

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek

Commissie voor Toegepast Wetenschappelijk Onderzoek

in de
ZEEVISSERIJ

2de Werkgroep

No. 3

PROPULSIEPROEVEN

aan boord van een

G A R N A A L S C H I P

Ing. A. MATON

door Ir. J. VERHOEST

Werkgraf: Techniek en Zeevisserij

Nov. 1960.

PROPULSIEPROEVEN

AAN BOORD VAN EEN GARNAALSCHIP.

I.- INLEIDING.

Het doel van deze proeven was een vergelijkende studie te maken tussen de propulsie van een garnaaalschip eerst uitgerust met een vaste en vervolgens met een verstelbare schroef. Onder vaste schroef verstaan we een schroef met een vaste spoed. Met deze proeven werd een aanvang genomen aan boord van de C.46.

Een schip waarvan de lengte = 13,50 meter,
breedte = 4,50 meter,
diepte = 1,60 meter.

Uitgerust met een motor: merk AWA,
2 cylinder,
4 - takt,
80 P.K. bij 500 t.p.m.,
slaglengte: 280 mm.,
boring: 220 mm.

Deze proeven omvatten de meting van :

- snelheid van het schip en van het net,
- het geleverde vermogen van de motor,
- het toerental van de motor,
- de weerstand van het gesleepte net,
- het brandstofverbruik.

II.- SCHROEF MET VASTE SPOED.

In bijgaande tabel I vindt men enkele uitslagen van deze metingen. Onnauwkeurige metingen werden hieruit weggelaten (geëlimineerd door het uitzetten van de gegevens in een PK/N^3 , V/N diagram).

Snelheidsmetingen werden verricht bij middel van twee apparaten : voor snelheden kleiner dan 4 knopen met een molentje "Ott" ; voor grotere snelheden met de "Walker Log". Teneinde buiten de potentiaalstromingen van het schip te blijven, waar de snelheidsmeting onjuiste resultaten zou opleveren, werd het molentje gemonteerd op een drie meter lange stang, waarvan één uiteinde vastgemaakt werd op de zijkant van het schip, terwijl het vrije uiteinde het meetinstrument draagt en dit laatste door het water sleept (fig.1).

Alle gemeten snelheden zijn snelheden van het schip t.o.v. het omringende water (relatieve snelheid).

Wil men de snelheid van het schip (of net) over de grond (absolute snelheid) kennen, dan moet men bij respectievelijk van de relatieve snelheid, de snelheid van de waterstroming (het tij) bijtellen respectievelijk aftrekken, al naargelang men met of tegen tij vaart.



Fig. 1

De toerenteller is van het gewone type en wordt met het oog op een meting tegen de topas van de motor gedrukt.

Het meten van het vermogen blijft nog altijd een netelig vraagstuk. Het opstellen van arbeidsdiagrammen is onnauwkeurig, wanneer het toerental van de motor meer dan 250 t.p.m. bedraagt.

Wij maakten enerzijds gebruik van het toestel van GEIGEN voor de meting van de gemiddelde tijdsdruk van de motor. Deze meter wordt via een indicatorkraan op de cylinderruimte van de motor aangesloten.

Het toestel duidt de gemiddelde tijdsdruk aan t.t.z. de gemiddelde druk in de motorcilinders tijdens een volledige arbeidscyclus van de motor. Genoemde druk varieert in functie van de compressiedruk van de motor, is evenredig met de gemiddelde geïndiceerde druk van de motor (fig.2) en verschilt al naargelang men met een vier- of tweetaktmotor te maken heeft.

Uit de gemiddelde tijdsdruk P_z leidt men de gemiddelde geïndiceerde druk P_i af, en berekent tenslotte het geïndiceerde vermogen IPK uit de formule :

$$IPK = \frac{C_{ie}}{1000} \times P_i \times n$$

(n = toerental van de motor)

Om tot het vermogen van de schroef (APK) te komen, dient rekening gehouden te worden met het mechanisch rendement en met de asverliezen. Aangezien het hier gaat om een korte schroefas zonder tussenlagers, hebben we de asverliezen buiten beschouwing gelaten. Het mechanisch rendement (fig. 3) werd berekend op de manier beschreven door Dr. Ir. VAN TYEN (1).

Het gebruik van een toestel van GEIGEN voor het bepalen van het ontwikkelde vermogen biedt verschillende nadelen.

- 1) het geeft ons enkel het geïndiceerde vermogen IPK en niet het vermogen aan de schroef (APK), dat tenslotte het enige vermogen is dat de practicus interesseert.
- 2) de aflezing is moeilijk bij een toerental van 300 à 400 t.p.m. (schommelingen).
- 3) het toestel moet met water gekoeld worden.

Daarom hebben we anderzijds het vermogen bepaald uitgaande van het totale brandstofverbruik.

Door dit brandstofverbruik te delen door het specifiek brandstofverbruik (gr/PK uur) verkrijgt men het ontwikkelde vermogen. Daarvoor werd gebruik gemaakt van een gekalibreerde fles met driewegkraan, geplaatst in de toevóerleiding.

(1) Ir. VAN TYEN : scheepsolliemotor en gasturbines.

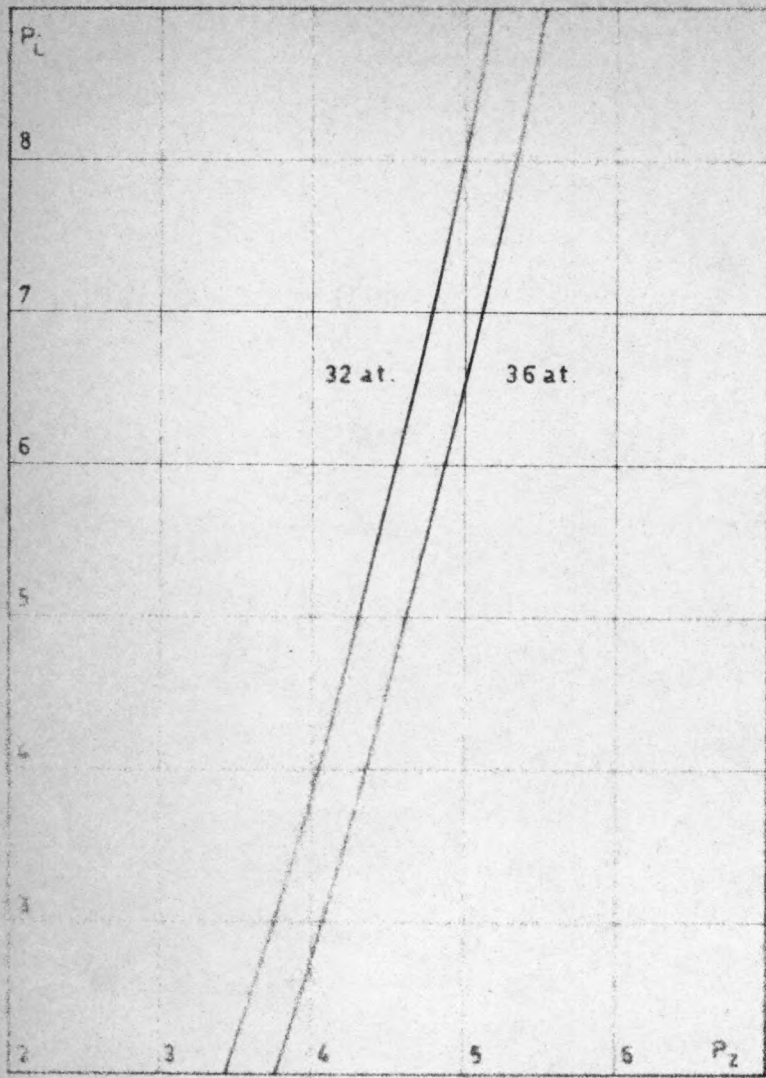


FIG 2

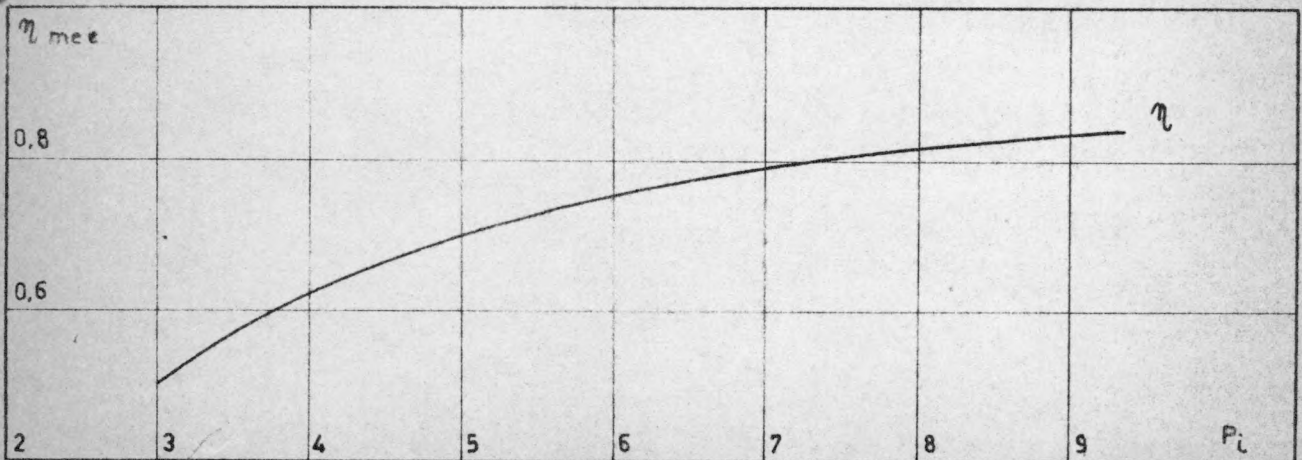


FIG. 3

Dat deze methode toelaat met voldoende nauwkeurigheid het vermogen te berekenen, blijkt duidelijk uit tabel II.

Deze tabel vergelijkt de vermogens berekend uit de aanduidingen van het toestel van GEIGEN met deze, berekend uit het brandstofverbruik. Men bemerkt dat er een goede overeenstemming bestaat tussen de vermogens, berekend volgens beide methodes.

De weerstand welke het visgerief (net en visborden) ondervindt bij zijn verplaatsing in het water, bestaat uit:

- 1) De hydraulische weerstand.
- 2) De wrijvingsweerstand.

De hydraulische weerstand is evenredig met het kwadraat van de snelheid van het schip (of het vistuig) t.o.v. het water (zogenoemde relatieve snelheid); de wrijvingsweerstand daarentegen is afhankelijk van de snelheid over de grond, t.t.z. van de absolute snelheid van het schip, alsmede van de aard van de zeebodem. De gemeten weerstand is de totale weerstand (t.t.z. de som van de hydraulische en wrijvingsweerstand) en kan zeer uiteenlopen al naar gelang het tij, de aard van de zeebodem en de gedragingen van het schip. Volgens onze waarnemingen kan de totale weerstand welke het visgerief, bij zijn verplaatsing in het water, ondervindt gemiddeld gesteld op \pm 550 kg.

In de practijk wordt bijna steeds met het tij mee gekord, t.t.z. de waterstroming en de voortbeweging van het schip gebeuren in dezelfde richting. Het korren tegen tij - t.t.z. derwijze dat de waterstroming en de voortbeweging van het schip in tegengestelde richting plaatsgrijpen - lijkt ons oneconomisch. In dit laatste geval stijgt de hydraulische weerstand welke het visgerief ondervindt, inderdaad in aanzienlijke mate, hetgeen twee nadelen biedt:

- 1) het vereiste motorvermogen en dus ook het brandstofverbruik nemen toe.
- 2) het net trekt zich vermoedelijk in zekere mate dicht, zodat er veel kans bestaat dat de visvangst geringer wordt.

De grafiek, afgebeeld in fig.4 geeft een voorbeeld van het vereiste motorvermogen in functie van de voortbewegingssnelheid van het schip

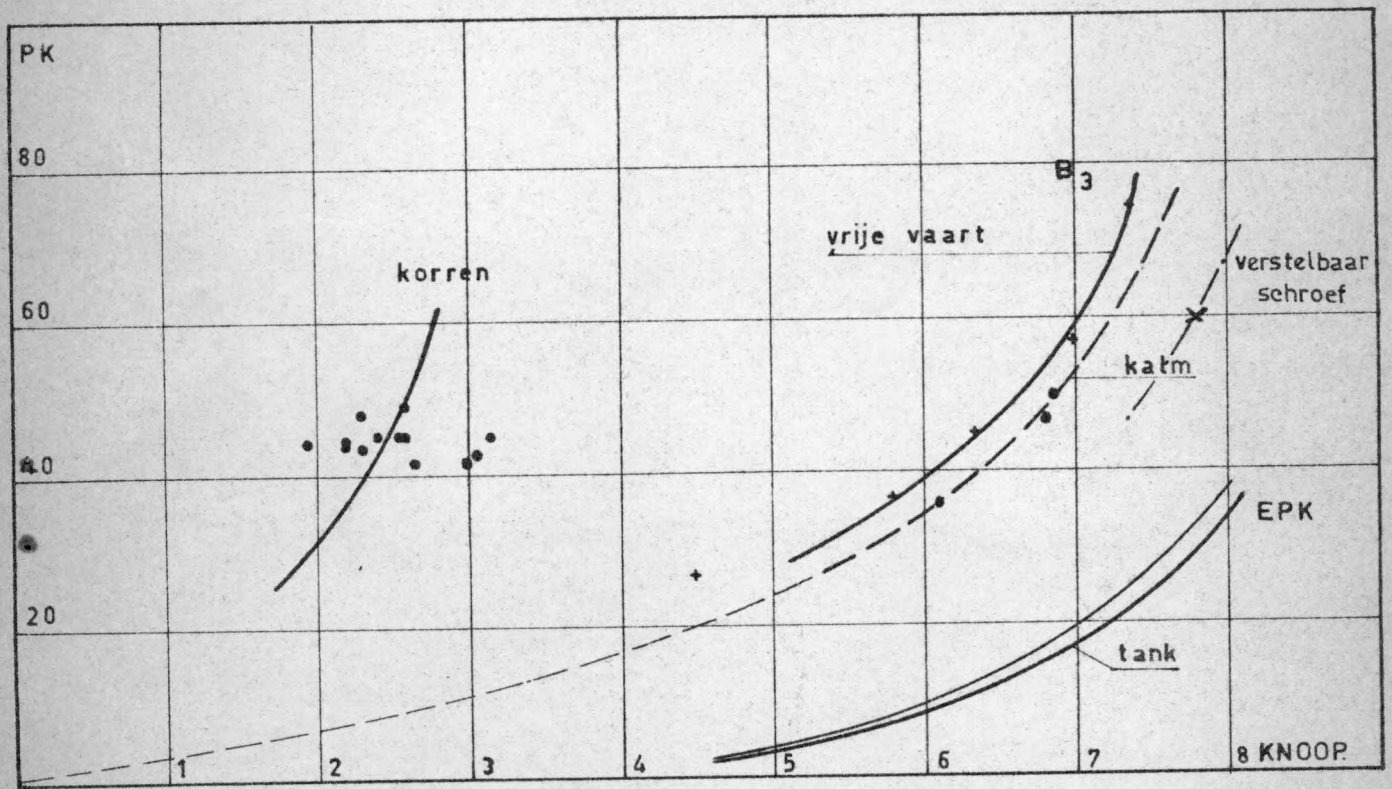


FIG. 4

en dit zowel voor de vrije vaart van het schip als bij het korren. Men bemerkt dat de waarnemingen, gedaan tijdens het korren, een vrij grote spreiding vertonen, hetgeen te wijten is aan de sterke variatie van de weerstand van het visgerief (zie hoger).

De invloed van de weersomstandigheden op het onderlinge verband: vermogen-snelheid, blijkt duidelijk uit dezelfde figuur 4: bij slecht weder is de snelheid van het schip, bij eenzelfde vermogen ontwikkeld door de motor, merkkelijk lager dan in gunstige weersomstandigheden.

Bij de beoordeling van de aandrijving van een vissersvaartuig is het van belang het sleeptrendement en het propulsierendement te berekenen.

Het sleeptrendement wordt berekend, steunend op de formule:

$$\frac{P \text{ (trekkracht)} \times V \text{ (snelheid)}}{A.K.P. \text{ (vermogen aan de schroefas)}}$$

Het propulsierendement vormt de verhouding tussen het sleepvermogen E.P.K. en het vermogen aan de schroefas A.P.K.:

$$\text{Propulsierendement} = \frac{E.P.K.}{A.P.K.}$$

Onder sleepvermogen verstaan we het vermogen dat zou nodig zijn om het schip te slepen b.v.b. met een sleepboot; dit vermogen wordt bepaald steunend op proeven met scheepsmodellen.

Aan de hand van eigen waarnemingen berekenden wij deze rendementen voor het onderzochte vaartuig. Het sleeptrendement bedroeg 23 %; het propulsierendement was 35 %.

Men bemerkt dat deze rendementen zeer laag zijn, t.t.z. dat het vermogen van de motor slechts voor een gering % nuttig gebruikt wordt.

Twee factoren kunnen ervoor verantwoordelijk gesteld dat het schroefrendement, in het bestudeerde geval, dat stellig geen uitzondering is, zo laag is :

- 1) De schroef is niet afgestemd op de motor.

In fig. 5 wordt het verband tussen het door de motor afgegeven vermogen en zijn toerental weergegeven.

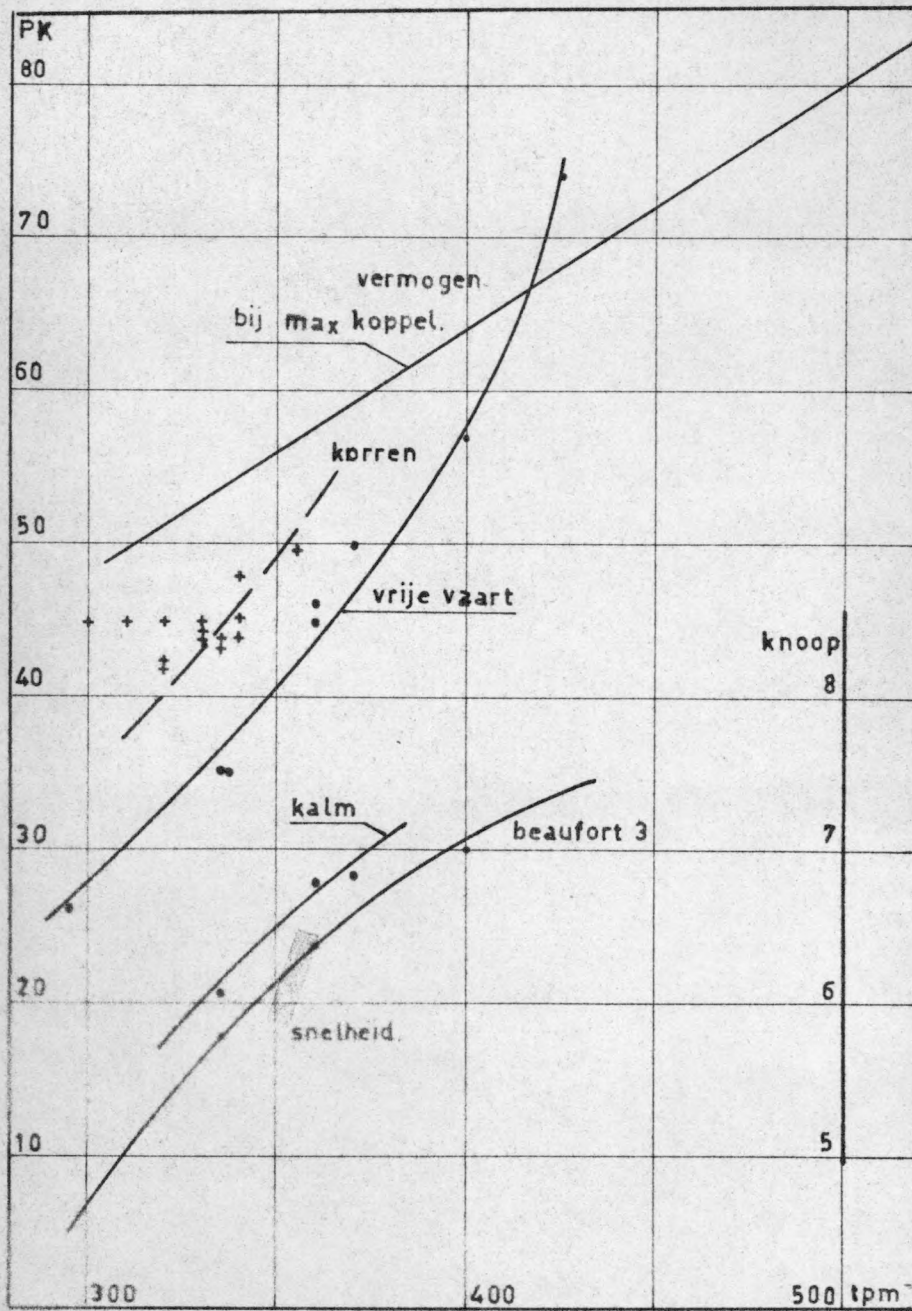


FIG 5

Men bemerkt dat de motor vol belast is t.t.z. zijn vermogen bij maximum koppel ontwikkelt bij een toerental van 410 t.p.m. en dit tijdens de vrije vaart.

Genoemd vermogen bij maximum koppel bedraagt 60 P.K., hetgeen betekent dat de motor nooit zijn volle vermogen (80 P.K. bij 500 t.p.m.) kan ontwikkelen.

Dit verschijnsel kan verklaard worden door het feit dat de schroef te groot is of een te grote spoed heeft.

2) De schroef caviteert.

Volgens LERBS bestaat de zogenaamde cavitatie hierin dat de druk op bepaalde plaatsen van het stromingsveld rond de schroef, daalt tot de dampspanningswaarde van de vloeistof bereikt wordt.

Op genoemde plaatsen kan alsdan de vloeistof gedeeltelijk overgaan in verzadigde damp, waardoor de homogeniteit van de stroming rond de schroef verstoord wordt.

Deze cavitatie is bij het onderzochte vaartuig, heel waarschijnlijk te wijten aan de vorm van de achtersteven en niet aan de schroefvorm noch aan het schroefmateriaal (2).

Aangezien het schroefraam te nauw is, de schroef te stomp is uitgevoerd en de afstand tussen het roer en de schroef te klein is, treedt er sterke cavitatie op, telkens wanneer het schroefblad, tijdens zijn rotatie, achter de schroefsteven maait.

De constructie van het schroefraam laat vaak veel te wensen over: roer- en schroefsteven hebben meestal een te grote dikte (resp. 15 en 27 cm) waardoor de stroming van het water rond de schroef sterk gestoord en de cavitatie in de hand gewerkt wordt.

Deze cavitatie heeft enerzijds een nadelige invloed op het rendement van de schroef: de stuwkracht en het askoppel verminderen tengevolge van een verhoging van het aantal omwentelingen van de schroef.

Anderzijds leidt de cavitatie tot erosie van de schroefbladen (fig. 6, 7, en 8).

De door hogergenoemde verschijnselen gevormde dampbellen kunnen

(2) E. Vorsnack en JH. Visscher "Over corrosie verschijnselen en kathodische bescherming van de Scheepsbruid onder water" - Schip en Werf n^o 2 - 1957



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

medegesleept door de schroef en worden, in zones van hogere druk a.h.w. in het schroefblad gedrukt, hetgeen het afschilferen van metaaldeeltjes tot gevolg heeft.

Naast de zuiver mechanische aantasting van de schroef, ingevolge cavitatieverschijnselen, wordt de schroef ook door het zeewater gecorrodeerd en door de zgn. galvanische corrosie bedreigd.

Deze laatste ontstaat als gevolg van potentiaalverschillen b.v.b. tussen de bronzen schroef en de stalen romp van het vaarttuig, die een stroomdoorgang (galvanische stroom) tussen beide metalen, en via het zeewater, mogelijk maken.

Welke erge gevolgen aan deze verschillende vormen van corrosie der schroef, verbonden zijn, blijkt duidelijk uit fig. 6 en 7, die de schroef van de 0.46^{toont} welke zowel aan de zuig- als aan de duikzijde zwaar beschadigd is.

Het rendement van de schroef kan in aanzienlijke mate verbeterd worden door een betere verzorging van de constructie van het schroefraam (vermindering van kans op cavitatie).

Het schroefraam dient derwijze uitgevoerd dat het een gelijkmatige stroming van het water rond de schroef mogelijk maakt.

Zoals reeds hoger gezegd laat de montage van het schroefraam vaak te wensen over, althans bij houten vaartuigen.

Bij stalen schepen zijn de schroeframen doorgaans gestroomlijnd en verwekken een regelmatige, ongestoorde stroming rond de schroef. Ook in houten schepen bestaat nochtans de mogelijkheid betere schroeframen te installeren nl. door het aanbrengen van geprofielde stukken op schroef- en roerseven.

Laten wij om te besluiten een idee geven van de vermogens welke bij het garnalvissen vereist zijn en van de invloed welke een verhoging van het schroefrendement op het vereiste vermogen uitoefent.

Volgens eigen waarnemingen zijn, bij garnalsschepen, volgende gemiddelde vermogens vereist:

- tijdens het korren: 40 P.K., bij een snelheid van 2,6 knopen (absolute snelheid).
- tijdens de vrije vaart, 50 P.K., bij een snelheid van 6,8 knopen (relatieve snelheid).

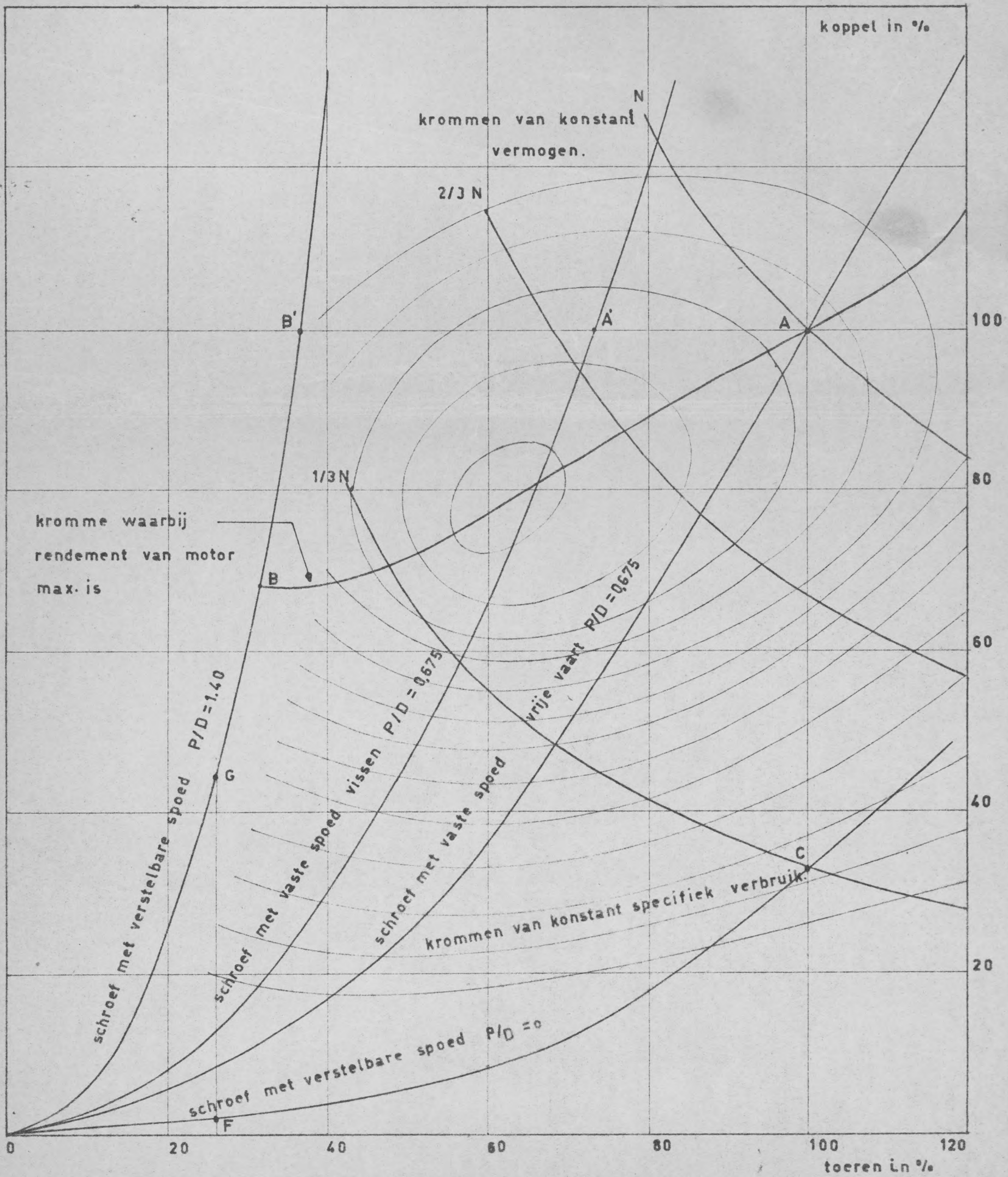


FIG 9

Wanneer het schroefrendement 10 % toeneemt, zijn, bij dezelfde snelheden, 38 P.K. vereist, tijdens het korren, en 45 P.K. tijdens de vrije vaart.

In verband met deze cijfers rijst dan ook de vraag of niet vele garnaalschepen een te groot motorvermogen installeren (overpowering). Niet zelden bouwt men tegenwoordig in garnaalschepen, motoren in van 100 P.K. en meer.

Dit technische probleem, dat een groot economisch belang heeft, verdient dan ook alle aandacht en zal verder uitgediept worden.

Het zou overigens van groot belang zijn ook voor de sprotvisserij en voor de visserij met twee boomkorren, na te gaan, welke vermogens vereist zijn, hetgeen wij in een nabije toekomst zullen trachten te onderzoeken.

III.- DE VERSTELBARE SCHROEF.

De bladen van deze schroef kunnen, tijdens het varen, versteld worden t.t.z. er kan een andere stand aan gegeven worden of, om het nog anders uit te drukken, de spoed van de schroef kan naar keuze veranderd worden.

De bedoeling hierbij is de spoed van de schroef voor elke prestatie van het schip, derwijze aan te passen dat de motor met maximaal rendement werkt en dus een minimaal brandstofverbruik vereist.

Het belang van het gebruik van een verstelbare schroef blijkt duidelijk uit fig.9.

In deze grafiek zijn o.a. aangeduid:

- de krommen van constant vermogen van de motor
- de krommen van constant specifiek verbruik van de motor
- de krommen van opgenomen vermogen door de schroef
- { B'G : voor verstelbare schroef, met maximale spoed;
- { F C : voor verstelbare schroef, met maximale spoed (p=0) }
- de kromme, waarbij het rendement van de motor maximaal is.

Aan de hand van een voorbeeld, kunnen wij nu het belang van de verstelbare schroef toelichten.

Neem wij aan dat $\frac{2}{3}$ van het nominaal vermogen N gevraagd wordt voor een bepaalde prestatie van het schip.

De verstelbare schroef kan zodanig ingesteld worden, dat de motor werkt met een maximaal rendement, terwijl hij $\frac{2}{3}$ van zijn vermogen N afgeeft (punt X).

Met een vaste schroef is dit natuurlijk niet mogelijk.

De schroef met vaste spoed ($p/d = 0,675$) zal de motor niet toelaten met maximaal rendement te werken, terwijl hij $\frac{2}{3}$ van zijn vermogen N afgeeft (punt O). Alleen als de motor bij maximaal toerental zijn nominaal vermogen N afgeeft, laat voornoemde schroef met vaste spoed toe dat de motor met maximaal rendement werkt (punt A).

Het verbruik van de motor verschilt merkbaar al naargelang hij bij het regime bepaald door punt X, of bijdit, bepaald door O, werkt, zoals blijkt uit dezelfde figuur 9.

In praktijk zal dit hierop neerkomen, dat de motor van een schip, voorzien van een verstelbaar schroef, zowel tijdens het vissen als tijdens de vrije vaart, bij verschillende voortbewegings-snelheden, met maximaal rendement werkt en dus een minimum aan brandstof verbruikt.

Met een schroef, met vaste spoed, kan men dit doel onmogelijk bereiken.

De verstelbare schroef, welke enkele maanden geleden werd aangekocht door onze Werkgroep, werd ingebouwd aan boord van de O.46. Totnogtoe konden wij slechts één proefvaart met het nieuw schroeftype uitvoeren.

Uit de tijdens deze proefvaart, doorgevoerde metingen bleek, dat, bij een door de motor ontwikkeld vermogen van 60 P.K., een snelheid van 7,8 knoop bereikt werd, hetzij een snelheidsverhoging van 7,5 % (0,55 knoop) in vergelijking met hetgeen het schip presteerde, toen het nog uitgerust was met een vaste schroef. Het propulsierendement bedroeg, na het inbouwen van de verstelbare schroef, 55 % tegenover slechts 35 %, met vaste schroef.

Deze eerste gegevens zijn bepaald gunstig te noemen en wij hopen, door het verder doorvoeren der waarnemingen terzake, te kunnen aantonen dat de verstelbare schroef grote mogelijkheden biedt aan de Zeevisserij.

TABEL I

| Datum | Stroom- snelheid water (knoop) | Snelheid schip t.o.v. water (knoop) | Snelheid over grond (knoop) | Dynamo- meter (kg.) | Motor- toeren- tal (t.p.m.) | Totaal verbruik (Kg/uur) | APK | Specifiek verbruik (kg/uur) |
|---------------|---|---|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------|-----------------------------------|
| 22-23 4/60 | 1,3 | 1,25 | 2,55 | | 300 | 8,530 | 45 | 0,190 |
| | 1,3 | 1,10 | 2,40 | | 310 | 8,530 | 45 | 0,190 |
| | 1,3 | 1,10 | 2,40 | | 320 | 8,530 | 45 | 0,190 |
| | 1,2 | 1,85 | 3,05 | | 320 | 8,110 | 43 | 0,190 |
| | 1,2 | 1,80 | 3,00 | | 320 | 7,910 | 42 | 0,190 |
| | 1,2 | 1,45 | 2,65 | | 320 | 8,020 | 48 | 0,190 |
| | 1,3 | 1,15 | 2,55 | | 330 | 8,530 | 45 | 0,190 |
| | 1,3 | 2,05 | 3,15 | | 340 | 8,575 | 45 | 0,190 |
| | | | 6,80 | | 360 | 8,800 | 47 | 0,190 |
| | | 6,85 | | 370 | 9,500 | 50 | 0,190 | |
| 31-1 5/6 | 0,6 | 2,60 | 3,20 | 550 | 355 | 9,370 | 49 | 0,190 |
| 2/6/60 | | 6,10 Paalproef | | | 335 | 6,880 | 35 | 0,190 |
| 3/6/60 | | 4,50 | | | 275 | 5,060 | 27 | 0,190 |
| | | 5,80 | | | 335 | 6,760 | 36 | 0,190 |
| | | 6,37 | | | 360 | 8,530 | 45 | 0,190 |
| | | 7,00 | | | 400 | 10,810 | 57 | 0,190 |
| | | 7,40 | | | 425 | 14,300 | 74 | 0,190 |
| 4/6/60 | 0,5 | 2,20 | 2,70 | | 330 | 8,460 | 45 | 0,190 |
| | | 2,30 | 2,30 | | 335 | 8,310 | 44 | 0,190 |
| | | 2,20 | 2,20 | | 340 | 8,360 | 44 | 0,190 |
| | | 1,95 | 1,95 | | 335 | 8,360 | 44 | 0,190 |
| | | | | | 330 | 8,310 | 44 | 0,190 |
| | 0,7 | 1,60 | 2,30 | | 340 | 9,100 | 48 | 0,190 |
| 13/10 | | 7,80 | | | | 11,350 | 60 | 0,190 |

TABEL II

| Toerental motor | APK uit aflezingen van Toestel van GEIGEN | | APK uit metingen van totaal brandstofverbruik | |
|--------------------|--|-----|--|-----|
| | t.p.m. | APK | Specifiek verbruik | APK |
| 360 | 46 | 185 | 45 | 190 |
| 400 | 61 | 177 | 57 | 190 |
| 425 | 67 | 208 | 74 | 190 |
| 330 | 40 | 218 | 45 | 190 |
| 335 | 42 | 198 | 44 | 190 |
| 340 | 43 | 194 | 44 | 190 |
| 335 | 45 | 186 | 44 | 190 |
| 330 | 45 | 187 | 44 | 190 |
| 340 | 46 | 198 | 48 | 190 |