

# Onderzeebootbouw in model.

Diverse artikelen, geschreven door verschillende mensen in evenzovele verschillende modelbouw- en/of vakbladen, aangevuld met vragen van geïnteresseerde omstanders bij demonstraties met één of meerdere model duik- en onderzeeboten hebben mij doen besluiten om te trachten een zo objectief mogelijk artikel te schrijven over het fenomeen "Model Duik- & Onderzeeboot".

Wie in Nederland een functionerend duikboot- of onderzeebootmodel wil gaan bouwen komt enigszins bedrogen uit als men op zoek gaat naar een "Handboek functionerende duik- en onderzeebootmodellen", want dit bestaat (nog) niet.

In het volgende artikel zal ik enige punten belichten welke mijns inziens noodzakelijk zijn voor het bouwen van een goed werkend model.

## Historie

U zult zich wellicht afvragen waarom ik onderscheid maak tussen duik- en onderzeeboten, welnu duikboten zal men globaal vinden in het tijdvak vóór 1943, ze gingen slechts dan onder water om hun doel ongezien te naderen en na de actie ongezien weg te komen, lange afstanden werden hoofdzakelijk boven water afgelegd. Na 1943 zijn de duikboten verder ontwikkeld om o.a. langer onderwater te kunnen blijven, dit omdat luchtverkenning een steeds grotere rol ging spelen in de duikbootbestrijding. Door het invoeren van de, nederlandse uitvinding!, snuiver kon nu langere tijd onder water op de diesels worden gevaren waardoor men minder snel ontdekt werd. ook werd geëxperimenteerd met grotere accu-capaciteit en kringlooptdiesels, na 1945 verdwenen de meeste van deze ontwikkelingen in de koelkast. De ontwikkeling van een bruikbare kernreactor rond 1950 voor het produceren van stoom maakte het toepassen van groot vermogen stoomturbines aan boord mogelijk. Daar een kernreactor geen zuurstof verbruikt is het mogelijk om zeer lange tijd onder water te blijven.

Gelukkig hebben onze modellen van al het voorgaande geen last, het zijn eigenlijk pleziervaartuigen.

## Schroefas

De voorwaarden waar een schroefas aan moet voldoen zijn vrij eenvoudig, nl:

- afdichten
- licht lopen

Voor een goede afdichting kan men kiezen uit Simmerringen of Lipringen. Simmerringen zijn pas goed te gebruiken bij asdiameters vanaf 6 mm, Lipringen voor kleinere asdiameters. Lipringen hebben als voordeel boven Simmerringen dat, bij juiste montage, ze beter gaan afdichten als de duikdiepte groter wordt, Simmerringen hebben een vaste instelling voor de omklemming van de as.

Voor een lichte loop kan men kiezen uit wentellagers en glijlagers. De keuze is afhankelijk van het ter beschikking staand gereedschap. een goed bewerkt en gesmeerd glijlager loopt lichter dan een wentellager, het probleem zit in de smering. Onze schroefassen hebben vaak een toerental van meer dan 1000 omw/min, glijlagers eisen dan oliesmering, vetsmering is dan ontoereikend en de lagers zijn vaak binnen een jaar versleten en aan vervanging toe. Een goede oliesmering is vaak niet haalbaar omdat het onmogelijk is een oliepomp met leidingsysteem in het model onder te brengen. In deze omstandigheden is het dan nodig om wentellagers toe te passen, de schroefaskoker zal dan als lagerhuis gaan fungeren en dient nauwkeurig recht te zijn.

Zelf heb ik goede ervaringen met de als volgt samengestelde schroefas: van buiten naar binnen hebben we een dubbele rubberafdichting (simmerring of lipring), achter-naaldlager, voor-naaldlager en een enkele rubberafdichting. Het grote voordeel is dat we de schroefas niet hoeven te bewerken in de draaibank. De axiale stuwdruk van de schroef wordt opgevangen door twee bussen (1x buiten, 1x binnen) die over de as worden geschoven dicht tegen de schroefaskoker en vastgezet met een stelschroef. De schroefaskoker wordt voorzien van een vulpijp en gevuld met olie, een lege koker van een fororolletje doet dienst als olievat, wat via een gat in de bodem over de vulpijp is geschoven en verlijmd.

Af te raden is de constructie welke ik aantrof bij het repareren van de schroefas van de boot van een kennis, nl. een RVS-kogellager buiten, achter-rubberafdichting, binnen-rubberafdichting en weer een

kogellager. Zelfs een RVS-kogellager gaat bij watersmering snel kapot omdat het "smeermiddel" niet vrij is van harde bestanddelen.

## Roerbediening

Om de roeren te bedienen worden servo's gebruikt die met een enkele stang met de helmstok verbonden zijn. Deze stangen mogen niet te lang en te dun zijn omdat ze anders makkelijk knikken. Een minimum diameter van 3 mm en een maximum lengte van 100 mm geeft geen problemen. Langere stangen kunnen wel, hetzij met grotere diameters of met een lager om de 100 mm.

Om de stang door de huid te voeren, is een waterdichte huiddoorvoer nodig, deze kunnen we maken van enkele messingbuisjes en een O-ring, als e.e.a. nauwkeurig in elkaar past geeft dit een uitstekende waterdichte huiddoorvoer.

Een kleine toelichting op het gebruik van O-ringen, Simmerringen en Lipringen: O-ringen zijn alleen te gebruiken bij heen en weer schuivende stangen en zeer langzaam draaiende assen zoals servo's, als men ze gebruikt bij sneldraaiende assen dan zullen ze gaan 'stropen' en loopt de boel vast. Simmerringen en Lipringen zijn zeer geschikt voor draaiende assen.

## Gewicht van de boot

Het is niet vanzelfsprekend dat als je een grote boot bouwt deze ook zeer zwaar wordt. In principe kun je stellen dat de boot niet zwaarder hoeft te worden dan het totale gewicht van accu's, motoren, assen, schroeven en radio-installatie, inclusief servo's.

Kleine boten vragen kleine vermogens = kleine accu's, grote boten vragen meer vermogen = grote accu's. Een accu van 10 Ah/12 V per Hectoperm geeft ruim een dag vaarplezier mede door gebruik van elektronische vaartregelaars. Het drukvaste deel van de boot waar alles in moet komen behoeft dus niet veel groter te zijn dan wat erin moet (literinhoud), sterker nog een te groot drukvast deel zal veel ballast vragen. Een boot van 4,5 meter hoeft niet veel zwaarder te zijn dan een boot van 1,5 meter als het drukvaste deel een gelijke inhoud heeft, het gewichtsverschil wordt alleen veroorzaakt door de verschillen in gewicht van rompgrootte en gebruikt materiaal.

Je kunt je dus voorstellen diverse typen rompen te bouwen waarvoor slechts één drukvast deel nodig is, wil je met een andere boot varen dan hoef je alleen het drukvaste deel over te zetten.

## Ballasttanks

Om als oppervlakteboot onder water te kunnen moeten wij ons drijfvermogen opheffen. Dit is niet nieuw, meneer Archimedes heeft dit fenomeen jaren geleden al bemerkt. Meneer Archimedes zegt dat een lichaam geheel of gedeeltelijk ondergedompeld in een vloeistof een opwaartse druk ondervindt, gelijk aan de hoeveelheid verplaatste vloeistof.

Dit betekend dat de totale inhoud van de ballasttank(s) gelijk is aan het volume van het deel van de boot wat bij oppervlakte vaart boven water is. Als het gewicht van het bovenwaterdeel van de boot drie kg is, dan dient de ballasttank (1 liter water = 1 kg) een inhoud te hebben van drie liter. Om meer drijfvermogen te krijgen moet het water uit de ballasttank, dit kan met perslucht, maar dan hebben we grote hoeveelheden lucht nodig en moeten we regelmatig lucht 'happen'.

Enige voorbeelden van luchtverbruik bij een ballasttank van 3 liter inhoud bij opkomen van:  
formule  $A \times (1 + 1/20 \times D)$ , A = inhoud ballasttank in liters, D = diepte in meters.

- 1 m :  $3 \times 1,05 = 3,15$  liter
- 2 m :  $3 \times 1,10 = 3,30$  liter
- 4 m :  $3 \times 1,20 = 3,60$  liter
- 6 m :  $3 \times 1,30 = 3,90$  liter
- 8 m :  $3 \times 1,40 = 4,20$  liter
- 10 m :  $3 \times 1,50 = 4,50$  liter

Dit betekend dat een persluchttank bij een druk van 10 bar een inhoud moet hebben van 1 liter om drie keer boven water te komen vanaf 1 meter diepte, bij een diepte van 10 meter is dit nog maar twee keer mogelijk. Hiermee is duidelijk aangetoond dat twee ( een grote en een kleine) ballasttanks te prefereren zijn boven één ballasttank.

Grote ballasttanks kunnen we dus beter opdelen in één grote en één kleine, dit heeft als voordeel dat het aan de oppervlakte komen minder lucht verbruikt als alleen de kleine tank wordt geblazen, de boot ligt dan alleen lager in het water. De grote tank kunnen we 'bloweren', dwz met behulp van een centrifugaal ventilator leegblazen, hierbij is de bediening van de tank gelijk aan de kleine, beide tanks hebben een ontluchtungsklep bovenop en een open verbinding met buitenboord aan de onderzijde. Een tandwielpompe kan ook gebruikt worden om de tank te vullen of te legen, in dit geval heeft de tank een open ontluchting in de toren (het sail).

De kleine tank kan ook uitgevoerd worden als zuigerpompe, het grote voordeel is dat de inhoud van de zuigerpompe variabel is zonder de last van luchtbellen welke de boot bij dieper sturen automatisch naar de kelder laat gaan.

## Trimmen

Als de boot voor de eerste maal te water is gezet trimmen wij hem met lood (liefst accu's) tot hij correct in het water ligt.

Als de boot onder water is, dan blijkt meestal dat het zwaartepunt is verschoven waardoor de boot voor- of achterlastig is geworden. Dit kunnen we corrigeren door gebruik te maken van van een met een servo te verplaatsen gewicht (bv accu) of trimtanks. Bij het gebruik van trimtanks mag dit systeem geen verbinding hebben met buitenboord en mogen er geen vrije vloeistofoppervlakken in de tanks voorkomen.

Voor het verplaatsen van vloeistof bij het gebruik van trimtanks is de tandwielpompe bruikbaar, bij dit type pompe kan de vloeistof niet terugvloeien van pers- naar zuigzijde en is de dosering heel precies.

Bij het gebruik van twee 'starre' tanks waarvan de ontluchtingen gekoppeld zijn en de ballastpompe ze vanaf de onderzijde vol- of leegpompt, laat dit vrije vloeistofoppervlak het zwaartepunt van de boot oncontroleerbaar heen en weer schuiven.

Beter is om de trimtanks te maken van zuigerpompen, nu is er slechts één leiding nodig en hoeven we slechts één pompe aan te drijven, de luchtdruk zorgt voor de rest. Of als variant de tandwielpompe tussen beide, niet aangedreven, zuigerpompen in.

Het trimmen kan automatisch gebeuren of met de hand vanaf de zender. Het gebruik van een autogiro zoals bij helicopters is door de tragere bewegingen van de boot ten opzichte van de helicopter niet aan te raden, de autogiro zal de trage beweging volgen in plaats van tegengaan. Een simpele automaat kan men maken van een zware slinger met twee schakelaars, ik weet het, er zit geen microprocessor in, maar het werkt wel.

## Beveiligingen

Natuurlijk kan men ook zonder, maar dan is het naar de kelder gaan al ingebouwd, want de Wet van Murphy zegt ons dat als het fout kan gaan het ook eens fout zal gaan. Aan u is de keus welke beveiligingen.

Enige voorbeelden:

- Bij persluchtbedrijf: niet meer kunnen duiken als de druk onder een bepaalde grenswaarde is gezakt.
- Bij het bereiken van een bepaalde diepte word de ballasttank geleegd.

Beide veiligheden kan men eenvoudig zelf maken met behulp van een manometer en schakelaar of van een membraamschakelaar. In beide gevallen dient men rekening te houden dat ze werken op het drukverschil tussen binnen en buiten. Velen brengen de boot onder druk om mogelijke lekkage te voorkomen, maar vergeten dat de druk in de boot hun diepteveiligheid beïnvloedt. Een voorbeeld : de dieptebeveiliging is bij open boot ingesteld op 5 meter diepte = 0,5 bar, brengt men de romp onder een druk van bv 0,2 bar dan zal deze veiligheid pas aanspreken op een diepte van 7 meter = 0,7 bar. Een minder sterke romp zou het dan kunnen begeven. ( Crashdive?)

Wat vaak vergeten wordt is dat de ballasttank geheel luchtvrij gemaakt moet zijn om veilig onderwater te kunnen gaan. Elke luchtbel die in de ballasttank achterblijft wordt naarmate we dieper gaan steeds kleiner en zal de boot steeds zwaarder laten worden, gevolg? juist een 'gezonken' boot die perfect op de bodem blijft liggen.

## **Duik - en vaartechniek**

Als de boot met pijn en moeite op periscoopdiepte is afgetrimd, dan zien we veel duikbootschippers om dieper onder water te gaan weer water in de ballasttank(s) laten. De boot gaat inderdaad dieper, we mogen nu van zinken spreken omdat de boot een negatief drijfvermogen bezit. De truc is dus om als de boot geheel onderwater is en 'zweeft', neutraal drijfvermogen, de dieptesturing over te laten aan voortstuwing en duikroeren (dynamisch). Een bijkomend voordeel is dat we dan dynamisch kunnen opkomen en bij persluchtbedrijf minder lucht hoeven te verbruiken.

Tja beste lezer u zult denken een klomp met een zeiltje is toch eenvoudiger te bouwen, klopt, maar toch ook veel minder uitdaging denk ik.

Paul Konings.