

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek

Kommissie voor Toegepast Wetenschappelijk Onderzoek in de Zeevisserij

(Voorzitter : Directeur-Generaal F. LIEVENS)

Werkgroep "Behandeling Vis"

(Voorzitter : P. HOVART)

AANBEVELINGEN VOOR

KOELINSTALLATIES AAN BOORD VAN VISSERSVAARTUIGEN

door W. VYNCKE

Publikatie nr. 19/1967

## INLEIDING.

De jongste jaren is duidelijk uitgemaakt geworden, dat de temperatuur de belangrijkste faktor voor de houdbaarheid en de kwaliteit van de vis vormt.

Een temperatuurstijging van slechts enkele graden rond 0° C kan het bederf aanzienlijk versnellen (1) (2) ; zo bederft kabeljauw tweemaal vlugger bij 3° C dan bij 0° C (3) (4). Reay en Shewan (5) Castell (6) en Hansen (7) stelden verder vast dat het verlagen van de temperatuur met enkele tienden van een graad in de nabijheid van 0° C, de groei van de psychrotolerante bederfbacteriën meer remt dan het dalen van de temperatuur van verschillende graden in de omgeving van 10° C. Tijdens eigen proefnemingen werden deze resultaten overigens grotendeels bevestigd (8) (9) (10) (11).

Alle maatregelen die er toe bijdragen de temperatuur van de vis zo dicht mogelijk bij 0° C te brengen, kunnen dan ook als zeer gunstig worden beschouwd. Het mechanisch koelen van visruimen is hieronder te rekenen.

In België worden daartoe meer en meer vissersvaartuigen met koelinstallaties gebouwd. Deze tendens tekent zich trouwens ook in het buitenland af.

De vraag die bij het inbouwen van koelinstallaties rijst, is : aan welke criteria moet een koelinstallatie beantwoorden, met het oog op de kwaliteit van de vis.

Het geven van een concreet antwoord op deze vraag is niet gemakkelijk, niet alleen wegens de diversiteit van de koelsystemen en -apparatuur, maar vooral wegens het aantal veranderlijke elementen die in acht moeten worden genomen ; er is niet alleen een probleem van de keuze van de installatie, maar bij de aanwending ervan gelden tal van factoren, die zich niet op een uniforme wijze voordoen, o.m. de duur van de reis, de bezochte visgrond, het seizoen, de inhoud van het ruim, de samenstelling en de grootte van de vangst, de hoeveelheid ijs, de isolatie enz.

Niettemin kunnen algemene richtlijnen over koelin-  
stallaties worden opgesteld. Dit verslag vermeldt deze richtlijnen en omvat een bespreking van (a) de voordelen van gekoelde visruimen, (b) de voornaamste technische specificaties en (c) de voorgestelde normen.

#### 1. Voordelen van gekoelde visruimen.

De voornaamste voordelen van het mechanisch koelen van het ruim zijn :

(a) Tijdens de reis naar de visgrond smelt minder ijs en het ijs blijft terzelfdertijd in lossere toestand, zodat het gemakkelijker kan worden weggeschept en het werk van de bemanning vergemakkelijkt wordt.

(b) Vooraleer vis in het ruim opgeslagen wordt, wordt de ganse binnenstructuur (stutten, planken, wanden enz.) vooraf gekoeld, zodat het ijs dat tussen de vislagen aangebracht wordt, niet gedeeltelijk moet dienen om deze materialen af te koelen. De kans dat vis zonder ijsprotectie komt te liggen, wordt dan ook veel kleiner.

(c) Minder ijs kan worden gebruikt, daar de warmte die door het dek door de wand van de machinekamer en door de geopende luiken komt, nu door de koelinstallatie wordt opgevangen.

(d) Het beter koel houden van "shelfcod", m.a.w. vis die bovenop het ijs wordt gelegd.

(e) Het koel houden van accidenteel onvoldoende afgeijsde vis.

Hierbij dient echter onmiddellijk gewezen te worden op het feit, dat het oordeelkundig gebruik van ijs, ook in gekoelde visruimen, een essentiële voorwaarde voor het behoud van de kwaliteit van de vis blijft.

Na de vangst dient de vis - die ongeveer de temperatuur van het zeewater heeft - immers zo snel mogelijk afgekoeld te worden. Wanneer men meer ingewikkelde procédés, zoals het koelen in pekeloplossingen of in gekoeld zeewater, buiten beschouwing laat, is enkel het ijs bij machte dit op efficiënte wijze te verwezenlijken. In ieder geval is de koelinstallatie zelf voor het snel afkoelen van de vis van weinig nut.

Het gebruik van ijs heeft tot doel :

- (a) de vis na de vangst snel af te koelen,
- (b) door het langzaam smelten, de tijdens de opslag gevormde be-  
derfprodukten af te voeren,
- (c) de vis vochtig te houden en tegen uitdrogen te beschermen en
- (d) te dienen als buffer om de temperatuurschommelingen zoveel  
mogelijk op te vangen.

Deze factoren zijn uiterst belangrijk voor de kwaliteit van de vis, hetgeen betekent dat mechanisch koelen meer de risico's op opwarming van de opgeslagen vis wil voorkomen.

## 2. Voornaamste technische specificaties.

Bij de technische specificaties van koelinstallaties zijn vooral te betrekken :

### 2.1. Isolatie en beschieting van het ruim.

Een efficiënte koelinstallatie is niet denkbaar zonder een degelijke isolatie en bekleding van het ruim. Door het stalen konstruktiemateriaal (wanden, spanten enz.), het feit dat een groot deel van de buitenwand in kontakt met zeewater is en een groot oppervlakte van de binnenbekleding rechtstreeks in aanraking met ijs of vis komt, moet de isolatie van het ruim bijzonder verzorgd zijn.

#### 2.1.1. Isolatie.

##### 2.1.1.1. Eigenschappen.

De eigenschappen van een goed isolatiemiddel zijn :

- een klein warmtegeleidingscoëfficiënt hebben ;  
meestal wordt  $0,035 \text{ Kcal/m/u/}^\circ\text{C}$  als maximaal genomen,
- een goede weerstand tegen vocht en tegen het rotten bieden,
- niet hygroskopisch zijn,
- onbrandbaar zijn,
- een goede mechanische weerstand bieden,



- gemakkelijk te plaatsen zijn,
- een lage prijs hebben.

Er dient verder overwogen te worden, dat bij eventuele beschadiging van het casco, brand- en laswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd, waardoor brandbare isolatiematerialen vlam kunnen vatten. Daarom is het goed om onbrandbare isolatiematerialen te gebruiken, dan wel ter bescherming eerst een onbrandbare isolatie (bv. vermiculite plaat van minimum 2 cm dikte) en vervolgens de normale en tevens minder kostbare isolatie aan te brengen.

Tabel 1 geeft een overzicht van de meest gebruikte isolatiematerialen, met hun voornaamste eigenschappen (12).

#### 2.1.1.2. Dikte van de laag.

De dikte van de isolatielaag bepaalt de warmtedoorstroming door wanden, plafond en vloer. Deze doorstroming kan berekend worden met behulp van de formule :

$$Q = k.F. \Delta t$$

hierin is Q de hoeveelheid warmte in kcal/u,

k de transmissiecoëfficiënt in kcal/m<sup>2</sup>/uur/° C,

F het oppervlak waardoor de warmtetoevoer geschiedt in m<sup>2</sup> en

$\Delta t$  het temperatuurverschil binnen en buiten het koelruim.

De transmissiecoëfficiënt is voor een vissersvaartuig moeilijk te berekenen daar talrijke factoren moeilijk kunnen vastgelegd worden.

Tabel 1. - Gebruikelijke isolatiematerialen, met eigenschappen.

Isolatiemateriaal	Warmtegeleidingscoëfficiënt in Kcal/m <sup>2</sup> °C bij 0° C	Gewicht in kg/m <sup>3</sup>	Bestendigheid tegen brand (a)	Bestendigheid tegen vocht- opname (a)
geïmpregneerd-geëxpandeerde kurk	0,034	135-175	4	4
volgeëxpandeerde kurk	0,029	95-120	4	4
tempex	0,029	15-25	5	2
polystyrene frigolit	0,027	15-25	5	2
styropor	0,029	15-25	5	2
isoflex-heatex	0,04	16	3	1
onazote	0,025	64	3	1
polyurethaan schuim	0,028	24	3	1
glaswol	0,03	26	1	4
fibreglass	0,034	24	1	1
steenwol	0,029	50-120	1	4
foanglass	0,0435	148	1	1
verniculite plaat (micolite)	0,085	330	1	4

(a) Waarderingscijfers : 1 = zeer goed ; 2 = goed ; 3 = middelmatig ; 4 ) slecht en  
5 = zeer slecht.

Om deze reden wordt de dikte van de laag meestal proef-  
ondervindelijk vastgesteld. In Nederland (12) neemt men aan dat een  
goede isolatie minstens 3 cm over de spanten moet reiken. Een veel  
toegepaste vuistregel voor kurk en geëxpandeerd polystyreen is de  
volgende :

$$d = \frac{t_1 - t_2}{2}$$

waarbij d = dikte van de isolatielaag  
 $t_1$  = te verwachten buitentemperatuur  
 $t_2$  = vereiste binnentemperatuur

### 2.1.2. Bekleding.

Wanneer de beschieting niet absoluut waterdicht is, zal  
het isolatiemateriaal in de zij door het voortdurend neersijpelen van  
smeltwater langs de wand vochtig worden. Er zijn slechts enkele iso-  
latiematerialen die tegen deze bevochtiging bestendig zijn. Het meren-  
deel van de materialen neemt op de duur vocht op en zal daardoor be-  
langrijk aan isolatiewaarde inboeten. Daarom zal de isolatie terdege  
tegen vochtindringing moeten worden beschermd.

In tabel 2 is de invloed van vocht op de warmtegeleidings-  
coëfficiënt weergegeven (14).

Tabel 2.- Toename van de warmtegeleidingscoëfficiënt ( $\lambda$ ) door vocht-  
opname van de isolatie.

<u>Vochtgehalte in Vol. %</u>	<u>Stijging van <math>\lambda</math> in %</u>
1	30
2,5	55
5	75
10	108
15	132
20	155
25	175



Volgende ruimbekledingen komen op vissersschepen vooral voor :

- (a) Een overschilderde houten beschieting,
- (b) Een beschieting gemaakt van of bekleed met gewapend polyester of ander kunsthars en
- (c) Een metalen beschieting ; het metaal moet echter zeewaterbestendig zijn en geen toxische bestanddelen afgeven. Zink mag aldus niet in aanmerking komen. Een heel geschikt en veel toegepast materiaal is zeewaterbestendig aluminium, kwaliteit 57 S. Ook roestvrij staal kan gebruikt worden, doch het valt veel duurder uit.

Voor een gekoeld ruim kunnen enkel de typen (b) en (c) in aanmerking komen ; houten bekledingen bieden geen voldoende bescherming tegen vochtindringing en moeten dan ook ten sterkste afgeraden worden.

Daarenboven bemoeilijken zij door hun porositeit de reiniging en desinfectie van het ruim ; voor plastieken of metalen bekledingen stelt dit geen problemen.

## 2.2. Koelinstallaties.

### 2.2.1. Soorten koelmiddelen.

Voor ruimen die op ca 0° C moeten worden gekoeld, kunnen vooral twee soorten koelmiddelen gebruikt worden, nl. ammoniak en R12 (freon 12 ; difluorodichloromethaan, CCl<sub>2</sub>F<sub>2</sub>).

Andere moderne koelmiddelen, zoals R22 en 502, komen vooral voor diepvriesinstallaties in aanmerking en worden voor 0° C meestal niet gebruikt.

De voornaamste eigenschappen van deze koelmiddelen zijn in tabel 3 opgenomen.

Tabel 3.- Eigenschappen van ammoniak en R12.

	<u>Ammoniak</u>	<u>R12</u>
Toxiciteit	boven 0,5 % v/v	boven 30 % v/v
Brandbaar of ontplofbaar	vanaf 16-25 % v/v	-
Geur	sterk	-
Mengbaarheid met smeero- olie	licht	volledig
Verdampingsdruk bij -40° C (kg/cm <sup>2</sup> )	0,73	0,65
Drukverhouding -40° C ver- damper/20° C kondensor	11,9	8,8
Verplaatst volume (m <sup>3</sup> /min) per ton koelmiddel bij - 40° C/20° C	0,29	0,44
Kostprijs per kg	ca 20 F	ca 55 F

Zowel ten aanzien van de kostprijs, als met betrekking tot de thermodynamische eigenschappen is ammoniak het meest geschikte koelmiddel. De koudeproduktie van ammoniak per kg is inderdaad bijzonder hoog, zodat de diameters van de vloeistofleidingen gering kunnen zijn. Door de ernstige nadelen in verband met geur en toxiciteit wordt ammoniak echter meestal door R12 vervangen. Voor zeer grote installaties, alsmede voor installaties met indirecte koeling (zie 2.2.2.) kan ammoniak evenwel soms nog de voorkeur verdienen.

#### 2.2.2. Soorten koeling.

De koelmiddelen kunnen op twee manieren gebruikt

worden, nl. rechtstreeks en onrechtstreeks. Bij de direkte koeling bevindt zich de verdamper in het ruim ; het koelmiddel koelt dan ook het ruim rechtstreeks af. Voor deze installatie moet een ongiftig koelmiddel (R12) worden gebruikt.

Bij de indirecte koeling (pekelkoeling) is de verdamper in een afzonderlijke ruimte opgesteld en koelt een pekeloplossing af ; deze oplossing wordt dan in de in het ruim geplaatste spiralen in gesloten kringloop gepompt.

De voordelen van de indirecte koeling zijn dat alle koelmiddelen veilig kunnen worden gebruikt en dat de relatieve hoeveelheid ervan kleiner is, zodat het systeem goedkoper uitvalt. Deze methode wordt vooral voor grotere koelinstallaties toegepast.

### 2.2.3. Soorten koelsystemen.

Volgens de conceptie van het ruim en de plaats van de verdamper(s) bestaan volgende soorten koelsystemen voor visruimen :

#### (a) Stille koeling met plafondspiralen.

Dit systeem vindt in de praktijk de meeste toepassing. Het systeem is relatief eenvoudig en goedkoop en kan gemakkelijk in een bestaand ruim worden ingebouwd. Als nadelen worden dikwijls vooropgesteld, dat de bovenste vis halfbevroren wordt en dat daarenboven dikwijls uitdroging voorkomt. Deze verschijnselen zijn echter meestal te wijten aan een verkeerde conceptie of aan een verkeerd gebruik van de installatie.

Het is hierbij van het grootste belang, dat het afkoelend oppervlak zodanig wordt uitgerekend dat het temperatuurverschil tussen koelspiralen en ruimtelucht niet hoger dan  $12^{\circ}$  C wordt bij evenwichtskondities (12).

Daarenboven moet de ~~ruimtem~~termostaat derwijze geplaatst worden, dat ongeveer de gemiddelde temperatuur van het ruim gemeten wordt. Bij slechte plaatsing van de termostaat kan de temperatuur in bepaalde delen van het ruim enkele graden onder 0 komen, waardoor de vis gedeeltelijk bevroest.

(b) Geforceerde koeling met ventilatieverdamer met kanalen.

Bij dit systeem zijn luchtkanalen op een ventilatorverdamer aangesloten ; deze kanalen verdelen de gekoelde lucht goed over het visruim. Het voordeel van dit systeem is dat het ruim sneller kan worden afgekoeld. Als nadelen worden ook hier dikwijls vermeld dat de vis sneller uitdroogt. Dit kan echter grotendeels verholpen worden door het in acht nemen van twee factoren nl.

- het temperatuurverschil tussen de gemiddelde temperatuur van de lucht door de verdamer en de verdampingstemperatuur mag niet meer dan  $8^{\circ}$  C bedragen en
- de effectieve hoeveelheid verplaatste lucht in  $m^3$ /uur door de verdamer mag niet meer bedragen dan de effectieve verdampercapaciteit in Kcal/uur (12).

Wanneer de luiken openstaan mogen de ventilatoren niet werken, vermits dan warmere buitenlucht in het ruim wordt gezogen.

(c) Geforceerde koeling met ventilatorverdamer zonder kanalen.

Deze installatie valt goedkoper uit, maar de luchtverdeling is minder goed, zodat nog meer op de twee onder (b) aangehaalde factoren moet worden gelet.

(d) "Jacket" -of spouwkoeling.

Bij het "Jacket"-systeem wordt gekoelde lucht van ca 0° C tussen de beschieting en de isolatie gestuwd.

Het voordeel van dit systeem is dat de warmte opgevangen wordt daar waar zij binnendringt, nl. langs de wanden. Als nadelen kunnen worden vermeld : de hogere installatiekosten, de moeilijkheden in geval van herstelling van scheepwand en beschieting, en het feit dat warmte, die door de open luiken binnengedrongen is, moeilijker wordt opgeslorpt.

Op te merken valt tenslotte, dat de systemen in verschillende varianten kunnen voorkomen.

Welk soort koelsysteem de gunstige resultaten afwerpt, is moeilijk op te geven, daar ieder systeem zijn vóór- en nadelen heeft en daarenboven talrijke factoren (vorm en grootte van het ruim, isolatie, openingsduur van de luiken, enz.) een invloed laten gelden.

2.2.4. Koelcapaciteit.

De koelcapaciteit moet berekend worden rekening houdend met de grootte van het ruim en de warmte-indringing per uur ; deze laatste faktor is afhankelijk van vele wisselende factoren, zoals natuur en dikte van de isolatielaag, buitentemperatuur, temperatuur van het zeewater, hoeveelheid lucht die door de open luiken binnenstroomt enz.



Uit in Nederland uitgevoerde proeven blijkt echter, dat met een goede benadering, een verband tussen de koelcapaciteit van de installatie en de inhoud van het visruim kan worden aangegeven (figuur 1) (12).

Deze functie is geldig voor ruimen tot 280 m<sup>3</sup>, voor buitentemperaturen van ca 20° C, een isolatielaag die tenminste 3 cm over de spanten reikt en een warmtegeleidingscoëfficiënt kleiner dan 0,035 Kcal/m/u/°C. Bij een overdekt werkdek kan de capaciteit evenwel met 15 % worden verlaagd.

Voor ruiminhouden van 350 à 500 m<sup>3</sup> geeft Soudan (13) 15 kcal/m<sup>3</sup>/u voor buitentemperaturen van 22 à 25° C en een watertemperatuur van ca 16° C.

#### 2.2.5. Veiligheid en bedrijfszekerheid van de installatie.

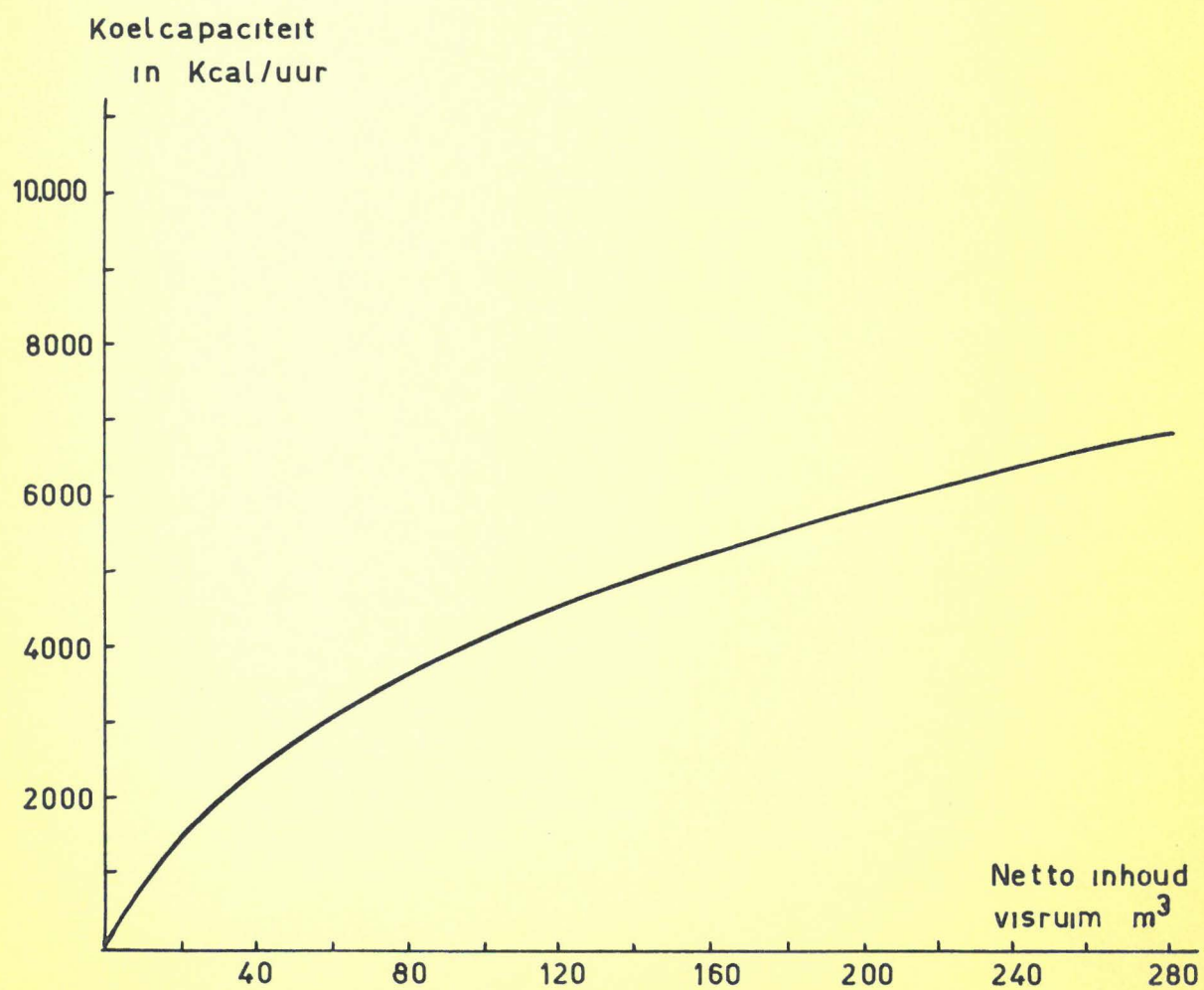
Alle onderdelen voor de koudeopwekking dienen geschikt te zijn voor een duurzaam gebruik op zee en mogen niet door zee-water en het agressieve visruimmilieu worden aangetast,

De koelinstallatie dient volautomatisch en beveiligd te worden uitgevoerd. Door middel van een wijzertermometer en manometers moet de installatie op zijn werking kunnen worden gecontroleerd. De ontdooiing van de verdamper moet zo mogelijk eveneens automatisch geschieden.

Uit veiligheidsoverwegingen is het beslist aan te bevelen, dat op elk koelsysteem een breekplaatbeveiliging tegen te hoge druk wordt aangebracht. Indien de koelmediumvulling van een

Figuur 1

Koelcapaciteit voor visruim als functie van de netto  
inhoud van het visruim (I.V.P. - T.N.O. IJmuiden)



systeem meer dan 5 kg bedraagt, is het bovendien gewenst om het eventueel ontsnappende koelmiddel via een leiding direkt buiten het schip te lozen en wel zonder dat de bemanning hiervan last ondervindt.

### 3. Voorgestelde normen.

Uit de besprekingen die vooraf gaan, kunnen normen ten aanzien van de isolatie, de beschieting en de koelinstallatie worden opgesteld :

#### 3.1. Ten aanzien van de isolatie :

- de warmtegeleidingscoëfficiënt mag maximum  $0,035 \text{ Kcal/m/u/}^\circ\text{C}$  bedragen,
- wanneer brandbare isolatiematerialen gebruikt worden, dienen deze materialen beschermd te worden door het aanbrengen van een onbrandbare laag van minstens 2 cm dikte,
- de isolatie moet minstens 3 cm over de spanten reiken.

#### 3.2. Ten aanzien van de beschieting :

- de beschieting moet waterdicht zijn,
- overschilderde houten bekledingen mogen niet worden gebruikt.

#### 3.3. Ten aanzien van de koelinstallatie :

- de installatie moet voorzien zijn voor een ruimtemperatuur van  $0^\circ \text{C}$ ,
- de capaciteit van de koelgroep hangt van de netto-tonnemaat van het ruim af en moet tenminste de waarde vermeld in figuur 1 bereiken,

- bij stille koeling moet het afkoelend oppervlak zodanig worden berekend dat het temperatuurverschil tussen koelspiralen en ruimtelucht niet meer dan 12° C wordt bij evenwichtskonditie.
- bij geforceerde koeling mag het temperatuurverschil tussen de gemiddelde temperatuur van de lucht door de verdamper en de verdampingstemperatuur niet meer dan 8° C bedragen.
- bij geforceerde koeling mag de effectieve hoeveelheid verplaatste lucht in m<sup>3</sup>/uur door de verdamper niet meer bedragen dan de effectieve verdampercapaciteit in Kcal/uur.
- alle onderdelen voor de koudeopwekking dienen geschikt te zijn voor een duurzaam gebruik op zee en mogen niet door zeewater en het agressieve visruimmilieu worden aangetast.
- de koelinstallatie dient volautomatisch en beveiligd te worden uitgevoerd ; door middel van een wijzertermometer en manometers moet de installatie op zijn werking kunnen worden gecontroleerd.

#### LITERATUUR.

- (1) H. Riemann en F. Bramsnaes - La conservation du poisson mis en glace - Bulletin des Pêches de la F.A.O., 1 (2), 55, 1954.
- (2) W. Ludorff - Fische und Fisch-Erzeugnisse - Verlag A. Hayn's Erben, Berlin, 1960.
- (3) C. Castell en W. Mac Callum - Journal of the Fisheries Research Board of Canada - 8, 111, 1950.
- (4) W. Dyer, F. Dyer en J. Snow - Progress Reports of the Atlantic Coast Stations, Fisheries Research Board of Canada, nr. 37, 3, 1947.
- (5) G. Ray en J. Shewan - Meeting of Herring Technologists, F.A.O., Bergen (Noorwegen), 1950.



- (6) H. Castell - Progress Reports of the Atlantic Coast Stations, Fisheries Research Board of Canada, nr. 44, 8, 1949 en nr. 46, 3, 1949.
- (7) P. Hansen - Danish studies on the storage of wet fish at temperature close to 0° C - in : Chilling of Fish, F.A.O., Rome, 1960
- (8) W. Vyncke - Vergelijkend temperatuuronderzoek van vis met **objektieve** kwaliteitsmethoden - Conserva, 14 (5), 111, 1965.
- (9) W. Vyncke - Temperature, Packing and Quality in Fish Markets, in : Fish Handling and Preservation, OECD, Paris, 1965.
- (10) W. Vyncke - De invloed van de temperatuur en de objektieve kwaliteitsbepaling van vis - Ministerie van Landbouw, Proefstation voor Zeevisserij, Oostende, publikatie nr. 12, 1966.
- (11) W. Vyncke - The influence of temperature on fish as measured by objective quality methods, Fishing News International, 6, 39, 1967.
- (12) Aanbevelingen en normen voor te installeren koel- en vriesinstallaties aan boord van vissersschepen, de isolatie van de visruimen en de beschieting ervan - Instituut voor Visserijprodukten TNO, IJmuiden, Nederland.
- (13) F. Soudan - La conservation par le froid des poissons, mollusques et crustacés, Vigot. Frères, Paris, 1965.
- (14) P. Noordzij - in : Het verduurzamen van voedingsmiddelen, Deel I, Argus, Den Haag, p. 222.