

Stabiël in een rechte lijn kunnen varen is wel het minste wat een schip moet doen. Het maritiem onderzoeksinstituut MARIN vond een handige wiskundige manier om die stabiliteit snel te bepalen.

Schepen moeten tegen een stootje kunnen

Scheepsmanoeuvre op zee
Bron: MARIN

Of het nu gaat om het ontwerp van passagiersschepen, containerschepen of marineschepen, een van de meest basale vragen is hoe stabiel een schip blijft wanneer het in rustig water vaart. Zwabbert het bij de minste of geringste verstoring heen en weer of blijft het netjes in een rechte lijn varen? Hoe reageert het op een verandering van de roerhoek? En wanneer het een bocht met een bepaalde draaicirkel maakt, wijkt het schip dan al van die draaicirkel af bij een klein golfje? Dit soort stabiliteitsvragen onderzoekt het Nederlandse maritieme onderzoeksinstituut MARIN in Wageningen in opdracht van scheepsontwerpers.

Hoe belangrijk de stabiliteit van een schip is, bleek maar weer eens bij de ramp met de Koreaanse veerboot Sewol die in april 2014 kapseisde voor de kust van Zuid-Korea. “Met een schip kun je niet zomaar van alles uithalen”, zegt MARIN-onderzoeker Ed van Daalen. “Sommige scheepsbewegingen zijn inherent instabiel, en je wilt al bij het scheepsontwerp zo precies mogelijk weten welke bewegingen dat zijn en hoe stabiel een schip zich onder uiteenlopende omstandigheden gedraagt.”

Stabiele evenwichten

MARIN onderzoekt de scheepsstabiliteit enerzijds met scheepsmodellen in een waterbassin, maar anderzijds ook theoretisch. De theoretische aanpak gaat uit van drie bewegingsvergelijkingen voor het schip volgens de wetten van Newton: een voor de beweging voorwaarts-achterwaarts, een voor de zijwaartse beweging en een voor de beweging rond de verticale as. Het schip wordt beschreven met tientallen belangrijke variabelen die in het ontwerp kunnen worden veranderd: van de vorm en massa van het schip tot de positie en de grootte van het roer. Al deze variabelen samen bepalen hoe stabiel een schip manoeuvreert.

Traditioneel simuleert MARIN het scheepsgedrag door het stelsel bewegingsvergelijkingen op een computer tijdstapje voor tijdstapje door te rekenen. Maar om de stabiliteit te bestuderen, moeten de variabelen telkens een beetje worden veranderd. Zo zijn al snel duizenden simulaties nodig, wat een computer dagen en soms zelfs weken rekenen kost. Dat moet handiger

kunnen, dacht Ed van Daalen, senior onderzoeker bij MARIN en zelf opgeleid als wiskundige.

“In 2011 heb ik dit probleem voorgelegd aan een groep wiskundigen binnen de Studiegroep Wiskunde met de Industrie, een jaarlijkse studieweek waarin universitaire wiskundigen zich buigen over een industrieel probleem”, vertelt Van Daalen. “Zij kenden een methode om evenwichten te vinden zonder het scheepsgedrag in de tijd te simuleren. In essentie kun je, als je alleen in evenwichten bent geïnteresseerd, deze ingewikkelde differentiaalvergelijkingen omschrijven tot een algebraïsche vergelijking. Deze vergelijking is nog steeds lastig, maar het voordeel is dat de tijd als expliciete variabele verdwijnt. Tot mijn verrassing bleek er al software te bestaan om deze algebraïsche vergelijking op te lossen. En tot mijn nog grotere verrassing bleek je er zelfs de stabiliteitseigenschappen van vrij complexe scheepsmodellen mee te kunnen analyseren.”

Verbeterinstrument

In de afgelopen jaren heeft MARIN dankzij deze wiskundige inzichten een nieuwe aanpak ontwikkeld om vier scheepsmanoeuvres snel op hun stabiliteit te analyseren: het rechtuit varen; het draaien in een cirkel; het zigzaggen; en het gebruiken van een actief roer, een soort automatische piloot waarbij het roer zelf reageert op de beweging van het schip. Van Daalen: “In plaats van dagen rekenwerk, kan een computer nu binnen enkele seconden bepalen welke scheepsvariabelen tot stabiele manoeuvres leiden en welke tot instabiele.”

Deze stabiliteitsanalyse dient niet als vervanging van modelproeven in de waterbassins, en ook niet als volledige vervanging van de numerieke tijdsanalyses, maar meer als aanvulling hierop. “Het is een verbeterinstrument”, zegt van Daalen. “Als we snel kunnen uitrekenen welke combinaties van variabelen instabiel zijn, dan weten we dat we in deze gebieden geen dure en tijdrovende simulaties hoeven te doen.”