

Vervanging motorboot roer

Het oude roer

Het (niet originele) roer dat bij aanschaf onder onze Barkas 1100 zat, leek duidelijk ontworpen op maximaal effect tijdens het manoeuvreren. Als men vanuit stilstand, met een flinke roer hoek, een korte dot "vooruit" geeft, zwaait het achterschip direct krachtig om. Het balansdeel (oppervlak vóór de roerkoning) is zeer groot zodat het roer een brede stroom schroefwater kan scheppen.

De horizontale platen aan de top en bodem werken het wegstromen van het schroefwater langs de boven- en onderzijde tegen.



Vaart lopend heeft dit roer echter aanzienlijke nadelen: Het roer is zeer gevoelig en het vergt constante aandacht om het schip op de gewenste koers te houden. In nauwe wateren met stroom, of op plaatsen waar het water kolkte, zoals bij brugengtes, reageert het schip soms onbetrouwbaar op koerscorrecties. Daarnaast zijn er situaties, bij bepaalde roer hoeken en toerentallen, waarbij het roer begint te **kleppen**. Dit kleppen houdt doorgaans op wanneer de schroef in zijn "vrij" gezet wordt. Ook tijdens het sturen met de (nood)helmstok, met de bypass kraan van de hydraulische cilinder open, treedt het kleppen op. Dit voelt als schokken op de helmstok.

Nieuw roer ontwerp - november 2021

Bij het sturen met de hand is er nauwelijks kracht vereist, ook niet bij grotere snelheden. Het drukpunt, het aangrijpingspunt van de dwarskracht op het roer, blijkt dus zéér dicht bij de roerkoning te liggen. Dit verklaart de mogelijkheid tot kleppen. Het balansdeel (32.5%) is duidelijk te groot.

Besloten is daarom een nieuw roer te maken met een kleiner balansdeel.

Naast het vaart-lopend koers-stabiel sturen is het ook belangrijk om, bijvoorbeeld in uitwijksituaties, met lage vaart uitdrijvend nog goed te kunnen sturen, liefst zonder extra gas te moeten geven. Door het roer hoger te maken kan het onbelemmerd aanstromend water boven de schroef hiervoor beter benut worden. Daarnaast wil ik een kleinere weerstand nastreven.

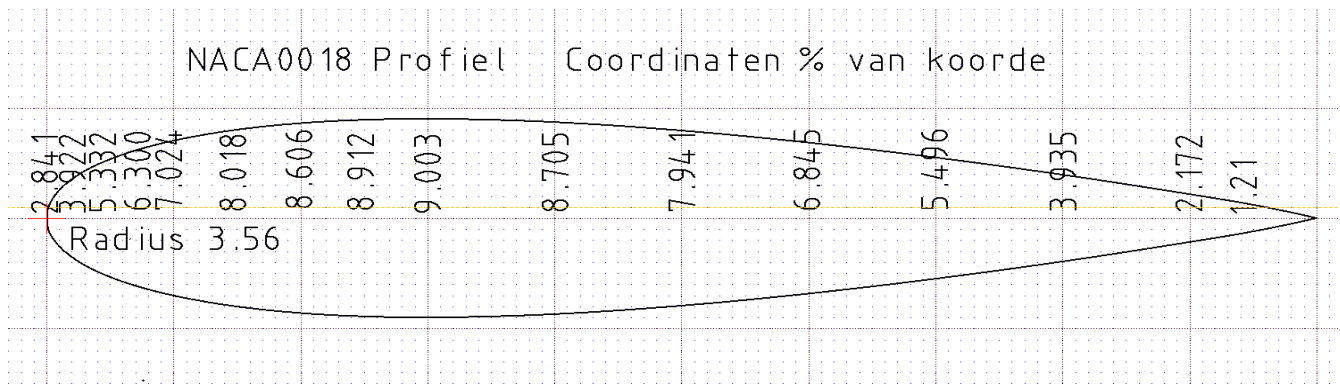
Publicatie MT521 van de TU Delft, was één van mijn leidraden. In hoofdstuk 12 worden diverse onderzoeken betreffende roer profielen beschreven. Mijn keuze viel op een symmetrisch NACA0018 vleugelprofiel.

Het getal duidt op de grootste dikte als percentage van de koorde - In ons geval 18% van 550 = 99 mm. De x > y coördinaten van een NACA0018 profiel, als % van de koorde, bedragen:

0 > 0, 1.25 > 2.841, 2.5 > 3.922, 5 > 5.332, 7.5 > 6.300, 10 > 7.024, 15 > 8.018, 20 > 8.606, 25 > 8.912, 30 > 9.003, 40 > 8.705, 50 > 7.941, 60 > 6.845, 70 > 5.496, 80 > 3.935, 90 > 2.172, 95 > 1.210, 100 > 0, r 3.56

! Let op dat de voorzijde links is getekend

(Het is in de scheepsbouw gebruikelijk om de achterzijde links te tekenen.)



Het kleppen

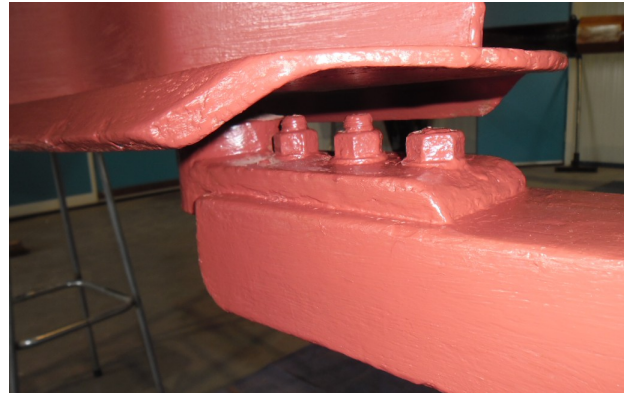
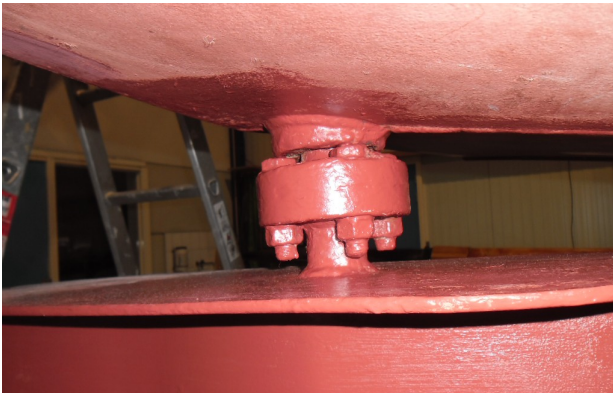
Bij een symmetrisch NACA profiel ligt het theoretische drukpunt op ongeveer 25% van de koorde vanaf de voorzijde. Dus met een matiger (en gebruikelijker) balansdeel van 20% blijft het drukpunt duidelijk achter de roerkoning. Hierdoor is weliswaar meer kracht nodig om te sturen, maar zal die kracht ook niet meer (ongewenst) van richting wisselen (M.a.w. het kleppen zal vermeden worden). Door het kleinere balansdeel bij het nieuwe roer, (van 32.5% naar 20%) komt de voorrand van het roer nu op 19 cm van de schroef en daarmee ook in enigszins homogener water.

Roerhoogte en oppervlak

Door de flens van de roerkoning direct op het roer te monteren kan het roer aan de bovenzijde iets hoger worden. Aan de onderkant wordt de taats pot bij het nieuwe roer vanaf de onderzijde in de U-vormige hak gemonteerd. In totaal wordt het nieuwe roer hiermee 8 cm hoger. Het oppervlak van het nieuwe roer (H 680 x L 535 mm) zal 8% groter zijn dan bij het huidige roer en hiermee nagenoeg hetzelfde als bij het originele ontwerp.

Het nieuwe roer steekt 3 cm verder naar achter uit ten opzichte van de roerkoning.

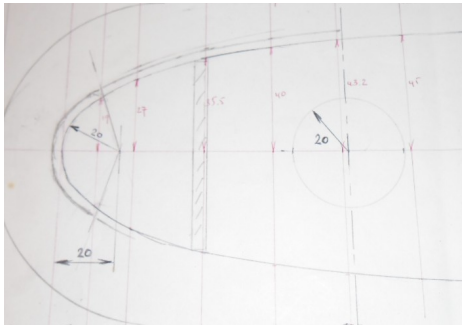
De plaats van de roerkoning blijft hetzelfde. De foto's laten de oude situatie zien:



Om het wegstromen van het water langs top en bodem te beperken gebruik ik daar, net als bij het oude roer, uitstekende platen. Dit maakt ook het uitsnijden van de profielvorm bij die platen overbodig. Als bijkomstigheid maakt dit het roer, als opstap naar de zwemtrap op de spiegel, tevens minder scherp en prettiger aan de voet.

De constructie

Om de gewenste profielvorm te krijgen zijn de zijplaten over verticale spanten gebogen. De spanten (strips) zijn, afhankelijk van hun breedte, op een bepaalde lengtemaat aan de boven- en onder plaat gelast. De voorzijde wordt gevormd door een pijpsegment.



Het gebruikte segment van de pijp is enigszins groter dan bij de theoretische profielvorm. Dit is gedaan om voldoende stijfheid te behouden en om erg scherp buigen van de zijplaten aan hun voorrand, met een grotere kans op asymmetrie, te vermijden.

Na het zagen en slijpen van de pijp kwam ik, na het wegen van de 2 delen, uit op 144°.
(360 x 1090 g/ 2709 g) Voor het zagen gebruikte ik een sabelzaag.

Belangrijk als u inhoud van dit verslag gaat toepassen



Dit roer voldoet geheel aan mijn verwachtingen maar het hoeft niet automatisch de beste oplossing voor u te zijn.

Het is raadzaam om uzelf zo breed mogelijk te oriënteren en afhankelijk van uw eigen situatie, doel en ervaring de passende beslissingen en bijbehorende veiligheidsmaatregelen te nemen. De auteur kan geen verantwoording nemen voor het resultaat van werkzaamheden, ongelukken, storingen, etc. naar aanleiding van dit artikel.

<u>Constructiedelen en gewicht</u>	<u>gram</u>
Verticale strip achterzijde 668 mm plat 50.6	1603
Achterste spant 668 mm plat 50.6	1563
Middelste spant 668 mm plat 90.6	2662
Voorste spant 668 mm plat 70.5	1793
As 200 mm diameter 40 mm	1985
Steun as 155 mm plat 70.5	428
Platen 2 x 668 x 515 3mm plaat	16200
Pijpsegment 668 mm diameter 48.40 144 graden	1090
Bovenplaat 580 mm plat 120.6 (afgerond)	3000
Onderplaat 580 mm plat 120.6 (afgerond en gat)	2933
Dubbelplaatje 95 mm plat 70.5	264
Totaal	33521



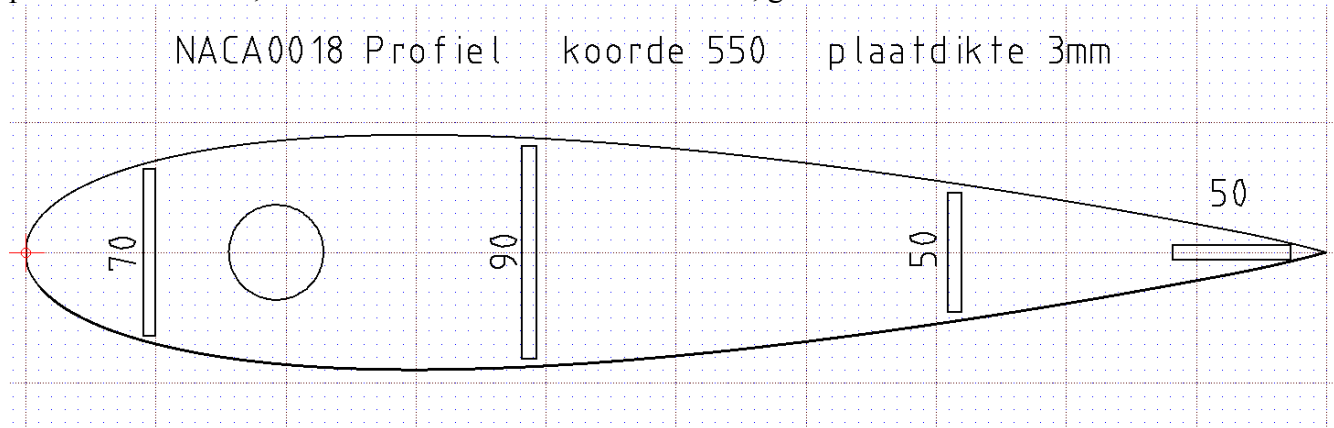
Aftekenen/krassen:

Centerlijnen op alle stukken plat.

Lijnen op de bovenste en onderste plaat vanaf de voorzijde van de platen op:

20 mm	voorzijde pijpsegment
70 en 75 mm	grenzen voorste spant van 70 breed
126 mm	hart roerkoning
230 en 236 mm	grenzen middelste spant van 90 breed
410 en 416 mm	grenzen achterste spant van 50 breed
505 en 555 mm	grenzen langsscheepse strip achterzijde

Het NACA profiel eindigt aan het eind van haar koorde (550) op een dikte van 0. Zo scherp wil ik het roer niet maken. Ik laat het daarom op 535 mm eindigen met een strip van 6 mm dik. De platen eindigen ongeveer op 525 mm en worden tegen de strip vastgelast. De uiterste rand wordt daarmee niet door een las maar door een rechte strip gevormd. Het recht afkappen van een symmetrisch NACA profiel veroorzaakt, tot een breedte van 2% van de koorde, geen meetbare toename van de weerstand.



De plaats van de spanten werd op een 1:1 tekening van het NACA0018 profiel (op een werktafel) met behulp van een kunststof zeillat geverifieerd. Hierbij werd de lat vastgeklemd en gehouden op de plaats van de toekomstige bevestigingspunten (spanten) en gekeken of de daardoor gebogen lat, de vorm van het profiel correct strokend volgde.

Werkzaamheden alvorens het roer samen te stellen



Begonnen is met het voorboren van het dubbelplaatje van de flensverbinding. De diagonale boutafstand van een standaard flens, $k = 75$, is aangehouden. De boutgaten zijn, net als bij het bestaande roer, langsscheeps geboord zodat de spiebaan in de roerkoning, en daarmee de helmstok van de hydraulische cilinder, in dezelfde positie komt.

Voorgeboord op 2.5 en 4 mm

Het dubbelplaatje precies op de correcte plaats aan de onderzijde van de top plaat vast gelast en doorgeboord: 4-6-8-10.5. De gaten daarna voorzien van schroefdraad M12.

De bodem plaat voorzien van een gat voor de as.

De boven- en onder plaat afgerond.

De spanten voorzien van gaten en poortjes zodat verf inwendig kan doorlopen.

Waar nodig ontvet (olie van het boren en tappen) zodat de verf beter hecht.



Het onderste gedeelte van de roerkoning vastgelast aan het korte hulpsant. De as aan de onderzijde hoeft het roer alleen op zijn plaats te houden in de taatspot en hoeft geen torsie over te brengen. Hij is 14 cm doorgestoken om een rechte uitlijning op het roer te vergemakkelijken. Volledig door het hele roer steken zou geen nut hebben: Het stuurkoppel wordt al met de flensverbinding op de bovenplaat overgebracht en via de buitenkant van het roer (uiterste vezels) over het roer verdeeld. Een goede uitlijning van de roerkoning is een kwestie van de gaten voor de flens precies op de juiste plaats boren.

Het samenstellen

Bij het samenstellen komen een paar rechte balken goed van pas om de delen te ondersteunen en er makkelijker omheen te kunnen klemmen.

Het is belangrijk het roer in een zuiver vlak samen te stellen om geen scheluw eindresultaat te krijgen.



Nadat elke plaat vast zat, is de voorrand ervan, zeer geleidelijk, met een bahco krommer gebogen om op het pijpsegment uit te komen. Eerst vlak op de grond liggend het voorste randje gebogen tot de bahco de grond raakt. Daarna, met het roer op plankjes, met meer staal in de bek van de bahco, verder gebogen. Door de grond steeds als eindstand te gebruiken is de mate van buigen, over de hele hoogte hetzelfde, uit te voeren.

De las van het pijpsegment met de platen, heb ik iets binnen de strokende lijn van het nagestreefde NACA profiel laten vallen. Om een gladde strokende vorm te krijgen gaat mijn voorkeur namelijk uit naar het gebruik van wat epoxy plamuur, in plaats van het weg slijpen van (mogelijk te) veel lasmateriaal. De voorrand van de platen is daarom een fractie te ver naar binnen gebogen.



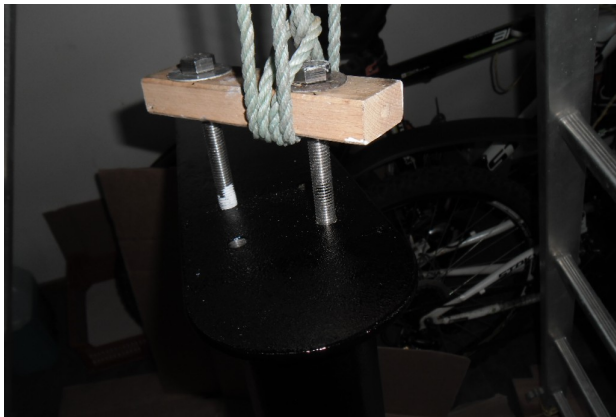
Bij de tweede plaat (BB zijde) zijn proplassen gebruikt om de plaat vast te zetten aan het middelste en achterste spant. Aan het voorste spant is vanaf de voorzijde nog te lassen zolang het pijpsegment nog niet geplaatst is. Daar zijn proplassen dus overbodig.

Na het samenstellen en vasthechten, heb ik het roer door een ervaren lasser met modernere apparatuur laten aflassen. Daarna machinaal laten stralen. (De boutgaten vóór het stralen afgesloten en de as beschermd met een plastic pijpje)

Na het stralen, de lassen hier en daar nog iets vlakker geslepen zodat ze niet boven de plamuur/verflaag uit gaan steken.

Verfsysteem: Ontvetter, Epoxy primer, Epoxy plamuur, Epoxy verf en Antifouling.





Vanwege het uitharden van de epoxy verf en een lage buiten-temperatuur is een deel van het schilderen binnen gedaan. Wel, tijdens het schilderen, met open deur want bij dit soort verf is goede ventilatie ècht een serieus punt!

Voor het geval er ooit water binnendringt in het roer, bijvoorbeeld bij de flensverbinding, heb ik door de boutgaten verf in het roer gegoten. Daarna het roer in een rustig tempo alle kanten op gedraaid, zodat de, niet aan de binnenzijde afgelaste naden, opgevuld worden met verf. (Ik had hiervoor nog een pot twee-componenten polyurethaan verf met een kleur die ik niet meer zou gebruiken) Na dit "spoelen" van het roer met verf, het roer uit laten lekken door de boutgaten. Dit om te vermijden dat de poortjes aan de onderzijde van het roer dicht komen te zitten met verf. Het roer blijft daarmee eventueel aftapbaar in de gemonteerde situatie door een gaatje in de onderzijde te boren.

Gewicht

Het gewicht van het nieuwe roer (geschilderd): 36.5 kg (oude roer 51 kg)

Met de roerkoning gemonteerd: + 6.5 kg

Het volume van het nieuwe roer is ongeveer 24.5 liter.

In het water zal de verticale kracht op de taatspot dus ongeveer 20 kg zijn.

Montage april 2022



Oud en nieuw



BB aan boord 35.5°



Het resultaat

Vaart lopend stuurt het schip nu rustiger en het roer kleppert niet meer. Met de hand sturend is een lichte kracht nodig op het 80 cm lange noodhelmstokje.

Het sturen tijdens het manoeuvreren is op zijn minst net zo effectief en het effect van achteruitslaan is verbeterd. Het schip blijft, uitdrijvend in rustige condities, goed bestuurbaar. Op bovenstaande foto's is goed te zien dat het roer, ook bij een stilstaande schroef, nog voldoende stromend water ontvangt om effectief te zijn.

Een verbeterde weerstand lijkt zichtbaar bij lage snelheden. Tussen de 1000 en 1800 RPM loopt het schip nu ongeveer 0.2 km/uur sneller. Bij 1200 omw/min werd het grootste verschil gezien: van 8 km/uur naar 8.4 km/uur.

Jeroen Droogh

email: bootprojecten@gmail.com

<https://www.bootprojecten.nl/rudder-with-symmetric-naca0018-profile>

<https://www.bootprojecten.nl/rudder-action-and-design>

<https://www.bootprojecten.nl/downloads>