

innovatie ontwerpwedstrijd

# DE BADKUIP ALS KWEEKVIJVER



*'Ontwerp en bouw het snelst varende modelzeilschip van Nederland'. Zo luidde de opdracht voor de studenten van hogeschool INHOLLAND en de TU Delft die zich hadden ingeschreven voor de minorstudie Zeiljachten. In teams werkten ze een heel semester lang om op tijd klaar te zijn voor de wedstrijd van de Design & Sailing Contest in het bassin van het MARIN op 20 januari. Zeilen zocht de teams met de meest uitgesproken ontwerpen op.*

TEKST WILLEM PLET

## Innoverende vleugelpartij

'Team Atilgan' bestaat uit Murat Almat, Jeroen Kunnen, Thomas Mohren en Tom Wiegerink. "Het mag duidelijk zijn waar onze inspiratie vandaan komt", verklaart Thomas. We lopen door de gang van zijn studentenwoning. Aan het eind staan volle wasrekken en lege bierkatten. Daartussen de Atilgan. De twee symmetrische vleugelprofielen á la America's Cup AC45 vallen direct op. Samen met team 'X' en team 'Jigsaw' werd het ontwerp door de jury genomineerd voor de innovatieprijs. Atilgan won. "Het was een leuke verrassing na de teleurstelling van de achtste plaats." De jury vond de gedegen uitvoering van een modern tuig als dit op een monohull en modelzeilboot reden genoeg om de innovatieprijs uit te reiken. "We wilden eigenlijk iets vernieuwend maken, maar het moest wel varen, dus niet al te gekke dingen", legt Thomas uit, terwijl de vleugels driftig van profiel veranderen. "De nadruk lag vooral op de tuigage waarvoor we een goed functionerende 'slotted wing sail' wilden ontwikkelen, zoals bij de America's Cup." Door bediening van de servo bij de mast verandert hij de hoek tussen de twee vleugels. "Vergelijk het met een onderlijkstrekker." Daardoor vormen de twee symmetrische profielen tezamen de juiste asymmetrische 'camber', ofwel welving, voor elke koers en zorgt de ruimte tussen de twee voor spleetwerking en een grote lift/weerstandverhouding. "Een vliegtuigvleugel is meestal asymmetrisch, omdat die niet ondersteboven hoeft te vliegen. Dat vertalen we naar onze verticale vleugelzeilen; wij willen wel over beide boegen kunnen varen!"

De mast is in de voorste vleugel verwerkt, waardoor de tuigage een 'schone' luchtstroom geleidt. "Toch hebben we ervoor gekozen om de voorste vleugel een lengte/dikte ratio van 22 procent te geven en de achterste 14 procent. Dit heeft te maken met de gevoeligheid voor het zoge-



De wedstrijd in het Shallow water basin van MARIN.

naamde 'stalling', het overtrekken van de vleugel." Een dikkere vleugel is steviger en minder gevoelig voor stalling. "Bij de tweede vleugel weten we waar de luchtstroom vandaan komt, dus die konden we dunner en daarvoor efficiënter maken." De precisie straalt er vanaf.

Door de overweldigende verschijning van de tuigage komt de romp maar zijdelings ter sprake. "Tja, eigenlijk wilden we voor de romp gewoon een zo'n klein mogelijk nat oppervlak, omdat op de wrijvingsweerstand op deze schaal veel invloedrijker is dan vormweerstand." De romp is dan ook slank en rond, waardoor van vormstabiliteit bijna geen sprake is. Onderaan de lange kiel bungelt een bulb die een ballastratio van maar liefst 60 procent verzorgt. Ondanks de vagerige omstandigheden tijdens de wedstrijd bleken tuigage en appendage goed te functioneren.

## Kenterend succes

Team 'Jigsaw' bestaat uit Daan Bart, Mark Hiemstra en Gijs Rosendaal. "Eigenlijk hadden we wel een beetje mazel dat onze vleugel aan de buitenzijde ook lift gaf", grapt Mark. Ik zoek het team op in de kantine van een gebouw van INHOLLAND waar ze hun *Jigsaw* hebben gemaakt. De forse zeilboot staat naast de tafel en overschaduwde deze met z'n hoge vleugelzeil. Het team is net buiten alle prijzen gevallen. In de wedstrijden werden ze vierde en van de genomineerden voor de innovatieprijs waren ze ook niet de gelukkige winnaar. "Maar we hebben de jury en het publiek wel enorm verrast met het soepele functioneren van ons ontwerp."

Een verrassend ontwerp is het zeker. Hun concept ontstond uit drie globale wensen. De boot moest duidelijk 'wat anders' zijn, een solid wing hebben en gedragen worden door een knikspanromp. Vanwege het gebrek aan ideale zeilomstandigheden en de korte tijd waarin het eindresultaat voor de start moest verschijnen, maakten ze een benadering van de ontwerpen van tuigage en romp. "Je kunt wel tot in detail de wisselwerking tussen romp en tuigage gaan berekenen, maar tijdens de wedstrijd is de wind toch niet voorspelbaar en komt het uiteindelijk vooral aan op de stuurkunsten van de stuurman."

Het resultaat is een spectaculaire zeilboot met de maximale afmetingen en gewicht, een knikspant voor eenvoudige fabricage en getooid met een kolos van een vleugelzeil. De inzet van een vormvaste asymmetrische vleugel heeft als voordeel dat er meer lift gecreëerd wordt dan bij een symmetrische vleugel van hetzelfde formaat.

Omdat het bij een vast vleugelprofiel van een afstandje lastig is te zien of deze overtrokken is, heeft het team de knik die de vleugel vlak achter de voorzijde maakt, vergroot. Hierdoor verwijdt de marge van de aanstromingshoek van de wind. "Dit was een lastige afweging, omdat het de lift/weerstandverhouding verkleint. In de praktijk bleek het echter een goede uitwerking te hebben op de stuurbaarheid van *Jigsaw*", aldus Mark. Daarnaast is *Jigsaw* zo





*Een verrassend ontwerp is Jigsaw zeker*

Blikvanger *Jigsaw* in actie: de vleugel scharniert over de masttop.



Bovenaanzicht vleugelprofiel *Atilgan*, winnaar van de innovatieprijs.

ontworpen dat de vleugel bij een gemiddelde helling van tien graden precies verticaal staat. "Hierdoor is het effectieve zeiloppervlak onder die hoek maximaal."

Bij een overstag trekt de krachtige servo eerst de top van de vleugel naar beneden; stuurt de stuurman de boot door de wind, dan duwt de wind de vleugel uiteindelijk weer verticaal over de andere boeg. Een mooi gezicht, maar niet in één oogwenk.

"Dit idee was twee keer eerder geprobeerd, maar wij hebben de eerste goed werkende versie over de finishlijn gezeild." Ongecompliceerde werking en simpele uitvoering van romp en tuigage geven zo ook in het modelzeilen weer een prima visitekaartje af. Of het geschikt blijkt voor schaalvergroting zal een nieuwe uitdaging zijn. 'Wat anders' was het zeker.

### Delftse degelijkheid

'X' met Casper Rensen, Matthijs Gawehn, Ilan de Keersmaecker en Joost Doude van Troostwijk: "Moeilijkheden? Nou, eigenlijk nauwelijks." Matthijs: "Het enige probleem dat veel tijd kostte was de carbonwinkel die niet op tijd leverde voor de fabricage van de kiel en het roer. Toen hebben we de staander voor de boot maar in de vorm van een zeemeermin gemaakt." Het zijn de heren van Team X, de snelste van de vloot en een van de genomineerden voor de innovatieprijs.

Op de bovenste etage van de betonnen studentenflat ontmoet ik het team. Vóór ons staat X die de gedurfde volle breedte en lengte heeft gekregen. "We wisten dat de ruimte tussen de benedenboei en de bassinwand minimaal zeventig centimeter zou zijn." Met een breedte van dertig en een lengte van 122 centimeter is dit krap aangemeten. "Maar dat zijn dan ook precies de afmetingen; geen millimeter meer of minder." Het gelamineerde balsahout van X is met een laser uitgesneden. De huid en laklagen meegeerekend kwamen de beoogde afmetingen exact uit. De gewichtsbesparing door de precieze aanpak is sensationeel; een totaal gewicht van slechts 2,87 kilogram en mede daardoor een ballastpercentage van 62,5 procent.

Net zoals de romp op deze schaal meer onderhevig is aan wrijvingsweerstand dan aan vormweerstand, geldt dat ook voor stabiliteit. "Een olietanker krijg je simpelweg niet om, maar op deze schaal moet je het overgrote deel uit je kielgewicht halen." De bulbkiel reikt daarom 68 centimeter diep. Om voor het tuig te kunnen compenseren, moest de holle bulb met extra lood worden gevuld.

De tuigage bestaat uit twee aerorigs met dreigende zwarte zeilen. "We wilden een efficiënte tuigage die op de benedenwindse koersen ook een groot oppervlak over de hele lengte van de boot zou bestrijken." De dubbele aerorig maakt het manoeuvreren een stuk gemakkelijker en houdt het drukkingspunt op de tuigage relatief laag in vergelijking met een enkele mast. Om de lift te optimaliseren zijn zowel fok als grootzeil bovenin fors uitgebouwd en is de tuigage uitgedost met 'topwings' om het verlies van tipwervelvorming te beperken.

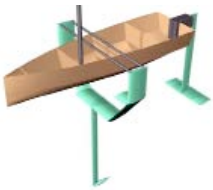


### MINOR

De Minorstudie Zeiljachten is in het leven geroepen voor studenten van technische universiteiten en hogescholen die geïnteresseerd zijn in de theorie en de praktijk van het zeilen en het ontwerpen van zeilschepen. Tijdens de minor komen onder meer de volgende onderwerpen aan bod: ontwerp, constructie, aero- en hydrodynamica, onderzoekstechnieken, materialen, interieurontwerp, zeilontwerp en -fabricage. De eindopdracht bestaat uit het ontwerpen, bouwen en racen van een afstandbestuurbare modelzeilboot. Om herhalingen uit te sluiten, worden de ontwerpen en de spelregels elk jaar veranderd. Dit jaar waren de globale ontwerpen als volgt: het jacht mag niet breder zijn dan 30 centimeter, moet een monohull zijn met een romp van balsahout en de totale massa mag niet groter zijn dan 4,59 kilogram.

## HISWA

Op donderdag 8 maart kunt u deze vier en de andere elf ontwerpen bewonderen tijdens de HISWA. Dan staan de studenten nog één keer tegenover elkaar. Deze keer telt niet alleen de snelste tijd, maar ook de tactiek van het matchracen. De precieze tijd is nog niet bekend, maar tussen 18.00 en 19.00 geven de teams korte presentaties over hun ontwerp.



Hoewel de marges in het ontwerp op deze schaal klein zijn en de invloed van externe omstandigheden relatief groot, lijkt het wel dat een gram meer of minder niets uithaalt. Daar dachten de leden van team 'X' anders over. Alles aan dit ontwerp riekt naar optimalisatie. Zelfs de hoeveelheid servo's hebben ze teruggebracht van de maximaal toegestane vier naar twee exemplaren en hebben deze vervolgens op de laagste punten in de boot tussen de dubbele kielconstructie geplaatst voor extra stabiliteit. Op de vraag of nu het ontwerp of de stuurman de race heeft gewonnen, kwam het antwoord, "...wij zijn van mening dat het ontwerp de kunsten van de stuurman heeft gefaciliteerd."

## Struikelend snelheidsmonster

Team 'Don't ask me Why' met Robin Bolder, Cleo Jongedijk, Niels Kleijweg en Gerben Schonebaum begon eigenlijk extreem theoretisch. "Maar naarmate de stromingstankproeven en de bouw van romp en tuigage vorderden, gingen we over op gevoel en eindigden we uiteindelijk met natte vingerwerk, nou ja...letterlijk dan." Ik krijg uitleg van Robin van team 'Don't ask me why' over het ontwerp dat het potentieel had om als eerste over de

finishlijn te komen. Dit bleef helaas uit, maar het ontwerp is er niet minder spectaculair om.

"Echt vernieuwen en de race uitvaren", was het motto van het team. Hieruit blijkt wel dat het ontwerp dermate complex ging worden dat het een afweging tussen innovatie en succes zou afdwingen. "Van vorige jaren wisten we dat de extreme tuigages bij de boeien lastig draaiden. We kozen dus al snel voor een conventioneel sloeptuig om ons zo volledig op een snelle romp te kunnen focussen." Dat de schaalwetten en empirische formules voor golf- en viscositeitsweerstand planeren op deze schaal vrijwel onmogelijk maken, dreef het team in de richting van een spectaculair hydrofoilon ontwerp (draagvleugel), gebaseerd op bestaande modellen en eigen creativiteit.

Het resultaat dat Robin de kantine binnen brengt, is een grote hydrofoil met een kleine monohull erin. "Hij weegt maar 670 gram." Het is met afstand de kleinste en lichtste boot van de vloot. De romp meet slechts 50 bij 15 centimeter. "We hebben het zo klein mogelijk gehouden met een spitse v-vormige boeg en een plat achterschip met een u-vorm, zodat we een goed compromis zouden krijgen tussen wrijvingsweerstand, diepgang en vormstabiliteit." Hierbij hoopte het team dat hun ontwerp tijdens de wedstrijd het merendeel zou gaan 'foilen'. "Dan kom je met een platte carène immers sneller uit het water dan met een rondere vorm."

De breedte van de romp wordt omhuld door de dertig centimeter brede hydrofoil. Daarachter hangt aan het roer een tweede exemplaar om de langsscheepse stabiliteit te waarborgen. Doordat het aangrijpingspunt van de voortstuwende kracht bij een 'foilende' zeilboot hoger ligt dan bij een drijvende boot en er geen verschuiving van dit punt kan plaatsvinden door drukverdeling over de romp (die zweeft inmiddels), treedt er een voorover trimmend moment op; de boot kantelt simpelweg voorover. "Bij vliegtuigen wordt dit opgelost met een staartvleugel; wij installeerden een vleugel onderaan het roer." Helaas bleek tijdens de wedstrijd dat deze vleugel toch echt dynamisch aangestuurd zou moeten worden om te kunnen corrigeren voor variërende aangrijpingspunten van de voortstuwende kracht. De doelstellingen waren echter wel bereikt; de race is uitgevaren op een twaalfde plaats en *Don't ask me why* is met zekerheid een echt vernieuwend ontwerp.

## Eindcijfer

Samen bieden de ontwerpen een goed overzicht van de theoretische en praktische inzet van het scala aan studierichtingen dat in de minor was vertegenwoordigd. Er werd met bewezen concepten en gedegen uitvoering naar de zekere winst toegewerkt. Anderen gingen juist voor spectaculaire vernieuwing en riskeerden daarmee een hoge eindklassering. Gelukkig voor hun telde niet alleen de wedstrijd, maar juist ook het ontwerp mee in het eindcijfer. De juryleden, waaronder Gerard Dijkstra en Koos de Ridder, zullen volgend jaar weer uitdagende regels moeten bedenken om dit ontwerpfeestijn van de kweekvijver voor jachtonwerpers te laten losbranden. ●





Winnaar van de race, X, voorzien van dubbel aerorig en maximale kieldiepte.

*Ontwerp en resultaat tellen even zwaar mee in het eindcijfer*