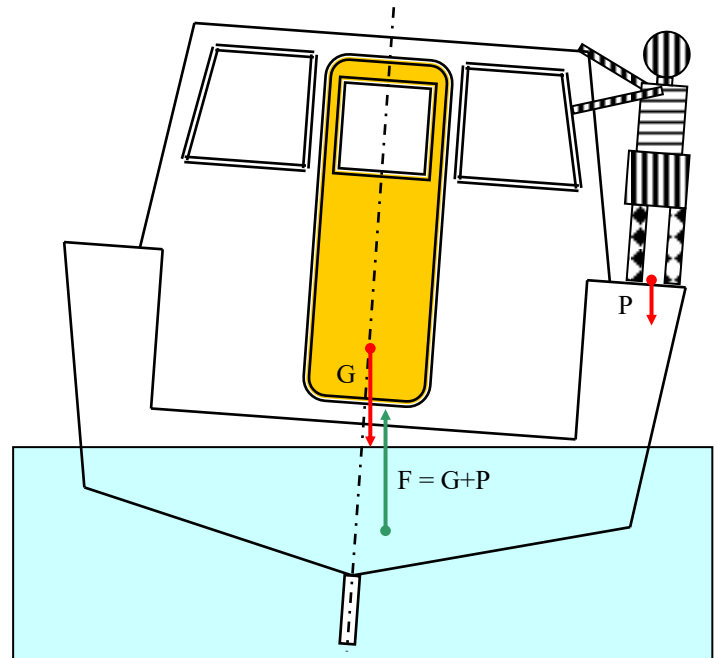


Scheepsstabiliteit, hoe zit dat nu met ons eigen schip?

Door Jan Huisman

In het vorige nummer heb ik wat geschreven over de stabiliteit, of het gebrek daaraan, bij tankers. Iets dichterbij huis is onze eigen boot, die uiteraard ook verondersteld wordt rechtop te blijven, ook in een zeeetje of bij sterke wind. In de haven van WSV De Engel treft men vooral motorjachten aan. Die gaan niet schuin tijdens het varen, zou je zeggen, maar misschien is het wel eens opgevallen dat het ene schip veel "tuiteliger" is dan het andere. Hoe komt dat? Met een eenvoudig proefje kunnen we een indruk krijgen van de stabiliteit van een rechtop liggend schip, de *aanvangsstabiliteit*. Zorg dat er voldoende ruimte zit in de landvasten en stap plotseling op het breedste deel van het schip aan boord. Helt het schip nauwelijks, dan heeft het een grote aanvangsstabiliteit. Gaat het bijna ondersteboven, dan is de aanvangsstabiliteit gering, het is een tuitelbak.



Als je nu aan boord blijft staan, dan helt het schip niet steeds verder, maar het komt weer tot rust met een beetje helling. De kracht die ervoor zorgt dat het schip weer stabiel ligt is de *vormstabiliteit*, dat is de vorm van het onderwaterschip dat door de helling van het schip veranderd is. Er is nu aan de "lage" kant meer water verplaatst dan aan de "hoge" kant. Per schip zal de mate van helling ten gevolge van een kantelende kracht, zoals een gewicht aan de zijkant, verschillen. Bij het ontwerp van een jacht moet hier terdege rekening mee worden gehouden. Het uiteindelijke jacht, met al haar uitrusting, leeftocht en opvarenden moet rechtop liggen in stil water, en ook nog voldoende stabiel zijn. Een hele puzzel, maar daar hoeven wij ons geen zorgen meer over te maken zodra het jacht vaarklaar is.

Om de stabiliteit van een schip bij alle hellingshoeken weer te geven maakt men een *stabiliteitskromme*. Dat is een grafiek waarin bij een volledige omdraai van het schip (180°) aangegeven wordt of de stabiliteit nog positief is (het schip richt zich weer op) of negatief (het schip draait door). Zo'n stabiliteitskromme kan berekend worden bij het ontwerp van het jacht, en hij kan desgewenst gecontroleerd worden met een *kantelproef*. Dat laatste wordt bijvoorbeeld gedaan met een nieuw type reddingsboot, die met een tros om het schip en met behulp van een kraan helemaal doorgedraaid wordt. Als tijdens die proef dan ook nog de tegenkracht gemeten wordt heeft men de stabiliteitskromme in de praktijk gecontroleerd.

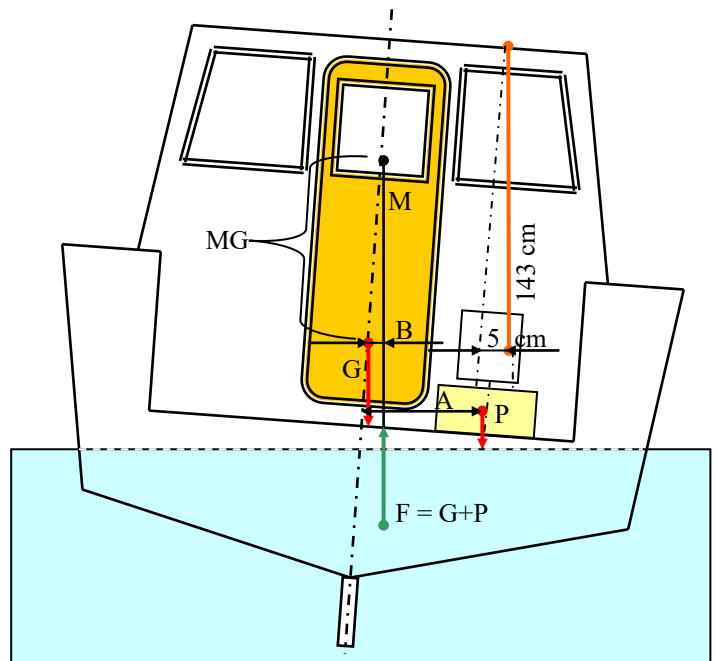
In mijn vorige artikel heb ik geschreven over de maat van de aanvangsstabiliteit. Men gebruikt daarvoor de *MG*, dat is de afstand op de scheepsmiddellijn tussen de verlengde lijn waarop het gewicht van het schip in het *zwaartepunt* (naar beneden) kracht uitoefent, en het verlengde van de lijn waarop het onderwaterschip in het *drukkingspunt* het schip omhoog duwt. U kunt van uw eigen schip de *MG* globaal bepalen met een doe-het-zelf methode die ik in De Waterkampioen nr. 2 van 2010 las. Ik geef de methode, enigszins aangepast, hier weer:

- We gaan uit van een schip van 10 ton, $G = 10000 \text{ kg}$.

- Zorg dat het schip goed recht ligt, met 2 personen aan boord, in het midden staand (neem gewichtige personen, of desnoods 3). Ik stel het totale gewicht van de personen P op 250 kg. In de schets is dit weergegeven met een blok P .

- Bevestig een touwtje van 150 cm met een gewichtje er aan aan het schip, op voldoende hoogte. Meet op het touwtje 143 cm af en merk dat punt met een viltstift.

- Maak achter het touwtje een schaalte om de zijdelingse uitslag ter plaatse van het merkteken te kunnen meten en zet een streepje om de loodrechte stand te merken.



- Loop nu met beide personen langzaam naar een kant en hou het touwtje in de gaten.

- Zodra het 143 cm merkpunt op het touwtje precies 5 cm opzij verplaatst is merkt u de plaats waar de personen staan.

- Meet de plaats waar de personen staan ten opzichte van de hartlijn van het schip. Die afstand noemen we A .

Wat u nu gedaan hebt is het schip een helling geven van precies 2° . Zie de schets met een driehoek waarvan het touwtje een zijde van 143 cm is, en de korte zijde 5 cm. De tophoek van deze driehoek is precies 2 graden. Bij een rechthoekige driehoek met zo'n klein tophoekje kunnen we stellen dat de lengte van beide lange zijden vrijwel gelijk is.

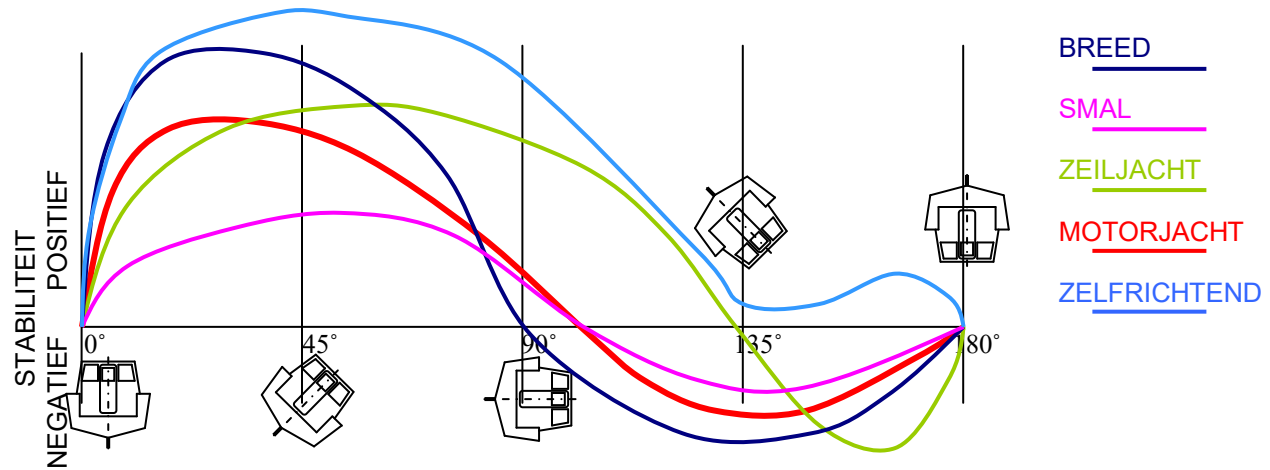
Door het verplaatsen van de personen is het zwaartepunt van het schip + opvarenden iets verschoven. Het drukkingspunt is net zo verschoven; het schip ligt immers weer in evenwicht. Het evenwicht wordt gevormd door het extra gewicht P dat het schip scheef doet vallen: kracht maal arm is hier $P \times A$. De tegenwerkende kracht is de totale opdrijvende kracht $G + P$ maal de arm B . Dus: $P \times A = (G + P) \times B$. Als we G , P en A kennen is hieruit B te berekenen.

We zien nu in het midden van het schip een nieuwe driehoek met dezelfde vorm als die met het touwtje. De korte zijde is B is in verhouding tot 5 cm, evenals de lange zijde MG in verhouding is tot 143 cm. Dus $B : 5 = MG : 143$ oftewel $MG = B / 5 \times 143$.

**Voorbeeld: Schip $G = 10000 \text{ kg}$, personen $P = 250 \text{ kg}$, afstand na verplaatsing $A = 100 \text{ cm}$.
 $B = P \times A / (G + P) = 250 \times 100 / (10000 + 250) = 2,4 \text{ cm}$.
 $MG = 2,4 / 5 \times 143 = 69 \text{ cm}$.**

Dit is nog acceptabel; met rekent een MG van 50 cm als het minimum. Een MG van 100 cm zou beter zijn.

Tot zo ver ging het allemaal over de *aanvangsstabiliteit*. Bij grotere hellingen gaat de *vormstabiliteit* een grote rol spelen. Zie de volgende figuur, waar uit vijf stabiliteitskrommen blijkt dat de rompvorm van een schip een grote rol speelt voor de stabiliteit.



De donkerblauwe kromme is voor een *breed schip*, met een hoge aanvangsstabiliteit. Als het schip plat gaat (90° helling) is de stabiliteit echter nul. Dit noemt men de *kenterhoek*. Nog sterker: het schip kan doordraaien en stabiel ondersteboven blijven liggen! Dit geldt voor een catamaran, maar ook voor een fries skûtsje en voor een snelle oceaanracer. Kent u de beelden nog van dat racejacht dat stabiel ondersteboven lag in de Zuidelijke Oceaan? Bij een relatief breed motorjacht kan een waterdicht afgesloten opbouw dit doordraaien voorkomen.

De roze kromme is voor een *smal schip*, dat minder aanvangsstabiliteit heeft, maar langer stabiel blijft (kenterhoek meer dan 90°) en ook niet gemakkelijk stabiel ondersteboven blijft liggen. Doordat het schip hoger opgebouwd is komt het gangboord niet gauw in het water, maar het schip slingert wel gemakkelijk.

Een *normaal zeiljacht* heeft bij grote hellingen profijt van de zware kiel, zie de groene kromme. De kenterhoek is 135° en als het jacht niet te breed is zal het moeilijk ondersteboven blijven liggen.

Tenslotte een *normaal motorjacht*, de rode kromme. Een goede stabiliteit, de kenterhoek is meer dan 90°, maar het kan nog beter bij een *zelfrichtend* schip, zoals een reddingboot (lichtblauwe kromme). Grote aanvangsstabiliteit, en zelfs ondersteboven nog oprichtend! Voor een jacht lijkt zo'n ontwerp extreem, denk maar eens aan de grote luchtzakken die op de kajuitopbouw van sommige reddingsboten zitten. Maar een modern jacht met een hoge aluminium opbouw (afsluitbaar) komt een heel eind.

Uiteraard gaan we er bij een schip van uit dat er geen water in staat. Het gevaar *van vrije vloeistofoppervlakken* heb ik in het vorige artikel al uitgebreid behandeld. Ook een jacht kan daar mee te maken krijgen, bijvoorbeeld als door een grote golf de kuip plotseling volslaat. Als u dan van die mooie schuifdeuren naar de kajuit hebt, staat het hele schip meteen vol en hebben we grote problemen. Dicht houden dus die opbouw, met degelijke ramen en deuren, zodat een golf niet naar binnen kan. Wat dat betreft is een motorjacht met een achterkajuit, mits voorzien van goede patrijspooten, in het voordeel. En als de kuip al volslaat moet het water snel weg kunnen, via luiken in de spiegel bijvoorbeeld. Zo niet, dan wordt de stabiliteit ernstig aangetast.

Ik heb zelf twee keer ondervonden dat een zeiljacht in een onverwachte windstoot (onweer!) kan platslaan. Maar ook heeft dit mij een groot vertrouwen gegeven in de stabiliteit van onze boot. Beide keren gingen we tot aan het dek in het water, maar er kwam geen spat aan boord en het schip richtte zich razendsnel weer op. Onze boot met een zware kiel voldoet dan ook aan de groene stabiliteitskromme hierboven. Je maakt alleen zelf ook een enorme zwieper, zodat er gevaar is voor overboordslaan. Even jezelf goed vasthouden dus.