



**CENTRUM SZKOLENIA POLICJI  
W LEGIONOWIE**

**DZW  
TNŁ  
WRW**

**MATERIAŁY POMOCNICZE  
do kursów specjalistycznych**

Piotr Konstantynowicz

**PODRĘCZNIK STERMOTORZYSTY**

**Legionowo 2023**

**CENTRUM SZKOLENIA POLICJI  
W LEGIONOWIE**

---

**DZW  
TNE  
WRW**

**MATERIAŁY POMOCNICZE  
do kursów specjalistycznych**

Piotr Konstantynowicz

---

**PODRECZNIK STERMOTORZYSTY**

**Legionowo 2023**

**Kierownik projektu:**

podinsp. Jarosław Piotrowski

Kierownik Zakładu Szkoleń Specjalnych Centrum Szkolenia Policji w Legionowie

**Koordynator merytoryczny:**

podkom. Łukasz Długołęcki

**Recenzent:**

Łukasz Długołęcki

Materiały pomocnicze do:

- 1) kursu specjalistycznego dla policjantów wykonujących zadania na wodach i terenach przywodnych, oznaczonego symbolem DZW, wprowadzonego decyzją nr 393 Komendanta Głównego Policji z dnia 28 grudnia 2012 r. (Dz. Urz. KGP z 2013 r. poz. 2);
- 2) kursu specjalistycznego dla policjantów prowadzących łodzie służbowe w trudnych warunkach atmosferycznych, oznaczonego symbolem TNŁ, wprowadzonego decyzją nr 251 Komendanta Głównego Policji z dnia 31 lipca 2023 r. (Dz. Urz. KGP poz. 53);
- 3) doskonalenia zawodowego centralnego realizowanego w formie innego przedsięwzięcia z zakresu umiejętności ratownictwa wodnego dla policjantów wykonujących zadania na wodach i terenach przywodnych, oznaczonego symbolem WRW, wprowadzonego decyzją nr 36 Komendanta Centrum Szkolenia Policji w Legionowie z dnia 28 lutego 2020 r.

© Copyright by Centrum Szkolenia Policji

Legionowo 2023

Wydawca wyraża zgodę na zwielokrotnianie i rozpowszechnianie publikacji przez jednostki organizacyjne Policji do użytku służbowego.

Wersja elektroniczna publikacji dostępna na stronie:

<http://csp.edu.pl/csp/e-biblioteka/2967,Materiały-pomocnicze-do-kursow-specjalistycznych.html>

**ISBN** 978-83-66957-28-2 (print)

**ISBN** 978-83-66957-29-9 (online)

**Opracowanie redakcyjne:** Monika Irzycka

**Korekta:** Ewa Kowalska

**Skład:** Ewa Zduńczyk

Wydział Wydawnictw i Poligrafii

Centrum Szkolenia Policji w Legionowie

**Nakład:** 88 egz.

# SPIS TREŚCI



<b>Wstęp</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Teoria statku</b> .....	<b>9</b>
1.1. Płaszczyzny statku .....	9
1.2. Układ współrzędnych .....	10
1.3. Podstawowe pojęcia .....	13
<b>2. Podział statków</b> .....	<b>23</b>
<b>3. Budowa statku</b> .....	<b>33</b>
3.1. Materiał stosowany do budowy kadłuba .....	35
3.2. Elementy szkieletu statku .....	36
3.3. Konstrukcja kadłuba statku .....	38
<b>4. Stery</b> .....	<b>47</b>
4.1. Ster .....	47
4.2. Podział sterów .....	50
<b>5. Urządzenia sterowe</b> .....	<b>53</b>
5.1. Urządzenia sterowe bierne .....	53
5.2. Urządzenia sterowe czynne .....	53
5.3. Elementy wspomagające ster .....	54
<b>6. Automatyczne urządzenia sterowe</b> .....	<b>59</b>
<b>7. Urządzenia kotwiczne</b> .....	<b>61</b>
<b>8. Urządzenia cumownicze</b> .....	<b>65</b>
<b>9. Osprzęt pokładowy</b> .....	<b>70</b>
<b>10. Urządzenia ubezpieczające</b> .....	<b>72</b>

<b>11. Instalacje na statku .....</b>	<b>73</b>
11.1. Instalacja zęzowa.....	77
11.2. Instalacja przeciwpożarowa .....	79
11.3. Instalacja wentylacyjna.....	82
11.4. Instalacja elektryczna.....	82
11.5. Instalacja balastowa.....	83
11.6. Instalacja rurociągów odpowietrzających, przelewowych i pomiarowych. . .	84
11.7. Instalacja wody chłodzącej .....	84
11.8. Instalacja paliwa ciekłego.....	85
<b>12. Źródła napędu.....</b>	<b>93</b>
12.1. Napędy spalinowe .....	93
12.1.1. Części składowe silnika spalinowego zaburtowego .....	104
12.1.2. Montaż silnika spalinowego zaburtowego .....	105
12.2. Napęd elektryczny .....	109
12.3. Napęd jądrowy.....	113
<b>13. Mechanizmy pomocnicze na statku .....</b>	<b>114</b>
13.1. Urządzenia pomocnicze .....	114
<b>14. Rodzaje napędów.....</b>	<b>121</b>
14.1. Napęd śrubowy .....	121
14.2. Napęd przekładniowy typu „Z”.....	128
14.3. Outboard .....	132
14.4. Surface drive .....	132
<b>15. Rodzaje pędników .....</b>	<b>133</b>
15.1. Śruba napędowa o stałym skoku.....	133
15.2. Śruba o zmiennym skoku .....	134
15.3. Śruba nastawna.....	135
15.4. Śruba umieszczona w dyszy .....	136
15.5. Pędnik wodnoodrzutowy .....	137
15.6. Pędnik azymutalny .....	139
15.7. Pędnik gondolowy .....	141
15.8. Pędnik cykloidalny .....	142
<b>Bibliografia.....</b>	<b>144</b>

# WSTĘP

Skrypt ten jest przeznaczony dla funkcjonariuszy Policji wykonujących zadania na wodach i terenach przywodnych oraz dla wszystkich miłośników i pasjonatów uprawiania żeglugi i sportów motorowodnych na śródlądowych drogach wodnych.

Treść zebranego materiału pozwala przygotować się do zdania egzaminu na patent żeglarski sternotorzysty żeglugi śródlądowej oraz do wykonywania zadań przez funkcjonariuszy Policji i innych jednostek organizacyjnych kierowanych przez organy podległe ministrowi właściwemu do spraw wewnętrznych na wodach i terenach przywodnych.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 17 sierpnia 2023 r. w sprawie wykazu stanowisk na statkach, minimalnego składu załogi statków na śródlądowych drogach wodnych, przeprowadzania egzaminu i sposobu działania komisji egzaminacyjnych<sup>1</sup> kandydaci do uzyskania patentu żeglarskiego sternotorzysty żeglugi śródlądowej powinni wykazywać się odpowiednim zakresem wiedzy i umiejętności.

## **Wiedza teoretyczna**

1. Podstawowe wiadomości o rodzajach i budowie małych statków żeglugi śródlądowej. Materiały konstrukcyjne kadłuba, jego podstawowe elementy konstrukcyjne, parametry kadłuba, parametry statku.
2. Właściwości manewrowe małego statku, wybrane zagadnienia z teorii prowadzenia statku. Wypór i wyporność, nośność, środek ciężkości i wyporu, pływalność i stateczność. Pędniki i ich rodzaje.
3. Zjawiska zachodzące wokół strefy ruchu statku – opływ kadłuba, ruch falowy, strumień zaśrubowy, prąd nadążający.
4. Wpływ akwenu i rozmieszczenia ładunku lub pasażerów na manewrowanie statkiem, zjawisko przyssawania, wpływ wiatru i prądu wody na statek i jego manewry.
5. Wyposażenie statku i jego kadłuba.
6. Ogólne wiadomości o drogach wodnych i budownictwie wodnym – zarys locji śródlądowej.
7. Ogólne wiadomości o silnikach spalinowych i mechanizmach pomocniczych: rodzaje silników stosowanych na statkach żeglugi śródlądowej, rola mechanizmów pomocniczych. Instalacje maszynowe i zbiorniki na małych statkach. Źródła energii.
8. Przepisy prawne.

---

<sup>1</sup> Dz. U. poz. 1697.

### Przepisy żeglugowe

Oznakowanie statków, znaki i sygnały optyczne i akustyczne, oznakowanie szlaku żeglownego – rodzaje i znaczenie znaków żeglugowych, oznakowanie przeszkód nawigacyjnych, budowli i urządzeń hydrotechnicznych oraz budowli i linii przesyłowych krzyżujących się z drogą wodną. Zasady prawa drogi. Dokumenty na statku.

### Wypadki żeglugowe

Wymagania bhp, sanitarne oraz w zakresie ochrony środowiska dotyczące małych statków.

### Wymagana wiedza i umiejętności praktyczne

1. Uruchamianie oraz obsługa silnika i mechanizmów pomocniczych.
2. Usuwanie drobnych uszkodzeń.
3. Samodzielne manewrowanie małym statkiem.
4. Udzielanie pierwszej pomocy w nagłych wypadkach.
5. Manewry ratownicze małym statkiem.
6. Obsługa wyposażenia ratunkowego i przeciwpożarowego.

Do uzyskania patentu żeglarskiego młodszego sternotorzysty żeglugi śródlądowej jest wymagane spełnienie jednego z poniższych wymagań:

- 1) odbycie praktyki pływania w służbie pokładowej na statkach z napędem mechanicznym wynoszącej co najmniej 90 dni oraz uzyskanie pozytywnego wyniku z egzaminu z zakresu wiedzy i umiejętności wymaganych na tym stanowisku albo
- 2) posiadanie dokumentu kwalifikacyjnego, o którym mowa w art. 37a ust. 3, potwierdzającego posiadanie uprawnień do uprawiania turystyki wodnej na jachtach motorowych lub przedstawienie dokumentu potwierdzającego posiadanie doświadczenia zawodowego wynoszącego co najmniej 180 dni, które wnioskodawca zdobył na statku morskim w charakterze członka załogi pokładowej, a także odbycie praktyki pływania w służbie pokładowej na statkach z napędem mechanicznym wynoszącej co najmniej 30 dni oraz uzyskanie pozytywnego wyniku z egzaminu z zakresu wiedzy i umiejętności wymaganych na tym stanowisku<sup>2</sup>.

Do uzyskania patentu żeglarskiego sternotorzysty żeglugi śródlądowej jest wymagane spełnienie jednego z poniższych wymagań:

- 1) odbycie praktyki pływania w służbie pokładowej na statkach z napędem mechanicznym wynoszącej co najmniej 360 dni oraz uzyskanie pozytywnego wyniku z egzaminu z zakresu wiedzy i umiejętności wymaganych na tym stanowisku albo
- 2) odbycie praktyki pływania w służbie pokładowej na statkach z napędem mechanicznym wynoszącej co najmniej 270 dni i w trakcie odbywania tej praktyki posiadanie patentu żeglarskiego młodszego sternotorzysty żeglugi śródlądowej, albo

---

<sup>2</sup> Ustawa z dnia 7 lipca 2023 r. o zmianie ustawy o żegludze śródlądowej oraz ustawy o czasie pracy na statkach żeglugi śródlądowej, art. 35b ust. 12 (Dz. U. poz. 1588).

- 3) posiadanie stopnia chorążego Marynarki Wojennej albo Straży Granicznej w dziale pokładowym oraz uzyskanie pozytywnego wyniku z egzaminu z zakresu wiedzy i umiejętności wymaganych na tym stanowisku, albo
- 4) odbycie praktyki pływania w służbie pokładowej na statkach z napędem mechanicznym wynoszącej co najmniej 240 dni, uzyskanie pozytywnego wyniku z egzaminu z zakresu wiedzy i umiejętności wymaganych na tym stanowisku oraz przedstawienie dokumentu potwierdzającego posiadanie doświadczenia zawodowego wynoszącego co najmniej 250 dni, które wnioskodawca zdobył na statku morskim w charakterze członka załogi pokładowej<sup>3</sup>.

Funkcjonariusze ubiegający się o patent sternotorzysty żeglugi śródlądowej zobowiązani są do zdania egzaminu teoretycznego przed komisją egzaminacyjną z przedmiotów:

- 1) prawne przepisy żeglugowe na śródlądowych drogach wodnych,
- 2) budowa małych statków żeglugi śródlądowej,
- 3) budowa silników spalinowych i urządzeń pomocniczych na małych statkach śródlądowych.

Po zdaniem egzaminie teoretycznym słuchacze przystępują do egzaminu praktycznego, gdzie wykazują się wiedzą i umiejętnościami praktycznymi.

Niniejszy materiał zawiera podstawowe wiadomości teoretyczne, jakimi należy się wykazać na egzaminie. W oparciu o program szkoleniowy (decyzja nr 393 Komendanta Głównego Policji<sup>4</sup>) materiał zebrany w książce ma na celu przybliżyć i wspomóc proces przyswojenia wiedzy z zakresu żeglugi do uzyskania patentu żeglarskiego sternotorzysty żeglugi śródlądowej.

Mam nadzieję, że niniejsze opracowanie nie tylko ułatwi przygotowanie się do egzaminu na patent żeglarski sternotorzysty żeglugi śródlądowej, ale również stanie się pomocne dla wszystkich wodniaków chcących pogłębiać tę wiedzę.

Autor

---

<sup>3</sup> Tamże, art. 35b ust. 13.

<sup>4</sup> Decyzja nr 393 Komendanta Głównego Policji z dnia 28 grudnia 2012 r. zmieniająca decyzję w sprawie programu kursu specjalistycznego dla policjantów wykonujących zadania na wodach i terenach przywodnych (Dz. Urz. KGP z 2013 r. poz. 2).





# 1.

## TEORIA STATKU

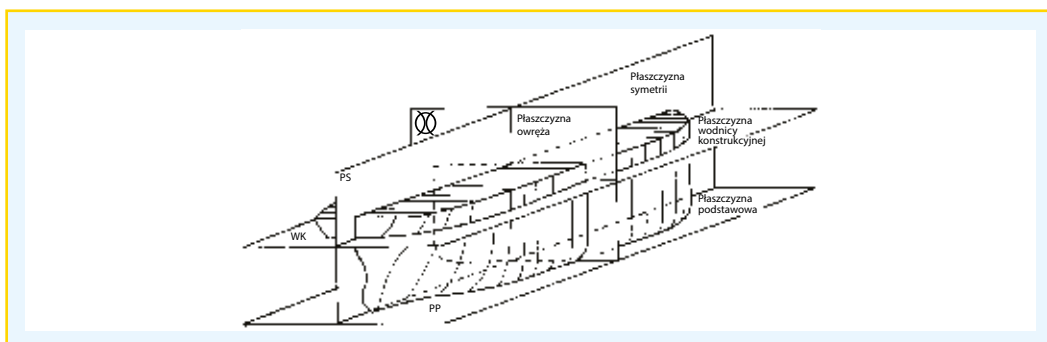
Układem odniesienia przy definiowaniu wymiarów głównych kadłuba statku jest układ trzech, wzajemnie prostopadłych płaszczyzn: płaszczyzny symetrii, płaszczyzny wodnicy konstrukcyjnej i płaszczyzny owręża<sup>5</sup>.

### 1.1. Płaszczyzny statku

**Płaszczyzna symetrii (PS, CL – center line, center plane)** – jest to pionowa płaszczyzna przechodząca przez środek stępki i dzieląca statek na dwie symetryczne połowy<sup>6</sup>.

**Płaszczyzna wodnicy konstrukcyjnej (WK, DWL – waterload plane)** – jest to płaszczyzna pozioma, prostopadła do płaszczyzny symetrii, wyznaczona przez linię zanurzenia konstrukcyjnego statku<sup>7</sup>.

**Płaszczyzna owręża (midship section plane)** – to płaszczyzna pionowa, prostopadła do płaszczyzny symetrii oraz płaszczyzny wodnicy konstrukcyjnej, poprowadzona w połowie długości statku między pionami<sup>8</sup>.



**Ryc. nr 1.** Płaszczyzny statku.

Źródło: J. Kabaciński, *Stateczność i niezatapialność statku*, WSM, Szczecin 1992, s. 14.

<sup>5</sup> J. Kabaciński, *Stateczność i niezatapialność statku*, WSM, Szczecin 1992, s. 14.

<sup>6</sup> *Materiały dydaktyczne. Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”, Akademia Morska w Szczecinie.

<sup>7</sup> Tamże.

<sup>8</sup> Tamże.

Przy obliczaniu stateczności bierze się jeszcze pod uwagę płaszczyznę podstawową (**PP**), chociaż nie należy ona do głównych płaszczyzn.

**Płaszczyzna podstawowa (PP, BL – base line, base plane)** – jest to płaszczyzna pozioma, równoległa do płaszczyzny wodnicy konstrukcyjnej, przechodząca przez górną krawędź stępki na owręzu.

Jeżeli statek jest zbudowany z przegłębieniem konstrukcyjnym, to dodatkowo określa się płaszczyznę stępki.

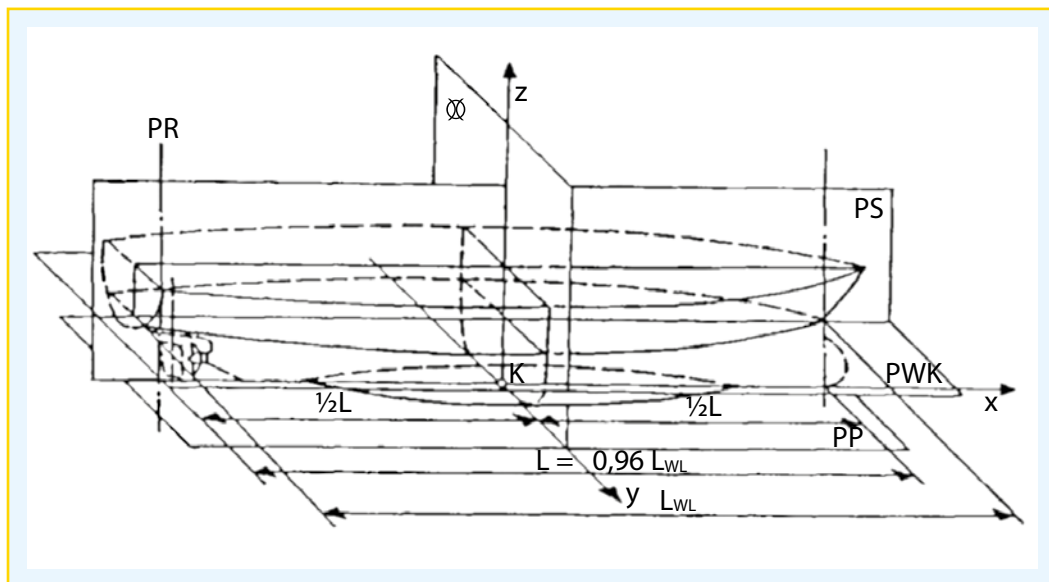
**Płaszczyzna stępki** – jest to płaszczyzna prostopadła do płaszczyzny symetrii i przechodząca przez linię stępki<sup>9</sup>.

**Linia stępki** – jest to linia wyznaczona przez przecięcie płaszczyzny symetrii z górną powierzchnią stępki<sup>10</sup>.

## 1.2. Układ współrzędnych

### Układ współrzędnych związanych ze statkiem:

- oś X powstaje przez przecięcie płaszczyzn: PS, PP,
- oś Y powstaje przez przecięcie płaszczyzn: owręża i PP,
- oś Z powstaje przez przecięcie płaszczyzn: owręża i PS.

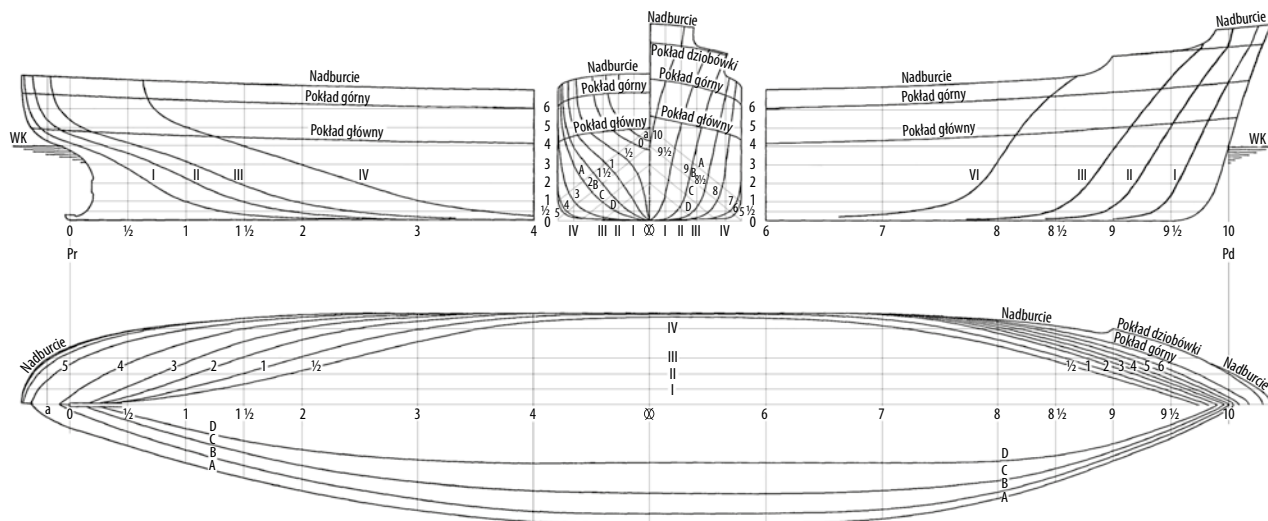


**Ryc. nr 2.** Płaszczyzna symetrii (PS), płaszczyzna owręża ( $\infty$ ) i płaszczyzna podstawowa (PP) oraz układ współrzędnych prostokątnych związany z kadłubem.

Źródło: J. Dudziak, *Teoria okrętu*, Fundacja Promocji Przemysłu Okrętowego i Gospodarki Morskiej, Gdańsk 2008.

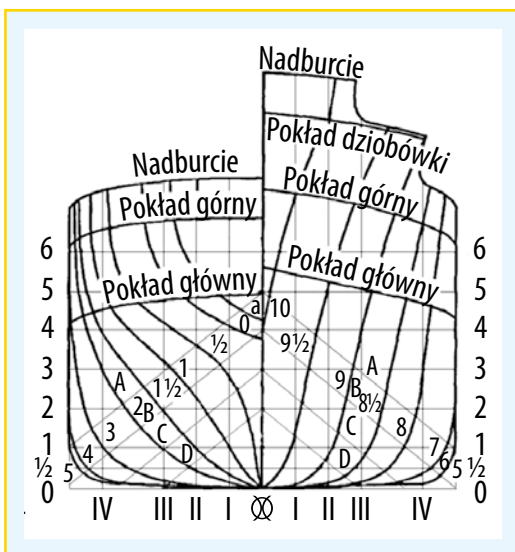
<sup>9</sup> J. Kabaciński, *Stateczność i niezatapialność statku*, s. 15.

<sup>10</sup> Tamże.



● **Ryc. nr 3.** Trzy rzuty statku.

Źródło: J. Staliński, *Teoria okrętu*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1969, s. 23.



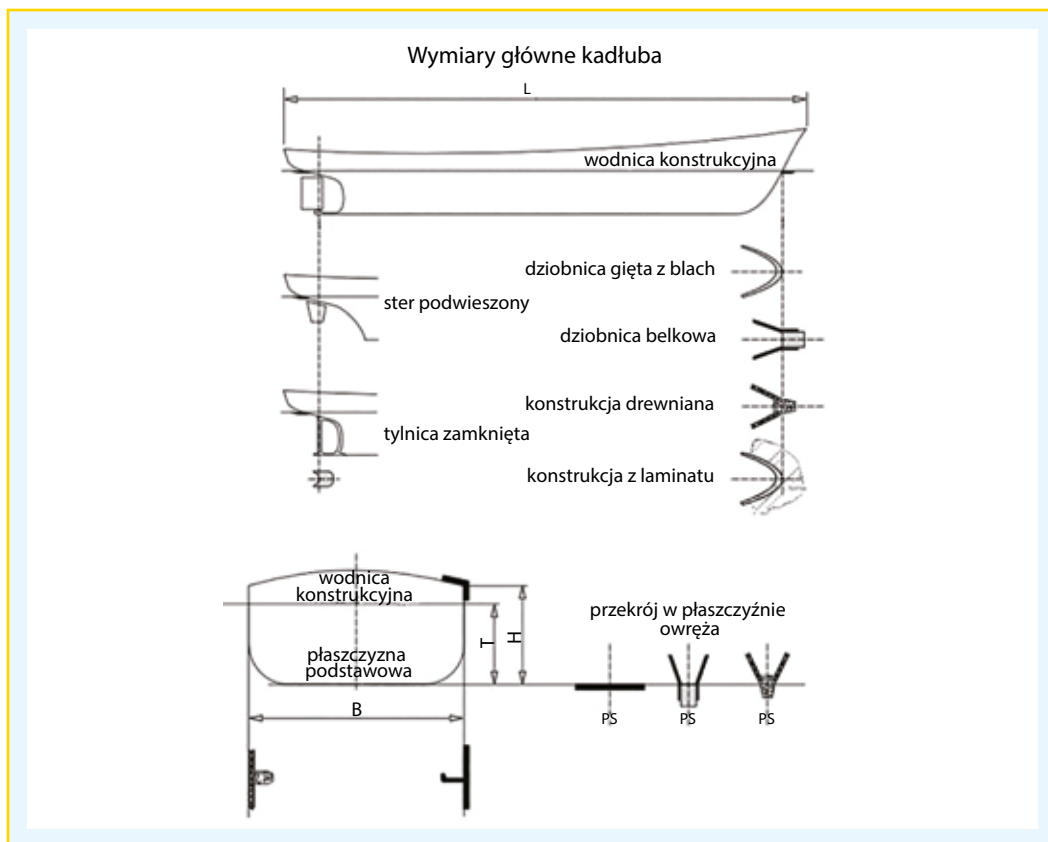
● **Ryc. nr 3a.** Rzut z przodu statku.

Źródło: J. Staliński, *Teoria okrętu*, s. 23.

Podczas konstruowania kształtu kadłuba powstają **linie teoretyczne**. Powstający kadłub przedstawia się w trzech rzutach:

- **wręgowym** – *body plan*, z prawej strony płaszczyzny symetrii pokazane są wręgi teoretyczne od strony dziobu, a z lewej od strony rufy (to jest generalna zasada dla wszystkich rysunków okrętowych: z prawej strony rysunku kierunek do dziobu, z lewej strony rysunku kierunek do rufy),
- **bocznym lub wzdłużnicowym** – *sheer* lub *profile view*, przedstawiona jest boczna sylwetka kadłuba wraz z wzdłużnicami,
- **wodnicowym** – *plan view* lub *waterlines*, przedstawione są wodnice, często ich połówki<sup>11</sup>.

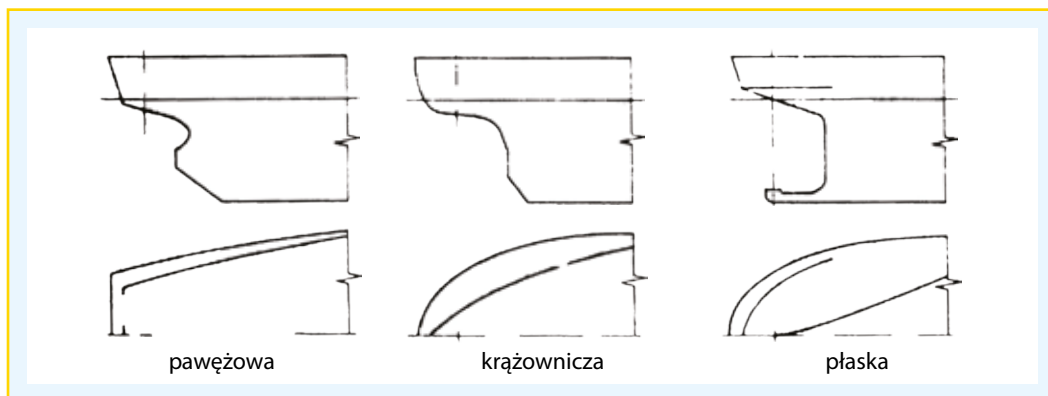
<sup>11</sup> Tamże.



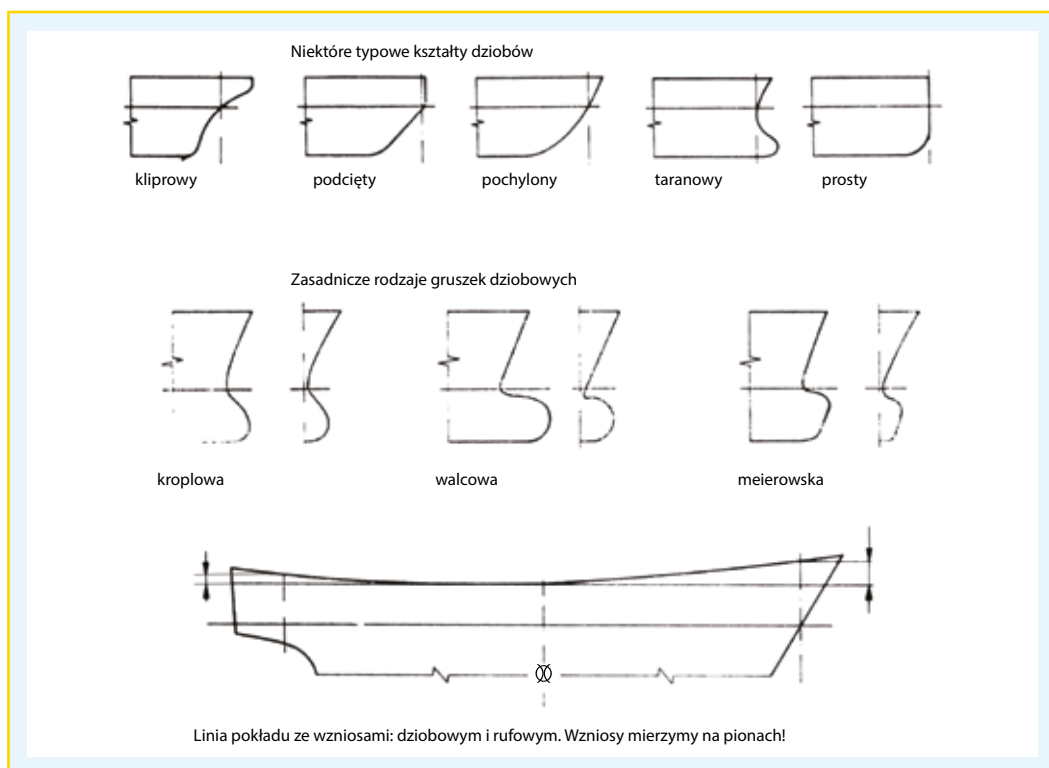
● **Ryc. nr 4.** Główne parametry statku.

L – długość statku, B – szerokość statku, T – zanurzenie statku, H – wysokość boczna kadłuba statku mierzona pomiędzy płaszczyzną podstawową przechodzącą przez najniższy punkt podwodzia i linię pokładu w płaszczyźnie owręża.

Źródło: T. Buksiński, *Rysunek techniczny*, WSiP, Warszawa 1961, [http://www.pg.gda.pl/OIO/occe2/dydaktyka/i/IV\\_r\\_o.htm](http://www.pg.gda.pl/OIO/occe2/dydaktyka/i/IV_r_o.htm) [dostęp: 9.01.2021 r.].



● **Ryc. nr 5.** Różne kształty ruf statków. Źródło: J. Dudziak, *Teoria okrętu*, s. 26.



**Ryc. nr 6.** Różne kształty dziobów oraz gruszek, jakie najczęściej występują na statku.  
Źródło: J. Dudziak, *Teoria okrętu*, s. 27.

### 1.3. Podstawowe pojęcia

**Statek** – urządzenie pływające o napędzie mechanicznym lub bez napędu mechanicznego, w tym również prom, wodolot i poduszkowiec, przeznaczone lub używane na śródlądowych drogach wodnych do:

- przewozu osób lub rzeczy,
- pchania lub holowania,
- inspekcji, nadzoru nad bezpieczeństwem ruchu żeglugowego lub szkolenia,
- ratowania życia lub mienia,
- połowu ryb,
- wykonywania prac technicznych, utrzymania szlaków żeglugowych lub eksploatacji złóż kruszyw,
- uprawiania sportu lub rekreacji,
- celów mieszkalnych, biurowych, gastronomicznych, hotelowych lub warsztatowych, a także jako przystanie pływające, doki lub zakłady kąpielowe<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o żegludze śródlądowej (Dz. U. z 2022 r. poz. 1097), art. 5 ust. 1.

**Mały statek** – oznacza statek, którego długość kadłuba jest mniejsza niż 20 m; do małych statków nie zalicza się, niezależnie od ich wymiarów, statków dopuszczonych do przewozu więcej niż 12 pasażerów, promów oraz statków przystosowanych do prowadzenia zestawów holowanych, pchanych lub sprzężonych, o ile takie zestawy nie składają się z małych statków<sup>13</sup>.

**Najwyższa podziałowa wodnica ładunkowa** – jest to wodnica odpowiadająca największemu zanurzeniu dopuszczalnemu z uwzględnieniem wymagań podziału grodziowego.

**Długość statku** – jest to długość mierzona między pionami przeprowadzonymi przez końcowe punkty najwyższej podziałowej wodnicy ładunkowej.

**Szerokość statku** – jest to największa szerokość pomiędzy zewnętrznymi krawędziami wręgów na poziomie lub poniżej podziałowej wodnicy ładunkowej.

**Zanurzenie** – jest to pionowa odległość mierzona pośrodku długości statku od konstrukcyjnej płaszczyzny podstawowej do rozpatrywanej podziałowej wodnicy ładunkowej.

**Pokład grodziowy** – jest to najwyższy pokład, do którego doprowadzone są poprzeczne grodzie wodoszczelne<sup>14</sup>.

**Wyporność** – to jeden z podstawowych parametrów określających wielkość statku. Pojęcie wyporności jest miarą siły wyporu okrętu. Jest to masa wody wypartej przez zanurzoną część statku. Mierzona przy zanurzeniu do letniej wodnicy ładunkowej w wodzie o gęstości 1,025 t/m<sup>3</sup>.

Miarą wyporności jest **tona (1000 kg)** lub **długa tona (1016 kg)**.

**Wyporność okrętu** równa jest **masie okrętu. Z tego też względu przedstawia się następujące wyporności:**

- wyporność konstrukcyjną (okręt pusty, bez zapasów, ładunków, paliwa i amunicji),
- wyporność standardową (okręt z załogą, amunicją, zapasami, wodą kotłową itp., ale bez paliwa i rezerwy wody kotłowej),
- wyporność normalną (okręt ze zredukowanymi zapasami, pojęcie różnie definiowane w marynarkach),
- wyporność pełną (bojową) – wyporność standardową z pełnym zapasem paliwa i rezerwą wody kotłowej,
- wyporność maksymalną (największą dopuszczalną wyporność, przy przyjęciu na okręt dodatkowych ciężarów)<sup>15</sup>.

**Wypór** – siła równoważąca ciężar kadłuba statku<sup>16</sup>.

<sup>13</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie przepisów żeglugowych na śródlądowych drogach wodnych (Dz. U. Nr 212, poz. 2072), zał. 1, rozdział I, § 1.01.

<sup>14</sup> *Materiały dydaktyczne. Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”.

<sup>15</sup> Wikipedia, *Wyporność*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyporność> [dostęp: 9.01.2021 r.].

<sup>16</sup> *Materiały dydaktyczne. Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”.

**Nośność** – podstawowy parametr określający zdolność przewozową statku. W jej skład wchodzi takie elementy, jak: masa ładunku, załogi, zapasów paliwa, wody pitnej i technicznej, prowiantu, części zamiennych itp., jakie statek może przyjąć na pokład, nie przekraczając dopuszczalnego zanurzenia (przy zanurzeniu do znaku wolnej burty).

**Nośność użyteczna (ładowność)** – oznacza masę samego ładunku wyrażoną w tonach: metrycznych (1000 kg) lub angielskich (1016 kg)<sup>17</sup>.

**Nośność** jest mylona z **wypornością**. Aby otrzymać wyporność statku, należy do jego nośności dodać masę pustego statku<sup>18</sup>.

**Znak wolnej burty** nazywany także **znakiem Plimsolla** – składa się z kręgu wolnej burty oraz linii ładunkowych wskazujących największe dopuszczalne zanurzenie statku w różnych okolicznościach i różnych porach roku<sup>19</sup>.

W zależności z jakiego kraju pochodzi statek, możemy zaobserwować różne symbole na wolnej burcie. I tak np. symbolem PR – Polski Rejestr Statków będzie oznaczony polski statek, LR – Lloyd's Register (statek brytyjski), NV – Det Norske Veritas (statek norweski), BV – Bureau Veritas (statek francuski).



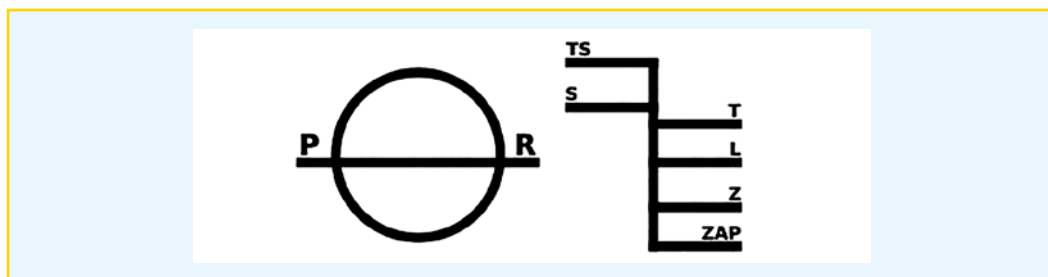
**Ryc. nr 7.** Znak wolnej burty w zależności od kraju pochodzenia statku.  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>17</sup> Tamże.

<sup>18</sup> L. Furmaga, J. Wójcicki, *Mały słownik morski*, Mitel International Ltd, Gdynia 1993, s. 147.

<sup>19</sup> *Mały ilustrowany leksykon techniczny*, red. A. Topulos, J. Iwańska, E. Tabaczekiewicz, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1982, s. 640.





● **Ryc. nr 8.** Znak wolnej burty.

Źródło: Wikipedia, *Znak wodnej burty*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Znak\\_wolnej\\_burty](https://pl.wikipedia.org/wiki/Znak_wolnej_burty) [dostęp: 9.01.2021 r.].

Po obu stronach znaku wolnej burty znajdującego się na śródkręciu umieszcza się znaki poprawek sezonowych zanurzenia:

TS – tropikalna słodka;

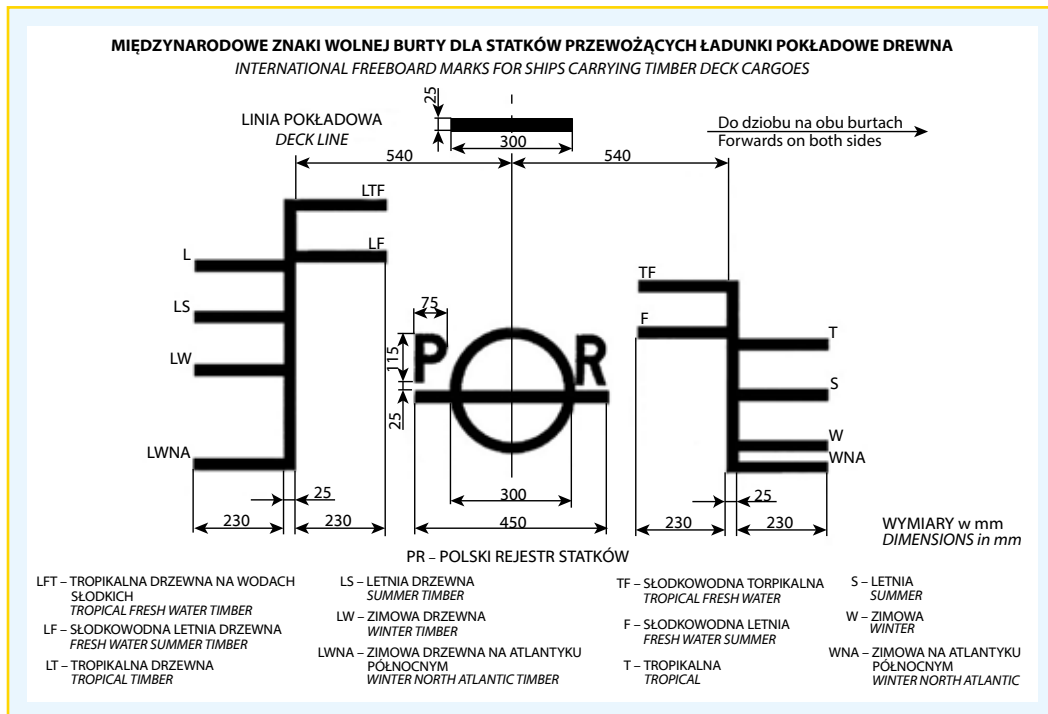
S – słodka;

T – tropikalna;

L – letnia;

Z – zimowa;

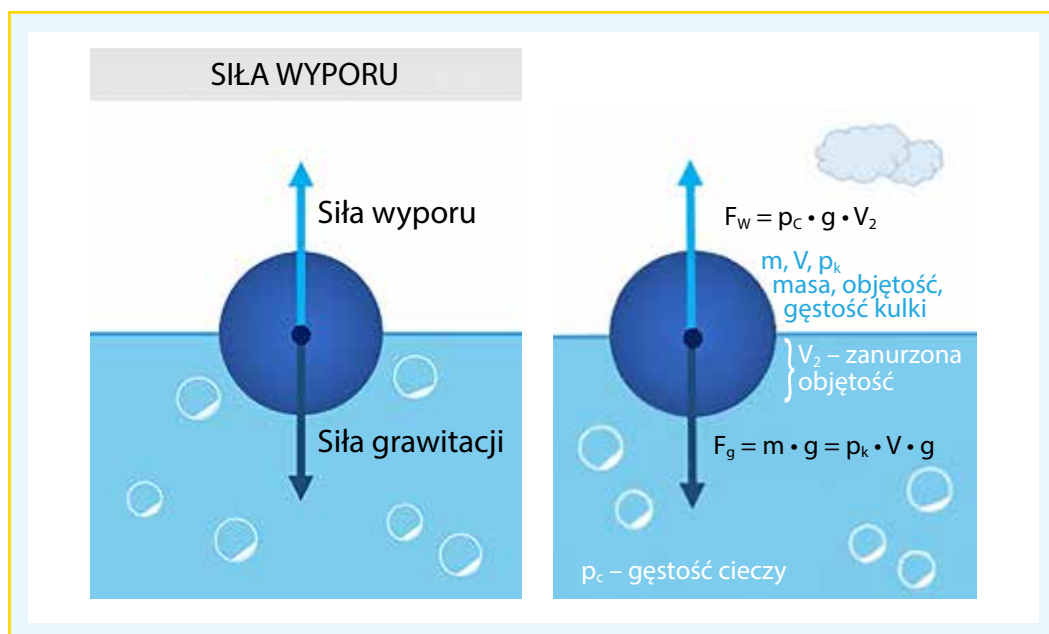
ZAP – zimowa dla Atlantyku Północnego.



● **Ryc. nr 9.** Znak wolnej burty dla statków przewożących ładunki pokładowe drewna.

Źródło: Polski Rejestr Statków, [https://www.prs.pl/uploads/rejestr\\_mor.pdf](https://www.prs.pl/uploads/rejestr_mor.pdf) [dostęp: 23.03.2023 r.].

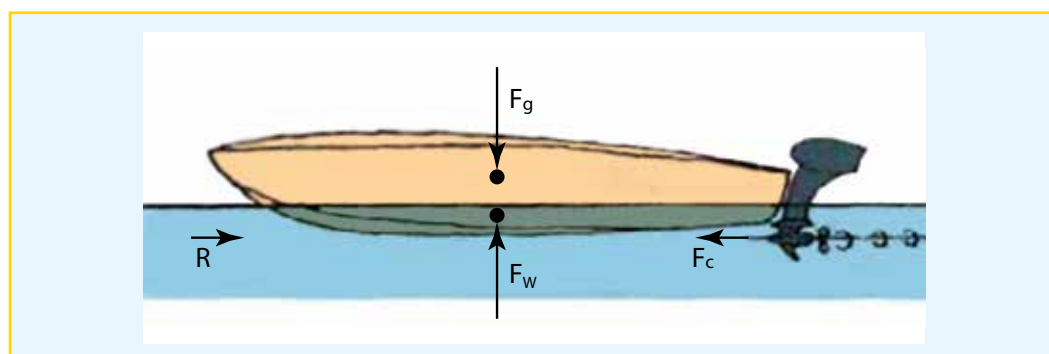
**Siła wyporu** – to masa wody wypartej przez zanurzoną część okrętu zgodnie z **prawem Archimidesa** (objętość zanurzonej części okrętu pomnożona przez ciężar właściwy wody)<sup>20</sup>.



● **Ryc. nr 10.** Siła wyporu.

$F_w$  – siła wyporu,  $\rho_c$  – gęstość cieczy,  $g$  – przyspieszenie ziemskie,  $V_z$  – objętość zanurzonej kuli,  $F_g$  – siła grawitacji,  $\rho_k$  – gęstość kuli.

Źródło: Fizyka z Pasją, *Prawo Archimidesa i siła wyporu*, <https://leszekbober.pl/fizyka/ciala-stale-i-ciecze/prawo-archimidesa/> [dostęp: 21.12.2021 r.].



● **Ryc. nr 11.** Siły działające na łódź wypornościową.

$F_g$  – ciężar jachtu,  $F_w$  – wypór,  $F_c$  – siła ciągu,  $R$  – siła oporu.

Źródło: M. Mąsior, *Sternik motorowodny*, s. 4, <https://motorowodniacy.files.wordpress.com/2017/04/sternik-motorowodny-opracowanie-kursu.pdf> [dostęp: 21.12.2021 r.].

<sup>20</sup> Wikipedia, *Wyporność*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyporno%C5%9B%C4%87> [dostęp: 21.12.2021 r.].

Jeśli zanurzymy ciało w wodzie, to pojawi się siła (wypór) przeciwna do siły ciężkości, równa jednak ciężarowi wody wypartej przez to ciało (Prawo Archimedes). **Wypór** ( $F_w$ ) zaczepiony jest w geometrycznym środku ciężkości bryły, jaką tworzy woda wyparta przez to ciało. Jest to środek wyporu. **Ciężar łodzi** ( $F_g$ ) zaczepiony jest w środku ciężkości bryły jachtu. Dodatkowo na łódź wypornościową w ruchu działa **siła ciągu** ( $F_c$ ) powstająca na śrubie. Tej sile przeciwstawia się **siła oporu hydrodynamicznego** ( $R$ ) powstająca w wyniku tarcia kadłuba o wodę i oporu falowego<sup>21</sup>.

W **łodziach wypornościowych** kadłub podczas ruchu pływa w wodzie dzięki hydrostatycznej sile wyporu. Powstające w czasie ruchu kadłuba siły hydrodynamiczne są niewielkie<sup>22</sup>.

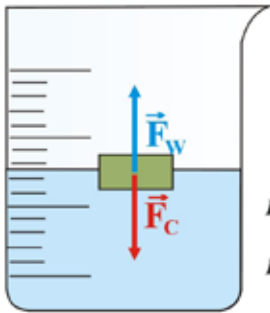
**prawo Archimedes:**  
*Na ciało zanurzone w cieczy (lub gazie) działa skierowana ku górze siła wyporu, której wartość równa jest ciężarowi wypartej przez to ciało cieczy (lub gazu).*

**plywanie ciał:**

$F_c > F_w$   
 ciało tonie

$F_c = F_w$   
 ciało może pływać zanurzone na dowolnej głębokości

$F_c < F_w$   
 ciało wynurza się z cieczy do momentu zrównoważenia się ciężaru i siły wyporu, gdy siły te się zrównoważą pływa po powierzchni częściowo zanurzone



$F_c$  - siła ciężkości  
 $F_w$  - siła wyporu

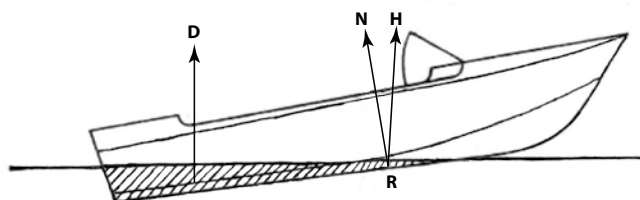
● Ryc. nr 12. Prawo Archimedes.

Źródło: Wikipedia, *Prawo Archimedes*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo\\_Archimedes](https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Archimedes) [dostęp: 10.01.2021 r.].

**Wypór hydrodynamiczny** – to siła, której kierunek działania jest skierowany ku górze. Odwrotnie skierowany do kierunku działania siły ciężkości, która może działać na ciało całkowicie lub częściowo zanurzone w cieczy. Siła wyporu przyłożona w środku ciężkości wypartej cieczy jest wypadkową naporów (parć) hydrostatycznych na poszczególne części powierzchni ciała. Czyli na ciało działa siła wyporu skierowana do góry, która równoważy się z ciężarem wypartej cieczy.

<sup>21</sup> M. Mąsior, *Sternik motorowodny*, s. 4, <https://motorowodniacy.files.wordpress.com/2017/04/sternik-motorowodny-opracowanie-kursu.pdf> [dostęp: 21.12.2021 r.].

<sup>22</sup> R. Miąskiewicz, *Budowa jachtów motorowodnych*, [https://motorowodniak.com/materialy/nauka/SM\\_BUDOWA.pdf](https://motorowodniak.com/materialy/nauka/SM_BUDOWA.pdf) [dostęp: 10.01.2021 r.].

SIŁY WYPORU WODY DZIAŁAJĄCE  
NA ŁÓDZ ŚLIZGOWĄ

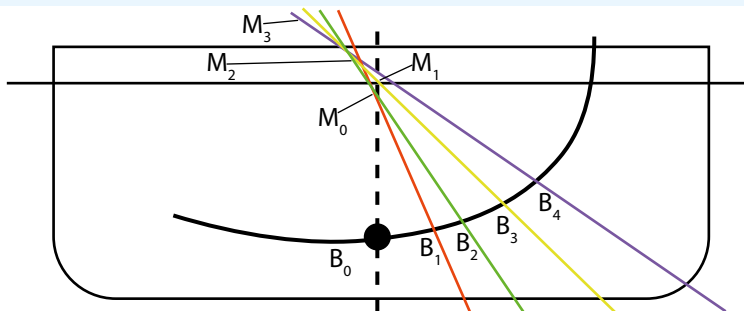
- $D$  – wypór hydrostatyczny
- $H$  – wypór hydrodynamiczny, będący składową pionową siły nośnej  $N$
- $R$  – opór hydrodynamiczny, składowa pozioma siły nośnej  $N$

● **Ryc. nr 13.** Siła wyporu hydrodynamicznego.

Źródło: Szekla – obozy żeglarskie, *Sternik motorowodny*, s. 15, <https://www.obozyzeglarskie.com/files/download/699/Sternik-Motorowodny.pdf> [dostęp: 19.02.2021 r.].

W **łodziach ślizgowych** kadłub podczas ruchu wynurza się dzięki hydrodynamicznej sile wyporu. Udział siły hydrostatycznej w utrzymaniu kadłuba na powierzchni wody jest niewielki<sup>23</sup>.

**Metacentrum** – punkt geometryczny jednostki pływającej, który odpowiada za zachowania stabilności jednostki pływającej.



● **Ryc. nr 14.** Przemieszczanie się punktu metacentrum wraz ze zmianą kąta przechyłu jednostki.  $B_0, B_1 \dots B_4$  oznaczają punkty przyłożenia siły wyporu dla kolejnych stopni przechyłu.

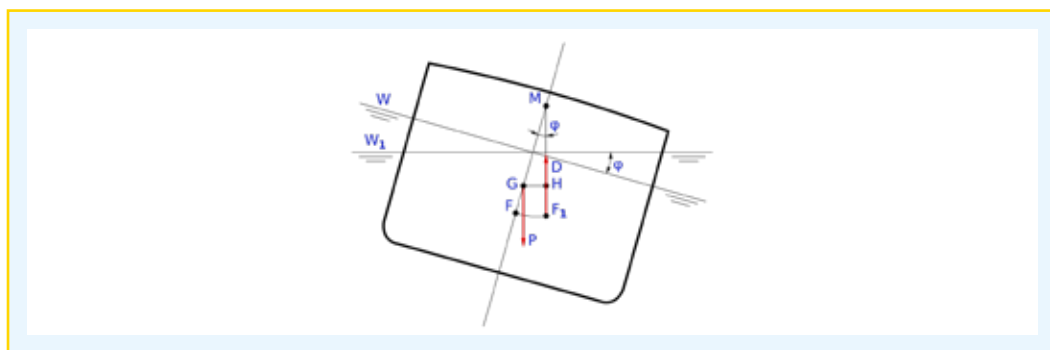
Źródło: Wikipedia, *Metacentrum*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Metacentrum> [dostęp: 10.01.2021 r.].

<sup>23</sup> R. Miaśkiewicz, *Budowa jachtów motorowodnych*, [www.motorowodniak.com](http://www.motorowodniak.com) [dostęp: 19.02.2021 r.].

W czasie **wychylenia** statku punkty przyłożenia **siły wyporu** B0, B1, B2, B4 zmieniają swoje położenie. W wyniku zmiany dyslokacji tworzą krzywą przechyłu o kącie od  $-180^\circ$  do  $180^\circ$ . **Punkt metacentrum M0, M1, M2, M4** dla danego przechyłu **jest środkiem** powstałej **krzywej zamkniętej**, będącym środkiem wyporu dla tego wychyłu. Zbiór wszystkich punktów metacentrum jest więc ewolutą krzywej środków wyporu<sup>24</sup>.

**Dla małych  $\varphi$**  – kątów przechyłu (od  $0^\circ$  do  $10^\circ$ – $13^\circ$ ) **punkt metacentrum** jest punktem przecięcia linii działania siły wyporu z płaszczyzną symetrii statku<sup>25</sup> (ryc. 14).

**Przy dużych  $\varphi$**  – kątach przechyłu **punkt metacentrum** przesuwa się w stronę wynurzonej burty, tworząc tzw. dodatkowe ramię stateczności kształtu wpływające na polepszenie poprzecznej stateczności statku<sup>26</sup> (ryc. 15).



**Ryc. nr 15.** Stateczność poprzeczna i działanie sił w czasie przechyłu statku:  
 G – środek ciężkości, F – środek wyporu, F1 – środek wyporu w czasie przechyłu,  
 M – pozorny środek obrotu, inaczej punkt metacentrum, D – siła wyporu, P – siła ciężkości jednostki pływającej,  
 $\varphi$  – kąt przechyłu, W – poziom wody przed przechyłem, W1 – poziom wody w czasie przechyłu.  
 Źródło: Wikipedia, *Skuteczność jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Stateczność\\_jednostki\\_pływającej](https://pl.wikipedia.org/wiki/Stateczność_jednostki_pływającej) [dostęp: 12.01.2021 r.].

**Stateczność** – to zdolność jednostki pływającej do przeciwstawiania się siłom zewnętrznym mogącym spowodować jego przewrócenie. W uproszczeniu jest to zdolność powracania do stanu równowagi zaburzonej przez siły zewnętrzne, np. falowanie morza, wiatr itp. Wyróżnia się stateczność wzdłużną i poprzeczną oraz statyczną i dynamiczną<sup>27, 28</sup>.

**Pływalność** statku jest zdolnością do utrzymywania się na powierzchni wody w położeniu równowagi (lub pod powierzchnią w przypadku okrętów podwodnych i statków półzanurzalnych)<sup>29, 30</sup>.

<sup>24</sup> W. Wełnicki, *Mechanika ruchu okrętu*, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1989.

<sup>25</sup> Wikipedia, *Metacentrum*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Metacentrum> [dostęp: 10.01.2021 r.].

<sup>26</sup> Tamże.

<sup>27</sup> Wikipedia, *Skuteczność jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Stateczność\\_jednostki\\_pływającej](https://pl.wikipedia.org/wiki/Stateczność_jednostki_pływającej) [dostęp: 12.01.2021 r.].

<sup>28</sup> J. Kabaciński, *Stateczność i niezatapialność statku*, s. 58.

<sup>29</sup> Wikipedia, *Pływalność*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Pływalność> [dostęp: 12.01.2021 r.].

<sup>30</sup> J. Kabaciński, *Stateczność i niezatapialność statku*, s. 41.

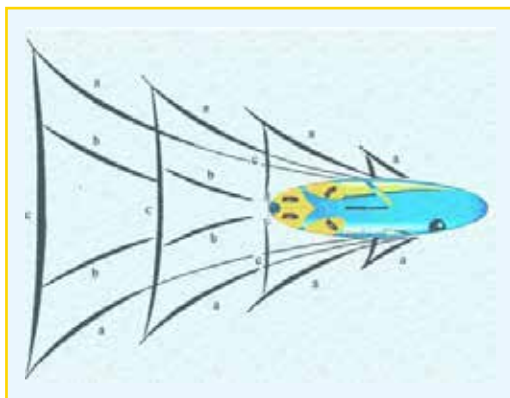
**Niezatapialność** – predyspozycja jednostki pływającej do utrzymania się na lustrze wody po utracie szczelności kadłuba. Aby zwiększyć niezatapialność statku, tworzy się przedziały wodoszczelne, tzw. grodzie poprzeczne i wzdłużne.

**Niezatapialność dwuprzediałowa** – pomimo rozszczelnienia poszycia w kadłubie i całkowitego zalania dwóch przedziałów wodoszczelnych, statek nadal utrzymuje się na powierzchni.

W małych jednostkach (łodziach, żagłówek śródlądowych) niezatapialność uzyskuje się, mocując wewnątrz kadłuba elementy wypornościowe, wykonane z lekkich materiałów (styropianu) lub wydzielając szczelne, puste przestrzenie<sup>31</sup>.

**Zwrotność statku** – to zdolność łatwej i szybkiej zmiany kierunku ruchu statku wodnego, powietrznego, pojazdu<sup>32</sup>.

**Opływ kadłuba** – strugi wody opływające statek w trakcie jego ruchu zmieniają prędkość przepływu względem niego, napotykając na zanurzoną część kadłuba. Według zasady zachowania energii, energia kinetyczna kadłuba (ruch postępowy) zamienia się w energię potencjalną cząsteczek wody, powodując ich przemieszczanie. W wyniku **konwersji** powstaje falowanie. Mówiąc najprościej, statek rozpycha napotkaną na swej drodze wodę, wprawiając ją w ruch falowy, kosztem swojej prędkości. Dla ciężkich jednostek pływających (statków, balastowych jachtów żaglowych) ten rodzaj oporu powoduje bardzo duże straty energii, ograniczając ich osiągi prędkościowe. W ich przypadku nawet znaczne zwiększenie mocy napędu nie przełoży się na adekwatne przyspieszenie<sup>33</sup>.



● **Ryc. nr 16.** Powstawanie fal: a) dziobowych, rufowych, c) poprzecznych.  
Źródło: Windsurfing.pl, *Opór indukowany i falowy*, <http://www.windsurfing.pl/post/1027,15-opor-indukowany-i-falowy> [dostęp: 12.01.2021 r.].



● **Ryc. nr 17.** Powstawanie fal, widok od frontu łodzi. Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>31</sup> Wikipedia, *Niezatapialność*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Niezatapialność> [dostęp: 12.01.2021 r.].

<sup>32</sup> Encyklopedia PWN, *Zwrotność statku*, <https://encyklopedia.pwn.pl/szukaj/zwrotno%C5%9B%C4%87%20statku.html> [dostęp: 12.01.2021 r.].

<sup>33</sup> Windsurfing.pl, *Opór indukowany i falowy*, <http://www.windsurfing.pl/post/1027,15-opor-indukowany-i-falowy> [dostęp: 12.01.2021 r.].

Wysokość fal, a tym samym wielkość oporu falowego uzależniona jest od objętości kadłuba, zanurzenia oraz prędkości ruchu. O ile powiększenie dwóch pierwszych czynników zawsze wpływa na zwiększenie oporu falowego w miarę przyspieszania ruchu, o tyle wzrost prędkości zwiększa ten opór tylko do pewnego momentu, to znaczy do chwili, gdy statek przejdzie z pływania wypornościowego do ślizgowego. Wtedy opór falowy gwałtownie się zmniejsza. Powstaje tylko fala rufowa o niewielkiej wysokości. Wypór siły hydrodynamicznej powoduje wynurzenie się kadłuba, a tym samym zmniejszenie jego oddziaływania na otaczające go cząsteczki wody<sup>34</sup>.

**Prąd powrotny** – jest wywołany ruchem jednostki pływającej, a kierunek jego przepływu jest przeciwny do kierunku ruchu statku<sup>35</sup>.

---

<sup>34</sup> Tamże.

<sup>35</sup> J. Kulczyk, J. Winter, *Śródlądowy transport wodny*, Wrocław 2003, s. 184.

# 2.

## PODZIAŁ STATKÓW

Rodzaje statków są zdefiniowane w Konwencji SOLAS (*International Convention for the Safety of Life at Sea* – międzynarodowej konwencji o bezpieczeństwie życia na morzu)<sup>36</sup>. Wyróżniamy niżej wymienione rodzaje statków.

1. **Statek pasażerski** – statek, który przewozi więcej niż dwunastu pasażerów:
  - a) **statek pasażerski ro-ro** oznacza statek pasażerski z pomieszczeniami ro-ro lub pomieszczeniami kategorii specjalnej; **prom** obsługuje regularne połączenie między portami; bywają promy wyłącznie pasażerskie, promy pasażersko-samochodowe lub typu combi (kombinowane) – łączące więcej funkcji (pasażersko-samochodowo-kolejowe)<sup>37</sup>;



● **Ryc. nr 18.** Prom pasażersko-samochodowy.

Źródło: „Nasz Bałtyk”, *Stocznia Remontowa SA przebuduje szwedzki prom pasażersko-samochodowy „Stena Germanica”*, <https://www.naszbaaltyk.com/aktualnosci/1865-stocznia-remontowa-przebuduje-szwedzki-prom-pasazer-sko-samochodowy-stena-germanica> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>36</sup> Wikipedia, *SOLAS*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/SOLAS> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>37</sup> Wikipedia, *Statek pasażerski*, [https://pl.wikipedia.org/statek\\_pasazer-ski](https://pl.wikipedia.org/statek_pasazer-ski) [dostęp: 14.01.2021 r.].



- b) **liniowiec** – statek pasażerski pływający według rozkładu na określonej linii żeglugaowej; zwykle nazywane są tak duże statki pasażerskie, pływające przez oceany (transatlantyki)<sup>38</sup>.



● **Ryc. nr 19.** Liniowiec Costa Crociere.

Źródło: Portal Stoczniowy, *Nowy liniowiec pasażerski Costa Crociere budowany specjalnie na rynek azjatycki*, <https://portalstoczniowy.pl/nowy-liniowiec-pasazerski-costa-crociere-budowany-specjalnie-na-rynek-azjatycki/> [dostęp: 14.01.2021 r.].

2. **Statek towarowy** – każdy statek, który nie jest statkiem pasażerskim (SOLAS):
- a) **masowiec** – statek stosowany głównie do przewozu stałych ładunków masowych luzem, np. surowców typu miedź, ruda; posiada zazwyczaj pojedynczy pokład ze zbiornikami szczytowymi i obłowymi w przestrzeni ładunkowej<sup>39</sup>;



● **Ryc. nr 20.** Statek masowiec.

Źródło: J. Jankowski, *Załadunek dużych masowców*, „Namiary na Morze i Handel”, <https://www.namiary.pl/2012/10/31/zaadunek-duych-masowcow> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>38</sup> Wikipedia, *Liniowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Liniowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>39</sup> Wikipedia, *Masowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Masowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

- b) **drobnicowiec** – statek przeznaczony do przewozu drobnicy, czyli towarów przemysłowych liczonych w sztukach, zapakowanych w skrzynie, beczki, bele, worki i inne rodzaje opakowań lub bez opakowania, na przykład samochody<sup>40</sup>;



● **Ryc. nr 21.** Statek drobnicowiec.  
Fot. P. Konstantynowicz.

- c) **kontenerowiec** (dawniej pojemnikowiec) – statek specjalnie wyposażony w prowadnice i przeznaczony do przewozu kontenerów, przy założeniu ich pionowego załadunku i wyładunku<sup>41</sup>;



● **Ryc. nr 22.** Kontenerowiec.  
Fot. P. Konstantynowicz.

- d) **chłodniowiec** – statek służący do przewozu łatwo psujących się produktów spożywczych w chłodzonych ładowniach<sup>42</sup>;

<sup>40</sup> Wikipedia, *Drobnicowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Drobnicowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>41</sup> Wikipedia, *Kontenerowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kontenerowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>42</sup> Wikipedia, *Chłodniowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/chłodniowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

e) **samochodowiec** – specjalny statek do przewozu samochodów<sup>43</sup>;



● **Ryc. nr 23.** Samochodowiec.

Źródło: Gospodarka Morska, *Niezwykły samochodowiec wypłynął z Gdańska*, <https://www.gospodarkamorska.pl/porty-logistyka-niezwykly-samochodowiec-w-gdansk-33337> [dostęp: 14.01.2021 r.].

f) **statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych** – jednostka do przewozu ładunków wielkogabarytowych, m.in. statki półzanurzalne i barki<sup>44</sup>;



● **Ryc. nr 24.** Statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych.

Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>43</sup> Wikipedia, *Samochodowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/samochodowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>44</sup> Wikipedia, *Statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych](https://pl.wikipedia.org/wiki/statek_do_przewozu_ładunków_wielkogabarytowych) [dostęp: 14.01.2021 r.].

- g) **zbiornikowiec** – statek towarowy skonstruowany lub przystosowany do przewozu luzem łatwopalnych ładunków ciekłych<sup>45</sup>;



● **Ryc. nr 25.** Zbiornikowiec.  
Fot. P. Konstantynowicz.

- h) **statki rybackie** – są to jednostki używane do połowu ryb, wielorybów, fok, morsów lub innych żywych zasobów morza<sup>46</sup>.



● **Ryc. nr 26.** Nowoczesny statek rybacki.  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>45</sup> Wikipedia, *Zbiornikowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/zbiornikowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>46</sup> Wikipedia, *Statek rybacki*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/statek\\_rybacki](https://pl.wikipedia.org/wiki/statek_rybacki) [dostęp: 14.01.2021 r.].

### 3. Statki pomocnicze:

- a) **holownik** – statek lub okręt pomocniczy konstrukcyjnie przewidziany do holowania (prac holowniczych); posiada silnik o niewspółmiernie dużej mocy i uciążu (do kilku-dziesięciu ton siły) w stosunku do wielkości<sup>47</sup>;



● **Ryc. nr 27.** Holownik.  
Fot. P. Konstantynowicz.

- b) **offshore** – statek do pracy przy instalacjach offshore polegającej na obsłudze ich kotwic oraz dostarczaniu zaopatrzenia; jeden z typów holownika<sup>48</sup>;



● **Ryc. nr 28.** Statek wielozadaniowy – offshore.

Źródło: Portal Morski, *Arktyczny wielozadaniowy serwisowiec offshore ze stoczni w Singapurze*, <https://www.portalmorski.pl/stocznie-statki/37958-arktyczny-wielozadaniowy-serwisowiec-offshore-ze-stoczni-w-singapurze> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>47</sup> Wikipedia, *Holownik*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/holownik> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>48</sup> Wikipedia, *AHTS*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/AHTS> [dostęp: 14.01.2021 r.].

- c) **lodołamacz** – to statek o specjalnej, wzmocnionej konstrukcji kadłuba umożliwiającej łamanie pokrywy lodowej<sup>49</sup>;



● **Ryc. nr 29.** Najnowocześniejszy lodołamacz na świecie.

Źródło: *Polsko-niemieckie lodołamanie na Odrze*. Fot. Wody Polskie, <https://www.wody.gov.pl/aktualności/949-pogotowie-zimowe-wod-polskich-lodołamacze-w-akcji> [dostęp: 14.01.2021 r.].

- d) **pchacz** – niewielki statek o silniku o niewspółmiernie dużej mocy w stosunku do rozmiarów samej jednostki, którego zadaniem jest np. dopychanie większych statków do nabrzeża lub pchanie barek<sup>50</sup>.



● **Ryc. nr 30.** Pchacz.

Źródło: Wikipedia, *Pchacze typu Bizon*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pchacze\\_typu\\_Bizon](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pchacze_typu_Bizon) [dostęp: 3.10.2022 r.].

<sup>49</sup> Wikipedia, *Lodołamacz*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Lodołamacz> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>50</sup> Wikipedia, *Pchacz*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/pchacz> [dostęp: 14.01.2021 r.].

#### 4. Statki specjalistyczne:

- a) **latarniowiec** – statek pełniący rolę latarni morskiej lub innego światła nawigacyjnego; klasyfikowany jest jako pływający znak nawigacyjny; przeważnie bez napędu, zakotwiczony na stałe w miejscu, gdzie budowa latarni morskiej jest niemożliwa albo nieopłacalna<sup>51</sup>;



● **Ryc. nr 31.** Latarniowiec.

Źródło: Strefa Portowa, *Do Gdańska płynie latarniowiec*, <http://strefaportowa.blogspot.com/2016/06/do-gdanska-pynie-latarniowiec.html> [dostęp: 14.01.2021 r.].

- b) **jednostka szybka** – jest to jednostka zdolna do rozwinięcia prędkości określonej w „Kodeksie jednostek szybkich” z wyłączeniem jednostek, które unoszą się bezpiecznie nad powierzchnią wody bez udziału sił wyporu, a tylko dzięki siłom aerodynamicznym, wywołanym bliskością podłoża<sup>52</sup>.



● **Ryc. nr 32.** Wodolot.

Źródło: Wikipedia, *Wodolot*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wodolot#/media/Plik:Olympia\\_class\\_hydrofoil\\_Jaaniika\\_at\\_Tallinn\\_8\\_July\\_2006.jpg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wodolot#/media/Plik:Olympia_class_hydrofoil_Jaaniika_at_Tallinn_8_July_2006.jpg) [dostęp: 27.12.2021 r.].

<sup>51</sup> Wikipedia, *Latarniowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Latarniowiec> [dostęp: 14.01.2021 r.].

<sup>52</sup> *Materiały dydaktyczne. Wiedza okrętowa*, Akademia Morska w Szczecinie.

## 5. Łodzie turystyczno-sportowe:

- a) **jacht motorowy** (ang. *motor yacht*) – jacht, którego głównym napędem jest napęd mechaniczny (silnik)<sup>53</sup>; zgodnie z Polskim Rejestrem Statków jachty służą wyłącznie celom sportowym, turystycznym, rekreacyjnym lub szkoleniowym; typem jachtu motorowego jest barka turystyczna<sup>54</sup>;



● **Ryc. nr 33.** Łódź motorowa.

Źródło: Wikipedia, *Jacht motorowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Jacht\\_motorowy#/media/Plik:Jacht\\_motorowy.JPG](https://pl.wikipedia.org/wiki/Jacht_motorowy#/media/Plik:Jacht_motorowy.JPG) [dostęp: 14.01.2021 r.].

- b) **łódź hybrydowa – RIB** (od ang. *rigid inflatable boat*) – jednostka pływająca łącząca zalety pontonu i łodzi ze sztywnym dnem, używana przez wojsko, Straż Graniczną, straż pożarną, Policję, WOPR<sup>55</sup>;



● **Ryc. nr 34.** Łódź hybrydowa.

Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>53</sup> J. Czajewski, *Encyklopedia Żeglarstwa*, PWN, Warszawa 1996, s. 119.

<sup>54</sup> Polski Rejestr Statków: Przepisy klasyfikacji i budowy jachtów morskich. Część I. Zasady klasyfikacji, Gdańsk 1996, s. 5.

<sup>55</sup> Wikipedia, *Łódź hybrydowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Łódź\\_hybrydowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Łódź_hybrydowa) [dostęp: 14.01.2021 r.].



- c) **skuter wodny** – jednostka pływająca, służąca do uprawiania sportu i rekreacji na wodzie; cechą charakterystyczną jest pozycja pasażera lub pasażerów, którzy siedzą na wierzchu kadłuba, a nie we wnętrzu; skuter wodny napędzany jest silnikiem, najczęściej spalinowym, współpracującym z **pędnikiem wodnoodrzurowym**<sup>56</sup>.

W polskim prawie **skuter wodny** zdefiniowany jest jako: „**mały statek o napędzie mechanicznym, przystosowany do przewozu jednej lub więcej osób, przeznaczony do ślizgów lub wykonywania ewolucji na wodzie**”<sup>57</sup>.



● **Ryc. nr 35.** Skuter wodny.  
Fot. P. Konstantynowicz.



● **Ryc. nr 36.** Skuter wodny z platformą ratowniczą.  
Fot. P. Konstantynowicz.

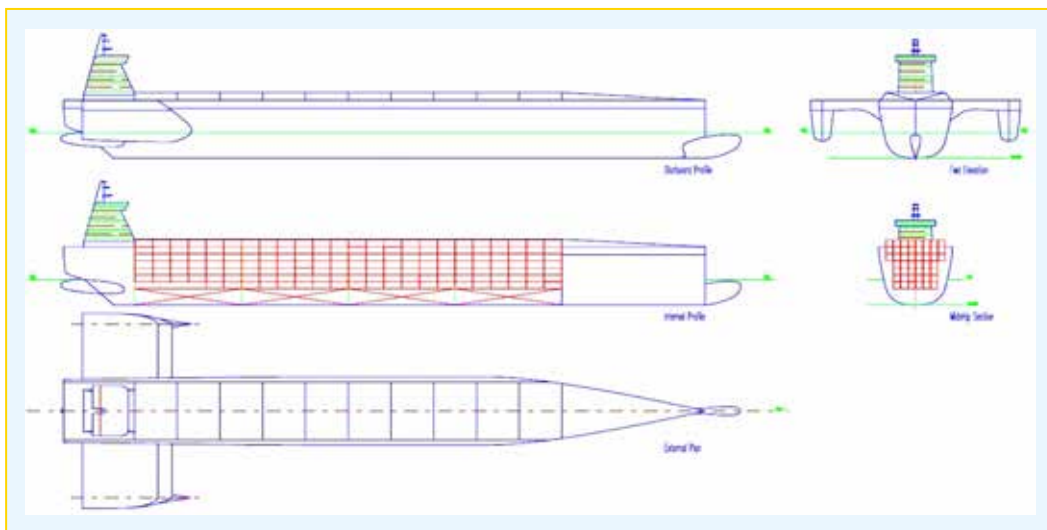
<sup>56</sup> Wikipedia, *Skuter wodny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Skuter\\_wodny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Skuter_wodny) [dostęp: 5.03.2021 r.].

<sup>57</sup> Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie przepisów żeglugowych na śródlądowych drogach wodnych, zał. 1, § 1.01 pkt 2b.

# 3.

## BUDOWA STATKU

Statek stanowi bryłę o nieregularnych kształtach zewnętrznych, których jedyną charakterystyką (w znaczeniu geometrycznym) jest fakt, iż płaszczyzna symetrii biegnąca wzdłuż kadłuba dzieli go na identyczne połowy (lewą i prawą)<sup>58</sup>.



● **Ryc. nr 37.** Rzut statku w trzech płaszczyznach.

Źródło: T. Buksiński, *Rysunek techniczny*, WSiP, Warszawa 1961; J. Danielewicz, *Rysunek techniczny maszynowy i okrętowy*, Wyd. Morskie Gdynia, [http://www.pg.gda.pl/OIO/oc2/dydaktyka/i/IV\\_r\\_o.htm](http://www.pg.gda.pl/OIO/oc2/dydaktyka/i/IV_r_o.htm) [dostęp: 6.10.2022 r.].

Każdy okręt (statek) to zamknięta bryła o nieregularnych kształtach, której wyporność jest większa od jej ciężaru. Podstawowe części okrętu to: kadłub, pokład, nadbudówka, maszt<sup>59</sup>. W literaturze można znaleźć jeszcze inny podział elementów składowych statku, który przedstawia się następująco: kadłub, część podwodna, część nadwodna, komora kotwiczna, pokładówka, nadbudówki, sterówka, maszt, wyposażenie.

<sup>58</sup> W. Więckiewicz, *Zarys budowy statków morskich*, Wydawnictwo Akademii Morskiej, Gdynia 2003.

<sup>59</sup> Encyklopedia PWN, *Statek wodny*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/statek-wodny;3979246.html> [dostęp: 5.03.2021 r.].



● **Ryc. nr 38.** Statek pasażerski – transatlantyck.

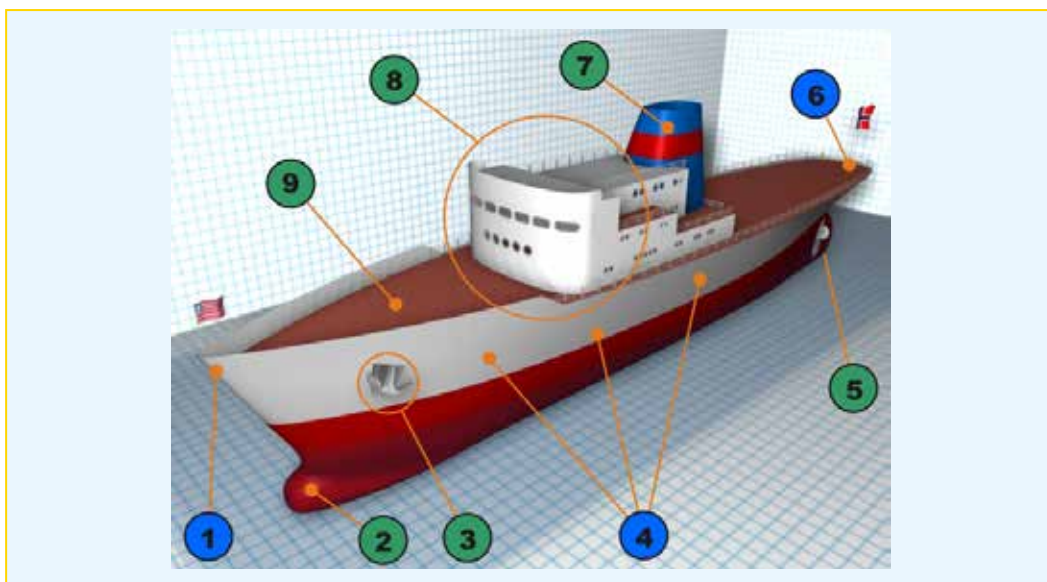
Źródło: Wikipedia, *Statek wodny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek\\_wodny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek_wodny) [dostęp: 19.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 39.** Statek drobnicowiec.

Źródło: Wikipedia, *Statek handlowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek\\_handlowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek_handlowy) [dostęp: 19.02.2021 r.].

**Najczęściej podaje się jako główne elementy kadłuba statku:** dziób, śródkręcie, rufa, burty, pokład, dno.



**Ryc. nr 40.** Najważniejsze elementy statku: 1 – dziób, 2 – gruszka dziobowa, przedłużenie kilu przed dziobnicą, 3 – kluzka kotwiczna i kotwica, 4 – burta, 5 – śruba napędowa i płetwa sterowa, 6 – rufa, 7 – komin, 8 – nadbudówka, 9 – pokład.

Źródło: Wikipedia, *Statek wodny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek\\_wodny#/media/Plik:Lod\\_Schema.png](https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek_wodny#/media/Plik:Lod_Schema.png) [dostęp: 29.01.2021 r.].

### 3.1. Materiał stosowany do budowy kadłuba

W zależności od materiału, z jakiego zbudowany jest kadłub statku, można wyróżnić kilka jego rodzajów: drewniany (skorupowy, sklejkowy), laminatowy (masywny, przekładkowy, dwupowłokowy), z tworzyw sztucznych, metalowy (spawany stalowy, ze stopów aluminium), siatkobetonowy.

**Do budowy kadłubów statków wykorzystuje się:**

- **stal** – tzw. stal okrętowa (nazywana też spawalną lub uspokojoną) dwóch podstawowych rodzajów: stal zwykła i stal podwyższonej wytrzymałości;
- **lekkie stopy aluminium** (np. hydronalium);
- **laminaty** – to mieszanka włókna szklanego, aramidowego lub karbonizowanego z żywicami poliestrowymi, epoksydowymi lub winylowymi; przy zastosowaniu ww. materiału możemy otrzymać różne rodzaje kadłuba, np. **kadłub masywny** otrzymuje się w wyniku procesu układania w specjalnej formie, nazywanej kopytem, kolejnych warstw zbrojenia (z maty bądź włókien poliestrowo-szklanych) i przesączanie ich żywicą; **kadłub dwupowłokowy** składa się z dwóch odrębnych powłok: zewnętrznej i wewnętrznej;

obydwie formuje się w całości z kopyta, a następnie łączy; część zewnętrzna nadaje kształt kadłubowi, wewnętrzna natomiast stanowi pokład, zabudowę wnętrza itp.; technikę tę stosuje się powszechnie w małych jednostkach otwartopokładowych oraz kabinowych o długości do ok. 18 m;

- **technologie przekładkowe** – w tym przypadku poszyciem kadłuba jest rdzeń obustronnie oblaminowany; w wyniku tego stosunek wytrzymałości mechanicznej materiału do jego ciężaru jest kilkudziesięciokrotnie większy niż w przypadku kadłubów stalowych; materiałem są przeróżne pianki konstrukcyjne albo drewno (najczęściej są to lekkie i dość odporne gatunki drewna: cedr, balsa);
- **drewno** – trwałe i mocne gatunki (np. dąb, modrzew, sosna, mahoń);
- **konstrukcje sklejkowe** – ze sklejki szklanej lub wodoodpornej;
- **konstrukcje tradycyjne** – do tej grupy zaliczane jest poszycie karawelowe, klinkierowe, diagonalne oraz listewkowe;
- **konstrukcje kompozycyjne** – poszycie stykowe oraz zestaw trzonowy wykonany z drewna; elementy szkieletu kadłuba, takie jak wręgi czy denniki, są stalowe;
- **konstrukcje skorupowe** – poszycie wykonane z grubych obłogów formowanych na kopycie;
- **siatkobeton** – kadłub wykonany jest z wielu warstw cienkich siatek przesyconych specjalnie przygotowanym betonem;
- **szkłocement** – siatkobeton w połączeniu ze specjalnym zbrojeniem z włókien<sup>60</sup>.

**Kadłub** – stanowi konstrukcję cienkościenną w kształcie skrzyni usztywnionej wiązaniami (zładami) wzdłużnymi i poprzecznymi oraz poprzedzielanej grodziami poprzecznymi (a czasami i wzdłużnymi), musi spełniać wymogi co do: bezpieczeństwa żeglugi, budowy, eksploatacji, późniejszych remontów<sup>61</sup>.

Do podstawowych części składowych kadłuba należą szkielet i wodoszczelne poszycie. Szkielet służy do nadania sztywności konstrukcyjnej kadłubowi. Cała konstrukcja kadłuba opiera się na szkielecie, do którego przymocowane jest wodoszczelne poszycie<sup>62</sup>.

## 3.2. Elementy szkieletu statku

Głównymi elementami projektowymi statku są:

- 1) **stępka** – to najniżej położony element, który biegnie przez całą długość okrętu, tworząc jego kręgosłup;
- 2) **dziobnica** – stanowi zakończenie dziobu kadłuba; wykonuje się ją z odpowiednio wygiętej i wzmocnionej blachy;

<sup>60</sup> Wikipedia, *Kadłub statku wodnego*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kadłub\\_statku\\_wodnego#Materiały\\_stosowane\\_do\\_budowy\\_kaduba](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kadłub_statku_wodnego#Materiały_stosowane_do_budowy_kaduba) [dostęp: 29.01.2021 r.].

<sup>61</sup> B. Gładysz, *Poradnik marynarza*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1979, s. 45.

<sup>62</sup> Wikipedia, *Kadłub statku wodnego*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kadłub\\_statku\\_wodnego](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kadłub_statku_wodnego) [dostęp: 29.01.2021 r.].

- 3) **tylnica** – stanowi zakończenie rufowej, podwodnej części kadłuba, gdzie łączy się poszycie obu burt; służy do zamocowania wylotu wału śrubowego oraz łożysk nośnych steru;
- 4) **wręgi** – to poprzecznie ułożone żebra szkieletu kadłuba ustawiane w regularnych odstępach (50–95 cm) i liczone kolejno od rufy do dziobu; służą do nadania statkowi poprzecznej wytrzymałości, odpowiedniego kształtu oraz do przymocowania blach poszycia;
- 5) **denniki** – poprzeczna blacha na dnie okrętu, rozciągająca się od burty do burty w płaszczyźnie wręgi;
- 6) **wzdłużniki** – segment łączący denniki i wręgi wzdłużnymi wiązaniami: denniki – wzdłużnikami dennymi, a wręgi – wzdłużnikami burtowymi, w celu zwiększenia wzdłużnej wytrzymałości;
- 7) **pokładniki** – elementy łączące wręgi obu burt, nadające okrętowi sztywność poprzeczną; pokładniki służą również do układania na nich pokładów; pokładniki z wręgami łączy się za pomocą trójkątnych blach zwanych węzłówkami; pokładniki łączy się od dołu wiązaniami zwanymi **wzdłużnikami pokładowymi**;
- 8) **zrębnice lukowe** – pionowa ochrona przed zalewaniem pokładu falą; ma postać szczelnego komponentu wykonanego z blachy zakończonego pokrywą luku lub włazu;
- 9) **poszycie** kadłuba okrętu składa się z blach, których grubość – zależnie od wielkości i przeznaczenia okrętu – wynosi od kilku do kilkunastu i więcej milimetrów<sup>63</sup>.

**Zład poprzeczny** – zespół elementów kształtujących wytrzymałość poprzeczną statku i określających kształt kadłuba:

- wręgi (żebra),
- denniki,
- pokładniki,
- półpokładniki,
- zrębники poprzeczne,
- grodzie poprzeczne<sup>64</sup>.

**Zład wzdłużny** – układ wiązań zapewniających wytrzymałość statku jako belki (na zginanie):

- stępka,
- dziobnica – stewa dziobowa,
- tylnica – stewa rufowa,
- wzdłużniki pokładowe, obłowe, denne, odcinkowe i pośrednie,
- zrębники wzdłużne,
- grodzie wzdłużne<sup>65</sup>.

<sup>63</sup> Wikipedia, *Budowa okrętu*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Budowa\\_okrętu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Budowa_okrętu) [dostęp: 29.01.2021 r.].

<sup>64</sup> A. Czajka, K. Krukowska, *Projekt modernizacji i przebudowy wnętrza jednostki SS „SOŁDEK”*, s. 60.

<sup>65</sup> Tamże, s. 65.

**Pokład** – trwałe, wodoszczelne pokrycie zamykające od góry kadłub statku. Na statku może być kilka pokładów<sup>66</sup>. Rozróżnia się:

- **pokład dziobowy (fordek)** – część pokładu górnego znajdująca się na dziobie; najbardziej wysunięta, skrajna część pokładu dziobowego to **bak**;
- **pokład rufowy (achterdek)** – część pokładu górnego znajdująca się na rufie lub osobny pokład na rufie;
- **pokład górny** – najwyższy pokład rozciągający się na całej długości statku;
- **pokład grodziowy** – pokład, do którego dochodzą poprzeczne grodzie wodoszczelne;
- **pokład nadbudówki lub pokładówki (spardek)** – nakrywający nadbudówkę lub pokładówkę;
- **pokład wolnej burty** – pokład, do którego mierzona jest wolna burta;
- **pokład wytrzymałościowy** – stanowiący górny element konstrukcji statku;
- **pokład dolny** – znajdujący się poniżej pokładu górnego;
- **pokład pojazdowy** – na promach i samochodowcach, na którym przewożone są pojazdy;
- **szkafut** – występujący na żaglowcach i dużych jednostkach żaglowych pokład znajdujący się na śródokręciu<sup>67</sup>.

Pokład układa i zamocowuje się na pokładnikach. Pokłady mogą być stalowe, drewniane lub stalowe z drewnianym pokryciem<sup>68</sup>.

**Nadbudówki** – są to wszystkie pomieszczenia zamknięte umieszczone na pokładzie głównym. W zależności od wymiarów jednostka pływająca może mieć jedną lub więcej nadbudówek<sup>69</sup>.

**Maszt** – to metalowa konstrukcja przeznaczona do rozmieszczania na niej urządzeń antenowych, reflektorów i świateł. Jednym z głównych elementów masztu jest **reja** – czyli pozioma belka zamocowana w górnej części masztu. Służy do mocowania bloczków z linkami pozwalającymi na podnoszenie znaków okrętowych i flag sygnałowych<sup>70</sup>.

### 3.3. Konstrukcja kadłuba statku

Do szkieletu statku przytwierdzone są elementy poszycia zarówno kadłuba, jak i pokładu. Główny zespół konstrukcyjny stanowi tzw. **zestaw trzonowy**. W jego skład wchodzi: **stępka** (nazywana również kilem) przebiegająca wzdłuż diametralnej kadłuba, **stewa przednia** (inaczej stewa dziobowa lub dziobnica) oraz **stewa tylna** (stewa rufowa bądź tylnica). Dwa ostatnie elementy determinują kształt dziobu oraz rufy. **Stewa rufowa** w zależności od przyjętej koncepcji może łączyć się z pawężą, konchą rufową lub być pominięta. Elementy zestawu trzonowego łączy się trwale odpowiednimi węzłówkami<sup>71</sup>.

<sup>66</sup> Wikipedia, *Pokład statku*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pokład\\_statku](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pokład_statku) [dostęp: 29.01.2021 r.].

<sup>67</sup> J.W. Dziewulski, *Wiadomości o jachtach żaglowych*, Alma-Press, Warszawa 2008, s. 91–92.

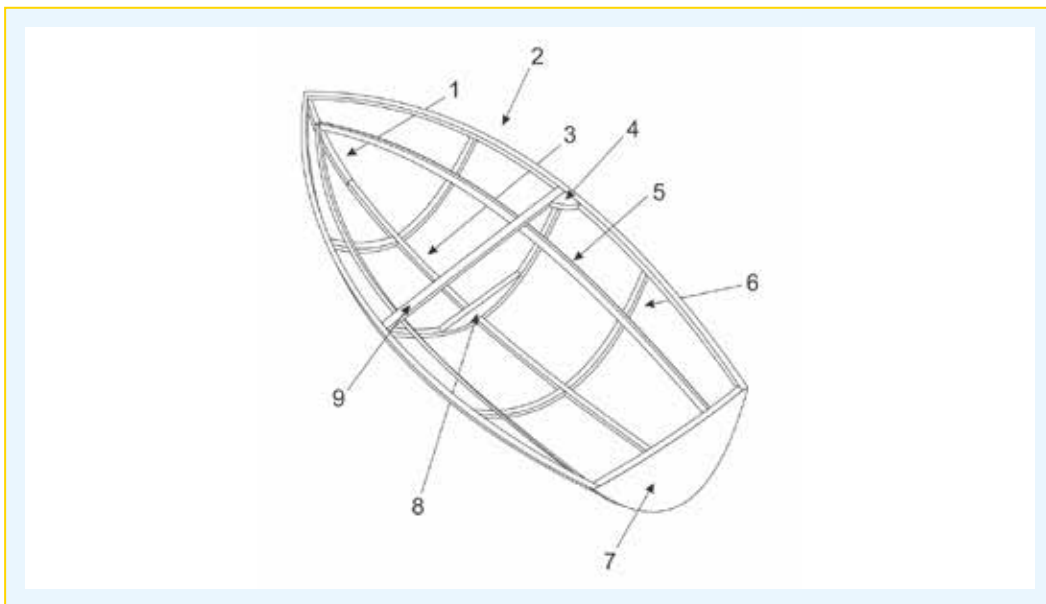
<sup>68</sup> M. Drogosiewicz, *Wiedza okrętowa*, AMW, Gdynia 1997.

<sup>69</sup> B. Gładysz, *Poradnik marynarza*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1979.

<sup>70</sup> Wikipedia, *Budowa okrętu*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Budowa\\_okrętu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Budowa_okrętu) [dostęp: 29.01.2021 r.].

<sup>71</sup> Wikipedia, *Kadłub statku wodnego*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kad%C5%82ub\\_statku\\_wodnego](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kad%C5%82ub_statku_wodnego) [dostęp: 29.01.2021 r.].

**Stępka** zapewnia **sztywność wzdłużną** kadłuba. Prostopadle do niej mocuje się belki stanowiące żebra szkieletu nazywane **wręgami**. Nadają one kadłubowi sztywność poprzeczną. Do żeber w osi stępki mocuje się wzdłużniki, które łączą wręgi. Wzdłużniki wraz ze stępką nadają **sztywność podłużną** kadłuba<sup>72</sup>.



● **Ryc. nr 41.** Schemat szkieletu kadłuba z zaznaczonymi elementami konstrukcyjnymi: 1 – stewa dziobowa, 2 – wzdłużnik burtowy, 3 – stępka (kil), 4 – kolano poziome, 5 – wzdłużnik obłowy, 6 – wręg, 7 – pawęż, 8 – dennik, 9 – pokładnik. Źródło: Wikipedia, *Szkielet kadłuba jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet\\_kadłuba\\_jednostki\\_pływającej](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet_kadłuba_jednostki_pływającej) [dostęp: 3.02.2021 r.].

Do wybranych wręg **wewnątrz szkieletu** kadłuba instalowane są ściany (**grodzie**). **Grodzie** wodoszczelne są to płaskie pionowe ściany z blachy, wzmocnione usztywnieniami z różnych kształtowników. Dzielą się w zależności od przeznaczenia na wzdłużne i poprzeczne. Grodzie dzielą statek na **przedziały wodoszczelne**, które w przypadku przebicia podwodnej części kadłuba uniemożliwiają rozprzestrzenianie się wody zaburtowej po całym okręcie, a w przypadku pożaru nie pozwalają na jego rozszerzanie się. W razie uszkodzenia poszycia podwodnej części kadłuba woda zapełni tylko jeden przedział, tak że okręt nie zatoni, a jedynie zwiększy swoje zanurzenie<sup>73</sup>.

Do szkieletu na **zewnątrz kadłuba** mocuje się poszycie, którego nazwa zależy od miejsca jego zamocowania:

- do wręg – **burty**,
- do stępki – **dno**,
- do dziobnicy – **dziób**,
- do tylnicy – **rufę**.

<sup>72</sup> W. Wakuła, *Konstrukcja kadłuba okrętu*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1975, s. 44.

<sup>73</sup> Tamże, s. 45.



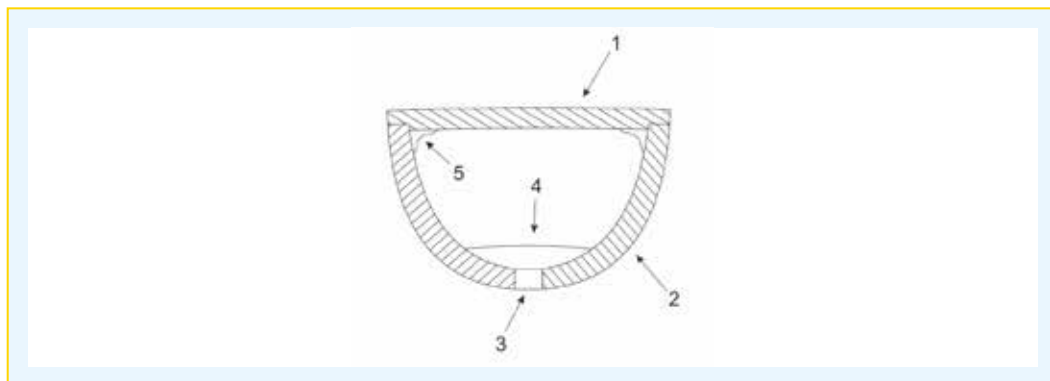
Od góry szkielet przykryty jest pokładem, którego wzmocnienie stanowią połączone z wręgami pokładniki<sup>74</sup>.

Kadłub statku jako konstrukcja złożona składa się z wielu wiązań, które można podzielić na dwie zasadnicze grupy: **wiązania wzdłużne**, **wiązania poprzeczne**.

**Wiązania wzdłużne** stanowią: stępka belkowa, nadstępka, poszycie kadłuba, pokład oraz wzdłużniki pokładnikowe, pokładowe, obłowe, denne, odcinkowe, burtowe.

Ramy wręgowe oraz zestaw trzonowy łączone są elementami podłużnymi szkieletu, przebiegającymi wzdłuż burt. Noszą one nazwę **wzdłużników**. Istnieje kilka rodzajów wzdłużników<sup>75</sup>:

- **pokładnikowe** – na nich spoczywają pokładniki; wzdłużniki pokładnikowe lewej i prawej burty zbiegają się przy stewie dziobowej oraz rufowej lub pawęży, gdzie są łączone;
- **pokładowe** – wzmacniają konstrukcję poprzez podparcie pokładników; biegną od rufy do dziobu; ich liczba zależy od przyjętej koncepcji;
- **obłowe** – mocowane są wewnątrz wręgów; ich zadaniem jest wzmocnienie konstrukcji oraz usztywnienie na skręcanie i zginanie; łączone są ze stewami przy pomocy odpowiednich węzłów;
- **denne** – przebiegają po dennej części kadłuba; stosuje się je głównie w konstrukcji bezwręgowej w celu jej wzmocnienia;
- **odcinkowe** – stanowią krótkie wzdłużniki występujące w miejscach o podwyższonym obciążeniu i wzmacniają wzdłużniki pokładowe bądź obłowe;
- **pośrednie** – występują, podobnie jak wzdłużniki odcinkowe, w miejscach mocno obciążonych w celu ich wzmocnienia; mogą być umieszczone po obydwu stronach dna, pojedynczo bądź parami<sup>76</sup>.



● **Ryc. nr 42.** Schemat ramy wręgowej kadłuba. 1 – pokładnik, 2 – wręg (bocznik żebra), 3 – stępka (kil), 4 – dennik, 5 – kolano pionowe.

Źródło: Wikipedia, *Szkielet kadłuba jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet\\_kadłuba\\_jednostki\\_pływającej#/media/Plik:Rama\\_wręgowa.svg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet_kadłuba_jednostki_pływającej#/media/Plik:Rama_wręgowa.svg) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>74</sup> Tamże, s. 46.

<sup>75</sup> Wikipedia, *Szkielet kadłuba jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet\\_kadłuba\\_jednostki\\_pływającej#/media/Plik:Rama\\_wręgowa.svg](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet_kadłuba_jednostki_pływającej#/media/Plik:Rama_wręgowa.svg) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>76</sup> J.W. Dziewulski, *Wiadomości o jachtach żaglowych*, s. 128.

**Wiązania poprzeczne** to: wręgi poprzeczne, wręgi ramowe, grodzie, pokładniki i denniki stanowiące część ram wręgowych.

### WRĘGI

To elementy poprzeczne, do których montuje się zestawy trzonowe oraz poszycie. Stanowią one ożebrowanie kadłuba i nadają mu ostateczny kształt. Wyróżnia się kilka rodzajów wręgów:

- **gięte** – tradycyjnie wykonane z listew dębowych, obecnie stosuje się głównie sklejki z cienkich listew; wykorzystywane w małych i lekkich jednostkach;
- **szttywne** – nazywane „wyrośniętymi”, gdyż do ich produkcji wybierane były kawałki drewna o pożądanym, naturalnie ułożonym przebiegu słoju; obecnie wykorzystuje się listwy dębiny łączone i spajane wodoodpornym klejem;
- **łamane** – wykonane z kilku krótszych elementów łączonych na szablonie i klejonych; rozwiązanie stosowane na owręczach szarpie oraz skipjack;
- **o podwyższonej wytrzymałości** umieszczane w miejscach narażonych na duże obciążenia, takich jak miejsce mocowania podwiesi wantowych; mogą być one wykonane ze stali i gięte bądź spawane z odcinków<sup>77</sup>.



● **Ryc. nr 43.** Wręgi tworzące szkielet łodzi.

Źródło: Wikipedia, *Wręg*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wręg> [dostęp: 3.02.2021 r.].

### DENNIKI

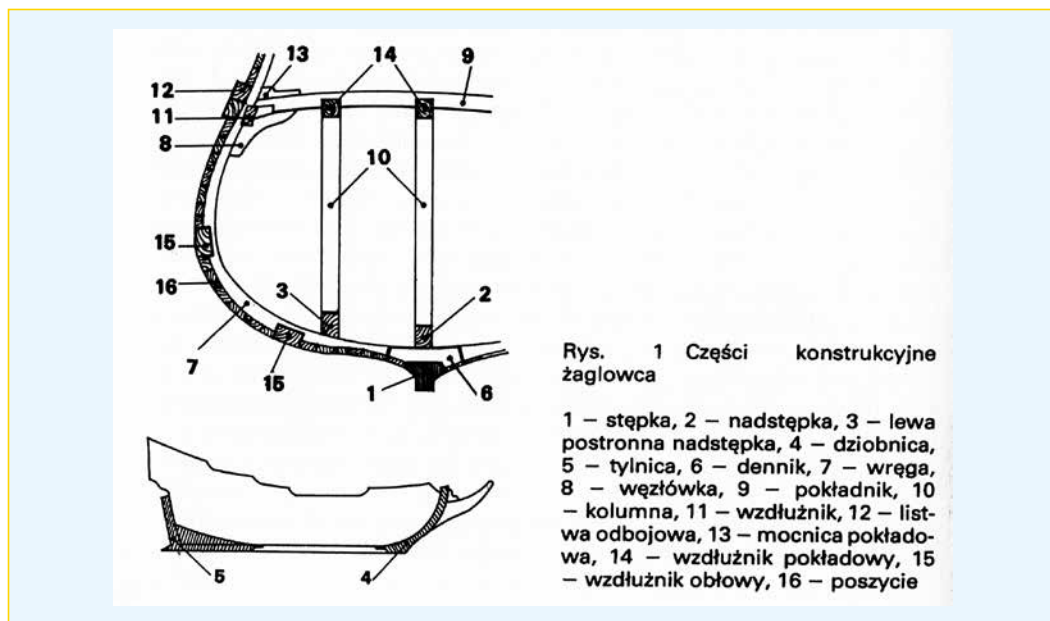
To poprzeczne wiązanie mocowane od góry do najniższej położonego ogniwa, czyli stępki, dające oparcie poszyciu dna kadłuba. Przy pomocy denników łączy się wręgi ze stępką. Dennik wraz z dwoma wręgami i pokładnikiem tworzą **ramę wręgową**<sup>78</sup>. Mogą być one wykonane z drewna bądź metalu. W dennikach wierci się otwory nazywane **szpigatami** zapewniające swobodny przepływ wody wzdłuż kadłuba. W konstrukcji szkieletu małych jednostek stosuje się denniki z **litego drewna**, natomiast w dużych jachtach denniki są **klejone**<sup>79</sup>. W miejscach wymagających dodatkowego wzmocnienia umieszcza się denniki niezwiązane z wręgami celem zwiększenia wytrzymałości dennej części kadłuba<sup>80</sup>.

<sup>77</sup> B. Gładysz, *Poradnik marynarza*, s. 54.

<sup>78</sup> Wikipedia, *Dennik (kadłub)*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Dennik\\_\(kadłub\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dennik_(kadłub)) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>79</sup> J.W. Dziewulski, *Wiadomości o jachtach żaglowych*, s. 137.

<sup>80</sup> B. Gładysz, *Poradnik marynarza*, s. 63.



● **Ryc. nr 44.** Łączenie wręgu ze stępką przy pomocy dennika. Przekrój poprzeczny kadłuba.

Źródło: Statki Historyczne, *Z czego składa się żaglowiec. Budowa, typy, historia*, <https://www.statkihistoryczne.pl/z-czego-sklada-sie-zaglowiec-budowa-i-historia> [dostęp: 19.02.2021 r.].

## GRODZIE

Pionowa przegroda w postaci ściany, umieszczona wzdłużnie lub poprzecznie wewnątrz kadłuba jednostki pływającej. Od strony konstrukcyjnej spełnia taką samą rolę jak **wręgi** lub **rama wręgowa**, czyli usztywnia konstrukcję kadłuba, a ponieważ dodatkowo zamyka określoną przestrzeń, to stanowi czynnik separujący, dzieląc wnętrze kadłuba na przedziały. Na statku wyróżniamy grodzie i półgrodzie wodoszczelne<sup>81</sup>.

## POKŁADNIKI

Poprzeczne elementy zwane **pokładnikami** od góry zamykają **wręgi**. Pokładniki usadowione są na **wzdłużnikach**. W miejscach, gdzie jest wymagana zwiększona wytrzymałość, montuje się tzw. pokładniki wzmocnione o większym przekroju. Takimi miejscami mogą być np. krawędź otworu, miejsce mocowania polera w pokładzie. **Pokładniki** łączące są z **wręgami** przy pomocy pionowych kolan drewnianych, metalowych lub z tworzyw sztucznych. W przypadku kadłubów wyposażonych w pokładówki, pokładniki występują również na dachu kabiny. Nazywane są wtedy **bimesami**. W miejscach występowania w pokładzie otworów, takich jak np. kokpit, wykorzystuje się krótsze półpokładniki, które są przerwane na odcinku łączącym burty. Wręga, dennik oraz pokładnik stanowią tzw. **ramę wręgową**<sup>82</sup>.

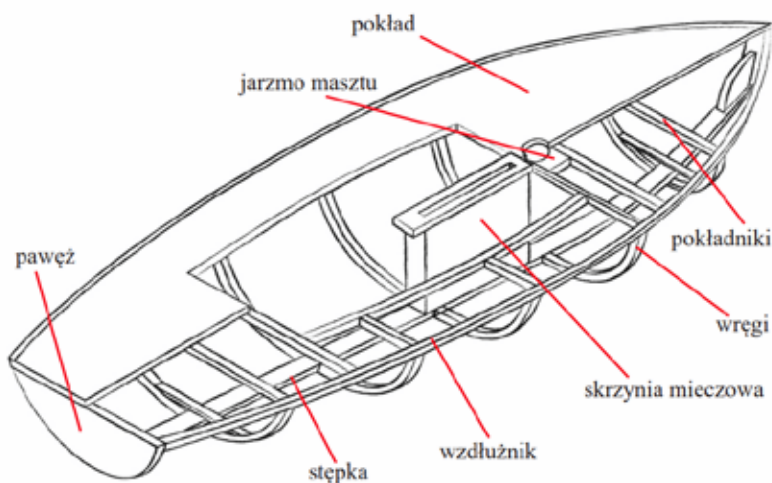
<sup>81</sup> J.W. Dziewulski, *Wiadomości o jachtach żaglowych*, s. 137.

<sup>82</sup> Wikipedia, *Szkielet kadłuba jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet\\_kadłuba\\_jednostki\\_pływającej#pokładniki](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet_kadłuba_jednostki_pływającej#pokładniki) [dostęp: 19.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 45.** Przejście przez gródź wyposażoną w drzwi wodoszczelne.

Źródło: Wikipedia, *Gródź wodoszczelna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Gródź\\_wodoszczelna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Gródź_wodoszczelna) [dostęp: 5.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 46.** Schemat ramy wręgowej kadłuba.

Źródło: Szekla. Szkoła Żeglarstwa, *Budowa kadłuba drewnianego*, <https://www.obozyzeglarskie.com/baza-wiedzy/budowa-jachtu/kadlub-jachtu/budowa-kadluba-drewnianego/> [dostęp: 19.02.2021 r.].

## POŁĄCZENIA ELEMENTÓW SZKIELETU

Wiązania wzdluzne i poprzeczne, które tworzą element konstrukcyjny szkieletu statku, są ze sobą trwale łączone lub celowo pozostawiane bez spojenia, aby mogły pracować. W literaturze można znaleźć wiele rodzajów stosowanych połączeń w zależności od miejsca ich zastosowania oraz wymaganej wytrzymałości kadłuba.

Połączenia te to:

- 1) **węzłówka rufowa** – zwana kolanem rufowym lub dejwudem; występuje na łączeniu pawęży bądź stwy rufowej ze stępką; na dużych jednostkach stanowi wzmocnienie pomiędzy pawężą a strzałką konchy;
- 2) **kolano** – nazywane również **kątnicą**, produkowane z drewna lub stali kutej; łączy oraz wzmacnia konstrukcję, szczególnie w miejscach silnie obciążonych; kolano może być poziome lub pionowe; w pierwszym przypadku służy do umocnienia pokładu i zapobiegania odkształceniu konstrukcji przy skręcaniu, w drugim – do wzmocnienia ramy wręgowej; zastosowanie sklejkowego pokładu daje możliwość zrezygnowania z kolan poziomych; dodatkowo grodzie wodoodporne działają jak kolana pionowe;
- 3) **połączenia skutnicze** – grupa wiązań elementów drewnianych w trwałą i wytrzymałą sposób; istnieje wiele rodzajów połączeń skutniczych; wszystkie opierają się na odpowiednim ukształtowaniu łączonych elementów; możemy wyróżnić łączenia przy użyciu zaciosów, zakosów, wpustów, zamków lub tzw. jaskółczego ogona<sup>83</sup>.

## POSZYCIE

Do fundamentu, jakim jest szkielet statku, mocuje się poszycie, nadające ostateczny kształt kadłuba i zapewniające mu szczelność. Poszycie tworzy odpowiednio burty, obłó oraz dno jednostki. W konstrukcjach drewnianych można wyróżnić cztery podstawowe metody poszycia: na styk, na zakładkę, listewkowe oraz diagonalne<sup>84</sup>.

**Poszycie stykowe** (karawelowe, klepkowe) – rodzaj poszycia kadłubów drewnianych. Deseczki, zwane klepkami lub plankami, montuje się jedną obok drugiej „na styk” do fundamentu statku, przede wszystkim wręgów.

**Poszycie zakładkowe** (zw. też klinkierowym) – klepki montuje się w taki sposób, aby nachodziły na siebie, dając efekt wizualny „dachówki” położonej na dachu budynku. Dzięki temu nie muszą być one do siebie dopasowane aż tak dokładnie jak klepki poszycia stykowego. Metoda na „zakładkę” powoduje dużo lepszą szczelność oraz podwyższoną sztywność kadłuba. Zachodzące na siebie klepki mogą być znitowane ze sobą, co znacznie podwyższa kondycję poszycia i całego kadłuba<sup>85</sup>.

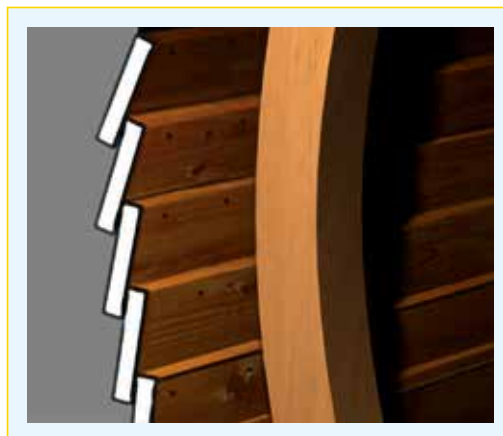
<sup>83</sup> J.W. Dziewulski, *Wiadomości o jachtach żaglowych*, s. 120–194.

<sup>84</sup> Tamże, s. 139.

<sup>85</sup> Tamże, s. 141.



● **Ryc. nr 47.** Poszycie stykowe.  
 Źródło: Wikipedia, *Poszycie stykowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_stykowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_stykowe) [dostęp: 7.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 48.** Poszycie zakładkowe.  
 Źródło: Wikipedia, *Poszycie zakładkowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_zakladkowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_zakladkowe) [dostęp: 7.02.2021 r.].

**Poszycie listewkowe** (słomkowe) – składa się z listewek z taniego drewna (np. sosny) o grubości ok. 10–25 mm i przekroju zbliżonym do kwadratu. Takie listewki mogą być łączone na skos z kilku krótszych kawałków i wyginane bez użycia pary w dwóch płaszczyznach. Listewki te są doginane do wręgów i zbijane gwoździami lub klejone ze szkieletem łodzi i ze sobą nawzajem. Poszycie słomkowe łączyło zalety poszycia stykowego (gładkość i płynność kształtów) i zakładkowego (odporność i szczelność), przy znacznie niższych kosztach i dużo bardziej przychylniej technologii. Do dziś jest stosowane głównie jako warstwa formująca lub wypełniająca w jednostkowych lub eksperymentalnych strukturach warstwowych<sup>86</sup>.

**Poszycie przekątne** (diagonalne) – polega na układaniu wzdłuż szkieletu kadłuba kilku warstw cienkich klepek, przy kącie krzyżowania warstw 90° lub 45°. Wewnętrzna deska mocowana jest pod odpowiednim kątem do stępki, natomiast zewnętrzna pod kątem 90° do wewnętrznej i obie są łączone np. przy pomocy nitów do wzdłużnika.

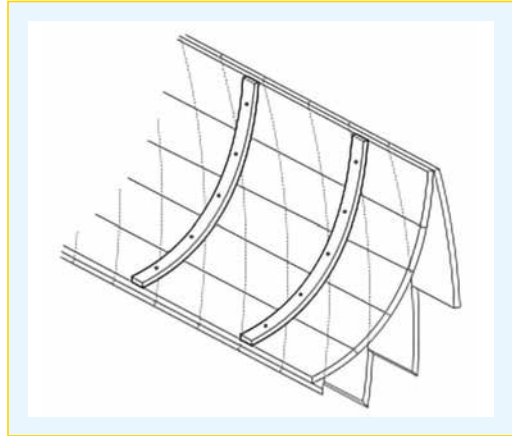
W klasycznej technologii warstwy poszycia były oddzielane od siebie. Powstała przestrzeń uszczelniana była cienkim płótnem, nasączanym smołą lub minią z pokosem. Obecnie, w dobie rozwijającego się przemysłu jachtowego i nowych technologii, aplikuje się żywicę epoksydową lub kleje wodoodporne. W droższych konstrukcjach poza dwiema podstawowymi warstwami ułożonymi względem siebie pod kątem 45° lub 90° stosowano też trzecią, zewnętrzną, ułożoną wzdłuż kadłuba, co imitowało poszycie stykowe (karawelowe)<sup>87</sup>.

<sup>86</sup> Tamże, s. 141–142.

<sup>87</sup> Wikipedia, *Poszycie przekątne*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_przek%C4%85tniowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_przek%C4%85tniowe) [dostęp: 7.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 49.** Poszycie listewkowe.  
Źródło: Wikipedia, *Poszycie listewkowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_listewkowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_listewkowe) [dostęp: 7.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 50.** Poszycie diagonalne.  
Źródło: Wikipedia, *Poszycie przekątne*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_przekątne](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_przekątne) [dostęp: 7.02.2021 r.].

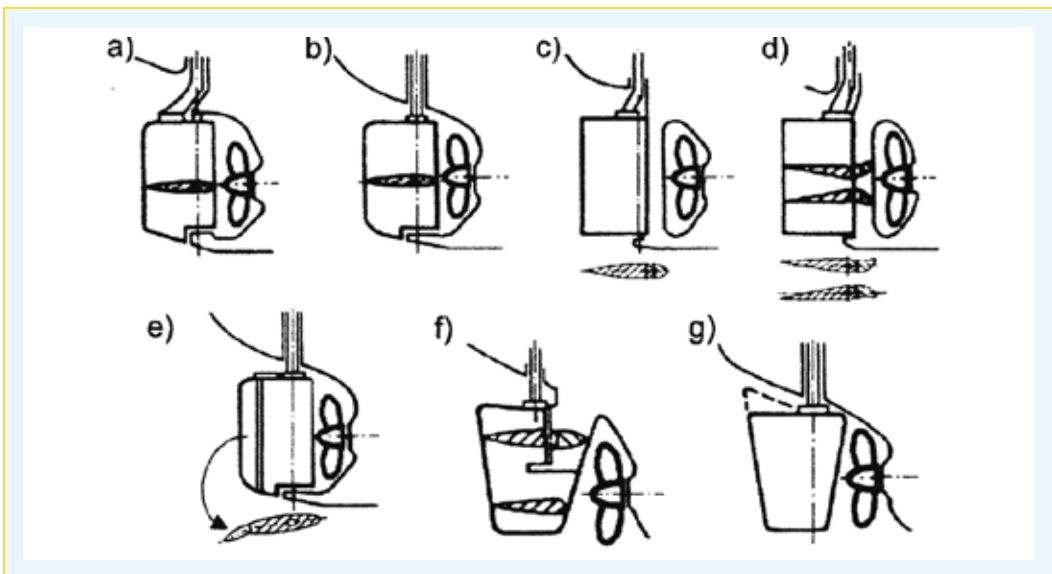
# 4.

## STERY

### 4.1. Ster

**Ster** – ruchome urządzenie będące modułem jednostki pływającej. Pomaga zarówno utrzymać, jak i zmienić kierunek ruchu. Działanie steru zmienia kątową orientację jednostki w przestrzeni<sup>88</sup>.

Elementem wykonawczym biernego urządzenia sterowego jest **pletwa sterowa**. Przykłady różnych rozwiązań pletw sterów biernych pokazuje ryc. 51<sup>89</sup>.



● **Ryc. nr 51.** Kształty pletwowych sterów biernych: a–b) ster zwykły prostokątny podparty (simplex), c) ster dwuczściowy, d) ster skręcony, e) ster z pletwą pomocniczą, f) ster półpodwieszony (mariner), g) ster podwieszony.

Źródło: „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 118.

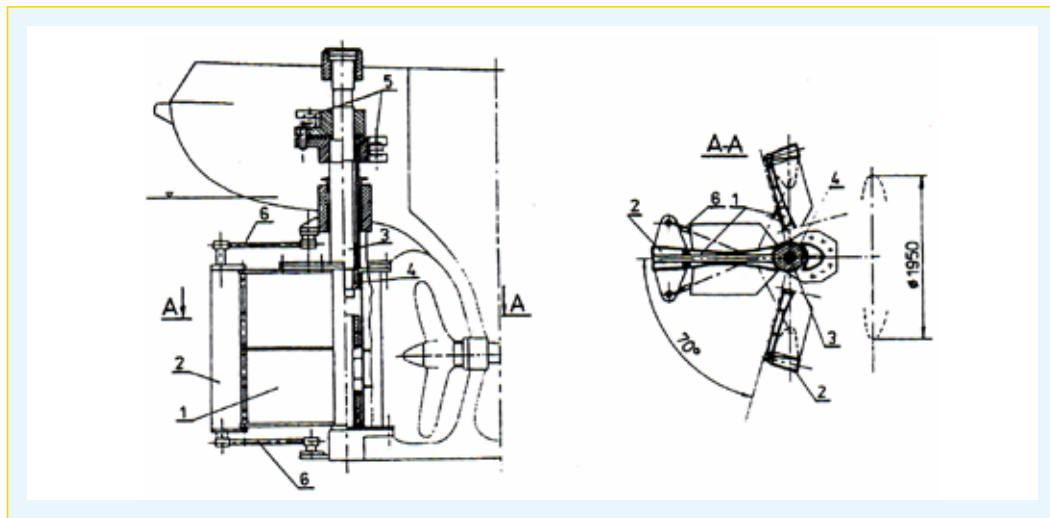
<sup>88</sup> Wikipedia, *Ster*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster> [dostęp: 7.02.2021 r.].

<sup>89</sup> M. Giernalczyk, Z. Górski, J. Krefft, *Różne rozwiązania sterów jako sposób ograniczenia zużycia paliwa na statkach morskich*, „Logistyka” 2015, nr 6, s. 1415–1420.



### Zalety steru otwieranego zwanego sterem Doerffera przy pracy o stałym skoku śruby napędowej to:

- manewrowanie sterem złożonym podczas ruchu jednostki do przodu;
- rozdzielenie strumienia śrubowego i odwracanie go pod różnymi kątami ku przodowi w celu hamowania lub cofania jednostki;
- uzyskiwanie dużych sił bocznych, dających zwiększoną manewrowość w szerokim zakresie prędkości, również bliskich zeru, w przód i w tył<sup>90</sup>.



● **Ryc. nr 52.** Budowa steru otwieranego (Doerffera):  
 1 – płetwa, 2 – lotka, 3 – trzon sterowy wewnętrzny, 4 – trzon sterowy zewnętrzny, 5 – sterownica, 6 – cięgło.  
 Źródło: M. Giernalczyk, Z. Górski, J. Krefft, *Różne rozwiązania sterów jako sposób ograniczenia zużycia paliwa na statkach morskich*, „Logistyka” 2015, nr 6.

**Ster Doerffera** cechuje się następującymi korzystnymi właściwościami w stosunku do steru tradycyjnego:

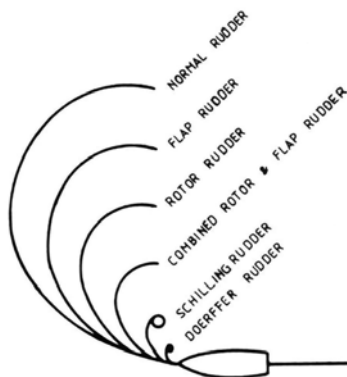
- znaczne zwiększenie możliwości manewrowych jednostki, głównie przy małych prędkościach;
- możliwość zawracania w miejscu;
- uzyskanie bardzo dużych sił hamujących i hamowanie z możliwością kontroli i korekty kursu;
- umożliwienie ruchu jednostki wstecz, bez zmiany kierunku pracy śruby napędowej;
- płynne zmniejszenie prędkości aż do uzyskania prędkości ujemnych przy niezmiennych i stosunkowo dużych obrotach śruby napędowej;
- możliwość zamontowania na każdym typie spośród obecnie produkowanych jednostek pływających<sup>91</sup>.

<sup>90</sup> T. Marut, *Analiza wybranych rozwiązań układów napędowych i urządzeń sterowych stosowanych na holownikach portowo-redowych*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 119.

<sup>91</sup> A. Dauter, *Projekt koncepcyjny steru Doerffera dla holownika 2500 KM*, Politechnika Gdańska, Wydział Okrętowy, prace badawcze nr 113/CPBR9,5-693/89, Gdańsk 1989.

## Stery specjalne:

1. Ster z odchylaną płetwą
2. Ster z rotorem
3. Ster z płetwą i rotorem
4. Ster Schillinga
5. Ster Doerffera



● **Ryc. nr 53.** Możliwości manewrowe statku przy zastosowaniu różnych typów sterów.

Źródło: A. Dauter, *Projekt koncepcyjny steru Doerffera dla holownika 2500 KM*, Politechnika Gdańska, Wydział Okrętowy, prace badawcze nr 113/CPBR9,5-693/89, Gdańsk 1989.

W urządzeniu sterowym o takim rozwiązaniu możliwe są trzy typy pracy steru:

- praca ze zblokowanymi płetwami steru; obie płetwy wychylają się na każdą burtę max do kąta  $\pm 25^\circ$ , wówczas kąt wychylenia lotki względem płetwy wynosi około  $23^\circ$ ;
- praca z rozprzęgniętymi płetwami w celu uzyskania zwiększonej siły bocznej; każda płetwa może się wychylać niezależnie do  $75^\circ$  na swoją burtę i do kąta  $25^\circ$  na burtę przeciwną;
- praca z rozprzęgniętymi płetwami w celu ograniczenia prędkości lub dla uzyskania ruchu wstecz; odchylenie każdej płetwy na swoją burtę wynosi do  $75^\circ$ , a odchylenie lotek – około  $70^\circ$  względem płaszczyzny odpowiedniej płetwy<sup>92</sup>.

Siła hydrodynamiczna generowana na **płetwie sterowej** w sposób niekontrolowany wytwarza moment siły powodujący ruch obrotowy jednostki. Do zaistnienia takiej siły konieczne jest spełnienie co najmniej jednego z dwóch warunków:

- 1) niezerowa prędkość jednostki, co wywołuje przepływ powietrza lub wody w otoczeniu steru,
  - 2) wytworzenie przez napęd jednostki przepływu powietrza lub wody w otoczeniu steru.
- Zasadniczo **sterem jest sam płat** wytwarzający siłę, jednak potocznie, niepoprawnie nazywa się tak całość rozwiązania łącznie z mechanizmem poruszającym tym płatem (ręcznym urządzeniem sterowym lub posiadającą własny napęd maszyną sterową) wraz z urządzeniem sterującym (np. kołem sterowym, orczykiem, rumplem, wolantem). **Sam płat steru** nazywany jest w okrętownictwie **płetwą sterową**<sup>93</sup>.

<sup>92</sup> T. Marut, *Analiza wybranych rozwiązań układów napędowych i urządzeń sterowych stosowanych na holownikach portowo-redowych*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 120.

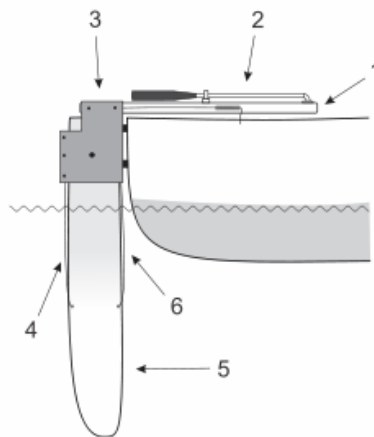
<sup>93</sup> Wikipedia, *Ster*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster> [dostęp: 7.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 54.** Ster i śruba okrętowa podczas remontu statku w doku pływającym.  
Źródło: Wikipedia, *Ster*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster> [dostęp: 7.02.2021 r.].

## 4.2. Podział sterów

**Ster płaski** (zwany również **plytowym**) stosowany przede wszystkim na małych jednostkach śródlądowych jako ster zawieszowy. Stanowi płaską płytę wykonaną z blachy, drewna lub laminatów. Znacznie mniej sprawny niż stery profilowane.

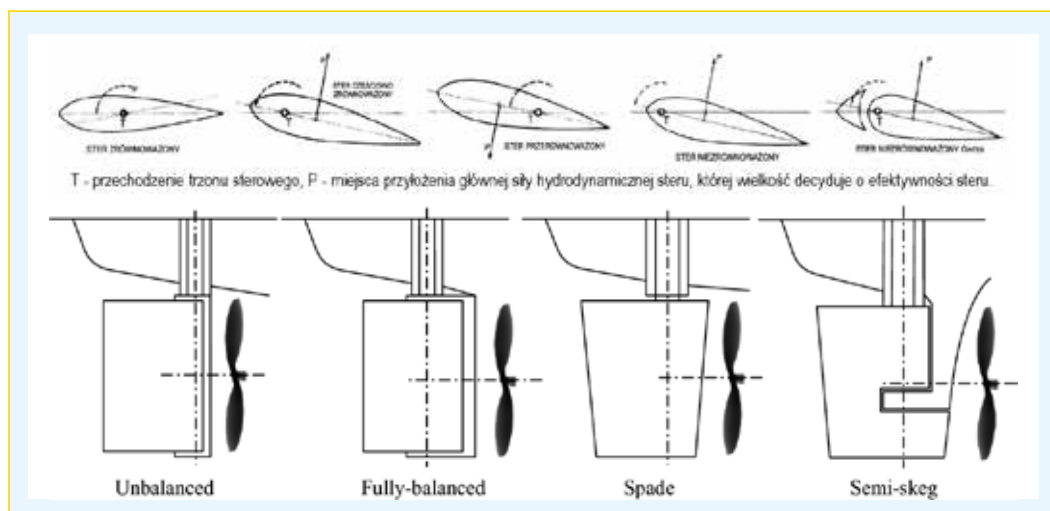


● **Ryc. nr 55.** Ster płaski zawieszony: 1 – rumpeł, 2 – przedłużacz rumpla, 3 – jarzmo steru, 4 – fał płetwy sterowej, 5 – płetwa sterowa, 6 – kontrafał płetwy sterowej.  
Źródło: Wikipedia, *Ster płaski*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster\\_płaski](https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster_płaski) [dostęp: 7.02.2021 r.].

**Ster profilowany** (zwany również **wypornościowym**) – w przekroju ma kształt płatu skrzydła samolotu, co ma zapewnić pożądany przepływ strug ośrodka i zwiększyć jego sprawność.

**W zależności od umiejscowienia osi obrotu, można wyróżnić:**

- **ster zwykły** – oś obrotu płetwy sterowej znajduje się blisko krawędzi natarcia; jest to najmniej sprawna konfiguracja.
- **ster zrównoważony** – oś obrotu płetwy pokrywa się z punktem przyłożenia siły skręcającej; zapewnia optymalną sprawność i jest najczęściej wykorzystywanym rozwiązaniem<sup>94</sup>; ster zrównoważony jest to taki ster, w którym oś obrotu znajduje się w miejscu przyłożenia siły hydrodynamicznej, oś steru znajduje się przy przedniej krawędzi płetwy<sup>95</sup>;
- **ster częściowo zrównoważony** – oś obrotu znajduje się pomiędzy punktem przyłożenia siły hydrodynamicznej skręcającej a przednią krawędzią natarcia; rozwiązanie wydajniejsze niż ster niezrównoważony i mniej wydajne niż ster zrównoważony<sup>96</sup>;
- **ster przerównoważony** – jest to taki ster, w którym oś obrotu znajduje się w miejscu przyłożenia siły hydrodynamicznej, oś steru znajduje się przy tylnej krawędzi płetwy;
- **ster niezrównoważony** – to najmniej efektywne urządzenie sterowe, rdzeń steru znajduje się przy przedniej krawędzi płetwy; do tego grona zalicza się większość sterów płaskich oraz stery typu Oertza używane głównie na szybkich jednostkach<sup>97</sup>.



● **Ryc. nr 56.** Oś obrotów sterów.

Źródło: *System sterujący*, Nautilus, Politechnika Gdańska, s. 10, [https://oio.pg.edu.pl/documents/24455275/36160439/NAUTILUS\\_projekt\\_system\\_steruj%C4%85cy.pdf](https://oio.pg.edu.pl/documents/24455275/36160439/NAUTILUS_projekt_system_steruj%C4%85cy.pdf) [dostęp: 7.02.2021 r.].

<sup>94</sup> Wikipedia, *Ster płaski*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster#Ster\\_p%C5%82aski](https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster#Ster_p%C5%82aski) [dostęp: 7.02.2021 r.].

<sup>95</sup> *System sterujący*, Nautilus, Politechnika Gdańska, [https://oio.pg.edu.pl/documents/24455275/36160439/NAUTILUS\\_projekt\\_system\\_steruj%C4%85cy.pdf](https://oio.pg.edu.pl/documents/24455275/36160439/NAUTILUS_projekt_system_steruj%C4%85cy.pdf) [dostęp: 7.02.2021 r.].

<sup>96</sup> Wikipedia, *Ster płaski*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster\\_płaski](https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster_płaski) [dostęp: 7.02.2021 r.].

<sup>97</sup> Tamże.

**Istotną rolę** odgrywa również **sposób mocowania płetwy sterowej** do kadłuba jednostki. Na małych jachtach jest ona zazwyczaj montowana **na zawiasach** (tzw. stery zawiasowe). Umożliwia to szybki demontaż, ale niekiedy może przyczynić się do wybicia steru z zawiasów i jego utraty. Koncepcję tę wykorzystuje się w sterach płaskich. Na dużych jednostkach zastosowano metodę dwustronnego łożyskowania oraz mocowania do płetwy balastowej lub skegu (rufowego przedłużenia stępki). Na regatowych jachtach występują stery wiszące (wspornikowe lub łopatkowe) łożyskowane wewnątrz konstrukcji kadłuba<sup>98</sup>.

---

<sup>98</sup> Wikipedia, *Ster*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster> [dostęp: 7.02.2021 r.].

# 5.

## URZĄDZENIA STEROWE

Urządzenia sterowe należy podzielić na: bierne i czynne (aktywne).

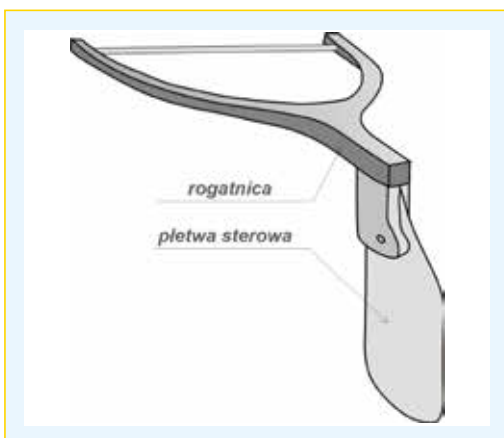
### 5.1. Urządzenia sterowe bierne

**Bierne urządzenia sterowe** działają tylko podczas ruchu statku, są powiązane z opływem wody i powstawaniem siły hydrodynamicznej.

### 5.2. Urządzenia sterowe czynne

**Urządzenia sterowe czynne** działają niezależnie od ruchu statku.

**Rumpel** – to fragment prostego elementu osadzonego w jarzmie lub trzonie, służący do wychylenia płetwy steru. Standardowo **mocowany jest** w taki sposób, aby możliwe było jego uniesienie. Niekiedy stosuje się **przedłużacz rumpła** umożliwiający pełne wychylenie **płetwy** przez sternika siedzącego na burcie nawietrznej. Produkowany z drewna lub metali lekkich.



● **Ryc. nr 57.** Rogatnica.  
Źródło: Wikipedia, *Rogatnica*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Rogatnica\\_%28%C5%BCeglarstwo%29](https://pl.wikipedia.org/wiki/Rogatnica_%28%C5%BCeglarstwo%29) [dostęp: 5.10.2022 r.].



● **Ryc. nr 58.** Rumpel w silniku zaburtowym spalinowym.  
Fot. P. Konstantynowicz.

**Rogatnica** – jest to modyfikacja rumpla, kształtem przypomina literę Y. Zwiększa ona zakres wykonywanych ruchów i wygodę sterowania. Jej budowa powoduje, że zajmuje znacznie więcej miejsca w kokpicie.

Należy pamiętać, że **wychylenie** rumpla lub rogatnicy np. **na lewą burtę** powoduje **skręt jednostki w prawą stronę**<sup>99</sup>.

**Koło sterowe** – stosowane przeważnie na większych jednostkach pływających. W wyniku działania dużych sił na **trzon sterowy** niemożliwe staje się sterowanie przy pomocy **rumpla**. **Koło sterowe** rozwiązuje ten problem.



● **Ryc. nr 59.** Koło sterowe w łodzi RIB 630.  
Fot. P. Konstantynowicz.

Im większa jest średnica obręczy, tym większe ramię siły, a zatem łatwiejsza obsługa steru. Na starych żaglowcach można jeszcze spotkać drewniane koła sterowe z wystającymi kołkami, **tzw. rumbami**. Ze względu na niebezpieczeństwo zranienia się podczas szybko wykonywanych manewrów oraz pojawienie się nowszych technologii niemal zupełnie odeszło się od koncepcji budowania takich kół sterowych.

**Koło sterowe** występuje zwykle z **układem mechanizmów** przekładających ruch koła na **pletwę sterową**. Koło działa jak kierownica w samochodzie, tzn. jego kierunek obrotu zgodny jest z kierunkiem skrętu jachtu<sup>100</sup>.

### 5.3. Elementy wspomagające ster

Jednym z najstarszych rozwiązań jest **mechanizm Daviesa** nazywany potocznie **szturwałem**.

**Działanie mechanizmu** polega na tym, że przedłużona oś obrotu **koła sterowego** jest nagwintowana przeciwnie (połowa gwintu lewo-, połowa prawoskrętnie). Po niej poruszają się **suwaki** połączone **na sztywno ciągnami** z układem wychylającym pletwę sterową. Podczas obrotu koła sterowego jeden suwak zbliża się do sternika, drugi oddala, co powoduje obrót pletwy<sup>101</sup>.

<sup>99</sup> Wikipedia, *Urządzenie sterowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenie\\_sterowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenie_sterowe) [dostęp: 7.02.2021 r.].

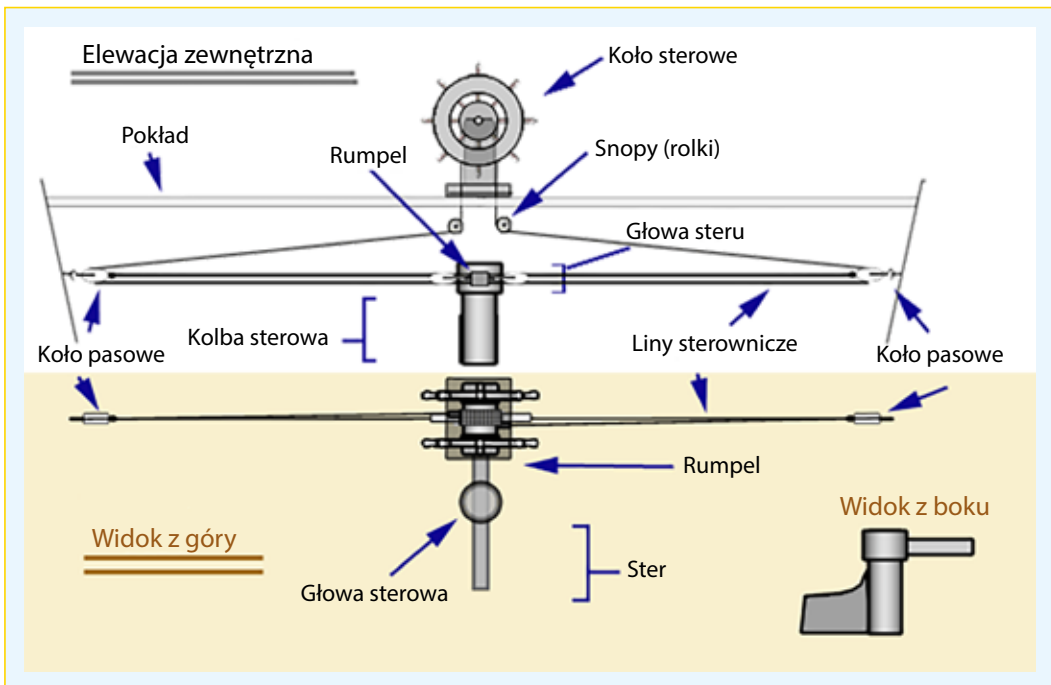
<sup>100</sup> Tamże.

<sup>101</sup> Tamże.



● **Ryc. nr 60.** Mechanizm Daviesa.

Źródło: Forum Żeglarskie, <http://forum.zegluj.net/viewtopic.php?f=22&t=23177> [dostęp: 8.02.2021 r.].



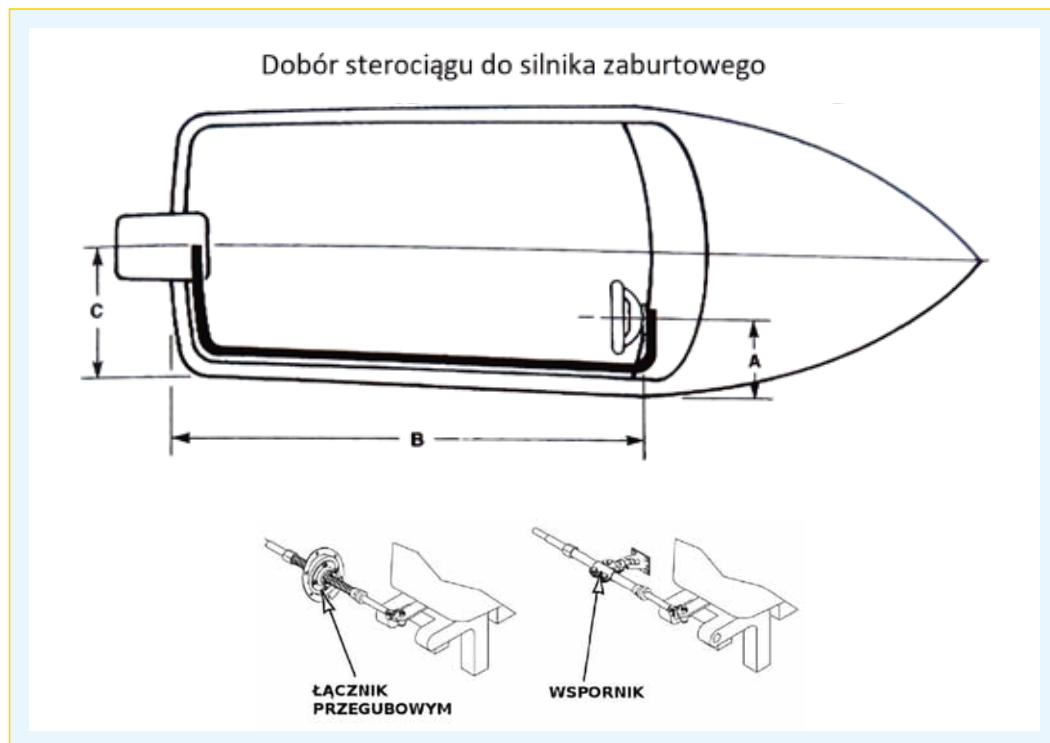
● **Ryc. nr 61.** Działanie mechanizmu Daviesa – inaczej zwanego szturwałem.

Źródło: Forum Żeglarskie, <http://forum.zegluj.net/viewtopic.php?f=22&t=23177> [dostęp: 8.02.2021 r.].



**Sterociał** (ciąg sterowy) – system lin, łańcuchów lub prętów, za których pośrednictwem obroty koła sterowego lub maszyny sterowej są przenoszone na ster<sup>102</sup>.

### Dobór sterociału do silnika zaburtowego



● **Ryc. nr 62.** Dobór sterociału.

Źródło: AURA, *Określanie długości linki sterociału*, <https://aura.szczecin.pl/content/8-okreslanie-dlugosci-linki-sterocialu> [dostęp: 12.10.2022 r.].

Doboru sterociału dokonuje się, mierząc odległość od środka przekładni, a następnie wzdłuż burty do środka pawęży.

L – całkowita długość ciągu wynosi:

$$L=A+B+C+ 20 \text{ CM}$$

<sup>102</sup> Wikipedia, *Sterociał*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Sterociał> [dostęp: 8.02.2021 r.].

## Siłownik hydrauliczny



● **Ryc. nr 63.** Sterociąg hydrauliczny do silników zaburtowych.  
 Powyższy sterociąg zawiera zestaw: pompę HH5271-3, siłownik HC5345-3, przewody od 4 do 7,5 m.  
 Fot. P. Konstantynowicz.

**Przekładnia mechaniczna** – przeznaczona do systemu sterowania silnikiem zaburtowym o mocy nieprzekraczającej 200 KM.



● **Ryc. nr 64.** Przekładnia kierownicza w 3 rzutach.  
 Fot. P. Konstantynowicz.

## Przekładnie kierownicze, sterociągi, ciągną teleflex, ultraflex

Do niedawna bez żadnych problemów można było montować **linkowy układ sterowania, z bloczkami**. Zaletą tego systemu była prosta i niezawodna konstrukcja. Niestety, od jakiegoś czasu ten rodzaj sterowania jest niedopuszczalny w trakcie rejestracji łodzi.

Obecnie pozostają dwie możliwości wyboru: **TELEFLEX (ultraflex – mechaniczne)** lub **sterowanie hydrauliczne**. Zastosowanie teleflexu wiąże się z większym kręceniem kierownicą w celu szybkiego wykonywania manewru na wodzie, sprawdza się to przy pływaniu rekreacyjnym<sup>103</sup>.



● **Ryc. nr 65.** Przekładnia kierownicza.  
Fot. P. Konstantynowicz.

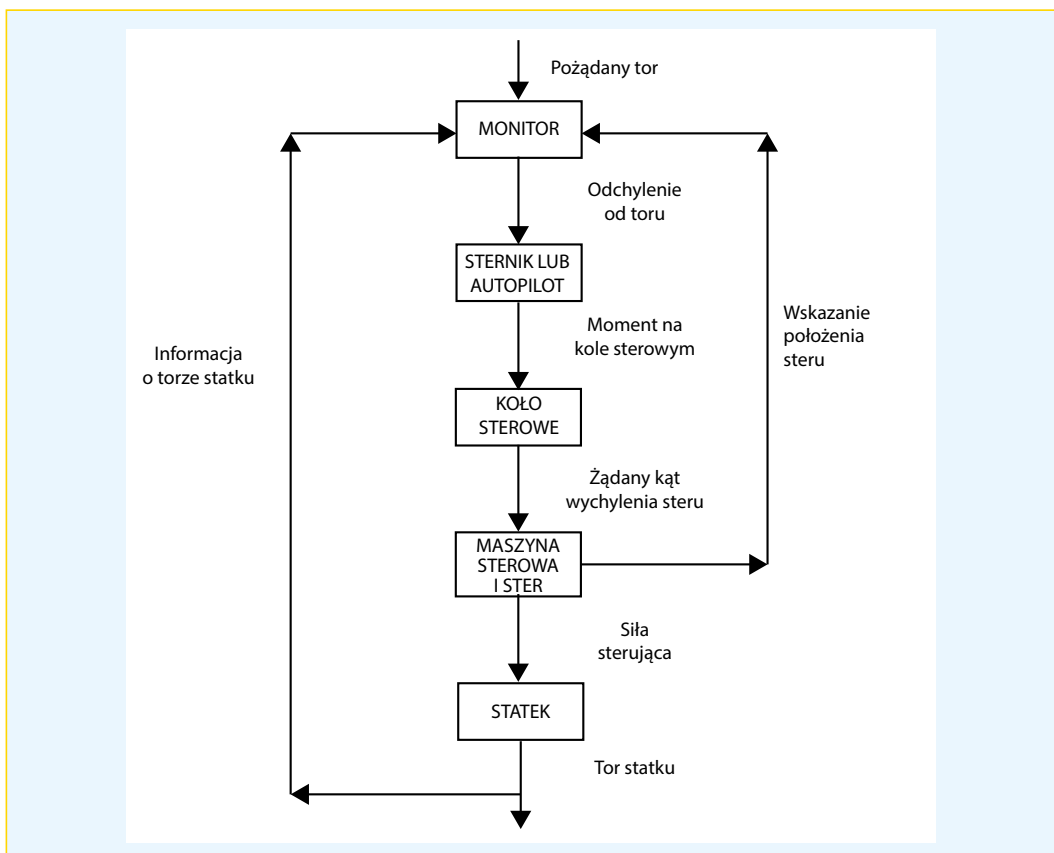
<sup>103</sup> Tamże.

# 6.

## AUTOMATYCZNE URZĄDZENIA STEROWE

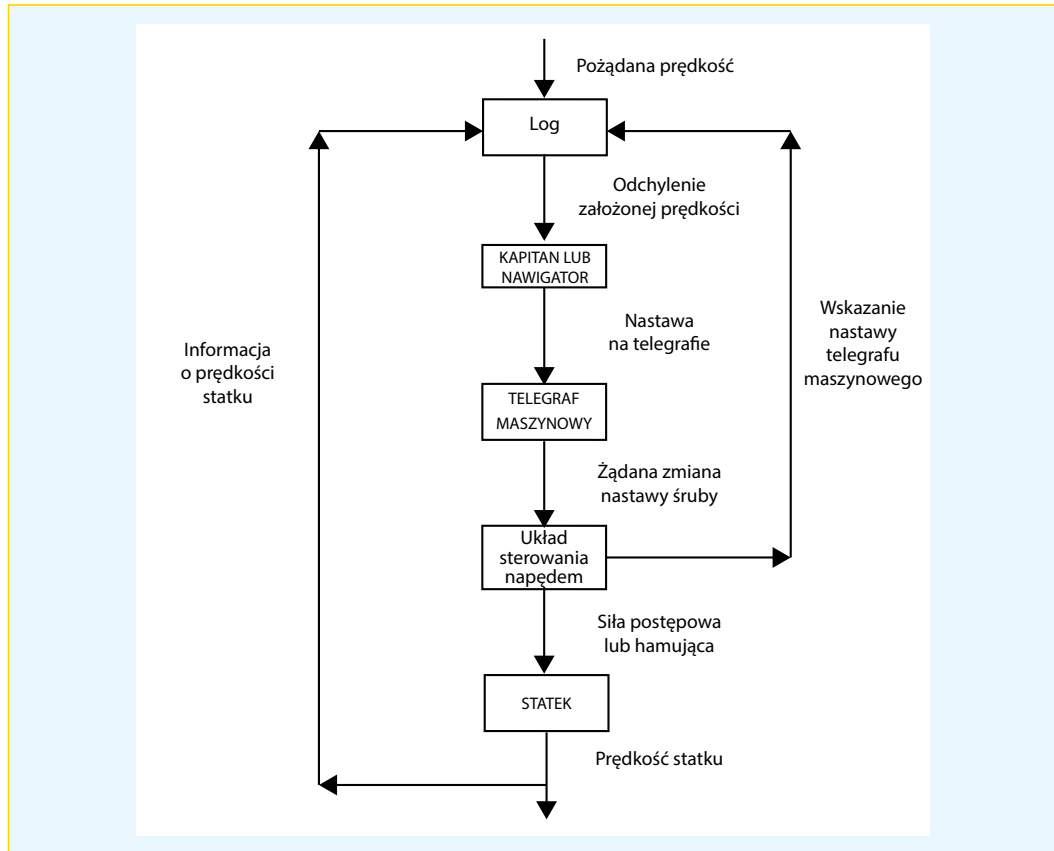
**Sterowność** to grupa właściwości związanych z monitorowaniem ruchu statku po wyznaczonym torze. To specjalny system utrzymujący jednostkę na założonym kursie drogi, weryfikujący prędkość, siłę wiatru czy zafalowanie.

Celem systemu sterowania kursem jest wytworzenie na odpowiednich elementach systemu oraz na kadłubie statku sił i momentów sterujących, działających w płaszczyźnie poziomej.



**Ryc. nr 66.** Schemat systemu sterowania kursem statku na przykładzie klasycznego urządzenia sterującego.  
Źródło: *Materiały dydaktyczne. Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”, s. 34.

Podobnie wygląda system sterowania prędkością.



● **Ryc. nr 67.** Schemat systemu sterowania prędkością statku.

Źródło: Materiały dydaktyczne, *Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”, s. 34.

Oba systemy działają niezależnie i podlegają kapitanowi, który wydaje polecenia zarówno sternikowi, jak i mechanikowi w siłowni. W wypadku swojej nieobecności na mostku kapitan może upoważnić oficera wachtowego do wykonywania tych zmian<sup>104</sup>.

<sup>104</sup> Materiały dydaktyczne. *Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”, s. 36.

# 7.

## URZĄDZENIA KOTWICZNE

**Urządzenia kotwiczne** to zespół elementów służących do zakotwiczenia. Służą do utrzymania statku w miejscu w czasie postoju na redzie lub na otwartym morzu. Mechanizmy kotwiczne stanowią jeden z ważniejszych komponentów wyposażenia okrętowego.

**W skład urządzenia kotwicznego wchodzi:**

- kotwica,
- kluza kotwiczna,
- łańcuch lub lina kotwiczna,
- chwyt łańcuchowe,
- winda kotwiczna (kabestan),
- gardziel łańcuchowa (przewłoka),
- komora łańcuchowa,
- bojka kotwiczna z bojrepem<sup>105, 106</sup>.

**Kotwice** dzielą się na:

- **główne** (etatowe),
- **pomocnicze** (werpy).

Służą one do utrzymywania okrętu w określonym miejscu oraz do ściągnięcia go z mielizny. Statki pełnomorskie wyposażone są z reguły w **3 jednakowe kotwice (patentowe)**. Zazwyczaj dwie kotwice są gotowe do użycia, trzecia pełni funkcję zapasowej, jest składowana w dogodnym miejscu. Jednostki przewidziane do kotwiczenia na rzekach mają **trzecią kotwicę** gotową do użycia w **kluzie rufowej**<sup>107</sup>.

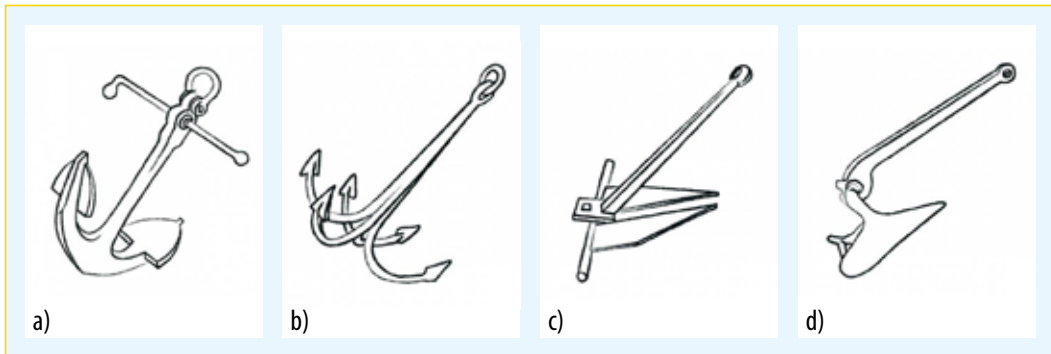
**Typy kotwic**

W Polskiej Marynarce Wojennej okręty najczęściej wyposaża się w kotwicę **patentową Halla**. Typową cechą charakterystyczną tej kotwicy jest ruchoma łapa umieszczonej na wspólnym trzonie.

<sup>105</sup> Wikipedia, *Urządzenia pokładowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia\\_pokładowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia_pokładowe) [dostęp: 3.02.2021 r.].

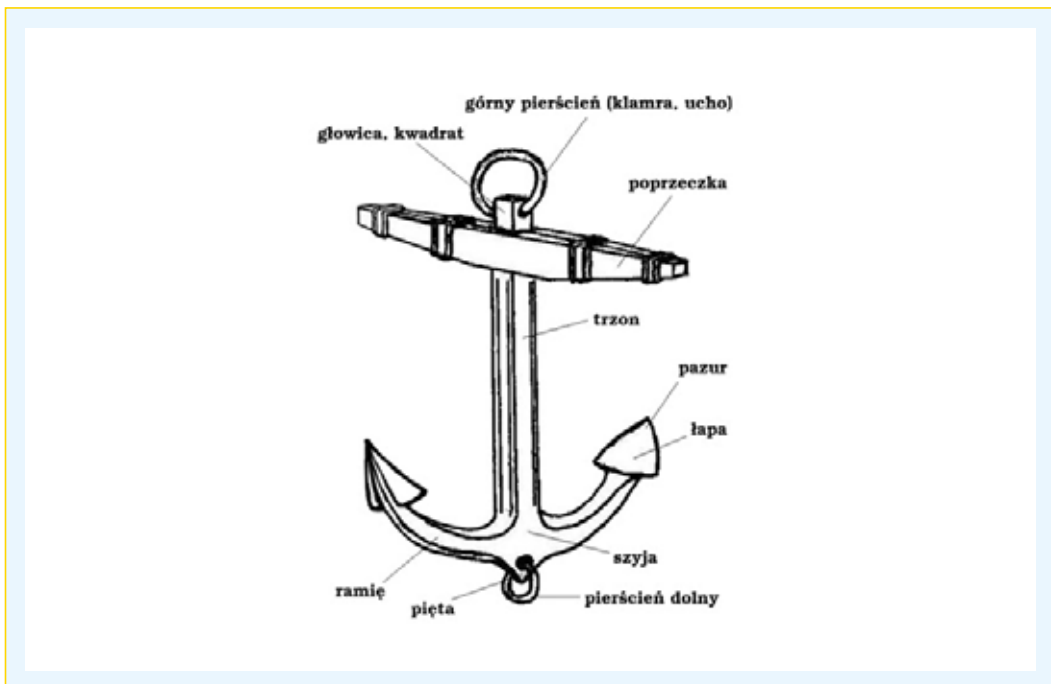
<sup>106</sup> B. Gładysz, *Poradnik marynarza*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1973, s. 56.

<sup>107</sup> Wikipedia, *Urządzenia pokładowe*.



● **Ryc. nr 68.** Typy kotwic: a) admiralicji, b) rybacka, c) patentowa Danfortha, d) pługowa.

Źródło: Szekla, *Typy kotwic*, <https://www.obozyezeglarskie.com/baza-wiedzy/budowa-jachtu/osprzet-staly-i-drobny-inne/typy-kotwic/> [dostęp: 20.10.2022 r.].



● **Ryc. nr 69.** Budowa kotwicy admiralicji.

Źródło: SHIPMAN. Forum modelarstwa szkatniczego, <http://santisimatrinidad.jun.pl/viewtopic.php?t=336> [dostęp: 9.02.2021 r.].

**Kluza kotwiczna** – to otwór wykonany ze stalowej rury w burcie, przez który jest opuszczany lub wciągany łańcuch kotwiczny i trzon kotwicy.



● **Ryc. nr 70.** Kluzka kotwiczna z kotwicą.  
Fot. P. Konstantynowicz.

**Łańcuch lub lina kotwiczna** – służy do połączenia kotwicy ze statkiem. Łańcuch kotwiczny składa się z ogniw, zwanych przęsłami lub fachowo szakłami. W przypadku uszkodzenia w łatwy i szybki sposób można naprawić uszkodzone przęsło. Standardowa długość przęsła wynosi **27,5 m**. Poszczególne przęsła są łączone tzw. **łącnikiem Kentera** lub **klamrą łącznikową (szeklą)**. Każde przęsło jest oznaczone tak, aby było widać, ile jest łańcucha w wodzie.

W Polskiej Marynarce Wojennej, aby **określić długość wyluzowanego łańcucha kotwicznego**, oznakowuje się go przez założenie **opasek z drutu na rozpórki ogniw i maluje się ogniwa co 20 m** w następujący sposób: 20 m – jedno ogniwo czerwone, 40 m – dwa ogniwa czerwone itd., 100 m – pięć ogniw czerwonych, 120 m – jedno ogniwo białe, 140 m – dwa ogniwa białe itd., 200 m – pięć ogniw białych, 220 m – jedno ogniwo czerwone itd.

**Na mniejszych jednostkach łańcuch** oznakowuje się w identyczny sposób, ale co 10 m: 10–50 – ogniwa czerwone, 60–100 – ogniwa białe, 110–150 – ogniwa czerwone itd.

**Chwyty łańcuchowe** – zamontowane są między kluzką a windą kotwiczną. Ich zadaniem jest utrzymanie wyluzowanego łańcucha po zakotwiczeniu, a także utrzymanie kotwicy w kluzie podczas przejścia morzem.

**Winda kotwiczna** (lub **kabestan kotwiczny**) – służy do wyciągania łańcucha z kotwicą, płynnego luzowania łańcucha i naciągania cum. Występują windy pionowe (kabestany) i poziome, różnica tkwi w pracy osi wału.

Obecnie najczęściej stosuje się windy o napędzie **elektrycznym** lub **hydraulicznym**<sup>108</sup>.

**Przewłoka** (gardziel) – łańcuch kotwiczny z windy kotwicznej przechodzi do komory łańcuchowej przez przewłokę zwaną również gardzielią<sup>109</sup>.

<sup>108</sup> Wikipedia, *Urządzenia pokładowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia\\_pokładowe/](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia_pokładowe/) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>109</sup> B. Gładysz, *Poradnik marynarza*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1973, s. 65.





● **Ryc. 71.** Windy kotwiczne.  
Fot. P. Konstantynowicz.



● **Ryc. nr 72.** Boja kotwiczna.  
Fot. P. Konstantynowicz.

**Komora łańcuchowa** – znajduje się na dziobie pod windą i służy do przechowywania łańcucha kotwicznego. Łańcuch powinien być ułożony w żmijkę. Komory obite są deskami w celu tłumienia hałasów wydawanych przez łańcuch, natomiast dno komory jest perforowane z instalacją do odprowadzenia wody<sup>110</sup>.

**Bojka kotwiczna** – jest to pływak wskazujący miejsce kotwicy na dnie. Bojki przy lewych kotwicach mają kolor czerwony, a przy prawych zielony. Bojka połączona jest z kotwicą za pomocą linki zwanej bojrepem<sup>111</sup>.

<sup>110</sup> Tamże, s. 60.

<sup>111</sup> Wikipedia, *Urządzenia pokładowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia\\_pokładowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia_pokładowe) [dostęp: 3.02.2021 r.].

# 8.

## URZĄDZENIA CUMOWNICZE

Służą do przymocowania statku do nabrzeża, dalb, beczek cumowniczych lub do innego statku za pomocą lin zwanych cumami oraz do odcumowania (odejścia) od nich<sup>112</sup>.

W skład **urządzeń cumowniczych** wchodzi:

- liny cumownicze (cumy),
- kluzy (przewłoki),
- półkluzy,
- pachołki (polery),
- kabestany cumowe,
- bębny,
- rzutki,
- odbijacze.

**Liny cumownicze (cumy)** – służą do mocowania statku do nabrzeża, dalby, lub innego statku. Najczęściej stosowane są cumy z tworzyw sztucznych. Na końcach cumy jest tzw. oko o długości około jednego metra.



● **Ryc. nr 73.** Liny cumownicze.  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>112</sup> Tamże.

W zależności od tego, jak cumy łączą statek z nabrzeżem, posiadają swoje nazwy: szpring (dziobowy, rufowy), wzdłużna, prosta. Znajomość nazw poszczególnych cum ma istotne znaczenie podczas wykonywania komend w czasie alarmu manewrowego. Ważnym elementem prac cumowniczych jest przygotowanie cumy do podania na nabrzeże lub inny statek<sup>113</sup>.

**Kluzy (przewłoki)** – znajdują się w **falszburtach** (odcinkach burty wystających ponad pokład) statku. Są to okrągłe lub owalne otwory, przez które przechodzą cumy z pokładu na ląd. Otwory te obramowane są kołnierzami chroniącymi cumy przed przetarciem<sup>114</sup>.

**Półkluzy** – stosowane są na jednostkach nieposiadających falszburt. Mają one różne kształty i budowę. W celu zmniejszenia tarcia cum niektóre zaopatrzone w rolki.

**Pachołki (polery)** – służą do umocowania lin holowniczych i cumowniczych. Rozmieszczone są one zazwyczaj na górnym pokładzie w pobliżu burt na dziobie, rufie i śródkręciu. Polery znajdują się również na nabrzeżu i na nie zakładane są oka cum podanych ze statku. Na małych jednostkach (kutrach, motorówkach) zamiast pachołków stosuje się knagi.

Zakładanie cum na polery polega na obkładaniu ich ósemkami wokół słupków polerów<sup>115</sup>.



● **Ryc. nr 74.** Poler.  
Fot. P. Konstantynowicz.

**Knagi** – służą do unieruchamiania lin, olinowania ruchomego: lin cumowniczych, lin takie-lunku, fałów itp. Knagi mocuje się do wzmocnionych fragmentów pokładu, nadbudówek, masztów itp. Okucia do knagowania lekko obciążonych lin mogą występować także na innych elementach, np. rumplu, bomie<sup>116</sup>.

<sup>113</sup> Tamże.

<sup>114</sup> Tamże.

<sup>115</sup> Tamże.

<sup>116</sup> Wikipedia, *Knaga*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Knaga> [dostęp: 3.02.2021 r.].

**Knaga zwykła** – nazywana również **rożkową**. To element z dwoma płaskimi rogami ustawionymi w przeciwnych kierunkach (z przerwą pośrodku lub bez). Linę obkłada się na niej węzłem knagowym<sup>117</sup>.



● **Ryc. nr 75.** Knaga zwykła.  
Fot. P. Konstantynowicz.

### Knaga zaciskowa

1. **Knaga klinowa** – nazywana również **palcową**. Popularna szczególnie na małych jednostkach śródlądowych. W knadze klinowej linę wciska się wzdłużnie w rowek o zmniejszającej się średnicy. Zapewnia to samozaciskanie się liny i jej trwałe unieruchomienie<sup>118</sup>.
2. **Knaga rowkowa** – zapewnia unieruchomienie liny poprzez wciśnięcie jej w rowek o karbowanej powierzchni<sup>119</sup>.



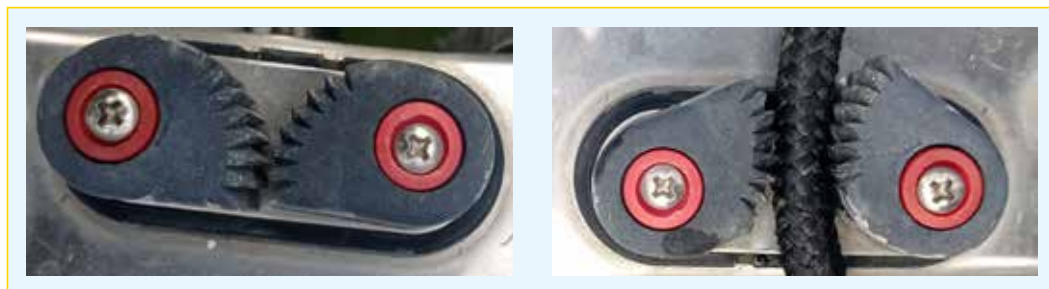
● **Ryc. nr 76.** Zdjęcie: Knaga rowkowa.  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>117</sup> Tamże.

<sup>118</sup> Tamże.

<sup>119</sup> Tamże.

3. **Knaga szczękowa** (nazywana potocznie sprężynową lub „pieskiem”) – powszechnie stosowana zarówno na jednostkach śródlądowych, jak i morskich. Składa się z dwóch karbowanych, ruchomych elementów, pomiędzy które mocuje się linę. Knaga szczękowa umożliwia ruch liny tylko w jednym kierunku. Zastępowana jest często przez tzw. stoper, urządzenie blokujące (zaciskające) linę poprzez przesunięcie dźwigni<sup>120</sup>.



● **Ryc. nr 77.** Knaga szczękowa wraz z kabestaniem.  
Fot. P. Konstantynowicz.

**Kabestany cumownicze** – służą do wybierania cum. Są to najczęściej windy kotwiczne przystosowane do wybierania cum lub łańcucha kotwicznego. Obecnie najczęściej stosuje się kabestany elektryczne.



● **Ryc. nr 78.** Knaga szczękowa wraz z kabestaniem.  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>120</sup> Tamże.

**Bębny** – służą do nawijania na nie lin i ułatwiają ich luzowanie. Jeżeli na pokładzie nie ma bębnow, liny zwijają się w „słońca” lub „buchty”<sup>121</sup>.

**Rzutki** – są to linki długości 30–50 m. Zakończone z jednej strony okiem, a z drugiej ciężarkiem (woreczkiem z piaskiem oplecionym po wierzchu). Służą do podawania cum z dalszych odległości, gdy podanie samej cumy jest niemożliwe (najczęściej na większych jednostkach). Wolny koniec rzutki przywiązuje się do cumy, przewleczonej uprzednio przez kluzę. Do podawania cumy na odległość ponad 200 m stosuje się rzutki raketowe<sup>122</sup>.

**Odbijacze** – mogą to być stare opony, pneumatyczne balony o dużej wytrzymałości, plecienki z liny włókiennej lub sztucznej. Służą one do zamortyzowania uderzeń kadłuba statku o nabrzeże lub inną jednostkę. Odbijacze opuszcza się za burtę na lince włókiennej i utrzymuje w miejscu, w którym statek dotyka burtą do nabrzeża lub innego statku. W czasie rejsu odbijacze znajdują się w specjalnych koszach lub pod pokładem<sup>123</sup>.



● **Ryc. nr 79.** Odbijacze.  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>121</sup> Wikipedia, *Urządzenia pokładowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia\\_pokładowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia_pokładowe) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>122</sup> Tamże.

<sup>123</sup> Tamże.

# 9.

## OSPRZĘT POKŁADOWY

**Osprzęt pokładowy** to termin zarezerwowany dla przedmiotów służących do stałego lub tymczasowego zamocowania elementów konstrukcyjnych przy urządzeniach pokładowych lub detali takielunku jednostki pływającej.

### **Osprzęt pokładowy to:**

**Haki** – wykorzystywane są do różnego rodzaju prac związanych z podnoszeniem czy mocowaniem, np. takielunku okrętowego, towaru, ładunku. Wszelkie haki zgodnie z Polskimi Normami stosowane do prac pokładowych na grzbiecie mają wybitą cechę oraz dopuszczalne obciążenie robocze (DOR). Na pokładzie statku można spotkać różne haki: zwykłe, płaskie, z krętlikiem, ładunkowe, składane, odrzutne, patentowe (odmiana odrzutnego), zabezpieczone, automatyczne.

Ze względu na bezpieczeństwo pracy nie można używać haków, które posiadają wady. Do najczęściej spotykanych defektów zalicza się: wytarcie ucha lub szyjki, pęknięcia grzbietowe.

**Klamry (szekle, szakle)** – stosowane do zespalania łańcuchów, lin, a także różnych ogniów osprzętu pokładowego. Klamry wykonane są przeważnie ze stali. Na grzbiecie powinny mieć wytłoczone dopuszczalne obciążenie robocze DOR.

**Skoble** – to stalowe ogniwa przyspawane na stałe do pokładu lub nadbudówek. Wykorzystywane są do mocowania stałego takielunku, bloków urządzeń ładunkowych, przenośnych chwytów łańcuchowych itp.

**Pierścienie** – to okrągłe ogniwa wykonane ze stalowego lub żelaznego ocynkowanego pręta. Służą do mocowania cum, lin, łańcuchów, bloków do różnych uchwytów na pokładzie statku lub na nabrzeżu. Zakładając hak na skobel lub pierścień, należy pamiętać, żeby dziób haka był zwrócony ku górze. W przeciwnym razie może spowodować rozłączenie się elementów.

**Chomątka (kausze)** – są to pierścienie metalowe o różnych kształtach (owalne, okrągłe lub trójkątne), mające na zewnętrznej powierzchni wgłębienie służące do ułożenia liny. Zapobiegają przecieraniu się liny na zgięciach. Służą również do łatwiejszego łączenia lin kłami.

**Ściągacze** – służą do naprężania i luzowania olinowania stałego. Składają się z nagwintowanych sworzni, zakończonych uchami, hakami lub widełkami oraz tulei z umieszczonym wewnątrz gwintem, w które wkręca się sworznie. Sworznie mają lewy i prawy gwint, wskutek czego obracanie ich powoduje jednocześnie zbliżanie lub oddalanie się obu zakończeń sworznia<sup>124</sup>.

**Knagi** – elementy służące do mocowania wolnych końców lin i flaglinek.

**Krętliki** – zapobiegają skręcaniu się lin i łańcuchów. Krętlik składa się z ogniwa i skobla ze sworzniem zakończonym główką.

**Bloki** – używa się do podnoszenia ciężarów przy jednoczesnej zmianie kierunku ciągu oraz zyskania na sile. Bloki mogą być wykonane z drewna lub z metalu.

**Talia** – to system dwóch bloków wielokrążkowych, przez który przeciągnięty jest w odpowiedni sposób ciąg stalowy lub włókienny. Przy zastosowaniu takiej konfiguracji zmniejsza się siła potrzebna do podnoszenia ciężaru<sup>125</sup>.

---

<sup>124</sup> Wikipedia, *Urządzenia pokładowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia\\_pokładowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia_pokładowe) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>125</sup> Tamże.



# 10.

## URZĄDZENIA UBEZPIECZAJĄCE

W skład urządzeń ubezpieczających wchodzi:

**Relingi** – na statkach, które nie mają fałszburty, instaluje się relingi tworzące ogrodzenie otwartych pokładów i nadbudówek. Relingi składają się z metalowych stojaków ustawionych wzdłuż burt połączonych rurkami, łańcuszkami lub linami stalowymi naciągniętymi ściągaczami.

**Sztormliny** – nazwa wywodzi się od sztormu. Liny sztormowe zwane też relingami sztormowymi są rozmieszczane wzdłuż pokładu górnego i wykorzystywane przez załogę do przytrzymywania się podczas chodzenia po pokładzie.

**Stołek bosmański** – zasadniczy element wykorzystywany podczas prac przy statku. Stołek przymocowany do liny może być podnoszony i opuszczany na dowolną wysokość. Marynarza znajdującego się na stołku przywiązuje się osobną liną, którą należy podnosić (opuszczać) wraz ze stołkiem bosmańskim.

**Ławka bosmańska** – używana jest przy pracach zaburtowych. Ławki bosmańskie są mocowane do relingów za pomocą lin. Marynarz wykonujący prace na ławce zobowiązany jest ze względów bezpieczeństwa mieć na sobie pas ratunkowy. Wyznaczona osoba, do której należy mocowanie lin bezpieczeństwa i lin podtrzymujących stołki i ławki bosmańskie, zobowiązana jest także do ciągłej obserwacji pracujących na stołkach i ławkach bosmańskich<sup>126</sup>.

---

<sup>126</sup> Tamże.

# 11.

## INSTALACJE NA STATKU

**Instalacja okrętowa** – to zestaw urządzeń służących do przekazywania mediów zapewniających funkcjonowanie statku. Na instalację składają się zwykle elementy liniowe odpowiednie do transportu danego medium, takie jak rury, przewody elektryczne oraz dodatkowe elementy służące do kierowania przepływem medium, takie jak: pompy, zawory, zbiorniki, bezpieczniki, filtry, przetworniki i inne<sup>127</sup>.

Instalacje występujące na statku przedstawia poniższa tabela.

**Tabela nr 1.** Instalacje okrętowe.

Nazwa instalacji	Zastosowanie	Uwagi
paliwowa	dostarczanie paliwa głównym i pomocniczym silnikom	
smarująca	smarowanie silników głównych, pomocniczych, sprzężarek, przekładni i innych mechanizmów pomocniczych	
chłodząca	chłodzenie skraplaczy (statki parowe), silników i mechanizmów pomocniczych	zamknięta – woda słodka; otwarta – woda zaburtowa
rozruchowa	rozruch silników spalinowych głównych i pomocniczych	pneumatyczna; elektryczna
parowa	uruchomienie silników, turbin parowych, innych urządzeń, np. kabestanów, wind kotwicznych, maszynek sterowych, urządzeń grzewczych	pary grzewczej, technologicznej, przegrzanej
podgrzewania paliwa	podgrzewanie paliwa do odpowiedniej temperatury	przeważnie zasilane parą
wydechowa	odprowadzanie spalin z silników spalinowych tłokowych	wylotowa – turbiny gazowe, spalinowa – kotły

<sup>127</sup> Wikipedia, *Instalacja okrętowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Instalacja\\_okrętowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Instalacja_okrętowa) [dostęp: 3.02.2021 r.].

Nazwa instalacji	Zastosowanie	Uwagi
wlotowa powietrza	dostarczanie powietrza do turbin gazowych	
skroplinowa	skraplanie i dostarczanie wody odzyskanej z pary wodnej (skropliny) zasilającej silniki parowe do zbiorników, odprowadzanie wody z instalacji klimatyzacyjnych	
zasilająca (wody kotłowej)	zasilanie w wodę (woda kotłowa) kotłów okrętowych, pobieranie jej z lądu (wyparki – odsalacz wody morskiej)	
kontrolno-pomiarowa	nadzorowanie funkcjonowania siłowni okrętowych i innych urządzeń	
sterująca i automatyki	sterowanie silnikami, urządzeniami statkowymi, okrętowymi	CMK, siłownie bezwachtowe, sterowanie statkiem
elektryczna	zasilanie w energię elektryczną napędowych silników elektrycznych (np. siłowni spalinowo-elektrycznych), maszyn, urządzeń elektrycznych, oświetlenia	prądu zmiennego, stałego; niskiego i średniego napięcia
elektryczna awaryjna	zasilanie oświetlenia prądem o bezpiecznym napięciu, istotnych urządzeń energią elektryczną z akumulatorów i awaryjnych agregatów prądotwórczych	
osuszająca	osuszanie statku z przedostającej się do żęzy wody	inaczej zęzowa
balastowa	pobieranie i opróżnianie wody ze zbiorników balastowych oraz przemieszczanie jej pomiędzy tymi zbiornikami (balastowanie)	
hydrauliczna	zasilanie silników i urządzeń hydraulicznych – windy, dźwigi statkowe, kabestany, stery strumieniowe, zmykanie drzwi wodoszczelnych, sterowanie śrubami nastawnymi, stabilizatorami aktywnymi	
sprężonego powietrza	zasilanie w czynnik roboczy maszyn i urządzeń, siłowników pneumatycznych, narzędzi pneumatycznych, instalacji rozruchowej silników, na okrętach podwodnych i lodołamaczach tworzenie kurtyn powietrznych wokół kadłuba	

Nazwa instalacji	Zastosowanie	Uwagi
wentylacyjna	wentylacja pomieszczeń statkowych – kabin, kuchni, siłowni, ładowni, kotłowni itp., na okrętach instalacja filtr-wentylacyjna (ochrona przed skutkami użycia broni masowego rażenia)	nawiewowa, wyciągowa
klimatyzacyjna	utrzymywanie optymalnych warunków do pracy i przebywania ludzi, w wyjątkowych przypadkach stosowana w ładowniach statków przewożących specjalne ładunki (np. banany)	na okrętach wytwarza nadciśnienie w cytadeli oraz chroni przed działaniem broni masowego rażenia
alarmowa	informuje o zagrożeniach termicznych, dymowych, gazowych	
przeciwpożarowa	służy do gaszenia pożarów: ręcznie (instalacje hydrantowe, pianowe), automatycznie (instalacje tryskaczowe, CO <sub>2</sub> , halonowe)	halony są stosowane na okrętach tylko sporadycznie
gazu obojętnego	na tankowcach do wypełniania pustek w zbiornikach z łatwopalnym ładunkiem (ropa, ropopochodne)	tzw. inertgaz – uzyskiwany ze spalin
przeładunkowa (pompowa)	stosowana do przeładunku cieczy i gazów skroplonych na zbiornikowcach	
gazowa	odzyskująca ulatniający się gaz LPG, LNG na gazowcach i kierująca go do silników i kotłów statkowych	
ogrzewcza	ogrzewanie ładunku (np. płynnej siarki), pomieszczeń statkowych, zbiorników paliwa (np. rozchodowych), przeciwdziałanie oblodzeniu pokładu, urządzeń pokładowych	
wody zaburtowej	do chłodzenia (instalacja chłodząca), kiedyś również do celów sanitarnych (spłukiwania ustępów, mycia kuchni, pomieszczeń socjalnych)	instalacja hydrantowa jest też instalacją wody zaburtowej
chłodnicza	chłodzenie ładowni i ładunku, magazynów statkowych	
wody słodkiej	do celów technologicznych, bytowych, chłodzenie silników (obieg zamknięty)	

Nazwa instalacji	Zastosowanie	Uwagi
sanitarna (ściekowa)	odprowadzenie nieczystości płynnych – ścieków bytowych (jednostki rybackie)	czasami podział na instalacje ścieków szarych i czarnych – czasami wykonywane jako instalacje podciśnieniowe
sygnalizacji i łączności (przewodowe)	dzwonki sygnalizacyjne, syreny, bucзки, światła (sygnalizacyjne) telefony, domofony, telefony głośnomówiące, rozgłośnie statkowe	m.in. telegraf maszynowy, syreny i lampy stroboskopowe – przy drzwiach wodoszczelnych, przyzywanie mechanika wachtowego w pomieszczeniu siłowni do CMK, telefon, światła sygnalizacyjne, syreny okrętowe
komputerowa (sieć logiczna)	intranet statkowy, sterowanie i automatyka okrętowa	in. system magazynowo-kasowy na statkach pasażerskich
televizji przemysłowej	m.in. nadzór nad siłownią bezwachtową, furtami dziobowymi na promach pasażerskich, ładowniami na statkach RORO, ułatwienie manewrów portowych	
antenowa	rozprowadzanie sygnału radiowego i telewizyjnego	
splukiwania okrętu	dezaktywacja okrętu po przejściu nad nim opadu promieniotwórczego po wybuchu jądrowym, zastosowaniu bojowych środków trujących, broni biologicznej	okręty marynarki wojennej
demagnetyzująca	zmniejszenie lub likwidacja pola magnetycznego okrętu	okręty marynarki wojennej
dymotwórcza	wytwarzanie zasłon dymnych	okręty marynarki wojennej
schładzająca spaliny	zmniejszenie promieniowania podczerwonego emitowanego przez okręt, szczególnie wyposażony w turbiny gazowe	okręty marynarki wojennej
szasowania balastów	do szybkiego wypychania wody ze zbiorników balastowych na okręcie podwodnym za pomocą sprężonego powietrza	okręty marynarki wojennej

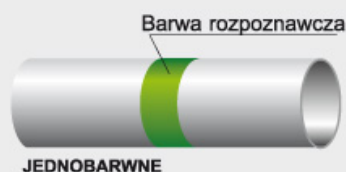
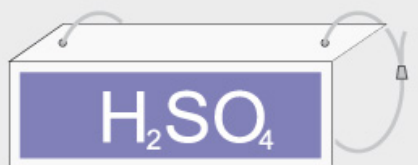
Źródło: Wikipedia, *Instalacja okrętowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Instalacja\\_okrętowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Instalacja_okrętowa) [dostęp: 9.02.2021 r.].

**BARWY ROZPOZNAWCZE**

BARWA OPASKI, KOLOR NAPISU I RAMKI	CZYNNIK PRZEPLYWAJĄCY
zielona	woda w stanie ciekłym
srebrno szara	para
brązowa	oleje i ciecze palne
żółta	gazy, także w stanie skroplonym
fioletowa	kwasy i zasady
błękitna	powietrze
czarna	inne ciecze
wg ustaleń branżowych	pozostałe czynniki

**BARWY OSTRZEGAWCZE I UZUPEŁNIAJĄCE**

BARWA OPASKI, KOLOR NAPISU I RAMKI	ZNACZENIE BARWY
czerwona	środki pož.
żółta	ostrzeżenie przed niebezpieczeństwem
niebieska	informacja
czarna	napisy
biała	napisy

**SPOSOBY OZNAKOWANIA****OPASKI IDENTYFIKACYJNE****TABLICZKI KIERUNKOWE****TABLICZKI OPISOWE**

● **Ryc. nr 80.** Kolory instalacji na statku.

Źródło: TDC, *Oznakowanie rurociągów*, <https://tdc.pl/znaki-bezpieczenstwa-oznakowanie-rurociagow.html> [dostęp: 9.02.2021 r.].

## 11.1. Instalacja zęzowa

**Zęza, zenza** – najniższe położone miejsce wewnątrz kadłuba jednostki pływającej (np. statku, kutra, jachtu). Zbiera się w nim woda wraz ze wszelkimi nieczystościami (jak rozlane paliwo, smary czy różne śmieci)<sup>128</sup>.

<sup>128</sup> Wikipedia, *Zęza*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Z%C4%99za> [dostęp: 29.12.2021 r.].



● **Ryc. nr 81.** Zęza w komorze silnikowej w łodzi RIB 750.  
Fot. P. Konstantynowicz.

**Zęza** nie jest miejscem przechowywania wody zużytej na jednostce. Do tego celu służy specjalny zbiornik. Znajdująca się w niej woda może natomiast pochodzić z wielu innych źródeł, np.:

- woda zaburtowa, która dostała się do wnętrza jednostki, np. w wyniku nagłego zalania niezabezpieczonej jednostki przez fale, nieszczelności zabezpieczeń otworów lub niezamkniętych otworów oraz ewentualnych przecieków poszycia lub pokładu;
- woda i inne ciecz używane na jednostce, które zostały rozlane przypadkowo;
- wycieki z nieszczelnych instalacji i zbiorników;
- kondensacja pary wodnej we wnętrzu jednostki<sup>129</sup>.

Na statkach i okrętach mianem **zęzy** określa się też **dno podwójne** statku, w którym często lokowane są zbiorniki paliwa oraz wody. Zęza zwiększa **niezatapialność** statku, tworząc podwójną barierę dla wody zaburtowej. Z uwagi na to, że wody zęzowe są często zaolejone, nie można ich wypompowywać bezpośrednio do morza. Należy je przekazać w porcie do utylizacji uprawnionej firmie<sup>130</sup>.

**Instalacja zęzowa doprowadzana jest do:**

- przedziałów maszynowych, pompowni, chłodni;
- ładowni statku;
- przedziałów chronionych i koferdamów położonych poniżej letniej wodnicy pływania;
- tuneli wałów śrubowych;
- przestrzeni wzdłużnika tunelowego i bocznych wzdłużników tego typu<sup>131</sup>.

<sup>129</sup> Tamże.

<sup>130</sup> M. Blacho, J. Krefft, *Zarządzanie gospodarką wód zęzowych na współczesnych statkach towarowych z napędem spalinowym*, „Zeszyty Naukowe” 2009, nr 17(89), Akademia Morska w Szczecinie, s. 9–13.

<sup>131</sup> L. Chybowski, *Okrętowe układy napędowe*, Szczecin 2010.

## 11.2. Instalacja przeciwpożarowa

### Wymagania

Kadłub, nadbudówki, grodzie konstrukcyjne, pokłady i pokładówki oraz zbiorniki paliwa powinny być stalowe lub wykonane z materiału równoważnego stali.

Składowe statku, takie jak: ściany, podłogi, sufity, rurociągi czy przewody wentylacyjne powinny być wykonywane z materiałów niepalnych. Wyjątek stanowią materiały stosowane do takich wnętrz, jak: ładownie, chłodnie, magazyny poczty. Rurociągi wody, instalacje chłodnicze czy systemy klimatyzacji pokrywane są paroszczelną izolacją lub klejami. Pomieszczenia, w których znajdują się fabrykaty ropopochodne, pokryte są powierzchniowo środkiem izolacyjnym posiadającym właściwości **nieprzenikalne** dla tych produktów i ich par. Dodatkowo uszczelnia się połączenia izolacją przeciwpożarową. W tym celu okłada się powierzchnię blachą metalową nieperforowaną lub matą z włókna szklanego<sup>132</sup>.

**Materiały izolacyjne** oraz elementy konstrukcyjne z izolacją, takie jak: panele sufitowe i podłogowe, płyty ścienne, drzwi pożarowe itp., powinny być dostarczane przez stocznię, zakład remontowy lub producenta wyrobów z deklaracją stwierdzającą, że są wolne od azbestu<sup>133</sup>.

**Farby, lakiery i inne materiały** wykończeniowe użyte na odkrytych powierzchniach wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych, służbowych, w posterunkach dowodzenia oraz w obudowanych klatkach schodowych nie mogą wydzielać nadmiernych ilości dymu i substancji toksycznych<sup>134</sup>.

**Pojemniki na śmieci** powinny być zamykane, wykonane z materiałów niepalnych i nie mogą mieć otworów. **Dopuszcza się** stosowanie pojemników na śmieci wykonanych z **materiałów palnych**: w kuchniach, barach, w pomieszczeniach do gromadzenia lub obróbki śmieci oraz w pomieszczeniach spalarek, pod warunkiem że pojemniki te są przeznaczone wyłącznie do przechowywania śmieci i odpadów mokrych, butelek szklanych oraz metalowych puszek i są odpowiednio oznakowane<sup>135</sup>.

**Pierwsze pokrycia pokładów** stosowane wewnątrz pomieszczeń mieszkalnych, służbowych oraz posterunków dowodzenia powinny być wykonane z uznanego materiału, który jest ognioodporny, nie powoduje nadmiernego wzrostu zadymienia, nie wydziela substancji toksycznych lub nie stwarza zagrożenia wybuchem<sup>136</sup>.

<sup>132</sup> Załącznik nr 6 do wytycznych do opracowania inwentaryzacji materiałów niebezpiecznych, 2015 (rezolucja MEPC. 269(68)).

<sup>133</sup> Tamże.

<sup>134</sup> Polski Rejestr Statków, Przepisy, Publikacja nr 105/p, *Jednostki morskie*, 2018, s. 147, [https://www.prs.pl/uploads/p105p\\_pl.pdf](https://www.prs.pl/uploads/p105p_pl.pdf). [dostęp: 29.12.2021 r.].

<sup>135</sup> Tamże.

<sup>136</sup> Tamże.



**Sprzęt ppoż. stosowany na statkach:**

● **Ryc. nr 82.** Gaśnice przenośne.  
Fot. P. Konstantynowicz.



● **Ryc. nr 83.** Aparat oddechowy z butlą tlenową.  
Fot. P. Konstantynowicz.



● **Ryc. nr 84.** Prądownica wodna.  
Fot. P. Konstantynowicz.



● **Ryc. nr 85.** Wąż pożarowy.  
Fot. P. Konstantynowicz.



● **Ryc. nr 86.** Koc gaśniczy szklany i instrukcja obsługi.  
Fot. P. Konstantynowicz.

### 11.3. Instalacja wentylacyjna

#### Wymagania

Nie należy prowadzić **kanałów wentylacyjnych** przez grodzie wodoszczelne poniżej pokładu górnego.

**Szyby i pionowe przewody wentylacyjne** powinny dysponować wytrzymałością konstrukcji kadłuba na odcinkach pomiędzy wodoszczelnymi pokładami.

**Kanały wentylacyjne** powinny być wykonane z materiału odpornego na korozję. Należy je izolować w miejscach występowania kondensacji pary wodnej. Odcinki kanałów, w których może skraplać się para wodna, należy wyposażyć w korki spustowe.

**Kanały wentylacyjne** prowadzące do ładowni, doków maszynowych lub innych lokum wyposażonych w instalację gaśniczą powinny być zaopatrzone w zamknięcia, którymi można sterować z pokładu.

**Kanały wentylacyjne** przeznaczone do usuwania gazów i ich oparów powinny być gazoszczelne i nie mogą łączyć się z kanałami z innych pomieszczeń.

**Nawiewowe głowice wentylacyjne** należy umieszczać na pokładach otwartych w miejscach, w których w maksymalnym możliwym stopniu ograniczone będzie zasysanie par produktów naftowych oraz przenikanie wody zaburtowej do kanałów wentylacyjnych.

**Instalacja wentylacyjna pomieszczeń i skrzyń akumulatorowych** powinna być niezależna i zapewniać usuwanie powietrza z górnej części wentylowanych pomieszczeń i skrzyń.

### 11.4. Instalacja elektryczna

W skład instalacji elektrycznej wchodzi:

- elektroenergetyczne systemy okrętowe,
- elektrownie okrętowe,
- elektryczne napędy główne.

Statek z **napędem konwencjonalnym** wyposażony jest w **dwa rodzaje silników – elektryczny** oraz **Diesla**. Ten drugi **napędza prądnice**, dzięki czemu można naładować akumulatory – część wyprodukowanej energii przeznaczana jest do napędzania motorów elektrycznych, reszta zasila urządzenia okrętowe. **Napędy i stery strumieniowe** są zasilane **prądem stałym**, ten zaś pozyskiwany jest z obwodów prądu zmiennego.

**Na najnowszych jednostkach** możliwe jest **zastosowanie tylko jednego obwodu prądu stałego**, który część energii pobiera z ogniw paliwowych i paneli słonecznych – takie rozwiązania stosowane są na niektórych promach, jachtach i statkach pomocniczych<sup>137</sup>.

<sup>137</sup> Inżynieria.com, *Instalacje elektryczne na okrętach – co powinieneś o nich wiedzieć?*, <https://inzynieria.com/energetyka/wiadomosci/39276,instalacje-elektryczne-na-okretach-ndash-co-powinienes-o-nich-wiedziec> [dostęp: 3.02.2021 r.].

Instalacje elektryczne na statkach składają się z kilku obwodów:

- dla napięć powyżej 1000 V,
- napięć prądu przemiennego (do 500 V i 1000 V),
- dla prądu stałego.

**Obwody dla prądu stałego** są jedno- oraz dwuprzewodowe.

**W obwodach jedнопrzewodowych** przewodem powrotnym jest kadłub okrętu, ale takie rozwiązanie można stosować tylko do napięć 30 V. Jeżeli **okręt** ma tylko **jedną rozdzielnicę**, to jej szyny zbiorcze muszą zostać podzielone na oddzielne sekcje.

Kiedy **rozdzielnic** jest więcej, należy zapewnić możliwość wymiany mocy między nimi.

Z **szyny rozdzielnic głównej** należy odprowadzić **oddzielne** obwody zasilające **napęd elektryczny** oraz **napędy mechanizmów** zapewniających pracę głównego silnika, pomp zęzowych i pożarniczych oraz urządzeń kotwicznych.

Dodatkowo oddzielne obwody obowiązują w przypadku rozdzielnic urządzeń nawigacyjnych, radiokomunikacyjnych, świateł nawigacyjnych, pulpitu sterowniczego, urządzeń sterowania i śrub nastawnych.

**Obwód końcowy** o prądzie znamionowym większym niż **16 A** może zasilac tylko jeden odbiornik. Dopuszczalne napięcia to: **1000 V** dla stacjonarnych odbiorników siłowych, **500 V** dla przenośnych odbiorników siłowych, **230 V** dla oświetlenia, łączności, sygnalizacji i gniazd wtyczkowych, **50 V** dla gniazd wtyczkowych znajdujących się w miejscach narażonych na dużą wilgotność. Stosowanie napięć wyższych niż **1000 V** wymaga osobnych ustaleń. **Urządzenia szczególnie ważne** muszą korzystać z **dwoch obwodów**, z czego jeden pełni rolę **awaryjną** i dlatego powinien być podłączony do **innej rozdzielnic** albo **osobnej sekcji szyny**<sup>138</sup>.

## 11.5. Instalacja balastowa

Głównym zadaniem instalacji balastowej jest napełnianie i opróżnianie zbiorników balastowych. Aby instalacja spełniała swoją funkcję, należy zaprojektować co najmniej jedną taką pompę balastową.

Zaleca się, aby wydajność pompy balastowej **nie była mniejsza niż 2 m/s** przepływu cieczy. Często zamiast pomp balastowych używa się pomp pożarowych lub sanitarnych.

**Pompy używane** do pobierania wody balastowej ze **zbiorników dennych** powinny być **samozasysające**.

Ze względów bezpieczeństwa **zbiorniki balastowe** nie powinny być używane do przewozu **paliwa**.

Roźmieszczenie **odgałęzień ssących** powinno zapewniać wypompowanie wody z każdego zbiornika balastowego, gdy statek nie ma przechyłu lub ma przechył nie większy niż 5 stopni<sup>139</sup>.

<sup>138</sup> Tamże.

<sup>139</sup> *Przepisy klasyfikacji i budowy statków śródlądowych. część VI – Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągow*, Gdańsk 2019, s. 123–124, [https://www.prs.pl/uploads/srl\\_c6.pdf](https://www.prs.pl/uploads/srl_c6.pdf) [dostęp: 3.01.2022 r.].

**11.6.****Instalacja rurowciągów odpowietrzających, przelewowych i pomiarowych**

Każdy **zbiornik statku** przeznaczony do przechowywania cieczy, przedział ochronny, skrzynie zaworów dennych i burtowych oraz skrzynie chłodnic należy wyposażyć **w rurowciągi odpowietrzające**.

Natomiast skrzynie zaworów dennych, burtowych oraz chłodnic poszyciowych należy wyekwipować **w zawory zaporowe** potocznie zwane odpowietrznikami, które powinny być wyprowadzone powyżej pokładu otwartego.

**Rurowciągi odpowietrzające** zbiorniki należy wyprowadzać z górnej części zbiorników i z miejsca najbardziej oddalonego od wlotu rurowciągu napełniającego. Liczba i rozmieszczenie rur odpowietrzających powinny uniemożliwiać **tworzenie się korków powietrznych**.

Rurowciągów odpowietrzających zbiorniki zawierające różne cieczy nie należy ze sobą scalać.

**Wskaźnik napełnienia rur odpowietrzających** powinien wynosić co najmniej 450 mm.

**Rurowciągi przelewowe** należy przewidzieć dla zbiorników, których odpowietrzenia wyprowadzono na taką wysokość, że w razie wypełnienia ich cieczą zostanie przekroczone ciśnienie próby szczelności zbiornika.

**Zbiorniki paliwa** zaleca się wyposażyć **w rurowciągi przelewowe**. Rurowciągów przelewowych można nie stosować, jeżeli instalacja paliwowa została tak wykonana, że wykluczona jest możliwość przelania się cieczy za burtę przy przyjmowaniu i przepompowywaniu paliwa.

**Rurowciągów przelewowych** pełniących zarazem funkcję **rurowciągów odpowietrzających** nie należy doprowadzać do rurowciągu odpowietrzającego zbiornik przelewowy, lecz bezpośrednio do tego zbiornika lub do innej doprowadzonej do niego rury przelewowej o wystarczającej średnicy.

Rurowciągi przelewowe zbiorników paliwa i oleju należy doprowadzać do specjalnego zbiornika przelewowego lub do zbiornika zapasowego mającego odpowiednią rezerwę objętości.

**Zabrania się doprowadzania tych rurowciągów do zęz statku.**

Na zbiorniku przelewowym lub na pionowym odcinku rurowciągu przelewowego umieszcza się w dobrze widocznym miejscu wziernik ze szkła żaroodpornego lub tzw. urządzenie sygnalizujące przelewanie się paliwa<sup>140</sup>.

**11.7.****Instalacja wody chłodzącej****Wymagania układu i połączeń rurowciągów**

Doprowadzenie wody zaburtowej do instalacji wody chłodzącej należy zapewnić przez co najmniej dwa zawory, z których **jeden** umieszcza się **na dnie statku**, a **drugi** na **burcie**. Zawory te powinny być ze sobą połączone, a wodę do chłodzenia należy pobierać z łączącej je magistrali.

<sup>140</sup> Tamże, s. 125.

Ze względów bezpieczeństwa zaleca się, aby ciecz chłodząca aparaty prądotwórcze pobierana była z osobnych zaworów dennych.

Na rurociągach wody zaburtowej chłodzącej silniki należy zainstalować filtry. Układ rurociągów i zaworów powinien być taki, aby istniała możliwość oczyszczenia jednego z filtrów przy równoczesnym pobieraniu wody przez inne<sup>141</sup>.

### **Wymagania chłodzenia silników spalinowych**

**Odprowadzenie** za burtę powinno odbywać się przez **burtowy zawór wylotowy** usytuowany **powyżej poziomu wody** w przestrzeniach wodnych silników, chłodnic wody i oleju. Jeżeli to jest niemożliwe, należy wykonać na rurociągu odlotowym pętlę, której dolna krawędź w najwyższym miejscu powinna znajdować się powyżej poziomu wody w tych przestrzeniach.

Usytuowanie **wylotu wody z silników** powinno zapewniać **pełne, stałe odpowietrzenie** ich przestrzeni wodnych.

W instalacjach wewnętrznego obiegu wody chłodzącej silniki należy przewidzieć zbiornik wyrównawczy, w którym poziom wody powinien być wyższy od najwyższego poziomu wody w silniku. Zbiorniczek wyrównawczy powinien być zintegrowany z pompą ssącą i wyposażony w element do sygnalizacji minimalnego poziomu wody. Może pełnić funkcję uniwersalną dla instalacji chłodzenia wielu silników.

Jeżeli w instalacjach wewnętrznego obiegu wody chłodzącej silniki **przewidziano chłodnicę zaburtową**, to jej konstrukcja podlega każdorazowo odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS<sup>142</sup>.

## **11.8.** Instalacja paliwa ciekłego

W skład tej instalacji wchodzi:

- pompy,
- rurociągi i armatura,
- urządzenia do odwadniania zbiorników,
- urządzenia do zbierania przecieków paliwa,
- pobieranie paliwa do zbiorników,
- zbiorniki paliwa,
- doprowadzenie paliwa do silników spalinowych.

### **POMPY**

#### **Wytyczne dotyczące pomp**

Do transportu paliwa należy przewidzieć pompę z napędem mechanicznym. Na statkach, na których dobowe zużycie paliwa nie przekracza 2 t, wykorzystuje się pompy z napędem ręcznym.

<sup>141</sup> Tamże, s. 134.

<sup>142</sup> Tamże, s. 135.

Należy pamiętać, że pomp transportowych paliwa nie powinno się używać do innych celów. Dla pomp transportowych paliwa, oprócz lokalnych urządzeń sterujących, należy zapewnić możliwość zatrzymywania z łatwo dostępnego miejsca usytuowanego poza sterownią, w której są one zainstalowane<sup>143</sup>.

## RUROCIĄGI I ARMATURA

### Wytyczne dotyczące rurociągów i armatury

Rurociągi paliwowe powinny być oddzielone od innych instalacji.

Rurociągów paliwowych nie należy prowadzić nad silnikami spalinowymi, urządzeniami grzewczymi, rurociągami spalinowymi i innymi gorącymi powierzchniami.

W wyjątkowych przypadkach rurociągi paliwowe można prowadzić nad tymi mechanizmami i urządzeniami. W takich przypadkach montuje się wanny ściekowe, uniemożliwiające przedostanie się paliwa na te aparaty.

Bezpośrednio na wylocie ze zbiornika rurociągi paliwowe powinny być wyposażone w zawór szybkozamykający, którym można sterować z pokładu, nawet w przypadku gdy pomieszczenie, w którym znajduje się zawór, jest zamknięte. Jeżeli urządzenie sterujące jest niewidoczne, to pokrywa nie może być zamykana na klucz.

**Urządzenie sterujące** powinno być oznakowane **na czerwono**. Jeżeli urządzenie sterujące **jest niewidoczne**, to powinno ono być oznakowane **symbolem** (o długości boku co najmniej 10 cm) **zaworu szybkozamykającego**, zgodnie z normą ES-TRIN.

Wymaganie to nie ma zastosowania do zbiorników paliwa zamontowanych bezpośrednio na silniku.

Rurociągi i armatura instalacji paliwa nie powinny być narażone na nadmierne nagrzewanie i powinny być zawsze łatwo dostępne. Przewody paliwowe, ich połączenia, uszczelnienia i armatura powinny być wykonane z materiałów odpornych na naprężenia mechaniczne, chemiczne i cieplne, na których działanie mogą one być narażone. Przewody paliwowe nie powinny być narażone na jakiegokolwiek niekorzystne działanie ciepła i powinna być możliwość ich inspekcji na całej ich długości<sup>144</sup>.

## URZĄDZENIA DO ODWADNIANIA ZBIORNIKÓW

W dolnej części zbiorników osadowych i rozchodowych, poniżej otworów wlotowych do rurociągów ssących z tych zbiorników, należy zamontować zawory samozamykające i połączyć je rurociągami ze zbiornikiem ściekowym. Na rurociągach tych należy zainstalować przezierniki. Jeżeli pod zbiornikiem zainstalowano wannę ściekową, to zamiast przeziernika można zastosować lejek<sup>145</sup>.

## URZĄDZENIA DO ZBIERANIA PRZECIEKÓW PALIWA

**Wanny ściekowe** ustawia się tam, gdzie istnieje możliwość wycieku paliwa. Przyłączona armatura odprowadza nagromadzone paliwo do zbiorników ściekowych. Należy przy tym pamiętać, aby nie doprowadzać tych rur do **zęzy i zbiorników przelewowych**.

<sup>143</sup> Tamże, s. 131.

<sup>144</sup> Tamże.

<sup>145</sup> Tamże.

**Zbiornik ściekowy** należy wyposażyć w sygnalizację świetlną i dźwiękową, uprzedzającą o napełnieniu zbiornika powyżej 80% jego objętości.

Wewnętrzna średnica rur ściekowych powinna być nie mniejsza niż 25 mm<sup>146</sup>.

## POBIERANIE PALIWA DO ZBIORNIKÓW

### Wytyczne dotyczące tankowania

Pobieranie paliwa ciekłego na statek powinno przebiegać przez stały rurociąg zaopatrzony w armaturę zapewniającą doprowadzenie paliwa do wszystkich głównych zbiorników paliwa.

**Króciec wlewu paliwa** do zbiorników paliwowych, z wyjątkiem zbiorników rozchodowych paliwa, powinien być usytuowany **powyżej pokładu** i wyposażony w **króciec przyłączeniowy**.

**Zbiorniki paliwa** należy zabezpieczyć przed wyciekami paliwa podczas **bunkrowania** za pomocą odpowiednich urządzeń pokładowych, które powinny być na statku.

**Rurociąg** do napełniania zbiornika paliwem powinien być doprowadzony możliwie jak **najbliżej do dna zbiornika**.

Jeżeli zbiorniki paliwa będą wyposażone w automatyczne urządzenia odcinające dopływ paliwa w czasie napełniania zbiornika, to czujniki zatrzymają napełnianie, gdy zbiornik będzie napełniony w **97% jego objętości**. Urządzenia te powinny spełniać wymagania dla urządzeń odpornych na uszkodzenia.

Jeżeli **czujnik** będzie uruchamiał **stycznik elektryczny**, który przerywa obwód **stacji bunkrowania** za pomocą **sygnału binarnego**, to powinna istnieć możliwość przesłania tego sygnału do stacji bunkrowania za pomocą **wodoszczelnego przyłącza (o białym kolorze oprawy i położeniu przewodu uziemienia na godzinie dziesiątej)**<sup>147</sup>.

## ZBIORNIKI PALIWA

### Wytyczne dotyczące zbiorników paliwa

Paliwa płynne przechowuje się w specjalnych zbiornikach będących integralną częścią kadłuba lub w zbiornikach trwale do niego przytwierdzonych.

**Zbiorniki paliwa** dla silników urządzeń roboczych na urządzeniach pływających nie muszą stanowić integralnej części kadłuba ani być do niego przytwierdzone.

**Zbiorniki przenośne** mogą być stosowane, jeżeli spełnione są następujące warunki:

- pojemność tych zbiorników nie przekracza 1000 litrów,
- zbiorniki te zostały w odpowiedni sposób przymocowane do podłoża,
- zbiorniki są wykonane ze stali o wystarczającej grubości ścian i zostały umieszczone w odpowiedniej **wannie ściekowej**; **wanna** ta powinna być skonstruowana w sposób zapobiegający wyciekom paliwa zanieczyszczającego szlaki wodne; można **zrezygnować z wanny ściekowej** w przypadku stosowania zbiorników z podwójnymi ściankami, wyposażonych w system zabezpieczenia przed wyciekami lub ostrzegania o nieszczelnościach, napełnianych wyłącznie za pośrednictwem automatycznego zaworu tłoczego.

<sup>146</sup> Tamże, s. 132.

<sup>147</sup> Tamże.



Zbiorniki paliwa należy **oddzielić przedziałami ochronnymi** od pomieszczeń mieszkalnych oraz od zbiorników wody i oleju smarowego.

Zbiorniki paliwa, które nie stanowią konstrukcyjnej całości z kadłubem statku, powinny odpowiadać wymaganiom dla zbiorników kadłubowych.

Zbiorniki paliwa umieszczone **na otwartych pokładach i nadbudówkach** oraz w innych miejscach narażonych na wpływy atmosferyczne należy zabezpieczyć przed działaniem promieni słonecznych. Zbiorniki paliwa wyposażone są **we włazy** (z uszczelnieniem odpornym na działanie paliwa), którymi wchodzi się do wnętrza zbiornika, aby dokonać jego czyszczenia czy konserwacji.

Zbiorniki rozchodowe paliwa jednostek z własnym napędem nie powinny być kadłubowymi zbiornikami burtowymi.

Zbiorniki rozchodowe paliwa, zasilające paliwem silniki główne i silniki niezbędne do bezpiecznej eksploatacji statku, należy wyposażyć w umieszczoną **w sterówce** sygnalizację **światlną i dźwiękową** niskiego poziomu paliwa, włączającą się, gdy poziom paliwa w zbiornikach nie wystarczy do zapewnienia dalszej bezpiecznej żeglugi.

Zbiorniki rozchodowe paliwa powinny posiadać otwory wyposażone w szczelne zamknięcia umożliwiające czyszczenie i inspekcję<sup>148</sup>.

## DOPROWADZENIE PALIWA DO SILNIKÓW SPALINOWYCH

### Wytyczne dotyczące doprowadzenia paliwa do silników spalinowych

Wyposażenie systemu paliwowego powinno zapewniać doprowadzenie do silnika paliwa przygotowanego i oczyszczonego w stopniu wymaganym dla danego silnika.

Na rurociągu doprowadzającym paliwo do silników przeznaczonych do pracy ciągłej należy zainstalować **przełączalny filtr podwójny** lub **filtr samooczyszczający**.

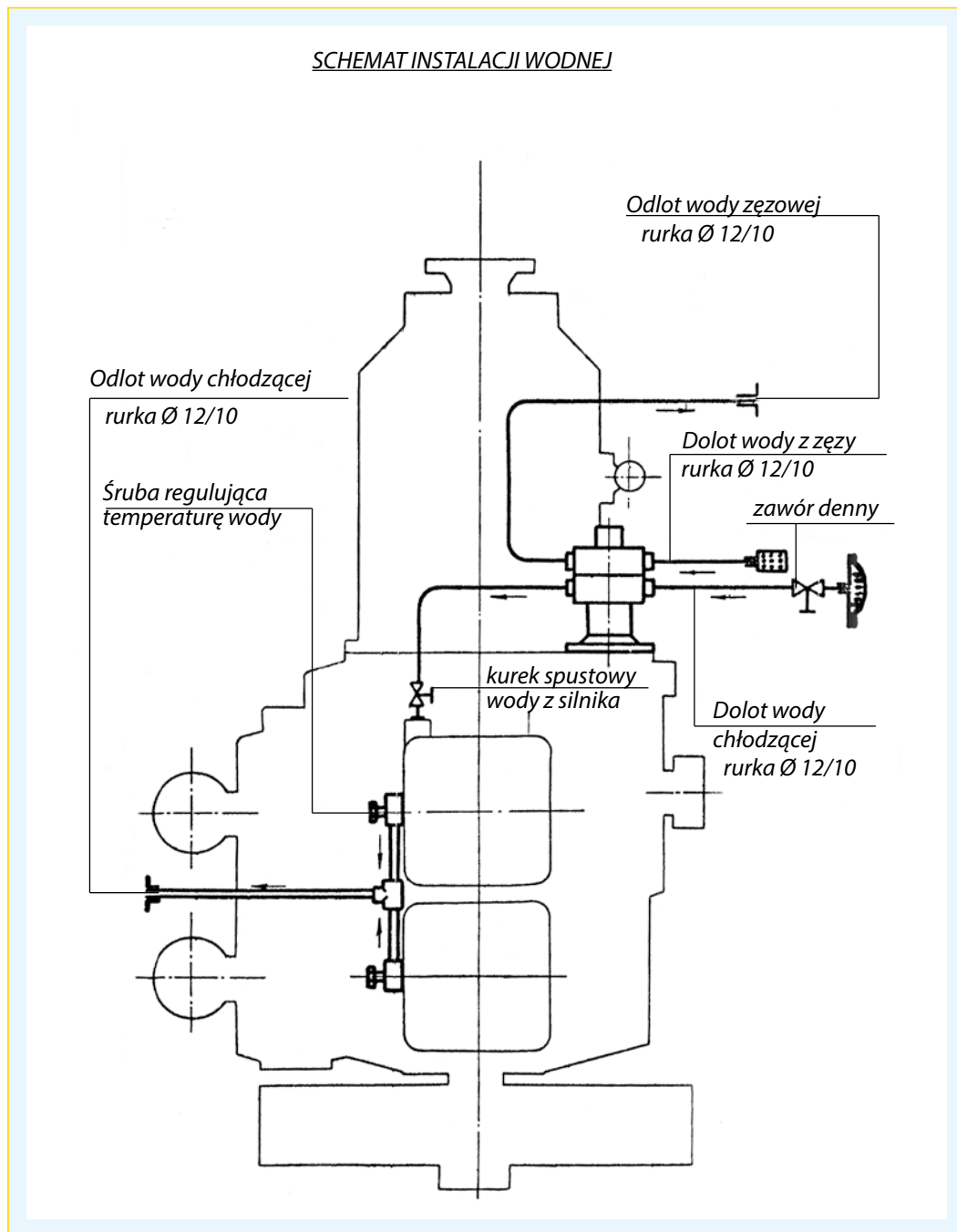
**Jeżeli silniki główne** pracują na **dwóch rodzajach paliwa** (lekkim i ciężkim), to należy przewidzieć **środki zapobiegające** mieszaniu się paliwa ciężkiego z paliwem lekkim przeznaczonym dla silników pomocniczych.

W instalacjach wielosilnikowych zasilanych z tego samego źródła paliwa należy przewidzieć środki umożliwiające odcięcie dopływu paliwa do każdego z silników.

Odcięcie dopływu paliwa do jednego silnika nie może mieć wpływu na pracę pozostałych silników. Urządzenia odcinające należy tak umieścić, aby dostęp do nich nie został odcięty w przypadku pożaru któregośkolwiek z silników<sup>149</sup>.

<sup>148</sup> Tamże, s. 133.

<sup>149</sup> Tamże.

**Schematy instalacji wodnej, paliwowej, olejowej silników szalupowych typu P-12 i P-24**

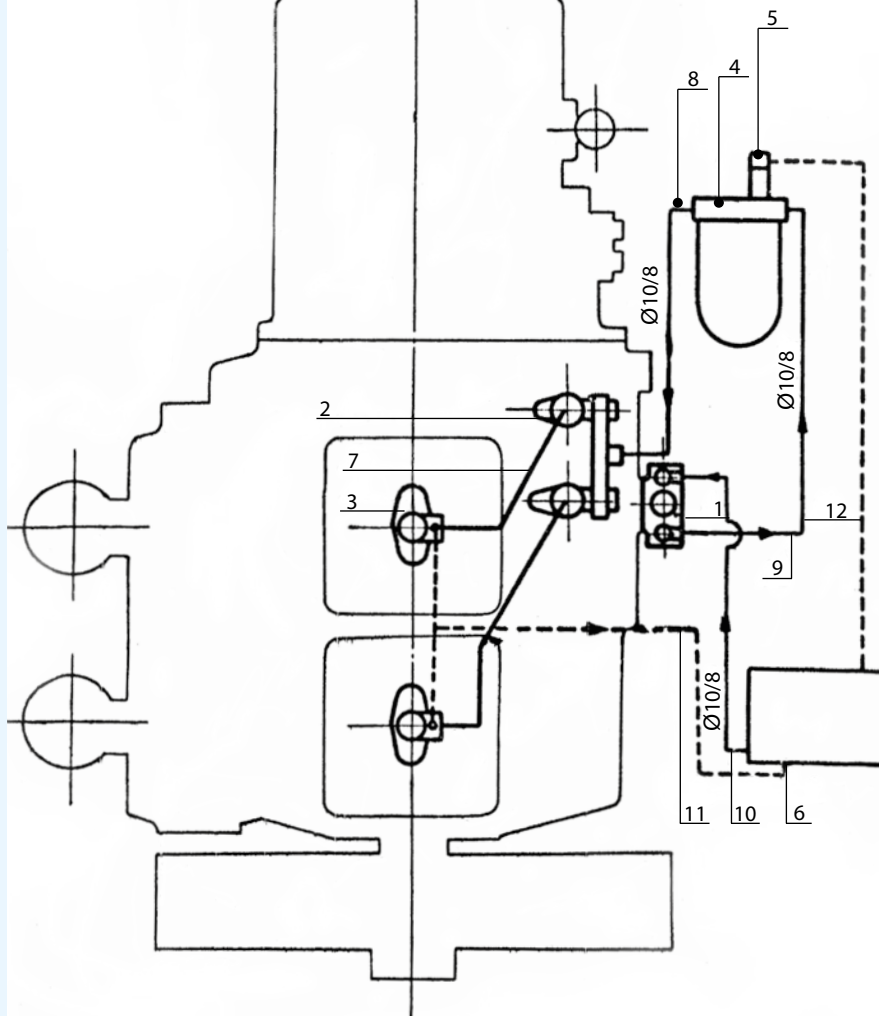
● **Ryc. nr 87.** Schemat instalacji wodnej

Źródło: Instrukcja obsługi silników szalupowych typu P-12 i P-24.

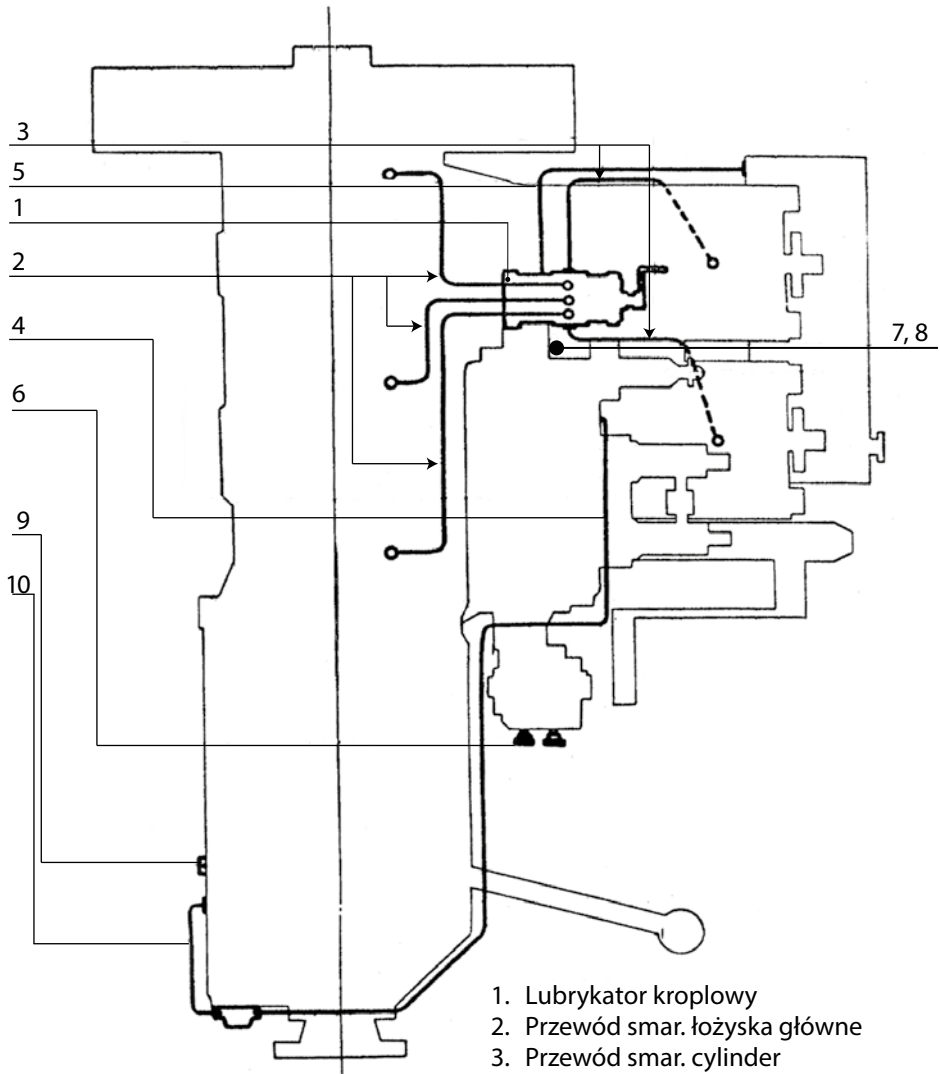
## SCHEMAT INSTALACJI PALIWOWEJ

1. Pompa podająca paliwo
2. Pompa wtryskowa
3. Wtryskiwacz
4. Filtr paliwowy
5. Zaworek przelewowy
6. Zbiornik paliwa

7. Przewód wysokiego ciśnienia
8. Przewód łączący filtr z rozgałęźnikiem paliwa
9. Przewód łączący filtr z pompą podającą
10. Przewód łączący zbiornik paliwa z pompą podającą
11. Przewód przelewowy z wtryskiwaczy
12. Przewód przelewu filtra



**Ryc. nr 88.** Schemat instalacji paliwowej.  
 Źródło: Instrukcja obsługi silników szalupowych typu P-12 i P-24.

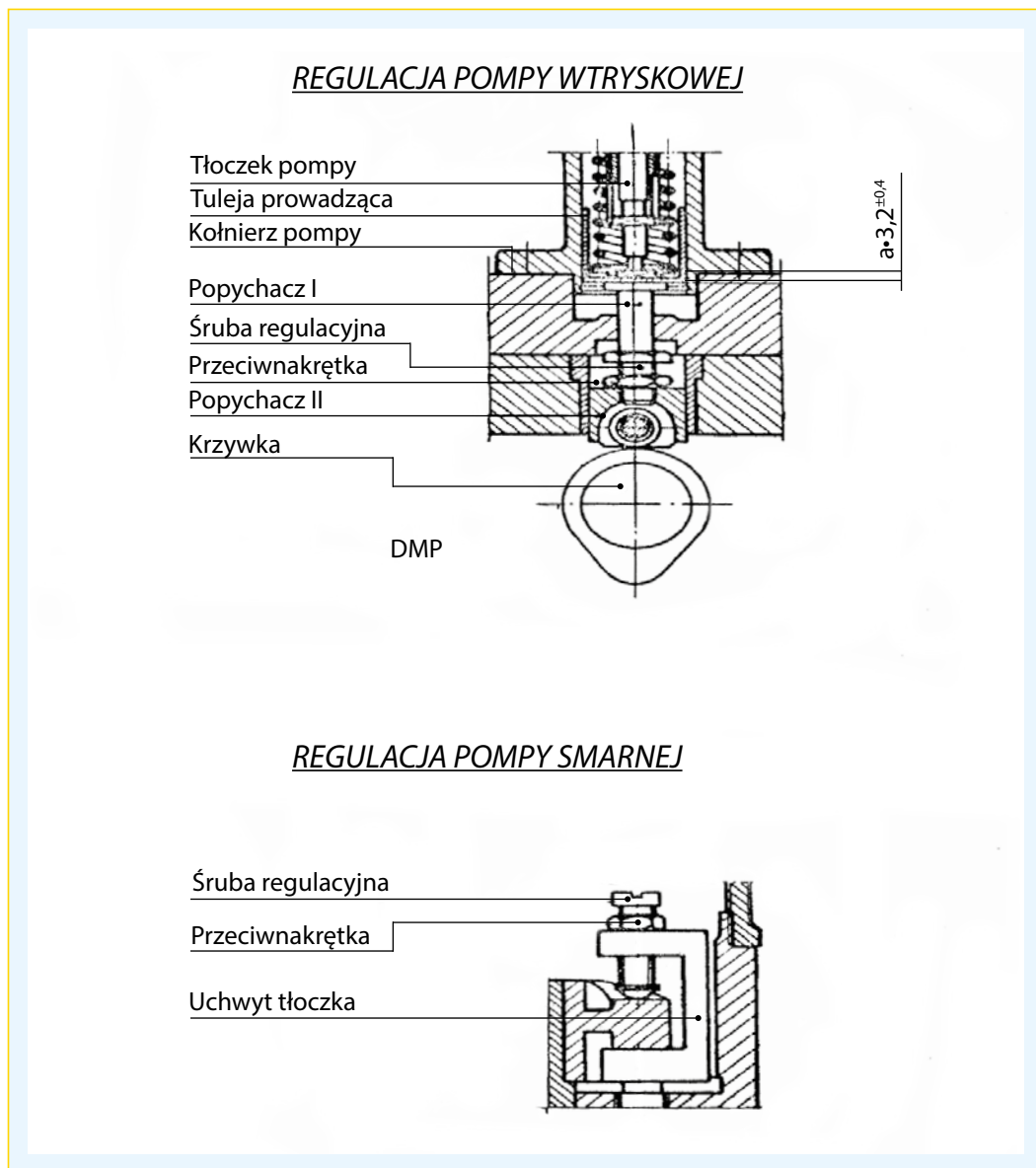
SCHEMAT INSTALACJI OLEJOWEJ

1. Lubrykator kroplowy
2. Przewód smar. łożyska główne
3. Przewód smar. cylinder
4. Przewód dopr. olej z pompki olejowej do rozrządu
5. Przewód dopr. olej ze zbiornika do lubrykatora
6. Smarownice smaru stałego
- 7, 8. Otwory smarowe
9. Śruba spustowa oleju ze sprzęgła
10. Przewód ssący

**Ryc. nr 89.** Schemat instalacji olejowej.

Źródło: Instrukcja obsługi silników szalupowych typu P-12 i P-24.

### Schematy regulacji pompy wtryskowej i pompy smarnej w silniku szalupowym typu P-12 i P-24



**Ryc. nr 90.** Schemat regulacji pompy wtryskowej i pompy smarnej.  
Źródło: Instrukcja obsługi silników szalupowych typu P-12 i P-24.

# 12.

## ŹRÓDŁA NAPĘDU

Na współczesnych statkach handlowych stosuje się silniki spalinowe jako źródło napędu. Sporadycznie spotyka się **turbiny parowe** lub **gazowe**. Napęd **jądrowy** stosowany jest wyłącznie na lodołamaczach<sup>150</sup>.

Ze względu na prędkość obrotową wału silniki spalinowe dzieli się na:

- wolnoobrotowe (70–240 obr./min),
- średnioobrotowe (240–1200 obr./min),
- wysokoobrotowe (1200–2500 obr./min).

W większości silników głównych kierunek obrotu wału korbowego jest **odmienny** dla biegu naprzód i wstecz. Są to tzw. **silniki nawrotne**, które współpracują ze **śrubami o stałym skoku**. **Silniki nienawrotne**, które mają **stały** kierunek obrotów, współpracują z tzw. **śrubami nastawnymi**.

**Siłownia** statku jest to zespół współpracujących ze sobą urządzeń. Znajdują się tam agregaty **prądotwórcze** czy tzw. **prądnice wałowe**, które wykorzystują ruch obrotowy wału silnika głównego. Prądnica wałowa może być używana jedynie podczas długookresowych rejsów, kiedy silnik główny pracuje równomiernie i jednostajnie. Niedopuszczalne jest wówczas manewrowanie silnikiem głównym<sup>151</sup>.

**Podział źródła napędu:**

- napędy spalinowe,
- napędy elektryczne,
- napęd jądrowy.

### 12.1.

#### Napędy spalinowe

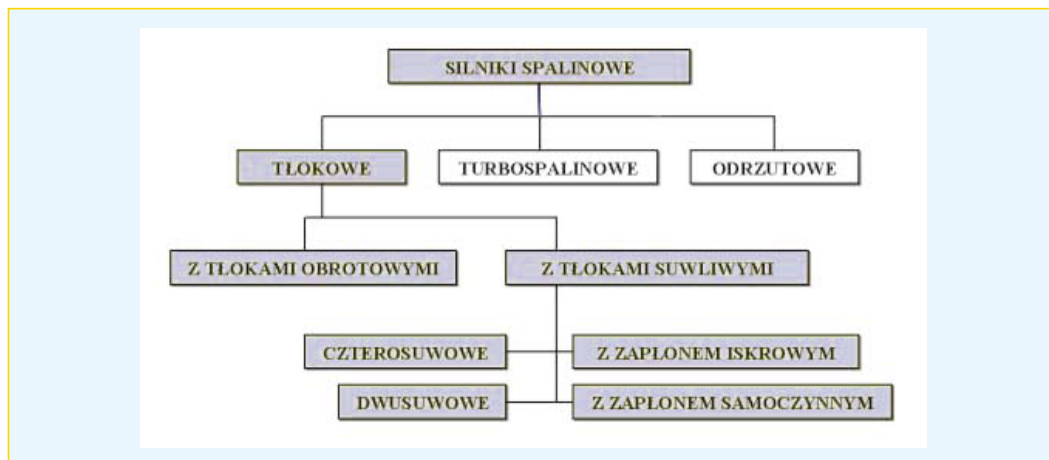
Powszechnym źródłem mechanicznego napędu statków morskich czy łodzi są silniki spalinowe. W silnikach tych występuje zamiana energii chemicznej (paliwa) na energię mechaniczną. Czynnikiem roboczym są spaliny powstałe w procesie spalania paliwa w cylindrze silnika<sup>152</sup>.

<sup>150</sup> Materiały dydaktyczne, *Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”, Akademia Morska w Szczecinie, s. 27.

<sup>151</sup> Tamże, s. 28.

<sup>152</sup> P. Zając, *Silniki pojazdów samochodowych*, cz. 1, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2009, s. 9.

## Podział silników o napędzie spalinowym



● Ryc. nr 91. Silniki spalinowe.

Źródło: Auto-Wiedza.pl, *Podział silników spalinowych*, <https://www.auto-wiedza.pl/podzial-silnikow-spalinowych/> [dostęp: 12.10.2022 r.].

### Silniki spalinowe dzielą się na trzy podstawowe grupy:

- 1) tłokowe silniki spalinowe o ruchu tłoka posuwisto-zwrotnym lub krążącym,
- 2) silniki turbinowe, czyli turbiny spalinowe, o obrotowym ruchu organu czynnego, którym jest wirnik,
- 3) silniki odrzutowe, działające na zasadzie reakcji dynamicznej strumienia spalin uchodzących z silnika.

**Tłokowy silnik spalinowy** – to maszyna energetyczna przetwarzająca energię cieplną doprowadzaną w postaci paliwa ciekłego lub gazowego na energię mechaniczną. Przemiany termodynamiczne towarzyszące temu przetwarzaniu zachodzą w tzw. przestrzeni roboczej silnika, której objętość jest zmienna. Silnik tłokowy ma co najmniej jeden tłok stanowiący ruchome ograniczenie przestrzeni zajmowanej przez czynnik roboczy.

Silnik wykorzystuje sprężanie i rozprężanie czynnika termodynamicznego do wytworzenia momentu obrotowego lub siły na wale korbowym. Sprężany jest gaz „zimny”, a rozprężany „gorący”. Podczas sprężenia oparów paliwa zużywa się mniej energii mechanicznej niż uzyskuje się z rozprężania. Z tego powodu energia uzyskana z rozprężania wykorzystywana jest do sprężania oparów gazu i do przenoszenia napędu na dowolną maszynę. Gorący gaz uzyskuje się w wyniku spalania paliwa, stąd nazwa: **silnik spalinowy**<sup>153</sup>.

**Tłokowy silnik spalinowy** jest zbudowany z układów, które współpracując ze sobą, decydują o efektach pracy silnika<sup>154</sup>.

<sup>153</sup> Wikipedia, *Silnik spalinowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik\\_spalinowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_spalinowy) [dostęp: 23.03.2023 r.].

<sup>154</sup> P. Zając, *Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy*, WKŁ, Warszawa 2015, s. 11.



● Ryc. nr 92. Silnik stacjonarny w łodzi RIB 900.  
Fot. P. Konstantynowicz.

### Główne zespoły i układy silnika tłokowego:

- 1) głowica,
- 2) kadłub,
- 3) układ korbowy,
- 4) układ rozrządu,
- 5) układ zasilania,
- 6) układ smarowania,
- 7) układ chłodzenia,
- 8) układ dolotowy,
- 9) układ wylotowy,
- 10) osprzęt elektryczny.

**Głowica (tzw. blok cylindrowy)** – zamyka od góry przestrzeń roboczą silnika i zawiera elementy innych jego układów, np. rozrządu, zasilania, smarowania, chłodzenia. Głowica może być wykonana z żeliwa lub ze stopu lekkiego aluminium, np. AK 9 lub AK 52. Rozróżniamy głowice chłodzone cieczą lub powietrzem<sup>155, 156</sup>.

<sup>155</sup> Tamże.

<sup>156</sup> Auto Centrum, *Głowica silnika*, <https://www.autocentrum.pl/motoslownik/glowica-silnika> [dostęp: 5.03.2021 r.].



**Kadłub**

Tworzy główną obudowę silnika zamkniętą od góry głowicą, w której znajduje się rozrząd oraz świece lub wtryskiwacze, a od dołu miską olejową. W kadłubie mieszczą się lub są do niego zamontowane z zewnątrz pozostałe elementy silnika.

**Układ korbowy**

Układ korbowy silnika tworzy wał korbowy, koło zamachowe, tłoki oraz korbowód. Jego zadaniem jest zamiana ruchu postępowo-zwrotnego tłoków w ruch obrotowy wałka korbowego.

**Układ rozrządu**

Odpowiada za wymianę ładunku w cylindrze, czyli napędza go świeżą mieszanką i opróżnia ze spalin. Składa się z wału krzywkowego, koła zębatego napędu, popychaczy, zaworów i sprężyn. Może być umiejscowiony w głowicy lub w głowicy i bloku cylindrowym.

**Układ zasilania**

Do zadań układu zasilania należy wytworzenie mieszanki paliwowej i dostarczenie jej do cylindrów silnika. W jednostkach napędowych, w których zastosowano zapłon iskrowy, mieszanka paliwowa przygotowywana jest w gaźniku lub w układzie wtryskowym. W motorach z zapłonem samoczynnym mieszanka paliwowa przygotowywana jest w układzie wtryskowym. W silnikach typu pierwszego spośród przedstawionych powyżej głównymi elementami składowymi układu zasilania jest gaźnik lub układ wtryskowy, który doprowadza paliwo do przewodów dolotowych. W drugim typie silników głównymi elementami tworzącymi układ zasilania są: pompa wtryskowa, wtryskiwacze oraz filtry powietrza.

**Układ smarowania**

Układ smarowania, rzadziej nazywany układem olejania, odpowiada za doprowadzanie oleju do poszczególnych części silnika. Jego najważniejszym elementem jest pompa oleju. Zasysa ona olej z miski olejowej i tłoczy go do odpowiednich elementów jednostki napędowej. W systemie tym ważną rolę odgrywają także filtry oleju.

**Układ chłodzenia**

Funkcją układu chłodzenia jest utrzymanie odpowiedniej temperatury roboczej cylindra, głowicy silnika, tłoków oraz zaworów. Silniki chłodzone cieczą wyposażone są w specjalne kanaliki, w których przemieszcza się chłodziwo. W jednostkach napędowych chłodzonych powietrzem, cylindry i głowice posiadają specjalne ożebrowanie, które zwiększa powierzchnię odprowadzającą ciepło.

**Układ dolotowy**

Zapewnia najkorzystniejsze warunki napędzania cylindrów świeżym ładunkiem. W tym układzie znajduje się filtr powietrza, a w silnikach doładowanych także urządzenie sprężające (sprężarka)<sup>157</sup>.

**Układ wylotowy**

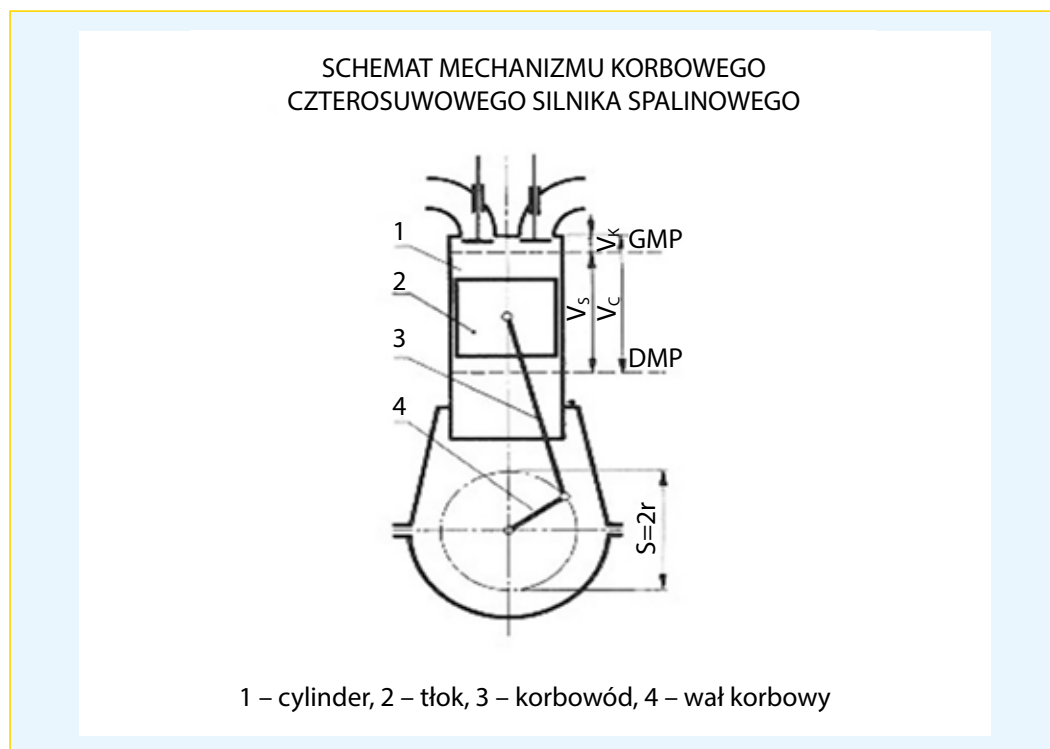
Odpowiada za odprowadzenie spalin z silnika z jak najmniejszymi oporami przepływu. W tym układzie znajdują się tłumiki wylotu spalin oraz urządzenia zmniejszające zawartość składników toksycznych w spalinach<sup>158</sup>.

<sup>157</sup> P. Zając, *Silniki pojazdów samochodowych*, s. 14.

<sup>158</sup> Tamże.

## PARAMETRY KONSTRUKCYJNE SILNIKA TŁOKOWEGO

Charakterystyczne wymiary układu korbowo-tłokowego są wielkościami, od których zależy praca silnika, a zwłaszcza jej przebieg. Wielkości te nazywa się parametrami konstrukcyjnymi silnika. Parametry te wskazane są na rysunku:



● **Ryc. nr 93.** Schemat mechanizmu korbowego.  
Źródło: P. Zając, *Silniki pojazdów samochodowych*, s. 14.

Są to:

**GMP** (Górne Martwe Położenie) tłoka – położenie tłoka najdalsze od osi wału korbowego. Zamiennie oznaczane jako: GZP (Górne Zwrotne Położenie) lub ZZ (Zwrot Zewnętrzny).

**DMP** (Dolne Martwe Położenie) tłoka – położenie tłoka najbliższe do osi wału korbowego. Zamiennie oznaczane jako: DZP (Dolne Zwrotne Położenie) lub ZW (Zwrot Wewnętrzny).

**r** – promień wykorbienia wału korbowego.

**l** – długość korbowodu.

**S** – skok tłoka – droga pokonywana przez tłok między GMP a DMP. Jest dwukrotnością promienia wykorbienia wału korbowego. Odpowiada obrotowi wału korbowego o 180°.

**D** – średnica cylindra.

**VS** – objętość (pojemność) skokowa cylindra.

**VK** – objętość komory sprężania.

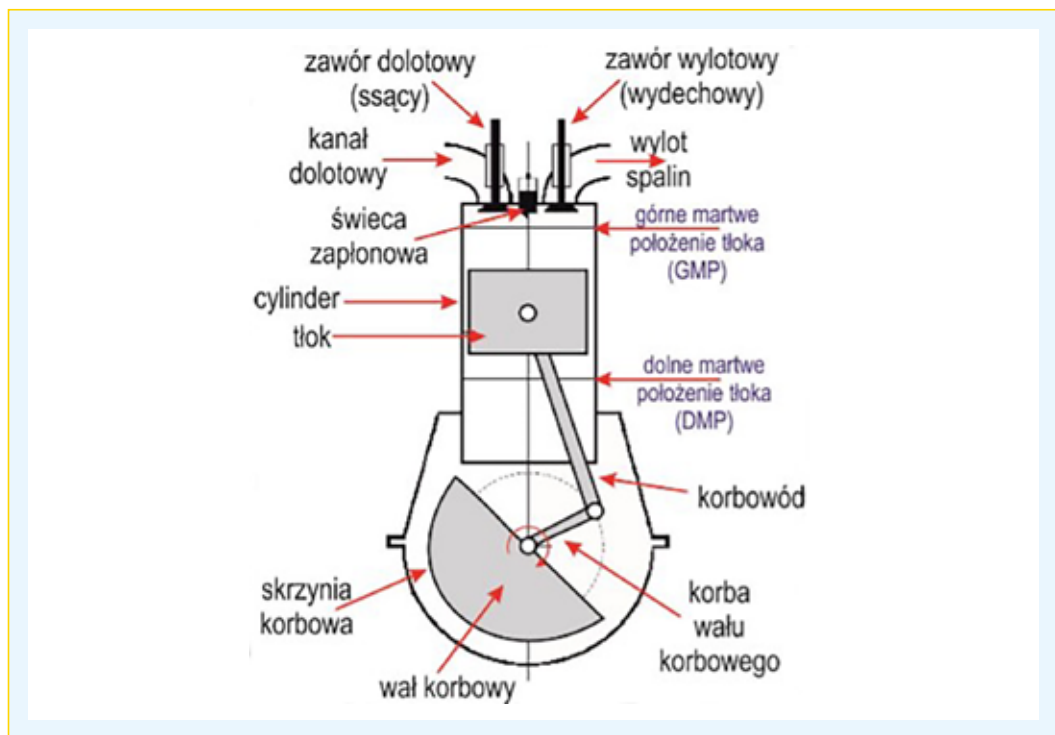
**VC** – objętość całkowita cylindra.

### SILNIK CZTEROSUWOWY – ZASADA DZIAŁANIA

Silnik spalinowy o spalaniu wewnętrznym jest wykorzystywany m.in. w łodziach motorowych oraz wielu innych maszynach. W tych silnikach, jak nazwa wskazuje, występują cztery suwy ruchu tłoka w cylindrze. Są to:

- 1) suw zasysania – wpływu powietrza lub mieszanki paliwowej,
- 2) suw sprężenia – czynnik mieszanki paliwowo-powietrznej spręża się,
- 3) suw pracy – w wyniku sprężenia czynnika następuje wybuch w cylindrze,
- 4) suw rozprężania – wydmuch spalin z cylindra.

**Jeden cykl roboczy** to dwa obroty o  $360^\circ$  **wału korbowego**. **Tłok** w czasie jednego cyklu roboczego wykonuje cztery ruchy posuwisto-zwrotne.



● **Ryc. nr 94.** Budowa jednego cylindra w silniku czterosuwowym.

Źródło: Na podstawie: P. Zajac, *Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy*, WKŁ, Warszawa 2015, s. 13.

**Tłok** – to serce silnika. Wraz z głowicą cylindra i jego ściankami zamyka komorę spalania. Wykonuje ruch postępowy lub krążący i służy do przenoszenia sił. Jego praca polega na przesunięciu tłoka pod wpływem nacisku czynnika roboczego. Czynnikiem tym są **spaliny** uzyskane w wyniku spalania paliwa. Dzięki zastosowaniu mechanizmu korbowego tłok, przesuając się, powoduje obrót wału korbowego, z którego odbierana jest moc użyteczna silnika.

**Korbowody** – dają możliwość zamiany ruchu posuwisto-zwrotnego na ruch obrotowy.

**Wałek rozrządu** – to regulator czasu otwarcia i zamknięcia zaworów do cylindrów, pokonujący ogromne opory ze strony sprężyn zaworów.

**Zawory** – służą do zaopatrzenia silnika w mieszanke paliwowo-powietrzną oraz do opróżnienia gazów.

**Blok silnika** – główna część konstrukcyjna, do której z góry montowana jest głowica, a od dołu miska olejowa. Wyposażony w kanały służące do odbierania ciepła wytworzonego podczas pracy tłoków w cylindrach, doprowadzania oleju do głowicy i odprowadzania go z powrotem do miski olejowej.

**Koło zamachowe** – okrągła obrotowa tarcza wykonana z żeliwa połączona z wałem korbowym. Magazynuje energię kinetyczną potrzebną do wytworzenia ruchu wału korbowego.

### SILNIK DWUSUWOWY – ZASADA DZIAŁANIA

**Silnik dwusuwowy** może być silnikiem o zapłonie zarówno iskrowym, jak i samoczynnym. Ideą działania tych silników jest wykonywanie tylko 2 suwów tłoka na wszystkie fazy pracy silnika (ssanie, sprężanie, praca, wydech)<sup>159</sup>.

#### Zasada działania silnika dwusuwowego

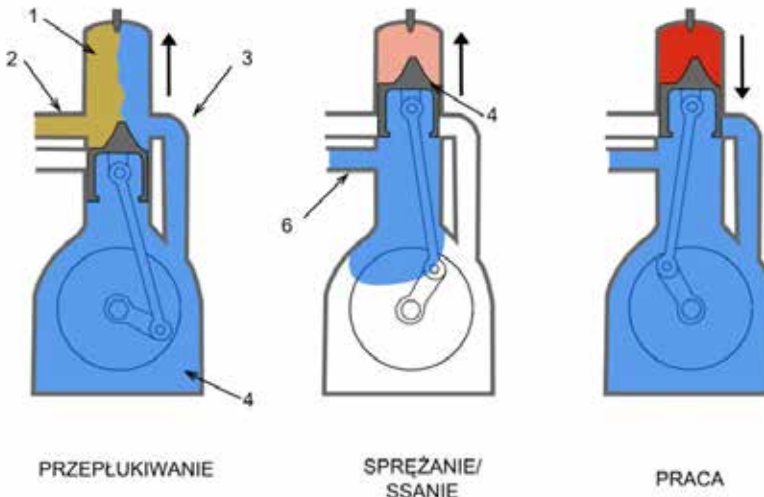
W pierwszej fazie suwu sprężania komora robocza silnika (1) jest przepłukiwana przez mieszanke paliwowo-powietrzną, która zgromadzona w przestrzeni korbowej silnika (4) dociera przez kanał międzykomorowy (3).

Jednocześnie z przestrzeni roboczej usuwane są spaliny przez kanał wydechowy (2). Tłok podczas suwu sprężania synchronicznie zamyka kanał wylotowy i międzykomorowy, a jednocześnie otwiera kanał ssawny (6), przez który do przestrzeni korbowej silnika napływa świeża porcja mieszanki paliwowo-powietrznej.

W czasie przemieszczania tłoka w górę, tuż przed jego górnym martwym punktem, następuje zapłon mieszanki i rozpoczyna się suw pracy. W suwie pracy tłok silnika, poruszając się w dół, w dolnej fazie odsłania przestrzeń międzykomorową i kanał wydechowy, w wyniku czego następuje usunięcie spalin oraz przepłukanie przestrzeni roboczej silnika. Cały cykl pracy silnika dwusuwowego zaczyna się powtarzać.

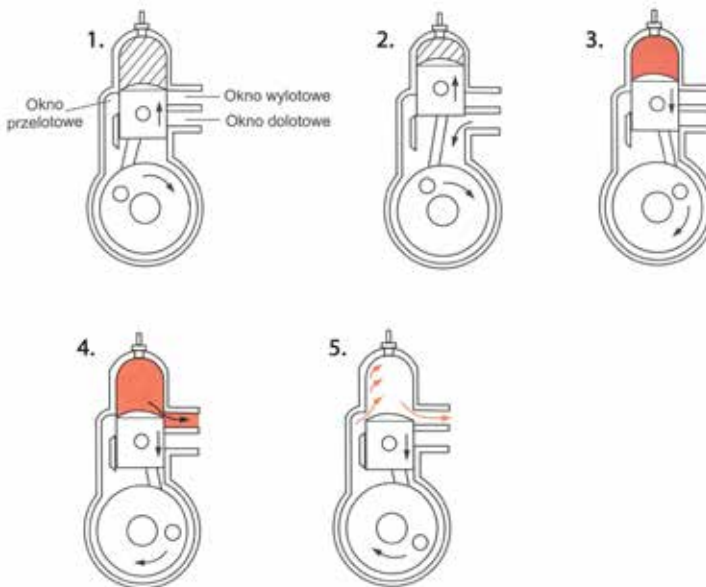
<sup>159</sup> Info Samochody, Ł. Skupień, *Porównanie silnika dwusuwowego i czterosuwowego*, [https://www.info-samochody.pl/artukul,id\\_m-103,t-porownanie\\_silnika\\_dwusuwowego\\_i\\_czterosuwowego.html](https://www.info-samochody.pl/artukul,id_m-103,t-porownanie_silnika_dwusuwowego_i_czterosuwowego.html) [dostęp: 4.01.2022 r.].

## Komora robocza silnika



● **Ryc. nr 95.** Schemat pracy silnika dwusuwowego.

Źródło: Info Samochody, Ł. Skupień, *Porównanie silnika dwusuwowego i czterosuwowego*, [https://www.info-samochody.pl/artukul,id\\_m-103,t-porownanie\\_silnika\\_dwusuwowego\\_i\\_czterosuwowego.html](https://www.info-samochody.pl/artukul,id_m-103,t-porownanie_silnika_dwusuwowego_i_czterosuwowego.html) [dostęp: 4.01.2022 r.].



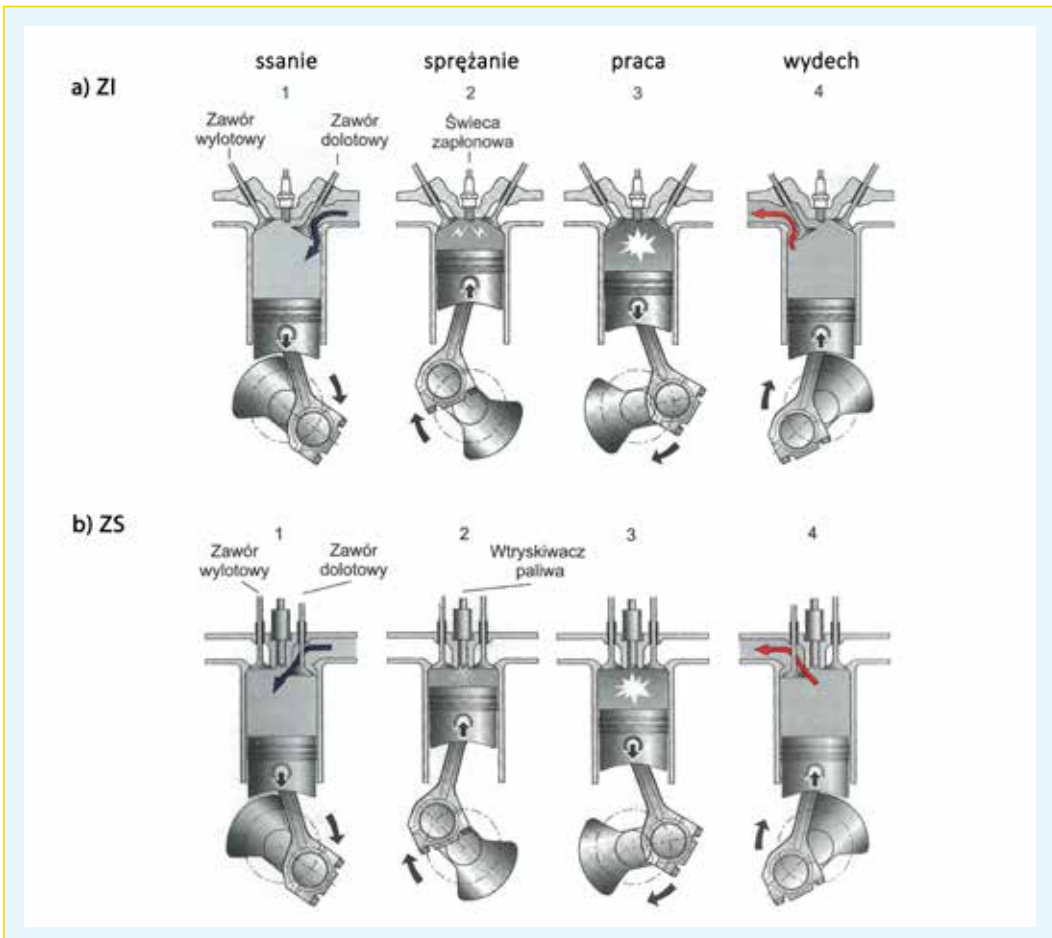
● **Ryc. nr 96.** Zasada działania silnika dwusuwowego.

Źródło: Na podstawie: P. Zając, *Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy*, WKŁ, Warszawa 2015, s. 17.

## Zasada działania silnika czterosuwowego

### Suw ssania

Tłok przechodzi z górnego położenia w dolne. Podczas tego przejścia zawór ssawny jest otwarty, dzięki temu z kanału dolotowego, znajdującego się za zamykającym go zaworem ssącym, wpuszczona zostaje z układu dolotowego do cylindra mieszanka paliwowo-powietrzna. W momencie przekroczenia przez tłok dolnego martwego punktu (DMP) zawór ssący zostaje zamknięty<sup>160</sup>.



**Ryc. nr 97.** Zasada działania silnika czterosuwowego: a) silnik z zapłonem iskrowym ZI, b) silnik z zapłonem samoczynnym ZS.

Źródło: Na podstawie: P. Zając, *Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy*, WKŁ, Warszawa 2015, s. 16.

<sup>160</sup> Wikipedia, *Silnik czterosuwowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik\\_czterosuwowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_czterosuwowy) [dostęp: 5.03.2021 r.].

### **Suw sprężania**

Tłok przemieszcza się w górę cylindra, ściskając (sprężając) mieszanekę paliwowo-powietrzną. W tym czasie oba zawory (ssawny i wydechowy) są zamknięte. Podczas sprężania następuje zapłon, czyli wytworzenie energii, która powoduje rozprężenie gazów i tłok opada w dół, rozpoczynając suw pracy<sup>161</sup>.

### **Suw pracy (rozprężania)**

Zawory ssawny i wydechowy są zamknięte. Tłok zostaje odepchnięty w wyniku powstania ciśnienia o wartości około 100 barów. Taka siła wymusza ruch tłoka do dolnego martwego położenia. Z tego jednego suwu pracy silnik musi wygenerować wystarczającą energię, by wykonać pozostałe trzy suwy. Dlatego też silniki pracują tym równiej, im więcej mają cylindrów<sup>162</sup>.

### **Suw wydechu**

Zanim tłok osiągnie dolny martwy punkt, otwiera się zawór wydechowy, przez który wydostają się jeszcze nie do końca rozprężone gazy spalinowe. Poruszający się w górę tłok wypycha z cylindra resztę gazów, a po dojściu do górnego martwego położenia następuje tzw. wahnięcie, czyli zamknięcie zaworu wydechowego, a otwarcie zaworu ssącego i cykl rozpoczyna się od początku<sup>163</sup>.

## **SILNIKI SPALINOWE KRAŻĄCE**

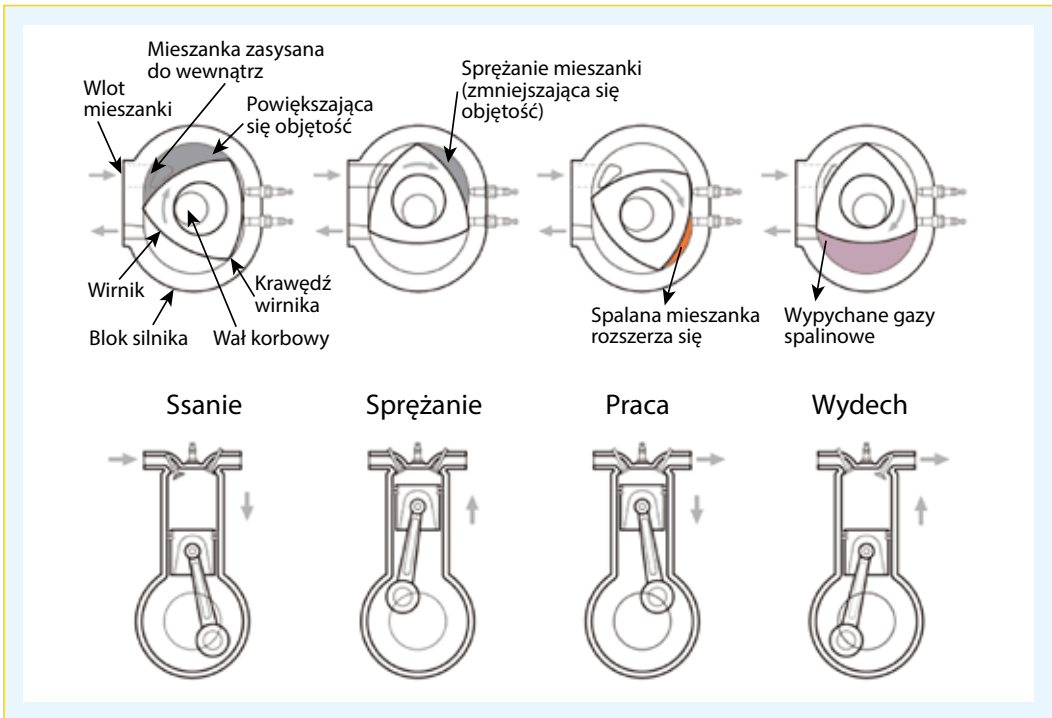
Stanowią odmianę silników tłokowych. Ich cechą charakterystyczną jest cykliczna zmiana objętości przestrzeni roboczej w wyniku obrotowego ruchu w cylindrze organu roboczego, nazywanego tlokiem obrotowym.

**Silnik Wankla**, nazwany od nazwiska konstruktora, jest zbudowany z cylindra o przekroju poprzecznym trochoidalnym, w którym porusza się ruchem okrężnym tłok, o przekroju trójkąta i bokach krzywoliniowych, którego wierzchołki w każdej chwili stykają się z cylindrem. Dzięki temu między cylindrem a tlokiem powstają jednocześnie trzy komory, które zmieniają swą objętość. Każda z nich podczas pełnego obrotu tloka dwukrotnie przyjmuje maksymalną i minimalną wartość objętości. Krażący tłok, poprzez **przekładnię planetarną**, jest połączony z wałem.

<sup>161</sup> Tamże.

<sup>162</sup> Tamże.

<sup>163</sup> Tamże.



● **Ryc. nr 98.** Schemat działania silnika spalinowego krążącego – Wankla.

Źródło: Na podstawie: *Sposób działania silnika Wankla. Zalety i wady silnika Wankla. Jak (nie) zepsuć Wankla – czyli silnik rotacyjny w praktyce – serwis, problemy i eksploatacja*, <https://www.mazda.warszawa.pl/5-sposob-dzialania-silnika-wankla-zalety-i-wady-silnika-wankla-jak-nie-zepsuc-wankla-czyli-silnik-rotacyjny-w-praktyce-serwis-problemy-i-eksploatacja/> [dostęp: 26.06.2022 r.].

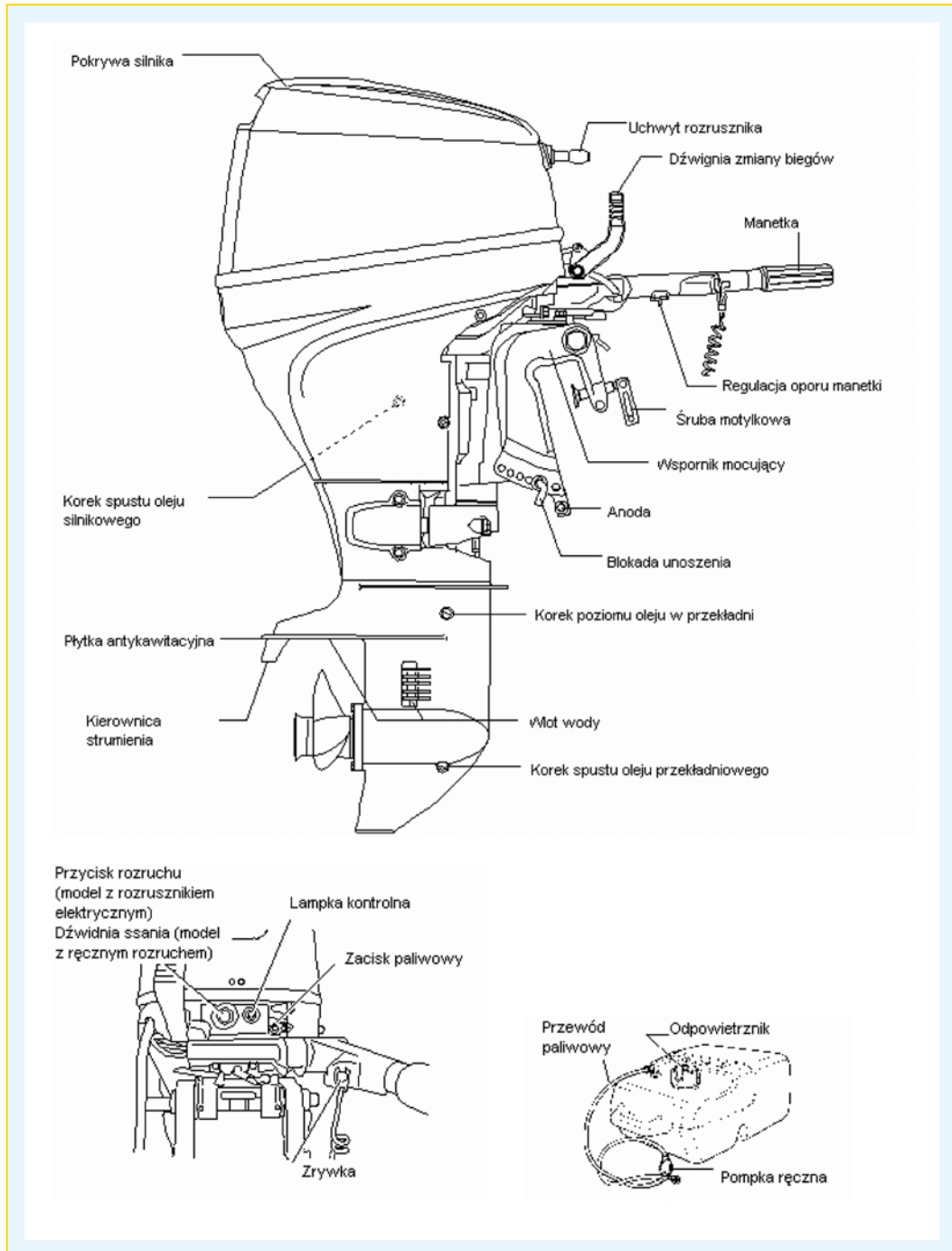
● **Zdjęcie nr 99.** Przekładnia planetarna.

Źródło: Wikipedia, *Silnik Wankla*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik\\_Wankla](https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_Wankla) [dostęp: 26.06.2022 r.].





## 12.1.1. CZĘŚCI SKŁADOWE SILNIKA SPALINOWEGO ZABURTOWEGO

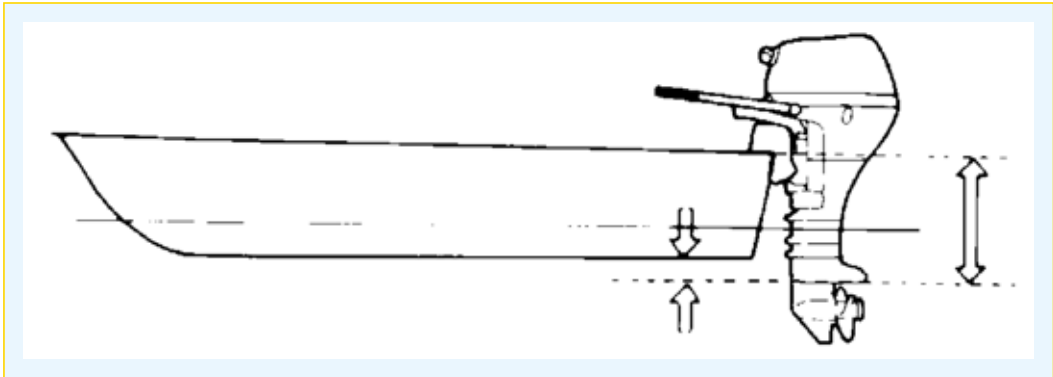


**Ryc. nr 100.** Silnik spalinowy zaburtowy.

Źródło: Podręcznik użytkownika DF25 PL, s. 4, [http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io\\_df\\_25.pdf](http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io_df_25.pdf) [dostęp: 5.03.2021 r.].

### 12.1.2. MONTAŻ SILNIKA SPALINOWEGO ZABURTOWEGO

**Właściwa wysokość pawęży** jest ważna dla dobrych osiągnięć. Silnik mocowany zbyt wysoko na pawęży powoduje marnotrawienie mocy i przegrzewanie silnika. Silnik mocowany zbyt nisko na pawęży będzie powodował zwiększanie się oporu i redukcję prędkości. Należy upewnić się, że gdy silnik jest zanurzony, płytki antykawitacyjna znajduje się na wysokości 0–25 mm poniżej dna łodzi<sup>164</sup>.

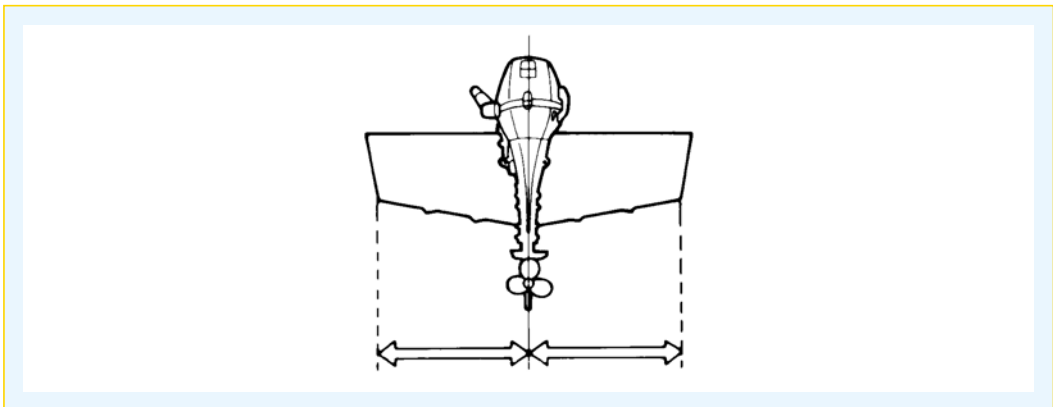


● **Ryc. nr 101.** Właściwa wysokość pawęży.

Źródło: Podręcznik użytkownika DF25 PL, s. 4, [http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io\\_df\\_25.pdf](http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io_df_25.pdf) [dostęp: 5.03.2021 r.].

**Jeśli płytki antykawitacyjna znajduje się** powyżej powierzchni wody, może nastąpić przegrzanie i uszkodzenie silnika.

**Silnik należy umieścić po środku pawęży** i przymocować mocno za pomocą śrub motylkowych i płytki dociskowej. W przeciwnym razie łódź będzie skreślać na jedną stronę podczas pływania.



● **Ryc. nr 102.** Ustawienie silnika na pawęży.

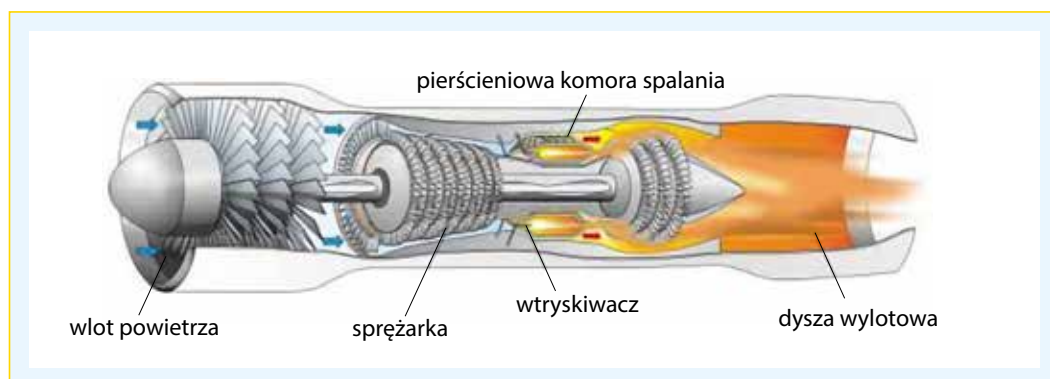
Źródło: Podręcznik użytkownika DF25 PL, s. 6, [http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io\\_df\\_25.pdf](http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io_df_25.pdf) [dostęp: 5.03.2021 r.].

<sup>164</sup> Podręcznik użytkownika DF25 PL, s. 6, [http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io\\_df\\_25.pdf](http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/io_df_25.pdf) [dostęp: 5.03.2021 r.].

**Po zamontowaniu silnika** na właściwym miejscu należy sprawdzić, czy układ sterowania i podnoszenia silnika nie blokuje się oraz czy przewody akumulatorowe (jeżeli występują) nie kolidują z ruchami silnika.

### Silniki Turbinowe

Turbinowy silnik spalinowy ma co najmniej jeden wirnik napędzany strumieniem gazu o dużej energii kinetycznej. Moc użyteczna jest odbierana z wału głównego silnika. W silnikach tych może ponadto występować tzw. siła ciągu, tj. reakcja wypływających z dużą prędkością spalin. Siła ciągu może być wykorzystana do napędu samolotu lub pojazdu mechanicznego na tzw. poduszce powietrznej.



● **Ryc. nr 103.** Schemat silnika turbinowego-turboodrzutowego.

Źródło: *Jak to działa?*, „Młody Technik” 2004, nr 7, [https://mlodytechnik.pl/archiwum/07-2004\\_jak\\_to\\_dziala.pdf](https://mlodytechnik.pl/archiwum/07-2004_jak_to_dziala.pdf) [dostęp: 26.06.2022 r.].

### Silniki odrzutowe

W silnikach odrzutowych wykorzystywana jest wyłącznie siła ciągu, natomiast nie odbiera się mocy użytecznej z wału silnika.

Rozróżnia się:

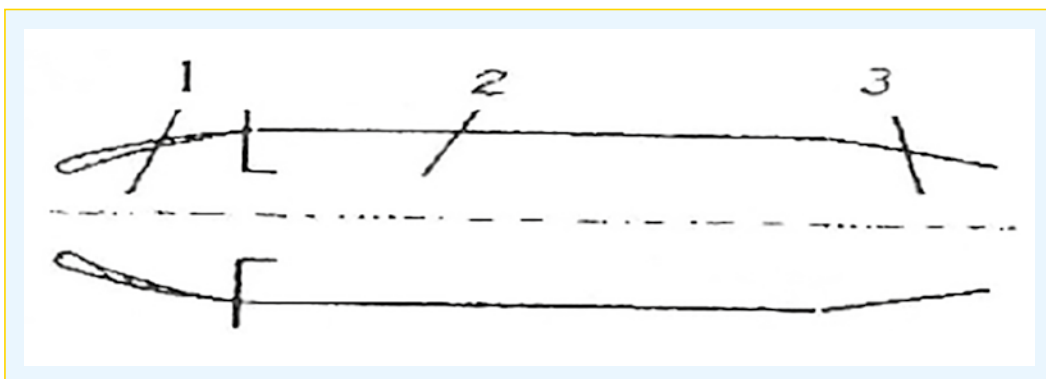
- 1) silniki przepływowe (przelotowe),
- 2) silniki rakietowe.

**Silniki przepływowe** pobierają tlen z powietrza przepływającego przez silnik w czasie pracy, tlen potrzebny jest do spalania paliwa.

Dzielą się one na:

- a) strumieniowe,
- b) pulsacyjne,
- c) turboodrzutowe.

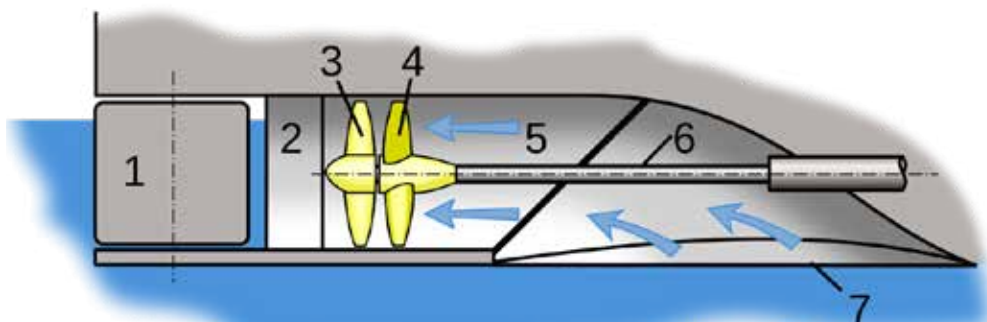
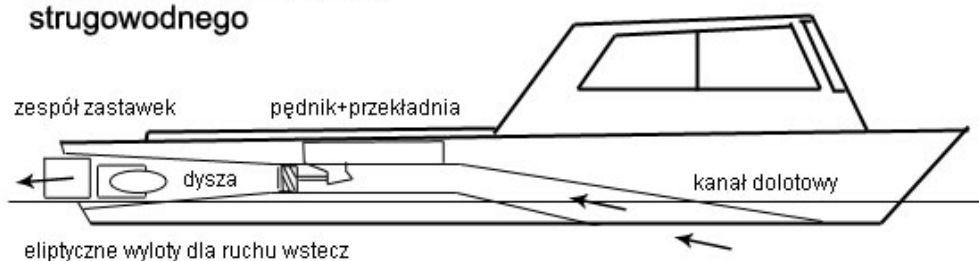
**Silnik strumieniowy** składa się z dyfuzora (1), komory spalania (2) i dyszy wylotowej (3). Niezbędne do pracy silnika sprężone powietrze uzyskuje się w dyfuzorze w czasie ruchu silnika.



● **Ryc. nr 104.** Opis schematu silnika strumieniowego.

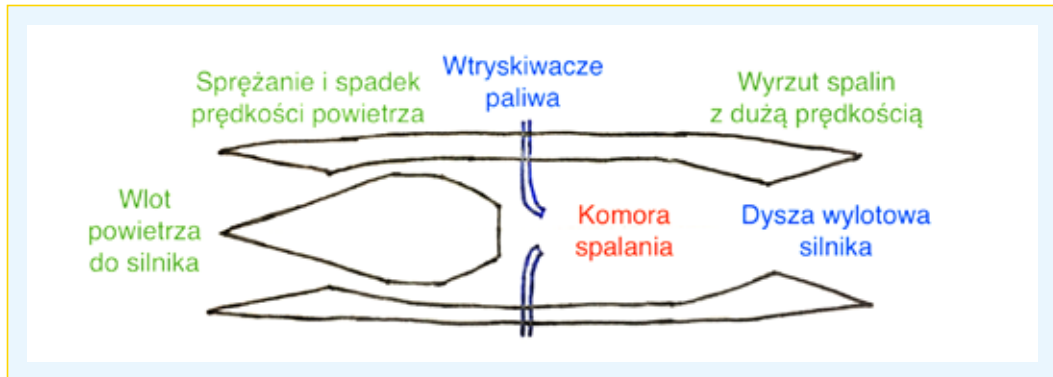
Źródło: K. Placha Hetman, *Silniki lotnicze – Strumieniowe i pulsacyjne - Część 10*, [https://www.polot.net/pl/silniki\\_lotnicze\\_strumieniowe\\_i\\_pulsacyjne\\_czesc\\_10](https://www.polot.net/pl/silniki_lotnicze_strumieniowe_i_pulsacyjne_czesc_10) [dostęp: 28.06.2022 r.].

### Zasada działania napędu strugowodnego



● **Ryc. nr 105.** Zasada działania silnika strumieniowego.

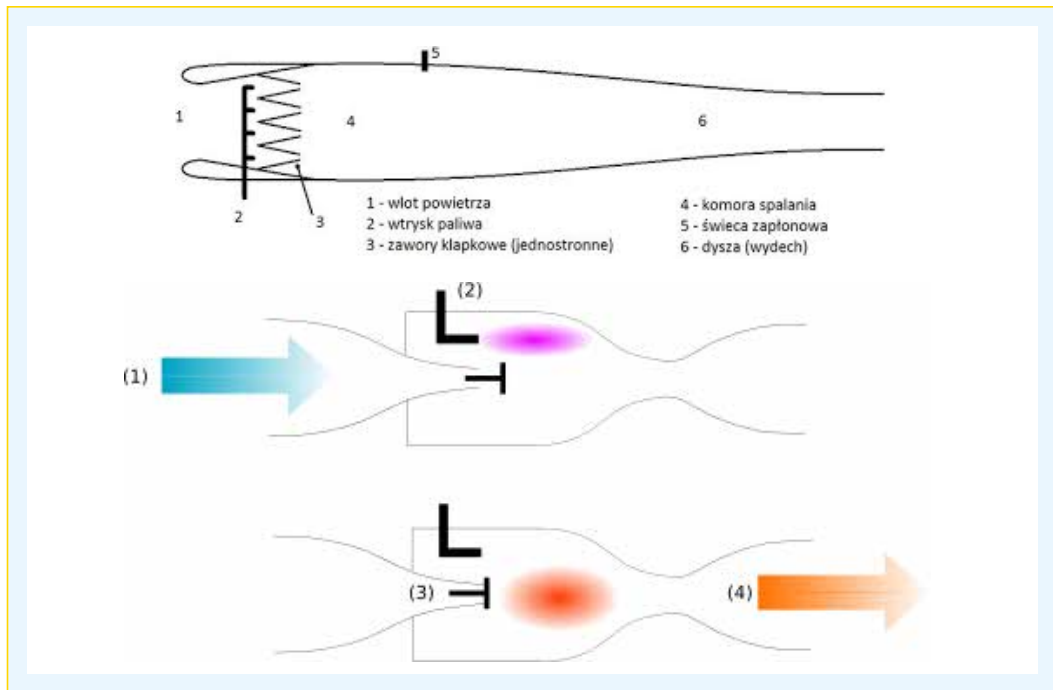
1 – Ster, 2 – Wylot, 3 – Przeciwsruba, 4 – Pędnik śrubowy, 5 – Kanał strugowodny, 6 – Wał napędowy, 7 – Wlot.  
Źródło: Żegluga Śródlądowa, A. Podgórski, *Silniki i pędniki na rzekach*, <https://www.zegluga-rzeczna.pl/articyles/165-1/silniki-i-pedniki-na-rzekach> [dostęp: 28.06.2022 r.].



● **Ryc. nr 106.** Schemat działania silnika strumieniowego.

Źródło: K. Placha Hetman, *Silniki lotnicze - Strumieniowe i pulsacyjne - Część 10*.

**Silnik pulsacyjny** ma w przedniej części zamykającą przelot przegrodę zaworową (3). Doprowadzone powietrze i paliwo tworzą mieszkankę palną zapalaną od świecy. Spaliny wypływają z dyszy, a w końcowym okresie wypływu powstaje w komorze spalania podciśnienie powodujące otwarcie się zaworów, przez które wpływa do silnika nowa porcja powietrza. Następnie proces się powtarza.

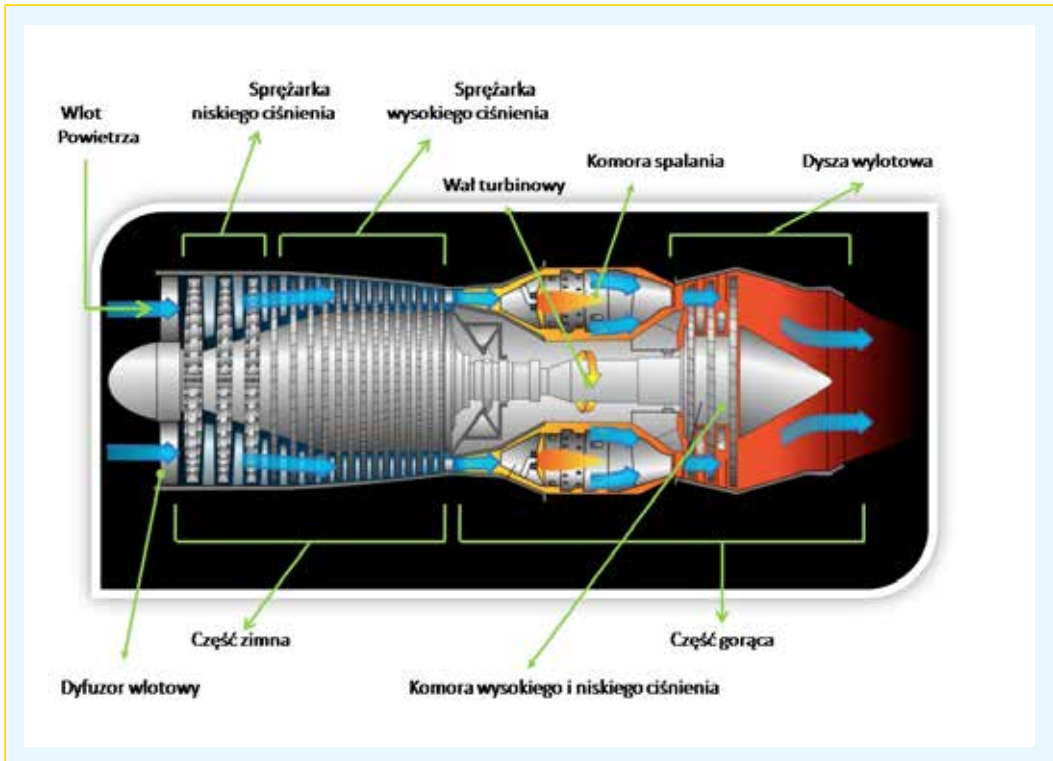


● **Ryc. nr 107.** Zasada działania silnika pulsacyjnego.

1 – zasysanie powietrza i tworzenie mieszanki, 2 – wybuch i wylot spalin.

Źródło: Wikipedia, *Silnik pulsacyjny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik\\_pulsacyjny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Silnik_pulsacyjny) [dostęp: 28.06.2022 r.].

**W silniku turboodrzutowym** powietrze po wstępnym sprężeniu w dyfuzorze (1) i dalszym w sprężarce (2) dopływa do komory spalania (3), zasilane ciekłym rozpylonym paliwem. Po spaleniu spaliny przepływają przez turbinę osiową (4). Rozprężając się w niej częściowo spaliny wykonują pracę przekazywaną wałem do sprężarki. Dalsze rozprężanie zachodzi w dyszy (5), co powoduje wzrost prędkości, a w konsekwencji powstanie siły ciągu.



● **Ryc. nr 108.** Schemat działania silnika odrzutowego.

Źródło: M. Piekarski, *Silnik odrzutowy*, <http://silniki.blogspot.com/2012/12/silnik-odrzutowy-pierwszy-silnik.html> [dostęp: 28.06.2022 r.].

## 12.2. Napęd elektryczny

Silniki elektryczne doskonale sprawdzają się zarówno w przypadku łodzi, pontonów, jachtów, tramwajów wodnych, HouseBoatów, jak i innych dużych łodzi. Ale niezbędny jest **akumulator**. Jednak nie może to być akumulator wyjęty z samochodu. Akumulatory te mają zupełnie inną charakterystykę i zastosowanie. Ich moc jest wykorzystywana głównie do uruchomienia zapłonu (prąd rozruchowy), a później, podczas jazdy, są stale ładowane alternatorem. Nie można dopuścić do ich całkowitego rozładowania.

**Akumulator** do napędu **silnika elektrycznego łodzi** musi oddawać energię cały czas, a wtedy przecież nie ma dodatkowego ładowania. Dlatego stosuje się **akumulatory żelowe**, tzw. głębokiego rozładowania, które mają znacznie dłuższą żywotność i nie szkodzi im pełne, nawet wielokrotne rozładowanie. Do uzupełniania całego układu energii potrzebna jest jeszcze **ładowarka impulsowa**, którą ładuje się akumulator<sup>165</sup>.

### Budowa i działanie silnika elektrycznego

Silnik elektryczny przetwarza energię elektryczną na energię mechaniczną, czyli prąd elektryczny dostarczony do silnika powoduje wprawienie go w ruch.

Ze względu na rodzaj napięcia zasilającego silniki elektryczne dzielą się na<sup>166</sup>:

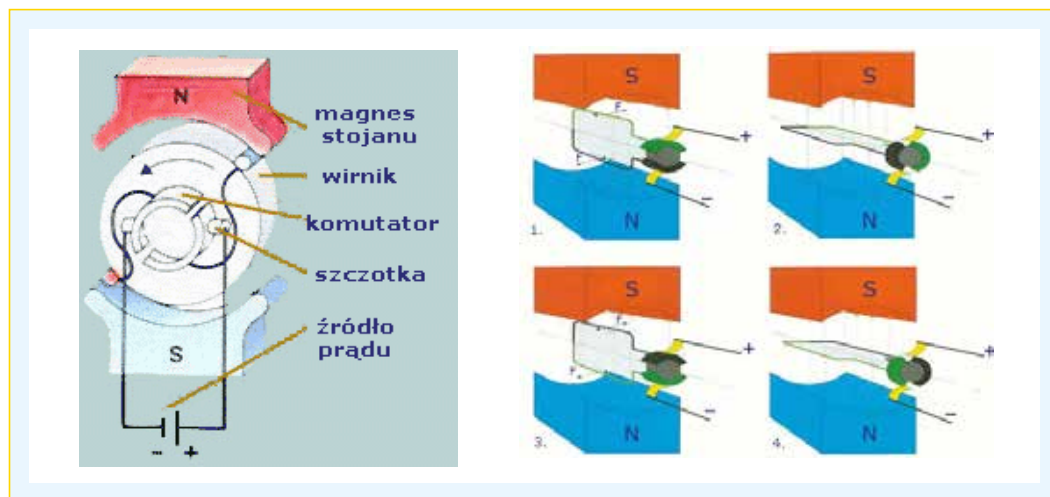
- 1) silniki elektryczne prądu stałego,
- 2) silniki elektryczne prądu zmiennego,
- 3) silniki uniwersalne.

### Budowa silnika elektrycznego

Silnik składa się z:

- szczotek – które dostarczają prąd do silnika,
- komutatorów – które zmieniają kierunek prądu w ramce,
- magnesów – które wytwarzają pole magnetyczne niezbędne do wprawienia ramki w ruch,
- wirnika (ramki) – dzięki dostarczeniu prądu to właśnie ta część silnika jest wprawiana w ruch<sup>167</sup>.

### Schemat silnika



● **Ryc. nr 109.** Przedstawiające działanie silnika elektrycznego.

Źródło: Wynalazki i Odkrycia, *Silnik elektryczny*, <https://wynalazki.andrej.edu.pl/wynalazki/32-s/531-silnik-elektryczny> [dostęp: 2.07.2022 r.].

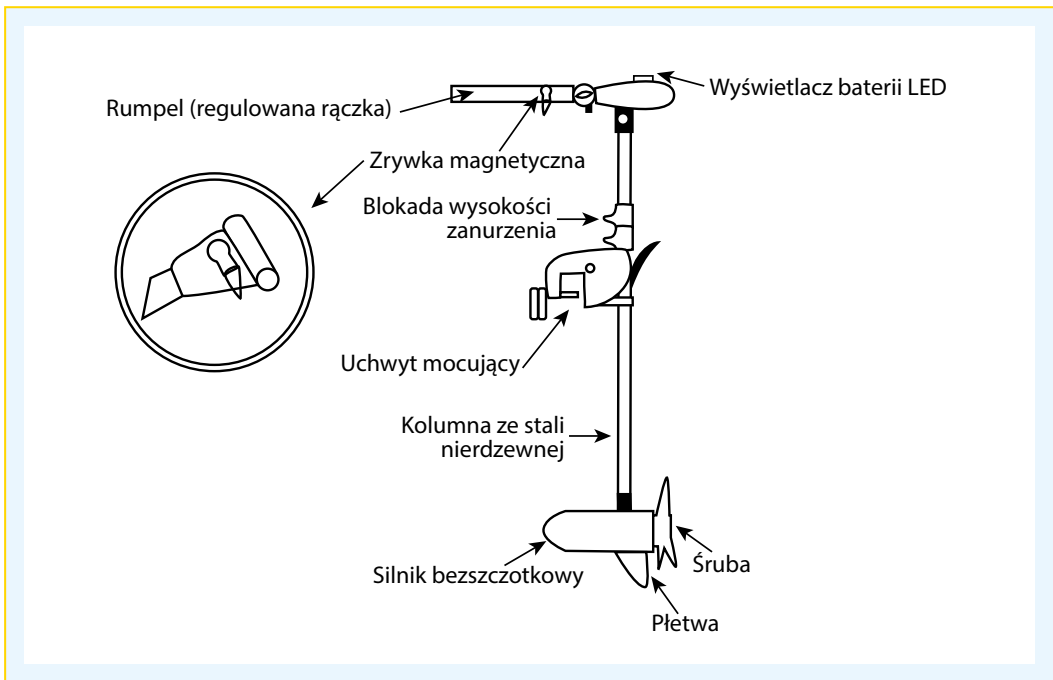
<sup>165</sup> M. Jabłoński, *Wady i zalety silników elektrycznych*, „Wiatr” – magazyn dla żeglarzy, <http://magazynwiatr.pl/blog/wady-i-zalety-silnikow-elektrycznych> [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>166</sup> Wynalazki i Odkrycia, *Silnik elektryczny*, <https://wynalazki.andrej.edu.pl/wynalazki/32-s/531-silnik-elektryczny> [dostęp: 2.07.2022 r.].

<sup>167</sup> Tamże.

**Silnik elektryczny zaburtowy stosowany do małych łodzi składa się z:**

- 1) manetki, regulacji prędkości,
- 2) zrywki magnetycznej,
- 3) wskaźnika naładowania baterii,
- 4) blokady wysokości zanurzenia,
- 5) uchwytu mocowania,
- 6) kolumny ze stali nierdzewnej,
- 7) śruby,
- 8) płetwy,
- 9) silnika elektrycznego.



**Ryc. nr 110.** Budowa silnika elektrycznego.

Źródło: Opracowanie własne autora.

Przy doborze silnika elektrycznego bierze się pod uwagę parametry łodzi. Ważniejszym parametrem od wagi łodzi jest jej szerokość, długość, zbiorniki wodne (spokojne, wzburzone, rzeki). Dlaczego szerokość? A dlatego, że ona robi największy opór! Przykład: łódź 4 m o szerokości 1,5 m i kajak 4 m o szerokości 80 cm, obciążenie 2 os. Odpowiedź oczywista, że kajak robi mniejsze opory.



Wybór na wody spokojne i wzburzone:

szer. – lbs

130 cm – 30 lbs 1 funt (lbs) = 0,45359237 kg

135 cm – 35 lbs

140 cm – 40 lbs

145 cm – 45 lbs

150 cm – 50 lbs

155 cm – 55 lbs

160 cm – 60 lbs

180 cm i więcej pomyśl o silniku 24V.

Odpowiedni dobór silnika elektrycznego do łodzi przedstawia ryc. nr 111.

Dobór Silnika do Łodzi.															
W prawidłowym doborze silnika, kierujemy się szerokością łodzi wg tabeli.															
jeśli długość łodzi jest większa niż podana w tabeli to wybór należy dobrać według długości.															
Szer.	100cm	120cm	125cm	130cm	135cm	140cm	145cm	150cm	155cm	160cm	170cm	180cm	220cm	250cm	300cm
Di. Max	200cm	250cm	260cm	310cm	360cm	380cm	400cm	420cm	440cm	470cm	490cm	510cm	550cm	600cm	800cm
Uciąg															
Lbs.															
20	5	4	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30	5+	5+	5+	5	4	3	2	X	X	X	X	X	X	X	X
36	5+	5+	5+	5+	5	4	3	2	1	X	X	X	X	X	X
40	XX	5+	5+	5+	5+	5	4	3	2	1	X	X	X	X	X
45	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5	4	3	2	1	X	X	X	X
50	XX	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5	4	3	2	1	X	X	X
55	XX	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5	4	3	2	1	X	X
60	XX	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5	4	3	2	1	X	X
80	XX	XX	XX	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5	4	2	X	X
100	XX	XX	XX	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5	3	X	X
110	XX	XX	XX	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5	4	1	X
130	XX	XX	XX	XX	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5+	5	5	2	X
220	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	5+	5+	5

Dobór silnika do pontonu.												
W prawidłowym doborze silnika, kierujemy się szerokością pontonu wg tabeli.												
jeśli długość pontonu jest większa niż podana w tabeli to wybór należy dobrać według długości.												
Szer.	100cm	120cm	125cm	130cm	130cm	140cm	145cm	150cm	155cm	160cm	170cm	180cm
Di. Max	180cm	220cm	240cm	250cm	260cm	270cm	280cm	290cm	310cm	330cm	360cm	420cm
5												
4												
3												
2												
1												
X												
XX												
5+												

5 - prawidłowo dobrany silnik na zmienne warunki pogodowe  
 4 - prawidłowo dobrany silnik na umiarkowane warunki pogodowe  
 3 - dobór akceptowalny na spokojne warunki pogodowe  
 2 - dobór akceptowalny na spokojne warunki pogodowe ( słabe osiągi)  
 1 - dobór jako silnik awaryjny  
 X - nie nadaje się  
 XX - za duży ( w niektórych przypadkach może zniechęcić do zainstalowania, przełoży się na dużą prędkość )  
 5+ - większa prędkość

**Wrazie wątpliwości dzwonić 44 647 13 35**  
 łódka łódce nie jest równa, tabela ta została sporządzona na podstawie wieloletnich testów i danych zebranych od klientów, chętnie się nimi podzielimy, o czekujemy na wasze spostrzeżenia i uwagi.

● **Ryc. nr 111.** Schemat napędu jądrowego statku.

Źródło: Portal Nuclear, *Inne zastosowania energii jądrowej*, <https://nuclear.pl/zastosowania,inne,inne,0,0.html> [dostęp: 5.01.2021 r.].

Warto wiedzieć:

KM – koń mechaniczny

HP – koń parowy

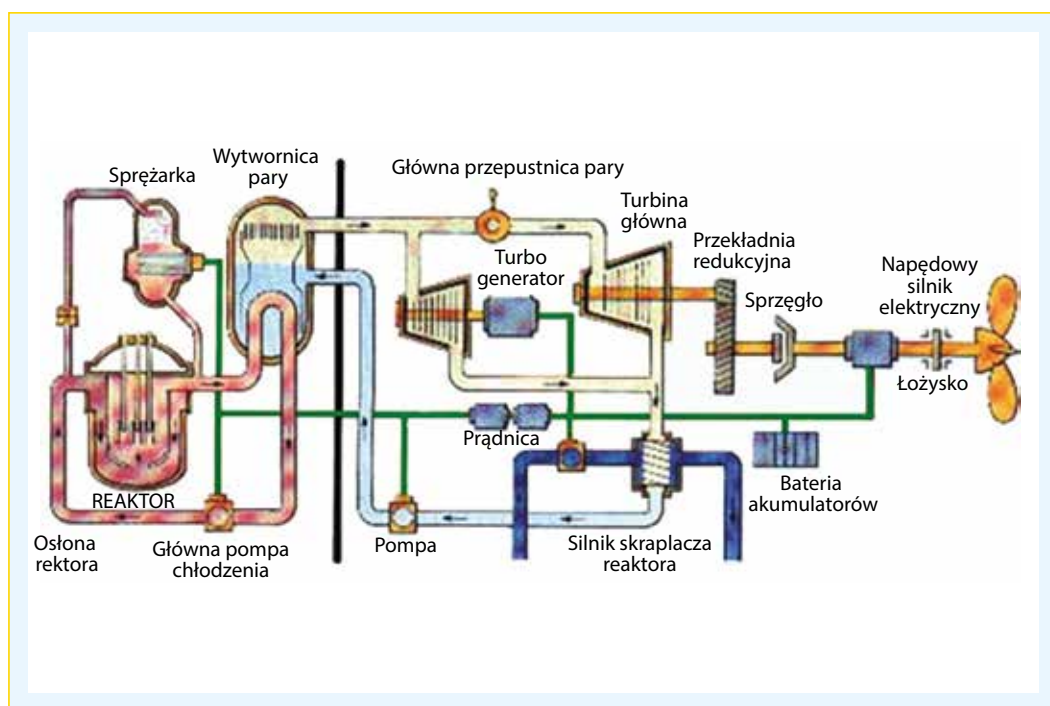
1 KM = 735 W

1 HP = 746 W

1000 W = 1 kW = 1,3596 KM lub 1,341 HP

### 12.3. Napęd jądrowy

Stosowany na lodołamaczach, lotniskowcach oraz okrętach podwodnych. To układ, w którego skład wchodzi między innymi **silnik** zasilany przez **reaktor jądrowy**. Najczęściej w ramach tego układu **reaktor** wytwarza parę, która napędza **turbinę**. Poprzez system przekładni **turbina** napędza **wał**. **Turbina** może również **napędzać generator elektryczny**, który z kolei przekazuje wytworzoną energię elektryczną do **silnika elektrycznego**. Takie rozwiązanie stosuje się na atomowych okrętach podwodnych, eliminując system przekładni, będący niepożądanym źródłem hałasu<sup>168</sup>.



● **Ryc. nr 112.** Schemat napędu jądrowego statku.

Źródło: Portal Nuclear, *Inne zastosowania energii jądrowej*, <https://nuclear.pl/zastosowania,inne,inne,0,0.html> [dostęp: 5.01.2021 r.].

<sup>168</sup> Wikipedia, *Okrętowy napęd jądrowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Okrętowy\\_napęd\\_jądrowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Okrętowy_napęd_jądrowy) [dostęp: 3.02.2021 r.].

# 13.

## MECHANIZMY POMOCNICZE NA STATKU

### 13.1. Urządzenia pomocnicze

Na statku powstały w celu zapewnienia właściwego funkcjonowania głównego silnika statku, ale również systemów rurociągów i wyposażenia maszyny.

Urządzenia pomocnicze w siłowni okrętowej to:

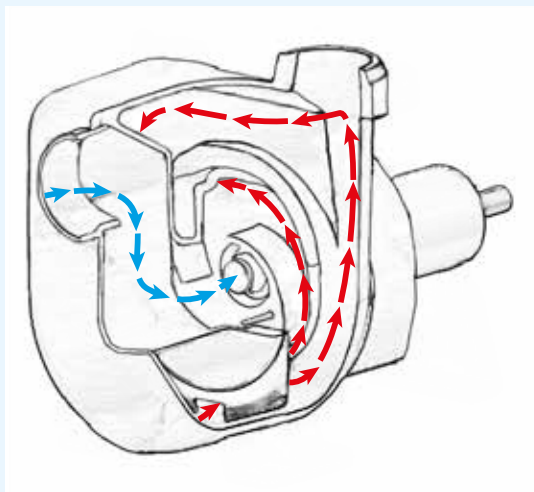
- **pompy** obsługujące: instalacje chłodzenia, zęzowe, balastowe, transportowe, ppoż. i inne;
- **podgrzewacze** służące do podnoszenia temperatury silnika głównego przed rozruchem,
- **chłodnice** redukujące temperaturę oleju silnika głównego, wody chłodzącej silnika głównego, czynników instalacji klimatyzacyjnych,
- **wyparowniki** służące do oczyszczania wody do celów sanitarnych i wody do zasilania kotłów parowych,
- **skraplacze** stosowane do kondensacji wody i w instalacjach chłodniczych,
- **sprężarki** służące do sprężania gazów,
- **wirówki** oczyszczające paliwa i olej,
- **spalarki** służące do dekontaminacji śmieci i innych odpadów,
- **separatory wód zaolejonych** do oddzielenia pozostałości olejowych od wód zęzowych; woda po przejściu przez separator staje się bezpieczna dla środowiska naturalnego i jest wypompowana za burtę<sup>169</sup>.

#### POMPY WIROWE

To urządzenia zaliczane do maszyn **wirnikowych**, za pomocą których zwiększa się tak zwany kręt cieczy. **Pompy** wyposażone są w obracający się wirnik, który przekazuje energię cieczy znajdującej się wewnątrz **pompy**. W trakcie obracania się wirnika **energia ciśnieniowa zamieniana jest w kinetyczną**<sup>170</sup>.

<sup>169</sup> *Materiały dydaktyczne. Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”, Akademia Morska w Szczecinie, s. 28.

<sup>170</sup> Inżynieria.com, *Pompy wirowe – co to jest, jak działają i gdzie się je stosuje?*, <https://inzynieria.com/wodkan/wiadomosci/57748pompy-wirowe-co-to-jest-jak-dzialaja-i-gdzie-sie-je-stosuje> [dostęp: 3.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 113.** Pompy wirowe  
Źródło: Opracowanie własne autora.

### ZASADA DZIAŁANIA POMPY WIROWEJ

Woda wprowadzona do urządzenia przepływa przez łopatki wirnika, które tworzą tzw. kręt cieczy. Woda zyskuje w ten sposób **energię kinetyczną**, która ulega częściowej przemianie w **energię ciśnienia**.

Silnik, wydzielając energię, przekazuje ją cieczy przekierowanej do pompy wirnikowej, w wyniku czego następuje **wzrost energii ciśnienia i energii kinetycznej**. Po wyjściu cieczy z wirnika następuje dalsza ewolucja energii kinetycznej w energię ciśnienia. Eskalacja energii kinetycznej i ciśnienia w pompie jest zależna od budowy wirnika i jego prędkości obrotowej. W pompach wyporowych przyrost jest zależny od wydajności<sup>171</sup>.

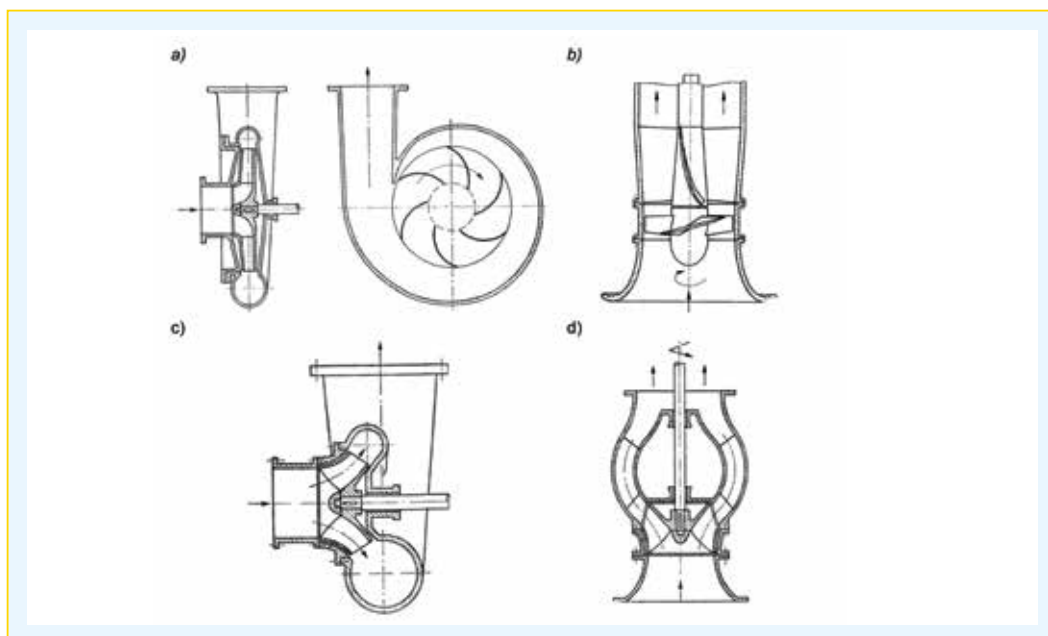
### PODZIAŁ POMP WIROWYCH

**1. KRĘTNE** – w zależności **od kierunku przepływu cieczy** przez wirnik:

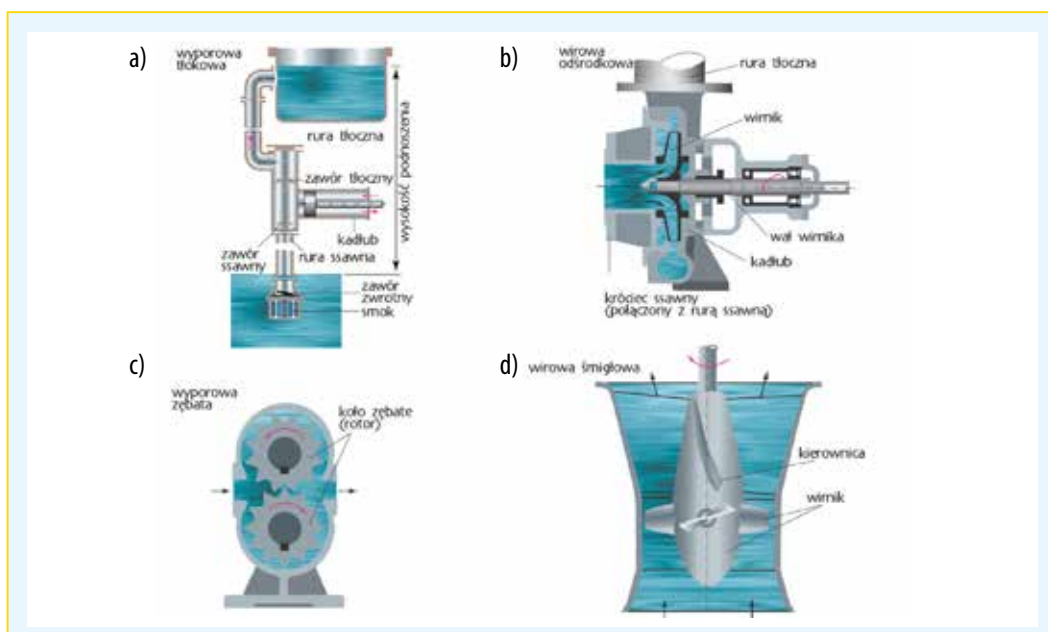
- **odśrodkowe** – o promieniowym, odśrodkowym przepływie cieczy w płaszczyźnie prostopadłej do osi wirnika (lub zbliżonej do prostopadłej),
- **helikoidalne** – o przepływie ukośnym i obwodowym kanale zbiorczym pompowanej wody,
- **diagonalne** – o ukośnym przepływie w obrębie wirnika, lecz po wypływie z niego dalszy przepływ wody jest zgodny z kierunkiem osiowym,
- **śmigłowe** – o przepływie osiowym przez wirnik<sup>172</sup>.

<sup>171</sup> Vademecum dla uczniów technikum, *Pompy wirowe*, <http://www.instsani.pl/678/pompy-wirowe> [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>172</sup> Tamże.



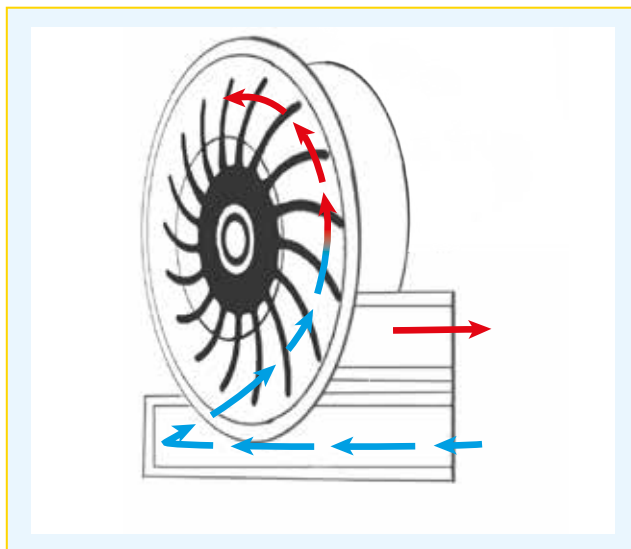
● **Ryc. nr 114.** Schemat pomp wirowych a) pompa odśrodkowa, b) śmigłowa, c) helikoidalna, d) diagonalna  
 Źródło: M. Stępniewski, *Pompy*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1985, s. 32–34.



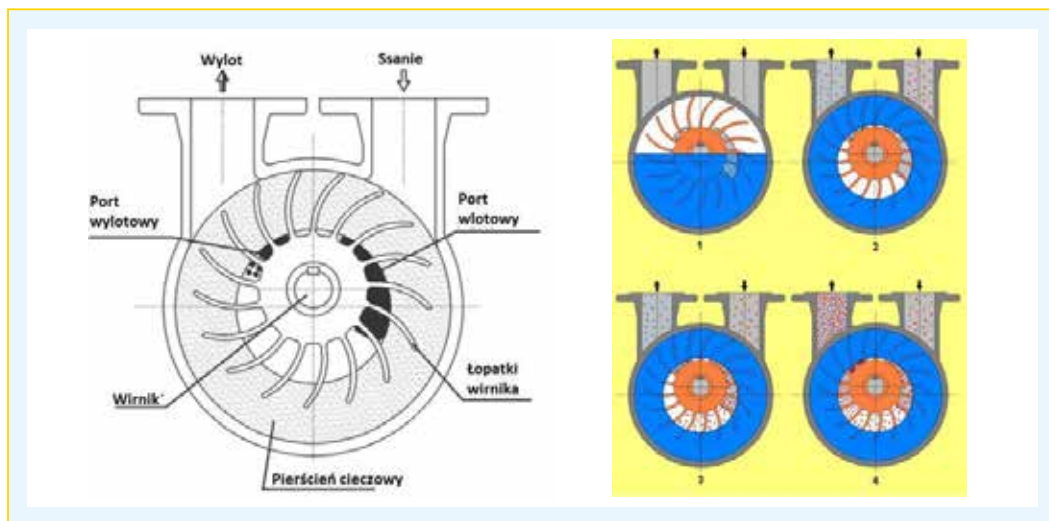
● **Ryc. nr 115.** Pompy wirowe a) wyporowa tłokowa, b) wirowa odśrodkowa, c) wyporowa zębata, d) wirowa śmigłowa.  
 Źródło: Encyklopedia PWN, *Pompa*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Pompa;2233880.html> [dostęp: 30.21.2020 r.].

**2. KRĄŻENIOWE** – ze względu na możliwe do uzyskania niskie wartości podciśnienia stosowane są jako pompy próżniowe<sup>173</sup>:

- **bocznokanałowe,**
- **z pierścieniem wodnym,**
- **peryferyalne.**



● **Zdjęcie nr 116.** Pompa bocznokanałowa.  
Źródło: Opracowanie własne autora.



● **Ryc. nr 117.** Pompa z pierścieniem wodnym.

Źródło: Kierunek Pompy, E. Matuszyński, *Suchobieg, kawitacja, nadmiar lub niedomiar cieczy wpływający na rozmiar pierścienia wodnego...*, <https://www.kierunekpompy.pl/artukul,57520,suchobieg-kawitacja-i-pierscien-cieczowy.html> [dostęp: 2.07.2022 r.].

<sup>173</sup> Wikipedia, *Pompa wirowa krążeńiowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pompa\\_wirowa\\_krążeńiowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pompa_wirowa_krążeńiowa) [dostęp: 3.02.2021 r.].

**3. PERYFERALNE** – wymagają wód czystych, pozbawionych odłamków, jakichkolwiek ciał stałych lub ściernych – mogłyby wówczas zostać uszkodzone<sup>174</sup>.

W zależności **od liczby stopni pompy** można dalej dzielić na:

- 1) **jednostopniowe**,
- 2) **wielostopniowe**.

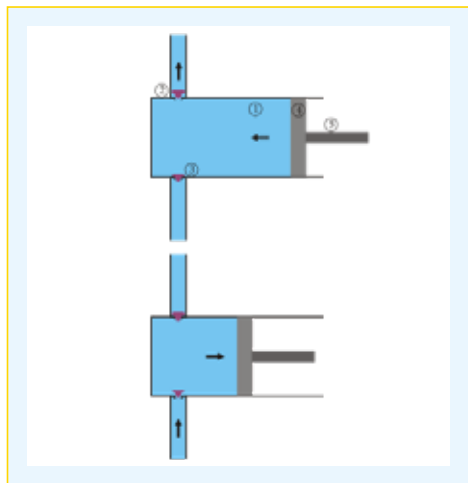
Ze względu na **położenie wału pompy wirowe** dzielimy na:

- **poziome**,
- **pionowe**.

Pompy wirowe są to **urządzenia wysokoobrotowe sprzęgane** bezpośrednio z **silnikami szybkobieżnymi, elektrycznymi, turbinami parowymi czy gazowymi**. Prędkość obrotowa pomp wirowych wynosi zwykle 500–3000 obr./min, a przy napędzie turbiną parową około 5000–12 000 obr./min<sup>175</sup>.

**SPRĘŻARKI I DMUCHAWY** – do krążącego paliwa, wody morskiej i słodkiej wykorzystywanej do chłodzenia systemu niezbędnego do dostarczania powietrza. Jest ono podawane do układu rozruchowego głównego silnika i wykorzystywane do chłodzenia ładowni i do klimatyzacji różnych części statku oraz maszyn chłodniczych.

**SEPARATORY (pompa zęzowa)** – do usuwania wody, np. z zęzy, i innych zanieczyszczeń powstałych z paliwa i oleju, układu kierowniczego maszyny.



● **Ryc nr 118.** Schemat działania pompy tłokowej jednostronnej.  
Źródło: Wikipedia, *Pompa tłokowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pompa\\_tłokowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pompa_tłokowa) [dostęp: 15.07.2022 r.].



● **Ryc. nr 119.** Wymiennik ciepła.  
Źródło: Wikipedia, *Wymiennik ciepła*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wymiennik\\_ciepła](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wymiennik_ciepła) [dostęp: 15.07.2022 r.].

<sup>174</sup> Kierunek Pompy, *Pompa peryferyjna*, <https://www.kierunekpompy.pl/artukul,23605,technika-pompo-w-pigulce-pompa-peryferalna.html> [dostęp: 15.07.2022 r.].

<sup>175</sup> Vademecum dla uczniów technikum, *Pompy wirowe*.

**WYMIENNIKI CIEPŁA** – urządzenia, których główną funkcją jest wymiana ciepła pomiędzy dwoma (lub więcej) płynami<sup>176</sup>. Używane również do skraplania oparów, podgrzewania i chłodzenia płynów, takich jak woda, olej.

**KABESTANY** – urządzenia służące do łatwiejszego wybierania bądź luzowania lin, łańcuchów pracujących pod znacznym obciążeniem.

**WINDY KOTWICZNE (braszpil)** – urządzenia służące do podnoszenia i opuszczania kotwicy. Zasadniczą cechą **odróżniającą windę od kabestanu** jest **pozioma oś bębna**. Winda kotwiczna może mieć napęd ręczny lub mechaniczny, np. za pomocą silnika elektrycznego<sup>177</sup>.



● **Ryc. nr 120.** Kabestan.  
Źródło: Wikipedia, *Kabestan*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kabestan> [dostęp: 3.02.2021 r.].



● **Ryc. nr 121.** Winda kotwiczna.  
Źródło: Wikipedia, *Winda kotwiczna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Winda\\_kotwiczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Winda_kotwiczna) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>176</sup> Wikipedia, *Wymiennik ciepła*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wymiennik\\_ciepła](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wymiennik_ciepła) [dostęp: 15.07.2022 r.].

<sup>177</sup> Wikipedia, *Winda kotwiczna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Winda\\_kotwiczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Winda_kotwiczna) [dostęp: 3.02.2021 r.].



**WCIĄGARKI DO ZAŁADUNKU, KOTWICZENIA ORAZ CUMOWANIA** – urządzenia mechaniczne, których używa się do ciągnięcia przedmiotów w górę lub w bok oraz w celu uzyskania odpowiedniego „naciągu” liny, kabla czy drutu.

Popularna wciągarka składa się z bębna i korbki. Za pomocą korbki nawijana jest lina na bęben.

Wciągarki w zależności od potrzeb mogą mieć zasilanie elektryczne, hydrauliczne, pneumatyczne lub za pomocą wewnętrznych napędów spalinowych. Obecnie prawie każda wciągarka służąca do załadunku wyposażona jest w hamulec bezpieczeństwa. Są to zazwyczaj automatyczne, elektromagnetyczne lub mechaniczne blokady bębna.

Do mniejszych ciężarów używane są wciągarki ręczne, łańcuchowe lub linowe wykorzystujące zasadę kabestanu i zapadki. Do większych ciężarów stosuje się zwykle wciągarki hydrauliczne o sile ciągnięcia około 300 kN i większych, których napędem jest zwykle silnik spalinowy<sup>178</sup>.

**WCIĄGARKI HYDRAULICZNE** – specjalistyczne wciągarki, w których kabestany lub bęben obracane są za pomocą napędu hydraulicznego zasilanego silnikiem spalinowym lub elektrycznym<sup>179</sup>.



● Ryc. nr 122. Wciągarka hydrauliczna.

Źródło: Wikipedia, *Wciągarka hydrauliczna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka\\_hydrauliczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka_hydrauliczna) [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>178</sup> Wikipedia, *Wciągarka*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka> [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>179</sup> Wikipedia, *Wciągarka hydrauliczna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka\\_hydrauliczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka_hydrauliczna) [dostęp: 3.02.2021 r.].

# 14.

## RODZAJE NAPĘDÓW

System napędowy to jeden z zasadniczych elementów statku. Parametry łodzi, takie jak prędkość, przyspieszenie, manewrowość, sprawność, oraz samo przeznaczenie łodzi zależą od wybranego przez użytkownika układu napędowego.

**Tradycyjny napęd śrubowy na sztywnym wale** – prostota wykonania i duża niezawodność. Napęd stosowany przeważnie do łodzi o prędkości poniżej 30 km/h, sporadycznie do jednostek dużych i ciężkich. Napęd tolerancyjny na duże różnice w tonażu, sprawdzający się w trudnych warunkach. Najczęściej spotykany, tani w serwisowaniu<sup>180</sup>.

Silnik, wytwarzając energię, przekazuje ją za pośrednictwem **przekładni redukcyjno-nawrotnej na wał**, na którym obsadzona jest śruba napędowa. Sam wał umieszczony jest w tzw. **pochwie wału**, która w zależności od budowy oraz materiału, z którego jest wykonana łódź, wkomponowana jest w kadłub. W zależności od mocy silnika stosuje się wały o różnej średnicy. Im większy wał, tym większa moc silnika. Układ sterowania wykonany jest w postaci płyty sterowej znajdującej się za śrubą napędową. Czasami spotyka się dwie płyty sterowe ustawione po bokach śruby napędowej. Taki układ sterowy cechuje się małą sprawnością przy niskich prędkościach obrotowych silnika<sup>181</sup>.

**Układ ze sztywnym wałem** spotykany jest na łodziach: **wypornościowych, rybackich, ratunkowych** oraz dużych **łodziach żaglowych** z dodatkowym silnikiem manewrowym<sup>182</sup>.

### 14.1. Napęd śrubowy

**Śruby** dobiera się indywidualnie do jednostki pływającej. Dobierając śrubę, należy pamiętać, że pełni ona na statku zadanie, takie jak skrzynia biegów w samochodzie.

Śrubę cechuje tzw. **skok śruby**. **Im większy skok śruby, tym śruba jest szybsza, ale radzi sobie z mniejszą masą. Im śruba ma mniejszy skok, tym jest wolniejsza, ale radzi sobie z większą masą.**

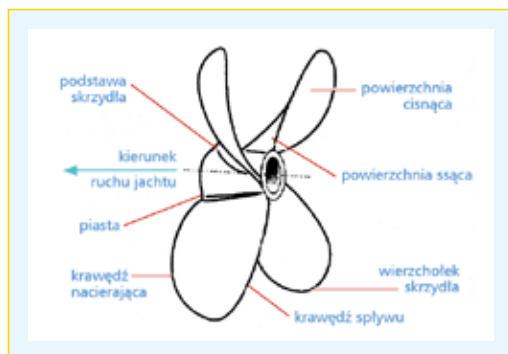
<sup>180</sup> JP Marine, *Rodzaje napędów i ich krótka charakterystyka*, <http://www.jpmarine.pl/rodzaje-napedow-i-ich-krotka-charakterystyka> [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>181</sup> AB Marine Engineering, *Układy napędowe*, <http://www.marineengineering.pl/napedy> [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>182</sup> Tamże.

Jeżeli **podczas pływania** silnik bez problemu **wkręca się na maksymalne obroty (ok. 5500)**, to można **zwiększyć skok śruby**. W ten sposób uzyskuje się **większą prędkość**. Jeżeli **natomiast łódź pływa zbyt wolno, należy zmniejszyć skok śruby**, aby silnik przy **tym obciążeniu mógł wkręcić się na maksymalne obroty**.

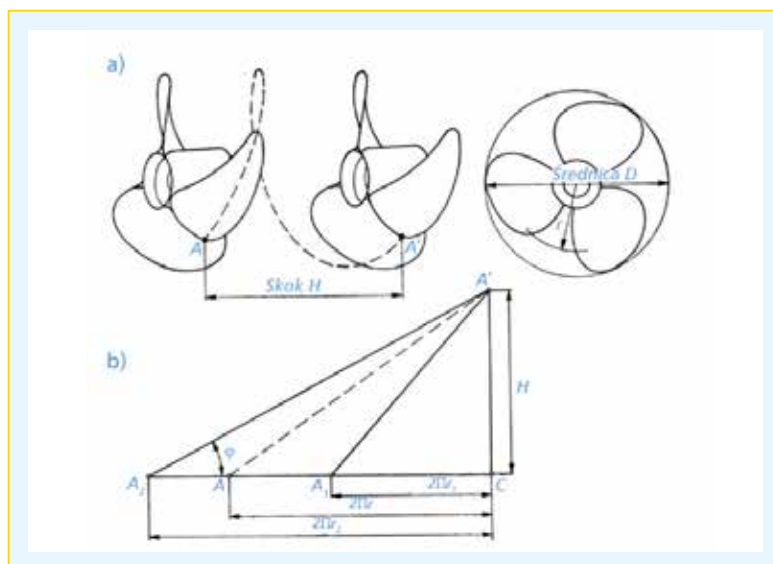
**Wyjątek stanowią** silniki manewrowe, które korzystają ze śrub pociągowych o bardzo małym skoku, przeznaczonych do ciężkich jednostek<sup>183</sup>.



**Ryc. nr 123.** Widok śruby czteroskrzydłowej z zaznaczonymi elementami.  
Źródło: K. Zbierski, *Działanie śruby napędowej*, „Biuletyn Techniki Jachtowej” 2020, nr 6, <https://btj.com.pl/2020/09/10/dzialanie-sruby-napedowej> [dostęp: 15.07.2022 r.].

### Parametry śruby

**Średnica** to odległość mierzona w poprzek okręgu zataczanego przez końce łopatek podczas obrotu śruby. Średnica zwykle zwiększa się dla śrub wykorzystywanych przez łodzie wolniejsze i zmniejsza dla łodzi szybszych. Jeżeli wszystkie pozostałe zmienne pozostają stałe, średnica będzie zwiększać się wraz ze wzrostem mocy; średnica będzie zwiększać się, gdy zmniejszają się obroty (RPM) – wolniejsze obroty silnika i/lub większe przełożenie redukcyjne; średnica powinna zwiększać się, gdy zwiększa się wynurzenie śruby<sup>184</sup>.



**Ryc. nr 124.** Parametry geometryczne śruby napędowej: a) skok i średnica, b) rozwinięcie linii śrubowych, leżących na powierzchni śrubowej o stałym skoku.  
Źródło: K. Zbierski, *Działanie śruby napędowej*, „Biuletyn Techniki Jachtowej” 2020, nr 6, <https://btj.com.pl/2020/09/10/dzialanie-sruby-napedowej> [dostęp: 15.07.2022 r.].

<sup>183</sup> Raksa, *Wszystko o śrubach napędowych*, <https://raksa.com.pl/webpage/wszystko-o-srubach-napedowych.html> [dostęp: 3.02.2021 r.].

<sup>184</sup> Tamże.

### Skok śruby

**Skok** to droga, jaką śruba pokona w czasie jednego obrotu. Gdy śruba jest identyfikowana jako **13 i 3/4 x 21**, posiada **średnice 13 i 3/4 cala (35 cm) oraz skok 21 cali (53 cm)**<sup>185</sup>.

### Kąt natarcia

**Kąt natarcia** jest kątem, pod którym łopatka śruby jest ułożona do piasty. Podstawowe śruby dla silników zaburtowych i napędów rufowych na ogół mają kąt natarcia ok. 15°. Śruby o większych kątach natarcia (dużej wydajności) często posiadają wzrastający kąt natarcia, który może osiągać 30° na końcu łopatki. Im większy kąt natarcia tym większa zdolność śruby do działania w kawitacji. W lżejszych, szybszych łodziach, z większą wysokością pawęży silnika lub napędu, większy kąt natarcia często zwiększy osiągi, dzięki wyższemu przytrzymaniu dziobu łodzi, skutkującego jej większą prędkością z powodu mniejszego oporu kadłuba. Jednakże, przy niektórych bardzo lekkich, szybkich łodziach, większy kąt natarcia może powodować zbyt duże uniesienie dziobu, czyniąc te łodzie mniej stabilnymi<sup>186</sup>.

### Liczba łopatek

**Śruba z pojedynczą łopatką** mogłaby mieć najwyższą sprawność, gdyby znosiła wibracje. Tak więc, w celu uzyskania akceptowalnego poziomu zrównoważenia z dużo mniejszymi wibracjami najbardziej skuteczna **jest śruba o dwóch łopatkach**. W miarę dodawania łopatek zmniejsza się sprawność, a także poziom wibracji. **Śruby z trzema łopatkami** to złoty środek dla wibracji. Różnica skuteczności pomiędzy śrubą o dwóch oraz śrubą o trzech łopatkach jest uważana za mniej znaczącą niż różnica wibracji. Prawie wszystkie **śruby regatowe** są obecnie wykonywane **jako trzy- lub czterołopatkowe**<sup>187</sup>.



● **Ryc. nr 125.** Kąt natarcia.  
Fot. P. Konstantynowicz.



● **Ryc. nr 126.** Śruba 3-łopatkowa.  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>185</sup> Tamże

<sup>186</sup> Tamże.

<sup>187</sup> Tamże.

**3-łopatkowe śruby napędowe:**

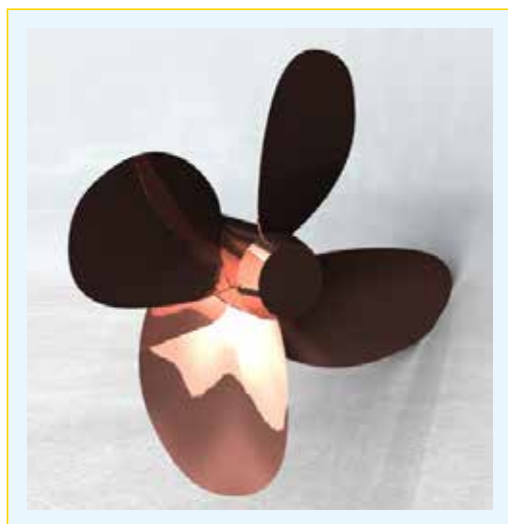
- używane najpowszechniej,
- dobrze przenoszą moc w spokojnych warunkach,
- najwyższa prędkość maksymalna,
- dobre ogólne osiągi.

**4-łopatkowe śruby napędowe:**

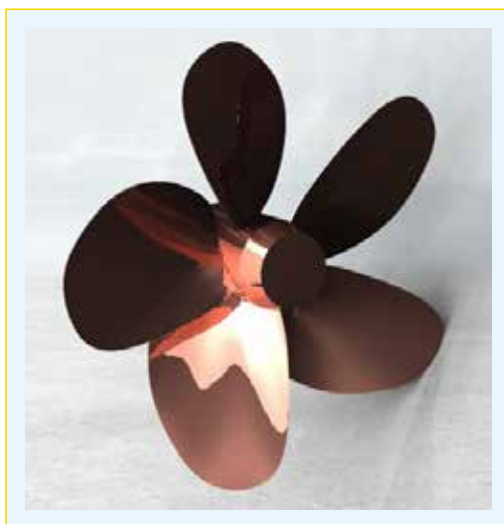
- szybsze wejście w ślizg,
- utrzymują łódź w miejscu przy niższych prędkościach,
- zwiększona prędkość w średnim zakresie, przy takich samych obrotach jak trójłopatkowa,
- lepsze manewrowanie przy niższych prędkościach,
- pracują spokojniej niż trójłopatkowa.

**5-łopatkowe śruby napędowe**

- najlepsze przyśpieszenie ze startu zatrzymanego,
- bardzo płynna praca,
- najszybsze wejście w ślizg<sup>188</sup>.



● **Ryc. nr 127.** Śruba 4-łopatkowa.  
Źródło: Politechnika Gdańska, A. Rachwalik, *Parametryczna śruba okrętowa*.



● **Ryc. nr 128.** Śruba 5-łopatkowa.  
Źródło: Politechnika Gdańska, A. Rachwalik, *Parametryczna śruba okrętowa*.

<sup>188</sup> Tamże.

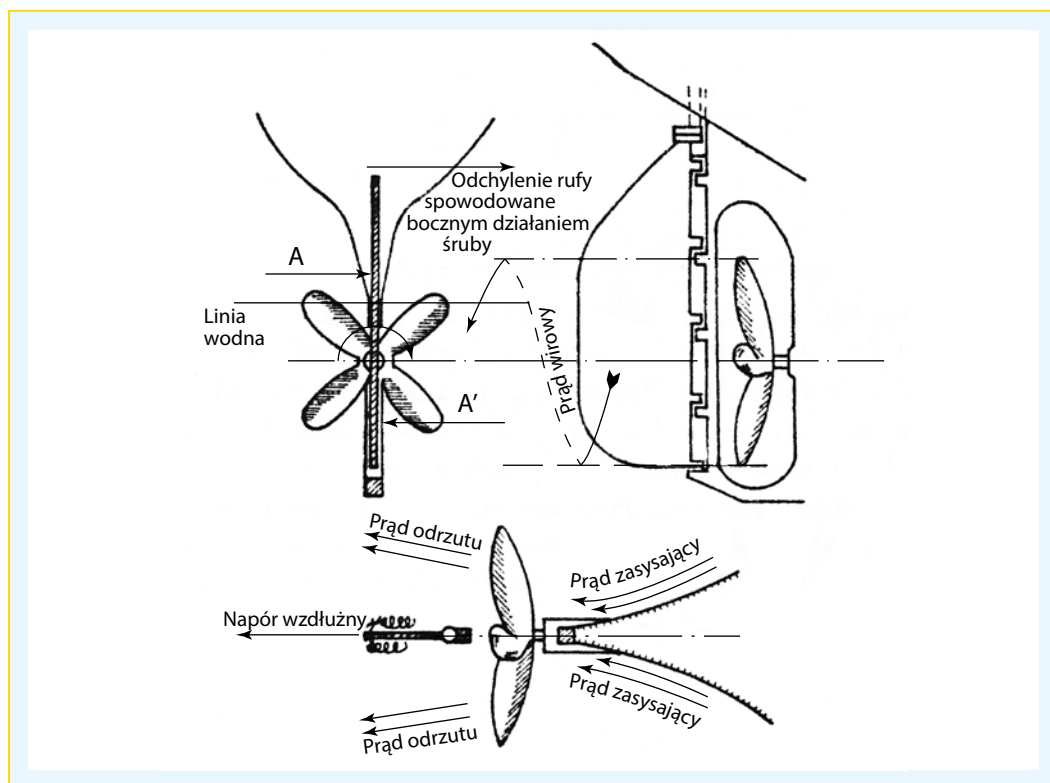
### Materiał na śruby napędowe, aluminium czy stal?

Najbardziej popularnym materiałem wykorzystywanym obecnie na śruby do łodzi **jest aluminium**. To mocny, łatwo naprawialny i odporny na korozję materiał, lecz **stal nierdzewna** jest prawie **pięć razy mocniejsza**.

#### Stal nierdzewna:

- jest prawie pięć razy mocniejsza,
- odporna na zarysowania i uderzenia,
- łopatki ze stali nierdzewnej są cieńsze i bardziej skuteczne,
- jest dużo bardziej odporna na korozję niż aluminium,
- śruby z łopatkami ze stali nierdzewnej są lepiej wymierzone – pozwalając użytkownikowi dokładnie dobrać oczekiwane osiągi,
- śruby do dużych maksymalnych prędkości i większej ogólnej sprawności powinny być wykonane ze stali nierdzewnej<sup>189</sup>.

#### Zjawiska powstające wokół pracującej śruby



● **Ryc. nr 129.** Powstawanie prądów w czasie pracy śruby.

Źródło: T. Lisiewicz, *Teoria prowadzenia statku, w: Łocja i nawigacja. Dla kandydatów na stopnie oficerskie w żegludze śródlądowej*, praca zbiorowa, maszynopis, s. 14.

<sup>189</sup> Tamże.

**Prąd zasysający** – jest to zasysanie strug wody przez śruby przy płynięciu statku do przodu (naprzód). Działa jedynie na ster przy ruchu wstecz<sup>190</sup>.

**Prąd odrzutu** – powstaje przy odpychaniu wody wstecz przy płynięciu statkiem naprzód. Powoduje on zwiększenie ciśnienia po tej stronie steru, na którą następuje zwrot statku. Zmniejszenie ciśnienia występuje natomiast po stronie przeciwnej płata steru<sup>191</sup>.

**Prąd wirowy** – powstaje wewnątrz odpychanego przez śrubę strumienia wody wskutek wirowego ruchu skrzydeł śruby. Wpływa korzystnie na ster, a jego siła zwiększa się przy zwrocie statku w prawo przy śrubie prawoskrętnej, przy śrubie lewoskrętnej w lewo<sup>192</sup>.

**Boczne działanie śruby** – powstaje na skutek różnicy oporu wody, jaki napotykają skrzydła pracującej śruby w górnym i dolnym położeniu. Ma ono odwrotny wpływ niż działanie prądu wirowego. Powoduje, że przy śrubie prawoskrętnej rufa ma tendencję do skręcania w prawo. Wynika to z faktu, że siły obwodowe przy obrocie śruby są większe w dolnej części z powodu większego tam ciśnienia<sup>193</sup>.

**Prąd (strumień) nadążający** – powstaje za kadłubem statku przy jego posuwaniu się naprzód. Wpływa ujemnie na działanie steru, szczególnie na statkach śródlądowych, płytkich, ale szerokich. Jego negatywny wpływ zwiększa się przy rufach pawężowych<sup>194</sup>.



● **Ryc. nr 130.** Kawitacja wokół śruby, eksperyment w tunelu wodnym.

Źródło: Wikipedia, *Kawitacja*, pl.wikipedia.org/wiki/Kawitacja [dostęp: 3.03.2021 r.].

### Zjawisko kawitacji

**Kawitacja** – zjawisko fizyczne polegające na gwałtownej przemianie fazowej z fazy ciekłej w fazę gazową pod wpływem zmniejszenia ciśnienia. Jeżeli ciecz gwałtownie przyspiesza, zgodnie z zasadą zachowania energii, ciśnienie statyczne cieczy musi zmaleć<sup>195</sup>.

<sup>190</sup> T. Lisiewicz, *Teoria prowadzenia statku*, w: *Locja i nawigacja. Dla kandydatów na stopnie oficerskie w żegludze śródlądowej*, praca zbiorowa, maszynopis, s. 15.

<sup>191</sup> Tamże.

<sup>192</sup> Tamże.

<sup>193</sup> Tamże.

<sup>194</sup> Tamże.

<sup>195</sup> Wikipedia, *Kawitacja*, pl.wikipedia.org/wiki/Kawitacja [dostęp: 3.03.2021 r.].

**Kawitacja** jest jednym z **głównych źródeł hałasu**, co stanowi szczególny problem na przykład na okrętach podwodnych czy w instalacjach pracujących pod wysokim ciśnieniem. Głównymi czynnikami wpływającymi na jej występowanie w płynącej strudze cieczy jest temperatura i ciśnienie<sup>196</sup>.

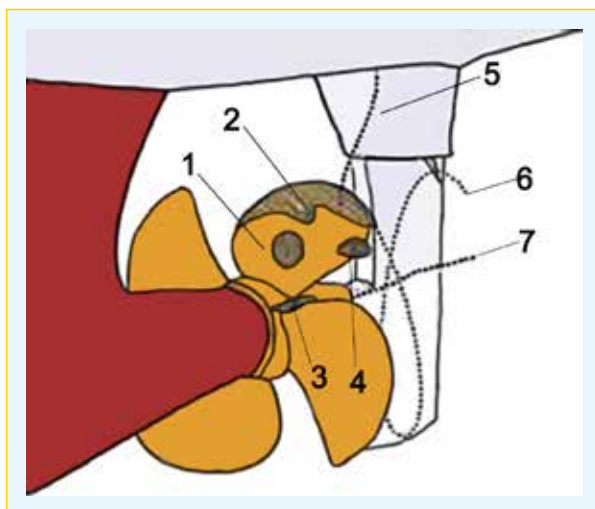
Polega na powstawaniu i gwałtownym zaniku pęcherzyków gazowych w cieczy, czemu towarzyszą nagłe zmiany ciśnienia. Spadek ciśnienia statycznego prowadzi do wrzenia cieczy i tworzenia się pęcherzyków gazu. Po opuszczeniu obszaru szybkiego przepływu ciśnienie znów rośnie, a pęcherzyki zapadają się i najczęściej gwałtownie implodują, a to w konsekwencji wytwarza falę uderzeniową.

Czas tworzenia się pęcherzyka kawitacyjnego i czas jego trwania to jedynie tysięczne części sekundy<sup>197</sup>.

Obecnie uciążliwa staje się też **kawitacja występująca w tunelach sterów** strumieniowych, zamontowanych na małych statkach specjalistycznych wykorzystujących tzw. DP (system dynamicznego pozycjonowania) oraz na statkach pasażerskich wyposażonych w takie ster, w celu uzyskania dużej manewrowości w ciasnej zabudowie portowej.

Kawitacja ma niekorzystny, szkodliwy wpływ między innymi na **pompy wirowe i wporowe**.

Kawitacja może mieć jednak także użyteczne zastosowania, takie jak produkcja emulsji, czyszczenie powierzchni, pompa kawitacyjna<sup>198</sup>.



**Ryc. nr 131.** Schemat występowania poszczególnych rodzajów kawitacji wokół śruby okrętowej: 1 – kawitacja pęcherzykowa, 2 – kawitacja wstęgowa, 3 – kawitacja u nasad łopatek, 4 – kawitacja wirowa (kłębiasta), 5 – kawitacja szczelinowa, 6 – kawitacja wirowa od końców łopatek, 7 – kawitacja wirowa od piasty.

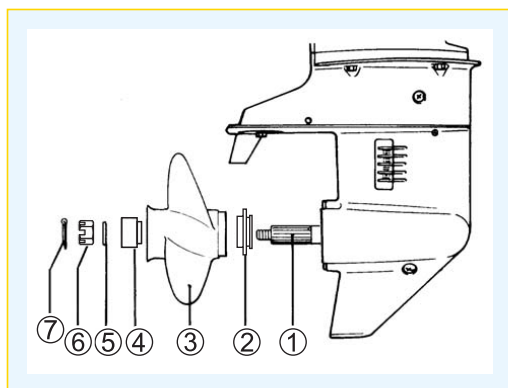
Źródło: M. Adamski, *Kawitacja – lekceważone zjawisko*, „Rynek Instalacyjny” 2009, nr 11, <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id1194,kawitacja-lekcewazone-zjawisko> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>196</sup> M. Adamski, *Kawitacja – lekceważone zjawisko*, „Rynek Instalacyjny” 2009, nr 11, <http://www.rynekinstalacyjny.pl/artukul/id1194,kawitacja-lekcewazone-zjawisko> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>197</sup> Tamże.

<sup>198</sup> Wikipedia, *Kawitacja*.





● **Ryc. nr 132.** Montaż śruby napędowej.  
 Źródło: Podręcznik użytkownika DF25 PL, [http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/ic\\_df\\_25.pdf](http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/ic_df_25.pdf) [dostęp: 5.03.2021 r.].

### Montaż śruby napędowej

1. Nanieść na wałek śruby „1” smar wodo-odporny dla lepszej ochrony przed korozją.
2. Umieścić zatyczkę „2” na wałku.
3. Nasunąć śrubę „3” na wałek.
4. Umieścić tuleję ustalającą „4” i podkładkę „5” na wałku.
5. Dokręcić nakrętkę „6” z momentem obrotowym 29–31 Nm.
6. Umieścić zawleczkę „7” i zgiąć ją, aby nakrętka się nie odkręciła.

Demontaż przebiega w odwrotnej kolejności.

## 14.2. Napęd przekładniowy typu „Z”

Alternatywnym napędem jest **tzw. przekładnia typu „Z”**. Jest ona często spotykana na łodziach rekreacyjnych i turystycznych. Produkowana przez znane firmy, takie jak: Mercruiser, Volvo Penta, Yanmar<sup>199</sup>.

Nazwa tej przekładni wynika ze sposobu ułożenia dwóch wałów, które układają się w literę Z. **Poziomy wał wytworzony przez silnik energię przekazuje do skrzyni lub przekładni, gdzie następnie jest oddawana na śrubę napędową umocowaną na pionowym wale.** Przekładnia taka daje możliwość manewrowania statkiem przód-tył oraz prawo-lewo. Dzięki takiemu rozwiązaniu **nie wymaga dodatkowej skrzyni redukcyjno-manewrowej** oraz **stosowania steru za śrubą**. Dodatkowo daje możliwość redukcji obrotów silnika w zależności od potrzeby<sup>200</sup>.

Układ napędowy typu „Z” występuje w kilku odmianach: STERN DRIVE, w którego skład wchodzi przekładnie typu: Alpha One, Bravo One, Bravo Two, Bravo Three, OUTBOARD, SURFACE DRIVE.

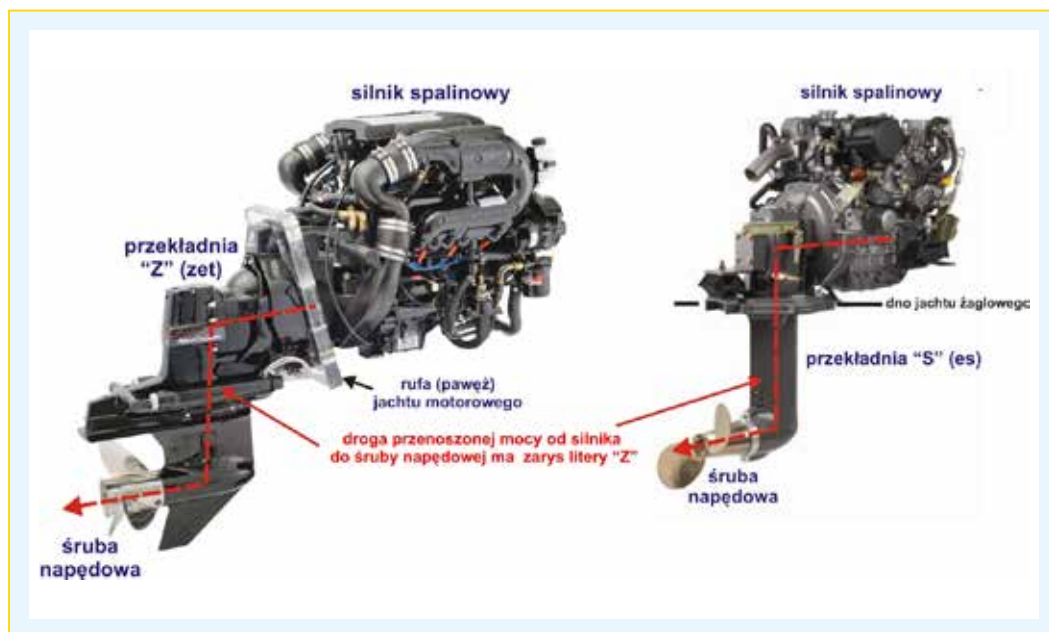
**STERN DRIVE** – przekładnie **typu Z** do silników wbudowanych (**Alfa, Bravo 1, Bravo 2, Bravo 3, Volvo**), skomplikowana i wysoce awaryjna konstrukcja, podatna na uszkodzenia wynikające z niewłaściwego użytkowania i serwisowania (uszczelnienia, olej). Napęd nie nadający się do pływania na płycznach. Zastosowanie w mało obciążonych jednostkach poniżej 8 m, w tym przy konfiguracji pojedynczej. Napęd typu Z dobrze sprawdza się do jednostek operujących przy prędkościach do 25 km. Dysponuje dużą manewrowością przy

<sup>199</sup> AB Marine Engineering, *Układy napędowe*, <http://www.marineengineering.pl/napedy> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>200</sup> Tamże.

konfiguracji podwójnej przekładni. Do zastosowań komercyjnych (obciążonych) dedykowany jest napęd typu KONRAD (najbardziej niezawodny na rynku). Napęd drogi w użytkowaniu i wymagający wyspecjalizowanej obsługi<sup>201</sup>.

**Silnik spalinowy w napędzie wbudowanym** może być bezpośrednio połączony ze specjalną przekładnią, na której końcu znajduje się śruba napędowa. Nie ma wówczas długiego wału we wnętrzu kadłuba jachtu. Przekładnia taka znajduje się **za rufą jachtu motorowego** lub **pod dnem jachtu żaglowego**. Pierwsza nazywa się **przekładnią „Z”**, druga **przekładnią „S”**. Stąd napędy z takimi przekładniami noszą nazwy odpowiednio: **„Z” i „S”** („S” z ang.: Sail Drive). W napędach tych, mimo przyjętych różnych nazw, droga przenoszonej mocy ma zarys litery Z. W pierwszym napędzie sterowanie jachtem odbywa się za pomocą obrotu przekładni, w drugim, jak na każdym jachcie żaglowym, za pomocą płetwy sterowej<sup>202</sup>.



● **Ryc. nr 133.** Przekładnia „Z” i „S”.

Źródło: Jachting Motorowy, K. Zbierski, *Co to jest przekładnia „Z” a czym jest przekładnia „S”?*, <https://www.motorowy.com/blog/krzysztof-zbierski/co-jest-przekladnia-czym-jest-przekladnia-s> [dostęp: 3.03.2021 r.].

### Przekładnia ALPHA ONE

- 1) jest bardzo **popularnym napędem typu „Z”**,
- 2) jest przeznaczona do silników stacjonarnych zarówno benzynowych, jak i wysokoprężnych,

<sup>201</sup> JP Marine, *Rodzaje napędów i ich krótka charakterystyka*, <http://www.jpmarine.pl/rodzaje-napedow-i-ich-krotka-charakterystyka> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>202</sup> Jachting Motorowy, K. Zbierski, *Co to jest przekładnia „Z” a czym jest przekładnia „S”?*, <https://www.motorowy.com/blog/krzysztof-zbierski/co-jest-przekladnia-czym-jest-przekladnia-s> [dostęp: 3.03.2021 r.].

- 3) charakteryzuje się dużą niezawodnością, wyposażona w pompę wody zaburtowej do chłodzenia silnika,
- 4) przeznaczona jest do łodzi lekkich,
- 5) śruba napędowa jest całkowicie zanurzona w wodzie, a płyta kawitacyjna zabezpiecza śrubę przed kawitacją śruby, zwiększając przy tym jej sprawność<sup>203</sup>.

#### **Przekładnia BRAVO ONE**

- 1) przeznaczona do silników stacjonarnych benzynowych oraz diesla,
- 2) przekładnie tego typu są najbardziej wytrzymałe i niezawodne,
- 3) przeznaczone do łodzi ciężkich oraz do dużych silników o mocy do 600 HP,
- 4) przekładnie typu BRAVO nie mają wbudowanej pompy wody,
- 5) silniki wyposażone w ten model przekładni mogą korzystać z wbudowanej czepni wody, choć przez wielu producentów silników zalecana jest dodatkowa czepnia wody<sup>204</sup>.



**Ryc. nr 134.** Przekładnia BRAVO TWO.  
Fot. P. Konstantynowicz.

#### **Przekładnia BRAVO TWO**

- 1) jest jedną z najbardziej wytrzymałych pod względem mechanicznym,
- 2) uznawana za przekładnię roboczą,
- 3) różni się od pozostałych przekładni rozmiarem oraz wagą,
- 4) wymaga specjalnej gamy śrub napędowych dedykowanych wyłącznie do serii BRAVO TWO,
- 5) silnik chłodzony jest wodą,
- 6) charakteryzuje się większym zanurzeniem niż pozostałe przekładnie,
- 7) stosowana przy mniejszych mocach – do 450 HP<sup>205</sup>.

<sup>203</sup> AB Marine Engineering, *Napędy typu Z*, <http://www.marineengineering.pl/napedy-typu-bravo> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>204</sup> Tamże.

<sup>205</sup> Tamże.

**Przekładnia BRAVO THREE**

- 1) wykorzystywana w łodziach rekreacyjnych o większej sprawności niż przekładnia BRAVO ONE oraz BRAVO TWO,
- 2) przekładnia przystosowana do pracy w układzie przeciwnych śrub – duo prop,
- 3) wymaga wyjątkowej gamy śrub napędowych, które występują w rozmiarach od 19" w wersji polerowanej oraz matowej,
- 4) przekładnia BRAVO THREE dedykowana jest do łodzi szybkich, do silników benzynowych i wysokoprężnych o mocy do 500 HP<sup>206</sup>.



● **Ryc. nr 135.** Przekładnia BRAVO THREE  
Fot. P. Konstantynowicz.

<sup>206</sup> Tamże.

### 14.3. Outboard

Najbardziej popularny napęd zintegrowany z silnikiem zaburtowym umocowanym na pałę o solidnej konstrukcji. Dobrze sprawdzający się przy jednostkach **do długości 12 m i prędkościach do 40 km/h**. Stosowany **tylko z silnikami benzynowymi**, podatny na uszkodzenia przy niewłaściwym użytkowaniu, lecz pozwalający pływać po wypłyeniach. Stosunkowo tani w zakupie i prosty w obsłudze. Nienadający się do intensywnej eksploatacji, koszty naprawy mogą przewyższać cenę zakupu nowego napędu<sup>207</sup>.

### 14.4. Surface drive

Napęd najlepiej sprawdzający się przy podwójnej konfiguracji w jednostkach powyżej 8 m długości i prędkości powyżej 30 km/h. Cechuje się sporą manewrowością na płytkiej wodzie. Wybierany ze względu na prostą i niezawodną konstrukcję oraz niskie koszty utrzymania. Głównie stosowany w szybkich łodziach motorowych, patrolowych typu RIB. Stosowany z silnikami diesla i benzynowymi, wymagający oddzielnej przekładni do redukcji przełożenia i obsługi biegów. Dla dobrego wykorzystania napędu właściwe musi być jego skonfigurowanie<sup>208</sup>.

<sup>207</sup> JP Marine, *Rodzaje napędów i ich krótka charakterystyka*, <http://www.jpmarine.pl/rodzaje-napedow-i-ich-krotka-charakterystyka> [dostęp: 4.03.2021 r.].

<sup>208</sup> Tamże.

# 15.

## RODZAJE PĘDNIKÓW

Pod pojęciem pędników należy rozumieć różne systemy sterowania i napędowe. Rodzaj zastosowanego pędnika ma decydujące znaczenie w wydajności całego układu, jaki stanowi statek. Przekłada się on bezpośrednio na bezpieczeństwo żeglugi (zdolności manewrowe statku), wyniki ekonomiczne (koszt urządzenia i zużywanego paliwa), niezawodność (stopień komplikacji) oraz degradację środowiska (odpady poeksploatacyjne).

Wyróżniamy kilka rodzajów pędników:

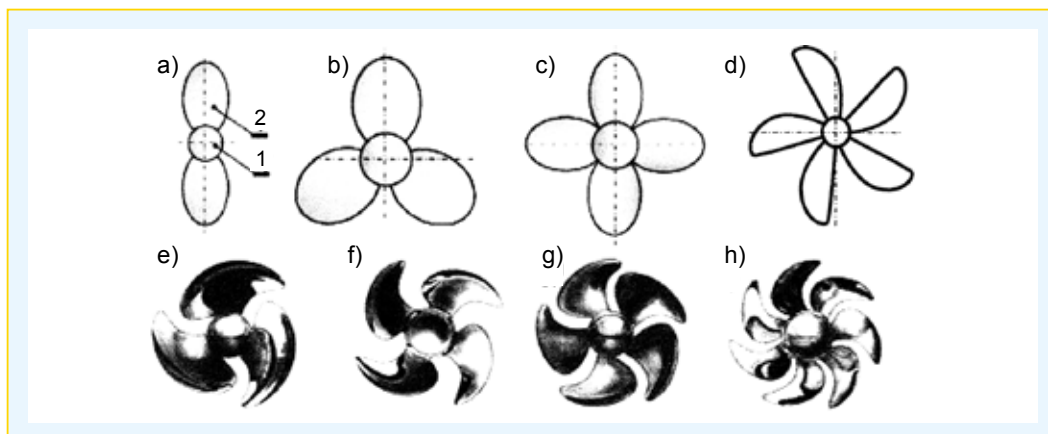
- 1) śruba napędowa o stałym skoku,
- 2) śruba o skoku zmiennym,
- 3) śruba nastawna,
- 4) śruba umieszczona w dyszy,
- 5) pędnik wodnoodrzutowy,
- 6) pędnik azymutalny (ASD),
- 7) pędnik gondolowy,
- 8) pędnik cykloidalny (VSP).

### 15.1.

#### Śruba napędowa o stałym skoku

To typ pędnika zapewniający możliwość wykorzystania pełnej mocy silnika. Z tego też względu śruby te dobierane są na etapie projektowania jednostki do warunków, w jakich będą pracować, **np. w warunkach holowania** czy pracy na uwięzi (**holowniki manewrowe**) lub w warunkach kompromisowych (**holowniki ratownicze**). Dla uzyskania napędu wstecz muszą być napędzane przez silniki lub przekładnie nawrotne<sup>209</sup>.

<sup>209</sup> T. Marut, *Analiza wybranych rozwiązań układów napędowych i urządzeń sterowych stosowanych na holownikach portowo-redowych*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 111.



● **Ryc. nr 136.** Przykłady śrub napędowych o stałym skoku:

a–c) śruby dwu-, trzy- i czteroskrzydłowe o klasycznym zarysie skrzydeł, d) śruba o małej powierzchni skrzydeł, e–h) śruby trzy-, cztero-, pięcio- i siedmioskrzydłowe o skrzydłach skośnych; 1 – piasta, 2 – skrzydło.

Źródło: T. Marut, *Analiza wybranych rozwiązań układów napędowych i urządzeń sterowych stosowanych na holownikach portowo-redowych*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 111.

## 15.2. Śruba o zmiennym skoku

Śruba napędowa o zmiennym skoku jest **pędnikiem okrętowym**, umożliwiającym dowolną regulację wartości i kierunku naporu poprzez zmianę skoku skrzydeł (płatów) przy stałym kierunku obrotów wału napędowego<sup>210</sup>.

Śruby takie znajdują się w silnikach nienawrotnych przy pracy w długich okresach czasowych przy zmiennym obciążeniu<sup>211</sup>.



● **Ryc. nr 137.** Śruba o zmiennym skoku.

Źródło: Full Ahead, *Śruba i ster – różne napędy*, [http://www.full-ahead.net/Silownia/sruba\\_wal/sruba/sruba\\_rozne/sruba\\_rozne.htm](http://www.full-ahead.net/Silownia/sruba_wal/sruba/sruba_rozne/sruba_rozne.htm) [dostęp: 15.07.2021 r.].

<sup>210</sup> Tamże, s. 111.

<sup>211</sup> Tamże.

**Korzyści z zastosowania śrub nastawnych:**

- 1) zmiany prędkości oraz kierunku pływania osiąga się bez zmiany liczby i kierunku obrotów silnika głównego, w związku z czym można stosować nienawrotne silniki napędowe;
- 2) w każdych warunkach pływania uzyskuje się pełne wykorzystanie silnika napędowego przy nominalnej liczbie obrotów silnika napędowego;
- 3) otrzymuje się dowolnie małe prędkości pływania niezależnie od minimalnej statecznej liczby obrotów silnika, co jest warunkiem wyznaczającym dolną granicę prędkości przy śrubach stałych;
- 4) opór śrub napędowych o skoku zmiennym jest mniejszy niż opór śrub o skrzydłach stałych.

**Wady śrub napędowych o skoku zmiennym:**

- 1) wyższe koszty w związku ze złożoną i delikatną konstrukcją piasty oraz wału śrubowego;
- 2) zwiększona średnica piasty powodująca zmniejszenie sprawności śruby średnio o 2–3%;
- 3) zwiększona długość piasty na jednostkach jednośrubowych stwarzająca trudności w konstruowaniu steru;
- 4) zmniejszona szerokość skrzydła u nasady wymagająca stosowania grubszych profili, co pociąga za sobą zmniejszenie sprawności śruby oraz większe niebezpieczeństwo wystąpienia zjawiska kawitacji;
- 5) o wiele mniejsza sprawność przy biegu wstecz niż śruby o skoku stałym<sup>212</sup>.

### 15.3. Śruba nastawna

Rodzaj śruby okrętowej, która posiada zdolność zmiany skoku poprzez obrót łopat wokół osi prostopadłej do osi obrotu pędnika. Zmiana skoku śruby powoduje zmianę siły naporu generowanej przez pędnik. Właściwość ta, w warunkach zmiennego obciążenia, pozwala na optymalne wykorzystanie mocy silnika napędowego poprzez dobór siły naporu pędnika stosownie do oporów stawianych przez środowisko. Możliwa jest również zmiana kierunku poruszania się statku bez zmieniania kierunku czy prędkości obrotowej wału śrubowego czy silnika – tylko poprzez zmianę kąta wychylenia łopat śruby. Dzięki śrubie nastawnej statki nie muszą mieć przekładni **redukcyjno-nawrotowej** dla biegu wstecz lub silnika nawrotnego<sup>213</sup>.

Dzięki zastosowaniu tego typu śruby stałe obroty wału umożliwiają wykorzystanie silnika głównego do produkcji energii elektrycznej. Rozwiązanie to nazywane jest prądnicą wałową. Jest stosowane m.in. na trawlerach rybackich. Zmiana skoku skrzydła śruby w większości przypadków realizowana jest za pomocą napędu hydraulicznego. Śruba nastawna jest obecnie szeroko stosowana na małych i średnich jednostkach pływających<sup>214</sup>.

<sup>212</sup> Tamże, s. 112.

<sup>213</sup> Wikipedia, *Śruba nastawna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Śruba\\_nastawna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Śruba_nastawna) [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>214</sup> Tamże.



## 15.4. Śruba umieszczona w dyszy

Usytuowanie śruby napędowej w dyszy pozwala na podwyższenie sprawności pędnika poprzez ukształtowanie strumienia wody dopływającej do pola kręgu śruby i ograniczenie w ten sposób strat osiowych.

### Dysza obrotowa zwana też dyszą Korta<sup>215</sup>

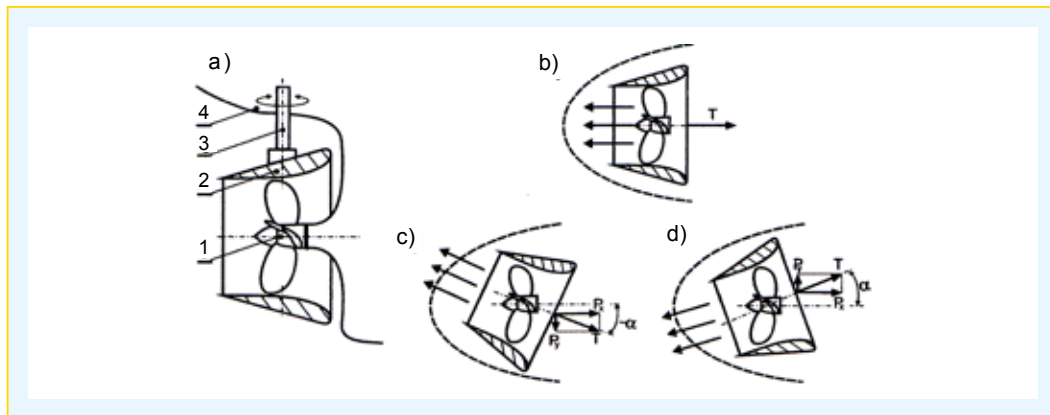
Rozwiązanie to umożliwia skuteczne sterowanie statkiem **przy bardzo małych, a nawet bliskich zeru, prędkościach pływania** oraz **znaczne zwiększenie uciążu**, szczególnie przy pracach **na uwięzi** – o około 60% w porównaniu ze śrubą o skoku stałym.

Kolejnym układem napędowym jest **układ JET**. Wykorzystywany wszędzie tam, gdzie najważniejsze jest całkowite **zanurzenie łodzi**.



● **Ryc. nr 138.** Dysza Korta.

Źródło: Full Ahead, *Śruba i ster – różne napędy*, [http://www.full-ahead.net/Silownia/sruba\\_wal/sruba/sruba\\_rozne/sruba\\_rozne.htm](http://www.full-ahead.net/Silownia/sruba_wal/sruba/sruba_rozne/sruba_rozne.htm) [dostęp: 26.12.2020 r.].



● **Ryc. nr 139.** Budowa i działanie obrotowej dyszy Korta: a) elementy składowe, b–d) działanie obrotowej dyszy Korta; T – siła naporu śruby,  $P_x$  – składowa wzdłużna,  $P_y$  – składowa poprzeczna,  $\alpha$  – kąt odchylenia dyszy, 1 – śruba napędowa, 2 – obrotowa dysza Korta, 3 – trzon maszyny sterowej, 4 – rufa statku

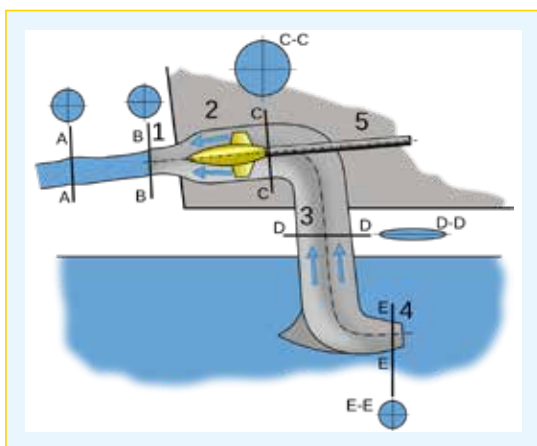
Źródło: T. Marut, *Analiza wybranych rozwiązań układów napędowych i urządzeń sterowych stosowanych na holownikach portowo-redowych*, „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 111.

<sup>215</sup> M. Giernalczyk, Z. Górski, J. Krefft, *Różne rozwiązania sterów jako sposób ograniczenia zużycia paliwa na statkach morskich*, „Logistyka” 2015, nr 6, s. 1415–1420.

## 15.5. Pędnik wodnoodrzutowy

**Zwany jako:** pędnik strumieniowy, pędnik wodnostrumieniowy, pędnik strugowodny. Stosowane też są angielskie nazwy: jet albo pump-jet, hydrojet, water jet (z ang. *pump* – pompać, tłoczyć; *jet* – strumień cieczy). **Pędnik okrętowy, który strumień wody wyrzucającej poza jednostkę pływającą zamienia na siłę poruszającą ją po wodzie**<sup>216</sup>.

Głównym użytkownikiem takich układów napędowych są służby mundurowe: wojsko i Policja oraz służby ratunkowe. Jednostki pływające napędzane są głównie stacjonarnymi silnikami diesla. Z powodu sposobu przeniesienia napędu ich sprawność **jest niższa o 30%** od układów **typu Z** oraz **układu na sztywnym wale**. Moment napędowy przekazywany jest za pomocą strumienia wody wytworzonego przez bardzo wydajną pompę wody napędzaną przez silnik stacjonarny. Pędniki tego typu nie wymagają zastosowania skrzyni nawrotnej, ale często stosuje się ją w celu dopasowania obrotów silnika do JET oraz do tzw. płukania, czyli czyszczenia kosza pędnika. Układ ten wymaga specyficznej budowy kadłuba, który zapewni odpowiedni i niezakłócony napływ wody do kosza ssącego wodę. Przed wyborem takiego układu napędowego zalecane jest dobranie odpowiedniego modelu pędnika. Nie-



**Ryc. nr 140.** Pędnik strugowodny dla szybkich jednostek

1. Dysza wylotowa, 2. Pędnik śrubowy, 3. Dyfuzor, 4. Wlot, 5. Wał napędowy.

Źródło: Wikipedia, *Pędnik wodnoodrzutowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник\\_wodnoodrzutowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник_wodnoodrzutowy) [dostęp: 3.03.2021 r.].

właściwe dobranie pędnika może spowodować, że silnik nie osiągnie prędkości znamionowej, a to może doprowadzić do przeciążenia silnika oraz nieosiągnięcia prędkości projektowej łodzi<sup>217</sup>.

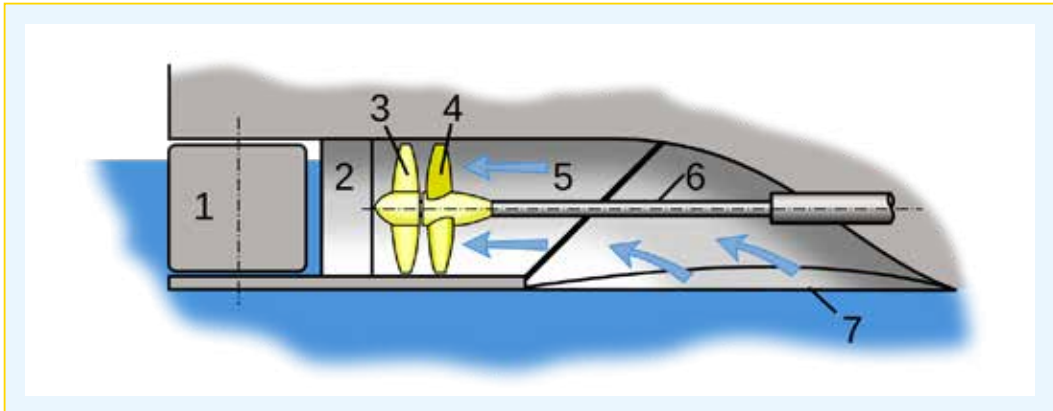
### Działanie pędnika wodnoodrzuтового

Woda jest zasysana przez pompę do tylnej części kadłuba, a następnie wytłaczana przez dyszę z pewną prędkością w kierunku przeciwnym do zamierzonego kierunku ruchu jednostki pływającej. W innych wariantach do napędu używa się również strumienia wody wytworzonego za pomocą **dyszy Korta**. Strumień wody o dużej prędkości i kontrolowanym kierunku napędza jednostkę i nadaje jej pożądany kierunek bez użycia steru<sup>218</sup>.

<sup>216</sup> Wikipedia, *Pędnik wodnoodrzutowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник\\_wodnoodrzutowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник_wodnoodrzutowy) [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>217</sup> AB Marine Engineering, *Układy napędowe*, <http://www.marineengineering.pl/napedy> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>218</sup> Wikipedia, *Pędnik wodnoodrzutowy*.



● **Ryc. nr 141.** Pędnik strugowodny dla wolnych jednostek.

1. Ster, 2. Wylot, 3. Przeciwsruba, 4. Pędnik śrubowy, 5. Kanał strugowodny, 6. Wał napędowy, 7. Wlot.

Źródło: Wikipedia, *Pędnik wodnoodrzutowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник\\_wodnoodrzutowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник_wodnoodrzutowy) [dostęp: 3.03.2021 r.].

**Do podstawowych elementów konstrukcyjnych pędnika strugowodnego zaliczamy:**

- kanał dolotowy wraz z osłoną,
- pierścień roboczy,
- pompa osiowa (w większości przypadków jest to śruba napędowa Kaplana) lub pompa odśrodkowa,
- przewodnice, których zadaniem jest likwidacja prędkości obwodowych strumienia wody powstającego za śrubą (często zjawisko to niweluje się też poprzez zastosowanie dwóch śrub w układzie osiowym przeciwbieżnym),
- kanał wylotowy (konfuzor),
- zastawki do sterowania kierunkiem wypływu strumienia wody.



● **Ryc. nr 142.** Dysza pędnika wodnoodrzutowego.

● **Ryc. nr 143.** Dwa pędniki strugowodne okrętu.

Źródło: Wikipedia, *Pędnik wodnoodrzutowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник\\_wodnoodrzutowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dник_wodnoodrzutowy) [dostęp: 3.03.2021 r.].

**Zalety:**

- 1) brak części wystających,
- 2) łatwe i skuteczne manewrowanie przez zmianę kierunku wypływu wody,
- 3) możliwość dużego obciążenia pędnika strugowodnego,
- 4) dedykowany do jednostek, gdzie użytkowanie tradycyjnej śruby jest niebezpieczne – Rescue boats, dive boats,
- 5) możliwość operowania w płytkich akwenach, lecz bez możliwości beaching – zaciągnięcia piasku do czepni.

**Wady:**

- 1) mała siła przy ruchu wstecz,
- 2) mniej wydajny od śruby przy małych prędkościach,
- 3) otwór zasysający wodę może zostać zatkany przez np. roślinność wodną; rozwiązaniem jest chwilowa zmiana kierunku obrotów śruby pędnika i odwrócenie przepływu wody w celu wypchnięcia zanieczyszczeń<sup>219</sup>,
- 4) słaba manewrowość przy niskich prędkościach,
- 5) naprawa i serwis wymagający wykwalifikowanej obsługi,
- 6) wrażliwy na zanieczyszczenia na płytkiej wodzie, podatny na awarię<sup>220</sup>.

## 15.6. Pędnik azymutalny

**Pędnik azymutalny (ASD – Azimuth Stern Drive)** – pędnik okrętowy, w którym urządzeniem wytwarzającym siłę powodującą ruch jednostki pływającej jest śruba zamocowana pod kadłubem statku na obracającym się (do 360°) wokół pionowej osi ramieniu<sup>221</sup>.

Nazywany jest on również **śrubosterem** lub **pędnikiem Schottela**<sup>222</sup>.

Silnik napędzający **pędnik azymutalny** umieszczony jest wewnątrz kadłuba statku, a moc jest przekazywana śrubie za pośrednictwem przekładni **typu „Z”**, z równoczesną możliwością obrotu wokół pionowej osi przekładni. Dzięki takiemu rozwiązaniu **siła naporu pędnika** może być skierowana w dowolną stronę.

Pędniki azymutalne mogą być mocowane do kadłuba, wciągane do odpowiednio ukształtowanej studni wewnątrz kadłuba lub wychylane<sup>223</sup>.

W ten sposób pędniki azymutalne mogą spełniać także **rolę steru** i zapewniają doskonałe **właściwości manewrowe**<sup>224</sup>.

<sup>219</sup> J. Kulczyk, J. Winter, *Śródlądowy transport wodny*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2003.

<sup>220</sup> JP Marine, *Rodzaje napędów i ich krótka charakterystyka*, <http://www.jpmarine.pl/rodzaje-napedow-i-ich-krotka-charakterystyka> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>221</sup> Wikipedia, *Pędnik azymutalny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik\\_azymutalny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik_azymutalny) [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>222</sup> Z. Górski, *Okrętowe mechanizmy i urządzenia pomocnicze*, Trademar, Gdynia 2010.

<sup>223</sup> „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 113.

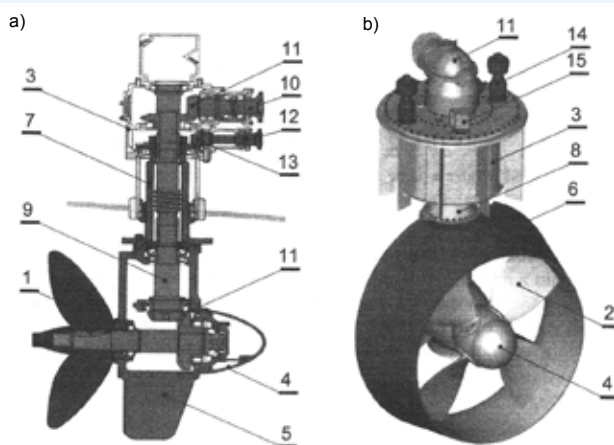
<sup>224</sup> Wikipedia, *Pędnik azymutalny*.

**Statki** posiadające **pędniki azymutalne** polepszają manewrowość w portach, stoczniach, nie potrzebują korzystać z usług holowników.



**Ryc. nr 144.** Pędnik azymutalny.

Źródło: Wikipedia, *Pędnik azymutalny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik\\_azymutalny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik_azymutalny) [dostęp: 3.03.2021 r.].



**Ryc. nr 145.** Budowa pędnika azymutalnego:

a) pędnik ze śrubą swobodną, b) pędnik ze śrubą w dyszy Korta; 1 – śruba swobodna, 2 – śruba Kaplana, 3 – obudowa przekładni, 4 – gondola, 5 – osłona śruby, 6 – dysza Korta, 7 – kolumna obrotowa, 8 – trzon, 9 – wał pośredni, 10 – wał napędowy, 11 – przekładnia stożkowa, 12 – wałek obrotu, 13 – przekładnia stożkowa, 14 – silnik hydrauliczny, 15 – nadajnik sprzężenia zwrotnego.

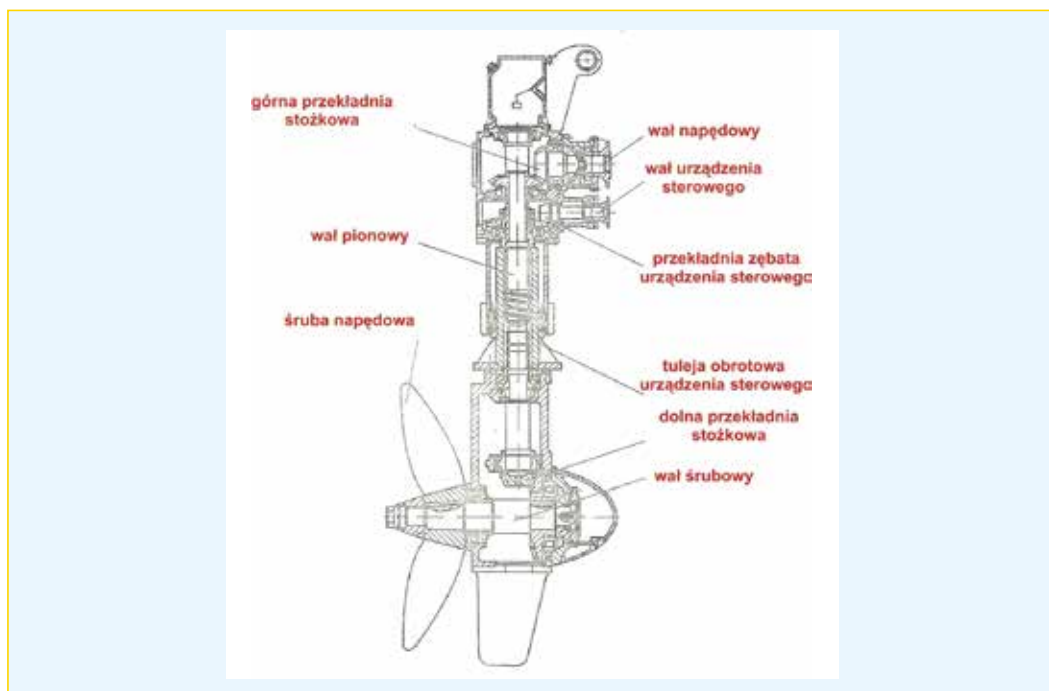
Źródło: „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 114.

## 15.7. Pędnik gondolowy

**Pędnik gondolowy** – nazwa pochodzi od umieszczenia silnika elektrycznego w gondoli, dzięki czemu może bezpośrednio napędzać śrubę. Silnik elektryczny czerpie energię z generatorów elektrycznych znajdujących się w siłowni. Jednak nie każdy pędnik gondolowy jest pędnikiem azymutalnym. Występują rozwiązania, w których gondola nie ma możliwości obracania się w osi pionowej. W takim przypadku pędnik gondolowy służy wyłącznie do napędu naprzód-wstecz i nie pełni funkcji steru<sup>225</sup>.

Taka gondola to nic innego, jak podwieszona pod kadłubem, odpowiednio ukształtowana obudowa (kapsuła), z której wychodzi wał śrubowy ze śrubą napędową. We wnętrzu gondoli znajdują się mechanizmy napędowe, a czasem nawet silnik elektryczny lub hydrauliczny<sup>226</sup>.

**Pędniki gondolowe** wykonują równocześnie dwie czynności: napędzają statek i sterują nim. W wyniku czego statki mają lepszą manewrowość niż ze stałą śrubą i klasycznym sterem<sup>227</sup>.



**Ryc. nr 146.** Schemat budowy pędnika gondolowego.

Źródło: Jachting Motorowy, *Pędniki gondolowe*, <https://www.motorowy.com/arttykul/17-03-2017/pedniki-gondolowe> [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>225</sup> Wikipedia, *Pędnik azymutalny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik\\_azymutalny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik_azymutalny) [dostęp: 3.03.2021 r.].

<sup>226</sup> Jachting Motorowy, *Pędniki gondolowe*, <https://www.motorowy.com/arttykul/17-03-2017/pedniki-gondolowe> [dostęp: 3.03.2021 r.].

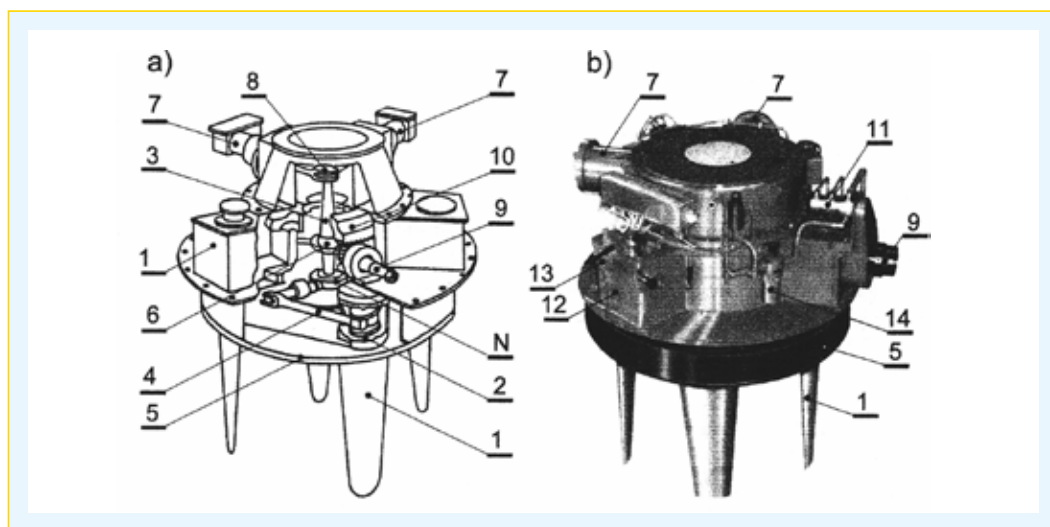
<sup>227</sup> Tamże.

## 15.8. Pędnik cykloidalny

**Pędnik cykloidalny (Voith-Schneider Propeller – VSP)** to zespoły  **pionowych płatów nośnych** usytuowanych na wirującej tarczy pod dnem statku. Dzięki **regulacji kątów natarcia płatów** układ pozwala uzyskać napór pędnika w dowolnym kierunku, co skutkuje zmianą kierunku ruchu statku.

Ze względu na konieczność kompensacji obrotowej reakcji kadłuba na statku muszą być użyte dwa pędniki o przeciwnych kierunkach obrotu tarcz wirujących<sup>228</sup>.

Pędniki cykloidalne charakteryzują się zwartą i modułową budową, możliwością szybkiego montażu oraz demontażu. Niski poziom hałasu jest przyczyną ich zastosowania w jednostkach do zwalczania min morskich<sup>229</sup>.



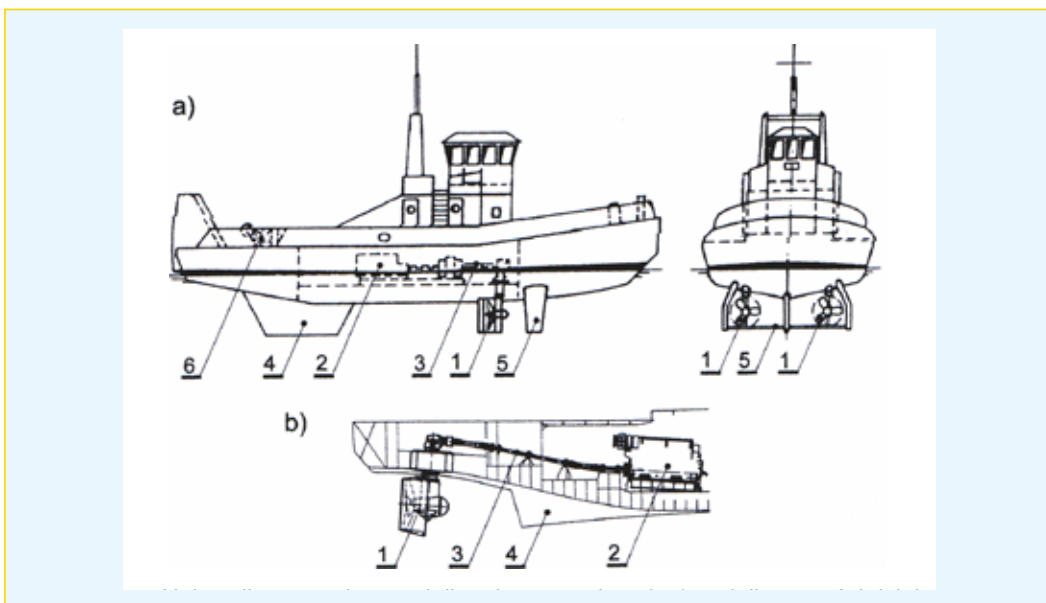
**Ryc. nr 147.** Budowa pędnika cykloidalnego (Voith-Schneider Propeller).

a) przekrój, b) widok pędnika; 1 – łopatką, 2 – obrotowa podstawa łopatką, 3 – wodzik, 4 – dźwignia mechanizmu nastawczego, 5 – przegub obrotu wodzika, 7 – siłownik hydrauliczny, 8 – zaczep trzonów siłowników, 9 – wał napędowy, 10 – zębatka przekładni napędowej, 11 – zespół pomp hydraulicznych, 12 – zbiornik oleju, 13 – ręczna pompa oleju, 14 – filtr oleju.

Źródło: „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 116.

<sup>228</sup> „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 115.

<sup>229</sup> Voith-Schneider, 2010, materiały firmy, <http://www.voith.com> [dostęp: 3.03.2021 r.].



● **Ryc. nr 148.** Holownik z napędem cykloidalnym.

a) położenie pędnika pod dnem statku, b) wygląd pędnika; 1 – płyta wirująca, 2 – łopatką pędnika, 3 – silnik napędowy, 4 – wał napędowy.

Źródło: „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 115.

#### Zalety odpowiedniego umiejscowienia pędnika:

- umieszczone w przedniej części kadłuba zapewnia swobodny przepływ we wszystkich kierunkach, siły ciągu są wytwarzane przed osią obrotu jednostki;
- pod pędnikami jest umieszczona osłona, która wytwarza efekt dyszy i zwiększa ciąg pędnika; chroni też łopaty pędnika przed uderzeniami o dno, a także przed uszkodzeniem w czasie dokowania jednostki;
- elementy holujące znajdują się z tyłu, poza środkiem obrotu jednostki<sup>230</sup>.

#### Wady:

- zwiększenie zanurzenia jednostki,
- brak możliwości operowania w portach o małej głębokości<sup>231</sup>.

<sup>230</sup> „Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni”, nr 105, wrzesień 2018, s. 117.

<sup>231</sup> Tamże.



# BIBLIOGRAFIA

## Literatura

- Blacho M., Krefft J., Zarządzanie gospodarką wód zęzowych na współczesnych statkach towarowych z napędem spalinowym, „Zeszyty Naukowe”, s. 9-13, Akademia Morska w Szczecinie, Szczecin.
- Chybowski L., *Okrętowe układy napędowe*, Szczecin 2010.
- Dudziak J., *Teoria okrętu*, Fundacja Promocji Przemysłu Okrętowego i Gospodarki Morskiej, Gdańsk 2008.
- Encyklopedia PWN, *Pompa*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/Pompa;2233880.html>.
- Encyklopedia PWN, *Statek wodny*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/statek-wodny;3979246.html>.
- Encyklopedia PWN, *Zwrotność statku*, <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/zwrotnosc-statku>.
- Furmaga L., Wójcicki J., *Mały słownik morski*, Mitel International Ltd, Gdynia 1993.
- Górski Z., *Okrętowe mechanizmy i urządzenia pomocnicze*, Trademar, Gdynia 2010.
- Instrukcja obsługi silników szalupowych typu P12 i P24.
- Jachting Motorowy, *Pędniki gondolowe*, <https://www.motorowy.com/arttykul/17-03-2017/pedniki-gondolowe>.
- Jachting Motorowy, Krzysztof Zbierski, *Co to jest przekładnia „Z”, a czym jest przekładnia „S”?*, <https://www.motorowy.com/blog/krzysztof-zbierski/co-jest-przekladnia-czym-jest-przekladnia-s>.
- Kabaciński J., *Stateczność i niezatapialność statku*, WSM, Szczecin 1992.
- Lisiewicz T., *Teoria prowadzenia statku*, w: *Locja i nawigacja. Dla kandydatów na stopnie oficerskie w żegludze śródlądowej*, praca zbiorowa, maszynopis, s. 14.
- Materiały dydaktyczne, *Wiedza okrętowa*, Projekt „Rozwój i promocja kierunków technicznych w Akademii Morskiej w Szczecinie”, Akademia Morska w Szczecinie.
- Mąsior M., *Sternik motorowodny*, <https://motorowodniacy.files.wordpress.com/2017/04/sternik-motorowodny-opracowanie-kursu.pdf>.
- Miaśkiewicz R., *Budowa jachtów motorowodnych*, [https://motorowodniak.com/materiały/nauka/SM\\_BUDOWA.pdf#28](https://motorowodniak.com/materiały/nauka/SM_BUDOWA.pdf#28).
- Podręcznik użytkownika DF25 PL*, s. 4, [http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/ic\\_df\\_25.pdf](http://tomi.itp.net.pl/silniki/doc/ic_df_25.pdf).
- Polski Rejestr Statków, *Przepisy klasyfikacji i budowy jachtów morskich. Część I. Zasady klasyfikacji*, Gdańsk 1996.
- Polski Rejestr Statków, *Przepisy klasyfikacji i budowy statków śródlądowych. Część VI. Urządzenia maszynowe i instalacje rurociągowy*, lipiec 2019.
- Polski Rejestr Statków, *Przepisy klasyfikacji i budowy statków śródlądowych. Część V. Ochrona przeciwpożarowa*, styczeń 2018.
- SAIL CAT AWAY, *Dejwud, węzłówka rufowa*, <https://sailcataway.wordpress.com/2013/12/01/dejwud-wezlowka-rufowa>.
- Staliński J., *Teoria okrętu*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1969.
- Statki Historyczne, *Z czego składa się zagłowiec. Budowa, typy, historia*, <https://www.statkihistoryczne.pl/z-czego-sklada-sie-zaglowiec-budowa-i-historia>.
- Szeka. Szkoła Żeglarstwa, *Budowa kadłuba drewnianego*, <https://www.obozyzeglarskie.com/baza-wiedzy/budowa-jachtu/kadlub-jachtu/budowa-kadluba-drewnianego>.
- Wełnicki W., *Mechanika ruchu okrętu*, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1989.

- „Wiatr” – magazyn dla żeglarzy, Mateusz Jabłoński, *Wady i zalety silników elektrycznych*, <http://magazynwiatr.pl/blog/wady-i-zalety-silnikow-elektrycznych>.
- Wikipedia, *Budowa okrętu*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Budowa\\_okrętu](https://pl.wikipedia.org/wiki/Budowa_okrętu).
- Wikipedia, *Dennik (kadłub)*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Dennik\\_\(kadłub\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Dennik_(kadłub)).
- Wikipedia, *Drobnicowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Drobnicowiec>.
- Wikipedia, *Gródź wodoszczelna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Gródź\\_wodoszczelna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Gródź_wodoszczelna).
- Wikipedia, *Holownik*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/holownik>.
- Wikipedia, *Instalacja okrętowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Instalacja\\_okrętowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Instalacja_okrętowa).
- Wikipedia, *Jacht motorowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Jacht\\_motorowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Jacht_motorowy).
- Wikipedia, *Kabestan*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kabestan>.
- Wikipedia, *Kadłub statku wodnego*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Kadłub\\_statku\\_wodnego](https://pl.wikipedia.org/wiki/Kadłub_statku_wodnego).
- Wikipedia, *Kawitacja*, [pl.wikipedia.org/wiki/Kawitacja](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kawitacja).
- Wikipedia, *Knaga*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Knaga>.
- Wikipedia, *Kontenerowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Kontenerowiec>.
- Wikipedia, *Liniowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Liniowiec>.
- Wikipedia, *Lodołamacz*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Lodołamacz>.
- Wikipedia, *Łódź hybrydowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/łódź\\_hybrydowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/łódź_hybrydowa).
- Wikipedia, *Masowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Masowiec>.
- Wikipedia, *Metacentrum*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Metacentrum>.
- Wikipedia, *Niezatapialność*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Niezatapialność>.
- Wikipedia, *Okrętowy napęd jądrowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Okrętowy\\_napęd\\_jądrowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Okrętowy_napęd_jądrowy).
- Windsurfing.pl, *Opór indukowany i falowy*, <http://www.windsurfing.pl/post/1027,15-opor-indukowany-i-falowy>.
- Wikipedia, *Pchacz*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/pchacz>.
- Wikipedia, *Pędnik azymutalny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik\\_azymutalny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pędnik_azymutalny).
- Wikipedia, *Pędnik wodnoodrzutowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dnik\\_wodnoodrzutowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/P%C4%99dnik_wodnoodrzutowy).
- Wikipedia, *Pływalność*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Pływalność>.
- Wikipedia, *Pokład statku*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pokład\\_statku](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pokład_statku).
- Wikipedia, *Pompa wirowa krążeniowa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Pompa\\_wirowa\\_krążeniowa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Pompa_wirowa_krążeniowa).
- Wikipedia, *Poszycie listewkowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_listewkowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_listewkowe).
- Wikipedia, *Poszycie przekątniowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_przekątniowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_przekątniowe).
- Wikipedia, *Poszycie stykowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_stykowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_stykowe).
- Wikipedia, *Poszycie zakładkowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie\\_zakładkowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Poszycie_zakładkowe).
- Wikipedia, *Prawo Archimidesa*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo\\_Archimidesa](https://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Archimidesa).
- Wikipedia, *Samochodowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/samochodowiec>.
- Wikipedia, *Skuter wodny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Skuter\\_wodny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Skuter_wodny).
- Wikipedia, SOLAS, <https://pl.wikipedia.org/wiki/SOLAS>.
- Wikipedia, *Stateczność jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Stateczność\\_jednostki\\_pływającej](https://pl.wikipedia.org/wiki/Stateczność_jednostki_pływającej).
- Wikipedia, *Statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/statek\\_do\\_przewozu\\_ładunków\\_wielkogabarytowych](https://pl.wikipedia.org/wiki/statek_do_przewozu_ładunków_wielkogabarytowych).
- Wikipedia, *Statek handlowy*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek\\_handlowy](https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek_handlowy).
- Wikipedia, *Statek pasażerski*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/statek\\_pasażerski](https://pl.wikipedia.org/wiki/statek_pasażerski).
- Wikipedia, *Statek rybacki*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/statek\\_rybacki](https://pl.wikipedia.org/wiki/statek_rybacki).

Wikipedia, *Statek wodny*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek\\_wodny](https://pl.wikipedia.org/wiki/Statek_wodny).  
Wikipedia, *Ster*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster>.  
Wikipedia, *Sterociągi*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Sterociągi>.  
Wikipedia, *Ster płaski*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster\\_płaski](https://pl.wikipedia.org/wiki/Ster_płaski).  
Wikipedia, *Szkielet kadłuba jednostki pływającej*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet\\_kadłuba\\_jednostki\\_pływającej](https://pl.wikipedia.org/wiki/Szkielet_kadłuba_jednostki_pływającej).  
Wikipedia, *Śruba nastawna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Śruba\\_nastawna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Śruba_nastawna).  
Wikipedia, *Urządzenia pokładowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia\\_pokładowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenia_pokładowe).  
Wikipedia, *Urządzenie sterowe*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenie\\_sterowe](https://pl.wikipedia.org/wiki/Urządzenie_sterowe).  
Wikipedia, *Wciągarka*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka>.  
Wikipedia, *Wciągarka hydrauliczna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka\\_hydrauliczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Wciągarka_hydrauliczna).  
Wikipedia, *Winda kotwiczna*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Winda\\_kotwiczna](https://pl.wikipedia.org/wiki/Winda_kotwiczna).  
Wikipedia, *Wyporność*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wyporność>.  
Wikipedia, *Zęza*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/Zęza>.  
Wikipedia, *Znak wolnej burty*, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Znak\\_wolnej\\_burty](https://pl.wikipedia.org/wiki/Znak_wolnej_burty).  
Wikipedia, *Zbiornikowiec*, <https://pl.wikipedia.org/wiki/zbiornikowiec>.

### Akty prawne

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 sierpnia 2023 r. w sprawie wykazu stanowisk na statkach, minimalnego składu załogi statków na śródlądowych drogach wodnych, przeprowadzania egzaminu i sposobu działania komisji egzaminacyjnych (Dz. U. poz. 1697).

Decyzja nr 869 Komendanta Głównego Policji z dnia 5 grudnia 2007 r. w sprawie programu kursu specjalistycznego dla policjantów wykonujących zadania na wodach i terenach przywodnych (Dz. Urz. KGP Nr 23, poz. 182, z późn. zm.).

Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o żegludze śródlądowej (Dz. U. z 2022 r. poz. 1097, z późn. zm.).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie przepisów żeglugowych na śródlądowych drogach wodnych (Dz. U. Nr 212 poz. 2072).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie przepisów żeglugowych na śródlądowych drogach wodnych (Dz. U. z 2003 r. Nr 212, poz. 2072)

Załącznik nr 6 do wytycznych do opracowania inwentaryzacji materiałów niebezpiecznych, 2015 (rezolucja MEPC. 269(68)).

**ISBN 978-83-66957-29-9**