

97

MINISTERIE VAN LANDBOUW
Bureau voor Landbouwkundig Onderzoek
Kommissie voor T.W.O.Z.
Voorzitter : F. Lievens, Directeur-Generaal

No 2

**Wetenschappelijk
Onderzoek**
in
Visverwerkende Bedrijven

W

WERKGROEP : Visverwerkende Bedrijven (Afdeling I.W.O.N.L.)
Voorzitter : R. Boels
Leden : P. Hovart, W. Deschacht en K. Defloor

MINISTERIE van LANDBOUW
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Commissie voor T.W.O.Z.

No 2

W E T E N S C H A P P E L I J K
O N D E R Z O E K
in
V I S V E R W E R K E N D E B E D R I J V E N

Werkgroep "Visverwerkende bedrijven"
(I.V.O.N.L.)

Voorzitter : R. Boels,

Leden : P. Hovart, W. Deschacht en
K. Defloor.

INLEIDING.

Niet alleen binnen het raam van de Belgische visverwerkende nijverheid, maar ook in het kader van het geheel Belgisch visbedrijf nemen de rokerijen een zeer belangrijke plaats in. De betekenis van de rokerijen ligt vooreerst in de verscheidenheid van afgewerkte produkten, die heel wat behandelingsprocessen veronderstellen, en waaruit een hoge graad van tewerkstelling voortvloeit. Verder bekleden de rokerijen een belangrijke functie als marktregelaars ; deze bedrijven nemen namelijk een groot deel op van de aanvoer van pelagische vis en dragen dan ook bij tot het vergroten van de vraag en de stabiliteit van de aanvoerprijzen.

De toegepaste exploitatietechnieken bij het roken van vis blijken evenwel geen gelijke tred gehouden te hebben met de technologische evolutie in vele andere voedingsbedrijven. De oorzaken hiervoor zijn het seizoenkarakter van de produktie en het empirische en anbachtelijke aspekt van de werkmethodes. Dit alles veroorzaakt het gebruik van veel handenarbeid en resulteert in een onproduktieve exploitatiewijze.

De structuur van de rokerijen wijst anderzijds ook op het bestaan van industriële, naast anbachtelijke bedrijven. Deze bedrijfsstructuur heeft een scherpe konkurrentiestrijd doen ontstaan, waarbij in zekere mate de waarborg van het produkt is weggevallen en de afzet van de industriële bedrijven, die met hoge kosten werken (o.m. laboratoriumkosten, verpakkingskosten, kosten van publiciteit enz.) wordt afgeremd.

De konkurrentie van buitenlandse bedrijven wordt ook sterk gevoeld : deze konkurrentie is niet enkel kwantitatief, maar ook kwalitatief en dit is mogelijk geworden door de steun van een intensief wetenschappelijk onderzoek.

Dit onderzoek onder meer in Groot-Brittannië, Rusland West-Duitsland en Nederland heeft aangetoond welke ruime mogelijkheden er open liggen voor het roken van visserijprodukten. De

resultaten van deze inspanningen samenvattend mag worden beweerd dat de aangewezen richting is : de uitbouw van het gehele rook- en behandelingsproces als een kettingwerking.

Voor de Belgische rokerijen werd de studie ondernomen om dit proces eveneens onder de beheersing te krijgen ; deze studie had vooral betrekking op :

Hoofdstuk I. - De studie van het roken en het stomen.

Het roken en het stomen zijn van oudsher gekende procédés om de houdbaarheid van de vis te verlengen en om tevens aan het produkt een specifieke smaak en kleur te geven. Momenteel steunen deze technieken in België nog op zuiver empirisme. Het uitdiepen van een wetenschappelijk verantwoorde basis vormt dan ook een belangrijk onderzoeksobject.

Als centraal verwerkingsproces in een rokerij kan het roken of stomen gesteld worden. Daarnaast grijpen nog heel wat bewerkingen (zoals het sorteren, het inzouten, het invriezen, het ontzouten, het ontdooien, het fileren, het aanspeten, het afkoelen, het inpakken) plaats, die weliswaar met het centraal gedeelte één geheel vormen en de kwaliteit van het afgewerkte produkt beïnvloeden, doch door hun aard afzonderlijk moeten worden bestudeerd.

Het onderzoek van het rook- en stoomproces voor vis moet op een dubbel vlak geplaatst worden, nl. op :

(a) een technisch domein, met name : hoe zijn de rookfactoren te beheersen en hoe kan een systeem op punt gesteld worden, waarbij automatisch de waarden van de veranderlijke elementen worden ingesteld en geregeld volgens een optimaal programma,

(b) een kwalitatief en chemisch bacteriologisch vlak, met name : welke zijn de resultaten van de technische studie ten aanzien van de smaak, kleur, kwaliteit en afwerking van het produkt en welke zijn de processen die bij de bewaring van de produkten tussenkomen.

Afdeling I - Het roken.

§ 1. Het technisch Onderzoek.

Bij de technische studie werd vooraf de bestaande rookapparatuur onderzocht. Uiteindelijk werd voor het wetenschappelijk onderzoek de rooktunnel type "Torry Research Station" als basis genomen ; de instelling van de tunnel werd echter gezocht in de richting tot het bekomen van een produkt dat is aangepast aan de smaak van de Belgische verbruiker.

Aan het onderzoek van de rook- en stoomapparatuur werd gekoppeld de studie van de factoren die het roken of stomen van visprodukten beïnvloeden, daar moest worden uitgemaakt welke methodes het best toelaten rookfactoren te beheersen.

A. De bestaande rook- en stoomapparatuur.

Als rook- en stoomarmaturen past men in het algemeen drie systemen toe, nl. het openhaardsysteem, het tunnelsysteem en het elektrostatisch systeem.

1. Het openhaardsysteem.

Dit systeem, waarbij de produkten op stokken of speten in een open schouw boven een smeulend vuur worden opgehangen om gerookt te worden, is het meest verspreid en heeft zich in de loop van de jaren geheel empirisch ontwikkeld.

Aan dit gebruikelijke procédé dat gekarakteriseerd kan worden door een verticale rookgang zijn talrijke nadelen verbonden, o.m. van atmosferische, technische, hygiënische, sociale en rationele aard.

(a) Van atmosferische aard : er is een grote afhankelijkheid van een reeks wisselende factoren, zoals de weergesteldheid en de windrichting ; dit heeft tot gevolg dat :

- de rook- of stoomcyclus regelmatig moet aangepast worden aan de heersende weersomstandigheden,

- het afroken van de vis een uiteenlopende tijd vergt, waardoor een gebrek aan continuïteit ontstaat en de bijkomende bewerkingen (o.m. het inpakken van de produkten) niet gesynchroniseerd kunnen worden,

- zich een variatie van de snelheid van de rookgassen voordoet : er werd vastgesteld dat tijdens eenzelfde rookproces de rookgassnelheid in de schouw op een gegeven plaats met de tijd varieert en dat voor verschillende plaatsen deze snelheid zeer grote verschillen vertoont ; met het ontstaan van "dode" zakken in de schouw door de onregelmatige "trek" werd genoteerd dat bij het roken van kippen een gedeelte na 2 uren reeds 20 % vochtigheid verloren had, een ander gedeelte na 6 uren slechts 10 %.

- de afgewerkte produkten een onregelmatigheid in kwaliteit, smaak en uitzicht vertonen : om in zekere mate een uniform artikel te bekomen, is het noodzakelijk de hoger en lager hangende vis tijdens het proces van plaats te verwisselen.

(b) Van technische aard :

- het roken en het stomen moeten elk afzonderlijk in speciale schouwen geschieden,

- het gebruik van liften in de schouw valt duur uit en betekent daarenboven plaatsverlies,

- de gegevens over het roken van vette, halfvette of magere vis zijn onzeker,

- het gevaar van verbranden van de inhoud van een schouw (1.000 à 1.500 kg vis) is betrekkelijk groot, hetgeen een aanzienlijk financieel risico tot gevolg heeft,

- voor de controle van de vis is vereist dat de rookhaarden volledig uitgerookt zijn, alvorens de schouwdeuren kunnen geopend worden, hetgeen uitgesloten is,

- aan de losdeuren is een constante rookontsnapping,

- de cyclus duurt te lang.

(c) Van hygiënische aard :

- in de rokerij en aanpalende werkplaatsen is er vaak ontsnapping van rook,

- bij het wegnemen van de "droogvuren" of rookhaarden ontstaat verspreiding van stof welke zich neerzet op de vis die in de schouw is opgehangen,

- door vermenging van vis-, stof-, rook- en vetdeeltjes wordt het gebruikte materiaal gemakkelijk bevuild.

(d) Van sociale aard :

- Bij het inhangen van de vis bevuilen de arbeiders zich zeer vlug,

- het gevaar tot uitglijden op de vette hangen is zeer groot,

- de arbeid wordt gepresteerd in een stikkende rookatmosfeer,

- het aanleren van het vak aan jongeren wordt onmogelijk.

(e) Van rationele aard :

- de handenarbeid is zeer groot,

- het ophangen, verhangen en uitnemen van de vis geschiedt op een inefficiënte wijze, evenals het verplaatsen van de ledige speten.

2. Het tunnelsysteem.

Bij het tunnelroken wordt de rook horizontaal over de vis gevoerd. De rookontwikkeling geschiedt in afzonderlijke kasten, terwijl de vis op speten in wagentjes wordt opgehangen.

Met het tunnelsysteem wordt beoogd de nadelen van het roken in openhaard te ondervangen en het rook- en stoomproces beter te beheersen door de verschillende rookfactoren (temperatuur, relatieve vochtigheid, luchttoevoer, rookontwikkeling en rooksnelheid) in de hand te houden. Hiermede werd evenwel de deur geopend voor een nieuwe rookproblematiek.

3. Het elektrostatisch roken.

In principe steunt het elektrostatisch roken op het positief laden van de rookdeeltjes en het negatief laden van de vis.

Dit systeem biedt zekere voordelen (o.m. inzake snelheid, rookneerslag en continuïteit van het "roken" als dusdanig), maar heeft momenteel weinig mogelijkheden voor de industriële toepassing in België. Als voornaamste hinderpaal kan hier de kostprijs van de stroom vermeld worden, terwijl verder nog heel wat problemen (o.m. het voordrogen en de ~~syn~~synchronisatie tussen het voordrogen en de rookafzetting, de apparatuur enz) moeten worden opgelost, zodat mede om technologische redenen dit systeem momenteel terzijde werd geschoven.

4. Besluit.

Uit de studie van de voornaamste rookapparatuur is naar voren gekomen dat het tunnelsysteem de basis zou kunnen vormen van een wetenschappelijk gefundeerd roken en stomen van visserijprodukten, mits oplossing van de daaraan verbonden problematiek.

B. Beschrijving van de proefinstallatie.

Om tot de oplossing van deze problematiek te komen, diende een proefinstrument ingeschakeld te worden. Het ligt voor de hand dat gezocht werd om de nadelen van het openhaardsysteem zo mogelijk te ondervangen en dat de nodige uitrusting opgespoord werd om tot de beheersing, d.i. de controle, de regeling en de instelling, van de diverse rookfactoren te komen. Als aanvankelijk werkinstrument werd de rooktunnel type "Torry Research Station" aangenomen; aan deze tunnel werden bij de konstruktie evenwel bijzondere voorwaarden opgedrongen. De continue verplaatsing van de grondstof werd evenwel voorlopig niet vereist.

1. Beschrijving van het rookinstrument.

De rooktunnel omvat volgende hoofddelen :
de rookgeneratoren, de ventilator, de stuwruimte, de rookruimte en de afvoerschouw.

De rookgeneratoren zijn afzonderlijk opgesteld en bestaan uit vier kasten, die elk in drie boven elkaar liggende afdelingen zijn verdeeld. Deze afdelingen zijn met vuurvaste steen bekleed. Teneinde de luchttoelaat min of meer te kunnen regelen, zijn de deuren die tot de verbrandingsruimten toegang verlenen, van instelbare openingen voorzien. De voortgebrachte rook wordt langs pijpen, via instelbare kleppen, naar de bovenzijde van de eigenlijke rooktunnel gevoerd. Hier bevindt zich een ventilator van 38" diameter, die door een elektrische motor wordt aangedreven.

Behalve de rook uit de rookgeneratoren en de buitenlucht zuigt de ventilator eveneens een gedeelte van het rook-luchtmengsel aan dat reeds door de rookruimte werd gestuwd. Vóór dat deze verschillende gassen in de stuwruimte terecht komen, worden zij door een drievoudig stel verwarmingsbatterijen op temperatuur gebracht. Deze verwarmingsbatterijen zelf worden door middel van stoom opgewarmd.

Achter de verwarmingsbatterijen en de ventilator komt de stuwruimte. Hierin bevinden zich trechtervormig opgestelde platen, die het rook-luchtmengsel gelijkmatig over de ganse sectie van de rookruimte moeten verdelen (horizontale verdeling).

Vanuit de stuwruimte wordt de rook naar beneden in de rookruimte gevoerd. Vóór de ingang en aan de uitgang van deze ruimte zijn verdeelroosters geplaatst die tot doel hebben de rooktoelaat tot de rookruimte in verticale richting zo gelijkmatig mogelijk te verdelen.

In de rookruimte strijkt het rook-luchtmengsel horizontaal over de opgehangen visprodukten. Teneinde eventueel de temperatuur van de rook in de langsrichting van de tunnel op peil te kunnen houden, is de rookruimte in vier afdelingen verdeeld, die

van elkaar gescheiden zijn door radiatorvormige verwarmingselementen.

De rook wordt tenslotte uit de rookruimte getrokken door middel van een ventilator die in de afvoerschouw is ondergebracht en er een gedwongen trek in teweeg brengt. Door middel van een instelbare schuif is het echter mogelijk het rookdebiet dat wordt afgevoerd, te beperken. Een gedeelte van de rook wordt gerecupereerd en terug naar boven aan de ingang van de rooktunnel geleid ; samen met verse rook en lucht wordt hij terug in circulatie gebracht.

2. Aanpassingen.

Van de mogelijkheden van de Torry-tunnel werd, van bij het begin, uitgegaan om een nieuw fundamenteel principe in te voeren, nl. koud en warm roken (of stomen) in één en dezelfde tunnel. Het koud roken is in hoofdzaak een droogproces, waarbij zoveel rook gegeven wordt dat de vis in de noodzakelijke droogtijd de gewenste kleur en smaak krijgt ; men neemt aan dat de temperatuur die moet worden gebruikt op ca 30°C ligt. Bij het warm roken wordt de vis gedurende een bepaalde tijd op een temperatuur van ca 80°C gehouden.

Daarenboven werden, op basis van de hoger vermelde inleidende studies, bij de constructie van de tunnel bijzondere voorwaarden opgedrongen, nl.

- a) de temperatuur in de tunnel moest kunnen vast ingesteld worden in een gebied 20-40°C en 70-95°C,
- b) de stoomdruk mocht om constructieve redenen niet meer dan 7 kg/cm² bedragen,
- c) het maximale stoomverbruik mocht de 300 kg per uur niet overschrijden,
- d) de afmetingen van de apparatuur moesten op een industriële grootte gesteld worden, teneinde resultaten te bekomen die ook voor de praktijk gelden.

C. De rookfactoren.

De volgende factoren hebben een belangrijke invloed op het rookproces : de warmte-overdracht en temperatuur, de samenstelling en de snelheid van het rook-luchtmengsel en de relatieve vochtigheid. Behalve deze externe veranderlijke elementen kan worden verwacht dat de vis zelf - naar soort, kwaliteit en voorbehandeling (inzouten, bevroren) - op verschillende wijzen zal reageren bij het ondergaan van het rook- of het stoomproces ; deze interne factoren konden evenwel tot nog toe niet in het onderzoek opgenomen worden

1. Warmte-overdracht en temperatuur.

a) Warmte-overdracht.

Binnen het kader van de aanpassingen aan de tunnel was het noodzakelijk een oppuntstelling van de controle-elementen en de regeltoestellen door te voeren. Deze afstelling maakte het mogelijk de warmte-overdracht te regelen en een idee te vormen omtrent de droogsnelheid.

Bij dit onderzoek waren de nuttige warmte-opnemers en de warmte-verliezen van betekenis. Onder de nuttige warmte-opnemers is onder meer de voorverwarming van de lucht te vermelden ; om de produkten te drogen moet deze instaan voor het afleveren van de verdampingswarmte. De warmte-verliezen worden veroorzaakt door straling en warmteconductie en omvatten tevens de warmte-inhoud van de ontsnappingslucht.

De ideale toestand moest gezocht worden in een stabiel evenwicht, hetgeen een belangrijk onderzoeksobject vormt. Uit de studie is naar voren gekomen dat een volkomen evenwicht tot nog toe niet kon worden bereikt, zelfs niet onder constante omstandigheden van temperatuur en relatieve vochtigheid van de buitenlucht. Het droogproces varieert met het drogen zelf ; de produkten hebben in natte en droge en in vette en magere toestand een gans verschillende warmtegeleidingscoëfficiënt, waardoor de werkomstandigheden continu gewijzigd worden.

Wanneer de conductie van de warmte langs de ophangspeten verwaarloosd wordt, evenals de warmtestraling door de omgevende massa's van de tunnel, dan zou alle warmte die nodig is om het water uit de visprodukten te verdampen, bekomen moeten worden door een rechtstreekse warmtewisseling tussen de omgevende lucht en de oppervlakte van de vis. Algemeen geldt dat de warmte-overdrachtsnelheid kan bepaald worden uit :

$$\frac{d Q}{d t} = k . \Delta T C$$

waarbij k = warmtegeleidingscoëfficiënt

C = werkzame oppervlakte

ΔT = het temperatuur-verschil tussen lucht en vis.

Teneinde een juist idee te krijgen omtrent de onderlinge invloed en het complexe gedrag van het temperatuur-verloop in de tunnel werd bij de studie een theoretische warmte-balans opgemaakt. Hieruit konden de overeenkomstige overdrachts-functie, evenals de invloed die de afzonderlijke parameters op deze functie uitoefenen bepaald worden. Door analogie werden eveneens gegevens bekomen over de richting waarin de temperatuurregelende elementen zouden moeten variëren.

b) Temperatuur.

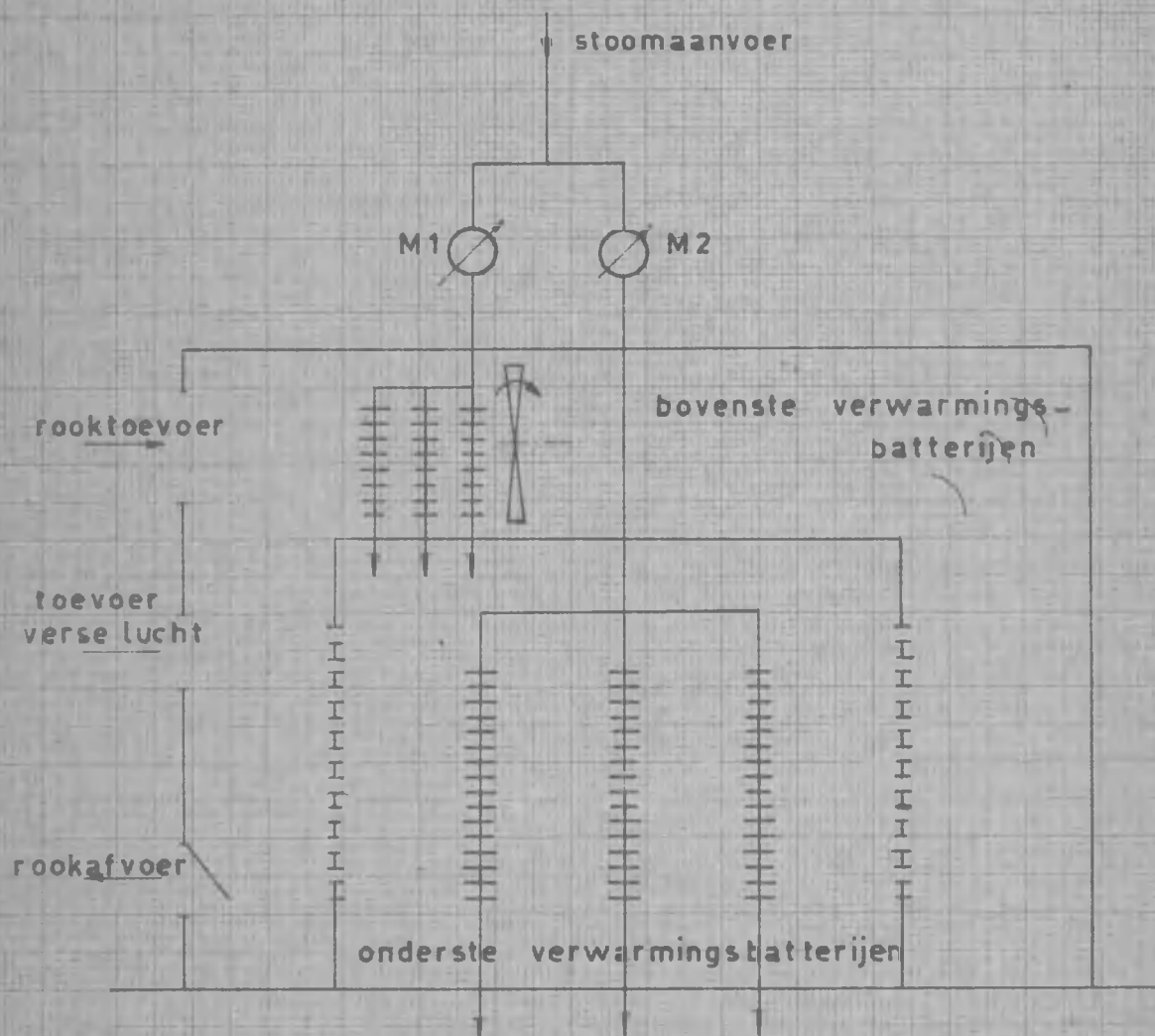
Eén van de belangrijkste factoren die in het rookproces een rol speelt, is de temperatuur in de tunnel. De kennis van de invloed van de temperatuur op het droog- en rookproces vereist evenwel een controle over die temperatuur.

In dit licht drong zich onmiddellijk de studie op van het temperatuurregelend mechanisme van de rooktunnel. Deze studie omvatte :

- (a) een beschrijving van het temperatuurcontrole-systeem ;
- (b) een theoretische studie van de te verwachten temperatuur-variëatie in functie van de tijd ;
- (c) het gedrag van de thermostaatoverdrachtsfunctie ;
- (d) de temperatuurinstelling in de rookruimte.

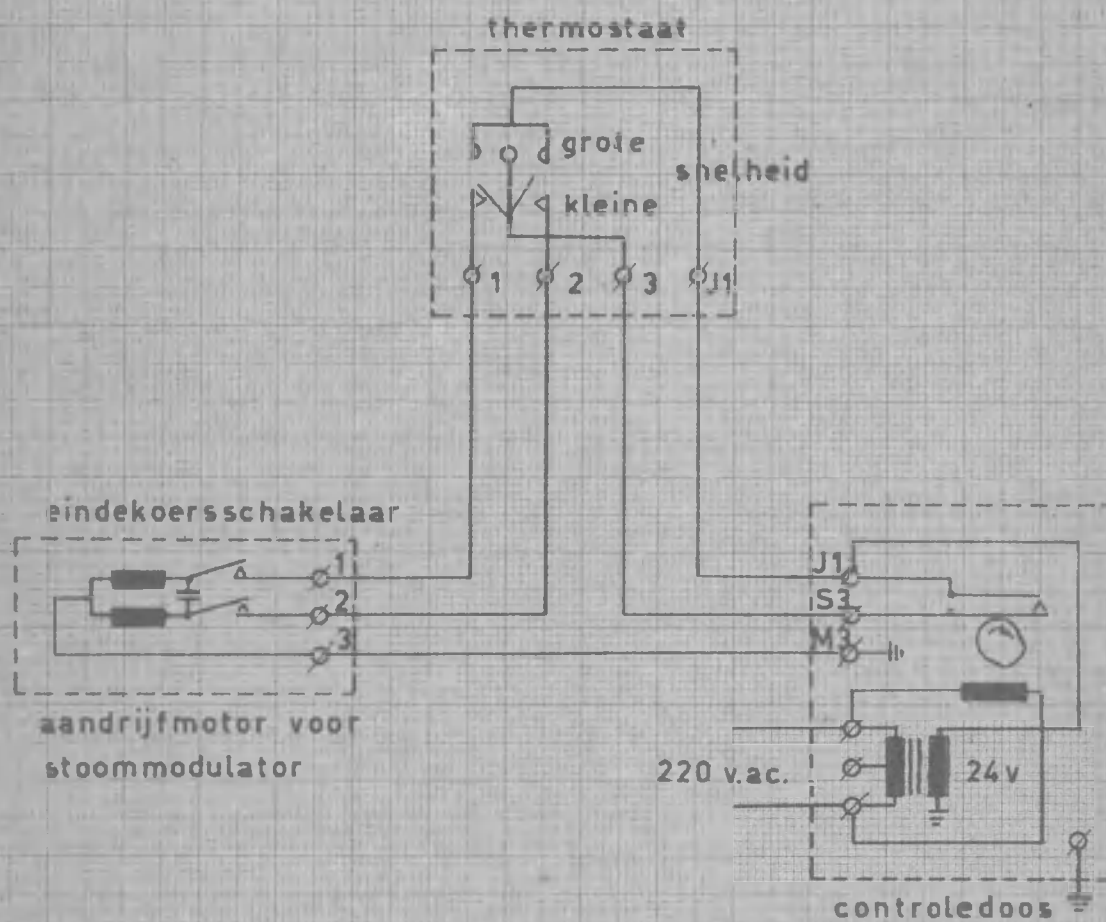
FIGUUR : 1

SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE TUNNEL MET
AANDUIDING VAN DE PLAATS VAN OPSTELLING VAN
DE VERWARMINGSELEMENTEN



FIGUUR 2

PRINCIPESCHEMA VAN DE ELECTRISCHE KRINGEN



1) Het temperatuurcontrole-systeem.

Teneinde enig inzicht te bekomen in de werking van het temperatuurregelingsmechanisme en in de reactie van de tunnel op de diverse variabelen is het vooraf noodzakelijk het controle-systeem te analyseren.

De benodigde temperatuur in de rooktunnel wordt bekomen door twee stelsels verwarmingselementen, die door stoom op een druk van 3 à 4 kg/cm² gespijsd worden. Het eerste verwarmingsstelsel is opgesteld vóór een ventilator die de verse buitenlucht samen met de in de rookgeneratoren ontwikkelde rook aanzuigt en in circulatie brengt. Het tweede stelsel verwarmingselementen is regelmatig verspreid in de rookruimte en beoogt de rookgassen bij het doorvloeien van de tunnel eventueel terug op te warmen, zodat de temperatuur in de langsrichting van de rookruimte zo constant mogelijk blijft. In figuur 1 wordt de plaats van opstelling van de verwarmingselementen schematisch weergegeven.

De stoomtoevoer naar de verwarmingsbatterijen wordt geregeld door de stoommodulatiekleppen (M1 en M2) ; deze kleppen worden op hun beurt bevolen door thermostaten die zich in de rookruimte bevinden.

De aandrijvingsmotor van de stoomkleppen en de thermostaten worden elektrisch gevoed vanuit een controledoos (zie figuur 2). Deze doos bevat een transformator en een kleine motor. De transformator zet de 220 Volt netspanning om tot 24 Volt spanning en deze laatste dient als voeding van de stoommodulatormotor.

De motor in de controledoos heeft op zijn as een nok, die bij iedere omwenteling een contact sluit. Alhoewel de motor met een constante snelheid draait, is de sluitingsduur van het contact regelbaar door het instellen van de breedte van de nok.

In parallel met de nokschakelaar staan de schakelaars "grote snelheid" en "kleine snelheid" van de thermostaat. De schakelaars "grote snelheid" sluiten zich enkel wanneer het verschil tussen de temperatuur in de rookruimte en de instelling van de thermostaat belangrijk is.

Deze thermostaatcontacten die de nokschakelaar in de controledoos overbruggen, zullen bij sluiting de omkeerbare modulatormotor in de ene of de andere zin bestendig laten lopen.

Wordt de modulatormotor echter aangedreven door tussenkomst van de "kleine snelheid"-schakelaars, dan zal het openen of het sluiten van de stoomkleppen langzamer gebeuren. De beweging van de klepmotor wordt bij iedere omwenteling van de nokkenas immers onderbroken en de resulterende regelingssnelheid wordt bij een bepaald toerental van de controlenok vastgelegd door de instelling van de nokbreedte.

Door het feit nu dat door het nokkencontact de controle door deze kringloop beurtelings geopend en gesloten wordt, zal de klepmotor slechts stapsgewijze de stoommodulator openen of sluiten. Intussen zal de vereiste stoomtoename of -afname ook geleidelijk geschieden en zal de temperatuur zich in de gevraagde zin aanpassen.

2) Studie van de temperatuurvariatie van de vis in functie van de tijd.

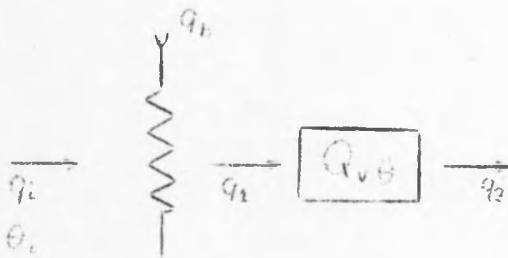
De temperatuurvariatie van de vis in functie van de tijd werd in het onderzoek benaderd aan de hand van twee analyses, nl. een eerste analyse, waarbij de rookruimte met zijn inhoud als één geheel wordt beschouwd en een tweede analyse, waarbij de vis en de rook als afzonderlijke elementen in aanmerking worden genomen. Achteraf werden in de uit de analyses bekomen algemene vergelijking de praktische waarden die voor de rooktunnel gegeven zijn, ingevoerd.

Met het oog op het opstellen van de wiskundige vergelijkingen werd aangenomen dat de warmtetoeename sprongsgewijze geschiedt : deze veronderstelling is aanneembaar daar de warmtetoeename van de verwarmingsbatterijen praktisch volledig en heel kortstondig gebeurt van zodra de stoomkleppen geopend worden.

(i) Eerste analyse.

In de eerste analyse waarbij de rookruimte met zijn inhoud als één geheel wordt beschouwd, werd uitgegaan van een warmtetoevoer die enkel dient voor het droogproces van de producten en voor de opwarming van de tunnel, de rookgassen en de vis ; de warmte, door de rooktunnel afgestaan aan de omgeving, werd aldus verwaarloosd. Ook werd geen rekening gehouden met een recuperatie van de warmte, hetgeen betekent dat de tunnel werkt in open kring.

Figuur 3 geeft schematisch de voorstelling van de warmte-overdracht in de tunnel.



Figuur 3 - Schematische voorstelling van de warmte-overdracht in de tunnel (eerste analyse).

In deze figuur is :

- q_b : de door de stoombatterijen toegevoerde warmtevlod (kcal/h) ;
- q_i : de warmtevlod afkomstig van de rookgassen (kcal/h.) ;
- Q_v : de warmte-inhoud van de rookkamer, metalen massa's, gasmengsel en te roken produkten inbegrepen (kcal) ;
- q_2 : de warmtevlod aan de uitgang van de tunnel, afkomstig van de afvoer van de rook (kcal/h.) ;
- θ_b : de temperatuur van de verwarmingsbatterijen (in °C) ;
- θ : de temperatuur van de rookkamer (in °C).

Met bovenstaande gegevens kunnen volgende thermische evenwichtsvergelijkingen worden opgesteld :

(a) Het thermisch evenwicht bij de verwarmingsbatterijen :

$$q_1 + q_b = q_1 \quad (1)$$

(b) Het thermisch evenwicht bij de rooktunnel :

$$q_1 = q + q_2 \quad (2)$$

$$\text{waarbij } q = \frac{dQ_v}{dt}$$

Verder wordt de als constant aangenomen warmtecapaciteit C van de rooktunnel gegeven door de betrekking :

$$C \cdot \theta = Q_v$$

$$\text{of} \quad C \cdot \frac{d\theta}{dt} = \frac{dQ_v}{dt} = q \quad (3)$$

De waarde Q_v in vergelijking (2) overgebracht, geeft :

$$q_1 = C \cdot \frac{d\theta}{dt} + q_2 \quad \text{of} \quad \frac{d\theta}{dt} = \frac{q_1 - q_2}{C} \quad (4)$$

Rekening gehouden met vergelijking (1), wordt de "temperatuursnelheid" :

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{q_1 + q_b - q_2}{C}$$

Het oplossen van deze vergelijking kan geschieden aan de hand van het begrip thermische weerstand, dat algemeen gedefinieerd wordt door :

$$R = \frac{\theta}{q} \quad (\text{in } ^\circ\text{C}, q \text{ in kcal/h.})$$

De waarde van R wordt in het beschouwde temperatuurgebied als constant aangenomen. Hieruit vloeit voort dat de thermische weerstand van de verwarmingsbatterijen gegeven wordt door :

$$R_b = \frac{\theta_b - \theta}{q_b + q_1} = \frac{\theta_b - \theta}{q_1}$$

terwijl aan de uitlaat een thermische weerstand wordt gevonden van :

$$R_2 = \frac{\theta}{q_2}$$

Wanneer de aldus bepaalde waarden van q_1 en q_2 in (4) worden vervangen, wordt de vergelijking van de temperatuursnelheid :

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\theta_b - \theta}{R_b C} - \frac{\theta}{R_2 C}$$

of :

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{C} \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{\theta_b}{R_b C}$$

Dit kan geschreven worden als :

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{\theta}{\tau_1} = \frac{\theta_b}{\tau_1} \quad , \quad (5)$$

waarbij gesteld wordt :

$$\frac{1}{\tau_1} = \frac{1}{C R_b} \quad \frac{1}{\tau_2} = \frac{1}{C} \left(\frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (6)$$

$$(7)$$

De differentiaalvergelijking (5) kan opgelost worden door gebruik te maken van de Laplace-transformaties. Volgens deze transformatie bekomt men bij definitie :

$$F(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt = \mathcal{L} [f(t)]$$

Voor de verschillende termen van (5) geeft dit achtereenvolgens :

(a) $\mathcal{L} \left[\frac{d\theta}{dt} \right] = s\theta(s) - \theta(0+)$, waarbij $\theta(0+)$ de temperatuur voorstelt op het ogenblik $t = 0+$. Toegepast in figuur 3 betekent de term $\theta(0+)$ dan θ_1 , zijnde de begintemperatuur van de rook.

(b) $\mathcal{L} \left[\frac{\theta}{\tau_2} \right] = \frac{1}{\tau_2} \theta(s)$

(c) $\mathcal{L} \left[\frac{\theta_b}{\tau_1} \right] = \frac{\theta_b}{s\tau_1}$

Immers, zoals werd aangenomen, is de functie van de tijd θ_b een sprongfunctie, zodat geschreven kan worden :

$\theta_b(t) = \theta_b \cdot U(t)$, waarbij $U(t)$ de eenheidsprongfunctie is die

bepaald wordt door $U(t) = 0$ voor $t < 0$

en $U(t) = 1$ voor $t \geq 0$

Uiteindelijk wordt de vergelijking (5) :

$$s\theta(s) - \theta_1 + \frac{1}{\tau_2} \theta(s) = \frac{\theta_b}{s\tau_1}$$

of
$$\Theta(s) = \frac{s \cdot \Theta_i \cdot \tau_1 + \Theta_b}{s \tau_1 (s + \frac{1}{\tau_2})} = \frac{\Theta_i}{s + \frac{1}{\tau_2}} + \frac{\Theta_b}{s \tau_1 (s + \frac{1}{\tau_2})}$$

Door de inverse transformatie toe te passen volgens :

$$f(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{\sigma - j\infty}^{\sigma + j\infty} F(s) e^{st} ds = \frac{1}{2\pi j} \oint F(s) e^{st} ds = \mathcal{L}^{-1}[F(s)]$$

bekomt men :
$$\Theta = \Theta_i \cdot e^{-t/\tau_2} + \frac{\Theta_b}{\tau_1} \left[\frac{1 - e^{-t/\tau_2}}{1/\tau_2} \right]$$

of
$$\Theta = \frac{\tau_2}{\tau_1} \Theta_b \left[1 - e^{-t/\tau_2} \right] + \Theta_i \cdot e^{-t/\tau_2} \quad (8)$$

Indien dus $t = 0$ is inderdaad $\Theta = \Theta_i$

De vergelijking (8) kan ook geschreven worden als volgt

$$t = \tau_2 \cdot \ln \frac{\Theta_i - \frac{\tau_2}{\tau_1} \Theta_b}{\Theta - \frac{\tau_2}{\tau_1} \Theta_b}$$

daar echter

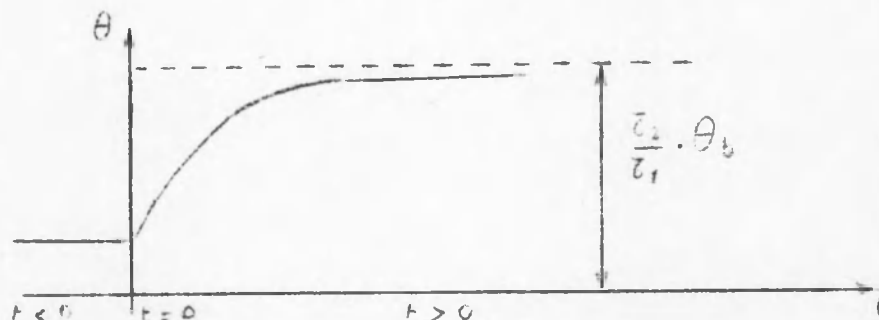
$$\frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{R_2}{R_2 + R_b}$$

is

$$t = \tau_2 \ln \frac{\Theta_i - \frac{R_2}{R_2 + R_b} \cdot \Theta_b}{\Theta - \frac{R_2}{R_2 + R_b} \cdot \Theta_b}$$

Grafisch voorgesteld (zie figuur 4), ziet er het verloop van de temperatuur in functie van de tijd als volgt uit :

Figuur 4 - Temperatuur in functie van de tijd.



De temperatuur van de rookkamer streeft aldus volgens een exponentiële wet asymptotisch naar de waarde :

$$\frac{\tau_2}{\tau_1} \cdot \theta_b$$

Zoals werd aangenomen, is de initiële temperatuur θ_i constant, zo dat het de tijdsconstante τ_2 is die de temperatuurgradiënt in functie van de tijd zal bepalen.

$$\text{Anderzijds is } \tau_2 = C \cdot \frac{R_b \times R_2}{R_b + R_2}, \quad (9)$$

waarbij

- (a) R_b : een constante waarde is, eigen aan de verwarmingselementen;
 - (b) R_2 : afhankelijk is van de stand van de uitlaatklep, die eveneens de kringloop bepaalt ;
 - (c) C : afhankelijk is van de hoeveelheid en de aard van de lading.
- Uit de definitie (9) vloeit voort dat de temperatuurgradiënt afhankelijk zal zijn van de stand van de uitlaatklep en de aard en de hoeveelheid van de lading.

In het bijzonder geval dat $q_i = 0$ en ook $\theta_i = 0$, wordt (8)

$$\theta_o = \frac{\tau_2}{\tau_1} \theta_b (1 - e^{-t/\tau_2}) \quad (10)$$

Uit de vergelijkingen (8) en (10) kan nu het temperatuurverloop bepaald worden, respectievelijk voor het geval dat de rookgassen reeds gedurende een langere tijd aanwezig zijn en voor het geval dat er geen rook aanwezig is.

De snelheid van de temperatuurvariatie juist na het openen van de stoomtoevoer zal in het eerste geval gegeven worden door :

$$\theta^1 = \left[\frac{d\theta}{dt} \right]_{t=0} = \frac{\theta_b}{\tau_1} - \frac{\theta_1}{\tau_2}$$

en in het tweede geval door :

$$\theta_o^1 = \left[\frac{d\theta}{dt} \right]_{t=0} = \frac{\theta_b}{\tau_1}$$

Uit de verhouding van θ^1 en θ_o^1 , nl.

$$\frac{\theta^1}{\theta_o^1} = 1 - \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{\theta_i}{\theta_b} = 1 - \frac{R_2 + R_b}{R_2} \cdot \frac{\theta_i}{\theta_b}$$

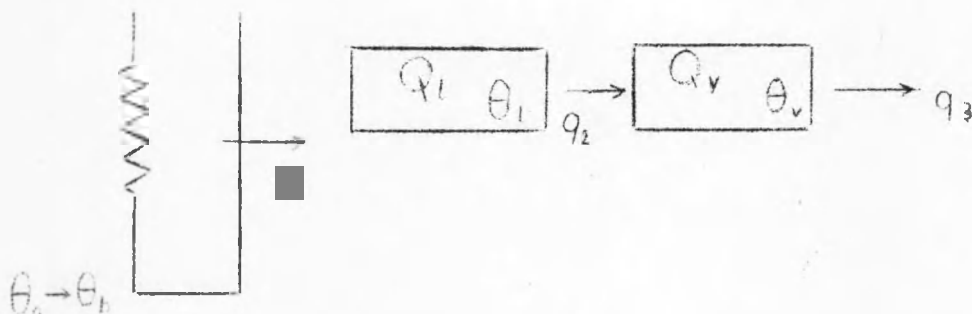
is af te leiden dat de temperatuursnelheid θ^1 in ieder geval kleiner is dan θ_o^1 .

(ii) Tweede analyse.

De hierboven weergegeven berekeningen gelden slechts voor het temperatuurverloop in een tunnel, waarbij de ruimte met zijn inhoud als één geheel wordt beschouwd en een overeenkomstige warmtecapaciteit C wordt toegekend.

Wil men echter de temperatuur van de te roken visprodukten zelf in functie van de tijd volgen, dan moet men de warmtecapaciteit C_l van de tunnel en de gasen onderscheiden van de warmtecapaciteit C_v van de vislading.

In dit geval kan het schema van de tunnel, als thermisch element, als volgt weergegeven worden (zie figuur 5).
Figuur 5 - Schematische voorstelling van de warmte-overdracht in de tunnel (tweede analyse).



Hierbij wordt thans :

q_1 : de warmtevloed naar het rookluchtmengsel en de massa van de tunnel (kcal/h.) ;

q_2 : de warmtevloed van de rooklucht naar de te roken vislading (kcal/h.) ;

q_3 : de warmtevloed aan de uitgang van de tunnel (d.w.z. juist na de vislading) (kcal/h.) ;

Q_1 : de warmte-inhoud van het rookluchtmengsel en de tunnel (kcal) ;

Q_v : de warmte-inhoud van de vis ;

θ_0 : de oorspronkelijke temperatuur van de verwarmingsbatterijen op het tijdstip $t < 0$;

θ_b : de temperatuur van de warmtebron op het tijdstip $t \geq 0$;

θ_1 : de temperatuur van het rookluchtmengsel en de massa van de tunnel op het ogenblik $t < 0$, d.w.z. juist vóór het toelaten van de stoom in de verwarmingselementen ;

θ_v : de temperatuur van de vis op het ogenblik $t < 0$;

θ : de ogenblikkelijke temperatuur van de vis.

Verder worden de volgende thermische weerstanden bepaald door :

$r_1 = \frac{\theta_b - \theta_1}{q_1}$: zijnde de **thermische** weerstand van de warmte-overdracht van de verwarmingselementen naar het rookluchtmengsel ;

$r_2 = \frac{\theta_b - \theta_v}{q_2}$: de thermische weerstand van de warmte-overdracht van het rookluchtmengsel naar de vislading en naar de uitgang ;

$r_3 = \frac{\theta_v}{q_3}$: de thermische weerstand van de warmte-overdracht aan de uitgang.

Ook heeft men de warmte-capaciteiten, die bepaald zijn door :

$C_1 = \frac{Q_1(0)}{\theta_1}$ voor het rookluchtmengsel en de tunnel

en $C_v = \frac{Q_v(0)}{\theta_v}$ voor de vis.

Hierbij betekent $Q_1(0)$ en $Q_v(0)$ de warmte-inhoud op het ogenblik $t < 0$.

Deze waarden, evenals de hierboven gedefinieerde thermische weerstanden, worden in het beschouwde temperatuurbereik beschouwd als constanten.

De evenwichtsvergelijkingen kunnen dan als volgt worden geschreven :

$$\Theta_b \cdot \mathcal{V}(t) = \left(r_1 + \frac{1}{pC_1}\right) q_1 - \frac{1}{pC_1} \cdot q_2 \quad (*)$$

$$0 = -\frac{1}{pC_1} \cdot q_1 + \left(r_2 + \frac{1}{pC_1} + \frac{1}{pC_v}\right) q_2 - \frac{1}{pC_v} \cdot q_3$$

$$0 = -\frac{1}{pC_v} \cdot q_2 + \left(\frac{1}{pC_v} + r_3\right) q_3$$

waarbij $\Theta_b \mathcal{V}(t)$ de sprongfunctie is.

Door de Laplace-transformatie wordt bekomen :

$$\left(r_1 + \frac{1}{sC_1}\right) p_1(s) - \frac{1}{sC_1} p_2(s) = \frac{\Theta_1}{s} - \frac{p_1(0)}{sC_1} + \frac{p_2(0)}{sC_1} \quad (1')$$

$$\begin{aligned} & -\frac{1}{sC_1} p_1(s) + \left(r_2 + \frac{1}{sC_1} + \frac{1}{sC_v}\right) p_2(s) - \frac{1}{sC_v} p_3(s) \\ & = \frac{p_1(0)}{sC_1} - \left(\frac{p_2(0)}{sC_1} + \frac{p_2(0)}{sC_v}\right) + \frac{p_3(0)}{sC_v} \end{aligned} \quad (2')$$

$$-\frac{1}{sC_v} p_2(s) + \left(r_2 + \frac{1}{sC_v}\right) p_3(s) = \frac{p_2(0)}{sC_v} - \frac{p_3(0)}{sC_v} \quad (3')$$

waarbij $p_1(s) = \mathcal{L}\{q_1\}$, $p_2(s) = \mathcal{L}\{q_2\}$ en $p_3(s) = \mathcal{L}\{q_3\}$

$$p_1(0) = \int_0^\infty q_1 \cdot dt$$

$$p_2(0) = \int_0^\infty q_2 \cdot dt$$

$$p_3(0) = \int_0^\infty q_3 \cdot dt$$

Nu is $\int_0^\infty (q_1 - q_2) dt$ de aanvankelijke warmte-inhoud van het rookgasmengsel

(*) De notatie $\frac{1}{p}$ staat voor het integratiesymbool met betrekking tot de tijd.

$$\text{of } \int^{\circ} (q_1 - q_2) dt = Q_1(o)$$

$$\text{of nog } \frac{P_1(o) - P_2(o)}{C_1} = \frac{Q_1(o)}{C_1} = \theta_1 = \theta_o \frac{r_2 + r_3}{r_1 + r_2 + r_3}$$

waarbij nu θ_o de temperatuur betekent van de verwarmingsbatterijen vóór de aanvang van het overgangsverschijnsel.

$$\text{Analoog is : } \int^{\circ} (q_2 - q_3) dt = Q_v(o) \text{ en}$$

$$\text{dus } \frac{P_2(o) - P_3(o)}{C_v} = \frac{Q_v(o)}{C_v} = \theta_v = \theta_o \frac{r_3}{r_1 + r_2 + r_3}$$

Indien verder de notatie $r_1 + r_2 + r_3 = R$ ingevoerd wordt, kunnen de vergelijkingen (1'), (2') en (3') geschreven worden als volgt :

$$\left(r_1 + \frac{1}{sC_1}\right) p_1(s) - \frac{1}{sC_1} p_2(s) = \frac{R \cdot \theta_b - \theta_o (r_2 + r_3)}{s R}$$

$$- \frac{1}{sC_1} p_1(s) + \left(r_2 + \frac{1}{sC_1} + \frac{1}{sC_v}\right) p_2(s) - \frac{1}{sC_v} p_3(s) = \theta_o \frac{r_2}{sR}$$

$$- \frac{1}{sC_v} p_2(s) + \left(\frac{1}{sC_v} + r_3\right) p_3(s) = \theta_o \frac{r_3}{R}$$

Bij invoering van volgende notaties :

$$A = r_1 + \frac{1}{sC_1} \quad B = \frac{1}{sC_1} \quad C = r_2 + \frac{1}{sC_1} + \frac{1}{sC_v}$$

$$D = \frac{1}{sC_v} \quad E = r_3 + \frac{1}{sC_v}$$

worden de vergelijkingen respectievelijk :

$$A p_1(s) - B p_2(s) = \frac{R \theta_b - \theta_o (r_2 + r_3)}{s R} \quad (4')$$

$$- B p_1(s) + C p_2(s) - D p_3(s) = \theta_o \frac{r_2}{sR} \quad (5')$$

$$- D p_2(s) + E p_3(s) = \theta_o \frac{r_3}{sR} \quad (6')$$

Dit stelsel van drie vergelijkingen met drie onbekenden kan worden opgelost door middel van de methode der determinanten. Aldus wordt de waarde van $p_3(s)$ bepaald uit :

$$p_3(s) = \frac{\Delta_3}{\Delta}, \text{ waarbij}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} A & -B & 0 \\ -B & C & D \\ 0 & -D & E \end{vmatrix} \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} A & -B & \frac{R\theta_b - \theta_o(r_2 + r_3)}{sR} \\ -B & C & \theta_o \frac{r_2}{sR} \\ 0 & -D & \theta_o \frac{r_3}{sR} \end{vmatrix}$$

Uitgewerkt in functie van de oorspronkelijk gekozen parameters wordt bekomen :

$$\begin{aligned} \Delta &= ACE - AD^2 - B^2E = r_1 r_2 r_3 + \frac{r_3}{sC_1} (r_1 + r_2) + \frac{r_1}{sC_v} (r_2 + r_3) \\ &\quad + \frac{R}{s^2 C_1 C_v} \\ \Delta_3 &= AC \theta_o \frac{r_3}{sR} + AD \theta_o \frac{r_2}{sR} - B^2 \theta_o \frac{r_3}{sR} + BD \left[\frac{R\theta_o - \theta_o(r_2 + r_3)}{sR} \right] \\ &= \frac{\theta_o}{sR} \left[r_1 r_2 r_3 + \frac{r_3}{sC_1} (r_1 + r_2) + \frac{r_1}{sC_v} (r_2 + r_3) \right] + \frac{\theta_b}{s^3 C_1 C_v} \end{aligned}$$

Wordt hierin gesteld :

$$M = r_1 r_2 r_3 + \frac{r_3}{sC_1} (r_1 + r_2) + \frac{r_1}{sC_v} (r_2 + r_3) \text{ en } N = \frac{R}{s^2 C_1 C_v}$$

dan wordt $\Delta = M + N$

$$\Delta_3 = \frac{\theta_o}{sR} M + \frac{\theta_b}{sR} N$$

$$\text{of } p_3(s) = \frac{\frac{\theta_o}{sR} M + \frac{\theta_b}{sR} N}{M + N} = \frac{\theta_o}{sR} \cdot \frac{M + \frac{\theta_b}{\theta_o} N}{M + N} = \frac{\theta_o}{sR} \left[1 + \frac{N}{M + N} \left(\frac{\theta_b}{\theta_o} - 1 \right) \right]$$

$$\text{of nog : } p_3(s) = \frac{\theta_o}{sR} + \frac{1}{sR} \cdot \frac{N}{M + N} (\theta_b - \theta_o)$$

$$\text{Daar } \frac{N}{M + N} = \frac{R}{s^2 r_1 r_2 r_3 C_1 C_v + s [r_3 C_v (r_1 + r_2) + r_1 C_1 (r_2 + r_3)] + R}$$

wordt uiteindelijk :

$$p_3(s) = \frac{\theta_o}{sR} + \frac{\theta_b - \theta_o}{s \{ s^2 r_1 r_2 r_3 C_1 C_v + s [r_3 C_v (r_1 + r_2) + r_1 C_1 (r_2 + r_3)] + R \}}$$

Indien verder wordt aangenomen dat $\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{1}{R_1}$ en $\frac{1}{R_2} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}$

en dat $R_1 C_1 = T_1$ en $R_2 C_v = T_2$

dan wordt de noemer van de tweede term in de uitdrukking van $p_3(s)$:

$$s r_1 r_2 r_3 C_1 C_v \left[s^2 + s \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) + \frac{R}{r_1 r_2 r_3 C_1 C_v} \right]$$

of nog : $s r_1 r_2 r_3 C_1 C_v (s + a) (s + b)$

met $-a$ en $-b$ zijnde de wortels van de vierkantsvergelijking in s :

$$s^2 + s \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) + \frac{R}{r_1 r_2 r_3 C_1 C_v} = 0$$

Dus zijn a en b gegeven door :

$$+a = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) - \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2 - \frac{R}{r_1 r_2 r_3 C_1 C_v}}$$

$$+b = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right)^2 - \frac{R}{r_1 r_2 r_3 C_1 C_v}}$$

Hierdoor kan dan $p_3(s)$ geschreven worden als :

$$p_3(s) = \frac{\theta_o}{R} + \frac{\theta_b - \theta_o}{r_1 r_2 r_3 C_1 C_v s (s + a) (s + b)}$$

De inverse Laplace-transformatie levert op :

$$q_3 = \frac{\theta_o}{R} + \frac{\theta_b - \theta_o}{r_1 r_2 r_3 C_1 C_v} \left[\frac{1}{ab} + \frac{e^{-at}}{a(a-b)} - \frac{e^{-bt}}{b(a-b)} \right]$$

θ , de ogenblikkelijke temperatuur van de vis, wordt bekomen uit :

$$\theta = q_3 \times r_3$$

$$\text{Verder opmerkende dat : } \frac{1}{ab} = \frac{r_1 r_2 r_3 C_1 C_v}{R},$$

wordt uiteindelijk de uitdrukking van de ogenblikkelijke temperatuur van de vis gegeven door :

$$\theta = \frac{\theta_b r_3}{R} + \frac{\theta_b - \theta_o}{r_1 r_2 C_1 C_v} \left[\frac{e^{-at}}{a(a-b)} - \frac{e^{-bt}}{b(a-b)} \right] \quad (7')$$

Indien thans de twee uiterste waarden van θ in functie van de tijd worden gecontroleerd, bekomt men :

(a) voor $t = 0$ (d.i. de temperatuur van de vis vóórdat de stoom tot de verwarmingsbatterijen wordt toegelaten),

$$e^{-at} = e^{-bt} = 1$$

en θ wordt gegeven door : $\theta_v = \theta_o \frac{r_3}{R}$, hetgeen overeenstemt

met de vooraf veronderstelde beginvoorwaarden.

(b) voor $t = \infty$ wordt de temperatuur bekomen waarnaar de vistemperatuur asymptotisch streeft.

Voor $t = \infty$ worden $e^{-at} = e^{-bt} = 0$ en de temperatuur

van de vis reikt dus naar de waarde :

$$\theta_m = \theta_b \frac{r_3}{R}$$

Door het invoeren van de beginwaarde θ_v en de reikwaarde θ_m van de vistemperatuur in (7') wordt θ bepaald door :

$$\frac{\theta_m - \theta}{\theta_m - \theta_v} = \frac{a \{ -bt \} - b \{ -at \}}{a - b} \quad (8')$$

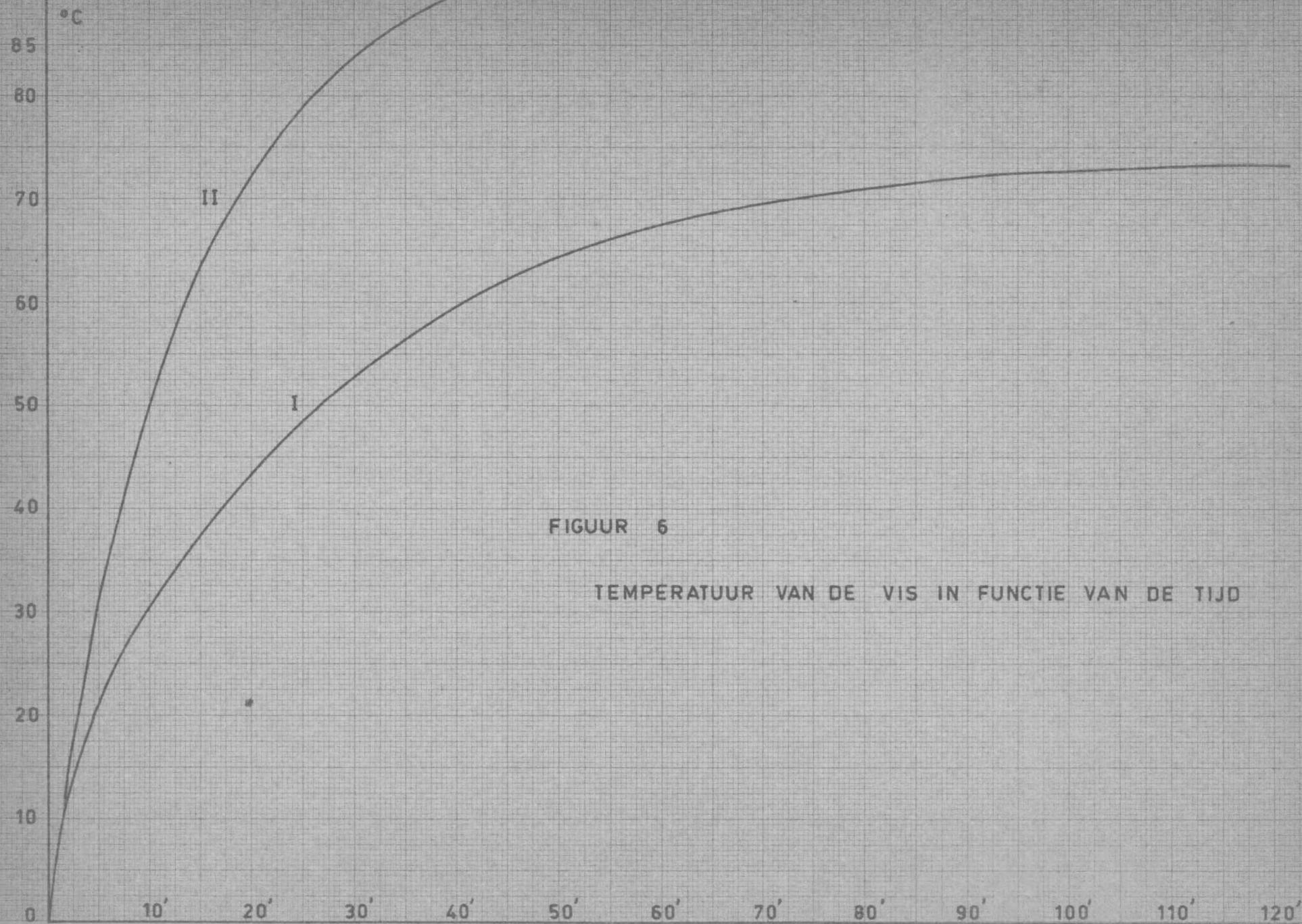
Er kan opgemerkt worden dat wanneer in deze betrekking r_2 gelijk aan nul en $C_v + C_2$ aan C wordt gesteld de vereenvoudigde betrekking uit de eerste analyse teruggevonden wordt.

(iii) Invoering van de waarden van de tunnel in de bekomen vergelijkingen.

Het belang van de in de tweede analyse bekomen algemene vergelijking komt naar voren wanneer de praktische waarden die voor de rooktunnel gegeven zijn, worden ingevoerd.

Deze waarden zijn :

- (a) q_1 : de warmtetoevoer per tijdseenheid door de batterijen geleverd : in totaal 290.000 B.T.U./h of 1.210 kcal/min bij een temperatuur $\theta_b = 110^\circ\text{C}$, zijnde de temperatuur van stoom onder een waargenomen gemiddelde druk van $1,5 \text{ kg/cm}^2$.
- (b) $Q_v(o)$: de warmte-inhoud van 1 ton vis bij 15°C .
De warmte-inhoud van vis bij 15°C bedraagt 96 joule per gram. Dit stemt overeen met $\frac{96.000}{4,27 \times 9,81} = 22,8 \text{ kcal/kg}$ bij 15°C , waaruit
 $Q_v(o) = 22.800 \text{ kcal}$.
- (c) $Q(o)$: de warmte-inhoud van het rookluchtmeengsel en de tunnel bij 15°C .



FIGUUR 6

TEMPERATUUR VAN DE VIS IN FUNCTIE VAN DE TIJD

- Volume rookluchtmengsel : 48 m^3
 soortelijke warmte : $0,313 \text{ kcal/m}^3 \text{ N}$
- Gewicht ijzer : 2 ton met soortelijke warmte : $0,115 \text{ kcal/}$
- Totaal : $245 \text{ kcal/}^\circ\text{C}$; bij $15^\circ\text{C} = 3.675 \text{ kcal}$.

$$(d) C_v = \frac{Q_v(o)}{\theta_v} = \frac{22.800}{15} = 1.520 \text{ kcal/}^\circ\text{C}.$$

$$(e) C_1 = \frac{Q_1(o)}{\theta_1} = \frac{3675}{15} = 245 \text{ kcal/}^\circ\text{C}.$$

(f) r_1, r_2, r_3 kunnen bepaald worden uit de grensvoorwaarden en bedragen respectievelijk :

$$r_1 = 0,855 \cdot 10^{-2}$$

$$r_2 = 1,65 \cdot 10^{-2}$$

$$r_3 = 5,37 \cdot 10^{-2}$$

Met de hoger vermelde gegevens bekomt men :

$$R = 7,875 \cdot 10^{-2}$$

$$R_1 = 0,565 \cdot 10^{-2}$$

$$R_2 = 1,26 \cdot 10^{-2}$$

$$T_1 = R_1 C_1 = 1,38$$

$$T_2 = R_2 C_v = 19,2$$

$$a = 3,6 \cdot 10^{-2}$$

$$b = 0,742$$

$$m = 75^\circ\text{C}$$

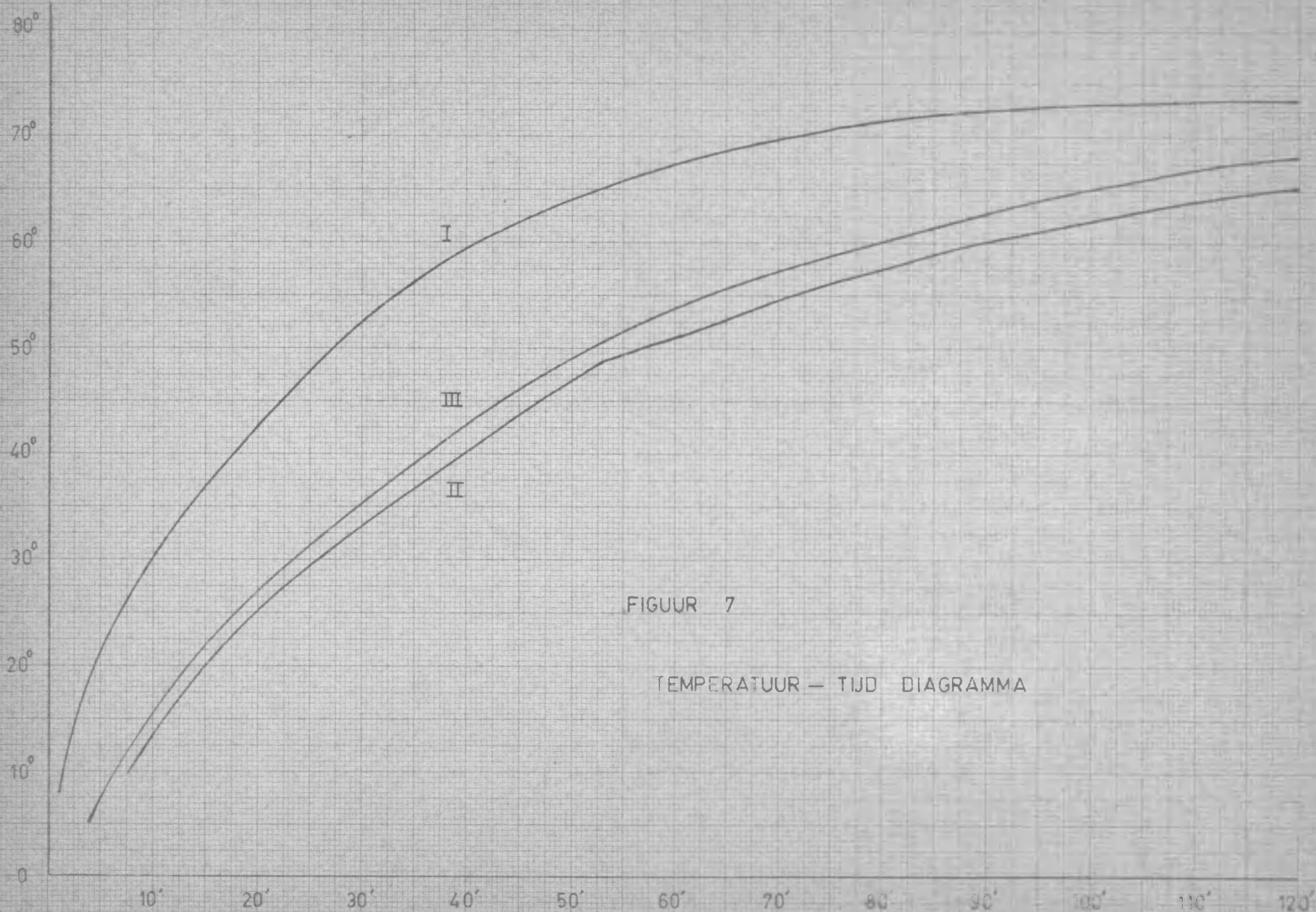
$$\theta_v = 15^\circ\text{C}$$

De betrekking die de temperatuur van de vis in functie van de tijd weergeeft, wordt aldus :

$$\theta = 75 + 3,6 \xi^{-0,742t} - 63 \xi^{-0,036t} \quad (11)$$

Deze betrekking wordt voorgesteld in de figuur 6, kromme I. In dezelfde figuur geeft de kromme II het verloop weer van de temperatuur van de vis in functie van de tijd, zoals die wordt gegeven door de hoger berekende vereenvoudigde methode. Er werd vermeld dat bij $r_2 = 0$ en $C = C_1 + C_v$ de vereenvoudigde betrekking wordt bekomen. Uit het grote verschil tussen de temperatuurlimieten en de twee temperatuursnelheden volgt onmiddellijk het grote belang van de parameter r_2 .

Teneinde de juistheid van de vooropgestelde parameterwaarden te controleren, werd door middel van een naald-



FIGUUR 7

TEMPERATUUR — TIJD DIAGRAMMA

thermometer aangesloten op een thermograaf het temperatuurverloop van makreel gedurende het rookproces gemeten ; het bekomen meetresultaat werd in kromme II van figuur 7 weergegeven.

Het verloop van de kromme II geeft aanleiding tot de volgende opmerkingen :

(1) De steilheid van het gemeten temperatuursverloop (kromme II) is belangrijk kleiner dan deze van de aanvankelijk berekende kromme I.

(2) De kromme II verloopt niet strikt gelijkmatig, maar vertoont lichte afwijkingen.

Uit deze vaststellingen kunnen dan ook als praktische besluiten naar voren gebracht worden :

(1) Het verloop van de steilheid.

Niettegenstaande de theoretische berekende kromme I en de gemeten vistemperatuur - kromme II asymptotisch naar dezelfde eindtemperatuur reiken, is de stijgsnelheid van laatstgenoemde krommen ver beneden deze van eerstgenoemde.

Deze afwijking kan gezocht worden in een onjuiste schatting van de waarden voor de warmtecapaciteiten C_1 of C_v .

Van beide grootheden is de betrouwbaarheid t.a.v. de C_1 in belangrijke mate groter dan t.a.v. de C_v . In verband met dit laatste gegeven werd slechts één enkel cijfer in de literatuur aangetroffen, nml. dat van Jason A.C. en Long R.A.K. (The specific heat and thermal conductivity of fish muscle - Torrey Research Station - Memoir n° 1.062). Deze onderzoekers bepaalden de warmte-inhoud van vis bij 15°C op 96 joule per gram.

Bij het roken van de vis in de tunnel moet de warmte-capaciteit van de vis niet in afzonderlijke delen per vis-eenheid beschouwd worden, maar moet het te roken produkt als één grote massa aangezien worden bestaande uit een bepaald volume en dat daarenboven uit vis en omgevende lucht is samengesteld.

In de tunnel wordt de vis immers aan speten naast elkaar opgehangen ; deze speten zijn op hun beurt in een wagen vastgehecht en worden aldus als één geheel in de tunnel geschoven. Het resultaat is dat voor het geheel van het te roken produkt een gemiddelde warmte-inhoudswaarde moet worden aangenomen, die sterk afwijkt van de warmteinhoud van de vis zelf.

Rekening gehouden met deze vaststelling werd aan de op te warmen massa een warmteinhoud van 30.000 kcal bij 15°C toegekend. Hiermede komt een warmte-capaciteit van $C_v = 3.000 \text{ kcal/}^\circ\text{C}$ overeen.

De berekeningen leveren dan op :

$$\begin{aligned} r_1 &= 0.855 \cdot 10^{-2} & T_1 &= 1,38 \\ r_2 &= 1,65 \cdot 10^{-2} & T_2 &= 38 \\ r_3 &= 5,37 \cdot 10^{-2} \end{aligned}$$

$$a = 0.02$$

$$b = 0,73$$

Bovendien wordt, om in de voorwaarden te komen die bestaan bij het uitvoeren van de meting, θ op 5°C gesteld.

Uiteindelijk leidt het onderzoek tot de vergelijking :

$$\theta = 75 + 1,93 e^{-0,73t} - 71 e^{-0.02t} \quad (12)$$

Als middel tot controle kan worden opgemerkt dat de grenswaarde van deze vergelijking practisch in overeenstemming is met de vooropgestelde beginwaarden, nl. voor $t = 0$ wordt : $\theta = 75 + 1,93 - 71 = 5,9^\circ\text{C}$.

In figuur 4 stelt de kromme III het verloop van Q de temperatuur van de vis - voor in functie van t berekend volgens de vergelijking (12).

Zoals blijkt, verloopt deze nieuwe curve heel dicht bij de werkelijk gemeten waarde. Hieruit kan worden besloten dat de twee tijdsconstanten T_1 en T_2 met voldoende nauwkeurigheid bepaald werden.

(2) Het ongelijkmatig verloop van kromme II.

Zoals in figuur 7 opvalt, vertoont de gemeten temperatuur-tijdsfunctie kleine onregelmatigheden in het continuverloop.

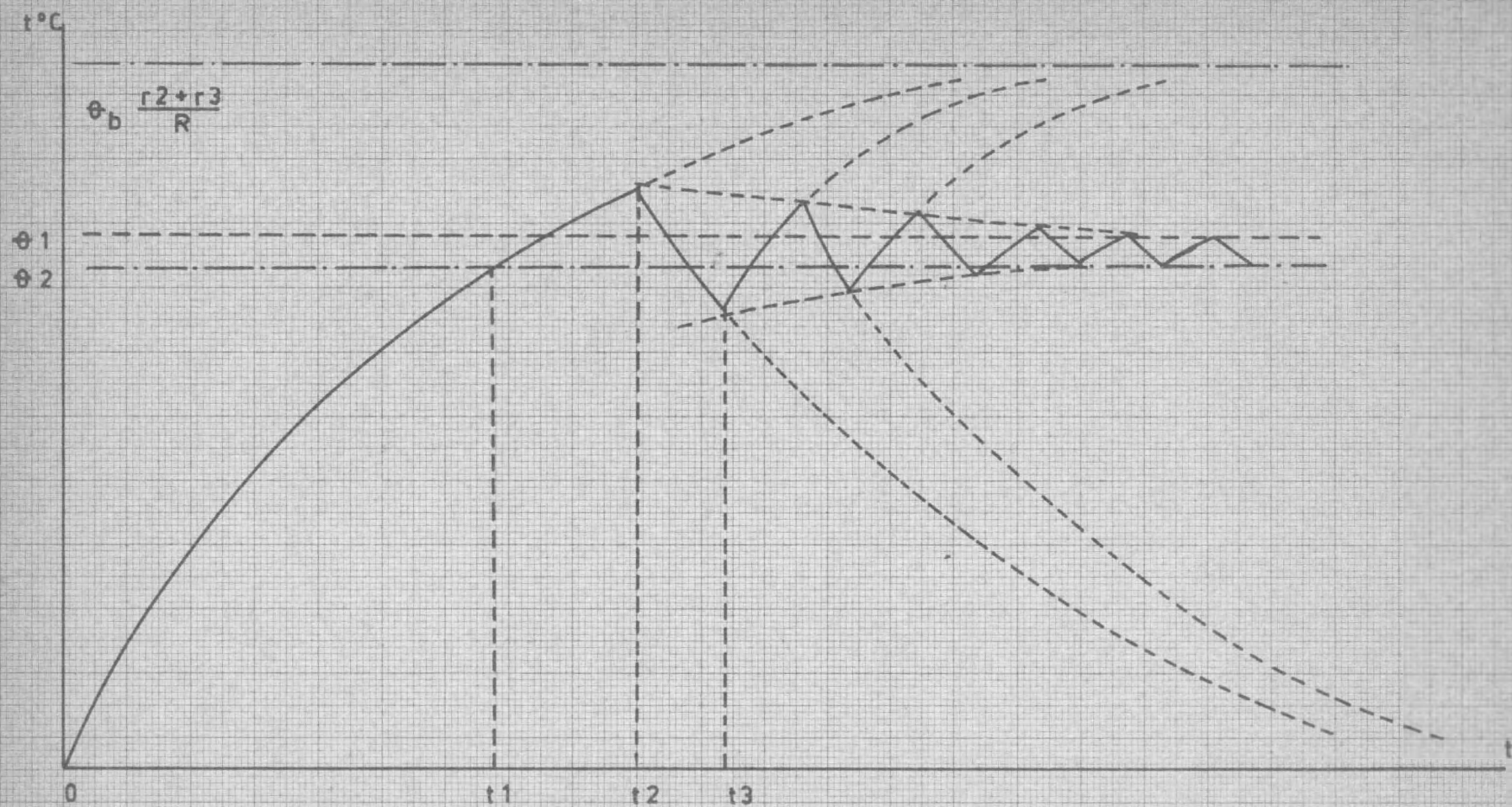
Deze onregelmatigheden zijn te wijten aan het schommelende verloop van de temperatuur binnen in de rooktunnel.

Het oscillatorisch karakter van het temperatuurregelingsmechanisme werd ondervangen door het inschakelen van magnetische stoomkleppen (zie figuren 16 en 18).

(3) Het gedrag van de thermostaatoverdrachtsfunctie.

Onder thermostaatoverdrachtsfunctie wordt verstaan het verband tussen de temperatuur gemeten door de thermostaten enerzijds en de overeenkomstige regeling van de warmte-toevoer anderzijds.

Zoals werd uiteengezet bij de beschrijving van het temperatuurcontrolesysteem, heeft de thermostaat twee contacten. Wanneer de temperatuur in de tunnel beneden een bepaalde waarde daalt, dan sluit zich een contact in de thermostaten, waardoor de modulatoren zich openen. De warmte wordt tot de tunnel toegelaten en de binnentemperatuur stijgt. Zoals uit de hoger vermelde vergelijkingen kan worden uitgemaakt, reikt de temperatuur asymptotisch naar de waarde $\theta_b \frac{r_2 + r_3}{H}$.



FIGUUR . 8

THERMOSTAATOVERDRACHTFUNCTIE

Wanneer de temperatuur echter de waarde θ_1 bereikt, dan zal de thermostaat de aandrijfketen van de stoommodulatorklep onderbreken. Deze laatste blijft dan staan in de stand die overeenkomt met de openingsduur ot_1 (zie figuur 8).

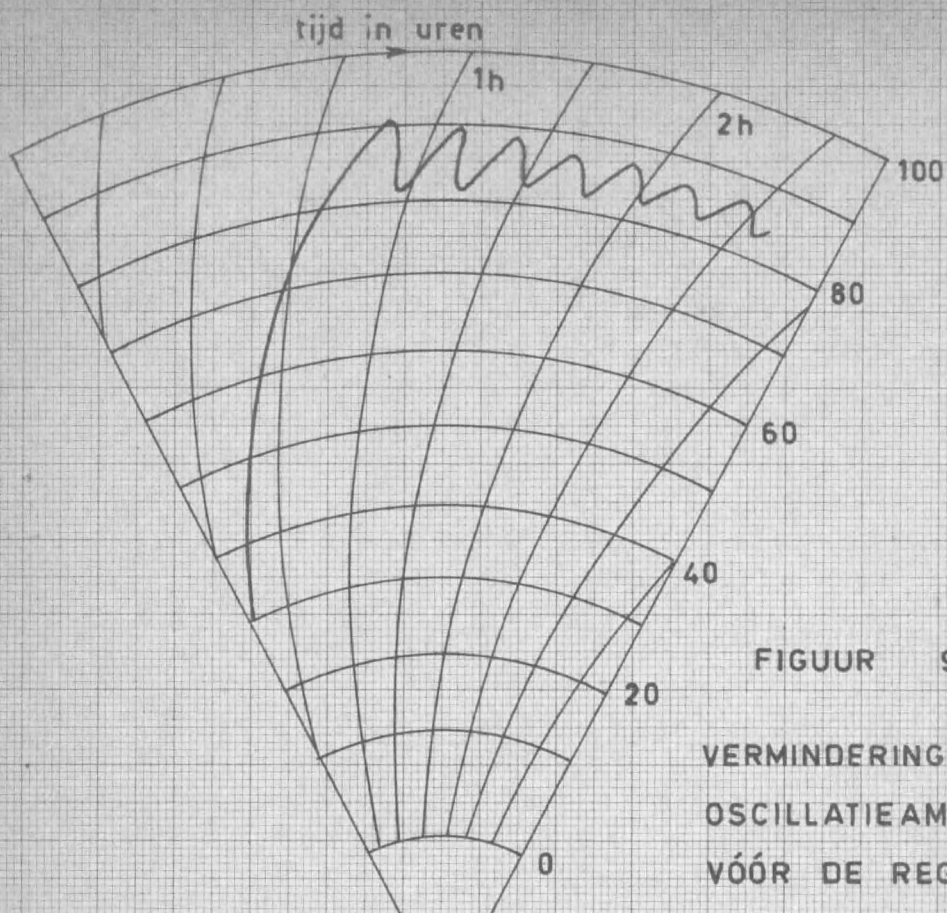
De warmtetoevoer gaat verder en de temperatuur blijft stijgen. Bij de waarde θ_2 zal, door tussenkomst van de thermostaat, de stoomtoevoer afgesloten worden.

Als gevolg van de traagheid van het systeem, zal de stijging van de temperatuur nog verder gebeuren tot bijvoorbeeld op het ogenblik t_2 .

Daarna zal de temperatuur dalen en wel volgens een exponentiële wet, met een in functie van de tijd analoog verloop als werd gevonden bij de opwarming. Wanneer de temperatuur terug de waarde θ_1 bereikt, zullen de stoomtoelaatkleppen zich openen, doch als gevolg van de thermische traagheid blijft de afkoeling nog een tijd lang doorlopen tot op het tijdstip t_3 . Daarna keert de temperatuursnelheid van teken om en begint een nieuwe opwarmingsfase. De initiële temperatuur-gradiënt is echter steiler dan in het overeenkomstige punt θ_1 van de eerste cyclus. De cyclussen herhalen zich en men bekomt een soort zaagtandvormige kromme. In de praktijk zijn de "tanden" afgerond, daar de beschreven overgangsverschuiven als gevolg van de thermische traagheid geen scherpe hoeken vertonen.

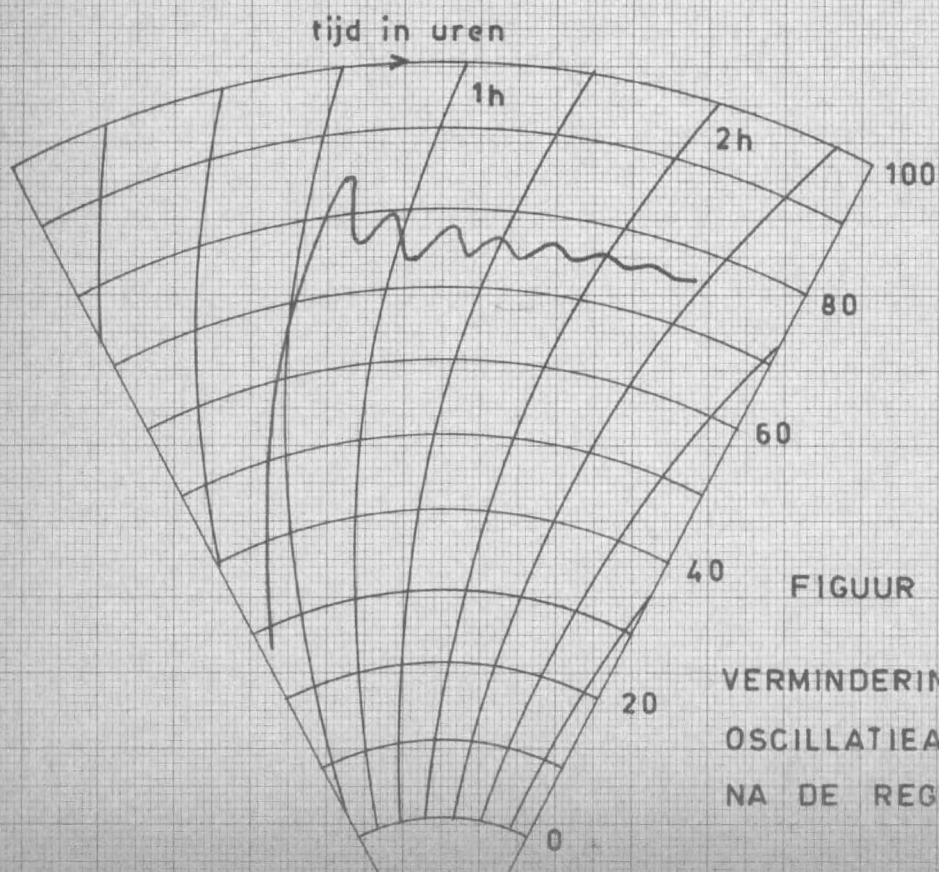
Niettegenstaande deze oscillerende kromme een afnemende amplitude vertoont, zullen de oscillaties nooit uitsterven. Als gevolg van het bestaan van een zone waarin het contact van de regelende thermostaat vlot tussen zijn werkstanden 1 en 2, zal de minimumamplitude zeker $\frac{\Delta \theta}{2} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{2}$ bedragen.

Met het oog op het verminderen van de amplitude van de temperatuuroscillaties werd proefondervindelijk vooreerst een bijregeling van de contactopening van de thermostaten doorgevoerd, verder werden de openings- en sluitingssnelheid van



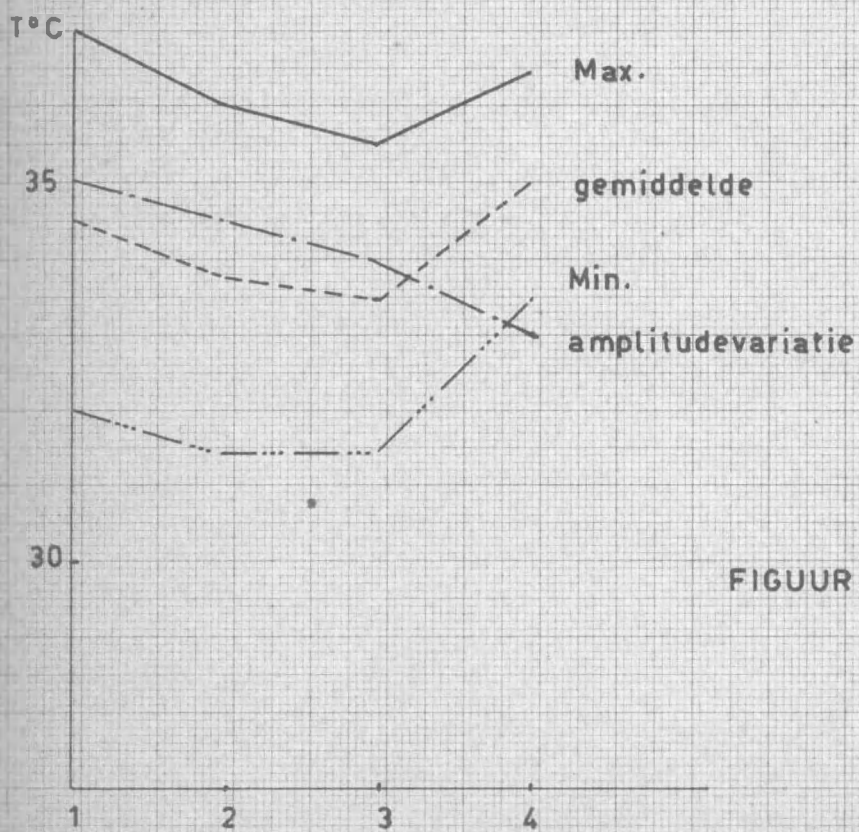
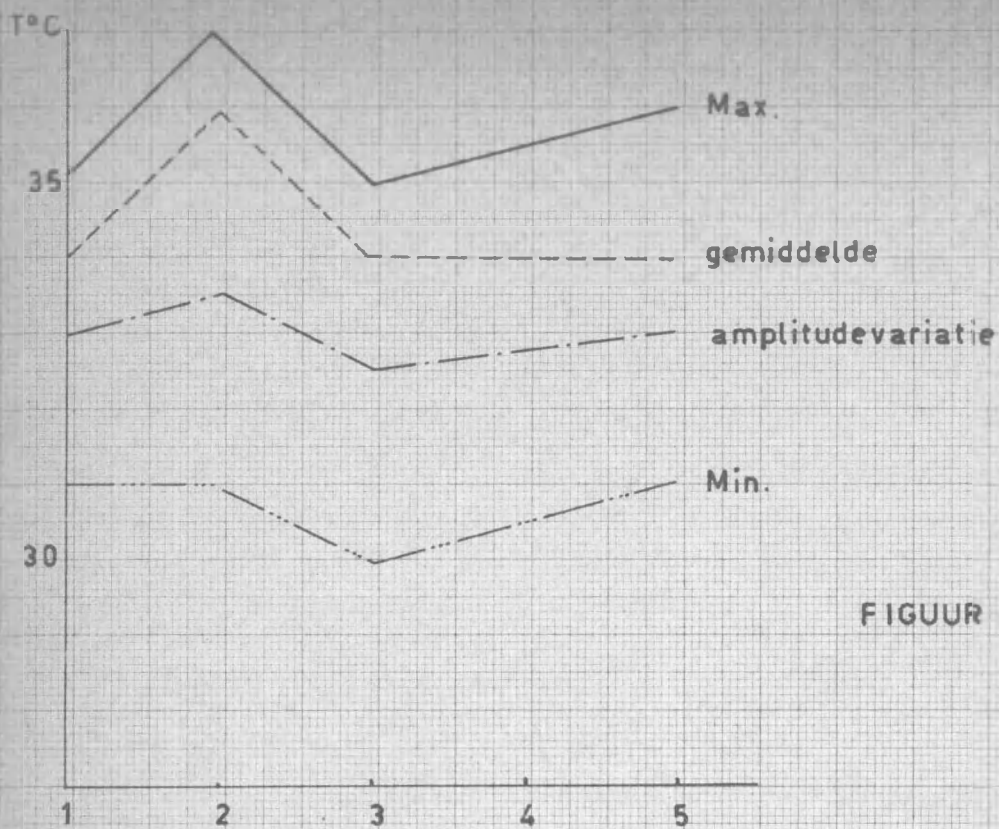
FIGUUR 9

VERMINDERING VAN
OSCILLATIEAMPLITUDE
VÓÓR DE REGELING



FIGUUR 10

VERMINDERING VAN
OSCILLATIEAMPLITUDE
NA DE REGELING



VERLOOP VAN MAXIMA- EN MINIMATEMPERATUUR
IN DE TUNNEL

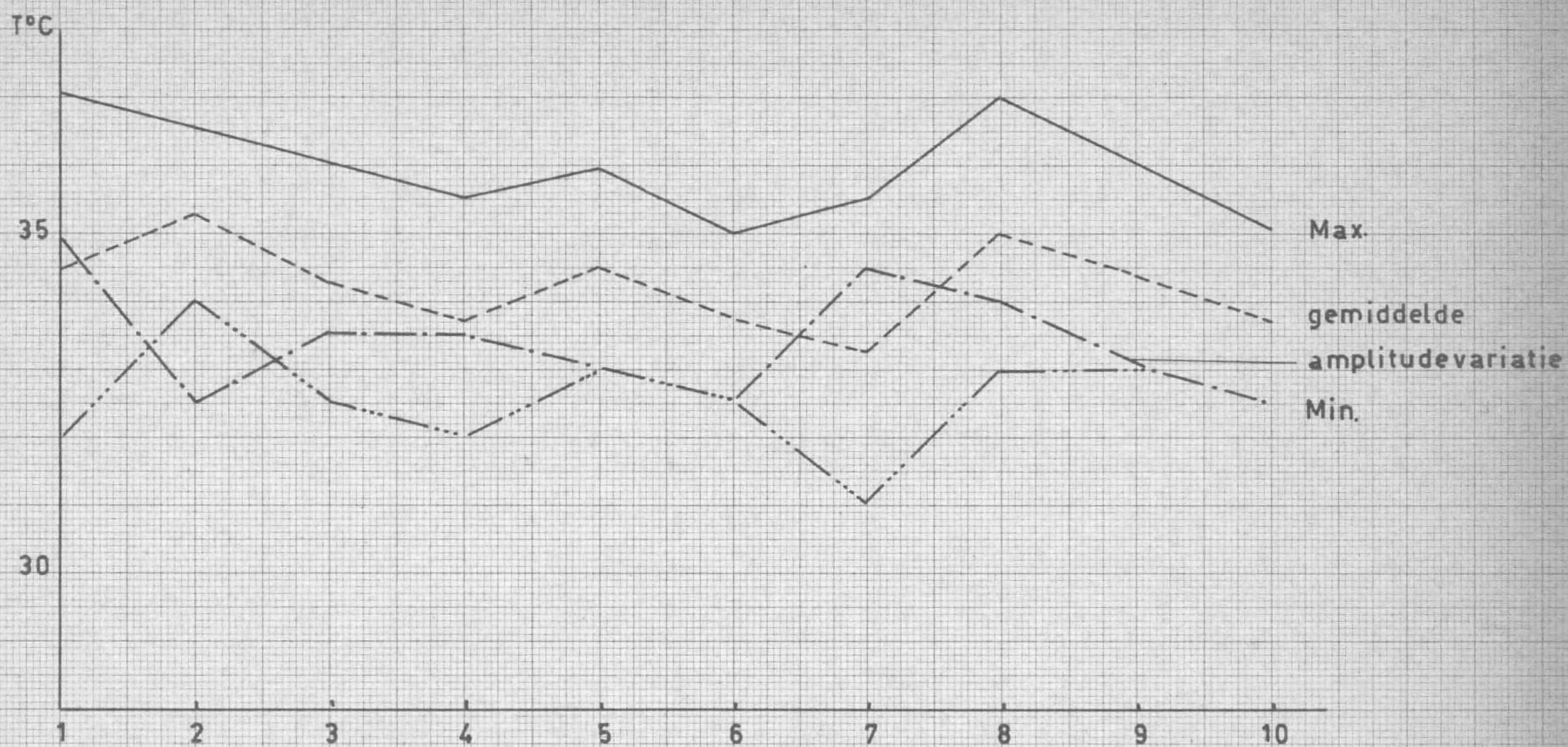


FIG. 11C

VERLOOP VAN MAXIMA- EN MINIMATEMPERATUUR IN DE TUNNEL

de stoommodulatoren en tenslotte werden de temperatuurinstelling van de thermostaten zelf geregeld.

(i) De bijregeling van de contactopening.

De bijregeling van de thermostaten bestond in het verminderen van de afstand tussen de thermostaatcontacten, zodanig dat de amplitude $\frac{4}{2}$ van de temperatuurschommelingen werd verkleind (zie figuren 9 en 10).

(ii) De openings- en sluitingssnelheid van de

thermostaten.

Na het uitvoeren van de eerste regeling werden een reeks proefnemingen uitgevoerd bij een temperatuur van 30°C en bij een temperatuur van 80°C.

(a) Temperatuur 30°C.

De tunnel werd geladen en voor de diverse proefnemingen werden dezelfde lucht- en rookgascirculatievoorwaarden ingesteld. In de figuur 11 worden de verschillende opeenvolgende temperatuurmaxima en - minima uitgezet. Hieruit kan de variatie van de gemiddelde amplitude, evenals het verloop van het rekenkundig gemiddelde tussen het maximum en het minimum afgeleid worden en kan besloten worden dat :

- 1°) de temperatuur van de gemiddelde maxima begrepen is tussen 35,7 en 36,25°C ;
- 2°) de temperatuur van de gemiddelde minima begrepen is tussen 30,7 en 32,5°C ;
- 3°) de gemiddelde temperatuur 33,2 en 34,2°C bedraagt ;
- 4°) de oscillatie-frequentie 2,7 à 3,5 perioden per uur is ;
- 5°) de maximum-temperatuurvariatie (verschil tussen minimum-minimorum en maximum-maximorum) 5 à 7,5°C bedraagt ;
- 6°) de gemiddelde temperatuurschommeling 3,4 à 4,1°C beloopt.

De proefnemingen wijzen op een grote variatie in de resultaten.

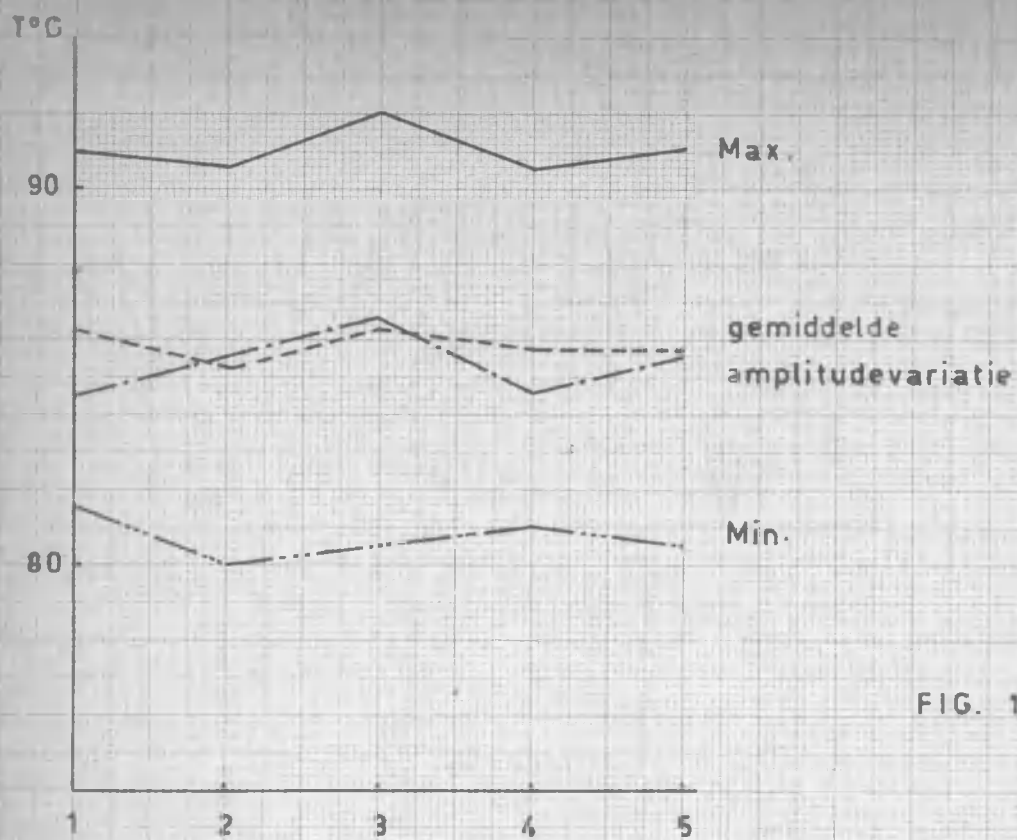


FIG. 12 a

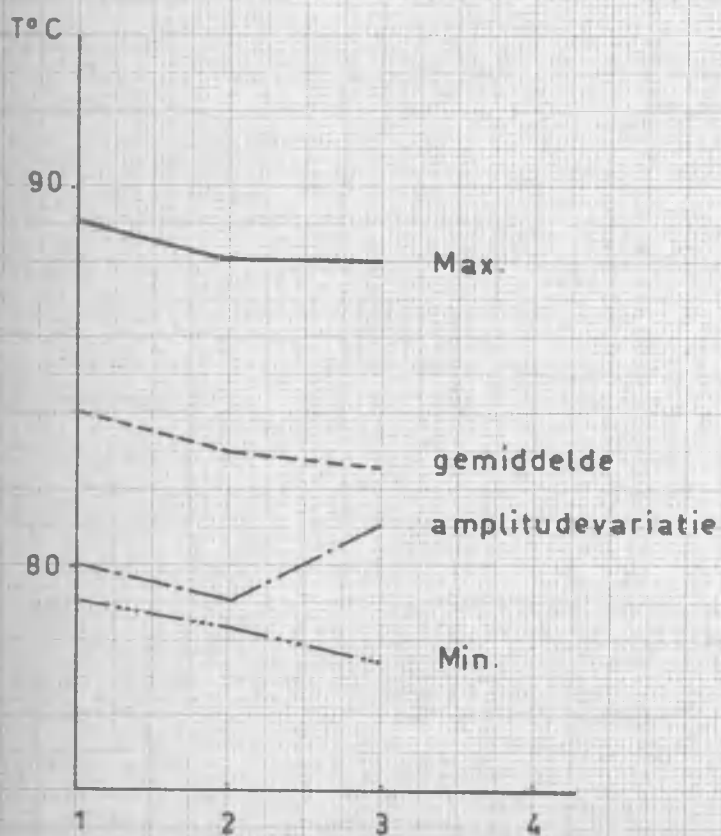


FIG. 12 b

VERLOOP VAN MAXIMA - EN MINIMATEMPERATUUR

IN DE TUNNEL

(b) Temperatuur 80°C.

In figuur 12 zijn kenmerkende krommen weergegeven, die werden afgeleid uit een aantal proefnemingen bij een temperatuur van 80°C.

De resultaten die werden bekomen, zijn :

- 1°) de temperatuur van de gemiddelde maxima bedraagt 88,3 à 91°C ;
- 2°) de temperatuur van de gemiddelde minima is 78,3 à 80,7°C ;
- 3°) de gemiddelde temperatuur belooft 83,3 à 85,8°C ;
- 4°) de oscillatie-frequentie is 3,2 à 3,5 perioden per uur ;
- 5°) de maximum-temperatuurvariatie bedraagt 10,5 à 11,5°C ;
- 6°) de gemiddelde temperatuurschommeling is 10°C.

Uit de twee reeksen proefnemingen vloeit voort dat de temperatuurschommelingen te groot zijn. Daarom werd gezocht de impulsduur te regelen.

Proefondervindelijk werd vastgesteld dat een impulsduur van 9"/omwenteling voor de verwarmingselementen van 52.000 kcal/h en een impulsduur van 12"/omwenteling voor de verwarmingselementen van 20.000 kcal/h, optimumvoorwaarden tot het minimaliseren van de temperatuurschommelingen opleverden en dit bij alle standen van de luchttoevoeropening en de kringloopregeling.

Uit de thermostaatoverdrachtsfunctie blijkt verder duidelijk het verschil in helling tussen de opgaande en de neergaande krommen (figuur 8). De vraag rees dan ook of de regeling niet soepelder zou zijn, moest de snelheid voor het openen en het sluiten van de stoommodulatoren verschillend kunnen worden ingesteld. Indien gezocht kon worden naar een technische verwezenlijking hiervan, dan zou de mogelijkheid bestaan de amplitude-schommelingen nog verder te reduceren.

(iii) De temperatuurinstelling van de thermostaten.

Een derde mogelijke regeling werd gevonden in de temperatuurinstelling van de thermostaten zelf. Door de thermostaten die de verwarmingselementen van 50.000 kcal/h controleren, steeds 5°C lager in te stellen dan degene die de 20.000 kcal/h verwarmingsbatterijen regelen, werd het ook mogelijk de temperatuurs-oscillaties gedeeltelijk te dempen. Hierbij moesten de verwarmingselementen met grote capaciteit dan ook slechts tussenkomen wanneer de temperatuur te ver ging dalen.

4) Studie van de verbetering van de temperatuurstelling in de rookruimte.

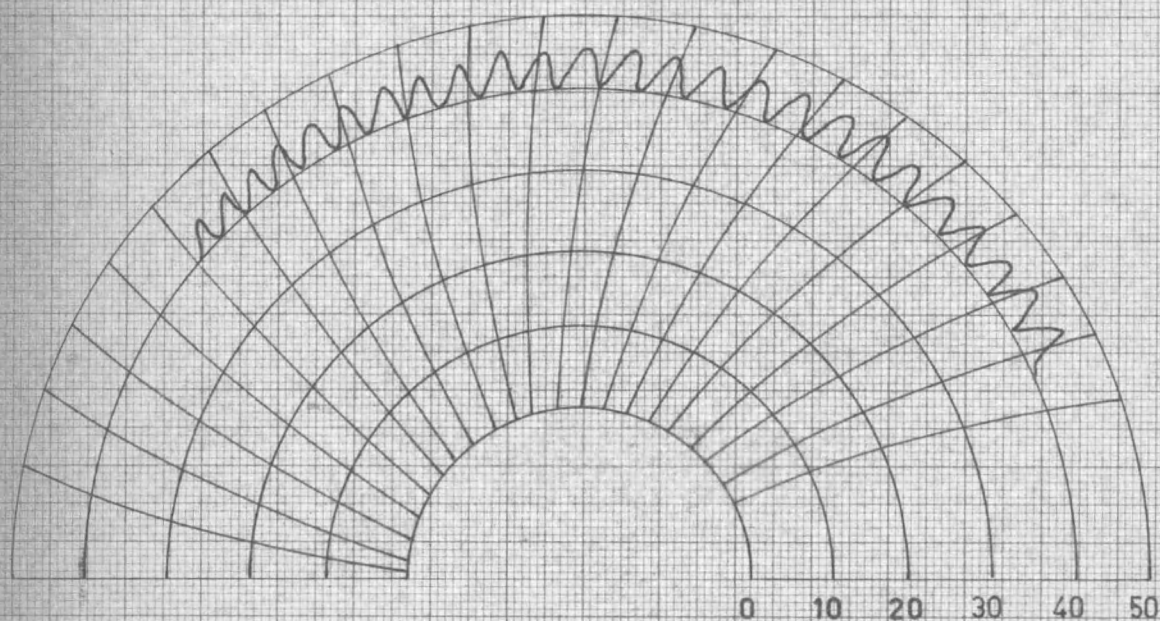
Een geschikt regelmechanisme vormt het vertrekpunt voor een juiste instelling van de temperatuur van de rookgassen. Het onderzoek ging dan ook vooreerst uit naar de afregeling van de bestaande apparatuur. Vervolgens werd onderzocht hoe de temperatuurregeling geschiedde door (a) de dode tijd van de regelende thermostaten tot een minimum te herleiden, (b) de snelheid voor het openen en het sluiten van de bestaande stoomkleppen verschillend te maken en (c) de bestaande stoomkleppen te vervangen door andere types.

(i) Instelling van de thermostaten op minimale dode tijd. X

De bestaande stoomkleppen van de tunnel worden bevolen door thermostaten die voorzien zijn van twee kontakten "kleine" en twee kontakten "grote" snelheid. Bij het openen van de kranen wordt eerst de motor op kleine snelheid en vervolgens op grote snelheid in een bepaalde draairichting ingeschakeld. Eenmaal de ingestelde temperatuur bijna bereikt is, lost het kontakt grote snelheid en vervolgens het kontakt kleine snelheid. Vooraleer nu de motordraairichting omgekeerd wordt, dient het kontakt kleine snelheid een zekere afstand af te leggen. De tijd nodig om deze afstand te doorlopen kan de "dode tijd" genoemd worden. Door deze afstand tot het strikte minimum te her-

FIGUUR 13

TEMPERATUURSCHOMMELINGEN VÓÖR DE AFREGELING



FIGUUR 14

TEMPERATUURSGHOMMELINGEN NA DE AFREGELING

VAN DE THERMOSTATEN

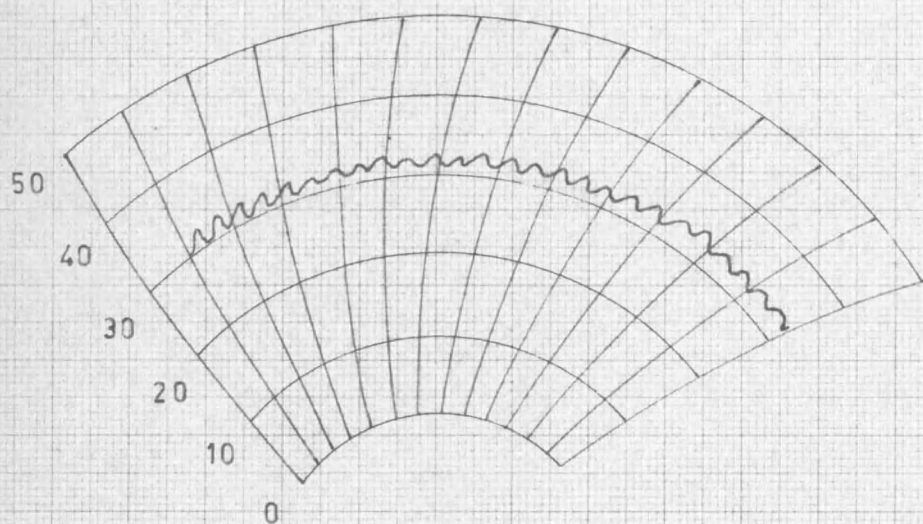
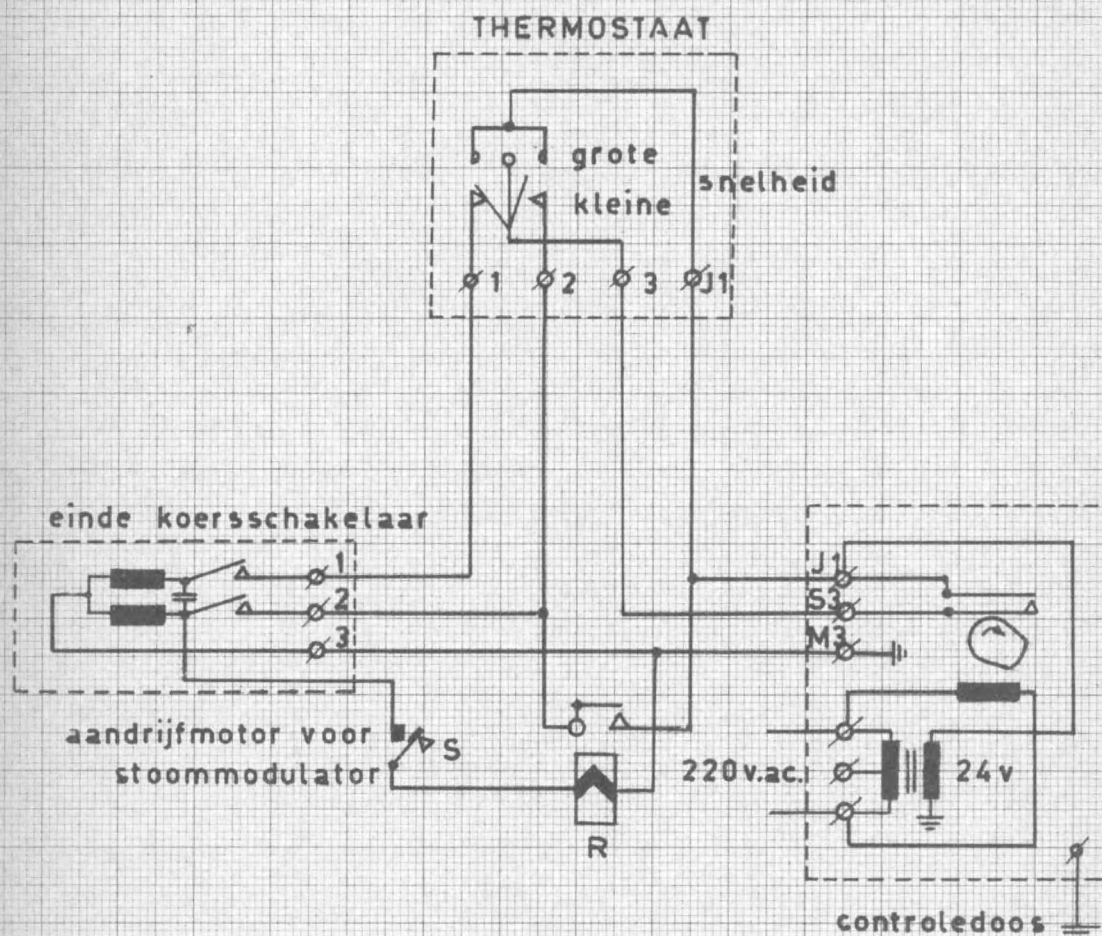


FIG : 15

Principeschema van de electrische kringen



leiden, werd geprobeerd een betere temperatuurregeling te bekomen.

De resultaten kunnen geïllustreerd worden door figuren 13 en 14. In figuur 13 wordt een beeld gegeven van de oscillaties bekomen vóór de afregeling, in figuur 14 de schommelingen na de afregeling. Door deze afstelling verminderden de temperatuursschommelingen van 5 tot 6°C op 2 tot 3°C. De bekomen verbetering bleek in de praktijk evenwel moeilijk gehandhaafd te kunnen worden, daar trillingen, o.m. van de ventilatoren, veranderingen in de afstelling van de thermostaten tot stand brachten. Hierdoor werd de afstand tussen de kontakten groter of kleiner met als gevolg het vastlopen van de stoomklep in één of andere richting.

(ii) Differentiëren van de openings- en sluitingssnelheid van de bestaande stoomkleppen.

Het differentiëren van de snelheden werd op volgende wijze verwezenlijkt. Op de winding overeenkomstig de sluitingsdraaizin van de aandrijfmotor der stoommodulatoren werd, door middel van schakelaars, de mogelijkheid voorzien om een relais aan te sluiten. Zoals uit figuur 15 kan worden opgemaakt, wordt de relais bekrachtigd zodra de thermostaat zich sluit en een 24 V voedingsspanning, via de controledoos, op bedoelde motorwikkeling doorbrandt.

Door zijn werkcontact autoblokkeert het relais R zich en tegelijkertijd wordt een rechtstreekse 24 V voeding op de motor willekeurig geplaatst.

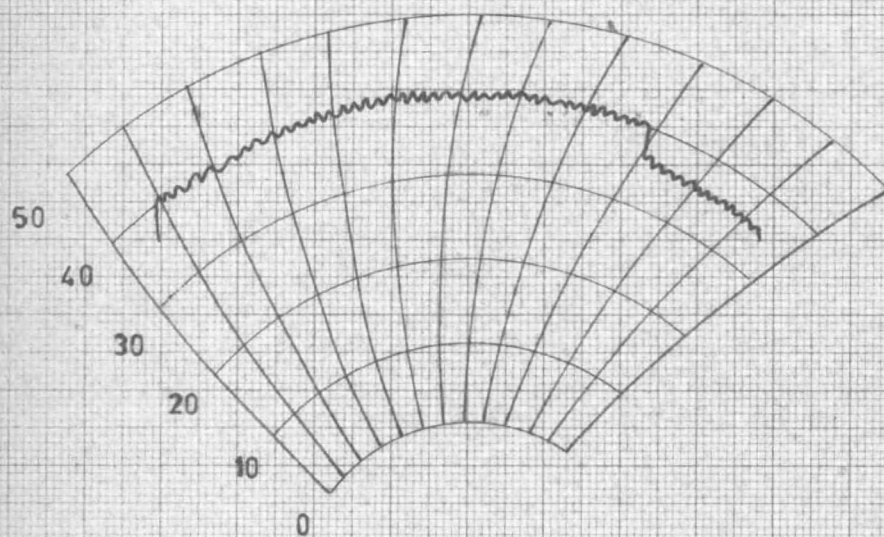
Afgezien van de onderbrekingen in de controledoos loopt de modulatormotor cintinu naar de sluitstand en de beweging, evenals de bekrachtiging van de relais R, wordt slechts onderbroken door het openen van het eindekoerscontact, waarmede de klepmotor is uitgerust.

Ten aanzien van het openen van de stoomkleppen werd niets gewijzigd, doch het sluiten van de modulatoren,

FIGUUR 16

TEMPERATUURSREGELING BIJ KOUD ROKEN MET

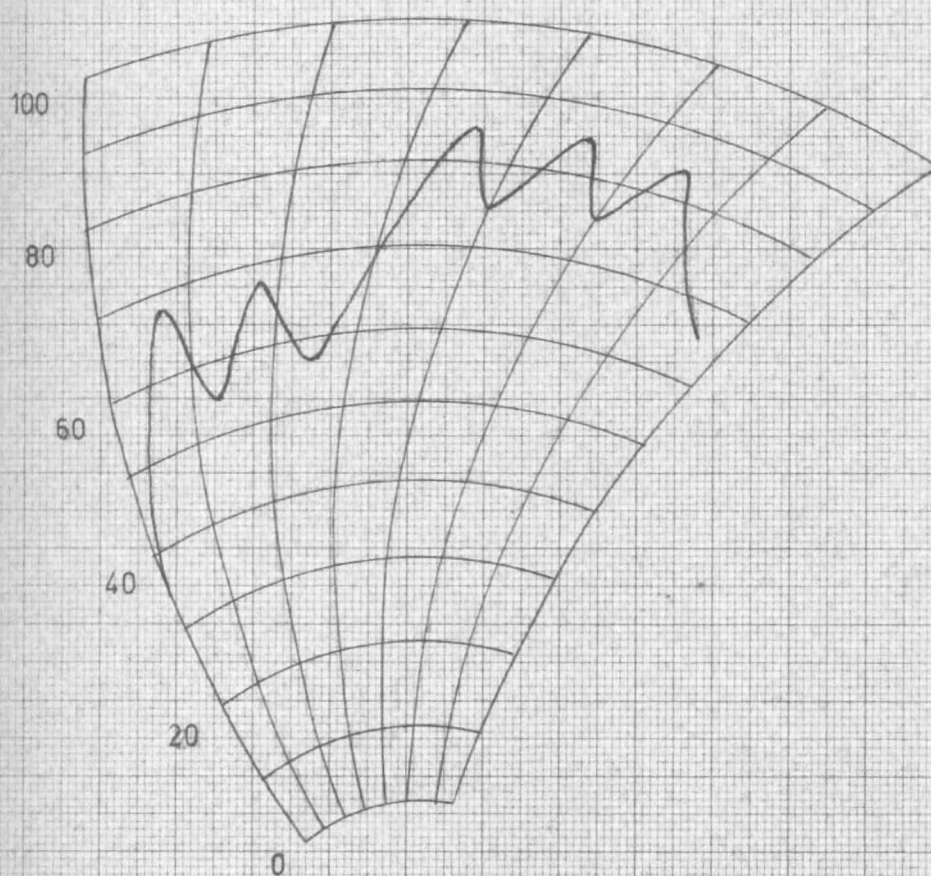
MAGNETISCHE STOOMKLEPPEN



FIGUUR 17

TEMPERATUURSREGELING BIJ WARM ROKEN ZONDER

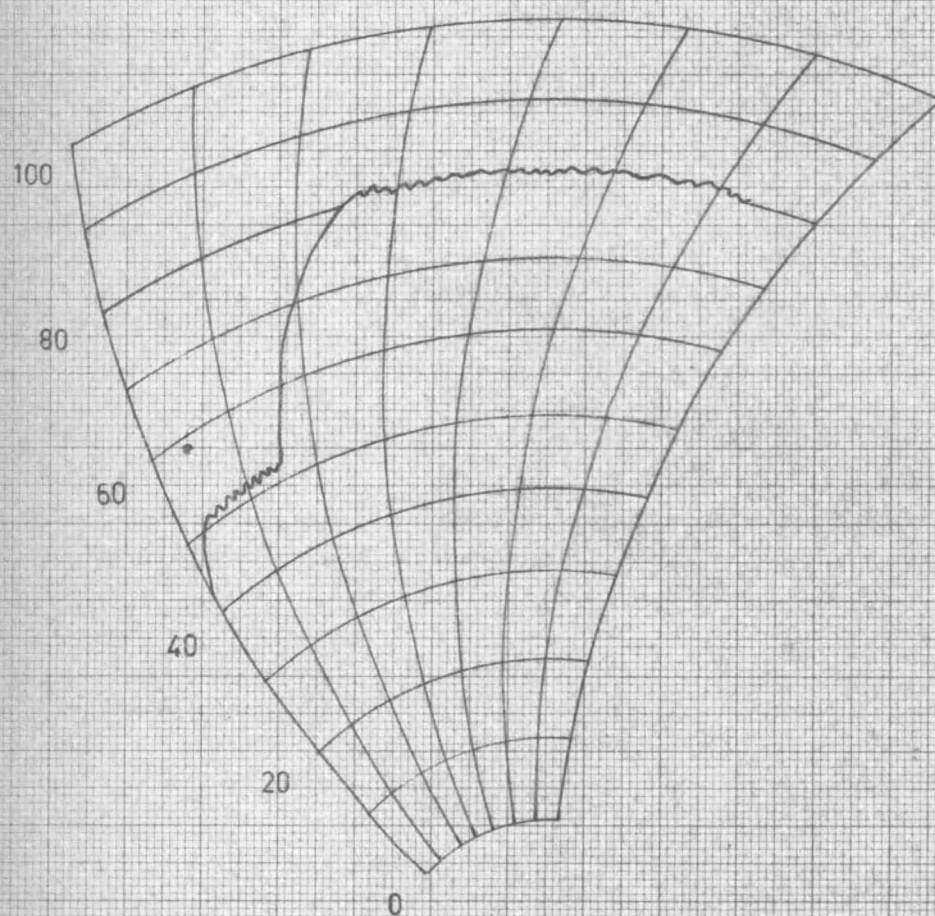
MAGNETISCHE STOOMKLEPPEN



FIGUUR 18

TEMPERATUURSREGELING BIJ WARM ROKEN MET

MAGNETISCHE STOOMKLEPPEN



na het sluiten van de schakelaar S, geschiedde continu en in een minimum van tijd.

Bij onderzoek van de temperatuur-tijd-diagrammen bleek echter dat het amplitude van de oscillaties praktisch niet werd verminderd. De enige positieve vaststelling lag in het feit dat de frequenties van de temperatuurschommelingen lichtjes was opgelopen.

(iii) Instelling van magnetische kleppen.

Daar de vorige onderzoeken niet tot een bevredigend resultaat leidden, werd uitgezien naar andere regeringsmechanismen.

Ten gevolge van de werkingssnelheid van de motor, lopen modulerende kleppen een zekere vertraging op t.o.v. het gegeven signaal. Daarom werd uitgezien naar een systeem met magnetische kleppen, die ogenblikkelijk op het signaal reageren en de stoomtoevoer volledig openen of sluiten. Dergelijk systeem werd in parallel met het bestaande regelmechanisme ingebouwd in de stoomtoevoerleiding van de 50.000 kcal/h batterij. Hierdoor kon ofwel met het vroegere ofwel met het nieuw ingebouwde systeem gewerkt worden. De bekomen resultaten worden geïllustreerd door vergelijking van de figuren 13 en 16 en de figuren 17 en 18.

Figuur 13 geeft de registratie weer van de temperatuurschommelingen bij koud roken. De oscillaties zijn gereduceerd tot ongeveer 1°C tegen 5 tot 6°C in figuur 13. In figuur 17 en 18 is de registratie opgenomen van de temperatuur bij warm roken, respectievelijk met de originele en de nieuwe stoomkleppen. De oscillaties daalden hierbij van 10°C tot 12°C tot ongeveer 1°C .

2. Het rook-luchtmengsel.

Ten aanzien van het droogproces en de te verwachten rookneerslag, is het noodzakelijk de invloed van het rook-luchtmengsel te bepalen.

Het onderzoek naar deze invloed omvat diverse elementen, nl. (a) de rook en rookontwikkeling, (b) de luchttoevoer en (c) de verhouding rook-lucht.

a) de rook en rookontwikkeling.

1) Doel en samenstelling van de rook.

Het roken beoogt de verlenging van de houdbaarheid van de produkten en het geven van een bepaalde smaak en kleur aan de vis.

Het conserverend effect van het rookprocédé berust op een dubbele basis, nl.

- op de gedeeltelijke deshydratie : een produkt is minder bederfbaar wanneer de mogelijkheid voor het opnemen van voedingsstoffen aan de bacteriën ontnomen wordt, d.w.z. wanneer het minder water en/of meer zout bevat ;
- op de afzetting van rookbestanddelen op het produkt : bepaalde teerachtige bestanddelen van de rook hebben een antimicrobiele werking en verhogen aldus de bewaarbaarheid van het produkt.

De meest bekende manier bij het vis-roken om rook te verwekken, bestaat in het verbranden van zaagmeel ; de gereduceerde luchttoevoer zorgt voor een smeulende verbranding, waardoor een sterke rookontwikkeling ontstaat.

De geproduceerde rook wordt door de luchtstroming meegevoerd en strijkt langs de vis, waarbij hetzij door zuiver fysische, hetzij door physiko-chemische verschijnselen bepaalde rookcomponenten vastgelegd worden.

Als voornaamste bestanddelen bevat houtrook : methylalcohol, ethylalcohol, azijnzuur, mierenzuur, formaldehyde, acetaldehyde, furfuraldehyde, diacetyl, aceton, fenolen, teer en water. De hoeveelheid en de onderlinge verhouding van de rookbestanddelen worden bepaald door de verbrandingstemperatuur en de houtsoort.

De verbrandingstemperatuur kan variëren van 300°C tot 700°C. Bepaalde onderzoekers zijn echter van mening dat de verbrandingstemperatuur van het hout beneden 300°C moet blijven om het ontstaan van careinogene verbindingen als 3-4 benzopyzeen en 1-2-5-6 dibenzanthraceen te voorkomen.

Met betrekking tot de houtsoort geldt algemeen dat harshoudende houtsoorten minder geschikt zijn en dat harde houtsoorten de mooiste gerookte produkten opleveren. Sommige onderzoekers beweren dat ten aanzien van de bewaring en de smaak de invloed van de houtsoort op de samenstelling van de rook wellicht minder belangrijk is dan de hoeveelheid voortgebrachte rook.

De aanwezige rookbestanddelen hebben niet alleen een even groot aandeel in het tot stand komen van een gerookt produkt. Er wordt aangenomen dat mierenzuur, azijnzuur, formaldehyde, acetaldehyde, methanol en teerbestanddelen een belangrijke bijdrage leveren aan het tot stand komen van de typische smaak. De fenolen zouden niet alleen bijdragen tot de smaakvorming, maar zij zouden tevens de belangrijkste precursors zijn van de kleurcomponenten. Voor of na de afzetting zouden de fenolen een oxydatie ondergaan, die gepaard gaat met de vorming van bruin-gekleurde complexe harsachtige verbindingen. Anderzijds zou de glans op het vers afgewerkte produkt een gevolg zijn van reacties tussen formaldehyde, fenolen en een "rookzuur".

Het technologisch probleem dat met betrekking tot de rook rijst, behelst de voorwaarden, die dienen bepaald te worden waaronder zich de optimum rookneerslag voordoet. Deze voorwaarden worden vastgelegd door de intrinsieke kenmerken van de rook, maar eveneens door een reeks parameters zoals dichtheid, temperatuur en relatieve vochtigheid van de rook.

Teneinde de gehele rookontwikkelingsproblematiek afdoende te kunnen benaderen, werden de mogelijkheden tot rookontwikkeling in het algemeen bestudeerd. Dit onderzoek veronderstelde de studie van de diverse rooksystemen, nl. (1) het

openhaardsysteem, (2) de rookontwikkeling bij de gebruikte proefinstallatie, (3) de rookontwikkelaar van Halfdan Olsen, (4) de wrijvingsrookontwikkelaar en (5) de fluidium-rookontwikkelaar.

Uit deze diverse onderzoeken resulteerde uiteindelijk dat de rookontwikkeling aan volgende voorwaarden moet voldoen :

- (a) - de mogelijkheid bieden tot een nauwkeurige regeling van de rooktemperatuur ;
- (b) - de mogelijkheid scheppen tot een nauwkeurige regeling van het watergehalte ;
- (c) - het bekomen van een over langere tijd constante rookdichtheid, die daarenboven instelbaar is ;
- (d) - een automatische brandstoftoevoer en continu werking verzekeren ;
- (e) - een hoog rendement opleveren ;
- (f) - ontvlam- en ontploffing vrij zijn ;
- (g) - geen bijzondere eisen vergen aan het te verbranden hout ;
- (h) - het mechanisch onderhoud dient tot een minimum beperkt te zijn.

Deze voorwaarden zullen dan ook als basis dienen voor het verder onderzoek van de rookontwikkeling.

(i) De rookontwikkeling bij het openhaardsysteem.

Bij het openhaardsysteem geschiedt de rookontwikkeling door het langzaam verbranden van een bed zaagmeel op de grond. De aldus voortgebrachte hoeveelheid rook is functie van :

- (a) de weersgesteldheid,
- (b) de gebruikte houtsoort,
- (c) de dikte van het zaagmeelbed,
- (d) de korreligheid van het zaagmeel,
- (e) de vochtigheid van het houtmeel,
- (f) de hoeveelheid toegevoerde lucht en
- (g) de temperatuur van de verbranding.

Dit systeem heeft als nadelen :

- (a) geen regeling van de rooktemperatuur en het vochtigheidsgehalte,
- (b) het gebrek aan een instelbare, constante en gelijkmatige rookdichtheid en
- (c) de vereiste van een jarenlange ervaring en de noodzaak van een voortdurend toezicht.

Samenvattend kan gesteld worden dat de juiste combinatie van de veranderlijke rookparameters bij wisselende omstandigheden van atmosfeer, vissoort en beoogd afgewerkt produkt te zeer op empirische gronden is afgestemd, waardoor de afgerookte vis een onregelmatigheid in smaak, kleur en uitzicht vertoont.

(ii) De rookontwikkeling bij de gebruikte proefinstallatie.

De rookontwikkeling bij de gebruikte tunnel wordt verzekerd door het verbranden van zaagmeel in afzonderlijke kasten ; het roken zelf geschiedt in een onafhankelijke ruimte, waarin de temperatuur door middel van een geïsoleerde warmte-bron op peil wordt gehouden.

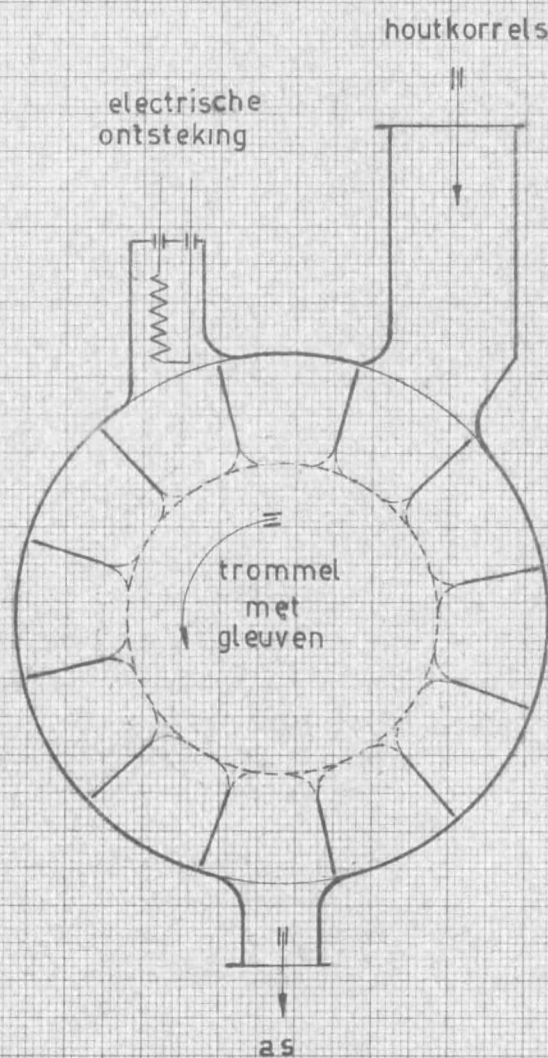
De ontwikkeling van de rook in de rookkasten geschiedt principieel nog op dezelfde manier als bij het openhaardsysteem, doch heeft anderzijds als voordelen :

- (a) de splitsing van de rookontwikkeling en warmte-bron,
- (b) de mogelijkheid tot regeling van de verbrandingssnelheid door het regelen van de luchttrek,
- (c) de mogelijkheid voor het grofweg regelen van de verhouding rook-lucht door het bepalen van het aantal aangelegde zaagmeelbedden.

De volledige beheersing van het rookontwikkelingsproces is hiermede echter niet in de hand, vermits o.m. als problemen overblijven : de automatische brandstoftoevoer, de voldoende rookreserve, en de dichtheid van de rook.

FIGUUR 19

ROOKONTWIKKELAAR VAN OLSEN (PRINCIPE)



(iii) De rookontwikkelaar van Halfdan Olsen (Noors systeem).

Het rookontwikkelingssysteem ontworpen door Olsen kan als volgt geschetst worden. Een trommel met over zijn omtrek tegen elkaar aanliggende bakjes bezet, wordt door een elektrische motor via een reductiesysteem aangedreven (de omwentelingsduur bedraagt 15') (zie figuur 19).

Een bakje dat onder de reservoir voorbijkomt, wordt met houtkorrels gevuld. Als gevolg van de door elektrische ontsteking voortgebrachte warmte wordt de inhoud tot ontbranding gebracht. De rook wordt dan langs de gleuven die in de bodem van de bakjes zijn voorzien, via een centraal rookafvoerkanaal weggezogen. Het voordeel van het systeem is hierin gelegen dat de vluchtige aromatische stoffen, de verbrandingszone niet voorbij moeten, maar rechtstreeks in het rookafvoerkanaal terecht komen.

De droge distillatie van de houtkorrels vordert aldus langzaam in de verschillende compartimenten tot op de bodem. De omwentelingssnelheid van de trommel is zodanig op de inhoud van ieder bakje en de luchttoevoer afgestemd, dat, wanneer een halve cirkelomtrek doorlopen is, de inhoud volledig verbruikt is. De as wordt onderaan het toestel in een grote bak verzameld.

Het afzuigen van de rook gebeurt door middel van een straalpijp, die volgens de aslijn van de trommel is opgesteld en een onderdruk in de binnenholte van de trommel tot stand brengt.

De voordelen van het systeem zijn :

- (a) De semi-automatische werking ;
- (b) De betrekkelijk kleine omvang van het apparaat ;
- (c) Het grote en constante rookdebiet ;
- (d) Het klein electrisch aandrijfvermogen ($\pm$ 400 W).

Als nadelen heeft men evenwel :

- (a) De belangrijke teerafzetting die gedurende de werking niet geëvacueerd wordt met het gevolg dat er gevaar bestaat dat de inhoud ontvlamt en er brand ontstaat binnen in de bakjes en de rookafvoerkanalen. Teneinde dit nadeel te ondervangen dienen de toestellen regelmatig grondig gereinigd te worden, hetgeen een tamelijk groot tijdverlies meebrengt. Hierbij kan de vraag gesteld worden of door deze kwetsbaarheid het apparaat dan wel voor continu bedrijf geschikt is.
- (b) Het toestel werkt slechts met een houtkorrel van wel bepaalde afmetingen ; deze korrel kan tot op heden slechts in Noorwegen aangekocht worden.
- (c) Het voorgebrachte rookdebiet* wordt geregeld door het luchtdebiet van de straalpijp. Daar de rotatiesnelheid van de trommel met de verschillende brandkastjes evenwel constant blijft, volgt hieruit dat het verbrandingsrendement niet steeds optimaal is ;
- (d) Als gevolg van de verbranding is de temperatuur van de rook tijdens het proces zeer ongelijk.
- (e) Er wordt niet voldaan aan de hogervermelde algemene eisen omtrent de rooktemperatuur, het waterdampgehalte, de ontvlaming en ontploffing, het hout en het onderhoud.

(iv) De wrijvingsrookontwikkelaar.

Bij dit systeem wordt rookontwikkeling bekomen door het drukken (door middel van gewichten) van een houten balk op een door een electromotor aangedreven roterende schijf. Door de bij het draaien ontwikkelde wrijvingswarmte wordt het hout onvolledig verbrand. De schijf kan voorzien zijn van kleine tanden of van gleuven, terwijl de wrijving hetzij axiaal, hetzij radiaal t.o.v. de aandrijfas kan geschieden. In het eerste geval is het wrijvingsoppervlak een cylinder, in het tweede geval een vlakke schijf.

Als voordelen van dit systeem gelden :

- (a) de automatische werking ;
- (b) het grote en constante rookdebiet ;

(c) de gelijkmatige temperatuur van de voortgebrachte rook.

Anderzijds kan evenwel geen houtafval voor de verbranding aangewend worden. Er dient gebruik gemaakt te worden van op maat gezaagde balken, hetgeen tamelijk kostelijk uitvalt. Verder is het aandrijfvermogen groot (minimum 5 P.K.) en wordt de rookontwikkeling soms onderbroken als gevolg van een koolstoflaag die tussen de balk en het wrijvingsoppervlak gevormd wordt.

(v) De fluidium-rookontwikkelaar.

Deze rookontwikkelaar werd door het Torrey Research Station ontworpen. Het principe komt hierop neer dat zaagmeel in een stroom van warme lucht (bij ca 350°C) wordt opgezogen zodanig dat de zwevende houtdeeltjes, als gevolg van de hoge temperatuur, gedistilleerd en gedeeltelijk in rook omgezet worden. De nuttige rook wordt dan naar de gebruiker gestuurd, terwijl de overblijvende verkoolde deeltjes in een afzonderlijke bak verzameld en afgevoerd worden.

Bij dit systeem bekomt men een constante rooktemperatuur, een automatische werking en een hoog rendement, doch de nadelen zijn :

- (a) het grote electrisch vermogen dat vereist wordt teneinde een luchtstroom van 10 ft³/min tot op een temperatuur van 350°C te brengen. Hiertoe worden ~~elect~~rische weerstanden gebruikt die een totale energie van 4 x 750 W opslorpen. Bovendien wordt de reactieruimte door middel van 3 K.W. verwarmings-element op temperatuur gehouden. Ook moet het verbruik in rekening gebracht worden om een luchtcompressor, een zaagmeelvoedingsschroef en een as-afvoerschrapper aan te drijven ; hierover ontbreken evenwel exacte gegevens.
- (b) de aanschaffingskosten zijn hoog.

b) De luchttoevoer.

Bij de gebruikte proefinstallatie wordt de verse buitenlucht langs een regelbare opening aangezogen, door middel van een ventilator. De tunnel werkt echter volgens een semi-gesloten kringloopprincipe. Aan zijn ingang is hij uitgerust

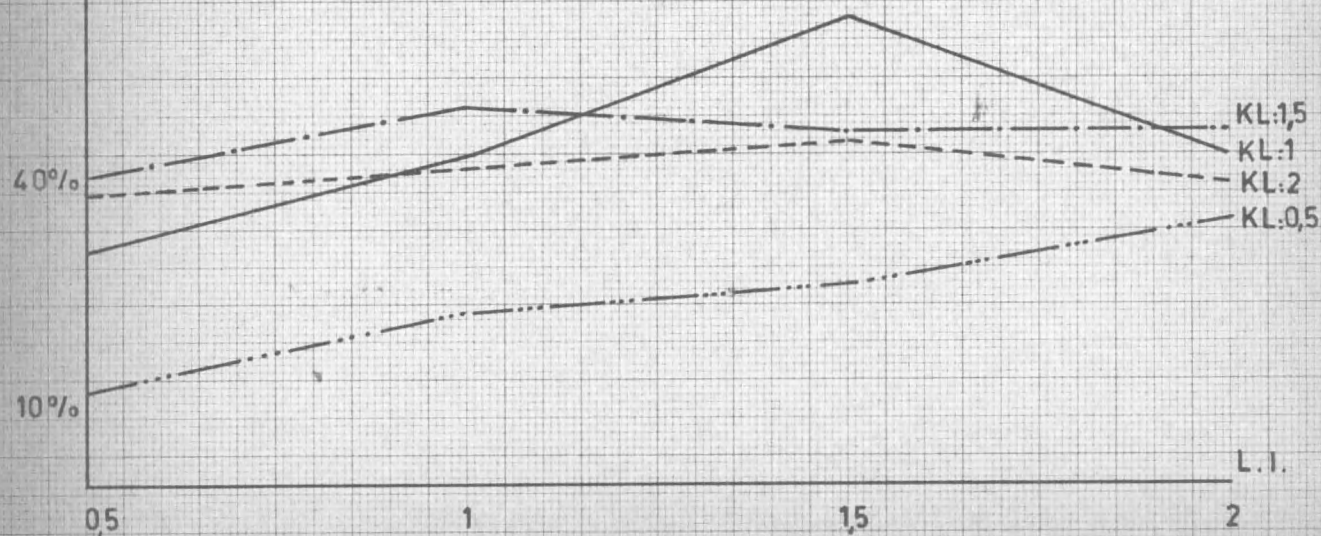
FIG. 20 a

$t = 10'$
 $T = 30^{\circ}\text{C}$

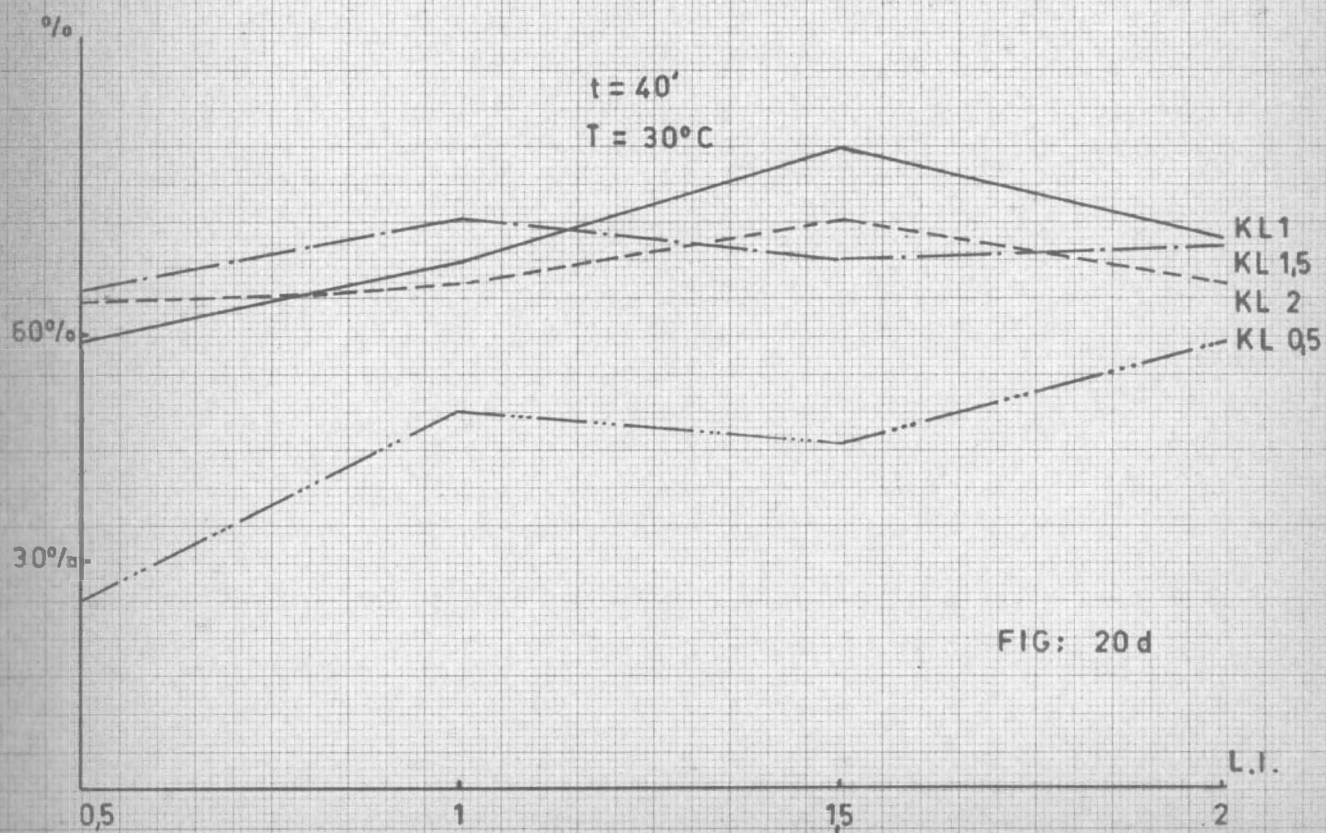
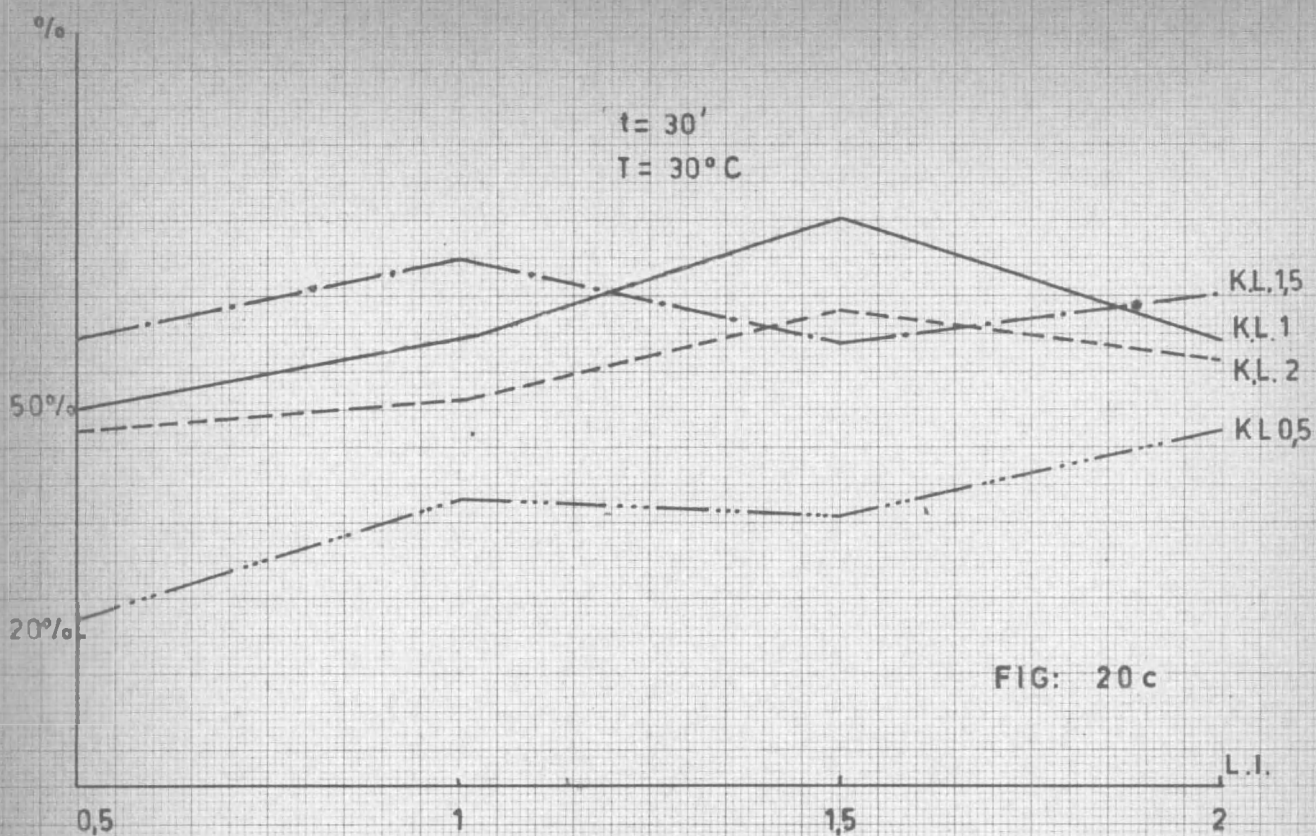


FIG. 20 b

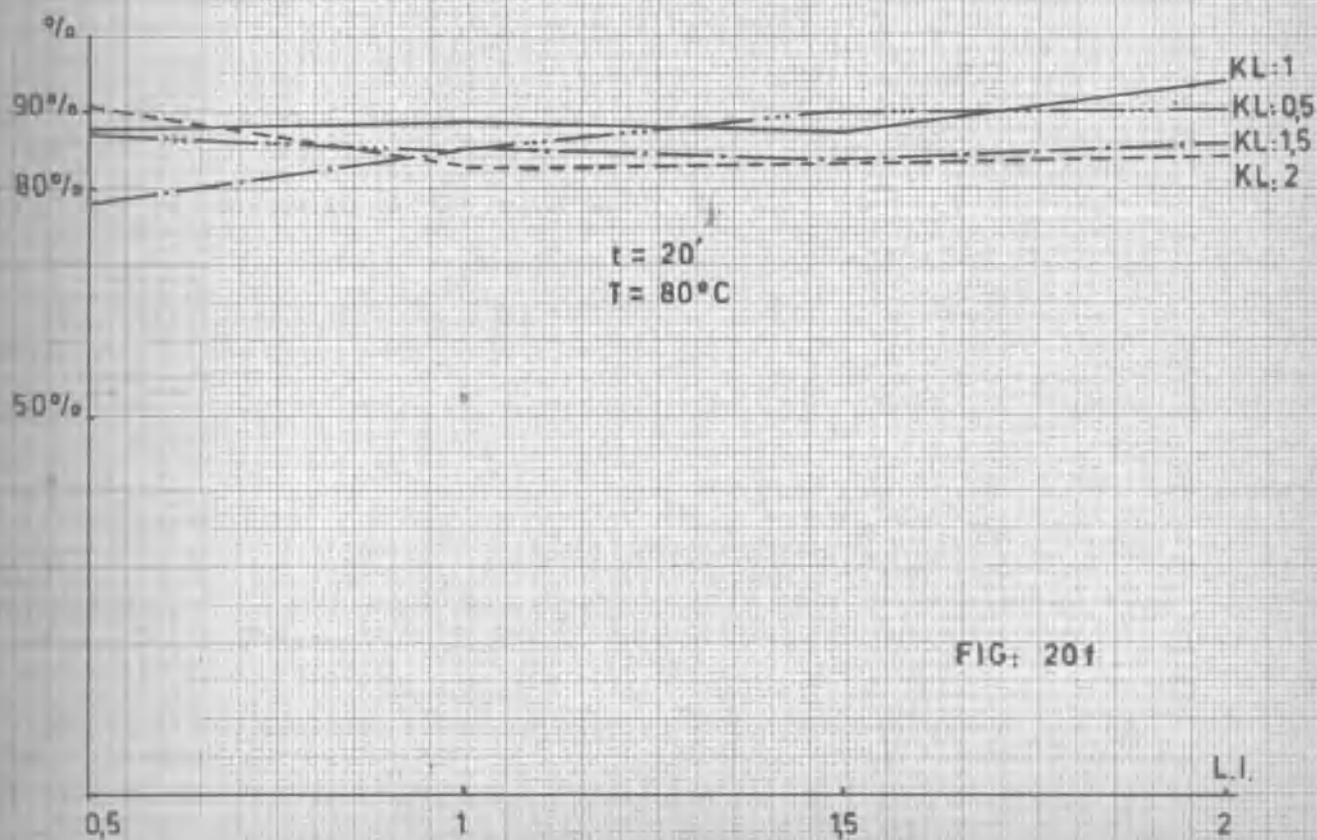
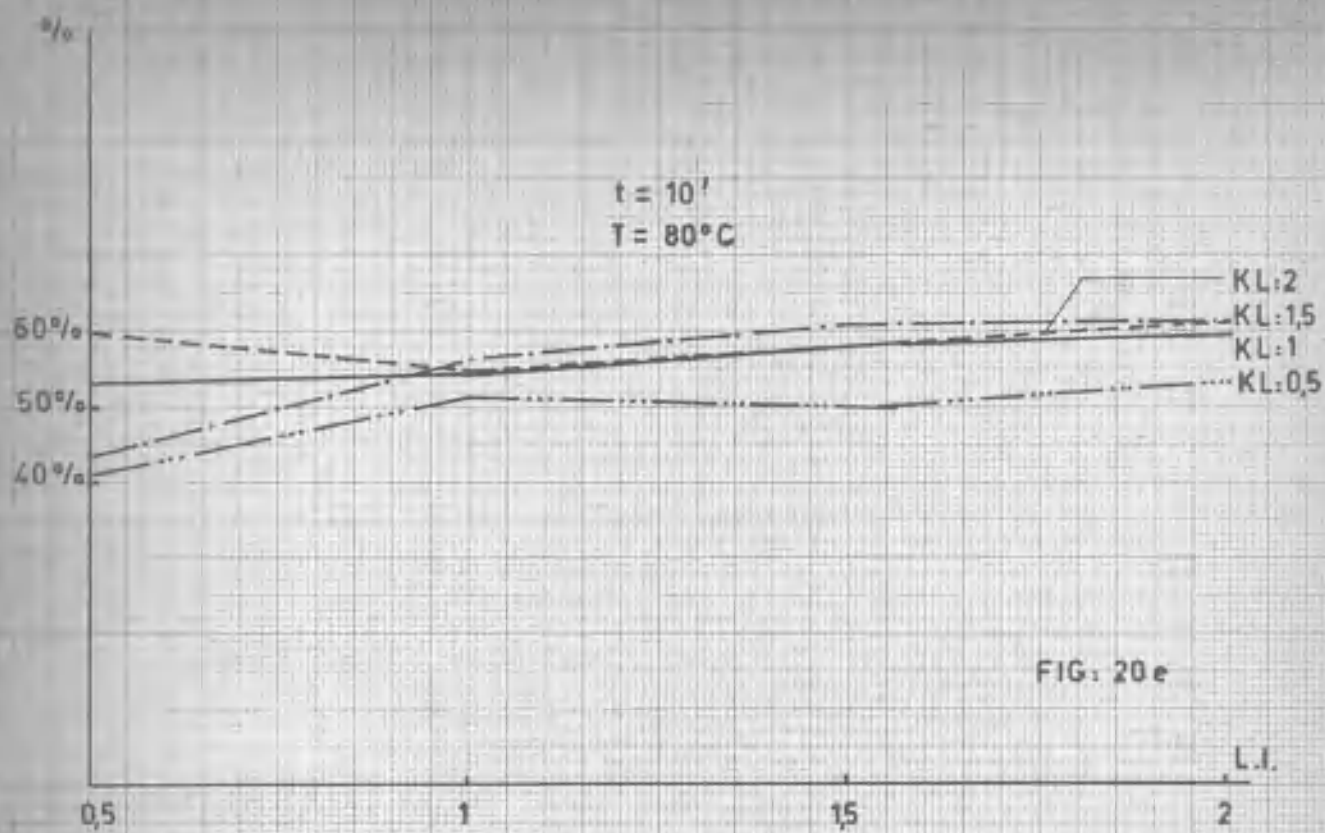
$t = 20'$
 $T = 30^{\circ}\text{C}$



VERBAND TUSSEN L.I. EN K.L.



VERBAND TUSSEN L.I. EN KL.



met een verse-luchtinlaatschuif, die vanop het algemeen controle-paneel kan bediend worden. Aan de uitgang is een afvoerkanaal met damper voorzien, die toelaat het rook-luchtmengsel uit de rookkamer naar de schouw te geleiden. De demper wordt eveneens van op afstand bediend door middel van een kruk met standaardwijzer die op het instrumentpaneel bevestigd zijn. De instelling van de demper laat toe een gedeelte van de luchtafvoer te gebruiken.

Uit deze werking kan worden afgeleid dat de duur van het droogproces zal afhankelijk zijn van de stand van de verse-luchtinlaat- en de positie van de luchtuitlaatklep. Hieromtrent werden een aantal proefnemingen verricht.

De tunnel werd geladen met een aantal zakken, waarvan het gewicht in droge toestand G_d bedroeg. De lading werd daarna nat gemaakt, hetgeen het gewicht op G_n bracht. Om de tien minuten werd het gewicht G opgenomen en dit tot het oorspronkelijk gewicht G_d werd teruggevonden.

Dit werd herhaald voor alle combinaties twee aan twee van de vier standen die de beide kleppen kunnen innemen. Zo werd voor de stand van de kringloopschuif (K.L.) die gemerkt was met 0,5, de proefneming hernomen voor de achtereenvolgende instellingen van de luchttoevoeropeningen (L.I.) gemerkt als 0,5 - 1 - 1,5 - 2. Daarna werden dezelfde proefnemingen herhaald met de K.L. respectievelijk gelijk aan 1 - 1,5 en 2. Deze proefnemingen werden zowel bij 30°C als bij 80°C uitgevoerd.

De resultaten zijn in tabel 1 vermeld. De cijfers in de verschillende kolommen stellen de procentueel afgevoerde vochtigheid voor die bepaald wordt door de uitdrukking :

$$g = \frac{G_n - G_d}{G_n - G} \cdot 100 \%$$

In figuur 20 zijn enkele cijfers onder de vorm van krommen weergegeven ; het procentuele vochtigheidsverlies g wordt voorgesteld in funktie van L.I. Hierbij zijn de opeenvolgende standen van K.L. van 0,5 en 1, 1,5 en 2 evenals de tijd, als parameters aangenomen.

Tabel 1 - INVLOED VAN DE L.I. EN K.L. OP DE DROOGSNELHEID.

Nr Proef	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	LI = 0,5 KL = 0.5	LI = 1 KL = 0.5	LI = 1,5 KL = 0.5	LI = 2 KL = 0.5	LI = 0,5 KL = 1	LI = 1 KL = 1	LI = 1,5 KL = 1	LI = 2 KL = 1	LI = 0,5 KL = 1.5	LI = 1 KL = 1.5	LI = 1,5 KL = 1.5	LI = 2 KL = 1.5	LI = 0,5 KL = 2	LI = 1 KL = 2	LI = 1,5 KL = 2	LI = 2 KL = 2
	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C	T = 30°C
	t : 27° V : 53 %	t : 21° V : 66 %	t : 23° V : 70 %	t : 24° V : 54 %	t : 24° V : 47 %	t : 24° V : 52 %	t : 17° V : 75 %	t : 20° V : 65 %	t : 10° V : 88 %	t : 10° V : 86 %	t : 14° V : 80 %	t : 13° V : 80 %	t : 14° V : 77 %	t : 16° V : 75 %	t : 16° V : 68 %	t : 12° V : 88 %
Tijd	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 13 G _n : 26	G _d : 12 G _n : 28,5	G _d : 11 G _n : 28	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 11 G _n : 28	G _d : 11 G _n : 27	G _d : 11 G _n : 29	G _d : 11 G _n : 28	G _d : 11 G _n : 29	G _d : 11 G _n : 27,5	G _d : 11 G _n : 27	G _d : 11 G _n : 26
10'	9 %	11,5 %	13 %	17 %	16 %	31 %	37,5 %	31,2 %	20,5 %	25 %	33 %	33,5 %	28 %	21 %	31 %	23 %
20'	12,5 %	23 %	27 %	35 %	31 %	44 %	62,5 %	44 %	41 %	50 %	47 %	47 %	39 %	42,5 %	47 %	40 %
30'	22 %	38,5 %	36 %	47 %	50 %	59 %	75 %	59 %	59 %	69 %	58,5 %	65 %	47 %	51 %	62,5 %	57 %
40'	25 %	50 %	45,5 %	59 %	59,5 %	69 %	84,5 %	72 %	66,5 %	75 %	69,5 %	71 %	64 %	67 %	75 %	67 %
50'	31 %	61,5 %	57,5 %	65 %	75 %	78 %	94 %	84,5 %	71 %	84,5 %	78 %	76,5 %	75 %	71 %	81,5 %	80 %
60'		73 %	64 %	73,5 %	81,5 %	87,5 %	97 %	97 %	82 %	91 %	83,5 %	82,5 %	80,5 %	85 %	91 %	87 %
1 h 10		88 %	73 %	85,5 %	90,5 %	94 %	100 %	100 %	88 %	97 %	89 %	94 %	89 %	91 %	94 %	93,5 %
1 h 20		88 %	79 %	88 %	97 %	97 %				100 %	94,5 %	97 %	94,5 %	94 %	100 %	100 %
1 h 30		96 %	85 %	94 %	100 %	100 %					100 %	100 %	100 %	100 %		
1 h 40		100 %	88 %													
1 h 50		94 %														
2 h		97 %														
	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C	T = 80°C
	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 11,5 G _n : 28	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 11,5 G _n : 28,5	G _d : 11 G _n : 28	G _d : 11 G _n : 28,5	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 12 G _n : 28	G _d : 11 G _n : 29	G _d : 11 G _n : 28	G _d : 11 G _n : 29	G _d : 11 G _n : 29	G _d : 11 G _n : 27	G _d : 11 G _n : 28,5	G _d : 11 G _n : 29	G _d : 11 G _n : 29
	t = 26 V : 50	t = 26 V : 50	t = 27 V : 47	t = 26 V : 48	t = 26 V : 46	t = 26 V : 43	t = 26 V : 44	t = 28 V : 43	t = 14 V : 83	t = 16 V : 67	t = 21 V : 65	t = 18 V : 65	t = 16 V : 80	t = 17 V : 74	t = 19 V : 71	t = 21 V : 65
10	41 %	51,5 %	50 %	53 %	53 %	54 %	57,5 %	59 %	44,5 %	56 %	61 %	61 %	59,5 %	54 %	58 %	61 %
20	87,5 %	85 %	90 %	91 %	88 %	88,5 %	87,5 %	94 %	78 %	85 %	83,5 %	86 %	90,5 %	83 %	83,5 %	84 %
30	100 %	97 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

AFKORTINGEN : L.I. : luchtinlaat

K.L. : kringloop

T. : temperatuur in de tunnel

t : temperatuur buitenlucht

V. : relatieve vochtigheid buitenlucht

G_d : gewicht zakken droogG_n : gewicht zakken nat.In kolom opgenomen $g = \frac{G_n - G_d}{G_n - G_d} \cdot 100.$

met G : het ogenblikkelijk gewicht.

Uit de tabellen en de krommen is duidelijk vast te stellen :

- (a) de droogperiode duurt bij een temperatuur van 30°C ongeveer 3 maal zo lang als bij een temperatuur van 80°C ;
- (b) de invloed van L.I. is het belangrijkste in zijn stand 0,5 tot 1 ;
- (c) de parameter K.L. oefent een veel belangrijker invloed uit op de droogsnelheid dan dit het geval is voor L.I. Bij constante K.L. blijft op hetzelfde tijdstip de waarde g praktisch constant bij het veranderen van L.I. van 1,5 tot 2. Enkel bij variatie van L.I. van 0,5 tot 1 is er een belangrijke wijziging in de droogsnelheid waar te nemen ;
- (d) bij 80°C is de invloed van de stand K.L. en L.I. op de droogsnelheid praktisch zonder betekenis.

Uit de proefnemingen mag worden besloten dat bij het regelen van de luchttoevoer tot het bekomen van een gepaste rookdichtheid de eventueel ermee gepaard gaande verschuiving van de duur van de droogperiode kan worden gecompenseerd door een oordeelkundige instelling van de luchtuitlaatdemper.

c) Rookverdeling en rookneerslag.

De beheersing van de factoren die een optimale rookdensiteit bepalen, is één van de belangrijkste onderzoekingsfactorenobjecten. In het onderzoek werden vooreerst deze factoren afgebakend en wel omdat de tunnel niet voorzien is van een fijn instelbare rooktoelaat en de meting van de rookdichtheid niet voorhanden is. Verder werden proefondervindelijk resultaten vastgelegd.

1) Afbakening van de factoren.

De beïnvloedende factoren van de rookdichtheid kunnen gesplitst worden in technologische en intrinsieke ;

(i) Technologische factoren.

(a) de hoeveelheid aangevoerde rook :
deze is afhankelijk van het aantal in werking zijnde rookgeneratoren ; per generator wordt de voortgebrachte rook bepaald door :

de houtsoort, de vochtigheid van het zaagmeel, de dikte van het zaagmeelbed en de hoeveelheid verbrandingslucht,

(b) de hoeveelheid lucht :voor een gegeven aanzuigdebiet voor de ventilator wordt deze bekomen door de stand van de luchtinlaat- en uitlaatdemper.

(ii) Intrinsieke factoren:

de temperatuur en relatieve vochtigheid van de rook.

Ten aanzien van deze factoren kan gewezen worden op de proefnemingen die werden verricht door V.A. Solinek. Deze proeven leidden o.m. tot volgende conclusies :

(a) Een vochtigheidsvariatie van 10 % tot 60 % heeft geen invloed op de rookdichtheid wanneer de temperatuur beneden 100°C blijft.

(b) Bij constante relatieve vochtigheid gaat een temperatuurstijging gepaard met een vermindering van de rookdichtheid.

Met betrekking tot de eerste conclusie moet vermeld worden dat de proefnemingen in de tunnel nooit plaats hebben in een atmosfeer die de 100°C overschrijdt. Er mag dan ook aangenomen worden dat de relatieve vochtigheid van de rook geen invloed heeft op de dichtheid van de rook. Het blijft echter een open vraag welke de invloed is van de vochtigheid op de rookneerslag zelf.

Volgens de tweede conclusie zou tot het bekomen van een grote rookdichtheid gewerkt moeten worden bij een zo laag mogelijke temperatuur. Deze temperatuur kan bij het vis-roken evenwel niet willekeurig laag worden gesteld. Zo mag bij het warm roken niet beneden de temperatuur van 75°C gewerkt worden, daar anders uit de aard zelf het bijzonderste effect, waarbij het vlees van de vis in zijn eigen vocht stoomt, niet bekomen wordt. Bij het koud roken moet de onderste temperatuursgrens beperkt worden met het oog op de duur van het droogproces. Bovendien biedt de tunnel het nadeel dat in bepaalde omstandigheden, wanneer de buiten-

lucht ca 20°C bereikt, de temperatuurregeling van het rookluchtmengsel bij koud roken binnen in de rookkamer sterk bemoeilijkt wordt. Aan deze moeilijkheid zou wellicht een oplossing kunnen gegeven worden door een systeem van afkoeling van de rook.

In verband met de rookneerslag is, behalve de rookdichtheid, ook de gelijkmatige verdeling over de produkten van grote betekenis. Het kan immers voorkomen dat bij gelijke omstandigheden (aantal vuren, rooksnelheid en temperatuur) de rookneerslag wisselvallige tendenzen aanneemt.

De gelijkmatige rookverdeling in de tunnel wordt bekomen door middel van een rookdistributiesysteem. Dit systeem bestaat uit twee delen, nl. (a) trechtervormig opgestelde verticale platen of rookgeleidingskanalen en (b) rekken die zich vóór en na de rookruimte bevinden.

De rookgeleidingskanalen zorgen voor de opheffing van de turbulente beweging van het gas door de ventilator veroorzaakt, alsook voor de gelijkmatige verdeling van de rook in de horizontale en transversale richting van de tunnel.

De rekken die zich vóór de rookruimte bevinden, regelen de gelijkmatige verticale rooktoelaat tot de ruimte, terwijl de rekken aan de uitlaat de gelijkmatige rookafvoer bevorderen. Met het oog op deze functie zijn de afmetingen van de openingen van de rekken aan de ingang van de rookruimte onderaan klein, doch zij nemen met de hoogte in grootte progressief toe. Voor de rekken aan de uitgang gelden de omgekeerde verhoudingen.

De berekening van de afmetingen van de openingen steunde op de volgende basis. De hoeveelheid gas Q die door een opening met een bepaalde hoogte-afmeting en een eenheidsbreedte zal vloeien, wordt gegeven door de uitdrukken :

$$Q = K.H \sqrt{P/\rho}$$

waarbij : H = de hoogte van de opening ;
 ρ = de dichtheid van het gas ;
 P = het drukverschil tussen de twee beschouwde ruimten ;
 K = een coëfficiënt die door de aard van de opening
 bepaald wordt.

Daar bovendien van boven naar beneden toe de luchtstroom afneemt als gevolg van het ontladen door de verschillende openingen, moet met de wet van Bernouilli rekening gehouden worden. Het drukverloop in verticale zin wordt dan gegeven door :

$$P_1 = \frac{1}{2} \rho v^2 \left[1 - \left(1 - \frac{1}{L} \right)^2 \right] + P_0$$

waarbij P_1 = de druk op afstand van het referentiepunt ;

P_0 = de initiële druk ;

L = de totale lengte van de diffusiekamer ;

V_0 = de aanvangssnelheid van het gas bij het binnentreden van de diffusieruimte.

De theoretische openingen van de in- en uitlaatrekken die door C.L. Cutting bepaald werden, zijn weer-gegeven in tabel 2

Tabel 2 - Theoretische waarden van de openingen
(in duim) van de in- en uitlaatrekken.

Waarden van de inlaatrekken ($V_0 = 3,35\text{m/sec}$)				Waarden van de uitlaatrekken ($V_0 = 3,35\text{m/sec}$)	
N opening	H	N opening	H	N opening	H
1	1.22	13	1.05	1	2,36
2	1.18	14	1.05	2	2,38
3	1.15	15	1.04	3	2,41
4	1.13	16	1.04	4	2,46
5	1.12	17	1.04	5	2,56
6	1.10	18	1.04	6	2,68
7	1.09	19	1.03	7	2,84
8	1.08	20	1.03	8	3,06
9	1.07	21	1.03	9	3,34
10	1.07	22	1.03	10	13,35
11	1.06	23	1.03	11	-
12	1.06	24	1.03	12	-
				13	

Deze theoretisch bepaalde waarden van de in- en uitlaatrekken dienden als vertrekpunt voor de juiste instelling van de verstelbare latten.

Te noteren valt evenwel dat, vóór het inwerkingstellen van de tunnel, de juiste instelling werd gecontroleerd door middel van een anemometer.

Niettegenstaande deze oppuntstelling werden achteraf nog afwijkingen in verband met de gelijkmatige rookverdeling genoteerd. Er werd vastgesteld dat vaak de hoger opgehangen vis een andere kleur en een andere graad van afwerking vertoonde dan degene die beneden was opgehangen. De kwaliteitscontrole stelde vast dat de produkten in diepte niet voldoende gedroogd waren en bovendien geen bevrediging schonken ten aanzien van de rookneerslag. Het gevolg was dat de bewaarperiode van de door de tunnel bewerkte vis lager lag dan deze van het klassieke openhaardsysteem. Naar aanvankelijk verwacht werd dat de afstelling van de rooktoevoeropeningen hierop een invloed zou hebben, werd evenwel proefondervindelijk geen verband gevonden. Dit ongunstig verschijnsel doet zich tamelijk onregelmatig voor.

2) Proefondervindelijk onderzoek.

Er werd verondersteld dat dit verschijnsel toegeschreven kon worden aan de wijze van laden, aan nog niet gelokaliseerde temperatuursvariatiën en aan optredende grote verschillen in stroomsnelheid van de gassen.

Er werd vertrokken van de wijze van laden van de tunnel en de tot nu toe uitgevoerde studies steunen op de toepassing van organoleptische keuringen ; zij hadden tot doel de niet homogene rookneerslag volgens de lengterichting van de rookruimte te ondervangen. Uitgegaan werd hierbij van de veronderstelling dat wanneer de vier wagens gelijktijdig in de tunnel gebracht werden, de temperatuur en de relatieve vochtigheid van de gassen gaandeweg ongunstiger worden voor het droogproces. Men kan verwachten dat de vis die is opgehangen in de wagen die zich in de eerste positie bevindt ten opzichte van de rookrichting sneller

water verliest en kleur aanneemt dan de vis die in de daaropvolgende wagens is opgehangen. In de eerste plaats is de temperatuur in het begin van de tunnel ietwat hoger en verder is het gassenmengsel minder verzadigd aan water. Het gelijktijdig in- en uithalen moet dan ook tot een niet homogeen afgewerkt produkt leiden. Als techniek voor het laden werd het volgende systeem uitgetest : te beginnen bij de laatste positie t.o.v. de rookrichting werden de wagens met eentussentijd van 20 minuten in de tunnel gebracht ; na het inschuiven van de laatste wagen werd nog een korte tijd gedroogd en vervolgens werd het produkt onder rook gesteld. Het bleek mogelijk om alle wagens binnen dezelfde tijd af te roken, althans steunende op de organoleptische keuringen.

Bij het vergelijken van de eerste en laatste wagen met behulp van de triangeltoets werden op 40 analyses 16 juiste antwoorden gegeven. Op grond van een 95 % betrouwbaarheid verwacht men bij een wezenlijk verschil 19 juiste antwoorden. Daar de toepassing van de triangeltoets evenwel zeer veel tijd vergt, werden nog een reeks eenvoudiger vergelijkingen uitgevoerd, waarbij aan de keurders gevraagd werd de wagens te rangschikken in volgorde van de beste tot de minst goed gerookte. De bekomen resultaten werden samengevat in tabel 3. Ook hierbij bleek geen systematische afwijking van uitzicht gevonden te kunnen worden.

Tabel 3 - Eenvoudige rangschikking van de wagens van best tot minst goed gerookte produkten (a)

Volgorde volgens rookrichting	Rangschikking door keurder(s)			
	I	II	III	IV
1	4	3	4(1)	1
2	3(2)	2	1(4)	2
3	2(3)	1	2(3)	4
4	1	4	3(2)	3

(a) Tussen haakjes werd het nummer van de wagen geplaatst wanneer de keurder(s) zich niet duidelijk kon(den) uitspreken over de beste volgorde.

Teneinde over meer objektieve gegevens te kunnen beschikken, werd uitgezien naar de aankoop of de konstruktie van een rookdensiteitsmeter die niet alleen de momenteel heersende rookintensiteit zou aantonen, maar deze informatie over de gehele proefduur zou integreren. Het begrip rookduur zal dan vervangen worden door de rookwaarde en de onzekerheid nopens de hoeveelheid rook, gedurende een bepaald produktieproces, zal vervallen.

Verder werden pogingen ondernomen en de kleurafzetting op de vis door middel van organische extraktiemiddelen vrij te maken en op eenvoudige wijze kolorimetrisch te doseren. Er kon tot nu toe evenwel geen gunstig resultaat geboekt worden in deze richting.

3) De relatieve vochtigheid.

Bij het koud en warm roken wordt het produkt eveneens gedroogd. De snelheid van drogen wordt uiteraard beïnvloed door de relatieve vochtigheid van het rook-luchtmengsel. Wanneer de relatieve vochtigheid te laag ligt, slaat de vis "dicht". De dichtgetrokken poriën in de huid beletten de vis nog vochtigheid af te staan, terwijl verder de rookstoffen minder goed worden opgenomen. Wanneer de relatieve vochtigheid te hoog is, duurt het droogproces eveneens langer.

Het inzicht in de betekenis van de relatieve vochtigheid bij het tunnelsysteem vereist vooreerst de instelling van nauwkeurige meetinstrumenten. Deze studie ondervindt belangrijke moeilijkheden, van volgende aard :

(a) de teerafzetting op de meetinstrumenten ; hierdoor duiden de toestellen niet steeds juiste waarden aan,

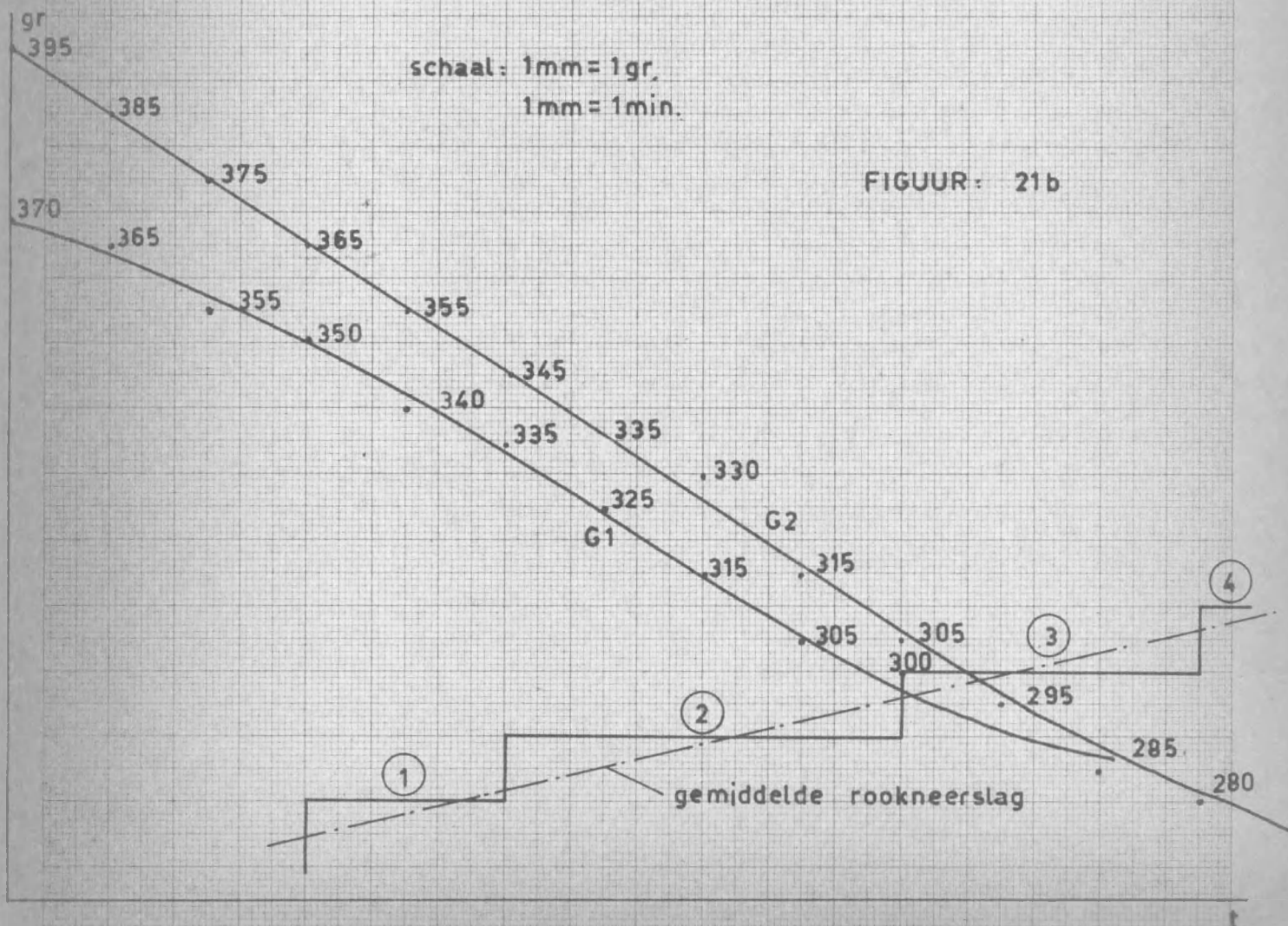
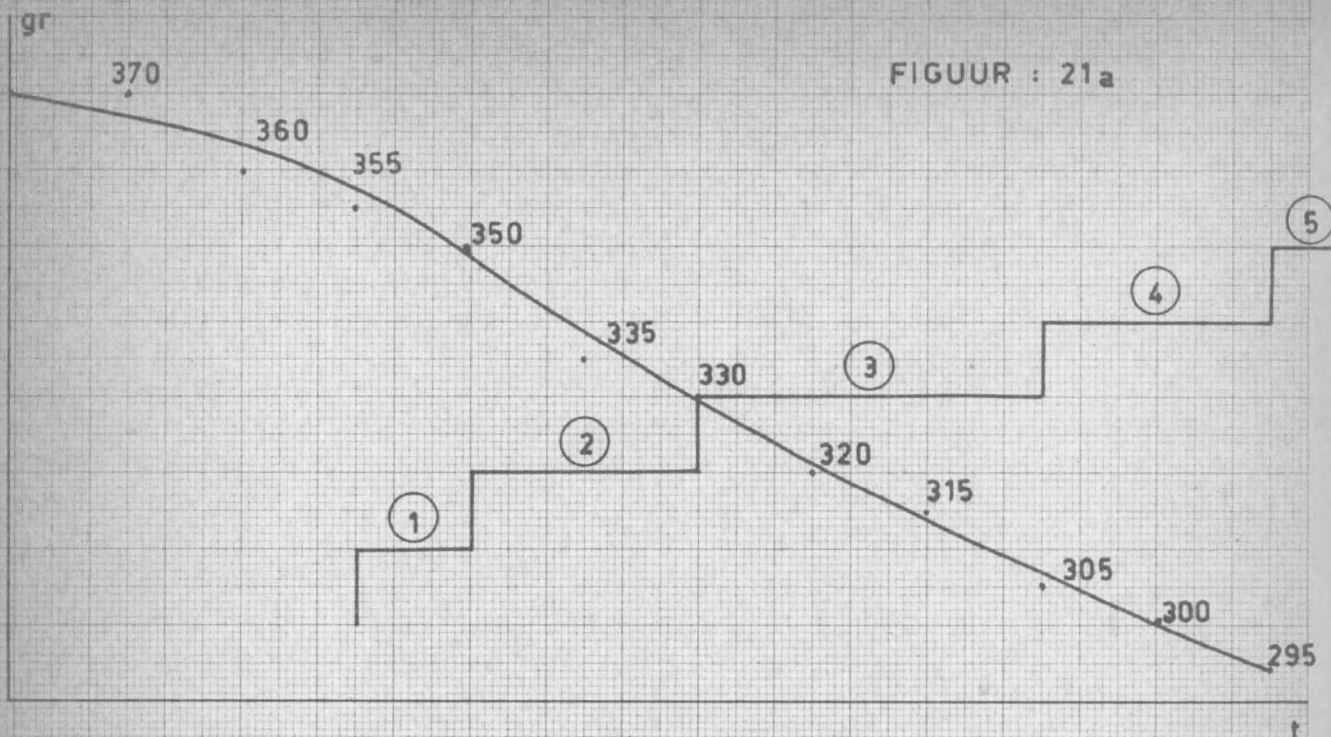
(b) het zich steeds wijzigend vochtigheidsgehalte van de buitenlucht : het relatief vochtigheidsgehalte van de aangezogen buitenlucht verandert niet alleen als gevolg van de opwarming van het lokaal bij het in werking stellen van de tunnel, maar ook met de atmosferische toestanden,

(c) het vochtigheidsgehalte van de rook zelf : dit gehalte heeft invloed op de resulterende vochtigheid van het rook-luchtmengsel en is functie van het watergehalte in het zaagmeel dat als rookontwikkelaar verbrand wordt en van de wijze waarop de gedeeltelijke verbranding verloopt. Teneinde deze niet-controleerbare factoren zo veel mogelijk te neutraliseren, werd voor de verschillende proefnemingen zaagmeel aangewend dat van dezelfde voorraad afkomstig was.

Uit deze moeilijkheden resulteert dat speciale eisen aan de te gebruiken apparaturen gesteld moeten worden. De klassieke uitvoering van de meting berust immers op het temperatuursverschil tussen de droge en de natte thermometer. Deze meting is evenwel praktisch onuitvoerbaar ten gevolge van de teer-afzetting die de verdamping van de natte thermometer ernstig stoort. Er werd dan ook gezocht in de richting van een beschermde voeler voor de thermometer. Een dergelijk instrument ondergaat op dit ogenblik een reeks **ijkingmetingen**, doch de efficiëntie van de beschermingskeus zal dienen uitgemaakt te worden aan de hand van verdere waarnemingen gedurende het roken en (of) stomen.

Niettegenstaande de relatieve vochtigheid onder de huidige omstandigheden uiterst moeilijk te meten was, werden, met het oog op het verkrijgen van een inzicht in het verband tussen de droogsnelheid en de rookneerslag een reeks proefnemingen verricht.

Bij het laden van de tunnel werden enkele produkten gewogen. Hun gewicht werd verder met regelmatige tussenpozen opgenomen, zodat in functie van de tijd een gewichtscurve kon worden opgesteld. Tevens werd op regelmatige intervallen de rookneerslag waargenomen. De bepaling van de bekomen rookneerslag berustte op een subjectieve methode, waarbij de waarnemer volgens eigen oordeel een codecijfer tussen 0 en 5 toekende overeenkomstig de opgedane indruk. Alhoewel dergelijke werkwijze niet exact kan worden genoemd, heeft zij toch haar waarde bewezen daar de waarnemers geoefende visrokers zijn die een jarenlange ervaring op het gebied kunnen bogen. Daarenboven hebben testen uit-



INVLOED VAN HET WATERGEHALTE OP DE ROOKNEERSLAG

gewezen dat de uitspraken van verschillende waarnemers een zeer goede overeenkomst vertoonden.

De overige parameters werden bij de proefnemingen zo constant mogelijk gehouden :

(a) De temperatuur werd automatisch door de thermostaten geregeld.

(b) Het rookdebiet werd in de mate van het mogelijke constant gehouden door steeds hetzelfde aantal vuren aan te leggen ; de dikte van het zaagmeelbed was dezelfde voor de verschillende proeven.

(c) De vochtigheidsgraad van de lucht was niet onder controle.

(d) De verse-luchttoevoerklep en de kringloopregeling waren steeds in dezelfde positie ingeschakeld.

In figuur 21 wordt een beeld opgehangen van de invloed van het waterverlies op de rookneerslag. De vloeiende lijn stelt de variatie van het gewicht in functie van de tijd voor, terwijl de trapvormige kromme de rookneerslag weergeeft.

Alle proefnemingen die werden genomen leidden tot dezelfde conclusies :

(a) De eerste rookneerslag wordt vastgesteld nadat de vis ongeveer 50 à 60 minuten in de tunnel is opgehangen,

(b) De rookneerslag is het grootst wanneer de vis 7,5 à 12,5 % van zijn gewicht verloren heeft ; deze gewichtsvariatie is praktisch uitsluitend te wijten aan deshydratie,

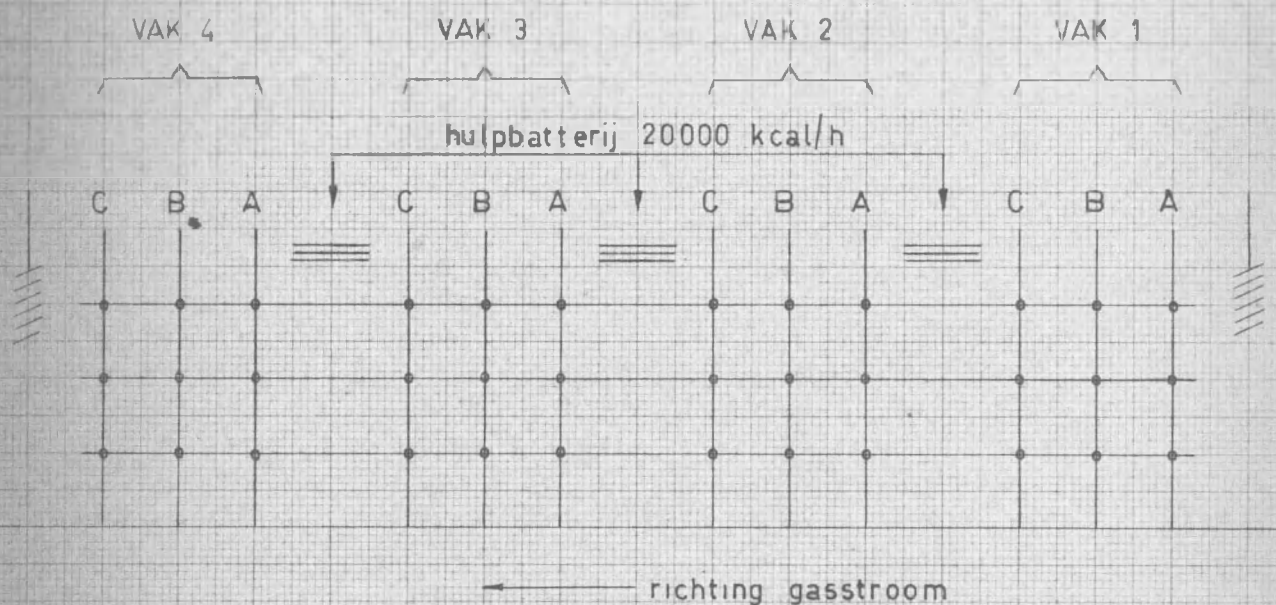
(c) De rookneerslag neemt minder snel toe bij het einde van het rookproces.

4) Snelheid van de rookgassen.

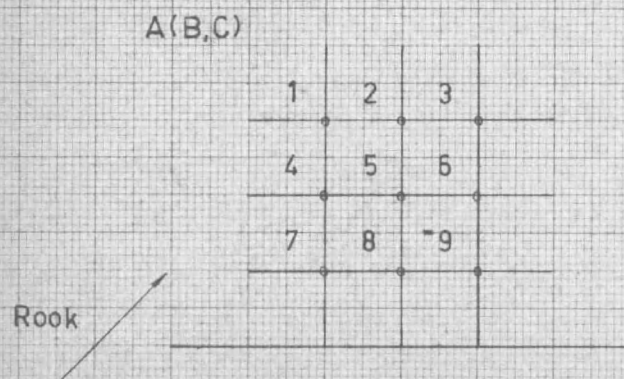
Twee redenen kunnen in het bijzonder aangehaald worden voor de noodzakelijkheid van de studie van de snelheid van de rookgassen in de tunnel.

FIGUUR 22

SCHEMA VAN DE MEETPUNTEN IN DE ROOKRUIMTE



A. MEETPUNTEN IN LENGTERICHTING



B. MEETPUNTEN IN DE DWARSDOORSNEDE

Vochtig materiaal dat in een afgesloten ruimte gebracht wordt, zal water verliezen wanneer de atmosfeer niet aan waterdamp verzadigd is. Wanneer dit systeem in rust is, zal de verdampingssnelheid aan de oppervlakte van het vochtige lichaam beheerst worden door de mikroklimatologische voorwaarden die heersen in de kontaktlaag voorwerp-gasfaze. Al naar gelang de relatieve vochtigheid in deze grenslaag zullen meer of minder watermolekulen overgaan naar de gasfaze. Eenmaal deze grenslaag aan waterdamp verzadigd (relatieve vochtigheid 100 %), zal de verdampingssnelheid bepaald worden door de diffusiesnelheid van de watermolekulen uit de grenslaag naar de meer naar buiten toe gelegen lagen. De diffusiesnelheden zijn klein onder normale voorwaarden van druk en temperatuur, zodat het uitdrogen traag verloopt. Het is dan ook van belang dat bij industrieel drogen de zich snel aan waterdamp verzadigende grenslaag verdreven wordt door nieuwe lagen die niet verzadigd zijn aan vochtigheid. Het kontinu doorstromen van het te drogen materiaal met het drogend gasmengsel is daartoe een uiterst geschikt middel. Het verdrijven van de grenslagen vereist evenwel een minimale kracht, zodat de snelheid van de gassen ook een minimale waarde moet overschrijden.

Anderzijds grijpt er gedurende het roken en stomen een afzetting van rookcomponenten plaats. De snelheid van afzetting van deze verbindingen wordt door talrijke factoren beheerst, o.m. door de heersende oppervlaktetoestand van de vis en door de snelheid van de rookgassen. Het is op dit ogenblik niet duidelijk hoe die afzettingssnelheid beïnvloed wordt door de stromingssnelheid van het gasmidden.

Teneinde meer gegevens over de snelheid van de rookgassen te verkrijgen, werd voor een gegeven stand van de luchtinlaatklep (2.0) en de kringloopklep (0,5) aangevangen met de studie van de meettechniek voor het bepalen van de snelheid van de gassen bij een ledige tunnel. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een hittedraad anemometer. Figuur 22 geeft een schematisch beeld van de geaccepteerde meetpunten in de rookruimte. Daar de stroomsnelheid vrij sterk oscilleert, werd het noodzakelijk ge-

vonden om drie achtereenvolgende aflezingen uit te voeren en het gemiddelde als beste schatting te aanvaarden. De bekomen gegevens voor de proefreeks werden voor hun minima, maxima en gemiddelde samengevat in tabel 4.

Tabel 4 - Waarnemingen over de stroomsnelheid van de gassen (a)

Waarden	Lokalisatie Vak Meetpost		Snelheid cm/sec.	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Minimum	3C	7	40	40
			40	
			40	
Maximum	IA	1	170	173
			180	
			170	
Gemiddelde	-	-	-	107

(a) Meer gedetailleerde gegevens zijn opgenomen in appendix 1.

Niettegenstaande het feit dat tabel 4 slechts één enkele waarnemingsreeks omvat en de afwijkingen door aanvullende proeven nauwkeuriger dienen gelokaliseerd, is het onbetwistbaar dat grote variaties in stroomsnelheid optreden. De laagste snelheid bedroeg 40 cm/sec (punt 3C7) en de hoogste 173 en/sec (punt IAI), terwijl als gemiddelde snelheid 107 cm/sec werd genoteerd. Deze diversiteit zou o.m. één van de redenen kunnen zijn die de reeds vroeger vastgestelde ongelijkmatige kleurvormingen in de hand werken.

& 2. Kwaliteitsstudie : Organoleptisch, chemisch en bakteriologisch onderzoek.

Het kwaliteitsonderzoek beoogt het nagaan van de resultaten van de technische studies ten aanzien van smaak, kleur, kwaliteit, afwerking en bewaringsmogelijkheden van het produkt en had betrekking op organoleptisch, chemisch en bacterio-

logisch onderzoek.

A. Organoleptisch onderzoek.

Het onderzoek had tot doel het zoeken naar organoleptische criteria voor kwaliteitsbepaling.

Teneinde een idee te verkrijgen over de eventueel aan te wenden criteria werd bij het organoleptisch onderzoek van rookprodukties een split-plot proef uitgevoerd ; deze proef geschiedde met een partij kippers. Ongeveer de helft van deze partij werd volgens het oude openhaardsysteem klaargemaakt, terwijl de andere helft in de proefinstallatie werd gerookt.

Met behulp van een keurploeg, bestaande uit 4 keurders, werd de triangaltoets toegepast om een eventueel verschil tussen beide produkties op te sporen ; de vooropgestelde criteria waren : het verschil in kleur aan de buitenzijde, het verschil in kleur aan de binnenzijde en het aanvoelen.

De bekomen resultaten zijn opgenomen in tabel 5 en tonen aan dat de kleur op de huidzijde niet toeliet om tot een wezenlijk verschil tussen beide produkties te besluiten.

Behalve het gekozen criterium zelf, kan evenwel ook het niet voldoende getraind zijn van de keurploeg hiervoor een verklaring vormen.

Tabel 5 - Organoleptisch onderzoek split-plot proef kippers met behulp van drie verschillende criteria.

Kleur buitenzijde	Kleur binnenzijde	Aanvoelen
Aantal testen : 40	Aantal testen : 40	Aantal testen : 40
Aantal juiste antwoorden per keurder		
4	9	6
4	6	9
7	5	5
2	9	9
Totaal 17	29	29
Verwacht voor 95 % betrouwbaarheid		
19	19	19

Beide andere criteria nl. kleur aan de binnenzijde en het aanvoelen wezen daarentegen zeer duidelijk op een verschil. Als gevolg van deze proeven werden bij toepassing van de triangelttoets dan ook bij voorkeur gebruik gemaakt van deze criteria.

B. Chemisch Onderzoek.

Een aanvang werd gemaakt met het chemisch onderzoek van de afgewerkte produkten. Twee aspecten werden in dit onderzoek betrokken, nl. het drogestof gehalte en de kleur van de afgewerkteprodukten.

1. Drogestofbepaling.

In de eerste plaats werd gezocht in hoeverre het drogestofgehalte van een gegeven produkt als criterium zou kunnen gelden voor het stopzetten van het produktieproces en verder in hoeverre de klassieke techniek toelaat van de produktiegang te volgen op een gegeven plaats in functie van de fabrikatieduur en voor een gegeven fabrikatieduur in functie van de plaats.

a) De techniek.

De techniek van drogestofbepaling werd uitgetest door proefnemingen op 100 haringfilets. Van een vers gerookte filet werd het staartje en de rugvin weggesneden. De filet werd vervolgens in stukken gesneden en gemalen met behulp van een vleesmolen. Het geheel werd goed vermengd. Tussen de 9,5 en 10,5 g. werd nauwkeurig afgewogen in een aluminiumschaaltje zonder dekseltje. Dit schaalje bevatte gegloeid zeezand en een glazen spatel ; dit geheel was voorafgaandelijk gedroogd bij 102 tot 105°C en afgekoeld in de dessicator. De ingewogen hoeveelheid visvlees werd grondig vermengd met het zand en het geheel werd 4 u gedroogd bij 102 tot 105°C. Na afkoeling in de dessicator werd opnieuw afgewogen en het percentage drogestof (% D.S.) werd berekend. De analyses werden in dubbel doorgevoerd. De bekomen gegevens zijn samengevat in tabel 6.

Uit tabel 6 blijkt dat de verschillen tussen de twee analyses sterk uit elkaar lopen, zodat meteen de vraag van de betrouwbaarheid van de techniek zich opdringt.

De betrouwbaarheid van de aangewende analyse-techniek werd berekend op de verschillen door het bepalen van de standaardafwijking en de reproduceerbaarheid van de waarnemingen.

Tabel 6 - Enkele gegevens omtrent de drogestofbepaling, in Pct.(a).

Proeven nr	Eerste analyse	Tweede analyse	Vershil d
10	48,46	48,27	0,19
20	51,51	51,69	0,18
30	47,24	47,29	0,05
40	49,73	49,33	0,40
50	53,51	53,55	0,04
60	48,46	48,34	0,12
70	43,55	43,74	0,19
80	48,84	48,86	0,02
90	52,10	52,07	0,03
100	51,86	52,26	0,40
Kleinste verschilwarde	44,43	44,44	0,01
Grootste verschilwaarde	50,66	52,13	1,47

(a) De volledige reeks bepalingen is opgenomen in appendix 2.

Daar $d^2 = 17,0845$ en $n = 100$, wordt de standaardafwijking : $6 = 17,0845/100 = 0,292 \% \text{ D.S.}$, terwijl de reproduceerbaarheid (of het gemiddeld verschil tussen de dubbelproeven) gelijk wordt aan :

$$1,13 \times 0,292 = 0,32996 \text{ of } 0,33 \% \text{ D.S.}$$

Rekening houdend met de complexe structuur van het onderzochte materiaal en met de eenvoudige analysetechniek mag dit gegeven als behoorlijk betrouwbaar aangenomen worden.

b) Het watergehalte bij verschillende produkties.

Voor de drogestofbepaling bij verschillende produkties werden drie verschillende types van haringfilets onderzocht, nl. type A : warm gerookt, type B : koud gerookt met minstens 5 h zware rook en type C : koud gerookt met lichte rookintensiteit gedurende ongeveer 90 minuten na een voorafgaandelijke droogperiode van maximum 3 h.

Type A-filets werden warm gerookt bij $\pm 82^\circ\text{C}$. In totaal werden 10 verschillende produkties bemonsterd. De individuen werden in dubbel onderzocht en het gemiddelde werd als de beste schatting van het watergehalte voor bedoelde produktie weergegeven in tabel 7.

Tabel 7 - Drogestofgehalte (in pCt) in filets type A.

Produktie nr	n	D.S.
1	6	46,70
2	6	48,08
3	5	47,26
4	6	49,11
5	6	46,65
6	5	49,47
7	5	50,83
8	6	52,74
9	20	54,02
10	10	55,57
		Σ 500,43
		$\bar{x}$ 50,04

Bij de produktie van filets van het type A blijkt het drogestofgehalte te variëren tussen de grenzen 42,9 % en 57,1 %. De standaardafwijking op het drogestofgehalte wordt :

$$\sigma = 3,15 \% \text{ D.S.}$$

zodat 95 % van de produktie binnen het interval $\pm (3,15 \times 2,26) = 7,1 \% \text{ D.S.}$ komt te liggen.

Een tweede type filet, type B, werd koud gerookt gedurende 5 h bij $\pm 36^{\circ}\text{C}$. In het totaal werden 12 produkties onderzocht en de gegevens zijn weergegeven in tabel 8.

Tabel 8 - Drogestofgehalte (in pCt) in filets type B.

Produktie nr	n	D.S.
1	6	48,04
2	6	48,69
3	5	47,52
4	6	47,41
5	5	45,27
6	6	49,92
7	5	49,67
8	20	47,57
9	20	50,22
10	10	48,24
11	10	43,35
12	10	48,42
		Σ 574,32
		$\bar{x}$ 47,86

De standaardafwijking wordt :

$$\sigma = 2,03 \% \text{ D.S.,}$$

waarbij 95 % van de produkties binnen het interval

$$\pm (2,20 \times 2,03) = 4,5 \% \text{ D.S.}$$

hetzij tussen 43,4 en 52,3 % D.S. gaan liggen.

Een derde type filet, type C, werd voorafgaandelijk gedroogd bij 40°C gedurende 3 h en vervolgens licht gerookt gedurende ongeveer 90 minuten bij 36°C . In totaal werden 6 verschillende produkties bemonsterd en de resultaten zijn samengevat in tabel 9.

Tabel 9 - Drogestofgehalte (in pCt) in filets type C.

Produktie nr	n	D.S.
1	6	50,03
2	5	55,82
3	5	49,96
4	20	53,65
5	10	50,90
6	10	52,82
		Σ 313,18
		$\bar{x}$ 52,20

Voor filets van het type C wordt de standaard-afwijking gelijk aan :

$$\sigma = 2,32 \% \text{ D.S.}$$

zodat 95 % van de produkties binnen het interval $\pm (2,57 \times 2,32) = 5,7 \% \text{ D.S.}$ valt of tussen 46,5 en 57,9 %.

Wanneer de produktievoorwaarden van de drie types vergelijken worden, dan blijken type B en C gedurende nagenoeg dezelfde tijd aan dezelfde temperatuur onderworpen te zijn. Een gekombineerde variantie kan worden berekend, nl. :

$$\sigma^2 = \frac{45,333 + 27,003}{11 + 5} = 4,521$$

en gebruikt worden om het eventuele verschil tussen de drogestofgehaltes te testen met behulp van de t-waarde

$$t = \frac{52,20 - 47,86}{2,13} \sqrt{\frac{55}{16}} = 3,77$$

De theoretische t-waarden met 90, 95 en 99 % overschrijdingskans zijn 1,746, 2,120 en 2,921. Tussen de produkten B en C blijkt dan ook een uitgesproken verschil te bestaan ; dit verschil zou toegeschreven kunnen worden aan de relatieve vochtigheid van de gebruikte gasmengsels en aan de inhomogeniteit van de grondstof. Verdere onderzoeken zullen hierover meer gegevens moeten verstrekken.

c) Bruikbaarheid van de drogestofbepaling
voor het onderzoek van de produktievoorwaarden.

Wanneer de drogestofbepaling in deze klassieke uitvoering aangewend wordt om het verloop van het watergehalte te volgen gedurende het produktieproces, dan zal slechts een klein aantal individuen voor ieder bemonstering geanalyseerd kunnen worden.

Het watergehalte zal dan ook niet aan grote schommelingen onderhevig zijn. De schommelingen binnen een gegeven produktie kunnen onderzocht worden, daar over 14 verschillende reeksen met 10 geanalyseerde individuen beschikt kon worden. De bekomen resultaten zijn samengevat in tabel 10.

Tabel 10 - Spreiding drogestofgehalte in reeksen van 10 individuen.

Nr	gemiddeld % D.S.	hoogste % D.S.	laagste % D.S.	spreidingsbreedte
1	53,31	57,16	46,33	10,86
2	54,72	59,49	44,76	14,73
3	55,57	60,80	51,16	9,64
4	49,60	56,04	46,20	9,84
5	51,00	57,21	48,39	8,82
6	47,08	56,56	40,50	16,16
7	48,19	51,45	45,47	5,98
8	48,24	56,38	41,53	14,85
9	43,35	52,41	36,07	16,34
10	48,42	52,93	43,42	9,51
11	52,92	55,61	50,00	5,61
12	54,26	59,81	48,08	11,73
13	50,90	55,02	48,00	7,02
14	52,82	57,58	48,36	9,22
gemiddelde spreidingsbreedte 10,73				

De verhouding tussen de gemiddelde spreidingsbreedte en de standaardafwijking is voor monsters bestaande uit 10 individuen gelijk aan 3,08 zodat de standaardafwijking gelijk is aan :

$$\sigma = 10,73/3,08 = 3,48 \approx 3,5 \% \text{ D.S.}$$

Om het drogestofgehalte tot op 1 % na te kennen, zullen $1,96 \times 3,5/\sqrt{n} = 1,0 \%$ D.S., hetzij $n = 49$ individuen dienen onderzocht te worden.

Voor het onderzoek van 10 individuen wordt de nauwkeurigheid $\pm 2,2 \%$. Zelfs met een dergelijke grote fout op de schatting is deze techniek niet zonder meer toepasselijk, gezien gedurende een produktieduur van bijvoorbeeld 5 h., om de 30 minuten, 10 individuen moeten onderzocht worden, hetzij een totaal van 100 stuks. De klassieke methode is onder dergelijke voorwaarden niet bruikbaar en er moet dan ook uitgezien worden naar andere technieken die het wel mogelijk maken deze grote reeksen proeven te onderzoeken binnen een redelijk tijdsinterval.

2. Kleurbepaling van afgewerkte produkten.

Bij het keuren van de afgewerkte produkten speelt de beoordeling van de kleur een zeer voornamelijk rol. Op industrieel vlak zou men over een snelle en eenvoudig uit te voeren techniek moeten kunnen beschikken, teneinde een objectieve bepaling van de kleur te kunnen doorvoeren.

Een reeks organische extraktiemiddelen werden aangewend om de afgezette kleurstoffen op vers bereide produkten vrij te maken. Met geen enkel van de tot nog toe geteste extraktiemiddelen slaagde de proef, zodat de toepassing van de kolorimetrie op de bekomen oplossingen niet mogelijk was.

C. Bakteriologisch onderzoek.

Voor het bakteriologisch onderzoek werden proeven uitgevoerd met het oog op het verlengen van de houdbaarheid van voorverpakte produkten. Dit onderzoek liep parallel met de ontwikkeling van de sterilisatie-apparatuur.

Teneinde de toe te passen bakteriologische technieken te kunnen opsporen, werden ook een reeks voorproeven uitgevoerd, die betrekking hadden op het vinden van de meest geschikte voedingsbodems, de meest geschikte aerobe kweektemperatuur en de meest geschikte voorbehandelingsperiode van het te

onderzoeken materiaal.

Afdeling II - Het stomen.

Voor het stomen (warm roken) is de gehele problematiek praktisch dezelfde als voor het koud roken, doch volgende punten werden speciaal in het onderzoek betrokken :

1. Bij de constructie van het proefinstrument werd van het fundamenteel principe uitgegaan dat het koud en het warm roken in één en dezelfde ruimte moest kunnen geschieden. Hierdoor werden alle hoger vermelde veranderingen voor het koud roken zo gesteld dat zij ook voor het warm roken kunnen dienen. In dit verband mag speciaal naar de **afstelling van de temperatuur** verwezen worden.

2. De beschrijving van een "type werkwijze" (tijd en temperatuur) voor verschillende produkten, nl. haring en haringfilets.

3. De vastlegging van data in verband met de kleur en het algemeen uitzicht van het bekomen eindprodukt.

4. De studie van de afgewerkte produkten t.o.v. de drogestofbepaling.

5. De wijze van aanspeten van de produkten.

Hoofdstuk II - Bewerkingsprocessen.

Behalve het onderzoek van het rook- en stoomproces werd in de activiteitsperiode ook de studie voortgezet van een aantal bewerkingen die het roken of stomen voorafgaan of volgen en de kwaliteit van het afgewerkte produkt in grote mate beïnvloeden. Deze bewerkingen zijn : het triëren, het fileren, het ophangen van filets, het zouten en het inpakken.

& 1. Het triëren.

De haring vormt in de rokerijen veruit de voornaamste grondstof. Gedurende het vangstseizoen ontvangen de rokerijen echter regelmatig partijen, waarvan het aantal stuks schommelt van enkele duizenden tot enkele tienduizenden per partij ; in een dergelijke partij komen grote en kleine, volle en ijle haring naast elkaar voor.

Het vraagstuk van het triëren is meteen duidelijk gesteld, ~~doob~~ kan nog meer konkreet afgebakend worden door de noodzaak tot het triëren, nl. om :

(a) voor de duurste bewaringprocédés (diepvries) de meest geschikte individuen ten aanzien van grootte en kwaliteit af te zonderen ;

(b) de homogeniteit van de te bewerken grondstof te verbeteren met het oog op een gelijkmatige verloop van de oppervlakte verschijnselen, zoals zouten, drogen en kleurafzetting ;

(c) de meest geschikte grondstof te kunnen kiezen in functie van het beoogde afgewerkte produkt.

Voor een onderzoekseenheid moet hier nog aan toegevoegd worden dat de niet regelbare factoren (de vis zelf - naar soort, kwaliteit en voorbehandeling) zo goed mogelijk onder-
vangen dienen te worden. Hierdoor komen de proefvoorwaarden beter in de hand te liggen en vallen de resultaten gemakkelijker te interpreteren.

Het onderzoek over het triëren viel uiteen in twee delen. Vooreerst werden proeven ondernomen in verband met de grondstof ; hierbij werd de spreiding van de in België aangevoerde haring bestudeerd, werden de door de werkgroep aangekochte partijen onderzocht en liepen, teneinde de bestaande triagetechniek te kunnen testen, proefnemingen over getrieerde partijen haring. Vervolgens werden studies uitgevoerd met betrekking tot het triëren en het portioneren van bewerkte vis.

FIGUUR 23

FREKWENTIEVERDELING VAN DE

AANGEVOERDE HARING TUSSEN 1956-1962

aantal
individue

900

800

700

600

500

400

300

200

100

totale
aanvoerklasse
IVklasse
V & VI

120E

52 70 8 06 24 42 161 178 96 14 32 50 68 86 04 22 40 50
61 79 97 15 33 151 169 87 05 23 41 59 77 95 13 31 49

Al deze proefnemingen hadden tot doel het bepalen van de voorwaarden, waaraan een mechanische trieerinstallatie moet beantwoorden.

A. Triage van de grondstof.

1. Toestand van de in België aangevoerde haring.

Teneinde inlichtingen te bekomen over de in België aangevoerde haring, werden de gegevens over de haring van de seizoenen 1956-57 tot en met 1961-62, die werden verzameld door het Zeewetenschappelijk Instituut, bestudeerd (1). Zij werden verwerkt met het oog op het vooropgestelde doel, nl. het industrieel triëren.

Figuur 23 geeft een samenvattend beeld van de aanvoer tussen 1956 en 1962 en vermeldt de frequentie van de onbetwistbaar volle haring (of biologische klasse V - met buikholte meer dan 50 % gevuld met gonaden - en biologische klasse VI - kuitzieke haring), de mogelijks volle haring (of biologische klasse IV met buikholte gevuld voor 25 tot 50 % met gonaden) en de ijle haring. Tabel 11 geeft de verhouding weer tussen de volle haring en de totale aanvoer boven een bepaalde gewichtsgrens.

Tabel 11 - Verhouding tussen volle haring en totale aanvoer boven een bepaalde gewichtsgrens.

Laagste grensge- wicht in g.	Totaal		V klassen VI		IV klassen VI		IJle haring	
	Aantal stuks	% totale aanvoer	Aantal stuks	% aanvoer	Aantal stuks	% aanvoer	Aantal stuks	% van aanvoer
219	730	7,3	496	68,0	584	80,0	146	20,0
200	1129	11,4	775	68,6	905	80,2	224	19,8
183	1802	18,1	1182	65,6	1405	78,0	397	22,0
165	2663	26,8	1621	60,9	2136	80,2	527	19,8

(1) De volledige cijferreeksen met figuren zijn opgenomen in appendix 3.

Uit de figuur en de tabel kan worden opgemaakt dat, eenmaal een bepaalde gewichtsklasse overschreden wordt (nl. 165 g), bij 80 % van de aangevoerde haring de buikholte voor minstens 25 % gevuld is met geslachtsklieren, d.w.z., uit volle of mogelijk volle haring bestaat. Circa 20 % van de aanvoer omvat dan ijle haring.

Wanneer verder bij een bepaalde gewichtsklasse, bv. 165 g, als bijkomende eis gesteld wordt dat alle haring vol of mogelijk vol moet zijn, dan blijkt het triëren met de hand gereduceerd te kunnen worden tot circa 25 % van de aanvoer.

Tenslotte wijst tabel 11 ook uit dat bij een stijging van het gewicht het aandeel van de onbetwistbare volle haring toeneemt.

2. Studie van de aangekochte partijen haring.

De spreiding binnen de aangekochte partijen haring werd bestudeerd door bemonstering en uitweging van 250 individuen. De resultaten van het onderzoek zijn opgenomen in tabel 12.

Tabel 12 - Samenvattende gegevens van de spreiding van de individuele gewichten binnen de aangekochte partijen haring.

Nr	Oorsprong	Gemiddeld gewicht in g	Hoogste gewicht in g	Laagste gewicht in g	Spreiding
1	Noordzee	108,7	236,7	55,3	181,4
2	"	121,7	180,0	54,3	125,7
3	"	122,4	248,2	48,0	200,2
4	"	200,6	295,8	133,0	162,5
5	"	202,1	274,1	102,1	172,0
6	"	165,0	247,2	152,5	137,1
7	"	247,0	325,7	141,4	183,3
8	Noorwegen	350,3	486,1	152,5	333,6
9	"	340,4	459,6	152,2	307,4
10	"	352,6	475,2	189,0	286,2
11	Ierland	269,1	545,6	110,0	435,6

Uit tabel blijkt, dat de haringen gekenmerkt worden door een uiteenlopend gewicht. Voor haring uit de Noordzee werd als hoogste gewicht 325,7 g genoteerd, terwijl het laagste gewicht 48,0 g bedroeg. Het gewichtsverschil varieerde tussen 125,7 g en 200,2 g.

Voor ingevoerde Noorse haring werd een minimaal gewicht van 152,2 g en een maximaal gewicht van 486,1 g geboekt ; het gewichtsverschil schommelde tussen 286,2 g en 333,6 g. Voor de geïmporteerde Ierse haring beliep het gewichtsverschil 435,6 g, met als uiterste waarden 545,6 g en 110,1 g.

3. Studie van de gebruikelijke triermet- hode.

Uit de voorgaande onderzoeken kwam een zeer grote spreiding zowel bij de aangevoerde als bij de aangekochte partijen grondstof naar voren. Teneinde over een meer homogene grondstof te beschikken, wordt in de praktijk overgegaan tot een manuele grootte- of gewichts triage.

Deze techniek steunt volkomen op de ervaring van de arbeiders en heeft tot gevolg dat (a) slechts twee groepen van haring worden genoemd, nl. grote en kleine en (b) de scheiding niet volledig in de hand kan worden gehouden.

Onder deze omstandigheden is het dan ook onmogelijk concrete gewichtsnormen voorop te stellen, hetgeen noodzakelijk is gezien de diversiteit van de ontvangen partijen grondstof. Dit kan alleen geschieden langs mechanische weg.

Tabel 13 - Onderzoek van partijen getrieerde haring.

Nr	In onderzochte partij aanwezig % haring met lager gewicht dan :		
	167 g	182 g	200 g
1	7,2	18,8	42,4
2	6,0	19,2	44,5
3	7,5	20,0	42,5
Gemiddeld	6,9	19,3	43,1

Wanneer als normgewichten 167 g (hetzij 6 stuks/kg), 182 g (hetzij 5,5 stuks/kg) of 200 g (hetzij 5 stuks/kg) weerhouden worden, dan zou, zoals tabel 13 aangeeft, een mechanische triage nog 7 tot 40 % uit de grootste gewichtsklassen langs een manuele sortering bekomen, kunnen verwijderen.

B. Triage van de afgewerkte produkten.

Een tweede onderzoek had betrekking op de triage van de afgewerkte produkten en wel met name op (a) een scheiding in grote en kleine individuen voor bepaalde produkties en (b) een afwegen van bepaalde hoeveelheden vis bij de voorverpakking.

1. Het gewoon scheiden in grote en kleine individuen.

Voor het uitvoeren van de triage tussen grote en kleine individuen wordt normaal beroep gedaan op de ervaring van het personeel. Teneinde de efficiëntie van deze werkwijze te kunnen onderzoeken, werd de reeds besproken split-plot proef met ingepakte en getricerde kippers doorgevoerd ; een normale werkploeg voerde deze sortering uit. Op deze wijze werden vier groepen ingepakte kippers bekomen : tunnel grote, tunnel kleine, openhaard grote, open haard kleine. Met behulp van een toevalstabel werden uit iedere groep een aantal verpakte koppels gekozen en uitgewogen. De bekomen resultaten werden samengevat in tabel 14.

Tabel 14 - Gewichtskontrolle op ingepakte kippers.

Data	Groep Tunnel		Groep Open haard	
	Groep kleine	Groep grote	Groep kleine	Groep grote
$\bar{X}_{i2}$	5.970	21.845	9.550	25.375
$\bar{X}_i$	1.278.900	5.474.475	5.474.475	6.418.225
$\bar{x}$	213,2	252,8	212,8	251,8
n_2	28	85	43	110
	207,3	512,7	243,6	440,3
	14,4	22,6	15,6	21,0
	95 % interval			
	183,7-242,7	207,8-297,8	180,3-244,3	210,2-293,4

Ook hier weer blijkt de manuele triage tot twee groepen; waartussen een zeer breed overgangsgebied optreedt en de bekomen resultaten wijzen dan ook naar de aanwending van een mechanische trieerinstallatie.

2. Het onderzoek van afgewerkte, voor te verpakken produkten.

Om een inzicht te bekomen in de eventuele mogelijkheid om het afwegen van de voor te verpakken produkten te vervangen door een klasseren op een automatische trieerinstallatie, werden proeven uitgevoerd met behulp van koud gerookte filets. De reeds beschreven types B en C werden daartoe aangevend. Na de eventuele voorbereiding tot het inpakken, werden voor iedere produktie 250 individuen uitgewogen. De bekomen resultaten werden samengevat in tabel 15.

Tabel 15 - Spreiding van de gewichten bij inpakklare filets.

Nr	Type	Gemiddelde gewicht in g	Hoogste gewicht in g	Laagste gewicht in g	Spreiding in g
1	C	28,5	55,7	8,6	47,1
2	C	30,8	54,8	9,4	45,8
3	C	21,3	52,2	6,4	45,8
4	B	50,0	85,0	19,7	65,3
5	C	23,8	49,8	0,8	49,0
6	B	97,5	155,3	53,5	101,8

Opnieuw is de zeer grote spreiding opvallend, doch aan de hand van de waarnemingen is het mogelijk een beeld te vormen van de eventueel toe te passen klassering.

Vooropgesteld dat vertrokken wordt van voorgetrieerde haring en dat voor de bereiding van een welbepaald type filet de grondstof met een gewicht van 100 tot 140 g als meest geschikt zou blijken, dan kan onmiddellijk aansluitend op het triëren de grondstof kontinu toegevoerd worden aan de fileerinrichting. Gedurende het fileren treedt ongeveer 50 % verlies op in gewicht, zodat de lichtste filets 50 g en de zwaarste filets 70 g zullen wegen. Tijdens de bewerkingen die nodig zijn tot het bekomen van het eindprodukt treedt nogmaals een verlies

op van ongeveer 20 % ; de lichtste afgewerkte filets zullen dan 40 g en de zwaarste 56 g wegen. Door het delen van de filet wordt een inpakklare filet bekomen die varieert tussen 20 en 28 g.

Wanneer de trieerinstallatie vijf groepen kan vormen, dan kunnen de afgewerkte filets gesorteerd worden op de gewichten 21, 23, 25 en 27 g. Hierdoor bekomt men dan de theoretische groepen : 20 - 21 g (1), 21 - 23 g (2), 23 - 25 g (3), 25 - 27 g (4) en 27 tot 28 g (5). Wanneer pakjes gevormd worden van 150 g, dan zouden volgende combinaties aangewend kunnen worden :

- (a) 3 stuks van (2) + 3 stuks van (5)
- (b) 3 stuks van (3) + 3 stuks van (4)
- (c) 7 + 1/2 stuk van (1)

Voor de combinatie (a) wordt de grootste negatieve afwijking dan $150 - (3 \times 27) + (3 \times 21) = 6$ g, hetzij 4 % en de maximale positieve afwijking :

$$(3 \times 28) + (3 \times 23) - 150 = 3 \text{ g, hetzij } 2 \%$$

Voor de combinatie (b) gelden dezelfde afwijkingen, terwijl deze voor de combinatie (c) moeilijk te schatten vallen, gezien hierbij een splitsing in 2 stukken van een enkele filet plaatsgrijpt.

Men kan deze gegevens vergelijken met de resultaten bekomen bij het afwegen op gewone industriële balansen en op minimum-maximum balansen. De bekomen afwijkingen op de trieerband zullen niet groter uitvallen en de behandeling zal veel sneller kunnen gebeuren dan momenteel het geval is.

Het onderzoek zal evenwel verder moeten uitmaken in hoeverre boven geschetste werkwijze al dan niet voor correcties vatbaar is.

C. Voorwaarden trieerinstallatie.

— — — — —
Aan de hand van de gegevens is het mogelijk een reeks eisen naar voor te brengen waaraan de in te schakelen trieerinstallatie zou moeten voldoen.

In de eerste plaats dient rekening gehouden te worden met het aantal haringen in een aangevoerde partij ; het is noodzakelijk dat veel individuen binnen een redelijke tijd verwerkt kunnen worden. Aan de hand van de waarnemingen, vermeld in appendix A3 (7), kan worden berekend dat het gemiddelde gewicht van aangevoerde haring 167 g bedroeg, hetzij 6 stuks/kg. Dit houdt in dat 10.000 kg haring overeenstemmen met 60.000 individuen. Om deze totale aanvoer in een tijdsbestek van 8 h te kunnen triëren, is een minimale kadans van $60.000/480 = 125$ stuks/minuut vereist. Om aan alle onvoorziene omstandigheden het hoofd te kunnen bieden, lijkt een hogere kadans wenselijk.

Daarnaast zal er een zeer sterke bevuiling van het apparaat optreden. Aan- en afvoerband en weegplateau moeten gereinigd kunnen worden gedurende de werking. Deze eis betekent dat het apparaat onder vochtige atmosferische condities en bij de reiniging bedrijfszeker moet kunnen functioneren.

Teneinde tijdverlies uit te schakelen bij de aanvang of het hernemen van de weegoperaties na onderbreking, is het wenselijk dat het apparaat zonder voorafgaandelijke opwarmperiode werkt.

De gewichten moeten instelbaar zijn daar enerzijds aangevoerde verse haring en anderzijds diverse afgewerkte produkten gesorteerd moeten worden. De weegbreedte moet tenminste 300 g bedragen, zodat haring getrieerd kan worden tussen 200 en 250 g en haringfilets tussen 30 en 50 g. De wegingen zouden daarenboven dienen te gebeuren op 1 g na, zodat de kleinste groepen een weegbreedte van 2 g zouden hebben. Het aantal aldus gevormde groepen zou minstens 3 moeten bedragen.

De gestelde eisen kunnen als volgt gerekapituleerd worden :

- 1) minimale kadans 150/min ;
- 2) instelbare gewichten ;
- 3) wegingen op 1 g na nauwkeurig ;

- 4) scheiding is drie, liefst in meer groepen ;
- 5) aanvoerband reinigbaar gedurende de werking ;
- 6) weegplateau reinigbaar gedurende de werking ;
- 7) bedrijfszeker onder vochtige atmosferische kondities ;
- 8) geen opwarmperiode nodig.

§ 2. Het fileren.

Om de rooktunnel doeltreffend van grondstoffen te voorzien en de verpakingsapparatuur op een efficiënte wijze te laten werken, werd een toestel voorzien dat in staat is de grondstoffen te reinigen en verwerkingsklaar te maken - en dit met een capaciteit en uniformiteit, die in overeenstemming is met de speciale verwerkingssnelheid van de behandelde vis in het rook- en stoomproces.

Het vraagstuk herleidde zich tot het combineren van de reeds bestaande geïsoleerde verwerkingsmethoden, en wel namelijk tot het inschakelen in het proces van een fileerapparaat.

Het fileerapparaat bestaat uit een ontkop-, een ontstaart- en fileergedeelte en laat het "rondsnijden" en "cleanplate" snijden van de produkten toe. Dit behelst voor het "rondsnijden" : het ontkoppen, na gelijkmatig en juist afmeten van de vis, het ontstaarten, het afsnijden van de buikrand en de vinne, het verwijderen van hom, kuit en ingewanden, evenals van de hoofd- en zijgraten en de zwarte buikhuid en voor het "cleanplate" snijden : naast hoger vermelde handelingen ook het opensnijden van de vis tot aan de staart, het verwijderen van de ruggraten en het verdelen van de vis in twee filethelften.

Deze wijze van werken werpt gunstige resultaten af en in hoofdzaak de volgende :

(a) de mogelijkheid is voorhanden en de kettingwerking in een brede vorm uit te werken, (b) de rationalisatie kan worden verhoogd en de verwerkingscapaciteit versneld, (c) er kan worden voldaan aan een vraag die meer en meer bij het publiek ingang gaat vinden, namelijk het op de markt brengen van "graatloze" produkten.

Alhoewel het apparaat op zich zelf vol-doening geeft, werden bij de studie een aantal moeilijkheden onder-vonden, die dienden opgelost te worden, nl. (a) de veilige werking, (b) de verliezen en (c) de verwerking van afval.

A. Veiligheidsinrichting.

— — — — —

Het fileerapparaat is voorzien van een veiligheidssysteem tegen arbeidsongevallen, doch de haring wordt naar het ontkopmes aangevoerd bij een kadans van 120 stuks per minuut. Anderzijds is de afstand tussen ontkopmes en laadplaats uiterst kort, zodat het niet ondenkbaar is dat een kledingstuk of zelfs een hand geklemd geraakt tussen de ligplaatsen van de vis.

Teneinde te voorkomen dat het gegrepen lichaamsdeel tot bij het ontkopmes geraakt, werd de in- en uit-schakelapparatuur in het onmiddellijk bereik van de arbeider geplaatst. Deze laatste heeft theoretisch ruimschoots de tijd om het apparaat stop te zetten, maar dit hangt nauw samen met het niet ontstaan van een paniekstemming.

Om ook onder deze omstandigheden ongeluk-ken uit te schakelen, werd de toegang tot het ontkopmes be-veiligd door een drukschakelaar die de stroom op de gehele in-richting imperatief afsluit. Deze inrichting vermindert met on-geveer 1/3 de vrije hoogte aan de ingang van de geleideband voor het ontkopmes.

Op de drukschakelaar rust een drukvlak, zo-dat de trefkans van een voldoende groot vreemd lichaam volledig wordt. Deze trefkans is zeker zo groot wanneer de arbeider, in

paniekstemming gebracht, zich probeert los te rukken. Een lichte druk volstaat om het beveiligingsmechanisme in werking te stellen. Hierbij werd ook de voorzorgsmaatregel getroffen om de werking niet via de schakelapparatuur van de fileermachine te laten gebeuren, maar wel via een schakelaar geplaatst op enkele meters afstand van de machine. Toevallige aanraking van de schakelaar op de fileermachine gedurende het bevrijden van een geklemde arbeider kan dan ook geen aanleiding geven tot nog ernstiger ongevallen.

B. Verliezen op de fileermachine.

Een belangrijk probleem bij het gebruik van het fileerapparaat vormen de verliezen. Tot het bekomen van een inzicht in de verliezen bij het fileren, werden zes reeksen proeven op 250 stuks ondernomen. Bij deze proeven werden de haringen individueel gewogen en daarna werd het gemiddeld gewicht bepaald. De haringen werden onder normale arbeidsvoorwaarden gefileerd; de filets werden individueel afgewogen en de ernstig beschadigde filets werden afzonderlijk gehouden en als verlies aangerekend. Dit onderzoek leverde een verlies op in aantal stuks. De gewichtsverliezen bij de omzetting tot filet werden bepaald aan de hand van het gemiddeld gewicht haring - gemiddelde gewicht filet. Deze beide gegevens zijn weergegeven in tabel 16.

Tabel 16 - Verliezen in gewicht en in aantal stuks gedurende het fileren.

Nr	% verlies in stuks	% verlies in gewicht
1	7,2	50,4
2	2,8	44,3
3	5,6	46,0
4	2,0	48,0
5	0,4	45,9
6	0,0	49,2
Gemiddeld	3,0	47,3

Het gemiddelde gewichtsverlies bij het fileren bleek 47,3 % te bedragen, terwijl het gemiddelde verlies op het aantal stuks 3,0 % beliep.

Ten aanzien van het gewichtsverlies is de standaardafwijking gelijk aan 2,3 % en het 95 % interval voor de waarnemingen varieert tussen $\pm (2,3 \times 2,57) = 5,9$ %, hetzij van 41,4 tot 53,2 %.

De standaardafwijking op het verlies in aantal stuks bedraagt 2,9 % ; met een 95 % interval van $\pm (2,9 \times 2,57) = 7,5$ %, gaat de variatie van 0 tot 10,5 %.

De verliezen bij het fileren blijken bijzonder groot te zijn vooral met betrekking tot het aantal stuks. Daarom wordt momenteel uitgezien om een telmechanisme op het fileerapparaat in te schakelen.

C. Afvalverwerking.

— — — — —

Het verlies bij het fileren bleek te variëren tussen 41,4 en 53,2 % met een gemiddelde van 47,3 %. Op een partij haring van 10.000 kg moet dan ook tussen 4190 en 5320 kg afval weggewerkt worden.

Deze afval, bestaande uit koppen, staarten, ingewanden en stukgetrokken vis, dient opgevangen te worden aan de daartoe voorziene afvoergeulen, moet getransporteerd worden naar afvalsilo's en dient gestockeerd tot dat transport naar recuperatiebedrijven mogelijk of noodzakelijk is. Dit alles vergt talrijke "manuren" aan bijzonder zware arbeid. De mogelijkheid werd onderzocht om de afvoer te automatiseren.

Als voorstel werd gedacht aan de desintegratie tot kleine brokstukjes van enkele mm diameter door middel van een daartoe geschikt apparaat. Dit apparaat zou opgesteld worden aan de afvoeropeningen en na scheuren van het materiaal zou de aldus ontstane brij door middel van een pomp naar de silo kunnen getransporteerd worden.

§ 3. Aanspeten van filets.

Het probleem van het ophangen van filets werd bestudeerd door na te gaan of een verschil in het bekomen eindprodukt bestaat, wanneer de filets hangend of liggend worden gerookt.

De vergelijking werd doorgevoerd bij een aantal proeven waarbij (a) de filets gewoon aan latten werden opgehangen en (b) de filets op netten werden gelegd. Voor laatstgenoemde proeven werden twee soorten draadnetten onderzocht, nl. een net uit metaal en een net uit nylondraad.

Uit het onderzoek kwamen volgende punten naar voren :

(1) Ten aanzien van de gebruikte netten.

Er kon worden vastgesteld dat nylondraadnetten te verkiezen zijn boven netten in metaal. Met nylondraadnetten wordt immers een langdurig contact met metaal vermeden en wordt een bron van oxydatiesmaken uitgeschakeld ; verder bleken de nylondraden beter bestand te zijn tegen de vochtige en zoute atmosfeer bij inhangen en uithalen van de vis.

(2) Ten aanzien van de filets.

Voor liggend gerookte filets werden ten opzichte van de hangend gerookte volgende voordelen genoteerd :

a) Bij koud roken,

- de filets zijn gemakkelijk af te nemen,
- de filets vertonen een mooier uitzicht

daar de droging en kleurafzetting meer homogeen is door het ontbreken van dubbel hangende exemplaren,

- de filets zijn mooi vlak, hetgeen een gemakkelijke behandeling bij het inpakken mogelijk maakt,

- voor de filets bestaat de mogelijkheid om de staartjes in een arbeidsgang bij het fileren weg te snijden.

b) Bij warm roken : bij het warm roken werden voor de filets dezelfde voordelen als bij het koud roken be-

komen, terwijl verder de grote verliezen en afvallen volledig uitgeschakeld worden.

(3) Ten aanzien van de keuring.

De organoleptische haring met betrekking tot de kleur van de binnenzijde wees geen duidelijk verschil aan tussen goed gerookte opgehangen filets en liggend gerookte filets.

Niettegenstaande bepaalde voordelen van het systeem van liggend roken, kon geen industriële toepassing ervan doorgevoerd worden. Op de rugzijde van de liggend bewerkte filets tekent zich immers zeer duidelijk het net af. Er zouden middelen gezocht moeten worden vooreerst om de uniformiteit van het produkt te handhaven en verder ook om aan deze plaatsen een hogere weerstand te verlenen tegen bederf. Fr. geschiedt op deze plaatsen geen afzetting van de bakteriostatische rookbestanddelen, terwijl verder de droging veel minder uitgesproken is.

§ 4. Het inzouten en ontzouten.

Het inzouten is voor de visverwerkende bedrijven de goedkoopste vorm van verduurzamen en geschiedt door het vermengen van haring met zout. Na het mengen wordt de haring in houten vaten of betonnen silo's opgeslagen tot bij de verwerking.

Anderzijds moet verse of ontdooide grondstof door middel van voorbehandelingsbaden op een bepaald zoutgehalte gebracht (omwille van de smaak en) om een voldoende houdbaarheid van het bekomen produkt te verzekeren.

In het onderzoek werden drie domeinen aangesneden, nl. de technologische en kwalitatieve aspecten van het zouten (wijze en resultaten van het toevoegen van een constante hoeveelheid zout aan een gelijke hoeveelheid haring), het ontzouten (wijze en resultaten tot bekomen van een optimumgraad) en de studie van de doseringstechnieken.

A. Het zouten.

— — — — —

Tabel 17 vermeldt de resultaten van de proefnemingen ten aanzien van het zouten.

Tabel 17 - Kwalitatieve aspecten van het zouten bij een bepaalde concentratie, volgens wijze van opslag.

Soorten	Zoutconcentratie's en wijze van opslag			
	25 %		30 %	
	in vaten	in silo's	in vaten	in silo's
Vette volle haring	na 1 maand denaturatieverschijnselen	volledig ranzig ; naar boven geduwd door pekels ; denaturatie	na 1 maand denaturatieverschijnselen	volledig ranzig ; naar boven geduwd door pekels ; denaturatie
Volle sandettieharing	goed produkt	tot 30 cm ranzig ; naar boven geduwd door pekels ; maar na 1 maand te verwerken	goed produkt	tot 30 cm ranzig ; naar boven geduwd door pekels ; goede kwaliteit
Kuitzieke sandettieharing	degelijk produkt	tot 30 cm ranzig ; naar boven geduwd door pekels ; goede kwaliteit	hard, doch degelijk produkt	tot 30 cm ranzig ; naar boven geduwd door pekels ; goede kwaliteit
IJle haring	produkt iets te hard ingezouten	tot 30 cm ranzig ; naar boven geduwd door pekels	zeer hard en gekrompen produkt - onbruikbaar	tot 30 cm ranzig ; naar boven geduwd door pekels ; produkt te hard ingezouten

Zoals in tabel 17 naar voren komt, zijn de kwalitatieve aspecten van het zouten niet alleen afhankelijk van de zoutconcentratie, maar ook van de gebruikte soort haring en het recipiënt. De opslag van kuitzieke sandettie en volle sandettieharing in vaten bij een concentratie van 25 % en 30 % gaf respectievelijk een degelijk en goed produkt. IJle haring, opgeslagen in vaten bij 25 % en 30 % concentratie, kwam te hard, terwijl bij dezelfde concentraties en wijze van opslag de vette volle haring denaturatieverschijnselen vertoonde.

Bij de opslag in silo's werden bij de twee concentraties de produkten naar boven geduwd en werden zij ranzig ofwel tot op ca 30 cm, ofwel volledig (voor vette volle haring). De vette volle haring was in de proefnemingen steeds gedenatureerd. De volle sandettieharing gaf bij 25 % concentratie aanvankelijk een goed produkt, maar moest na één maand verwerkt worden. Verder waren de kuitzieke sandettieharing en de ijle haring bij 25 % goed ; bij 30 % waren deze produkten respectievelijk goed en te hard.

Alhoewel de proefnemingen reeds zekere aanduidingen naar voren brachten, blijft de vraag open betreffende de invloed van de zoutconcentratie op de houdbaarheid, alsmede van de factoren die deze concentratie beïnvloeden.

Ten aanzien van de technologische aspecten werd vastgesteld dat voor de kettingwerking de opslag in silo's beter was dan in vaten, terwijl verder het zouten gemakkelijker geschiedde en van kortere duur was. Nochtans manifesteerden zich evenwel voor de silo's als voor de vaten bepaalde moeilijkheden :

- (a) de silo's : het opslaan in silo's brengt problemen mede voor het uithalen, het reinigen en het vervoer tot bij de silo's.
- (b) de vaten : het opslaan in vaten heeft als nadelen :
 - de vaten moeten enkele dagen blijven openstaan alvorens dichtgeslagen te worden, hetgeen heel wat ruimte inneemt,
 - het kuipen wordt niet meer aangeleerd,
 - het lossen en vernieuwen van de pekels,
 - het stapelen en afstapelen,

- het reinigen van de vaten,
- het nazicht en onderhoud van de vaten.

B. Het ontzouten.

— — — — —

Alvorens verwerkt te worden, wordt de haring in kuipen of silo's door weken ontzout. De graad en de snelheid van ontzouting - factoren die voor de kwaliteit van uitzonderlijk belang zijn - geschiedt momenteel nog volgens zeer subjectieve maatstaven, nl. door proeven of betasten. Hierdoor kon het vastleggen van een optimumhoeveelheid te onttrekken zout in het huidig onderzoek nog niet geschieden. Overigens het ontzouten biedt nog andere moeilijkheden :

- (a) de ontzouting varieert met de vissoort (vette of magere vis), de plaats van de vis in de silo's of het vat, het zoutgehalte van de vis, de temperatuur van het weekwater,
- (b) door het lang contact met het water gaan de vette soorten "doorliggen",
- (c) de graad van ontzouting is afhankelijk van de tijdsduur van het rookproces die men de vis wil laten ondergaan en van de houdbaarheidseisen die men aan de afgewerkte produkten stelt,
- (d) de waterverspilling als gevolg van een niet rationele werkwijze.

C. Zoutdosering.

— — — — —

Voor de zoutdosering wordt normaal beroep gedaan op een chloridedosering. Daartoe bestaan uitsteken- de laboratoriumtechnieken, doch deze vereisen de beschikking over gespecialiseerd personeel. Daarenboven zijn de meest gebruikelijke technieken slechts aangepast voor geringe concentraties aan zout (methode Volhard ; methode Mohr ; mercurimetrische titratie). Methoden, waarbij het eindpunt van de bepaling door middel van een instrument wordt aangeduid, laten snellere bepalingen toe (potentiometrische titratie). De mogelijkheid werd onderzocht om de uitrusting voor potentiometrische titraties aan te wenden voor een volledige instrumentele techniek, die behoudens de snelheid van uitvoering, ook de grote voordelen biedt van eenvoudigheid, kontinu meting, regeling en registratie. Als eerste techniek werd in dit verband de bepaling van pCl uit-

gediept.

Hierbij wordt uitgegaan van de veronderstelling dat een zilverplaatje, waarop zilverchloride afgezet werd, zich gedraagt als een indikator-electrode voor chloride-ionen. Wanneer een dergelijke electrode ondergedompeld wordt in een chloride-ionenoplossing dan zal er zich een potentiaal vormen aan de grenslaag electrode-oplossing die funktie is van de chloride-ionen koncentration. Daar men een dergelijk potentiaal slechts kan meten wanneer een volledige stroomketen opgebouwd wordt, dient men nog over een tweede elektrode te beschikken, waarvan de potentiaal ongevoelig is voor deze chloride-ionen koncentration. Als referentieelectrode worden ondermeer de mercuri-mercuro-sulfaat elektrode en de kalomelelektrode aangevend. Behoudens de beide elektrodes dient men nog over een voldoende gevoelig meetinstrument te beschikken, waarvoor ofwel een pH meter ofwel een mV meter aangewend kan worden. Weinig onderzoeken werden tot nu toe verricht om deze techniek als kourante methode aan te wenden en voor zover bekend werden er geen verricht in het gebied van de hoge zoutkoncentraties.

In een eerste reeks proeven werd nagegaan welke elektrodenkoppel aangewend moet worden, welke schaal voor de aflezing diende gebruikt en hoe eventueel de pH van de oplossingen voldoende laag kon worden gebracht, teneinde een reproduceerbare meting toe te laten.

1. Proefvoorwaarden.

Eerste reeks.

- zoutoplossingen : x g zout werden afgewogen en met water aangelengd tot 500 g. Het aantal g zout werd als een gewichtsprocent uitgedrukt ;
- meetoplossingen : 10 ml zoutoplossing werden gemengd met 20 ml azijnzuuroplossing van 6 % (v/v) ;
- elektrodes : zilver - zilverchloride - mercuri - mercuriesulfaat ;
- afleesschaal : om de 5' op de mV schaal.

Tweede reeks.

- zoutoplossingen : x g zout werden afgewogen en met water aangengelgd tot 500 g (zuivere gewichtsprocenten) ;
- meetoplossingen : aan $\pm$ 50 ml zoutoplossing werd één druppel gekoncentreerd zwavelzuur toegevoegd ;
- elektrodes : zilver - zilverchloride - verzadigde kalomelelektrode ;
- afleesschaal : pH schaal ;
- Standaard : 0,1 N natriumchloride ingesteld op de aanduiding 5,89 pH.

Derde reeks.

- zoutoplossingen : x g zout afwegen en aanlengen met water tot 500 g (zuivere gewichtsprocenten) ;
- meetoplossingen : $\pm$ 50 ml zoutoplossing aanzuren met één druppel gekoncentreerd zwavelzuur ;
- elektrodes : zilver - zilverchloride - kwiksulfaatelektrode ;
- afleesschaal : pH waarde, aflezing iedere 5'.

Vierde reeks.

- zoutoplossingen : x g zoutafwegen en oplossen in 500 ml water ;
- meetoplossingen : rechtstreeks op de zoutoplossingen ;
- elektrodenpaar : zilver - zilverchloride - verzadigde kalomel ;
- afleesschaal : pH schaal om de 5' ;
- standaard : 0,1 N natriumchlorideoplossing ingesteld op 5,89 pH.

Vijfde reeks.

- zoutoplossingen : x g zout afwegen en oplossen in 500 g water ;
- meetoplossingen : rechtstreeks in de zoutoplossingen ;
- elektrodenpaar : zilver - zilverchloride - verzadigde kalomel ;
- afleesschaal : mV ; om de 5 minuten.

2. Keuze van het elektrodenpaar.

Van de twee paar elektrodes is, op theoretische grond, het stel zilver-zilverchloride - kwiksulfaat te verkiezen. Het is bij dit stel inderdaad volkomen uitgesloten dat de vloeistof van de referentie-elektrode de potentiaal van de indikator-elektrode beïnvloedt. Bij het andere elektrodenpaar bestaat die vloeistof uit een verzadigde kaliumchloride oplossing en het uitlekken van deze vloeistof, brengt een niet te

onderschatten hoeveelheid chloorionen in de meetoplossing. Afhankelijk van die uitleeksnelheid en van de concentratie in de te meten oplossing, zal die bijdrage min of meer snel een merkbare verandering in de samenstelling van de te meten vloeistof voor gevolg hebben. Wanneer de uitleeksnelheid evenwel klein is en de concentratie aan de chloorionen hoog, dan biedt de betere reproduceerbaarheid van de kalomelelektrode een belangrijk voordeel. In dit opzicht zijn de resultaten uit tabel 18 met deze uit tabel 22 te vergelijken en deze van tabel 19 en 21 met deze van tabel 29 : de afwijkingen van de individuele waarnemingen t.o.v. het gemiddelde zijn het grootst bij gebruik van het theoretisch beste **elektrodenpaar**. Anderzijds is het gebruik van de pH-schaal met de zilver-zilverchloride en de kwik-sulfaatelektrode wel nog bruikbaar, maar dan in een uitzonderlijk hoog gebied.

3. Keuze van de afleesschaal.

De keuze van de afleesschaal op pH-meters wordt bepaald door twee factoren. In de eerste plaats door de afleesnauwkeurigheid op de mV-schaal en in de tweede plaats door de ligging van het elektrisch nulpunt op de pH-schaal.

Tabel 18 - pCl meeting eerste reeks.

Koncentratie NaCl g/100 g oplossing	25	20	15	10
mV aanduiding op meetinstrument na 20 minuten.	423,1	417,4	410,9	399,5
	423,2	417,1	410,9	404,0
	424,2	418,4	412,0	402,0
	426,0	419,9	410,5	400,9
	424,9	418,0	413,2	399,1
	424,1	420,5	410,9	400,1
	427,0	417,7	410,0	401,0
	423,2	419,0	409,0	
	423,5	416,6	409,1	
	423,0	416,9	410,0	
	423,5	420,1		
	423,0			
Som	5.088,7	4.601,6	4.106,5	3.206,6
Gemiddelde	424,1	418,3	410,7	400,8

Tabel 19 - pCl meeting - tweede reeks.

Koncentratie NaCl in g/100 g oplossing	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %
pH aflezing na 20 minuten	6,682	6,921	7,040	7,184	7,311
	6,658	6,935	7,070	7,210	-
	6,660	6,918	7,069	7,174	7,341
	6,695	6,941	7,110	7,260	7,360
	6,672	6,944	7,098	7,234	7,341
	6,676	6,928	7,080	7,161	7,298
Som	40,043	41,587	42,467	43,223	36,651
Gemiddelde	6,674	6,931	7,078	7,204	7,330

Tabel 20 - pCl meting - derde reeks.

Koncentratie NaCl in g/100 g oplossing	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %
pH aflezing na 20 min.	12,968	13,330	13,522	13,700	13,860
	12,962	13,311	13,580	13,706	13,905
	12,961	13,380	13,540	13,685	13,916
	12,981	13,311	13,522	13,718	13,868
	12,979	13,321	13,522	13,684	13,730
Som	64,851	66,653	67,686	68,493	69,279
Gemiddelde	12,970	13,331	13,537	13,699	13,856

- Afleesnauwkeurigheid op de mV-schaal.

Tussen de aflezing op de mV-schaal en op de pH-schaal bestaat een bepaalde betrekking. Een eenheid op de pH-schaal stent ongeveer overeen met 60 mV-spanning, maar op de afleesschaal stent 1 pH-eenheid overeen met de aanduiding 100 mV. De afleesnauwkeurigheid bij gebruik van de pH-schaal wordt aldus vermenigvuldigd met een faktor van nagenoeg 100/60. De aangewende pH-meter bezat echter een speciale voorziening, waardoor de uitslag op de meter voor een gegeven spanning kon verdubbeld worden, nl. voor 1,00 pH aanduiding konden 120 eenheden op de mV-schaal gebruikt worden.

Tabel 21 - pCl meting - vierde reeks.

Koncentratie in g/100 ml water	5	10	15	20	25	30	35
pH aflezing na 15 min.	6,674	6,931	7,080	7,210	7,311	7,409	7,501
	6,662	6,918	7,060	7,189	7,308	7,389	7,480
	6,668	6,930	7,080	7,204	7,308	7,402	7,500
	6,662	6,924	7,072	7,195	7,300	7,399	7,499
	6,672	6,934	7,082	7,210	7,310	7,410	7,510
Son Gemiddelde	33,344	34,637	35,374	36,008	36,537	37,009	37,490
	6,669	6,927	7,075	7,201	7,307	7,402	7,498

Tabel 22 - pCl meting - vijfde reeks.

Koncentratie in g/100 g water.	5	10	15	20	25	30	35
pH aflezing na 15 min.	+ 0,9	13,9	24,6	29,1	35,1	43,1	49,9
	+ 0,1	14,9	25,2	30,5	36,2	43,0	49,9
	+ 0,9	15,0	25,1	31,0	37,0	43,2	49,6
	+ 0,9	15,0	25,2	31,1	37,0	44,0	50,0
	+ 0,0	13,9	25,0	31,0	37,0	44,0	49,9
	+ 0,1	15,0	25,6	31,1	37,1	44,4	50,0
	+ 0,0	14,1	25,0	30,4	36,6	44,0	50,0
	+ 1,1	13,0	24,6	28,4	34,4	43,2	49,6
Som	4,0	114,8	200,6	242,6	290,4	348,7	398,9
Gemiddelde	0,5	14,4	25,0	30,3	36,3	43,6	49,9

- De ligging van het elektrisch nulpunt.

Teneinde de aflezingen op de pH-schaal of op de mV-schaal te kunnen aanwenden als pCl en dus als maatstaf voor een theoretisch gefundeerde chloorionen concentratiemeting, neemt men aan dat er tussen de pH-aanduiding en de pCl-waarde volgende betrekking bestaat

$$pCl = 8,0 - pH\text{-aanduiding (a)}$$

Hierbij kent men aan de $pCl = 0$, zijnde voor een aktiviteit (of bij benadering concentratie) gelijk aan 1,0, de aanduiding $pH = 8,0$ toe op de pH-schaal. Bij het gebruikte apparaat bevond het elektrisch nulpunt zich echter bij $pH 6,0$, met regelmogelijkheid van + of - 1,4 pH-eenheden. Op deze wijze bestond de keuze het nulpunt bij $pH 7.0$, bij 6.0 of bij 5.0 te laten vallen en de **betrekking (a)** te wijzigen in :

$$pCl = 7.0 - pH\text{ aanduiding (b)}$$

$$\text{of } pCl = 6.0 - pH\text{ aanduiding (c)}$$

$$\text{of } pCl = 5.0 - pH\text{ aanduiding (d)}$$

Daar de pH waarde 7.0 overeenstemt met het middenpunt van de meteraanduiding werd de betrekking (b) weerhouden.

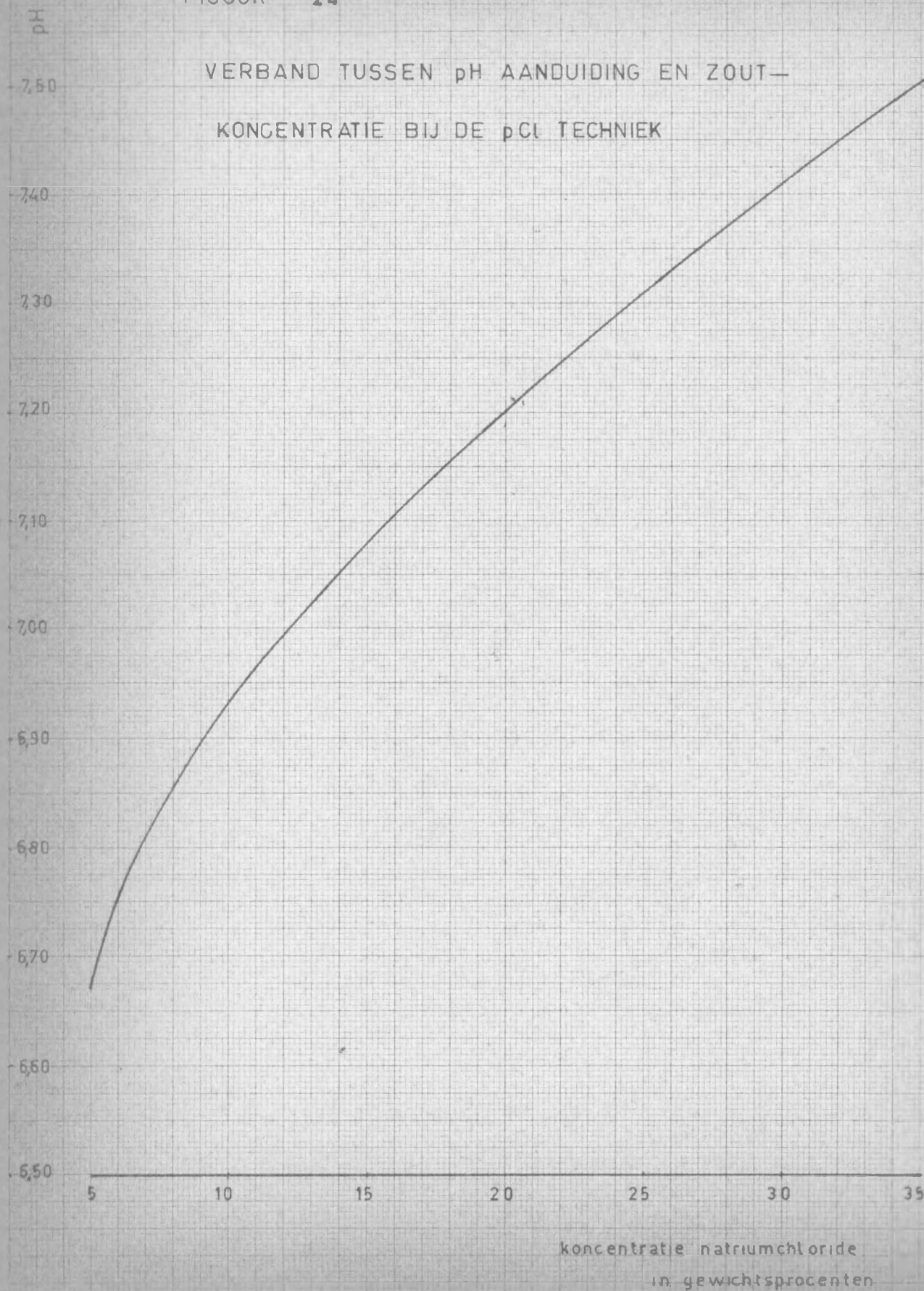
Bij gebruik van de pH-schaal dient evenwel rekening gehouden te worden met de temperatuur van de te meten oplossingen. Men kan hieraan hetzij door temperatuurmeting en manuele korrektie, hetzij door automatische temperatuur-kompensatie tegemoet komen. Daarenboven treden op de pH-schaal kleine zogenaamde dag aan dag fluktuaties op die gekorrigeerd moeten worden met behulp van standaarden. Beide laatste verschijnselen dienen niet ondervangen te worden op de mV-schaal.

4. Overeenstemming met theoretische gegevens.

De uitgevoerde metingen verschillen in twee aspekten van alle tot nu toe gepubliceerde onderzoeken. In de eerste plaats wordt gewerkt met koncetraties, die minstens 10 tot 100 maal groter zijn dan deze van andere auteurs. Anderzijds worden uitsluitend fabrieksmatig gebruiksklare zilver-zilver-chloride elektrodes aangewend - en dit in tegenstelling

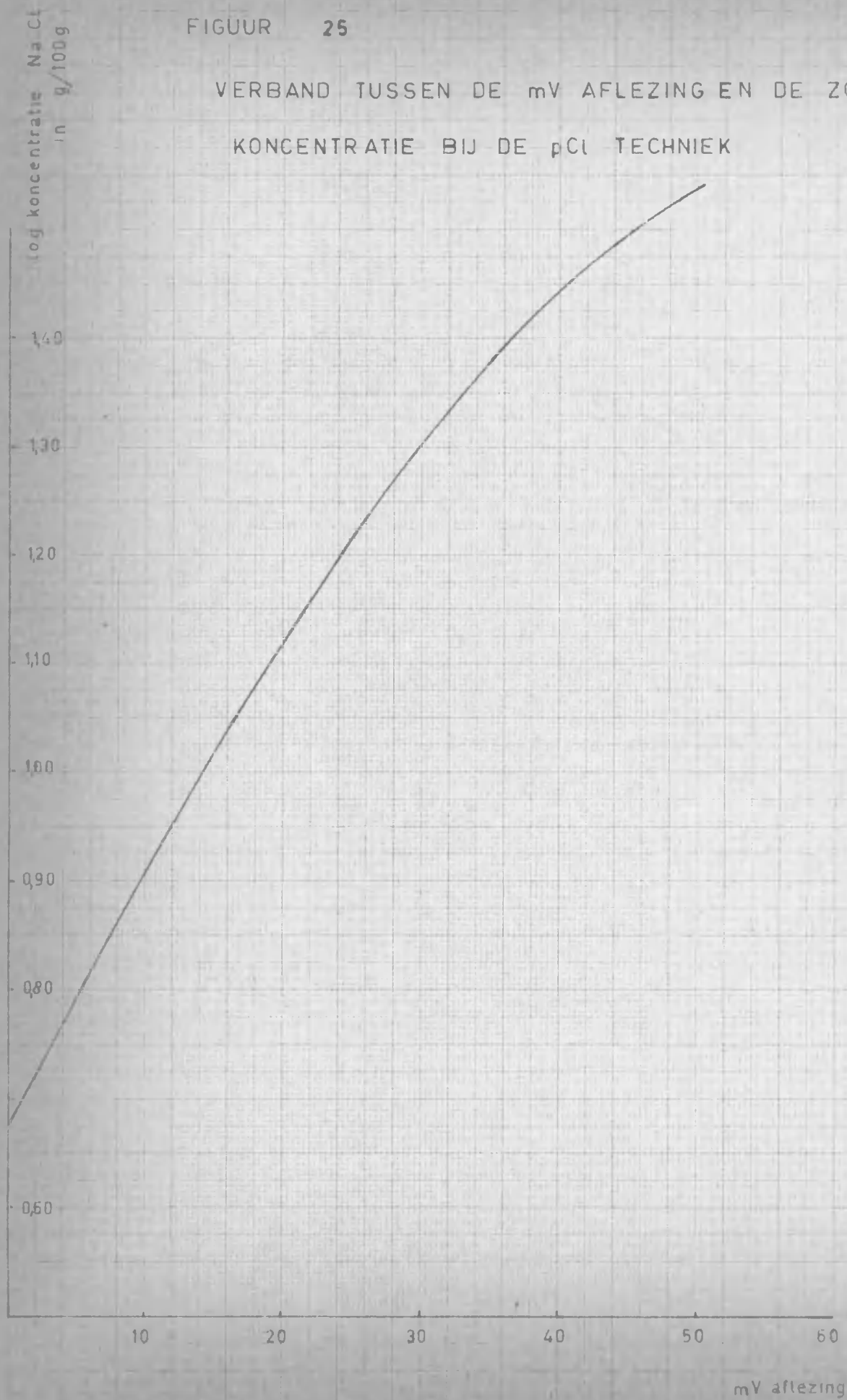
FIGUUR 24

VERBAND TUSSEN pH AANDUIDING EN ZOUT-
KONCENTRATIE BIJ DE pCl TECHNIEK



FIGUUR 25

VERBAND TUSSEN DE mV AFLEZING EN DE ZOUT -
KONCENTRATIE BIJ DE pCl TECHNIEK



met de reeds aangehaalde onderzoeken, waarbij eigen laboratorium zilver-zilverchloride elektrodes gebruikt werden.

Op grond van deze verschillen moet geen lineair verband tussen de pCl en de concentratie aan chloride-ionen verwacht worden. Dit wordt geïllustreerd met behulp van de figuren 24 en 25 waarin respectievelijk de pH aanduiding versus de concentratie in g per 100 ml water opgelost en de log van de concentratie versus de mV aanduiding weergegeven wordt.

Verder is het niet uitgesloten dat kleine verschillen optreden ten gevolge van de gebruikte elektrodes en onder deze voorwaarden lijkt een nieuwe instelling van de pH-meter t.o.v. de standaardoplossingen noodzakelijk, althans wanneer de pH-schaalaanduiding, om welke reden ook, verkozen zou worden.

De theoretische pCl waarden werden berekend voor 0,001 ; 0,01 ; 0,1 en 1,0 molal oplossingen met behulp van de vergelijking :

$$pCl = - \log m (Cl^-) \gamma_{\pm},$$

waarin $m (Cl^-)$ de molalkoncentratie (grammoles in 1000 ml oplosmiddel) aan natriumchloride voorstelt en $\gamma_{\pm}$ de gemiddelde ionensnelheid bij de gegeven concentratie.

De berekende pCl waarden worden samengevat in tabel 23 en vergeleken met de bekomen aflezingen wanneer de laagste concentratie als standaard werd aangewend. De experimentele waarden werden weergegeven in tabel 24 en 25.

Tabel 23 - Theoretische en experimentele pCl waarden bekomen met behulp van de radiometer uitgerust met radiometer-elektrodes.

Koncentratie molal	Experimentele waarden	Theoretische waarden
0,001 (standaard)	3,016	3,016
0,01	2,082	2,047
0,1	1,182	1,109
1,0	0,323	0,182

De pH meteraanduiding en de mV aflezingen, bekomen met behulp van deze oplossingen, werden samengevat in tabel 23 en 24.

Tabel 24 - Individuele pH meter aanduidingen voor verdunde concentraties gemeten t.o.v. 0,001 molal als standaard.

Koncentratie molal	0,01	0,1	1,0
pH meter aanduiding	4,930	5,830	6,660
	4,912	5,800	6,635
	4,950	5,840	6,679
	4,855	5,780	6,601
	4,961	5,851	6,860
Gemiddelde	4,918	5,818	6,677

Tabel 25 - Individuele mV meter aanduidingen voor verdunde concentraties.

Koncentratie molal	0,001	0,01	0,1	1,0
mV aanduiding	153,0	97,8	46,0	4,0
	148,0	97,9	46,0	2,0
	152,8	97,0	45,9	2,6
	151,9	97,5	46,0	2,5
	151,0	98,0	44,0	3,0
	-	97,1	46,0	2,0
Gemiddelde	151,3	97,6	45,7	2,7

Aan de hand van de bekomen mV-meteraan-
duidingen zou het theoretisch mogelijk moeten zijn om de pCl
waarde te berekenen met behulp van onderstaande vergelijking :

$$pCl = (E - E_0) / (2,303 RT/F),$$

waarin : E = de gemeten spanning voorstelt,

E_0 = de spanning van de cel voor pCl = 0

$2,303 RT/F$ = de koëfficiënt van Nernst.

De E_0 waarde is het verschil tussen de potentiaal van de zilver-
zilverchloride elektrode en de verzadigde kalomel-elektrode. Deze
laatste waarde is in de praktijk evenwel aan schommelingen van
meerdere mV onderhevig. Dit feit stelt de eventuele berekeningen
natuurlijk op losse gronden.

5. Aanzuren.

Op grond van de eigenschappen van de zilver-zilverchloride elektrode mag de pH waarde van de onderzochte oplossing niet hoger zijn dan 6,0. Twee verschillende aanzuurtechnieken werden getest. De eerste bestond er in een bepaald volume van de te onderzoeken vloeistof te mengen met een dubbel volume van een 6 % azijnzure oplossing. Deze techniek zou wel voor een industriële meetinstallatie kunnen toepassing vinden, maar is weinig of niet geschikt voor laboratoriumwaarnemingen. Het aangewende volumetrische glaswerk is namelijk slechts geschikt voor oplossingen met een geringe concentratie ($\pm 0,1\text{ N}$, hetzij ongeveer 0,6 % aan zout). De enige uitweg is de bepaling van het soortelijk gewicht van de te onderzoeken oplossing en het afwegen van een berekend volume. Deze techniek is evenwel bepaald niet praktisch.

Een tweede aanzuringstechniek bestond er in aan ± 50 ml van de te onderzoeken oplossing een druppel gekoncentreerd zwavelzuur toe te voegen. Hierdoor wordt de pH zeer sterk verlaagd. De pH waarde van de zoutoplossingen is evenwel begrepen tussen 5,2 en 5,4, zodat voor modelproeven althans een rechtstreekse meting mogelijk is. Bij experimenten op gebruikte industriële pekels zal een aanvullende pH controle dienen te gebeuren, teneinde de bestaande pH voorwaarden te kennen en eventueel een aanzuren met behulp van gekoncentreerd zwavelzuur mogelijk te maken.

6. Snelheid van potentiaalinstelling.

Wanneer de beide elektrodes ondergedompeld worden in de te meten zoutoplossing ontstaat een bepaalde potentiaal die functie is van de concentratie aan chloride-ionen. De eindwaarde van deze potentiaal stelt zich evenwel niet ogenblikkelijk in. Het stel elektrodes gedraagt zich zoals de glaskalomel-elektrodes bij meting van een pH waarde in een zwak gebufferd midden. Teneinde tot een redelijke snelheid van meten te komen, werden een twaalfstal meetreeksen willekeurig samengenomen en het verschil tussen de meting werd ogenblikkelijk en na 5, 10 en 15 minuten bepaald. Deze gegevens werden samengevat in tabel 26. Het gemiddelde verschil tussen de aflezing na 5 en 10 minuten bleek $2,1/12 = 0,17 \approx 0,2$ mV te bedragen ; tussen de aflezing na 10 en 15 minuten beliep het verschil $0,5/12 = 0,04$ mV en tussen 5 en 15 minuten $2,6/12 \approx 0,22$ mV. Een meetduur van

Tabel 26 - Verschil tussen metingen na 5 en 10 en 10 en 15 min.
indompeltijd.

Meettijd	mV	V_1	V_2	mV	V_1	V_2
0	24,5	0,0	0,0	40,5	0,0	0,0
5	25,2			43,1		
10	25,2			43,1		
15	25,2			43,1		
0	46,9	0,7	0,2	23,0	0,1	0,0
5	49,1			24,5		
10	49,8			24,6		
15	50,0			24,6		
0	42,0	0,3	0,1	14,0	0,0	0,0
5	43,6			15,0		
10	43,9			15,0		
15	44,0			15,0		
0	22,9	0,7	0,2	31,0	0,0	0,0
5	24,1			31,1		
10	24,8			31,1		
15	25,0			31,1		
0	42,6	0,1	0,0	37,0	0,1	0,0
5	43,9			37,0		
10	44,0			37,1		
15	44,0			37,1		
0	14,0	0,0	0,0	29,6	0,1	0,0
5	13,9			30,9		
10	13,9			31,0		
15	13,9			31,0		
Totaal V_1	2,1		Totaal V_2	0,5		

V_1 : Verschil tussen meting na 5' en na 10'.

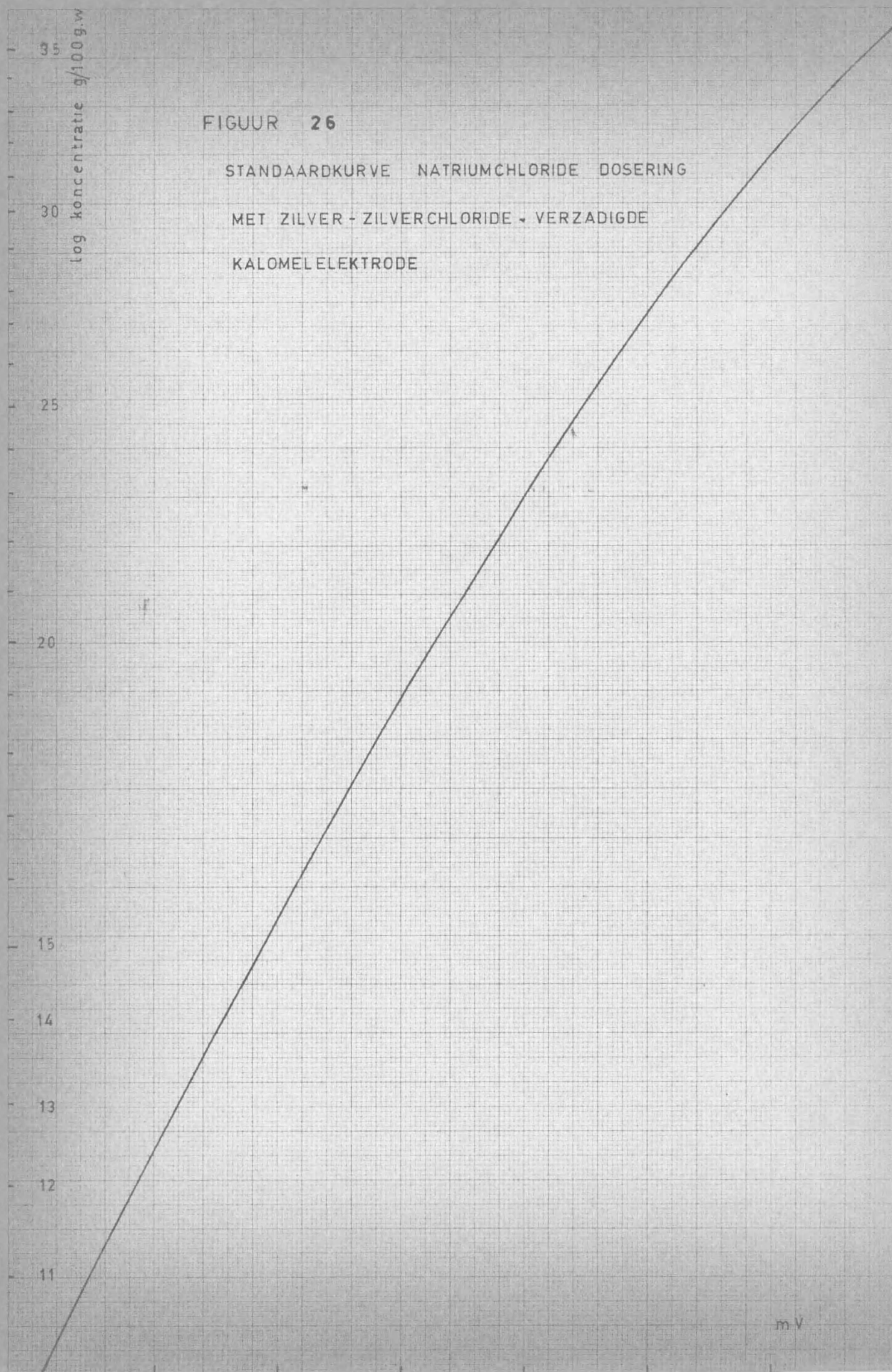
V_2 : Verschil tussen meting na 10' en na 15'.

FIGUUR 26

STANDAARDKURVE NATRIUMCHLORIDE DOSERING

MET ZILVER - ZILVERCHLORIDE - VERZADIGDE

KALOMELELEKTRODE



10 minuten kan dan ook een voldoende hoge stabiliteit verzekeren voor laboratoriumonderzoekingen.

7. Opstellen van standaardkurve.

Steunend op de bekomen resultaten werd het totale toepassingsgebied van de pCl meting in drie delen verdeeld, nl. voor oplossingen met :

- een hoge concentratie : 10 tot 35 g en meer in 100 g water,
- een middelmatige concentratie : 1,0 tot 10,0 g in 100 ml water,
- met lage concentratie : minder dan 1,0 g in 100 ml water.

Deze verschillende gebieden komen bij het onderzoek op de inwerking van het zout op diverse punten te voorschijn. In de eerste plaats werd aangevangen met het opstellen van een experimentele standaardkurve voor het gebied van de hoge concentraties.

Proefvoorwaarden :

- zoutoplossingen : 50,0 ; 75,0 ; 100,0 ; 125,0 ; 150,0 ; en 175,0 g voorafgaandelijk gedroogd natriumchloride p.a. werden afgewogen tot op 0,02 g na met behulp van een voldoende nauwkeurige snelweger. Vervolgens werden 500 g gedeïoniseerd water toegevoegd. Voor het hoge concentratiegebied zal de afwijking tussen volume en gewicht geen merkbare rol spelen.
- meetoplossingen en meettechniek :
de gebruikte radioneter werd uitgerust met een scale expander waardoor de aflezingen op de mV schaal tot 0,1 mV konden gebeuren. Beide elektrodes werden driemaal gespoeld met gedeïoniseerd water en vervolgens driemaal met de te onderzoeken zoutoplossing. Dan werden de elektrodes ondergedompeld in de zoutoplossing, werd de apparatuur in meetstand ingeschakeld en na 10 minuten werd de aflezing doorgevoerd.

Resultaten.

De bekomen resultaten werden weergegeven in tabel 27 en de experimentele standaardkurve in figuur 26.

Deze eerste reeks waarnemingen tonen aan dat de ontworpen techniek blijkbaar bruikbaar is voor de metingen van het chloride gehalte in sterk geconcentreerde oplossingen.

Tabel 27 - Gegevens voor de experimentele standaardkurve voor natriumchlorideconcentraties tussen 10 en 35 g/100 g water.

Koncentratie	10	15	20	25	30	35
mV aanduiding						
	14,1	23,5	30,2	36,5	42,5	48,9
	15,1	24,5	31,5	37,1	43,0	48,9
	15,0	25,0	31,1	37,0	43,1	49,0
	14,9	24,0	32,0	37,0	42,1	48,0
	15,0	24,4	31,1	37,5	43,2	49,0
	15,0	24,0	31,0	36,8	42,5	48,5
	16,0	24,6	31,0	37,2	42,6	48,4
	14,2	23,5	30,5	36,9	42,8	48,2
	16,0	24,8	31,2	37,1	43,0	49,0
	15,0	24,2	31,2	37,8	43,2	49,1
	15,9	24,9	31,6	37,2	43,5	49,0
	15,1	24,6	31,2	37,1	43,0	49,0
	15,0	24,1	31,2	37,5	43,5	49,8
	16,0	25,0	31,8	38,0	43,8	50,0
	15,0	24,9	32,0	38,0	44,0	50,0
	16,0	25,1	32,2	38,1	43,0	50,0
Totaal	244,1	391,1	500,9	596,8	688,9	784,8
Geniddelde	15,3	24,4	31,3	37,3	43,1	49,1
Standaardafwijking	0,70	0,52	0,54	0,47	0,51	0,63
Reproduceerbaarheid	0,79	0,59	0,61	0,53	0,58	0,71
Reproduceerbaarheid in NaCl	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5

§ 5. Het inpakken.

Vooraleer de produkten naar de distributiesektor kunnen worden afgevoerd, moeten zij verpakt worden. Momenteel vinden de kleine hoeveelheden verpakt in een doorschijnend plastisch materiaal meer en meer ingang. Deze verpakkingswerkwijze biedt t.a.v. de verpakking in kisten belangrijke voordelen, o.m. op hygienisch gebied en op gebied van de konservatie van de afgewerkte produkten (bewaren van organoleptische eigenschappen, voorkomen van bacterische nabesmetting gedurende de distributie en verkoop enz.)

Met de overschakeling van verpakkingstechniek dienden heel wat technologische problemen opgelost te worden. Als basisuitrusting werd vertrokken met een semi-automatisch vulapparaat en een vacuüm sluitmachine. Hiermede werd in de eerste plaats na gegaan in welke mate de afvulling van de produkten voldoende nauwkeurig geschiedt met verschillende types van weegapparaten en dit onder voorwaarden vergelijkbaar met industriële kondities. Verder werd de mogelijkheid tot controle onderzocht en werd de idee naar voor gebracht het afwegen te vervangen door een groeperen via een automatische trieerinstallatie. Uiteindelijk werd ook het probleem van de conserverende mogelijkheden aangesneden.

A. De techniek van het afwegen en portioneren.

Om de produkten onder de meest hygienische voorwaarden bij de verbruiker te brengen, wordt momenteel veelvuldig omgegaan tot de voorverpakking van kleine hoeveelheden in hermetisch gesloten verpakking.

De eerste faze in dit proces is het afwegen en portioneren van de in te pakken produkten. Traditioneel wordt hierbij gebruik gemaakt van een kourante weegapparatuur. Deze werkwijze wordt echter beïnvloed door twee bronnen van onnauwkeurigheden nl. de menselijke en de instrumentale.

Om deze onnauwkeurigheden te kunnen na- gaan, worden een aantal waarnemingen uitgevoerd ; zij hadden be-

trekking op : (a) de gebruikelijke weegapparatuur, (b) de werkwijze bij het inschakelen van een minimum- en maximum-balans en (c) de werkwijze bij training. Verder werden de produktieomstandigheden bij de studie betrokken en werd uitgezien naar de invoering van een kontroletechniek.

1. Werkmethode met gebruikelijke weeg-
apparatuur.

In tabel 28 worden de resultaten van een onderzoek samengevat dat werd ingesteld op onder industriële voorwaarden afgewogen porties.

Tabel 28 - Afwegingen op een gebruikelijke weegapparatuur ; kleinste schaalverdeling 5 g, schaalbreedte 1000 g.

Nr	Ingesteld gewicht in g	Gevonden gewicht in g	Teken van afwijking	% afwijking	% reproduceerbaar- heid
1	100,0	105,0	+	5,0	4,5
2	150,0	143,0	-	4,7	8,6
3	120,0	123,7	+	3,1	8,8
4	140,0	136,7	-	2,4	3,9
5	150,0	142,6	-	4,9	4,1
6	100,0	90,1	-	9,9	1,6
7	150,0	138,9	-	7,4	2,6
8	140,0	136,3	-	2,6	9,4

Bij deze studie werden pakjes van 100, 120, 140 en 150 g gevormd en werden willekeurig 100 pakjes uitgewogen. Het gemiddeld gewicht werd bepaald en gecorrigeerd voor het gewicht van het gebruikte inpakmateriaal. Uit het verschil tussen de hoogste en laagste waarneming werd de standaardafwijking berekend en de reproduceerbaarheid bepaald. Dit laatste gegeven werd onder vorm van een procent ten opzichte van het ingestelde gewicht uitgedrukt.

Er werd een gemiddelde afwijking ten opzichte van het ingestelde gewicht van 5 % gevonden ; de variatie schommelde tussen 9,9 en 2,6 %. Een gemiddelde reproduceerbaarheid van 5,4 %, gaande tussen 9,4 en 1,6 %, drukt de bestaande

nauwkeurigheid bij het afwegen uit.

2. Inschakelen van minimum-maximum-balans.

De gebruikelijke weegapparatuur werd vervolgens vervangen door een minimum-maximum-balans met een verkorte schaal (+ 3,5 g tot - 3,5 g) en met 0,5 g als kleinste afleesbaarheid.

Zonder voorafgaandelijke training werd een gemiddelde afwijking ten opzichte van het gemiddeld gewicht van 2,3 % bereikt, hetzij een verbetering van meer dan 50 %. De reproduceerbaarheid bedroeg echter nog altijd 4,9 %. De analyse-techniek was dezelfde als de hoger geschetste en de resultaten zijn weergegeven in tabel 29.

Tabel 29 - Afweging minimum-maximum-balans, zonder training.

Nr	Ingesteld gewicht in g	Gevonden gewicht in g	Teken van afwijking	% afwijking	% reproduceerbaarheid
1	150,0	146,9	-	2,1	4,7
2	150,0	146,9	-	2,1	5,1
3	140,0	136,1	-	2,8	4,9

3. Training.

Het personeel werd daarna getraind, d.w.z. er werd afgewogen aan een laag tempo onder voortdurende controle. Hierdoor werd een verbetering van 60 % in afweegnauwkeurigheid bereikt. De gemiddelde afwijking ten opzichte van het ingestelde gewicht bleek 2,0 % te bedragen, terwijl de gemiddelde reproduceerbaarheid op 2,1 % kwam te liggen. Deze resultaten zijn opgenomen in tabel 30.

Tabel 30 - Afwegen op minimum-maximum-balans, na training.

Nr	Ingesteld gewicht in g	Gevonden gewicht in g	Teken van afwijking	% afwijking	% reproduceerbaar- heid
1	140,0	135,3	-	3,4	1,3
2	150,0	145,5	-	3,0	1,7
3	140,0	137,0	-	2,1	1,8
4	150,0	150,1	+	0,1	2,9
5	140,0	138,1	-	1,3	3,7
6	140,0	137,4	-	1,9	1,6

4. Produktieomstandigheden en controle- techniek.

Bij verdere ontleding van de 17 reeksen waarnemingen, vermeld in tabellen 28, 29 en 30 valt op dat het personeel de neiging heeft om te weinig af te wegen. Niet minder dan 14 reeksen vertonen immers een negatieve afwijking. Verder was de toegepaste onderzoekingstechniek niet geschikt voor het kontroleren gedurende de afweging zelf.

Teneinde hieraan een oplossing te kunnen geven, werden alle controles gedurende een zestal weken stopgezet. Gedurende die tijd werkte het personeel rustiger en kreeg het de gelegenheid om de eigenschappen van de gebruikte balans beter te leren benutten. In die periode zou dan ook de te kontroleren faktor, gewicht of spreiding terugvallen op zijn origineel niveau en aldus een goed criterium aan het licht brengen voor kontroledoeleinden.

Na deze periode werden enkele produkties op de gewone wijze en zonder medeweten van de weegploeg gecontroleerd. De bekomen resultaten zijn samengevat in tabel 31. Zij tonen aan dat de reproduceerbaarheid terug opgelopen was tot gemiddeld 4,7 %.

Tabel 31 - Afwegingen minimum-maximum-balans. Opsporen van een eventueel criterium voor controlesysteem.

Nr	Ingesteld gewicht in g	Gevonden gewicht in g	Teken van afwijking	% afwijking	% reproduceerbaar- heid
1	140,0	139,8	-	0,1	5,0
2	150,0	147,5	-	1,7	3,1
3	120,0	121,2	+	1,0	5,3
4	100,0	98,5	-	1,5	5,4
5	150,0	150,4	+	0,3	4,7

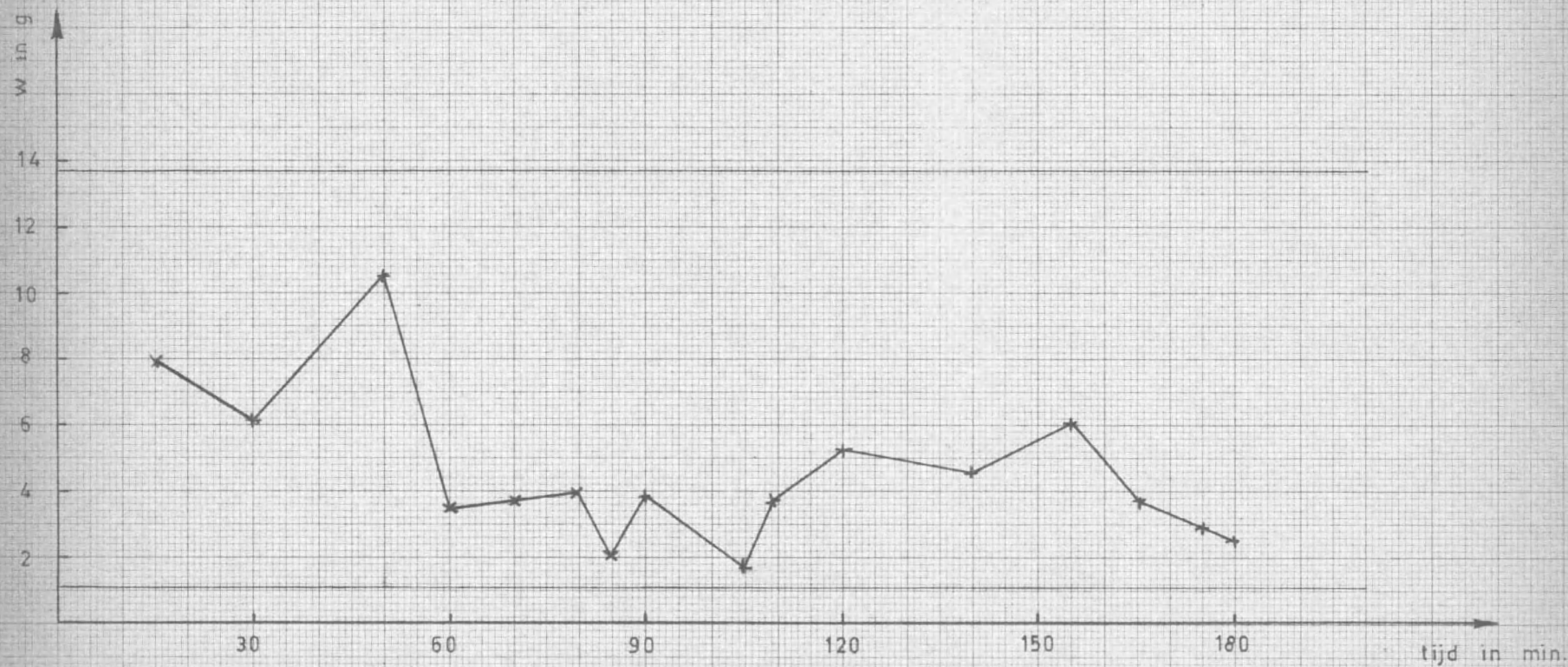
Daar de minimum-maximum-balans uitgerust was met een schaal van + 3,5 tot - 3,5 g, bedraagt het grootste verschil tussen 2 pakjes theoretisch 7,0 g. In werkelijkheid hangt dit verschil samen met de voorwaarden waaronder gewerkt moet worden. Dit verschil werd gelijkgesteld aan het 95 % interval, zodat het overschrijden van de onderste of bovenste grens één keer op de twintig werd aanvaard ; dit overschrijden is toe te schrijven aan de "produktiedruk". Op grond van deze werkhypothese werd de spreiding bepaald voor monsters bestaande uit 2,3 tot en met 10 achtereenvolgend geproduceerde pakjes. De bekomen grenswaarden zijn vervat in tabel 32.

Tabel 32 - Berekende grenswaarden voor monsters bestaande uit n achtereenvolgend geproduceerde verpakkingen (95 % betrouwbaarheidsinterval).

Monstergrootte n	Hoogste grens in g	Laagste grens in g	Spreiding in g
2	11,4	0,1	11,3
3	13,2	1,1	12,1
4	14,3	2,1	12,2
5	15,1	3,1	12,0
6	15,7	3,8	11,9
7	16,2	4,5	11,7
8	16,6	5,1	11,5
9	16,9	5,6	11,4
10	17,2	6,0	11,2

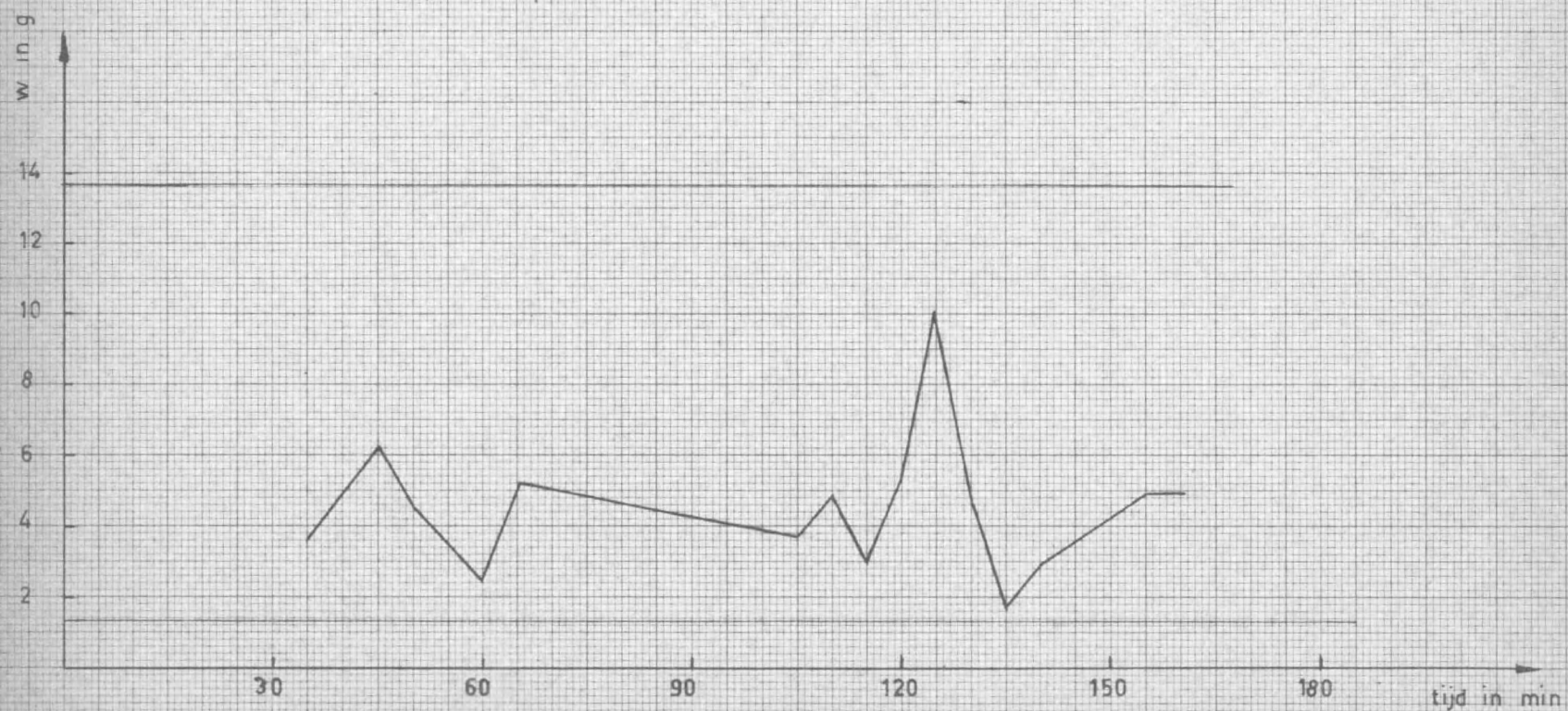
FIGUUR 27

MERAGRAM SPREIDINGSBREEDTE EERSTE ANALYSE



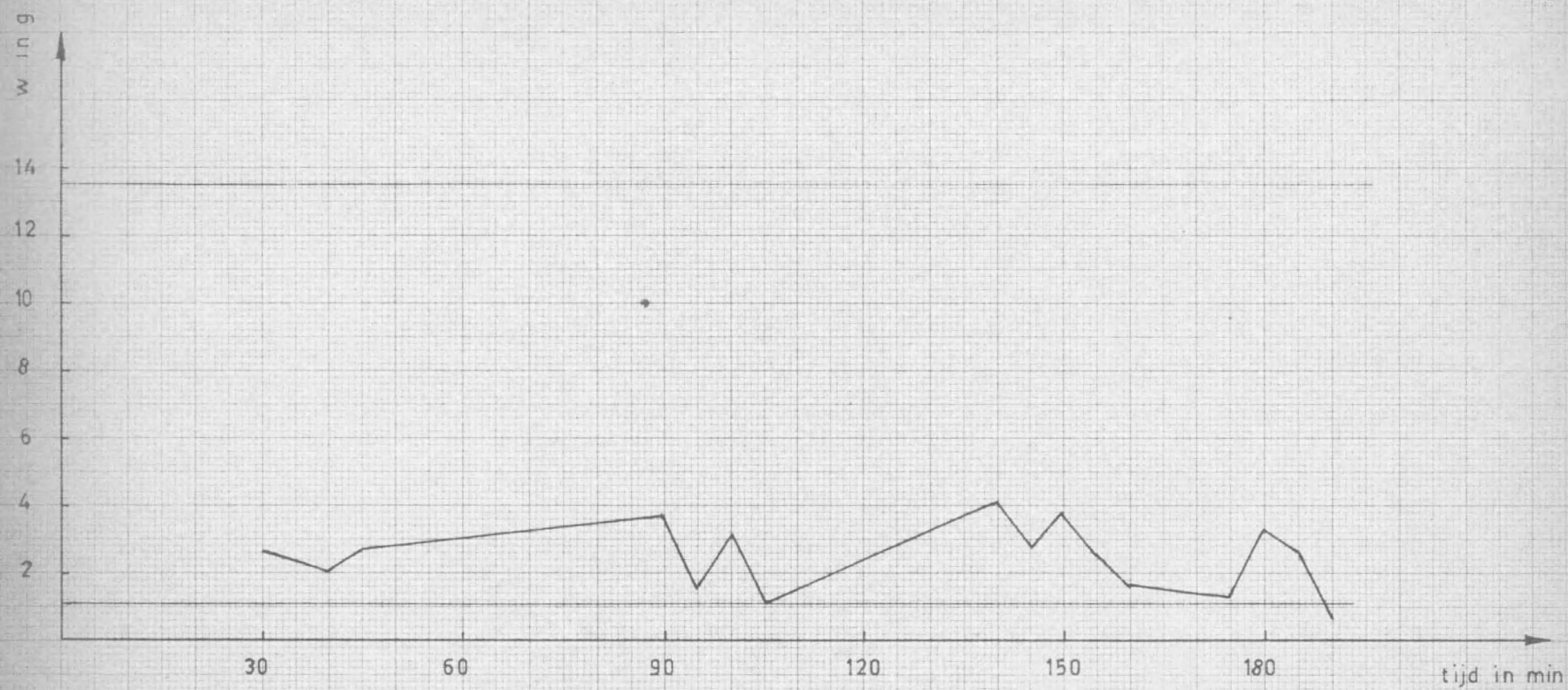
FIGUUR 28

MERAGRAM SPREIDINGSBREEDTE TWEEDE ANALYSE



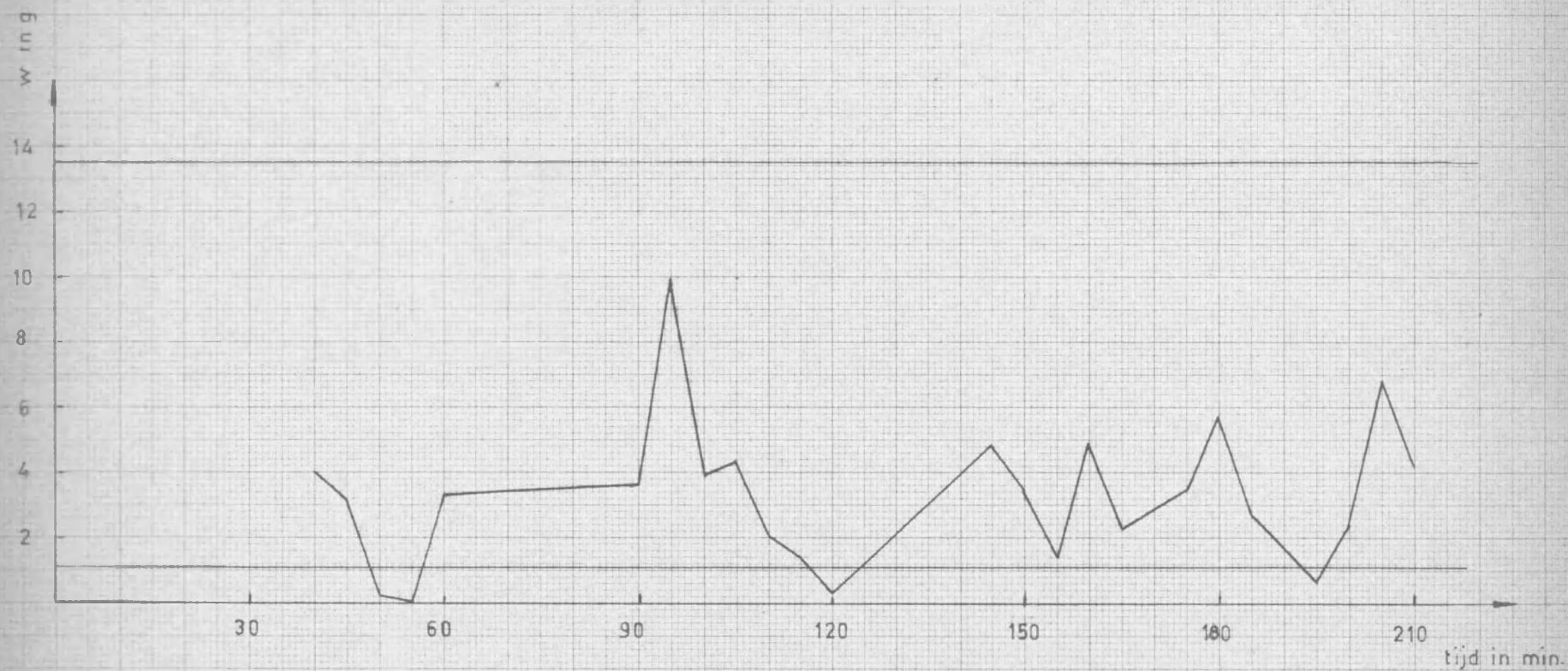
FIGUUR 29

MERAGRAM SPREIDINGSBREEDTE DERDE ANALYSE



FIGUUR 30

MERAGRAM SPREIDINGSBREEDTE VIERDE ANALYSE



Voor een gegeven monstergrootte kunnen beide grenzen op een controlekaart aangebracht worden. Wanneer een dergelijk monster genomen wordt op het einde van de inpakketting en het verschil tussen hoogste en laagste gewicht aangeduid wordt op de meragram, dan kan het verschil de bovenste grens overschrijden. In dit geval wordt de afweegploeg hierop gewezen. Het bepaalde verschil kan tussen de beide grenzen invallen, hetgeen er op wijst dat het afwegen verloopt met een voldoende nauwkeurigheid. Het verschil kan echter ook herhaaldelijk onder de onderste grens vallen. In dit geval zijn de normen te breed gesteld, zodat het geheel van de operaties nauwkeuriger kan verlopen. Voor zover het een zuiver mechanische weging zou betreffen, zou normaal overgegaan worden tot een herwerken van de normen. Er dient evenwel rekening gehouden te worden met de menselijke faktor. De nauwkeurigheid kan niet onbeperkt opgedreven worden, daar op een gegeven ogenblik de snelheid van werken zal verminderen. Een optimale toestand moet gezocht worden waarbij vermeden wordt dat te hoge nauwkeurigheid geeist wordt bij een te hoge snelheid. Dat het gevaar voor dergelijke evolutie niet denkbeeldig is, kan men uit figuur 30 duidelijk afleiden. Bij de vierde gekontroleerde produktie werd immers herhaaldelijk vastgesteld dat de onderste grens overschreden werd. Dit laatste gebeurt hier dan ten koste van het werktempo en van een zeer grote inspanning. Dergelijke toestand is niet meer optimaal. De klassieke controle duidt overigens een bevredigende toestand aan, zolang er tussen beide grenzen gewerkt wordt. Het herrekenen van de normen is dan ook niet nodig zoals de bekomen resultaten aantonen.

De controle resultaten, bekomen gedurende de inpakking, werden grafisch voorgesteld in figuren 27, 28, 29 en 30. Deze controle gebeurde door het afwegen van drie achtereenvolgend geproduceerde verpakkingen en het uitzetten op de meragram van het gewichtsverschil tussen de twee uitersten. Naderhand werd dan de klassieke controle uitgevoerd door het afwegen van 100 pakjes. Uit de spreiding werd de standaardafwijking geschat, de reproduceerbaarheid werd berekend en in procenten uitgedrukt ; ook het gemiddelde gewicht werd bepaald en gekorrigeerd voor het gebruikte inpakmateriaal. Deze resultaten werden samengevat in tabel 33.

Tabel 34 - Controle op de resultaten bekomen gedurende gecontroleerde inpakoperaties.

Nr	Ingesteld gewicht in g	Gevonden gewicht in g	Teken van afwijking	% afwijking	% reproduceer- baarheid
1 (fig 27)	150,0	150,0	.	0,0	1,7
2 (fig 28)	150,0	150,7	+	0,5	1,9
3 (fig 29)	120,0	118,8	-	1,0	1,9
4 (fig 30)	120,0	120,8	+	0,7	1,5

De bekomen resultaten duiden op een zeer geringe spreiding rondom een goede gemiddelde waarde. Voor pakjes van 150,0 g bedroeg het gemiddeld verschil t.o.v. het ingestelde gewicht + 0,25 % of 0,6 g, terwijl het gemiddeld verschil tussen twee pakjes 1,8 % of 2,7 g bedroeg. Voor pakjes met 120,0 g vis bleek het gemiddeld verschil ten opzichte van het ingestelde gewicht - 0,175 % of 0,2 g te bedragen en het gemiddeld verschil tussen twee pakjes 1,7 % of 2 g.

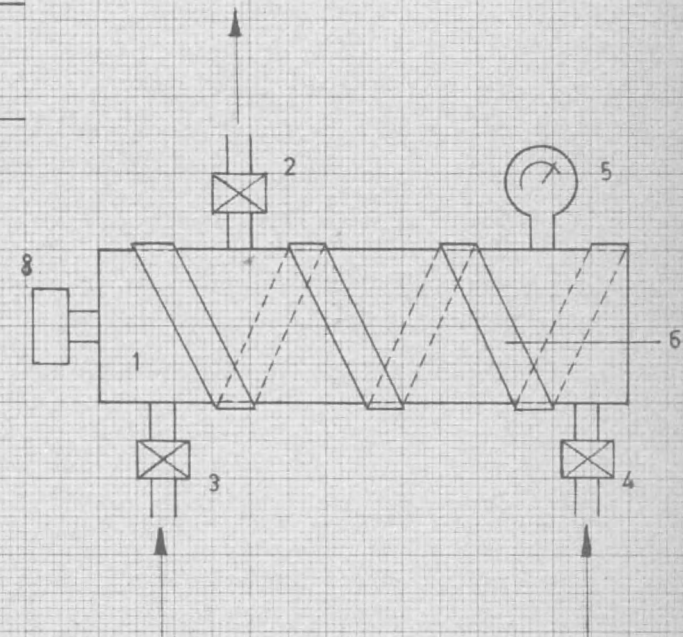
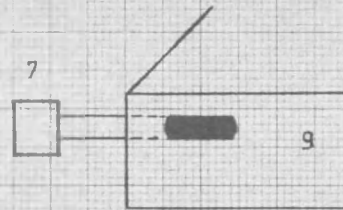
Uit dit alles kan de vraag gesteld worden in hoeverre een mechanisch triëren van de bereide filets het eventueel afwegen en portioneren van pakjes zou kunnen ondervangen. Daartoe werden enkele waarnemingen verricht, die behandeld werden bij de onderzoeken over het triëren en die er op wijzen dat een dergelijke werkwijze een mogelijkheid vormt.

B. De houdbaarheid van verpakte produkten.

Teneinde de beschermende waarde van de verpakking zo goed mogelijk aan te wenden, werd de mogelijkheid onderzocht om gedurende of na het inpakken het produkt te steriliseren. In principe komen hiervoor in aanmerking : (a) een zuivere warmtebehandeling, (b) een gekombineerde gas-warmtebehandeling en (c) een radiatiebehandeling.

FIGUUR 31

SCHEMATISCHE VOORSTELLING GASSTERILISATIEAPPARAAT



- 1: mengkamer
- 2: leiding naar vakuumklok 9
- 3: leiding stoomtoevoer
- 4: leiding toevoer steriliserend gas
- 5: manometer
- 6: verwarmingsband gecontroleerd door energieregelaar
- 7: voeler temperatuurmeting in vakuumklok
- 8: voeler temperatuurregistratie in mengkamer
- 9: vakuumklok

1. Een zuivere temperatuurbehandeling bleek volgens oriënterende proeven, momenteel niet mogelijk, daar de organoleptische eigenschappen van het visvlees hierdoor in ernstige mate veranderd werden.

2. Een gekombineerde gas-warmtebehandeling steunt op de eigenschap dat de lethale temperatuur van bacterien in aanwezigheid van organische peroxyden in belangrijke mate verlaagd wordt. Het is niet ondenkbaar dat door een geschikte temperatuur-duur combinatie voor een gegeven combinatie organische peroxyde-waterdamp tot een effectieve sterilisatie gekomen wordt. Dit systeem zou eventueel zelfs de mogelijkheid bieden om tot een sterilisatie over te gaan gedurende het inpakken zelf. Het onderzoek zal drie verschillende stadia omvatten. Het eerste stadium behelst de uitbouw van een geschikte eenheid tot **gassterilisatie** op kleine schaal. In figuur 31 wordt een schets gegeven van deze apparatuur.

Het apparaat bestaat uit een vakuumklok, waarin een snelle voeler voor temperaturen werd ingebouwd. Deze voeler is verbonden met een aanwijsapparaat. Verder is er een mengkamer, waarin het organisch peroxyde gemengd kan worden met stoom en op een gegeven temperatuur kan gehouden worden met behulp van een verwarmingsband. Ook hier werd een voeler ingebouwd die verbonden werd met een registratieapparaat, teneinde de temperatuur in de mengkamer te kunnen meten.

Het tweede stadium zal betrekking hebben op het uitvoeren van een reeks proefnemingen, teneinde de richting van het onderzoek te bepalen, terwijl in het derde stadium het eigenlijke onderzoek op het sterilisatie-effekt onder industriële voorwaarden zal geschieden.

Hoofdstuk III - Besluiten.

Uit de uitgevoerde studies blijkt, dat het wetenschappelijk onderzoek in de visverwerkende bedrijven - en meer speciaal in de rokerijen - ver van afgesloten is. De bekomen resultaten laten echter toe de richting aan te duiden waarin verder moet worden gewerkt.

In verband met de technische vraagstukken is het mogelijk verder onderzoek te verrichten ten aanzien van :

- 1) De meting en de verwezenlijking van een homogene verdeling van de gasstroom over de gehele doorsnede en lengte van de gebruikte rookkamer ;
- 2) De meting van de rookdensiteit en het onderzoek van de waarde van de totale "rookhoeveelheid" ten aanzien van het afgewerkte produkt ;
- 3) De verwezenlijking van de voorwaarden tot het bekomen van reproduceerbare "totale rookhoeveelheden" voor gegeven types van afgewerkte produkten in opeenvolgende produkties ;
- 4) De studie van de meting van de relatieve vochtigheid van de rookgassen en van de invloed hiervan op het verloop van de produktie;
- 5) De studie van de regelingsmechanismen voor het handhaven van bepaalde normen op gebied van de relatieve vochtigheid gedurende de produktie en
- 6) De studie van de invloed van de stroomsnelheid van de gassen op de produktie en het opsporen van de meest optimale luchtstroomsnelheid.

Ten aanzien van de grondstof kunnen de studies uitgaan naar de invloed van het gewicht en de samenstelling op het verloop van het produktieproces.

Voor de verwerkingsprocessen rijzen nog onderzoekingsproblemen met betrekking tot :

- 1) het sorteren van de aangevoerde grondstof en de invloed van het gewicht op de toegepaste fabrikatieprocédés en de afwerking van de produkten,
- 2) de verliezen bij het fileren,
- 3) het transport van het afval bij het fileren,
- 4) de invloed van de factoren zoals temperatuur, grootte van de vis, samenstelling van de pekels enz. op het zouten en het ontzouten en
- 5) het inpakken met elementen als vóór sortering, sterilisatie enz.

1963-1964.

Appendix 1 - Waarnemingen over de stroomsnelheid van de gassen in een
ledige tunnel.

(Stand kringloopklep 0,5 ; Stand luchtinlastklep 2,0 ; Temperatuur $\pm 20^{\circ}$ C).

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
1 A	1	170	173
		180	
		170	
	2	50	47
		50	
		40	
	3	120	127
		130	
		130	
	4	90	97
		100	
		100	
	5	110	103
		100	
		100	
	6	60	67
		70	
		60	
	7	90	100
		110	
		100	
	8	140	133
		140	
		130	
	9	90	100
		110	
		100	

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
1 B	1	130	123
		120	
		120	
	2	70	63
		60	
		60	
	3	140	130
		130	
		120	
	4	130	130
		130	
		130	
	5	130	133
		130	
		140	
	6	100	110
		110	
		120	
	7	140	137
		130	
		140	
	8	120	113
		100	
		120	
	9	120	117
		110	
		120	
1 C	1	90	87
		80	
		90	

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	2	70 70 70	70
	3	110 100 80	97
	4	130 120 120	123
	5	130 140 140	137
	6	80 100 90	90
	7	140 140 140	140
	8	120 130 130	127
	9	120 120 110	117
2 A	1	120 120 120	120
	2	110 110 120	113

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	3	120	110
		110	
		100	
	4	90	93
		110	
		80	
	5	120	127
		130	
		130	
	6	100	107
		120	
		100	
	7	40	47
		50	
		50	
	8	110	100
		90	
		100	
	9	50	47
		40	
		50	
2 B	1	130	133
		130	
		140	
	2	120	123
		120	
		130	
	3	140	140
		140	
		140	

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	4	110	103
		100	
		100	
	5	110	103
		100	
		100	
	6	110	107
		100	
		110	
	7	80	80
		80	
		80	
	8	130	123
		120	
		120	
	9	70	73
		80	
		70	
2 C	1	130	133
		140	
		130	
	2	130	130
		130	
		130	
	3	130	128
		125	
		130	
	4	120	120
		120	
		120	

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	5	120	123
		130	
		120	
	6	130	126
		120	
		130	
	7	120	117
		120	
		110	
	8	120	120
		120	
		120	
	9	100	100
		110	
		90	
3 A	1	90	93
		90	
		100	
	2	100	97
		90	
		100	
	3	110	107
		110	
		100	
	4	90	83
		70	
		90	
	5	110	110
		110	
		110	

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	6	110	107
		100	
		110	
	7	65	67
		65	
		70	
	8	80	77
		70	
		80	
	9	70	77
		80	
		80	
3 B	1	110	110
		110	
		110	
	2	110	103
		100	
		100	
	3	110	110
		110	
		110	
	4	100	90
		90	
		80	
	5	110	117
		120	
		120	
	6	110	117
		120	
		120	

Lokalisatie		Snelheid cm/sec	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	7	70 80 70	73
	8	85 90 90	88
	9	75 80 80	78
3 C	1	100 100 110	103
	2	90 90 110	97
	3	110 100 100	100
	4	110 100 100	103
	5	120 120 120	120
	6	120 120 120	120.0
	7	40 40 40	40.0

Lokalisatie		Snelheid cm/sec.	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	8	65 65 60	63.0
	9	60 60 50	57
4 A	1	120 125 120	122
	2	120 125 125	123
	3	120 115 125	120
	4	100 95 110	102
	5	120 120 110	117
	6	110 120 120	117
	7	90 70 80	80
	8	80 80 90	83

Lokalisatie		Snelheid cm/sec.	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	9	100 105 110	105
4 B	1	130	132
		130	
		135	
	2	125	125
		125	
		125	
	3	130	127
		125	
		125	
	4	130	130
		130	
		130	
	5	125	130
		135	
		130	
	6	135	132
		130	
		130	
	7	115	110
		110	
		105	
	8	95	93
		100	
		85	

Lokalisatie		Snelheid cm/sec.	Gemiddelde snelheid van de waarneming cm/sec.
Vak	Meetpost		
	9	110 90 100	100
4 C	1	140	137
		135	
		135	
	2	135	137
		140	
		135	
	3	135	135
		135	
		135	
	4	135	132
		130	
		130	
	5	125	125
		130	
		120	
	6	130	132
		135	
		130	
	7	100	100
		100	
		100	
	8	110	117
		120	
		120	
	9	80	83
		90	
		90	

Appendix 2 - Gegevens over de drogestofbepaling (in pct.).

Proeven Nr.	Eerste analyse	Tweede analyse	Vershil
1	47,36	48,60	1,24
2	46,11	46,28	0,17
3	46,35	46,56	0,21
4	50,91	50,92	0,01
5	49,79	50,09	0,30
6	46,51	47,02	0,51
7	47,74	48,05	0,31
8	50,32	50,28	0,04
9	48,84	48,89	0,04
10	48,46	48,27	0,19
11	44,04	44,19	0,15
12	40,71	40,59	0,12
13	52,88	52,18	0,70
14	50,23	49,98	0,25
15	49,21	48,40	0,81
16	49,97	49,62	0,25
17	48,83	49,49	0,66
18	49,69	49,85	0,16
19	48,03	48,12	0,09
20	51,51	51,69	0,18
21	44,63	44,07	0,56
22	51,92	51,96	0,04
23	46,91	46,83	0,08
24	49,68	49,07	0,61
25	48,07	47,58	0,49
26	49,62	49,60	0,02
27	51,11	50,80	0,31
28	47,61	47,53	0,08
29	45,28	45,18	0,10

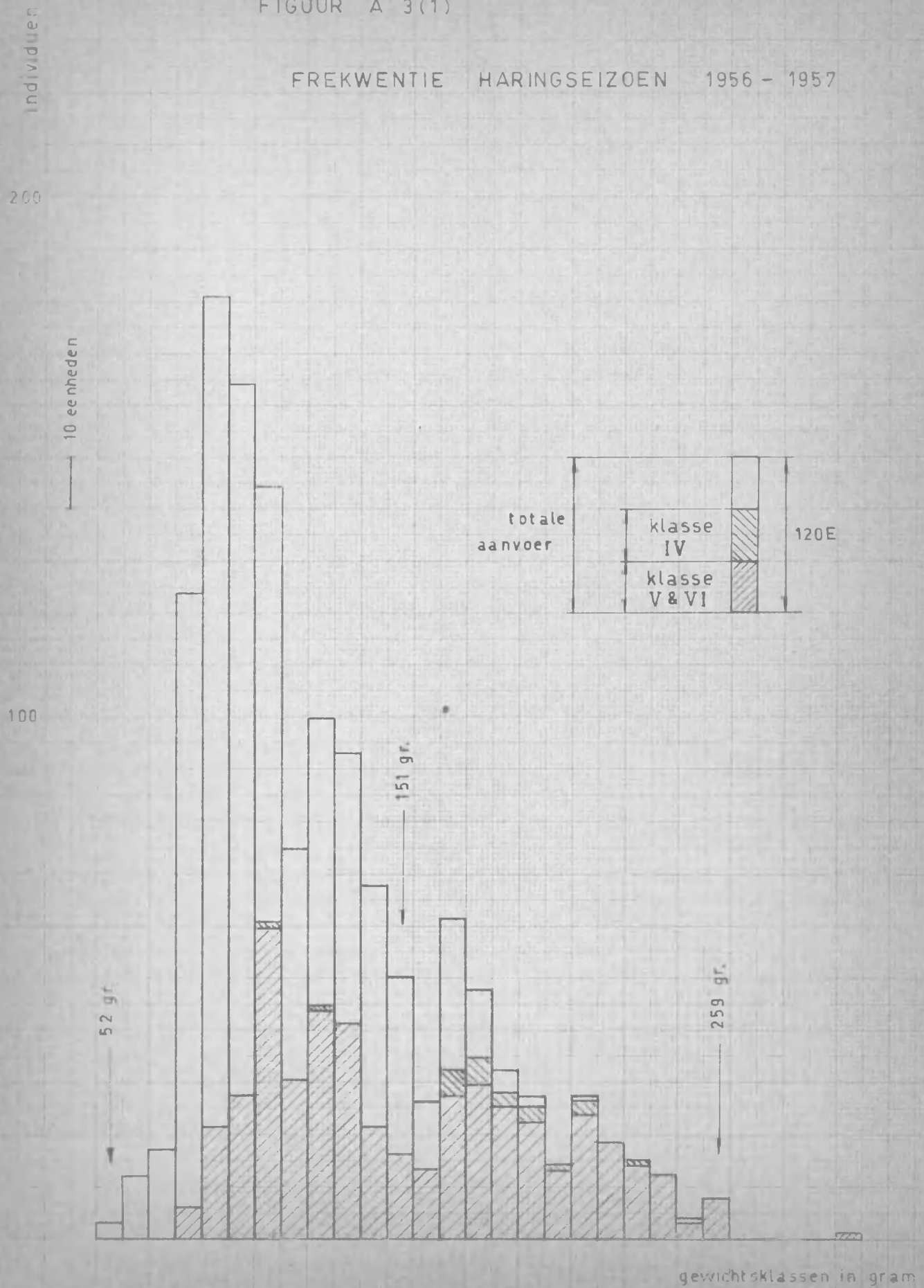
Proeven Nr.	Eerste analyse	Tweede analyse	Vershil
30	47,24	47,29	0,05
31	48,82	48,74	0,08
32	49,66	48,97	0,69
33	46,42	45,82	0,60
34	47,35	46,96	0,39
35	46,16	46,30	0,14
36	49,39	49,71	0,32
37	45,84	45,92	0,08
38	44,05	43,95	0,10
39	47,87	47,17	0,70
40	49,73	49,33	0,40
41	48,00	48,01	0,01
42	47,66	47,77	0,11
43	47,05	47,16	0,11
44	47,61	47,66	0,05
45	49,63	49,60	0,03
46	44,28	44,18	0,10
47	44,07	44,51	0,44
48	46,79	46,77	0,02
49	51,30	51,26	0,04
50	53,51	53,55	0,04
51	49,55	49,82	0,27
52	41,38	41,10	0,28
53	41,80	40,46	1,34
54	50,10	48,83	1,27
55	50,19	50,84	0,65
56	44,11	43,90	0,21
57	52,20	52,07	0,13
58	46,34	45,79	0,55
59	48,92	49,24	0,32
60	48,46	48,34	0,12

Proeven Nr.	Eerste analyse	Tweede analyse	Vershil
61	50,66	52,13	1,47
62	48,50	48,01	0,49
63	45,43	45,72	0,29
64	51,69	51,72	0,03
65	48,64	49,26	0,62
66	53,14	53,56	0,42
67	48,78	48,65	0,13
68	45,53	45,61	0,08
69	49,55	49,49	0,06
70	43,55	43,74	0,19
71	48,89	49,12	0,23
72	43,40	43,38	0,02
73	46,95	46,98	0,03
74	49,64	49,74	0,10
75	50,60	50,69	0,09
76	52,71	53,03	0,32
77	49,76	49,61	0,15
78	44,43	44,44	0,01
79	50,06	49,91	0,15
80	48,84	48,86	0,02
81	46,28	46,33	0,05
82	44,38	44,56	0,18
83	45,06	45,31	0,25
84	45,40	45,31	0,25
85	50,50	50,17	0,33
86	53,21	53,50	0,29
87	56,02	56,17	0,15
88	46,51	46,38	0,13
89	47,82	47,97	0,15
90	52,10	52,07	0,03
91	58,52	58,55	0,03

Proeven Nr.	Eerste analyse	Tweede analyse	Vershil
92	51,23	51,06	0,17
93	49,03	48,86	0,17
94	53,17	53,02	0,15
95	52,89	52,37	0,52
96	59,37	59,45	0,08
97	57,99	57,05	0,94
98	53,59	54,05	0,54
99	56,03	56,52	0,49
100	51,86	52,26	0,40

FIGUUR A 3(1)

FREKWENTIE HARINGSEIZOEN 1956 - 1957

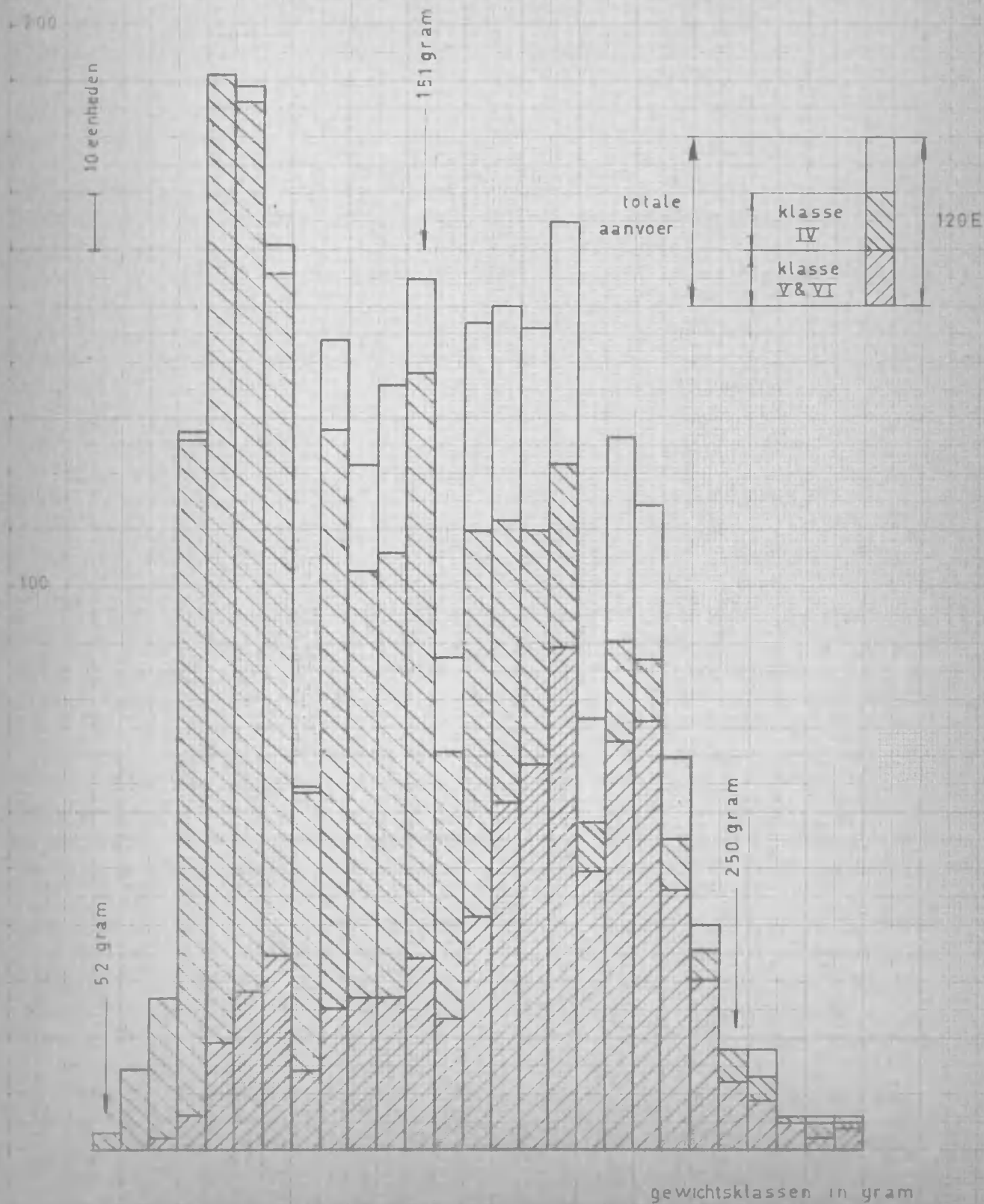


Appendix 3 (1) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1956-57.

Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	Aangevoerde Haring.	Biologische klassen V en VI.	Biologische klasse IV.
		n	n	n
52	48 - 56	3	0	0
61	57 - 65	12	0	0
70	66 - 74	17	0	0
79	75 - 83	123	6	0
88	84 - 92	180	21	0
97	93 - 101	163	27	0
106	102 - 110	143	59	1
115	111 - 119	74	30	0
124	120 - 128	99	43	1
133	129 - 137	92	41	0
142	138 - 146	67	21	0
151	147 - 155	50	16	0
160	156 - 164	26	13	0
169	165 - 173	61	27	5
178	174 - 182	47	29	5
187	183 - 191	32	25	3
196	192 - 200	27	22	3
205	201 - 209	14	13	0
214	210 - 218	27	23	3
223	219 - 227	18	18	0
232	228 - 236	15	14	1
241	237 - 245	12	12	0
250	246 - 254	4	3	1
259	255 - 263	8	8	0
268	264 - 272	0	0	0
277	273 - 281	0	0	0
286	282 - 290	0	0	0
295	291 - 299	0	0	0
304	300 - 308	1	1	0
Totaal		1.315	472	23

FIGUUR A 3(2)

FREKWENTIE HARINGSEIZOEN 1957 - 1958

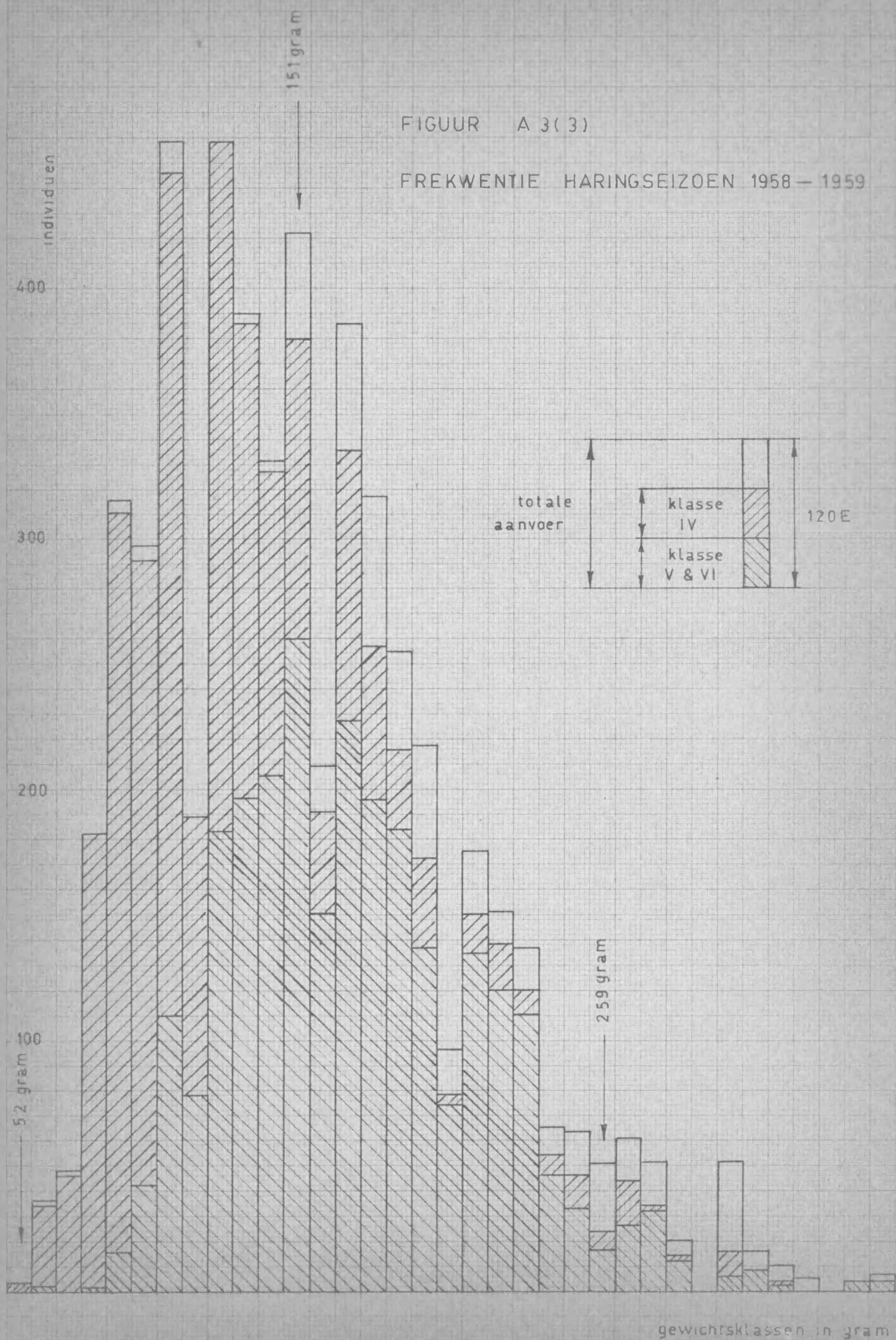


Appendix 3 (2) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1957-58

		Aangevoerde Haring	Biologische klassen V en VI	Biologische klasse IV
Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	n	n	n
52	48 - 56	3	0	3
61	57 - 65	14	0	14
70	66 - 74	27	2	25
79	75 - 83	127	6	120
88	84 - 92	190	19	171
97	93 - 101	188	28	157
106	102 - 110	160	34	121
115	111 - 119	64	14	49
124	120 - 128	143	25	102
133	129 - 137	121	27	75
142	138 - 146	135	27	78
151	147 - 155	154	34	103
160	156 - 164	87	23	47
169	165 - 173	146	41	68
178	174 - 182	149	61	50
187	183 - 191	145	68	41
196	192 - 200	164	89	32
205	201 - 209	76	49	9
214	210 - 218	126	72	18
223	219 - 227	114	76	11
232	228 - 236	69	46	9
241	237 - 245	40	30	5
250	246 - 254	18	12	6
259	255 - 263	18	9	4
268	264 - 272	6	5	1
277	273 - 281	6	2	3
286	282 - 290	6	4	1
Totaal		2.496	803	1.323

FIGUUR A 3(3)

FREKWENTIE HARINGSEIZOEN 1958 — 1959



Appendix 3 (3) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1958-59.

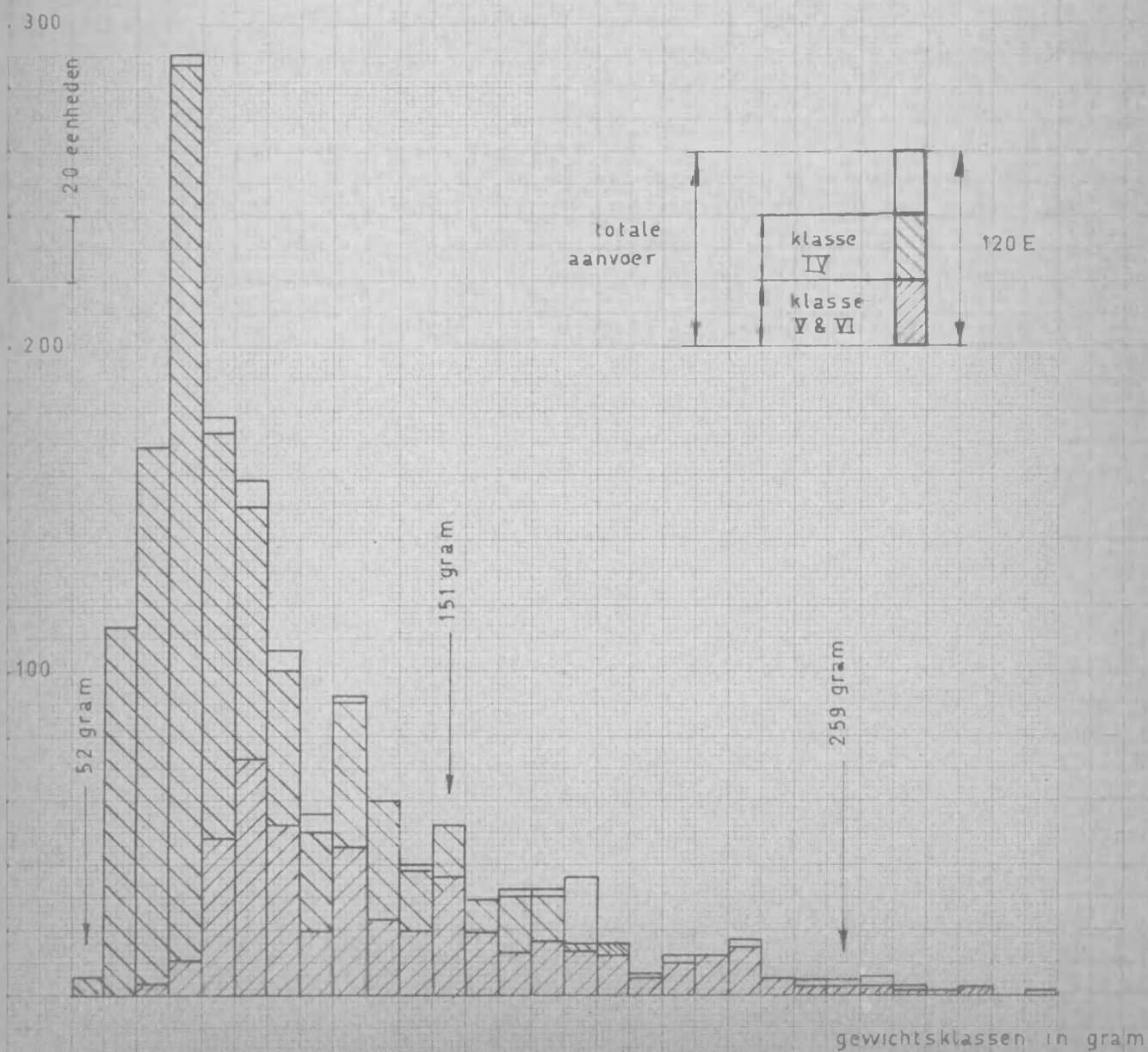
Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	Aangevoerde Haring.	Biologische klassen V en VI	Biologische klasse IV.
		n	n	n
52	48 - 56	2	0	2
61	57 - 65	18	1	16
70	66 - 74	24	0	23
79	75 - 83	91	1	90
88	84 - 92	158	8	148
97	93 - 101	148	21	124
106	102 - 110	228	55	167
115	111 - 119	94	39	55
124	120 - 128	228	91	135
133	129 - 137	194	98	92
142	138 - 146	165	102	61
151	147 - 155	210	129	60
160	156 - 164	104	75	20
169	165 - 173	192	113	54
178	174 - 182	158	97	31
187	183 - 191	127	91	17
196	192 - 200	108	68	18
205	201 - 209	48	37	2
214	210 - 218	87	67	8
223	219 - 227	75	60	9
232	228 - 236	68	55	5
241	237 - 245	32	23	4
250	246 - 254	31	16	7
259	255 - 263	25	8	4
268	264 - 272	30	13	9
277	273 - 281	25	16	1
286	282 - 290	10	6	1
295	291 - 299	0	0	0
304	300 - 308	25	3	5
313	309 - 317	8	4	0

Appendix 3 (3) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1958-59.

Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	Aangevoerde Haring.	Biologische klassen V en VI.	Biologische klasse IV.
		n	n	n
322	318 - 326	5	1	1
331	327 - 335	2	0	0
340	336 - 344	0	0	0
349	345 - 353	2	2	0
358	354 - 362	3	2	0
	Totaal	2.725	1.302	1.169

FIGUUR A 3(4)

FREKWENTIE HARINGSEIZOEN 1959 - 1960

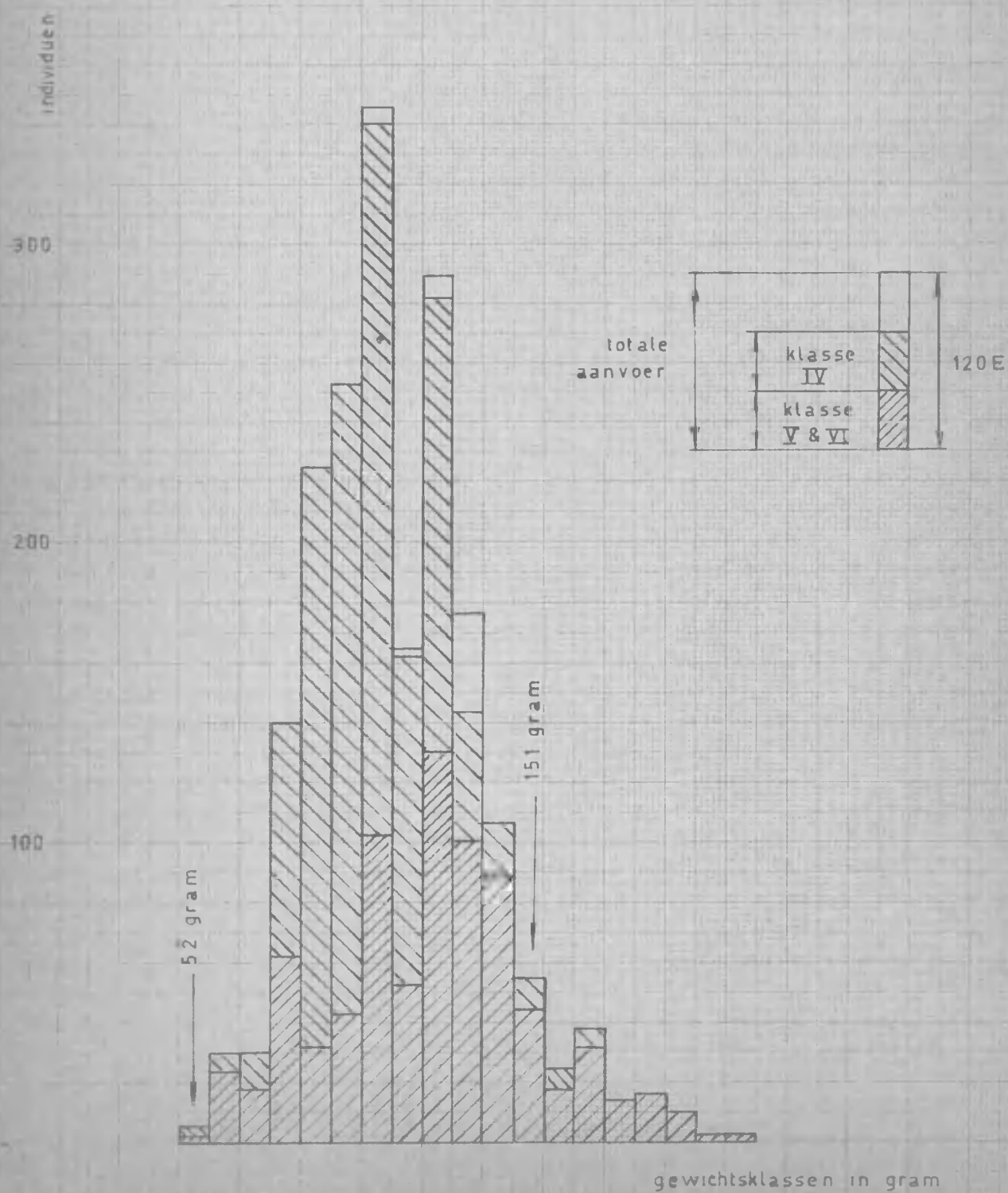


Appendix 3 (4) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1959-60.

Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	Aangevoerde Haring	Biologische klassen V en VI.	Biologische klasse IV.
		n	n	n
52	48 - 56	5	0	5
61	57 - 65	113	0	113
70	66 - 74	169	4	164
79	75 - 83	290	11	277
88	84 - 92	179	48	127
97	93 - 101	159	73	79
106	102 - 110	106	52	48
115	111 - 119	35	20	30
124	120 - 128	92	45	47
133	129 - 137	60	23	37
142	138 - 146	41	20	21
151	147 - 155	52	36	16
160	156 - 164	29	20	9
169	165 - 173	32	14	16
178	174 - 182	32	16	15
187	183 - 191	36	14	20
196	192 - 200	16	12	4
205	201 - 209	7	6	0
214	210 - 218	12	10	2
223	219 - 227	12	12	-
232	228 - 236	17	15	-
241	237 - 245	5	5	-
250	246 - 254	4	3	-
259	255 - 263	3	3	-
268	264 - 272	5	3	-
277	273 - 281	2	1	-
286	282 - 290	1	1	-
295	291 - 299	2	2	-
304	300 - 308	0	0	-
313	309 - 317	1	0	-
Totaal		1.537	469	1.030

FIGUUR A 3(5)

FREKWENTIE HARINGSEIZOEN 1960 — 1961

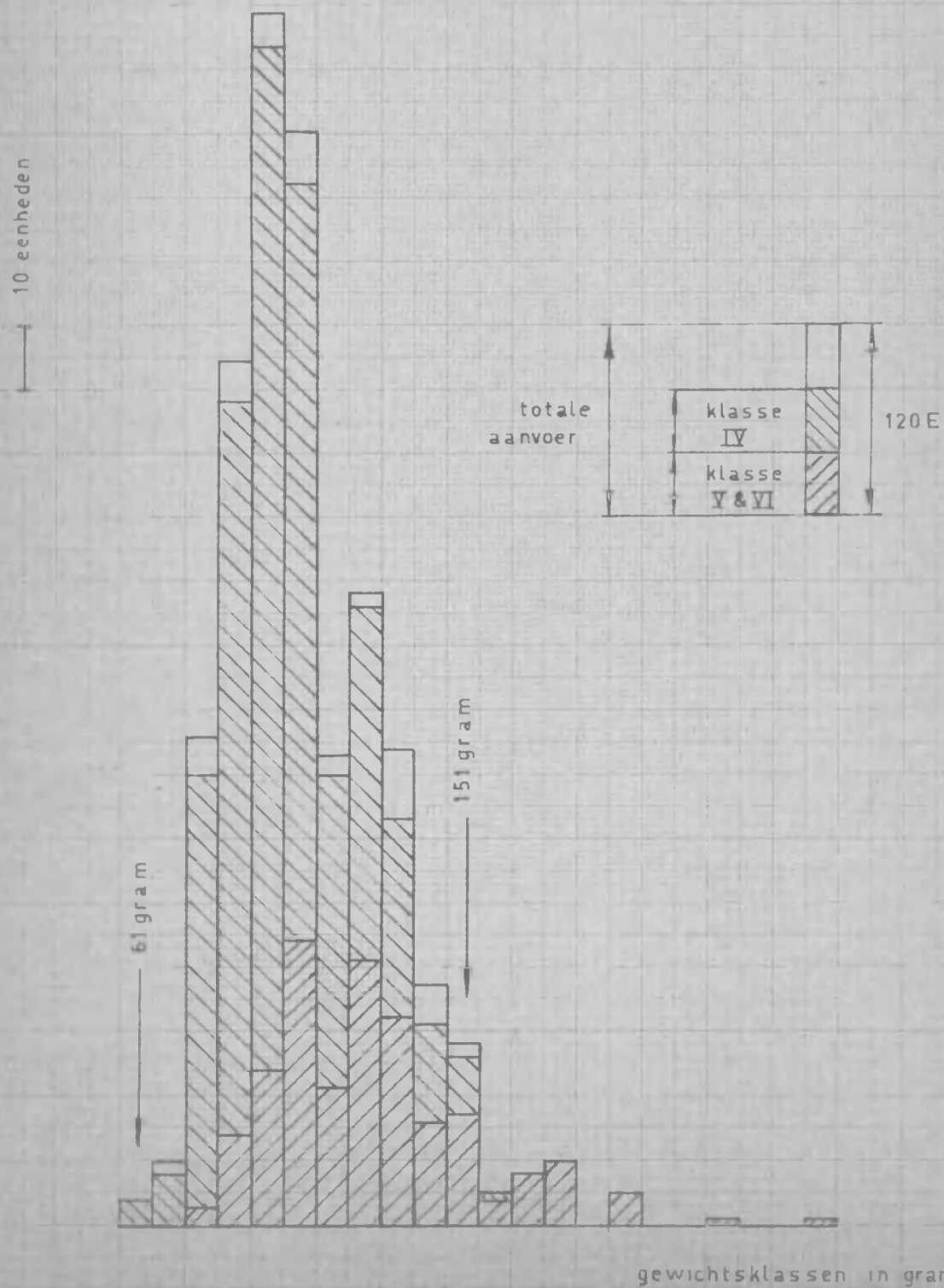


Appendix 3 (5) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1960-61.

		Aangevoerde Haring.	Biologische klassen V en VI.	Biologische klasse IV.
Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	n	n	n
52	48 - 56	3	1	2
61	57 - 65	15	12	3
70	66 - 74	15	9	6
79	75 - 83	70	31	39
88	84 - 92	112	16	96
97	93 - 101	126	21	105
106	102 - 110	172	51	119
115	111 - 119	82	26	55
124	120 - 128	144	65	76
133	129 - 137	78	50	22
142	138 - 146	53	44	9
151	147 - 155	27	22	5
160	156 - 164	12	9	3
169	165 - 173	19	16	3
178	174 - 182	7	7	0
187	183 - 191	8	8	0
196	192 - 200	5	5	0
205	201 - 209	1	1	0
214	210 - 218	1	1	0
Totaal		950	395	543

FIGUUR A 3 (6)

FREKWENTIE HARINGSEIZOEN 1961 — 1962



Appendix 3 (6) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1961-62.

		Aangevoerde Haring.	Biologische klassen V en VI.	Biologische klasse IV.
Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	n	n	n
61	57 - 65	4	0	4
70	66 - 74	10	0	8
79	75 - 83	76	3	67
88	84 - 92	134	14	114
97	93 - 101	188	24	159
106	102 - 110	170	44	118
115	111 - 119	73	21	49
124	120 - 128	98	41	55
133	129 - 137	74	32	31
142	138 - 146	37	16	15
151	147 - 155	28	17	9
160	156 - 164	5	4	1
169	165 - 173	8	8	-
178	174 - 182	10	10	-
187	183 - 191	0	0	-
196	192 - 200	5	5	-
205	201 - 209	0	0	-
214	210 - 218	0	0	-
223	219 - 227	1	1	-
232	228 - 236	0	0	-
241	237 - 245	0	0	-
250	246 - 254	1	1	-
Totaal		922	241	630

Appendix 3 (7) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1956-57
tot en met 1961-62

Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	Aangevoerde Haring.	Biologische klassen V en VI.	Biologische klasse IV.
		n	n	n
52	48 - 56	16	1	12
61	57 - 65	176	13	150
70	66 - 74	262	15	226
79	75 - 83	777	58	593
88	84 - 92	953	126	656
97	93 - 101	972	194	624
106	102 - 110	979	295	574
115	111 - 119	442	150	238
124	120 - 128	804	310	416
133	129 - 137	619	271	257
142	138 - 146	498	230	184
151	147 - 155	521	254	193
160	156 - 164	263	144	80
169	165 - 173	458	219	146
178	174 - 182	403	220	101
187	183 - 191	348	206	81
196	192 - 200	325	201	57
205	201 - 209	146	106	11
214	210 - 218	253	173	31
223	219 - 227	220	167	20
232	228 - 236	169	130	15
241	237 - 245	89	70	9
250	246 - 254	58	35	14
259	255 - 263	54	28	8
268	264 - 272	41	21	10
277	273 - 281	33	19	4
286	282 - 290	17	11	2
295	291 - 299	2	2	0
304	300 - 308	26	4	5
313	309 - 317	9	4	0

Appendix 3 (7) - Gewichtsfrekwentieverdeling van de Haring, seizoen 1956-57
tot en met 1961-62

		Aangevoerde Haring.	Biologische klassen V en VI.	Biologische klasse IV.
Klassegemiddelde in g.	Klassegrenzen in g.	n	n	n
322	318 - 326	5	1	1
331	327 - 335	2	0	0
340	336 - 344	0	0	0
349	345 - 353	2	2	0
358	354 - 362	3	2	0
	Totaal	9.945	3.682	4.718

