

Scheepsstabiliteit, wat hebben wij daarmee?

door Jan Huisman

We hebben allemaal in de pers gelezen over het ongeluk bij de Lorelei met de tanker "Waldhof". Op de Schelde is vorig jaar een bijna-ongeluk met een vergelijkbare tanker de "Calendula 12" gebeurd. Inmiddels is bij het onderzoek naar het omslaan van de Waldhof komen vast te staan dat de oorzaak was: een onvoldoende *stabiliteit* van de schepen. In het weekblad "Schuttevaer" werd al gesuggereerd dat de kennis van de stabiliteitsleer onder schippers wellicht onvoldoende was.

Ons eigen boot(je) heeft een bepaalde rompvorm, zoals een rondspant, een multiknikspant, een zeilboot met kiel, of misschien wel een rechthoekige bak. Die laatste vorm nemen we even als voorbeeld bij het bekijken van het principe van scheepsstabiliteit.

Als een schip in het water ligt hebben we dat liefst rechtop. Toch zijn er allerlei krachten op het schip die het uit die rechtopstand willen drukken. De vraag is dan welke weerstand het schip biedt tegen het scheefvallen. Die weerstand noemen we de *stabiliteit*. Stabiliteit kan komen door de vorm die het onderwaterschip heeft (*vormstabiliteit*) en door de gewichtsverdeling van alles aan boord (*gewichtsstabiliteit*). Een met erts onder in het ruim afgeladen schip heeft een grote gewichtsstabiliteit, terwijl een breed schip met een geringe diepgang een grote vormstabiliteit heeft. Uiteraard is de uiteindelijke stabiliteit een combinatie van de twee.

Nu eerst even de begrippen. Een schip heeft een *gewicht G*, voor te stellen door een pijl vanuit het *zwaartepunt*. Dit punt bevindt zich op een hoogte die afhangt van het gewicht van het schip zelf en van de belading. Zit het zwaartepunt laag, dan spreekt men van een *stijf* schip, dat op zee heftige slingeringen vertoont: het zeegedrag is *wreed*. Bij een hoger gelegen zwaartepunt spreekt men van een *rank* schip, dat langzamere slingerbewegingen maakt en daardoor prettiger is om op te varen. Maar

een schip dat *tè rank* is heeft onvoldoende stabiliteit en dat is niet ongevaarlijk! Het doel is bij de belading uiteindelijk voldoende stabiliteit te behouden bij een niet te stijf en niet te rank schip, een hele puzzel voor de stuurman.

Het schip verplaatst een hoeveelheid water dat een *opwaartse kracht F* uitoefent. Deze kracht is voor te stellen door een pijl vanuit het *drukkingspunt*, dat is het zwaartepunt van het door het schip verplaatste water. De krachten *G* en *F* zijn bij een schip dat rechtop in stil water ligt gelijk en tegengesteld gericht. Beide krachten grijpen aan in de hartlijn, het midden van de breedte van het schip. In figuur 1a zijn beide krachten getekend, ze liggen in elkaars verlengde.

Als nu het schip door de wind of door een golf uit die rechte stand wordt gebracht, dan blijft het gewicht *G* op dezelfde plaats aangrijpen (zolang er geen lading of vloeistof naar de lage kant gaat), maar het ondergedompelde deel van het schip verandert van vorm en daardoor verschuift het drukkingspunt *F*. Doordat *G* naar beneden werkt en *F* naar boven, vormen die twee krachten een koppel (het *stabiliteitskoppel*) dat het schip weer rechtop duwt, zie de pijl in figuur 1b. Dat is mooi geregeld en bij kleine hellingen gebeurt er dan ook helemaal niets dramatisch: het schip komt na een slingering keurig terug in de rechte stand. (NB De hellingen zijn in alle figuren voor de duidelijkheid wat overdreven getekend, eigenlijk geldt dit verhaal alleen voor kleine hellingen, waarbij we te maken hebben met de *aanvangsstabiliteit*).

Het merkwaardige is nu dat in beide schetsen 1a en 1b het zwaartepunt van het schip *boven* het drukkingspunt zit. Dit is bij vrijwel alle schepen het geval. Toch heeft het schip stabiliteit door de vorm van het onderwaterschip, *vormstabiliteit* dus. Zo is het mogelijk dat grote hoog opgebouwde passagiersschepen op zee kunnen en mogen varen, ze hebben voldoende stabiliteit (zo lang ze niet op ijsbergen of rotsen lopen en vollopen met water). Een maat voor de stabiliteit van een schip is de *metacentrische hoogte*. Dit is de afstand tussen punt *G* in figuur 1c en het verlengde

van de pijl F tot aan de sloopshartlijn (punt M). Men noemt deze afstand daarom gewoonlijk de MG. Is de MG voldoende positief (M ligt boven G), dan is er voldoende stabiliteit. Bij een MG van nul is er geen stabiliteit, dus het schip kan zomaar elke stand gaan innemen, en bij een negatieve MG (M ligt onder G) is het schip instabiel en zal het bij de geringste externe kracht kapseizen. In figuur 1c wordt een positieve MG getoond, dit schip is dus stabiel.

De figuren 2a, 2b en 2c tonen respectievelijk een schip met zware lading onder in het ruim (groot positief MG, stabiel, maar wreed zeedrag), een schip met deklading en lichte lading in het ruim (kleiner positief MG, nog steeds stabiel, maar enigszins rank, en een schip met alleen deklading (negatief MG, instabiel). Het lijkt wel of die enorme veerboten of die luxe cruiseschepen gebouwd zijn volgens plaatje 2c, maar dat is gelukkig niet zo. Door alle zware spullen onder in het schip, waaronder de machines, de brandstof en het drinkwater houden ook die schepen voldoende positief MG, al zijn ze wel eens wat rank.

Het gevaar zit hem in het verbruik van brandstof en drinkwater gedurende de reis. Ik heb op schepen gevaren die zo'n 50 ton zware olie per dag verbruikten, plus zo'n 10 ton drinkwater, en dat gaat op een oversteek van Japan naar Zuid-Amerika (een week of drie) behoorlijk meetellen. Al die brandstof en drinkwater komen uit dubbele-bodemtanks. De dubbele bodem van het hele schip bestaat uit tanks van ongeveer een meter hoog. Ze zijn met langs- en dwarsschotten verdeeld in tanks van 300 tot 400 ton per stuk en ze worden tijdens de reis stuk voor stuk leeggepompt. Er verdwijnt dus gewicht uit de onderkant van het schip, waardoor op den duur de stabiliteit van het schip in gevaar komt. De remedie is simpel: pomp elke lege tank direct vol met zeewater, dat voorkomt het probleem. Ik heb in mijn tijd bij de koopvaardij meegemaakt dat bij een door de belading rank schip elke brandstoftank na leegkomen onmiddellijk volgepompt moest worden met zeewater. Zelfs een paar uur voor aankomst in Kaapstad, een haven

waar wij gingen bunkeren, moest er nog zeewater in een leeggekomen tank vanwege de stabiliteit. Al dat zeewater pompten wij er in de haven weer uit, via een olie-water afscheider, een moeizaam en langdurig karwei.

Waarom moesten die tanks meteen weer vol water zodra de brandstof er uit was? Wel, als je dat niet meteen doet en wacht tot er weer een tank leeg is en de stabiliteit kritisch wordt, dan ontstaat er een groot gevaar. Stel je hebt een stel dubbele-bodemtanks leeggestookt en de stabiliteit wordt slecht. Dan kan het schip ineens scheef gaan liggen en het blijft scheef! Zie figuur 3a. Doordat er gewicht uit de onderkant van het schip verdwenen is, is het zwaartepunt van het schip naar boven gegaan (punt G) en is de MG zeer klein geworden. Als het schip eenmaal scheef ligt is er vrijwel geen oprichtend koppel meer, dus komt het schip niet meer recht en dat vaart niet comfortabel. Bovendien kan het schip door een golf plotseling de andere kant op gaan hellen en daar weer scheef blijven liggen.

Daar moet dus wat aan gedaan worden. Als men besluit alsnog de dubbele-bodemtanks vol met ballastwater te pompen (figuur 3b) om meer stabiliteit te krijgen komt het schip echt in de problemen! Moderne schepen zijn daardoor met man en muis vergaan. Want wat gebeurt er: tijdens het volpompen van de ballasttanks krijgen we *vrije vloeistofoppervlakken* (figuur 3c). Zo lang een tank niet helemaal vol of helemaal leeg is kan de vloeistof vrij heen en weer stromen en dat verergert in hoge mate de instabiliteit van het schip. Het water gaat altijd naar de lage kant en daardoor verschuift het zwaartepunt van het schip naar die lage kant. De MG wordt daardoor kleiner en daarbij gevoegd het feit dat het ballastwater als een stormram heen en weer klotst in de tank(s) kan dit het schip letterlijk het laatste zetje geven. Het is niet altijd de magie van de Bermuda-driehoek die moderne schepen ineens laat verdwijnen! Het gevaar van vrije vloeistofoppervlakken mag nooit onderschat worden, denk maar eens aan de ramp met de veerboten "Herald of Free Enterprise" in 1987 bij Zeebrugge of de "Estonia" in 1994 op de Oostzee bij Finland. Het rapport van

de Raad voor de Scheepvaart over het kapseizen van het moderne containerschip "Dongedijk" in 2000 is in dit verband het lezen waard.

Terug naar die tankers in de binnenvaart. De laatste jaren eisen de oliemaatschappijen dat de tankers waarmee hun producten worden vervoerd dubbelwandig zijn. Dit in verband met het voorkomen van olieverontreiniging bij lekwaren. Dus worden nieuwe tankers dubbelwandig uitgevoerd en ook oudere tankers worden omgebouwd van enkelwandig naar dubbelwandig. Bij een ombouw plaatst men een aantal grote tanks in het bestaande schip, zo breed als het hele schip min de beide open ruimtes in de zijden. Men spreekt van "centertanks", dus tanks in het midden van het schip. Er zit geen langsschot in de tanks, ze zijn dus niet langsscheeps in tweeën gedeeld. Om het schip tenminste hetzelfde laadvermogen te geven verlengt men meteen het schip, bijvoorbeeld van 80 naar 100 meter. Er ontstaat zo een relatief lang en smal schip, niet gunstig voor de stabiliteit. Een nieuw gebouwde dubbelwandige tanker wordt in verhouding breder gebouwd en heeft "wingtanks" (tanks in de zijden). Zie de figuren 4a (enkelwandige tanker), 4b (omgebouwd tot dubbelwandig met centertanks) en 4c (nieuw dubbelwandig met wingtanks).

Om het omgebouwde schip met de nieuwe, kleinere tanks (4b) nog helemaal te kunnen afladen met lichtere olieproducten moeten de nieuwe tanks hoger zijn dan het oorspronkelijke dek van de tanker. Je ziet dan dat deze schepen een soort kattenrug hebben, ze zijn in het midden hoger dan aan de voor- en achterkant. De hele lading is in die nieuwe, hogere tank een stuk omhoog gekomen, dus het gewicht G grijpt hoger aan. Nog geen echt probleem zou je zeggen, maar wat als de tanks niet helemaal volgeladen zijn? Dit is bij het vervoer van zwaardere vloeibare lading het geval, waardoor we een aantal gigantische vrije vloeistofoppervlakken krijgen die de stabiliteit desastreus kunnen beïnvloeden.

Nog erger wordt het als de schipper ballastwater in de dubbele bodem heeft gepompt, misschien om bij leeg schip voldoende schroefwater te hebben. Als dat water er niet volledig uitgepompt wordt hebben we nog meer vrije vloeistofoppervlakken en dan kun je het echt schudden. De figuren 5a, b en c tonen dit voor de verschillende types tankers. Schip 5a ligt "stabiel scheef", maar 5b en 5c zijn instabiel! Als deze schepen nu een scherpe bocht moeten maken of ze worden door de stroom sterk opzijgezet komt de tankinhoud met een vaart richting lage kant en hup, je schip ligt om. Dit verschijnsel is het ergst bij tankers met centertanks. De tankerschippers weten dit allemaal als de beste, zullen we hopen, en ze kunnen met computerprogramma's precies de stabiliteit van hun schip uitrekenen. Toch vrees ik dat de recente ongelukken met deze tankers niet de laatste zullen zijn.

