

### Waterbewegingen bij een varend schip volgens de wet van Bernoulli

Regelmatig ontstaan gevaarlijke situaties of zelfs grote aanvaringen door zuiging. Veel mensen vragen zich af hoe deze zuiging nou precies ontstaat, zodat ze beter voorbereid een passage of olopmanoeuvre kunnen uitvoeren. Evert van Balen, relatiebeheerder van EOC, heeft veel vaarervaring. Hij legt uit hoe zuiging ontstaat en wat de wet van Bernoulli hiermee te maken heeft.

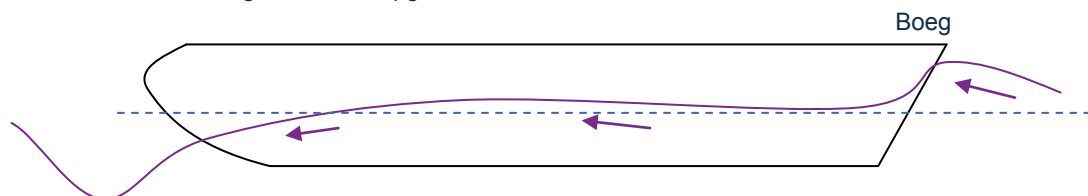
Om te weten hoe het komt dat schepen naar elkaar toe gezogen worden bij een olopmanoeuvre of van elkaar af geduwd worden bij een passage, is het belangrijk om te weten hoe het water zich in zo'n situatie gedraagt. Ook wordt hierdoor duidelijk waarom een schip in sommige situaties zelfs onbestuurbaar wordt. Door in de praktijk rekening te houden met de theorie, kun je vervelende of gevaarlijke situaties samen voorkomen.

In het verleden is dit onderzocht door Bernoulli. De wet van Bernoulli is een natuurkundige wet die het stromingsgedrag van vloeistoffen beschrijft.

**De wet van Bernoulli:** 'Hoe sneller het water stroomt, des te lager komt de waterspiegel bij gelijkblijvende watertoevoer.'

#### ▪ Negatieve stroom

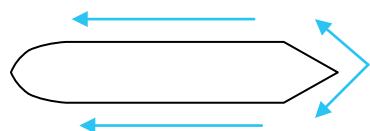
Wanneer een schip door het water vaart, verplaatst het water zich. Want, waar eerst water was, is nu schip en dat water moet natuurlijk ergens heen. Continue moet een hoeveelheid water van vóór het schip naar achter het schip verplaatst worden. Deze watermassa stroomt via de zijden van het schip en de onderkant naar achteren. Eerst wordt het water wat naar voren gestuwd waardoor er voor de kop van het schip een berg water ontstaat, de boeggolf. Achter het schip ontstaat een kuil, want waar eerst het schip was, is even later een leegte die weer opgevuld moet worden.



#### ▪ Werking boeggolf en kuil

Door het verschil in hoogte van de waterspiegel tussen de "berg" en "kuil" stroomt het water langs de beide zijden van het schip van boven naar beneden. Bij een schip met enige vaart ontstaat dus een constante stroming van voor naar achter naast het schip, die tegengesteld is aan de vaarrichting van het schip. Deze stroom wordt **negatieve stroom** genoemd. Onder andere door deze stroom ontstaat er druk op het roer, waardoor het schip bestuurbaar is.

#### Negatieve stroom

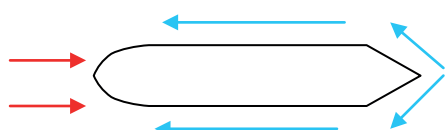


#### ▪ Positieve stroom

Wanneer de negatieve stroom de kuil achter het schip niet snel genoeg kan vullen, wordt de kuil door water van achter het schip gevuld. De stroming van dit van achter komende water noemen we de volgstroom of **positieve stroom**. Een dergelijke situatie kan bijvoorbeeld ontstaan wanneer een schip vaart door smal en ondiep water. Er is dan weinig ruimte tussen het schip en de wal, en tussen het schip en de bodem. Het water kan daardoor niet snel genoeg van voren naar achteren stromen en water van achter het schip vult dan de kuil.

Doordat deze positieve stroom de kracht van de negatieve stroom op het roer vermindert of zelfs opheft, kan een schip moeilijk bestuurbaar worden. Het roer komt in 'dood' of 'stil' water.

#### Positieve stroom



Of de negatieve stroom in staat is om de kuil te vullen wordt dus bepaald door de hoeveelheid te verplaatsen water en de beschikbare ruimte. Wanneer de verwachting is dat een schip in een volgroom komt en het roer in 'stil' water, kan de schipper eigenlijk maar één ding doen: langzamer varen. De snelheid - en daarmee de hoeveelheid te verplaatsen water - is de enige factor die door de schipper te beïnvloeden is. De beschikbare ruimte in het vaarwater is niet te beïnvloeden, dus zal hij de hoeveelheid te verplaatsen water moeten laten afnemen. Dit minderen van snelheid zal overigens geleidelijk moeten gebeuren, doordat anders het risico bestaat dat de eigen hekgolf voor problemen zorgt.

■ **Oplopen en passeren**

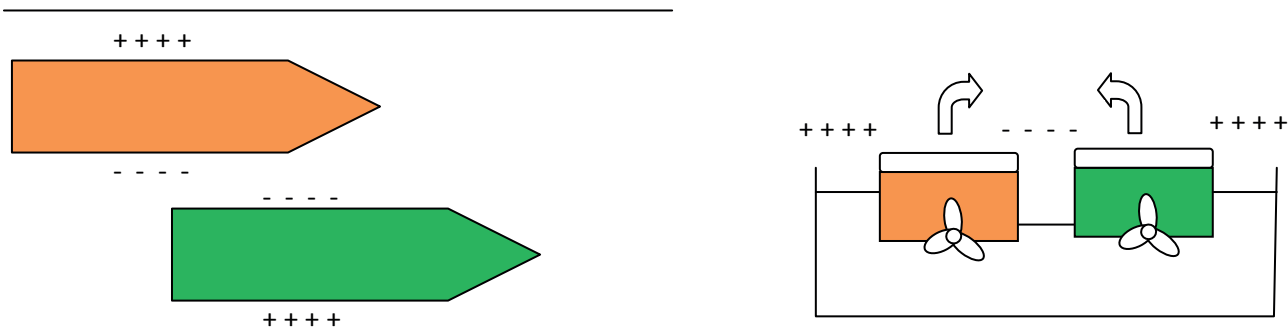
De negatieve - en positieve stroom zijn ook van invloed bij het passeren en oplopen van schepen. De beschreven waterbewegingen doen zich bij beide schepen voor en beïnvloeden de vaareigenschappen van beide schepen. Wanneer hiermee geen rekening wordt gehouden, kan dit tot problemen leiden, met name bij het oplopen van schepen op smal en ondiep water.

■ **Oplopen**

Wanneer twee schepen elkaar oplopen ontstaat tussen de schepen een stroomversnelling doordat de negatieve stroom in dezelfde richting loopt. Het water zal sneller gaan stromen en de waterspiegel tussen de schepen zal dalen. De waterspiegel aan de buitenzijde van de schepen staat dan dus hoger dan de waterspiegel tussen de schepen waardoor de schepen naar elkaar toe worden gedrukt/gezogen.

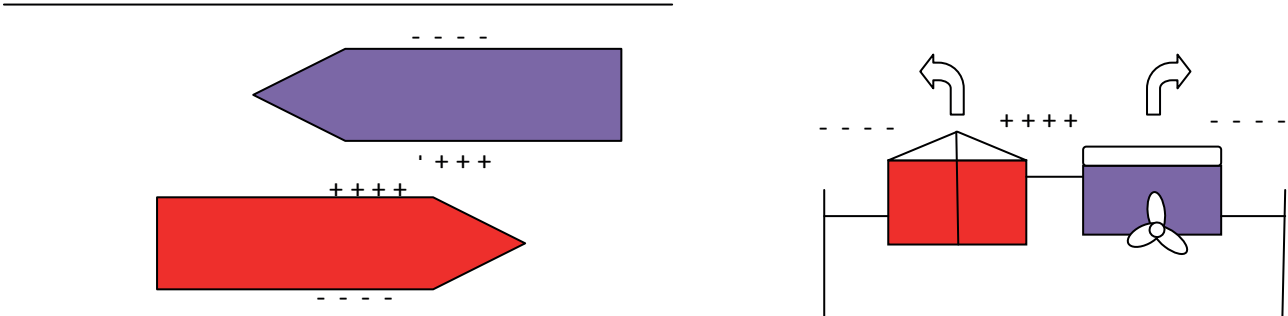
Daarnaast verdwijnt de boeggolf van het oplopende schip in de 'kuil' van het opgelopen schip, wat zorgt voor een andere druk op het roer van het opgelopen schip. De lagere waterspiegel tussen de schepen zorgt er dus ook nog eens voor dat de schepen naar elkaar toegedrukt worden. Dit alles maakt oplopen tot een risicovolle vaarmanoeuvre.

In de situatieschetsen hieronder is te zien hoe de waterspiegel veranderd bij een oploopmanoeuvre. Het plusteken (+) staat voor waterspiegelverhoging en het minteken (-) voor waterspiegelverlaging.



■ **Passeren**

Wanneer twee schepen elkaar passeren gebeurt het tegenovergestelde. De negatieve stromen tussen de schepen heffen elkaar op en de stroomsnelheid neemt af. Hierdoor stijgt de waterspiegel tussen de schepen. De waterspiegel tussen de schepen wordt hoger dan de waterspiegel aan de buitenzijde. Hierdoor worden de schepen uit elkaar gedrukt en van elkaar afgezet. Schepen kunnen elkaar daarom op kanalen bijna "kop op kop" naderen. Als de "bergen" van de afzonderlijke schepen elkaar ontmoeten worden de schepen uit elkaar gezet en door de hogere waterstand tussen de schepen blijven de schepen uit elkaar tijdens passage.



■ **Hoe problemen te voorkomen**

Het is dus belangrijk om altijd samen een afspraak te maken over het oplopen of de passage. De schepen reageren op elkaar en daarom moet je weten wat het andere schip van plan is. Wanneer tijdens een manoeuvre de druk op het roer wegvalt is die druk alleen opnieuw te krijgen door snelheid te vermeerderen. Wanneer je opgelopen wordt, kan dat alleen wanneer je (op tijd!) je snelheid verminderd hebt. Loop je een ander schip te snel op, dan veroorzaakt je een grote zuiging op het andere schip, waardoor die onbestuurbaar kan worden. Voor alle schepen geldt dus dat bij een passage of oploopmanoeuvre de snelheid op tijd aangepast moet worden aan de omstandigheden. Alleen op die manier voorkomt je onnodige ongelukken!