

Varen op een tapijt van lucht

Scheepsbouwtechniek In theorie kan een luchtaagje op de romp de weerstand en daarmee het brandstofverbruik van een schip drastisch verlagen. Dankzij een Nederlandse vinding lijkt het nu echt te gaan lukken.

Door **Joost van Kastelen**

Het schilderwerk glinstert in de felle voorlaarszon. Eenmaal aan boord ruikt alles nog nieuw. In het woonvertlijf moeten nog wat deuren worden afge-

hangen en in de stuurhut is iemand bezig met het powermanagementsysteem voor de besturing van de gasmotoren die voor de voortstuwing zorgen. „Het schip wordt binnenkort gecertificeerd door Bureau Veritas”, vertelt Rob Schuurmans, projectmanager bij Damen Shipyards in Hardinxveld. „Dat heeft nog wel wat vooten in de aarde gehad, omdat het in meerdere opzichten een uniek schip is. Maar zonder dit certificaat mag je niet varen.”

Van de wal af lijken de verschillen met een binnenvaartschip dat er naast ligt niet erg groot. Het meest opvallend zijn de twee grote gastanks op het achter-schip. Die worden straks gevuld met vloeibaar aardgas van minus 164 graden. Het gas is de brandstof voor de vier gasmotoren met een gecombineerd vermogen van 1.200 kilowatt, die elektriciteit opwekken voor de voortstuwing en de elektrische installaties van het schip. Geen diesel meer en daarmee ook geen uitstoot van fijnstof meer, geen zwaveldioxide en veel minder stikstofdioxide. Het geavanceerde powermanagementsysteem zorgt er bovendien voor dat de motoren niet alleen een stuk schoner, maar ook een stuk zuiniger zijn.

Van de wal af is ook te zien dat de Eco-liner een bijzondere voorkant heeft, een ‘uniek lijnenplan’, zoals Schuurmans het noemt. Om het water geleidelijk onder het schip door te laten stromen, heeft de Eco-liner een bijhoeg, een verticale, smalle sterven, die als een bijl door het water klieft. Sommige andere schepen van Damen hebben die ook, maar dit is weer een variant daarop, die gekschereerd wel de boetebijhoeg wordt genoemd. De boegvorm is vooral van belang om de manier waarop het water aanstroomt te optimaliseren en zo de golfweerstand van het schip te verminderen.

Naast golfweerstand heeft een varend schip ook te maken met wrijvingsweerstand. Voor een relatief langzaam varend schip, zoals de Eco-liner, is het van belang dat de wrijvingsweerstand zo laag mogelijk blijft”, vertelt Jorinus Kalls, onderzoeksmanager bij Damen. In theorie kan je met luchtmering die wrijvingsweerstand met tientallen procenten verminderen. Maar zoals vaker toont de praktijk zich een stuk weerbaarder.

Samen met een aantal bedrijven, waaronder Damen Shipyards, doet MARIN al ruim tien jaar onderzoek naar luchtge-meerde schepen. Vooral naar zogeheten

luchtkamers in de bodem van het schip. Het idee is afkomstig van Wim Kwakernaak van Marinventon in Druten en ontstond, zoals zoveel ideeën, tijdens een lange autorit. Ruim tien jaar geleden heeft hij, samen met zijn zakenpartner Cees Boon, octrooi aangevraagd op zijn vinding. In 2011 is het octrooi toegekend; het loopt nog tot 2025.

„Die luchtkamers moet je eigenlijk zien als een omgekeerd aspergeveld”, zegt Kwakernaak. „Aan de onderkant van het schip worden in de lengterichting U-vormige profielen gelast. Ze dienen tevens als langsscheepse versteviging van het schip. In de ruimte tussen de profielen worden dwarsscheeps tussenschotten geplaatst en de zo ontstane kamers worden gevuld met lucht. De luchtkamers zorgen ervoor dat het contactoppervlak tussen scheepsvlak en water een heel stuk kleiner wordt, waardoor de wrijvingsweerstand fors afneemt. De eerste berekeningen wezen indertijd op een vermindering met bijna 20 procent.”

Een periode van ruim tien jaar tussen de aanvraag van het octrooi (dat inmiddels door Damen is overgenomen) en de praktische toepassing ervan, suggereert dat de ontwikkeling van wat nu de Eco-liner is, niet zonder slag of stoot is verlopen. „Dat is een understatement”, zegt projectleider Schuurmans. „Het had niet veel gescheeld of er was helemaal geen Eco-liner met luchtsmering geweest.”

In eerste instantie werd een proefgedaan met een bestaand schip, de Kraichgau 1, een chemicalientanker van 62 meter, gebouwd in 1957. De oorspronkelijke bodem werd eruit gehaald en vervangen door een bodem met luchtkamers. Toevallig paste het lijnenplan van het traditionele schip goed bij het ontwerp van de bodemconstructie met luchtkamers. „Dat was een gelukje”, aldus Schuurmans.

„Als we een moderner schip hadden genomen, was het effect veel minder groot geweest en hadden we misschien besloten om er niet mee door te gaan.”

Voor en na het ombouwen is er een testvaart gedaan met het schip en is het verschil in benodigd motorvermogen gemeten. Daaruit bleek dat de weerstand met maar liefst 40 procent was afgenomen bij een snelheid van 8 km per uur. Bij hogere snelheden werd de winst geleide-

lijk kleiner, omdat in dat geval de golfweerstand toeneemt. „Het was een hele opluchting toen de resultaten binnen kwamen”, vertelt uitvinder Kwakernaak. „Je kan wel een goed idee hebben, maar het moet zich in de praktijk nog wel bewijzen.”

Toch kon hij zich nog niet rijk rekenen. Het bleek namelijk nog niet zo eenvoudig om de bevindingen van het testschip van 60 meter te vertalen naar de Eco-liner met een lengte van 110 meter. „We dachten dat we er waren als we de verhouding tussen lengte en breedte en de vorm van de romp gelijk zouden houden, maar dat bleek iets te optimistisch”, zegt projectleider Schuurmans. „Bij schaalproeven bleek dat de weerstand ineens veel groter was dan de weerstand van het oude schip. De reden is dat de luchtkamers zorgen voor een grillig stromingspatroon onder de boot, een patroon dat dat zich niet laat voorspellen. Het betekent wel dat je niet zomaar kunt opschalen naar een schip dat bijna twee keer zo lang is.”

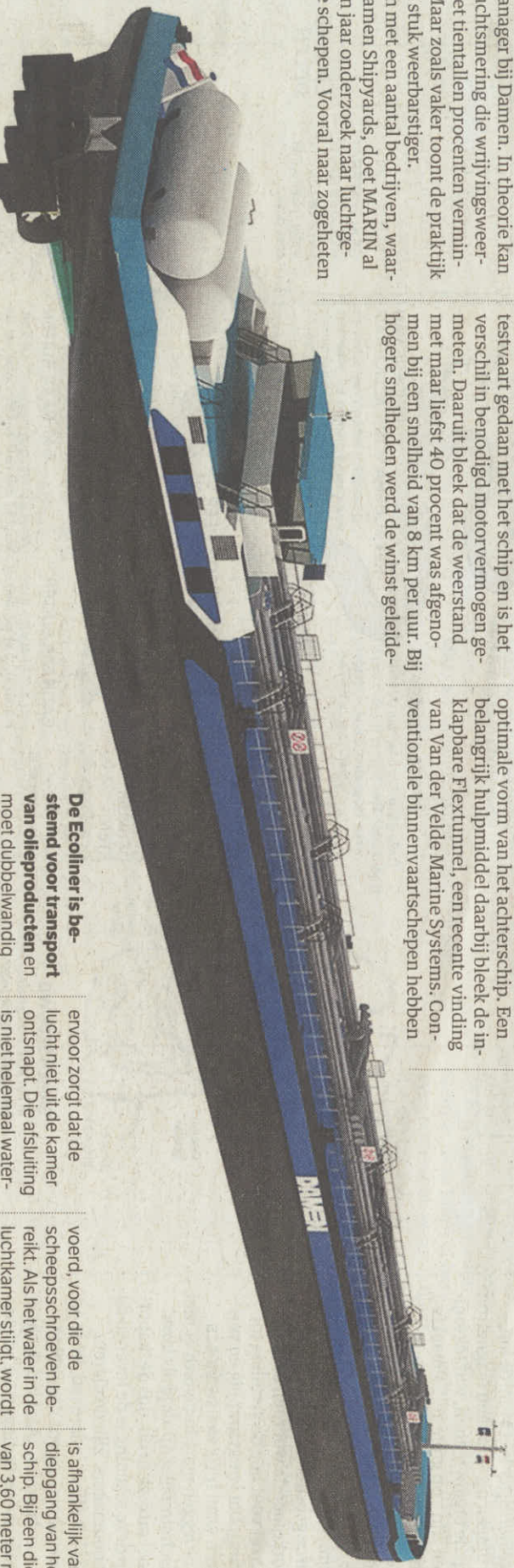
Michel Verhulst van MARIN beaamt dat de luchtkamers het stromingspatroon onder de boot op een onvoorspelbare manier kunnen beïnvloeden. Verhulst: „Je probeert zoveel mogelijk een evenwijdige stroming langs de romp in stand te houden. In principe kan dat ook met luchtkamers, alleen is het risico groter dat de stroming vroegtijdig loslaat van het schip. De turbulentie die daardoor ontstaat levert extra weerstand op. Door de vorm van het achterschip kun je dat voorkomen, maar welke vorm die moet hebben kunnen we (nog) niet uitrekenen; dat moet je proefondervindelijk vaststellen.”

Om de weerstand nog verder te verminderen hebben Damen Shipyards en MARIN veel modelonderzoek gedaan naar de optimale vorm van het achterschip. Een belangrijk hulpmiddel daarbij bleek de in-klapbare Flexunnel, een recente vinding van Van der Velde Marine Systems. Conventionele binnenvaartschepen hebben

De smalle sterven van de Eco-liner klieft als een bijl door het water

een vaste tunnel rond de bovenzijde van de schroefas. Als het schip onbelaaden is - en dus hoog in het water ligt - zorgt de tunnel ervoor dat er genoeg water richting schroef gaat, zodat die geen valse lucht aanzuigt. Hoewel buitengewoon nuttig, is die tunnel nogal bepalend voor de vorm van het achterschip. En dan niet op een manier die goed uitpakt voor het gewenste stromingsprofiel van een bodem met luchtkamers. Het grote voordeel van de Flexunnel is dat de wanden kunnen worden ingetrokken als het schip met belading vaart. Dat maakt het mogelijk om de vorm van het achterschip te optimaliseren, zodat de evenwijdige stroming zo lang mogelijk in stand blijft. Een belangrijk voordeel is dat het schip minder weerstand heeft als de bladen van de tunnel zijn ingetrokken. Uit proefvaarten eind vorig jaar is gebleken dat je met een ingetrokken Flexunnel zo'n 10 procent brandstof kunt besparen.

„Het was een heel gepuzzel”, zegt projectleider Rob Schuurmans. „Vooraf ook omdat je steeds modelproeven moet doen om de verschillende delen van het schip - boeg, luchtkamers, achterschip en tunnel - optimaal op elkaar af te stemmen. Maar het is gelukt. Ik heb er alle vertrouwen in dat we met de Eco-liner 25 procent brandstofbesparing kunnen halen ten opzichte van conventionele binnenvaartankers, maar het echte bewijs wordt pas geleverd als we daadwerkelijk met het schip gaan varen.”



Ecoliner met de gastanks op het achterschip (onder). Onderkant van de tanker met luchtkamers (boven). ARTIST IMPRESSIONS DAMEN SHIPYARDS

DE ECOLINER

Midscheepse luchtkamers

De Eco-liner is bestemd voor transport van olieproducten en moet dubbelwandig worden uitgevoerd. De luchtkamers bevinden zich midscheeps onder de bodem, waarbij het langsstromende water

ervoor zorgt dat de lucht niet uit de kamer ontsnapt. Die afsluiting is niet helemaal waterdicht, maar de constructie is zo dat de lucht die ontsnapt via het achterschip zijwaarts wordt afge-

voerd, voor die de scheepsschroeven bereikt. Als het water in de luchtkamer stijgt, wordt er lucht bijgepompt.

is afhankelijk van de diepgang van het schip. Bij een diepgang van 3,60 meter moet de overdruk in de luchtkamers op 0,36 bar worden gehouden. Daarvoor is enkele kilowatts aan vermogen nodig.