

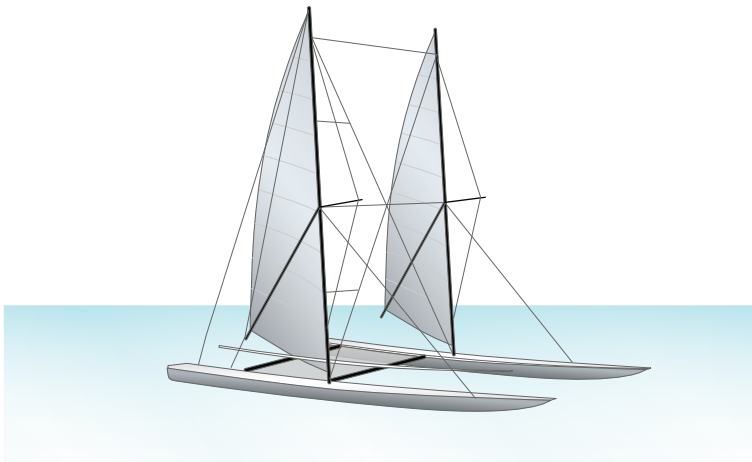


# Fenomen klasy Moth, czyli jak skutecznie pozbyć się kadłuba

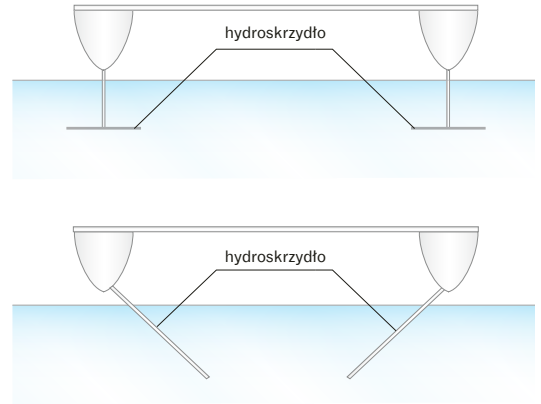
W sierpniowych „Żaglach” z 2006 roku **dr Jerzy Pieśniewski** pisał o tym, jak konstruktorzy i naukowcy nieustannie zastanawiają się nad zlikwidowaniem, albo przynajmniej radykalnym zminimalizowaniem, szkodliwego oporu kadłuba poruszającego się w wodzie. Na podstawie tamtego ciekawego artykułu przygotowaliśmy jego aktualną wersję, uwzględniającą najnowsze osiągnięcia w kwestii **zastosowania hydroskrzydeł w jachtach żaglowych**. Bo wyraźny postęp w tej parę lat temu – wydawałoby się – niezwyklej formie żeglowania zaowocował nowymi konstrukcjami i... rekordami!

OPR. DOMINIK ŻYCKI

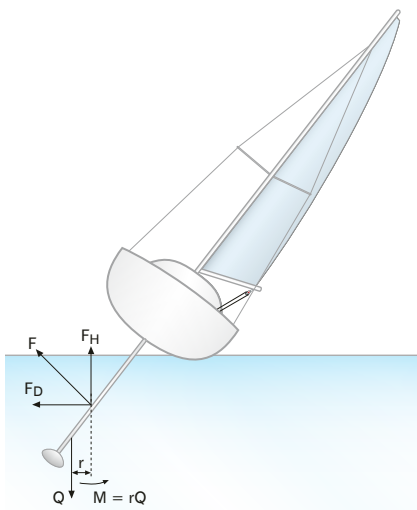
→ Przez lata najlepszy efekt zminimalizowania oporu kadłuba dawała jego zamiana na dwa lub trzy wąskie (wielokadłubowce) lub kupno deski z żaglem. Do katamaranu należał przez długi czas rekord prędkości. Na dwu niezwykle wąskich, szeroko rozstawionych pływakach rekordzisty z roku 1990 (36 w) katamaranu „Crossbow II” postawiono dwa identyczne zestawy żagli (**rys. 1**). W ten sposób zwiększono ich powierzchnię, nie podnosząc środka ożaglowania, a więc unikając wzrostu momentu przechyłającego. Ten rekord udało się poprawić w 1992 r. katamaranowi „Charente Maritime” (37,82 w). W latach 90. znacząco dopracowano również konstrukcje katamaranów i trimaranów przeznaczonych do szybkiej, w miarę bezpiecznej żeglugi oceanicznej, ale rekordy zaczęły skutecznie ustanawiać deski z żaglem i latawcem.



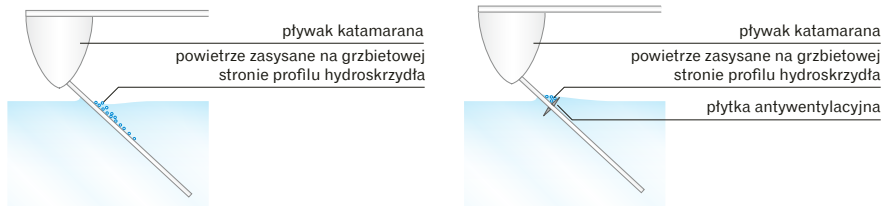
■ Rys. 1 Do katamarana „Crossbow II” z podwójnym ożaglowaniem przez wiele lat należał rekord prędkości



■ Rys. 3 Dwa podstawowe typy hydrokrydeł: całkowicie zanurzone (a) i skośne (b)



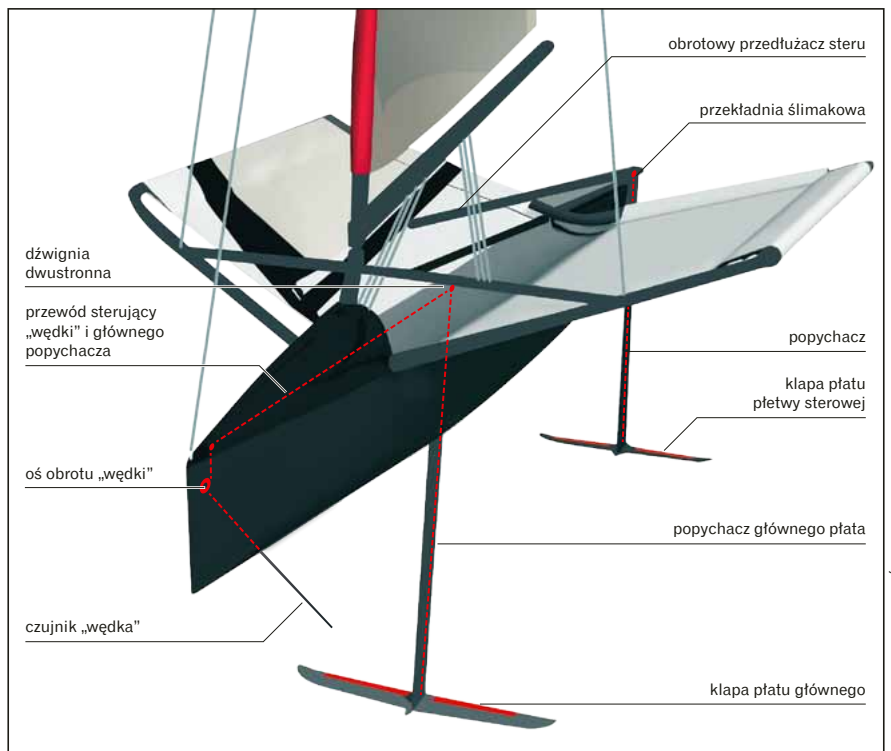
■ Rys. 2 Aby jacht mógł unieść się nad wodę, jego środek ciężkości powinien znajdować się nieco niżej niż miejsce wypadkowej siły hydrodynamicznej na płetwie o dużej powierzchni



■ Rys. 4 Wentylacja, czyli zasysanie powietrza na zawiętrzną hydrokrydeł (a) obniża jego siłę nośną. Zapobiegają temu płytki antywentylacyjne (b)

## UNIEŚĆ SIĘ NAD WODĘ

Zamiana jednego kadłuba na dwa to nie jedyna droga do żeglowania szybciej niż wiatr. Najlepiej byłoby pozbyć się jakiegokolwiek kadłuba czy kadłubów, redukując cały jacht do takielunku i żagli wytwarzających siłę napędową oraz powierzchni zanurzonej w wodzie generującej siłę przeciwdziałającą dryfowi. Wbrew pozorom to nie jest czysta teoria. Efekt eliminacji kadłuba w żegludze na wiatr osiąga się już w modelach pływających i, niestety, na razie tylko tam. Rzecz polega na znacznym obniżeniu środka ciężkości oraz dużej efektywnej powierzchni przeciwdryfowe (rys. 2). Składowa pionowa siły przez nią wytwarzanej unosi cały model jachtu ku górze, aż do pozycji wyrównania się jej z siłą ciężkości. W prawdziwym pełnowymiarowym jachcie nawet zastosowanie super-nowoczesnych materiałów nie gwarantuje



■ Typowy obecnie układ hydrokrydeł stosowanych w klasie Moth

wcale uzyskania takiego obniżenia pozycji środka ciężkości jak w modelach. Przynajmniej na razie.

## SAMOŁOT POD WODĄ

Są jednak inne sposoby na to, by kadłub utracił kontakt z wodą, unosząc się nad jej

powierzchnią. Zamocowane do kadłuba płaty nośne o odpowiednim profilu i kształcie podczas przemieszczania się w wodzie, ośrodku gęstszym kilkaset razy od powietrza, wytwarzają tzw. siłę nośną tak dużą, że może ona wynieść kadłub nad wodę. To zjawisko znane z motorowych wodolotów →





■ Popularność „latających” na skrzydłach mothów rośnie z sezonu na sezon. W Polsce jednak mamy dopiero kilka takich łodzi



■ Wszystkie moth-y mają układ hydroksrzydeł (mocowanych do pletw: mieczowej i sterowej z wychylnymi klapami) zbliżony do odwróconego „T”

na hydroksrzydłach. Zwykły napęd żaglowy jest w stanie rozpędzić jacht do takiej prędkości, przy której hydroksrzydło uniesie go nad wodę. Start do „lotu” takiego pływadła odbywa się na zasadzie tzw. dodatniego sprzężenia zwrotnego: żeglując początkowo wypornościowo, to znaczy wolno, płaty wytwarzają niewielką siłę nośną, jednak powoduje ona stopniowe wynurzenie się kadłuba z wody, co z kolei zmniejsza opory ruchu. Dzięki temu wzrasta prędkość, i tym samym siła na hydroksrzydłach powoduje dalsze wynurzenie się kadłuba aż do całkowitego uniesienia się jachtu nad wodę. Niby proste jak konstrukcja parasola, ale jak zwykle diabeł tkwi w szczegółach...

### „ĆMA” JAK MOTORÓWKA

Przez ostatnie kilkadziesiąt lat dokonał się olbrzymi postęp w zastosowaniu hydroksrzydeł. Za prekursora w ich konstruowaniu uważa się Włocha, Enrico Forlainiego, który skonstruował w 1906 roku jednostkę napędzaną mechanicznie, zdolną rozwijać prędkość nawet 38 w. W latach 70. i 80. ubiegłego stulecia bardzo popularne były w państwach

bloku wschodniego pasażerskie wodoloty typu Kometa 1. Hydroksrzydła inspirowały także konstruktorów jachtów napędzanych wiatrem. Mnogość typów płatów nośnych, jakie próbowano „przykleić” do kadłuba lub kadłubów, przyprawia o ból głowy.

Podstawowy typ tego urządzenia (rys. 3a) to prosty układ zbliżony do odwróconego „T”, przy czym przeważnie hydroksrzydło mocowane jest do powierzchni pletw mieczowych i sterów, co w całości powiela układ skrzydła – statecznik w samolocie. Gwarantuje to uzyskanie trymu (równowagi) wzdłużnego jachtu. Prostotę tego układu niweczy jednak zjawisko zafalowania. Jacht mógłby wjechać kadłubem w falę na dużej prędkości z wiadomym skutkiem. Niezbędna okazała się więc „automatka”, jakiś mechanizm, który uprzedzałby o pojawieniu się fali i tak zmieniał kąt natarcia hydroksrzydeł, by tor jazdy dopasował się do kształtu powierzchni wody. Rolę tę pełni zazwyczaj „czujnik” w postaci obrotowo zamocowanego pływakczka, podnoszącego się na grzbiecie nadchodzącej fali. Jego ruch za pośrednictwem cięgna zmienia kąt natarcia zamocowanego do steru „statecznika” lub

całego hydroksrzydła. Przykład mało ograniczonej klasy Moth (tylko długość i powierzchnia żagli) wskazuje, że układ ten można też zastosować do jachtów jednokadłubowych. Żeglujące w pełnym wynurzeniu „cmy” osiągają prędkości grubo ponad 20 w, a obecny rekord prędkości wynosi 31,5 w (prawie 60 km/h)! Nie byłoby to możliwe, gdyby nie bardzo mała masa całej jednostki – jedynie około 30 kg. Moth ma 3,355 m długości, 2,250 m szerokości i żagle o powierzchni 8 m<sup>2</sup>. Klasa jest ciągle rozwijana, zdobywa licznych zwolenników, regularnie organizuje mistrzostwa świata i kontynentów (warto odwiedzić stronę polskiego związku tej klasy, [www.moth.pl](http://www.moth.pl)).

### LATAĆ KATAMARANEM

Hydroksrzydła mocuje się także do katamaranów, choć... na razie nie sprawdzają się w wielokadłubowcach morskich. W żegludze po morzu wykazują spore wady, wprowadzając m.in. element niekontrolowanych przechyłów bocznych. Siła na takich hydroksrzydłach zależy bowiem od stopnia ich zanurzenia. Gwałtowna jego zmiana wraz z nadejściem fali sprawia, że



GUILLAUME MARTIN-RAGET / L'HYDROPTERE

■ Na „Hydropterze” zastosowano skośne skrzydło



WWW.SAILROCKET.COM

■ „Vestas Sailrocket” może żeglować z ogromną prędkością, ale... tylko w jedną stronę

„automatka” zawodzi. W efekcie część konstruktorów wycofała się z tych eksperymentów, pozostawiając jedynie płetwy wspomagające wyporność pływaków kataramaranu przy wyższych prędkościach. Dużą popularność uzyskały płetwy mieczowe wywinęte do wewnątrz. Można je podnosić w nawietrznych kadłubach, gdy tymczasem w zawietrznych, w pozycji zanurzonej, służą do podniesienia kadłuba i tym samym zmniejszenia oporów ruchu. Wyposażono

w nie m.in. trimaran „Banque Populaire V”, który od początku 2012 roku dzierży rekord optyńnięcia kuli ziemskiej pod żaglami.

Prace nad hydroskrzydłami, całkowicie wynoszącymi kadłuby ponad powierzchnię wody, od lat intensywnie prowadzi grupa zapalonych żeglarzy i konstruktorów związanych z projektem „l'Hydroptere”. Jeden z ich hydro-kataramaranów uzyskał w 2009 roku prędkość 51,36 w na dystansie 500 m, bijąc wieloletni rekord świata desek z za-

głem. Stało się to niedługo po tym, jak projekt trafił na politechnikę w Lozannie. Badania tam prowadzone mają na celu pobicie rekordu w żegludze... oceanicznej, dookoła świata, czyli gros prac koncentruje się na skutecznym uruchomieniu wspomnianej wcześniej „automatki”.

Częściowo na hydroskrzydłach, częściowo zaś na żegludze ślizgowej bazuje natomiast najszybszy obecnie pojazd na ziemi (trudno go nazwać jachtem) poruszający się za →

REKLAMA



Salon sprzedaży:  
Szczecin, 78-800  
ul. Przestrzenna 23  
+48 508 341 633  
info@hanseyacht.pl  
www.hanseyacht.pl



DZIĘKUJEMY ZA SPOTKANIE PODCZAS TARGÓW  
WIATR I WODA 2013 W WARSZAWIE



CHRIS CAMERON / TEAM EMIRATES NEW ZEALAND



GUILAIN GRENIER / ORACLE TEAM



■ 34. regaty o Puchar Ameryki we wrześniu tego roku zostaną rozegrane na takich „latających” katamaranach

pomocą wiatru. Bolid „Vestas Sailrocket” ustanowił niezwykle wyśrubowany rekord prędkości w żegludze na 500 m – 65,45 w! To jednak pojazd przystosowany tylko do dużych prędkości żeglugi (ma m.in. zanurzone płetwy o zupełnie innym, niemal trójkątnym przekroju), o praktycznie zerowym momencie przechyłającym (niemal 100 proc. siły wytwarzanej na żaglu stanowi siłę napędową).

#### LATAJĄCY PUCHAR

W 2010 roku ogłoszono Protokół 34 Pucharu Ameryki, w którym zezwolono na stosowanie podwodnych płatów nośnych

w pucharowych katamaranach. Do prac nad ich rozwojem włączyła się więc duża grupa naukowców i konstruktorów, którzy dopracowali kontrolę nad parametrami nautycznymi „latających” wielokadłubowców. Jak widać na zdjęciach (brak publikacji dotyczących konstrukcji pucharowych wielokadłubowców), płaty zamontowano na końcach obydwu mieczy, wywijając je pod kątem 90 stopni do wewnątrz (w czasie żeglugi pionowa część płetwy też się mocno ugina do wewnątrz), oraz na obydwu płetwach sterowych w układzie odwróconej litery „T”. Te zaawansowane technologicznie jednostki

coraz bardziej kontrolowanie zaczęły wychodzić nad wodę, osiągając prędkość ponad 40 w. I tutaj jednak nie obeszło się bez spektakularnej wywrotki jednego z nich, należącego do Oracle Team USA.

Wydawałoby się, że hydroskrzydła to idealne rozwiązanie pozwalające żeglować tak szybko, jak czynią to motorówki. Na przeszkodzie stoją jednak dwa zjawiska psujące efekt, zwłaszcza hydroskrzydeł częściowo zanurzonych w wodzie. Pierwsze to tzw. wentylacja, czyli zasysanie powietrza znad wody na „zawietrznej”, ssącej stronie profilu skrzydła, tym większe, im większa prędkość (rys. 4). Ale nawet płaty całkowicie zanurzone mają swe ograniczenia. Przy odpowiednio wysokiej prędkości zachodzi zjawisko kawitacji, czyli zamiany wody na parę prowadzącej do utraty siły nośnej, spadku prędkości i utraty pełnej kontroli nad jachtem. Z pewnością zastosowanie hybrydowej, opartej częściowo na hydroskrzydłach, a częściowo na żeglowaniu ślizgowym konstrukcji bolidu „Sailrocket” pozwoliło przesunąć granicę maksymalnej osiągalnej prędkości pod żaglami, ale... gdzieś musi być jej nieprzekraczalny limit, pytanie tylko gdzie. ■