



Lech Tolkacz

MAŁE JACHTY MOTOROWO – ŻAGLOWE

Wydanie II rozszerzone

Wydano za zgodą Dziekana WTMiT ZUT w Szczecinie , Szczecin 2014
e'book

Okladka: jacht autora; foto Grzegorz Zosiuk

Spis treści

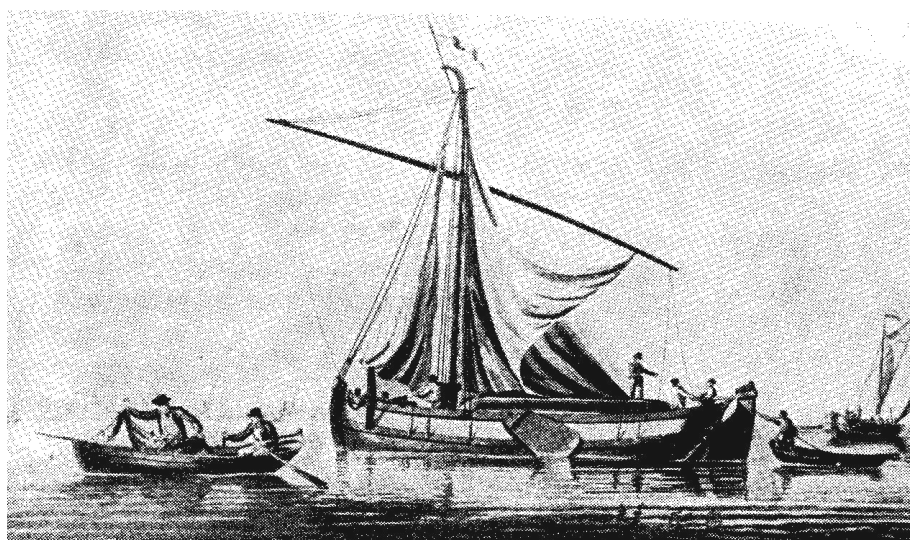
Wprowadzenie.....	5
1. Jachty żaglowe.....	7
2. Jachty motorowe.....	15
3. Akweny żeglowne	27
4. Jachty motorowo – żaglowe.....	36
5. Drzewca i takielunek.....	46
6. Energetyka małych jachtów motorowo – żaglowych.....	54
7. Alternatywy wyboru jachtu.....	63
8. Współpraca silnika napędowego z żaglami.....	74
Bibliografia	77
Suplement	78

Wprowadzenie

Na śródlądowych i morskich akwenach pojawia się coraz więcej miłośników wypoczynku na wodzie. W ich użytkowaniu znajdują się turystyczne jednostki pływające napędzane siłą mięśni ludzkich (kajaki, łodzie wiosłowe) a także energią zewnętrzną. Te ostatnie można podzielić na dwie kategorie: łodzi i jachtów. Pierwsza z nich pozwala na odbywanie krótkich rejsów w porze dziennej; druga – pozwala na odbywanie autonomicznych rejsów wielodobowych.

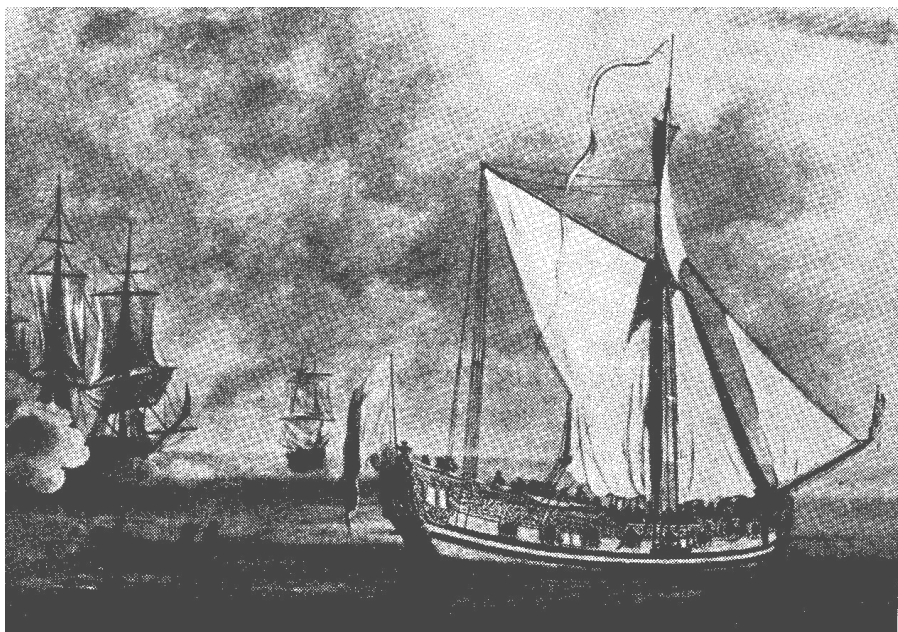
Rejsy wielodobowe wymagają bardziej złożonej konstrukcji jednostek pływających i bogatszego wyposażenia charakterystycznego dla jachtów. Są one coraz bardziej pożądanym mobilnym obiektem turystyki wodnej.

Współczesne jachty wzięły swoją nazwę od XVII – wiecznych holenderskich jednostek żaglowych zwanych „jogtami”.



Rys.1. Jachty (jogty) holenderskie na sztychu Van de Veldea
Źródło: [5]

Były one wyposażone w ożaglowanie i z reguły w boczne miecze oraz pomieszczenia załogowe i pasażerskie. Używane do rozlicznych celów - głównie komunikacyjnych - zyskały sobie miano „wodnych karet”. Spopularyzował je król angielski Karol II a jednym z jego prywatnych jachtów był „Portsmouth” zbudowany przez Phineasa Petta . Sylwetkę tego jachtu prezentuje obraz Van de Veldea z roku 1675.



Rys.1.2. Jacht Karola II „Portsmouth”. Obraz Van de Veldea
Źródło:[5]

W roku 1661 z udziałem tego jachtu rozegrano pierwsze regaty koronowanych głów wspomaganych przez zawodowe załogi a ruch związany z użytkowaniem jachtu został określony mianem jachtingu.

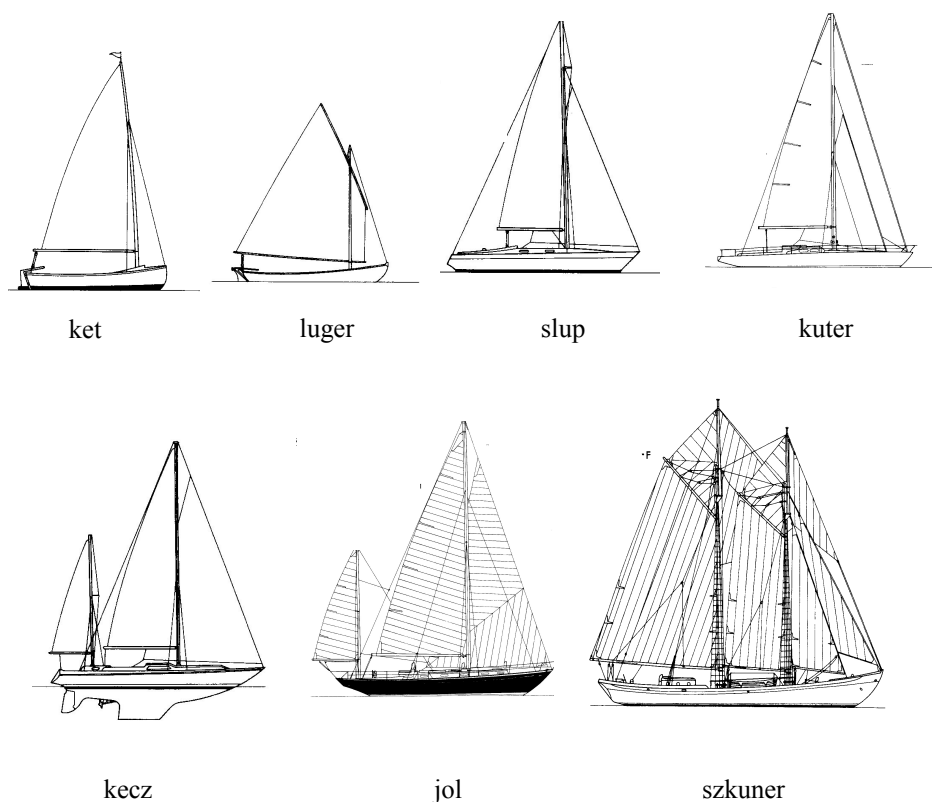
Współczesny jachting jest nieodłącznym elementem rozwijającej się cywilizacji a najistotniejszą jego cechą jest masowość. Świat jachtingu można podzielić na trzy części: największa z nich związana jest z turystyką wodną, inna znacząca część obejmuje rekreację dzienną i wreszcie jest część regatowa. Przez całe stulecia wielka turystyka wodna pozostawała w cieniu zmagających sportowych. Ale od kilku dziesięcioleci dzięki bogaceniu się społeczeństw „na fali” znajduje się turystyka wodna uprawiana na jachtach turystycznych.

Istnieje pięć podstawowych kryteriów jakie powinien spełniać jacht turystyczny [7]: dobre właściwości nautyczne, komfort, bezpieczeństwo, łatwość obsługi (również jednoosobowo) i samowystarczalność – czyli jak najmniejsza zależność od lądu a także przydatność do żeglugi po określonych akwenach.

1. Jachty żaglowe

Pierwsze jachty – podobnie jak ówczesne statki- wyposażone były tylko w pędniki wiatrowe zwane żaglami oraz drzewca (maszty , bomy, reje, rozprza) stanowiące konstrukcję nośną żagli. Współczesne turystyczne jachty żaglowe wyposażone są także w pędniki śrubowe wprawiane w ruch z reguły stacjonarnymi lub przyczepnymi silnikami spalinowymi a sporadycznie - elektrycznymi; jednak podstawowym ich pędnikiem są w dalszym ciągu żagle. Jachty żaglowe (żaglowo – motorowe) są jednostkami o pośredniej wielkości pomiędzy – zwykle otwartopokładową - „małą żagłówką” a dużym żaglowcem. Przyjmuje się że granicą pomiędzy jachtem żaglowym a statkiem żaglowym jest długość wynosząca 24 m.

Konfiguracja żagli łącznie z drzewcami i olinowaniem tworzy typy ożaglowania. Jachty żaglowe posiadają z reguły jeden z siedmiu najczęściej występujących typów, które ilustruje rys. 1.3. Są nimi: ket, luger, słup, kuter, kecz, jol i szkuner.



Rys.1.3. Typy ożaglowań jachtów.
Źródło: [7]

Ket – charakteryzuje się pojedynczym masztem (występującym często bez stałego olinowania) umieszczonym blisko dziobu, który niesie jeden trójkątny żagiel.

Luger – wyposażony jest w pojedynczy maszt, rejkę i bom sięgający przed maszt oraz w trapezowy żagiel.

Slup – wyposażony w pojedynczy maszt (grotmaszt) i bom; niesie dwa żagle trójkątne: grot i fok.

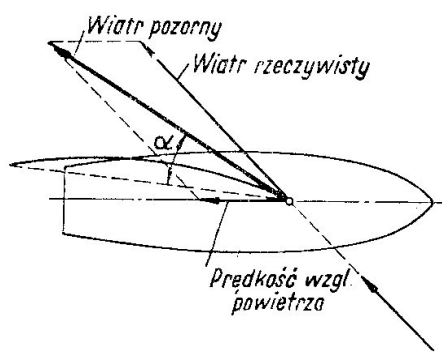
Kuter – jest również wyposażony w pojedynczy maszt i bom, które niosą trzy lub więcej żagli trójkątnych : grot oraz apsle (fok, latacz i ewentualnie kliwer). Kuter występuje także w odmianie gaflowej z grotżaglem trapezowym .

Kecz charakteryzuje się dwoma masztami wyposażonymi w bomy. Przednim masztem jest grotmaszt, tylnym - bezanmaszt, który posadowiony jest przed trzonem sterowym. Drzewca niosą trzy żagle trójkątne (fok, grot i bezan)

Jol różni się od kecza tym, że jego bezanmaszt usytuowany jest za trzonem sterowym jachtu.

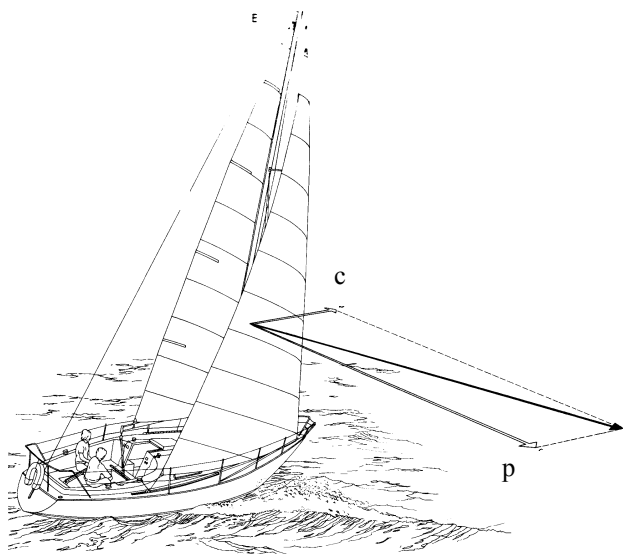
Szkuner wyróżnia się tym, że jego grotmaszt usytuowany jest za fokmasztem. Poza grotem i fokiem o kształtach trójkątnych lub trapezowych, jego ożaglowanie składa się również z trójkątnych sztaksli wypełniających wzdłużną płaszczyznę pionową tego typu ożaglowania.

W zaprezentowanych typach ożaglowań dominują żagle trójkątne i trapezowe. Są one pędnikami przyjmującymi postać płata nośnego, zamieniającego energię wiatru na energię ruchu jednostki pływającej. Kierunek nacierającego na ten płat powietrza (wiatru pozornego) nie jest zgodny z kierunkiem wiatru rzeczywistego lecz jest wypadkowym kierunku tego wiatru i chwilowego kierunku ruchu jachtu.



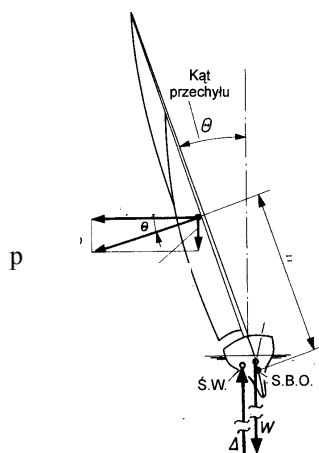
Rys.1.4. Wiatr rzeczywisty i pozorny
Źródło: [8]

Wiatr pozorny powoduje powstanie siły, która działa niemal prostopadle do powierzchni żagla a jej składowe stanowią: siła ciągu (o kierunku działania zgodnym z kierunkiem ruchu jachtu) oraz prostopadła do niej siła przechylająca.



Rys.1.5. Siły działające na żagiel
Źródło: [7]

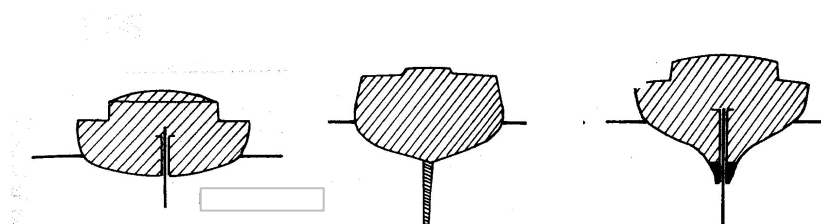
Niewielka siła ciągu (c) nadaje jachtowi prędkość natomiast siła przechylająca (p) powoduje jego przechył boczny i dryf.



Rys.1.7. Składowe siły przechylającej. Ramię momentu przechylającego. Siły momentu prostującego
Źródło: [7]

Zjawiska będące wynikiem przechyłu są niepożądane i stanowią o liniowej stateczności kursowej (utrzymywaniu kursu o kierunku zgodnym z kierunkiem przebiegu osi jachtu) determinującej dokładność osiągnięcia pożądanego celu oraz o kątowej stateczności poprzecznej, wpływającej na bezpieczeństwo żeglugi. Zmniejszanie ich skutków realizowane jest poprzez stosowanie stateczników kursu i balastowanie jachtu.

W lekkich jednostkach pływających rolę stateczników kursu pełnią miecze; natomiast funkcję balastu przemieszczanego na nawietrzną burtę pełnią członkowie załogi. W jednostkach przeznaczonych do pływania po akwenach o dużej dynamice falowania, obydwie te funkcje pełnią płetwy balastowe. Pośrednie rozwiązania stanowią konstrukcje balastowo – mieczowe.



jacht mieczowy

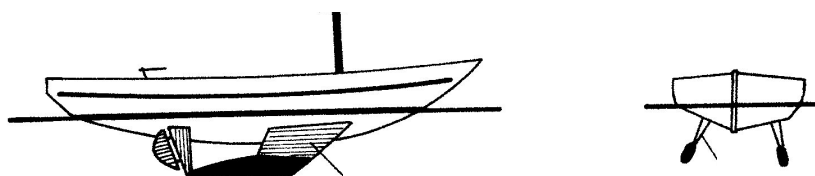
jacht balastowy

jacht mieczowo-balastowy

Rys.1.8. Klasyczne miecze i płetwy balastowe

Źródło: [1]

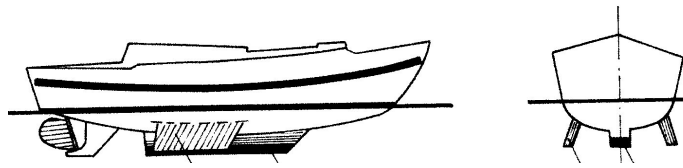
Poza rozwiązaniami klasycznymi pojawiają się także konfiguracje wielopłetwowe. Przykład jachtu z dwoma bocznymi płetwami balastowymi prezentuje rysunek 1.9.



Rys.1.9. Jacht „Blue Bird” z bocznymi płetwami balastowymi (rok budowy – 1924)

Źródło: [1]

Jacht z trzema płetwami balastowymi pokazuje rysunek 1.10.



Rys. 1.10. Jacht z trzema płetwami balastowymi. 1- płetwa boczna; 2- centralna płetwa balastowa
Źródło: [1]

Jachty z trzema płetwami balastowymi występują w dwóch odmianach: lekkiej – z lekkimi bocznymi płetwami i ciężką płetwą centralną, lub odmianie ciężkiej z cienkimi płetwami bocznymi i lekką płetwą centralną.

Rozwój zainteresowania jachtami wielopłetwowymi wynika z pozytywnych doświadczeń praktycznych, w których układy płetw zapewniają możliwość ustawienia jachtów na dnie morskim podczas fazy odpływu lub „zimowania” jachtów na lądzie bez konieczności stosowania złożonego dodatkowego oprzyrządowania. Ale jedną z istotnych cech tego rozwiązania przeciwdziałające dryfowi jest opór boczny stawiany przez konfiguracje wielopłetwowe.

Powszechnie stosowanym względnym wskaźnikiem oporu ruchu czołowego jest współczynnik C_x . Jeżeli zobrazujemy pojedynczą płetwę - płytą prostokątną o wymiarze $l \times d$ przemieszczającą się prostopadle w kierunku ruchu tożsamym z dryfem, to współczynnik C_x tej płyty będzie charakteryzował się wartościami przedstawionymi w tabeli 1.1.

Tabela 1.1

Wartości współczynnika C_x^* dla płyty prostokątnej

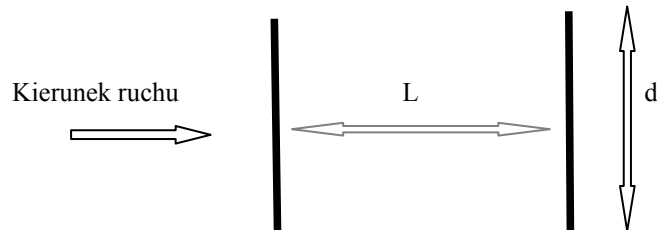
l/d	C_x
1	1,16
5	1,2
20	1,5

* - wartości C_x zostały wyznaczone doświadczalnie przy prędkościach przepływu odpowiadających $Re \cdot 10^3$

Źródło: materiały autora

Stosowana w praktyce relacja l/d tj. szerokości płetwy balastowej do jej długości - nie przekracza wartości 5.

Układ posobny (równoległy) dwóch płyt usytuowanych prostopadle do kierunku ruchu (rys.1.11) generuje – wykazane w tabeli 1.2 - wartości C_x determinowane relacją L/d gdzie L oznacza odległość między płytami.



Rys. 1.11. Posobny układ płyt

Źródło: materiały własne

Tabela 1.2

Wartości współczynnika C_x^* dla posobnych płyt prostokątnych

L/d	C_x
1	0,93
2	1,04
3	1,54

* - wartości C_x zostały wyznaczone doświadczalnie przy prędkościach przepływu odpowiadających $Re\ 10^3$

Źródło: materiały autora

Z wartości C_x zawartych w tabeli 1.2 wynika, że opór ruchu rośnie wraz ze wzrostem odległości płyt.

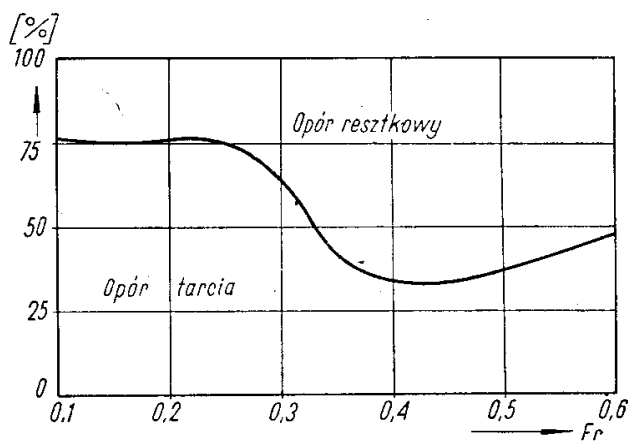
Jeżeli powierzchnie pojedynczych płetw w obu rozwiązaniach będą jednakowe, to – przy tej samej prędkości ruchu i $L = 2$ do 3 - opór boczny dwupłetwowca może osiągnąć wartość o 30 % wyższą niż jednopłetwowca. Przy zachowaniu warunku tożsamesgo oporu bocznego obydwu rozwiązań, powierzchnia

pojedynczej płetwy dwupłetwowca może ulec redukcji poprzez zmniejszenie jej długości.

Układy wielopłetwowe w tym dwupłetwowe mogą więc prowadzić do zmniejszenia zanurzenia jachtów bez uszczerbku dla ich stateczności kursowej i poprzecznej a tylko w niewielkim stopniu przyczyniając się do wzrostu całkowitego oporu ruchu jachtu. Jednak stateczność poprzeczna wymaga korekty masy układu dwupłetwowego.

Całkowity opór ruchu jest reakcją na ruch składającą się z dwóch składowych: oporu tarcia i oporu resztowego - głównie falowego. Opór tarcia zależy przede wszystkim od wartości powierzchni zwilżonej, jej chropowatości a także od prędkości ruchu jachtu względem wody. Opór falowy determinowany jest wymiarami i kształtem zanurzonej części kadłuba jachtu.

Udział oporu tarcia oraz oporu resztowego w całkowitym oporze ilustruje rys. 1.12.



Rys. 1.12. Udziału oporu tarcia i resztowego w oporze całkowitym

Źródło: [8]

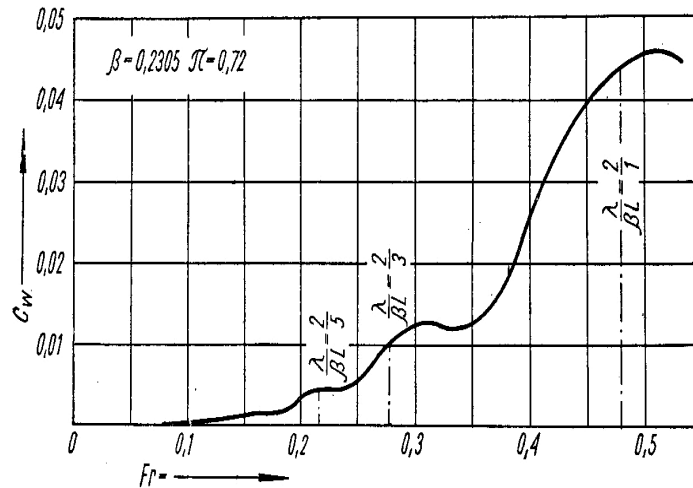
Liczba Froude'a występująca na odciętej powyższego wykresu o formalnej postaci:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

gdzie: v – prędkość [m/s],
 g – przyspieszenie ziemskie,
 L - długość obiektu pływającego [m]

określana jest mianem prędkości względnej.

Z wykresu umieszczonego na rysunku 1.12 wynika, że w przedziale liczb Froude'a $0,1 > Fr > 0,22$ dominuje opór tarcia a w pozostałych przedziałach większą rolę odgrywa opór resztowy a tym samym opór falowy. Jednocześnie rośnie bezwzględna wartość tego oporu na co wskazuje przebieg zależności wartości współczynnika oporu falowego (C_w) od liczby Froude'a (rys. 1.13).



Rys.1.13. Współczynnik oporu falowego w zależności od liczby Froude'a
Źródło: [8]

Na graficznej postaci tej zależności widoczne są dwa „progi” odpowiadające wartościom $Fr = 0,22$ i $Fr = 0,35$ powyżej których następuje intensywny wzrost wartości współczynnika C_w a tym samym wartości oporu falowego.

Stąd wypornościowe turystyczne jachty żaglowe pływają z reguły w przedziałach prędkości względnej :

$$0,1 < Fr < 0,22$$

lub

$$0,22 < Fr < 0,35$$

Powyżej tych progowych wartości istnieje zasadna ekonomicznie potrzeba włączenia do realizacji ruchu jachtu sił hydrodynamicznych, wspomagających działanie sił hydrostatycznych. W tej formule z reguły projektowane są łodzie i jachty motorowe.

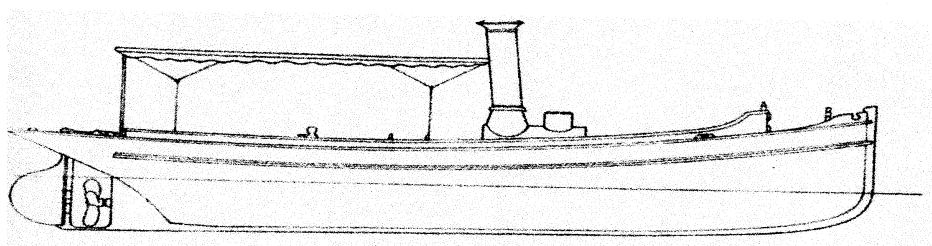
2. Jachty motorowe

2.1. Konfiguracja jachtów motorowych

Jacht motorowy jest pływającą jednostką turystyczną wyposażoną w napęd mechaniczny, przy czym wśród jednostek o takim napędzie jest on pośredniej wielkości pomiędzy łodzią motorową a turystycznym statkiem motorowym¹. Podobnie jak w klasyfikacji dotyczącej długości jachtów żaglowych, można przyjąć, że:

- duże jachty motorowe nie przekraczają długości 24 m,
- średnie jachty motorowe oscylują wokół długości 9 m,
- długość małych jachtów motorowych wynosi około 6 m.

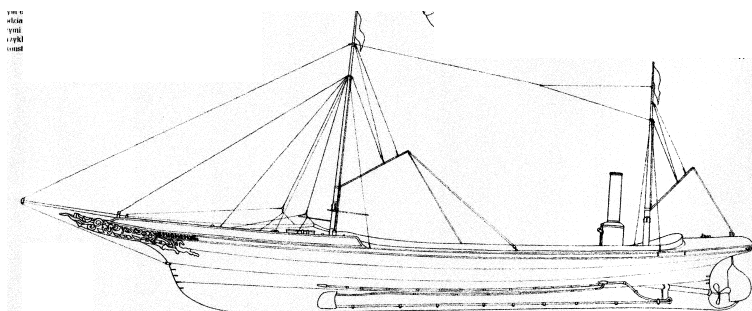
Pierwszymi łodziami o napędzie mechanicznym mających charakter rekreacyjny, były jednostki wyposażone w maszyny parowe usytuowane na śródokręciu. Przykład takiego rozwiązania stanowiła łódź skonstruowana przez R.Holta.



Rys. 2.1. Łódź z maszyną parową konstrukcji R. Holta

Źródło: [7]

Również Alfred Nobel - znany przede wszystkim jako wynalazca dynamitu – skonstruował łódź turystyczną z silnikiem parowym w roku 1897.



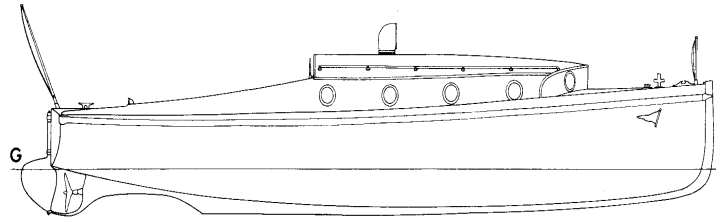
Rys. 2.2. Łódź motorowa (jacht motorowy) A. Nobla

Źródło: [7]

¹ Czajczewski J. Encyklopedia żeglarstwa. PWN Warszawa, 1996

Istotną cechą tej łodzi było zastosowanie do jej budowy aluminium oraz to, że kocioł jej maszyny parowej był opalany olejem.

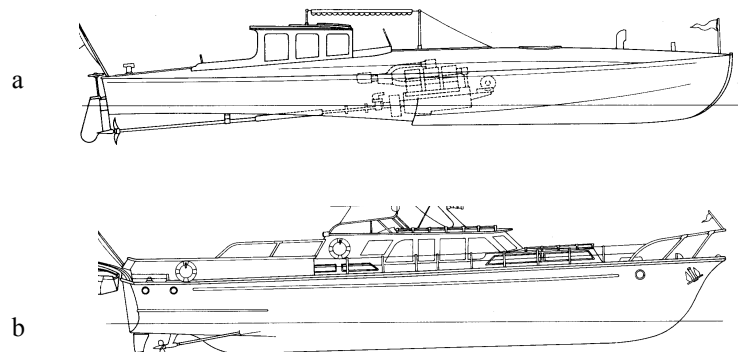
Pierwsza łódź turystyczna wyposażona w silnik spalinowy została zbudowana w roku 1898 przez Gottliba Daimlera. Maksymalna moc silnika wynosiła 1,5 kW i była osiągana przy 1000 obrotach na minutę. W podobny stacjonarny silnik spalinowy została wyposażona łódź o długości 12 m, zbudowana na początku XX wieku w niemieckich zakładach „Lüssen”.



Rys. 2.3. Turystyczna łódź motorowa z zakładów „Lüssen”

Źródło: [7]

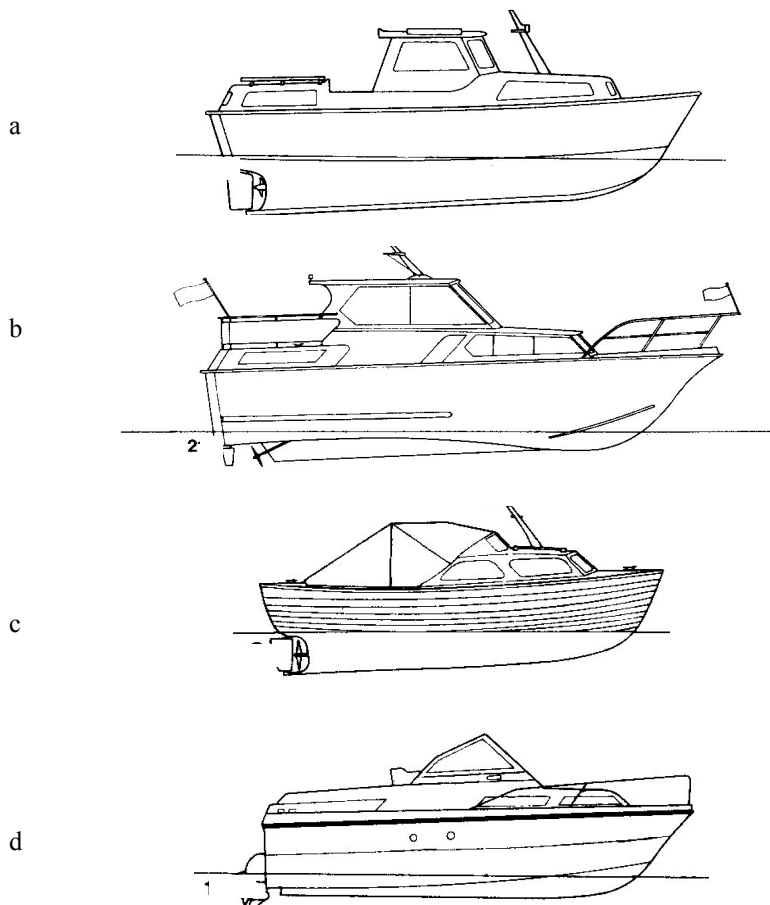
Była to łódź (jacht motorowy) wyposażona w kabinę umieszczoną w części dziobowej oraz otwarty kokpit – umieszczony w części rufowej. Lżejsze łodzie, mogły być wyposażane w silniki przyczepne, które pojawiły się w roku 1891 za sprawą szwedzkiej firmy „Vulcan”. Wraz z rozwojem konstrukcji i mocy spalinowych silników stacjonarnych i przyczepnych zaczęły pojawiać się coraz większe i bardziej luksusowe jachty motorowe. Ich przedstawicielami mogą być brytyjska jednostka typu MIRANDA IV (a) lub – pochodząca z Nowej Zelandii RIVIERA (b) o długości 18 m.



Rys. 2.4. Duże jachty motorowe

Źródło: [7]

Przedstawicielem średnich jachtów motorowych może być szwedzki FEMILI SIX o długości 9 m (rys. 2.5.a) czy niemiecki BÜTZETETH 1000 o długości 9,5 m (rys. 2.5.b). Natomiast małe jachty motorowe prezentuje norweski FJORD NORDIC o długości 6,1 m (rys.2.5.c) i niemiecki DORRIFF 660 o długości 6,6 m (rys.2.5.d).



Rys.2.5. Średnie i małe jachty motorowe

Źródło: [7]

Przykładowe jachty oznaczone przez „a” i „c” – są jachtami wypornościowymi; jachty oznaczone jako „b” i „d” – są jachtami półślizgowymi. Ich istota wynika z wartości osiągniętej prędkości względnej.

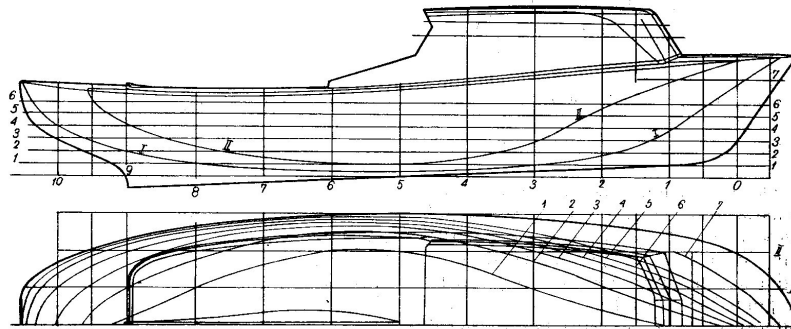
2.2. Współzależność kształtów i parametrów ruchu

Wypornościowe i półślizgowe turystyczne jachty motorowe pływają z reguły z prędkością względną zawierającą się w przedziale [opracowanie własne na podstawie [8]:

$$0,23 < Fr < 1,0$$

Tak duży zakres prędkości determinuje mechanikę pływania tych jednostek. W zakresie niewielkiej prędkości względnej ($Fr=0,23-0,35$) pływają one - podobnie jak jachty żaglowe – wykorzystując siłę wyporu hydrostatycznego.

Kształty kadłubów tych jachtów wynikają z doświadczenia i wyników badań modelowych. Z reguły są to kształty, którymi cechowały się łodzie Wikingów, Słowian (vindskipy) czy Kozaków (czajki). Zazwyczaj w tych wypornościowych łodziach ich szerokość od środka długości (owręża) zmniejsza się płynnie do dziobu i do rufy, tworząc ostro zakończony dziób oraz rufę zwaną szpicgatem. Przykład rysu linii teoretycznych (wzdłużnic i wodnic) motorowego jachtu wypornościowego prezentuje rysunek 2.6.



Rys.2.6. Wypornościowy jacht motorowy o długości 6,34 m

Źródło: [6]

Linie teoretyczne tego jachtu wskazują na jego dużą dzielność. Charakterystyczny dla jachtów wypornościowych jest również kształt części podwodnej dziobu i rufy, cechujący się ich dużym podobieństwem. Jacht ten wyposażony w silnik o mocy około 4 kW może rozwijać prędkość 9-10 km/h co odpowiada prędkości względnej $Fr=0,35$. Ta prędkość względna stanowi graniczną wartość racjonalnej prędkości jachtów wypornościowych. Jej osiągnięcie wymaga – w przybliżeniu - silników napędowych o wartości mocy wynikającej z zależności [6] :

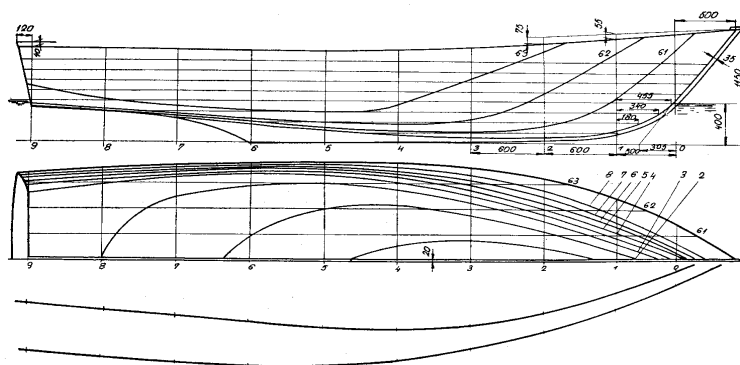
$$N = V (0,73 - 1) \text{ [kW]}$$

gdzie: V – objętość części zanurzonej kadłuba [m^3]

Ten typ jachtów pływających na równej stępce (bez przegłębień) zużywa najmniej energii na każdy kilometr drogi ruchu.

W miarę wzrostu prędkości względnej rufa takiego jachtu wypornościowego będzie coraz intensywniej zanurzała się w wodzie; jacht będzie więc pływał z przegłębieniem rufowym przy zmieniającym się kształcie wodnicy pływania. Jego opór falowy może osiągnąć wartość 70 – 80% oporu całkowitego.

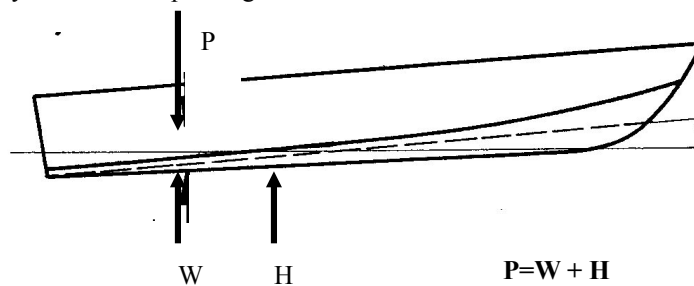
Stąd pływanie w większych zakresach prędkości względnej wymaga zmiany kształtu kadłuba. Największa szerokość jego części zwilżonej powinna być przesunięta ku rufie, rufa powinna być „wypłaszczona” a wodnice dziobowe zaokrąglone. Linie teoretyczne takiego kadłuba przedstawia rys. 2.7.



Rys. 2.7. Linie teoretyczne kadłuba zaprojektowane dla prędkości $Fr=0,4 - 0,8$

Źródło: [6]

Na tak ukształtowany kadłub zaczynają działać nie tylko – równoważące jego siłę ciężkości (P) - siły hydrostatyczne (W) ale także hydrodynamiczne (H) tworząc warunki pływania w tzw. półślizgu.



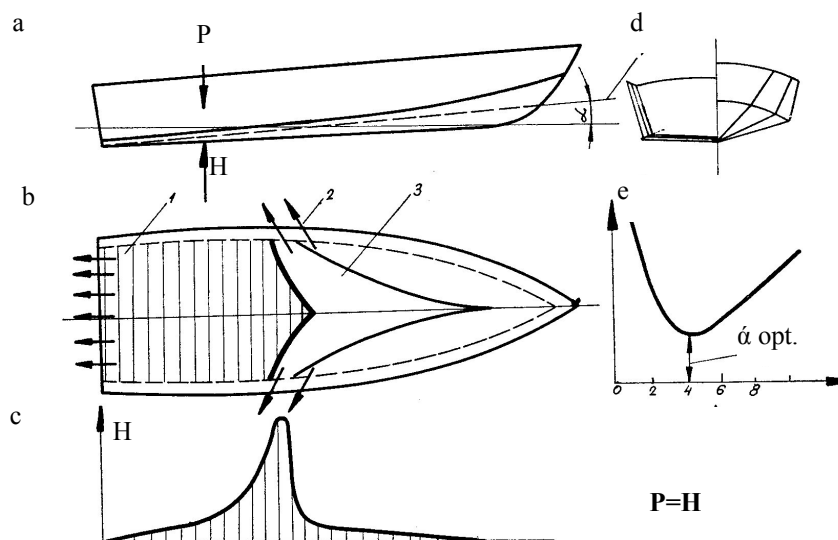
Rys. 2.8. Siły działające na kadłub jachtu półślizgowego będącego w ruchu

Źródło: opracowanie własne

Prawidłowo ukształtowany kadłub jachtu półślizgowego dla prędkości $Fr = 0,4 - 0,8$ pokonuje opór falowy stanowiący 85 - 90% jego oporu całkowitego. Osiągnięcie takiej prędkości wymaga użycia silnika o mocy [6]:

$$N = V(10-15) \text{ [kW]}$$

a więc mocy jednostkowej o wartości od 10 do 15 kW na każdą tonę jego wyporności. Zgodnie z determinantami liczby Froude'a mniejsze wartości mocy jednostkowej będą odpowiadały jednostkom dłuższym, większe – jednostkom krótszym. Dalszy wzrost prędkości względnej jachtu motorowego wymaga również wzrostu mocy jednostkowej silnika napędowego. Dla uzyskania prędkości względnej powyżej $Fr = 1,0$ która jest dolną granicą „ślizgu” [6] wymagana wg N. Patalasa moc jednostkowa na każdy metr sześcienny zanurzonej części kadłuba (tonę wyporności) wynosi 25 kW. Tradycyjne jednostki pływające z taką prędkością powinny mieć bardzo płaską rufową część dna kadłuba oraz relatywnie szeroką pawęż. Charakterystykę podstawowych sił działających na kadłub występujących w takim rozwiązaniu pokazuje rys. 2.9.



- a. położenie na wodzie w czasie ruchu jednostki b. schemat opływu dna c. wykres rozkładu parcia hydrodynamicznego H na dno (1) wraz z parciem wywołanym przez bryzgi (1,2) d. schemat przekrojów poprzecznych e. opór jednostkowy w zależności od kąta natarcia α

Rys. 2.9. Hydrodynamika ślizgu jednostek z dnem płaskim skośnym

Źródło: [6]

2.3. Prędkości ruchu jachtów motorowych

Przybliżone prędkości ruchu wypornościowych jachtów motorowych będą zależne od mocy silnika napędowego, objętości części podwodnej kadłuba oraz od długości kadłuba mierzonej na wodnicy pływania. W tego typu jednostkach istotna jest smukłość kadłuba. Przy takiej samej objętości części zanurzonej (przy takiej samej wyporności) dłuższy kadłub będzie korzystniejszy ze względu na mniejszy jednostkowy opór falowy i przy takiej samej mocy silnika osiągnie większą prędkość.

Wartość prędkości jachtu wypornościowego można wyznaczyć z zależności [opracowanie własne na podst. [6]]:

$$v = 4,73 \sqrt[3]{\frac{N L}{V}}$$

gdzie: v – prędkość ruchu [km/h]

N - moc silnika [kW]

L - długość wodnicy pływania [m]

V - objętość części zanurzonej kadłuba [m³]

Prędkości jachtów półślizgowych można określać ze wzoru [opracowanie własne na podst. [6]]:

$$v = 6,66 \sqrt{\frac{N}{V}}$$

Praktyczne zastosowanie tej zależności może być odniesione do małych i średnich jachtów motorowych o przekrojach kadłuba typu „V”, dla których obciążenie silnika wypornością jachtu nie powinno być większe niż 0,03 m³/kW.

Początek ślizgu następuje przy prędkości [6]:

$$v = 3 \sqrt[6]{g V}$$

gdzie: v – prędkość ruchu [m/s]

g – przyspieszenie ziemskie [kgm/s²]

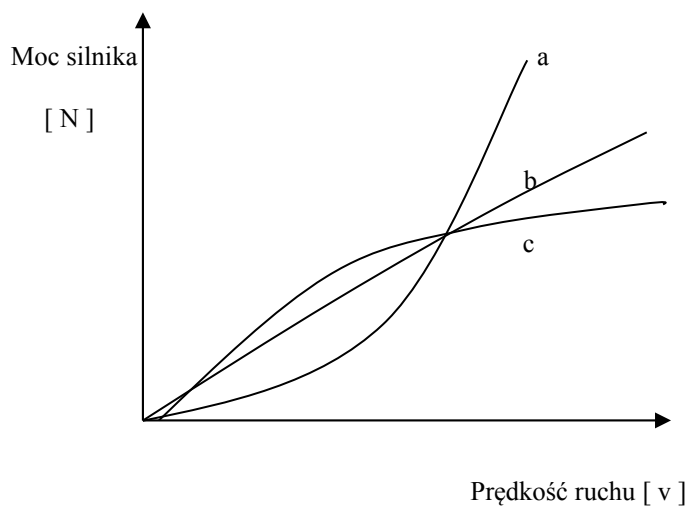
V – objętość części zanurzonej kadłuba [m³]

Dla małych i średnich ślizgowych jachtów motorowych o objętości części zanurzonej kadłuba przyjmującej wartości w granicach od 1 do 2 m³ prędkość ich ruchu [w km/h] można oszacować z zależności [opracowanie własne na podstawie [6]]:

$$v = 6,92 \sqrt{\frac{N}{V}}$$

Zależność tą można wykorzystać także przy określaniu bliskiej ślizgowi prędkości jachtu półślizgowego.

Trendy wzrostu mocy silników niezbędnych do uzyskania pożądanej i ekonomicznej prędkości ruchu jednostek wypornościowych, półślizgowych i ślizgowych obrazuje rysunek 2.10



a. jachty wypornościowe b. jachty półślizgowe c. jachty ślizgowe

Rys. 2.10. Zależności pomiędzy mocą silników napędowych a prędkością ruchu jachtów

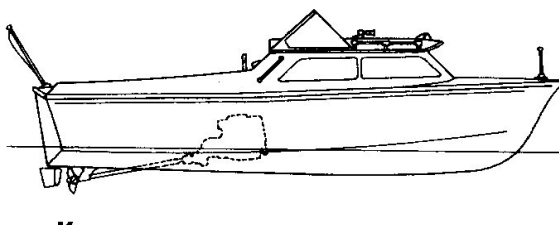
Źródło: opracowanie własne na podstawie [8]

Dla relatywnie małych prędkości ruchu najbardziej korzystną jest charakterystyka odnosząca się do jachtów wypornościowych, dla prędkości średnich – do jachtów półślizgowych a dla dużych prędkości – do jachtów ślizgowych.

2.4. Napędy jachtów motorowych

Silniki spalinowe stanowiące główne źródło napędu jachtów motorowych mogą przyjmować zróżnicowaną konstrukcję i położenie w układzie napędowym. Podstawowy podział silników obejmuje silniki stacjonarne - posadowione na wbudowanych w kadłub fundamentach i przenośne silniki przyczepne - usytuowane na pantografie (wysięgniku) lub płycie pawężowej.

Silniki stacjonarne wraz z układem przeniesienia napędu tj. wałem napędowym i pędnikiem śrubowym tworzą różne konfiguracje. Klasyczne rozplanowanie układu silnik – wał – śruba prezentuje 2.11.1.

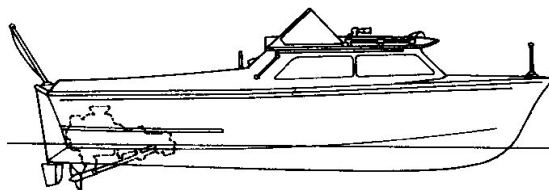


Rys.2.11.1. Klasyczna konfiguracja układu napędowego.

Źródło: [7]

W tym przypadku połączenie silnika z wałem napędowym następuje za pomocą zblokowanej z silnikiem przekładni. Silnik zajmuje cenną przestrzeń a śruba usytuowana jest skośnie względem wodnicy pływania, co zmniejsza jej sprawność działania.

Powszechnym sposobem na przesunięcie silnika ku rufie oraz „skrócenie” przestrzeni zajmowanej przez wał napędowy jest napęd typu „V”.

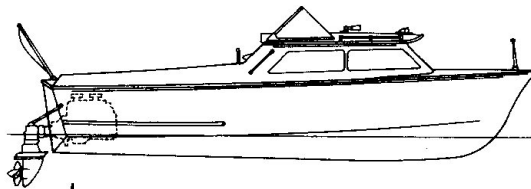


Rys.2.11.2. Układ napędowy typu „V”

Źródło: [7]

Przekładnia kątowna typu „V” mogła stanowić osobne urządzenie lub być integralną częścią przekładni silnika.

Efektywną konkurencją dla układu napędowego typu „V” stał się układ z przekładnią typu „Z”.

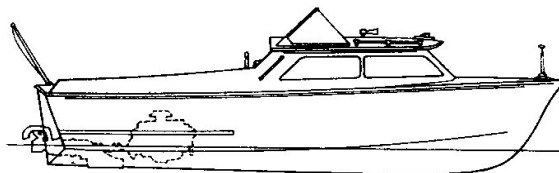


Rys.2.11.3. Układ napędowy typu „Z”

Źródło: [7]

Został on opracowany przez firmę Volvo – Penta w połowie lat pięćdziesiątych XX wieku. Pozwala on na przesunięcie silnika aż do pawęży. Przekładnia typu „Z” zastępuje wał napędowy umożliwiając jednocześnie kątowe – pionowe i poziome – przemieszczanie zespołu napędowego. Ta ostatnia cecha stanowi o zastępowalności steru płetwowego aktywnym sterowaniem jednostką wykorzystującym strumień zaśrubowy.

Aktywne sterowanie a jednocześnie generowanie siły naporu przez strumień wytwarzany osiową pompą wirową jest istotą napędu strumieniowego.

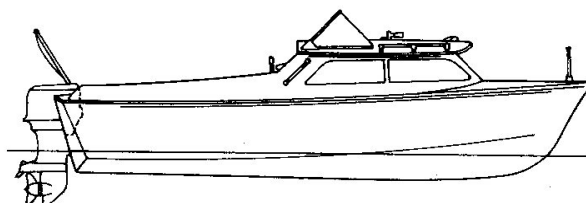


Rys.2.11.4. Układ napędowy z pędnikiem strumieniowym

Źródło: [7]

W tym rozwiązaniu silnik napędza pompę, która zasysa wodę przez wlot denny i wytlacza przez ruchomą dyszę.

Zagregowanym napędem jest tzw. silnik przyczepny, który w swojej konstrukcji zawiera silnik spalinowy, wał napędowy, kątową przekładnię redukcyjną (zwykle z rewersem) oraz śrubę napędową.

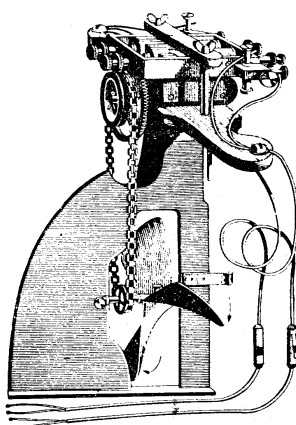


Rys.2.11.5. Zagregowany układ napędowy. Silnik przyczepny

Źródło: [7]

Wraz z rozwojem technologii materiałowych oraz optymalizacji rozwiązań konstrukcyjnych silników spalinowych rośnie moc silników przyczepnych sięgając powyżej 100 kW. Równoległe multiplikowanie silników przyczepnych w systemach napędowych powoduje wzrost niezawodności napędu.

Pomocniczym silnikiem napędowym jachtów wypornościowych może być silnik elektryczny. Pierwszy silnik elektryczny wykorzystany do napędu łodzi pojawił się w roku 1885. Był on umieszczony był na orczyku steru turystycznej łodzi wiosłowej.

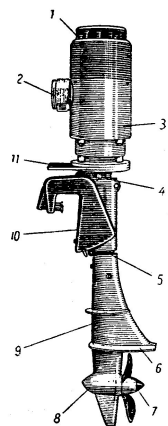


Rys. 2.12. Przyczepny silnik elektryczny

Źródło: [6]

Silnik ten napędzał trójłopatkową śrubę poprzez przekładnię łańcuchową. Energia elektryczna niezbędna do jego zasilania gromadzona była w akumulatorach ołowiowych wynalezionych w roku 1859.

We współczesnych zagregowanych elektrycznych łodziowych układach napędowych, silnik elektryczny układu może przyjmować położenie nadwodne lub podwodne. Nadwodne położenie silnika pozwala na zastosowanie spodziny, wzorowanej na spalinowym silniku przyczepnym stawiającej mały opór w czasie ruchu jednostki pływającej (rys. 2.13).



Rys.2.13. Nadwodne położenie silnika (Fisher Electric)

Źródło: [6]

Podwodne położenie silnika w elektrycznym układzie napędowym (rys.2.14) powoduje jego doskonałe chłodzenie.



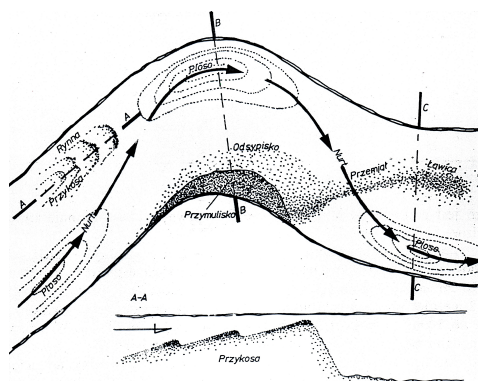
Rys.2.14. Podwodne położenie silnika (MINN KOTA)

Źródło: materiały własne

Silniki elektryczne mają ograniczoną moc nie przekraczającą zwykle 1 kW, która umożliwia kontrolowany ruch jachtu o objętości części zanurzonej kadłuba sięgającej 2,0 m³.

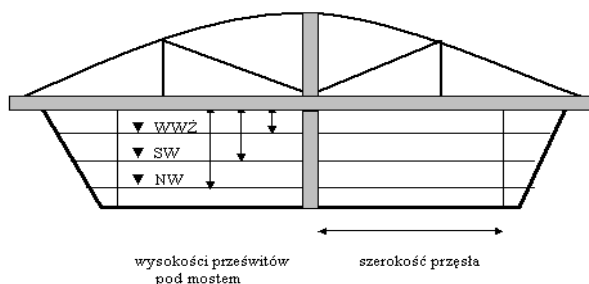
Uprawianie turystyki wodnej może odbywać się na akwenach otwartych i ograniczonych. Akweny otwarte - to te, których szerokości i długości nie są porównywalne - co do wartości - z wymiarami jednostek pływających. Stanowią je oceany wraz ze swoimi morzami, zatokami i cieśninami a także lądowe wody powierzchniowe w postaci jezior. Oceany zajmując ponad 70% powierzchni globu ziemskiego stanowią wyzwanie dla żeglarzy szukających morskiej przygody ale też i wyczynu w pokonywaniu dalekich odległości.

Akweny ograniczone tworzone przez rzeki i kanały śródlądowe są bardziej dostępne dla jachtów motorowych. Mają one relatywnie małą szerokość oraz małe i zmienne głębokości wynikające z form dennych koryt rzecznych oraz częste ograniczenia wysokości przestrzeni żeglownej.



Źródło: materiały własne

Wypukłe formy denne takie jak przemiały czy ławice dla „zmotoryzowanych” turystów nie powinny stanowić przeszkód nie do pokonania. Nie powinny stanowić również przeszkód często liczne mosty o ograniczonej wysokości prześwitów prześel żeglownych.



Rys. 3.2. Wymiary żeglownych prześel mostów

Źródło: materiały własne

Trzeba jednak zwracać uwagę na fakt, że wysokości prześwitów ulegają wahaniom wraz ze zmianami poziomu wody. Wskazania znaków nawigacyjnych dotyczą wysokości prześwitów odniesionych do tzw. średniej wody (SW).

Parametry śródlądowych dróg wodnych przebiegających głównie rzekami i kanałami są determinantami ich klasyfikacji, w której m. in. określa się dopuszczalne zanurzenie jednostek pływających oraz wysokość prześwitów pod mostami.

Tab.3.1

Wybrane parametry klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych

Typy i klasy dróg wodnych żeglownych			Parametry dróg	
			Zanurzenie maksymalne [m]	Wymagany prześwit pod mostem [m]
O znaczeniu regionalnym	Na zachód od Łaby	I	2,2	4,0
		II	2,5	5,0
		III	2,5	5,0
	Na wschód od Łaby	I	1,4	3,0
		II	1,6	3,0
		III	2,0	4,0
O znaczeniu międzynarodowym		IV	2,5	7,0
		Va i wyższe	2,5-2,8	9,1

Źródło: materiały własne

Wartości wybranych parametrów dróg wodnych o najwyższych klasach wskazują na pewne możliwości uprawianie żeglarstwa na tych ograniczonych akwenach. Charakteryzują się one z reguły wystarczającymi głębokościami dla bezpiecznego ruchu żaglowych jachtów mieczowych i balastowych, natomiast ich szerokości (szczególnie w ujściowych odcinkach) umożliwiają swobodne halsowanie. Jednak ze względu na wysokości masztów tych jednostek, wybór ograniczonych akwenów umożliwiających użytkowanie jachtów żaglowych będzie istotnie zależny od wysokości prześwitów pod mostami, które mogą mieć nieograniczoną wartość tylko w przypadkach mostów z przesłami zwodzonymi, w tym: uchylnymi, przesuwnymi, podnoszonymi lub obrotowymi.



Rys.3.3 Most z przesłem uchylnym w Dziwnowie

Źródło: materiały własne



Rys.3.4. Most z przesłem obrotowym w Wolinie

Źródło: materiały własne

Takie mosty na szlakach żeglownych występują sporadycznie wobec czego, większość jachtów żaglowych średnich i dużych musi przemieszczać się takimi szlakami, które nie krzyżują się z przeprawami mostowymi lub szlakami, na których przeprawy mostowe - przecinające te szlaki - mają parametry pełnomorskich prześseł żeglownych.



Rys 3.5. Pełnomorska przeprawa mostowa Oresund nad cieśniną Sund.

Źródło: materiały własne

Wysokość prześwitu prześseła żeglownego przeprawy mostowej Oresund wynosi 55 m i nie stanowi przeszkody dla największych współczesnych żaglowców. Natomiast ograniczone akweny śródlądowe i połączone z nimi akweny otwarte mogą być powszechnie dostępne dla jachtów motorowo – żaglowych, które powinny służyć turystyce wodnej ze szczególnym uwzględnieniem turystyki krajobrazowej

3.2. Krajobraz

Wspólną cechą turystyki krajobrazowej wód otwartych i ograniczonych są walory widokowe odniesione do ich obszarów przybrzeżnych. Obszary przybrzeżne otwartych wód morskich będą wyróżniały się płaskimi i klifowymi brzegami lądu stałego lub wysp. Na obszarach przybrzeżnych otwartych wód śródlądowych najciekawsze będą brzegi jezior polodowcowych a na obszarach przybrzeżnych wód ograniczonych będą występowały przełomowe odcinki rzek oraz doliny rzeczne o stromych erozyjnych krawędziach.

Do cech tego krajobrazu zaliczyć można również wartości przyrodnicze pobraży, stanowiące o ich statusie parku narodowego lub krajobrazowego. Wwalorach widokowych występują więc te formy, które przez turystów cenione są ze względu na:

- rzeźbę tereny; im wyższy jest stopień urzeźbienia, tym walorom widokowym przypisywana jest wyższa ocena,
- typy pokrycia; najwyższą wartość posiadają pokrycia najbardziej zbliżone do naturalnych.

Morskie wybrzeże Polski- pomimo niezbyt rozwiniętej linii brzegowej oferuje różne krajobrazy w swojej zachodniej, środkowej i wschodniej części. Charakterystyką brzegów części zachodniej są urwiste klify, którymi cechuje się wyspa Wolin i część wybrzeża lądu stałego.



Rys.3.6. Klify na wyspie Wolin

Źródło:ga.com.pl

Wyspa Wolin dostarcza również atrakcji w postaci Wolińskiego Parku Narodowego z rezerwatem żubrów na czele. W tej części wybrzeża Bałtyku -pomiędzy Rewalem a Trzęsaczem istnieje jedyne w swoim rodzaju miejsce: odkryty brzeg klifowy po którym można dojść szlakiem spacerowym do samego brzegu urwiska. W tym tle pojawiają się także znane ruiny kościoła w Trzęsaczu.



Rys. 3.7. Ruiny kościoła w Trzėsaczu na tle klifu

Źródło: w-drogę.pl

Dalej na wschód widoczna jest latarnia morska w Niechorzu o wysokości 43 m zbudowana w XIX wieku. Jej światło dociera na odległość 23 Mm. Przybrzeżne jezioro Liwia Łuża położone na południe od latarni stanowi rezerwat ptactwa błotnego.

Część środkowa wybrzeża – to z reguły rozległe piaszczyste plaże okolone od południa zróżnicowanymi w formie wydrami. Szczególną atrakcją tej części jest Słotwiński Park Narodowy z wydrami ruchomymi.



Rys.3.8. Ruchome wydmy

Źródło: www.tenpieknywiat.

We wschodniej części polskiego wybrzeża Bałtyku znajdują się dwie osobliwości na skalę krajową i europejską : Mierzeja Helska i Mierzeja Wiślana.

Mierzeja Helska jest jednym z nielicznych takich zjawisk w Europie m. in. ze względu na swoje rozmiary. Jej długość wynosi 34 km a szerokość od 300 m (u nasady) do 150 m w najwęższym miejscu. Jest tworem prądów morskich, które kształtowały ją przez wiele stuleci.

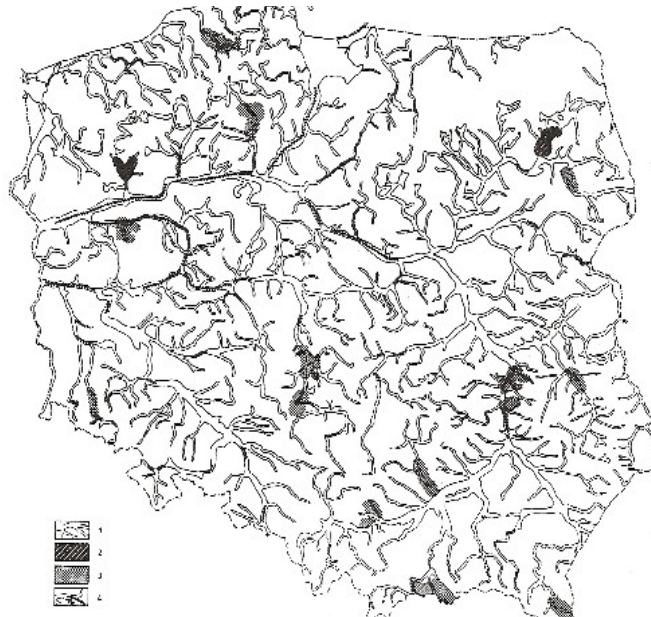
Mierzeja Wiślana oddziela słone wody Zatoki Gdańskiej od słonostłokich wód Zalewu Wiślanego co czyni ją ciekawym miejscem ze względu na walory przyrodnicze. Podobnie jak Mierzeja Helska została ukształtowana przez prądy morskie o czym świadczy mapa Zalewu Wiślanego z przełomu XIII i XIV wieku.



Rys. 3.9. Mapa Zalewu Wiślanego i Deltę Wisły

Źródło:[2]

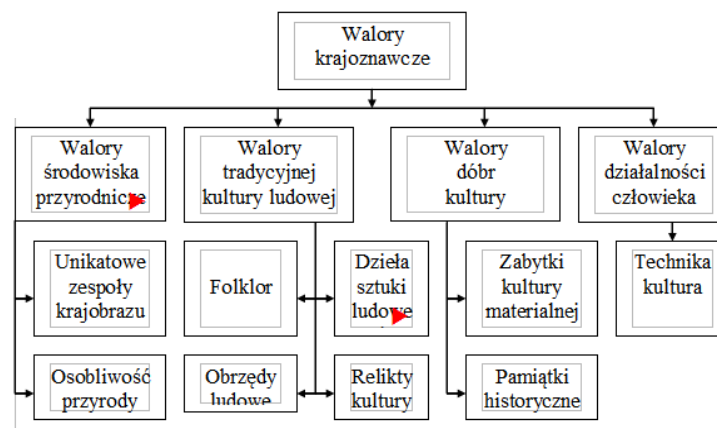
Pomimo niewątpliwych walorów krajobrazu polskiego morskiego wybrzeża Bałtyku bogatszą ich gamę oferuje polskie śródlądzie. Stopień rozczłonkowania linii brzegowych rzek i jezior powoduje wzrost oceny walorów krajobrazowych a ze względu na dostępność brzegów – także walorów krajoznawczych. W zbiorze akwenów śródlądowych dominują rzeki, których doliny były kolebką cywilizacji i do dzisiaj zachowują ślady działalności człowieka. Krajobraz rzecznych den dolinnych cechuje znaczną część powierzchni Polski na co wskazuje rys. 3.10.



Rys.3.10. Walory krajobrazowe rzek polskich

Źródło: [4]

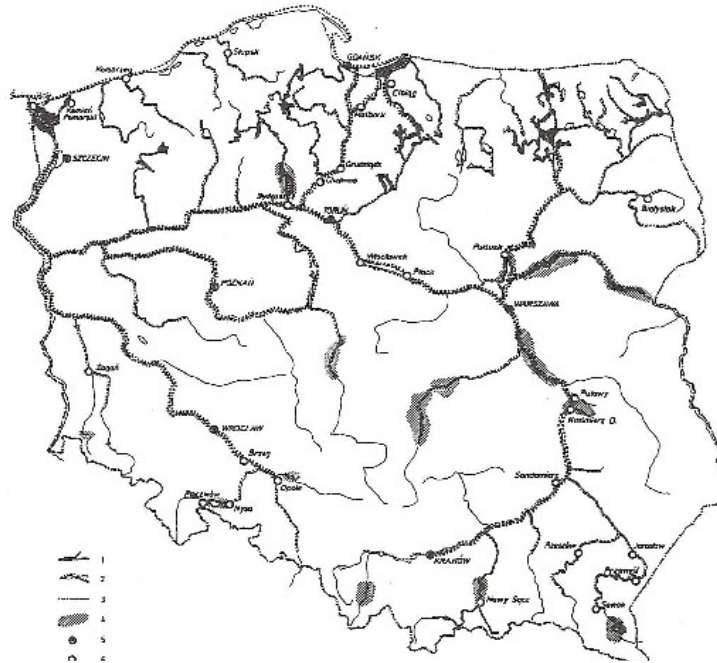
Do walorów krajobrazowych zaliczany jest krajobraz dolinny (1), parki narodowe związane z dolinami rzek (2), parki krajobrazowe związane z dolinami rzek (3), i przełomowe odcinki rzek (4). Krajobraz dolin rzecznych stanowi odrębny rodzaj krajobrazu naturalnego. Z terenami nadrzecznymi mogą być związane wszystkie rodzaje walorów krajobrazowych, które mają charakter obszarowy, liniowy lub punktowy przedstawione na rysunku 3.11.



Rys. 3.11. Systematyka walorów krajobrazowych wg O.Rogalewskiego

Źródło: [4]

W tym kontekście walory polskich wód śródlądowych przedstawia rysunek 3.12.



1. Szlaki turystyki wodnej o wybitnym znaczeniu 2. Szlaki o bardzo dużym znaczeniu
3. Szlaki żeglugi pasażerskiej 4. Ważniejsze obszary wypoczynkowe 5. Wielkie centra krajoznawcze 6. Ośrodki krajoznawcze

Rys. 3.12. Szlaki żeglowne i walory turystyczne polskich wód śródlądowych

Źródło: [4]

Obejmują one szlaki o wybitnym a także bardzo dużym znaczeniu turystycznym, stanowiące potencjalne trasy żeglugi pasażerskiej. Według J. Wyrzykowskiego [11] ogólna długość polskich szlaków śródlądowych wynosi 11,6 tysięcy kilometrów, z tego: 14 % stanowią szlaki o wybitnym znaczeniu turystycznym a 58 % - o dużym znaczeniu. Blisko 1/3 ogólnej długości szlaków dostępna jest dla turystyki zbiorowej o zróżnicowanym stopniu jej masowości w tym możliwej do uprawiania przez statki żeglugi pasażerskiej, których zanurzenie może sięgać jednego metra.

Efektywną realizację turystyki krajobrazowej i krajoznawczej obejmującej przede wszystkim akweny śródlądowe a także (przy dobrej pogodzie) przybrzeżne obszary morskie umożliwi jednostka pływająca o ograniczonych wymiarach i motorowo- żaglowym napędzie .

4. Jachty motorowo – żaglowe

4.1. Ogólne założenie małych jachtów motorowo – żaglowych.

Jachty motorowo - żaglowe zwane sailer-ami, decksalon-ami, pilothouse-ami lub 50/50, stanowią kompromisowe rozwiązanie mające - w różnym stopniu – cechy jachtów żaglowych i jachtów motorowych.

W porównaniu do jachtów żaglowych (żaglowo – motorowych) jachty motorowo – żaglowe będą dysponowały większymi silnikami i większymi zapasami paliwa, umożliwiającymi autonomię pływania w różnych warunkach pogodowych. Na akwenach otwartych -w sprzyjających warunkach pogodowych, pędnikiem jachtu motorowo - żaglowego powinny być żagle umożliwiające wykorzystanie wiatrów od pełnych do połówkowych tj. fordewindu, baksztagu i półwiatru. Na akwenach ograniczonych podstawowym napędem będzie z reguły napęd mechaniczny, który z definicji jest napędem głównym tzn. , że stosunek wartości mocy silnika napędowego wyrażonej w kW do wartości powierzchni podstawowych żagli wyrażonej w metrach kwadratowych zawiera się w przedziale od 0,65 do 1,5.

Jachty motorowo – żaglowe tak jak żaglowe i motorowe można podzielić na trzy grupy obejmujące jachty duże, średnie i małe. Jachty duże o długościach do 24 m z reguły posiadają ożaglowanie typu kecz oraz stacjonarny silnik spalinowy. Przykładem takiego jachtu jest „Gulet” (rys.4.1).



Rys.4.1. Jacht typu Gulet model 2000

Źródło: wikipedia; JoJan

Jego główne wymiary wynoszą:

- długość: 20 m
- szerokość: 5 m
- zanurzenie: 2 m

Ze względu na swoją wielkość jacht „Gulet” jest przeznaczony do pływania po akwenach morskich.

Przykładem średniego jachtu motorowo – żaglowego jest „Haber 800” (rys. 4.2).



Rys 4.2. Jacht motorowo - żaglowy „Haber 800”

Źródło: Haber Yachts Sp. z o.o.

„Haber 800” może być wyposażony w podstawowe ożaglowanie typu słup lub typu kuter gaflowy o powierzchni pomiarowej 33 metrów kwadratowych oraz stacjonarny silnik spalinowy o mocy od 11 do 25kW. Według kryterium mocy może więc być eksploatowany jako jacht żaglowo – motorowy z silnikiem pomocniczym o mocy 5 kW lub jacht motorowo- żaglowy jeżeli jest wyposażony w silnik o mocy 25 kW. Jego długość wynosi 9,5 m, szerokość 2,5 m a zanurzenie w wersji balastowo-mieczowej – 0,58/1,80 m. Ze względu na gabaryty, może być eksploatowany na morskich wodach przybrzeżnych, zalewach, dużych jeziorach a także na rzekach i kanałach mających II i wyższą klasę żeglowności.

Dla wodnej turystyki krajobrazowej o szerokim spectrum, w tym uprawianej na najliczniejszych ciekach wodnych niższych klas, pożądane są małe jachty motorowo – żaglowe o dużym zakresie uniwersalności i dużej autonomii pływania. Na akwenach ograniczonych podstawowym napędem tego jachtu będzie z reguły napęd mechaniczny.

Jacht motorowo – żaglowy z kilkudziesięcioletnim rodowodem prezentuje rysunek 4.3.



Rys. 4.3. Jacht motorowo – żaglowy z roku 1954 (Szwecja)

Źródło: fotografia autora – Międzywodzie 2013

Przedstawia on jednostkę drewnianą typu szpicgat tj. z zaostrzoną rufą. Kształt ten sprzyja wypornościowemu pływaniu pod żaglami. Taki jacht o długości całkowitej sięgającej 6 metrów (5,5 m na wodnicy pływania tj. KLW) mógłby rozwijać prędkość graniczną rzędu 9 km/h. Nie może być ona satysfakcjonująca w przypadku długodystansowych podróży turystycznych. Racjonalna prędkość przelotowa, przy której występuje zauważalna zmienność krajobrazu powinna wynosić około 15 km/h. Takiej prędkości nie można uzyskać na małych jachtach wypornościowych pływając pod żaglami lub przy pomocy silnika.

Pożądana wartość prędkości bezwzględnej tj. 15 km/h dla jachtów, dla których K_{LW} wynosi 5,5 m, odpowiada liczbie Froude'a o wartości 0,57 świadczącej o potrzebie ruchu półślizgowego. Można go uzyskać na jachtach półślizgowych z użyciem silnika stanowiącego napęd główny.

Dla małych jachtów półślizgowych o zróżnicowanej wyporności i tym samym o zróżnicowanej objętości części podwodnej kadłuba minimalna moc silnika napędowego określona została w tabeli 4.1.

Tabela 4.1.

Moc silnika napędowego jednostki półślizgowej

Lp	Objętość podwodnej części kadłuba [m ³]	Moc silnika napędowego [kW]
1	1	5,1
2	1,5	7,4
3	2	10,2

Źródło: opracowanie własne

Określenie „moc minimalna” wynika z faktu, że w obliczeniach wartości mocy nie uwzględniony został dodatkowy opór ruchu, który powstaje w wyniku wyposażenia jachtu motorowo – żaglowego w płetwy balastowe lub miecze stanowiące tzw. części wystające.

Podstawowym warunkiem osiągnięcia prędkości efektywnego ruchu półślizgowego przy zastosowaniu mechanicznych silników napędowych i jednocześnie efektywnego ruchu wypornościowego realizowanego z użyciem pędników żaglowych, jest kompromisowe rozwiązanie dotyczące kształtu części podwodnej kadłuba jachtu motorowo – żaglowego.

Taki kształt kadłuba został zaprezentowany na rys. 2.7. Spłaszczona i szeroka rufa kadłuba a także zastrzone wodnice dziobowe stanowią o niewielkiej wyporności jachtu, a tym samym o potrzebie ograniczenia masy nadbudowy kadłuba, jego wyposażenia i ograniczeniu liczebności załogi.

Przy założeniu, że jacht będzie eksploatowany tylko w porze daytime, liczebność załogi może osiągnąć 4 osoby; przy wyposażeniu umożliwiającym całodobową eksploatację jachtu – liczebność załogi powinna być ograniczona do dwóch osób.

Poza załogą i adekwatną do przeznaczenia kabiną jachtu i jej wyposażeniem, istotne obciążenie jachtu masą „wyczerpującą” wyporność będą stanowiły płetwy stabilizacyjne i takielunek.

Z przedstawionych w punkcie 1 rozwiązań dotyczących płetw stabilizacyjnych preferowanymi dla małych jachtów motorowo – żaglowych będzie system mieczowo – balastowy. Może on zapewnić bezpieczeństwo (stateczność przy przechyłach) i opór boczny w reżimie pływania pod żaglami, stateczność kursową w ruchu realizowanym napędem mechanicznym, umożliwiając jednocześnie eliminację skrzyni mieczowej z przestrzeni nadbudówki oraz regulację głębokości całkowitego zanurzenia jachtu. Ten ostatni aspekt jest istotny podczas pływania „motorowego” na akwenach o ograniczonej głębokości. Opcją również godną analizy jest rozwiązanie z dwoma bocznymi płetwami balastowymi (rys.1. 4), które - kosztem wzrostu oporów ruchu – eliminują z wyposażenia jachtu system podnoszenia i opuszczania miecza. Rozwiązanie to stanowi również o tym, że zimowanie jachtu na lądzie nie wymaga podparcia zewnętrznego w postaci łóż, sań czy przyczep.

Przestrzeń kadłuba jachtu powinna być podzielona na trzy części:

- kokpit,
- nadbudówkę,
- przedział silnikowy.

Obserwację (kontemplację) krajobrazu prowadzi się z reguły z przedziału otwartego jakim jest kokpit. Powinien on mieć dużą długość oraz szerokość od burty do burty, by bez problemów pomieścić od 2 do 4 obserwatorów. W małych jednostkach motorowo – żaglowych kokpit może zajmować około 50 % długości kadłuba.

Przykładem takiego rozwiązania jest wcześniej pokazany (rys. 4.3) kilkudziesięcioletni jacht drewniany a także współczesny szwedzki jacht motorowo – żaglowy „Marieholm MS 20” o długości 6 metrów (rys.4.4).



Rys.4.4.1. Marieholm w widoku z góry



Rys.4.4.2. Marieholm w widoku z boku

Źródło: sokhat.se

Nadbudowa w tym jachcie jest przeznaczona do wypoczynku, przygotowania i konsumpcji posiłków oraz opcjonalnie do pomieszczenia podstawowego zaplecza sanitarnego. Mała wysokość stałej nadbudowy nie gwarantuje pełnej wysokości stania w jej wnętrzu. To rozwiązanie zmniejsza znakomicie wartość bocznej powierzchni nawiewu wpływającej na nautyczne właściwości jachtu. Pełną wysokość stania można uzyskać w kokpicie, zadaszając go konstrukcją rozbieralną (tentem) w warunkach niesprzyjającej pogody .

W części rufowej przykładowego jachtu znajduje się przedział silnikowy, mieszczący silnik wbudowany. Usytuowanie silnika w osi jachtu podwyższa efektywność jego działanie oraz umożliwia zastosowanie steru płetwowego, niezbędnego do prowadzenia jachtu „pod żaglami”.

Zewnętrzny silnik przyczepny, umieszczany z reguły na pawęży po lewej lub prawej stronie osi jachtu żaglowo – motorowego pracuje mniej efektywnie a przy przechyłach jego śruba może zasysać powietrze i pracować w warunkach nie zrównoważonego obciążenia. Przy wysokiej pawęży, system obsługi tego silnika wymaga dodatkowego jego przemieszczania na pantografie.

Zalecane rozwiązanie napędu jachtów motorowo – żaglowych realizowanego z wykorzystaniem takiego silnika polega na usytuowaniu go w uszczelnionej studziennie (rys.1.4) znajdującej się za kokpitem.

Takie rozwiązanie przesuwając środek ciężkości wyposażenia jachtu w kierunku środka wyporu kadłuba zmniejszając jego przegłębienie rufowe a także ułatwia obsługę silnika z kokpitu. Mankamentem tego rozwiązania jest zwiększenie odczuwalnego hałasu generowanego przez silnik. Poza obsługą silnika i rumpla steru z kokpitu powinien być obsługiwany także ruchomy takielunek. Tego typu rozwiązanie zwiększa komfort podróży i jej bezpieczeństwo szczególnie przy jednoosobowej załodze.

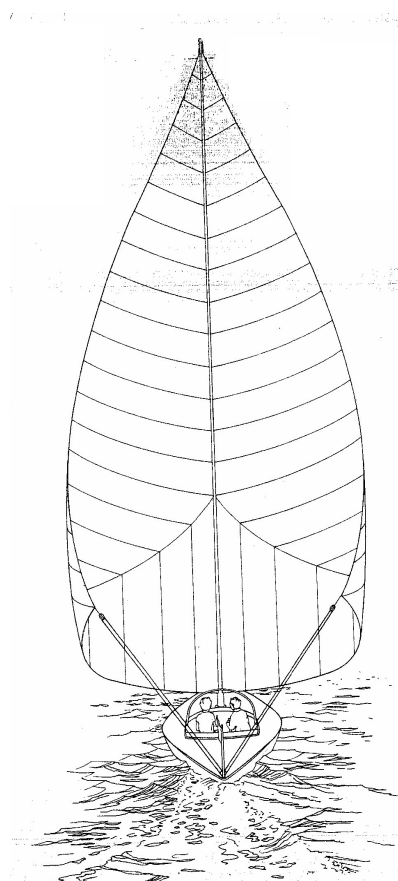
Sposób rozwiązania takielunku ruchomego, będzie zależał od przyjętego typu ożaglowania. Z kryterium komfortu obsługi – determinowanego możliwościami wykonywania z jednego miejsca wszystkich koniecznych czynności w czasie pływania „pod żaglami” wynika, że najmniej uciążliwym w manewrach typem żaglowania jest ket. Ket charakteryzuje się tym, że w jego konfiguracji występuje jeden maszt i jeden żagiel.

Ożaglowanie typu ket (catboat) pojawiło się na jachtach regatowych w XIX wieku. W wieku XX charakteryzowało ono klasy olimpijskich łodzi mieczowych. W roku 1920 była to klasa Dinghy; w roku 1936 – klasa Olimpijka. Ale ten typ ożaglowania występuje także do dzisiaj w klasie Finn (od roku 1952), klasie Europe (od roku 1992) i klasie Laser (również od roku 1992).

Podstawowymi drzewcami ożaglowania typu ket jest maszt (grotmaszt) – usytuowany blisko dziobu - i bom a podstawowym żaglem jest grotżagiel. Bom poprzez swoją istotę anektuje przestrzeń nad kokpitem, ograniczając tym samym swobodną wysokość tej przestrzeni. Przestrzeń ta w rejsach turystycznych powinna służyć przede wszystkim realizacji kryterium komfortu podróży – wyrażonego dostępnością pełnej wysokości stania – i jej bezpieczeństwa , poprzez eliminację ograniczających przestrzeń kokpitu elementów ruchomych a tym samym eliminacji bomu i takielunku ruchomego służącego do jego obsługi.

W praktyce żeglarskiej, istnieje precedens eliminacji bomu w tzw. osprzęcie Ljungstroma (rys. 4.5).

a



b



Rys.4.5. Osprzęt Ljungstroma

Źródło: a [7], b [tawernaskipperów]

Składa się on z nieowantowanego masztu z dwoma pozbawionymi bomów grot żaglami. Przy kursie na wiatr, na półwiatrze oraz na baksztagu gładki opływ zawietrznej strony „podwójnie złożonego” żagla można uzyskać obracając nieco maszt. Na pełnym Baksztagu i na fordewindzie oba grotżagle można „otworzyć”. Refuje się je przez nawijanie na maszt lub (w nowszych rozwiązaniach) można je zwijać do wnętrza masztu.

Mankamentem klasycznego rozwiązania Ljungstroma jest nieowantowany, obrotowy maszt. Wymaga on wzmocnionej odporności na zginanie i skręcanie a tym samym większego wskaźnika przekroju, złożonego sposobu osadzenia masztu w kadłubie umożliwiającego dodatkowo jego obrót wokół osi pionowej. Wszystkie te czynności oraz zastosowanie mechanizmu generującego moment obrotowy, komplikuje to rozwiązanie czyniąc je jednocześnie kosztownym. Koszty są znaczące także przy zastosowaniu nowocześniejszego rozwiązania tj. rolera grota znajdującego się wewnątrz masztu. Stąd rozwiązania tego typu mogą być stosowane na większych jednostkach, przeznaczonych przede wszystkim do pływania morskich.

Ale idea bliźniaczego żagla została przeniesiona na fokżagle. C. Marin -Marie przebył na jachcie „Winnibelle” (rys.4.6) 2600 mil morskich przez Atlantyk idąc pod bliźniaczymi fokami.

a



b



Rys.4.6. Wizja jachtu „Winnibelle”

Źródło: a [7] , b [tawernaskipperów]

Bliźniacze foki – założone na forsztagu- są przede wszystkim przydatne do żeglugi z wiatrem. Jednak podobnie jak w osprzęcie Ljungstroma można ich używać również płynąc baksztagiem i półwiatrem. Pływając w złych warunkach pogodowych, foki można refować lub całkowicie związać wykorzystując możliwości rolfoka, którego kabestan może być umieszczony w miejscu dostępnym z kokpitu.

W żegludze z wiatrem zwiększenie czynnej powierzchni foków można osiągnąć stosując bomy umieszczone pomiędzy rogami szotowymi foków i kolumną masztu. Takie rozwiązanie ma sens tylko przy bardzo długich halsach lub licznej załodze jachtu. Bliźniacze foki bez bomów zwane „jenniferami” zakładane są również na sztag a ich szoty prowadzone są do kokpitu.

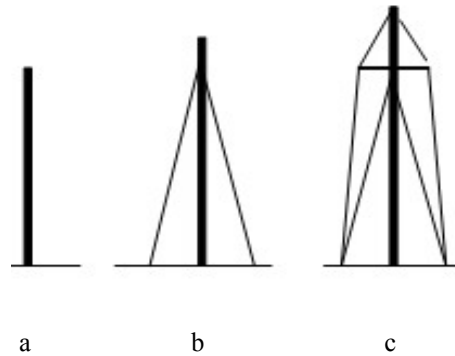
Podsumowując te dwa scharakteryzowane takielunki tj. osprzęt Ljungstroma i „jennifery” można wnioskować, że rozwiązanie oparte na bliźniaczych fokach i eliminacja bomu grota i grota z przestrzeni kokpitu spełnia założenia pływania „pod żaglami” na małym jachcie motorowo – żaglowym, generując zmodyfikowany typ ożaglowania .

Celem uzyskania dużej powierzchni żagli w tym typie, maszt powinien być przesunięty w kierunku rufy i usytuowany w odległości $1/3 - 1/2$ długości całkowitej mierzonej od dziobu. Zwiększoną powierzchnię foków można również uzyskać przy forsztagu zamocowanym na bukszprycie. Powierzchnia żagli będzie także zależna od wysokości masztu.

5 .Drzewca i takielunek

5.1.Maszt

Na małych jachtach motorowo – żaglowych, maszty mogą występować w trzech konfiguracjach (rys. 5.1): jako maszt samonośny (a), jako maszt z parą want kolumnowych (b) oraz maszt z dwoma parami want tj. z wantami kolumnowymi i wantami topowymi (c).



Rys. 5.1. Konfiguracje masztów Małych jachtów motorowo – żaglowych

Źródło: opracowanie własne

Maszt samonośnym może być montowany na jachtach m-ż wyposażonych w żagle o małej powierzchni wynikającej m. in. z ograniczonej do 5 m wysokości kolumny masztu. Nieco wyższe maszty (do 6 m) powinny być wyposażane w jedną parę want kolumnowych, niosąc żagle umożliwiające bezpieczne żeglowanie półwiatrem i baksztagiem. Maszty przekraczające wysokość 6 m powinny być wyposażone w saling oraz dwie pary want usztywniających konstrukcję masztu. Usztywnienia te oraz odpowiednie - ku rufie - zamocowanie ich do pokładu wzmacniają wytrzymałość masztu na zginanie wzdłuż osi jachtu i w poprzek tej osi. Olinowanie stałe masztów wyposażonych w wanty uzupełniane jest sztagiem dziobowym i sztagiem rufowym. W przypadku ożaglowania typu słup oprócz masztu instalowany jest bom, którego fał i szot stanowią elementy takielunku ruchomego.

Celem zwiększenia bezpieczeństwa pływania maszt będzie stanowił z reguły konstrukcję „owantowaną”. O ilości want i ich konfiguracji będzie w dużym stopniu decydowała jego wysokość.

Tabela 5.1 zawiera informacje dotyczącą relacji pomiędzy powierzchnią podstawowego ożaglowania a długością jachtu małych jednostek motorowo – żaglowych (m-ż).

Tabela 5.1

Relacje wymiarowe małych jachtów m-ż

Lp	Nazwa jachtu	Kraj producenta	Powierzchnia żagli S [m ²]	Długość jachtu L [m]	Relacja S/L
1	Marieholm	Szwecja	16,75	6	2,79
2	LH 24	Dania	23	7,2	3,19
3	Medysa	Finlandia	21	7,6	2,76
4	Parant	Szwecja	25	7,6	3,29
5	Risorkryssaren	Norwegia	17	8,2	2,07

Źródło: opracowanie własne na podstawie [4]

Średnia wartość relacji S/L wynosi 2,82; z tego wynika, że dla jednostek o długości 6 m powierzchnia ożaglowania mogłaby wynosić 17 m² a wysokość masztu dla ożaglowania typu słup – od 6 do 7 metrów. W tym kontekście powierzchnia pojedynczego bliźniaczego foka wahałaby się od 6 – 9 m².

Wysokość masztu w zasadniczy sposób decyduje o powierzchni stosowanych żagli; decyduje również o potencjalnych ograniczeniach jakie jacht napotyka na drodze ruchu poprzecinanej mostami drogowymi i kolejowymi. W przypadkach zwodzonych prześł żeglownych tych mostów, ich prześwit nie ogranicza wysokości masztów. Problemem są prześła stałe o wysokości prześwitów wynikających (teoretyczne) z klasy drogi wodnej. Uwzględniając wysokość boczną kadłuba nad wodnicą pływania, już 6 metrowa wysokość masztu może stanowić problem w przypadku prześwitu prześła żeglownego o wysokości 7,10 m, adekwatnej do IV klasy drogi wodnej. Takim prześwitem mogą charakteryzować się obecnie budowane mosty stanowiące obiekty inżynierskie na drogach kołowych i szynowych. Z reguły prześwity pod mostami na ciekach żeglownych często nie przekraczają wartości 3 m.

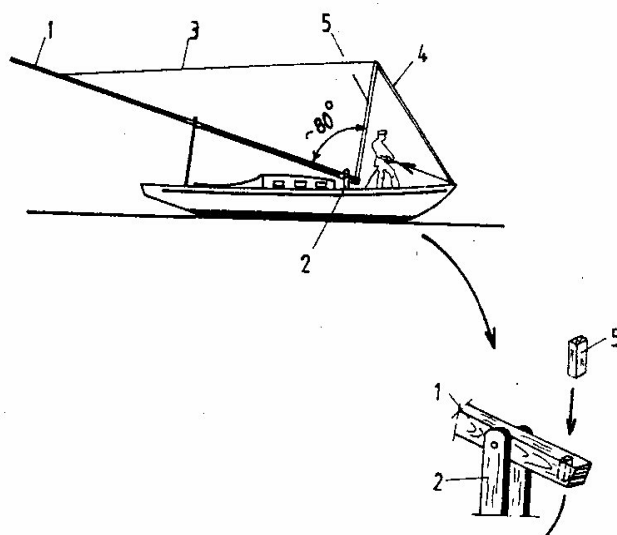
Celem minimalizacji ilości akwenów niedostępnych dla jachtów motorowo – żaglowych ze względu na wysokość prześwitów, maszty tych jednostek powinny charakteryzować się konstrukcją umożliwiającą łatwe i szybkie obniżanie i

podnoszenie położenia ich topów. Podstawową cechą tej konstrukcji będzie możliwość kontrolowanego ruchu kątownego masztów wokół osi poziomej tj. wokół trzpienia, łączącego stopę masztu z jego pokładowym gniazdem.

W projektowaniu konstrukcji mechanizmu umożliwiającego ten ruch występują dwa problemy dotyczące:

- sposobu prowadzenia cięgna przeznaczonego do podnoszenia i opuszczania masztu,
- przeciwdziałania przechyłom masztu na burty, prowadzącym do uszkodzenia masztu i jego gniazda.

Sposób prowadzenia cięgna ma swoje standardowe rozwiązanie wynikające z ergonomii ruchu członków załogi i potrzeb minimalizacji wartości siły użytej dla tej czynności. W tzw. rozwiązaniu klasycznym z cęgami masztowymi (rys. 5.2) top masztu połączony jest cięgnem o stałej długości z końcem wytyku zamocowanego w maszcie.



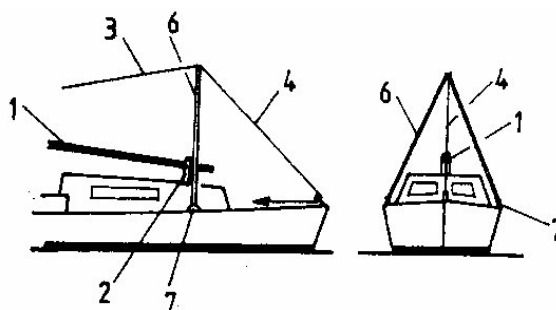
1. maszt 2. cęgi 3. cięgno 4. talia 5. wytyk

Rys. 5.2. Klasyczne rozwiązanie umożliwiające opuszczanie i podnoszenie masztu

Źródło[1]

Wytyk połączony jest również cięgnem przechodzącym przez talię z

okuciem dzibowym. Do wolnego końca tego ciągu przykładana jest siła niezbędna do opuszczania i podnoszenia masztu. W tym rozwiązaniu rolę (niepewną) stabilizatora masztu pełni konstrukcja cęg. Tym samym to rozwiązanie może być stosowane w małych jednostkach i stabilnych warunkach pogodowych. Urządzeniem zapobiegającym poprzecznym przechyłom masztu w czasie jego ruchu obrotowego jest „kozioł” (rys. 5.3).



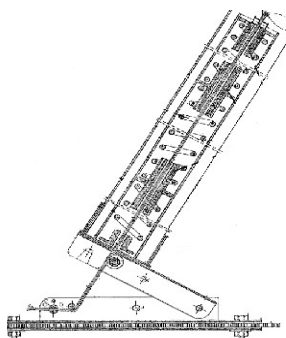
1. maszt 3. cięgno 4. talia 6. kozioł 7. przegub

Rys. 5.3. Rozwiązanie umożliwiające opuszczanie i podnoszenie masztu z zastosowaniem kozła

Źródło: [1]

Kozioł ma kształt trójkąta, którego wierzchołek połączony jest cięgnem z topem masztu i talią z okuciem dzibowym. Podstawa trójkąta zamocowana jest przegubowo do pokładu, umożliwiając obrót kozła wraz z obrotem masztu. Kozioł – podobnie jak wytyk w poprzednim rozwiązaniu – zwiększa moment obrotowy masztu a tym samym zmniejsza wartość siły niezbędnej do obrotu masztu.

Innym urządzeniem zastępującym te, w których występują cięgna, dźwignie (takie jak wytyki i kozły) i talie jest „ujarzmiona teściowa” (rys. 5.4).

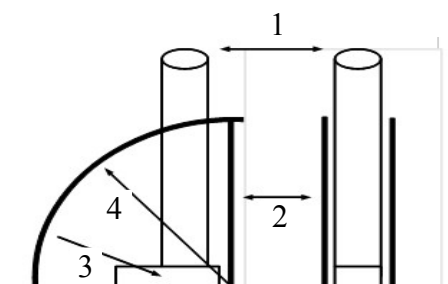


Rys. 5.4. Urządzenie „ujarzmiona teściowa”

Źródło: mazury.info.pl

Zainstalowana wewnątrz masztu sprężyna jest ściskana przez stalowe cięgno zamocowane do stopy masztu z rosnącą siłą w miarę pochylania się masztu. Dzięki wzrostowi wartości siły ściskającej – równoważącej siłę ciężkości masztu, jego położenie i postawienie nie wymaga dużej siły zewnętrznej. Konstruktorzy tego urządzenia zapewniają, że nawet zerwanie sztagu nie grozi gwałtownym upadkiem masztu na pokład. Ponieważ koniec cięgna ściskającego sprężynę zamocowany jest w stopie, wymagane jest wzmocnienie pokładu obciążonego w tym miejscu dużą siłą niszczącą. W praktyce to rozwiązanie zostało z powodzeniem zastosowane na jachcie typu „Vega”. Ten sposób nie chroni jednak dostatecznie przed uszkodzeniem stopy masztu i samego masztu w czasie obracania masztu w na kołyszącej się jednostce.

Rozwiązanie problemu częstego kładzenia i podnoszenia masztu o wysokości 7 m stosowane przez autora tej monografii eliminuje w wystarczający sposób niebezpieczeństwo powstawania wymienionych wcześniej uszkodzeń a także eliminuje ruchome wytyki i kozły. Istota tego rozwiązania polega na zastosowaniu prowadnic przeciwdziałających przechyłom masztu w czasie jego obrotu (rys. 5.5).



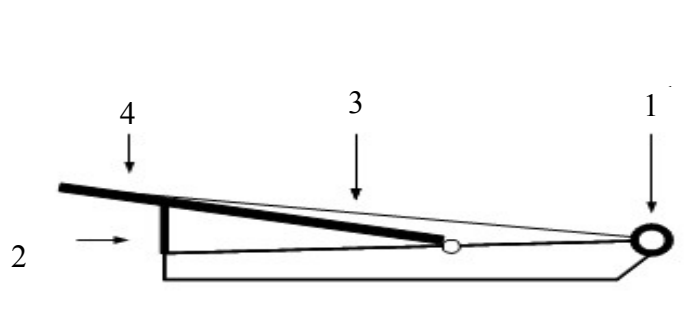
1. maszt 2. prowadnice 3. stopa masztu 4. promień łuku prowadnic

Rys. 5.5. Idea prowadnic masztu

Źródło: materiały autora

Prowadnice o promieniu łuku o długości ok. 30 cm skutecznie ubezpieczają proces obrotu masztu.

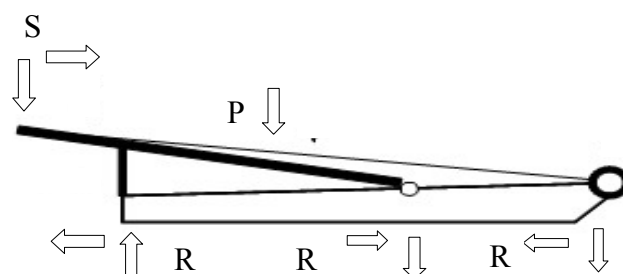
Poza prowadnicami w rozwiązaniu autorskim (rys. 5.6) występują również inne elementy, w tym bębnowa wciągarka z przekładnią zębatą (1), rufowa podpora masztu (2) i cięgno (3) łączące top masztu (4) z bębniem wciągarki.



Rys. 5.6. Pozostałe elementy rozwiązania autorskiego

Źródło: materiały autora

Wysokość podpory masztu determinuje wartość momentu potrzebnego do obrotu masztu a także wartość siły generowanej przy pomocy wciągarki usytuowanej na dziobie.



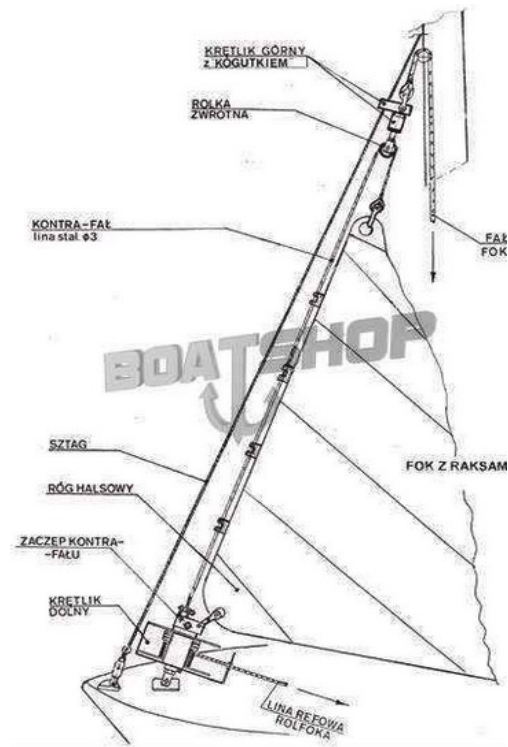
Rys. 5.7. Układ sił na elementach biorących udział w obrocie masztu: P - siła ciężkości masztu, S – siła wciągnięcia, R - reakcje

Źródło: opracowanie własne

Wyższa podpora rufowa ułatwia proces obracania masztu zmniejszając maksymalną siłę w ciągnięciu przy minimalnym kącie obrotu masztu. Powoduje to jednak zwiększanie się wysokości położenia topu masztu nad lustrem wody, co jest istotne przy małych wysokościach prześwitów pod przęsłami żeglownymi mostów.

Operacja obrotu masztu powinna się odbywać bez potrzeby manipulacji wantami. Jest to możliwe w przypadku umieszczenia ich podwieszonych za punktem obrotu masztu tj w kierunku rufy. W takielunku, w którym zastosowany jest rolfof na sztagu foka do kładzenia i podnoszenia masztu zasadne jest stosowanie dodatkowego ciągnięcia.

Rolfok powinien być zamocowany na miękkim sztagu, ułatwiającym – po jego odczepieniu od okucia dziobowego - obrót masztu.



Rys.5.9. Rozwiązanie współpracy rolfoka z miękkim sztagiem

Źródło: boatshop.pl

Rysunek 5.9 ilustruje rozwiązanie, w którym raski foka wczepione są w kontra-fał foka; fał foka zamocowany jest do krętlika topowego i przechodzi (jak w rozwiązaniu na rys. 5.8 - b) przez bloczek masztu i też jest knagowany poza konstrukcją rolfoka. Sztag foka przechodzi przez kogutka związanego z krętlikiem topowym łącząc okucie dziobowe z masztem.

6. Energetyka małych jachtów motorowo – żaglowych

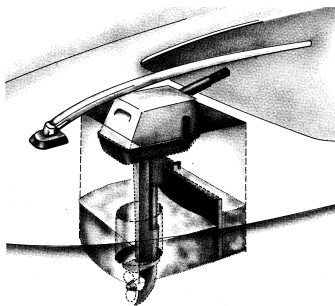
6.1. Spalinowe silniki napędowe

Podstawowym urządzeniem napędowym jachtu motorowo – żaglowego jest silnik spalinowy. Dla uzyskania maksymalnej prędkości małych jachtów m – ż określonej na 15 km/h, moc silnika zainstalowanego w kadłubie jednostki półślizgowej powinna wynosić od 8 do 10 kW. Taką mocą dysponują zarówno silniki stacjonarne jak i przyczepne.

Silniki przyczepne konstruowane są jako dwusuwowe i czterosuwowe. Silniki czterosuwowe są droższe i nieco bardziej skomplikowane od silników dwusuwowych. Mają jednak lepsze przyspieszenie a także mniejsze drgania i tym samym pracują ciszej; mają także mniejsze zużycie paliwa. Ponadto nie wymagają dodatkowego zaopatrzenia paliwa w olej, który często bywa przyczyną powstawania na wodzie tęczowych plam. Te zalety silnika czterosuwowego nie zawsze są dostatecznym atutem przemawiającym za wyborem silnika droższego. Jedne i drugie silniki przyczepne o mocy powyżej 6 kW korzystają z reguły z zewnętrznych zbiorników paliwa, co umożliwia pracę silników przez długie godziny bez potrzeby uzupełniania zbiornika rozchodowego o małej pojemności, który jest zagregowany z konstrukcją silnika. Zbiór oferowanych zbiorników zewnętrznych obejmuje pojemności od 12 do 90 litrów.

W wersji czterosuwowej występują również silniki stacjonarne. Z reguły są to silniki wysokoprężne zasilane olejem napędowym. Ich atrakcyjność wynikała przede wszystkim z konkurencyjnej ceny tego paliwa w stosunku do ceny benzyny. Obecnie ich przewaga wynika tylko z małego jednostkowego zużycia paliwa. W przypadku dużego zapotrzebowania na to paliwo determinowanym sposobem uprawiania turystyki są korzystnym napędem jachtów motorowo – żaglowych. Ograniczenie w ich stosowaniu wynika z dużej masy tych silników, wysokiej ceny zakupu, dużej pojemności przedziału silnikowego a także instalacji wału śrubowego i śruby napędowej oraz dławnicy. Ze względu na masę własną silnika preferowanym przez autora silnikiem napędowym jest silnik przyczepny.

Silniki przyczepne z reguły lokalizowane są na pawęży jednostek pływających. Jednakże funkcjonują również rozwiązania, w których te silniki umieszczane są w tzw. studzienkach.



Rys. 6.1. Silnik przyczepny w studzience jachtu

Źródło: [materiały własne]

Rozwiązanie to łączy zalety zagregowanego silnika przyczepnego z obsługowym dostępem do silnika stacjonarnego. Ponadto przesuwając środek ciężkości jednostki w stronę dziobu co jest bardzo ważne w reżimie pływania półślizgowego.

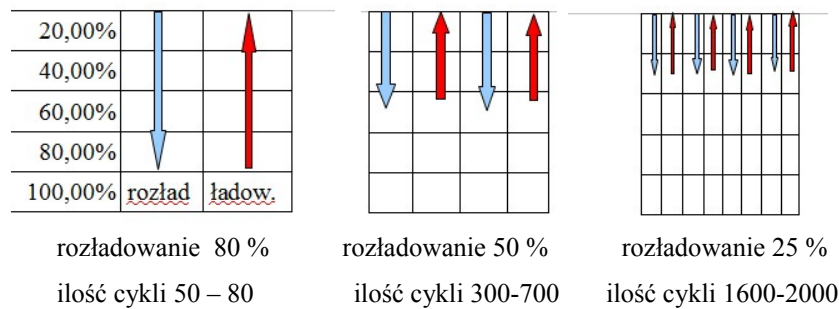
6.2. Akumulatory

Z wartością mocy silnika przyczepnego wiąże się sposób ich rozruchu. Każdy silnik można uruchomić „szarpanką” ale jest kilka marek silników małej mocy wyposażonych w rozrusznik elektryczny. Taki rozrusznik znakomicie ułatwia obsługę jachtu i czyni jego prowadzenie bezpieczniejszym. Stąd wybierając silnik należy w szczególności zwrócić uwagę na ten aspekt techniczny. Rozruszniki silników stacjonarnych są zagregowane z ich konstrukcją.

Ze względu na parametry prądu rozruchowego istnienie rozrusznika elektrycznego wymaga dysponowania znaczącą pojemnością energii zgromadzonej w akumulatorach.

Z pewnością warto są zauważenia akumulatory AGM (Absorbed Glass Mat) wyposażone w absorbującą matę z włókna szklanego. Cały płyn akumulatorowy jest całkowicie wchłaniany przez separatory z matą. Akumulatory nie tracą płynu w momencie ich uszkodzenia, które może nastąpić pomimo że są one odporne na uderzenia i wibracje.

Akumulatory AGM mają wysoki prąd startowy a jednocześnie są przystosowane do cyklicznych stosowań a tym samym wielokrotnych ładowań. Ich bardzo ważną cechą jest możliwość głębokiego rozładowania bez spadku napięcia znamionowego co znakomicie je różni od akumulatorów ołowiowych. Ilość cykli zależy od głębokości stosowanych rozładowań. Zależność tą ilustruje rysunek 6.2.



Rys. 6.2. Zależność ilości cykli od głębokości rozładowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie www.svb.de

Należy przy tym zaznaczyć, że jeden rozruch absorbuje 0,001 części cyklu. Nawet przy głębokim rozładowaniu ilość rozruchów może mieścić się w granicach od 50.000 – 80.000.

Poza potrzebami rozruchowymi akumulatory zasilają również inne odbiorniki takie jak: oświetlenie nawigacyjne, oświetlenie bytowe, urządzenia nawigacyjne czy radio. Wymagają więc skutecznego sposobu pozyskiwania zewnętrznej energii elektrycznej celem ich ładowania. Proces ten ma miejsce w czasie użytkowania silnika w procesie eksploatacji jachtu-jacht spędza na postoju. W czasie postoju na przystani pozyskiwanie energii zewnętrznej jest możliwe z sieci elektrycznej przystani a w zaskie każdego postoju - z alternatywnych źródeł energii.

Alternatywnym źródłem energii może być generator wiatrowy i bateria słoneczna. Z doświadczeń autora wynika, że bardziej efektywnym źródłem energii elektrycznej są fotowoltaiczne baterie słoneczne.

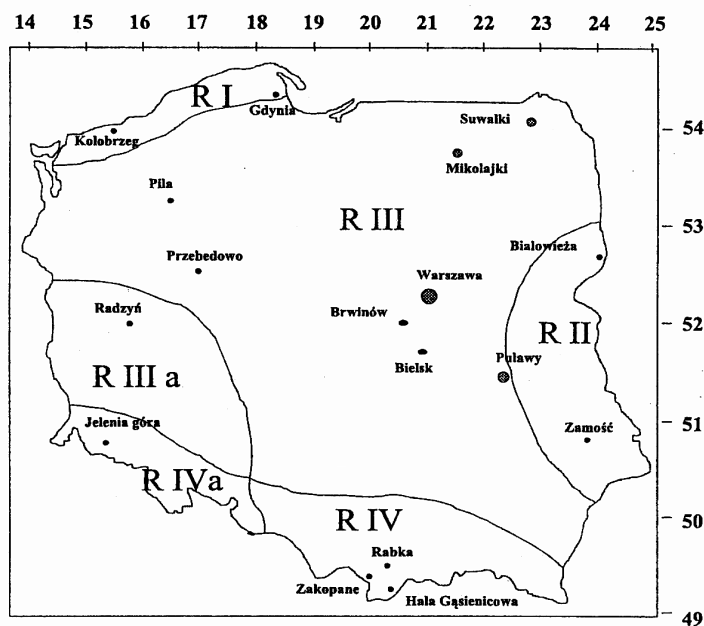
6.3. Zasoby energii promieniowania słonecznego

O efektywności proponowanych rozwiązań decydują również zasoby energetyczne promieniowania słonecznego. Promieniowanie to dociera do powierzchni Ziemi poprzez trzy postacie:

- jako promieniowanie bezpośrednie,
- rozproszone,
- odbite.

Energetyczną wartość tego promieniowania [4] określa się na $8,1 \times 10^{10}$ kWh z czego $2,7 \times 10^{10}$ kWh przypada na łądy.

Parametrami determinującymi praktyczne wykorzystanie promieniowania słonecznego są: natężenie (gęstość strumienia energii) wyrażone w kW/m^2 , sumy promieniowania słonecznego (energii) wyrażone w godzinach lub kWh/m^2 oraz usłonecznienie czyli czas, w którym natężenie promieniowania przekracza wartość progową tj. 200 W/m^2 . Średnia roczna wartość promieniowania na kuli ziemskiej wynosi 1400 kWh/m^2 . Dla Polski, wartość tej energii w wyróżnionych rejonach (rys. 6.3) i dla określonych wartości progowych prezentuje tabela 6.1.



Rys. 6.3. Rejonizacja obszaru Polski pod względem możliwości wykorzystania energii słonecznej

Źródło: [10].

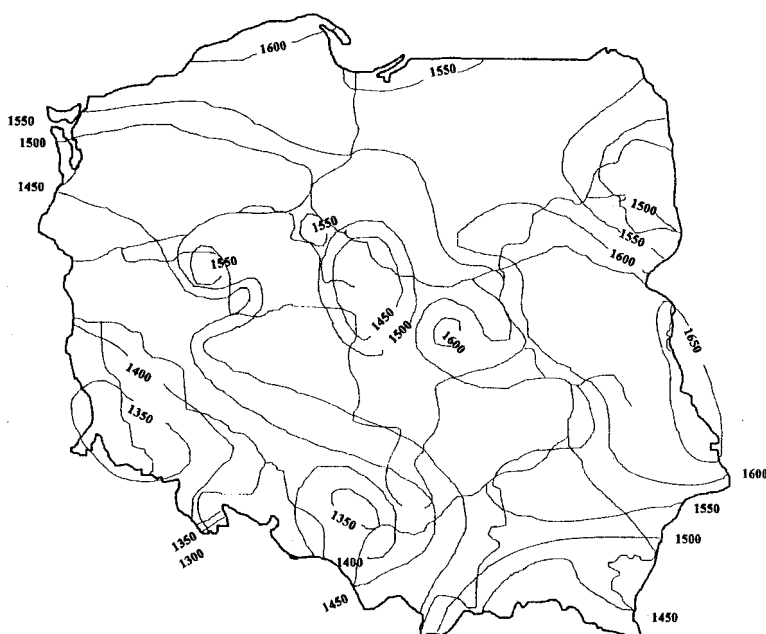
Tabela 6.1

Potencjalna energia użyteczna promieniowania w kWh/m^2 na rok/sezon dla progowego natężenia promieniowania $0,2 \text{ kW/m}^2$

Rejon	Rok I-XII	Półrocze letnie IV-IX	Sezon letni VI-VIII	Półrocze zimowe X-III
R I	903	794	454	109
R II	882	728	414	144
R III	797	686	401	110

R III a	796	686	391	111
R IV	746	575	318	141
R IV a	741	606	338	135

Generalnie w skali roku najlepsze warunki do wykorzystania energii słonecznej panują w rejonie Wschodniej Polski obejmującym m.in. Kanał Augustowski, oraz w rejonie Wybrzeża obejmującym także ujściowe odcinki Odry. Na taki terytorialny rozkład energii słońca wskazują również [10] średnie roczne sumy usłonecznienia w godzinach zaprezentowane na rysunku 6.4.

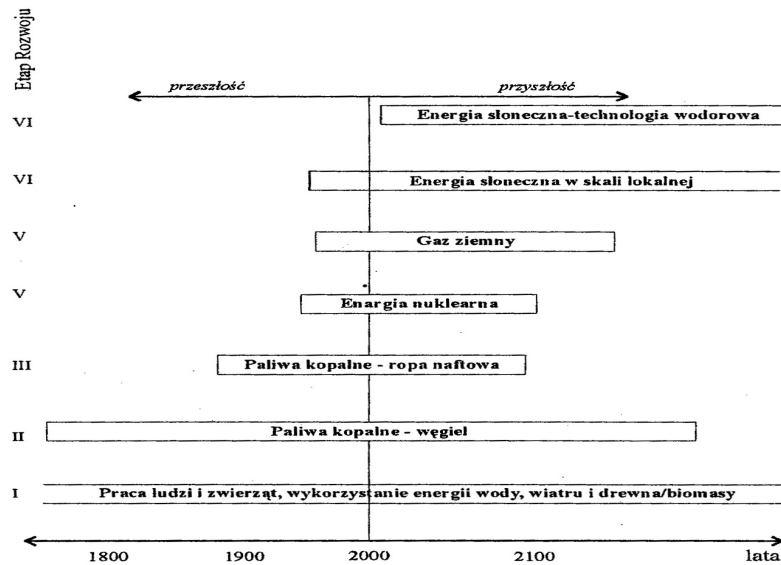


Rys. 6.4. Średnie roczne sumy usłonecznienia w godzinach (lata 1961 – 1970)

Źródło: [10]

Informacja zawarta na powyższym rysunku wskazuje również, że różnice usłonecznienia poszczególnych rejonów nie przekraczają 10 %. W okresie wiosenno – letnim (V - VIII) dostępna dzienna „porcja” energii użytkowej może wynosić od 1,5 – 8 (średnio 5) kWh/m². Wartość tej energii dla obiektów pływających może ulegać zwiększeniu poprzez możliwość wykorzystania promieniowania odbitego od powierzchni akwenu.

Według G. Wiśniewskiego [10] wykorzystanie energii słońca będzie wzrastało w sposób ewolucyjny co ilustruje rysunek 6.5.



Rys 6.5. Historia i przyszłość światowej energetyki

Źródło: [10]

Stymulatorem tego wzrostu będzie m.in. zwiększająca się sprawność ogniw fotowoltaicznych, które realizują proces konwersji czyli zamiany energii świetlnej słońca na energię elektryczną, która praktycznie realizowana jest poprzez moduły fotowoltaiczne (baterie słoneczne). Największe ze spotykanych modułów o konstrukcji sztywnej o mocy 120 W mają wymiary 1447 mm x 660 mm x 35 mm a masę względną równą 10 W/kg.

Ale na rynku pojawiają się nowe rozwiązania np. w postaci folii fotowoltaicznych produkowane w technologii DayStar (rys.6.6) o sprawności 0,15 i masie względnej 1440 W/kg.



Rys. 6.6. Folia fotowoltaiczna

Źródło: [www.pv. pl]

Jakość modułów fotowoltaicznych powinna wzrastać wraz ze wzrostem ich produkcji; wzrost produkcji skutkuje obniżaniem ceny.

6.4. Pomocnicze silniki elektryczne

Akumulatory o dużej sprawności, taniejące a jednocześnie bardziej efektywne baterie fotowoltaiczne skłaniają do zwrócenia większej uwagi na silniki elektryczne. Standardowe propozycje łodziowych silników elektrycznych obejmują rozwiązania, w których silnik znajduje się w położeniu podwodnym a śruba napędowa jest osadzona bezpośrednio na wale wirnika (rys. 2.14). Te silniki posiadają z reguły 5 biegów w przód i trzy biegi wsteczne oraz możliwość zmiany położenia poziomego kąta położenia układu napędowego. Zasilane prądem stałym o napięciu 12 V charakteryzują się zróżnicowaną mocą, wynikającą z maksymalnej wartości natężenia pobieranego prądu obejmującym przedział od 30 do 50 A. Daje to możliwość uzyskania mocy napędu rzędu 600 W.

Moc ta może być wystarczająca do przemieszczania małego jachtu z prędkością 1 – 2 km/h. Z tego względu takie silniki nie mogą stanowić alternatywy dla spalinowego napędu głównego jachtów motorowo – żaglowych. Mogą natomiast w pełnić funkcję napędu pomocniczego stosowanego w manewrach po akwenach przystani, chwilowego napędu głównego w strefach ciszy lub aktywnego steru w trakcie spływu jachtu z prądem rzeki.

By zintegrować silnik elektryczny z konstrukcją jachtu a jednocześnie poprawić manewrowość jachtu można go wbudować w płetwę steru, tak jak to zrealizowano w roku 1885 (rys. 2.12). Takie rozwiązanie eliminuje potrzeby istnienia pantografu a także może integrować manetkę „gazu” silnika elektrycznego z rumplem steru.

W zakresie stosowania silników elektrycznych w małych jachtach motorowo – żaglowych rysuje się możliwość zamiany spalinowego napędu głównego na napęd elektryczny. W roku 2012 pojawił się mocny elektryczny silnik przyczepny Torqeedo Blu, który zdobył główną nagrodę na targach Mets w Amsterdamie a także nagrodę za najbardziej innowacyjny produkt ufundowaną przez amerykańskie Stowarzyszenie Sprzętu Żeglarskiego [11]. Silniki tego rozwiązania oferowane są w trzech wersjach (rys. 6.7): o mocy 3 KM (model Torqeedo Trawl 1003), o mocy 6 KM (model Cruise 2.0R) oraz o mocy 10 KM (model Cruise 4.0R).



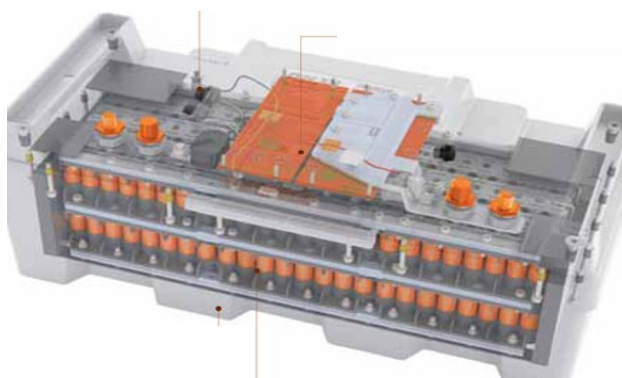
Rys. 6.7. Silniki Torqeedo

Źródło: [11]

Wszystkie modele - występują w odmianach z długą i krótką kolumną. Napięcie zasilania tych silników wynosi 24/25,9 V a więc jest dwukrotnie wyższe od standardów 12 woltowych. Są one zasilane z baterii akumulatorów litowych, których ładowanie odbywa się „z lądu”. Trzeba jednak podkreślić, że cena akumulatorów litowych jest kilkakrotnie wyższa od ceny akumulatorów AGM. Ewentualne zastosowanie elektrycznego silnika dużej mocy eliminuje potrzebę stosowania na tematycznych jachtach pomocniczego silnika elektrycznego.

Rozwiązanie takie byłoby bardzo pożądane, gdyby nie występowało istotne ograniczenie czasu pracy silników Torqeedo. Przy pojemności akumulatora rzędu 520 Wh tj. ok 20 Ah, silnik Travel 1003 - pobierając prąd o natężeniu 100 A - może pełną mocą pracować przez kilkanaście minut. Duże moce silników elektrycznych, wymagają więc akumulatorów o bardzo dużej pojemności a tym samym dużej masie i długim okresie ich ładowania.

Zalecane baterie Power 26-104 (rys.6.8) o czasie ładowania wynoszącym ponad 10 godzin stanowią najważniejsze ogniwo systemu napędowego Torqeedo Cruise.



Rys. 6.8 . Bateria Power 26 -104; pół widok – pół przekrój

Źródło: [www.proffishing.com.pl]

Pojedyncza bateria ma pojemność 2685 Wh (104 Ah) i wystarcza na maksymalne zasilanie silników serii Cruise przez niecałą godzinę. Z tego względu te silniki nie stanowią więc jeszcze alternatywnego rozwiązania napędu głównego małych jachtów motorowo – żaglowych odbywających wielogodzinne i wielodniowe rejsy.

7. Alternatywy wyboru jachtu

Mały motorowo – żaglowy jacht turystyczny powinien służyć żegludze weekendowej i urlopowej przede wszystkim na otwartych i ograniczonych wodach śródlądowych. Jego standardową (dorosłą) załogę będą stanowiły dwie osoby, którym wewnątrz jachtu zapewni minimalny komfort wielodniowych podróży. Komfort ten dotyczy nie tylko czasu pływania ale także czasu wolnego od pływania.

Ogólną ocenę jachtu turystycznego można przeprowadzić stosując cząstkową analizę obejmującą pożądane kryteria i determinujące je podstawowe elementy i zespoły jednostki. Macierz tych zależności prezentuje tabela 7.1.

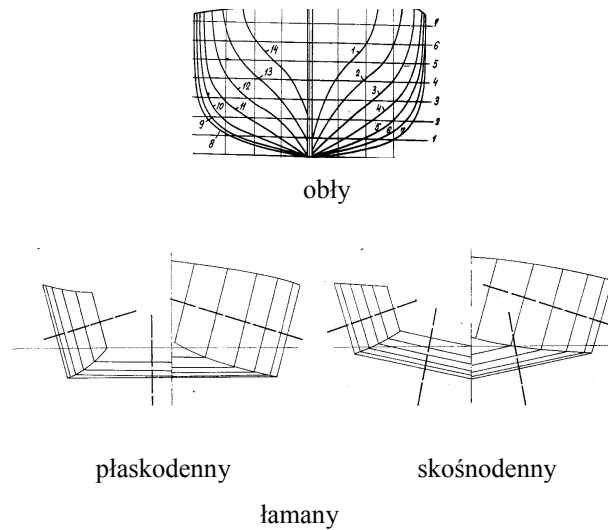
Tabela 7.1.

Macierz zależności

Elementy i zespoły jachtu	Kryteria wyboru jachtu							
	Właściwości manewrowe	Prędkość	Bezpieczeństwo	Komfort	Łatwość obsługi	Samowystarczalność	Akweny otwarte	Akweny ograniczone
Kształt kadłuba	X	X					X	X
Takielunek	X	X	X	X	X		X	
Napęd żaglowy	X	X		X	X	X	X	
Napęd motorowy	X	X	X	X	X	X	X	X
Płetwa balastowa	X		X				X	
Płetwa sterowa	X		X		X		X	X
Pokład, kokpit, nadbudówka				X	X			
Wnętrze, podział funkcjonalny				X		X		
Wypożyczenie ratunkowe, nawigacyjne			X				X	X

Źródło: opracowanie własne na podstawie [7]

Kadłub zapewniający optymalny ruch pólslizgowy w granicach 0,4 do 0,8 Fr, może przyjmować w przekrojach poprzecznych kształt obły lub łamany. (rys. 7.1).

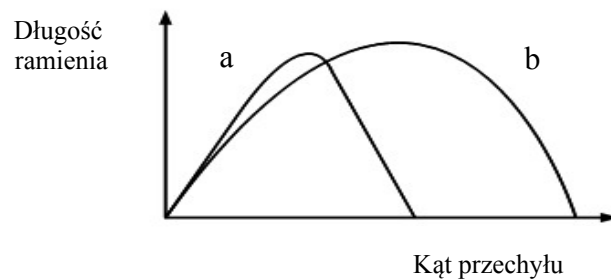


Rys. 7.1..Kształty przekroju kadłuba

Źródło: opracowanie własne

Obydwa rozwiązania mają swoje zalety i wady. Obły kształt zmniejsza opory ruchu ale jest trudniejszy do wykonania w warunkach jednostkowej produkcji. Przekroje łamane choć są niedoskonałe hydrodynamicznie pozwalają na ułatwienia w jednostkowej budowie kadłuba tworząc tzw. powierzchnie rozwijalne, umożliwiające wykonanie poszycia z materiałów konstrukcyjnych występujących w postaci płaskich arkuszy. To rozwiązanie ułatwia także uzyskanie „wypłaszczonego” dna rufy niezbędnego w osiągnięciu półślizgowego ruchu jachtu.

Obydwie konfiguracje kadłuba mają również zróżnicowaną poprzeczną stateczność kształtu, na co wskazuje przebieg krzywych ramion prostujących (rys.7.2).

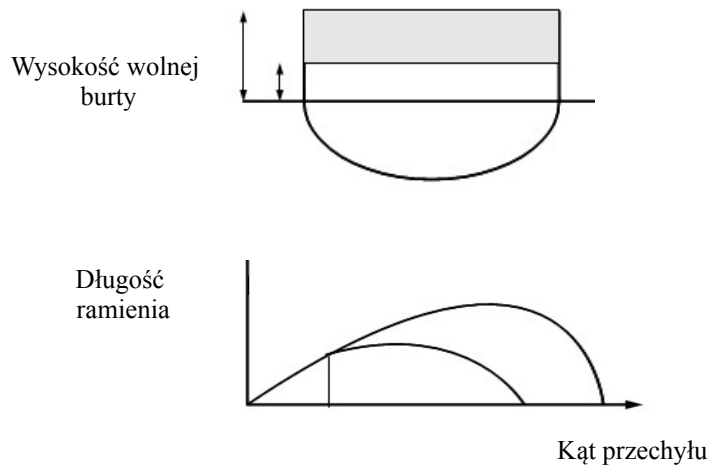


Rys. 7.2. Trendy krzywych ramion prostujących; a- kształt łamany, b – kształt obły

Źródło: opracowanie własne

Przy małych kątach przechyłu korzystniej zachowuje się kadłub o przekrojach łamanych; przy większych kątach przechyłu – kadłub o przekrojach obłych.

Na poprzeczną stateczność kształtu jachtu wpływa również wysokość kadłuba, w tym przede wszystkim wysokość wolnej burty (rys.7.3).

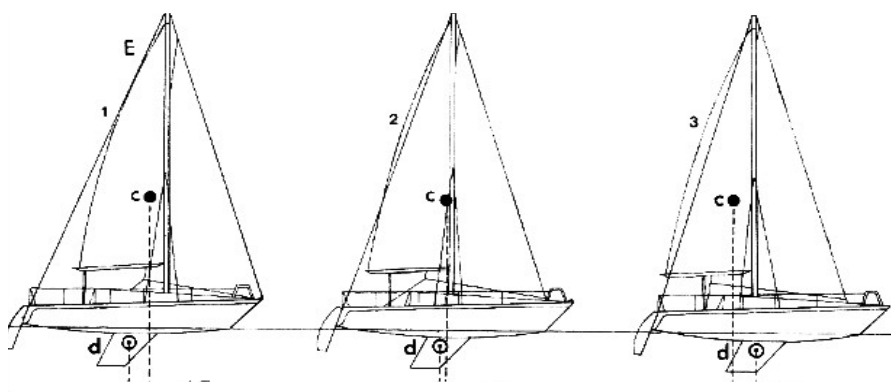


Rys. 7.3. Wpływ wolnej burty na przebieg krzywej ramion prostujących

Źródło: opracowanie własne na podstawie [8]

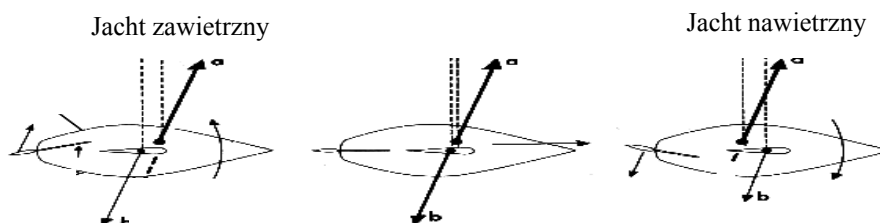
Krzywe obrazujące przebieg wielkości ramion prostujących pokrywają się do kąta przechyłu, przy którym pokład jachtu o mniejszej wysokości wolnej burty zanurzy się w wodzie; krzywa ramion prostujących jachtu o większej wolnej burcie będzie posiadała większe ramiona i większy kąt zakresu dopuszczalnego przechyłu.

Stateczność kształtu odgrywa istotną rolę w jachtach mieczowych; w jachtach balastowych decydującą o bezpieczeństwie jachtu jest stateczność ciężaru. Istnieje ścisła korelacja pomiędzy położeniem środka oporu bocznego i środka ożaglowania. Kiedy środek ożaglowania znajduje się zbyt daleko przed środkiem oporu bocznego pojawia się zawietrzność jachtu. Kiedy oba środki znajdują się w jednym pionie - jacht jest zrównoważony. W przypadku, gdy środek ożaglowania usytuowany jest za środkiem oporu bocznego - jacht staje się nawietrzny. Te podstawowe reguły korelacji środków ożaglowania i oporu bocznego ilustruje rysunek 7.4.



Rys.7.4. Korelacja środka ożaglowania (c) i środka oporu bocznego (d)
Źródło:[7]

Nawietrzność czy zawietrzność jachtu musi być korygowana wychyleniem płetwy steru jachtu.



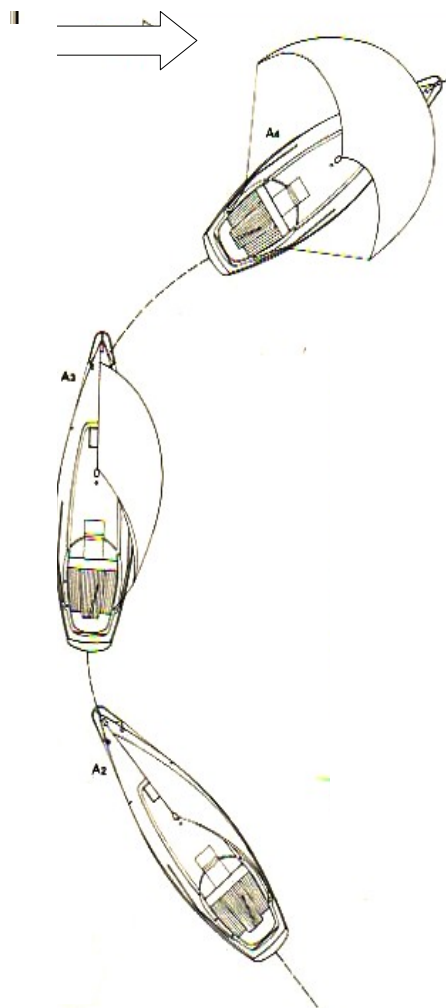
Rys. 7.5. Korekta kursu poprzez wychylenie płetwy steru dla przypadków
ilustrowanych rys.7.4. a – kierunek naporu wiatru, b - kierunek oporu bocznego
Źródło: [7]

Istotna jest tym samym wielkość powierzchni płetwy steru wliczana do powierzchni oporu bocznego i generująca moment korygujący kurs jachtu. Każde wychylenie płetwy steru powoduje wzrost oporu ruchu i zmniejszenie wartości prędkości. Stąd w celu dobrego zrównoważenia żaglowego środek ożaglowania powinien znajdować się w odległości od 5% do 15% długości linii wodnej przed środkiem oporu bocznego.

Takie warunki równowagi można stosunkowo łatwo uzyskać przy ożaglowaniu typu słup. W przypadku stosowania na jachcie motorowo – żaglowym grotżagla, powinien on być uzbrojony w pełzacze, które bez większych oporów przemieszczają się w likszparze kolumny masztu. Pozwala to na zastosowanie kontra – fału grota i realizację zrzucania tego żagla z kokpitu.

Istnienie grotżagla i bomu zmniejsza komfort użytkowania kokpitu jachtu i jego jednoosobowej obsługi. Stąd wynika propozycja wyposażenia jachtu tylko w sztaksle o konfiguracji „jennikera”. Zastosowanie rolfoka pozwala na ich rozwijanie i zwijanie bezpośrednio z kokpitu z wykorzystaniem kabestanu mającego wyłączoną zapadkę.

Bliźniacze foki, obsługiwane przez dwie pary szotów umożliwia (o czym wspomniano w rozdziale 4) efektywne pływanie pod żaglami przede wszystkim w zakresie od pełnych wiatrów do półwiatrów. (rys. 7.6).



Rys. 7.6. Żeglowanie z „jennikerem”

Źródło: [7]

W żegludze na wiatr, żagiel jest złożony. Na półwietrze lub baksztagu „jenniker” jest również złożony. Natomiast w pełnym baksztagu i fordewindzie żagiel

– uprzednio nawijając go rolfokiem na sztag – można postawić jak genuę.

Potwierdzeniem skuteczności stosowania bliźniaczych foków (jennikera) na małych jachtach motorowo – żaglowych jest doświadczenie autora, uzyskane w żegludze w półwietrze (rys. 7.7.) i z pełnym wiatrem (rys.7.8).



Rys. 7.7. Jacht motorowo – żaglowy autora pływający w półwietrze

Źródło: foto Grzegorz Zosiuk



Rys. 7.8. Jacht motorowo – żaglowy autor ⁶⁹ pływający z pełnym wiatrem

Źródło: foto Grzegorz Zosiuk

Wypożażenie jachtu tylko w żagiel przedni powoduje znaczące przesunięcie do dziobu środka ożaglowania w wyniku czego jacht staje się zawietrzny. Ograniczenie skutków tej cechy można osiągnąć poprzez:

- przesunięcie płetwy balastowej w kierunku dziobu,
- zwiększenie powierzchni płetwy steru w wyniku zwiększenia jej szerokości w części podwodnej,
- wykorzystania sterowania aktywnego uzyskanego przy pomocy napędu elektrycznego zintegrowanego ze sterem,
- przesunięcia masztu w kierunku rufy i zmniejszenie jego wysokości.

Ostatnie działanie spowoduje wydłużenie liku dolnego „jennifera” co może skutkować albo zwiększeniem powierzchni tych żagli albo obniżeniem wysokości masztu. Ta alternatywa dotycząca masztu może okazać się bardziej praktyczna, stwarza bowiem warunki przepływania pod mostami bez dodatkowych czynności.

W przypadku wodnych dróg śródlądowych V klasy, teoretyczna wysokość prześwitów pod mostami - przy średnich stanach wody – powinna osiągać 7,1 m. W tym aspekcie wydaje się racjonalne obniżenie wysokości masztu do wartości, przy której odległość pomiędzy jego topem a wodnicą pływania nie przekroczy 7 m.

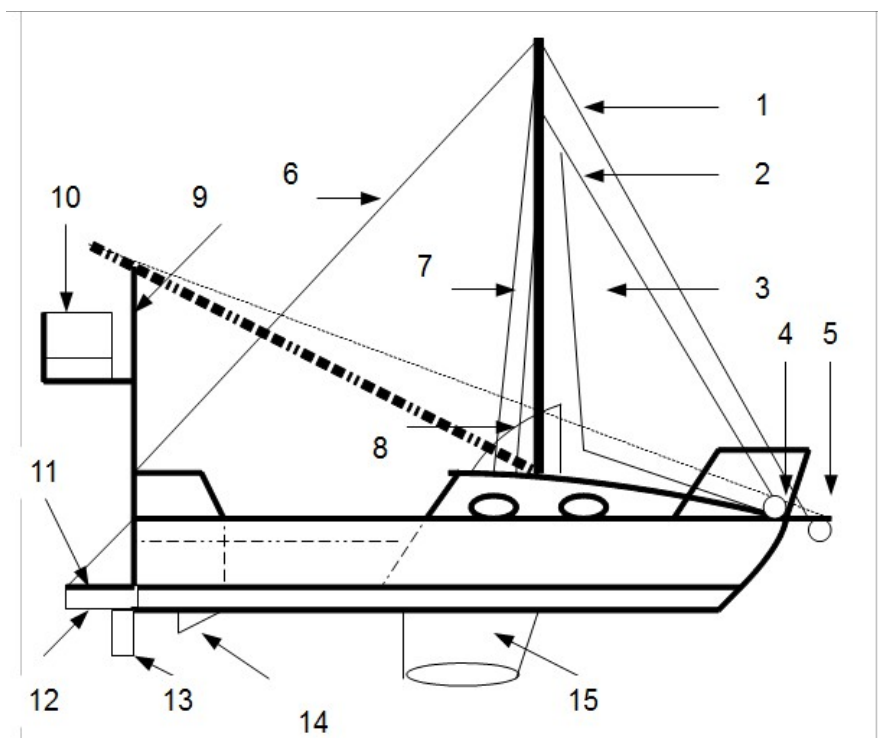
Kładzenie masztu wykonywane preferowanymi w rozdziale 4 metodami „ciągnowymi” wymaga operowania dodatkowym forsztakiem połączonym z bębniem wciągarki lub sztagiem „jennifera” i dodatkowym cięgnem łączącym oś bębna rolfoka z bębniem wciągarki. Ten drugi przypadek wymaga dysponowania stoperem, służącym do unieruchomienia dolnej części osi bębna rolfoka. Napięcie sztagu w tym rozwiązaniu może być regulowane przy pomocy wciągarki.

Przesunięcie masztu ku rufie oddziałuje na podział przestrzeni kadłuba. „Twardym” kanonem tego podziału powinien być duży kokpit. W tym przypadku zejściówka powinna być wykonywana w wariacie bez suwklapy jako otwór w skośnej ścianie nadbudówki łączący kokpit z wnętrzem nadbudówki. Należy przy tym pamiętać, że część rufowa kokpitu stanowi rezerwę przestrzeni przeznaczoną do posadowienia silnika napędu głównego.

Jeżeli ze względu na przesunięcie masztu zagospodarowanie przestrzeni nadbudówki podparcie masztu nie może być wykonane w postaci pilersu, należy je zmodyfikować tak, by przybrało formę usztywnienia ramowego tworzonego przez ramowy pokładnik, wręg ramowy i ramowy dennik. Te usztywniające elementy wpływają na sposób zagospodarowania nadbudówki. Muszą się w niej znaleźć przynajmniej dwie koje lub hundkoje, miejsce na kuchenkę i stół, przedział sanitarny

oraz przestrzeń dla umieszczenia akumulatorów. Miejsce pod kojami można wykorzystać na zapasowe liny i kotwicę, na materiały i narzędzia techniczne, na zapasową odzież a także na sprzęt gospodarczy i zapasy żywności.

Autorskie rozwiązanie rozmieszczenia najważniejszych elementów i zespołów małego jachtu motorowo – żaglowego ilustrują rysunki 7.7 – 7.9.

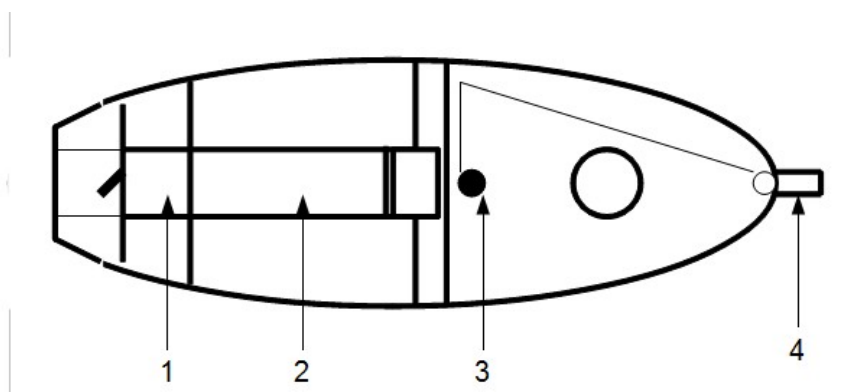


1. Sztąg przeznaczony do kładzenia masztu 2. Sztąg jennikera (foka bliźniaczego) 3. Jenniker 4. Rolfok 5. Wciągarka 6. Achtersztąg 7. Wanty (kolumnowa i topowa) 8. Prowadnice dok łądzenia masztu 9. Podpora położonego masztu 10. Baterie słoneczne 11. Pomost rufowy 12. Pływaki „hydrodynamiczne” 13. Płatwa steru z silnikiem elektrycznym 14. Spodzina wbudowanego przyczepnego silnika głównego 15. Płatwa balastowa z bulbkilem

Rys.7.7. Widok z boku na elementy i zespoły techniczne autorskiego jachtu

Źródło: opracowanie własne

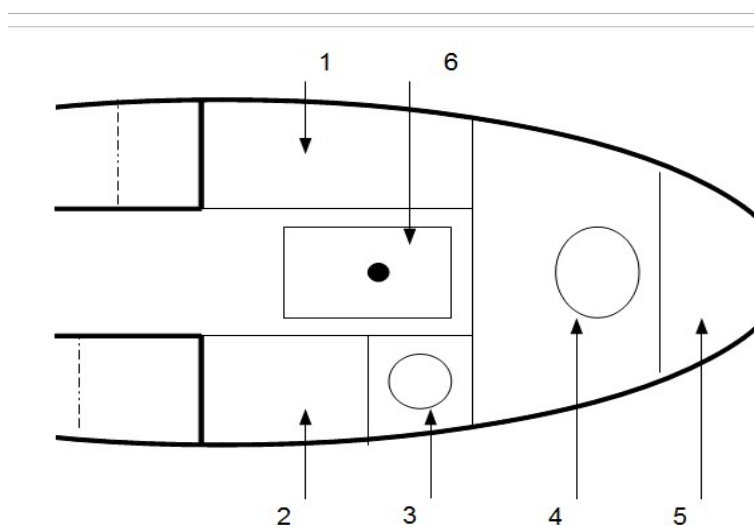
Kadłub jachtu został wzbogacony o pomost rufowy, pod którym znajdują się pływaki służące generowaniu siły hydrodynamicznej i przeciwdziałaniu przegłębieniom rufowym.



1. Przedział silnika głównego 2. Kokpit 3. Kabestan rolfoka 4. Bukszpryt

Rys. 7.8. Widok z góry na zespoły i elementy techniczne autorskiego jachtu

Źródło: opracowanie własne



1. hundkoja 2. hundkoja 3. zaplecze kuchenne 4. przedział sanitarny – WC chemiczne
6. przedział akumulatorów

Rys.7.9. Podział przestrzeni nadbudówki autorskiego jachtu

Źródło: opracowanie własne

Ulokowanie akumulatorów na dziobie zwiększa odległość przesyłu energii elektrycznej ale przeciwdziała przegłębieniu jachtu na rufę.

Zdjęcia jachtu ilustrujące wyżej opisaną rzeczywistość zamieszczone są na rys. rys. 7.10 – 7.13.



Rys. 7.10. Jacht „na lądzie”; widoczny łamany kształt kadłuba i płatwa balastowa z bulbkilem

Źródło: wykonanie własne



Rys.7.11. Jacht „na wodzie”; widoczny duży kokpit

Źródło: wykonanie własne



Rys. 7.12. Jacht „na wodzie”; widoczna podpora kładzionego masztu i baterie słoneczne

Źródło: wykonanie własne



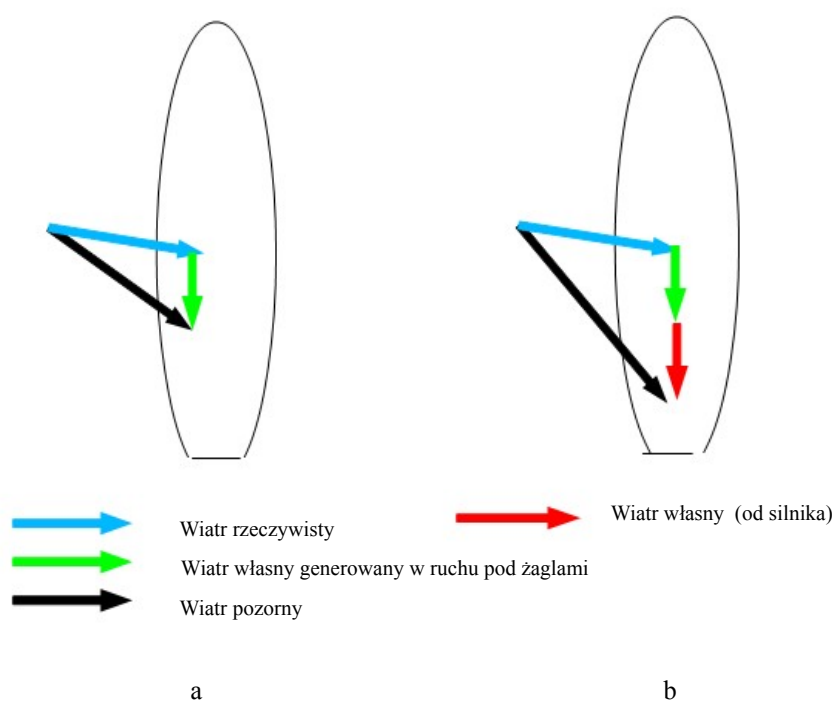
Rys. 7.13. Jacht „na wodzie”; widoczny pomost rufowy i pływaki hydrodynamiczne

Źródło: wykonanie własne

8. Współpraca silnika napędowego z żaglami

Podstawowym napędem jachtu motorowo – żaglowego jest silnik. Może być on wykorzystywany jako jedyne źródło napędu lub – przy sprzyjających warunkach pogodowych – może współpracować z żaglami.

Pływanie pod żaglami, spowodowane wiatrem rzeczywistym wynika z istnienia wypadkowego wiatru pozornego, którego druga składowa zależy od prędkości jachtu względem powietrza (rys.1.4) i stanowi tzw. wiatr własny o linii działania pokrywającej się z osią symetrii jachtu (rys.8.1.a). Siła uciągu silnika wytwarza dodatkową składową wiatru własnego. Wpływa to na zmianę kierunku i wzrost – w stosunku do wiatru rzeczywistego - siły wiatru pozornego, bezpośrednio działającego na żagle (rys. 8.1. b).

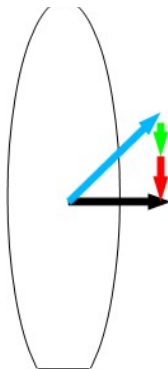


Rys. 8.1. Kierunki i wartości wiatrów

Źródło: opracowanie własne

Efektywność ruchu jachtu w przypadku pływania „wzmocnionym przez uciąg silnika” pozornym baidewindem, wymaga oczywistego wybierania żagli pod warunkiem zachowaniem wartości kąta martwego.

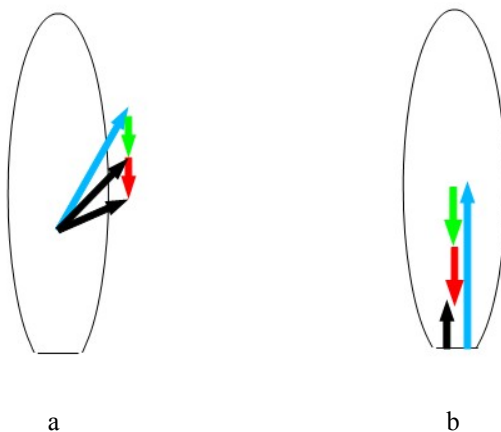
Malejący pozorny półwiatr osiągany w pływaniu pod rzeczywistym baksztagiem, świadczy o mniej **efektywnej współpracy silnika z żaglem** wyznaczonej relacją wartości wiatru rzeczywistego do wiatru pozornego .



Rys. 8.2. Malejąca efektywność współpracy silnika z żaglem

Źródło: opracowanie własne

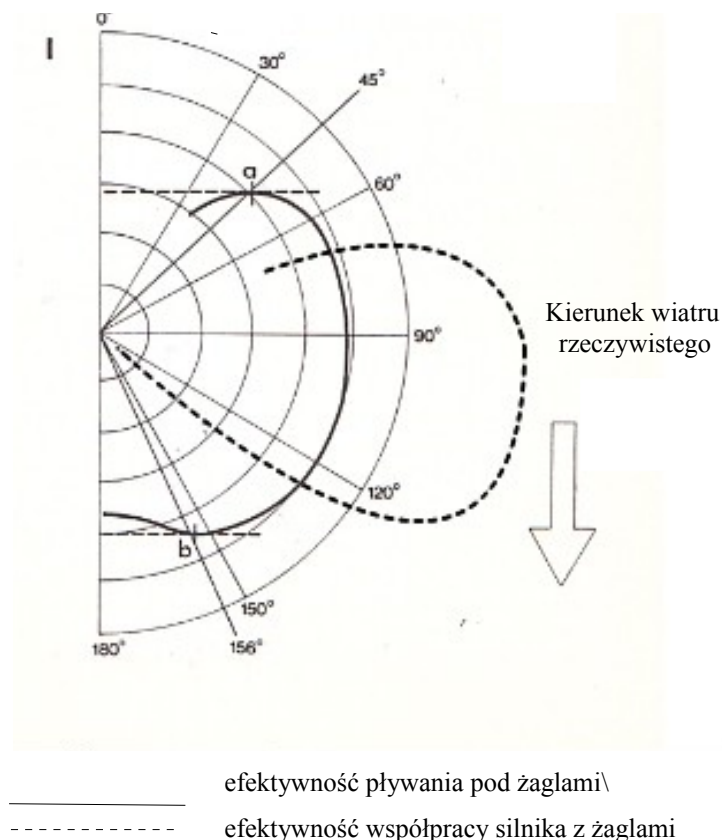
Przy ostrym baksztagu efektywność współpracy żagli z silnikiem sukcesywnie maleje (rys. 8.3. a) a przy pełnym fordewindzie żagle działają hamująco na ruch jachtu wywołany pracą silnika o czym świadczy intensywnie zmniejszająca się wartość wiatru pozornego (rys. 8.3. b).



Rys. 8.3. Zmniejszająca się wartość wiatru pozornego

Źródło: opracowanie własne

Rysunek 8.4 na wykresie biegunowym przedstawia efektywność pływania pod żaglami i efektywność współpracy silnika z żaglami w zależności od kursu jachtu względem wiatru rzeczywistego.



Rys. 8.4. Biegunowy wykres efektywności ruchu jachtu

Źródło.: opracowanie własne na podstawie [7]

Przebieg linii odpowiadającej efektywności pływania jachtu pod żaglami świadczy o tym, że najbardziej wskazane kursy zawierają się pomiędzy kątem 60° (pkt a) i kątem 120° (pkt b). Z przebiegu linii ilustrującej efektywność współpracy silnika z żaglami wynika, że najbardziej efektywne kąty kursowe zawierają się pomiędzy 90° a 110° .

Bibliografia

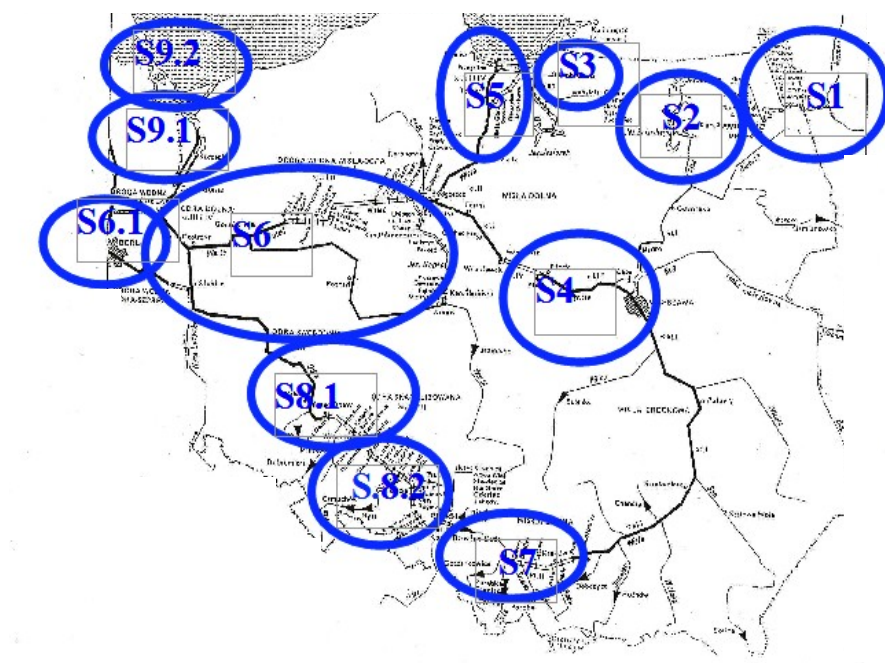
1. Dziewulski J.W. *Wiadomości o jachtach żaglowych* Wydawnictwo Almapress, Warszawa 2008
2. Jastrzębski B. *Turystyczne szlaki Polski* Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa 1960
3. Kołtuner J. (red) *Rzeki, kultury, cywilizacje, historia TomIII* Wydawnictwo Śląsk Sp. z o.o., Katowice 1994
4. Kondracki J. *Typy krajobrazu naturalnego. Atlas narodowy Polski* Instytut Geografii PAN, Ossolineum 1973 – 78
5. Mickiewicz M. *Z dziejów żeglugi* Wydawnictwo Nasza Księgarnia , Warszawa 1971
6. Patalas N. *Żagle i motory* Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa 1974
7. Praca zbiorowa *Jachting* Wydawnictwo PENTA, Warszawa 1993
8. Praca zbiorowa *Poradnik Okrętowca* Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1960
9. Tołkacz L. *Śródlądowa turystyka zbiorowa* WTMiT ZUT w Szczecinie, Szczecin 2008, e'book
10. *Wiatr*. Czerwiec 2013, s.40-41
11. Wyrzykowski J., Mikułowski B. *Geografia turystyczna Polski* PWE, Warszawa 2008
12. Wiśniewski G. *Energia słoneczna – przetwarzanie i wykorzystanie energii promieniowania słonecznego* Wydawnictwo Fundacji Ekologicznej „Silesia”, Katowice 1999

Suplement

Śródlądowe szlaki w Polsce, które mogą służyć turystyce wodnej występują w jej różnych regionach. Do najbardziej atrakcyjnych obszarów ich alokacji należą:

- S1 – Pojezierze Suwalskie
- S2 – Mazury i ich Wielkie Jeziora
- S3 – Warmia z kanałem Ostródzko - Elbląskim
- S4 – Mazowsze i Kujawy z Zalewem Zegrzyński i Zalewem Włocławskim
- S5 – Pomorze Gdańskie z Pętlą Żuław
- S6 – Wielkopolska i jej Pętla
- S7 – Małopolska z Wisłą Krakowską
- S8 - Śląsk i węzeł wodny Odry
- S9 – Pomorze Zachodnie z Odrą i jeziorem Dąbie

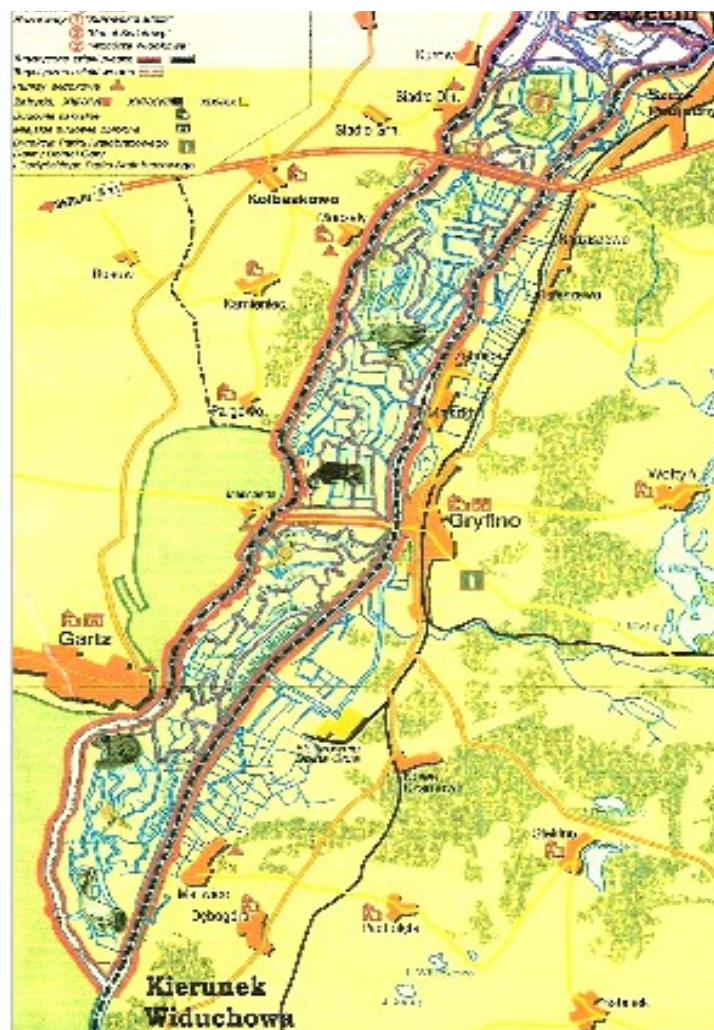
Położenie w/w obszarów ilustruje rysunek s1.



Rys. s1. Najbardziej atrakcyjne obszary turystyki wodnej w Polsce

Szlaki te mają charakter liniowy (S2,S7), okrężny (S5, S6) lub mieszany. Przebiegają one wodami żeglownymi co najmniej I klasy, dysponując minimalną głębokością o wartości 1 m.

O złożonych warunkach uprawiania turystyki wodnej mogą świadczyć analizy Szczecińskiego Węzła Wodnego, wchodzącego w skład obszaru S9. Do największych jego walorów można zaliczyć Park Krajobrazowy Doliny Odry. Jego powierzchnia ma ok. 700 ha a sieć cieków wodnych rozciąga się na długości 200 km.

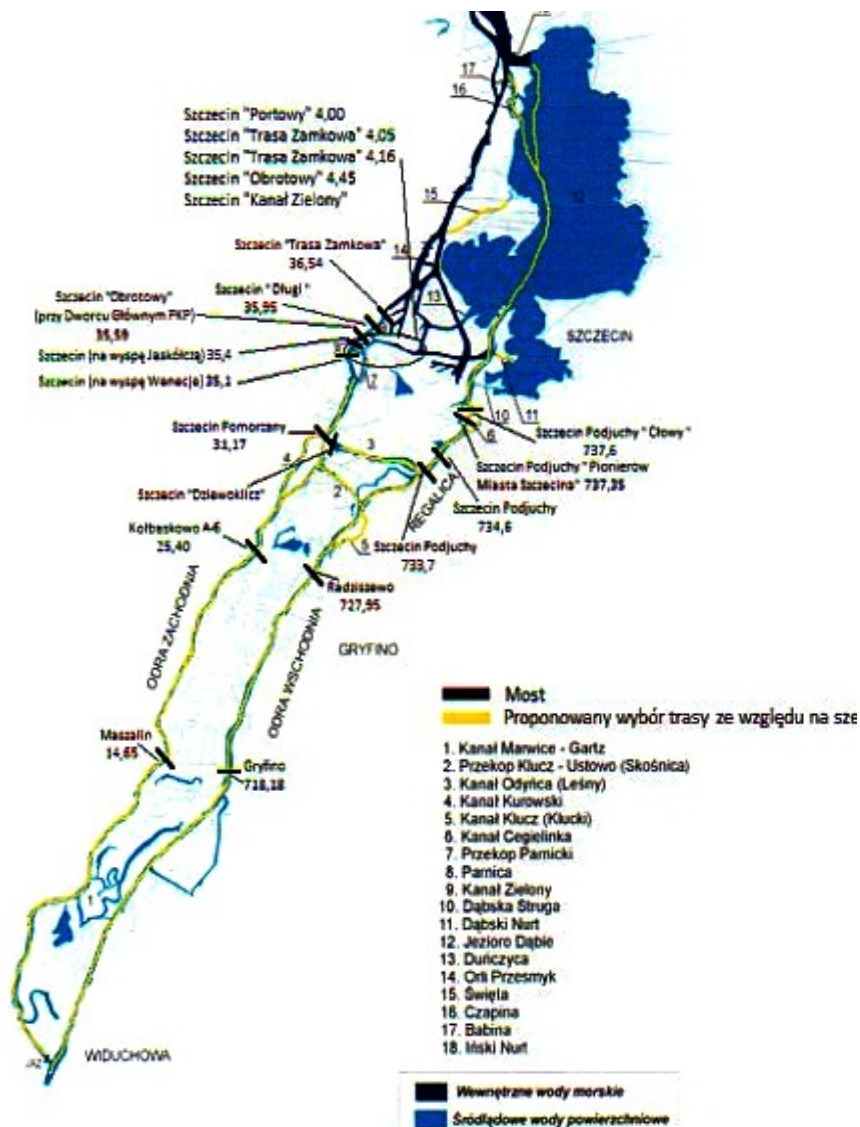


Rys.s2. Park Krajobrazowy Doliny Odry

Wokół Parku została utworzona otulina dla zabezpieczenia jego terenu przed szkodliwymi wpływami czynników zewnętrznych. Stanowią je wody Odry Wschodniej i Odry Zachodniej oraz liczne kanały łączące te dwie odnogi Odry.

Szerokości i głębokości wód Szczecińskiego Węzła Wodnego nie stanowią ograniczenia dla turystyki wodnej uprawianej na jachtach żaglowych., której teoretyczny zasięg ilustruje rysunek s3.

II



Rys.s3. Sieć potencjalnych szlaków turys 78 ych Szczecińskiego Węzła Wodnego

Parametrem, który w znacznym stopniu wyłącza niektóre odcinki potencjalnych tras z ich eksploatacji pod żaglami - jest prześwit pod mostami. Mosty znajdujące się nad rzekami i kanałami Szczecińskiego Węzła Wodnego posiadają z reguły mały prześwit; zaledwie kilka z nich umożliwia swobodne przejście pod nimi tylko niektórych jachtów z postawionymi masztami.

Zbiór najczęściej używanych jachtów żaglowych na polskich rzekach i jeziorach został scharakteryzowany w tabeli s1.

Tabela s1

Zestawienie najważniejszych wymiarów jachtów

Lp	Nazwa	Długość całkowita [m]	Szerokość [m]	Zanurzenie [m]	Wysokość całkowita od KŁW [m]
1	Focus 650	6,5	2,5	0,25/1,1	7,3
2	Sasanka 660	6,6	2,55	3,01/2025	8,3
3	Omega	6,2	1,8	0,16/0,96	8,45
4	Foka II	5,45	2,05	0,22/0,93	8,5
5	Carina	5,96	2,11	0,47/1,0	8,5
6	Sportina 682	6,8	2,5	0,2/1,25	9,4
7	Tango 730	7,3	2,6	0,25/1,25	9,45
8	Princessa	6,6	2,8	0,2/1,25	9,55
9	Skipi 650 Cruiser	6,5	2,48	0,38/1,35	9,6
10	Sasanka 660 Furia	6,6	2,45	0,33/1,2	9,65
11	Janmor 20	6,16	2,5	0,25/1,2	10
12	Skipi 650 Race	6,5	2,48	0,25/1,5	10,3
13	Mak 707	7,07	2,5	0,35/1,25	10,6
14	Twister 780	7,8	2,8	0,35/1,4	10,8
15	Pegaz 737	7,37	2,86	0,3/1,35	11,25
16	Skipi 750	7,84	2,78	0,3/1,75	11,5
17	Arion 29	9	2,98	0,43/1,6	13

Adekwatnie do tej tabeli, możliwości przejścia jachtów pod mostami Szczecińskiego Węzła Wodnego przedstawia tabela s2.

Tabela s2

Dostępne prześwity pod mostami dla wybranego (tabela s1) zbioru jachtów

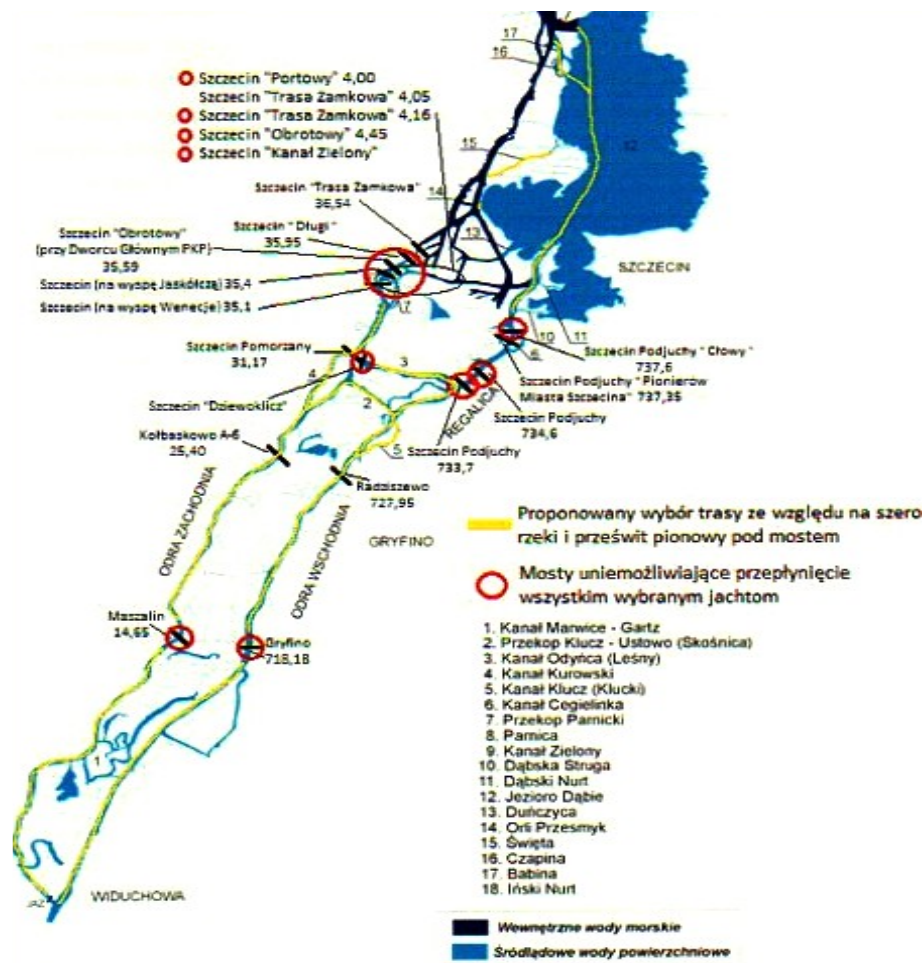
Nazwa cieku	km	Prześwit nad WWŻ Z [m]	Lp typu jachtu																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Wysokość jachtu			7,3	8,3	8,45	8,5	8,5	9,4	9,45	9,55	9,6	9,65	10	10,3	10,6	0,8	11,25	11,5	13
Odra Ws	718	5,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	727	11,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Regalica	733	2,96 6,20*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	734	5,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	737	8,44	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	738	6,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odra Za	14,6	5,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25,4	11,42	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	31,1	11,86	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	35,1	1,78**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35,4	5,2***	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35,5	3,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35,9	3,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	36,5	11,46	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Parrni ca	4	3,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,05	11,11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
	4,16	7,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4,45	1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kan Odyńca	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kan Zielony	-	1,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* - przy podniesionym prześle żeglownym

** - most na Wyspę Jaskółczą

*** kładka na Wyspę Wenecką

Jachty o wysokości całkowitej przekraczającej 11,25 m nie mają możliwości przejścia pod żadnym mostem. Pozostałe jachty mogą pokonywać na żaglach odcinki tras znajdujące się pomiędzy limitującymi mostami (rys. s2).



Rys.s4. Położenie mostów limitujących ciągłość tras turystycznych pokonywanych „p-od żaglami”.

By potencjalne trasy pokonywać na całej ich długości, jachty muszą dysponować operatywnymi (szybkimi i łatwymi w obsłudze) systemami kładzenia i podnoszenia masztów co jest cechą jachtów motorowo – żaglowych. Ten argument czyni istnienie tej grupy jachtów zasadnym nie tylko dla wykorzystania tras Szczecińskiego Węzła Wodnego ale również dla uprawiania turystyki wodnej na innych trasach śródlądowych i śródlądowo- morskich.

Opracowano na podstawie: materiałów własnych autora i Pracy dyplomowej inżynierskiej M. Syrewicza; opiekun pracy L.Tołkacz. Szczecin 2010

