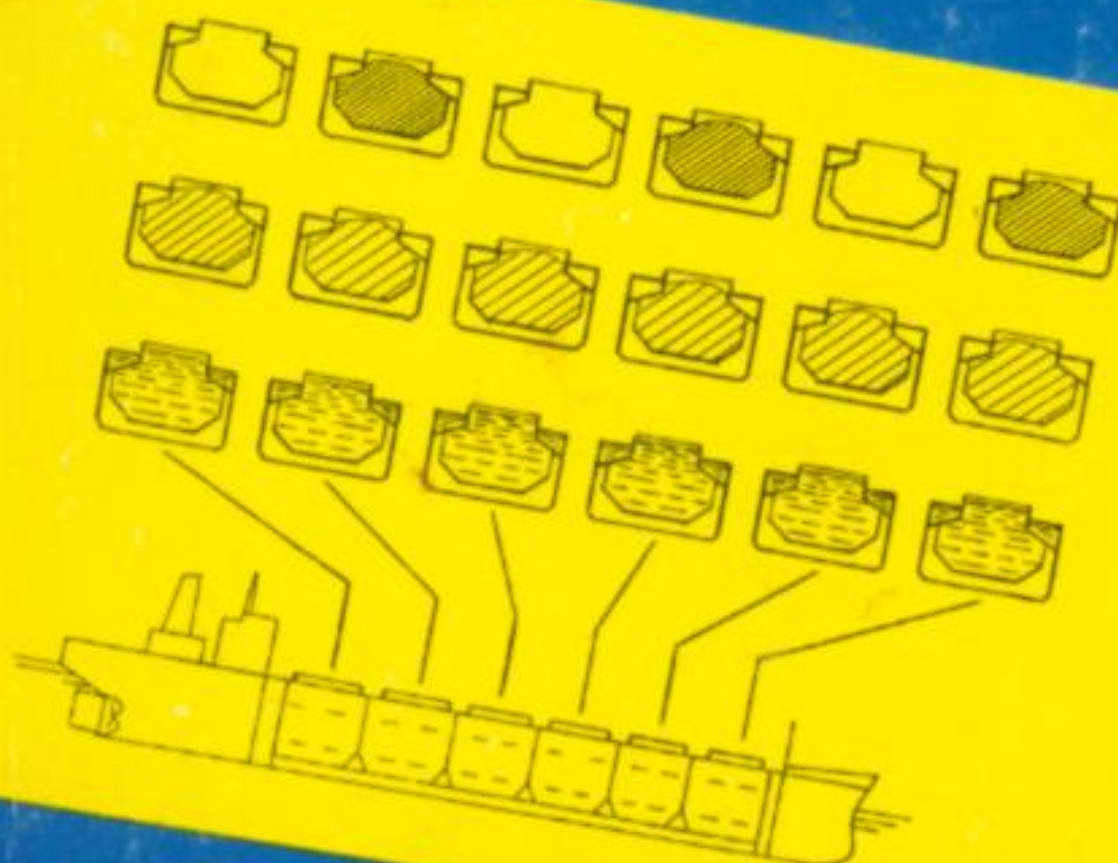


BUDOWA I TEORIA OKRĘTU

Zeszyt tematyczny

ZARYS BUDOWY STATKÓW MORSKICH

Wojciech Więckiewicz



BUDOWA I TEORIA OKRĘTU
Zeszyt tematyczny

Wojciech Więckiewicz



ZARYS BUDOWY STATKÓW MORSKICH

Gdynia 1998

Recenzent: dr inż. Jan Michalski

Redaktor: Bożena Sobolewska
Korektor: Marta Grzybowska
Projekt okładki: Sławomir Kucharski



II 207647

ISBN 83-86703-24-5

Wydawnictwo Uczelniane WSM Gdynia
Zlec. 425/97. Nakład 300+60 egz.
Format A-5. Ark. wyd. 8,3. Wydanie I.
Papier offset III kl. 80 g.
Oddano do druku: kwiecień 1998

66/W-119/1/23/98

Spis treści

	Strona
Wstęp	5
Ważniejsze oznaczenia	7
1. Podział statków morskich	9
2. Typy statków handlowych	10
3. Podział przestrzenny statków handlowych	40
4. Elementy konstrukcyjne kadłuba	69
5. Techniczne podstawy bezpieczeństwa statku	84
6. Nadzór nad budową i klasyfikacją statków	87
7. Wolna burta i przepisy o liniach ładunkowych	95
8. Eksploatacyjne parametry statków handlowych i pomieranie jednostek pływających	103
Przypisy	107
Literatura	113
Załączniki	
1. Świadectwo klasy statku	115
2. Świadectwo wolnej burty statku	117
3. Świadectwo pomiarowe statku	121

Wstęp

Niniejszy zeszyt tematyczny jest kolejną publikacją z serii *Budowa i teoria okrętu*, w której prezentowane są podstawowe informacje o budowie, wyposażeniu, stateczności, wytrzymałości i bezpiecznej eksploatacji statków morskich.

Zeszyt zawiera materiał wprowadzający do przedmiotu **budowa i stateczność statku** w zakresie dotyczącym konstrukcji kadłuba na studiach dziennych Wydziału Nawigacyjnego WSM w Gdyni. Może być również materiałem źródłowym do przedmiotu **zarys budowy statków**, należącego do programu studiów na Wydziałach: Mechanicznym i Elektrycznym.

Pojęcia wymagające wyjaśnień są wyróżnione w tekście kursywą i oznaczone numerem kierującym do przypisów zamieszczonych na końcu zeszytu.

Ważniejsze oznaczenia

- B – szerokość konstrukcyjna kadłuba statku [m],
- D – wyporność statku [t],
- FB – wolna burta [m],
- GT – pojemność rejestrowa brutto [–],
- H – wysokość boczna kadłuba do najwyższego ciągłego pokładu [m],
- $H_{(WB)}$ – wysokość boczna kadłuba do pokładu wolnej burty [m],
- L – długość kadłuba statku określona przepisami wolnej burty [m],
- L_{pp} – długość statku między pionami [m],
- M – masa całkowita statku [t],
- N – nośność statku [t],
- NT – pojemność rejestrowa netto [–],
- V – objętość podwodnej części kadłuba statku [m³],
- v – prędkość statku [m/s], [w],
- δ – współczynnik pełnotliwości kadłuba [–].

1. Podział statków morskich

Spośród różnorodnych obiektów pływających można wyodrębnić statki morskie. **Statkiem morskim** nazywa się konstrukcję samodzielnie pływającą, przeznaczoną do autonomicznej żeglugi po nieosłoniętych wodach morskich, zdolną do wykonywania celów, do których została zbudowana.

Podziału statków morskich można dokonać według różnych kryteriów, na przykład: przeznaczenia, materiału użytego do budowy kadłuba, kształtu kadłuba, sposobu pływania czy rodzaju napędu. Poniżej przedstawiono podział statków morskich pod względem funkcjonalnym.

Ogólnie statki morskie można podzielić na **statki niezarobkowe** i **statki zarobkowe** (pobierające zapłatę za wykonane usługi). Pierwsze z wymienionych to: okręty wojenne, statki ochrony wód przybrzeżnych, służb celnych i kontrolnych, hydrograficzne, badawcze, szkoleniowe, ratownicze oraz statki i jachty sportowe. Statki zarobkowe można podzielić na:

- **statki handlowe** (przewożące pasażerów i ładunki),
- **statki przemysłowe** (połowowe, bazy i przetwórnictwo rybactwa, pływające zakłady przetwórcze i wytwórcze, statki wydobywcze i eksploatacji bogactw mineralnych),
- **statki obsługi dróg morskich, innych statków i obiektów oceanotechnicznych** (pogłębiarki, holowniki, łodołamacze, serwisowce¹ do obsługi platform, pełnomorskie dźwigi pływające),
- **statki do budowy i utrzymywania infrastruktury przemysłowej** (kablownce, statki do układania rurociągów, bazy dla ekip nurkowych).

Najliczniejszą grupę stanowią statki handlowe, a wśród nich – towarowe służące do przewozu ładunków. Część z nich to uniwersalne jednostki mogące transportować właściwie każdy ładunek, inne zaś służyć mogą wyłącznie do przewozu określonej grupy towarów lub tylko jednego, określonego ładunku. Podział statków handlowych przedstawiony jest w następnym rozdziale.

2. Typy statków handlowych

Statki handlowe najogólniej można podzielić na: **statki towarowe, statki pasażerskie oraz statki pasażersko-towarowe.**

Statki towarowe służą wyłącznie do przewozu drogą morską ładunków. Część z nich posiada niewielką liczbę miejsc pasażerskich (wg przepisów nie więcej niż 12). Jeżeli na statku towarowym liczba miejsc pasażerskich przekracza 12, traktuje się go jako pasażersko-towarowy. Statki pasażerskie przewożą wyłącznie pasażerów (ewentualnie, dodatkowo, zabierają niewielkie ilości ładunków).

Podziału statków towarowych dokonuje się najczęściej pod względem typu przewożonego ładunku. Z uwagi na stan skupienia przewożonych ładunków statki dzielimy na:

- statki do przewozu ładunków płynnych,
- statki do przewozu ładunków suchych,
- statki kombinowane (do przewozu ładunków płynnych i suchych).

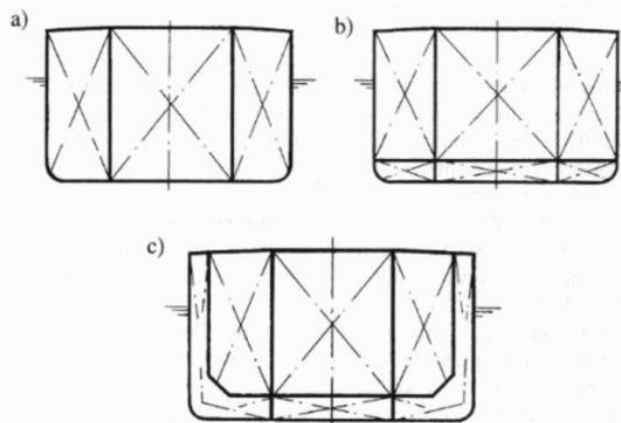
Statki do przewozu ładunków płynnych to: **zbiornikowce** – służące do przewozu ładunków ciekłych oraz **gazowce** – przeznaczone do transportu gazów w stanie ciekłym, czyli ładunków, które w normalnych warunkach (ciśnienie atmosferyczne ok. 0.1 MPa, temperatura 15°C) są gazami.

Zbiornikowce, w zależności od rodzaju przewożonych cieczy, dzielą się na typy, różniące się od siebie: wielkością, budową i wyposażeniem.

Najbardziej reprezentatywnymi przedstawicielami grupy zbiornikowców są zbiornikowce do przewozu surowej ropy naftowej zwane **ropowcami** (ang.: *crude oil carrier*). Są to obecnie największe statki o nośności² rzędu 300 000 – 500 000 t. Zanurzenia takich zbiornikowców wynoszą 30 – 35 m. Tylko do niewielu portów na świecie mogą one wchodzić w pełni załadowane.

Starsze zbiornikowce miały pojedyncze dno (rys.1a). Od lat 80. buduje się ropowce z dnem podwójnym (rys.1b). Współczesne wielkie ropowce mają podwójne burty i dno, zmniejszające niebezpieczeństwo wycieku ropy w razie katastrofy lub uszkodzenia zewnętrznego

kadłuba. Usztywnienia kadłuba umieszczone są w *dnie podwójnym*³ i w przestrzeniach między podwójnymi burtami – gładkie wnętrza zbiorników ładunkowych ułatwiają wypompowywanie resztek ładunku i czyszczenie ścian zbiorników (rys.1.c).



Rys.1. Przekroje zbiornikowców do przewozu ropy naftowej: a) z pojedynczym dnem; b) z podwójnym dnem; c) z podwójnym dnem i podwójnymi burtami

Sylwetkę zbiornikowca do przewozu surowej ropy charakteryzuje długi, niski kadłub z nadbudówką na rufie. Przez całą część ładunkową od rufy do dziobówki biegnie, wsparty na wspornikach, pomost komunikacyjny, typowy dla zbiornikowców. Ropowce są jednostkami wolnymi, o prędkościach eksploatacyjnych rzędu 14 – 16 węzłów.

Spośród ropowców można wydzielić niewielką, ale z roku na rok coraz liczniejszą, grupę zbiornikowców odbierających surową ropę z morskich pól naftowych. Są to z reguły jednostki o nośności do 30 000 t, przystosowane do samodzielnego dochodzenia do boi i dalsz ładunkowych na polach naftowych. Najczęściej wyposażone są w silne pędniki manewrowe (*stery strumieniowe*⁴) i *śrubę nastawną*⁵ pracujące w systemie dynamicznego pozycjonowania⁶. Podobne wielkości i wyposażenie manewrowe mają tak zwane zbiornikowce odładowujące, przejmujące na redach część ładunku z du-

zych zbiornikowców przed ich wejściem do portów, w których głębokość jest ograniczona.

Wszystkie ropowce wyposażone są w zespoły pomp ładunkowych używanych podczas wyładunku ropy ze statku – załadunek najczęściej odbywa się za pomocą pomp zainstalowanych w *terminalach*⁷ załadunkowych.

Do przewozu produktów przetwarzania ropy naftowej: benzyny, oleju napędowego czy opałowego stosowane są **produktowce**. Są to statki mniejsze od ropowców – ich nośność maksymalna nie przekracza 50 000 t. Dysponują wieloma zbiornikami i mogą przewozić kilka produktów jednocześnie. Współczesne produktowce mają podwójne dno i podwójne burty.

Część produktowców to tak zwane **zbiornikowce zaopatrzeniowe** – statki o niewielkiej nośności, rzędu kilkuset lub kilku tysięcy ton, służące do zaopatrywania innych jednostek w paliwa w portach lub na redach.

Trzecią grupę zbiornikowców tworzą **chemikaliowce**, czyli statki przystosowane do przewozu ciekłych substancji chemicznych. Posiadają one wbudowane w kadłub zbiorniki wykonane ze stali stopowych, odpornych na korozyjne działanie przewożonych cieczy. Statki z tej grupy, po spełnieniu dodatkowych, określonych przepisami, wymagań mogą służyć do przewozu ciekłych substancji lub odpadów promieniotwórczych. Część chemikaliowców budowana jest do przewozu określonego jednego ładunku, na przykład wina, kwasu siarkowego lub słodkiej wody.

Ostatnią grupę zbiornikowców tworzą **zbiornikowce specjalne** do przewozu takich ładunków, jak: siarka, asfalt, pulpa celulozowa. Na ogół są to niewielkie jednostki wyposażone w rozbudowane systemy podgrzewania ładunku (upłynniania) przed wyładunkiem.

Pojawiają się, na razie jeszcze nieliczne, **zbiornikowce przetwórcze**, które w trakcie rejsu z ładunkiem ropy częściowo ją przetwarzają (odgazowują i odsiarczają).

Gazowce, czyli zbiornikowce do przewozu gazów, dzieli się na trzy typy w zależności od rodzaju przewożonego gazu:

- do przewozu skroplonego gazu ziemnego – **gazowce LNG** (ang.: *liquefied natural gas*),

- do przewozu skroplonych gazów ropopochodnych – **gazowce LPG** (ang.: *liquefied petroleum gas*),
- do przewozu gazów chemicznych (amoniaku, chloru, etylenu).

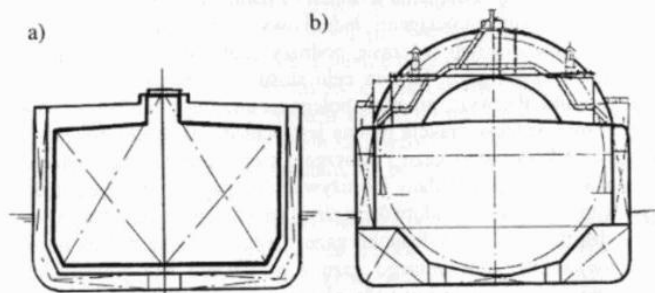
Utrzymanie gazu w stanie ciekłym wymaga stosowania: odpowiednio wysokiego ciśnienia, silnego chłodzenia lub obu tych czynników jednocześnie.

Gazowce LNG przewożą gaz ziemny (wysokometanowy) schłodzony do -170°C (temperatura skraplania metanu -161.5°C) w zbiornikach nisko- lub średniociśnieniowych. Zbiorniki niskociśnieniowe mogą być duże i mają kształty pryzmatyczne dostosowane do kształtu kadłuba. Umożliwia to dobre wykorzystanie przestrzeni ładunkowej statku. Zbiorniki średniociśnieniowe mogą być walcowe, kuliste lub sferoidalne, zwijane z blach. Przekrój gazowca LNG z niskociśnieniowymi zbiornikami pryzmatycznymi pokazany jest na rysunku 2a. Utrzymanie ładunku w niskiej temperaturze wymaga bardzo dobrego termicznego odizolowania zbiornika gazu od kadłuba i otoczenia. Gaz ziemny skraplany jest na stacji skraplania terminalu załadunkowego i w stanie ciekłym dostarczany rurociągami ładunkowymi na statek. Utrzymanie gazu w stanie ciekłym w czasie podróży statkiem wymaga ciągłego ochładzania tegoż gazu. W tym celu stosuje się na gazowcach LNG dwie techniki. Pierwsza, prostsza, polega na utrzymywaniu gazu ciekłego w stanie wrzenia; frakcja płynna jest ochładzana dzięki powierzchniowemu odparowaniu gazu i unoszeniu ciepła przez frakcję gazową. Odparowany gaz jest spalany lub używany do napędu urządzeń statkowych (np. agregatów prądotwórczych). Dienne straty na odparowanie dochodzą do 0,2% masy ładunku gazu. Druga technika polega na odpompowywaniu odparowanego gazu z przestrzeni nad powierzchnią wrzącego gazu, ochłodzeniu i skropleniu tej frakcji w chłodniczej maszynie gazowca i wtłoczeniu z powrotem do zbiorników. Często do napędu maszyny chłodniczej służy część odparowanego gazu.

Do budowy gazowców LNG oraz ich eksploatacji wykorzystuje się technologie kosmiczne. Stal używana do wyrobu zbiorników musi być odporna na kruchość w niskich temperaturach. Izolacja termiczna zbiorników musi mieć ekstremalnie małą przewodność cieplną. Również wysokie wymagania stawiane są instalacjom zabezpieczającym, urządzeniom kontrolnym i pomiarowym. Także załoga tych gazowców musi odpowiadać surowym kryteriom kwalifikacyjnym.

W wypadku gazowców LPG do gazów ropopochodnych typu butan-propan i gazów chemicznych o podobnych cechach wykorzystuje się specyficzną właściwość tych gazów – łatwość skraplania się przy wysokim ciśnieniu w temperaturze otoczenia (nie wyższej jednak niż 30°C) lub przy niewielkim ochłodzeniu.

Cechą charakterystyczną gazowców LPG przewożących nie schłodzone gazy pod wysokim ciśnieniem są jednopowłokowe, kuliste lub cylindryczne, wysokociśnieniowe zbiorniki wbudowane w kadłub, osłonięte od góry przed promieniowaniem słonecznym osłoną lub pokładem bądź pozbawione osłon, ale z zainstalowanymi zraszaczami do schładzania ścian. Na gazowcach LPG, ze schładzaniem ładunku wobec niższych ciśnień skraplania, zbiorniki mogą mieć kształty walcopodobne lub pryzmatyczne dające lepsze wykorzystanie przestrzeni ładunkowej niż zbiorniki kuliste i walcowe. Wymagana jest na tych statkach dobra izolacja termiczna zbiorników oraz instalowanie maszynowni chłodniczej. Przekrój gazowca LPG z wysokociśnieniowymi kulistymi zbiornikami przedstawiony jest na rysunku 2b.



Rys. 2. Przekroje poprzeczne gazowców: a) gazowiec LNG z niskociśnieniowymi zbiornikami pryzmatycznymi [11]; b) gazowiec LPG z wysokociśnieniowymi zbiornikami kulistymi [16]

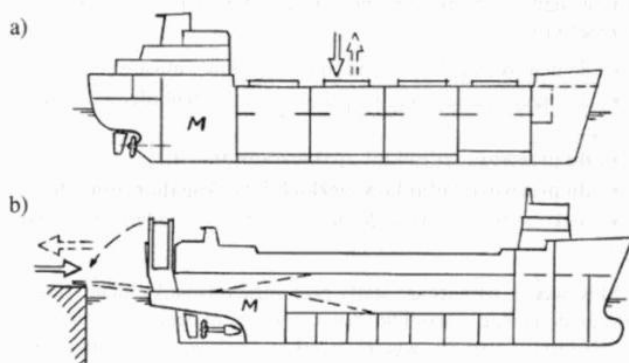
Gazowce do przewozu gazów chemicznych są zbliżone do gazowców LPG, z tym że w wypadku przeznaczenia ich do transportu gazów toksycznych (chlor, bromek metylu, dwutlenek siarki, tlenek etylenu) budowa i późniejsza eksploatacja tych jednostek podlega zastrzonym przepisom pod względem bezpieczeństwa.

Podział gazowców ze względu na ich stopień bezpieczeństwa przedstawiony jest w publikacji [6]. Gazowce, w porównaniu ze zbiornikowcami do przewozu surowej ropy naftowej, są jednostkami średniej wielkości, ich maksymalna nośność dochodzi do 50 000 t przy pojemności zbiorników ładunkowych rzędu 200 000 m³.

Statki do przewozu ładunków suchych w zależności od sposobu załadunku można podzielić na:

- statki z załadunkiem pionowym (pionowego ładowania),
- statki poziomego ładowania,
- statki z mieszanym systemem ładowania.

Statki pierwszego typu są załadowywane i wyładowywane przez luki⁸ w ładowniach za pomocą własnych lub portowych urządzeń przeładunkowych: dźwigów (żurawi), bomów przeładunkowych, suwnic, taśmociągów, czerpaków itd. (rys. 3a).



Rys. 3. Wzdłużne przekroje statków: a) statek pionowego ładowania – towarowiec uniwersalny; b) statek poziomego ładowania – rorowiec

Poszczególne ładownie są od siebie oddzielone wodoszczelnymi *grodziami*⁹ poprzecznymi, luki po załadunku przykrywa się szczelnymi pokrywami lukowymi, co umożliwia zapewnienie *phywalności* w *stanie awaryjnym*¹⁰ w razie uszkodzenia poszycia kadłuba, gdyż grodzie ograniczają rejon zatopienia wnętrza statku do jednego lub dwóch przedziałów.

Statki poziomego ładowania załadunkowane i wyladowywane są za pomocą: przetaczania, przesuwania lub przewożenia ładunków w kierunku poziomym z wnętrza statku na nabrzeże i odwrotnie (rys.3b). W celu umożliwienia przeprowadzenia takich operacji statki wyposażone są w furty załadunkowe: rufowe, dziobowe lub burtowe albo w *rampy załadunkowe*¹¹ umieszczone z reguły w rufowej części statku. Ze względu na kierunek przemieszczania ładunków, w części ładunkowej statku nie może być wodoszczelnych grodzi. Ich brak stwarza znaczne trudności z utrzymaniem *niezatapialności*¹² i stateczności awaryjnej po uszkodzeniu poszycia i dostaniu się wody do wnętrza statku. W porównaniu do jednostek z pionowym za- i wyladunkiem statki poziomego ładowania charakteryzują się kilkukrotnie większą prędkością ładowania, zwłaszcza ładunków umieszczanych w samochodach ciężarowych, naczepach oraz pociągach drogowych (samochód ciężarowy z przyczepą). Ta cecha przesądza o szybkim rozwoju tego typu statków. Statki z pionowym załadunkiem generalnie dzieli się na pięć grup:

- do przewozu ładunków masowych luzem – **masowce**,
- do przewozu ładunków opakowanych – **drobnicowce** (towarowce),
- do przewozu ładunków zjednostkowanych,
- do przewozu ładunków ciężkich i wielkogabarytowych,
- niektóre typy statków do przewozu barek z ładunkiem – **bar-kowce**.

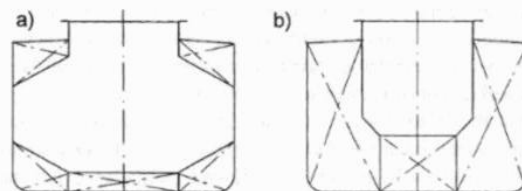
Masowce to największe statki przewożące ładunki suche. Luzem przewozi się przede wszystkim: tanie surowce mineralne, na przykład rudy, fosforyty, apatyty, węgiel, a także spożywcze – ziarna zbóż, roślin oleistych i strączkowych oraz cukier. Opłacalność przewozu przy niskich *stawkach frachtowych*¹³ rośnie ze wzrostem masy jedno-razowo przewożonego ładunku – stąd tendencja do ciągłego wzrostu wielkości masowców. Obecnie maksymalna nośność masowców zbliża się do 200 000 t.

Pod względem przeznaczenia masowce dzielą się na: **masowce uniwersalne** – mogące wozić każdy rodzaj ładunku luzem i **masowce specjalne** – przeznaczone do przewozu jednego rodzaju ładunku.

Można również dokonać podziału masowców pod względem ich wyposażenia przeładunkowego na:

- **masowce bez urządzeń przeładunkowych**,
- **masowce z pokładowymi urządzeniami przeładunkowymi**,
- **masowce samowyladowcze**, wyposażone w taśmociągi lub pneumatyczne systemy wyladowkowe.

Masowce uniwersalne (ang.: *bulk carrier*) przystosowane są do przewozu różnorodnych ładunków masowych, od ciężkich rud metali i ich koncentratów po ziarno zbóż. Współcześnie budowane masowce są również przystosowane do przewozu kontenerów w ładowniach i na pokładzie. Posiadają one w ładowniach demontowalne prowadnice kontenerowe. Nowoczesne masowce uniwersalne mają **samotrymowne ładownie** przystosowane do za- i wyladowania bez konieczności *trzymowania ładunku*¹⁴. Tę właściwość uzyskuje się poprzez specjalne ukształtowanie wnętrza ładowni (rys.4a). W dolnej części ładowni dno jest przy burtach nachylone skośnie ku środkowi, co ułatwia zsuwanie się ładunku w kierunku luku. W górnej części ładowni pomiędzy burtami a lukiem umieszczone są **zbiorniki szczytowe**, o skośnym dnie w kierunku burt. Ponadto masowce mają szerokie otwory lukowe lub podwójne albo potrójne luki. Masowce przystosowane do przewozu rudy w co drugiej ładowni mają odpowiednio wzmocnioną konstrukcję.



Rys.4. Przekroje poprzeczne masowców: a) uniwersalnego masowca samotrymownego; b) rudowca

Masowce specjalne to przede wszystkim **rudowce**, przeznaczone do przewozu ciężkich minerałów (głównie rud i ich koncentratów) przeładowywanych w postaci suchej lub upłynnionej na czas przeładunku. Ze względu na niski współczynnik *sztauerski* (załadowania)¹⁵



rud ładownie rudowców zajmują tylko część poprzecznego przekroju statku (rys.4b). Dna ładowni są wysoko rozmieszczone, by środek masy załadowanego statku nie leżał zbyt nisko. W takiej bowiem sytuacji stateczność jednostki jest nadmierna i statek ma niekorzystnie krótki okres kołysań. Specyficzną odmianą rudowców są statki przystosowane do rudy upłynniającej na czas przeładunku. Podczas załadunku mieszanina rudy i wody w postaci pulpy dostarczana jest do ładowni rurowymi. Pod wpływem siły ciężkości następuje opadanie cząsteczek rudy i oddzielenie rudy od wody, która jest z ładowni odpompowywana. Przed wyładunkiem ruda musi być ponownie upłynniona za pomocą instalacji statkowej (dysz dostarczających wodę umieszczonych w ścianach i dnie ładowni) lub agregatu uwadniającego zamontowanego na końcówce ssącej portowej instalacji wyładunkowej. Na tego typu masowcach w trakcie rejsu musi być prowadzony ciągły pomiar stopnia wilgotności rudy, gdyż w warunkach transportu morskiego (kołysanie statku, drgania i wibracje kadłuba, skrapianie się wilgoci atmosferycznej) przejście od stanu sedymentacji do stanu upłynnienia rudy następuje przy niewielkim wzroście zawartości wody w ładunku. Może to wywołać duży spadek stateczności statku, gdyż w niepełnych (przy tego typu załadunku) ładowniach upłynniona ruda może przemieszczać się poprzecznie w trakcie ruchów statku na fali.

Inną grupą masowców specjalnych są statki przystosowane do **pneumatycznego za- i wyładunku**, budowane do przewozu: cementu, cukru czy granulatu nawozów mineralnych. Zamiast ładowni masowce tego typu mają cylindryczne zbiorniki (silosy) wyposażone w pneumatyczną instalację załadunkowo-wyładowczą. Są to na ogół niewielkie jednostki budowane w krótkich seriach.

Wyposażenie masowca w urządzenia przeładunkowe zależy od technicznego uzbrojenia portów na linii żeglujowej, którą ma on obsługiwać. Na masowcach instaluje się **dźwigi pokładowe** lub **suwnice bramowe** operujące czerpakami albo urządzeniami ciągłego wyładunku.

Ostatnio coraz częściej buduje się masowce samowyładownicze wyposażone w **urządzenia wyładunku ciągłego** (taśmociągi zgarniarkowe) umieszczone pod ładowniami i biegnące wzdłuż części ładunkowej statku.

Również w ostatnich latach pojawiły się **masowce z ciągłą ładownią** (lub z dwiema ładowniami) wzdłuż całej części ładunkowej

statku. Masowce takie mają podwójne burty z gęstym podziałem grodziowym przestrzeni między burtami, zapewniającym dostateczną pływalność statku w razie uszkodzenia poszycia.

W ciągłej ładowni umieszczone są przesuwne poprzeczne przegrody separacyjne, umożliwiające rozdzielanie od siebie różnych ładunków. Na tego typu masowcach wozi się prócz towarów masowych również ładunki drobnicowe.

Wszystkie masowce to statki rozwijające prędkości eksploatacyjne rzędu 16-17 węzłów.

Statki do przewozu ładunków w opakowaniach różnych typów i wielkości to najbardziej rozpowszechnione jednostki spośród statków przewożących ładunki suche. Zamiast dotychczasowej nazwy drobnicowiec (angielski odpowiednik – *general cargo ship*) wprowadza się ostatnio termin **towarowiec**, a w razie przystosowania statku do przewozu kontenerów w ładowniach i na pokładzie używa się nazwy – **towarowiec uniwersalny** (angielskie odpowiedniki: *multi purpose carrier*).

Współczesne towarowce uniwersalne, oprócz typowych *ładunków drobnicowych*,¹⁶ mogą przewozić, jak już wspomniano, kontenery w świetle luków w ładowniach i na pokrywach lukowych (dawniej tego typu statki nazywano semikontenerowcami) oraz ładunki masowe luzem, na przykład ziarna zbóż, rudy, surowce mineralne.

Towarowce uniwersalne mają bardzo zróżnicowaną nośność – od kilkuset do 20 000 t. Najczęściej wyposażone są we własne urządzenia przeładunkowe: bomy lub dźwigi (żurawie) pokładowe, rzadziej suwnice. Statki takie mogą zawijać do portów bez wyposażenia technicznego oraz mogą przeładowywać ładunki na barki.

Niektóre towarowce uniwersalne mają jedną lub dwie ładownie chłodzone bądź są wyposażone w gniazda prądowe w ładowniach do podłączania zasilania agregatów chłodniczych kontenerów chłodzonych.

Towarowce posiadające wszystkie ładownie chłodzone noszą nazwę **chłodniowców** i służą do przewozu szybko psujących się artykułów spożywczych, jak: owoce, mięso i jego przetwory, artykuły mleczarskie, ryby mrożone i świeże. Ładownie mają regulowany zakres temperatur przewożenia ładunków – od schładzania (przewóz owoców) do głębokiego mrożenia (do -30°C przewóz mięsa).



Drewnowce, czyli statki przystosowane do wyłącznego przewo-
zu drewna w ładowniach i na pokładzie, również wywodzą się
z klasycznego drobnicowca. Drewno może być przewożone również
na towarowcach uniwersalnych, a nawet na masowcach, jednak
szczególnie opłacalny ekonomicznie jest jego transport przez wyspe-
cjalizowane statki wykorzystujące dodatnią pływerność drewna wożo-
nego na pokładzie. Odpowiednio załadowane i zamocowane na pokła-
dzie drewno (często 50% masy całkowitego ładunku), nawet silnie
zmoczone, poprawia pływerność i stateczność statku w razie wejścia
pokładu w wodę. Dzięki temu drewnowce mogą mieć niższy położony
górną pokład niż inne statki tej samej wielkości. Zmniejsza to objętość
wewnętrznej przestrzeni ładunkowej statku, na podstawie której obli-
czana jest *pojemność rejestrowa*¹⁷ (proporcjonalnie do niej pobiera
się opłaty portowe i inne) przy nie zmniejszonej zdolności przewo-
wej statku. Drewnowce są statkami o niewielkiej nośności – rzędu
kilku tysięcy ton – z charakterystyczną sylwetką niskiego kadłuba w
części ładunkowej oraz wysoką nadbudówką dziobową i rufową. Na
ogół drewnowce mają własne urządzenia załadunkowe – bomy lub
dźwigi pokładowe – umożliwiające przeprowadzanie za- i wyładunku
poza portami, w ujściach sławnych rzek.

Dynamicznie rozwijającą się grupę stanowią **statki do przewo-
zu ładunków zjednostkowanych**, czyli przygotowanych w postaci jed-
nostkowych jednostek ładunkowych.

W transporcie morskim stosuje się następujące formy zjednost-
kowania:

- **pakiety** – prostopadłościenną wiązkę półfabrykatów drewnia-
nych (bale, belki, deski), rzadziej wiązkę wyrobów stalowych,
- **palety** – zunifikowane wymiarowo drewniane podstawy pod
ładunki w małych opakowaniach,
- **kontenery** – zunifikowane wymiarowo stalowe pudła (szczel-
ne, otwarte od góry lub bez ścian) przystosowane do piętrzenia, za-
opatrzone w zamki i uchwyty mocujące.

Niektóre źródła zaliczają również do ładunków zjednostkowa-
nych pojazdy drogowe załadowane ładunkami (w tym naczepy cią-
gnikowe, tzw. trailery) oraz barki systemów barkowcowych. W obu
jednak wypadkach (oprócz niektórych typów barek) nie ma unifikacji
wymiarowej i gabarytowej tych nośników ładunków i statki przezna-

czony do ich transportu są praktycznie dostosowane do przewo-
zu dowolnych wymiarowo ładunków wtaczanych (na pojazdach) lub barek.

Przewóz ładunków w pakietach i na paletach, w porównaniu do
przewo-
zu ładunków w kontenerach, spełnia marginalną rolę. Dogod-
ność przewozów kontenerowych spowodowała tak burzliwy rozwój
tego typu transportu, że obecnie można mówić o **ogólnosiatowym
systemie przewozów kontenerowych** obejmującym przewozy: mor-
skie, śródlądowe (na barkach) i lądowe (drogowe i kolejowe).

W krajach o rozwiniętej gospodarce i infrastrukturze transport
kontenerowy odbywa się w relacji „drzwi – drzwi”, to znaczy towar
załadowany do kontenera u dostawcy lub producenta trafia do odbior-
cy bez otwierania kontenera. O upowszechnieniu tego systemu trans-
portu decyduje również jego elastyczność. Załadunek lub wyładunek
kontenera może odbywać się także w miejscach grupowania kontene-
rów, w miejscach ich przeładunku na inny środek transportu lub w
magazynach depozytowych. Umożliwia to korzystanie z konteneryza-
cji przez mniejsze firmy, sporadycznie wykorzystujące ten system
transportu. Należy jednakże zaznaczyć, że sprawność systemu prze-
wozów kontenerowych wymaga dobrej łączności i komputeryzacji
terminali kontenerowych.

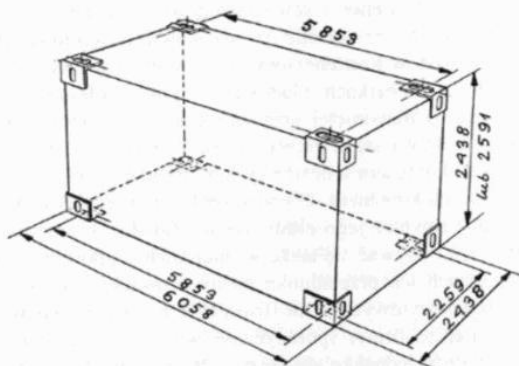
Prócz klasycznych kontenerów do przewo-
zu ładunków suchych
stosuje się również **kontenery chłodzone** (posiadające własne agre-
gaty chłodnicze), **kontenery cysterny**, **kontenery silosy** do przewo-
zu ładunków sypkich przeładowywanych pneumatycznie oraz **konte-
nery do przewo-
zu gazów**: technicznych lub gazów typu LPG.

Wykorzystywane w transporcie morskim kontenery budowane są
według przepisów ISO [7]. Ich budowa, odbiór i eksploatacja nadzo-
rowane są przez *towarzystwa klasyfikacyjne*¹⁸. Szkic kontenera
20-stopowego przedstawiony jest na rysunku 5.

Odmianę kontenerów przystosowaną do przeładunku poziomego
stanowią kontenery wyposażone w niewielkie jezdne koła, tak zwane
rollkontenery, przewożone na statkach z poziomym załadunkiem. Ich
przeładunek odbywa się za pomocą ciągników lub wózków siodło-
wych.

Palety, pakiety i kontenery mogą być przewożone na: towarow-
cach uniwersalnych, statkach poziomego ładowania, a w wypadku
kontenerów – również na niektórych, odpowiednio wyposażonych,
masowcach. Jednak najbardziej ekonomiczny jest przewóz tych zjed-

nostkowanych ładunków na statkach specjalnie do tego celu budowanych – **paletowcach, pakietowcach i kontenerowcach**. Paletowce i pakietowce omówione są w części opisującej statki o mieszanym systemie załadunku.



Rys. 5. Widok kontenera 20-stopowego według ISO [7]

Statkami służącymi wyłącznie do przewozu kontenerów załadowanych pionowo są **kontenerowce komorowe**. Dzieli się one na trzy podklasy zależnie od wielkości i funkcji pełnionej w ogólnoswiatowym systemie morskich przewozów kontenerowych:

- **małe kontenerowce dowozowe** – transportujące kontenery z małych portów do lokalnych terminali kontenerowych,
- **średnie kontenerowce** – pływające na liniach łączących lokalne terminale z terminalami międzykontynentalnymi,
- **duże kontenerowce dalekiego zasięgu** – łączące terminale na różnych kontynentach.

Podział ten, chociaż nieformalny, dość dobrze oddaje różnice między wielkościami, budową i przeznaczeniem poszczególnych podklas kontenerowców.

Kontenerowce dowozowe to niewielkie jednostki, wyposażone w urządzenia przeładunkowe, biorące jednorazowo kilkadziesiąt lub kilkaset kontenerów. Kursują one między niewielkimi portami, często pozbawionymi urządzeń dźwigowych, a lokalnymi terminalami kon-

tenerowymi. Liczba ładowni jest niewielka: od dwóch do czterech. Część kontenerów przewożona jest na pokładzie w dwóch lub trzech warstwach. Pomiędzy ładowniami umieszczone są żurawie kolumnowe.

Kontenerowce średnie to jednostki przystosowane do przewozu od 200 do 1500 kontenerów, przewożonych w ładowniach i na pokładzie (na pokrywach lukowych). Najczęściej mają urządzenia przeładunkowe – żurawie kolumnowe lub suwnice, ale spotyka się również tego typu statki bez wspomnianych urządzeń, gdy statki przeznaczone są na linie między portami o dobrym wyposażeniu technicznym.

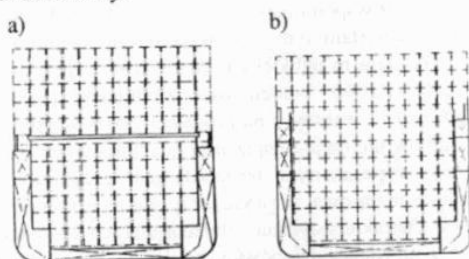
Trzecia podklasa to największe kontenerowce przystosowane do przewozu 8000–10 000 kontenerów. Kontenery przewożone są w ładowniach (do 12 warstw) i na pokładzie (do 8 warstw). Największe z tych statków nie mają urządzeń przeładunkowych – kursują one między dobrze wyposażonymi terminalami międzykontynentalnymi. Mniejsze z nich mają dwa, najwyżej trzy żurawie kolumnowe o dużym wysięgu. Charakterystyczna sylwetka dużych kontenerowców to długi kadłub z niewielką dziobówką, bardzo wąska i wysoka nadbudówka na półrufie, kilka ładowni przednich i jedna, dwie ładownie na rufie oraz wysokie stopy kontenerów na lukach przedniej i rufowej części ładunkowej.

Niezależnie od wielkości, wszystkie kontenerowce komorowe cechuje podobna budowa. Luki mają takie same wymiary co ładownie. Zrębnice luków przedłużone są w głąb ładowni tworząc **podwójne burty** (rys. 6). W prostopadłościennych **komorze ładowni** (stąd nazwa: kontenerowce komorowe) umieszczone są **stałe prowadnice kontenerowe**. Przestrzeń między zewnętrzną i wewnętrzną burtą przeznaczona jest na zbiorniki systemów: balastowego, wyrównującego przechyły¹⁹ przy za- i wyładunku i *stabilizacji kołysań statku*²⁰. Kontenerowce transoceaniczne mają maszynownie o dużych mocach umożliwiające pływanie z prędkościami powyżej 20 węzłów (do 27 węzłów). Przy tak dużych prędkościach podwodna część kadłuba statku jest starannie zaprojektowana pod kątem minimalizacji oporu.

Kontenery na pokrywach lukowych mocowane są z reguły za pomocą bardzo pracochłonnego systemu łączników i odciągów. W celu przyspieszenia załadunku, na pokrywach lukowych niektórych kontenerowców znajdują się **demontowalne prowadnice kontenerowe**.

Maksymalnie dużą szybkość załadunku i wyładunku osiąga się na wprowadzanych w ostatnich latach **kontenerowcach otwartych**,

których ładownie nie są przykrywane pokrywami lukowymi, a prowadnice kontenerowe mają wysokość obejmującą również kontenery wożone powyżej pokładu. Eliminacja zamknięć ładowni jest związana z możliwością dostania się wody do ładowni w warunkach sztormowych (silne falowanie). W związku z tym kontenerowce otwarte mają wysoko wydajne systemy osuszania ładowni umożliwiające sukcesywne usuwanie wody.



Rys. 6. Przekroje kontenerowca komorowego: a) z pokrywami lukowymi; b) otwartego

Idea kontenerowca otwartego nie jest pozbawiona wad. Świadczą o tym dość liczne przykłady silnej korozji i rozszczelnienia (przecieki) kontenerów znajdujących się w najniższych warstwach.

Statki przewożące ładunki ciężkie, jako wyspecjalizowana grupa, pojawiły się w latach 70.-80., w okresie szybkiego rozwoju górnictwa naftowego na szelfach i związanego z tym rozwoju przemysłu przetwórczego i chemicznego. Platformy wiertnicze i wydobywcze, podwodne urządzenia eksploatacji morskich pól naftowych i gazowych, ciężkie urządzenia przemysłowe wymagały zastosowania do transportu odpowiednio silnych jednostek transportowych.

Ogólnie takie statki można podzielić na trzy typy: **lukowe** – przewożące ładunek w ładowniach, **nasiebierne** (bezlukowe) – przewożące ładunki wielkogabarytowe na pokładzie i **dokowe**.

Lukowe statki do ładunków ciężkich mają jedną (rzadziej dwie) ładownię, ze wzmocnionym dnem i najczęściej o podwójnych burtach. Niekiedy ładownie nie mają pokryw lukowych, co umożliwia przewóz wysokich urządzeń. Z reguły statki wyposażone są w jeden lub dwa ciężkie żurawie pokładowe, umieszczone na jednej z burt, lub w suwnicę o dużym udźwigu. Pokład w części ładunkowej jest położony

nisko nad wodą, bez nadburcia i masztówek utrudniających przeładunek ciężkich i dużych urządzeń. Nośność takich statków wynosi zwykle kilka tysięcy ton. Część z nich ma otwieraną furtę rufową umożliwiającą wtaczanie na kołach lub wciąganie ciężkich ładunków do wnętrza ładowni.

Statki do ładunków ciężkich – nasiebierne z reguły budowane są do transportu platform wiertniczych. Występują w dwóch odmianach. W pierwszej ładowanie odbywa się poprzez stawianie lub wciąganie ładunku na pokład, w drugiej zaś służą do przewozu bardzo szerokich ładunków. Są to jednostki **zmiennowypornościowe** o regulowanym zanurzeniu, podpływające z dużym zanurzeniem pod ładunek spoczywający na wodzie lub na pontonach i unoszące ładunek po zmniejszeniu zanurzenia. Zmiany zanurzenia w wymaganym zakresie uzyskuje się poprzez zatapianie wnętrza statku wodą i jej późniejsze wypompowanie. Wnętrze statku jest podzielone na dwie części: maszynownię (z silnymi pompami balastowymi) i zbiorniki balastowe.

Często rolę takich przewoźników platform wiertniczych pełnią wycofane z eksploatacji zbiornikowce, odpowiednio adaptowane do tego celu – wzmocniony pokład, usunięte wyposażenie pokładowe. Poprzez zatapianie wodą zbiorników ładunkowych uzyskuje się duże zmiany zanurzenia, a obsługa tych zbiorników odbywa się za pomocą pomp ładunkowych zbiornikowca.

Spotyka się również **dokowe** statki do ładunków ciężkich o poziomym kierunku ładowania, przewożące ładunki wielkogabarytowe o dodatniej pływalności – utrzymujące się na wodzie. W części rufowej statek ma **dok** zamykany szczelną furtą rufową. Po zalaniu wnętrza doku i zbiorników balastowych statek zwiększa swoje zanurzenie i, po otwarciu furty, ładunek wciągany jest do środka. Po zamknięciu furty wodę z wnętrza doku wypompowuje się – ładunek osiada na dnie doku. Jednostki tego typu, prócz przewozu ładunków, służą również jako **statki doki** do remontu statków i obiektów pływających lub jako barkowce do przewozu barek z ładunkiem.

Definitywna zmiana koncepcji załadunku, wyrażająca się zmianą kierunku ładowania z pionowego (poprzez luki ładunkowe) na poziomy: wjeżdżanie, wtaczanie lub wciąganie ładunku z nabrzeża na pokłady ładunkowe lub z wody do wnętrza statku, spowodowała powstanie szeregu typów **statków poziomego ładowania**. Obecnie nazwą tą określa się wyłącznie statki przewożące ładunki wtaczane (na

kołach) lub załadowywane z użyciem samojezdnych urządzeń ładunkowych [12], ale należy pamiętać, że poziomy załadunek stosowany jest również na niektórych barkowcach oraz na omawianych wcześniej niektórych typach statków do przewozu ładunków ciężkich.

Statki załadowywane techniką wtaczania lub wwożenia ładunku nazywa się **statkami typu ro-ro**²¹ lub **rorowcami**.

Zaliczają się do nich: **statki ro-ro** (rorowce) **towarowe**, **rorowce pasażersko-towarowe**, **pojazdowce**, czyli statki przewożące pojazdy samochodowe jako ładunek, **promy towarowe** i **promy pasażersko-towarowe**.

Należy nadmienić, że współczesne statki poziomego ładowania (rorowce), prócz pojazdów i pojazdów z ładunkami (samochody ciężarowe, zestawy samochod – przyczepa, naczepy – trailery), przewożą: rollkontenery oraz kontenery, pakiety, palety i zwykłe ładunki drobnicowe załadowywane za pomocą jeźdźnego sprzętu ładującego (wózki widłowe, układarki).

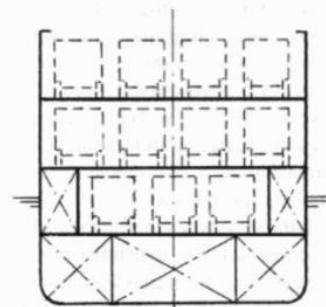
Zdolność przewozową statków poziomego ładowania określa się poprzez podanie łącznej długości pasm parkowania pojazdów lub liczby możliwych do załadowania na statek *jednostek TEU*²² bądź *FEU*²².

Statki poziomego ładowania, ich geneza, podział na typy, omówienie poszczególnych typów, budowa i eksploatacja dokładnie prezentowane są w publikacji [12].

Rorowce towarowe ze względu na kierunek ładowania mają specyficzną budowę i podział przestrzenny. Charakterystycznym elementem jest rufowa rampa ładunkowa łącząca statek z nabrzeżem na czas przeładunku. Czasami jest ona umieszczona asymetrycznie. Na czas rejsu jest podnoszona do góry, dając charakterystyczny element sylwetki. Na większych jednostkach stosuje się rampy podwójne lub piętrowe, przyspieszające przeładunek statku, lub też instaluje się dodatkową rampę na dziobie, ale wówczas statek musi być ustawiany wzdłuż nabrzeża, co zajmuje znaczną jego długość. Z powyższych względów równie rzadkie jest instalowanie furt burtowych.

Statki ro-ro towarowe mają (zależnie od wielkości) jeden lub kilka pokładów ładunkowych. Na wielu statkach pojazdy przewozi się również na górnym, odkrytym pokładzie. Niekiedy jest on otoczony wysokim nadburciem i ta powierzchnia ładunkowa nosi wówczas nazwę **garażu** (rys.7).

Komunikację między pokładami zapewniają dźwigi pionowe (windy) przystosowane do przewozu pojazdów lub pochyłe rampy. Część ładunkowa statku poniżej wodnicy pływania ma najczęściej podwójne burtę. Przekrój poprzeczny statku tego typu pokazany jest na rysunku 7.



Rys. 7. Przekrój statku ro-ro z dwoma pokładami ładunkowymi i garażem

Rorowce towarowe mają najczęściej napęd dwusrubowy. Silniki napędowe umieszczone są po bokach maszynowni tak, by ich szyby maszynowe²³ w małym stopniu zmniejszały szerokość przejazdu. Stosowany jest również centralny szyb maszynowy otoczony z obu burt przejazdami dla pojazdów. Na rorowcach używa się silników średnio- i szybkoobrotowych lub turbin gazowych o małych gabarytach, mieszczących się w niskiej maszynowni poniżej *pokładu rozdzielczego*²⁴. Szybkość przeładunku rorowców idzie w parze ze znacznymi prędkościami eksploatacyjnymi – rzędu 22-27 węzłów.

Rorowce towarowo-pasażerskie, zabierające oprócz pojazdów również ich kierowców, zostały praktycznie wyeliminowane z żeglugi, przegrawszy walkę konkurencyjną z promami pasażersko-towarowymi. Prócz skromnych kabin dla kierowców, równie skromnej jadalni i świetlicy statki te nie posiadały części gastronomiczno-rozrywkowej, typowej dla promów pasażersko-towarowych. Spartańskie warunki przewozów na rorowcach powodowały, że kierowcy samochodów ciężarowych – potencjalni klienci rezygnowali z możliwości przewozu takim statkiem, wybierając podróż promem, nawet kosztowniejszą i dłuższą. Na terminalach promowych dochodziło do paradoksalnych sytuacji – statek ro-ro pasażersko-towarowy odpływał

od nabrzeża prawie pusty, a w niedługi czas po nim odchodzący prom (kursujący na tej samej trasie) miał komplet pojazdów. Jest to wymowny przykład na to, że preferencje i przyzwyczajenia potencjalnych pasażerów mogą decydować o rentowności żeglugi.

Statki poziomego ładowania, służące do przewozu nowych samochodów, określane jako **samochodowce**, to nieliczna grupa statków budowanych dla wielkich koncernów samochodowych, głównie japońskich, i przez nie eksploatowanych. Samochodowiec ma dużo pokładów ładunkowych (do 16), w tym część podwieszanych, nie używanych podczas przewozu wysokich samochodów ciężarowych, a opuszczanych w trakcie przewozu samochodów osobowych.

Łaładunek i rozładunek odbywa się poprzez furty rufowe lub, częściej, burtowe. Charakterystyczna sylwetka samochodowca to wysoki kadłub często przechodzący niezauważalnie w ciągłą wysoką nadbudówkę. Ze względu na dużą powierzchnię bocznego nawiewu jednostki, o których mowa, mają dodatkowe urządzenia manewrowe, najczęściej stery strumieniowe.

Promy towarowe występują obecnie wyłącznie w postaci promów kolejowych, stanowiących przedłużenia linii kolejowych w cieśninach i w ujściach rzek. Najczęściej są to jednostki z furtami dziobowymi i rufowymi, przystosowane do **załadunku przetokowego**, co znaczy, że przy załadunku wagonów na jednym brzegu przez furtę rufową, na drugim są one wyładowywane przez dziobową. Takie promy kursują bez obracania się przed dobijaniem do nabrzeża.

Promy pasażersko-samochodowe kursują na liniach stanowiących przedłużenia dróg lądowych. Przewożą one: pasażerów, samochody ciężarowe wraz z kierowcami oraz samochody osobowe z pasażerami. Część promów ma również pokład przystosowany do przewozu wagonów kolejowych. Ze względu na swoją funkcję i budowę promy pasażersko-samochodowe omówione są w części dotyczącej statków pasażerskich.

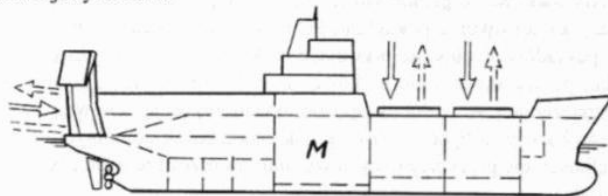
Statki z mieszanym systemem załadunku są dwójakiego typu. Do pierwszego należą jednostki, na których kierunek załadunku we wnętrzu ulega zmianie według relacji poziomy – pionowy – poziomy. Do takich statków należą paletowce, pakietowce i niektóre rodzaje barkowców. Drugi typ to statki z wydzielonymi częściami do załadunku poziomego i pionowego.

Paletowce i pakietowce stanowią bardzo nieliczną grupę. Palety i pakiety z nabrzeża wwożone są w kierunku poziomym przez burtowe furty ładunkowe za pomocą sprzętu mechanicznego (wózków widłowych, sztaplarek itp.). Pionowymi windami ładunek jest przewożony w pionie na poszczególne pokłady ładunkowe i dalej, sprzętem mechanicznym, transportowany w kierunku poziomym na miejsce składowania. Podobnie przebiega wyładunek statku.

Charakterystyczną cechą paletowców i pakietowców jest wysoki, zwarty kadłub z licznymi pokładami ładunkowymi i z furtami ładunkowymi (najczęściej dwiema) umieszczonymi na jednej, zwykle lewej, burcie. Nad furtami wznoszą się charakterystyczne szyby wind pionowych.

Z reguły są to niewielkie statki o nośności rzędu kilku tysięcy ton, pływające na stałych liniach. Pomimo pewnych zalet (np. tańszy sposób zjednostkowania ładunków w porównaniu do przewozu w kontenerach) wymienione statki nie stanowią poważnej konkurencji dla kontenerowców i rorowców.

Drugi typ jednostek o mieszanym załadunku to **statki typu ro-lo**²⁵ (lub **con-ro**), czyli statki, w których część dziobowa ma ładownie z lukami, a rufowa jest przeznaczona do załadunku poziomego i ma jeden, dwa pokłady oraz furtę lub rampę rufową. Maszynownia i nadbudówka mieszczą się zwykle na takich statkach na śródokręciu. Schematyczny podział przestrzeni ładunkowej omawianego statku pokazuje rysunek 8.

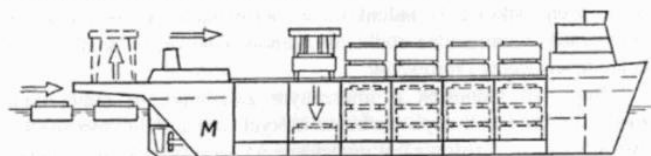


Rys. 8. Schemat ładowania i podział przestrzenny statku typu ro-lo

Inny typ statku mieszanego to jedno- lub dwupokładowa jednostka z rampą rufową i pokładem górnym oraz, ewentualnie, dolnym, które są przystosowane do przewozu pojazdów. Statek może również przewozić na pokładzie górnym kontenery, ładowane pionowo za pomocą własnych lub portowych urządzeń przeładunkowych.

Barkowce to grupa statków znacznie różniących się od siebie budową i technologią załadunku. Ich wspólną cechą jest możliwość transportu barek wypełnionych ładunkami. System transportu ładunków na barkach jako forma transportu ładunków zjednostkowanych wprowadzony został w latach 70. początkowo do celów militarnych. Powstało wtedy kilka **barkowcowych systemów przewozowych**. Różniły się one od siebie: budową barkowców, technikami za- i wyładunku barek oraz parametrami barek [10]. Spośród licznych projektów zostały zrealizowane trzy.

Pierwszy, najwcześniejszy, to **system LASH**, w którego skład wchodziły: barkowiec o załadunku pionowym (rys.9), z klasycznymi ładowniami i suwnicą podnoszącą barki z wody oraz przewożącą je do poszczególnych ładowni (gdzie były piętrzone jedna na drugiej), oraz prostopadłościenną barki, specjalnie budowane dla tego systemu.



Rys.9. Schemat załadunku barkowca LASH

Drugi to **system BACAT**. Był urzeczywistnieniem koncepcji budowy barkowca o poziomym załadunku, w postaci statku dokowego z zatopianymi dwoma pokładami ładunkowymi. Po zatopieniu jednego z pokładów swobodnie pływające barki były wciągane do wnętrza statku; po wynurzeniu się barkowca były transportowane do miejsca przeznaczenia i w podobny sposób wyładowywane. Główną zaletą takiego barkowca była możliwość ładowania barek dowolnych typów i wielkości, nie przekraczających wymiarów przestrzeni ładunkowych barkowca.

Trzeci system to **barkowce wyposażone w rurowe podnośniki**, zanurzające się pod dna barek. Za pomocą podnośnika barki były unoszone z wody na poziom dwóch lub trzech pokładów ładunkowych, a następnie przeciągane systemem lin do wnętrza poziomych ładowni lub po górnym pokładzie. Ten system, podobnie jak LASH, wymagał barek o zunifikowanych wymiarach i konstrukcji.

Pomimo początkowo zachęcających wyników ekonomiczno-eksploatacyjnych ten system przewozu nie upowszechnił się na świecie. Można sądzić, że okres rozwoju barkowców już minął – obecnie jedynie u wybrzeży USA spotyka się tę formę transportu ładunków. W porównaniu do systemu kontenerowego system barkowcowy okazał się droższy ekonomicznie i mało elastyczny. Między innymi każdy barkowiec potrzebował aż siedmiu pełnych kompletów barek w ciągłym użyciu oraz dużych ilości towarów do przewożenia w obu kierunkach, by uniknąć rejsów w stanach niepełnego załadunku. Ponadto niezwykle kosztowne było dostosowanie i utrzymywanie na śródlądziu dróg wodnych o wymaganych parametrach. Eliminowało to z góry większość rzek w uboższych krajach. Nie bez znaczenia było również to, że system transportu barkowcowego, w porównaniu do kontenerowego, powiększał liczbę ogniwo przewozowych i miejsc przeładunku oraz znacznie wydłużał sumaryczny czas transportu większości ładunków.

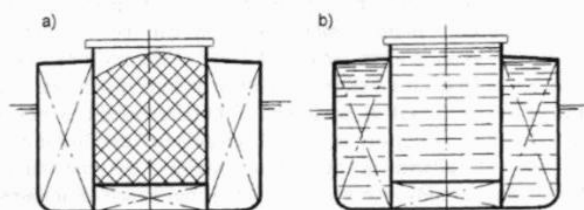
Statki kombinowane, mogące przewozić zarówno ładunki płynne, jak i suche, w praktyce stanowią połączenie zbiornikowców (ropowców) i masowców. Wyróżnia się dwa typy takich statków:

- **ropo-rudowce,**
- **ropo-rudo-masowce.**

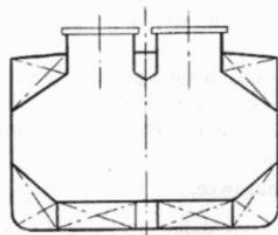
Ropo-rudowce, czyli statki przewożące surową ropę w jednym rejsie, a rudy metali w innym, oznaczone są zwyczajowo symbolem **OO** (ang. *oil-ore*). Pierwsze statki OO to rudowce, których zbiorniki balastowe, otaczające niewielkie ładownie przeznaczone do rudy, wykorzystywano do przewozu ropy naftowej. Wymogi ochrony środowiska skłaniające do budowy ropowców z podwójnymi burtami spowodowały, że pierwotna koncepcja statków OO przestała być opłacalna ekonomicznie. Współcześnie statków OO nie buduje się. Zastąpiono je statkami kombinowanymi drugiego typu – ropo-rudo-masowcami. Przekrój poprzeczny statku OO z wykorzystaniem przestrzeni podczas przewozu rudy i ropy naftowej jest pokazany na rysunku 10.

Statki mogące przewozić zamiennie surową ropę, rudy metali i inne towary masowe określone są symbolem **OBO** (ang. *oil-bulk-ore*). Pierwsze statki OBO były masowcami samotrymownymi, przystosowanymi do przewozu rudy w co drugiej ładowni, pierwotnie

przewoziły ropę w zbiornikach dennych i szczytowych, a następnie również w ładowniach do towarów masowych. Przekrój poprzeczny przez statek OBO starszego typu przedstawia rysunek 11.

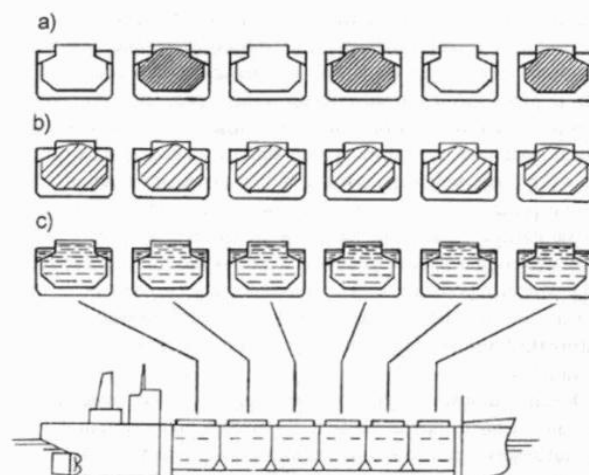


Rys. 10. Wykorzystanie przestrzeni ładunkowych statku OO: a) przewóz rudy żelaza; b) przewóz ropy naftowej



Rys. 11. Przekrój przez statek OBO

Współcześnie budowane statki OBO mają podwójne dno i podwójne burty (przestrzeń między nimi są wykorzystywane na zbiorniki zapasowe i balastowe) oraz duże samotrymowne ładownie przeznaczone do przewozu ładunków masowych i ropy naftowej. Również grodzie mają podwójne ściany. Wnętrza zbiorników/ładowni są gładkie, co ułatwia ich czyszczenie przed zmianą typu ładunku. Konstrukcję kadłuba odpowiednio wzmocniono i przystosowano do przewozu rudy w co drugiej ładowni. Na niektórych statkach OBO ładownie do przewozu rudy są krótsze od pozostałych. Przekroje poprzeczne oraz wykorzystanie przestrzeni współczesnego statku OBO podczas przewozu rudy, ropy naftowej i ładunku masowego pokazane są na rysunku 12.



Rys. 12. Przekroje przez współczesny statek typu OBO: sposób załadunku podczas przewozu: a) rudy; b) towarów masowych; c) ropy naftowej

Z reguły omówione statki nie posiadają własnych urządzeń przeładunkowych, natomiast mają pompy wyładunkowe do ropy naftowej. Sylwetka statku OBO w zasadzie różni się od sylwetki masowca jedynie obecnością na pokładzie rurociągów ładunkowych do ropy.

Nośność statków OBO dochodzi do 250 000 t. Podobnie jak ropowce i masowce, są to statki o prędkościach eksploatacyjnych rzędu 14-16 węzłów.

Statki pasażerskie i pasażersko-towarowe omówione są łącznie. Według przepisów za statek pasażerski uważa się jednostkę, która przewozi powyżej dwunastu pasażerów. Budowa, wyposażenie i eksploatacja statków pasażerskich musi spełniać wymogi bezpieczeństwa wynikające z wielu międzynarodowych przepisów i konwencji. Między innymi szereg takich wymogów zawierają wytyczne Międzynarodowej Konwencji o Bezpieczeństwie Życia na Morzu SOLAS z roku 1974 wraz z późniejszymi poprawkami i aneksami [8].

Wymagania konwencji SOLAS dotyczą między innymi: zapewnienia dostatecznej pływerności w stanach awaryjnych (poprzez wy-

starczając gęsty podział wnętrza statku na wodoszczelne przedziały), wyposażenia w sprzęt ratunkowy i łączności, zabezpieczenia przeciwpożarowego (począwszy od strony konstrukcji statku i użytych materiałów, poprzez sprzęt i urządzenia do walki z pożarami, do przeciwpożarowych systemów kontrolnych i sygnalizacyjnych), stosowania skutecznych systemów sygnalizacyjnych stanów zagrożeń statku, budowy właściwych i należycie oznakowanych dróg ewakuacyjnych itp.

Inne przepisy, między innymi towarzystw klasyfikacyjnych czy służb sanitarnych, dotyczą na przykład sprawności wentylacji, wymogów wobec materiałów stosowanych do wykończenia wnętrza.

Dawniejsze podziały statków pasażerskich na pierwszym miejscu podawały liniowe statki pasażerskie, tak zwane **liniowce**, często były to **jednostki flagowe**, czyli statki reprezentujące państwo, pod którego banderą pływały.

Obecnie liniowa żegluga pasażerska dalekiego zasięgu nie istnieje, rolę przewoźnika na długich dystansach przejęły samoloty. Nieliczne luksusowe liniowce pasażerskie zaczęły przewozić turystów na wycieczki morskie. Stało się to początkiem turystyki morskiej, bardzo ważnego dzisiaj działu gospodarki morskiej, i zainicjowało budowę luksusowych statków przeznaczonych do turystyki – tak zwanych **wycieczkowców**. Przejęły one rolę jednostek flagowych, co często uwidacznia się już w samej nazwie statku (np. „Song of America”, „Pride of Burgundy”, „Majestic”).

Współczesne wycieczkowce to duże statki przewożące od tysiąca do trzech tysięcy pasażerów. Są one jednostkami wielopokładowymi, wyposażonymi najczęściej w najwyżej dwuosobowe kabiny, mieszczącymi liczne bary, restauracje, świetlice, sale kinowe i telewizyjne. Wszystkie części statku przeznaczone dla pasażerów – hotelowa, gastronomiczna i rozrywkowa – połączone są licznymi, szerokimi i wygodnymi ciągami komunikacyjnymi: korytarzami, klatkami schodowymi i dźwigami osobowymi (windami). Na wycieczkowcach z reguły znajdują się obszerne pokłady słoneczne oraz baseny kąpielowe. Pomieszczenia dostępne dla pasażerów wykończone są trwałymi i eleganckimi materiałami, które muszą dodatkowo być: niepalne, nie toksyczne, odporne na ścieranie, uderzenia, działanie gorącej wody i środków myjących oraz promienie ultrafioletowe itd. Dodatkowych trudności przysparzają wymogi dotyczące eliminacji lub redukcji drgań, wibracji i hałasu wywoływanych pracą silowni, zmniejszenia

ruchów statku na fali, sprawnej wentylacji i klimatyzacji wnętrza pasażerskich oraz dobrego odprowadzania spalin ze statku.

Wymagania materiałowe oraz wspomniane wcześniej warunki bezpieczeństwa statków pasażerskich powodują, że tylko nieliczne stocznie podejmują się budowy wycieczkowców i innych jednostek pasażerskich.

Wycieczkowce nie są statkami ekstremalnie szybkimi, ich prędkości eksploatacyjne są rzędu 20-22 węzłów. Mają z reguły napęd dwusrubowy, w większości są to śruby nastawne. Właściwości manewrowe statków podwyższają zespoły dziobowych, niekiedy również rufowych, sterów strumieniowych. Regułą jest wyposażanie wycieczkowców w *pletwowe stabilizatory kołysań*²⁶ podnoszące komfort podróży morskich.

Statki pasażersko-towarowe, prócz nielicznych już statków ro-ro pasażersko-towarowych, z więcej niż dwunastoma miejscami pasażerskimi, to wyłącznie morskie promy, głównie przystosowane do transportu pasażerów i ich samochodów osobowych, ale zabierające również samochody ciężarowe wraz z kierowcami. Część z nich może również przewozić wagony kolejowe.

Promy charakteryzują się znacznym rozrzutem wielkości określanych liczbą miejsc pasażerskich i stanowisk do przewozu samochodów. Zwykle zdolność przewozowa promów w odniesieniu do pojazdów wyrażana jest sumaryczną długością pasm parkowania pojazdów drogowych lub długością torów kolejowych.

Małe promy zabierające kilkadziesiąt pojazdów i stu do dwustu pasażerów kursują na krótkich liniach (cieśniny skandynawskie, kanał La Manche, wyspy śródziemnomorskie, wyspy indonezyjskie, Morze Czerwone). Są to jednostki z jednym pokładem samochodowym z wjazdem przez furtę rufową. Ze względu na krótki czas podróży na tych statkach nie ma kabin pasażerskich.

Średniej wielkości promy kursujące na trasach kilkugodzinnych to jednostki zabierające do pięciuset pasażerów i sto pięćdziesiąt do dwustu pojazdów; mogą również zabierać: naczepy (lory) i naczepy z ciągnikami (trailery). Statki te mają dwa lub trzy pokłady ładunkowe. Z reguły są to jednostki z przelotowym systemem załadunku, posiadające rufowe i dziobowe furty wyładunkowe. Mają one zwykle niewielką liczbę kabin pasażerskich, miejsca siedzące dla pasażerów

niekabinowych oraz wyposażone są w bary, restauracje, sale telewizyjne i sklepy.

Największe promy kursują na dalekich liniach, gdzie podróże trwają od kilku godzin do dwóch dni. Promy takie, na przykład kursujące wzdłuż Bałtyku czy Morza Śródziemnego, często zastępują kolejowy lub drogowy transport lądowy. Największe zabierają do trzech tysięcy pasażerów i do pięciuset samochodów. Mają bardzo rozbudowaną część hotelową – kabiny dla wszystkich pasażerów oraz gastronomiczno-rozrywkową. Statki te komfortem części pasażerskiej nie ustępują wycieczkowcom. Największe promy mają wyłącznie rufową furtę lub rampę załadunkową.

Wszystkie typy promów charakteryzują się napędem dwuśrubowym ze śrubami nastawnymi, a ich cechy manewrowe poprawiają dziobowe i rufowe stery strumieniowe. Pozwala to na rezygnację z usług holowników w portach i wydatnie skraca czas manewrów dobiegania i odbijania od przystani. Prędkości eksploatacyjne promów wynoszą 15-22 węzłów. Część promów średnich i dużych przystosowana jest również do przewozu: kontenerów, rollkontenerów, palet i dowolnej drobnicy. Ładunki te wwozi się na statki sprzętem mechanicznym i piętrzy w stosy na pokładach ładunkowych.

W przedstawionym powyżej przeglądzie statków handlowych ograniczono się do prezentacji jednokadłubowych statków nawodnych o hydrostatycznym wyporze²⁷. Nieliczne statki wielokadłubowe – *katamarany* i *trimarany*²⁸ – to niewielkie jednostki pasażerskie. W latach 70. prowadzone były intensywne prace studialne nad wykorzystaniem katamaranów do przewozu kontenerów i ładunków wtaczanych – dotychczas żaden z tych projektów nie został zrealizowany. Natomiast od 1995 roku zaczęto wprowadzać nowoczesne, szybkie dwukadłubowe promy pasażersko-samochodowe. Przykładem takiej jednostki jest katamaran zbudowany przez stocznię Finnyards Ltd. Rauma (Finlandia) dla armatora Stena-Line. Zabiera on tysiąc pięćset pasażerów oraz trzysta siedemdziesiąt pięć samochodów osobowych. Sylwetka statku oraz rzut pokładu samochodowego pokazano na rysunku 13 [3].

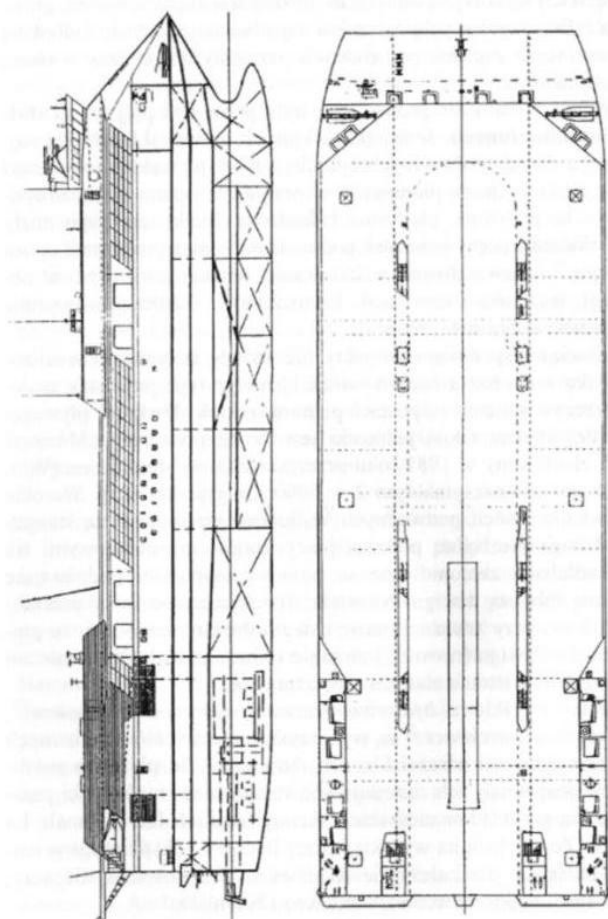
Na początku 1977 roku Polska Żegluga Bałtycka zakupiła zbudowany w Australii szybki katamaran pasażerski typu „Boomerang”. Pływa on na trasie Świnoujście – Malmö.

Zastosowanie **statków podwodnych** do celów komercyjnych dotychczas ogranicza się do eksploatacji kilku niewielkich jednostek pasażerskich wykorzystywanych do obserwacji życia w morzu, głównie na rafach koralowych, natomiast zagadnienia przewozu ładunków na towarowych statkach podwodnych pozostały dotychczas w sferze prac studialnych.

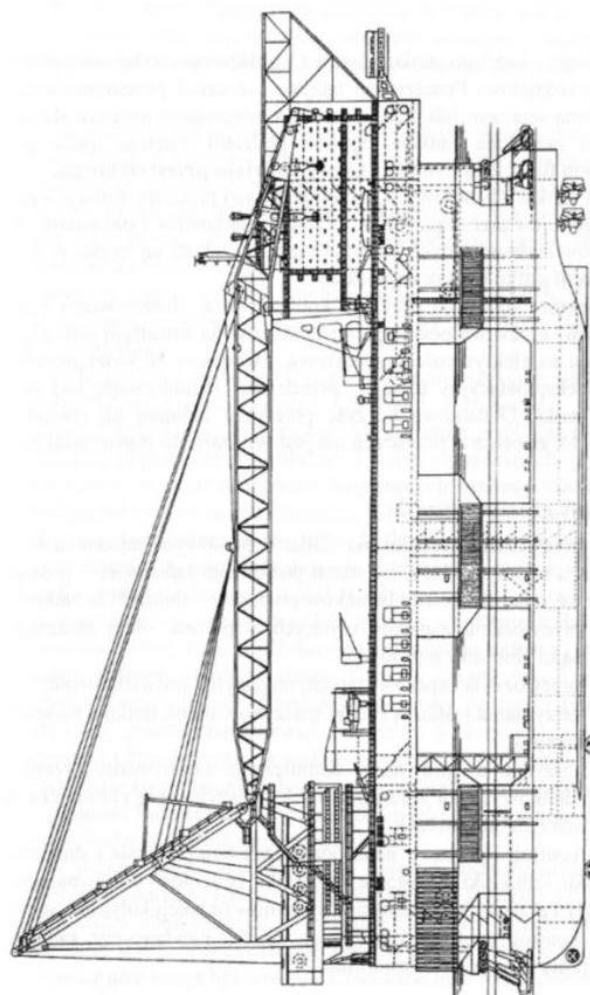
W latach 70. i 80. prowadzone były prace nad projektami **statków półzanurzonych**. Jednostki, o których mowa, składały się najczęściej z dwóch podwodnych cylindrycznych pływaków (w postaci cygar), na których, na pionowych wspornikach, oparta była nadwodna, wysoko położona, platforma ładunkowa. Statki tego typu miały łączyć dodatkowo cechy jednostek podwodnych – niewytwarzanie *oporu falowego*²⁹ i niewrażliwość na falowanie; nawodnych – łatwość obserwacji, łączności i nawigacji; katamaranów – duża powierzchnia ładunkowa i dobra stateczność.

Chociaż wspomniane projekty nie zostały dotychczas zrealizowane jako statki towarowe, to jednak idea tego typu jednostek znalazła urzeczywistnienie w postaci **pełnomorskich dźwigów pływających**. Przykładem takiej jednostki jest dźwig pływający „Micoperi 7000”, zbudowany w 1987 roku przez stocznnię w Monfalcone (Włochy), o unosie maksymalnym 2 × 7000 ton (rys.14) [15]. Szerokie rozstawienie dwóch podwodnych kadłubów zapewnia dużą stateczność dźwigu niezbędną podczas pracy żurawiem pokładowym. Na tych kadłubach zamontowane są pionowe wsporniki podpierające platformę roboczą dźwigu. Niewielki sumaryczny poziomy przekrój wsporników, przy znacznej masie całego obiektu, powoduje, że pionowe ruchy dźwigu (również kołysanie i kiwanie) są bardzo małe, co jest szczególnie istotne podczas pracy żurawia.

Statki morskie z *hydrodynamicznym wyporem*³⁰; *ślizgacze*³¹, *wodoloty*³², *poduszkowce*³³ są wykorzystywane do celów militarnych oraz jako jednostki pasażerskie. Ich duża szybkość pływania powoduje, że uzupełniają lub zastępują konwencjonalne małe statki pasażerskie, na przykład w cieśninach skandynawskich lub w kanale La Manche. Ze względu na wysokie koszty budowy i eksploatacji w najbliższych latach nie należy się spodziewać zastosowania ślizgaczy, wodolotów i poduszkowców do przewozu ładunków.



Rys. 13. Szybki, dwukadłubowy prom pasażersko-samochodowy [3]



Rys. 14. Półzanurzony dźwig pływający o unosie $2 \times 7000 \text{ t}$ [15]

3. Podział przestrzenny statków handlowych

Wnętrze każdego statku, również handlowego, podzielone jest na wiele przedziałów. Przedziałem nazywa się część przestrzeni statku oddzieloną ścianami lub przegrodami od pozostałego wnętrza statku i pełniącą określone funkcje. Sposób podziału wnętrza statku pod względem funkcjonalnym nosi nazwę **podziału przestrzennego**.

Na statkach handlowych, z racji pełnionej przez nie funkcji, część przestrzeni jest przeznaczona do przewozu ładunków i pasażerów. Ze względów ekonomicznych pożądane jest, by udział tej części w całej przestrzeni statku był jak największy.

Niektóre statki, na przykład kontenerowce, drewnowce i część rorowców, przewożą pewną partię ładunków na otwartym pokładzie. Poprawia to efektywność przewozową, zwłaszcza że koszt inwestycyjny i eksploatacyjny takiego „przedziału” ładunkowego jest relatywnie niski. Dodatkową korzyść przewozu ładunku na pokładzie stanowi to, że otwarta przestrzeń nie jest wliczana do pojemności rejestrowej.

Przedziały na statku służą do:

- przewożenia ładunku; na statku o pionowym załadunku są to ładownie i międzypokłady, na statku poziomego ładowania – pokłady ładunkowe, a na statkach do ładunków płynnych – zbiorniki ładunkowe;
- przewożenia zapasów płynnych – paliwa, oleju smarnego, wody – są to zbiorniki zapasów;
- przewożenia zapasów stałych; magazyny, prowiantownia;
- utrzymania statku w ruchu; maszynownia na statku z napędem mechanicznym;
- utrzymania sprawności technicznej; elektrownia, przedział pomp ładunkowych na zbiornikowcach, maszynownia chłodnicza na gazowcach i chłodniowcach;
- kontroli i poprawy stanu bezpieczeństwa pływania i stateczności statku; zbiorniki balastowe, zbiorniki systemów wyrównujących przechyły i przegłębienia, zbiorniki systemów redukcji kołysania statku;
- kontroli, nadzoru i łączności; mostek nawigacyjny, radiostacja, centrala manewrowo-kontrolna;

- celów socjalnych; kabiny, kuchnia, mesy, jadalnie, świetlice;
- celów komunikacyjnych; korytarze, schodnie, windy;
- celów ochronnych; puste przedziały ochronne między zbiornikami zwane **koferdamami**, podwójne burty, skrajniki, dno podwójne.

Poszczególne przedziały mogą być od siebie oddzielone ścianami i przegrodami o różnym stopniu odporności na przenikanie wody, innych cieczy, gazów, dymu lub ognia. Z tego punktu widzenia różni się **przedziały wodoszczelne**, odgrywające dużą rolę w utrzymaniu pływalności awaryjnej statku, **przedziały gazo-, dymo- i ognioszczelne** ważne dla ograniczenia rozprzestrzeniania się pożarów we wnętrzu statku. Podział wnętrza statku na przedziały ma więc, oprócz znaczenia funkcyjnego, również duże znaczenie dla bezpieczeństwa statku.

Podział statku na wodoszczelne przedziały uzyskuje się poprzez szczelne ściany pionowe, zwane grodziami, i poziome – dno wewnętrzne oraz pokłady. W zależności od kierunku przebiegu rozróżnia się grodzie poprzeczne i wzdłużne. Liczba poprzecznych grodzi na statku zależy, w myśl **przepisów dotyczących budowy statków**, od jego długości (rośnie wraz z długością jednostek). Pierwsza od dziobu gródź, nazywana **zderzeniową** albo **kolizyjną**, pełni ważną rolę w razie ewentualnego uderzenia statku w nabrzeże lub w inną jednostkę, oddziela bowiem zniszczoną część dziobową od reszty statku. Przedział wodoszczelny, leżący przed tą grodzia, to **skrajnik dziobowy**. Pierwsza od strony rufy gródź nazywa się **grodzia rufową** i oddziela **skrajnik rufowy** od reszty statku. Grodzie ograniczające przedział maszynowy noszą nazwy **przedniej** (od strony dziobu) i **tylnej** (od strony rufy) **grodzi maszynowni**. Na statku o pionowym załadunku pozostałe grodzie poprzeczne oddzielają od siebie poszczególne przestrzenie ładunkowe zwane ładowniami – na statku jednopokładowym oraz **pionami ładunkowymi** – na statku wielopokładowym. W skład pionu wchodzi ładownia i **międzypokłady**.

W dalszej części tego rozdziału opisano podziały przestrzenne kilku typów statków handlowych, prezentując sylwetki przykładowych statków zbudowanych w ostatnich dziesięciu latach. Przedstawione dalej podziały przestrzenne statków można określić jako typowe; oprócz nich mogą być również stosowane inne rozwiązania.

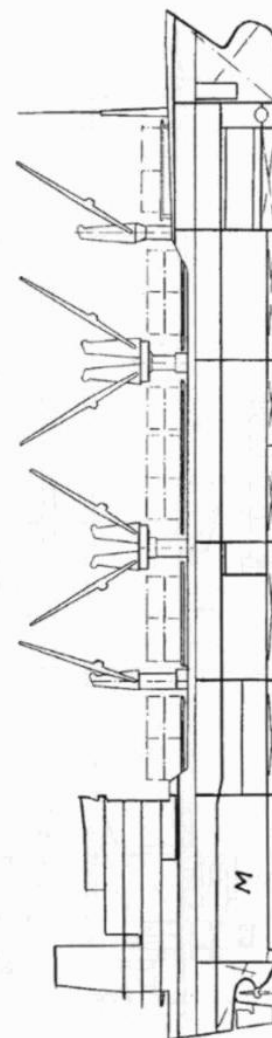
Na rysunku 15 pokazano przykładowo wzdłużny przekrój statku z pionowym załadunkiem. Jest to dwupokładowy towarowiec uniwersalny, wywodzący się z dawnego drobnicowca – najbardziej rozpoznawalnego statku lat 60.

Współczesne towarowce uniwersalne prócz drobnicy przewożą towary masowe luzem i kontenery – w ładowniach oraz na pokładzie górnym.

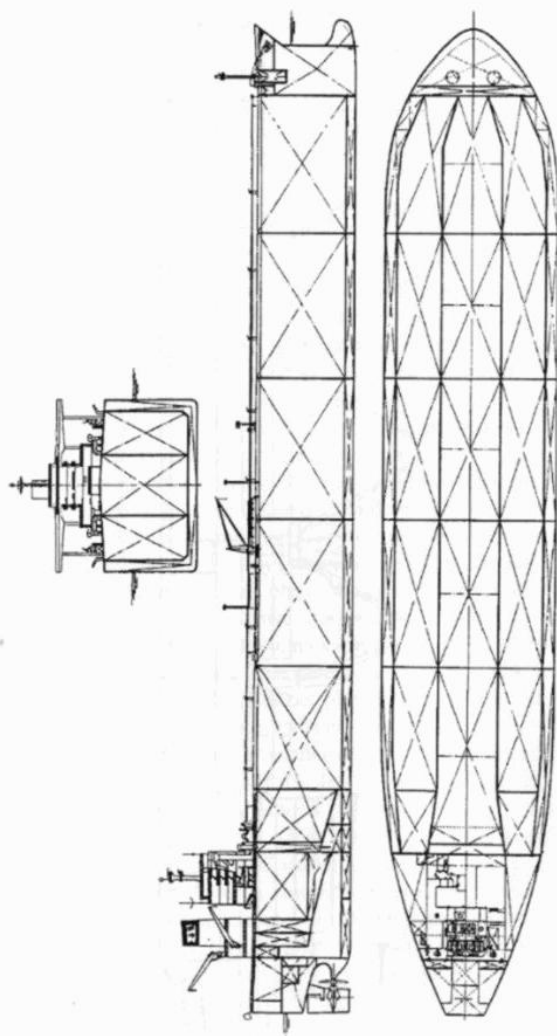
Na rufie prezentowanego towarowca znajduje się maszynownia i nadbudówka³⁴ wraz z pokładówką³⁵ mieszkalną i stanowiskiem dowodzenia. Przednia część statku do grodzi zderzeniowej podzielona jest na pionowe ładunkowe (na prezentowanym statku jest ich pięć), każdy z dolną ładownią i jednym międzypokładem. Pod całą przestrzenią ładunkową znajduje się **dno wewnętrzne**. Przestrzeń leżąca między dnem zewnętrznym a wewnętrznym, nosząca nazwę **dna podwójnego**, pełni rolę przedziału ochronnego. W wypadku przebicia lub uszkodzenia poszycia dna statku poprawia **pływalność awaryjną**. Przestrzeń dna podwójnego, podzielona na zbiorniki, jest wykorzystywana do przewozu zapasów płynnych i balastu wodnego.

Na pokładzie górnym i dolnym znajdują się otwory lukowe przykrywane pokrywami lukowymi; pokrywy na pokładzie górnym muszą być szczelne. Pomiedzy lukami ładowni, na pokładzie nad grodziami, umieszczone są stacjonarne, obrotowe dźwigi (żurawie) ładunkowe. Zastępują one bomy ładunkowe stosowane wcześniej na drobnicowcach. W przedniej części statku, na kadłubie, znajduje się nadbudówka dziobowa (dziobówka). Jej rola polega na osłanianiu pokładu górnego przed nabieraniem wody podczas pływania pod falę. Na pokładzie dziobówki są zamontowane urządzenia kotwiczne i cumownicze.

Podział przestrzenny zbiornikowca do przewozu surowej ropy naftowej pokazano na rysunku 16. Jest to współczesny duży ropowiec wyposażony w podwójne dno i podwójne burty. Maszynownia umieszczona jest na rufie, przylega do niej przedział pomp ładunkowych. Przestrzeń ładunkowa statku podzielona jest grodziami poprzecznymi i wzdłużnymi na zbiorniki ładunkowe. Dwie wewnętrzne grodzie wzdłużne dzielą kadłub w kierunku poprzecznym na zbiorniki ładunkowe: lewy, centralny i prawy. Skrajne grodzie wzdłużne oddzielają przestrzeń ochronną przy burtach od zbiorników ładunkowych. Dno podwójne oraz przestrzeń między podwójnymi burtami



Rys. 15. Przekrój wzdłużny towarowca uniwersalnego [15]



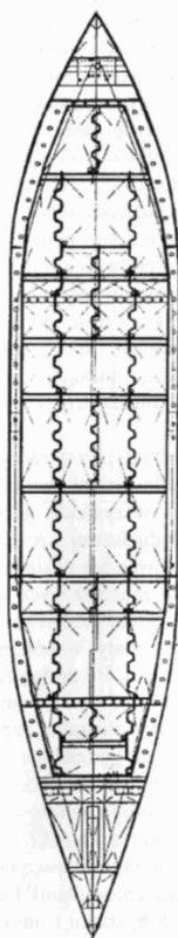
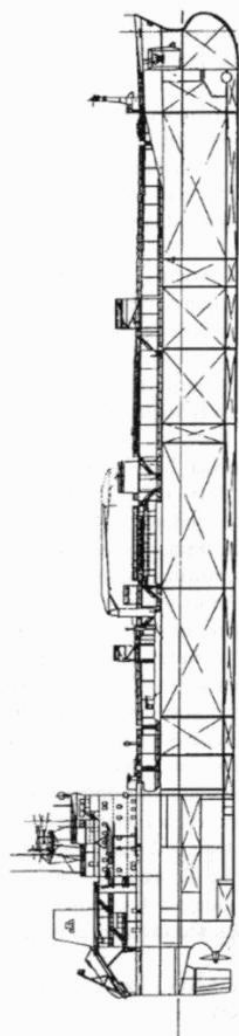
Rys. 16. Zbiornikowiec do przewożenia ropy naftowej „Berge Sigval”, nośność 306 000 t, $L_{pp} = 317,0$ m, $B = 58,0$ m, $T = 22,37$ m [16]

z reguły pełnią funkcję zbiorników do przewożenia zapasów i balastów. Charakterystycznymi elementami wyposażenia zbiornikowca są rurociągi ładunkowe na pokładzie górnym oraz pomost komunikacyjny łączący dziobówkę z nadbudówką na rufie.

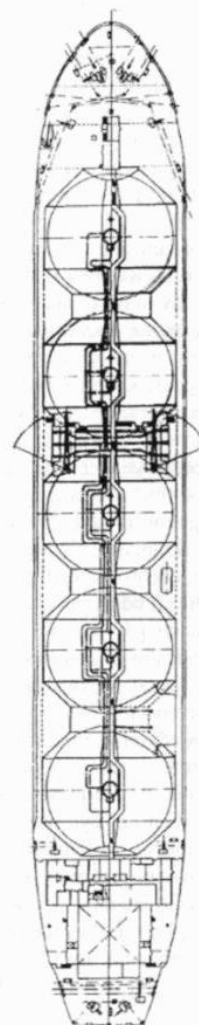
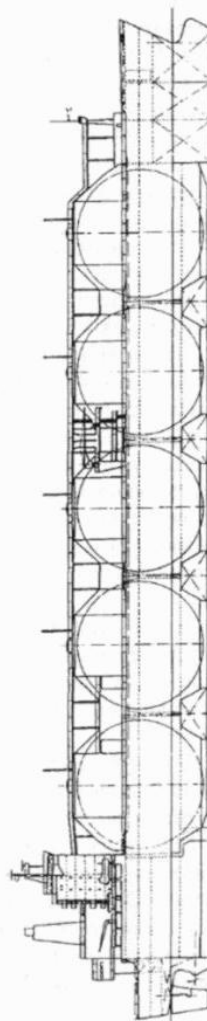
Podział przestrzenny chemikaliowca przedstawiony jest na rysunku 17. Statki tego typu zawsze mają podwójne dno i podwójne burty. Na planie zbiorników widać podział części ładunkowej na liczne zbiorniki, oddzielone od siebie poprzecznie usytuowanymi przegrozdami ochronnymi (koferdamami). Przestrzeń dna wewnętrznego i między podwójnymi burtami podzielone są na zbiorniki: zapasów i balastu wodnego (dno podwójne) oraz balastu wodnego (przestrzeń między burtami). Maszynownia, przedział pompowy oraz nadbudówka socjalna znajdują się na rufie. Na pokładzie prócz pomostu komunikacyjnego zlokalizowano liczne rurociągi: ładunkowe, odpowietrzające, odgazowujące, instalacji przeciwpożarowych i przeciwawaryjnych. Tam też umieszczono wyposażenie kontrolno-zabezpieczające.

Przykładowy podział przestrzenny gazowca LPG z wysokociśnieniowymi zbiornikami ładunkowymi przedstawiono na rysunku 18. Maszynownia, jak na wszystkich gazowcach, umieszczona jest na rufie. W przedniej, ładunkowej części statku, zamontowano kuliste zbiorniki. Ten typ gazowca nie posiada maszynowni chłodniczej, niezbędnej na gazowcach zaopatrzonych w zbiorniki średnio- i niskociśnieniowe. Nie jest również konieczna izolacja termiczna. Zbiorniki sferyczne dają bardzo mały współczynnik wykorzystania wnętrza statku na przewóz ładunku. By podwyższyć ten współczynnik, buduje się gazowce ze zbiornikami wystającymi ponad górny pokład. Zbiorniki ładunkowe stanowią integralną część kadłuba. Przestrzeń między kadłubem a zbiornikami podzielona jest grodziami poprzecznymi, dolne części tej przestrzeni pomiędzy poszczególnymi zbiornikami wykorzystuje się na zbiorniki zapasów i balastowe. Na wierzchołkach zbiorników umieszczone są kołpaki wyposażone w króćce załadunkowe i odgazowywania zbiorników, połączone do statkowej instalacji załadunkowej. Nad zbiornikami biegnie pomost komunikacyjny łączący dziobówkę z rufą statku i umożliwiający dostęp do armatury poszczególnych zbiorników.

Inny podział przestrzenny mają gazowce LNG służące do przewożenia gazu ziemnego pod ciśnieniem atmosferycznym. Bezciśnienio-



Rys. 17. Chemikaliowiec „Jostelje”; nośność 37 300 t, $L_{pp} = 176,10$ m, $B = 32,0$ m, $T = 10,73$ m [16]

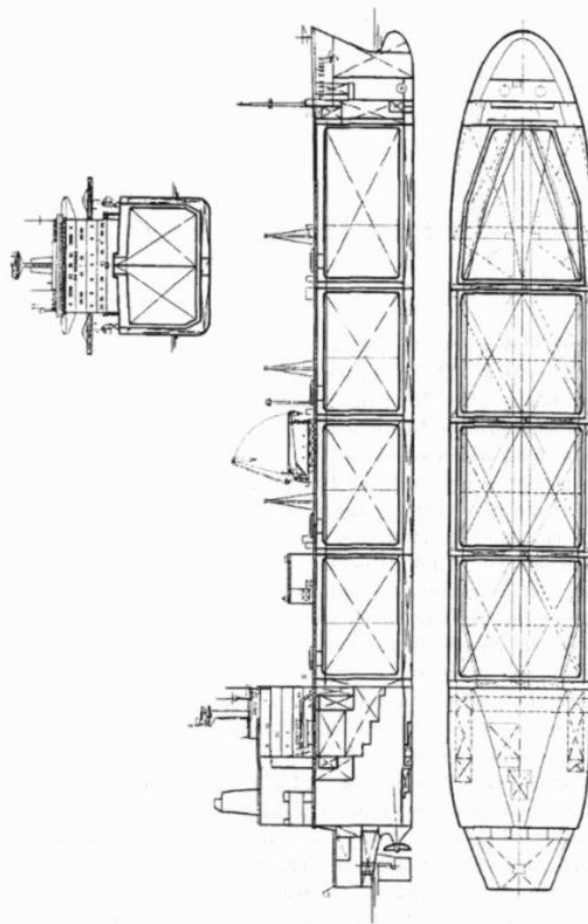


Rys. 18. Gazowiec LPG; objętość zbiorników ładunkowych 175 000 m³ [11]

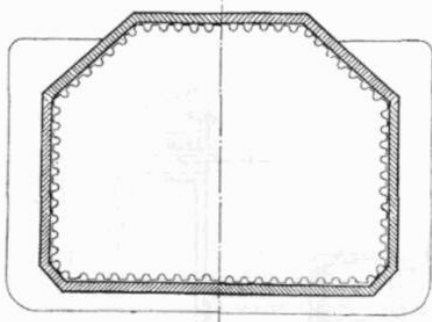
we zbiorniki ładunkowe mogą mieć dowolny, dopasowany do kadłuba kształt, polepszający wykorzystanie przestrzeni ładunkowej statku. Typowy podział przestrzenny gazowca LNG z pryzmatycznymi zbiornikami ładunkowymi pokazany jest na rysunku 19. Bezciśnieniowy przewóz skroplonego gazu ziemnego wymaga utrzymania go podczas transportu w niskiej temperaturze (-161.5°C), a to wymaga bardzo dobrego termicznego odizolowania zbiorników od otoczenia. Długie pryzmatyczne zbiorniki ładunkowe tego gazowca, wykonane jako samonośne – to znaczy dostatecznie sztywne, by przenieść naprężenia mechaniczne i termiczne od ładunku, otoczone są ze wszystkich stron grubą warstwą izolacji cieplnej. Zbiorniki nie są połączone z kadłubem, by uniknąć tak zwanych mostków cieplnych, nie przenoszą więc naprężeń obciążających kadłub jednostki. Kadłub statku w dolnych partiach ma wewnętrzne poszycie, na którym leży izolacja cieplna. Ta część kadłuba zawiera zbiorniki zapasów i balastu wodnego. Niską temperaturę gazu w zbiornikach utrzymuje się dzięki ciągłemu odparowywaniu części gazu; zbiorniki są zaopatrzone u góry w kółpaki przechwytyjące gaz. Jest on sukcesywnie usuwany i albo spalany w kotłach dostarczających pary technologicznej do napędu turbin agregatów prądotwórczych, albo wykorzystywany do napędu chłodziarek skraplających część odparowanego gazu. Gazowce LNG z recyrkulacją odparowanego gazu są więc dodatkowo wyposażone w maszynownię chłodniczą.

W sytuacji gdy skroplony gaz przewożony jest w cienkościennej odkształcalnych zbiornikach, zwanych membranowymi (rys.20), wewnętrzne poszycie otacza cały zbiornik, tworząc jednocześnie, zgodnie z przepisami, wtórną barierę ochronną oraz sztywną skorupę podpierającą odkształcalny zbiornik.

Omówione w tekście i przedstawione na rysunkach 18 i 19 typy gazowców nie wyczerpują możliwych rozwiązań konstrukcyjnych. Gazowce LNG mogą być wyposażone w sferyczne zbiorniki otoczone izolacją termiczną, natomiast gazowce LPG mogą być budowane z bezciśnieniowymi pryzmatycznymi zbiornikami; konieczne jest wówczas chłodzenie ładunku w czasie transportu. Duża grupa gazowców, zwłaszcza służących do przewożenia gazów chemicznych (etylen, chlorek etylenu, amoniak itp.), posiada cylindryczne zbiorniki. Przekrój wzdłużny takiego gazowca przedstawiony jest na rysunku 21.



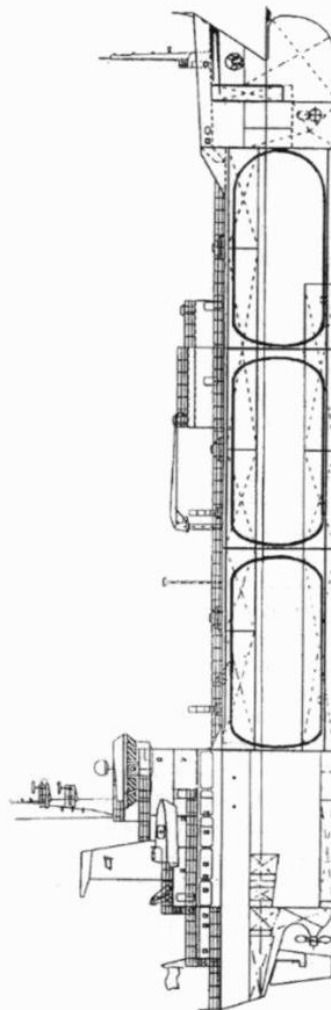
Rys. 19. Gazowiec LNG „Polar Eagle”; objętość zbiorników ładunkowych $89\,900\text{ m}^3$, $L_{pp} = 226.0\text{ m}$, $B = 40.0\text{ m}$, $T = 10.10\text{ m}$ [16]



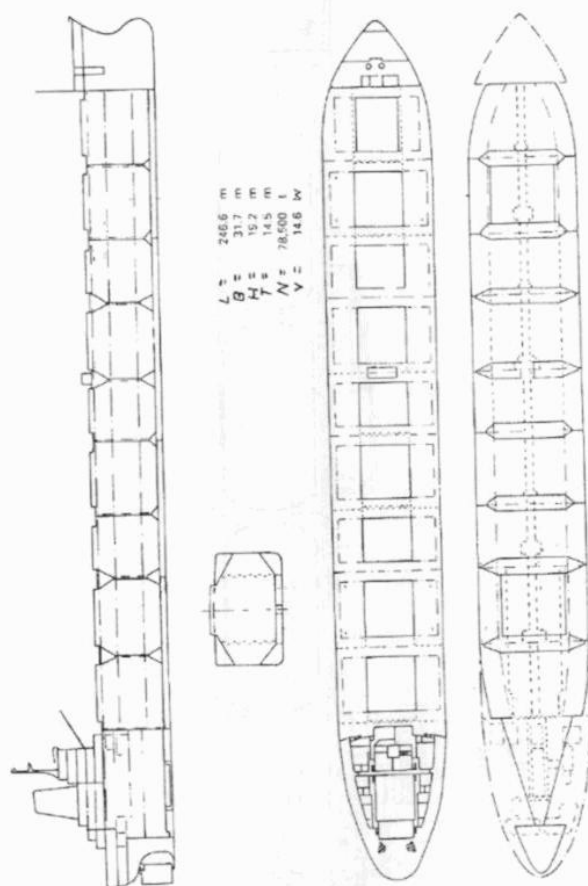
Rys. 20. Zbiornik ładunkowy do gazu typu membranowego [6]

Przykładowy podział przestrzenny masowca uniwersalnego pokazano na rysunku 22. Jest to masowiec samotrymowny typu Panamax, to znaczy statek o maksymalnych rozmiarach, przechodzący przez Kanał Panamski. Nad umieszczoną na rufie maszynownią znajduje się nadbudówka mieszkalna.

Na prezentowanym masowcu część ładunkowa podzielona jest na dziewięć ładowni o różnych długościach. Krótsze służą do przewozu ciężkich ładunków masowych – rud i ich koncentratów. Wielkości krótszych ładowni są tak dobierane, by przy pełnym wykorzystaniu nośności statku ładunek wypełniał je całkowicie. Ładunki lekkie przewożone są we wszystkich ładowniach statku. Dno podwójne i zbiorniki obłowe – widoczne na przekroju poprzecznym – wykorzystywane są do przewozu zapasów i balastu wodnego. Zbiorniki szczytowe służą wyłącznie jako zbiorniki balastowe i napełniane są podczas rejsów bez ładunku. Na niektórych masowcach w części środkowej statku umieszczone są wysokie zbiorniki balastowe napełniane wodą w czasie pływania bez ładunku. Ich zadaniem jest zmniejszanie momentu gnącego kadłub. Ciężka maszynownia na rufie i za-balastowany skrajnik dziobowy, przy dużym wyporze środkowych partii statku, nie zrównoważonych ciężarem ładunku, powodują w tym stanie pływania powstawanie wysokiego momentu na śródokręciu, wyginającego kadłub wypukłością do góry. Przyjęcie balastu wodnego do omawianych zbiorników powoduje zmniejszenie tego momentu.



Rys. 21. Gazowiec do przewozu etylenu „Vallesina”, objętość zbiorników ładunkowych 6000 m³,
Lpp = 96,0 m, B = 16,8 m, T = 7,8 m [15]

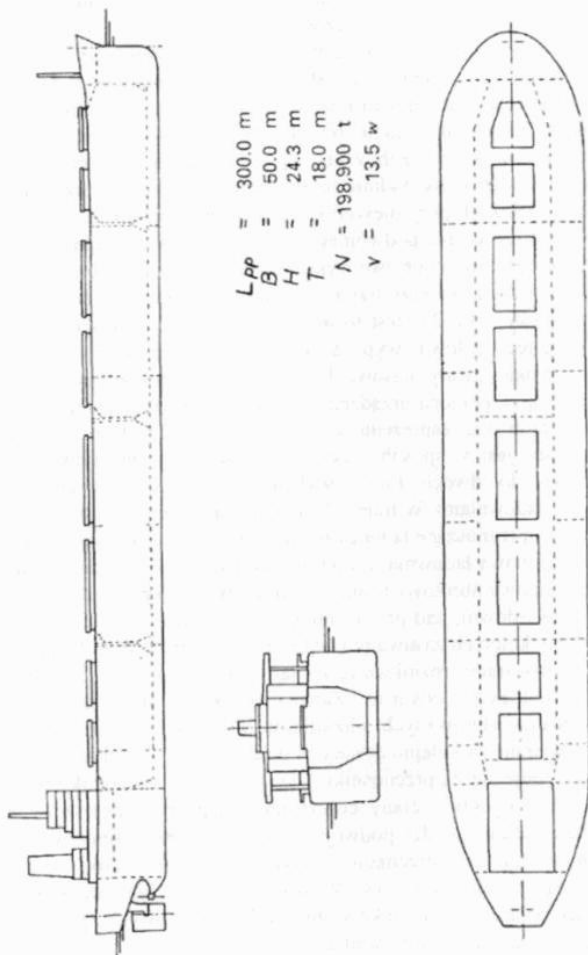


Rys. 22. Masowiec uniwersalny typu Panamax [4]

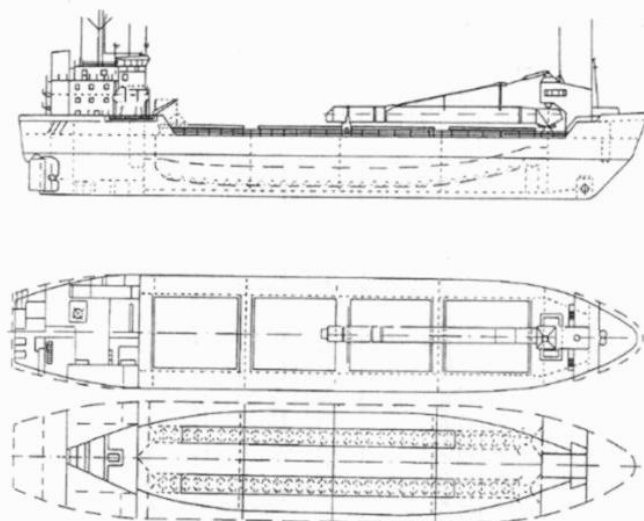
Na rysunku 23 przedstawiono przykładowy przekrój wzdłużny i poprzeczny oraz rzut pokładu masowca do przewozu rudy. Niski współczynnik załadunku większości rud i ich koncentratów powoduje, że przy wykorzystaniu maksymalnej nośności statku sumaryczna objętość ładunku jest niewielka – stąd niewielkie ładownie rudowca. Z kolei wysokość dna ładowni rudowca jest dobierana tak, by statek z ładunkiem miał odpowiednio wysoko położony środek masy, korzystnie wpływający na zachowanie się jednostki na fali; przy niskim położonym środku masy nadmierna stateczność statku jest przyczyną powstawania dużych przyspieszeń i obciążeń dynamicznych. Zbiorniki środkowej części dna podwójnego służą do przewozu zapasów paliw. Wysokie zbiorniki burtowe wykorzystywane są jako balastowe.

Schemat podziału przestrzennego masowca samowyładowczego pokazano na rysunku 24. Jest to niewielki statek o nośności 11 000 ton. Do czterech ładowni wyposażonych w szerokie otwory lukowe ładuje się sypkie towary masowe, które w porcie przeznaczenia wyładowywane są za pomocą urządzeń statkowych. Przekrój przez samotrymowną ładownię zaprezentowano na rysunku 25. Dno ładowni ukształtowane jest w sposób zapewniający samoczynne zsypywanie się ładunku do dwóch tuneli wyładunkowych, biegnących pod wszystkimi ładowniami. W tunelach znajdują się przenośniki taśmowe (taśmociągi), przenoszące ładunek na pionowe podnośniki umieszczone przed dziobową ładownią. Za ich pomocą ładunek transportowany jest na pokładowy obrotowy taśmociąg skierowany na nabrzeże.

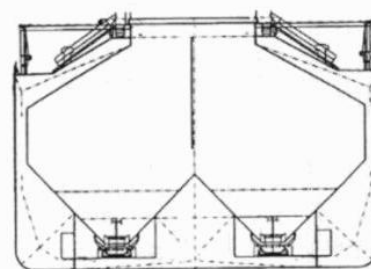
W dnie ładowni, nad przenośnikami taśmowymi, są dwa szeregi otworów zamkniętych zasuwami (szybrami) lub obrotowymi klapami. Pomiedzy otworami rozmieszczone są trójkątne przyspy kierujące ładunek do otworów. Zasuw lub klapy otwierają się za pomocą zdalnie sterowanych siłowników. Po uruchomieniu przenośników otwierane są kolejno otwory w dnie i ładunek z ładowni stopniowo wysypuje się na przenośniki. Dla ułatwienia wyładunku wnętrza ładowni ma gładkie ściany, co uzyskuje się poprzez umieszczenie usztywnień kadłuba między podwójnymi burtami. Przestrzeń w dnie podwójnym, poza przestrzeniami zajętymi przez przenośniki, są podzielone na zbiorniki zapasów. Wysokie zbiorniki burtowe statku, stanowiące połączenie zbiorników obłowych i szczytowych, wykorzystuje się do przewozu balastu wodnego.



Rys. 23. Rudowiec [4]

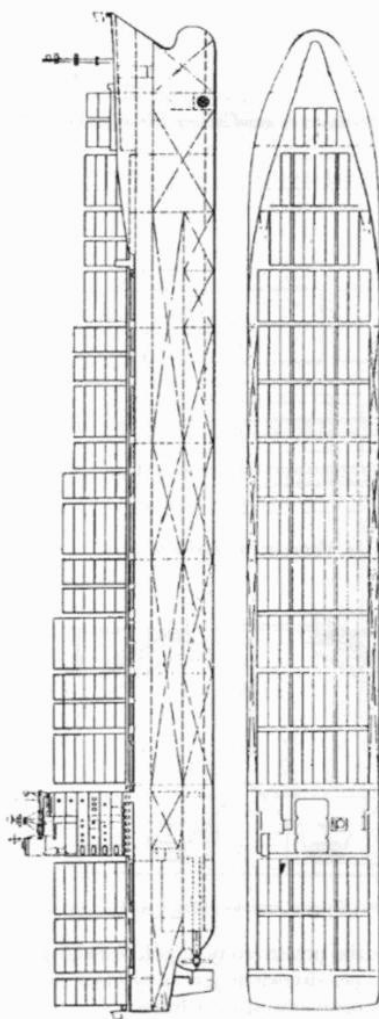


Rys. 24. Masowiec samowyładowczy [4]



Rys. 25. Przekrój ładowni masowca samowyładowczego [15]

Przykładowy podział przestrzenny współczesnego dużego kontenerowca komorowego przedstawiony jest na rysunku 26. Prezentowany kontenerowiec ma maszynownię na półrufie.



Rys. 26. Kontenerowiec komorowy transoceaniczny 3200 TEU [15]

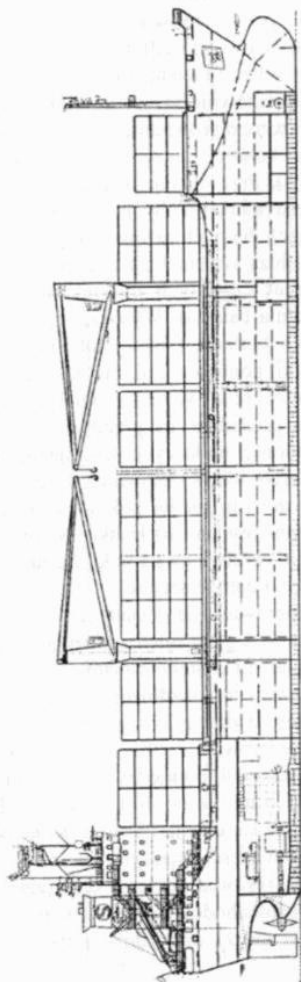
Część pokładu nad maszynownią zajmuje bardzo wąska i wysoka nadbudówka mieszkalna ze stanowiskiem dowodzenia, mieszcząca również wylot szybu maszynowego i odlot spalin z silnika napędowego. Z tyłu za maszynownią nad tunelem wału śrubowego znajduje się tylna ładownia. Pozostałe ładownie są usytuowane przed maszynownią. W ładowniach umieszczono prowadnice kontenerowe.

Ładownie, w postaci komór o tej samej szerokości co luki, mają wewnętrzne burtę oraz przestrzeń dna podwójnego podzielone są na liczne zbiorniki. W zbiornikach dennych przewozi się zapasy płynne oraz balast, zbiorniki boczne służą systemom: antyprzechyłowemu i stabilizacji kołysań (ewentualnie część tych zbiorników może być wykorzystywana do przewożenia balastu). Wysokie zrębnice luków opierają się na wewnętrznych burtach. Otwory lukowe przykrywane są wytrzymałymi pokrywami pontonowymi, na których przewozi się pokładowy ładunek kontenerów. W celu zwiększenia możliwości przewozowych statku na pokładzie, na przedłużeniu burt zewnętrznych, umieszczone są podpory, na których opierają się skrajne kontenery (sięgające poza gabaryty luków). Również z tego samego względu dziobówka z umieszczonymi na jej pokładzie urządzeniami cumowniczymi i kotwicznymi jest bardzo krótka. Nadwodna część kadłuba na dziobie jest silnie rozchylona na boki, by już w części dziobowej pokład ładunkowy był bardzo szeroki.

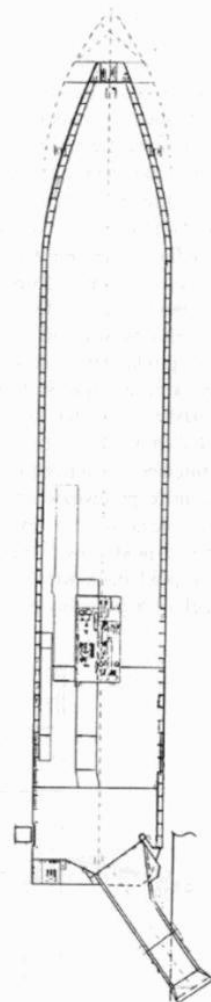
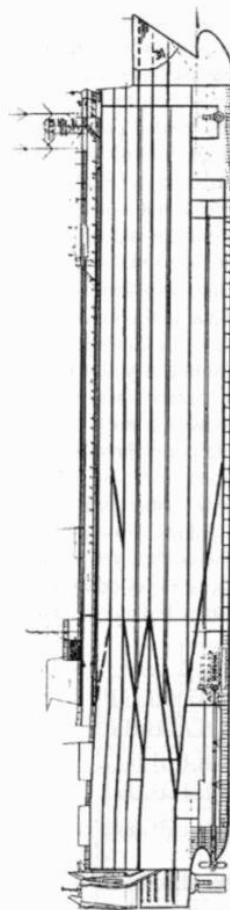
Prezentowany kontenerowiec nie posiada urządzeń przeładunkowych – przeznaczony jest do żeglugi między dużymi, dobrze wyposażonymi technicznie terminalami kontenerowymi.

Na rysunku 27 pokazana jest wzdłużna sylwetka kontenerowca dowozowego wyposażonego w dźwigi pokładowe. Kontenerowiec ten zabiera łącznie 1208 kontenerów ISO 20' – 454 do ładowni i 754 na pokład. Statek posiada 5 ładowni, pomiędzy ładowniami 2 i 3 oraz 4 i 5 umieszczone są dźwigi o unosie po 40 t i wysięgu 28 m. Bardzo krótka nadbudówka znajduje się daleko na rufie. Kontenery przewozi się również na pokładzie nad częścią maszynowni.

Podział przestrzenny rorowca towarowego (zabierającego 12 pasażerów – kierowców samochodów) przedstawiony jest na rysunku 28. Trójkondygnacyjna ciągła nadbudówka tworzy z kadłubem jedną całość.



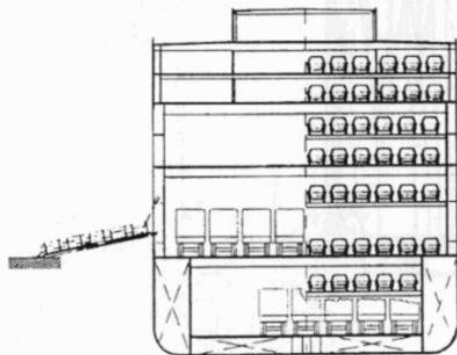
Rys. 27. Kontenerowiec dowozowy [15]



Rys. 28. Towarowy statek ro-ro „Fides”; nośność 27 260 t, $L_{pp} = 164.0$ m, $B = 26.8$ m, $T = 7.6$ m, długość pasm parkowania 1400 m, 2590 samochodów osobowych, 12 pasażerów [16]

Statek ma na rufie opuszczaną rampę ładunkową usytuowaną skośnie na lewej burcie, posiada pięć stałych pokładów, przeznaczonych dla pojazdów, palet, kontenerów i dużej drobnicy ładowanych poziomo, oraz trzy ruchome pokłady opuszczane do przewozu samochodów osobowych, a podciągane pod wyższy pokład podczas przewozu samochodów ciężarowych. Pojazdy mogą być również transportowane na odkrytym, najwyższym, pokładzie ciągłej nadbudówki. Komunikację między pokładami zapewniają pochylnie opuszczane na czas za- i wyładunku statku, a podnoszone do położenia poziomego na czas rejsu. Kłapy pochylni zaopatrzone są w uszczelki i urządzenia dociskowe, zapewniające, po podniesieniu klap, szczelność poszczególnych pokładów w czasie rejsu. Pojedyncza niska maszynownia z dwoma szybkoobrotowymi silnikami napędowymi umieszczona jest na rufie pod pokładem ładunkowym, centralnie usytuowany szyb maszynowy wraz z odprowadzeniem spalin przebiega wszystkie pokłady. Najniższa przestrzeń ładunkowa ma podwójne burtę. Zbiorniki zapasów i balastowe rozmieszczone są w dnie podwójnym i w przestrzeniach między zewnętrzną i wewnętrzną burtą.

Statek może przewozić 2590 samochodów osobowych oraz 605 samochodów ciężarowych – w dolnej części jednostki, po podniesieniu ruchomych pokładów, i 820 samochodów osobowych na trzech najwyższych pokładach wewnątrz nadbudówki i na jej odkrytym pokładzie. Przekrój poprzeczny przez statek pokazany jest na rysunku 29.



Rys. 29. Przekrój poprzeczny statku ro-ro „Fides” [16]

W ciągłej pokładowce na najwyższym pokładzie nadbudówki znajduje się stanowisko dowodzenia statkiem oraz zaplecze mieszkaniowe i socjalne dla załogi i dwunastu pasażerów.

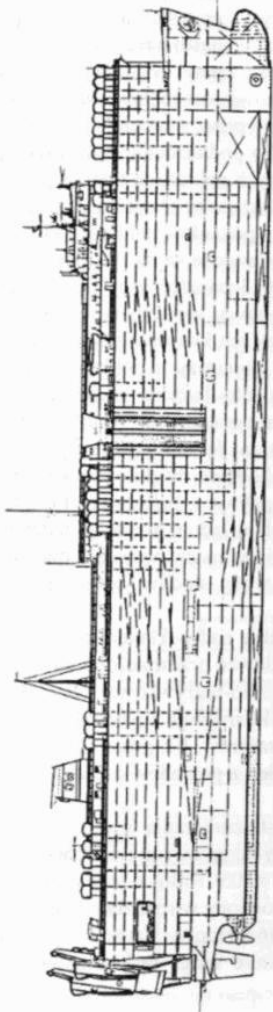
Podobny podział przestrzenny występuje na samochodowcu, czyli statku przewożącym nowe samochody. Na rysunku 30 przedstawiony jest przekrój wzdłużny przez samochodowiec przewożący 6230 samochodów osobowych. Po podniesieniu ruchomych pokładów statek może przewozić na dolnych pokładach samochody ciężarowe.

Sylwetka wzdłużna luksusowego promu pasażersko-samochodowego oraz rzut na jeden z pokładów nadbudówki i pokład ładunkowy dla samochodów przedstawione są na rysunku 31. Prom przeznaczony jest do przewozu: 3013 pasażerów i 400 samochodów. Statek posiada furtę rufową i dziobową. Umożliwia to szybki wyjazd samochodów z promu bez zmiany ich kierunku jazdy. Do przewozu samochodów przeznaczony jest najniższy z pokładów. Ma on podwójne burtę. W przestrzeniach między burtami znajdują się kabiny załogi. W części centralnej pokładu umieszczono wydzieloną część, w której znajdują się: dołot powietrza do silników i wyloty spalin, kanały wentylacyjne oraz klatki schodowe. W dnie podwójnym rozmieszczone są zbiorniki zapasów paliwa i balastowe. Przestrzeń pomiędzy dnem podwójnym a pokładem ładunkowym, przedzielona gęsto grodziami poprzecznymi, zawiera: maszynownię z dwoma silnikami napędu głównego, zbiorniki wody słodkiej oraz magazyny i prowiantownie.

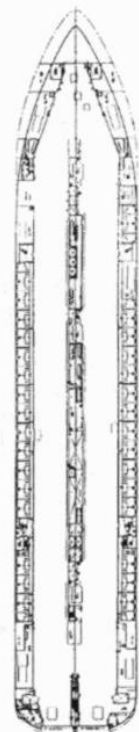
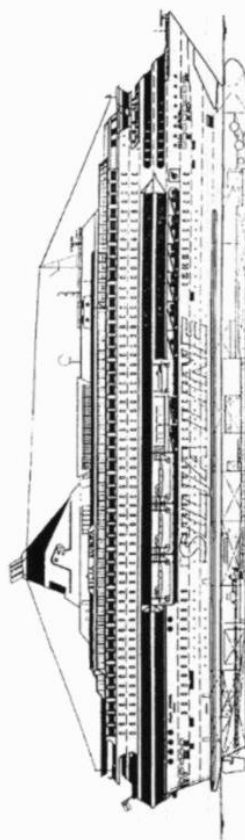
Trzy pokłady w kadłubie nad pokładem dla pojazdów oraz pięć pokładów w ciągłej nadbudowce przeznaczono na kabiny pasażerskie oraz na część gastronomiczno-rozrywkową. Na odkrytym, najwyższym, pokładzie nadbudówki znajduje się basen kąpielowy oraz przeszklona promenada dla pasażerów, biegnąca wzdłuż obu burt. Na rysunku 31 pokazany jest jeden z pokładów części gastronomiczno-rozrywkowej statku.

Podobny podział przestrzenny mają wycieczkowce, nie posiadają tylko pokładu lub pokładów do przewozu samochodów.

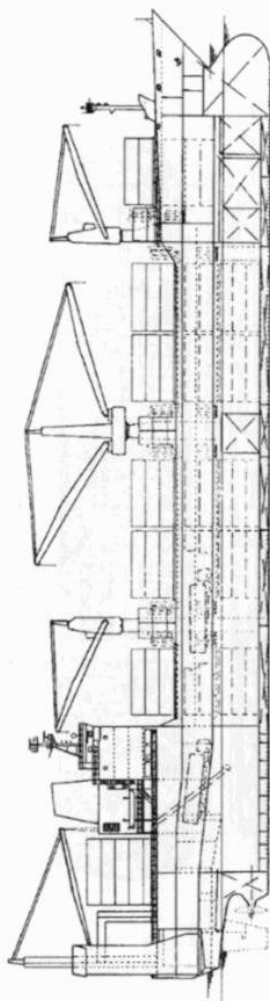
Podział przestrzenny statku ro-ro, o mieszanym systemie załadunku, innego typu niż omówiony w rozdziale trzecim, przedstawiono na rysunku 32. Jest to dwupokładowy statek o nośności 2700 t posiadający cztery ładownie, które mogą być załadowywane przez luki



Rys. 30. Samochodowiec „Tristan”; nośność 17 235 t, Lpp = 190,0 m, B = 32,25 m, T = 9,48 m, 6230 samochodów osobowych i 539 samochodów ciężarowych [15]



Rys. 31. Prom pasażersko-samochodowy „Silja Europe”; Lpp = 171,6 m, B = 32,0 m, T = 6,8 m, 3013 pasażerów, 400 samochodów osobowych [16]



Rys. 32. Statek typu ro-ro; nośność 2700 t, $L_{pp} = 173$ m, $B = 27,3$ m, $T = 11,45$ m, ładowność 882 TEU, długość pasm parkowania 850 m [15]

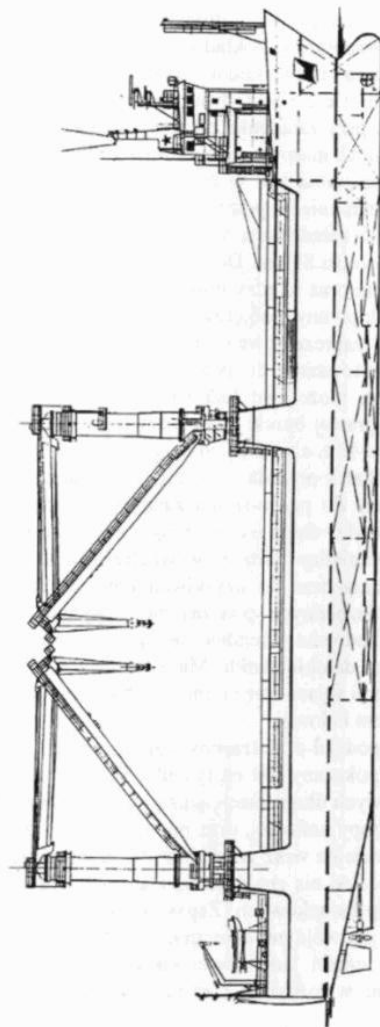
ładunkowe w pokładzie górnym i dolnym. Dodatkowo na pokładzie górnym może być przewożony pokładowy ładunek kontenerów.

Do pionowego za- i wyładunku służą cztery pokładowe dźwigi: jeden podwójny o unosie 2×50 t, dwa o unosie po 35 t oraz rufowy o unosie 16 t. Statek przy załadunku pionowym zabiera 882 kontenery 20-stopowe lub ładunek masowy o objętości $40\,300$ m³.

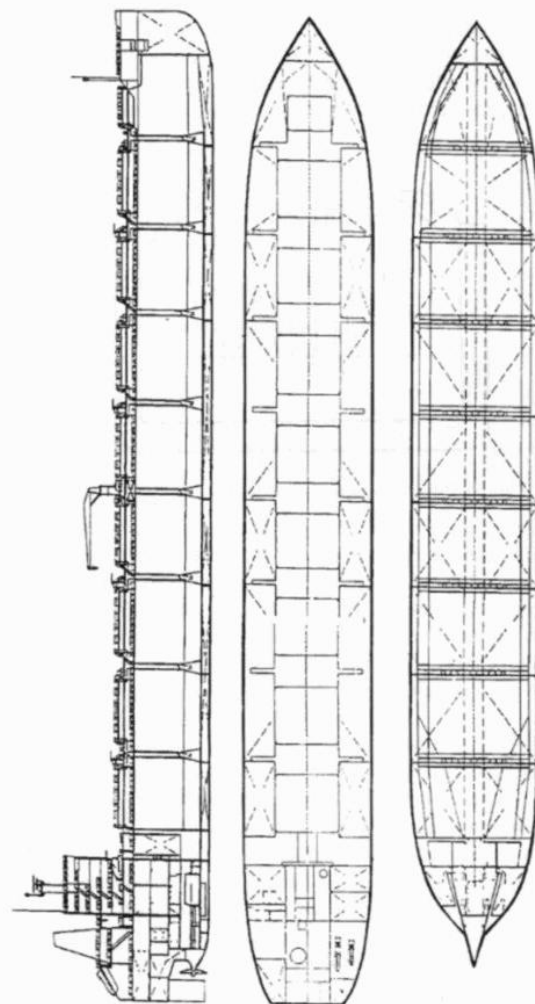
Jednostka wyposażona jest w skośną rampę rufową. Przestrzeń międzypokładu po zamknięciu pokryw lukowych w pokładzie dolnym i górnym może być załadowana w kierunku poziomym – długość pasm parkowania wynosi 850 m. Dodatkowo w wysokich zbiornikach w dziobowej ładowni oraz między drugą i trzecią ładownią może być przewożony ładunek płynny o objętości 3100 m³.

Na rysunku 33 zaprezentowano inny statek o mieszanym sposobie załadunku. Jest to statek do przewozu ładunków ciężkich typu dokowego. Ładunek może być ładowany: pionowo – za pomocą umieszczonych na prawej burcie dwóch dźwigów statkowych, z których każdy ma unos 40 t, a wysięg 26 m, i poziomo – poprzez otwieraną furtę rufową. Statek posiada ładownię o wymiarach $88 \times 15,2$ m. Dno podwójne służy do przewożenia zapasów. Natomiast skrajniki oraz przestrzeń między dnem wewnętrznym a wysoko podniesionym dnem ładowni i pomiędzy burtami wewnętrznymi a zewnętrznymi służą do balastowania oraz do uzyskiwania po ich zalaniu dużych zanurzeń statku, niezbędnych podczas za- i wyładunku ładunków pływających. Nadbudówka socjalna ze stanowiskiem dowodzenia umieszczona jest na dziobie statku. Maszynownia z dwoma szybkoobrotowymi silnikami wysokoprężnymi o małych wymiarach znajduje się na rufie pod dnem ładowni.

Przykładowy podział przestrzenny współczesnego statku OBO o nośności 66 715 t pokazany jest na rysunku 34. Posiada on dziewięć ładowni o jednakowych długościach, służących do przewozu towarów masowych, rudy i ropy naftowej, oraz podwójne dno i podwójne burtę. Nadbudówka socjalna wraz ze stanowiskiem dowodzenia umieszczona jest na rufie. Pod nią znajduje się maszynownia i przyległy do niej przedział pomp ładunkowych. Zapasy oraz balast są przewożone w zbiornikach w podwójnym dnie oraz między zewnętrzną i wewnętrzną burtą w części ładunkowej statku. Odmienne niż statki OBO, prezentowane w rozdziale 2 na rysunkach 11 i 12, omawiany

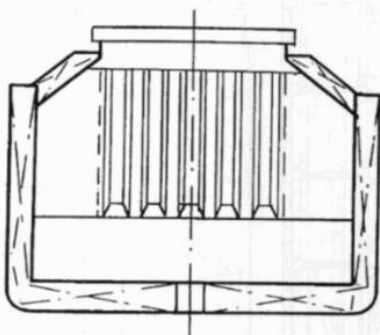


Rys.33. Statek do przewożenia ładunków ciężkich z załadunkiem pionowym lub poziomym „Gruż”; nośność 4244 t, Lpp = 104,0 m, B = 20,5 m, T = 4,87 m, dwa dźwigi o unosie po 400 t, wymiary ładowni 87,8 × 15,17 m [15]



Rys.34. Statek typu OBO „Sibohelle”; nośność 66 715 t, Lpp = 242,88 m, B = 32,24 m, T = 12,5 m [16]

statek ma nietypowy przekrój części ładunkowej – jest to uwidocznione na rysunku 35. Statek ma bardzo szerokie luki ładunkowe. Pokład poza lukami opada skośnie w stronę burt, równoległe do poszycia dna zbiorników szczytowych. Dolna część ładowni nie jest samotrymowna, jednak ze względu na dużą szerokość otworów lukowych brak skosów dna przy burtach nie utrudnia wyładunku statku.



Rys. 35. Przekrój poprzeczny statku OBO „Sibohelle” [16]

4. Elementy konstrukcyjne kadłuba

Kadłuby stalowych statków morskich zbudowane są z kilku głównych zespołów konstrukcyjnych. Są to:

- dno zewnętrzne,
- dno wewnętrzne,
- burty,
- dziobnica,
- tylnica,
- pokład górny,
- pokłady dolne, jeżeli występują,
- grodzie poprzeczne i wzdłużne.

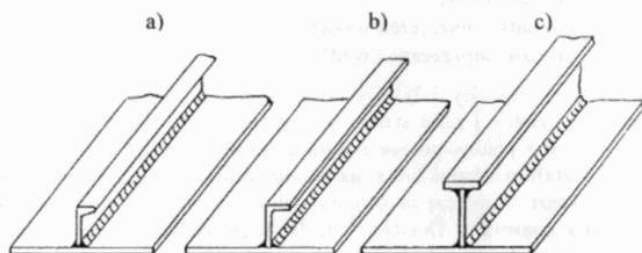
Prócz dziobnicy i tylnicy, które stanowią elementy spinające burty na dziobie i rufie statku, pozostałe zespoły konstrukcyjne są zbudowane z płyt poszycia wzmocnionych usztywnieniami zwanymi **kształtownikami** lub **wiązaniem**; poszycie z usztywnieniami tworzy **ruszt**. Współczesne stalowe statki wykonywane są wyłącznie **techniką spawania**. Dostępne technologie spawania umożliwiają otrzymanie w łączonych elementach szczelnych i wytrzymałych **spoin**, nie wywołujących dużych **naprężeń pospawalniczych**. Sposób łączenia elementów kadłuba wymusza stosowanie do jego budowy **stali spawalnych**. Najczęściej są to **stale konstrukcyjne zwykłej jakości**. Na elementy kadłuba podlegające znacznym obciążeniom stosuje się **stale o podwyższonej lub wysokiej wytrzymałości**. Dokładne informacje o materiałach do budowy kadłubów i wymaganiach im stawianych przedstawione są w pozycji [1].

Poszycie wykonuje się ze stalowych blach (płyt poszycia) łączonych ze sobą **spoinami czołowymi**. Na usztywnienia, zwane również wiązaniami, stosuje się najczęściej profile walcowane. Są one spawane do poszycia za pomocą **spoin pachwinowych**. Część usztywnień, zwłaszcza o dużej wytrzymałości, wykonuje się z płyt blach lub płaskowników spawanych ze sobą na kształt profilu. Usztywnienia poszczególnych elementów konstrukcyjnych kadłuba łączone są ze sobą za pomocą łączników zwanych węzłówkami. Jako usztywnienia stosowane są zwykle następujące typy profili:

- płaskownik lebkowy,
- kątownik nierównoramienny,
- teownik wysoki spawany z części.

Przekroje tych profili przedstawione są na rysunku 36. Część profilu przyspawana do poszycia nosi nazwę **środnika**, część swobodna zaś nazywa się **mocnikiem** lub **półką**.

Grubości poszycia, przekroje i odstępysztynień oraz jakość użytych materiałów na poszczególne elementy kadłuba są regulowane **przepisami budowy kadłuba** opracowanymi i wydawanymi przez towarzystwa klasyfikacyjne.



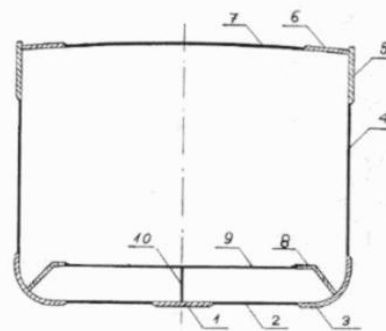
Rys. 36. Usztynienia poszycia: a) płaskownik lebkowy walcowany; b) kątownik nierównoramienny walcowany; c) teownik spawany z płaskowników

Wzmocnienia poszycia kadłuba

Poszczególne płyty poszycia dna, burt, pokładów i grodzi mają zróżnicowane grubości, zależnie od położenia w kadłubie, przenoszonych obciążeń – od ładunków czy ciężaru innych elementów kadłuba i od ciśnienia hydrostatycznego działającego na poszycie. Część płyt poszycia, ze względu na wielkość i rodzaj przenoszonych obciążeń, jest znacznie grubsza od sąsiednich. Tworzą one pasy wzmocnionego poszycia rozmieszczone wzdłuż statku. Gruby pas poszycia dna, biegnący od dziobu do rufy w płaszczyźnie symetrii statku, nosi nazwę **stępki płaskiej**. Jest on współczesnym odpowiednikiem **stępki belkowej** (kilu) statków drewnianych i starszych stalowych. W rejonie

przejścia dna w burtę, noszącego nazwę obło, znajduje się pogrubiony pas poszycia zwany **mocnicą obłową**.

Najwyższy gruby pas poszycia burtowego to **mocnica burtowa** – ważny element konstrukcyjny połączenia pokładu z burtą. Przytyka do niej skrajny, pogrubiony pas poszycia pokładu, określany jako **mocnica pokładowa**. Położenie pogrubionych pasów poszycia przedstawione jest na rysunku 37. W poszyciu dna wewnętrznego skrajny pas przylegający do obła – **plyta krawędziowa** – jest pogrubiony. Na statkach z otworami łukowymi w pokładach, naokoło naroża łuku, montowany jest gruby płat poszycia pokładowego, zapewniający dobrą wytrzymałość zmęczeniową – określa się go czasami **plytą diamentową**.



Rys. 37. Rozmieszczenie wzmocnionych pasów poszycia kadłuba: 1 - stępka płaska; 2 - poszycie dna wewnętrznego; 3 - mocnica obłowa; 4 - poszycie burtowe; 5 - mocnica burtowa; 6 - mocnica pokładowa; 7 - poszycie pokładowe; 8 - płyta krawędziowa; 9 - poszycie dna wewnętrznego; 10 - wzdłużnik środkowy denny

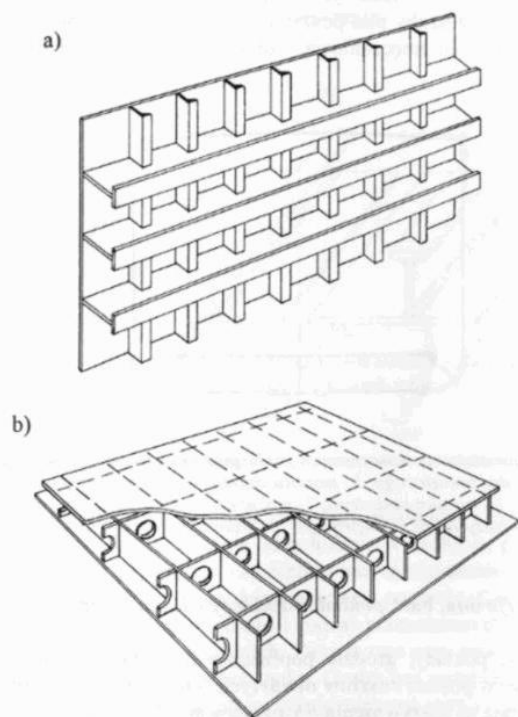
Konstrukcja dna, burt, pokładów i układy wiązań kadłuba

Burty, pokłady, grodzie poprzeczne i wzdłużne wykonane są najczęściej w postaci **rusztów otwartych** – jednostronnie do poszycia przyspawane są **usztynienia** o zróżnicowanych wysokościach.

Dno zewnętrzne, tworzące wraz z dnem wewnętrznym tak zwane dno podwójne, i podwójne burty na niektórych statkach wykonane są

jako ruszty zamknięte – usztywnienia o jednakowej wysokości są z obu stron przyspawane do poszycia zewnętrznego i wewnętrznego. Niekiedy również grodzie poprzeczne i wzdłużne, na przykład na zbiornikowcach i masowcach, wykonane są jako podwójne, w postaci rusztów zamkniętych.

Przykłady rusztu otwartego i zamkniętego pokazano na rysunku 38. Oba typy rusztów, dzięki krzyżowaniu się usztywnień, mają dużą wytrzymałość na zginanie i skręcanie w dowolnych płaszczyznach.



Rys. 38. Sposoby usztywniania poszycia kadłuba statku: a) ruszt otwarty burt; b) ruszt zamknięty dna podwójnego [2]

Usztywnienia elementów kadłuba leżące na płaszczyznach prostopadłych do płaszczyzny symetrii statku noszą nazwę **usztywnień poprzecznych**. Usztywnienia leżące na płaszczyznach równoległych do płaszczyzny podstawowej lub symetrii nazywane są **usztywnieniami wzdłużnymi**. Wśród usztywnień wyróżnia się: **usztywnienia główne** – gęsto rozmieszczone, o niewielkiej wytrzymałości, oraz prostopadłe do nich **usztywnienia pomocnicze** – rzadko rozmieszczone, o dużej wytrzymałości. Usztywnienia pomocnicze stosuje się, gdy występują duże rozpiętości usztywnień głównych, czyli znaczne odległości między utwierdzeniami ich końców.

Odstęp między usztywnieniami głównymi, zwany **odstępem wręgowym** lub **odstępem elementów zładu**, wynosi z reguły 0,6 – 0,8 m.

Usztywnienia poszczególnych elementów kadłuba umieszcza się na tych samych płaszczyznach przekrojów kadłuba i, za pomocą **węzłówek**, łączy się w jedną całość zwaną ramą usztywniającą.

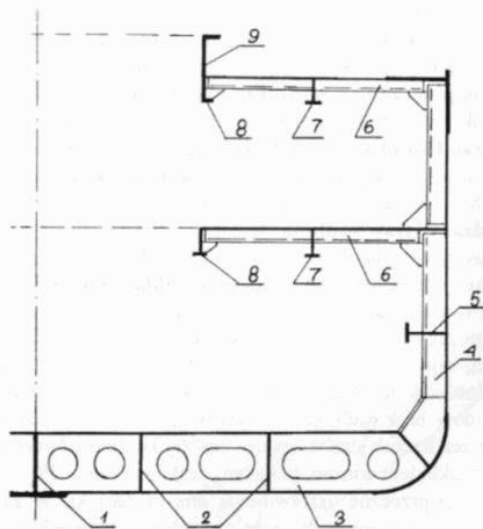
Elementy kadłuba w zależności od kierunku usztywnień głównych mają **poprzeczny** lub **wzdłużny układ wiązań**.

Kierunki głównych usztywnień dna, burt, pokładów określają **układ wiązań kadłuba**. Przy poprzecznych usztywnieniach głównych tych elementów występuje **poprzeczny układ wiązań kadłuba**. Przy wzdłużnych przebiegach usztywnień głównych mówi się o **wzdłużnym układzie wiązań kadłuba**. Jeżeli zaś dno i pokład górny mają wzdłużne usztywnienia główne, a burt i ewentualne pokłady dolne są usztywnione poprzecznie, jest to **mieszany układ wiązań kadłuba**.

Układ wiązań kadłuba jest silnie zależny od długości statku. Najstarszy, poprzeczny układ wiązań kadłuba, stosowany na krótkich jednostkach, wywodzi się z czasów budowy statków drewnianych. Wytrzymałość ogólna kadłuba jest zapewniona przez poszycie dna, burt, pokładów oraz nieliczne usztywnienia wzdłużne. Przekrój poprzeczny przez kadłub statku, zwany inaczej **zładem poprzecznym**, z omawianym układem wiązań, pokazany jest na rysunku 39.

Główne poprzeczne usztywnienia dna to denniki. W zależności od wykonania mogą one być: szczelne, pełne (z niewielkimi otworami, nie zmniejszającymi wytrzymałości dennika) oraz otwarte (z dużymi otworami). Główne poprzeczne usztywnienia burt to wręgi, a pokładów – pokładniki. Niezbędne, ze względów konstrukcyjnych lub wytrzymałościowych, pomocnicze usztywnienia wzdłużne na statkach z poprzecznym układem wiązań to wzdłużniki denne, burtowe i po-

kładowe (lub podpokładowe). Wzdłużnik denny leżący w płaszczyźnie symetrii statku nosi nazwę wzdłużnika środkowego, a wzdłużnik pokładowy stanowiący przedłużenie zębownicy łuku to wzdłużnik krańcowy łuku. Na rysunku 39 przedstawiono główne (poprzeczne) oraz pomocnicze (wzdłużne) wiązania statku z poprzecznym układem wiązań. Współcześnie jedynie małe, krótkie statki (holowniki, statki rybackie) buduje się z takim układem wiązań kadłuba. Usztywnienia poprzeczne biorą wyłącznie udział w wytrzymałości lokalnej (miejscowej) kadłuba – przenoszą obciążenia od naporu hydrostatycznego wody, ciężaru ładunku i wyposażenia. Natomiast poszycie zewnętrzne kadłuba, poszycia ciągłych pokładów i usztywnienia wzdłużne wpływają na wytrzymałość kadłuba na zginanie i skręcanie, zwaną wytrzymałością ogólną.



Rys. 39. Złaz poprzeczny statku z poprzecznym układem wiązań kadłuba: 1 - wzdłużnik środkowy; 2 - wzdłużniki boczne denne; 3 - dennik pełny; 4 - wręg; 5 - wzdłużnik burtowy; 6 - pokładniki; 7 - wzdłużnik podpokładowy; 8 - wzdłużnik krańcowy łuku; 9 - zębownica łuku

Zginanie – najważniejszy czynnik obciążenia kadłuba w czasie eksploatacji statku – wywołane jest lokalnym niezrównoważeniem sił ciężkości i wyporu statku wzdłuż kadłuba. Lokalne skupienia ciężaru konstrukcji kadłuba na dziobie, rufie i na grodziach poprzecznych oraz skupienie znacznych ciężarów urządzeń w maszynowni, przy łagodnym przebiegu rozkładu sił wyporu wzdłuż kadłuba, wywołują duże naprężenia gnące w kadłubie. Momenty gnące, jako obliczeniowe odzwierciedlenie tych naprężeń, są silnie zależne od długości – rosną ze wzrostem długości statku przy takich samych liczbowo lokalnych niezrównoważonych sił ciężaru i wyporu. Wymaga to podwyższania wytrzymałości kadłuba na zginanie w miarę wzrostu jego długości. Można to uzyskać poprzez pogrubienie poszycia i wzmocnienie nielicznych usztywnień wzdłużnych na statkach z poprzecznym układem wiązań lub w wyniku zmiany kierunku części lub całości głównych usztywnień z poprzecznego na wzdłużny.

Taka zmiana kierunku głównych usztywnień na statku ze wzdłużnym układem wiązań pozwala na obniżenie masy kadłuba, w porównaniu do statków z poprzecznym układem wiązań o takiej samej wytrzymałości.

Pomimo kłopotów technologicznych i wysokiej pracochłonności budowy, wzdłużny układ wiązań jest stosowany na największych statkach – duże zbiornikowce, masowce, statki OBO. Przekrój poprzeczny przez kadłub współczesnego zbiornikowca z podwójnym dnem i podwójnymi burtami ze wzdłużnym układem wiązań pokazany jest na rysunku 40a. Główne wzdłużne usztywnienia kadłuba, przedstawione na wspomnianym schemacie, to:

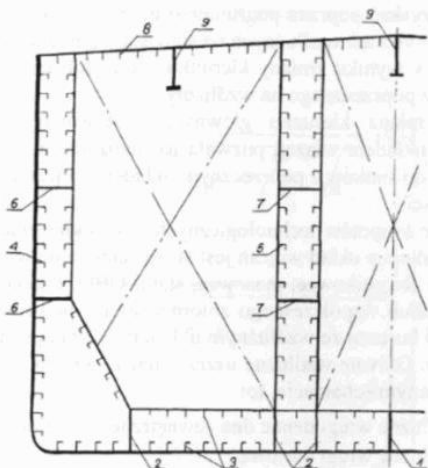
- wzdłużne wręgi denne dna zewnętrznego i wewnętrznego,
- wzdłużne wręgi burtowe,
- wzdłużne pokładniki,
- wzdłużne (poziome) usztywnienia grodzi wzdłużnej.

Na statkach o długich pomieszczeniach ładunkowych (zbiorniki ładunkowe na zbiornikowcach, ładownie na masowcach i statkach OBO) i rzadko rozmieszczonych grodziach poprzecznych poszycia burt, dna i pokładów, usztywnione wyłącznie usztywnieniami wzdłużnymi o dużej rozpiętości, równej odstępowi grodzi poprzecznych, miały za małą wytrzymałość lokalną. Dlatego przy wzdłużnym układzie wiązań konieczne jest stosowanie pomocniczych, poprzecznych

ram usztywniających, zwanych ramami wręgowymi, rozmieszczonych nie rzadziej niż co cztery odstęp między usztywnieniami głównymi. Na rysunku 40b pokazany jest przekrój zbiornikowca wykonany w płaszczyźnie takiego usztywnienia.

Pomocnicze poprzeczne usztywnienia – rami wręgowe – składają się z dennika ramowego, wręgu ramowego, pokładnika ramowego oraz pionowego ramowego usztywnienia grodzi wzdłużnych.

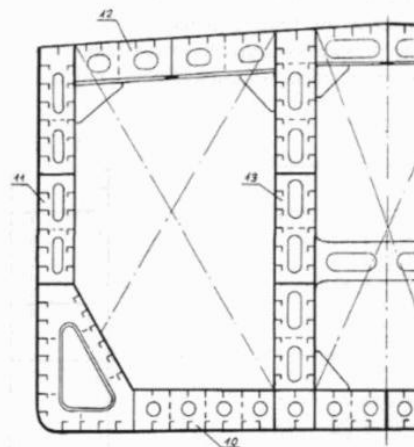
Ze względów konstrukcyjnych lub eksploatacyjnych na statku ze wzdłużnym układem wiązań mogą być dodatkowo zamontowane pomocnicze wzdłużne usztywnienia – wzdłużniki denne, burtowe lub pokładowe.



Rys. 40 a) Zład poprzeczny zbiornikowca z podwójnym dnem i podwójnymi burtami ze wzdłużnym układem wiązań kadłuba. Przekrój pomiędzy wręgami ramowymi; 1 - wzdłużnik środkowy; 2 - wzdłużniki boczne denne; 3 - wręgi denne wzdłużne; 4 - wręgi burtowe wzdłużne; 5 - wzdłużne poziome usztywnienia podwójnej grodzi wzdłużnej; 6 - wzdłużniki burtowe; 7 - pomocnicze wzdłużne usztywnienia podwójnej grodzi wzdłużnej; 8 - pokładniki wzdłużne; 9 - wzdłużniki podpokładowe

W odróżnieniu od statku z poprzecznym układem wiązań kadłuba, w którym główne (poprzeczne) wiązania nie wpływały na wytrzymałość kadłuba na zginanie, na statku ze wzdłużnym układem

wiązań główne (wzdłużne) usztywnienia, zwłaszcza dna i górnego pokładu, przenoszą naprężenia wywołane zginaniem kadłuba. Wymaganą wytrzymałość lokalną kadłuba tego typu statku zapewniają nieodzowne, pomocnicze (ramowe) poprzeczne usztywnienia.



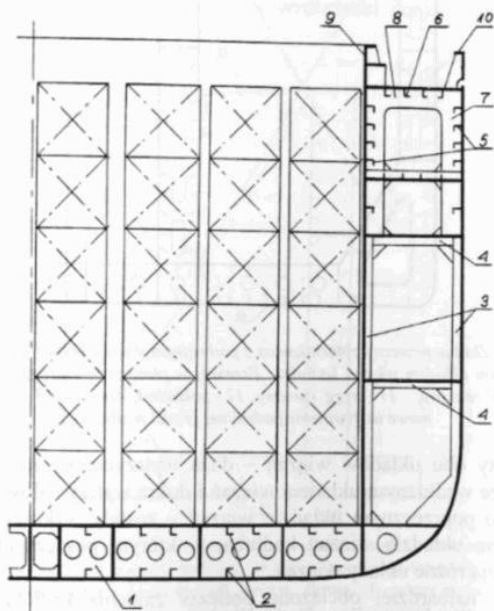
Rys. 40 b) Zład poprzeczny zbiornikowca z podwójnym dnem i podwójnymi burtami ze wzdłużnym układem wiązań kadłuba. Przekrój w płaszczyźnie wręgu ramowego; 10 - dennik ramowy; 11 - wręg ramowy; 12 - pokładnik ramowy; 13 - pionowe ramowe usztywnienie podwójnej grodzi wzdłużnej

Zalety obu układów wiązań – duża wytrzymałość na zginanie kadłuba ze wzdłużnym układem wiązań i dobra wytrzymałość lokalna kadłuba o poprzecznym układzie wiązań – zostały wykorzystane w mieszanym układzie wiązań kadłuba, w którym poszczególne elementy mają różne układy wiązań.

Elementy najbardziej obciążone podczas zginania kadłuba – dno i pokład górny – wykonuje się we wzdłużnym układzie wiązań, zapewniając niskie naprężenia rozciągające i ściskające w tych, skrajnie w kadłubie położonych, elementach. Natomiast burty narażone na napór hydrostatyczny wody oraz dolne pokłady obciążone ładunkiem wykonuje się z poprzecznym układem wiązań, zapewniając

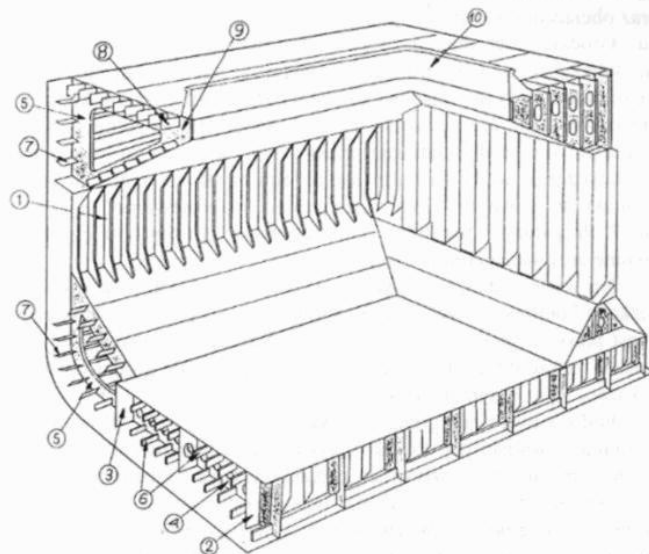
cym dobrą wytrzymałość lokalną. Na burtach co czwarty wręg jest odpowiednio wzmocniony, tworząc wręg ramowy, przenoszący obciążenia z pokładnika ramowego na dennik ramowy. Taki system budowy gwarantuje statkom średniej wielkości dobrą wytrzymałość ogólną i lokalną przy najniższej masie kadłuba.

Przekrój poprzeczny (zład poprzeczny) kontenerowca komorowego oraz szkic perspektywiczny masowca samotrymownego – oba statki z mieszanym układem wiązań kadłuba – pokazane są na rysunkach 41 i 42.



Rys. 41. Zład poprzeczny kontenerowca komorowego z mieszanym układem wiązań kadłuba [17]: 1 - dennik ramowy pełny; 2 - wręgi wzdłużne denne; 3 - wręgi burtowe zewnętrznej i wewnętrznej; 4 - pokładniki dolnych pokładów; 5 - wręgi burtowe wzdłużne; 6 - pokładniki wzdłużne górnych pokładów; 7 - wręg ramowy; 8 - pokładnik ramowy; 9 - zrębica łuku; 10 - nadburcie

Nazwy usztywnień głównych i pomocniczych dna oraz pokładu górnego są takie same jak na statku ze wzdłużnym układem wiązań, natomiast określenia usztywnień i dolnych pokładów – takie same jak na statku z poprzecznym układem wiązań.



Rys. 42. Szkic perspektywiczny masowca samotrymownego z mieszanym układem wiązań kadłuba [4]: 1 - wręg; 2 - wzdłużnik środkowy; 3 - wzdłużnik boczny dennej; 4 - dennik ramowy; 5 - ramowe usztywnienie zbiornika obłowego; 6 - wręgi denne wzdłużne; 7 - wręgi burtowe wzdłużne zbiorników obłowego i podpokładowego (szczytowego); 8 - pokładnik wzdłużny; 9 - pokładnik ramowy; 10 - zrębica łuku

Współcześnie wyłącznie krótkie statki (maksymalnie do 80 m długości) budowane są z poprzecznym układem wiązań. Jednostki dłuższe (do 200-250 m) najczęściej wykonane są według mieszanego układu wiązań, natomiast najdłuższe statki (powyżej 200 m) z reguły mają wzdłużny układ wiązań kadłuba.

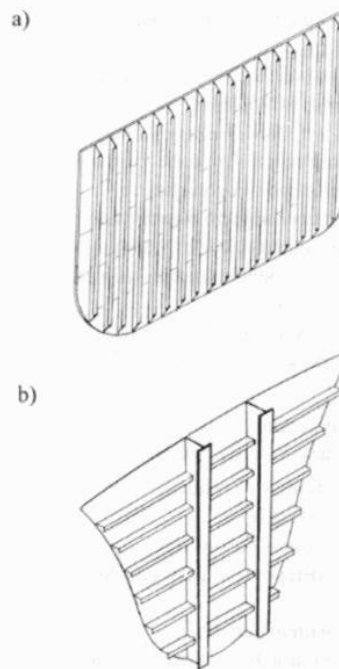
Grodzie

Grodzie, prócz podstawowej roli – przegród wodoszczelnych – pełnią również ważną funkcję wytrzymałościową, usztywniają mianowicie lokalnie kadłub, przenoszą obciążenia z pokładów na dno oraz obciążenia od naporu hydrostatycznego wody na burtę i dno statku. Grodzie mogą mieć usztywnienia główne pionowe lub poziome. Na statkach z pokładowymi urządzeniami przeładunkowymi stosuje się pionowe usztywnienia, zwiększające sztywność grodzi w kierunku pionowym. Z kolei na statkach o dużym zanurzeniu poziome usztywnienia główne grodzi ułatwiają przenoszenie obciążeń od naporu hydrostatycznego wody na burtę statku. Szkice grodzi z poziomymi i pionowymi głównymi usztywnieniami są przedstawione na rysunku 43. Przy dużych rozpiętościach usztywnień głównych są one podpierane usztywnieniami pomocniczymi.

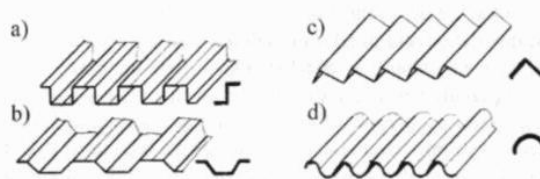
Na wielu statkach, zwłaszcza na zbiornikowcach, masowcach i statkach kombinowanych (OBO i OO), stosuje się grodzie faliste zamiast płaskich grodzi z usztywnieniami. Są one łatwiejsze do wykonania i lżejsze od grodzi płaskich. Stosowane profile grodzi falistych pokazane są na rysunku 44.

Podstawową wadą grodzi falistych jest bardzo mała sztywność w kierunku prostopadłym do „fali”, co wymaga montowania dodatkowych, pomocniczych usztywnień krzyżujących się z falami grodzi.

Przykład zastosowania grodzi falistej o pionowym przebiegu fali na masowcu samotrymownym pokazany jest na rysunku 42. Zwraca uwagę sposób powiązania grodzi z konstrukcjami pokładu i dna. U góry nad grodzią umieszczona jest pryzmatyczna konstrukcja przenosząca ciężar znacznej części pokładu na gródź. U dołu, poprzez zastosowanie pryzmatycznej podpory pod grodzią, jej ciężar, wraz z przenoszonym przez gródź ciężarem części pokładu, jest rozłożony na trzy denniki ramowe. Dodatkowy rezultat takiego rozwiązania konstrukcyjnego stanowi polepszenie samotrymowności ładowni w kierunkach do grodzi.



Rys. 43. Konstrukcja grodzi poprzecznych z głównymi usztywnieniami: a) pionowymi; b) poziomymi



Rys. 44. Profile grodzi falistych: a) prostokątny; b) trapezowy; c) schodkowy; d) półokrągły

Lokalne wzmocnienia konstrukcji kadłuba

Ze względu na duże statyczne i dynamiczne obciążenia część dziobowa i rufowa kadłuba oraz rejon maszynowni muszą być wzmocnione poprzez:

- pogrubienie poszycia,
- zmniejszenie odstępów wręgowego,
- wzmocnienie usztywnień głównych (większy profil),
- wprowadzenie dodatkowych pomocniczych i ramowych usztywnień niezależnie od układu wiązań kadłuba (wzdłużników burtowych i wręgów ramowych),
- konstruowanie dodatkowych przegród, pokładów i platform,
- obramowanie półkami otworów w dennikach, wzdłużnikach dennych i platformach.

Na statkach wyposażonych we wzmocnienia lodowe wyższą wytrzymałość lokalną uzyskuje się poprzez:

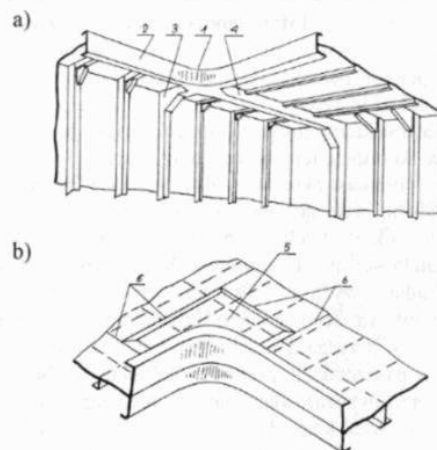
- wzmocnienie dziobnicy i tylnicy,
- pogrubienie poszycia burt,
- wzmocnienie wręgów burtowych,
- zmniejszenie odstępów wręgowych lub wprowadzenie międzywręgów³⁶,
- poziome usztywnienia grodzi,
- montowanie na burtach wzdłużników burtowych.

Konstrukcja naroży luków

Na statkach z otworami lukowymi, w rejonie naroży luku występuje gwałtowna zmiana przekroju kadłuba z zamkniętego poza otworem lukowym na otwarty w obrębie luku – daje to, znany z wytrzymałości zmęczeniowej, efekt *karbu*³⁷ objawiający się pękaniem konstrukcji pokładu po długotrwałym, zmiennym obciążeniu kadłuba na fali. W celu wyeliminowania karbu rejon naroża luku musi być starannie zaprojektowany. Podstawowe zasady jego prawidłowej konstrukcji polegają na:

- wyeliminowaniu spoin czołowych poszycia pokładu z sąsiedztwa naroża luku i pogrubieniu poszycia naokoło naroża, co umożliwia gruba płyta diamentowa opasująca naroże luku;
- zaokrągleniu poszycia pokładu w narożu luku; minimalny promień zaokrąglenia określają przepisy budowy statków;
- stosowaniu mocnej i zaokrąglonej na narożach zrębnicy lukowej;
- wzmocnieniu lub wstawieniu dodatkowych usztywnień pokładu – pokładników i wzdłużników krańcowych luku.

Te sposoby przeciwdziałania karbowi przedstawiono na rysunku 45.



Rys. 45. Sposoby wzmocnienia naroża luku i eliminacji zjawiska karbu: a) widok od dołu; b) widok od góry; 1 - zaokrąglenie naroża luku; 2 - mocnica luku; 3 - pokładnik krańcowy luku; 4 - wzdłużnik krańcowy luku; 5 - pogrubiony płat poszycia pokładu w narożu luku – płyta diamentowa; 6 - spoiny czołowe

Opisane wyżej sposoby budowy kadłuba i wzmocnienia niektórych jego rejonów nie wyczerpują możliwości konstrukcji współczesnych statków morskich. Dokładniejszemu opisowi konstrukcji kadłuba, a także rozwiązaniom wariantowym węzłów konstrukcyjnych oraz szczególnie lokalnych wzmocnień kadłuba zostanie poświęcony oddzielny zeszyt z tej serii.

5. Techniczne podstawy bezpieczeństwa statku

Nad bezpieczeństwem statków czuwają narodowe i międzynarodowe instytucje kontrolne i nadzorcze. Ich działalność często wchodzi w kolizję z interesami armatorów, dlatego przestrzeganie przepisów dotyczących bezpieczeństwa statków jest zazwyczaj obligatoryjne.

W dziedzinie bezpieczeństwa życia ludzi na morzu (pasażerów i załóg statków) najważniejszą instytucję stanowi, powstała w 1914 roku, po katastrofie „Titanica”, Międzynarodowa Morska Organizacja Doradcza – IMCO (*International Maritime Consulting Organization*) przemianowana obecnie na IMO (*International Maritime Organization*). Zagadnienia budowy, wyposażenia i eksploatacji statków, jako wpływające na poziom bezpieczeństwa statków, również wchodzą w zakres działalności tej instytucji.

IMO działa dwukierunkowo. W sposób ciągły pracują: jej londyńska centrala, komitety tematyczne oraz agendy krajowe państw członkowskich. Natomiast okresowo odbywają się robocze spotkania, zwane konwencjami, przeznaczone na wypracowanie jednolitego postępowania wobec określonych zagrożeń czy problemów. Jako przykłady tejże działalności można wymienić Międzynarodową Konwencję o Liniach Ładunkowych z 1969 roku, dotyczącą dopuszczalnego zanurzenia statków, oraz Konwencję o Bezpieczeństwie Życia na Morzu – SOLAS 1974, dotyczącą między innymi: bezpieczeństwa technicznego statków pasażerskich, przewozu ładunków niebezpiecznych, zabezpieczenia przeciwpożarowego statków, niezatapialności.

Wobec postanowień konwencji stosowana jest zasada ratyfikacji, czyli przyjęcia jej wymagań jako obowiązujących przez delegacje państw sygnatariuszy konwencji. Ratyfikacja przez dwie trzecie członków nadaje konwencji moc obowiązującą wobec pozostałych, jeżeli nie odrzucili jej postanowień. Zwyczajowo wprowadzone są odległe terminy obowiązkowego dostosowania statków do wymagań konwencji (10 do 20 lat). W okresie przejściowym dopuszczalna jest eksploatacja statków nie spełniających ustalonych wymagań.

Statek morski powinien być tak zbudowany, wyposażony i eksploatowany, by był zdolny do przetrwania w ekstremalnie niesprzyjających warunkach pogodowych bez utraty swoich cech eksploatacyj-

nych, to znaczy po polepszeniu się pogody powinien kontynuować żeglugę lub wykonywać zadania, do których jest przeznaczony.

Ponadto różne nieprzewidywalne zdarzenia losowe, awarie czy wypadki, takie jak: zderzenia, wejścia na skały lub mielizny, przesunięcia, zerwania czy przesypywania ładunku, zerwania pokryw lukowych czy furt wyładunkowych, pożary, nie powinny prowadzić do utraty statku. Oczywiście fizyczną niemożliwością jest zbudowanie statku całkowicie i w każdych warunkach bezpiecznego, jednak zawsze dąży się do tego, by zarówno złe warunki pogodowe, jak i wszelkie zdarzenia losowe w jak najmniejszym stopniu groziły utratą jednostki.

Zapewnienie tego jest możliwe po spełnieniu co najmniej trzech podstawowych kryteriów technicznego bezpieczeństwa statku w czasie jego eksploatacji:

- kadłub statku nie powinien ulec zniszczeniu, uszkodzeniu lub trwałemu odkształceniu,
- statek nie powinien utracić pływalności,
- statek nie powinien utracić stateczności.

Spełnienie tych podstawowych aspektów bezpieczeństwa nie wyczerpuje problematyki bezpieczeństwa ogólnego statku i bezpieczeństwa żeglugi, ale stanowi warunek konieczny przetrwania jednostki.

Bezpiecznej budowy statków nie objętych konwencją SOLAS [8], należytego ich wyposażenia i prawidłowej, zgodnej z dobrą praktyką morską, eksploatacji dotyczą narodowe przepisy opracowywane i wydawane przez towarzystwa klasyfikacyjne [13], [14]. Wnikliwsze omówienie tych przepisów w kontekście szeroko pojętej konstrukcji kadłuba statku przedstawione będzie w odrębnym zeszycie tematycznym serii wydawniczej *Budowa i teoria okrętu*. W rozdziale 4 niniejszego zeszycie omawianiu elementów konstrukcyjnych statku oraz zagadnień związanych z rozmieszczeniem i wytrzymałością usztywnień kadłuba często towarzyszyło przywoływanie przepisów dotyczących budowy statków. Zasady nadzoru towarzystw klasyfikacyjnych nad budową statków oraz wydawanie orzeczeń o zdolności do bezpiecznej żeglugi omówiono w następnym rozdziale.

Niezbędny zapas pływalności, zabezpieczający statek przed utratą pływalności, określają przepisy wspomnianej wyżej Międzynarodowej Konwencji o Liniach Ładunkowych z 1966 roku [9], potocznie nazywane przepisami „wolnej burty”. Są one omówione w rozdziale 7 tego zeszycu.

Minimalną wymaganą stateczność statków w warunkach eksploatacyjnych i awaryjnych (po zalaniu wodą wnętrza statku) określają przepisy stateczności towarzystw klasyfikacyjnych. Statki, które nie podlegają nadzorowi towarzystw, powinny spełniać wymagania stateczności zalecane przez IMO.

Za bezpieczny może być uznany statek handlowy, posiadający certyfikaty bezpieczeństwa określone w konwencji SOLAS '74. Są to:

- certyfikat bezpieczeństwa statku pasażerskiego,
- certyfikat bezpieczeństwa konstrukcji statku towarowego,
- certyfikat bezpieczeństwa wyposażenia statku towarowego,
- certyfikat bezpieczeństwa radiowego statku towarowego.

Powyższe certyfikaty wydawane są przez administracje morskie państw sygnatariuszy konwencji SOLAS, po dokonaniu inspekcji i przeglądów stwierdzających spełnienie wymagań konwencji. Okres ważności certyfikatu bezpieczeństwa statku pasażerskiego wynosi rok, pozostałych – do pięciu lat.

Przepisy konwencji, nadzór towarzystw klasyfikacyjnych nad budową statków oraz certyfikaty nie wyczerpują zagadnień bezpieczeństwa technicznego statków. By statek był bezpieczny, miał dobrą stateczność, posiadał dobre właściwości morskie (określane czasami jako dzielność morską), jego proporcje wymiarowe, kształt kadłuba, współrzędne środka masy i wyporu powinny być prawidłowo dobrane i dostosowane do spełniania zadań, do których jednostka została zaprojektowana i zbudowana. W pracy nad tymi zagadnieniami korzysta się z doświadczeń nabytych przez wiele wieków budownictwa okrętowego, weryfikowanych i uzupełnianych wynikami prac instytutów i placówek badawczych. W ostatnich latach, dzięki rozwiniętej informatyce, systemom gromadzenia, przekształcania i przekazywania danych oraz komputerowemu wspomaganiu projektowania statków, współczesne jednostki w coraz większym stopniu spełniają wymagania bezpieczeństwa. Jednak nie jest możliwe zbudowanie jednostki całkowicie bezpiecznej, gdyż u podstaw wielu awarii, wypadków i katastrof morskich tkwi, niemożliwy do wyeliminowania, czynnik ludzki. Przepisowa budowa, należyte wyposażenie i bezpieczna eksploatacja w powiązaniu z właściwą organizacją pracy załogi mogą jednak w znaczący sposób podnieść poziom ogólnego bezpieczeństwa statku.

6. Nadzór nad budową i klasyfikacją statków

Bezpieczeństwo statku w znacznym stopniu zależy od wytrzymałości, odporności na odkształcenia i uszkodzenia oraz szczelności, kadłuba i nadbudowy. Na kadłub i jego nadbudowę w trakcie eksploatacji działają obciążenia stałe, wywołane ciężarem statku, ciężarami zapasów i ładunków, naporem hydrostatycznym wody na dno i burty, oraz zmienne, powodowane wiatrem, falowaniem wody, ruchami statku na fali, pracą silników i innych urządzeń mechanicznych, jak też prowadzonymi pracami przeładunkowymi. Odporność statku na te obciążenia osiąga się dzięki odpowiednio mocnej konstrukcji i utrzymaniu jednostki w należytym stanie technicznym poprzez prawidłową eksploatację, okresowe przeglądy i remonty. Tak zbudowany i eksploatowany statek jest jednak drogi. Naturalne dążenia armatorów do uzyskiwania maksymalnych zysków z posiadanych jednostek prowadzą do budowy statków tanich, ale słabych i niebezpiecznych, oraz do nadmiernej ich eksploatacji. Przeciwdziała takim tendencjom tak zwany nadzór nad budową i eksploatacją statków wykonywany przez towarzystwa klasyfikacyjne.

Początków nadzoru należy szukać w ubiegłowiecznej działalności towarzystw ubezpieczeniowych, gromadzących dane o stanie statków, którymi miały być przewożone ubezpieczone ładunki. Firmy te zaczęły również udzielać rad dotyczących konstrukcji statków oraz wymuszać i nadzorować wprowadzanie rozwiązań zwiększających bezpieczeństwo jednostek, a tym samym zmniejszających ryzyko owych firm jako ubezpieczycieli ładunków. Z biegiem czasu te działy doradztwa i nadzoru zostały oddzielone od macierzystych firm w postaci tak zwanych towarzystw klasyfikacyjnych. Najstarsze towarzystwo klasyfikacyjne to *Lloyd Register of Shipping – LR*. Wspomniane towarzystwo oraz, powstałe później, *Germanischer Lloyd – GL*, *Bureau Veritas – BV* czy *American Bureau of Shipping – ABS*, oceniały stopień bezpieczeństwa statków, nadając im odpowiednią klasę. Stąd wywodzi się nazwa – towarzystwo klasyfikacyjne. Statek o wyższej klasie oceniany był jako bezpieczniejszy, jego armator (przewoźnik ładunków) płacił odpowiednio niższą stawkę za ubezpieczenie ładunku niż armator jednostki o niższej klasie.

Na świecie działa obecnie kilkadziesiąt towarzystw klasyfikacyjnych. Część z nich jest zrzeszona w *International Association of Classification Societies*. Najbardziej znane towarzystwa o znaczeniu ponadnarodowym to, wspomniane wcześniej, *Lloyd Register of Shipping*, *Germanischer Lloyd*, *Bureau Veritas*, *American Bureau of Shipping* oraz *Det Norske Veritas* (Norwegia) i *Nippon Kaiji Kyokai* (Japonia). W Polsce od 1947 roku działa Polski Rejestr Statków. Krajowe towarzystwa klasyfikacyjne są powoływane przez organa administracji morskich poszczególnych państw.

Działalność towarzystw klasyfikacyjnych obejmuje:

- opracowywanie, aktualizację i wydawanie przepisów dotyczących budowy, wyposażenia i eksploatacji statków,
- nadzór nad projektowaniem statków, zatwierdzanie dokumentacji budowy statków,
- odbiór i badania materiałów do budowy statków, w tym – wydawanie i kontrolę atestów materiałowych,
- nadzór nad budową statków, w tym – zatwierdzanie i kontrolę technologii budowy i próby statków po ich zbudowaniu,
- nadzór nad wyposażeniem statków w urządzenia niezbędne dla ich bezpieczeństwa,
- klasyfikację statków, czyli wydawanie orzeczeń o ich zdolności do bezpiecznej żeglugi, związane z nadaniem klasy,
- prowadzenie rejestru statków budowanych i eksploatowanych pod nadzorem towarzystwa.

Za nadzór nad budową i remontami, nadawanie i odnawianie klasy, przeprowadzanie obowiązkowych przeglądów i inspekcji towarzystwa pobierają opłaty od właściciela statku.

Nadzór klasyfikacyjny nie jest przymusowy w skali międzynarodowej, natomiast może być wprowadzony jako obowiązkowy przez administrację morską poszczególnych państw wobec statków rejestrowanych pod banderami tych państw. Brak prawnego rygору obowiązkowego nadzoru oraz wysokie opłaty klasyfikacyjne, w połączeniu z dążeniami niektórych armatorów do ukrycia złego stanu technicznego, zwłaszcza starych statków, prowadzą do ucieczki armatorów pod rejestry okrętowe państw tak zwanych tanich bander. Oferowane niskie podatki, brak formalnego wymogu nadzoru nad statkami

lub nadzór fikcyjny spowodowały, że wiele małych przybrzeżnych lub wyspiarskich państw stało się pozornymi potęgami morskimi.

Przeciwdziałanie tym, szkodliwym z punktu widzenia bezpieczeństwa żeglugi, tendencjom polega na: prowadzeniu kontroli stanu technicznego statków przez inspektorów organów administracji morskiej państwa, na którego wodach terytorialnych znajduje się statek, zatrzymaniu statku (aresztu) w porcie do czasu usunięcia zaniedbań lub poprawy stanu bezpieczeństwa statku, nadzoru IACS nad działalnością krajowych towarzystw klasyfikacyjnych czy wręcz na odmowie przez administrację portową obsługi statku o złym stanie technicznym.

Przepisy odnoszące się do budowy, wyposażenia i eksploatacji statków stanowią zbiór instrukcji, formuł obliczeniowych, zaleceń, wymagań i zakazów dotyczących:

- projektowania konstrukcji,
- doboru właściwych materiałów i technologii budowy,
- koniecznej kontroli w trakcie budowy,
- przeprowadzenia niezbędnych prób po zbudowaniu jednostki,
- wyposażenia w urządzenia niezbędne do bezpiecznej eksploatacji,
- nadawania, odbierania, zawieszania i przywracania klasy,
- bezpiecznej eksploatacji,
- częstości i zakresów przeglądów i remontów.

Nadzór nad projektowaniem statku obejmuje zatwierdzanie projektu konstrukcyjnego, na podstawie określonego przepisami, zestawu rysunków elementów konstrukcyjnych statku i zestawu obliczeń lub komputerowych symulacji potwierdzających prawidłowość wyboru zastosowanych rozwiązań konstrukcyjnych. Nadzór kończy się zatwierdzeniem przez towarzystwo klasyfikacyjne dokumentacji budowy statku noszącej nazwę **dokumentacji klasyfikacyjnej**.

Większość materiałów stosowanych do budowy i wyposażenia statków musi mieć określone cechy fizyczne, chemiczne i mechaniczne. Zgodność materiałów z wymaganiami sprawdza się, przeprowadzając określone przepisami badania. Potwierdzeniem tej zgodności są **atesty materiałowe**, czyli umowne znaki nanoszone na partię przebadanych materiałów. Uzupełnienie atestu stanowi **świadcstwo materiałowe**, określające dokładnie wymagane cechy materiału

i pozwalające jednoznacznie zidentyfikować przebadaną partię materiału.

Nadzór nad budową statku obejmuje wszystkie jej etapy, od *położenia stępki*³⁸ do oddania jednostki do eksploatacji. Statek budowany jest według zatwierdzonej dokumentacji i technologii budowy. W trakcie budowy nadzorowi i szczegółowej kontroli podlegają: główne elementy konstrukcyjne i elementy najbardziej obciążone, szwy i styki poszycia zewnętrznego dna i burt, poszycia grodzi i poszycia ograniczające zbiorniki. Po zbudowaniu statku lub po jego remoncie przeprowadza się szereg prób określonych przepisami, których celem jest wykazanie należytego stanu technicznego. Próby klasyfikacyjne dotyczą między innymi prób ciśnieniowych zbiorników. Szczególną rolę odgrywa tak zwana *stoczniowa próba przechyłu*³⁹, której celem jest wyznaczenie rzędnej środka masy zbudowanego statku. Jest to jedyny sposób dokładnego wyznaczenia tego parametru.

Nadzór nad wyposażeniem statku obejmuje trzy etapy. Pierwszy to określenie według przepisów wyposażenia niezbędnego dla bezpieczeństwa statku. Drugi to badania przydatności wyposażenia oraz jego odporności na warunki panujące na statku. Trzeci etap obejmuje nadzór nad montażem wyposażenia i przeprowadzenie jego niezbędnych prób.

Podstawowa, tytułowa czynność towarzystw klasyfikacyjnych – **klasyfikacja statku**, jest to zespół procedur ustalających stan bezpieczeństwa statku, jego przydatność do żeglugi, ograniczenia żeglugowe i przewozowe, zakresy bezpiecznej eksploatacji. Klasyfikacja statku kończy się **nadaniem klasy**, czyli zespołu symboli określających stan bezpieczeństwa jednostki, oraz wydaniem orzeczenia o zdolności do bezpiecznej żeglugi, zwanego **świadectwem klasy** (załącznik 1).

Klasę nadaje się statkowi na okres od roku do pięciu lat. Statki stare, których stan techniczny jest trudny do sprawdzenia, mają krótsze okresy ważności klasy. Po upływie okresu ważności klasy na statku przeprowadza się **przegląd klasowy**, pozwalający określić zakres niezbędnych prac remontowych wykonywanych podczas **remontu klasowego**. Po jego zakończeniu towarzystwo klasyfikacyjne odnawia klasę statku.

Statek może utracić klasę przed upływem terminu ważności, może ona także być zawieszona na określony czas, jeżeli na statku zaistniały warunki uniemożliwiające utrzymanie klasy. W takich sytu-

acjach przywrócenie klasy następuje po uzyskaniu pozytywnego wyniku przeglądu dokonanego przez uprawnionych inspektorów.

Prowadzenie rejestru statków obejmuje:

- Wpisywanie statku do rejestru towarzystwa po nadaniu klasy. Dotyczy to statków budowanych pod nadzorem towarzystwa, statków budowanych pod nadzorem innego towarzystwa lub budowanych bez nadzoru, ale przyjętych pod nadzór towarzystwa i mających nadaną przezeń klasę.

- Wypisanie statku z rejestru po jego złomowaniu, utracie czy sprzedaży połączonej z przejściem pod nadzór innego towarzystwa.

Dodatkową czynnością towarzystw klasyfikacyjnych jest prowadzenie rejestrów przebiegu eksploatacji statków, z włączeniem częstotliwości i zakresów przeprowadzanych przeglądów i remontów oraz uszkodzeń i awarii, które zdarzyły się podczas eksploatacji. Takie rejestry przydatne są podczas odnawiania klasy statków, a ponadto stanowią materiał weryfikujący zasadność przepisów dotyczących budowy, wyposażenia i eksploatacji statków.

Symbole klasy Polskiego Rejestru Statków [13]

Statek zbudowany pod nadzorem PRS oznaczony jest następującym głównym symbolem klasy:

***K** – dla statku bez napędu mechanicznego,

***KM** – dla statku z napędem mechanicznym.

Statek budowany pod nadzorem innego towarzystwa klasyfikacyjnego, ale wpisany do rejestru PRS i mający klasę tego towarzystwa, ma znak klasy **K** (statek bez napędu) lub **KM** (statek z napędem). Natomiast statek budowany bez nadzoru towarzystwa klasyfikacyjnego, który po sprawdzeniu konstrukcji, mechanizmów i wyposażenia uzyskał klasę PRS, jest oznaczony odpowiednio (**K**) i (**KM**).

Za głównym symbolem klasy mogą być umieszczone dodatkowe symbole określające: ograniczenie rejonu żeglugi, ograniczenie okresu ważności klasy, stopień niezatapialności, wzmocnienia łodowe, pracę bezwachtową maszynowni, typ statku i warunki jego eksploatacji.

Jeżeli statek przeznaczony jest do żeglugi w rejonie ograniczonym, to za głównym symbolem klasy umieszczone są znaki:

- I – żegluga po morzach zamkniętych oraz po morzach otwartych w odległości do 200 mil morskich od miejsca schronienia;
- II – żegluga w odległości do 50 mil morskich od miejsca schronienia;
- III – żegluga przybrzeżna w odległości do 20 mil morskich od brzegu;
- brak tego typu znaku określa statek, którego rejon żeglugi jest nie ograniczony.

Następny znak dotyczący ograniczeń okresu ważności klasy ma postać:

- < 2 – dla dwuletniego okresu ważności klasy,
- < 1 – dla rocznego okresu ważności klasy,
- brak tego typu znaku oznacza statek z pięcioletnim okresem ważności klasy.

Za ewentualnym znakiem ograniczenia okresu ważności klasy, w odniesieniu do statków spełniających wymagania niezatapialności, może być podany znak:

- [1] – gdy statek posiada niezatapialność *jednoprzędziową*⁴⁰;
- [2] – gdy statek posiada niezatapialność *dwuprzędziową*⁴⁰;
- [S] – gdy wyznaczone *prawdopodobieństwo przetrwania statku po uszkodzeniu*⁴¹ jest zgodne z wymogami;
- brak tego typu znaku oznacza, że statek nie musi spełniać wymogów niezatapialności.

Za symbolem niezatapialności może być umieszczony znak wzmocnień lodowych kadłuba, jeżeli statek je posiada:

- L1A – statek przeznaczony do samodzielnej żeglugi w pokruszonych polach lodowych lub za lodołamaczem, uprawiający żeglugę latem po morzach arktycznych i antarktycznych;
- L1 – statek samodzielnie pływający zimą po morzach niearktycznych i po północnym Bałtyku w ciężkich warunkach lodowych;
- L2 – statek samodzielnie pływający w drobno pokruszonych lodach, na akwenach określonych w L1;

L3 – statek samodzielnie pływający w rozrzedzonych i pokruszonych lodach, na akwenach określonych w L1;

L4 – statek samodzielnie pływający w drobno pokruszonych lodach w przybrzeżnych rejonach zachodniego Bałtyku.

Następny znak dotyczący bezwachtowej pracy maszynowni ma postać litery **A** z podaniem liczby godzin pracy maszynowni bez dozoru, natomiast w odniesieniu do automatyzacji statku w takim stopniu, że na mostku może być na wachcie tylko jeden człowiek, umieszcza się znak **B1**.

Po tym znaku mogą być umieszczone znaki typu statku oraz warunków jego eksploatacji:

pas	– statki pasażerskie,
ro-ro	– statki poziomego ładowania typu ro-ro,
pr	– promy samochodowe, kolejowe lub samochodowo-kolejowe, przewożące do dwunastu pasażerów,
pas/pr	– promy przewożące więcej niż dwunastu pasażerów,
mas	– masowce do suchych ładunków masowych,
ru	– statki przystosowane do przewozu rudy,
kon	– kontenerowce,
ZK	– statki inne niż kontenerowce, przystosowane do przewozu kontenerów,
zrp	– ropowce,
rp/ru	– statki typu OO,
rp/ru/mas	– statki typu OBO,
sr	– statki rybackie.

Powyżej wymieniono tylko część znaków typu statku. Pełny wykaz tychże oraz znaków warunków eksploatacji statku podany jest w [13].

Przykładowo, symbol klasy statku:

***KM L1, A16, mas**

oznacza statek budowany pod nadzorem PRS, o nieograniczonym rejonie żeglugi, posiadający klasę pięcioletnią, od którego nie wymaga się niezatapialności, posiadający wzmocnienia lodowe typu L1, przy-

stosowany do bezwachtowej pracy maszynowni przez 16 godzin na dobę, służący do przewozu ładunków masowych (masowiec).

Symbole klasy statku wpisane są do świadectwa klasy. Inne dane konstrukcyjne i eksploatacyjne, istotne dla statku, a pominięte w symbolach klasy, wpisywane są do załącznika dołączonego do świadectwa klasy.

7. Wolna burta i przepisy o liniach ładunkowych

Konieczność zapewnienia bezpieczeństwa osobom przebywającym na statku (załodze i pasażerom) i niezbędnej ochrony mienia (statkowi i jego ładunkowi) wymaga, by posiadał on niezbędny zapas pływerności. Minimalną wielkość tego zapasu określają przepisy Międzynarodowej Konwencji o Liniach Ładunkowych 1966 [9] dotyczącej wszystkich (poza wojennymi) statków o długościach powyżej 24 m. Dodatkowa zapasowa wyporność zawarta w nadwodnej części kadłuba stanowi zabezpieczenie statku przed zbyt szybką utratą pływerności w warunkach dostania się wody na pokład lub do wnętrza. Ten zapas pływerności będzie spełniał swą rolę wyłącznie w razie zachowania szczelności statku, a w szczególności zamknięć otworów w kadłubie, pokładach, nadbudówkach i pokładówkach.

Wygodną i łatwą do określenia miarą zapasu pływerności statku jest wysokość burty wystającej nad wodnicę pływania, mierzona na śródkreściu do pokładu grodziowego, zwana **wolną burtą**. Przepisy konwencji wymagają, by wolna burta statku w czasie jego eksploatacji nie była nigdy niższa niż **minimalna wolna burta** wyznaczona według tychże przepisów.

Według konwencji minimalna wolna burta jest to pionowa odległość mierzona na śródkreściu od punktu przecięcia górnej powierzchni **pokładu wolnej burty** z wewnętrzną powierzchnią burty (oznaczonego na obu burtach **linią pokładową**) do wodnicy maksymalnego, dopuszczalnego zanurzenia statku (oznaczonej na burtach **liniami ładunkowymi** obowiązującymi dla określonych warunków hydrofizycznych).

Minimalna wolna burta zależy od długości statku (rośnie z jego długością) oraz jego typu i takich szczegółów konstrukcyjnych, jak: kształt pokładu wolnej burty, wielkość nadbudówek, współczynnik pełnotliwości kadłuba – wyznacza się ją na podstawie przepisów konwencji.

Niektóre typy statków według wymagań konwencji, na przykład pasażerskie i żaglowe, mają **powiększoną wolną burtę**, to znaczy wyższą niż wynika to z ich długości i typu statku. Również na wniosek armatora statki mogą mieć powiększoną wolną burtę.

Pokładem wolnej burty według konwencji jest najwyższy ciągły pokład mający stałe i odpowiednio mocne zamknięcia wszystkich otworów w częściach nie osłoniętych nadbudówkami i pokładówkami; otwory w burtach poniżej tego pokładu muszą być zaopatrzone w stałe i wodoszczelne zamknięcia.

Na statku wielopokładowym armatorowi przysługuje prawo wyboru innego pokładu niż najwyższy, jako pokładu wolnej burty, pod warunkiem, że jego konstrukcja i zamknięcia otworów odpowiadają przepisom. Wówczas część kadłuba leżąca nad tym pokładem jest według konwencji traktowana jako ciągła nadbudówka.

Wolna burta wyznaczona jest w odniesieniu do pływania statku latem w wodzie morskiej; dopuszczalne zanurzenie w tych warunkach określa **letnia linia ładunkowa** – L (symbol angielski: S), na jej wysokości naniesiony jest na burtach główny znak wolnej burty – **koło Plimsola**. Linie ładunkowe dla innych gęstości wody, wynikających z różnego zasolenia i temperatury, wyznaczone są wobec stałej masy statku. Ich położenia względem letniej linii ładunkowej są podane poniżej.

Tropikalna linia ładunkowa – T (T) leży powyżej letniej linii ładunkowej o 1/48 zanurzenia letniego (do letniej linii ładunkowej) mierzonego od górnej krawędzi stępki.

Zimowa linia ładunkowa – Z (W) leży poniżej letniej linii ładunkowej o 1/48 zanurzenia letniego.

Zimowa linia ładunkowa dla północnego Atlantyku – ZAP (WNA), obowiązująca wobec statków o długościach do 100 m, wpływających zimą na ten akwen, leży 50 mm poniżej zimowej linii ładunkowej.

Letnia linia ładunkowa dla wody słodkiej i tropikalna linia ładunkowa dla wody słodkiej – S (F), TS (TF) są podniesione o odcinek ΔT_s względem odpowiednio: letniej linii ładunkowej i tropikalnej linii ładunkowej. Odcinek ΔT_s oblicza się z zależności:

$$\Delta T_s [\text{cm}] = \frac{D[t]}{40 \cdot \text{TPC} [t/\text{cm}]},$$

gdzie:

D – wyporność w wodzie morskiej statku zanurzonego do letniej linii ładunkowej;

TPC – przyrost wyporności na 1 cm zanurzenia w odniesieniu do wyporności D.

Poszczególne linie ładunkowe obowiązują w strefach i obszarach morskich oraz w okresach wyszczególnionych w konwencji, przy czym wobec statków o długości do 100 m obszary i okresy stosowania poszczególnych linii ładunkowych są często inaczej wyznaczone niż w stosunku do statków dłuższych.

Bałtyk jest włączony do strefy letniej (obowiązuje letnia linia ładunkowa). Jednakże statki do 100 m długości, w okresie od 1 listopada do 31 marca, obowiązują zimowa linia ładunkowa.

Przepisy konwencji rozróżniają dwa typy statków:

- „A” – służące do przewozu wyłącznie ładunków płynnych (zbiornikowce), o wysokiej wodoszczelności pokładu górnego, z małymi otworami w pokładzie zamykanymi stalowymi pokrywami zaopatrzonymi w uszczelki,

- „B” – nie spełniające warunków stawianych statkom typu „A”.

Minimalna wolna burta statku typu „A” jest niższa niż w wypadku statku typu „B” o tej samej długości. Jeżeli statki typu „B” posiadają odpowiednio wytrzymałe i szczelne pokrywy lukowe oraz wydajne urządzenia odprowadzające wodę z pokładu górnego, po spełnieniu dodatkowych wymogów mogą mieć obniżoną wolną burtę, maksymalnie do 60% różnicy między wolnymi burtami statków typu „A” i „B”. Natomiast minimalną wolną burtę należy podwyższyć w wypadku statków typu „B”, posiadających luki zamykane drewnianymi pokrywami i zabezpieczone brezentem, nie spełniające wymogów konwencji co do wytrzymałości i szczelności zamknięć otworów.

Tabela 1 zawiera wyciąg z tablic określania wolnej burty dla statków typu „A” i typu „B” [9] zależnie od ich długości. Wolna burta powinna być skorygowana o ewentualne poprawki wynikające z kształtu nadwodnej i podwodnej części statku. Stosowane są następujące poprawki:

- podwyższająca minimalną wolną burtę statków typu „B” o długościach w zakresie 24-100 m, mających zamknięte nadbudówki o sumarycznej długości do 35% długości statku;

- na wysokość boczną kadłuba, podwyższającą wolną burtę statków wysokich o $H_{(WB)} > L/15$, lub obniżającą wolną burtę dla statków niskich o $H_{(WB)} < L/15$ i posiadających jednocześnie zamkniętą nadbudówkę ciągnącą się od dziobu do rufy;

Tabela 1

Wolna burta dla statków typu „A” i typu „B”.
Wyciąg z tablic wykonany według [9]

Wolna burta [mm]			Zwiększenie wolnej burty [mm]	Wolna burta [mm]			Zwiększenie wolnej burty [mm]
Długość statku [m]	Typ statku			Długość statku [m]	Typ statku		
	A	B ¹⁾	B ²⁾		A	B ¹⁾	B ²⁾
24	200	200	+50	210	2705	2430	określają władze administracji morskiej państwa sygnatariusza konwencji
30	250	250	+50	220	2792	3586	
40	334	334	+50	230	2872	3735	
50	443	443	+50	240	2946	3880	
60	573	573	+50	250	3012	4018	
70	706	721	+50	260	3072	4152	
80	841	887	+50	270	3128	4276	
90	984	1075	+50	280	3176	4397	
100	1135	1271	+50	290	3220	4513	
110	1293	1479	+55	300	3262	4630	
120	1459	1690	+84	310	3298	4736	
130	1632	1901	+126	320	3331	4844	
140	1803	2109	+181	330	3358	4955	
150	1968	2315	+228	340	3382	5055	
160	2126	2520	+264	350	3406	5160	
170	2268	2716	+290	360	3425	5260	
180	2393	2915	+313	365	3433	5303	
190	2508	3098	+336	L>365			
200	2612	3264	+358				

¹⁾ Statki typu B spełniające wymagania konwencji dotyczące wytrzymałości i szczelności zamknięć luków.

²⁾ Statki typu B nie spełniające wymagań konwencji dotyczących wytrzymałości i szczelności zamknięć luków.

• na efektywną (uwzględniając również szerokość) długość zamkniętych nadbudówek;

• na wzdłużny wznios i wypukłość pokładu wolnej burty obniżające lub podwyższające minimalną wolną burtę, gdy rzeczywiste linie wzdłużnego wzniosu i wypukłości pokładu leżą odpowiednio poniżej lub powyżej przepisowych linii wzniosu i wypukłości pokładu;

• zwiększająca wolną burtę przy współczynniku pełnotliwości kadłuba⁵³ przekraczającym wartość $\delta = 0.68$.

Skorygowaną minimalną wolną burtę, oznaczającą położenie letniej linii ładunkowej oraz pozostałe linie ładunkowe, które obowiązują w stosunku do statku, w sposób trwały nanosi się na obie burty na śródkreściu. Pełne oznakowanie wolnej burty składa się ze, wspomnianej wcześniej, linii pokładowej, podstawowego **znaku wolnej burty**, zwanego również **kołem Plimsola** (górna krawędź poziomej linii połowiącej koło oznacza letnią linię ładunkową) oraz znaku pomocniczych linii ładunkowych.

Wszystkie znaki powinny być wykonane i oznaczone zgodnie z przepisami konwencji, naniesione na burty statku w sposób trwały i pomalowane na kolor kontrastujący z tłem. Na rysunku 46 przedstawiono pełne oznakowanie wolnej burty statku towarowego wraz z oznaczeniami linii ładunkowych w języku polskim i angielskim.

Statki o zwiększonej wolnej burcie mają uproszczone oznakowanie; prócz koła Plimsola nanosi się jedynie letnią linię ładunkową dla wody słodkiej – **S (F)**. Przykład oznakowania takiego statku pokazany jest na rysunku 47.

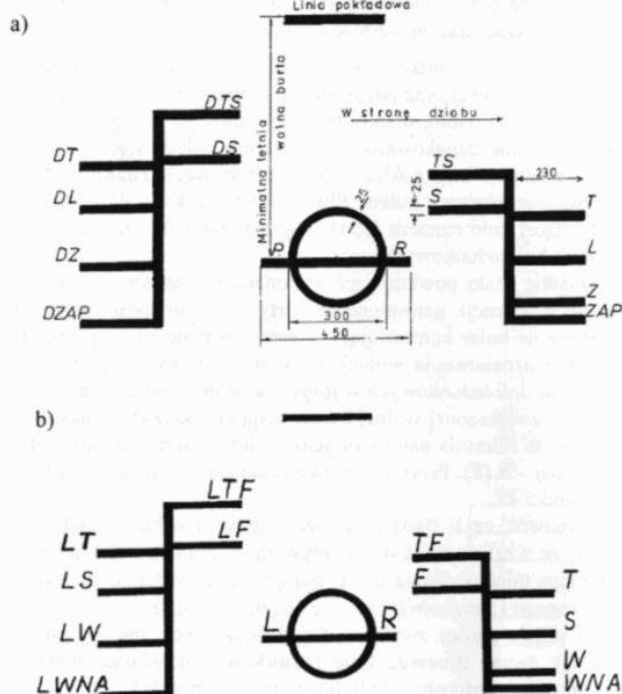
Drewnowce, czyli statki przewożące drewno w ładowniach i na pokładzie, ze względu na dodatnią pływalność pokładowego ładunku drewna mogą mieć obniżoną wolną burtę na czas wożenia, właściwie zasztatowanego i zamocowanego, drewna na pokładzie.

Taki statek, oprócz zwykłych linii ładunkowych, ma naniesione również tak zwane **drzewne linie ładunkowe**, określające dopuszczalne zanurzenia jednostki z ładunkiem drewna (rys. 46).

Znak wolnej burty służy do wizualnego sprawdzenia, czy w danych warunkach hydrofizycznych nie zostało przekroczone dopuszczalne zanurzenie statku. Prócz znaku wolnej burty statek musi posiadać **świadcstwo wolnej burty**, mające postać określoną w przepisach konwencji (załącznik 2). Świadcstwo wydawane jest na okres nie

dłuższy niż pięć lat po dokonanych przeglądzie (przed oddaniem statku do eksploatacji i po jego oznakowaniu).

Nie rzadziej niż co pięć lat przeprowadza się przegląd okresowy. Po stwierdzeniu, że statek odpowiada wymogom konwencji, świadectwo wolnej burty jest odnawiane. Co roku przeprowadza się na stat-



Rys. 46. Pełne oznakowanie wolnej burty na statku. Dodatkowe linie ładunkowe po lewej stronie znaku Plimsola dotyczą drewnowca z pokładowym ładunkiem drewna [5]: a) statek nadzorowany przez PRS; b) statek nadzorowany przez Lloyd Register of Shipping

kach inspekcję sprawdzającą: prawidłowość wyznaczenia i naniesienia linii ładunkowych, zabezpieczenie otworów (szczelność i wytrzymałość ich zamknięć), drogi dostępu do pomieszczeń załogi, stan bariery i urządzeń odprowadzających wodę z pokładu. Fakt ten jest odnotowywany w świadectwie.

W Polsce przegląd początkowy, przeglądy okresowe, inspekcje oraz wydawanie świadectw wykonywane są przez uprawnionych inspektorów Polskiego Rejestru Statków.

Zabezpieczenie dostatecznego zapasu pływerności statku, prócz zachowania minimalnej wolnej burty, wymaga spełnienia dodatkowych kryteriów dotyczących: szczelności, stateczności i wytrzymałości jednostki oraz ochrony ludzi na statku.

Przepisy konwencji odnośnie do szczelności statku dotyczą wysokości położenia otworów w kadłubie, pokładach i nadbudówkach oraz ich zamknięć. W nadbudówkach należy instalować drzwi strugoszczelne⁴³, a ich progi powinny mieć wysokość co najmniej 380 mm ponad pokład.

Minimalne wysokości zrębnic luków ładunkowych i innych otworów w pokładach oraz wylotów przewodów wentylacyjnych zależą od ich położenia na statku; są wyższe dla położenia określonych konwencją jako położenia pierwszego rodzaju. Obejmują one pokład dziobówki na odcinku od dziobu do punktu leżącego w stronę rufy, w odległości 1/4 długości statku od pionu dziobowego, oraz nie osłonięty pokład wolnej burty. Pozostałe położenia są położeniami drugiego rodzaju. Zrębnice luków nie mogą być niższe niż 600 mm lub 450 mm odpowiednio dla położenia pierwszego i drugiego rodzaju. Dla mocnych, szczelnych i dociskanych pokryw luków wysokości zrębnic mogą być obniżone lub może ich w ogóle nie być, pod warunkiem uzyskania zgody organu czuwającego nad spełnieniem przepisów wolnej burty.

Wyloty przewodów wentylacyjnych powinny być umieszczone na wysokości ponad pokładem nie mniejszej niż 900 mm dla położenia pierwszego rodzaju, a 760 mm - dla położenia drugiego rodzaju oraz powinny być wyposażone w strugoszczelne urządzenia zamykające.

Wyloty rur odpowietrzających zbiorniki powinny być wyprowadzone na wysokość co najmniej 760 mm ponad otwarty pokład wolnej burty i 450 mm ponad inne otwarte pokłady.

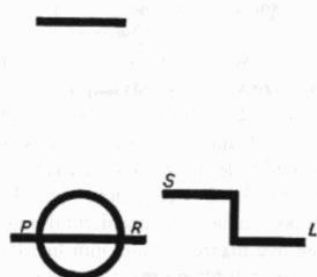
W celu szybkiego odprowadzenia wody z otwartych pokładów, w nadburciu statku, jeżeli jest ono zamontowane, muszą być umieszczo-

ne furty odwadniające o przekrojach nie mniejszych niż określone przepisami.

Dla statków typu „A”, o niskich wolnych burtach, w celu sprawnego usuwania wody z górnego pokładu należy stosować barierki zamiast nadburcia na co najmniej połowie długości tego pokładu. Natomiast dla ochrony załogi pracującej na statku należy stosować wzdłużny, stały pomost komunikacyjny, biegnący ponad pokładem i łączący nadbudówkę mieszkalną ze wszystkimi częściami statku, do których powinien być dostęp w trakcie eksploatacji.

W kwestii dostatecznej stateczności i wytrzymałości statków przepisy konwencji orzekają, że statki, budowane i eksploatowane pod nadzorem towarzystw klasyfikacyjnych lub spełniające równoważne międzynarodowe wymagania, odpowiadają wymogom konwencji.

Wspomniana wcześniej możliwość określenia przez armatora niższego z pokładów jako pokładu wolnej burty umożliwia budowę



Rys. 47. Oznakowanie statku z powiększoną wolną burtą

przeniesienia funkcji pokładu wolnej burty na wyższy pokład.

lżejszego i tańszego kadłuba o elementach konstrukcyjnych dostosowanych do zmniejszonego naporu hydrostatycznego wody zaburtowej, wynikającego ze zmniejszenia dopuszczalnego zanurzenia statku. Tak budowane statki określone są jako **statki z wytrzymałościową wolną burtą** – noszą one oznakowanie przewidziane dla statków ze zwiększoną wolną burtą (rys.47). Na takich jednostkach nie ma możliwości

8. Eksploatacyjne parametry statków handlowych i pomierzanie jednostek pływających

Oceny parametrów eksploatacyjnych statku handlowego, w tym określenia jego zdolności przewozowych, można dokonać w różnoraki sposób, podając na przykład jego **nośność maksymalną**, **ładowność**, **objętość ładunkową** lub **wyporność**. Na statkach pasażerskich ważnym parametrem jest maksymalna liczba pasażerów, na promach i statkach typu ro-ro – długość pasm przeznaczonych do ustawiania pojazdów lub maksymalna liczba pojazdów określonego typu. Z kolei na kontenerowcach zdolność przewozową określa się podając maksymalną liczbę kontenerów, które mogą być przewożone na danym statku.

Wyporność statku, równoważna całkowitej masie jednostki – ważny parametr związany z określaniem oporów, zdolności manewrowych czy właściwości morskich – nie jest parametrem dogodnym w ocenie zdolności przewozowych.

Na statkach przewożących ładunki ciężkie o niskich współczynnikach sztauerskich dobrymi wyróżnikami zdolności przewozowej są: **nośność maksymalna**, czyli maksymalna suma mas: ładunku, zapasów i balastu, która może być załadowana na statek zanurzony do dopuszczalnego znaku wolnej burty zanurzenia, lub **ładowność**, czyli masa ładunku, która może być załadowana na statek przy określonym stanie zapasów i balastów. Za pomocą tych parametrów ocenia się statki, przystosowane do przewozu jednego ładunku lub grupy ładunków o niewielkim rozrzucie współczynników sztauerskich, takich jak:

- zbiornikowce do przewozu surowej ropy naftowej,
- masowce specjalne do ładunków ciężkich, w tym rudowce,
- statki typu OBO,
- kontenerowce komorowe przewożące znaczne ilości kontenerów na pokładzie,
- drewnowce przystosowane do przewożenia części ładunku na pokładzie.

W odniesieniu do ładunków lekkich o wysokich współczynnikach sztauerskich, zajmujących dużą przestrzeń ładowni przy niewiel-

kiej masie, o zdolności przewozowej decyduje **objętość ładunkowa** statku określająca w m³ objętość wszystkich zamkniętych przestrzeni ładunkowych statku.

Dla każdego przedziału ładunkowego wyróżnia się objętość teoretyczną – jest to objętość przestrzeni przedziału ograniczonej jego ścianami, oraz objętość użytkową – dostępną dla ładunków. Ze względu na obecność wewnątrz przedziałów ładunkowych elementów konstrukcyjnych kadłuba (wiązań, podpór), szalowania, izolacji, rurociągów instalacji okrętowych, kanałów wentylacyjnych, schodni i wyjść ewakuacyjnych, objętość użytkowa jest zawsze niższa od teoretycznej. Objętość użytkową określa się w dwojaki sposób: jako objętość dla ziarna (ang. *grain capacity*), czyli dla ładunków masowych przewożonych luzem, oraz jako objętość dla bel (ang. *bals capacity*), a więc ładunków opakowanych typu drobnicowego. Ze względu na lepsze wykorzystanie przestrzeni ładowni lub międzypokładu przez ładunek masowy objętość dla ziarna jest zawsze wyższa od objętości dla bel. Dodatkowo, przy ładunkach drobnicowych, dochodzą straty objętości na niezbędne materiały i wyposażenie sztauerskie, zabezpieczające ładunki przed przemieszczaniem się.

Ponieważ większość ładunków suchych, zarówno masowych, jak i drobnicowych, zalicza się do ładunków lekkich (wyjątek stanowią rudy i surowce mineralne), sumaryczne objętości pomieszczeń ładunkowych statku dla ziarna lub bel lepiej określają zdolność przewozową statku niż jego ładowność.

Oprócz parametrów określających zdolności przewozowe statków stosowane są ujednolicone miary wielkości statków, stanowiące podstawy do określania norm wyposażenia statków oraz do pobierania opłat za usługi żeglugowe, portowe i inne. Jest to tak zwany **tonaż rejestrowy**, czyli określanie wielkości statku za pomocą **pojemności rejestrowej brutto i netto**.

Dzięki, określone w przepisach o pomierzaniu statków [14], sposobowi wyznaczania pojemności rejestrowych można je stosować do wszystkich typów statków handlowych i niehandlowych. Miar tych nie stosuje się do okrętów wojennych i statków małych do 24 m długości.

Geneza tych miar sięga 1854 roku, kiedy wprowadzono ujednolicony sposób pomiaru wnętrza statku w **tonach rejestrowych** (1 tona rejestrowa była równa objętości 100 stóp sześciennych, czyli 2.83 m³).

Objętość całego wnętrza statku wyrażoną w tonach nazwano pojemnością rejestrową brutto (ang.: *brutto register tons*, w skrócie BRT), a objętość przestrzeni ładunkowych – pojemnością rejestrową netto (ang.: *netto register tons*, w skrócie NRT).

Od wielkości statku wyrażonej w BRT i NRT pobierane były opłaty portowe, kanałowe, za usługi holownicze i pilotowe oraz inne.

W ciągu prawie 150 lat stosowania przepisy o pomierzaniu statków były kilkakrotnie zmieniane. W wyniku wielokrotnych zmian i wielu korekt te miary wielkości statków straciły swój pierwotny, fizyczny związek z rzeczywistą wielkością statku jako nośnika ładunków. W 1969 roku Międzynarodowa Konwencja o Pomierzaniu Statków [14] znówelizowała przepisy dotyczące pomierzania, zastępując dotychczasowe obliczanie objętości przestrzeni wewnętrznych, połączone ze skomplikowanym systemem odliczeń i potrąceń, wzorami aproksymującymi, opartymi na ogólnych parametrach statku. Przepisy te weszły w życie w 1982 roku, a obowiązują wszystkie statki od roku 1994.

Pojemność rejestrowa brutto to liczba niemianowana (bez miary), proporcjonalna do całkowitej objętości w m³ wszystkich zamkniętych pomieszczeń statku V_o , wyznaczona z zależności:

$$GT [-] = K_1 \cdot V_o [m^3],$$

gdzie K_1 jest współczynnikiem liczbowym podanym w tabeli w przepisach pomierzania statków.

Natomiast pojemność rejestrowa netto jest liczbą niemianowaną będącą sumą liczby proporcjonalnej do objętości w m³ pomieszczeń ładunkowych statku V_c i liczby proporcjonalnej do ilości miejsc pasażerskich na statku:

$$NT[-] = K_2 \cdot V_c [m^3] \cdot \left(\frac{4 \cdot T_L [m]}{3 \cdot H [m]} \right)^2 + K_3 \cdot \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right),$$

gdzie:

$K_2 = K_1$;

T_L - zanurzenie statku do letniej linii ładunkowej;

H - wysokość boczna statku na śródookręciu;

K_3 - współczynnik równy $1.25 \cdot \frac{GT + 10000}{10000}$;

N_1 - liczba miejsc pasażerskich w kabinach nie większych niż ośmioosobowe;

N_2 - liczba pozostałych miejsc pasażerskich.

Pojemność rejestrowa netto nie może być niższa niż 30% pojemności brutto. Ten wymóg ma na celu ograniczenie tendencji do budowy statków o zerowej pojemności rejestrowej netto, na których cały ładunek przewożony byłby na odkrytym pokładzie.

Nowe przepisy nie tylko uprościły procedurę wyznaczania pojemności rejestrowych, ale również zniosły dotychczasowe możliwości stosowania przez projektantów statków i armatorów wielu formalnych wybiegów zaniżających te pojemności w celu zminimalizowania opłat. Przykładem takiego postępowania były **ochronnopokładowce otwarte** – dwupokładowe statki, na których w poprzecznych grodziach na międzypokładzie były nie zamykane otwory, a na górnym pokładzie, nazywanym **pokładem ochronnym**, znajdował się jeden nieszczelnie zamykany **luk pomiarowy**. Według poprzedniej wersji przepisów o pomierzaniu cała przestrzeń międzypokładu, jako nie dość chroniona przed zalaniem wodą, nie była wliczana do pojemności brutto i netto, podczas gdy wykorzystywano ją do przewożenia ładunków.

Obliczanie pojemności rejestrowych nosi nazwę **pomierzania statku**. Wyniki tych obliczeń, dokonanych przez uprawnionego inspektora na podstawie dokumentacji lub pomiarów rzeczywistego statku, wpisywane są do **świadectwa pomiarowego**. Świadectwo pomiarowe, zwane również certyfikatem pomiarowym, musi znajdować się na statku i musi być okazywane na żądanie władz portowych lub administracji morskich państw na akwenach objętych ich jurysdykcją (nadzorem). Formularz świadectwa pomiarowego przedstawiony jest w załączniku 3. Na kanałach Sueskim i Panamskim opłaty pobierane są od pojemności obliczanych według odmiennych metod opracowanych przez administracje tych akwenów.

Przypisy

¹ *Serwisowiec* – statek służący do transportu zaopatrzenia, materiałów eksploatacyjnych i sprzętu wiertniczego na stacyjne platformy wiertnicze oraz wydobywcze ropy naftowej i gazu ziemnego. Serwisowce są wyposażone w rozbudowane urządzenia manewrowe, umożliwiające dotarcie do platform i przeładunek w niesprzyjających warunkach pogodowych. Często przystosowane są do pełnienia roli holowników kotwiczących lub statków ewakuacyjnych.

² *Nośność* – suma mas ładunku, zapasów i balastów, które mogą być załadowane na statek.

³ *Dno podwójne* – przestrzeń, pełniącą na statku rolę przedziału ochronnego, leżącą pomiędzy zewnętrznym poszyciem dna a poziomą szczelną przegrodą, stanowiącą dno ładowni, nazywaną dnem wewnętrznym.

⁴ *Ster strumieniowy* – urządzenie składające się z pędnika śrubowego umieszczonego wewnątrz tunelu poprzecznego prostosiosego, rozgałęzionego lub zakrzywionego, służące do wytwarzania poprzecznego naporu w celu manewrowania statkiem.

⁵ *Śruba nastawna* – śruba okrętowa napędu głównego statku, posiadająca skrzydła obracane względem piasty, umożliwiające – dzięki przestawieniu skrzydeł – lepsze wykorzystanie dostępnej mocy silnika głównego przy różnych oporach statku oraz umożliwiające pływanie wstecz bez zmiany kierunku obrotów silnika.

⁶ *System dynamicznego pozycjonowania* – zintegrowany i wysoko zautomatyzowany system, składający się z czujników położenia statku i stanu morza, komputera, pędników napędu głównego i pędników manewrowych, służący do utrzymywania stałego położenia statku względem dna. Nazywany jest również systemem hydrodynamicznego kotwiczenia.

⁷ *Terminal* – miejsce załadunku lub wyładunku towarów określonego typu, wyposażone w wyspecjalizowane urządzenia przeładunkowe, na przykład naftowy, do przeładunku gazów skroplonych, kontenerowy, promowy, rudowy, zbożowy, pasażerski.

- ⁸ *Luk* – otwór w pokładzie umożliwiający dostęp do ładowni statku, zwykle wyposażony w urządzenia zamykające, czyli pokrywy lukowe. Luki w górnych pokładach są obramowane zrębnicami wystającymi ponad pokład.
- ⁹ *Gródź* – przegroda: wodo-, olejo- lub ognioszczelna rozdzielająca wnętrze kadłuba statku na osobne przedziały.
- ¹⁰ *Pływalność awaryjna* – zdolność statku do utrzymania się na powierzchni wody po zatopieniu części jego wnętrza.
- ¹¹ *Rampa załadunkowa* – zamontowana zawiasowo na rufie statku, odpowiednio wzmocniona płyta, po opuszczeniu łącząca statek z nabrzeżem, służąca do przemieszczenia pojazdów i zmechanizowanego sprzętu ładunkowego.
- ¹² *Niezatapialność* – zespół cech określających zdolność statku do przetrwania po zatopieniu części jego wnętrza. W pojęciu niezatapialności zawiera się pływalność awaryjna oraz stateczność awaryjna.
- ¹³ *Stawka frachtowa* – opłata pobierana przez przewoźnika za przewóz 1 tony lub 1 sztuki ładunku, zależna od długości drogi przewozu i wymagań przewozowych.
- ¹⁴ *Trymowanie ładunku* – przemieszczanie ładunków masowych: przy załadunku – z rejonu luku w przestrzeń ładowni poza lukiem (w celu likwidacji stożków nasypowych), przy wyładunku – z boków ładowni w rejon luku (w celu umożliwienia wyładunku za pomocą chwytaków lub czerpaków).
- ¹⁵ *Współczynnik sztauerski*, współczynnik załadowania – objętość w m³ wnętrza ładowni potrzebna do załadowania 1 tony danego ładunku.
- ¹⁶ *Ładunek drobnicowy*, *drobnica* – potoczne określenie ładunków opakowanych lub pojedynczych. Rdzeń „drobny” w tej nazwie dotyczy nie wielkości ładunków, ale ich ilości, słowo „drobnica” odnosi się do ładunku przewożonego w niewielkich ilościach.
- ¹⁷ *Pojemność rejestrowa* – ujednolicona miara wielkości (tonażu) statku, stanowiąca podstawę do obliczania wielu opłat.

- ¹⁸ *Towarzystwo klasyfikacyjne* – instytucja nadzorująca budowę i eksploatację statków.
- ¹⁹ *TEU* – jednostka ładunkowa równoważna wymiarowo kontenerowi ISO o długości 20 stóp.
FEU – jednostka ładunkowa równoważna wymiarowo kontenerowi ISO o długości 40 stóp.
- ²⁰ *System wyrównujący przechyły*, system antyprzechyłowy – zespół składający się ze: zbiorników burtowych napełnianych wodą, wysoko wydajnej pompy, czujnika przechyłu i urządzeń sterujących, służący do automatycznej likwidacji przechyłów statku wywołanych nierównomiernym, poprzecznym rozłożeniem mas na statku. System wytwarza moment ciężarowy o przeciwnym znaku niż moment wywołujący przechył statku.
- ²¹ *System stabilizacji kołysań statku* – w tym wypadku system oparty na samoczynnym lub wymuszonym pompą przepływie wody pomiędzy dwoma zbiornikami umieszczonymi na lewej i prawej burcie jednostki, wytwarzający moment częściowy lub całkowicie redukujący kołysania statku wywołane falowaniem.
- ²² *Statek typu ro-ro* – termin utworzony ze skrótu nazwy angielskiej: *roll on - roll off* – „wtoczyć - wytoczyć”.
- ²³ *Szyb maszynowy* – przestrzeń nad silnikiem głównym, oddzielona od reszty statku pionowymi, szczelnymi ścianami, sięgająca do najwyższego pokładu.
- ²⁴ *Pokład rozdzielnicy* – na rorowcach – pokład zakończony rampą załadunkową, na który najpierw wjeżdżają pojazdy, skąd windami lub za pomocą pochyłych ramp przemieszczane są na pokłady dolne i górne.
- ²⁵ *Statek typu ro-lo* – skrót utworzony z połączenia zwrotów: *roll on - roll off* (przypis 22) i *lift on - lift off* („opuścić - podnieść”) używany w odniesieniu do statków o mieszanym systemie ładowania.
- ²⁶ *Płetwowy stabilizator kołysań* – działający wyłącznie podczas pływania statku system składający się z: obracanych płetw (płetw), umieszczonych na śródokręciu, na przejściu dna w burty, układu sterującego ich pracą i czujników ruchów statku. Poprzez odchyle-

nia płetw podczas pływania statku powstają na nich siły nośne wytwarzające moment przechylający. W wyniku odpowiedniego sterowania tempem i kierunkiem odchylenia płetw można wytworzyć zmienny moment, redukujący w znacznym stopniu kołysania statku wywołane falowaniem.

²⁷ *Wypór hydrostatyczny* – siła parcia wody na kadłub statku nie będącego w ruchu, wynikająca z prawa Archimedesesa.

²⁸ *Katamaran* – statek dwukadłubowy o dużej stateczności; dwa wąskie kadłuby ustawione w pewnej odległości równoległe do siebie, połączone sztywnymi łącznikami lub sztywnym nadwodnym pokładem.

Trimaran – statek trójkadłubowy o dużej stateczności; po bokach środkowego, największego kadłuba ustawione są dwa mniejsze i węższe kadłuby. Wszystkie trzy kadłuby połączone są sztywnymi łącznikami lub wspólnym, sztywnym pokładem.

²⁹ *Opór falowy* – składowa oporu statku (z oporem tarcia i oporem ciśnienia tworzy całkowity opór), występująca na statkach nawodnych (lub podwodnych i nadwodnych, które pływają w pobliżu powierzchni wody), związana z tworzeniem układu fal za statkiem. Przy dużych prędkościach pływania stanowi największy składnik oporu statku.

³⁰ *Wypór hydrodynamiczny* – siła parcia wody na kadłub wynikająca z ruchu względem wody kadłuba statku o nachylonym dnie. Jest on zależny od nachylenia i powierzchni dna oraz prędkości statku.

³¹ *Ślizgacz* – jednostka z prawie płaskim, szerokim dnem, z silnym przegłębieniem na rufie w położeniu spoczynkowym. Podczas pływania na skośnym dnie tworzy się składowa dynamiczna wyporu zmniejszająca zanurzenie jednostki, a tym samym – jej opór.

³² *Wodolot* – statek wyposażony w podwodne płyty, na których podczas pływania powstaje pionowa siła nośna wynosząca kadłub ponad wodę, co powoduje bardzo duży spadek oporu.

³³ *Poduszkowiec* – jednostka o płaskim dnie otoczonym sztywnymi lub elastycznymi osłonami (kurtynami). Pod dno jednostki wtłaczane jest powietrze tworzące tak zwaną poduszkę powietrzną izolującą

kadłub od kontaktu z wodą, przez co maleje jego opór w czasie pływania.

³⁴ *Nadbudówka* – szczelna nadbudowa statku, umieszczona na górnym pokładzie kadłuba, stanowiąca przedłużenie kadłuba w górę. Różni się nadbudówki: dziobową, rufową i środkową. Na niektórych statkach (pasażerskie, promy, rorowce, samochodowce) występują ciągle nadbudówki zajmujące przestrzeń od dziobu do rufy statku.

³⁵ *Pokładówka* – nadbudowa statku o szerokości mniejszej niż szerokość kadłuba, umieszczona na pokładzie głównym lub na pokładzie nadbudówki.

³⁶ *Międzywrgi* – dodatkowe wrgi usztywniające burtę statku, leżące między wrgami głównymi.

³⁷ *Karb* – gwałtowna zmiana przekroju elementu; przy długotrwałym, zmiennym obciążeniu elementu, w jego sąsiedztwie następuje tak zwane zmęczenie materiału i zniszczenie elementu przy naprężeniach wielokrotnie niższych niż statyczne naprężenia niszczące.

³⁸ *Położenie stępki* – umowna data rozpoczęcia budowy statku, liczona od chwili ustawienia na pochylni lub doku pierwszego elementu konstrukcyjnego – najczęściej jest to sekcja dna statku.

³⁹ *Stoczniowa próba przechyłu* – przeprowadzana zgodnie z przepisami próba przechyłu nowo zbudowanego lub wyremontowanego statku (maksymalnie pustego). Po przyłożeniu do statku momentu przechylającego o znanej wielkości mierzy się kąt przechyłu statku. Z relacji między momentem i kątem oblicza się stateczność statku, z której wylicza się rzędną środka masy statku w trakcie próby. Droga obliczeniowego uwzględnienia mas zbędnych i brakujących na statku wyznacza się rzędną środka masy pustego statku gotowego do drogi.

⁴⁰ *Niezatapialność jednoprzędziałowa (dwuprzędziałowa)* – zdolność statku do zachowania pływalności i dostatecznej stateczności po zatopieniu jednego przedziału (dwóch przedziałów).

⁴¹ *Prawdopodobieństwo przetrwania statku po uszkodzeniu* – obliczone zgodnie z wymogami towarzystw klasyfikacyjnych prawdopo-

dobieństwo niezatonienia i nieprzewrócenia się statku po uwzględnieniu wszystkich możliwych rodzajów zatopień wnętrza jednostki.

⁴² *Współczynnik pełnotliwości kadłuba* – stosunek objętości podwodnej części kadłuba statku V do objętości prostopadłościanu opisanego na tej części kadłuba:

$$\delta = \frac{V}{L \cdot B \cdot T}$$

⁴³ *Drzwi strugoszczelne* – sposób zamknięcia otworów komunikacyjnych w nadbudówkach i pokładówkach – zamknięte drzwi powinny być nieprzepuszczalne przy polewaniu ich strumieniem wody o ciśnieniu zgodnym z przepisami.



Literatura

1. CUDNY K., PUCHACZEWSKI N., *Stale i stopy aluminium stosowane na kadłuby okrętowe*, Marpress, Gdańsk 1996.
2. EYRES D.J., *Ship Constructions*, Heinemann Newnes, 1993.
3. *First HSS 1500 Ferry Delivered*, Schiff und Hafen No. 5, 1996.
4. ISBESTER J., *Bulk Carrier Practice*, The Nautical Institute, London 1993.
5. KABACIŃSKI J., *Stateczność i niezatapialność statku*, WSM w Szczecinie, Szczecin 1995.
6. KABACIŃSKI J., KICIŃSKA M., WOLSKI A., *Eksploatacja statków do przewozu gazów skroplonych*, WSM w Szczecinie, Szczecin 1993.
7. *Ładunki okrętowe. Poradnik encyklopedyczny*, praca zbiorowa, Polskie Towarzystwo Towaroznawcze Oddział Morski, Sopot 1994.
8. *Międzynarodowa Konwencja o Bezpieczeństwie Życia na Morzu*, Międzynarodowa Organizacja Morska IMO, Polski Rejestr Statków, Gdańsk 1988.
9. *Międzynarodowa Konwencja o Liniach Ładunkowych z 1966*, Polski Rejestr Statków, Gdańsk 1967.
10. PACZEŚNIAK J., STASZEWSKI J., *Projektowanie morskich statków handlowych*, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1984.
11. PACZEŚNIAK J., *Projektowanie okrętów. Specyficzne cechy różnych odmian morskich statków handlowych*, Atlas, Politechnika Gdańska, Gdańsk 1980.
12. PAŁUCHA K., PUCHALSKI J., ŚLIWIŃSKI A., *Statki poziomego ładowania*, Trademar, Gdynia 1996.
13. *Przepisy Klasyfikacji i budowy statków morskich 1994*, Część I, *Zasady klasyfikacji*, Część II, *Budowa kadłuba*, Polski Rejestr Statków, Gdańsk 1994.
14. *Przepisy o pomierzaniu pojemności statków morskich*, Polski Rejestr Statków, Gdańsk 1996.
15. *Schiff und Hafen, New Ships*, roczniki 1986-1997.
16. *Significant Ships of 1993*, RINA 1994.
17. WIEWIÓRSKI S., WITUSZYŃSKI K., *Konstrukcja stalowego kadłuba okrętowego*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1977.

Załączniki

Załącznik 1

Świadectwo klasy statku

Bureau Veritas	
INTERNATIONAL REGISTER FOR CLASSIFICATION OF SHIPS - ESTABLISHED 1828 REGISTRO INTERNACIONAL PARA LA CLASIFICACION DE BUQUES - FUNDADO EN 1828	
CERTIFICATE OF CERTIFICADO DE	CLASSIFICATION CLASIFICACION
Certificate No. 038432	No. 32 Y 360
U.R. PROSPER	in Register Book en el Registro
HULL / CASCO	
This is to certify that the above named El abajo firmante certifica que el buque surveyed for renewal of the certificate	steel motor ship has been given August 1990
by Surveyors to the Society, in accordance with the requirements of the Rules por el personal técnico de la Sociedad, de acuerdo con las prescripciones de Reglamento	
Owner/Arrendador: GOLDEN PROSPER SHIPPING COMPANY	UGLAND BROTHERS LTD.
Flag/Bandera: SAMANAS	Port of Registry/Puerto de matrícula: MARSA
Registered tonnage, Gross/Apuen bruto: 1599,65	Net/Neto: 1085,29
Built at/Construido en: Bismar	by/por: Bismar NEFF GmbH
Completed in/Acabado en: November 1975	
The ship has been entered in the Register Book with the classification symbol: El buque ha sido inscrito en el Registro con los símbolos de clasificación:	
1 3/3 E	
and the marks and notations: y las marcas y menciones:	CARGO-SHIP DEEP SEA ICR 171
This certificate, issued within the scope of the Bureau Veritas Marine Branch General Conditions, is valid Este certificado, expedido con arreglo a las Condiciones Generales de la Rama Naval del Bureau Veritas, es válido until: AUGUST 24th, 1990 (DATE OF NEXT SURVEY) hasta:	
The hull of the ship is surveyed under the continuous survey system El casco del buque está sometido a la clasificación	
Date of the two last periodical bottom surveys/Fecha de las dos últimas visitas periódicas de la carena: in drydock/en aljibe seco: April 1988 in water/submarina: August 1990	
The validity of the assigned class is conditioned upon due compliance with the requirements of Chapter 2 of the Rules regarding maintenance of class. La validez de la clase atribuida depende de la aplicación de las prescripciones del Capítulo 2 del Reglamento relativo al mantenimiento de la clase.	
At/Expedido en: Rotterdam	on/por: August 24th, 19 90
For/por el Bureau Veritas: S. Docteur	Signature and stamp Firma y sello
By order of the Secretary	

Świadectwo wolnej burty statku

INTERNATIONAL LOAD LINE CERTIFICATE (1966)
Issued under the provisions of the International Convention on Load Lines, 1966, under the authority of the Government of
THE COMMONWEALTH OF THE BAHAMAS
 by the American Bureau of Shipping

8802466-3
Certificate No.

Name of Ship	Displacement number or letters	Port of Registry	Length (L) as defined in Article 2(B)
BP ARCHITECT	C 6 D X 2	NASSAU	173.94 m

Freeboard assigned as: (A new ship assigned as: **SN EXISTING SHIP**)
* Unless otherwise inapplicable.

Freeboard from Deck Line

Tropical	6035 mm	(T)	228 mm	above (S)
Summer	6263 mm	(S)	Upper edge of line through centre of ring	
Winter	6491 mm	(W)	228 mm	below (S)
Winter North Atlantic	N/A	(WNA)	N/A	below (S)
Timber tropical	N/A	(LT)	N/A	above (LS)
Timber summer	N/A	(LS)	N/A	above (S)
Timber winter	N/A	(LW)	N/A	below (LS)
Timber winter North Atlantic	N/A	(LWNA)	N/A	below (LS)

Note: Freeboards and Load Lines which are not applicable need not be entered on this certificate.

Allowance for Fresh Water for all freeboards other than timber 251 mm
 Allowance for Fresh Water for timber freeboards N/A
 The upper edge of the deck line from which these freeboards are measured is
 OPPOSITE TOP OF STEEL UPPER deck at side.

Date of initial or periodical survey 31 OCTOBER 1988

THIS IS TO CERTIFY that this ship has been surveyed and that the freeboards have been assigned and load lines shown above have been marked in accordance with the International Convention on Load Lines, 1966.

This certificate is valid until 31 OCTOBER 1993, subject to periodical inspections in accordance with Article 14(1)(c) of the Convention.

Issued at PARAMUS, N.J. 16 AUGUST 1989

The undersigned declares that he is duly authorized by the said Government to issue this Certificate.

C. M. TIGHE, ASSISTANT SECRETARY
 American Bureau of Shipping

LL 8-A Rev. 2-80

cd. załącznika 2

18 (Rev. 12-66)

American Bureau of Shipping

FREEBOARD ASSIGNMENT		TYPE 1966 Type "B-Increased"
Builder and hull number(s) Onoichi Dock, Ltd. Hulls 327 & 328 LONDON (U.K.) (D.F. 173.940m) BP ARCHITECTS, Ltd. Hull 328		
COUNTRY OF REGISTRY Bahamas		CLASS 1012
CENTER OF RING below the upper edge of the deck line		6263
LOAD LINE in Tropical Fresh Water, above the center of Ring		479
" in Fresh Water, above the center of Ring		251
" in Tropical Zones, above the center of Ring		228
" in Summer, through/above the center of Ring		---
" in Winter, below/above the center of Ring		228
" in Winter North Atlantic, below the center of Ring		N.A.
The upper edge of the deck line from which the center of Ring is measured is: top of the steel upper deck at side.		
The above markings are assigned subject to complete compliance with the 1966 Load Line Regulations and an approved copy of the Trim and Stability Booklet and Loading Manual are sighted on board the vessel.		
NOTE: The midship point is located 1.730m forward of frame 63.		
Issued at: Yokohama, 16 May 1988		
For proper markings see reverse		

cd. załącznika 2

THIS IS TO CERTIFY that at a periodical inspection required by Article 14(1) (c) of the Convention, this ship was found to comply with the relevant provisions of the Convention.

Place KAWAOKI, JAPAN Date 12 OCTOBER 1987

Surveyor to the American Bureau of Shipping

Place SAIGON, CAMBODIA Date 10 OCTOBER 1990

Surveyor to the American Bureau of Shipping

Place SINGAPORE Date 29 SEPTEMBER 1991

Surveyor to the American Bureau of Shipping

Place FUJIKAWA, JAPAN Date 2 Oct 92

Surveyor to the American Bureau of Shipping

The provisions of the Convention being fully complied with by this ship, the validity of this Certificate is, in accordance with Article 19(2) of the Convention, extended until _____ Date _____

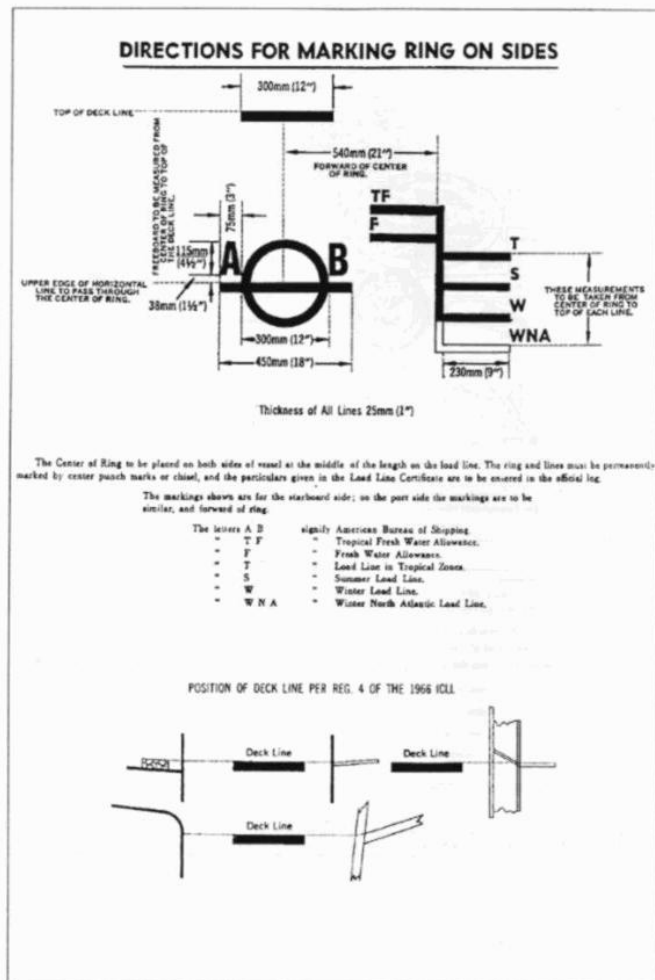
Surveyor to the American Bureau of Shipping

ARTICLE 14(1)(3): A periodical inspection within three months of each annual anniversary date of the Certificate is required, to ensure that alterations have not been made to the hull or superstructures which would affect the calculations determining the position of the load line and so as to ensure the maintenance in an effective condition of fitting and appliances for:

- (i) protection of openings;
- (ii) guard rails;
- (iii) freeing port; and
- (iv) means of access to crew's quarters.

Notes:

1. When a ship departs from a port situated on a river or inland waters, deeper loading shall be permitted corresponding to the weight and all other materials required for consumption between the point of departure and the sea.
2. When a ship is in fresh water density the appropriate load line may be submerged by the amount of the fresh water allowance. When the density is other than unity, an allowance shall be made proportional to the difference between 1.025 and the actual.



Świadectwo pomiarowe statku

INTERNATIONAL TONNAGE CERTIFICATE (1969)

Issued under the provisions of the
INTERNATIONAL CONVENTION ON TONNAGE MEASUREMENT OF SHIPS (1969)
under the authority of the Government of the Commonwealth of The Bahamas

Name of Ship	Distinctive Number or Letters	Port of Registry	Date
BP ARCHITECT	715272	NASSAU	21 March 1988

*Date on which the keel was laid or the ship was at a similar stage of construction (Article 202), or date on which the ship underwent alterations or modifications of a major character (Article 202b), as appropriate.

MAIN DIMENSIONS

Length (Article 202)	Breadth (Regulation 21)	Nearest Depth amidships to Upper Deck (Regulation 21)
173.94 m	31.40 m	17.20 m

THE TONNAGE OF THE SHIP ARE:

GROSS TONNAGE 25368
NET TONNAGE 19527

This is to certify that the tonnage of this ship has been determined in accordance with the provisions of the International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969.

Issued at LONDON on the 2ND day of NOVEMBER 19 88

The undersigned declares that he is duly authorized by the said Government to issue this certificate.

(Surveyor)
(A. L. MORRIS)

cd. załącznika 3

SPACES INCLUDED IN TONNAGE					
GROSS TONNAGE			NET TONNAGE		
Name of Space	Location	Length	Name of Space	Location	Length
Underdeck					
ABOVE DECK					
R.H. 1st tier	FR.10-49	30.52m	No.1 C.O.T.	FR.80-85	16.95m
R.H. 2nd tier	FR.12-44	25.32m	No.2 "	FR.75-80	17.40m
R.H. 3rd tier	FR.12-44	25.32m	No.3 "	FR.70-75	17.40m
R.H. 4th tier	FR.25-44	15.20m	No.4 "	FR.65-70	17.40m
R.H. 5th tier	FR.29 FORE		No.5 "	FR.60-65	17.40m
	44 FORE	12.00m	No.6 "	FR.55-60	17.40m
Companion	FR.86 FORE		No.7 "	FR.51-55	13.92m
	-87 FORE	3.30m	SLOP TANKS (P-S)		
Deck Store (P-S)	FR.69-71	6.96m		FR.49-51	6.96m
Derrick posts "	On upper dk	1.40m Diam			
Funnel	FR.13-22	7.06m			
			NUMBER OF PASSENGERS (Regulation 4(1))		
			Number of passengers in cabins with not more than 8 berths		
			None		
			Number of other passengers		
			None		
EXCLUDED SPACES (Regulation 2(5))			MOULDED DRAUGHT (Regulation 4(2))		
An asterisk (*) should be added to those spaces listed above which comprise both enclosed and excluded spaces.			Paragraph (a) 10.95m		
Date and place of original measurement --					
Date and place of last previous remeasurement --					
REMARKS					
-- NIL --					
					
Supplementary Information of The Ship					
Overall Length					

II207647

Nr inwentarzowy: 0000068744



Biblioteka Główna WSM Gdynia

8