

**AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO I SPORTU**  
*Im. Jędrzeja Śniadeckiego*

Paweł Nowakowski

**PODSTAWY USTAWIANIA FOKA W KLASIE 470 W  
ŻEGLUDZE NA WIATR**  
(praca trenerska)

*Praca napisana:  
W Zakładzie Teorii i Metodyki  
Żeglarstwa  
Opiekun: dr Krzysztof Zawalski*

**Gdańsk 2003 rok**

**„NAVIGARE NECESSE EST VIVERE NON EST NECESSE” –  
Pompejusz**

## SPIS TREŚCI

1. WSTĘP .....	5
2. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE KLASY 470.....	6
3. PODSTAWY TEORETYCZNE OPTIMALNEJ PRACY ŻAGLI .....	8
3.1 Efekt dyszy (współdziałanie fok i grota).....	10
3.2 Rodzaje opływu (wskaźniki tell – tales) .....	13
3.3 Wpływ kształtu fok na charakter przepływu wiatru wokół grota .....	16
4. ZASADY REGULACJI FOKA NA PRZYKŁADZIE KLASY 470 ....	18
4.1 Regulacja naciągu liku przedniego fok .....	18
4.2 Wybieranie i luzowanie szotów fok .....	20
4.3 Wysokość ustawienia fok na sztagu a opór indukowany .....	20
4.4 Praca wózkami szotów fok (regulacja zamknięcia i otwarcia żagla). 23	
4.5 Regulacja położenia boczka na wózku .....	25
5. UWAGI KOŃCOWE .....	28
Załącznik pierwszy. Wykaz symboli.....	29
Bibliografia.....	30

# **PODSTAWY USTAWIANIA FOKA W KLASIE 470 W ŻEGLUDZE NA WIATR**



Paweł Nowakowski

# 1. WSTĘP

Podstawową funkcją jaką spełniają żagle jest wytwarzanie siły aerodynamicznej potrzebnej do poruszania jachtu. Żaglomistrzowie XXI wieku dążą do uzyskania coraz sprawniejszego ożaglowania i w swojej pracy wykorzystują technologię komputerową. Nowoczesne żagle to prawdziwe dzieła sztuki. Do produkcji żagli używa się materiałów takich jak: kewlar, mylar, spectra stosowanych do niedawna tylko w wojsku i eksploracji kosmosu! Wydawać by się mogło, że niezwykła wytrzymałość, niska rozciągliwość to cechy, które wyparły możliwości dakronu, jednak nie do końca. Wysoka cena i często ograniczenia klasowe (np. klasa 470) powodują, że najczęściej w żaglowniach używa się materiałów na bazie włókien poliuretanowych potocznie zwanych dakronem. Pamiętajmy jednak że najnowocześniejsze żagle nie zadecydują ostatecznie o prędkości jachtu, czynnikiem decydującym jest człowiek!

Doskonalenie wartości regatowej sprzętu należy do podstawowych elementów treningu żeglarskiego. Wprawdzie zawody rozgrywane w klasach monotypowych jaką jest olimpijska klasa 470, określone są ścisłymi przepisami pomiarowymi, tym niemniej czynnik ten podlega optymalizacji, zwłaszcza w aspekcie poprawy szybkości żeglowania.

## **Cel i zakres pracy:**

W niniejszej pracy autor nie zamierza przedstawić cudownej recepty optymalnego ustawienia żagli w czterysta siedemdziesiątce, pragnie jedynie przedstawić działanie, podstawy teoretyczne i możliwość wykonania podstawowych regulacji używanych do trymu fok w oparciu o literaturę przedmiotu i własne bogate doświadczenia zawodnicze.

## 2. PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE KLASY 470

Łódź żaglowa klasy 470 została zaprojektowana w 1963 roku we Francji przez Christiana Maury. Na przełomie dziesięcioleci klasa szybko rozpowszechniła się w kraju konstruktora, później w Anglii i Szwajcarii, a następnie na całym świecie. Dzięki znakomitym walorom konstrukcyjnym czterysta siedemdziesiątka szybko otrzymała status klasy międzynarodowej, a w 1976 roku została włączona do programu Igrzysk Olimpijskich. W 1988 na IO w Seulu po raz pierwszy wprowadzono konkurencję kobiet. Polska czterokrotnie była reprezentowana na imprezie najwyższej rangi. W Moskwie startowali: (Leon Wróbel, Tomasz Stocki), w Barcelonie i Atlancie (Marek Chocian, Zdzisław Staniul z YKP Gdynia) oraz w Sydney (Tomasz Stańczyk, Tomasz Jakubiak z BAZY Mrągowo).

Oto chronologia ważniejszych osiągnięć polskich załóg na Mistrzostwach Świata i Europy:

- 1976 r. - Mistrzostwa Europy Dania, (Oeresund) 3 miejsce, załoga: Leon Wróbel/Tomasz Stocki
- 1977 r. - Mistrzostwa Europy, Portugalia 4 miejsce, załoga: Leon Wróbel/Tomasz Stocki
- 1978 r. - Mistrzostwa Europy, Hiszpania (Denia) 4 miejsce, załoga: Leon Wróbel/Tomasz Stocki
- 1982 r. - Mistrzostwa Europy, (Puck) 4 miejsce, załoga: Leon Wróbel/Tomasz Stocki
- 1999 r. - Mistrzostwa Świata Australia, (Melbourne) 3 miejsce, załoga: Tomasz Stańczyk/Tomasz Jakubiak

Nazwa klasy pochodzi od długości całkowitej łodzi i wynosi 470 centymetrów. Czteryście siedemdziesiątka jest monotypowym słupem mieczowym, załoga składa się z dwóch osób (optymalny ciężar załogi: 135 kg mężczyźni, 120 kg kobiety). Jacht ponadto wyposażony jest w trapez dla załoganta i spinaker, co sprawia, że żegluga wymaga od zawodników wysokiej sprawności fizycznej.

Olimpijska klasa czterysta siedemdziesiąt to zwrotne jachty, charakteryzujące się piękną sportową sylwetką, zdolne żeglować praktycznie w każdych warunkach wietrznych.

Na rys.1 zaprezentowano podstawowe dane techniczne klasy:



#### **Klasa 470**

##### **Dane techniczne**

Długość całkowita:	4,70 m
Długość linii wodnej:	4,44 m
Szerokość:	1,68 m
Zanurzenie:	0,15 m
Zanurzenie mieczem:	z 1,05 m
Waga minimalna:	120 kg
Wysokość masztu:	6,78 m
Powierzchnia ożaglowania:	25,7 m <sup>2</sup>
w tym:	grot 9,12 m <sup>2</sup> fok 2,58 m <sup>2</sup> spinaker 13,0 m <sup>2</sup>

Rys. 1 Dane techniczne dwuosobowej monotypowej łodzi klasy 470

### **3. PODSTAWY TEORETYCZNE OPTYMALNEJ PRACY ŻAGLI**

Pomimo tego, że przepisy klasowe jasno omówią o wymiarach żagli do czterysta siedemdziesiątki, nie ograniczają ich wykonania tylko do jednego producenta jak w klasie 49-er. Obecnie zawodnicy ścigający się na najwyższym światowym poziomie regatowym używają żagli kilku producentów (NORTH, OLIMPIC, TONI – TIO, ULLMAN). Każdy z tych producentów nadaje swoim żaglom swoiste cechy (głębokość, przesunięcie wybrzuszenia, dobór materiałów i gramaturę). Bardzo ważną rolę odgrywa zastosowanie odpowiedniego materiału. Takiego który nie będzie zbyt sztywny i pozwoli na prawidłowe układanie się żagla. Dakron nie może też być zbyt cienki, ponieważ fok jest żaglem, który niewątpliwie najszybciej się zużywa. Utrzymanie się na linii startu wymaga często całkowitego luzowania foka, łopot taki powoduje niszczenie żagla. Żagiel przedni mocno łamie się na kursach pełnych, kiedy to załogant dynamicznie pompuje spinakerem i zawietrznym brasem ociera o foka.





Zdj.3 Doskonale widoczne ocieranie zawietrznych brasów o foka podczas regat Pucharu Świata Sail Melbourne 2002 (na pierwszym planie załoga mistrzyń olimpijskich z Sydney Jenny Armstrong/Belinda Stowell)

Z własnej praktyki regatowej wiem doskonale że nie wystarczy dysponować dobrym żaglem, trzeba potrafić przede wszystkim go ustawić.

W dalszej części zostaną omówione podstawowe zagadnienia, związane z poszukiwaniem optymalnego ustawienia foka w żegludze regatowej, a

mianowicie efekt dyszy, rodzaje opływu, wpływ kształtu fok na charakter przepływu wiatru wokół grota.

### 3.1 Efekt dyszy (współdziałanie fok i grota)

W większości publikacji poświęconym tematyce żeglarskiej czytamy, że w rejonie, gdzie żagiel przedni jest w bliskości grota, przepływ wiatru ulega przyśpieszeniu w skutek istniejącego tam przewężenia, inaczej mówiąc dyszy. Jeżeli byłoby to prawdą należałoby się spodziewać intensywniejszych podciśnień. Jednak pomiary podciśnień na jachcie Papoose<sup>1</sup> jednoznacznie temu zaprzeczają.

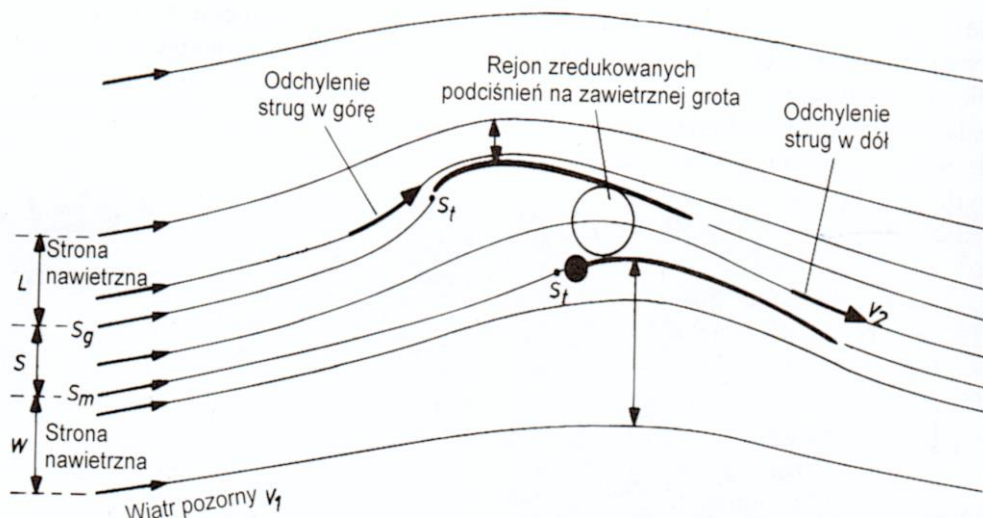
Wpływ fok objawia się w formie dużej redukcji podciśnień tuż za masztem. Wydawać by się mogło, że jest to czysta strata, ponieważ bez wpływu fok, podciśnienia w tym rejonie grota są znacznie większe, a więc korzystniejsze. Wniosek, który się nieodparcie nasuwa, jest taki, że większa sprawność dwóch współdziałających żagli w wytwarzaniu łącznej siły ciągu, w porównaniu z pojedynczym żaglem nie jest wynikiem większej sprawności grota, ale dużo większej sprawności fok.

Testy tunelowe<sup>2</sup> (rys.2) wskazują, że są dwa powody, dla których sprawność fok współdziałającego z grotem jest wyższa.

---

<sup>1</sup> PAPOOSE - nazwa jachtu na którym dwaj Amerykanie Warner i Ober w 1923 r. przeprowadzili badania laboratoryjne na jednostce naturalnej wielkości (dł. 5,13m, wys. 10,82 m). Testy miały na celu w warunkach lekkich wiatrów dokonać pomiarów ciśnień na fok i grocie w żegludze na wiatr.

<sup>2</sup> TESTY TUNELOWE - przeprowadzone przez Arvela Gentry częściowo przedstawione na rysunku 3 potwierdzają dwie konkluzje o wyższej sprawności fok współdziałającego z grotem, aniżeli suma sił produkowanych na każdym żaglu osobno.



Rys.2 Diagram wyjaśniający wpływ żagla przedniego na przepływ wiatru dookoła grota i foka (slot effect). Odległość oznaczona  $S$  pomiędzy liniami przepływu  $S_g$  i  $S_m$ , które dochodzą do krawędzi natarcia żagli w punktach wejścia  $S_t$  (punkt zero daje pojęcie o ilości powietrza, jakie musi przepłynąć pomiędzy żaglami. Zauważmy, że przekrój przepływu przed grotem i w rejonie pokrywania się żagli (miejsce oznaczone kółkiem na rysunku) rozszerza się w porównaniu oznaczonym  $S$  przed żaglami. Jest to pośrednim dowodem, że prędkość przepływu w tym miejscu zmniejsza się, a zatem ciśnienie musi wzrosnąć. Ten wzrost ciśnienia po zawietrznej grota może być tak duży, że wywołuje nawiewanie grota, tj. „trzepotanie” lub odwracanie wybrzuszenia grota tuż za masztem. Wskazuje to, że nadciśnienie na zawietrznej grota jest wyższe niż po stronie nawietrznej.

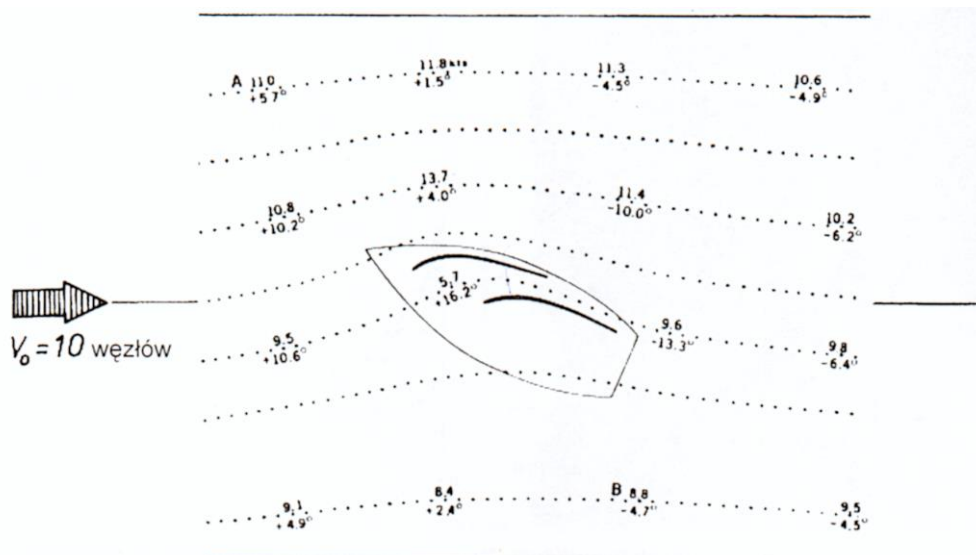
Przekroje oznaczone  $L$  (zawietrzna) i  $W$  (nawietrzna) dają pojęcie o ilości powietrza, jakie musi tam przepłynąć, zwiększając prędkość po zawietrznej stronie foka i zmniejszając prędkość po stronie nawietrznej grota. Zauważmy także, że z powodu wzajemnego oddziaływania żagli, strugi wiatru odchylają się w górę (upwash) przed wejściem na foka, a więc żagiel ten pracuje pod większym, efektywnym kątem natarcia. Dlatego, między innymi, na żaglach przednich powstają wyższe podciśnienia pod wpływem grota.

### **Konkluzja pierwsza:**

Jak wiadomo obecność żagli powoduje zmiany lokalne prędkości wiatru, tzn. w jednym miejscu prędkość przepływu wzrasta, a w innym maleje (rys.4)

Zauważmy że prędkość przepływu cząsteczek powietrza zbliżających się do rejonów pokrycia obu żagli (miejsce zaznaczone kółkiem na rys. 2) zmniejsza

się z 10 do 5,7 węzła (rys.4) Ten lokalny spadek prędkości przepływu wyjaśnia, dlaczego wartości podciśnień, zmierzone na zawietrznej grota, muszą być mniejsze – wymaga tego równanie Bernoulliego.<sup>3</sup>



Rys.3 Przedstawia łódź typu słup żeglującą na wiatr, wiejący z prędkością 10 węzłów. Linie przepływu wiatru są kropkowane, a wzdłuż nich podane są dwie liczby: górna podaje lokalną prędkość wiatru, a dolna lokalną zmianę kierunku wiatru.

### Konkluzja druga:

Rozpatrując z kolei sytuację na zawietrznej stronie foką zwróćmy uwagę, że lokalna prędkość przepływu w tym rejonie wzrosła z 10 do 13,7 węzła, więc zgodnie z równaniem Bernoulliego, wartości podciśnień na żaglu przednim muszą być znacznie większe aniżeli na grocie; co zostało potwierdzone przez pomiary na jachcie Papoose. Zysk w postaci znacznie wyższych wartości podciśnień na foką z nadwyżką kompensuje straty w podciśnieniu zmierzone na

<sup>3</sup> RÓWNANIE BERNOULLIEGO- w 1738 roku Daniel Bernoulli ustalił proste wzajemne stosunki, jakie występują pomiędzy dynamicznym i statycznym ciśnieniem i które mogą być mierzone w tej samej przepływającej strudze, mianowicie: SUMA TYCH DWÓCH CIŚNIEŃ W DOWOLNYM PUNKCIE STRUGI JEST STAŁA. Na cześć uczonego, który sformułował tą zależność, została ona nazwana równaniem Bernoulliego. KAŻDEMU WZROSTOWI PRĘDKOŚCI WIATRU(W OKREŚLONEJ STRUDZE) TOWARZYSZY RÓWNOCZESNY SPADEK CIŚNIENIA STATYCZNEGO I ODWROTNIE-GDY SZYBKOŚĆ PRZEPLÝWU WIATRU ZMNIJSZA SIĘ MUSI WZROSNAĆ W ODPOWIEDNIM STOSUNKU CIŚNIENIE STATYCZNE.

zawietrznej grota. Tak więc dwa współdziałające żagle produkują większą siłę ciągu aniżeli suma sił produkowanych na każdym żaglu rozpatrywanym oddzielnie.

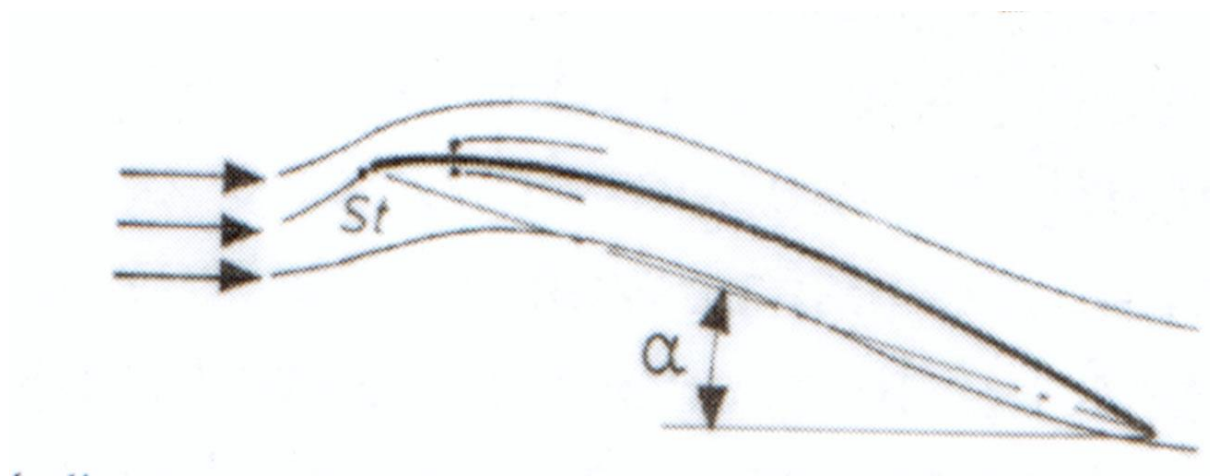
### 3.2 Rodzaje opływu (wskaźniki tell – tales)



Zdj. 1 Wzrok załogi skierowany na wskaźniki przepływu powietrza (tell-tales) umieszczone na fok.

W niewidocznym środowisku, jakim jest wiatr, przytwierdzone do żagla włókna wełny lub kawałki cienkiego dakronu zwane potocznie ickami, doskonale informują o przepływie wiatru wokół żagla. Wskaźniki te (z ang. tell-tales) mówią nam o tym czy żagiel jest ustawiony prawidłowo tzn. przepływ strug wiatru jest laminarny, lub turbulentny. Inaczej mówiąc dostarczają informacji o tym czy żagiel pracuje właściwie czy nie. Aby dobrze wypełnić swoje zadanie icki powinny być umieszczone w najbardziej wrażliwych miejscach żagla: w pewnej odległości od krawędzi natarcia, gdzie powstaje wir separacji oraz na liku tylnym żagla.

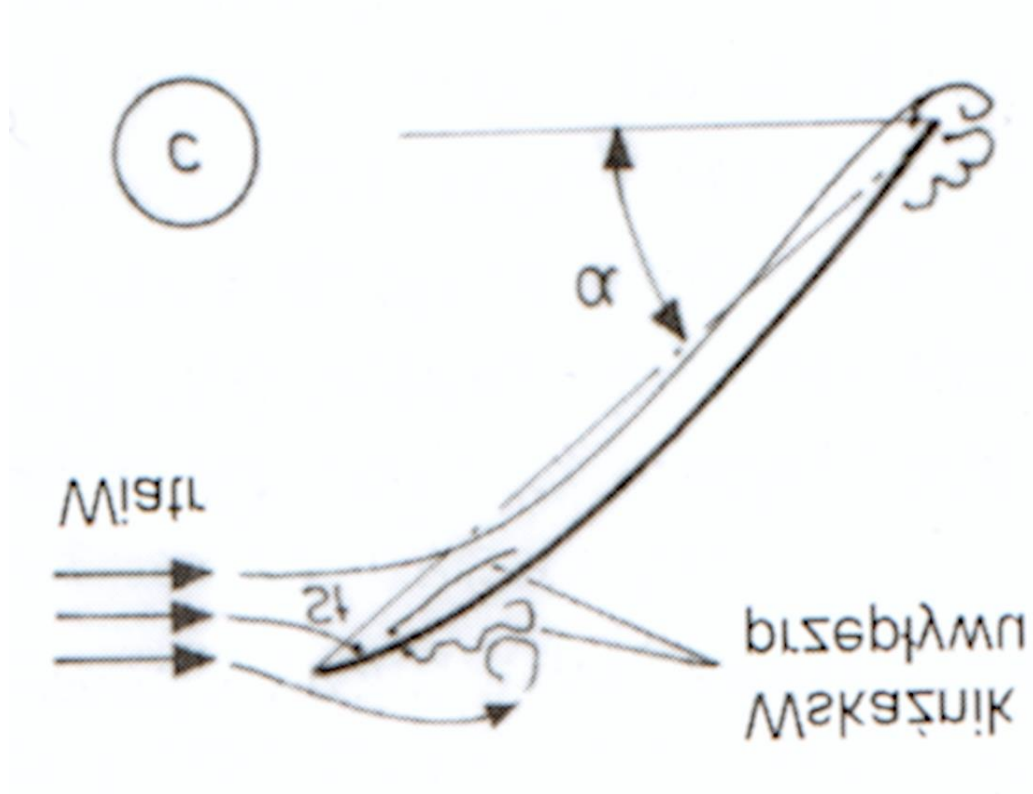
Żeglując na wiatr żagle powinny być dotrzymywane w taki sposób, aby wskaźniki po obu stronach liku przedniego ułożone były poziomo i równoległe względem siebie bez trzepotania (rys. 4)



Rys. 4 Żagiel przedni ustawiony pod idealnym kątem natarcia. Punkt wejścia strug wiatru znajduje się dokładnie na krawędzi natarcia żagla.

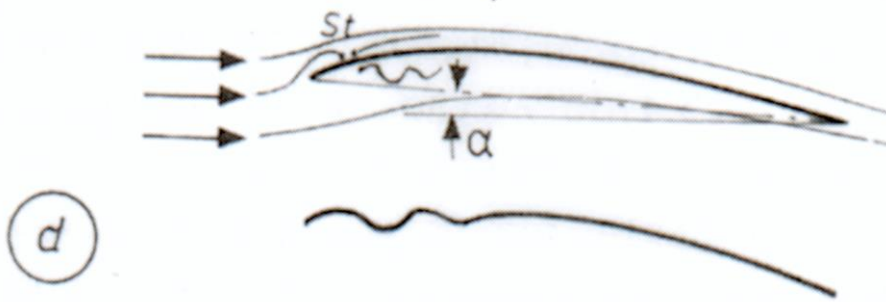
Jeżeli wskaźniki przepływu po zawietrznej stronie żagla zaczynają trzepotać i skręcać się (rys.5) oznacza to że znajdują się one w rejonie wiru separacji, który powstał w wyniku zbyt dużego kąta żeglugi w stosunku do wiatru pozornego. W praktyce oznacza to że należy poluzować foka lub wyostrzyć.





Rys.5 Jeżeli kąt natarcia żagla jest nieco większy niż w przypadku przedstawionym na rys.4, to punkt wejścia  $S_1$  wędruje na stronę nawietrzną, a na stronie zawietrznej formuje się lokalny wir separacji. Wskaźniki przepływu na stronie zawietrznej żagla, blisko krawędzi natarcia „odkrywają” wir separacji.

Jeżeli icki po nawietrznej stronie zaczynają trzepotać i skręcać się tak jak na rys. 6 oznacza to że fok ustawiony jest pod zbyt małym kątem do kierunku wiatru pozornego i nastąpić może łopot żagla. W praktyce oznacza to że „przeastrzamy” lub żagiel przedni jest za słabo wybrany. Jednak niewielkie trzepotanie nawietrznego icka jest daleko korzystniejsze aniżeli zawietrznego. Jest to całkowicie uzasadnione w warunkach silnego wiatru, gdy staramy się unikać niepożądanego nadmiernego przechyłu jachtu.



Rys.6 Drgający wskaźnik przepływu(tell tales) na nawietrznej stronie żagla blisko krawędzi natarcia informuje nas, że żagiel ustawiony pod zbyt małym kątem natarcia i może nastąpić łopot żagla.

### 3.3 Wpływ kształtu fok na charakter przepływu wiatru wokół grota

W wielu przypadkach fok, wskutek bądź wadliwego położenia wózków, bądź niewłaściwego ustawienia(wygięcia) masztu wywołuje niepożądane „nawiewanie” na grota.



Zdj. 2 Niewłaściwe ustawienie fok powoduje zjawisko nawiewania na grota (backwinding)



Jeżeli grot wzdłuż masztu (tj. w rejonie pokrycia przez żagiel przedni zaczyna się wyginać na stronę nawietrzną i ewentualnie łopocze, dowodzi to że ciśnienie w tym rejonie zawietrznej strony grota wzrosło powyżej ciśnienia po drugiej, nawietrznej stronie grota. Powodem takiego wzrostu lokalnego ciśnienia na nawietrznej stronie foka jest nadmierne wybrzuszenie w górnych jego partiach, które zależy od ugięcia sztagu. Myślę że nie muszę dodawać że nawiewanie na grota nie jest pożądane ponieważ znacznie obniża sprawność całego ożaglowania. Nawiewanie jest złem koniecznym podczas żeglugi silno wiatrowej, kiedy to należy mocno luzować szoty grota i nawet znacznie poluzowany fok powodował będzie „backwinding”. Poprzez zwiększenie naciągu sztagu możemy zmniejszać to zjawisko ale jest to metoda znacznie ograniczona sztywnością kadłuba i wytrzymałością takielunku. Używanie płaskiego foka z bardziej wybrzuszonym grotem w pewnym stopniu eliminuje zjawisko” nawiewania”

## **4. ZASADY REGULACJI FOKA NA PRZYKŁADZIE KLASY 470**

Żegluga na jachtach mieczowych wymaga szybkiego reagowania na zmiany siły i kierunku wiatru, tak więc szybka i trafna praca regulacjami znajdującymi się na pokładzie w głównej mierze decyduje o prędkości łodzi. Żeby swobodnie zamykać, otwierać, wybierać i luzować foka w następnym rozdziale przyjrzyjmy się bliżej jego regulacjom.

### **4.1 Regulacja naciągu liku przedniego foka**

Regulując napięcia liku przedniego foka mamy bezpośredni wpływ na przesunięcie wybrzuszenia profilu żagla i likwidację zmarszczek związanych z nierównomiernym napięciem materiału. Żeglując w warunkach średnio wiatrowych należy przesunąć brzuch foka do tyłu. Możemy to osiągnąć przez niewielkie poluzowanie liku przedniego. W tej sytuacji powinny pojawić się zmarszczki układające się prostopadle do sztagu. W miarę zwiększania się siły wiatru należy odpowiednio wybrać lik przedni foka, spowoduje to zanik zmarszczek tak jak widać to na zdj. 3 i przesunięcie wybrzuszenia do przodu.



Zdj.3 Prawidłowo wybrany lik przedni żagla powoduje zanik zmarszczek (właściwy kształt) i zmniejszenie oporu tarcia.

Podczas żeglugi w warunkach silnowiatrowych – 5 stopni w skali Beauforta i więcej, lik przedni foka powinien być mocno wybrany .

Praca likiem przednim foka bezpośrednio wpływa na zjawisko nawiewania żagla przedniego na grota.



Zdj.4 Niewłaściwa praca regulacją liku przedniego. Nie wybrany lik powoduje pojawienie się zmarszczek i zdeformowanie żagla, a co za tym idzie zwiększenie oporu tarcia.

## 4.2 Wybieranie i luzowanie szotów foka

Największy wpływ na prawidłowe ustawienie foka ma umiejętność wybierania szotów tego żagla. Poprawne ustawienie żagla przedniego podczas żeglugi bajdewindem tak, aby współgrał z grotem ma kluczowe znaczenie w prędkości jachtu. Za prawidłową pracę foka bezpośrednio odpowiada załogant i jego szybkość reakcji decyduje o optymalnym ciągu dyszy. Aby uniknąć zbyt dużego ciśnienia na żaglu w warunkach silnowiatrowych, załogant musi nieustannie pracować, tj. wybierać i luzować foka. Umiejętność luzowania żagli w szkwałach, a co za tym idzie zmniejszenie przechyłu łodzi i ciśnienia na żaglu powoduje znaczny przyrost prędkości.

Luzowanie foka podczas żeglugi bajdewindem możemy podzielić na trzy fazy.

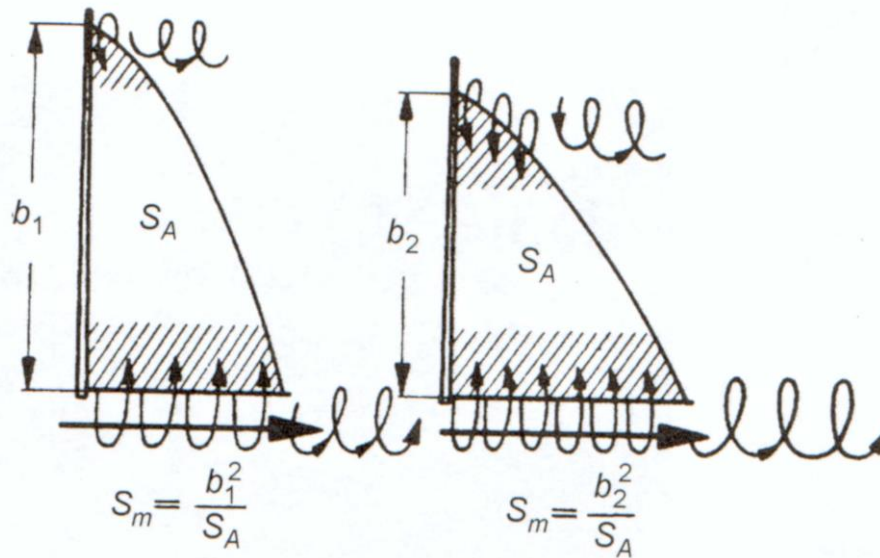
- Faza I - lekkie poluzowanie szotów foka około 3 cm powoduje otwarcie górnych partii żagla
- Faza II - mocniejsze poluzowanie szotów, poza zwiększeniem otwarcia góry żagla powoduje jednoczesne zwiększenie wybrzuszenia dołu foka.
- Faza III - całkowite wyluzowanie szotów powoduje łopot i brak ciśnienia. Dopuszczalne jest tylko w warunkach ekstremalnych, kiedy mimo luzowania grota łódź płynie w dużym przechyle.

## 4.3 Wysokość ustawienia foka na sztagu a opór indukowany

Duża szpara pomiędzy przednią, dolną częścią foka a pokładem umożliwia przepływ powietrza od nawietrznej na zawietrzną stronę żagla (zostało to pokazane na zdj. nr 5)

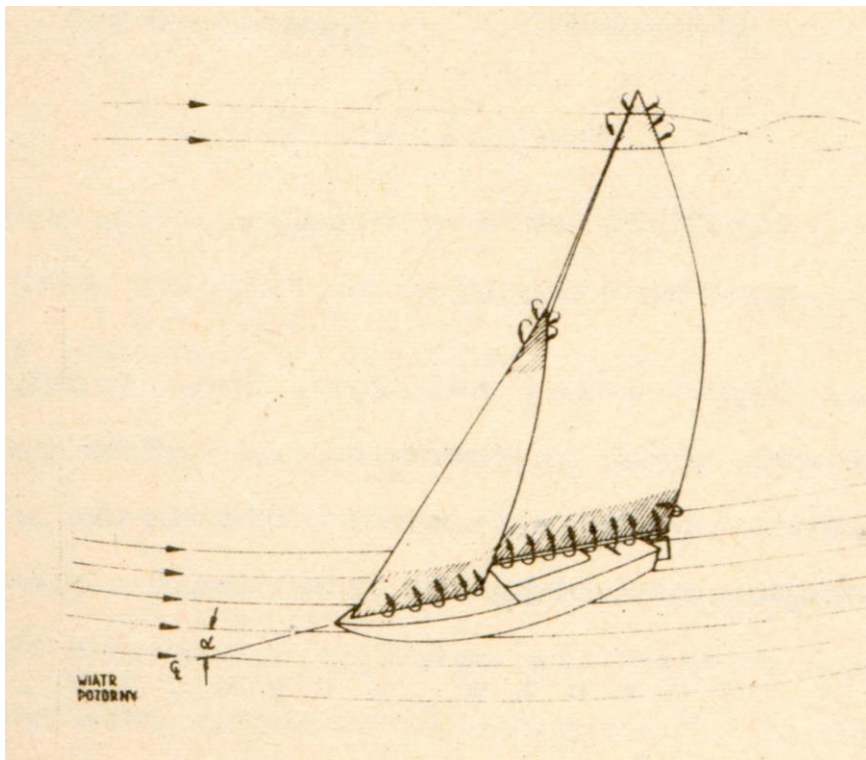
Powoduje to szkodliwe wyrównywanie się różnicy ciśnień, inaczej mówiąc- zwiększa opór indukowany<sup>4</sup>. Wielkość oporu indukowanego (K) nie jest wielkością stałą, lecz zależy od kształtu żagla jego skrętu i odległości od pokładu. Im większa jest różnica ciśnień tym większy jest opór indukowany.

Po zapoznaniu się z definicją łatwo sobie wyobrazić, że im bardziej smukły żagiel tym mniejszy opór indukowany (rys.7)



Rys.7 Wielkość strat brzegowych w zależności od smukłości żagla. Ze wzoru wynika że im bardziej smukły żagiel tym mniejsze straty.

<sup>4</sup> OPÓR INDUKOWANY- jest częścią oporu całkowitego, która wiąże się z uzyskaniem aerodynamicznej siły T a, która powstaje na skutek różnicy ciśnień po obu stronach żagla. Strugi wiatru dążą ze strony nawietrznej(nadciśnienie) na stronę zawietrzną(podciśnienie) Tam też ponad głowicą żagla i poniżej bomu powstaje skrętny ruch powietrza, który daje początek dwóm wirom ciągnącym się za żaglem. Oczywiście ten ruch wirowy połączony jest z pewnymi stratami.



Rys. 8 Opór indukowany występujący na żaglu. Strzałki obrazują miejsca najbardziej narażone na występowanie „strat brzegowych”



Zdj. 5 Za duża odległość foka od pokładu. Takie ustawienie żagla powoduje znaczny wzrost oporu indukowanego. Strugi powietrza ze strony nawietrznej przedostają się na stronę zawietrzną. Wyrównanie się podciśnień powoduje znaczne „straty brzegowe”.



Zdj.6 Prawidłowa wysokość foka od pokładu.

Należy jednak pamiętać, że wysokość foka nad pokładem zmienia się w momencie zmiany ustawienia masztu. Należy to niezwłocznie korygować!

#### **4.4 Praca wózkiem szotów foka (regulacja zamknięcia i otwarcia żagla)**

Do regulacji zamykania i otwierania foka służy wózek na szynie przymocowany do burt łodzi.

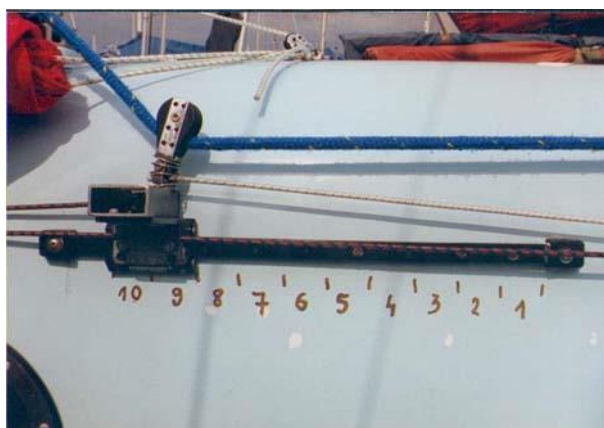
Część zawodników klasy 470 nie używa w swoich jachtach szyny z wózkiem, do którego przymocowany jest bloczek pełniący funkcję kipy. Zawodnicy ci mocują bloczek na linkach, którymi regulują jego ustawienie. Jednak obie regulacje umożliwiają sprawne zamykanie i otwieranie liku tylnego żagla podczas żeglugi. W zależności od warunków wietrznych sternik ustawia wózek na szynie tak, aby żagle optymalnie współpracowały. Mam na myśli prędkość przepływu powietrza pomiędzy pokrywającymi się żaglami i rozkład ciśnień na obu stronach współdziałających żagli. Żeglując w warunkach średnio



wiatrowych około 3 stopni B, góra foka powinna być zamknięta, tzn. wózek ustawiony z przodu szyny tak jak pokazano na zdjęciu 8.



Zdj.7 Lik tylny foka mocno zamknięty



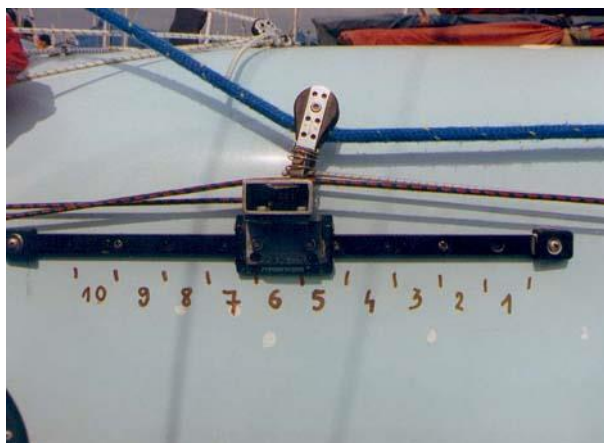
Zdj.8 Przesunięcie wózka do przodu, powoduje zamknięcie góry foka tj. na zdjęciu 7

Zdjęcie 8 doskonale obrazuje zamknięcie liku tylnego foka - wózek z przodu szyny. W miarę zwiększania się siły wiatru należy przesuwać wózek do tyłu, spowoduje to otwieranie góry foka. Zbyt mocne zamykanie górnych partii foka powoduje opisany wcześniej wzrost ciśnienia w miejscu pokrywania się żagli i nawiewanie na grota.





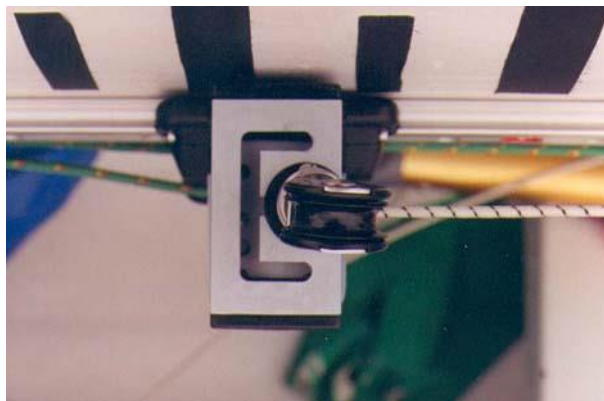
Zdj.9 Lik tylny foka mocno otwarty



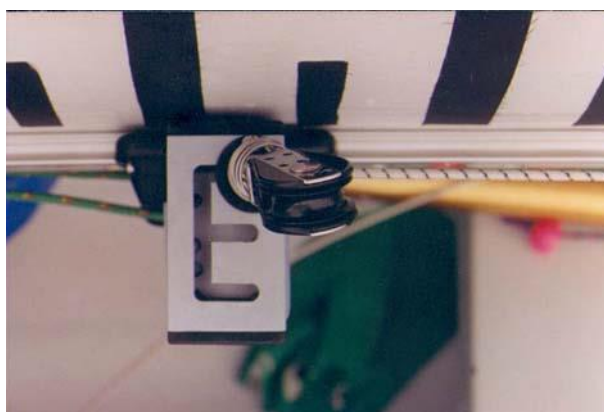
Zdj.10 Przesuwanie wózka do tyłu powoduje otwieranie się górnych partii żagla. Patrz zdj. 9

## 4.5 Regulacja położenia bloczka na wózku

Regulacja ta umożliwia przesuwanie rogu szotowego foka w płaszczyźnie poprzecznej. Zmiana położenia bloczka pokazana na zdjęciach 11 i 12 ma bezpośredni wpływ na kąt trymu foka względem diametralnej jachtu i jego prawidłową współpracę z grotem.

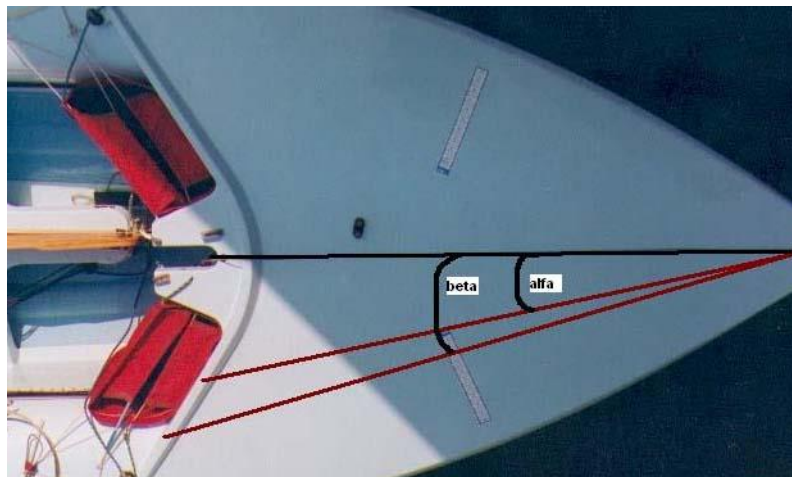


Zdj.11 Bloczek ustawiony w pozycji środkowej



Zdj.12 Bloczek ustawiony w pozycji ekstremalnie na zewnątrz (najdalej od diametralnej)

Żeglując w warunkach średnio wiatrowych 3 stopnie B należy ustawić bloczek najbliżej diametralnej jachtu, wtedy fok z diametralną będzie tworzył kąt alfa (patrz rys. 12). Żegluga w warunkach silnowiatrowych od 5 stopni B, wymaga zmiany kąta trymu grota, tworzy on znacznie większy kąt z diametralną niż w warunkach średnio wiatrowych. W tej sytuacji bloczek na wózku foka powinien znajdować się jak najdalej od diametralnej (zdj. 12) i tworzyć z nią kąt beta.



Zdj.13 W warunkach średnio wiatrowych bloczek na wózku ustawiamy najbliżej diametralnej (zdj.11) będzie on tworzył kąt alfa. W warunkach silnego wiatru wózek ustawiamy najdalej od diametralnej (płaszczyzna foka tworzy z diametralną kąt beta)

## 5. UWAGI KOŃCOWE

Optymalne ustawienie wszystkich opisanych przeze mnie parametrów powinno zapewnić prawidłowe ustawienie fok i jego właściwe współgranie z grotem. Należy pamiętać, że prędkość łodzi zależy w głównej mierze od siły ciągu wytwarzanej przez oba żagle. Fok pomimo tego, że jest żaglem mniejszym na jachcie jest dużo sprawniejszy i pełni równie ważną funkcję w wytwarzaniu siły ciągu. Od trymu przedniego żagla zależy ostrość łodzi. Wydajność fok jest dużo większa ponieważ na krawędzi natarcia nie posiada masztu i nie ulega jego szkodliwemu oddziaływaniu.

W swojej pracy opisałem zasadę działania regulacji, dzięki którym można trzymać fok w łodzi klasy czterysta siedemdziesiąt. Opisano również efekty zmiany trymu żagla i podano ich naukowe wytłumaczenie w sposób przystępny. Przystąpienie tych informacji pomoże zrozumieć pewne zjawiska, nie tylko początkującym zawodnikom. Wiadomo że w celu właściwego wykorzystania sprzętu żeglarskiego należy stale doskonalić wiedzę z zakresu teorii żeglowania, a zwłaszcza aero – i hydrodynamiki. Żeglowanie jest sumą wielu składników: ludzkiego umysłu, siły, potu i rzeczy materialnych. To właśnie człowiek odrobiną wyobraźni, logiki i pracy nadaje mu kształt. Testując ustawienia łodzi dochodzi do granic wytrzymałości własnych i sprzętu, wyciągając z niego maksimum, co przekłada się na wynik w sporcie.

W swojej pracy poruszyłem zaledwie jeden z aspektów, jedną składową całości, jednak jakże ważną. To żagle są motorem napędowym, który zwłaszcza młody żeglarz musi nauczyć się prawidłowo prowadzić. Tutaj w grę wchodzi milimetry, które mogą zdecydować o wejściu na najwyższe podium.

## Załącznik pierwszy. Wykaz symboli.

- $D$  - opór aerodynamiczny
- $D_i$  - opór indukowany
- $p$  - ciśnienie statyczne
- $q$  - ciśnienie dynamiczne
- $T_A$  - wypadkowa siła aerodynamiczna
- $b$  - wysokość żagla
- $S_a$  - powierzchnia ożaglowania
- $S_m$  - smukłość żagla(wydłużenie)
- $S_T$  - punkt wejścia strugi wiatru

## **Bibliografia**

1. Kurski W.: Wybrane zagadnienia z teorii żeglowania, Wyd. AWF, Gdańsk 1986
2. Marchaj Cz.: Teoria żeglowania. Aerodynamika żagla” Wyd. Almapress Warszawa 2000
3. Tomaszewski J.: Wizualizacja opływu na żaglu w trymowaniu łodzi regatowej (praca magisterska AWF Gdańsk 2000), Promotor doc. dr inż. Witold Kurski
4. Zawalski K.: Żeglarstwo – wykorzystanie wskaźników (tell – talles) w żegludze regatowej, Wyd. Sport Wyczynowy, nr 7, 1985 r nr 7 – 8
5. Zawalski K.: Żeglarstwo, Warszawa 1999, Centralny Ośrodek Sportu