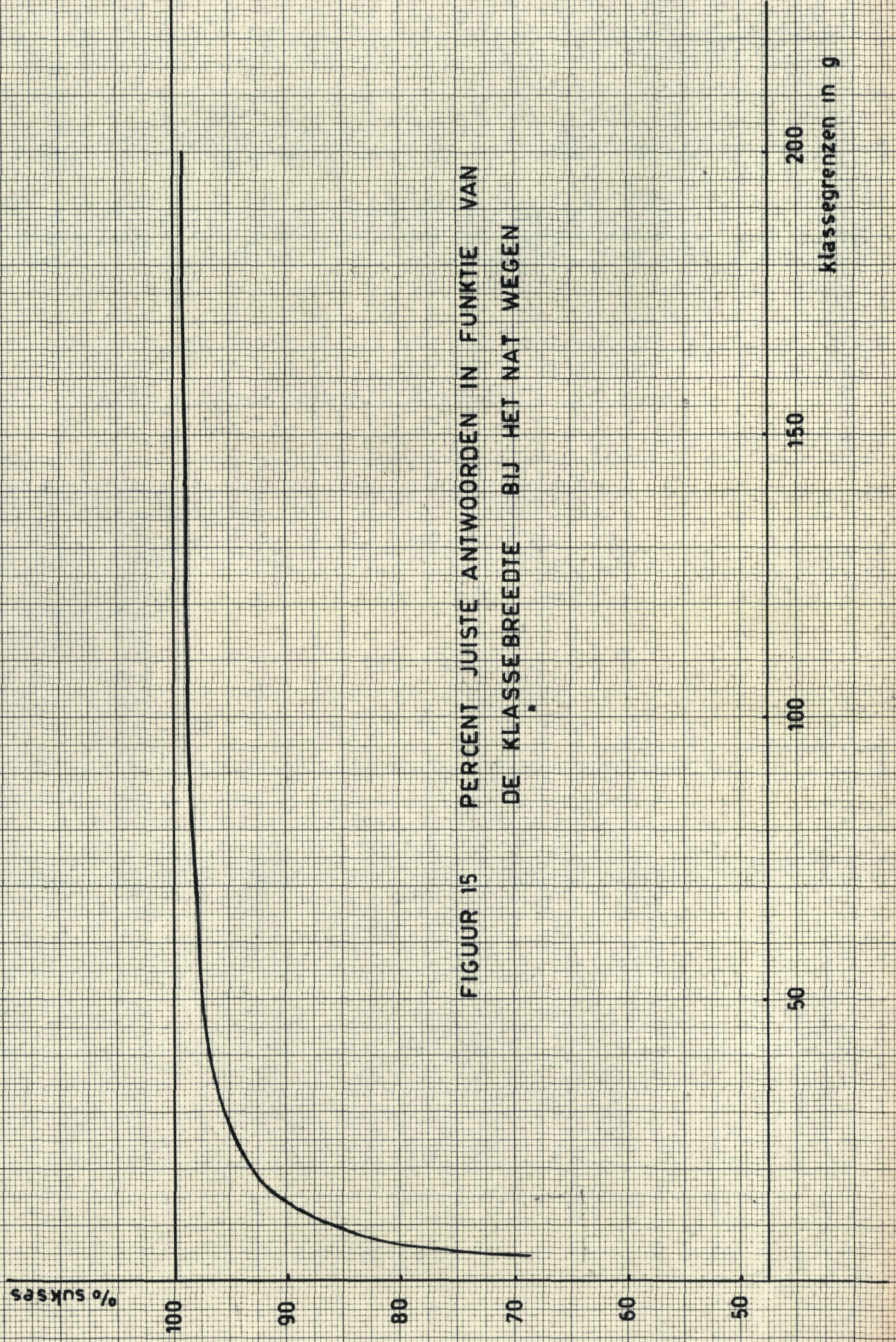
buiten deze grenzen en onder de kurve voorkomen, zijn verkeerde antwoorden die ten onrechte opgenomen werden in de groep. Ten slotte komen een aantal antwoorden voor die tussen de grenzen maar boven de kurve liggen ; deze werden ten onrechte buiten de groep gehouden. Het percentage aan juiste antwoorden kan nu berekend worden in funktie van de breedte van de grenzen. De bekomen resultaten worden grafisch voorgesteld in figuur 15 voor het natwegen en in figuur 16 voor het droogwegen.

De keuze van de groepsbreedte voor industriële doeleinden moet dusdanig zijn dat het aantal suksessen niet te klein wordt. Dit zal evenwel van geval tot geval dienen bepaald te worden.

7. Besluiten.

Op grond van de noodwendigheden van de haringverwerkende industriën, met name de rokerijen en de inleggerijen, werden de mogelijkheden onderzocht voor het gebruik van moderne snelwegende trieerapparaten. Hieruit volgden een reeks normen, waaraan dergelijke toestellen zo goed mogelijk dienden te beantwoorden ; de toetsing van de bestaande apparatuur aan de vooropgestelde eisen bracht echter aan het licht dat momenteel slechts weinig keuze bestaat.

Ten einde het gebruik toe te laten bij de scheiding van de grondstof, bij de scheiding van de afgewerkte produkten en bij de controle op de voorverpakte goederen moet een breed weegvermogen gekoppeld worden aan gemakkelijke en kontinu instelbare gewichtsgrenzen. Hierdoor wordt het noodzakelijk om met behulp van ijkgewichten de diverse gewichtsgrenzen vast te leggen. De excentriciteit voor de gebruikte ijkgewichten werd bepaald op grond van het gemak van het nemen van een beslissing in verband met het al dan niet juist ingesteld zijn en dit op



% sukses

90

80

70

FIGUUR 16 PERCENT JUISTE ANTWOORDEN IN FUNCTIE VAN
DE KLASSEBREEDTE BIJ HET DROOG WEGEN

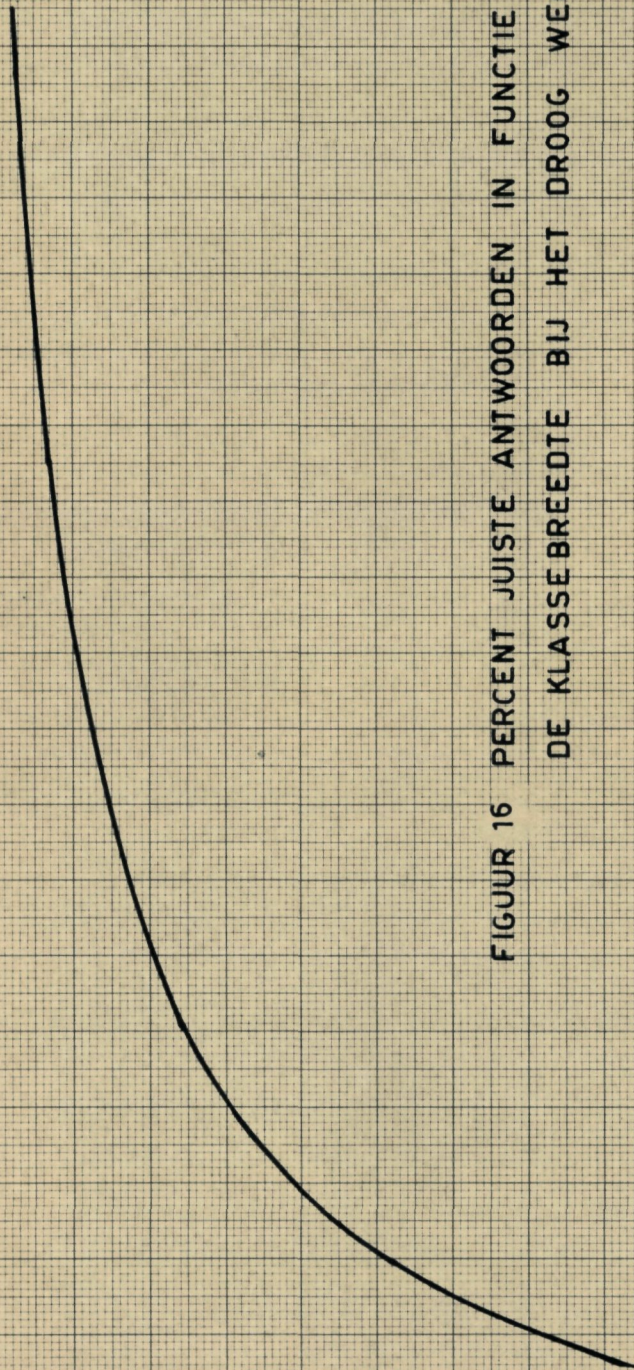
20

15

10

5

klassegrenzen in g



grond van een redelijke waarde voor het risico van de eerste orde en op grond van een aanneembare waarde voor het risico van de tweede orde.

Voor het aanwezige apparaat werden de waarden van de standaardafwijking bij het droog- en het natwegen ingevoerd, zodat de excentriciteit en de mogelijke afwijkingen konden bepaald worden. Bij het droogwegen werd de excentriciteit bepaald op 1,33 g. Wanneer goedgekeurd wordt bij een maximaal aantal juiste antwoorden, dan bezit een afwijking van 0,70 g, van 0,60 g of van 0,47 g 95 % kans om gedetekteerd te worden bij reeksen van 5, 10 of 20 waarnemingen. Bij het natwegen bedraagt de excentriciteit 4,43 g en de afwijking met 95 % kans op detektie bedraagt 2,38 g, 2,01 g en 1,56 g bij het uitvoeren van reeksen met 5, 10 of 20 wegen.

Op basis van het reeds uitgevoerde onderzoek kan als algemene richtlijn aangegeven worden dat bij het droogwegen een minimale groepsbreedte van 3 g en bij het natwegen een minimale groepsbreedte van 7 g mogelijk is.

B. De grondstof.

Voor de Belgische rokerijen vormt de haring de voornaamste grondstof. Behalve de chemische samenstelling en de periodische veranderingen in de samenstelling is het evenzeer gewenst de fysische eigenschappen van deze grondstof te kennen. Een belangrijke fysische grootte is het gewicht van de aangevoerde individuen.

1. Resultaten.

Ten einde de spreiding en het gemiddelde gewicht van de door de industrie aangekochte haring te kunnen omschrijven werden in de loop van de maanden oktober, november en december 1964 en de maanden januari en februari 1965 in het totaal 18 partijen grondstof onderzocht.

De aankoop van deze partijen grondstof gebeurde op basis van de normale industriële bevoorradingsnormen, hetzij in de vismijnen aan de Belgische kust, hetzij in de buitenlandse bevoorradingshavens IJmuiden of Breskens. Iedere partij bevatte 1.000 kg haring en hieruit werden 1.000 stuks onderzocht. Deze 1.000 individuen werden getrieerd met behulp van een automatische weeg- en sorteerinstallatie in klassen met 10 g breedte.

Voor de onderzochte individuen zijn de bekomen gegevens vervat in tabel 25 en de grafische voorstelling van deze resultaten wordt gegeven in figuur 17.

Uit tabel 25 kan worden afgeleid dat de som van de produkten van het gemiddelde gewicht van de klasse en van de frekwentie van voorkomen gelijk is aan 2.936.240 g. Daar het totaal aantal individuen 17.994 bedraagt, wordt het gemiddelde gewicht gelijk aan 163,2 g.

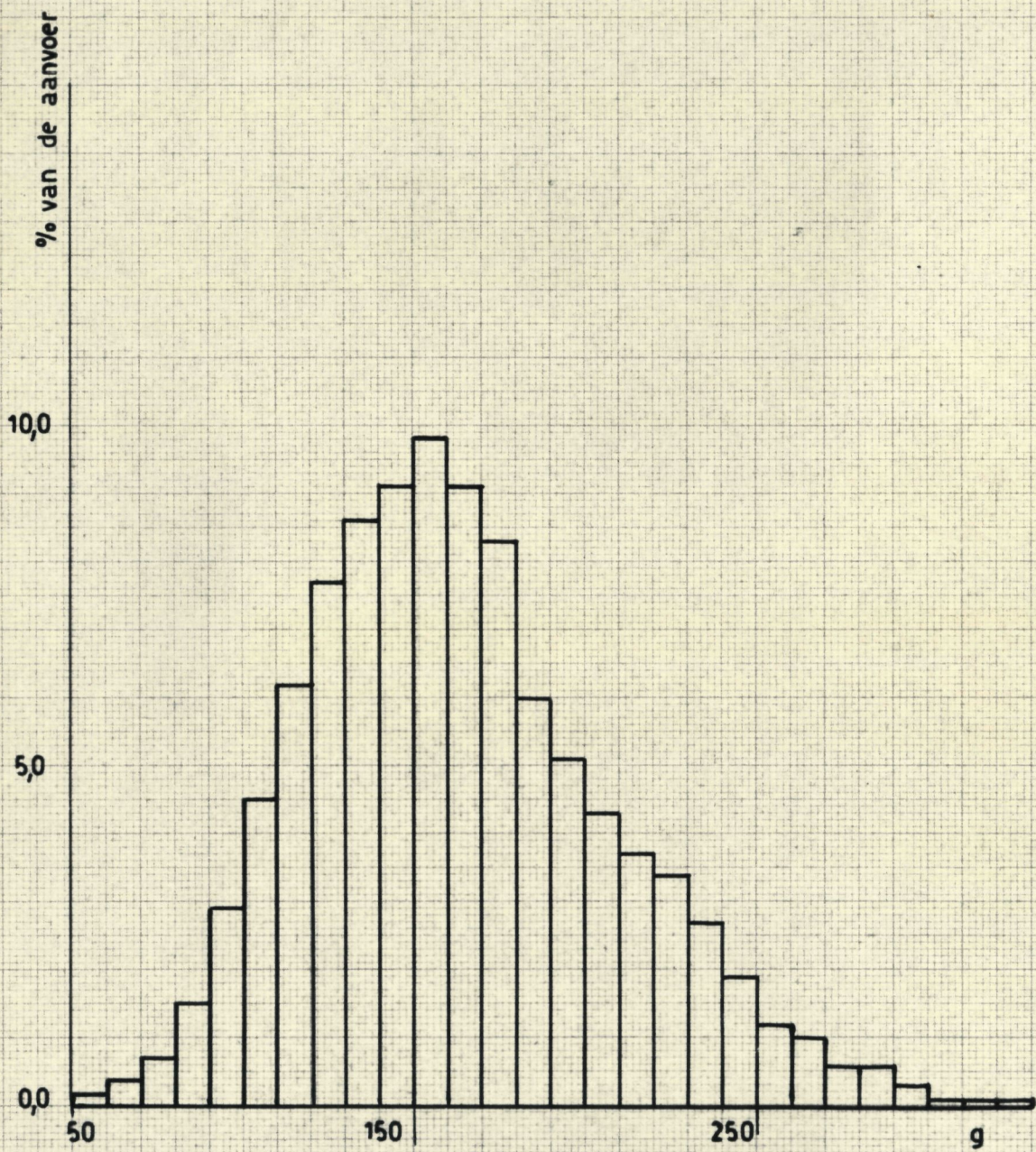
Behoudens het gemiddelde gewicht kan de spreiding van de gewichten rondom dit gemiddelde bepaald worden door de standaardafwijking (1). De berekende standaardafwijking op de enkele bepaling blijkt gelijk te zijn aan 44,8 g, zodat het 95 % betrouwbaarheidsinterval op het gemiddelde gewicht gelijk wordt aan $\pm 1,96 \times 44,8 / \sqrt{17.994} = \pm 0,665$ g.

Dit bekomen gemiddelde gewicht kan nu vergeleken worden met het gemiddelde gewicht van de door de vissers aangevoerde haring en met het vroeger bepaalde gemiddelde gewicht van haring die verwerkt wordt in de visverwerkende industrieën.

(1) Er dient echter op gewezen te worden dat figuur 17 aantoont dat de verdeling afwijkt van de normaal verdeling, zodat de gewone statistische technieken tot resultaten leiden die slechts benaderend juist zijn.

FIGUUR 17

Frekwentie histogram aangevoerde haring



breedte gewichtsklassen 10 g

Tabel 25.- Frekwentieverdeling van het gewicht van de aangevoerde haring.

Klassegrenzen in g	Klassegemiddelde	Aantal individuen	Gemiddeld gewicht x aantal	Procentueel voorkomen	Afgerond percentage
40 - 50	45	5	225	0,0278	0,0
50 - 60	55	26	1.460	0,1445	0,2
60 - 70	65	62	4.030	0,3446	0,4
70 - 80	75	129	9.675	0,7169	0,7
80 - 90	85	266	22.610	1,4783	1,5
90 - 100	95	529	50.255	2,9399	2,9
100 - 110	105	816	85.680	4,5348	4,5
110 - 120	115	1.115	128.225	6,1965	6,2
120 - 130	125	1.386	173.250	7,7026	7,7
130 - 140	135	1.542	208.170	8,5695	8,6
140 - 150	145	1.640	237.800	9,1141	9,1
150 - 160	155	1.767	273.885	9,8199	9,8
160 - 170	165	1.638	270.270	9,1030	9,1
170 - 180	175	1.486	260.050	8,2583	8,3
180 - 190	185	1.077	199.245	5,9853	6,0
190 - 200	195	915	178.425	5,0850	5,1
200 - 210	205	775	158.875	4,3070	4,3
210 - 220	215	657	141.255	3,6512	3,7
220 - 230	225	617	138.825	3,4289	3,4
230 - 240	235	488	114.680	2,7120	2,7
240 - 250	245	338	82.810	1,8784	1,9
250 - 260	255	219	55.845	1,2171	1,2
260 - 270	265	172	45.580	0,9559	1,0
270 - 280	275	113	31.075	0,6280	0,6
280 - 290	285	99	28.215	0,5502	0,6
290 - 300	295	58	17.110	0,3213	0,3
300 - 310	305	24	7.320	0,1334	0,1
310 - 320	315	12	3.780	0,0667	0,1
320 - 330	325	13	4.225	0,0723	0,1
330 - 340	335	6	2.010	0,0333	0,0
340 - 350	345	2	690	0,0111	0,0
350 - 360	355	1	355	0,0056	0,0
360 - 370	365	1	365	0,0056	0,0

Uit de onderzoekingsresultaten van het Zeewetenschappelijk Instituut voor de periode 1957-1962 werd een gemiddeld aanvoergewicht bekomen van 134,6 g met een standaardafwijking van 49,6 g. Deze resultaten zijn grafisch voorgesteld in figuur 18.

Beide gemiddelde waarden kunnen onderling vergeleken worden met behulp van de Student-test met $17.994 + 9.945 - 2 = 27.937$ vrijheidsgraden. De berekende waarde voor t bedraagt 49,27, waar de theoretische waarde met 1 % overschrijdingskans slechts 2,576 bedraagt. Op voorwaarde dat het gemiddelde gewicht van de door de vissers aangevoerde haring over de periode 1957-62 als een betrouwbare schatting mag gelden voor het gemiddelde gewicht van de gevangen haring, blijkt duidelijk uit deze gegevens dat de keuze van de koper een belangrijke verschuiving voor gevolg heeft in het gewicht van de aangevoerde grondstof.

Dit betekent echter niet dat het gemiddelde gewicht van de aangevoerde grondstof in het bedrijf doorheen het gehele seizoen een gewaarborgde stabiele faktor is. Dit wijzen de individuele frekwentieverdelingen per reeks duidelijk uit en bij het overlopen van de gegevens in tabel 26 vallen de grote verschillen tussen de diverse partijen duidelijk op.

Met betrekking tot het gemiddelde gewicht is het duidelijk dat grote verschillen optreden. Ten einde na te gaan of deze verschillen toevallig zijn of te wijten zijn aan verschillen in de grondstof als dusdanig, wordt uitgegaan van de veronderstelling dat alle partijen afkomstig zijn uit eenzelfde populatie met een bepaald gemiddelde gewicht en een welbepaalde standaardafwijking. In dit geval is het mogelijk om de verschillen tussen de standaardafwijkingen te verklaren op grond van de proeffouten en mogen de verschillende standaard-

FIGUUR 18

FREKWENTIEVERDELING VAN DE
AANGEVOERDE HARING TUSSEN 1956-1962

900

800

700

600

500

400

300

200

100

INDIVIDUEN

52

61

70

79

86

97

06

15

24

33

42

51

61

70

78

87

96

05

14

23

32

41

50

59

68

77

86

95

04

13

22

31

40

49

50

GEWICHT

Tabel 26.- Frekwentieverdeling van het gewicht per monster.

Klassegrenzen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
40 - 50				3	1		1	1	1	1		3	2	3	1		2	
50 - 60		2	2	15	1		2	9	2	5		6	6	3	1	4	5	
60 - 70		1	1	34	1	2	0	19	3			10	11	9	1	9	16	
70 - 80		3	4	50	9	7	1	41	6		4	22	15	19	5	35	59	1
80 - 90	10	8	6	78	3		4	64	12	1	17	52	55	41	30	82	96	7
90 - 100	8	7	6	105	15	10	4	40	48	14	35	76	91	41	87	149	71	58
100 - 110	12	10	6	102	23	25	4	110	72	24	88	153	142	48	138	178	57	79
110 - 120	30	34	15	86	21	21	30	147	85	80	95	157	144	68	138	122	40	123
120 - 130	32	55	42	90	64	67	61	110	93	101	139	138	105	50	137	130	45	87
130 - 140	68	75	88	47	87	111	109	100	98	117	110	117	83	56	121	88	36	54
140 - 150	81	65	97	67	117	143	84	147	85	112	126	138	115	59	102	77	44	128
150 - 160	92	77	126	72	123	130	93	105	78	92	71	98	101	77	70	58	58	152
160 - 170	101	104	99	47	105	102	101	69	85	96	86	66	45	79	77	28	68	128
170 - 180	94	70	57	43	64	76	88	55	80	67	56	56	39	72	31	12	57	60
180 - 190	79	65	79	20	55	51	88	46	71	62	50	29	14	55	30	17	59	45
190 - 200	61	66	48	27	62	65	97	41	56	44	39	10	16	35	16	4	67	21
200 - 210	51	62	53	12	41	46	79	45	61	44	25	6	9	55	1	3	55	9
210 - 220	52	63	48	9	43	34	52	27	57	50	17	1	6	86	2	0	64	6
220 - 230	42	61	37	11	26	34	46	20	34	33	20	6	1	61	2	1	53	6
230 - 240	38	31	36	7	21	21	36	19	30	21	7	3	6	38	2	3	21	9
240 - 250	34	33	28	3	11	22	5	13	16	8	3	6	0	27	1	0	10	6
250 - 260	28	34	25	7	8	13	6	8	3	9	6	0	2	11	6	7	7	7
260 - 270	25	20	17	1	4	9	3	6	6	4	0	2	1	6	0	8	8	4
270 - 280	28	11	20	3	3	5	5	5	1	9	2	1	2	0	2	2	2	5
280 - 290	16	14	6	1	4	2	2	4	1	3	0	0	0	0	1	1	3	3
290 - 300	4	8	3	1	3	1	2	0	1	2	0	0	0	0	1	1	2	2
300 - 310	2	2	2	1	4	2	2	0	1	0	1	1	1	0	1	1	8	5
310 - 320	1	5	5	1	3	2	2	4	1	2	0	0	0	1	1	1	2	3
320 - 330	2	1	2	1	2	1	2	0	1	1	0	0	0	1	1	1	2	2
330 - 340	0	0	1															
340 - 350	1																	
350 - 360																		
360 - 370																		

Op grond van deze waarnemingen werd het gemiddelde gewicht en de standaardafwijking voor iedere reeks bepaald en weergegeven in tabel 27.

Tabel 27.- Gemiddeld gewicht en standaardafwijking per reeks.

Reeks	Gemiddeld gewicht	Standaardafwijking	Aantal
1	193,2	47,2	1.000
2	191,9	48,4	1.000
3	186,5	46,1	1.000
4	131,5	45,9	1.000
5	169,1	39,8	1.000
6	177,1	38,5	1.000
7	183,1	35,8	999
8	164,3	40,9	995
9	173,5	39,9	1.000
10	172,1	39,9	1.000
11	156,1	36,3	1.000
12	143,6	26,5	1.000
13	137,0	30,1	1.000
14	173,2	50,3	1.000
15	139,3	28,0	1.000
16	127,8	27,2	1.000
17	161,2	52,7	1.000
18	156,7	35,3	1.000
	2.937,2		17.994
Gemiddelde	163,2		

afwijkingen gekombineerd worden voor het bepalen van een gemiddelde waarde. Dit kan uitgemaakt worden met behulp van de test van Bartlett. De berekende B waarde van 1.417,63 overtreft echter ruimschoots de theoretische X^2 waarde met 17 vrijheidsgraden en 1 % overschrijdingskans, zijnde 33,4. De nulhypothese, dat er geen wezenlijke verschillen zouden bestaan tussen de standaardafwijkingen, wordt dan ook verworpen. De verschillende partijen zijn dan ook niet homogeen.

Ten aanzien van de vergelijking tussen het gemiddelde gewicht van de aangevoerde grondstof in de proefperiode en de reeds bekende gegevens zijn veel minder resultaten beschikbaar. Gedurende de winterperiode 1963-64 werd in voorproeven vastgesteld, dat het gemiddelde gewicht van partijen grondstof afkomstig uit de Noordzee 166,8 g bedroeg. In tegenstelling met de thans onderzochte partijen werd de grondstof uit de voorproeven slechts onderzocht bij het in bewerking nemen. Het is dan ook niet uitgesloten dat enkele van deze partijen slechts onderzocht werden nadat zij reeds manueel getrieerd waren. Ofschoon de beschikbare gegevens in de richting schijnen te wijzen van een vrij reproduceerbaar gemiddelde gewicht door de jaren heen, zal meer onderzoek in dit verband noodzakelijk zijn.

2. Besluiten.

Gedurende de maanden oktober, november en december 1964 en de maanden januari en februari 1965 werden regelmatig monsters genomen uit partijen aangekochte haring. In het totaal werden 18 verschillende partijen onderzocht. Daartoe werden telkens 1.000 individuen met behulp van een automatische sorteerinrichting uitgetrieerd in gewichtsklassen van 10 g breedte. Uit deze onderzoeken volgde dat :

- het gemiddelde gewicht 163,2 g bedroeg met een 95 % betrouwbaarheidsinterval van $\pm 0,7$ g ;

- de spreiding rondom dit gemiddelde gewicht gekenmerkt wordt door een standaardafwijking van 44,8 g ;

- de koper een belangrijke invloed heeft op de verschuiving van het gemiddelde gewicht van de gevangen haring naar een hoger gemiddeld gewicht voor de industrieel verwerkte haring ;

- de keuze van de koper echter geen homogene grondstof waarborgt over het gehele vangstseizoen, noch wat het gemiddelde gewicht, noch wat de spreiding betreft.

- de tot nu toe bekende resultaten wijzen op een vrij regelmatig gemiddelde gewicht van de verwerkte grondstof over de verschillende jaren.

§ 2. Het fileren.

De in België normaal aangewende kontinu werkende fileerapparaten bestaan uit twee delen, nl. een ontkop- en ontstaartgedeelte en een fileerinrichting. Deze apparaten laten zowel het "rondsnijden" als het "clean-plate" snijden toe. In het eerste geval wordt, na het verwijderen van de ~~kop~~ en de staart, de buikrand afgesneden, worden de vinnen verwijderd, worden de gonaden en de ingewanden uitgedreven en worden de zijgraten en het zwarte buikvlies uitgesneden. Bij het "clean-plate" snijden wordt verder de vis opengesneden tot aan de staart, wordt de ruggegraat uitgesneden en wordt de vis eventueel in twee filethelften gedeeld. De gebruikelijke apparatuur verricht deze bewerkingen met een maximale cadans van

120 stuks per minuut. Sneller werkende apparaten (tot een maximale cadans van 400 stuks per minuut) kunnen verkregen worden, maar deze worden momenteel nog niet aangewend door de Belgische bedrijven.

Proefnemingen hebben aangetoond dat binnen één enkele partij grondstof grote verschillen in het gewicht van de samenstellende individuen optreden. Verder toonden deze proefnemingen aan dat er tussen de verschillende partijen grondstof van één enkel vangstseizoen eveneens grote variaties voorkomen zowel in de spreiding van de individuele gewichten, als in het gemiddelde gewicht van de verschillende partijen. Deze verschillen in grootte, en dus ook in gewicht, werden in de konstruktie van de fileerinrichtingen voorzien. Deze apparaten zijn immers uitgerust voor het verwerken van kleine, middelmatig en grote haringen. Momenteel is echter nog niet geweten waar precies de grenzen tussen deze verschillende groepen gelegen zijn.

Aan de hand van een reeks experimenten werd gepoogd om een inzicht te verkrijgen in de invloed van de grootte van de haringen op de verliezen bij het kontinu fileren ; tevens werd onderzocht om de grenzen tussen kleine/middelmatige/grote haringen te bepalen. Tenslotte werd nagegaan of er een invloed bestaat van de homogeniteit in gewicht van de grondstof op de homogeniteit in gewicht van de bekomen filets.

A. Proeftechniek.

Met betrekking tot het onderzoek inzake de grootte van de haring werd aangenomen (a) dat er een behoorlijke korrelatie bestaat tussen de afmetingen en het gewicht binnen een gegeven partij en (b) dat er geen bijzonder grote veranderingen in funktie van de vangstperiode tot stand komen.

Op grond van deze hypothese kon het triëren van de haring uitgevoerd worden met een automatisch werkende weeg- en sorteerapparaat. Hiermede werden, uit een monster van 1.000 kg haring, enge gewichtsgroepen gevormd die ieder uit 250 individuen bestonden. Deze groepen hadden als grensgewichten 100 - 120 g, 120 - 140 g, 140 - 160 g, 160 - 180 g, 180 - 200 g, 200 - 220 g, en 220 - 240 g. Deze groepen werden vervolgens gewogen.

Daarna werden de verschillende groepen afzonderlijk gefileerd met behulp van een fileerinrichting (Baader 33) ; er werden filets bekomen waarvan de staartvin afgesneden was. Dit fileren geschiedde aan een cadans van ongeveer 60 stuks per minuut. De fileerinrichting was voor alle groepen ingesteld op de verwerking van middelmatig grote haring.

Na het fileren werd het totale gewicht van de filets genoteerd en het aantal stuks werd geteld ; hierbij dient aangestipt te worden dat ieder normaal op de aanvoerband gelegde haring die uit het fileerapparaat viel, bv. bij het afsnijden van de staartvin, als verlies werd aangerekend.

Voor de experimenten in verband met de eventuele invloed van de homogeniteit werden eveneens monsters gebruikt bestaande uit 250 individuen. De grensgewichten beliepen voor deze groepen 80 - 240 g, 100 - 220 g, 120 - 200 g en 140 - 180 g. Deze gewichten werden gekozen in functie van het gemiddelde gewicht van de aangevoerde haring, waarvan verwacht werd dat het rond de 160 g zou liggen ; hierdoor konden de gemiddelden van de vier groepen voor een reeks proeven niet al te ver uiteenlopen. Na het uitwegen van iedere groep werd de haring gefileerd onder dezelfde voorwaarden als bij de eerste reeks. De bekomen filets van iedere groep werden dan echter gesorteerd in gewichtsklassen van 7 g breedte.

B. Resultaten en diskussie.

1. De invloed van de grootte.

Voor iedere groep bestaande uit 250 haringen en met een maximale spreidingsbreedte van 20 g werd het totale gewicht aan haring en het totale gewicht aan filets bepaald. Uit het verschil tussen beide gewichten werd het gewichtsrendement berekend. Er werden in het totaal 10 reeksen proeven uitgevoerd waarvan de resultaten samengevat zijn in tabel 28.

Uit tabel 28 blijkt duidelijk, dat het gewichtsrendement voor de groep 100 - 120 g behoorlijk lager uitvalt dan voor de overige groepen.

De toepassing van de variantie-analyse duidt aan dat de verschillen tussen de groepen gekarakteriseerd worden door een F-waarde gelijk aan $3,533^{++}$, terwijl de theoretische F-waarde met 6 en 56 vrijheidsgraden $2,956$ ($\alpha = 0,01$) en $2,254$ ($\alpha = 0,05$) bedragen. Daar verondersteld wordt dat het gemiddelde rendement van de groep 100 - 120 g lager ligt dan het gemiddelde rendement van de overige groepen, werd het verschil getest tussen de groepen 100 - 120 en 220 - 240. De uitgevoerde t-test levert een waarde voor t van $2,64^+$ ten opzichte van de theoretische waarden met 56 vrijheidsgraden van $2,00$ ($\alpha = 0,05$) en van $2,66$ ($\alpha = 0,01$).

De oorzaken voor de lagere gewichtso**p**brengst kunnen van tweeërlei aard zijn. In de eerste plaats kan worden verondersteld dat er bij het afsnijden van de kop en de staart bij de kleine individuen relatief meer visvlees verloren gaat. Verder kan worden aangenomen dat bij de kleinere haring een groter aantal stuks verloren gaat.

Tabel 28.- Invloed van de grootte op het gewichtsrendement.

Reeks	Procentueel rendement per groep						
	100 - 120	120 - 140	140 - 160	160 - 180	180 - 200	200 - 220	220 - 240
1	47,2	53,2	55,0	55,2	55,0	54,7	-
2	37,4	52,5	54,3	52,8	53,5	52,8	53,7
3	-	-	51,6	53,8	53,2	54,6	54,4
4	42,8	49,1	50,1	49,0	49,5	48,7	49,0
5	46,4	48,0	49,6	47,3	48,9	49,1	49,1
6	49,5	50,9	50,5	50,2	50,1	49,1	48,8
7	48,2	51,8	52,2	52,7	51,2	50,4	47,8
8	47,4	49,1	51,7	50,7	49,6	49,0	48,9
9	49,6	55,8	59,1	59,8	60,9	-	-
10	37,5	45,3	46,0	44,3	43,7	-	-
Som	406,0	455,7	520,1	515,8	515,6	408,4	351,7
Gemiddelde	45,1	50,6	52,0	51,6	51,6	51,1	50,2
Variantie	22,64	9,50	12,51	18,78	20,52	8,86	6,70
Standaard- afwijking	4,76	3,08	3,54	4,33	4,53	2,98	2,59

Een tweede opvallend feit is het grote verschil voor een gegeven groep bij verschillende herhalingen. Zo werd voor de groep 140 - 160 als laagste opbrengst 46,0 % genoteerd en als hoogste opbrengst 59,1 %. De vraag mag hierop naar voren worden gebracht of dit verschijnsel kan verklaard worden op grond van het verlies in aantal stuks.

Een laatste vaststelling is de volgende : alleen voor de groepen 140 - 160, 160 - 180 en 180 - 200 konden voor de 10 reeksen proeven uit 1.000 kg 250 individuen afgezonderd worden. Eenmaal werden niet voldoende geschikte haringen afgezonderd in de laagste twee gewichtsklassen en driemaal lukte dit niet voor de hoogste gewichtsklasse. Op grond van deze resultaten blijkt het dan ook meer gewenst om de overgang tussen de instelling klein en middelmatig groot vast te kunnen leggen.

Nadat de filets geteld waren, kon het gemiddeld gewicht van de filets berekend worden. Uit het verschil tussen het gemiddelde gewicht van de haring en het gemiddelde gewicht van de filet werd het individuele rendement berekend voor iedere groep. Deze resultaten zijn samengevat in tabel 29.

Uit de resultaten van tabel 29 volgt dat het gemiddelde individuele rendement voor de groep 100 - 120 lager uitvalt dan voor de andere groepen. Dit verschil is echter lang niet zo uitgesproken als voor de gemiddelde rendementen en statistisch blijkt het verschil tussen de gemiddelde individuele rendementen zelfs aanvaardbaar binnen de spreiding van de resultaten. Het ligt dan ook voor de hand om, op basis van de verzamelde gegevens, het groter verlies bij de groep 100 - 120 niet toe te schrijven aan een groter verlies aan visvlees bij het fileren.

Zoals bij de eerste reeks resultaten, vallen in tabel 29 ook de grote schommelingen op binnen een enkele reeks.

Tabel 29.- Invloed van de grootte op het individuele rendement.

Reeks	Procentueel rendement per groep						
	100 - 120	120 - 140	140 - 160	160 - 180	180 - 200	200 - 220	220 - 240
1	48,9	54,5	55,4	55,2	55,0	54,7	—
2	41,4	54,9	54,7	53,6	54,8	53,3	53,9
3	—	—	52,2	54,2	53,4	54,6	54,6
4	47,3	49,3	50,3	49,1	49,7	48,9	49,0
5	48,2	49,0	49,6	47,3	49,1	49,4	49,2
6	50,5	51,2	50,7	50,4	50,1	50,0	48,8
7	51,1	52,3	52,2	52,7	54,8	51,0	49,0
8	48,3	50,1	51,3	50,7	49,8	49,2	48,9
9	57,2	57,2	59,3	60,0	60,9	—	—
10	43,1	45,8	46,9	44,3	44,1	—	—
Som	436,0	464,3	522,6	517,5	521,7	411,1	353,4
Gemiddelde	48,4	51,6	52,3	51,8	52,2	51,4	50,5
Variantie	32,07	12,11	12,04	19,50	21,12	5,69	6,37
Standaard- afwijking	5,66	3,48	3,47	4,42	4,60	2,39	2,52

Tabel 35.- Haringfilets uit de groep 140 - 180.

Klasse- grenzen	Klassege- middelden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totaal	%
21- 28	24,5											
28- 35	31,5											
35- 42	38,5	2									2	0,091
42- 49	45,5	1									1	0,045
49- 56	52,5	3		2	3						8	0,362
56- 63	59,5	61	3	4	8	1					77	3,484
63- 70	66,5	28	8	62	41	42			2	1	183	8,281
70- 77	73,5	40	32	90	63	71	1	4	3	1	305	13,801
77- 84	80,5	106	54	48	66	73	15	28	12	13	415	18,778
84- 91	87,5	5	52	26	39	36	74	81	106	99	518	23,439
91- 98	94,5	3	38	8	14	15	55	68	70	70	341	15,430
98-105	101,5		26	6	8	5	61	38	42	51	237	10,724
105-112	108,5		23		3	5	37	26	11	7	112	5,068
112-119	115,5		2		1	1		2	3	1	10	0,453
119-126	122,5								1		1	0,045
126-133	129,5											
133-140	136,5											
Som		249	238	245	346	349	243	247	250	243	2210	100,001

Uit deze tabellen volgt, dat het gemiddelde gewicht van de bekomen filets 84,63 g bedraagt voor de groep 80 - 240 g, 82,70 g voor de groep 100 - 220 g, 83,33 g voor de groep 120 - 200 g en 85,14 g voor de groep 140 - 180 g ; voor de vier groepen samen beloopt het gewicht 83,95 g. Voor deze vier groepen werd de standaardafwijking, het 95 % en het 99 % interval voor de enkele bepaling berekend. De resultaten van de berekeningen zijn weergegeven in tabel 36.

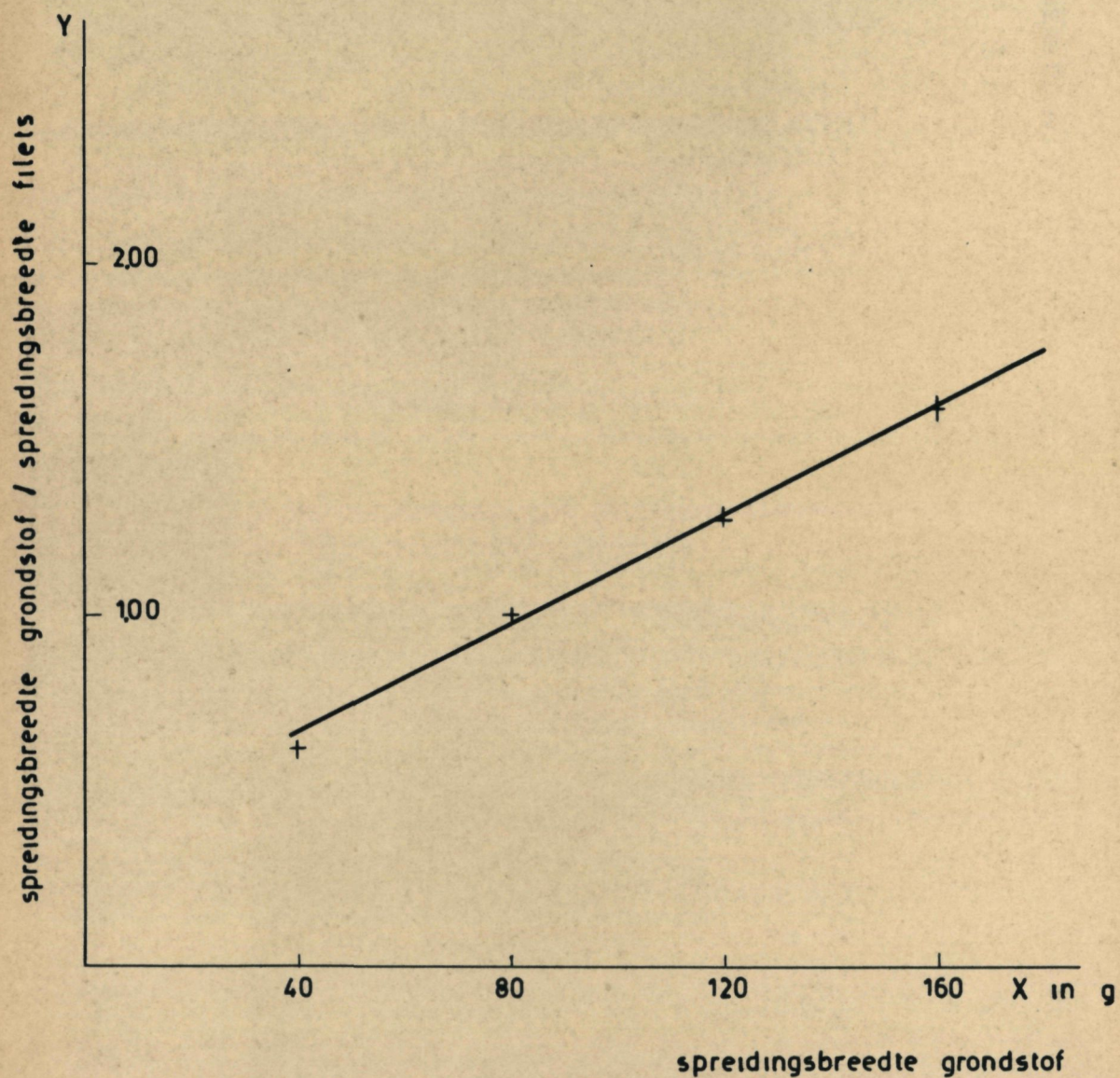
Tabel 36 - Standaardafwijkingen, 95 % en 99 % interval voor de enkele bepaling.

Groep	Standaard- afwijking	95 % interval	99 % interval
80 - 240	19,6 g	$\pm 38,4$ g	$\pm 50,6$ g
100 - 220	18,5 g	$\pm 36,3$ g	$\pm 47,7$ g
120 - 200	14,7 g	$\pm 28,8$ g	$\pm 37,9$ g
140 180	12,5 g	$\pm 24,5$ g	$\pm 32,3$ g

Uit deze berekeningen blijkt dat de spreidingsbreedte rondom het gemiddelde gewicht van de gesneden filets in belangrijke mate afhankelijk is van de spreiding in het gewicht van de aangewende haring. Dit wordt grafisch weergegeven in figuur 19 waarin in ordinaat de verhouding tussen de spreidingsbreedte van de te snijden haring en het 99 %

FIGUUR 19

Betrekking tussen de spreidingsbreedte in de grondstof
en in de daaruit gesneden filets



interval uitgezet worden en de spreidingsbreedte van de haring in abcis weergegeven is. De best aangepaste rechte doorheen de bekomen experimentele punten blijkt beschreven te worden door de vergelijking $y = 0,36 + 0,0077 x$, waarin x de spreiding in het gewicht van de haring voorstelt en y de verhouding tussen de spreiding van de gewichten in de grondstof en de spreiding binnen het 99 % interval van de gesneden filets.

Uit de resultaten volgt dan ook dat de spreiding voor de gesneden filets voorspeld kan worden wanneer de breedte van de gewichtsklasse van de haring gekend is. Er valt uit deze gegevens echter ook af te leiden dat de spreiding in de gewichten van de filets groter is dan op grond van de gemiddelde rendementen zou berekend worden.

Verder bevestigen deze gegevens het feit dat bij de aanwezigheid van kleine haringen de verliezen op het aantal stuks het grootst zijn. Voor de twee groepen 80 - 240 en 100 - 220 wordt een gemiddeld verlies op het aantal stuks gevonden van 2,67 %, terwijl voor de twee andere groepen dit verlies 1,71 % bedraagt.

3. Samenvatting en besluiten.

Er werden experimenten uitgevoerd met in gewichtsklassen verdeelde haringen. Ieder groep haring omvatte 250 individuen. De haringen werden gefileerd met behulp van een Baader 33 aan een cadans van ongeveer 60 stuks per minuut. De fileerinrichting was ingesteld op het verwerken van middelmatig grote individuen.

Het onderzoek toonde aan dat :

- (a) het gemiddeld gewichtsrendement voor de groepen kleine haring significant lager was dan het gemiddeld gewichtsrendement voor de grotere haringen ;

- (b) de oorzaak hiervoor diende gezocht te worden in een groter verlies in aantal stuks ; dit verlies beliep tot gemiddeld 7,9 %, met een 95 % betrouwbaarheidsinterval tussen 3,7 en 11,6 % ;
- (c) een geschikte gewichtsgrens voor de overschakeling van de instelling klein naar middelmatig groot rond de 130 g ligt ;
- (d) de individuele rendementen in zeer sterke mate beïnvloed worden door een andere faktor, waarvan verondersteld wordt dat het de ontwikkelingsgraad van de gonaden behelst ;
- (e) voor een gegeven gemiddelde gewicht van te snijden haring een verband bestaat tussen de spreiding van de individuele haringgewichten en de spreiding van de gewichten van de filets ;
- (f) de spreiding van het gewicht van de filets echter groter is dan op grond van het gemiddelde rendement en het laagste en hoogste grensgewicht van de haring zou berekend worden.

Het probleem van de gewichtsgrenzen en van de ontwikkelingsgraad van de gonaden bleven onopgelost, zodat de invloed van deze factoren op het rendement bij het fileren verder onderzocht zullen worden ; ook met betrekking tot de spreiding van het gewicht van de bekomen filets zijn aanvullende gegevens noodzakelijk.

§ 3. Het inzouten en ontzouten.

In de activiteitsperiode werden de experimenten verder gezet met de potentiometrische zoutdoseringstechnieken. In de eerste plaats werd de pNa methode uitvoerig bestudeerd.

Verder werden de mogelijkheden van de vroeger reeds beschreven pCl methode vergeleken met de mogelijkheden van de pNa methode. Op grond van deze vergelijking werd het onderzoek dan gesplitst in twee richtingen, nl. in de uitbouw van de pCl methode onder de vorm van een concentratieceltechniek voor de hoge concentraties aan zout in pekels en de oppuntstelling van de pNa methode voor de dosering van het zout in visserijprodukten.

A. De pNa methode.

Bij de dosering van natriumchloride in een extract of in een vloeistof, wordt normaal een chloridebepaling uitgevoerd ; daartoe kan een klassieke techniek gebruikt worden, zoals de methode van VOLHARD, de methode van MOHR of de mercurimetrische titratie. Wanneer echter de analysesnelheid of het kontinu volgen van de concentratie aan chlorideionen van groot belang is, dan kan eventueel een potentiometrische techniek toegepast worden, waarbij echter met een verlagen van de nauwkeurigheid rekening dient gehouden te worden. Voor zover de chloorionen in de te onderzoeken oplossing slechts afkomstig zijn van het natriumchloride, leidt het gebruik van één van deze technieken tot gegevens die, in zake de concentratie aan bedoeld zout, met de werkelijkheid overeenstemmen.

Dit is niet meer het geval bij de analyse van complexe vloeistoffen, zoals zeewater en pekels die aangewend worden door de visverwerkende bedrijven bij de bereiding van half-konserven. Volgens PERES en DEVEZE bedraagt de hoeveelheid van de chloorionen, die afkomstig zijn uit het natriumchloride, in zeewater gemiddeld 85,93 % van de totaliteit. GOLDBERG citeert de waarde 85,32 % en CZENSNY geeft voor de samenstelling van zeezout eveneens de waarde 85,32 % aan. Deze verhouding is echter aan schommelingen onderhevig en de plaatselijke relatieve concentratie aan "natriumchloorionen" kan belangrijke verschillen vertonen ten aanzien van deze ge-

middelste waarden. Deze schommelingen in de samenstelling van het zeewater oefenen enerzijds een belangrijke invloed uit op de levende organismen en hebben anderzijds voor gevolg, dat het brute zeezout, qua kwantitatieve samenstelling, aan belangrijke variaties onderhevig is. Dergelijk zeezout wordt ~~now~~maals aangewend in de visverwerkende industrie bij de bereiding van pekels.

Bij de fabricatie van half-konserven speelt het zout een belangrijke rol. Kwantitatief is het zout belangrijk met het oog op het verlengen van de houdbaarheid van het produkt en verder omwille van de typische smaken bij de verschillende afgewerkte produkten, waaraan door een geschikt zoutgehalte wordt bijgedragen. Voor een gegeven soort grondstof wordt de hoeveelheid opgenomen zout bepaald door de toegepaste temperatuur-duur-koncentratie combinatie. Wanneer evenwel rekening gehouden wordt met het "zouteffect" van de één- en de tweewaardige kationen op de aminozuren en de eiwitten, dan ligt het voor de hand dat de kwalitatieve samenstelling van de gebruikte pekels een belangrijke invloed heeft op het aspect en op de smaak van het afgewerkte produkt. Verder is het waarschijnlijk dat door de verhouding tussen één- en tweewaardige kationen, het verloop van sommige processen bepaald wordt en dat bij een te hoge concentratie aan tweewaardige kationen de smaak ongunstig beïnvloed wordt.

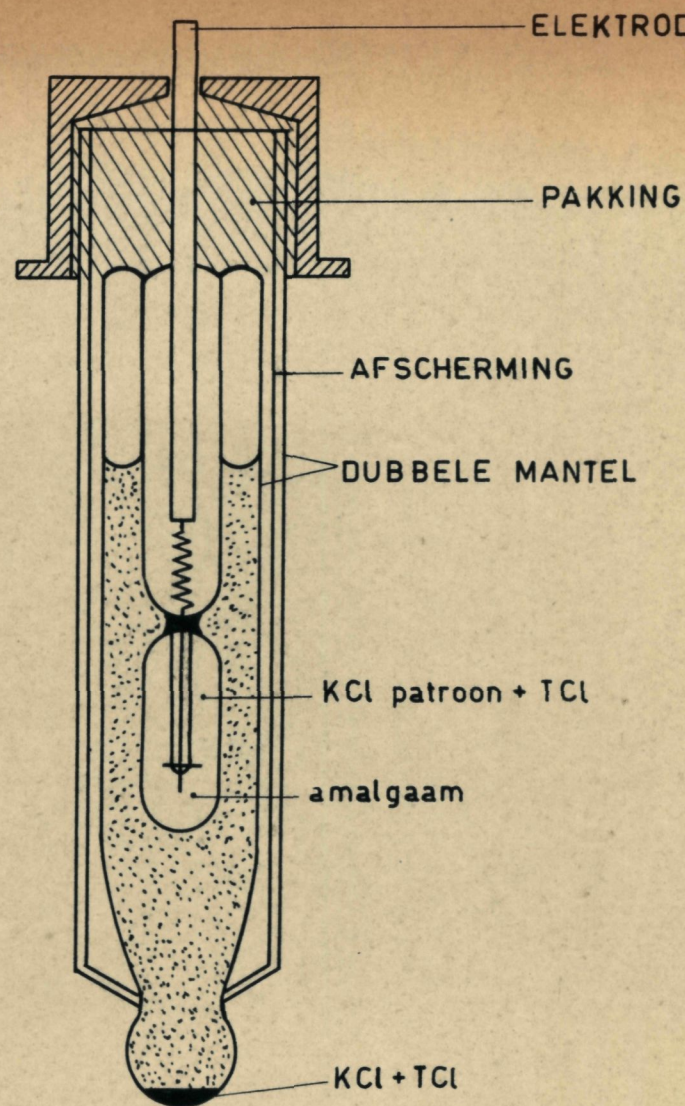
In deze pekels en in zeewater is het natriumion kwantitatief veruit de meest belangrijke éénwaardige kation, terwijl de belangrijkste tweewaardige kationen het magnesium en het calcium zijn. Er mag worden aangenomen dat de hoeveelheid natriumionen volledig afkomstig is uit het natriumchloride, daar waar het magnesium en het calcium voorkomen als chloriden en sulfaten. De totale bindingscapaciteit van beide anionen wordt voor 98 % gedekt door de som van de bindingscapaciteit van bovenvermelde drie kationen. Een dosering van het natriumion, van het chloor- en het sulfaat ion zou dan ook een vrij behoorlijke aanduiding geven voor de verhouding van de één- tot de tweewaardige kationen.

Sedert enkele tijd werd door de firma's BECKMAN en ELECTRONIC INSTRUMENTS een natriumgevoelige glaselektrode ontwikkeld. Dergelijke elektrode werd aangewend in onderzoekingen uitgevoerd door LEONARD, BOWER en TAULI. Een commercieel verkrijgbare elektrode werd aangepast aan een alhier kourant gebruikte pH-meter en met behulp van deze uitrusting werd achtereenvolgens bestudeerd : het verband tussen de aanduiding in mV en de concentratie, de invloed van de indompelduur op het tot stand komen van een stabiele potentiaal en de nauwkeurigheid van de analyse van gekombineerde chloriden oplossingen ; tevens werden de resultaten van een reeks voorproeven op zeewater nader toegelicht.

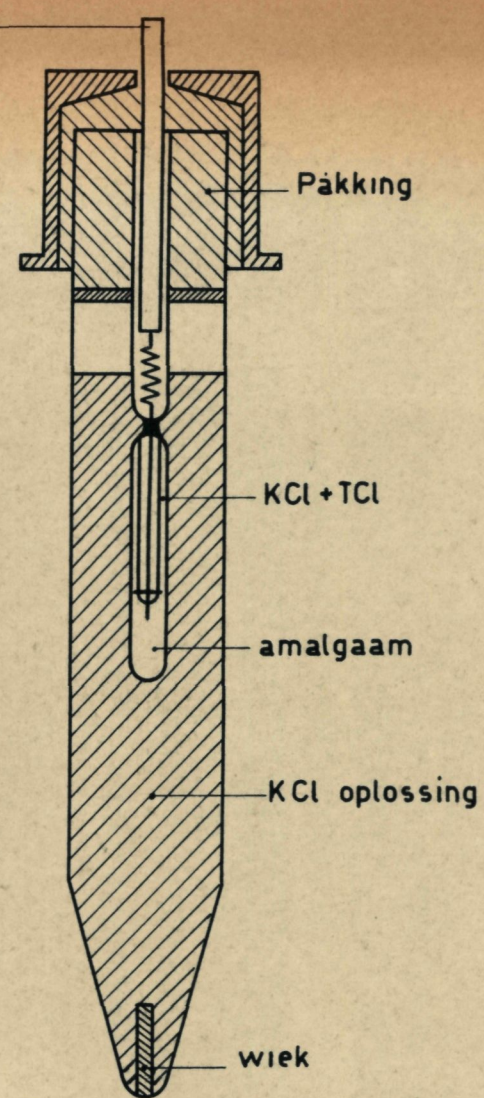
1. De potentiometrie bij gebruik van een glaselektrode.

De algemene principes van de potentiometrie werden reeds toegelicht in een vorige verslag. Bij pH-metingen werd vastgesteld dat de platina/waterstof elektrode vervangen kan worden door een glasmembraan elektrode. In figuur 20 wordt een dergelijke glaselektrode schematisch voorgesteld.

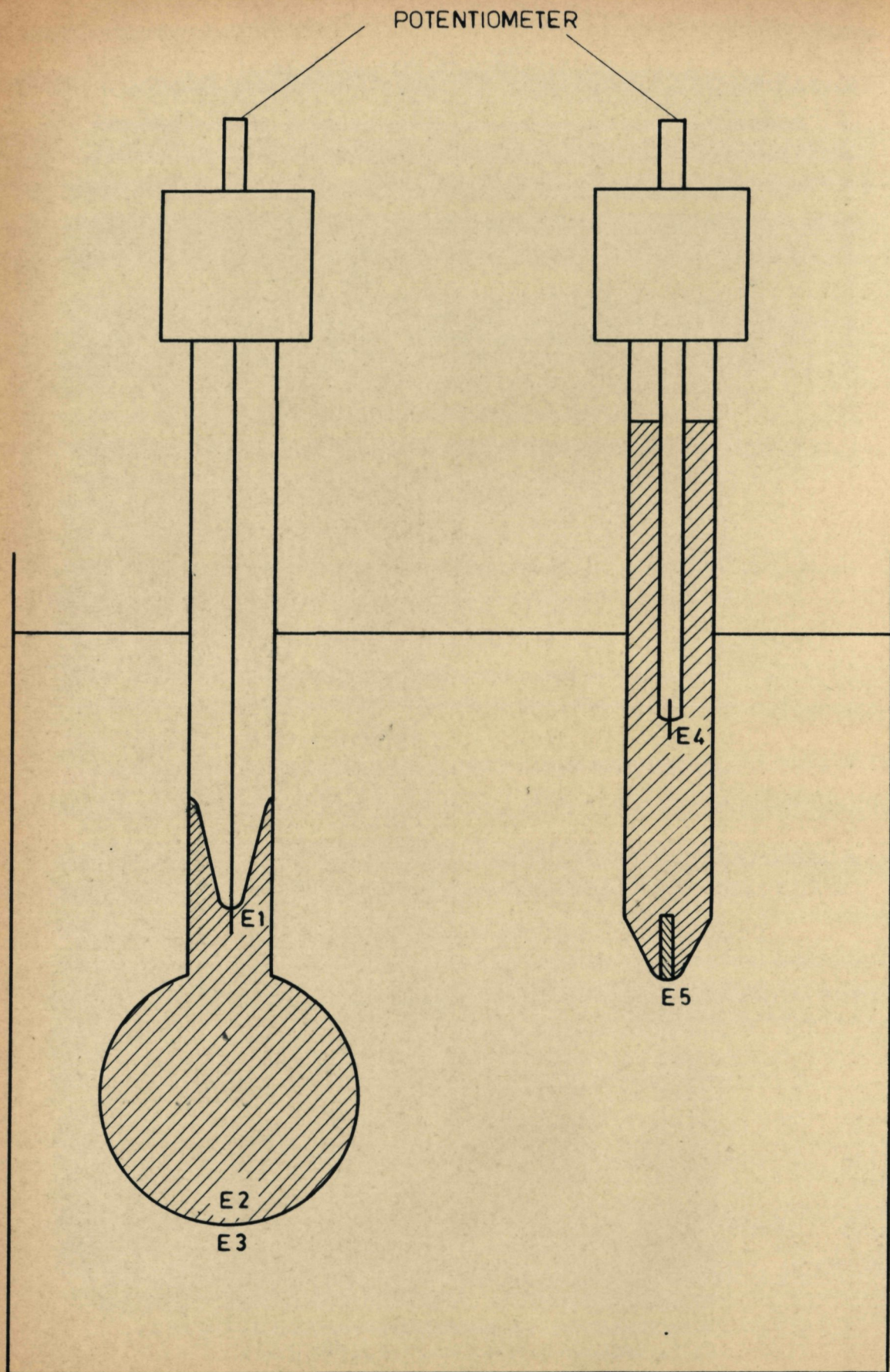
Alhoewel de moderne glaselektrodes de vergelijking van Nernst volgen, toch is de interpretatie van het ontstaan van de potentiaal in functie van de waterstofionen-activiteit (en bij benadering in functie van de waterstofionenkonzentratie) heel wat ingewikkelder dan bij de klassieke metaalelektrode. In de gesloten meetketen treden vijf potentiaalsprongen op. Deze zijn schematisch aangeduid in figuur 21. De E_1 potentiaal zal echter gelijk zijn aan de E_4 potentiaal wanneer de concentratie aan het metaalion in beide oplossingen gelijk is en wanneer de metaalelektrode voor de glas- en de referentieelektrode dezelfde is. De gemeten potentiaal wordt dan gelijk aan de som van $E_2 + E_3 + E_5$.



GLASELEKTRODE (JENA)



KALOMELELEKTRODE (JENA)



FIGUUR 21

Gesloten meetketen bij pH en pNa metingen

De E_5 potentiaal, de zogenaamde diffusiepotentiaal, kan nagenoeg gelijk aan nul worden door de keuze van een geschikt elektrolyt in de referentieelektrode. Daartoe dient alleen gezorgd te worden voor een zout waarvan de ionen een nagenoeg even grote mobiliteit vertonen. Normaal wordt hiervoor een kaliumchloride oplossing aangewend. Hierdoor kan de eindpotentiaal E gelijk gesteld worden aan de som van $E_2 + E_3$.

Op te merken valt dat van beide potentialen slechts de E_3 potentiaal de meetpotentiaal voorstelt, daar het de spanning is die opgebouwd wordt aan het grensvlak glas/te meten oplossing .

Door de E_2 potentiaal voor een gegeven elektrode bij eerste benadering konstant zal zijn voor alle metingen, zal het gebruik van een ijkingstechniek steeds toelaten deze E_2 waarde te laten verdwijnen uit de metingen. Waarom nu precies bepaalde glassoorten de merkwaardige eigenschap bezitten deze E_3 potentiaal op te bouwen in overeenstemming met de wet van Nernst is momenteel nog niet bevredigend beantwoord. Wel is geweten dat de samenstelling van het glas hierin de dominerende faktor is. Hoe goed echter de samenstelling ook bestudeerd is, toch vertonen zelfs de meest moderne glaselektrodes nog altijd een zogenaamde zoutfout in het hoge pH-gebied. Deze fout wordt in het bijzonder veroorzaakt door het natriumion. Dit is een van de redenen waarom intensief gezocht werd naar glassamenstellingen, waarbij een analoge betrekking tot stand zou komen ten aanzien van het natriumion.

2. Apparatuur en meettechniek.

a) Adoptatie van de E.I.L. glaselektrode.

De metingen werden verricht met behulp van een pH meter Radiometer 22 uitgerust met een Scale Expander. Hierdoor was het mogelijk de afleesnauwkeurigheid op 0,2 mV te brengen.

gen. Een verzadigde kalomel elektrode van het type K 401 werd gebruikt als referentie elektrode, terwijl een natriumgevoelige glaselektrode, type GEA 33, van de firma Electronic Instruments, als indikator elektrode werd aangewend. De aansluiting op de pH meter was hierop echter niet voorzien. Ten einde de metingen uit te kunnen voeren werd het metalen eindstuk van de elektrodegeleider kortgesloten met de klenschroef van de elektrodenhouder op de pH meter. De stekker van de elektrodegeleider werd op de normale wijze in de elektrodenhouder geklemd. Een en ander wordt duidelijk geïllustreerd in figuur 22.

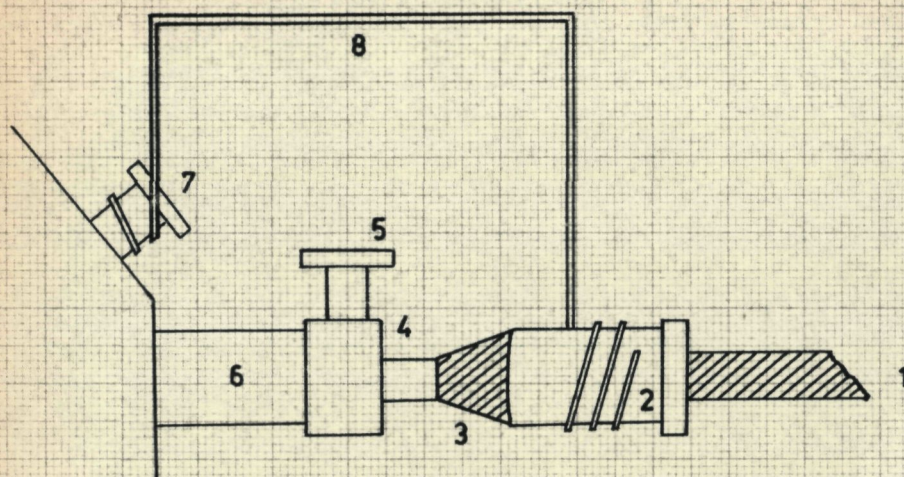
Verder diende nog bijzonder veel aandacht besteed te worden aan een goede aarding van de meetinstrumenten.

b) Meettechniek.

De metingen werden doorgevoerd op oplossingen met een pH waarde groter dan 7,0 en dit onwille van eigenschappen inherent aan de glaselektrode. Om deze geschikte meetvoorwaarde te kunnen verwezenlijken, werd er aan 50,0 tot 60,0 ml van de te onderzoeken vloeistof één druppel van een 50 % oplossing aan ammoniak toegevoegd.

De eventuele invloed van de temperatuur werd ondergaan door alle testoplossingen voorafgaandelijk op 20,0°C te brengen.

De elektrodes werden driemaal gespoeld met behulp van gedeïoniseerd water. Het overtollige aanklevende water werd weggenomen met behulp van een filtreerpapiertje en de elektrodes werden vervolgens driemaal gespoeld met de te meten oplossing. Daarop werden de elektrodes in de testoplossing gedompeld, de meetinstrumenten werden ingeschakeld en de aflezingen werden genoteerd na een indompelduur van nul, vijf en tien minuten.



FIGUUR 22 Adaptatie Na-gevoelige glaselektrode
aan de pH meter Radiometer 22

- 1 Elektrodegeleider GEA 33
2. Metalen eindstuk elektrodegeleider GEA 33
3. Geïsoleerd tussenstuk
4. Stekker elektrodegeleider
5. Klenschroef elektrodenhouder
6. Elektrodenhouder pH meter 22
7. Klenschroef voor elektrodenhouder
8. Kortsluitingsdraad tussen nr 2 en 7.

In overeenstemming met de in dit onderzoek bekomen gegevens werd de indompelduur beperkt tot anderhalve minuut bij de analyse van de gekombineerde chloridenoplossingen.

Alle gebruikte oplossingen werden gemaakt met behulp van gedeïoniseerd water en produkten p.a. Het aangewende natriumchloride werd daarenboven voorafgaandelijk gedroogd bij 150°C.

3. Resultaten en diskussie.

a) Betrekking tussen de potentiaal en de concentratie aan natriumchloride.

Er werden oplossingen klaar gemaakt waarin de concentratie aan natriumchloride varieerde van 0,400 g/liter tot 40,000 g/liter. Deze oplossingen werden geanalyseerd met de hierboven beschreven techniek en voor iedere concentratie werden 16 analyses uitgevoerd. De bekomen gegevens bij een analyseduur van tien minuten zijn weergegeven in tabel 37.

Tabel 37 - Het verband tussen de potentiaal en de concentratie aan natriumchloride.

Nr.	Koncentratie in g/liter	Hoogste afle- zing in mV	Laagste afle- zing in mV	Gemiddelde aflezing	Standaard afwijking
1	0,400	+ 79,9	+ 76,0	+ 78,6	0,92
2	2,000	+ 40,1	+ 38,2	+ 39,5	0,60
3	4,000	+ 23,9	+ 22,0	+ 23,2	0,67
4	6,000	+ 14,0	+ 12,2	+ 13,5	0,57
5	8,000	+ 7,5	+ 6,0	+ 6,7	0,48
6	10,000	+ 4,0	+ 2,0	+ 3,1	0,50
7	15,000	- 7,9	- 6,0	- 7,1	0,51
8	20,000	- 15,6	- 13,0	- 14,4	0,72
9	25,000	- 21,0	- 16,9	- 19,7	1,03
10	30,000	- 29,0	- 18,2	- 26,0	2,81
11	35,000	- 31,0	- 28,0	- 29,5	0,85
12	40,000	- 32,9	- 30,0	- 31,3	0,90

Wanneer op deze resultaten de test van Hartley wordt toegepast, dan mag worden verwacht dat de waarde van 5,93 slechts in 5 % van de gevallen overtroffen wordt door de verhouding tussen de hoogste en laagste variantie en dat de waarde 8,0 slechts 1 % kans heeft om overtroffen te worden, althans wanneer de varianties in de verschillende proefreeksen gekombineerd mogen worden. De gevonden waarde bedraagt echter $7,8961/0,2304$, hetzij 34,2, waaruit voortvloeit dat de vooropgestelde hypothese dat er tussen de varianties geen wezenlijk verschil bestond, verworpen moet worden. Indien deze test herhaald wordt met behulp van de op één na hoogste variantie, dan wordt de waarde $1,0609/0,2304$, hetzij 4,604 gevonden. Voor 11 reeksen van waarnemingen, ieder met 15 vrijheidsgraden, blijkt de theoretische waarde met 5 % overschrijdingskans 5,77 en met

1 % overschrijdingskans 7,8 te bedragen. Blijkbaar vertonen de waarnemingen bekomen met de concentratiereeks van 30,0 g natriumchloride per liter een bijzonder lage reproduceerbaarheid in vergelijking met de overige. Na het elimineren van de waarnemingen bij de concentratie van 30,0 g/liter, kunnen de overige gegevens aangewend worden voor de bepaling van een gekombineerde standaardafwijking over het gehele onderzochte concentratieinterval. Deze waarde steunt op 165 vrijheidsgraden en blijkt gelijk te zijn aan 0,53 mV. Voor analyses die in dubbel uitgevoerd worden, zal tot een verschil in samenstelling van de onderzochte vloeistoffen beslist worden op basis van 95 % betrouwbaarheid, wanneer het verschil tussen de gemiddelden van de waarnemingen voldoet aan de betrekking :

$$1,97 \leq (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / 0,53$$

hetzij voor een verschil $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ gelijk aan 1,04 mV. Wanneer dit gegeven vergeleken wordt met de standaardkurve, die is weergegeven in figuur 23, dan blijkt dit overeen te stemmen met een verschil in concentratie van 4 %.

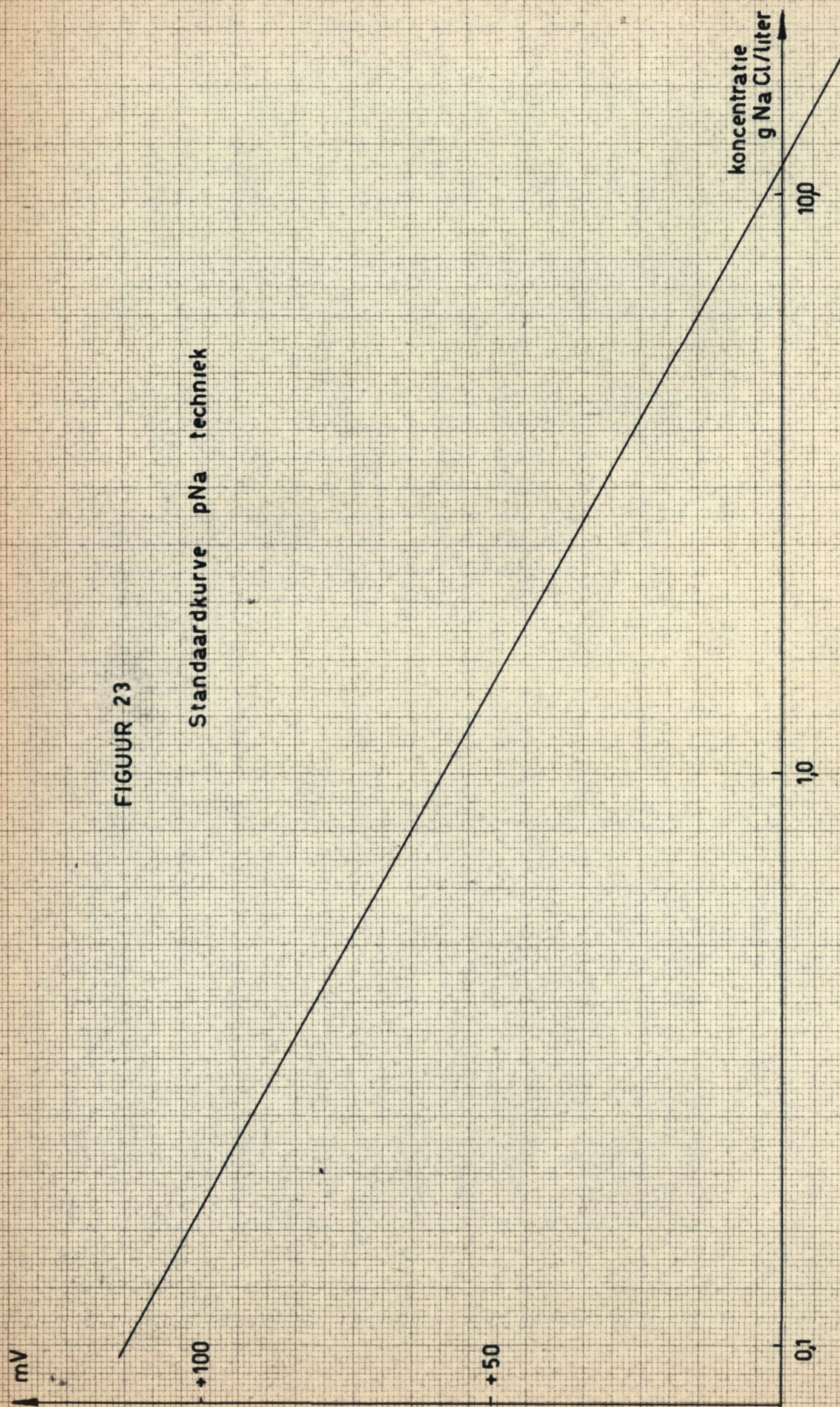
Wanneer de gemiddelde afleeswaarden uit tabel 37 op semi-logaritmisch papier, met de concentraties op de logaritmische as uitgezet worden, dan beschrijft een rechte lijn het verband tussen de uitgezette punten. Ten einde de best aangepaste rechte te kunnen bepalen werd + 40,0 mV aan de gemeten potentialen bijgeteld en werden de concentraties uitgedrukt in mg natriumchloride per liter. De best aangepaste rechte bleek te beantwoorden aan de vergelijking :

$$y = 261,83 - 55,02 x'$$

waarin y de gekodeerde waarde van de potentiaal voorstelt en x' het logaritme van de concentratie in mg/liter uitdrukt. Enkele berekende referentiepunten werden weergegeven in tabel 38 terwijl in figuur 23 de berekende standaardkurve grafisch voorgesteld wordt.

FIGUUR 23

Standaardkurve pNa techniek



Tabel 38 -- Berekende punten voor de standaardkurve in het meet-
bereik van 0,400 tot 40,0 g/liter aan NaCl.

Koncentratie in g/liter	Gekodeerde potentiaal y in mV	Potentiaal in mV
0,100	+ 151,79	+ 111,8
1,000	+ 96,77	+ 56,8
10,000	+ 41,75	+ 1,8
20,000	+ 25,19	- 14,8

b) De invloed van de indompelduur.

Bij de analyses van vorige paragraaf werden de aflezingen genoteerd na een indompelduur van nul, vijf en tien minuten. Deze drie reeksen waarnemingen kunnen beschouwd worden als afkomstig van één basistechniek met twee modifikaties. Daar met uitzondering van één enkele reeks waarnemingen, de varianties mochten gekombineerd worden, bestaat er geen enkele reden om aan één van de resterende elf waarnemingsreeksen de voorkeur te geven. In tabel 39 worden de individuele aflezingen weergegeven, die bekomen werden bij het onderzoek van de oplos-singen met een concentratie van 10,0 g natriumchloride per liter.

Met het oog op het bekomen van informaties in ver-band met de invloed van de indompelduur op het tot stand komen van een stabiele potentiaal werd op deze resultaten een variantie analyse toegepast. Voor F wordt een waarde gevonden van 3,01 met 2 en 30 vrijheidsgraden. De theoretische waarde F met 5 % en 1 % overschrijdingskans bedraagt echter 3,32 en 5,39. Op grond van deze vaststelling wordt de nulhypothese niet ver-worpen.

Er kan dan ook vooropgezet worden, dat de tijd die nodig is voor het opbouwen van een stabiele potentiaal zeker kleiner is dan 5 minuten. In overeenstemming hiermede en om alle metingen onder genormaliseerde voorwaarden te laten door- gaan, werd een indompelduur van anderhalve minuut aangewend bij de verdere proefnemingen.

Tabel 39 - Invloed van de indompelduur op het tot stand komen van een stabiele potentiaal.

Nr	Aflezing in mV na een indompelduur van		
	0,0'	5,0'	10,0'
1	3,8	3,6	3,9
2	3,0	2,1	2,0
3	4,0	3,0	2,9
4	5,0	5,0	3,1
5	3,9	3,0	2,9
6	2,5	2,9	2,9
7	5,5	3,0	3,0
8	1,5	2,8	3,0
9	4,9	4,0	3,9
10	2,0	3,4	3,0
11	3,0	3,9	2,6
12	5,0	3,5	3,0
13	3,5	3,0	3,0
14	3,2	3,0	3,0
15	3,8	3,5	3,2
16	4,9	4,1	4,0

c) De analyse van gekombineerde chlorideoplossingen.

Om na te gaan of de bepaling eventueel gestoord wordt door de aanwezigheid van andere kationen en om de betrouwbaarheid van de natriumchloride dosering vast te stellen, werden oplossingen van natriumchloride en calciumchloride gemengd. De