

TEORIA ŻEGLOWANIA

1. Kursy względem wiatru

Kurs względem wiatru - kąt zawarty między dziobową częścią płaszczyzny symetrii kadłuba jachtu a kierunkiem wiatru.

KĄT MARTWY – składa się z dwóch kątów granicznych. Kąt w którym jacht nie może poruszać się do przodu.

BAJDEWIND - wiatr wieje skośnie od dziobu.

PÓŁWIATR - wiatr wieje prostopadle do płaszczyzny symetrii jachtu.

BAKSZTAG - wiatr wieje skośnie od rufy.

FORDEWIND - wiatr wieje od rufy, równoległe do płaszczyzny symetrii kadłuba jachtu.

Kursy jachtu względem wiatru



Kursy ostre – bajdewind i półwiatr (półwiatr jest na granicy podziału, niektórzy zaliczają go do kursów ostrych, inni już do pełnych).

Kursy pełne – baksztag i fordewind.

PRAWY HALS - kurs podczas którego wiatr wieje z prawej burty (prawej strony).

LEWY HALS - kurs podczas którego wiatr wieje z lewej burty (lewej strony).

BURTA NAWIETRZNA – w nią wieje wiatr.

BURTA ZAWIETRZNA – przeciwna do burty na którą wieje wiatr.

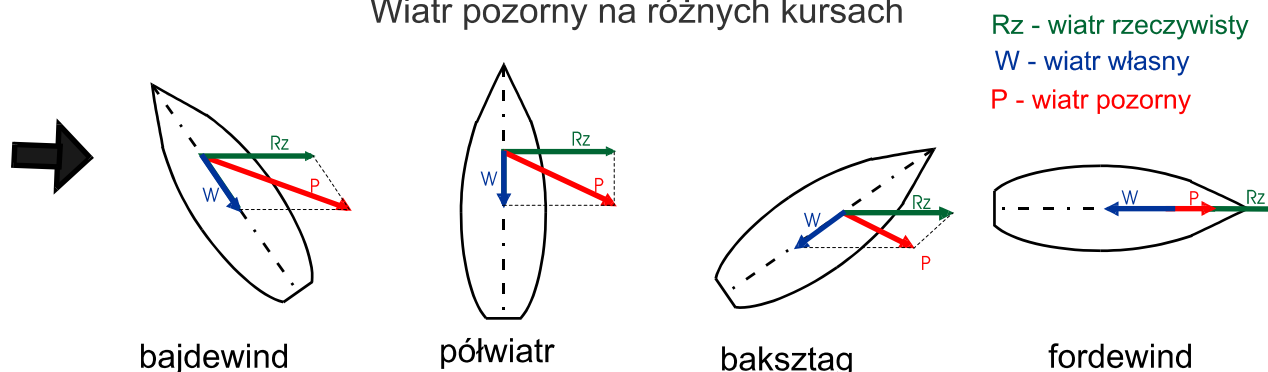
OSTRZENIE – zmiana kursu jachtu od kursów pełniejszych do kursów ostrzejszych (od fordewindu do bajdewindu).

ODPADANIE – zmiana kursu jachtu od kursów ostrzejszych do kursów pełniejszych (od bajdewindu do fordewindu).

2. Wiatr

- wiatr rzeczywisty – w odniesieniu do nieruchomego jachtu
- wiatr własny – ruch powietrza wywołany poruszaniem się jachtu, przeciwny do kierunku w którym porusza się jacht (przykład: jazda rowerem w bezwietrzny dzień)
- wiatr pozorny – wypadkowa wiatru rzeczywistego i własnego (wiatr działający na żagle i odczuwany na poruszającym się jachcie). Siła i kierunek wiatru pozornego zmieniają się w zależności od prędkości jachtu i kursu jachtu względem wiatru.

Wiatr pozorny na różnych kursach



Wskaźnikiem **wiatru pozornego** jest icoek (kawalek lekkiej taśmy) przymocowany do want. Natomiast wskaźnikiem **wiatru rzeczywistego** jest flaga powiewająca na lądzie, fale na jeziorze układające się prostopadłe do kierunku wiatru rzeczywistego. Bardzo ważną rzeczą jest uświadomienie różnic pomiędzy wiatrem pozornym i rzeczywistym i oszacowanie ich, niezwykle istotne przy manewrach: człowiek za burtą, bojka, dojściu do kei.

3. Siła aerodynamiczna, siła hydrodynamiczna - siły działające na jacht żaglowy podczas ruchu.

Na jacht podczas ruchu działają dwa żywioły: wiatr i woda. Wyobraźmy sobie, że jacht jest pestką z dopiero co zjedzonej wiśni, jeżeli ściśniemy taką pestkę dwoma palcami to co się stanie? Pestka wyskoczy do przodu.

Na jeziorze funkcję jednego palca pełni wiatr a drugiego woda.

Na wybrane żagle pod wpływem wiejącego wiatru zaczyna działać siła aerodynamiczna (gr. aeros = powietrze).

Na kadłub zanurzony w wodzie działa siła hydrodynamiczna (gr. hydor = woda). Im silniej na żagle działa siła aerodynamiczna tym prędzej jacht wyskoczy do przodu (im silniej ściśniemy mokrą pestkę tym szybciej i dalej pomknie). I z drugiej strony im silniej działa siła aerodynamiczna na żagle tym większy opór boczny stawia kadłub jachtu, jacht pokonuje siły tarcia i rusza do przodu. Nie może ruszyć w bok bo potrzeba bardzo dużej siły aby pokonać tarcie w tym kierunku, jacht wytracony ze stanu równowagi (spoczynku) wymyka się tam gdzie trzyma go najmniejsza z sił – siła tarcia wzdłuż burt.

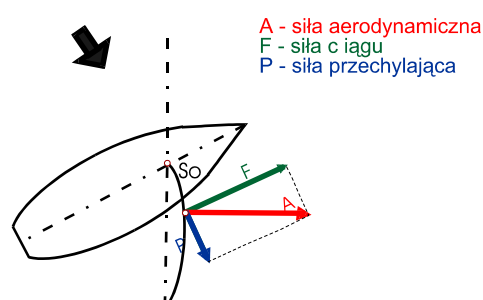
Siła aerodynamiczna – wiatru.

Wiatr pozorny powoduje powstanie siły aerodynamicznej A można ją rozłożyć na dwie składowe:

- siłę ciągu F (skierowaną zgodnie z kursem jachtu) od niej zależy prędkość jachtu do przodu.
- siłę przechylającą P (działającą prostopadłe do siły ciągu) od niej zależy przechył i dryf jachtu.

Siła aerodynamiczna zmienia się w zależności od kursu jachtu względem wiatru.

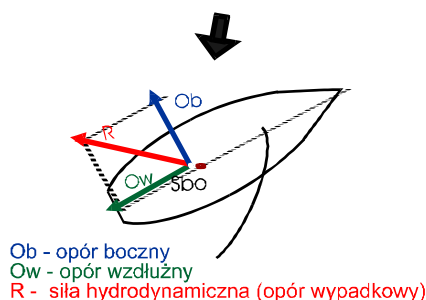
Główne składowe siły aerodynamicznej



Siła hydrodynamiczna – wody.

Napór wody powoduje powstanie siły oporów hydrodynamicznych R możemy rozłożyć ją na dwie składowe:

Główne składowe siły hydrodynamicznej



- opór wzdłużny Ow (działający równolegle do płaszczyzny symetrii jachtu) przeciwstawiający się ruchowi jachtu do przodu czyli siła tarcia.
- opór boczny Ob (działający prostopadle do płaszczyzny symetrii jachtu) przeciwdziałający dryfowi, powodujący przechył jachtu, też siła tarcia tylko o wiele, wiele większa.

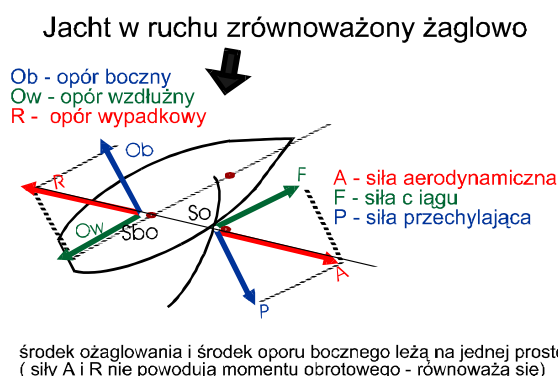
Przykład z przesuwaniem w wodzie płaskiej płyty.

Opór hydrodynamiczny zwiększa się wraz ze wzrostem szybkości jachtu.

Podczas ruchu, przy małej powierzchni bocznej kadłuba jacht mocniej dryfuje. Przy zwiększonej powierzchni bocznej dryf zmniejsza się (opuszczenie miecza zwiększa powierzchnię boczną). Przy nadmiernym przechyle zmniejsza się powierzchnia boczna kadłuba - jacht silniej dryfuje.

4. Zawietrzność – Nawietrzność. Zrównoważenie żaglowe.

Zrównoważenie żaglowe jachtu – występuje wtedy gdy jacht płynie ustalonym kursem (bez tendencji do skręcania) ze sterem w pozycji '0' czyli płetwa sterowa ustawiona jest w diametralnej jachtu. Uzyskuje się taki stan poprzez odpowiednie ustawienie żagli.

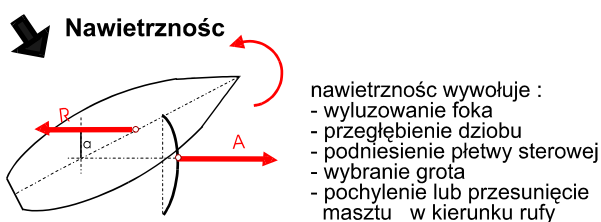


Gdy nie można uzyskać stabilnego kursu ze sterem w pozycji '0' poprzez odpowiednie ustawienie żagli i jacht wykazuje tendencje do ostrzenia bądź odpadania. Mówimy, że jacht jest nawietrzny (ostrzy) lub zawietrzny (odpada).

Jacht jest zrównoważony gdy siła aerodynamiczna A przyłożona w środku ożaglowania So i siła oporów hydrodynamicznych R przyłożona w środku bocznej powierzchni oporu Sbo kadłuba leżą na tej samej prostej.

Nawietrzność.

Środek oporu bocznego leży przed środkiem ożaglowania

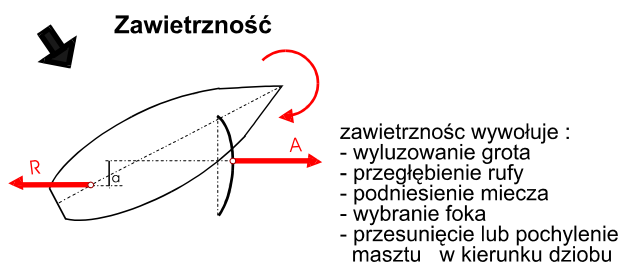


Jeżeli przesuniemy środek ożaglowania w stronę rufy lub środek bocznej powierzchni oporu w stronę dzioba powstanie moment obrotowy wywołujący skręt jachtu w stronę wiatru – jacht stanie się nawietrzny.

Zawietrzność.

Jeżeli przesuniemy środek ożaglowania do przodu lub środek bocznego oporu do tyłu, powstanie moment obrotowy wywołujący skręt jachtu od wiatru – jacht stanie się zawietrzny.

Środek oporu bocznego
leży za środkiem ożaglowania



Położenie środka bocznego oporu i środka ożaglowania nie jest stałe, zmienia się wraz ze wzrostem siły wiatru i prędkości jachtu – tak że wzrasta nawietrzność jachtu. Dla nowoczesnych jachtów zwiększenie przechyłu również wywołuje wzrost nawietrzności. Mniejsze jachty projektuje się przeważnie tak aby były nieznacznie nawietrzne – ułatwia to ostrzenie jachtu przy szkwałach podczas kursów ostrych.

5. Praca żagli

Siła aerodynamiczna – kolejna odsłona.

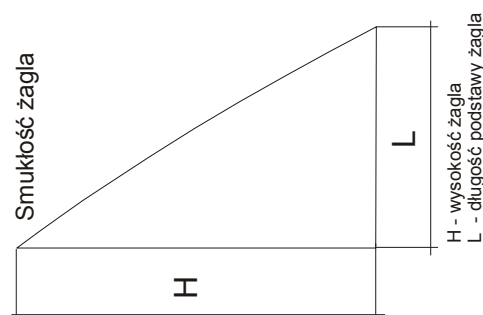
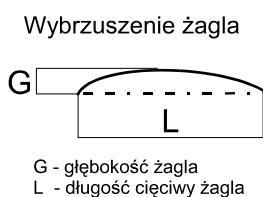
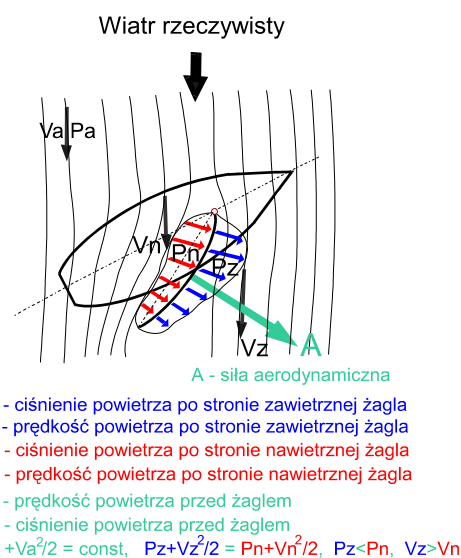
Strugi wiatru opływając żagiel dzielą się na dwie części: nawietrzną i zawietrzną.

Od strony nawietrznej tworzy się nadciśnienie (ciśnienie większe od atmosferycznego w wyniku spiętrzenia na przeszkodzie) i podciśnienie (ciśnienie niższe od atmosferycznego w wyniku przesłonięcia przeszkodą). Przykład z kartką papieru przyciśniętą wiatrem do ściany.

Pojawienie się podciśnienia i nadciśnienia wywołuje powstanie siły aerodynamicznej A skierowanej w przybliżeniu prostopadle do cięciwy żagla z kierunku od nadciśnienia do podciśnienia (zasada wyrównania energii, ciepły termos oddaje ciepło zimniejszemu otoczeniu, powietrze z przekłutego balonika uchodzi na zewnątrz do otoczenia gdzie ciśnienie powietrza jest niższe niż w baloniku).

Wielkość siły aerodynamicznej zależy od:

- szybkości wiatru rzeczywistego
- powierzchni żagla
- kąta natarcia (kąta pomiędzy cięciwą żagla a kierunkiem wiatru pozornego)
- kształtu żagla (profilu, wybrzuszenia, smukłości)
- właściwości tkaniny żagla (gładkości, sztywności, przepuszczalności, wytrzymałości)
- kąta przechyłu (im większy – tym mniejsza powierzchnia żagla wystawiona na wiatr – tym mniejsza wartość siły aerodynamicznej)



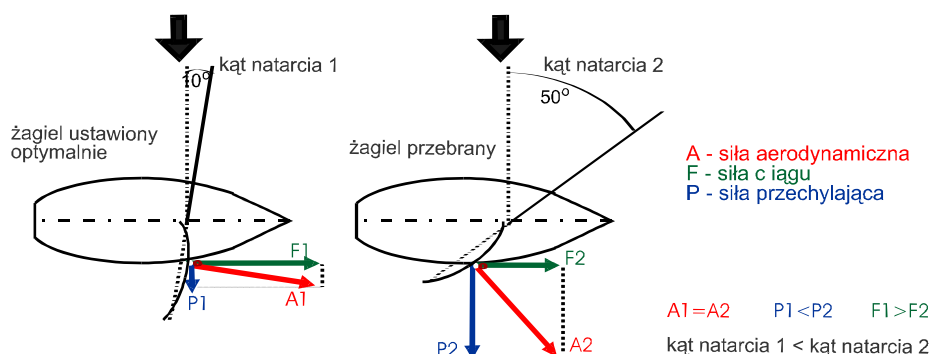
Wartość siły aerodynamicznej A rośnie wprost proporcjonalnie do kwadratu prędkości wiatru pozornego opływającego żagiel, gęstości strugi wiatru i powierzchni żagla.

Nie zależy natomiast wprost proporcjonalnie od kąta natarcia (**kąt natarcia** – kąt między cięciwą żagla a kierunkiem wiatru pozornego).

Przy kątach natarcia od 90° do 45° siła aerodynamiczna niewiele się zmienia, od 45° do 10° wzrasta znacznie i poniżej 10° gwałtownie spada.

Kąt natarcia powinien być mniejszy przy silniejszym i większy przy słabszym wietrze.

Optymalny kąt natarcia przy żegludze od bajdewindu do ostrego baksztągu to 10° – 20° . Przy dalszym odpadaniu wartość optymalnego kąta natarcia wzrasta aby w fordewindzie osiągnąć wartość 90° .



Zbyt mocno wybrane żagle prowadzą do zmniejszenia prędkości jachtu i zwiększenia dryfu i zwiększenia siły przechylającej.

Zbyt słabo wybrane żagle wywołują spadek prędkości jachtu wskutek zmniejszenia wartości siły aerodynamicznej.

Zasada ustawiania żagli:

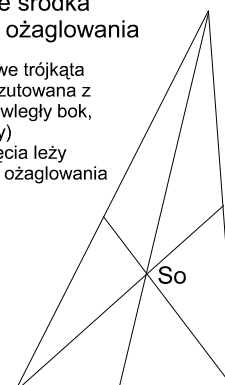
- w ostrym bajdewindzie szoty powinny być wybrane,
- od bajdewindu do półwiatru prawidłowe ustawienie żagla następuje wtedy gdy żagiel jest na granicy łopotu, czyli minimalne wyluzowanie szotów wywołuje łopot żagla,
- od półwiatru do fordewindu żagle powinny być stopniowo luzowane tak aby w fordewindzie bom grota znajdował się przy wantach (uwaga na salingi, jeżeli za mocno wyluzujemy grota, płótno żagla będzie się przecierało na ostrych krawędziach salingów, zalecane jest założenie osłon na zakończenia salingów aby uchronić żagiel przed zniszczeniem).

Zasada znajdowania środka geometrycznego ożaglowania

Wyznaczamy środek geometryczny foka i grota a następnie przy pomocy formuł przeliczeniowych bądź metod wykreślnych znajdujemy wypadkowy środek ożaglowania.

Znajdowanie środka geometrycznego ożaglowania

Wyznaczamy środkowe trójkąta (środkowa - prosta zrzutowana z wierzchołka na przeciwległy bok, dzieląca go na połowy)
W miejscu ich przecięcia leży geometryczny środek ożaglowania S_o .



6. Działanie steru

Na wychyloną płetwę sterową działa siła naporu mas wody P (), można ją rozłożyć na dwie składowe:

- siłę obracającą F_o
- siłę hamującą F_h (dodatkowy opór)

Siła naporu mas wody jest prostopadła do powierzchni płetwy sterowej. Siła hamująca jest skierowana przeciwnie do kierunku ruchu a siła obracająca skierowana jest prostopadle do osi symetrii jachtu.

Wychylenie płetwy sterowej wywołuje skręt jachtu. Optymalnym kątem wychylenia płetwy sterowej przy którym osiąga się maksymalną wartość skrętu bez nadmiernego hamowania jest kąt $30^\circ - 40^\circ$. Gdy musimy skręcić szybko i dodatkowo zależy nam na wytraceniu prędkości układamy ster na burtę (maksymalnie odchylamy ster).

7. Stateczność jachtu - zapobieganie wywrotkom.

Siła aerodynamiczna A i hydrodynamiczna R działają na różnych wysokościach, dlatego powstaje moment obrotowy przechylający jacht. Zdolność jachtu do powrotu do pozycji pionowej (początkowej) nazywa się statecznością.

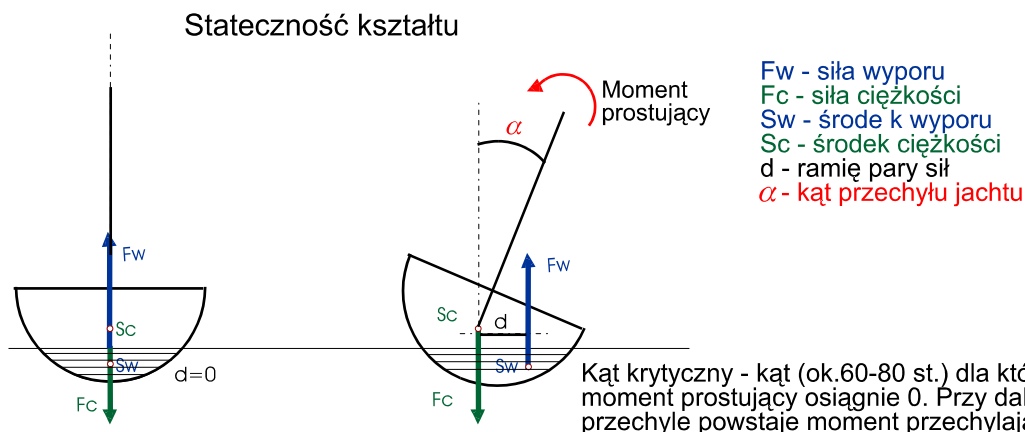


Stateczność poprzeczną (przeciwdziałanie przechyłom jachtu na burtę) może zapewnić:

- odpowiedni kształt kadłuba (stateczność kształtu),
- balast (stateczność ciężaru),

W rzeczywistości jachty wykorzystują zarówno stateczność kształtu jak i ciężaru, ale lekka łódka mieczowa typu Omega bazuje w większym stopniu na stateczności kształtu a duży jacht morski korzysta w większym stopniu ze stateczności ciężaru.

Stateczność kształtu



Charakterystyczna dla jachtów mieczowych, środek ciężkości S_c znajduje się powyżej środka wyporu S_w .

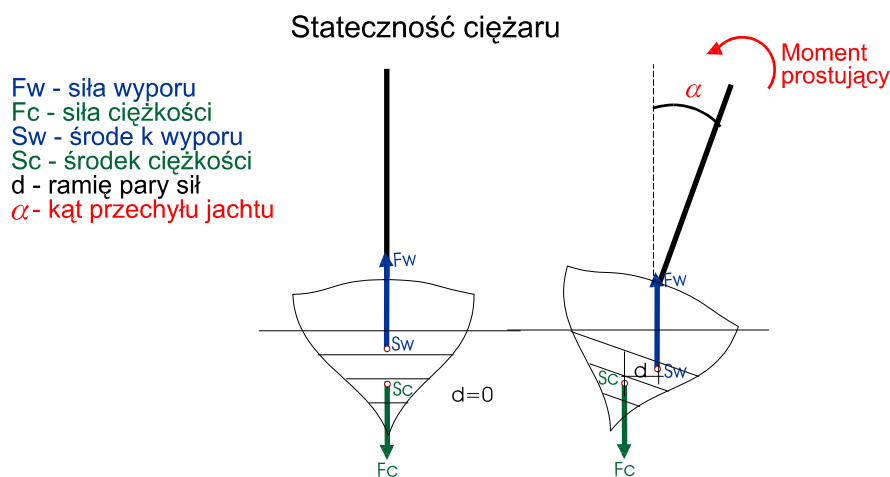
W pozycji pionowej siła ciężkości i siła wyporu leżą na tej samej prostej ich działanie znosi się.

Podczas przechyłu, położenie środka ciężkości nie zmienia się natomiast położenie środka wyporu „ucieka” w bok w stronę przechyłu, powstaje moment sił.

Największy moment prostujący występuje przy 30 – 45°, potem wartość momentu prostującego maleje i przy kącie krytycznym wynoszącym około 60° – 80° spada do zera. Potem przyjmuje wartości ujemne czyli moment prostujący staje się momentem przechylającym i pomaga wywrócić jacht.

Jeżeli jacht mimo balastowania osiąga wartości większe od kąta przy którym występuje największy moment prostujący należy **wyluzować szoty**, jeżeli taka sytuacja powtarza się należy **zmniejszyć powierzchnię ożaglowania**.

Stateczność ciężaru.



Przy kącie przechyłu 90 st. moment prostujący osiąga wartość maksymalną, wraz z dalszym przechylem maleje aby przy kącie przechyłu ok. 135 - 140 st. osiągnąć wartość 0.

Po przekroczeniu sterfy zerowej pojawia się moment przechylający.

Występuje na jachtach balastowych.

Środek wyporu S_w znajduje się powyżej środka ciężkości S_c .

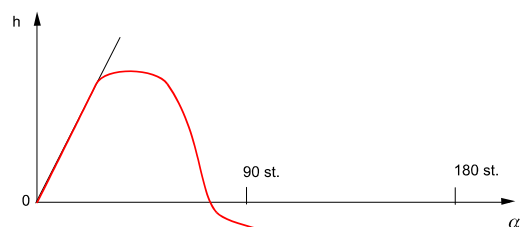
W miarę wzrostu kąta przechyłu α ramię sił rośnie aż do kąta 70° – 90° (w zależności od typu jachtu). Czyli im mocniej przechylił się jacht balastowy tym większy moment prostujący pojawia się aż do wartości ok. 90°, potem wartość momentu prostującego stopniowo maleje by przy wartości ok. 135° (wartość orientacyjna zależna od typu jachtu) osiągnąć 0°.

Teoria o niewywracalności jachtów balastowych to tylko teoria. Każdy jacht się przewraca i żaden slogan tego nie zmieni. Przykładem mogą być ostatnie smutne wydarzenia z 17 sierpnia 2000 roku na jeziorze Niegocin gdzie kilka „kabinówek” zrobiło grzybka (przewróciło się do pozycji masztem do dołu i kadłubem do góry).

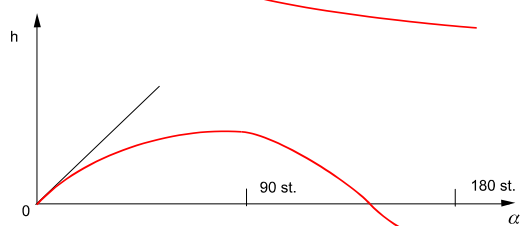
Krzywa ramion prostujących - krzywa Reeda, przykłady

 α - kąt przechyłu

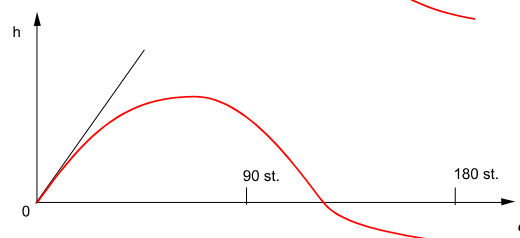
h - ramię prostujące



- lekki jacht mieczowy



- jacht balastowy o wąskim kadłubie i dużym balaście



- jacht balastowy o szerokim kadłubie i niedużym balaście