

Een kogge langs de hydromechanische lat

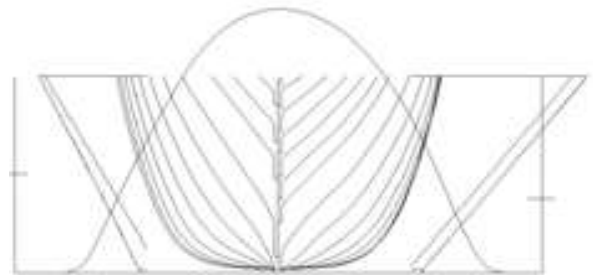
Ruim 650 jaar na kiellegging

Het Marin heeft al eerder oude zeilschepen geanalyseerd. De Batavia en de Zeven Provinciën, maar ook een oud Romeins schip en een theeclipper. Dit keer is het de beurt aan de Kamper kogge (bouwjaar rond 1335). Er is een vermogensvoorspelling gemaakt met het programma DESP, de rompvorm is beoordeeld aan de hand van CFD-berekeningen met het programma RAPID en de snelheden bij diverse windrichtingen zijn bepaald.

De hoofdparameters van de kogge zijn in onderstaande tabel gegeven en vergeleken met de Batavia en een VO70 (Volvo Ocean-racer). Het eerste wat opvalt aan de rompvorm is de lengte-breedteverhouding. Het schip is te breed voor haar lengte, de L/B is 2.5, voor de VOC-schepen was de L/B 4.2, de VO70's en IACC (America's Cupper) liggen rond de 4.5. De diepgang is naar verhouding ook hoger dan bij een VOC-schip en scheelt een factor vijf met de romp van een VO70. Een andere belangrijke indicator is de SA/D-factor (zeiloppervlak gedeeld door displacement), die de verhouding tussen de mogelijke kracht van het zeil en het displacement van het schip weergeeft. Hoe hoger, hoe meer kracht het schip in verhouding heeft en hoe hoger de snelheid kan zijn. Voor de VO70 ligt dit (aan de wind) op ongeveer 20, voor een modern zeiljacht ongeveer op 15 en voor de kogge op 1.6 als de bonnetten (wegneembare stroken onder aan het aan de ra

gevoerde schoverzeil) worden meegerekend.

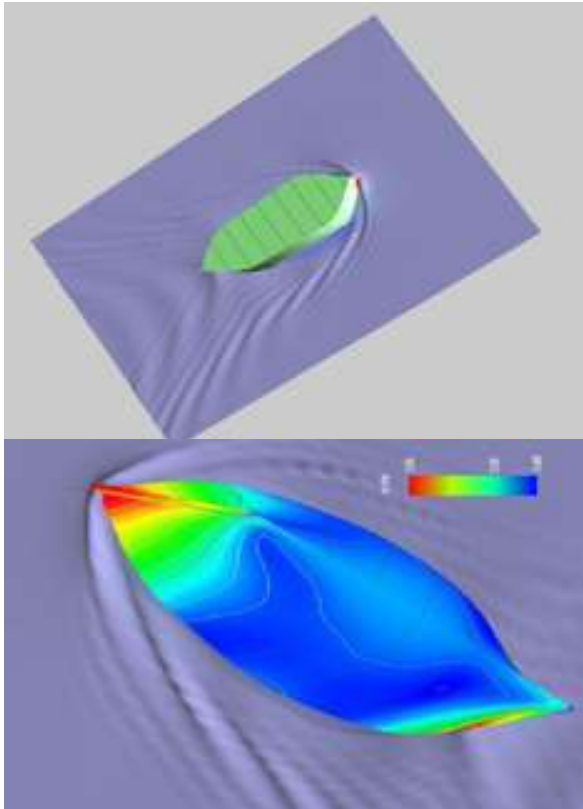
In onderstaande figuur is het lijnenplan van de kogge weergegeven:



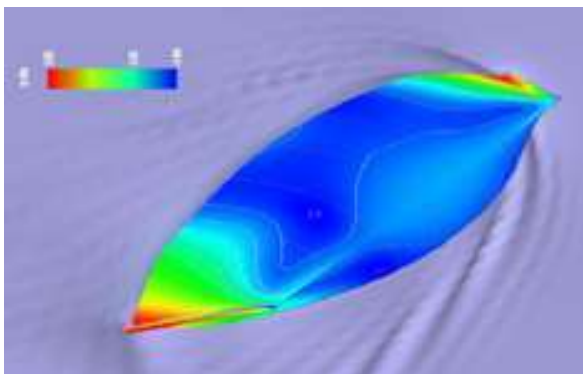
In dit lijnenplan valt op dat het schip zowel in de verticalen als in de spanten sterk V-vormig is en voor- en achterschip bijna gelijk zijn. Door de V-vorm is er relatief veel volume bij het wateroppervlak, waar dit relatief ook voor meer golfvorming zorgt. De rompvorm is met het programma RAPID geanalyseerd en de omstroming om de romp is bepaald. Dit is gedaan voor twee snelheden, namelijk vier en zes knopen. In onderstaande figuren zijn deze resultaten gegeven voor zes knopen. In de eerste afbeelding wordt het golfbeeld vanaf boven gegeven, in de tweede afbeelding vanaf de onderkant, kijkend naar het voorschip. Daarbij is ook de drukverdeling over de romp gegeven.

	Kogge	Batavia	VO70
Lpp (m)	15	43.3	21.5
Bwl (m)	6	10.5	5-5.7
Tf/Ta (m)	1.6/2.3	4.1/5.1	+/-0.6 / 4.5
Cb	.48	.58	
Displacement (t)	85	1230	12.5 – 14
Zeiloppervlak	72+72 m2	1200	250/800

Jaap Allema is senior projectmanager bij het Marin en Arne Hubregtse is directeur van dit instituut.



Het beeld bij hogere en lagere snelheden is ongeveer gelijk. Door de grote breedte wordt het water sterk opzij en naar beneden gedrukt. Op de plaats waar de boeg overgaat in het vlak, veroorzaakt dit problemen, zoals het lagedrukgebied in bovenstaande afbeelding laat zien. Het water kan hier de afbuiging naar het vlak niet goed maken door de lokaal sterke krommingen in de vorm. Ook is te zien, dat het schip één grote boeggolf heeft en geen golf van de voorschouder. Normaal wordt getracht de vorm zo te maken, dat een boeggolf en een voorschoudergolf (op overgang van boeg naar evenwijdig



middenschip) ontstaan, die zodanig onderling gepositioneerd zijn dat ze samen minder energie kosten dan de boeggolf en/of voorschoudergolf alleen. Voor de kogge geldt dat de boeg niet overmatig vol is voor deze L/B- verhouding en er is geen evenwijdig middenschip, dus de plaats van de voorschouder (iets voor midscheeps) ligt vast. De VOC-schepen hebben een veel vollere boeg, waardoor het water beter om de boeg wordt geleid en er vrijwel geen voorschouders zijn, maar deze schepen hebben wel een hele zware boeggolf, juist door de volle kop.

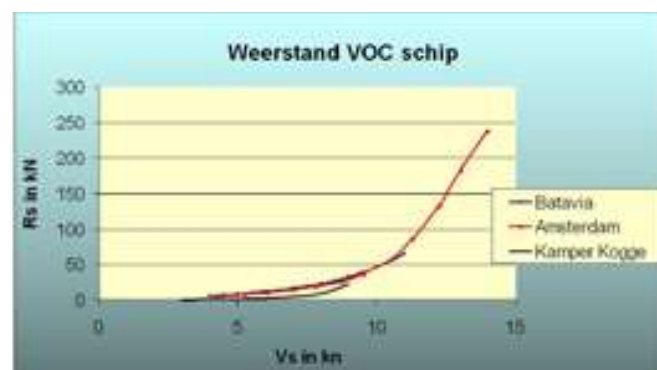
Weerstand rechtop

De kogge is te breed voor haar lengte. Het water wordt daardoor fors weggedrukt en versneld en dat levert een behoorlijke weerstand op. Dit wordt bevestigd met de berekening van de weerstand. In onderstaande figuur is de weerstandskromme voor een rechtop varende kogge gegeven.

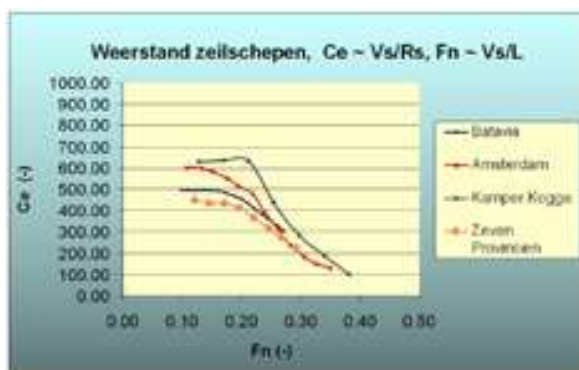


Duidelijk is te zien waar zij, met een lengte waterlijn van vijftien meter, tegen de rompsnelheid (ruim negen knopen) aanloopt en de weerstandskromme steil omhoog gaat.

In onderstaande figuur wordt de weerstand van de kogge vergeleken met die van de VOC-schepen Amsterdam en de Batavia:



Het lijkt alsof de kogge het hier niet verkeerd doet. Bij snelheden tot negen knopen heeft zij minder weerstand dan de andere schepen, maar die schepen zijn fors groter. Om deze schepen toch onderling te kunnen vergelijken, is in onderstaande figuur de C_e -waarde uitgezet. Dit is een dimensieloze weerstandswaarde, die de scheepsweerstand corrigeert voor het displacement. Hiervoor geldt dat een lagere C_e -waarde bij een gelijke dimensieloze snelheid (F_n) betekent dat er minder weerstand is per ton displacement.



Uit de figuur blijkt de scheepsvormontwikkeling in de tijd. De kogge heeft in verhouding meer weerstand dan de VOC-schepen en de Zeven Provinciën is in verhouding het beste schip.

Zeilprestaties

Met een vereenvoudigde VPP (een snelheidsvoorspelling voor diverse windsnelheden/richtingen) zijn de vaarsnelheden van de kogge voor een aantal windsnelheden en windrichtingen bepaald. Op basis van de windsnelheid zijn de krachten van het zeil op het schip bepaald. Dit levert een bepaalde dwarskracht. Om die op te vangen heeft de kogge een drifthoek en deze levert extra weerstand op. Het zeil levert natuurlijk ook een langskracht en die wordt gebalanceerd met de weerstand door drift, helling en de weerstand rechtop. De resultaten van de VPP zijn in de volgende tabel samengevat:

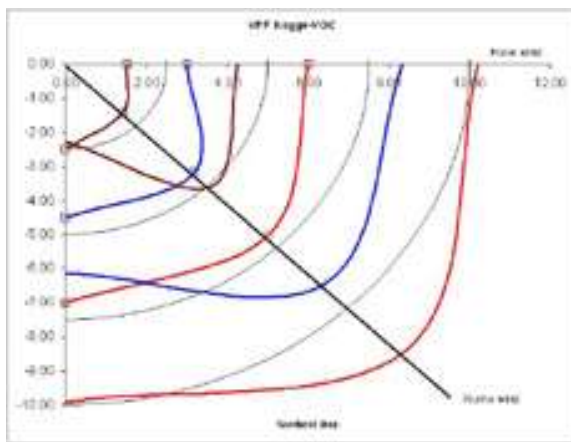
Windkracht	Koers	Drifthoek	Snelheid (kn)
Bft 6 (25 kn)	Voor de wind	0	7
	Ruime wind	3.3	7
	Halve wind	5	6
Bft 4 (14 kn)	Voor de wind	0	4.5
	Ruime wind	2	4.5
	Halve wind	2	3
Bft 2-3 (7 kn)	Voor de wind	0	2.5
	Ruime wind	2	2
	Halve wind	2	1.5

Werkelijke snelheid met voorspelling van

Het is voor het eerst dat een Nederlandse kogge door een vooraanstaand instituut als het Marin 'door de computer' wordt gehaald. Met als belangrijkste bevindingen, dat ze te breed is voor haar lengte, hoog aan de wind geen pretje is voor de navigator, maar met ruime wind goed uit de voeten kan.

Van eind juli tot half september voer de Kamper kogge in haar aloude exportmarkt, de Oostzee. De auteur maakte de uitreis van Kampen naar Lübeck, de aloude leidster van de Hanze, mee. Jammer genoeg stond net die week de oostenwind flink door, waardoor de eerste drie dagen naar Kiel volledig op de motor werden afgelegd. Hoewel de bemanning baalde dat niet kon worden gezeild, trok zij zich daar weinig van aan. Met een gemoeidelijke beweging in de lichte zeegang werkte ze zich in vier tijen (drie mee) naar Cuxhaven aan de Elbe. Eenmaal op de Oostzee was er nog wat tijd over voor een trip naar Denemarken en zo konden we haar voor het eerst die week onder zeil zien en voelen. Hoog aan de wind accelereert ze wanneer haar kop omhoog komt, zakt de snelheid terug in het golfdal. Op die koers levert het zo scherp mogelijk gebraste schoverzeil van 140 vierkante meter (hoofdzeil plus drie bonnetten van samen zeventig vierkante meter) ongeveer vier knopen. Het is dan wel zaak niet te veel haast en voldoende ruimte te hebben, want een ambitieus kruisrak is een tijdrovende, zo niet onmogelijke zaak. Want de hoek tussen zog en hartlijn van het schip komt onrustbarend dichtbij de twintig graden, terwijl zij ongeveer zeventig graden aan de wind zeilt. Ongetwijfeld zullen in het verleden veel koggen bezet zijn geraakt op lager wal. Wellicht de Deense kust, wanneer de zuidwester ruimde naar noordwest of op de Zweedse zuidkust, wanneer de wind weer te veel kromp en in het zuiden kwam te zitten. Daar staat tegenover, dat de koggeschippers zeer goed op de hoogte waren van de waterdieptes in hun vaargebied. De zeilaanwijzingen uit die tijd steunen grotendeels op een combinatie van diepte en landmerken. Met voldoende zwaar ankergerie konden ze dus vaak wel een plekje vinden, in de hoop dat alles het zou houden.

Uit de analyse blijkt dat de kogge bij ruime wind en voor de wind ongeveer even hard vaart. Voor de wind is de kracht van het zeil lager dan bij ruime wind, maar bij ruime wind levert de voortstuwende kracht van het zeil ook een dwarskracht. Om die op te vangen gaat de kogge een drifthoek krijgen en die levert weer extra weerstand, waardoor de snelheid ongeveer gelijk blijft, ondanks de hogere zeilkracht. Zodra de koers scherper wordt, verliest de kogge meer snelheid. De zeilkracht is meer dwars op het schip gericht, er is minder voortstuwende kracht



en een grotere drifthoek. Door deze factoren loopt de snelheid verder terug. In bovenstaande figuur zijn de berekeningen vergeleken met een VOC-schip. De rode lijn is windkracht 6, de blauwe lijn windkracht 4 en de bruine lijn windkracht 2-3. De lijnen met de markers geven de kogge aan.

Door haar afmetingen vaart een VOC-schip sneller, maar het valt op dat de kogge minder snelheid verliest tussen ruime wind en voor de wind. Bij het VOC-schip wordt voor de wind veel zeiloppervlak afgedekt, zodat de snelheid terugloopt. De berekende waarden komen goed overeen met de observaties van de bemanning, want zij gebruikt als vuistregel een knoop snelheid per windkracht. Al lijkt dit voor de lage windsnelheden optimistisch en kan de kogge bij meer wind in potentie wat harder lopen.

Conclusie

De kogge heeft een eenvoudige scheepsvorm. Vooral de lengte-breedteverhouding maakt dat zij meer weerstand heeft dan andere schepen. Ook de vormgeving onder water is bij VOC-schepen duidelijk een stuk verder ontwikkeld. Maar ten opzichte van VOC-schepen doet de kogge het, in verhouding, voor de wind beter.