

links en rechts laten raden door leveranciers en verkopers. Het blijkt dat er dan nogal wat uiteenlopende adviezen worden gegeven. Uit dit alles krijg je wel de indruk dat niet elke verkoper inderdaad weet waarover hij praat.

In dit artikel wordt gebruik gemaakt van algemeen toegankelijke literatuur. Schroefdiagrammen van het N.S.P. uit Wageningen zijn gebruikt. Verwezen kan ook worden naar een uitstekend verhaal over voortstuwing van jachten, zie HISWA symposium papers, 1979 (zie ook T.Z. 38).

De stuwkrachtprestaties van de Johnson 6pk buitenboordmotor.

Om wat meer van de stuwkracht van de buitenboordmotor te weten te komen, zijn we op de I.F. aan het meten geslagen. Met een unster en een toerenteller werden, bij diverse toerentallen, de stuwkrachten gemeten. Het schip werd daarbij met een trekkabel en unster aan een vrijstaande paal vastgelegd. Op deze wijze meet je de trekkracht = stuwkracht bij een snelheid van nul (de z.g. paaltrekproef). De resultaten uit deze metingen geven een duidelijk inzicht in de stuwprestaties van de motor bij lage snelheden.

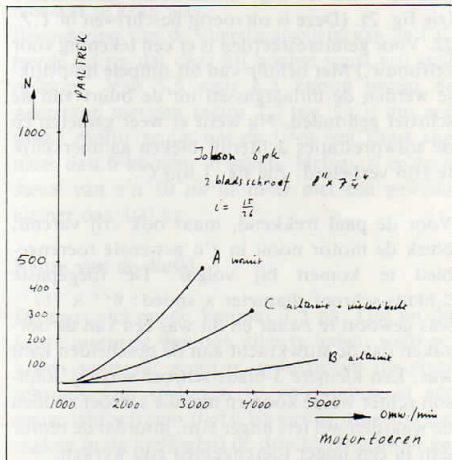


fig. 1

In fig. 1 zien we de gemeten stuwkracht, lijn A. Een kleine 500 N (50 kg.) was de maximale waarde bij volgas. Op zichzelf zegt deze waarde niet zoveel. Toen de test herhaald werd bij achteruit draaien kwam echter de aap uit de mouw. De maximale kracht achteruit was bij volgas slechts

EEN MEER TECHNISCHE BENADERING VAN HET VOORTSTUWINGSPROBLEEM VAN DE I.F.

Jan Alkema.

Dit meer technische verhaal laat zien hoe een voortstuwingsprobleem, met inachtneming van enige beperkingen, op bevredigende wijze kan worden opgelost. De eigenaar had zich voordien

120 N (12 kg.), dus slechts een kwart van de stuwkracht vooruit. Zie de lijn B. Geen wonder dat er van „remmen” geen sprake was.

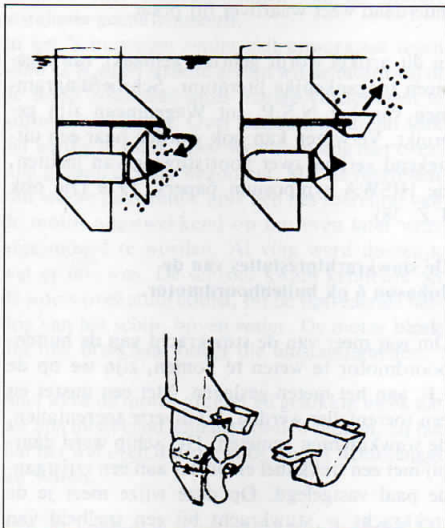


fig. 2

Daarna werd de z.g. uitlaatbocht gemonteerd (zie fig. 2). (Deze is uitvoerig beschreven in T.Z. 22. Voor geïnteresseerden is er een tekening voor zelfbouw.) Met behulp van dit simpele hulpstukje werden de uitlaatgassen uit de buurt van de schroef gehouden. Nu werd er weer gemeten en de stuwprestaties achteruit bleken aanmerkelijk te zijn verbeterd. Zie fig. 1 lijn C.

Voor de paal trekkend, maar ook vrij varend, bleek de motor nooit in z'n gewenste toerengebied te komen bij volgas. De toegepaste 2-blads-schroef diameter x spoed: 8'' x 7¼'' was gewoon te zwaar en dit was één van de oorzaken dat de stuwkracht aan de bescheiden kant was. Een kleinere 3-blads-schroef was bij Johnson echter wel te koop en met die schroef zouden de waarden wel iets hoger zijn, doordat de motor dan in een hoger toerengebied zou werken.

Uit deze metingen kon door terugrekenen echter wel afgeleid worden dat het koppel op de schroefas een stuk lager was dan je zou verwachten van een 6 pk motor. Tijdens de metingen bleek er maar hooguit 3,5 pk netto aanwezig te zijn op de schroefas. 3,5 pk is voor een schip van bijna 8 m. en een gewicht van ca. 2,6 ton ook inderdaad wel aan de lage kant.

Uit de metingen, die ook inzicht verschaften in het werkelijke vermogen op de schroefas, en met behulp van weerstandsberekeningen kon de snelheid bij diverse windsterkten tegen worden bepaald. Zie tabel 1.

windstil	:	5 knopen
10 m/sec (Bf 5), geen golven	:	4,2 knopen
14 m/sec (Bf 7), geen golven	:	2,5 knopen

Tabel 1.

Met rustig weer is de vaart dus nog wel redelijk. Met wind tegen valt hij al gauw terug. Met golven erbij zakt de vaart nog veel meer. Deze uitkomsten kwamen goed overeen met de ervaringen.

Prestaties van de inboard diesel.

De keuze van een diesel voor de I.F. was wat gecompliceerd. Veel ruimte is er niet, als je tenminste de motor niet in de kajuitruimte wil hebben. Een zware motor valt ook af omdat bij de bouw van de boot extra ballast was ingebracht, wegens het ontbreken van een motor.

Wat betreft grootte en gewicht kwamen o.a. in aanmerking de Renault 7 pk, de Farymann 6 pk en de Yanmar 7,5 pk. In tabel 2 zijn enige gegevens te vinden.

	vermogen (DIN)	toeren	gewicht
Farymann	6 pk (4,4 kW)	3000 t/m	64 kg.
Yanmar	7,5 pk (5,6 kW)	3600 t/m	70 kg.
Renault RC8D	7 pk (5,2 kW)	3600 t/m	83 kg.
B.M.W.	6,1 pk (4,5 kW)	3600 t/m	68 kg.
Volvo MD5A	7,5 pk (5,6 kW)	2500 t/m	111 kg.
Bukh	10 pk (7,4 kW)	3000 t/m	150 kg.

Tabel 2.

Wat kun je nu voor snelheden en stuwkrachten verwachten van deze motoren en de bijgeleverde schroeven? Omdat deze gegevens niet door de leveranciers verstrekt worden blijft er niets anders over dan het zelf allemaal uit te rekenen.

Van elk van de motoren zijn daarom de stuwkrachten voor de paal berekend en ook de vaart bij volgas bij diverse windsterkten tegen. Ook de „remweg” vanaf 5 knopen werd bepaald. Zie voor de uitkomsten tabel 3.

Uit tabel 3 blijkt dat de Renault en de Yanmar, met de grootste reductie ($i = 3,22$) niet veel over elkaar onder doen. De verschillen zijn verklaard-

Tabel 3
Berekende waarden.

	Johnson 6 pk	i = 3,22	Yanmar 7,5 pk i = 2,62	i = 2,21	Renault 7 pk	Farymann 6 pk
Schroefdiameter x spoed	8''x7¼''	13''x10,5''	12''x8,5''	10''x8,5''	13''x11''	12''x10,8''
aantal bladen schroeftoeren (max.)	2 2740	3 1118	3 1374	3 1628	2 1170	2 1276
Vaart in knopen						
windstilte	5	5,7	5,65	5,55	5,7	5,6
10 m/sec tegen	4,2	5,4	5,3	5,2	5,4	5,2
14 m/sec tegen	2,5	5	4,95	4,6	5	4,6
Paaltrek (Newton)	480	1260	1190	980	1050	850
Remtijd vanaf 5 knopen	32 sec (15 sec)*	7 sec				
Remweg	30 m (17 m)	8 m				

* met uitlaatbocht.

baar, maar dat voert hier wat te ver. We zien dat de Farymann wat minder presteert, maar dat is ook te verwachten gezien het lagere vermogen.

Als we de drie uitvoeringen van Yanmar met elkaar vergelijken dan is de uitvoering met de grootste reductie en de grote schroef superieur en dat is eigenlijk ook geen verrassing. Wel is het zo dat de uitvoering met de grote schroef wat meer weerstand geeft tijdens het zeilen, althans wanneer de schroef wordt stilgezet.

Vergeleken met de bestaande Johnson buitenboordmotor zou de max. vaart bij rustig weer een klein knoopje kunnen toenemen. Onder die omstandigheden zien we dus geen spectaculaire verbetering. Wel is het duidelijk dat de diesel er voor zorgen dat bij harde tegenwind de snelheid niet zo terugzakt. Mat name dit laatste was één van de klachten.

Met een stuwkracht die 2 à 3 maal zo groot is zal er veel beter met de boot te manoeuvreren zijn. (Vergl. de remtijd en stopweg in tabel 3).

Op het eerste gezicht lijkt het vreemd dat een 6 pk buitenboord het zoveel slechter doet dan 6 à 7 pk inboard motoren.

We hebben echter gezien dat deze Johnson maar hooguit 3,5 pk leverde en van een minder dan optimale schroef was voorzien.

Verder hebben buitenboordmotoren vaak relatief kleine schroeven met een hoog toerental en

dat geeft bij langzaam varende boten altijd een slecht rendement.

De 6 pk inboardmotor is dus meestal heel wat meer mans dan de 6 pk buitenboordmotor. Toch was er nog wel de vraag of deze pk klasse toch niet wat te krap was.

Bestudering van de weerstandscurve van de I.F. leerde echter dat deze bij hogere vaart vrij steil oploopt. Van 5,5 naar 6,5 knoop neemt de weerstand met een factor 2,5 toe. Er is dus een flinke motor nodig om de boot een vaart van meer dan 6 knopen te geven. Helaas is er geen diesel van z'n 10 pk of meer met een gewicht kleiner dan 100 kg.

Keuze van de diesel.

De keus viel op de Yanmar 7,5 pk. Om uit dit lichte motortje dan ook alles te halen, werd gekozen voor de grootste reductie en de grote schroef. Om trillingen te voorkomen in een nauw schroefraam (liefst zo weinig mogelijk gat maken in de kiel) werd de drie blads-schroef gekozen.

Uit berekeningen bleek dat bij deze motor de schroef op maximale toeren precies het volle vermogen opneemt bij stilliggend schip. Vaart het schip, dan vraagt de schroef, bij volle toeren niet meer het volle vermogen. De motor krijgt het dus tijdens het varen gemakkelijker. Je zou kunnen zeggen dat de schroef wat aan de lichte kant is. Een voordeel daarvan is dat overbelasting van

de motor uitgesloten is. Verder blijft de stuwkracht varend onveranderd als de motor wat op jaren komt en z'n koppel wat afneemt. Een ander punt is nog dat het vermogen van 7,5 pk bij 3600 toeren per minuut het z.g. één uurs vermogen wordt genoemd. Dit mag niet te lang. Het continue vermogen is 6,4 pk bij 3400 toeren per minuut. Varend met 5 knopen kruissnelheid bij rustig weer, wordt slechts ca. 2,5 à 3 pk van de motor gevraagd, zodat er dan voldoende reserve is.

Als laatste punt moet natuurlijk niet vergeten worden dat het een hulpmotor is. (Als er wind staat wordt er toch gezeild?).

Toen de Yanmar eenmaal was ingebouwd en de technische proefvaart succesvol was verlopen, leek het toch wel interessant om opnieuw metingen te doen en de uitkomsten te vergelijken met de eerder gedane voorspellingen.

De metingen werden op dezelfde wijze uitgevoerd zoals indertijd bij de buitenboordmotor.

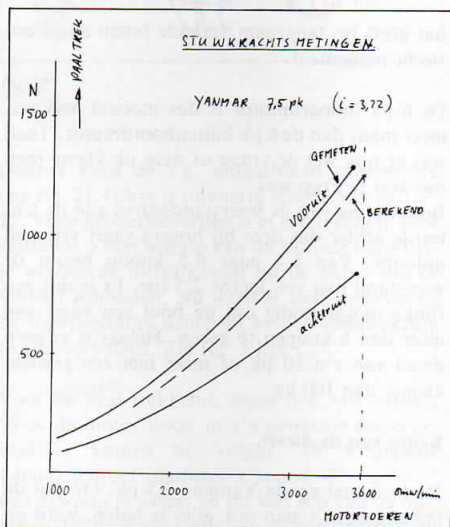


fig. 3

Vaartvoorspelling, windstille, geen golven.

motortoerental	berekend	gemeten
1500 t/m		2,75 knopen
2000 t/m	3,55 kn.	3,65 knopen
2500 t/m	4,4 kn.	4,5 kopen
3000 t/m	5,15 kn.	5,2 knopen
3600 t/m	5,7 kn.	5,7 knopen
stoptijd vanaf		
5 knopen	7 sec.	8,5 sec.

Tabel 4.

In tabel 4 en fig. 3 zijn de berekende en gemeten resultaten weergegeven. Het blijkt allemaal prima te kloppen. Ook de snelheidsvoorspelling met slecht weer blijkt goed uit te komen.

De I.F. is met dit werkelijk prima lopende motortje nog steeds een goed zeilend schip gebleven, tot grote tevredenheid van de eigenaar.

Naschrift.

Nu inderdaad bleek dat de berekeningen zo goed uitkwamen, zou nog de vraag gesteld kunnen worden of de geleverde schroef inderdaad de meest optimale is. Uit het bovenstaande bleek al dat de schroef wat aan de lichte kant is. Er is dus nog wel iets meer uit te halen. Uit berekeningen blijkt dat met 1'' meer spoed de vaart in alle gevallen met 0,2 knoop kan stijgen, althans voor een I.F. Een spectaculaire stijging zit er dus niet meer in.

Bij geringe vaart (tussen de 0 en de 4 knopen) en volaan draaien worden de max. toeren niet meer gehaald en is de stuwkracht wat lager. Van de motor wordt het max. koppel gevraagd.

Tussen de 4 en 6 knopen is wel het max. toerental mogelijk. Nu wordt het gevraagde koppel minder dan 100%.

Voor normaal varen tussen de 5 en 6 knopen, ook bij minder goede weersomstandigheden, komt de wat zwaardere schroef tot z'n recht. Volaan draaien met 0-4 knopen (zeer slecht weer, slepen enz.) zou op de lange duur wat te veel kunnen worden. Praktisch gesproken komt dit echter bij zeilboten niet voor.

De standaard Schroef 13 x 10,5 is dus „idiotensicher” voor de motor, de 13 x 11,5 is dit niet meer helemaal.



IF een prima zeilschip gebleven