

# **Urządzenia okrętowe**

**- wykład**

**URZĄDZENIA PRZEŁADUNKOWE**

Rozróżniamy zbiornikowce do przewozu:

- ▶ surowej ropy naftowej;
- ▶ produktów naftowych (produktowce);
- ▶ ciekłej siarki (siarkowce);
- ▶ produktów chemicznych (chemikaliowce);
- ▶ ciekłych gazów (gazowce);
- ▶ ciekłych ładunków specjalnych (np. wino, spirytus, melasa, asfalt, itp.);
- ▶ ropy naftowej i ładunków masowych (rudozbiornikowce, roporudomasowce, itp.)

## Mini słownik:

- ▶ tanker, tank ship - zbiornikowiec;
- ▶ V.L.C.C. (very large crude oil carrier) – bardzo duży zbiornikowiec do przewozu ropy naftowej (statki o nośności 150.000÷300.000 DWT);
- ▶ U.L.C.C. (ultra large crude oil carrier) – ultra duży zbiornikowiec do przewozu ropy naftowej (statki o nośności 300.000÷800.000 DWT);
- ▶ LNG (liquefied natural gas) – zbiornikowiec do przewozu płynnego gazu ziemnego (pod wysokim ciśnieniem i w niskiej temperaturze);
- ▶ LPG (liquefied petroleum gas) – zbiornikowiec do przewozu płynnego gazu ziemnego (np. propan, butan);
- ▶ chemical cargo carrier, chemical tanker – chemikaliowiec;
- ▶ OBO (oil-bulk-ore) – statek kombinowany, roporudomasowiec;

## Zbiornikowce do przewozu surowej ropy naftowej

Zbiornikowce do przewozu surowej ropy naftowej charakteryzują się:

- ▶ najwyższą spotykaną nośnością;
- ▶ stosunkowo niewielką ilością zbiorników (średnio od 15 do 20);
- ▶ jednostki te przystosowane są do przewozu ładunków jednorodnych;
- ▶ jednocześnie mogą przewozić do trzech różnych gatunków;
- ▶ wyposażeniem w pompy przeładunkowe o dużej wydajności (skracające do minimum czas postoju w porcie);
- ▶ długimi przelotami z ładunkiem lub balastem;
- ▶ stosowaniem wolnoobrotowych silników spalinowych lub turbin parowych (prędkości w granicach 14÷15 węzłów);

Typy konstrukcji kadłubów:

- ▶ ze zbiornikami burtowymi czystego balastu;
- ▶ z dnem podwójnym;
- ▶ z podwójną burcią;
- ▶ z podwójnym dnem i burcią.

## Zbiornikowce do przewozu surowej ropy naftowej



Zbiornikowiec V.L.C.C do przewozu ropy naftowej Al.-Sheraya

## Zbiornikowce do przewozu surowej ropy naftowej



Zbiornikowiec do przewozu ropy Iran Sarvestan

## Zbiornikowce do przewozu produktów naftowych (produktowce)

Zbiornikowce do przewozu produktów naftowych (produktowce) charakteryzują się:

- ▶ nośnością nie przekraczającą 60.000 ton;
- ▶ stosunkowo dużą ilością zbiorników (średnio od 20 do 30, o pojemności w granicach 500÷2000 m<sup>3</sup> każdy);
- ▶ większym skomplikowaniem instalacji przeładunkowej i balastowej;
- ▶ jednocześnie mogą przewozić większą ilość różnych produktów;
- ▶ możliwością jednoczesnego przeładunku kilku rodzajów ładunku;
- ▶ zbiornikami pokrytymi powłokami na bazie epoksydów, co umożliwia przewożenie ładunków wchodzących w reakcję z metalami oraz zabezpiecza zbiorniki przed korozją.

Produktowce można dodatkowo podzielić na:

- ▶ jednostki do przewozu „czarnych” („ciemnych”) produktów naftowych, takich jak: ciężkie oleje napędowe, oleje opałowe, oleje smarowe, itp.;
- ▶ jednostki do przewozu „jasnych” („czystych”) produktów naftowych, takich jak: benzyny lotnicze, paliwa samochodowe, nafta, itp.



## Zbiornikowce do przewozu produktów naftowych (produktowce)



Niewielki zbiornikowiec do przewozu produktów ropopochodnego



## Zbiornikowce do przewozu produktów naftowych (produktowce)



Zbiornikowiec do przewozu produktów ropopochodnego Bona Ray

## Zbiornikowce do przewozu płynnej siarki (siarkowce)

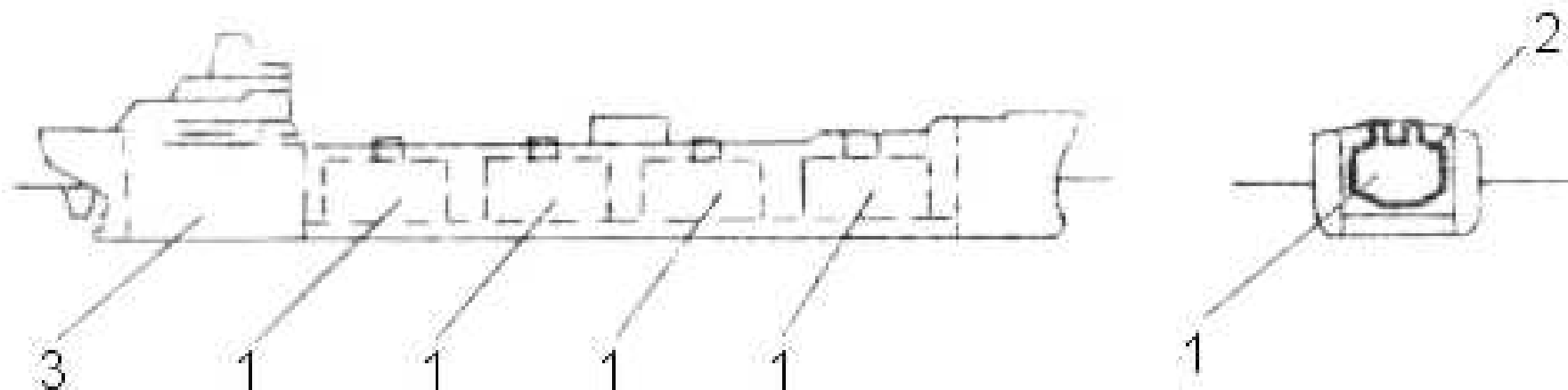
Transport morzem płynnej siarki naraża szereg problemów natury eksploatacyjnej:

- ▶ elementy konstrukcyjne zbiorników i kadłuba statku muszą być dostosowane do przyjmowania naprężeń termicznych spowodowanych przewozem ładunku w temperaturach  $130\div 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- ▶ zbiorniki ładunkowe płynnej siarki wymagają stosowania specjalnych, wzmocnionych rozwiązań konstrukcyjnych ze względu na duży ciężar właściwy siarki ( $\sim 1,8\text{ g/cm}^3$ );
- ▶ naprężenia powstające w wyniku obecności swobodnych powierzchni cieczy;
- ▶ zbiorniki, ze względu na temperaturę przewożonej siarki, muszą być izolowane termicznie, w celu zmniejszenia strat ciepłych;
- ▶ ze względu na straty ciepła przy dłuższych podróżach, zbiorniki należy wyposażyć w odpowiednie instalacje grzewcze;
- ▶ w celu niedopuszczenia do zestalenia się płynnej siarki w rurociągach i zaworach, urządzenia te należy również ogrzewać w sposób ciągły;
- ▶ ze względu na wydzielany siarkowódór powodujący możliwość wybuchu, należy stosować odpowiednią wentylację i instalację gazu obojętnego;
- ▶ ze względu na możliwość powstania w wyniku wilgoci z zewnątrz kwasu siarkowego lub siarkawego, silnie korodującego, należy statek wyposażyć w odpowiednie urządzenia zabezpieczające przed przedostaniem się wilgoci oraz urządzenia osuszania powietrza wentylacyjnego.

## Zbiornikowce do przewozu płynnej siarki (siarkowce)

Zbiornikowce do przewozu płynnej siarki charakteryzują się:

- ▶ średnią wielkością;
- ▶ niewielką ilością zbiorników (1÷5) umieszczonych w centralnej części kadłuba.



Zbiornikowce do przewozu płynnej siarki:

- 1 – zbiorniki ładunkowe;
- 2 – izolacja zbiorników;
- 3 – przedział siłowniany.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych produktów chemicznych (chemikaliowce)

Zbiornikowce do przewozu produktów chemicznych charakteryzują się:

- ▶ nośnością w granicach 5.000÷20.000 ton;
- ▶ dużą elastycznością i możliwością przewożenia różnych produktów;
- ▶ dużą ilością zbiorników, dochodzącą do kilkudziesięciu, często zbiorniki posiadają oddzielne pompy ładunkowe.

W zależności od stopnia szkodliwości, zarówno dla zdrowia ludzkiego jak i środowiska morskiego, produkty chemiczne podzielono na cztery kategorie:

- ▶ A – najbardziej niebezpieczne związki chemiczne, m.in.: dwusiarczek węgla, fosfor, czteroetylen ołowiu;
- ▶ B – do tej grupy zaliczamy: amoniak (wysoko stężony wodny roztwór), olejek kamforowy, chloroform, fenol, trójchloroetylen;
- ▶ C – w tej grupie znajdują się m.in.: kwas siarkowy, kwas azotowy, benzen.
- ▶ D – w skład tej grupy należą produkty nietoksyczne dla organizmów morskich, mogące jednak szkodzić zdrowiu ludzkiemu i do takich produktów możemy zaliczyć: aceton, kwas solny.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych produktów chemicznych (chemikaliowce)

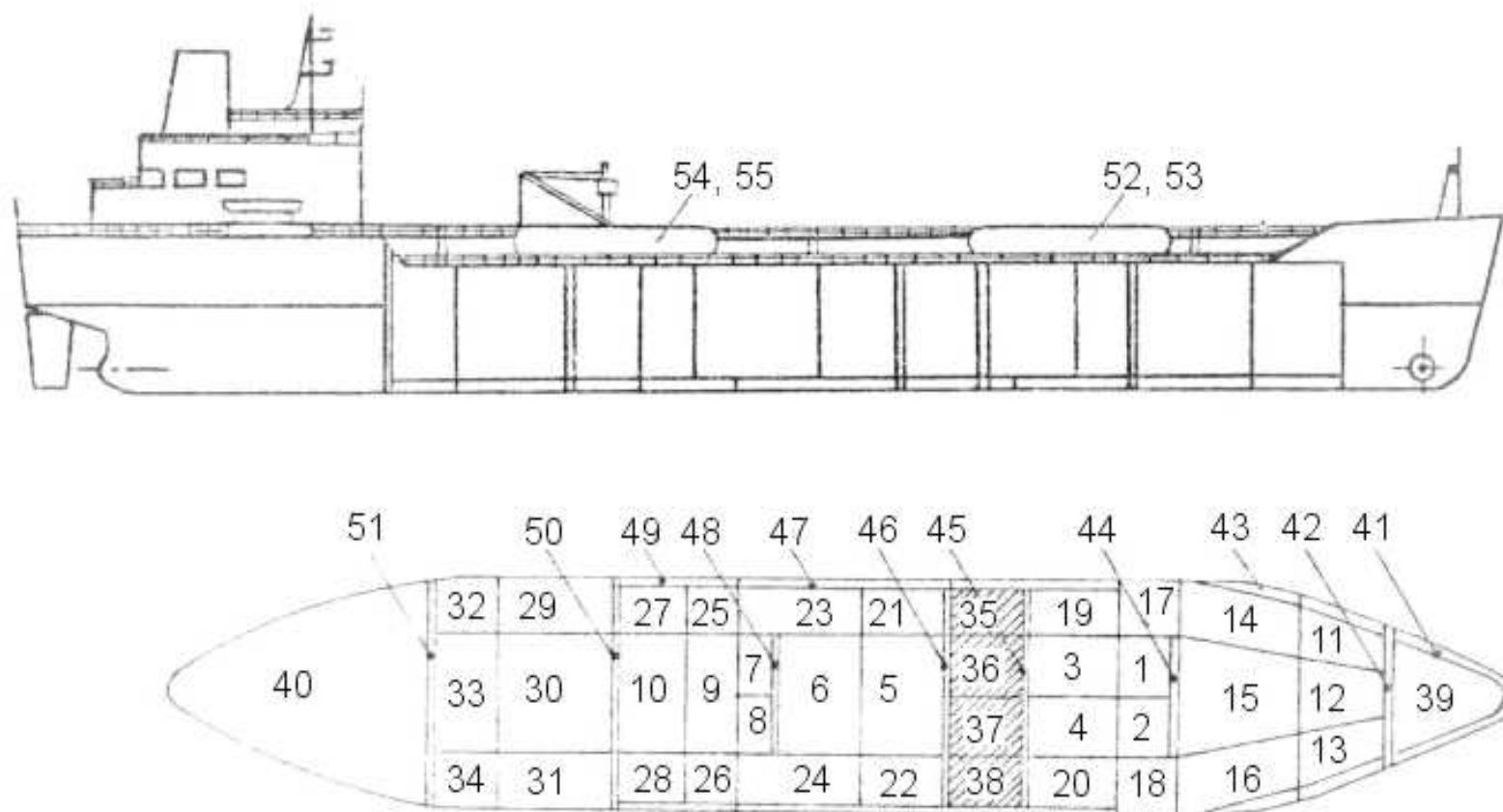
W zależności od rodzaju przewożonego produktu chemicznego należy spełnić specjalne wymagania dotyczące usytuowania zbiorników ładunkowych wewnątrz kadłuba.

Statki w zależności od budowy można podzielić na trzy typy: I, II i III. Typ I przystosowany jest do przewozu najgroźniejszych ładunków (z grupy A).

Ze względów na ochronę środowiska oraz warunki eksploatacyjne należy wewnątrz chemikaliowców instalować zbiorniki o możliwie najgładszych ścianach. Między innymi dlatego wszystkie wzmocnienia które z reguły ukryte były wewnątrz zbiornika, zostały wyniesione na zewnątrz. Dzięki temu uzyskujemy możliwość łatwego mycia i czyszczenia zbiorników oraz likwidujemy niebezpieczeństwo gromadzenia się szkodliwych lub wybuchowych gazów.

Część zbiorników wyposażona jest w instalacje podgrzewające, a część w instalacje chłodnicze. Na niektórych chemikaliowcach instaluje się zbiorniki, często ciśnieniowe, na pokładzie.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych produktów chemicznych (chemikaliowce)



Zbiornikowce do przewozu ciekłych produktów chemicznych (chemikaliowce), o nośności 25.000 ton:

- 1÷10 – zbiorniki stalowe niepowlekane;
- 11÷34 – zbiorniki ładunkowe powlekane powłoką ochronną;
- 35÷38 – zbiorniki z urządzeniami schładzania;
- 39 – skrajnik dziobowy;
- 40 – siłownia;
- 41÷51 – przedziały ochronne;
- 52÷55 – zbiorniki pokładowe.



## Zbiornikowce do przewozu ciekłych produktów chemicznych (chemikaliowce)



Chemikaliowiec podczas operacji przeładunkowych



## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów

Produkty, przewożone przez ten typ zbiornikowców, w temperaturze i ciśnieniu otoczenia występują tylko w postaci gazowej i nie nadają się do transportu drogą morską, dlatego też gazy te należy upłynnić poprzez:

- ▶ sprężenie w temperaturze otoczenia;
- ▶ schłodzenie przy ciśnieniu atmosferycznym;
- ▶ stosując obie metody równocześnie.

Gazy przewożone statkami w stanie płynnym można podzielić na cztery grupy, są to skroplone:

- ▶ gazy ropopochodne (LPG – Liquefied Petroleum Gas) – w grupie tej znajduje się propan, butan, mieszaniny tych gazów oraz ich pochodne takie jak propylen, butylen, izobutan;
- ▶ gazy naturalne (LNG – Liquefied Natural Gas) – skroplony gaz ziemny, który jest mieszaniną metanu, etanu, propanu i butenu, przy dużej przewadze metanu w mieszaninie;
- ▶ amoniak;
- ▶ etylen, chlorek winylu i butadien.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów

Wybór metody upłynniania zależy od rodzaju gazu (każdy posiada odmienne właściwości). Gazy posiadają tzw. temperaturę krytyczną powyżej której, bez względu na ciśnienie, gazu nie można skroplić (np. metan można transportować w temperaturze  $-163^{\circ}\text{C}$ ).

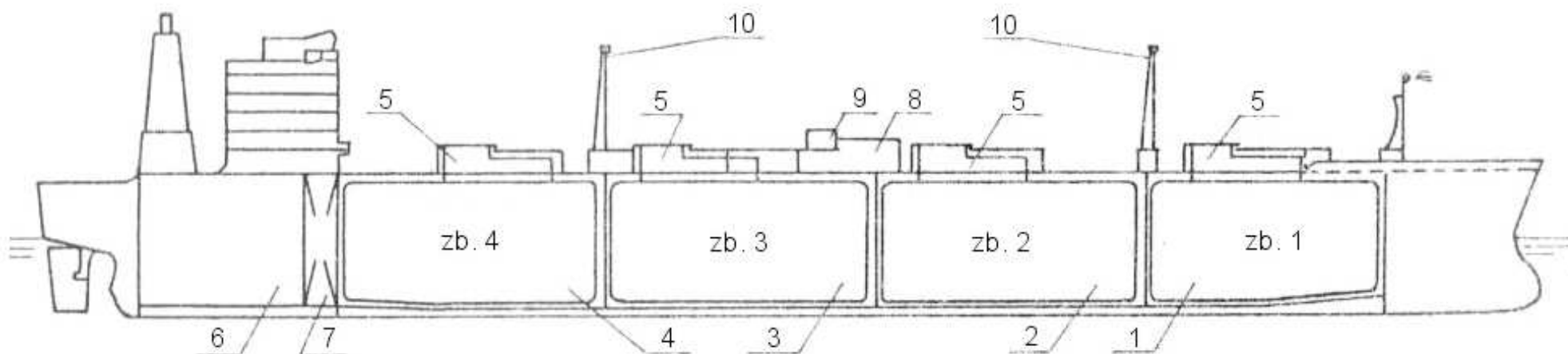
Możemy wyróżnić dwa rodzaje zbiornikowców przystosowanych do przewozu gazów w stanie płynnym, w zależności od sposobu przygotowania ładunku do transportu w stanie płynnym:

- ▶ zbiornikowce z atmosferycznymi zbiornikami ładunkowymi;
- ▶ zbiornikowce z ciśnieniowymi zbiornikami ładunkowymi.

W praktyce eksploatacyjnej dla statków przewożących ładunki skroplonych gazów ropopochodnych (LPG) przyjęły się następujące rozwiązania:

- ▶ jednostki przewożące ładunki w temperaturze otoczenia pod pełnym ciśnieniem (w granicach  $1,7 \div 1,8 \text{ MPa}$ ), posiadają najczęściej małą łączną pojemność zbiorników, rzadko przekraczającą  $1000 \text{ m}^3$ ;
- ▶ statki o pojemnościach łącznych zbiorników w granicach  $2.000 \div 12.000 \text{ m}^3$  stosuje się częściowe schłodzenie i sprężenie (w granicach  $0,5 \div 0,8 \text{ MPa}$ );
- ▶ zbiornikowce o dużych pojemnościach ( $8.000 \div 100.000 \text{ m}^3$  i wyżej) mają prawie wyłącznie zbiorniki atmosferyczne, a ładunek jest nisko schłodzony (w granicach do  $-50^{\circ}\text{C}$ ).

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów



Zbiornikowce do przewozu skroplonego gazu ropopochodnego (LPG) w zbiornikach atmosferycznych:

1÷4 – zbiorniki ładunkowe;

5 – kołpak;

6 – siłownia;

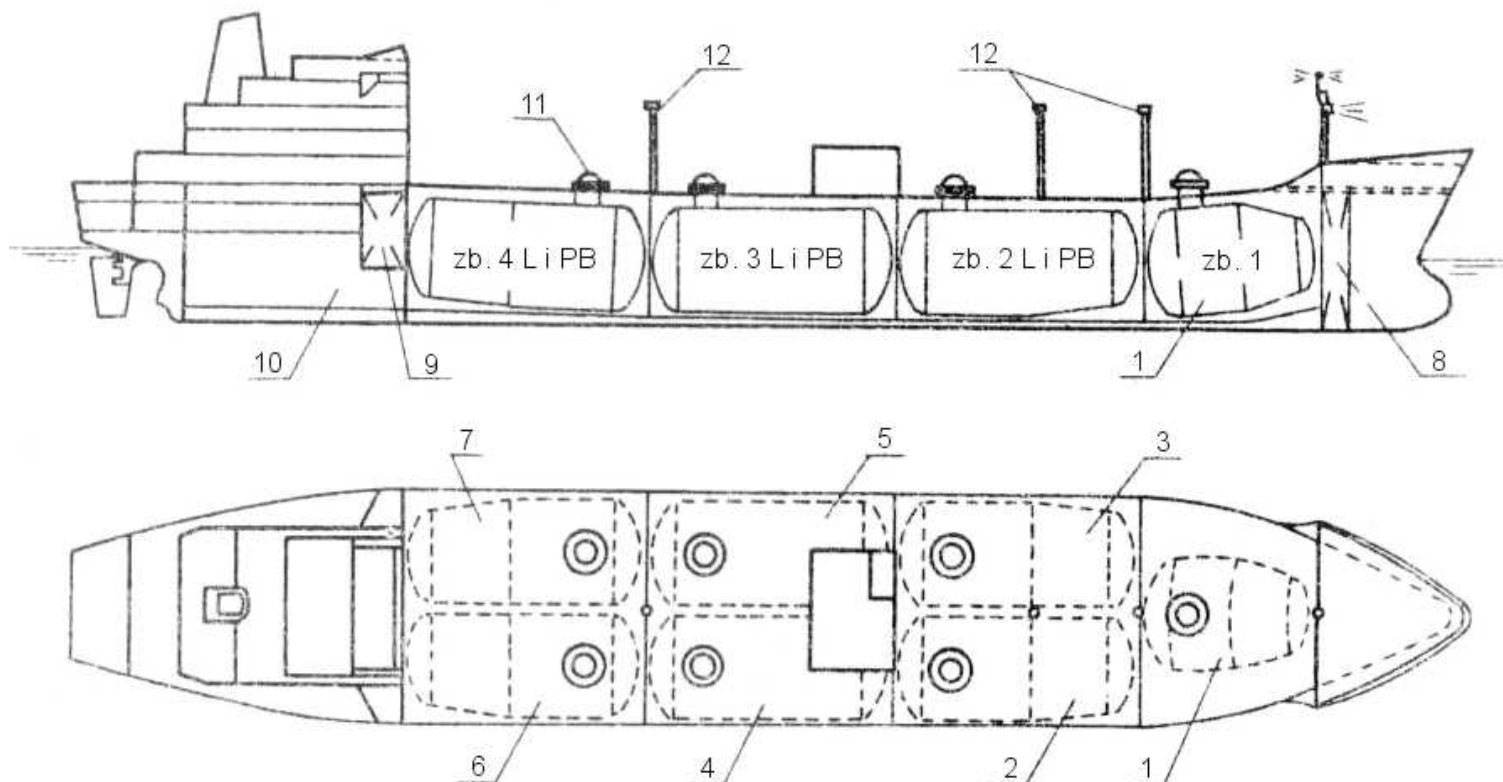
7 – zbiornik paliwa;

8 – pomieszczenie sprężarek;

9 – stacja manewrowa ładunku;

10 – odprowadzanie par gazu.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów



Zbiornikowiec do przewozu skroplonego gazu ropopochodnego (LPG) w zbiornikach ciśnieniowych:

1÷4 – zbiorniki ładunkowe;

8,9 – zbiorniki paliwa;

10 – siłownia;

11 – kołpak zbiornika ładunkowego;

12 – odprowadzanie par gazu.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów



Zbiornikowiec do przewozu skroplonego gazu ropopochodnego (LPG) Lady Elena



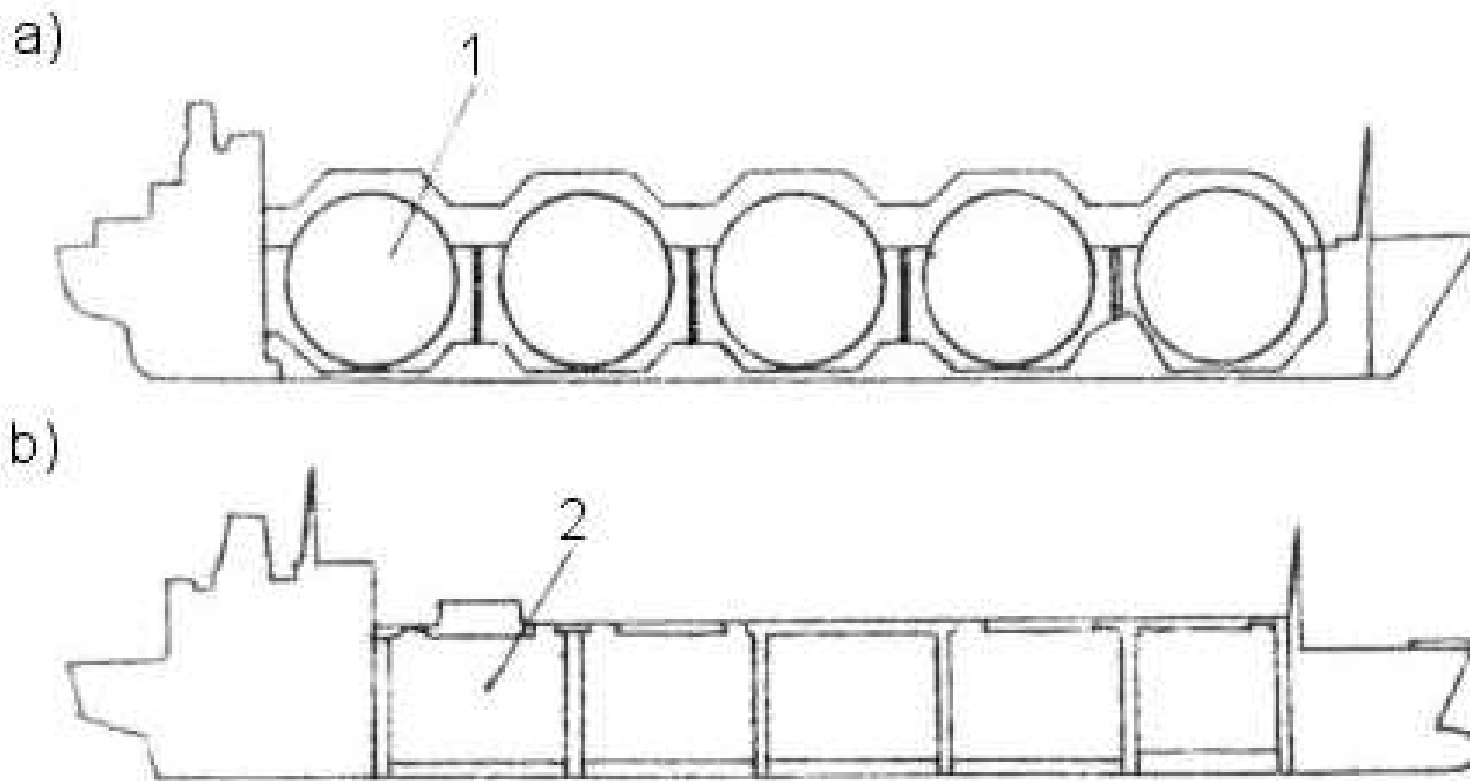
## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów



Zbiornikowiec do przewozu  
skroplonego gazu  
ropopochodnego (LPG) Odergaz

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów

Do transportu ciekłego gazu ziemnego (LNG) używa się wyłącznie ze zbiornikami typu atmosferycznego, a temperatura przewożonego ładunku wynosi około  $-163^{\circ}\text{C}$ .



Zbiornikowce do przewozu skroplonego gazu ziemnego (LNG) ze zbiornikami atmosferycznym:

1 – ładunkowe zbiornikowe kuliste;

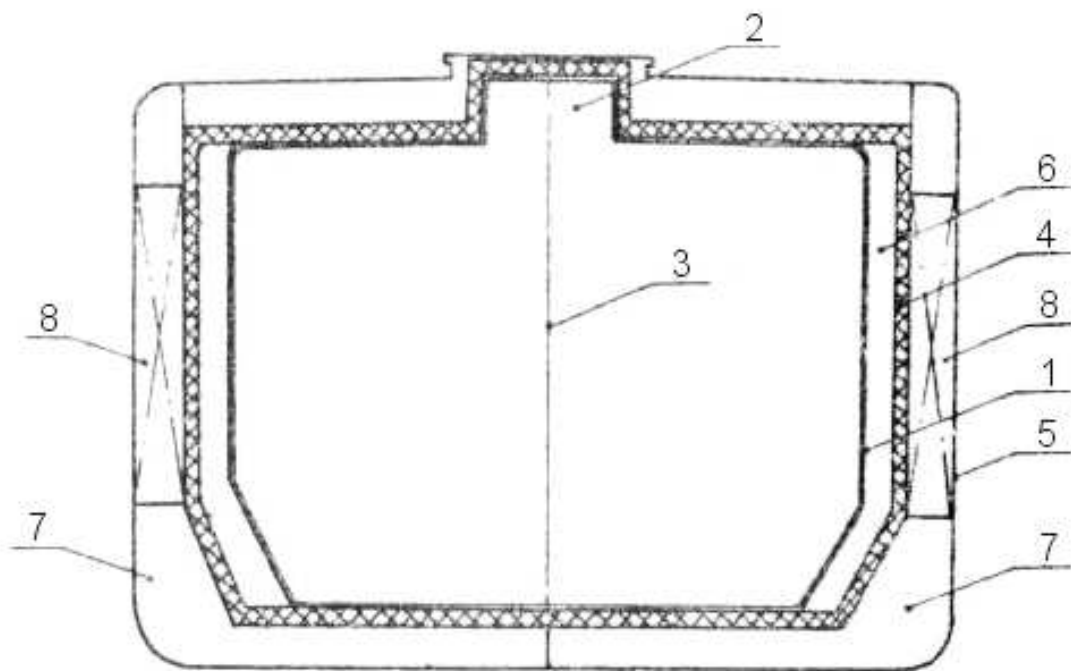
2 – ładunkowe zbiorniki membranowe.



## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów

Na zbiornikowcach do przewozu ciekłych gazów stosuje się następujące typy zbiorników:

- ▶ o konstrukcji niesamonośnej (membranowe lub semimembranowe);
- ▶ o konstrukcji samonośnej (nie powiązane z kadłubem) – posiadają kształty: pryzmatyczne, kuliste lub cylindryczne.

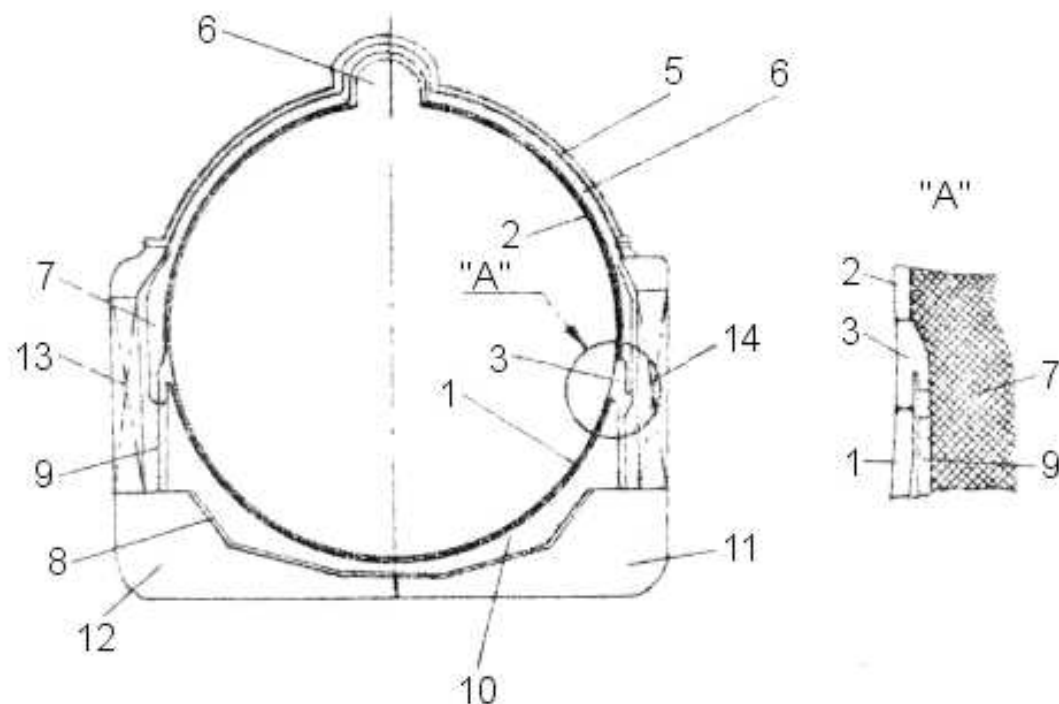


Zbiornik pryzmatyczny do przewozu ciekłego gazu:

- 1 – zbiornik;
- 2 – kołpak zbiornika;
- 3 – gródź;
- 4 – izolacja;
- 5 – burta statku;
- 6 – przestrzeń kontrolna;
- 7 – denne zbiorniki balastowe;
- 8 – burtowe zbiorniki balastowe.

Pryzmatyczny zbiornik samonośny firmy Conch Methane Service Ltd. Zbiorniki tego typu wstawiane są w całości do kadłuba statku, uprzednio wyłożonego izolacją. Wykonywane są z blachy duraluminiowej o grubości 12÷25 mm. Zbiornik stoi swobodnie na izolacji dna podwójnego, mocowany jest jedynie w celu zabezpieczenia przed możliwymi przesunięciami. Przestrzeń pomiędzy ścianą zbiornika, a izolacją służy do kontroli spawów i izolacji.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów

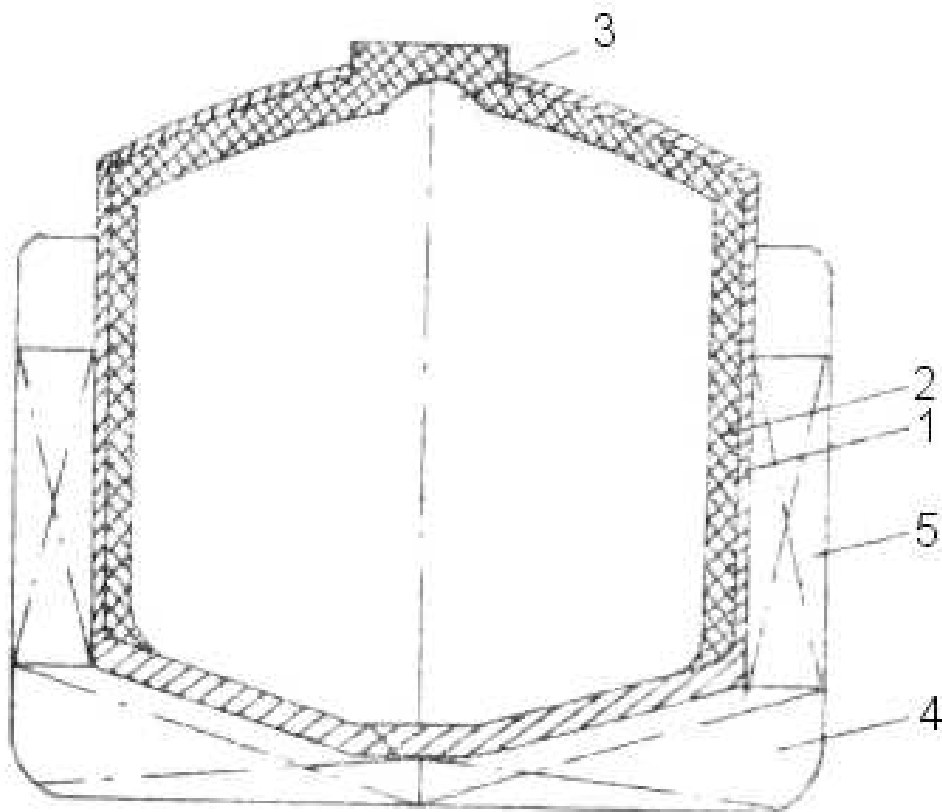


Samonośny zbiornik kulisty:

- 1 – dolna część kulista;
- 2 – górna część kulista;
- 3 – pierścień środkowy;
- 4 – izolacja zbiornika;
- 5 – zewnętrzna pokrywa stalowa;
- 6 – kołpak zbiornika;
- 7, 8 – izolacja;
- 9 – cylindryczna obudowa wspierająca;
- 10 – wanna ściekowa;
- 11, 12 – denne zbiorniki balastowe;
- 13, 14 – burtowe zbiorniki balastowe.

Samonośny zbiornik kulisty produkowany według systemu Kvaerner Moss. Wykonywany jest z aluminium lub ze stali stopowej z dodatkiem 9% niklu. Zbiorniki wykonywane są poza statkiem, a następnie w całości lub częściach montowane wewnątrz kadłuba. Kulistość zbiornika zapewnia najmniejszą powierzchnię wymiany ciepła. Wewnątrz zbiornik nie posiada żadnych usztywnień, co znacznie zmniejsza ciężar. Izolacja to pianka poliuretanowa (100 milimetrowa warstwa) pokryta z zewnątrz folią aluminiową. Zbiorniki osadza się na cylindrycznych podstawach.

## Zbiornikowce do przewozu ciekłych gazów



Zbiornik membranowy:

- 1 – zbiornik;
- 2 – izolacja;
- 3 – kołpak;
- 4 – denny zbiornik balastowy;
- 5 – boczny zbiornik balastowy.

Zbiorniki niesamonośne zwane membranowymi (od cienkiej metalowej membrany o grubość 1÷2 mm, którymi wyłożone są ściany ładowni), stanowią integralną część kadłuba statku. Obciążenia poprzez warstwę izolacji, przenoszone są na kadłub. Powyższy przekrój pokazuje zbiornik membranowy firmy Technigaz. Izolacja znajduje się wewnątrz zbiornika, na którą zamontowano cienką, wykonaną ze stali chromo-niklowej, membranę.

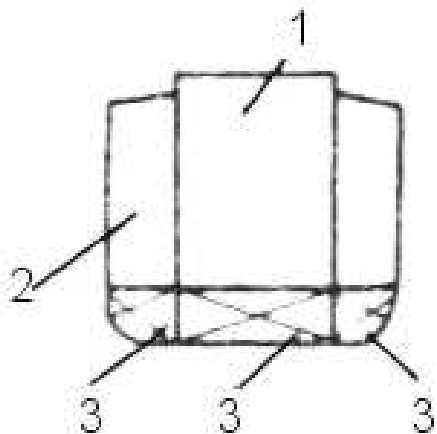
## Statki / zbiornikowce kombinowane

Można wyróżnić następujące statki kombinowane:

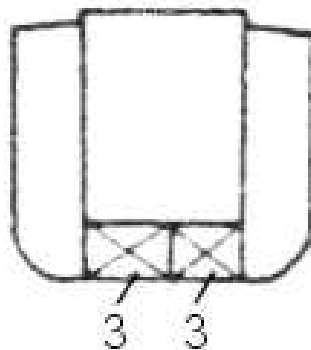
- ▶ rudozbiornikowce (OO – Ore/Oil) – są to kombinowane masowce, konstrukcyjnie przystosowane do przewożenia rudy podczas rejsu w jedną stronę, a ropy naftowej (najczęściej surowej) w drodze powrotnej. Kadłub podzielony jest zazwyczaj wzdłużnie dwiema grodziami, tworząc nad wysokim dnem podwójnym trzy rzędy ładowni. Do przewozu rudy wykorzystuje się jedynie ładownie środkową, zaś do przewozu ropy wszystkie.
- ▶ ropomasowce (OBO – Oil/Bulk/Ore) – są to kombinowane masowce o konstrukcji umożliwiającej przewożenia w tych samych ładowniach na przemian ropy naftowej oraz innych sypkich ładunków masowych o znacznej objętości i niewielkim ciężarze właściwym.
- ▶ roporudomasowce (OBO – Oil/Bulk/Ore) – masowce wielozadaniowe, przystosowane do przewozu ropy naftowej, jak i wszelkich ładunków sypkich tak ciężkich (np. ruda), jak i lekkich (np. węgiel, boksyty, zboża, cukier).
- ▶ statki typu uniwersalnego (BO-RO – Bulk/Oil/Ro-Ro)

## Statki / zbiornikowce kombinowane

a)



b)



Przekrój rudozbiornikowca:

a) z pełnym dnem podwójnym;

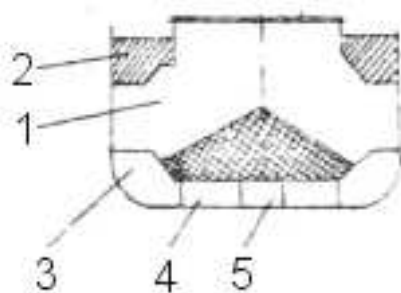
b) z dnem podwójnym w rejonie zbiornika środkowego.

1 – zbiornik (ładownia) centralna;

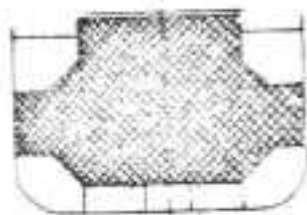
2 – zbiornik boczny;

3 – zbiorniki balastowe.

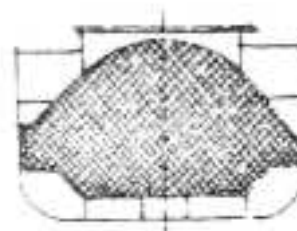
a)



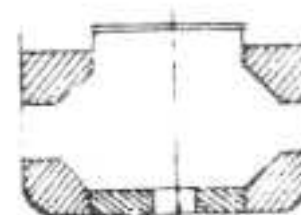
b)



c)



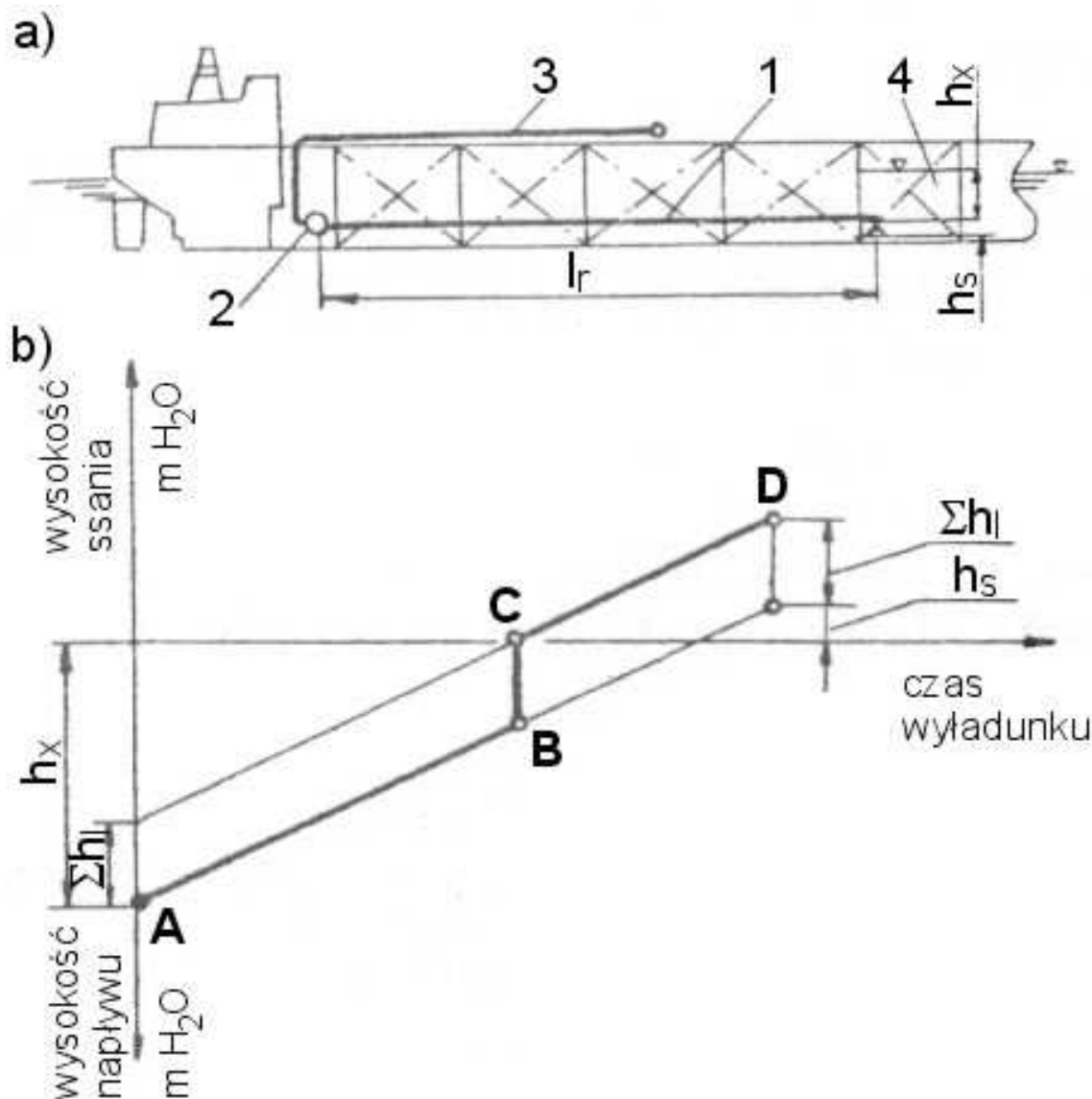
d)



Przekrój roporudomasowca (statku typu OBO):

a) Załadowany rudą i z wypełnionymi zbiornikami szczytowymi; b) załadowany ropą; c) załadowany lekkim ładunkiem masowym (węgiel, zboże, itp.); d) z wypełnionymi wszystkimi zbiornikami balastowymi.

1 – ładownia-zbiornik; 2 – balastowy zbiornik szczytowy; 3 – balastowy zbiornik burtowy; 4 – balastowy zbiornik denny; 5 – przedział denny prowadzenia rurociągów.



Oznaczenia:

- 1 – rurociąg zasysający;
- 2 – pompa umieszczona w pompowni;
- 3 – rurociąg tłoczny;
- 4 – zbiornik z ładunkiem.

$h_x$  – różnica poziomów pomiędzy lustrem cieczy, a ssaniem pompy;

$h_s$  – geometryczna wysokość ssania;

$\Sigma h_l$  – wielkość ilustrująca opory rurociągów

**A-B** – pompa pracuje z napływem;

**B-C** – wysokość ssania wynikająca z oporów przepływu;

**C-D** – pompa zasysa resztki ładunku.

Zasada pracy pompy ładunkowej umieszczonej w pompowni zbiornikowca:

- a) przekrój zbiornikowca z rurociągiem ładunkowym;
- b) zmiana wysokości napływu (ssania) podczas wyładunku zbiornika.

## **Warunki, którym powinny odpowiadać, oraz zadania pomp ładunkowych i balastowych:**

- ▶ usunięcie ładunku (balastu) w możliwie krótkim czasie;
- ▶ praktycznie całkowite osuszenie zbiorników ładunkowych (balastowych);
- ▶ wymienialność eksploatacyjna pomp pomiędzy sobą (w przypadku pomp ładunkowych);
- ▶ możliwość dobrej współpracy zarówno równoległej jak i szeregowej;
- ▶ możliwość dokonywania wszelkich operacji, zależnie od założeń eksploatacyjnych (np. równoczesny wyładunek kilku rodzajów ładunków, balastowanie i wyładunek, przepompowywanie ładunków między zbiornikami itp.);
- ▶ prostota budowy, łatwość obsługi i duża niezawodność;
- ▶ duża sprawność (ze względu na spore moce);
- ▶ bezpieczeństwo przeciwpożarowe;
- ▶ jak najmniejsze gabaryty i masa;
- ▶ możliwie niska cena.

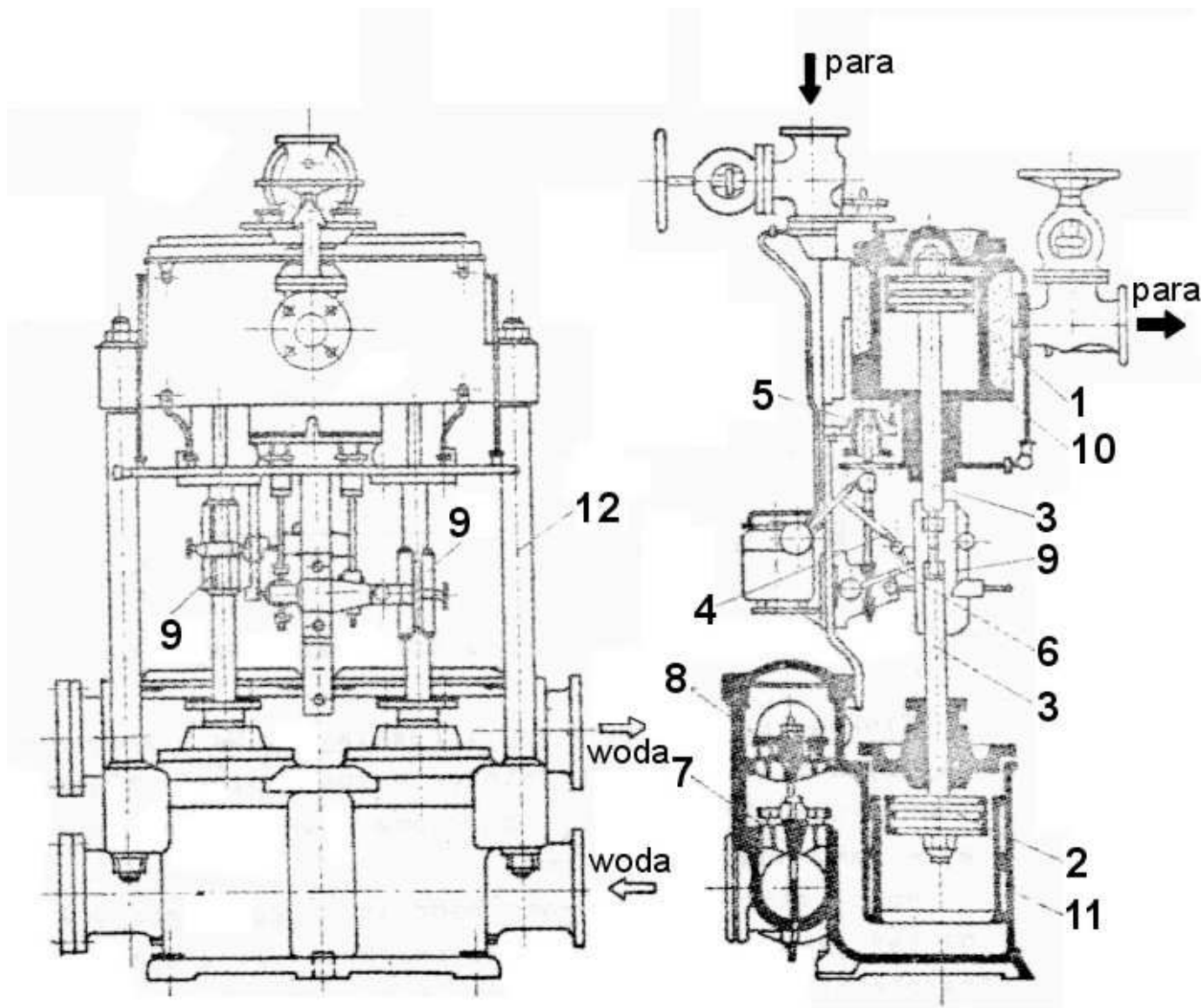
## **Pompy ładunkowe:**

- ▶ ilość pomp - 3÷4;
- ▶ łączna godzinowa wydajność pomp przeładunkowych (w procentach nośności statku):
  - statki średnie i duże - 5÷12%;
  - statki małe - 17÷18%.
- ▶ wysokość podnoszenia pomp ładunkowych 100÷200 m H<sub>2</sub>O;



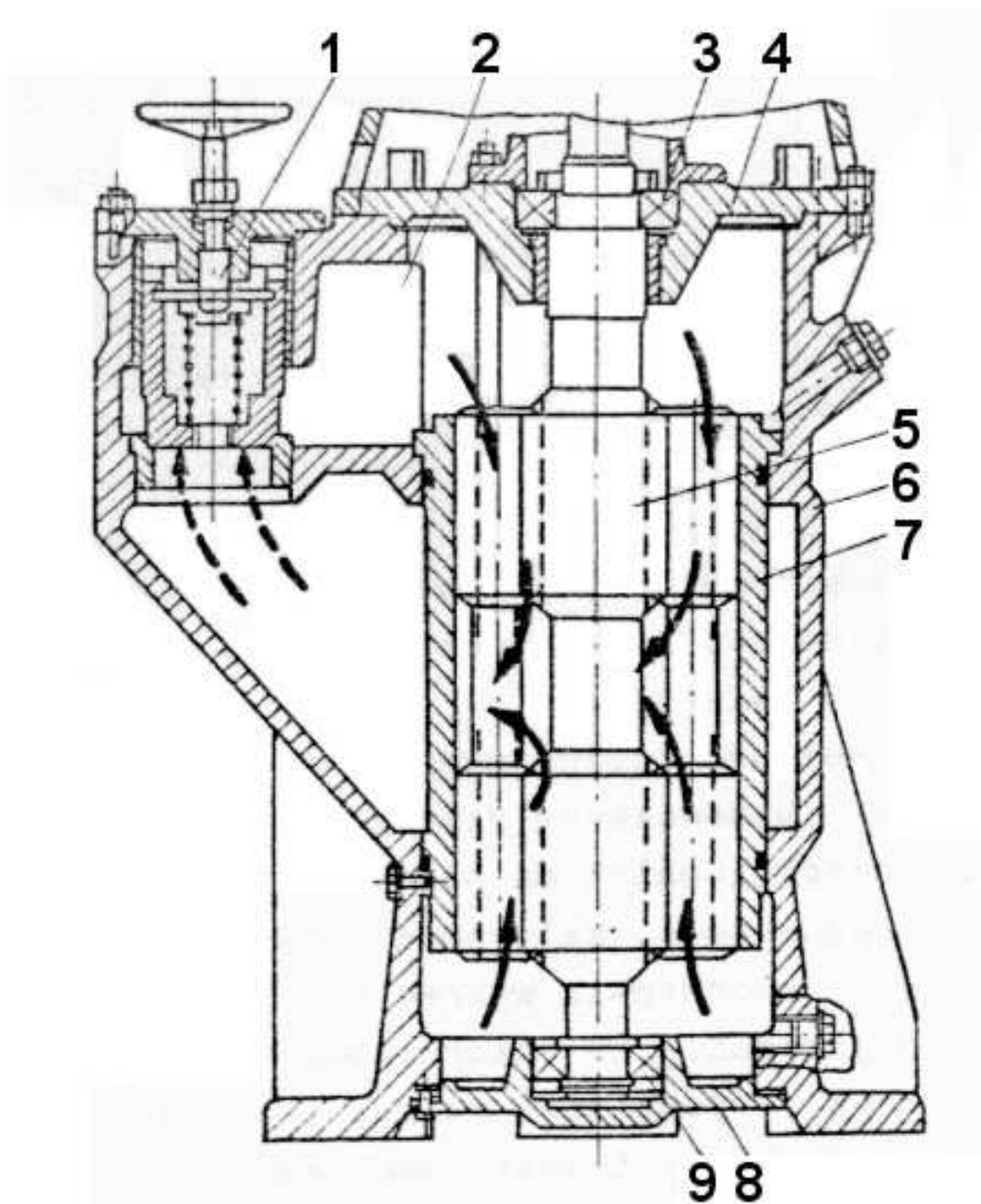
## Tłokowe pompy ładunkowe i resztkowe

Zalety to spora wydajność, prosta budowa i obsługa, duża niezawodność działania, dobre właściwości zasysania oraz, w przypadku napędu silnikami parowymi, łatwa regulacja wydajności.



Pompa parowa tłokowa typu Duplex w wykonaniu pionowym.

## Śrubowe pompy ładunkowe



Ładunkowa pompa śrubowa typu pionowego o wydajności 355 m<sup>3</sup>/h.

- 1 – zawór bezpieczeństwa;
- 2 – przestrzeń ssawna;
- 3 – łożysko;
- 4 – pokrywa górna;
- 5 – wirnik śrubowy;
- 6 – korpus;
- 7 – tuleja wirników roboczych;
- 8 – pokrywa dolna;
- 9 – łożysko oporowe dolne.

## **Ładunkowe pompy odśrodkowe**

Ten typ pomp jest najczęściej spotykany na zbiornikowcach.

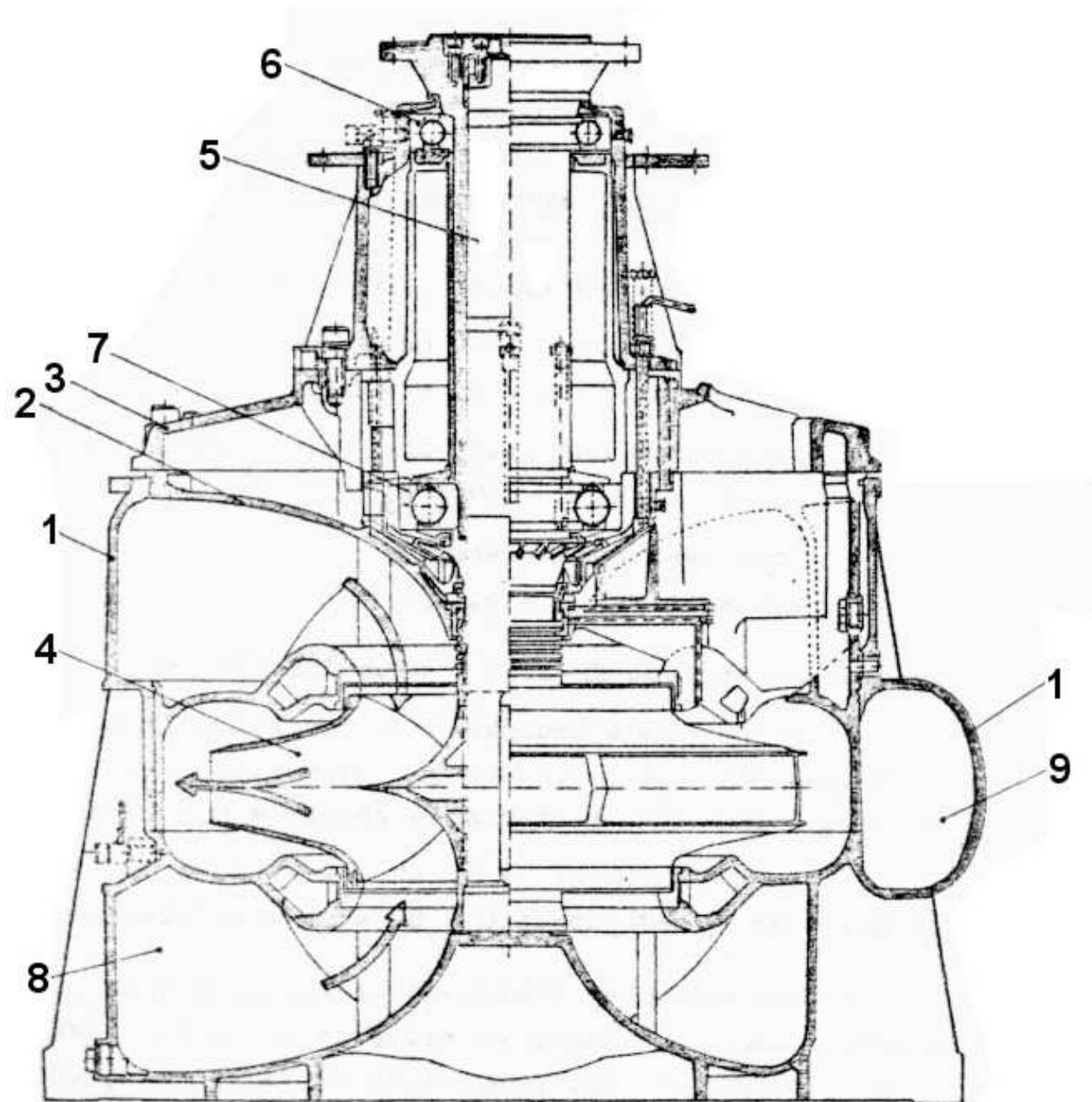
Zalety to:

- ▶ niewielkie gabaryty i masa w stosunku do wydajności;
- ▶ możliwość osiągania bardzo dużych wydajności;
- ▶ duża równomierność strumienia przetłaczanego czynnika w bardzo szerokim zakresie regulacji wydajności;
- ▶ łatwość regulacji wydajności (najczęściej drogą dławienia po stronie układu pompowego);
- ▶ możliwość stosowania bezpośredniego napędu zarówno w wykonaniu z wałem poziomym, jak i pionowym;
- ▶ możliwość stosowania, jako silnika napędowego, turbin parowych lub gazowych;
- ▶ duża odporność na zanieczyszczenia pompowanego czynnika cząstkami stałymi, co jest dość ważną zaletą przy przewożeniu dużych ładunków surowej ropy naftowej.

Wady to:

- ▶ wraz ze wzrostem lepkości przepompowywanego czynnika maleje – wydajność, ciśnienie tłoczenia i współczynnik sprawności, rośnie – zapotrzebowanie mocy;
- ▶ trudności z samozasysaniem (zwłaszcza w końcowej fazie opróżniania zbiornika);
- ▶ obecność powietrza w czynniku powoduje gwałtowne zmniejszenie wydajności pompy.

## Ładunkowe pompy odśrodkowe



Odśrodkowa pompa ładunkowa w wykonaniu pionowym:

1, 2, 3 – części korpusu pompy;

4 – wirnik roboczy;

5 – wał;

6, 7 – łożyska;

8 – przestrzeń ssawna;

9 – przestrzeń tłoczna.

## **Pompy strumieniowe (strumienice, eżektory)**

Ten typ pomp jest najczęściej stosowany jako pompy:

- ▶ resztkowe (usuwanie resztek ładunku, pozostałych w zbiornikach);
- ▶ osuszające zbiorniki balastowe;
- ▶ resztkujące zbiorniki balastowe;
- ▶ usuwające resztki ładunków znajdujące się wewnątrz głównych rurociągów ładunkowych;
- ▶ w instalacjach mycia zbiorników i usuwania popłuczyn;
- ▶ wspomagające w instalacjach ładunkowych lub resztkowych.

## **Pompy głębinowe i zanurzone**

Tendencją która uelastycznia operacje przeładunkowe, jest wprowadzenia do każdego zbiornika oddzielnej pompy. W ten sposób każdy zbiornik może przewozić inny rodzaj ładunku oraz można prowadzić równoczesne operacje przeładunkowe.

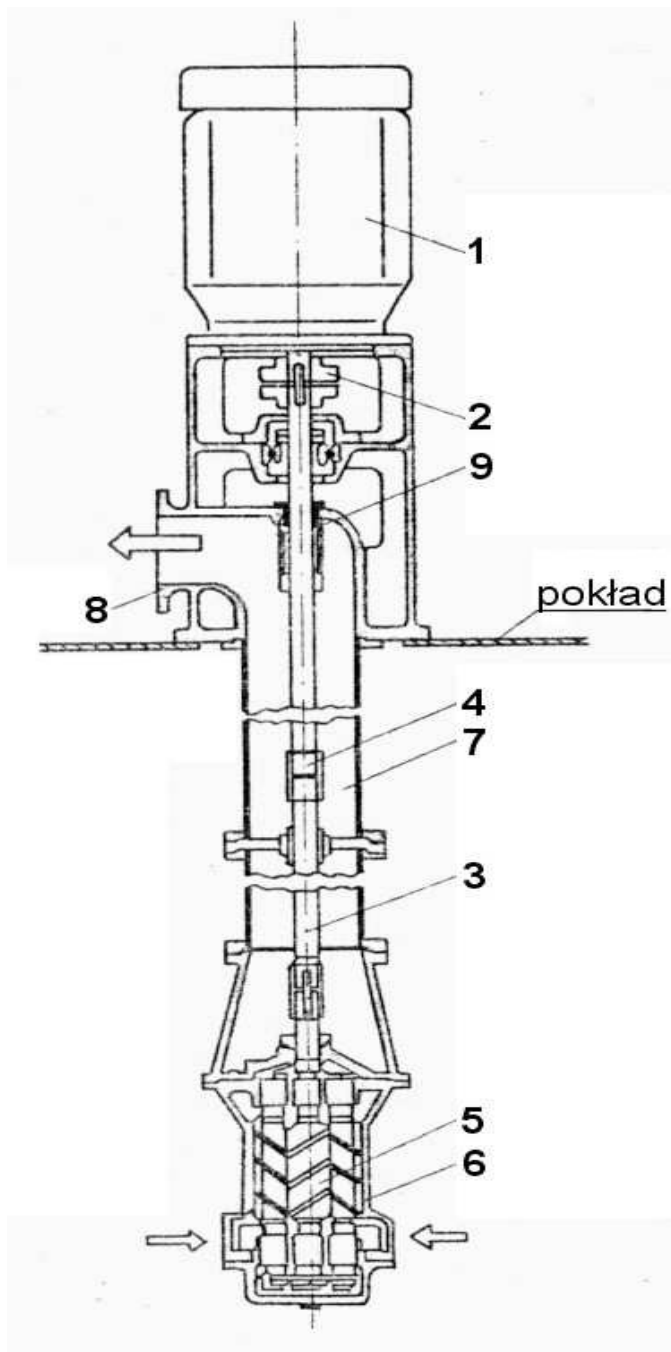
**Pompa głębinowa** – to pompa, której silnik napędowy ustawiony jest na pokładzie ponad zbiornikiem, podczas gdy sama pompa zamontowana jest w dolnej części zbiornika, tuż nad jego dnem. W takim rozwiązaniu długość wału napędowego, łączącego pompę z silnikiem zależy od wysokości zbiornika i może dochodzić do kilkunastu metrów.

**Pompa zanurzona** – to pompa, która w całości jest zamontowana wewnątrz zbiornika. Pompa zanurzona tworzy zwartą i szczelną całość wraz ze swym własnym silnikiem napędowym.

Zalety stosowania pomp zanurzonych lub głębinowych:

- ▶ wyklucza konieczność konstruowania oddzielnej pompowni na statku, a co za tym idzie – zmniejsza ryzyko wybuchu i zwiększa przestrzeń ładunkową;
- ▶ minimalizuje straty mocy pompy na ssanie;
- ▶ zwiększa wydajność pompy;
- ▶ eliminuje zużycie czasu potrzebnego do pompowania resztkowego;
- ▶ zmniejsza ilość pozostałości oraz zanieczyszczeń ładunkiem wody po płukaniu i myciu zbiorników;
- ▶ całkowicie oddziela przewożone różne ładunki.

## Pompy głębinowe i zanurzone

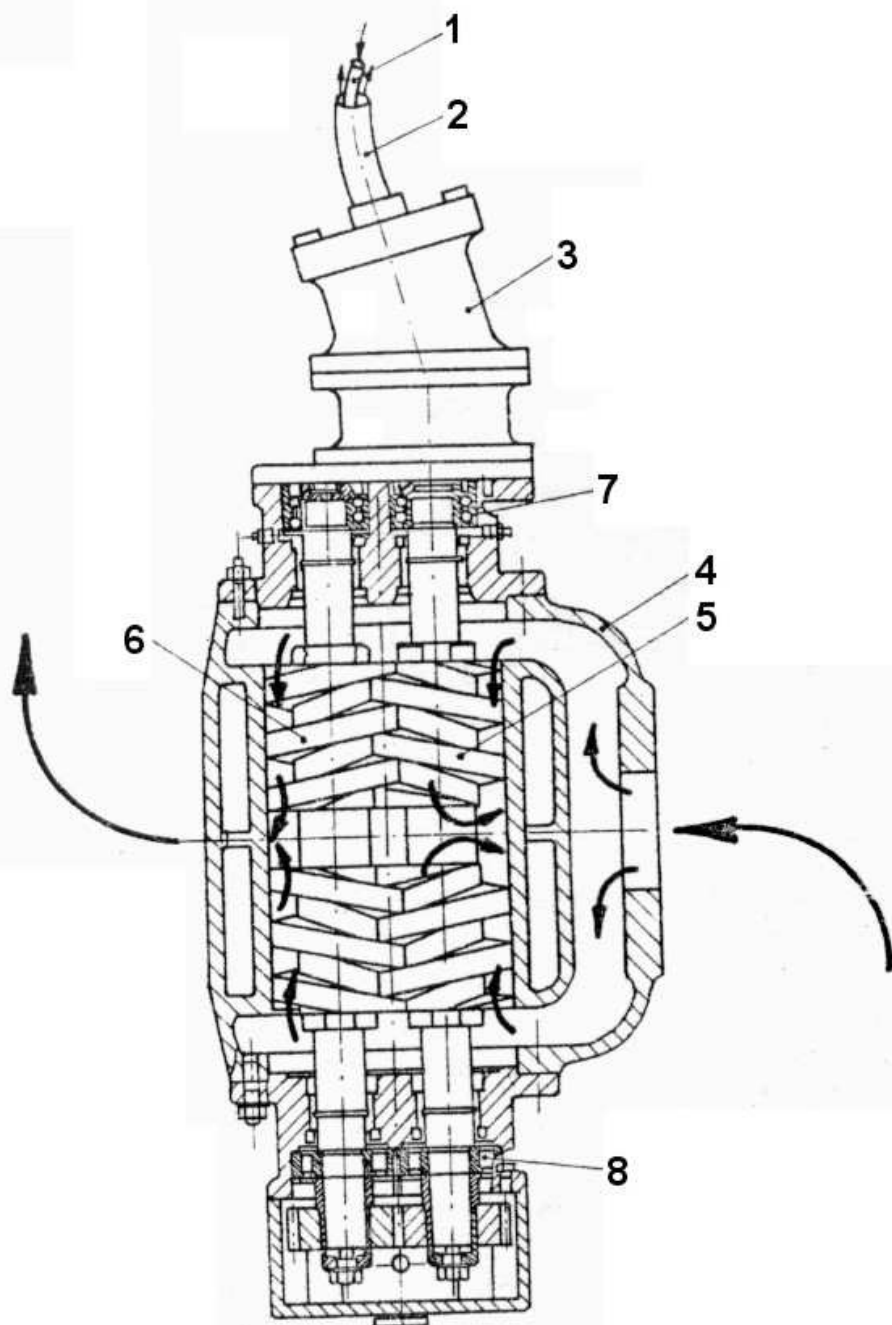


Głębiniowa śrubowa pompa ładunkowe:

- 1 – napędowy silnik elektryczny;
- 2 – sprzęgło podatne;
- 3 – wał pompy;
- 4 – sprzęgło łubkowe;
- 5 – wirnik pompy;
- 6 – korpus pompy;
- 7 – rura tłoczenia;
- 8 – króciec tłoczenia nad pokładem;
- 9 – dławica.



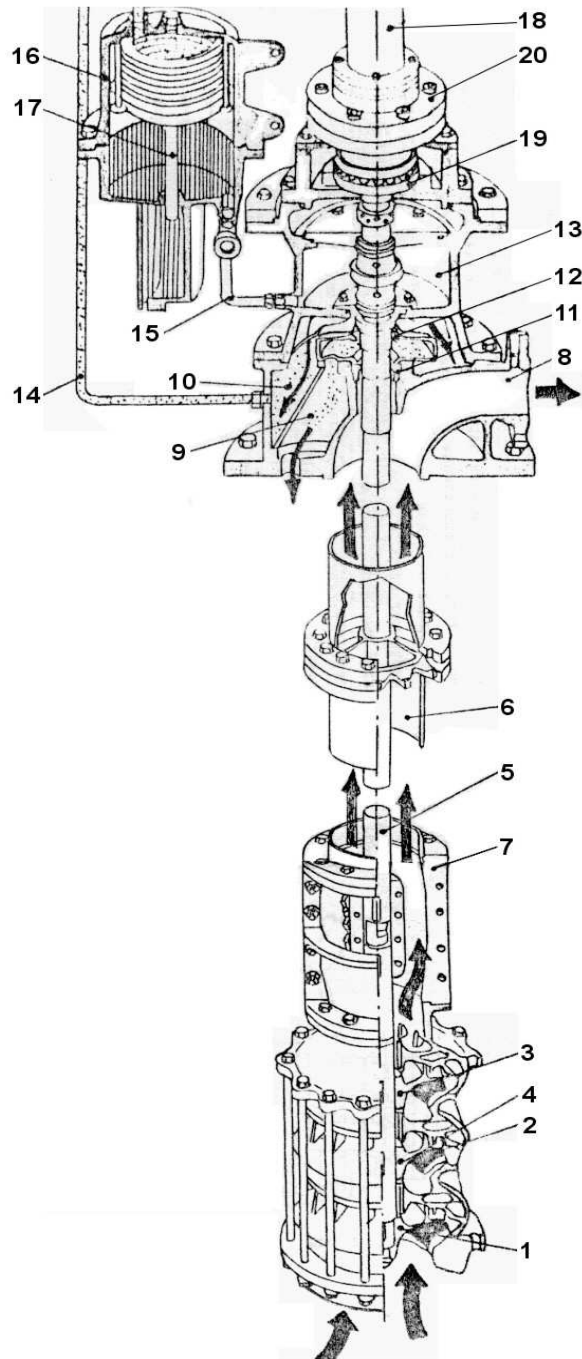
## Pompy głębinowe i zanurzone



Zanurzona śrubowa pompa ładunkowe:

- 1 – rurociąg dolotowy czynnika roboczego;
- 2 – rurociąg odlotowy czynnika roboczego;
- 3 – silnik hydrauliczny;
- 4 – korpus pompy;
- 5 – wirnik napędowy pompy;
- 6 – wirnik napędzany;
- 7 – łożysko kulkowe;
- 8 – łożysko rolkowe.

## Pompy głębinowe i zanurzone



Trójstopniowa głębinowa pompa odśrodkowa:

1, 2, 3 – wirniki pompy;

4 – korpus pompy;

5 – wał napędowy pompy;

6 – rurociąg tłoczny;

7 – osłona;

8 – króciec odlotowy;

9, 10, 13 – komory uszczelnienia;

11, 12 – dławnice uszczelniające;

14 – przewód gazowy;

15 – przewód olejowy;

16 – korpus;

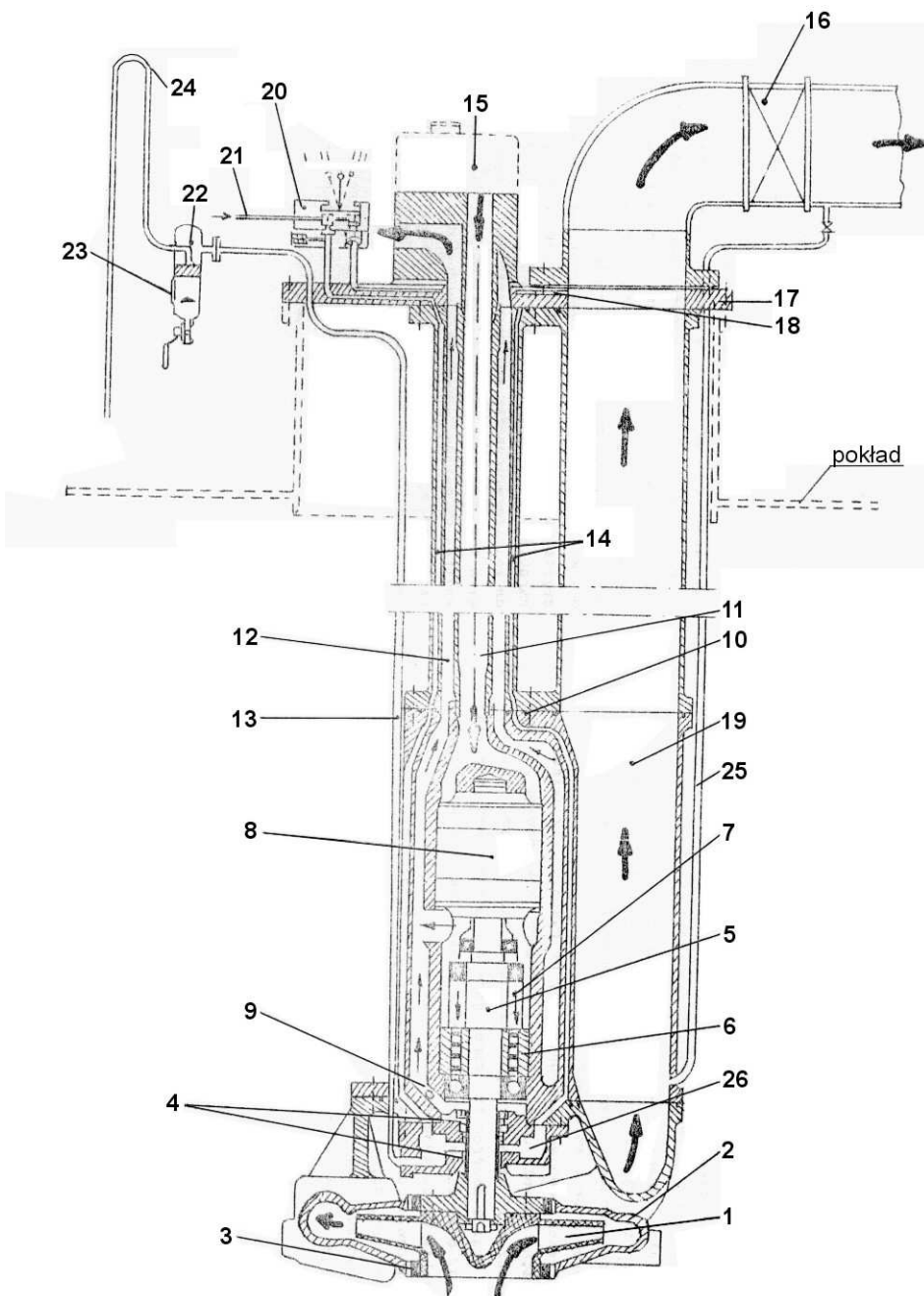
17 – tłok;

18 – wał silnika,

19 – łożysko oporowe;

20 – sprzęgło stałe.

## Pompy głębinowe i zanurzone



Zespół zanurzonej ładunkowej pompy odśrodkowej:

- 1 – wirnik pompy;
- 2 – kadłub pompy;
- 3 – pierścienie uszczelniające;
- 4 – uszczelnienie;
- 5 – wał;
- 6 – sprzęgło jednokierunkowe;
- 7 – komora olejowa;
- 8 – silnik hydrauliczny;
- 9 – zawór zwrotny;
- 10 – uszczelnienie teflonowe;
- 11 – rurociąg doprowadzający olej roboczy;
- 12 – rurociąg odprowadzający olej roboczy;
- 13 – rurociąg powrotny czynnika uszczelniającego;
- 14 – przestrzeń ochronna;
- 15 – rozdzielacz;
- 16 – zawór rurociągu ładunkowego;
- 17 – kołnierz pokładowy;
- 18 – kanał,
- 19 – rurociąg tłoczny;
- 20 – rozdzielacz;
- 21 – rurociąg doprowadzania czynnika ciśnieniowego;
- 22 – zamknięcie hydrauliczne;
- 23 – szkło kontrolne;
- 24 – rurociąg odpowietrzający;
- 25 – rurociąg opróżniania rurociągu tłoczego;
- 26 – komora uszczelnienia.

Podstawowe operacje wykonywane przez instalacje ładunkowe:

- ▶ przyjęcie ładunku do zbiorników;
- ▶ wypompowanie ładunku ze zbiorników za pomocą własnych pomp;
- ▶ przepompowywanie ładunku pomiędzy poszczególnymi zbiornikami.

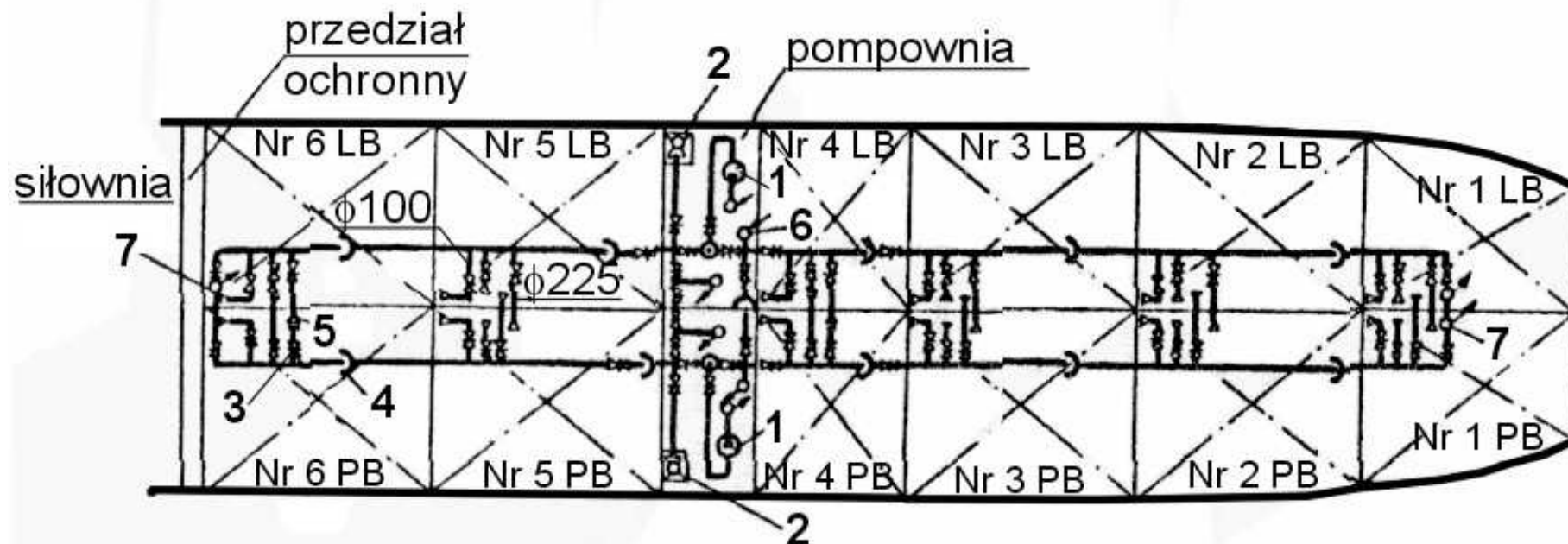
Elementy wchodzące w skład instalacji ładunkowych:

- ▶ pompy (główne, resztkowe, inne);
- ▶ zawory;
- ▶ rurociągi rozmieszczone w zbiornikach wraz z lejami ssawnymi;
- ▶ kolektory przyjmowania i oddawania ładunku umieszczone na pokładzie, włącznie z filtrami oraz przyrządami kontrolno-pomiarowymi (manometry, termometry, liczniki przepływy itp.).

Podstawowe typy instalacji głównych rurociągów ładunkowych na zbiornikowcach:

- ▶ wieńcowa (pojedyncza, zdwojona);
- ▶ liniowa;
- ▶ z zaworami przelotowymi;
- ▶ tzw. „tunelowa”;
- ▶ z pompami głębinowymi lub zanurzonymi;
- ▶ z pompami głębinowymi lub zanurzonym oraz z pompami uzupełniającymi;
- ▶ ze zbiornikami podciśnieniowymi (w układzie wieńcowym lub liniowym).

## Instalacja wieńcowa



Instalacja rurociągów ładunkowych typu wieńcowego (zbiornikowiec Aksai o nośności 4400 t):

- 1 – pompa ładunkowa;
- 2 – zawór denny;
- 3 – zasuwa;
- 4 – kompensator;
- 5 – lej ssawny;
- 6 – rurociąg przyjmowania ładunku (dolot z pokładu);
- 7 – rurociąg oddawania ładunku (wyjście na pokład).

## Instalacja wieńcowa

Instalacja składa się z rurociągów (o średnicy króćca ssawnego pompy) tworzących pętle i przechodzących przez wszystkie zbiorniki, od niej odprowadzone są odgałęzienia, które są tak rozmieszczone, że do każdego zbiornika prowadzą dwa odgałęzienia. Na przykładowym schemacie w instalacji znajdują się dwie pompy, dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu zaworów możemy prowadzić różne operacje na dwóch rodzajach ładunków.

### Zalety:

- ▶ duża manewrowość;
- ▶ niezawodność.

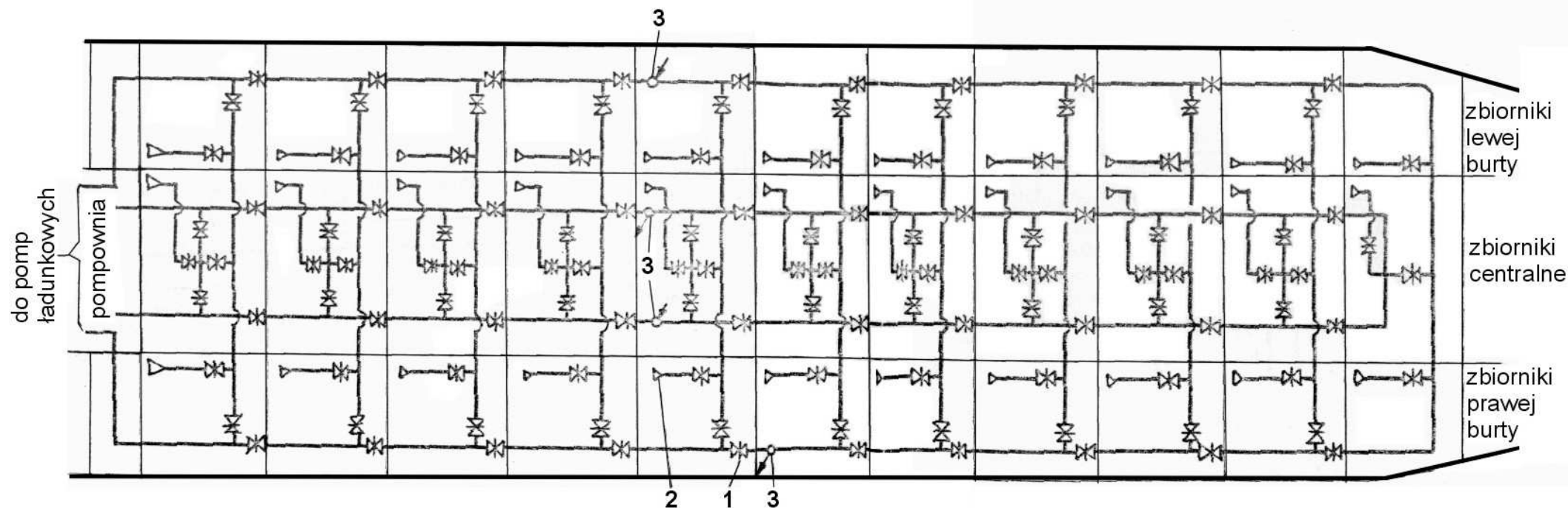
### Wady:

- ▶ duża ilość armatury;
- ▶ złożoność instalacji;
- ▶ wysoki koszt.

Zastosowanie – zbiornikowce o małej nośności.



# Instalacja dwuwieżcowa



Instalacja rurociągów ładunkowych typu dwuwieżcowego:

- 1 – zasuwa;
- 2 – króciec ssawny;
- 3 – rurociąg przyjmowania ładunku.

## Instalacja dwuwieńcowa

Instalacja tego typu składa się z dwóch wieńców rur (pierwszy wieniec prowadzony jest przez zbiorniki burtowe, a drugi przez zbiorniki wewnętrzne). Oba wieńce połączone są między sobą poprzecznymi liniami rur. Dzięki temu każda pompa może rozładowywać dowolny zbiornik. Możliwe jest również przyjmowanie kilku rodzajów ładunków.

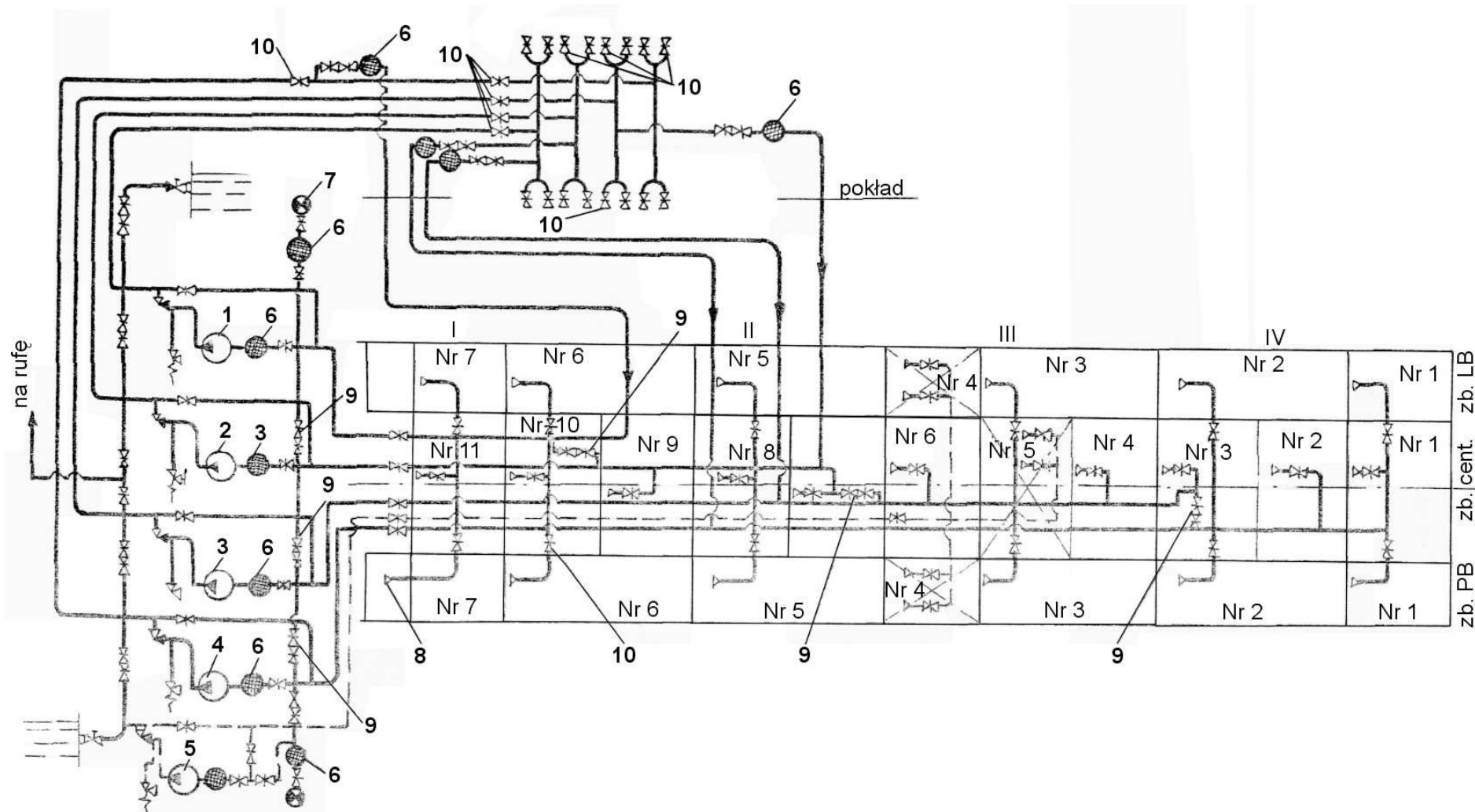
Zalety:

- ▶ bardzo duża manewrowość;

Wady:

- ▶ duża ilość armatury (mniejsza niezawodność);
- ▶ złożoność instalacji;
- ▶ wysoki koszt.

# Instalacja liniowa



Instalacja rurociągów ładunkowych typu liniowego:

1÷4 – pompy ładunkowe;

5 – pompa balastowa;

6 – filtr;

7 – zawór denny;

8 – króciec ssawny;

9 – zawór odcinający sekcje;

10 – zasuwy.

## Instalacja liniowa

Instalacja ładunkowa typu liniowego składa się z oddzielnych magistrali liniowych, z których każda z jednej strony podłączona jest do jednej pompy, a z drugiej do zbiorników oddzielnych grup. W pompowni poszczególne pompy są ze sobą połączone poprzez zawory odcinające sekcje (podwójne dla zachowania szczelności), mogą więc pracować wymiennie (jeżeli jest przepompowywany ten sam rodzaj ładunku).

Zalety:

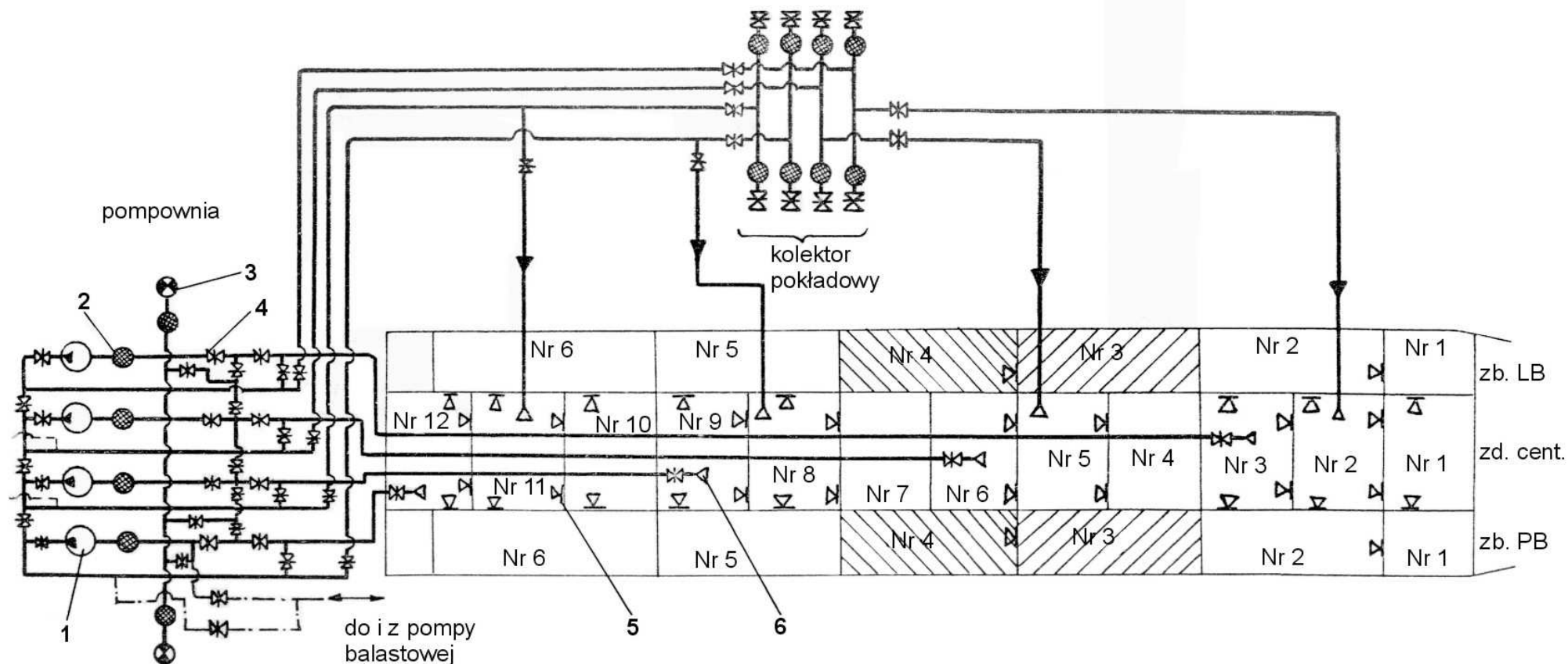
- ▶ prostota konstrukcji;
- ▶ prowadzenie rurociągów oraz umiejscowienie zaworów tylko w zbiornikach centralnych.

Wady:

- ▶ mniejsza manewrowość;
- ▶ krótka żywotność (ze względu na duże obciążenie eksploatacyjne).

Zastosowanie – zbiornikowce o dużych nośnościach, przystosowane do przewozu kilku (3÷4) rodzajów produktów ropopochodnych.

## Instalacja z zaworami (zasuwami) przelotowymi



Instalacja rurociągów ładunkowych z zasuwaniami przepustowymi:

1 – pompa ładunkowa;

2 – filtr;

3 – zawór denny;

4 – zasuwa;

5 – zasuwa przepustowa;

6 – króciec ssawny (lej).

## Instalacja z zaworami (zasuwami) przelotowymi

Zasuwy zamontowane są na grodziach wzdłużnych i poprzecznych, oddzielają poszczególne zbiorniki. Na schemacie przedstawiano przykład, gdzie zbiorniki ładunkowe podzielone zostały na cztery grupy (w skład piątej wchodzi zbiorniki na balast czysty). Zbiorniki w grupach połączone są między sobą zasuwami, a z każdej grupy wchodzi oddzielny rurociąg ssawny (lej ssawny umieszczony jest tylko w jednym zbiorniku). W trakcie podróży zasuw są zamknięte. Również do każdej grupy doprowadzony jest rurociąg napełniający (końcówka w innym zbiorniku, niż lej ssawny).

Zalety:

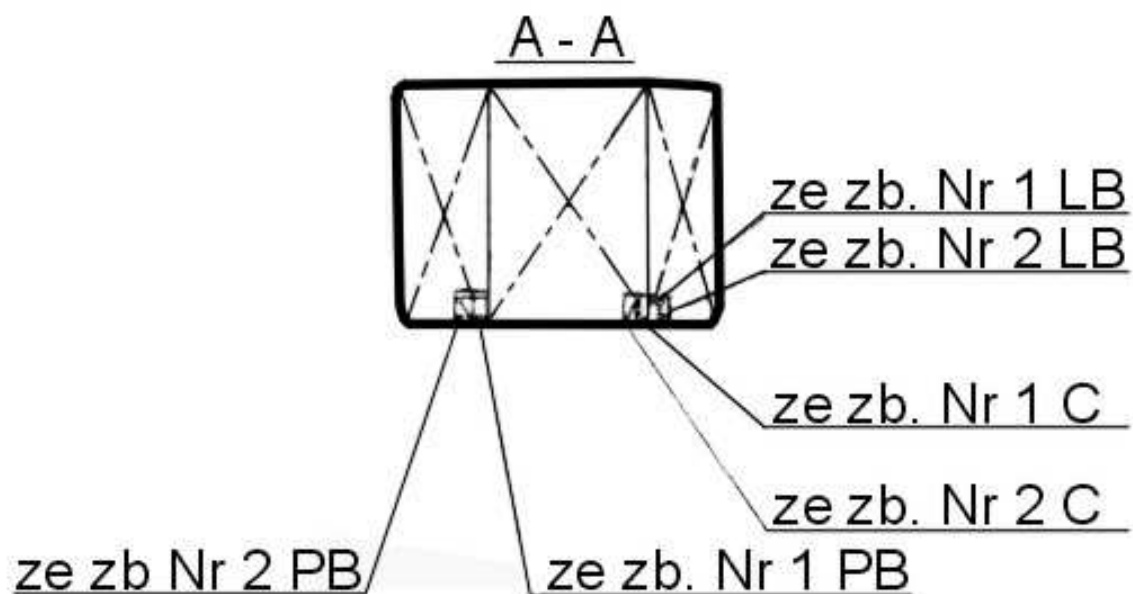
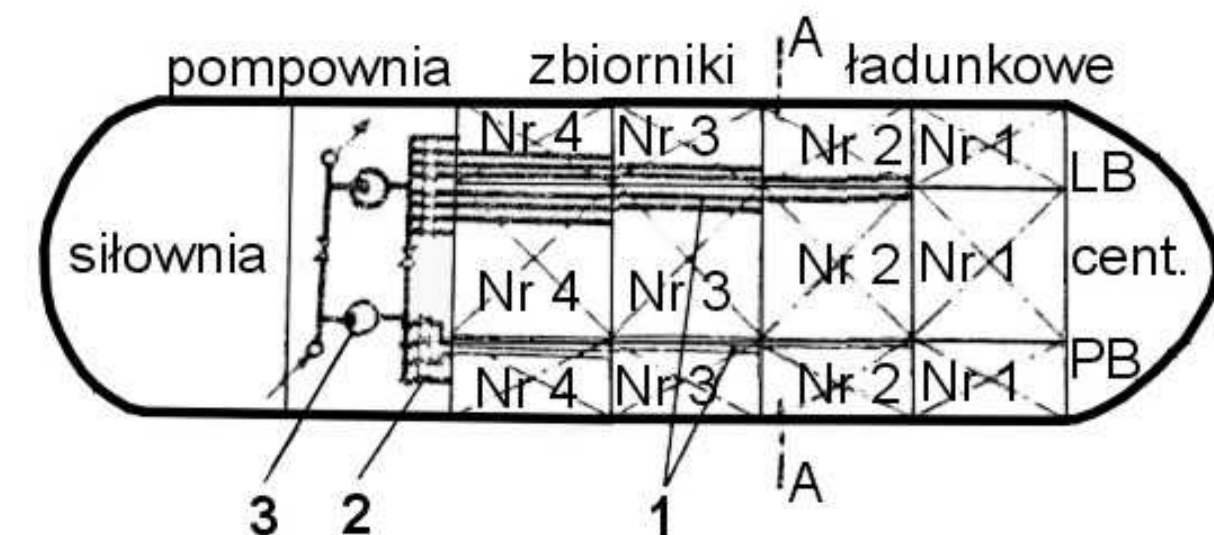
- ▶ zwiększenie intensywności wyładunku;
- ▶ małe opory ssania (krótkie i proste odcinki rurociągów w zbiorniku).

Wady:

- ▶ duża liczba zasuw (zwiększa złożoność konstrukcji);
- ▶ niemożliwość prowadzenia jakichkolwiek operacji przeładunkowych pomiędzy zbiornikami w danej grupie;
- ▶ brak możliwości przeprowadzania wyładunku lub załadunku w dowolnej kolejności zbiorników w danej grupie, co z kolei przedłuża czas operacji balastowania i mycia poszczególnych zbiorników.

Zastosowanie – zbiornikowce przystosowane do przewozu tych samych rodzajów ciekłych ładunków bądź jednorodnych (surowej ropy naftowej).

## Instalacja tunelowa



Instalacja rurociągów ładunkowych  
typu tunelowego:

- 1 – tunel;
- 2 – zasuwa;
- 3 – pompa ładunkowa.



## Instalacja tunelowa

W instalacji tej do każdego zbiornika doprowadzony został tunel od pompowni. Tunele te są puste i spełniają rolę rurociągów. Takie rozwiązanie umożliwiało bardzo dokładne usuwanie ładunku ze zbiorników. Tunele stwarzały małe opory przepływu oraz charakteryzowały się mniejszą wrażliwością na korozję niż rurociągi. Instalacje tunelowe przyspieszały o około 15% wyładunek, w porównaniu z zbiornikowcami o takiej samej nośności, wyposażonymi w instalacje wieńcowe lub liniowe.

Zalety:

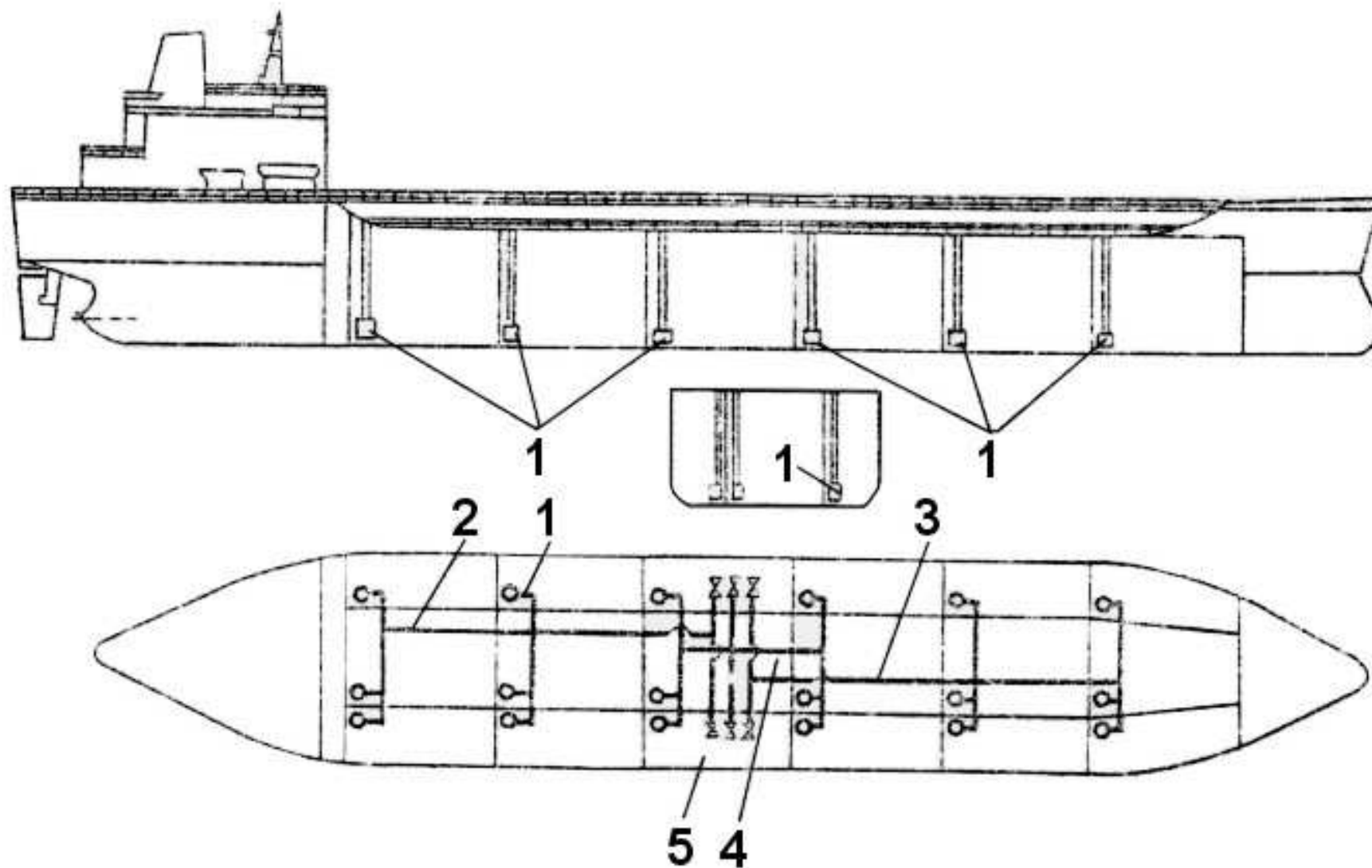
- ▶ prostota konstrukcji;
- ▶ szybszy wyładunek.

Wady:

- ▶ mniejsza manewrowość;

Zastosowanie – rozwiązanie nie przyjęło się w szerszym zastosowaniu (wybudowano tylko kilkanaście zbiornikowców z tego typu instalacją).

## Instalacja z pompami głębinowymi lub zanurzonymi



Instalacja rurociągów ładunkowych z pompami głębinowymi lub zanurzonymi:

1 – pompa;

2÷4 – magistrale ładunkowe;

5 – kolektor ładunkowy.

## Instalacja z pompami głębinowymi lub zanurzonymi

Każdy ze zbiorników posiada swoją własną pompę (zanurzoną lub głębinową), za pomocą której prowadzony jest rozładunek. Na schemacie pokazano, że zbiorniki zgrupowane są w trzy zestawy. Można jednak zastosować zasadę, że każdy zbiornik będzie miał swój własny rurociąg, spowoduje to ich znaczne zagęszczenie, ale zostanie uzyskana bardzo duża elastyczność.

Zalety:

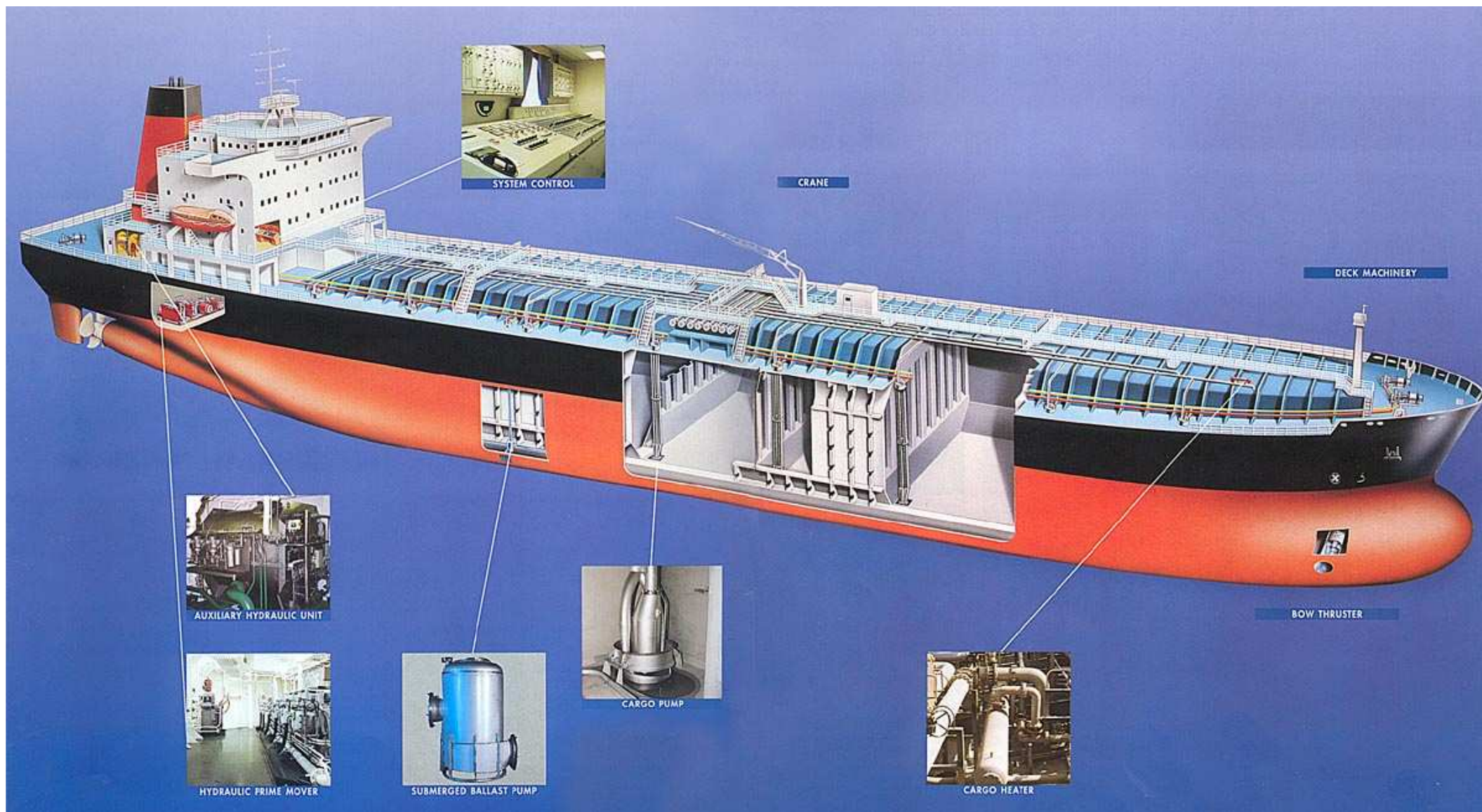
- ▶ duża elastyczność.

Wady:

- ▶ konieczność wyposażania w co najmniej jedną zapasową pompę przenośną.

Zastosowanie – zbiornikowce służące do przewozu produktów naftowych.

# Instalacja z pompami głębinowymi lub zanurzonymi



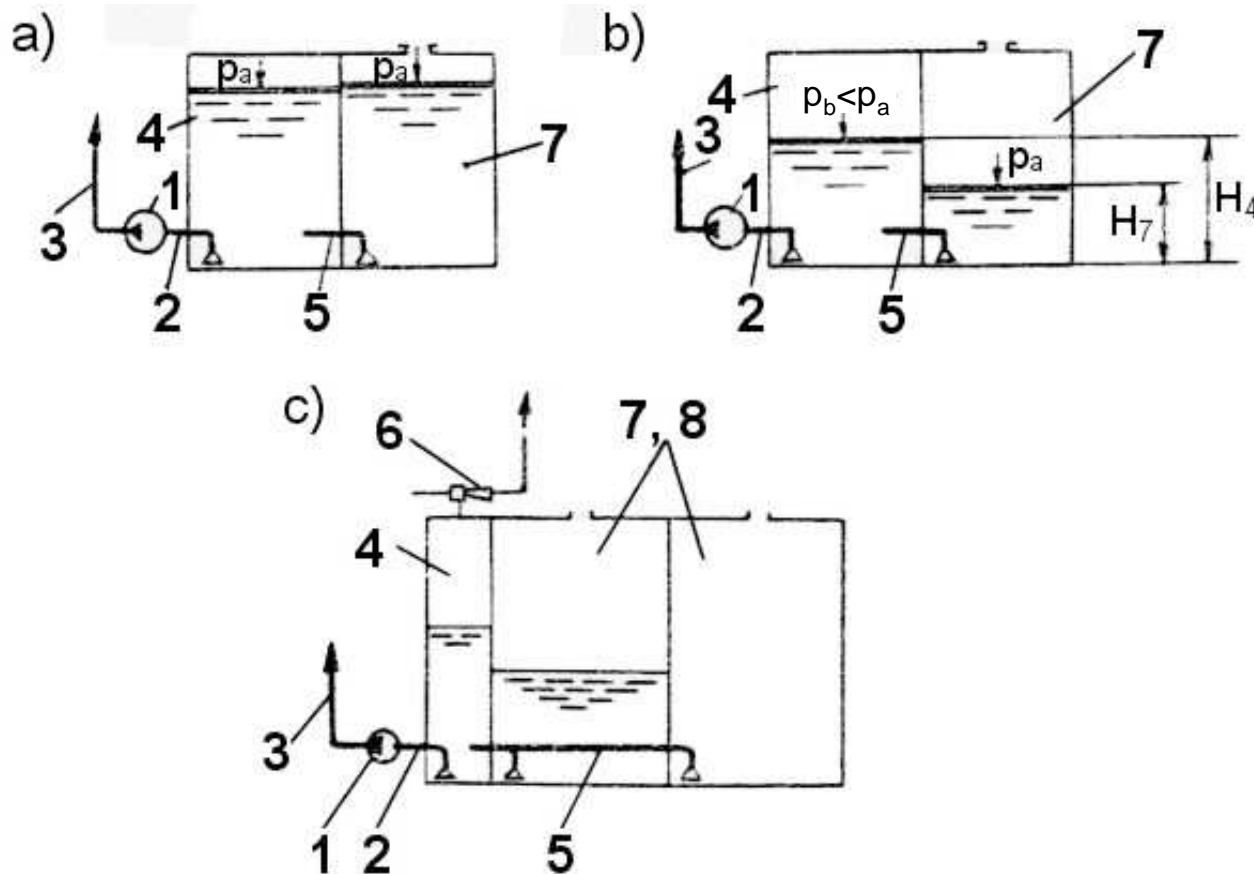
Zbiornikowiec wyposażony w pompy zanurzone

## Instalacja z pompami głębinowymi lub zanurzonymi

Przykład pompy zanurzonej zainstalowanej wewnątrz zbiornika (pompa firmy Framo)



## Instalacja ze zbiornikami podciśnieniowymi



Zasada działania instalacji wyładunkowej ze zbiornikami podciśnieniowymi:

a i b – zasada pracy instalacji bez pompy strumieniowej;

c – schemat instalacji z eżektorem.

1 – pompa ładunkowa;

2 – rurociąg ssawny;

3 – rurociąg tłoczny;

4 – zbiornik podciśnieniowy;

5 – rurociągi przepustowe;

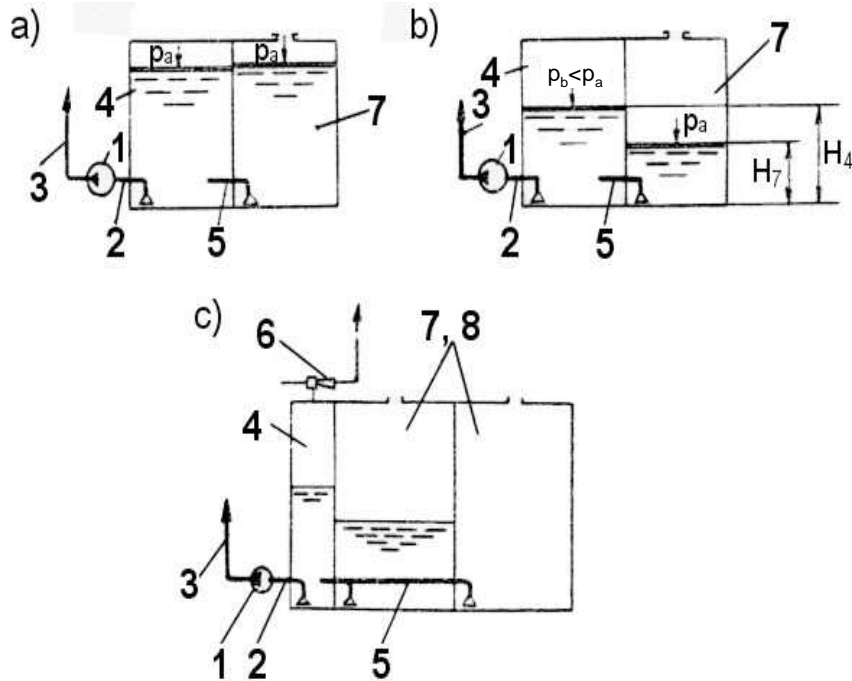
6 – pompa strumieniowa (eżektor);

7, 8 – zbiorniki ładunkowe.

Podstawowym zadaniem instalacji podciśnieniowej jest skrócenie czasu rozładunku oraz polepszenie warunków pracy głównej pompy ładunkowej. W instalacji tej jeden ze zbiorników wykonany jest jako całkowicie gazoszczelny (4), pozostałe zaś (7, 8) połączone są za pomocą rurociągów przepustowych (5). W trakcie transportu w zbiornikach panuje jednakowe ciśnienie  $p_a$  (atmosferyczne). Przed rozładunkiem uszczelnia się zbiornik gazoszczelny i rozpoczyna się wyładunek, który powoduje rozrzedzenie gazów i spadek ciśnienia w zbiorniku ( $p_b < p_a$ ). W skutek wystąpienia różnicy ciśnień ze zbiornika (7) rozpoczyna się przepływ ładunku.



# Instalacja ze zbiornikami podciśnieniowymi



W czasie pracy instalacji w obu zbiornikach ustalają się różne poziomy cieczy  $H_4$  i  $H_7$ :

$$\Delta H = H_4 - H_7 = (p_b - p_a) / \gamma_c$$

$\gamma_c$  – ciężar właściwy pompowanej cieczy.

Dzięki takiemu rozwiązaniu główne pompy ładunkowe pracują cały czas z nominalną wydajnością, gdyż nie istnieje możliwość zassania powietrza przez pompę. Dzięki takiemu rozwiązaniu pompa resztkowa usuwa tylko resztki ładunku ze zbiornika podciśnieniowego, co wpływa na skrócenie czasu rozładunku (w zależności od wielkości o 15÷20%).

Zalety:

- ▶ skrócenie czasu wyładunku;
- ▶ uproszczenie operacji ładunkowych;
- ▶ podczas mycia zbiorników jako zbiornik osadowy;

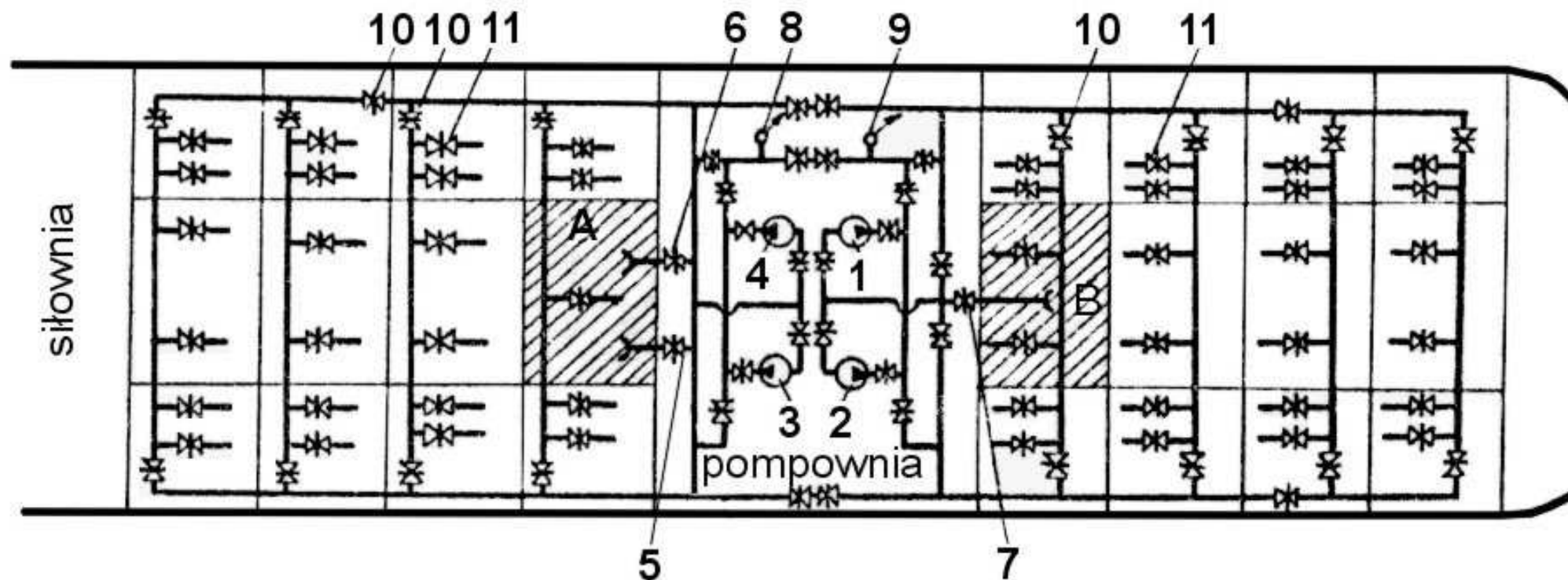
Wady:

- ▶ konieczność wzmocnienia konstrukcji;
- ▶ ograniczona liczba rodzajów przewożonych ładunków

Zbiorniki podciśnieniowe należy odpowiednio wzmocnić, ze względu na obniżone ciśnienie (o 0,02÷0,03 MPa niższe od atmosferycznego), a tym samym większe obciążenia. Dlatego też zbiorniki te powinny być stosunkowo niewielkie, jednak konieczność pozostawienia stosunkowo dużego zapasu objętości wymagała stosowania dużych zbiorników. Zaczęto więc stosować pompę próżniową (rys. c), która za pomocą pary lub sprężonego powietrza utrzymuje odpowiednie podciśnienie w zbiorniku.



## Instalacja ze zbiornikami podciśnieniowymi

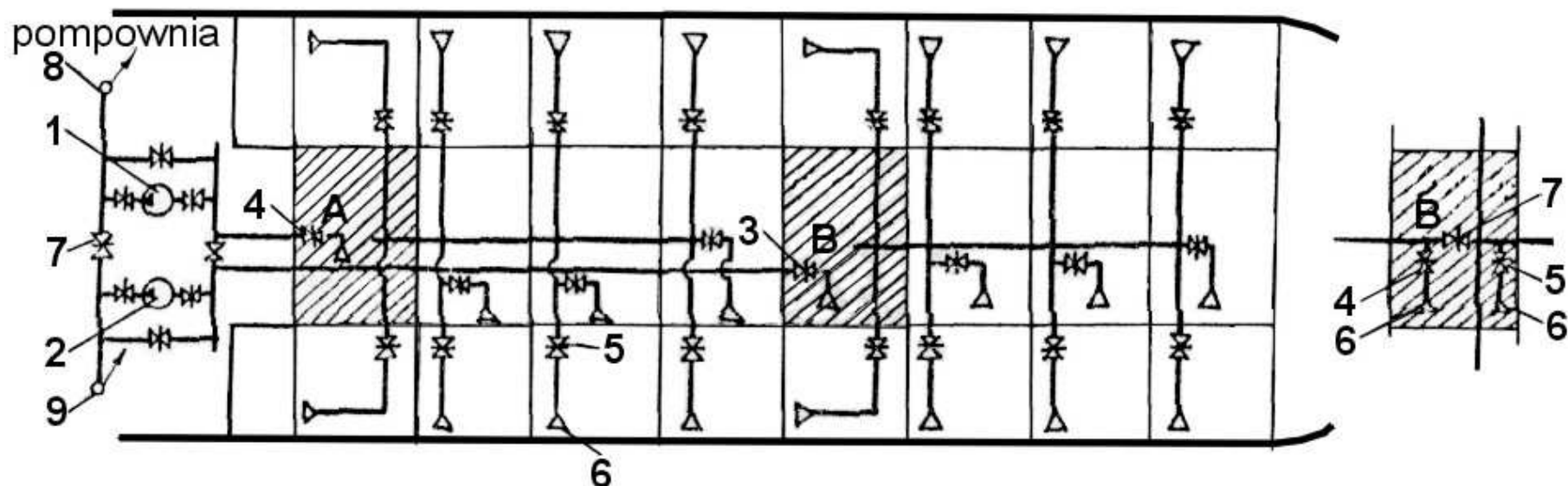


Schemat rurociągów ładunkowych instalacji wieńcowej ze zbiornikami podciśnieniowymi:

A, B – zbiorniki podciśnieniowe;                      1÷4 – pompy ładunkowe;                      5÷7 – zawory ssawne;  
8, 9 – rurociąg do kolektora pokładowego;                      10 – zawory odcinające;                      11 – zawory przelewowe.

Na schemacie znajdują się 24 zbiorniki podłączone w dwie grupy, w każdej po jednym zbiorniku podciśnieniowym (każda grupa obsługiwana przez dwie pompy). Rurociągi zostały połączone również w ten sposób, aby móc przeprowadzać operacje przeładunkowe z pominięciem zbiorników podciśnieniowych.

## Instalacja ze zbiornikami podciśnieniowymi



Schemat rurociągów ładunkowych instalacji liniowej ze zbiornikami podciśnieniowymi (a, b – warianty połączeń):

A – dziobowy zbiorniki podciśnieniowe;

B – rufowy zbiornik podciśnieniowy;

1, 2 – pompy ładunkowe;

3, 4 – zawory ssawne;

5 – zawór przelewowy;

6 – końcówka rurociągu przelewowego;

7 – zawór odcinający; 8, 9 – rurociągi do kolektora pokładowego.

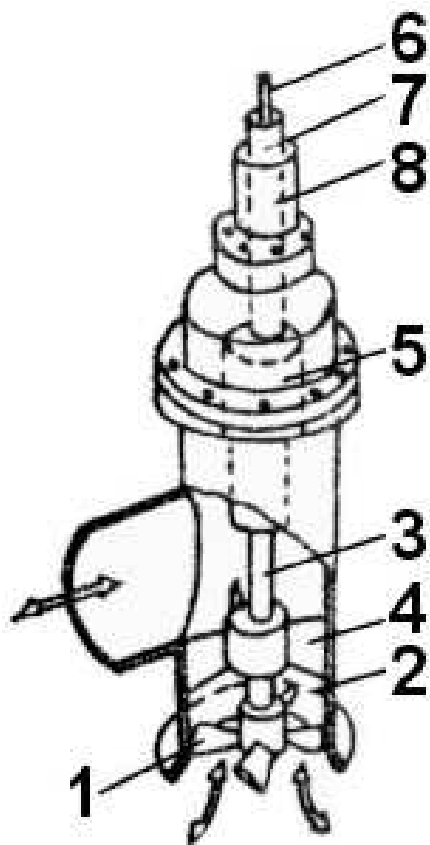
Na schemacie znajdują się zbiorniki podłączone w dwie grupy, w każdej po jednym zbiorniku podciśnieniowym. Rurociągi zostały połączone również w ten sposób, aby móc przeprowadzać operacje przeładunkowe z pominięciem zbiorników podciśnieniowych.

# Instalacja rurociągów balastowych

## Pompy

Na statkach do przewozu ładunków ciekłych jako pompy balastowe najczęściej używane są pompy podobnego typu, osiągające mniejsze wydajności.

Na statkach starszego typu pompy umieszczano w pompowni i często mogły one pracować wymiennie z pompami ładunkowymi. Obecnie, gdy zostały wprowadzone zbiorniki i instalacje balastu czystego, najczęściej stosuje się pompy zanurzone (rzadziej głębinowe).

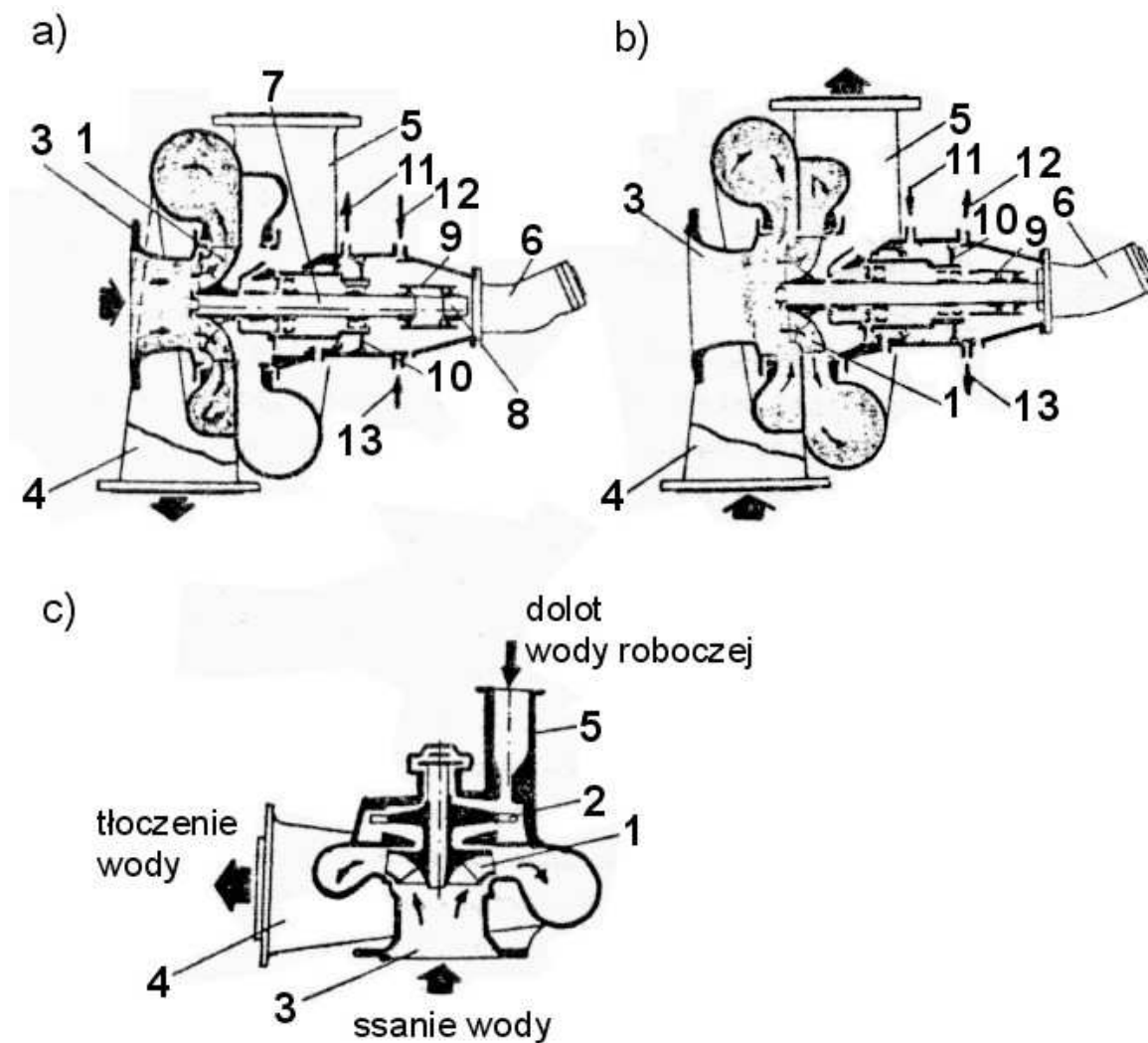


Pompa balastowa typu śmigłowego w wykonaniu pionowym firmy Frank Mohn AS:

- 1 – wirnik; 2 – kadłub pompy;
- 3 – wał; 4 – łożyska;
- 5 – silnik hydrauliczny;
- 6, 7 – rurociągi oleju roboczego;
- 8 – rurociąg osłonowy.

# Instalacja rurociągów balastowych

## Pompy



Specjalne rozwiązania konstrukcyjne pomp balastowych:

A, b – dwa położenia robocze pompy balastowej firmy Jönköpings Mekaniska Werkstades AB;

C – pompa balastowa napędzana turbiną wodną;

1 – wirnik pompy;

2 – wirnik turbiny napędowej

3÷5 – króćce pompy;

6 – silnik hydrauliczny;

7, 8 – końcówki wału;

9 – tuleja;

10 – tłok;

11÷13 – króćce olejowe.

# Instalacja rurociągów balastowych

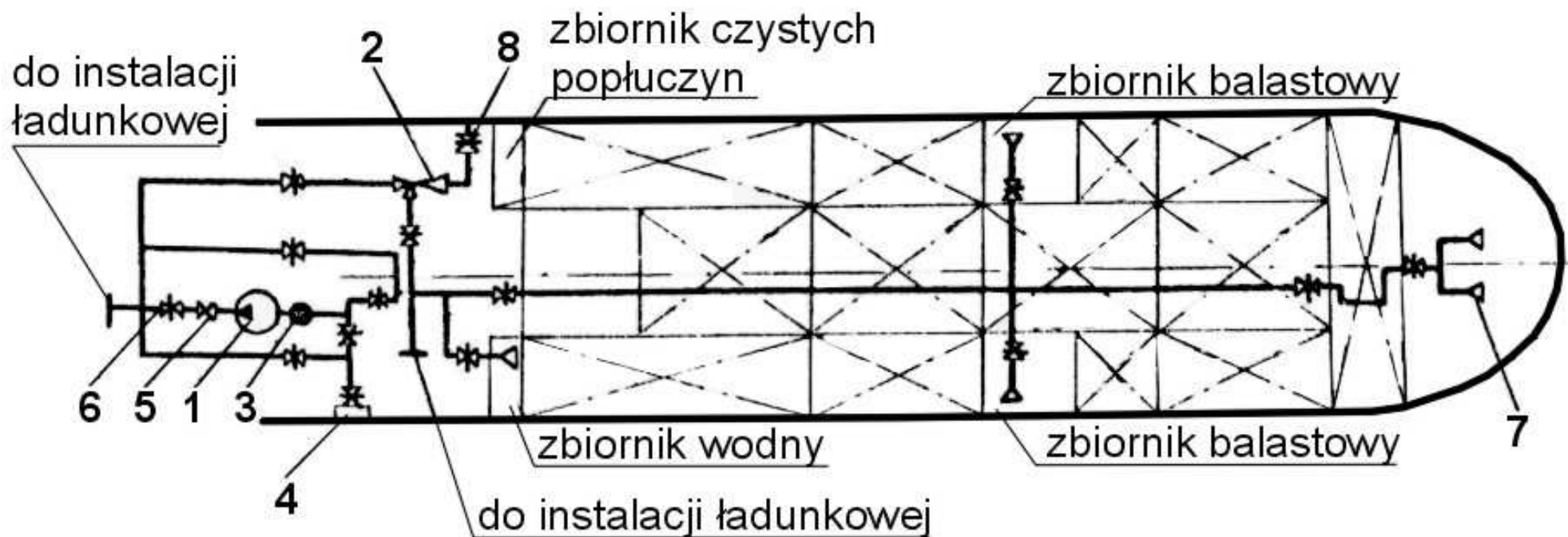
Balastowanie zbiornikowca:

- ▶ całkowite oddzielenie zbiorników balastowych (SBT - Segregated Ballast Tanks);
- ▶ wydzielenie kilku zbiorników do napełniania tuż po wyładunku, czyli zbiorniki tzw. „brudnego balastu”, przy jednoczesnym pozostawieniu kilku zbiorników do tzw. „czystego balastu”.

W przypadku zbiornikowców z „brudnym balastem” do napełniania zbiorników służą urządzenia instalacji ładunkowej, a tylko zbiorniki „czystego balastu”, są obsługiwane przez oddzielny system balastowy.

Wraz ze zwiększaniem się ilości zbiorników balastu czystego, coraz bardziej zaczyna się rozbudowywać instalacja balastowa. W takim przypadku do obsługi instalacji służą pompy zanurzone obsługujące każdy zbiornik z osobna

## Instalacja rurociągów balastowych



Instalacja rurociągów balastowych zbiornikowca do przewozu ropy naftowej:

1 – pompa balastowa;

2 – strumieniowa pompa wspomagająca;

3 – filtr;

4 – zawór denny;

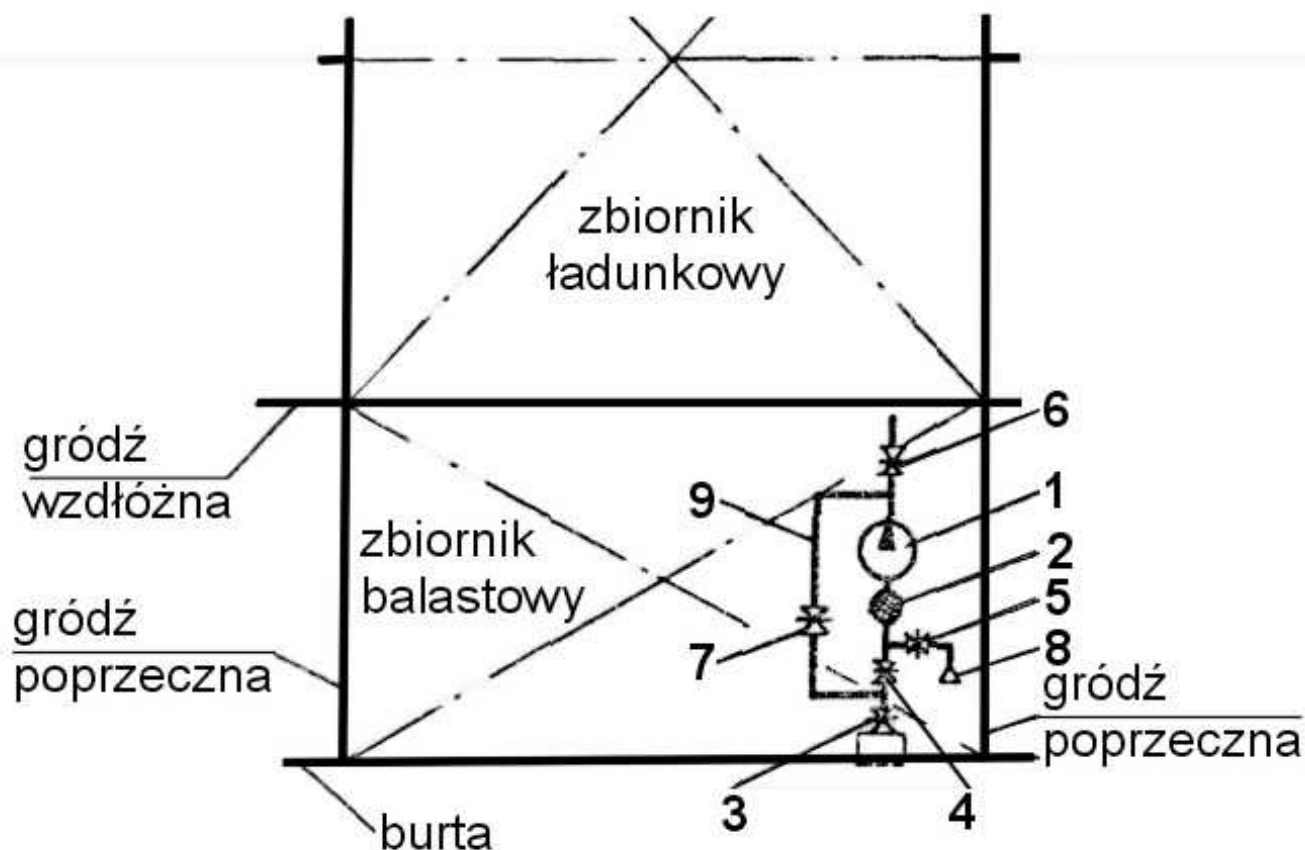
5 – zawór zwrotny;

6 – zasuwa odcinająca;

7 – króciec ssawny;

8 – zawór burtowy.

# Instalacja rurociągów balastowych



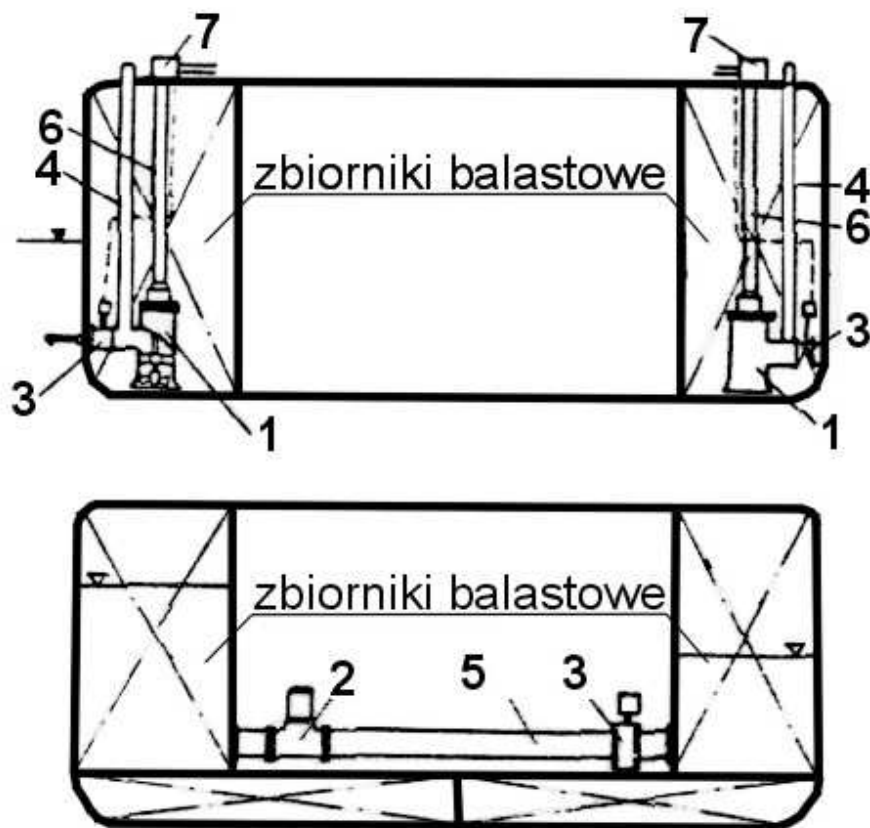
Instalacja balastowa typu konwencjonalnego z pompą zanurzoną:

- 1 – odśrodkowa pompa zanurzona;
- 2 – filtr;
- 3÷7 – zawory typu uchylnego;
- 8 – króciec ssawny;
- 9 – rurociąg.

Odpowiednio regulując zaworami (3÷7) możemy napełniać zbiornik wodą, opróżniać.



## Instalacja rurociągów balastowych

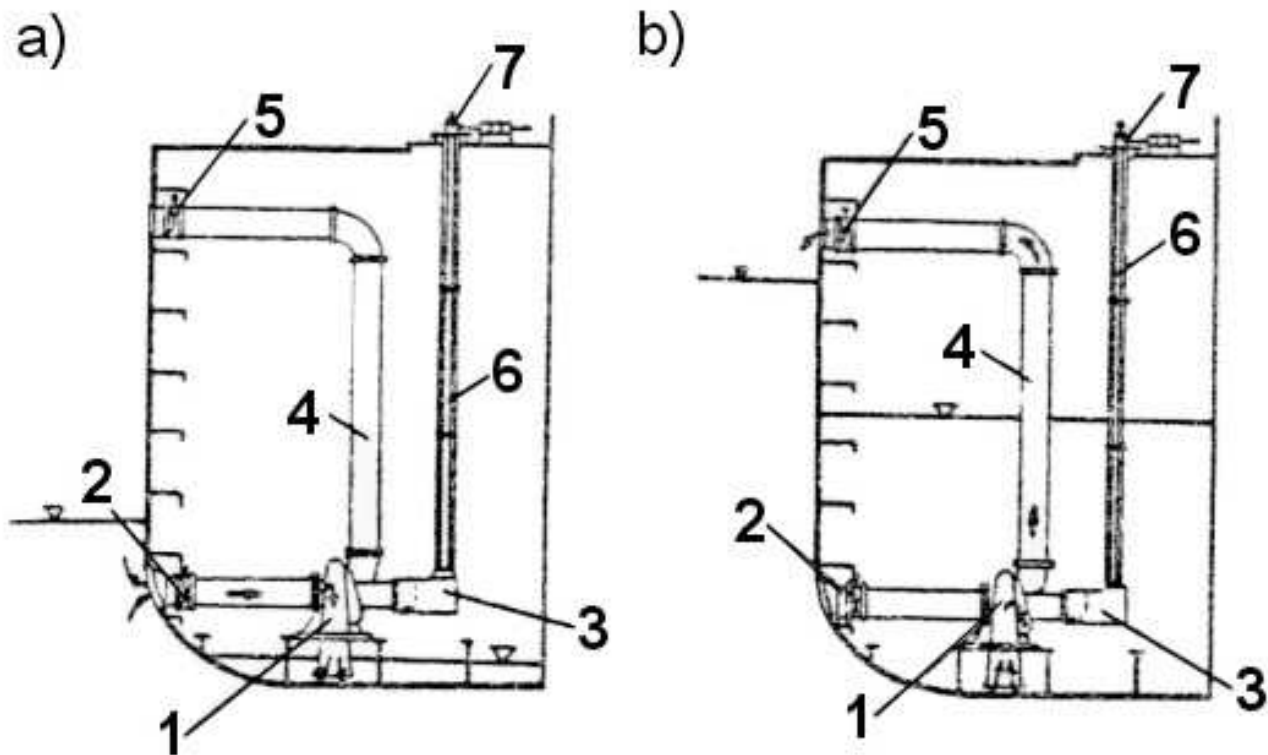


Instalacja balastowa systemu firmy FRAMO:

- a – z pompą śmigłową pionową;
- b – z pompą śmigłową poziomą.
- 1 – pompa śmigłowa pionowa;
- 2 – pompa śmigłowa pozioma;
- 3 – zasuwa;
- 4 – rurociąg oddawania wody na pokład;
- 5 – rurociąg przelewowy;
- 6 – rurociąg zawierający doprowadzenie oleju do silnika;
- 7 – rozdzielacz hydrauliczny.

Zastosowanie nawrotnych pomp śmigłowych redukuje do jednego ilość zaworów, przy zachowywaniu takiej samej ilości wykonywanych operacji. Na sch. b pokazano instalacje wyrównującą przechyły.

# Instalacja rurociągów balastowych



Instalacja balastowa z pompą o przesuwным wirniku roboczym

a – napełnianie zbiornika balastowego;

b – osuszanie zbiornika balastowego.

1 – pompa balastowa;

2 – zawór denny;

3 – silnik hydrauliczny;

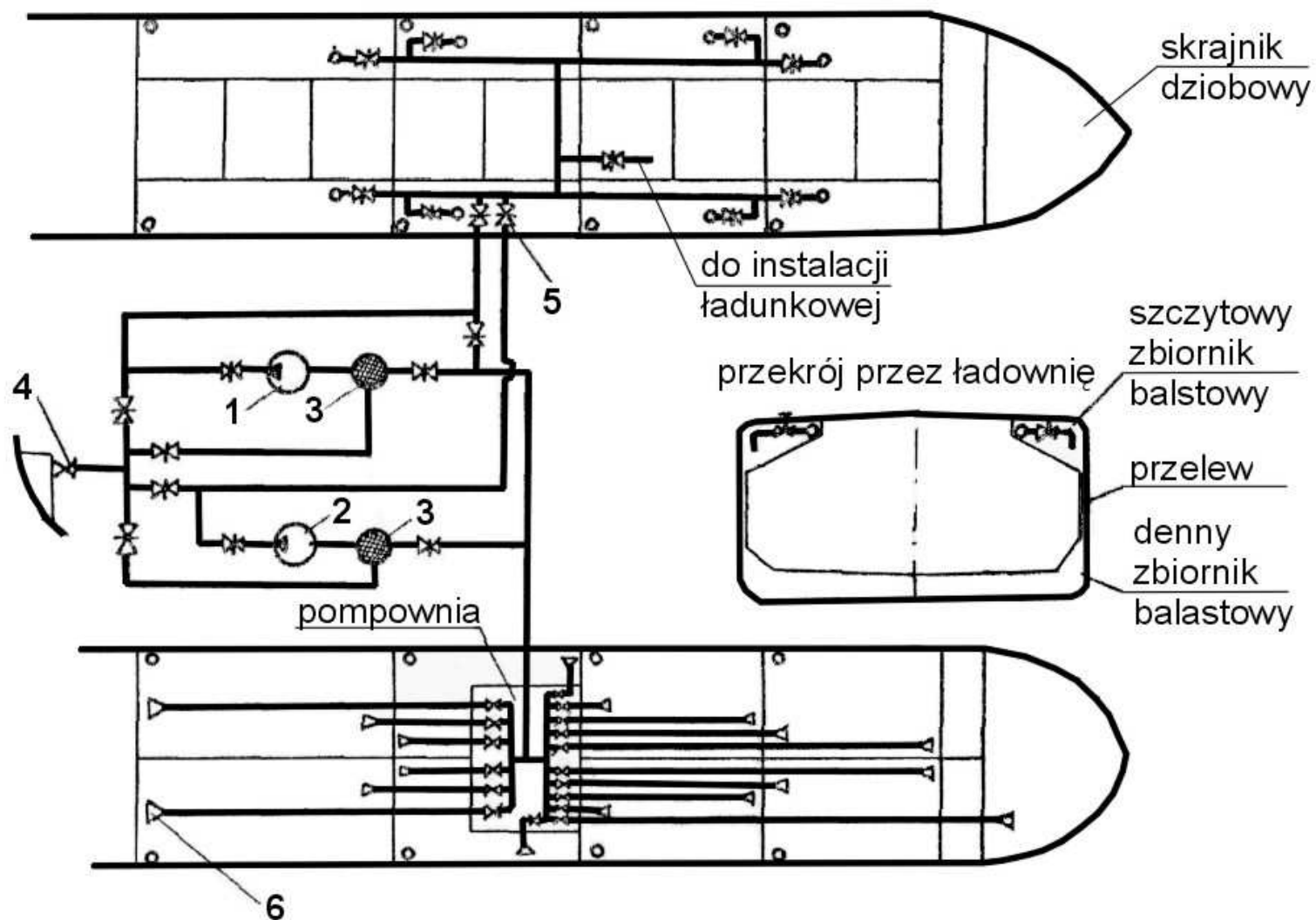
4 – rurociąg odlotu za burtę;

5 – zawór burtowy;

6 – rurociąg oleju roboczego;

7 – rozdzielacz hydrauliczny.

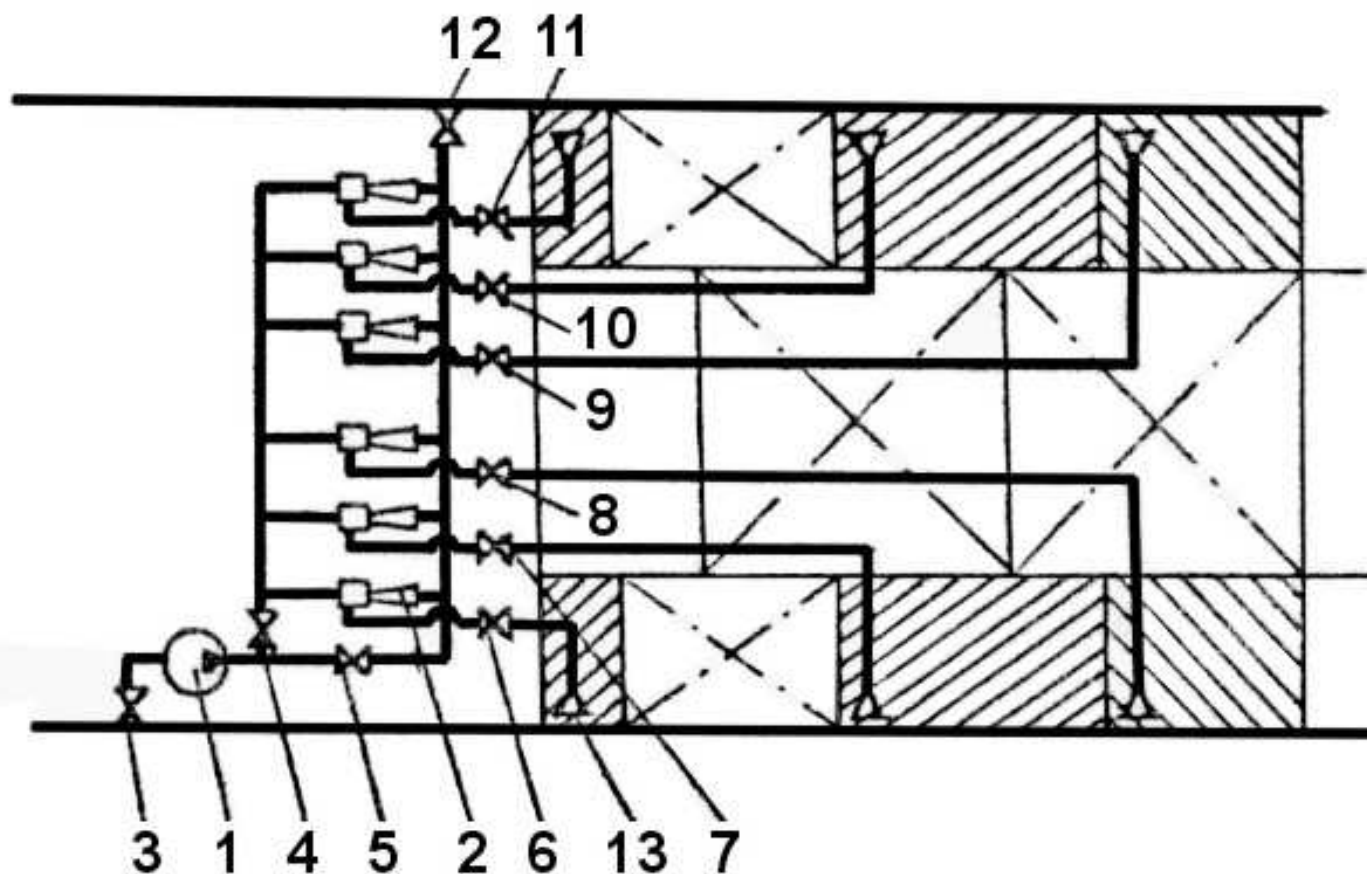
# Instalacja rurociągów balastowych



Instalacja balastowa statków typu OBO:

- 1, 2 – pompa;
- 3 – filtr;
- 4 – zawór denny;
- 5 – zawór odcinający;
- 6 – króciec ssawny.

## Instalacja rurociągów balastowych



Instalacja balastowa z pompami strumieniowymi:

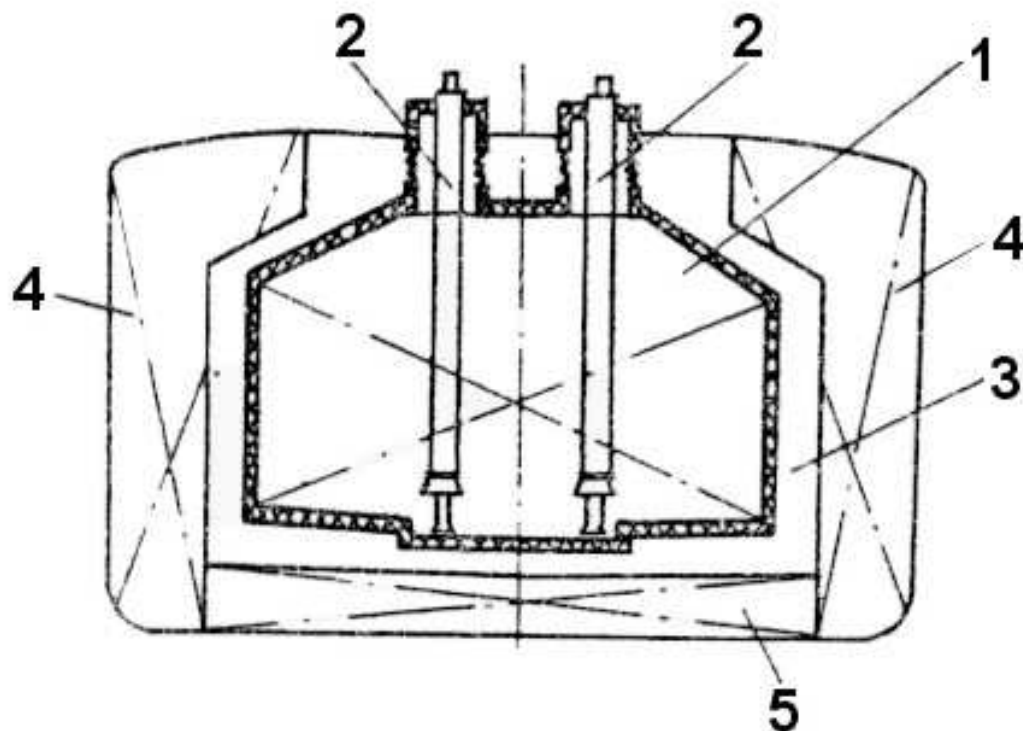
- 1 – pompa cyrkulacyjna;
- 2 – pompa strumieniowa;
- 3 – zawór denny;
- 4÷12 – zawory odcinające;
- 13 – króciec ssawny.

# **Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu płynnej siarki lub kwasu siarkowego**

Podstawowe dane:

- ▶ transport płynnej siarki (temperatura topnienia  $116^{\circ}\text{C}$ ) odbywa się przy temperaturze  $125\div 135^{\circ}\text{C}$ ;
- ▶ ze względu na szkodliwość zdrowotną oparów płynnej siarki, ładunek należy przewozić w gazoszczelnych zbiornikach, również rurociągi i armatura winna być gazoszczelna;
- ▶ aby zapobiec korozji oraz możliwości powstania atmosfery wybuchowej (w wyniku połączenia z powietrzem) należy stosować instalacje gazu obojętnego;
- ▶ utrzymanie siarki w stanie płynnym zmusza do ciągłego jej ogrzewania, jak i odpowiedniego zabezpieczenia termicznego zbiorników;
- ▶ jako pomp ładunkowych używa się najczęściej pomp głębinowych.

## Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu płynnej siarki lub kwasu siarkowego

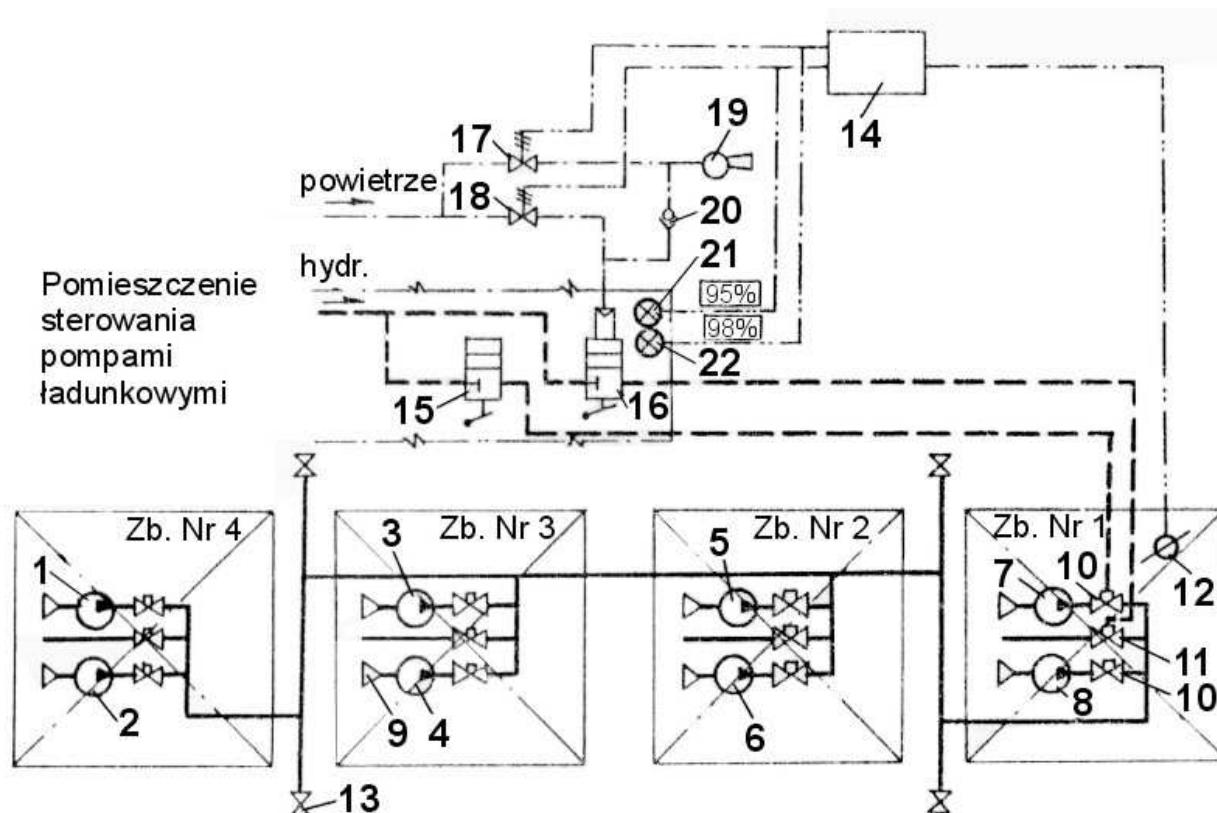


Przekrój poprzeczny kadłuba zbiornikowca do przewozu płynnej siarki:

- 1 – zbiornik siarki;
- 2 – pompa ładunkowa;
- 3 – przedział ochronny;
- 4 – zbiorniki boczne;
- 5 – zbiorniki denne.

Rysunek przedstawia przekrój jednego z czterech zbiorników zainstalowanych na polskim siarkowcu „Tarnobrzeg”. Zbiornik posiada objętość około  $1500 \text{ m}^3$ , jest wykonany z miękkiej stali niskowęglowej. Zewnętrzna gładka powierzchnia, części konstrukcyjne umieszczono wewnątrz zbiornika, pozwala na łatwe i skuteczne umieszczenie izolacji termicznej (wełna mineralna). Zbiornik umieszczony jest na podkładach teflonowych, co umożliwia swobodną rozszerzalność termiczną. W tylnej części zbiornika umieszczona jest studzienka (o głębokości 40 cm), która umożliwia dobre zassanie płynnego ładunku przez pompy wyładowcze. W każdym zbiorniku znajdują się dwie pompy głębinowe o wydajności  $100 \text{ m}^3/\text{h}$ , napędzane są przez silniki hydrauliczne znajdujące się na pokładzie (zasilane z centralnego układu hydraulicznego).

# Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu płynnej siarki lub kwasu siarkowego



Schemat instalacji rurociągów ładunkowych zbiornikowca do przewozu płynnej siarki:

1÷8 – pompy ładunkowe;

10 – zawory tłoczna pomp ładunkowych;

12 – wskaźnik poziomu siarki w zbiorniku;

14 – skrzynka przekaźnikowa;

17, 18 – zawory elektromagnetyczne;

20 – zawór zwrotny;

9 – króciec ssawny;

11 – zawory napełniania zbiorników;

13 – zawory za- i wyładowcze na pokładzie;

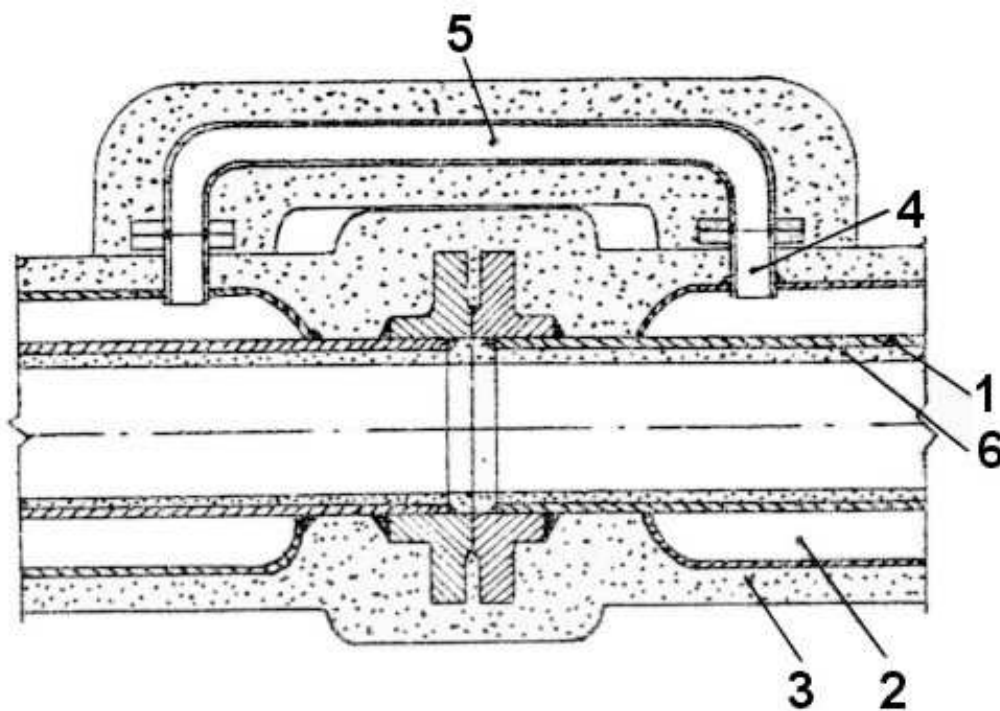
15, 16 – zawory hydrauliczne;

19 – syrena;

21, 22 – światła alarmowe.

## Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu płynnej siarki lub kwasu siarkowego

Zawory poboru i oddawania ładunku umieszczone są po dwa na obu burtach w części rufowej i dziobowej statku. Wszystkie zbiorniki połączone są jednym rurociągiem. Zawory tłoczenia, ładunkowe, znajdują się na pokładzie i są sterowane zdalnie. Czynnik hydrauliczny podawany jest pod ciśnieniem 6 MPa. Podczas napełniania po osiągnięciu 95% napełnienia zbiornika zapala się lampka i włącza syrena, natomiast osiągnięcie 98% powoduje otwarcie zaworu 18 i przesterowanie powietrzem zaworu 16 co powoduje zamknięcie zaworu 11 i zakończenie napełniania zbiornika.



Rurociąg ładunkowy:

- 1 – rura;
- 2 – płaszcz grzejny;
- 3 – izolacja;
- 4 – króciec grzejny;
- 5 – przewód łączący;
- 6 – wykładzina cementowa.

Aby nie nastąpiło zestalenie siarki w rurociągach są one otoczone tzw. płaszczem grzejnym (w którym może przepływać olej lub para wodna).

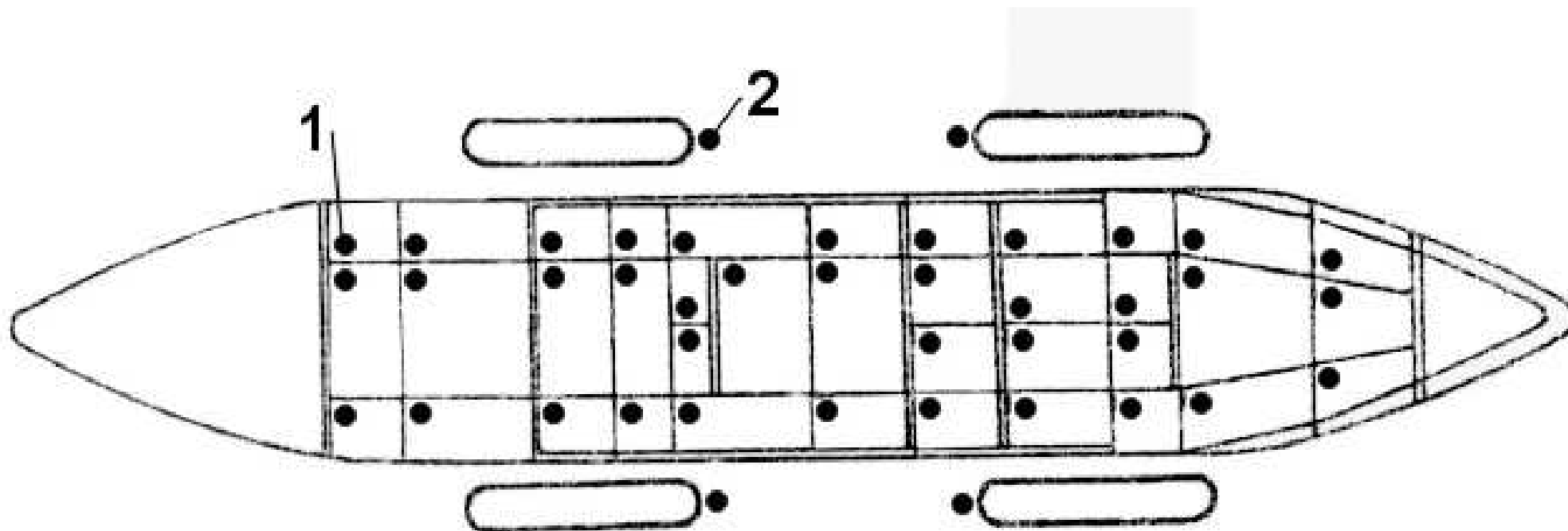


# Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu produktów chemicznych

Podstawowe dane:

- ▶ zbiornikowce tego typu charakteryzują się dużą ilością zbiorników, umożliwiającą przewożenie różnorodne ładunki chemiczne;
- ▶ najczęściej stosuje się układ w którym każdy zbiornik jest obsługiwany przez oddzielną pompę oraz układ rurociągów (aby nie mieszać przewożonych ładunków);
- ▶ należy przewidzieć instalacje dokładnego mycia zbiorników oraz rurociągów;
- ▶ dodatkowe wymagania co do niektórych ładunków mogą dotyczyć ich podgrzewania, schładzania lub ciągłej cyrkulacji (aby nie dopuścić do powstawania osadów).

## Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu produktów chemicznych



Rozmieszczenie pomp na zbiornikowcu do przewozu produktów chemicznych:

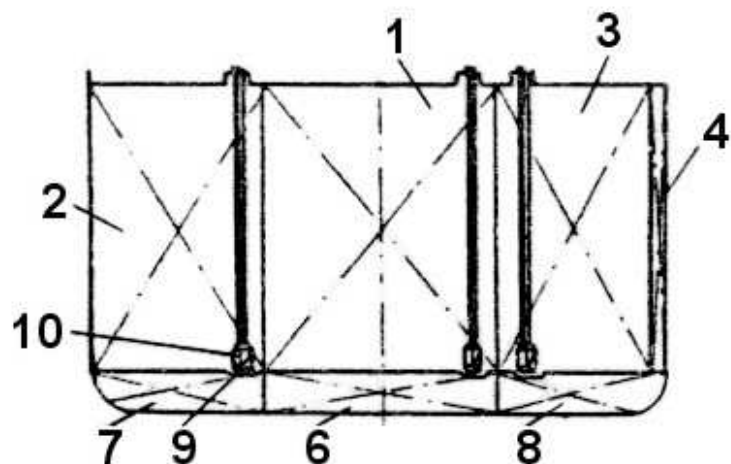
1 – pompy zanurzone;

2 – pompy ustawione na pokładzie.;

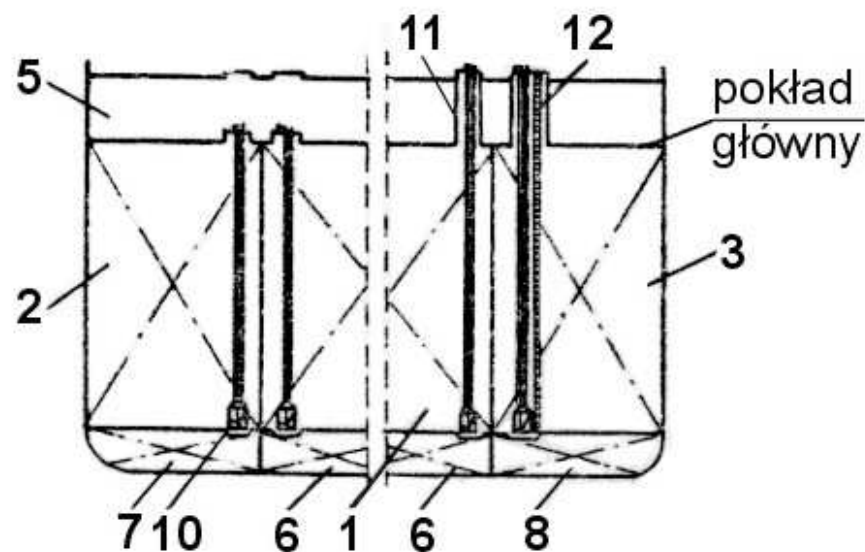
Rysunek przedstawia schemat rozmieszczenia zbiorników oraz pomp na chemikaliowcu o nośności 25 tys. ton. Wewnątrz kadłuba posiada 38 zbiorników rozmaitych rodzajów (podgrzewane, chłodzone, z wewnętrzną recyrkulacją, z wykładziną antykorozyjną itp.) oraz cztery zbiorniki ciśnieniowe na pokładzie. Każdy zbiornik jest obsługiwany przez oddzielną pompę.

# Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu produktów chemicznych

a)



b)



Przekroje przez zbiorniki statku do przewozu ładunków chemicznych:

a – gładkopokładowiec;

b – ochronopokładowiec.

1 – zbiornik centralny;

2, 3 – zbiorniki boczne;

4 – burtowy przedział ochronny;

5 – przestrzeń między pokładem głównym a ochronnym;

6 – denne zbiorniki centralne;

7, 8 – denne zbiorniki boczne;

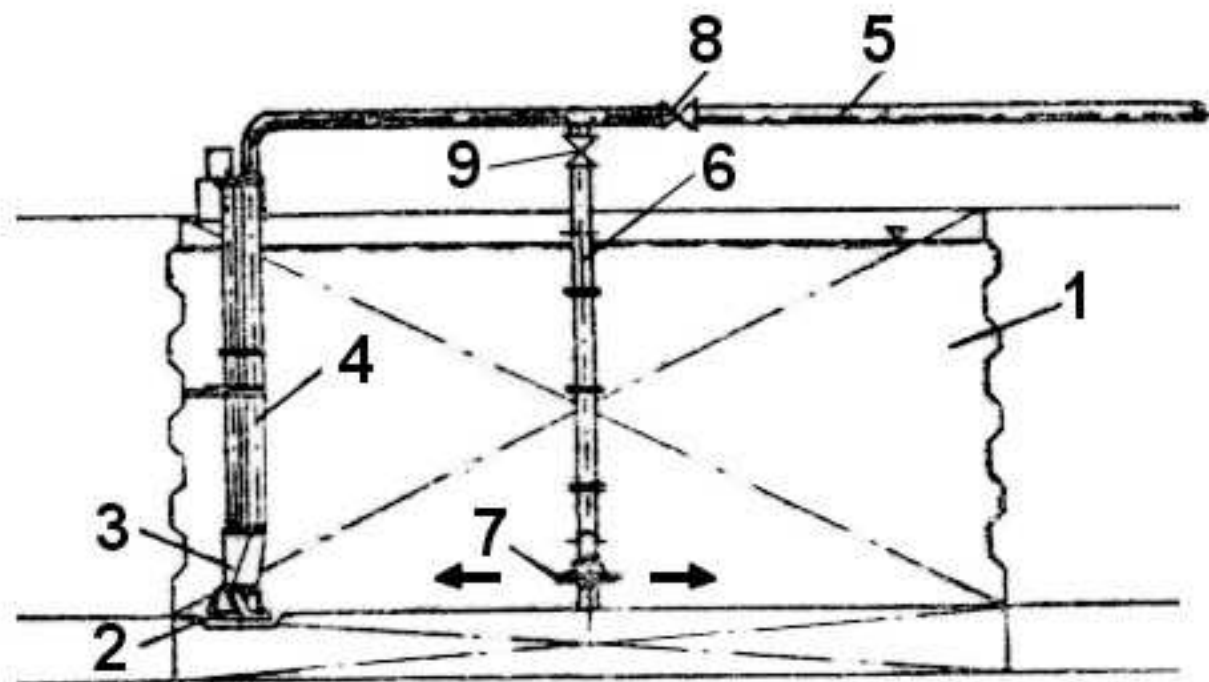
9 – studzienka;

10 – pompa ładunkowa;

11 – tunel pionowy;

12 – drabinka.

## Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu produktów chemicznych

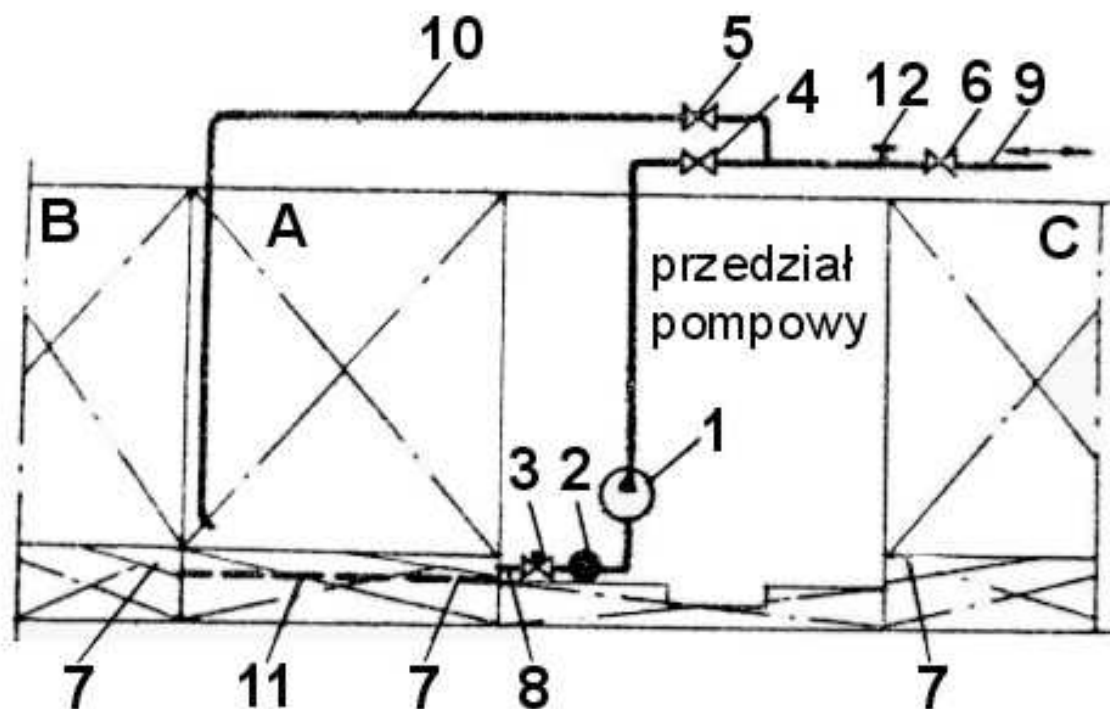


Instalacja recyrkulacji zbiornikowca do przewozu ciekłych produktów chemicznych:

- 1 – zbiornik;
- 2 – studzienka;
- 3 – pompa zanurzona;
- 4 – rurociąg tłoczny;
- 5 – rurociąg ładunkowy;
- 6 – rurociąg recyrkulacyjny;
- 7 – dysze;
- 8, 9 – zawory odcinające.

Po zamknięciu zaworu 8 na rurociągu ładunkowym 5 oraz otwarciu zaworu 9 na rurociągu recyrkulacyjnym i załączeniu pompy 3 rozpoczynamy pracę układu recyrkulacyjnego. Rurociąg 6 jest wyprowadzony nisko nad dno zbiornika, a stamtąd za pomocą kilku dysz 7 ładunek jest wprowadzany z powrotem do zbiornika. Wprowadzenie ładunku pod ciśnieniem powoduje, że na dnie nie gromadzą się osady, które później mogłyby doprowadzić do uszkodzenia pompy lub rurociągu.

## Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu produktów chemicznych



Schemat instalacji rurociągów ładunkowych chemikaliowców z oddzielnymi przedziałami pompowymi:

- 1 – pompa ładunkowa;
- 2 – filtr;
- 3 – zawór ssawny;
- 4÷6 – zawory odcinające;
- 7 – studzienka zbiornika;
- 8 – przewód ssawny;
- 9÷11 – rurociągi;
- 12 – króciec do podłączenia czynnika opróżniającego rurociąg.

Ładunek spływa do studzienek 7 i stamtąd jest zasysany przez pompę 1. Rurociąg pokładowy 9 spełnia funkcje za- i wyładowcze. Napełniamy zbiorniki poprzez rurociąg 10. Można też uzyskać recyrkulację, poprzez zamknięcie zaworu 6 i otwarcie zaworów 4 i 5 oraz uruchomienie pompy. Każdy zbiornik jest obsługiwany przez oddzielną pompę.

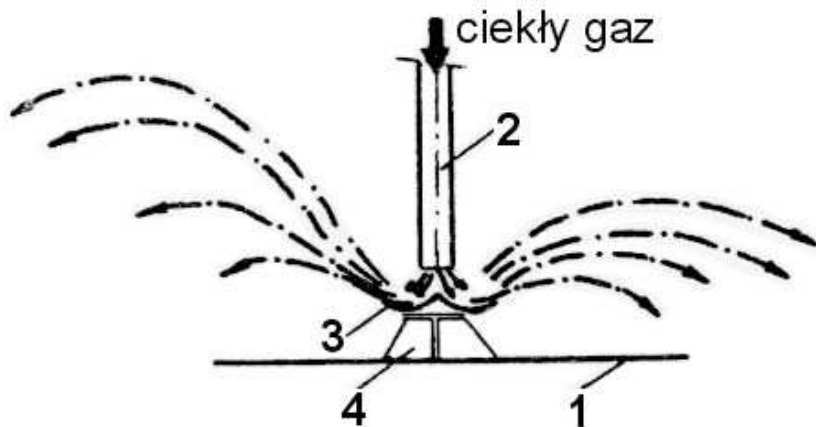
# Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu ciekłych gazów

Zbiorniki do przewozu ciekłych gazów:

- ▶ ciśnieniowe – przy ciśnieniu gazu rzędu 1,75 MPa i temperaturze otoczenia;
- ▶ częściowe podniesienie ciśnienia do około 0,5÷0,8 MPa i częściowym schłodzeniu;
- ▶ atmosferyczne – głęboko schładzane (dla gazów ropopochodnych standardowa temperatura wynosi  $-50^{\circ}\text{C}$  i niżej, dla etylenu  $-104^{\circ}\text{C}$ , dla gazu ziemnego  $-163^{\circ}\text{C}$ ).

Operacje poprzedzające załadunek pustych zbiorników:

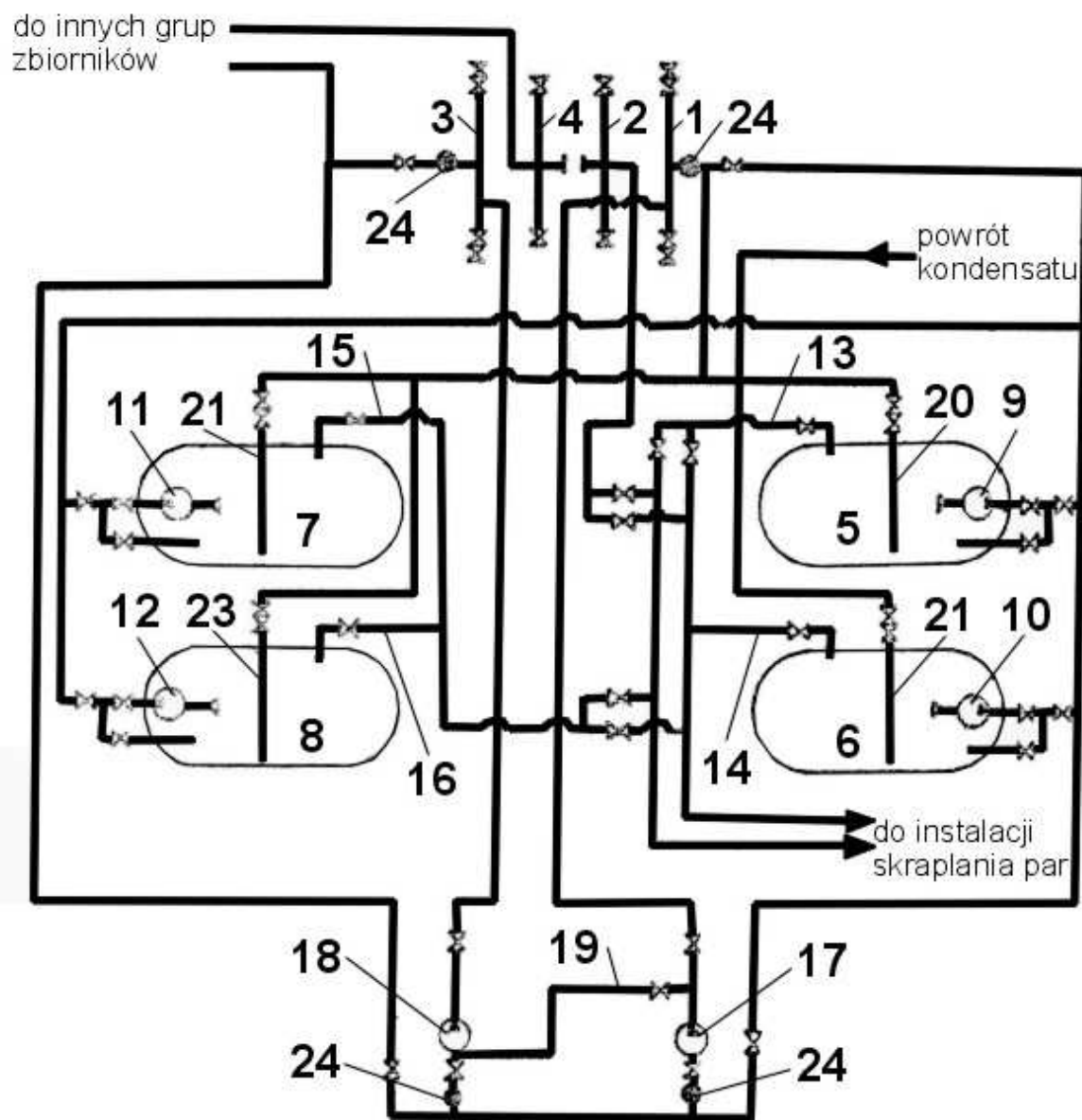
- ▶ zubożenie atmosfery zbiorników;
- ▶ gazowanie ciepłym metanem;
- ▶ schłodzenie wnętrza zbiornika do temperatury odpowiadającej warunkom transportu gazu.



Zasada działania tarczy rozbryzgowej w zbiornikach ładunkowych statków do przewozu ciekłych gazów ropopochodnych (LPG):

- 1 – dno zbiornika;
- 2 – rura napełniania;
- 3 – tacza rozbryzgowa;
- 4 – fundament.

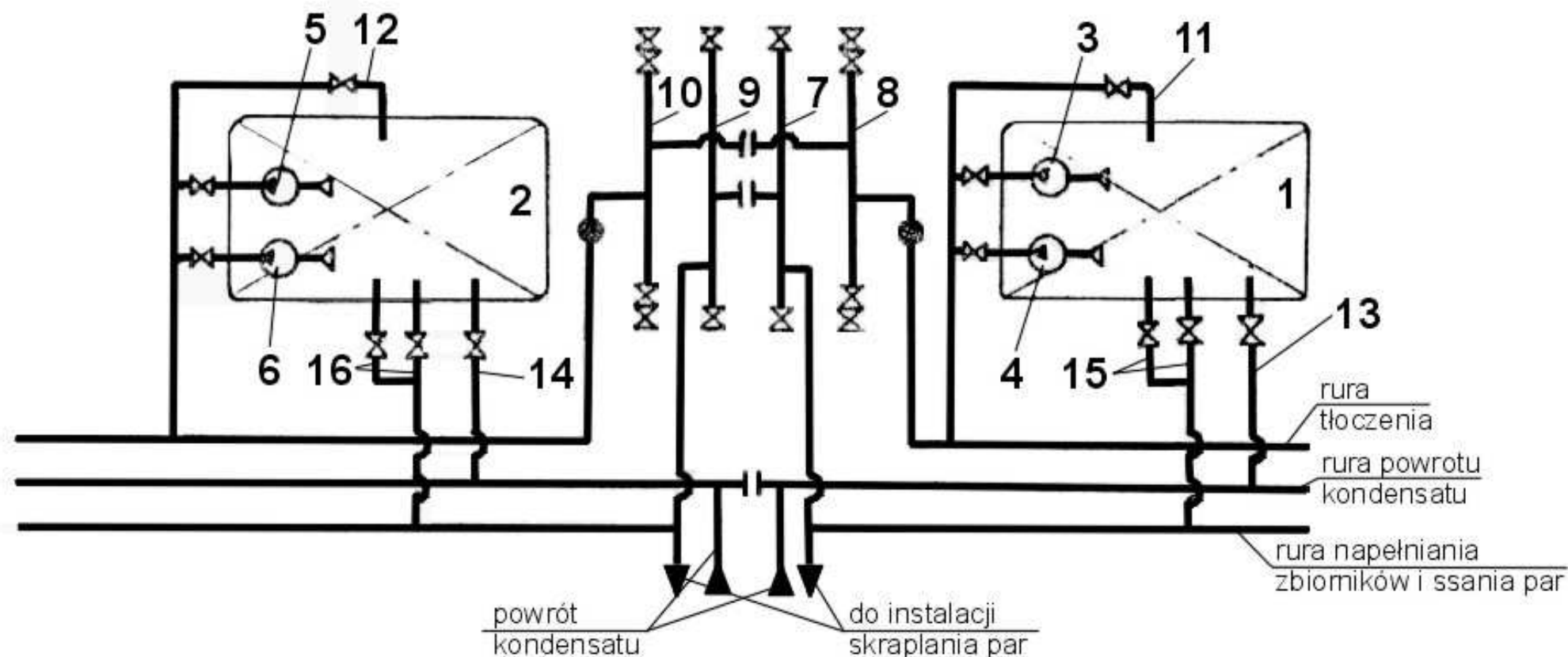
# Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu ciekłych gazów



Schemat instalacji rurociągów ładunkowych statku do przewozu ciekłego gazu ropopochodnego (LPG) w zbiornikach ciśnieniowych:

- 1, 3 – kolektor oddawania ładunku;
- 2, 4 – kolektor przyjmowania ładunku na statek;
- 5÷8 – zbiorniki ładunkowe;
- 9÷12 – pompy ładunkowe;
- 13÷16 – rurociągi odprowadzania par gazu;
- 17, 18 – pompy;
- 19 – rurociąg szeregowego połączenia pomp;
- 20÷23 – rurociągi napełniania;
- 24 – filtr.

# Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu ciekłych gazów



Schemat instalacji rurociągów ładunkowych statku do przewozu ciekłego gazu ropopochodnego (LPG) w zbiornikach atmosferycznych:

1, 2 – zbiorniki ładunkowe;

7, 9 – kolektory załadunkowe;

11, 12 – dodatkowe rurociągi napełniania zbiorników;

15, 16 – rurociąg napełniania zbiorników i ssania par.

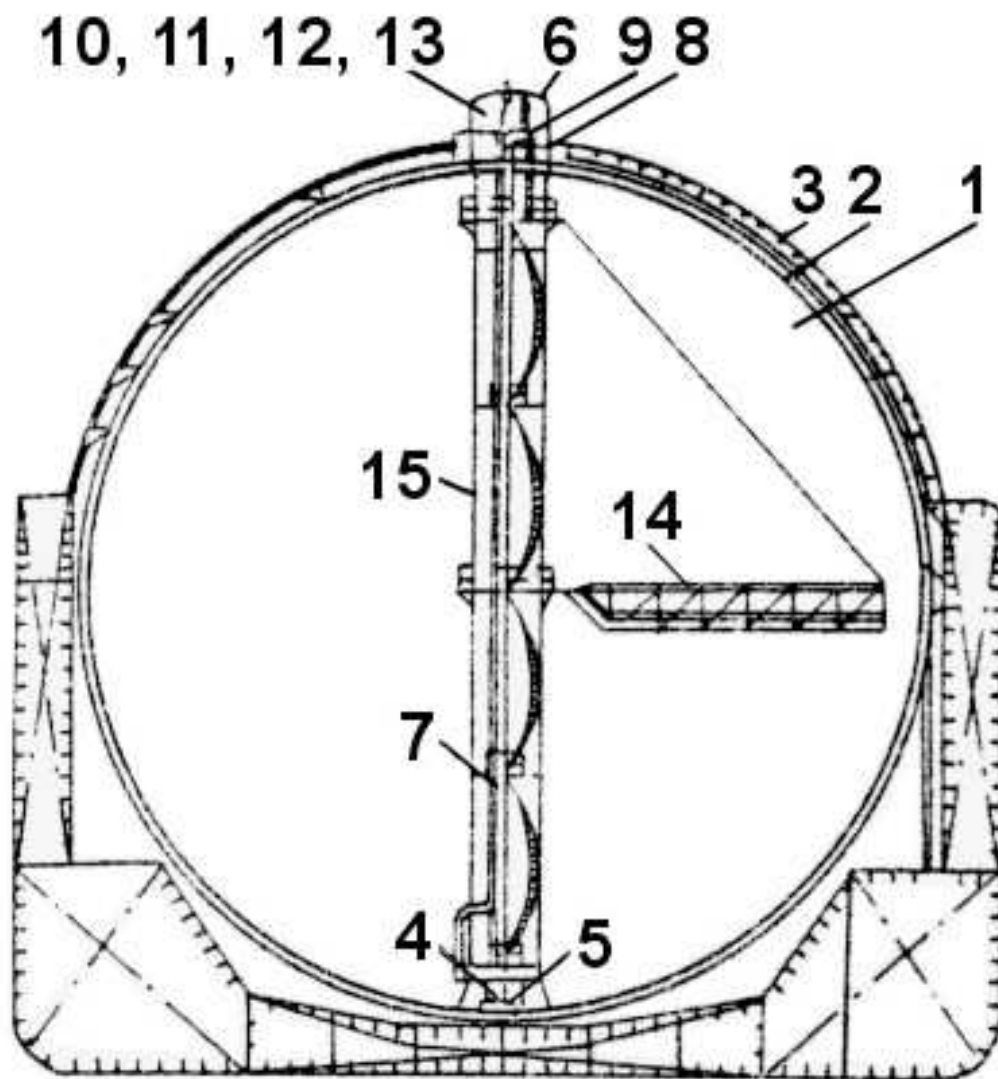
3÷6 – pompy ładunkowe;

8, 10 – kolektory wyładunkowe;

13, 14 – rurociąg powrotu kondensatu;



# Instalacja rurociągów ładunkowych zbiornikowców do przewozu ciekłych gazów



Przekrój zbiornika ładunkowego do przewozu skroplonego gazu ziemnego (LNG):

- 1 – zbiornik;
- 2 – izolacja;
- 3 – pokrywa zewnętrzna;
- 4 – pompa ładunkowa;
- 5 – pompa spryskiwania zbiornika;
- 6 – kołpak;
- 7 – rurociąg wyładowkowy;
- 8 – rurociąg poboru par gazu;
- 9 – rurociąg spryskiwania;
- 10 – rurociąg napełniania zbiornika;
- 11 – rurociąg pomiaru poziomu;
- 12 – rurociąg gazu obojętnego;
- 13 – rurociąg napełniania zbiornika parami gazu;
- 14 – obrotowy pomost kontrolny;
- 15 – wieża rurociągów.



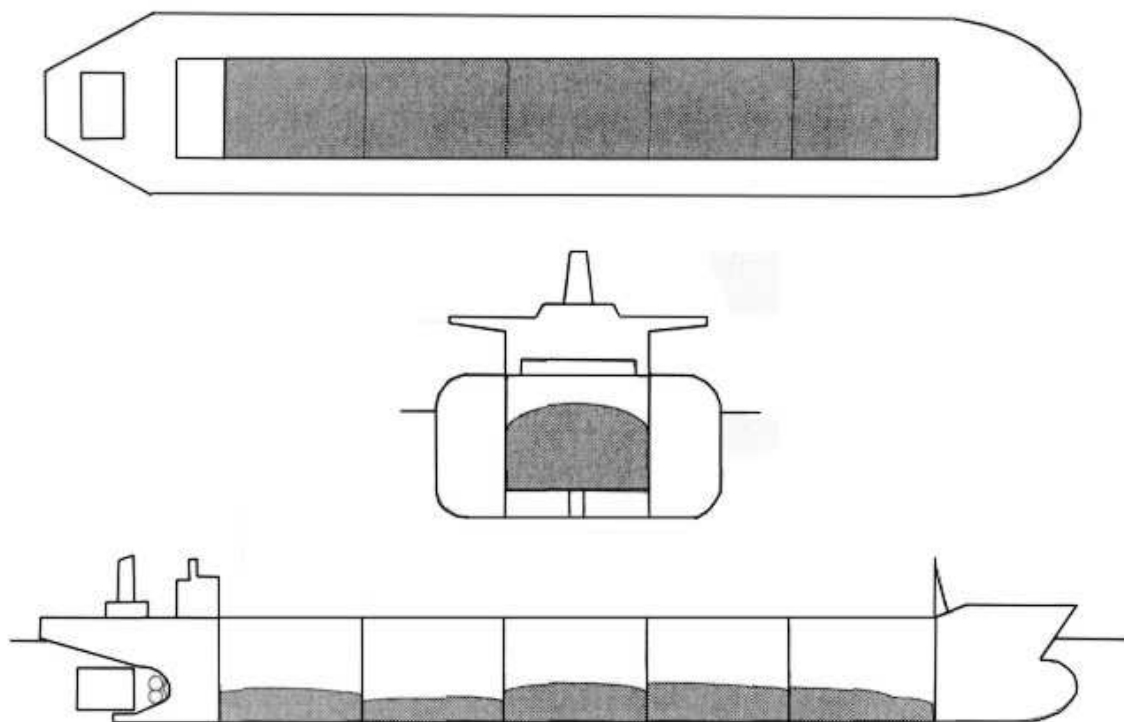
**Masowce** są to jednostki przeznaczone przede wszystkim do transportu luzem suchych ładunków masowych. Ładunki takie stanowią jednolitą masę, która jest ładowana bezpośrednio do ładowni. Ładunki masowe są bardzo zróżnicowane pod względem jakości, rodzaju, właściwości fizykochemicznych itp. Do głównych ładunków masowych możemy zaliczyć: rudy, ziarno, boksyty, fosfaty, różnego rodzaju koncentraty, koks, stal-surówka, cement, cukier, kawa, sól, ferryty, siarka, kwarc, złom, produkty drzewne oraz ładunki płynne.

Podział masowców pod względem wielkości (nośności):

- ▶ **Minimasowce (mini-bulkers).** Są to małe, często specjalistyczne, jednostki o nośności poniżej 10000 ton, o małym zanurzeniu, wykorzystywane w żegludze przybrzeżnej lub trampingu o krótkim czasie trwania podróży, eksploatowane na wodach europejskich, a często w żegludze nieograniczonej.
- ▶ **Masowce pomocnicze średniej wielkości (handy-sized bulkers).** Do tej grupy należą jednostki o tonażu od 10000 do 25000 ton nośności. Charakteryzują się dużą operatywnością przeładunkową oraz łatwością eksploatacji (stąd nazwa angielska). Do tej grupy można zaliczyć tzw. jeziowowce, czyli statki obsługujące porty USA i Kanady na Wielkich Jeziorach, cechują się one posiadaniem specjalnych urządzeń cumowniczych oraz wymiarami ( $L = 222,5$  m;  $B = 23$  m i  $T = 7,92$  m) umożliwiające przechodzenie przez system śluz. Do grupy masowców średniej wielkości zalicza się statki od 35000 do 50000 ton nośności (po angielsku handy-max bulkers).
- ▶ **Panamaksy (panamax bulkers).** Są to masowce o nośności do 80000 ton. Masowce tego rodzaju spełniają kryteria umożliwiające ich przejście przez Kanał Panamski, czyli maksymalne wymiary nie przekraczają: długość  $L < 289,5$  m; szerokość  $B < 32,3$  m oraz zanurzenie  $T < 12,04$  m.
- ▶ **Masowce duże (cape-sized bulkes).** Nośność tej grupy masowców mieści się w granicach od 100000 do 180000 ton. Ich graniczna wielkość zanurzenia nie przekracza 17 m. Prędkość eksploatacyjna tych masowców wynosi od 12,5 do 14 węzłów.
- ▶ **Bardzo duże masowce (VLBC).** Są to jednostki powyżej 180000 ton, o zanurzeniu dochodzącym do 20 m i prędkości nie przekraczającej prędkości 14 węzłów.

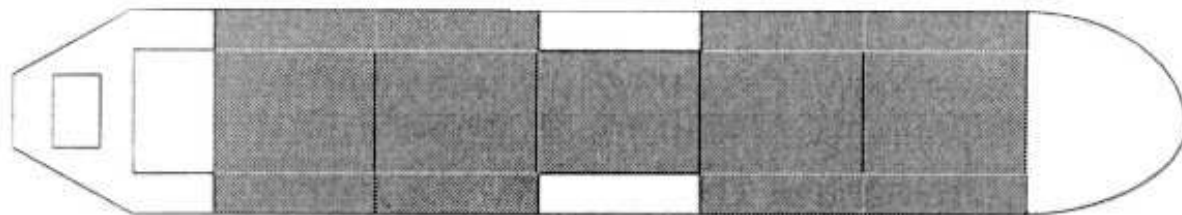
Podział masowców ze względu na rodzaj ładunku:

► **Masowce-rudowce.** Jest to przykład masowca do przewozu produktów jednorodnych, w tym przypadku ciężkich rud (rudy żelaza, rudy cynku itp.). Tego typu masowce charakteryzują się małymi ładowniami z podniesionym środkiem ciężkości dna ładowni. Kadłuby posiadają wzmocnioną konstrukcję, w celu uzyskania znacznej wytrzymałości wzdłużnej. Ładownie są bez międzypokładów, mają wysokie dno podwójne. Poprzez podwójne dno biegnie tunel wzdłużny z którego poprzez włazy jest dostęp do zbiorników balastowych i zęz, w tunelu znajduje się cały system rur i zaworów balastowych. Ponadto cechą charakterystyczną tego typu zbiornikowców są górne i boczne wysokie zbiorniki balastowe.

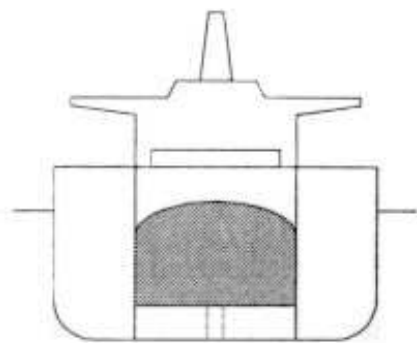


Schemat masowca do przewozu rud ciężkich.

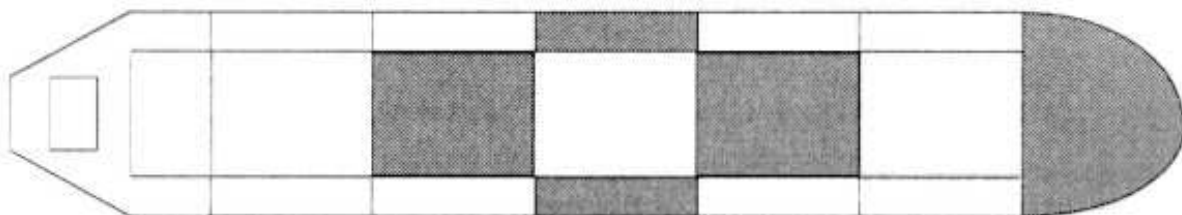
► **Masowce dwuzadaniowe (O/O).** Ładunki mieszane przewożone są przez masowce dwuzadaniowe – rudowco-tankowce (ore/oil). Statki tego typu, oprócz klasycznego wyposażenia do przewozu ładunków masowych, posiada również dodatkowe wyposażenie umożliwiające im przewożenie ładunków ropopochodnych (pompownie, rurociągi ładunkowe, koferdamy i inne).



1. Ładunek ropy



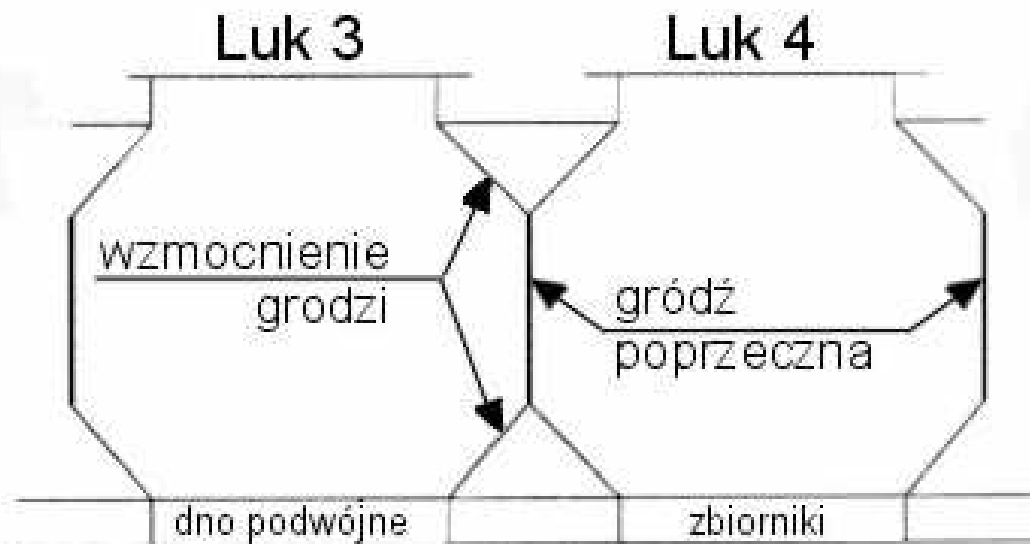
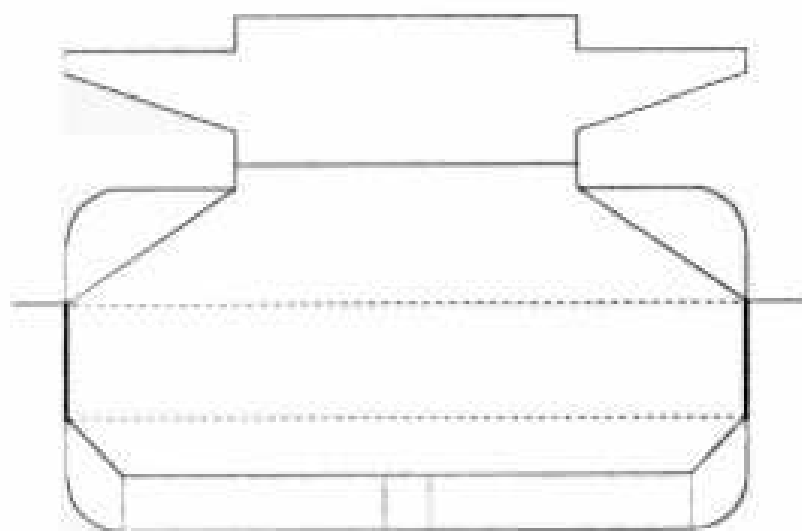
2. Ładunek rudy



3. Statek pod balastem

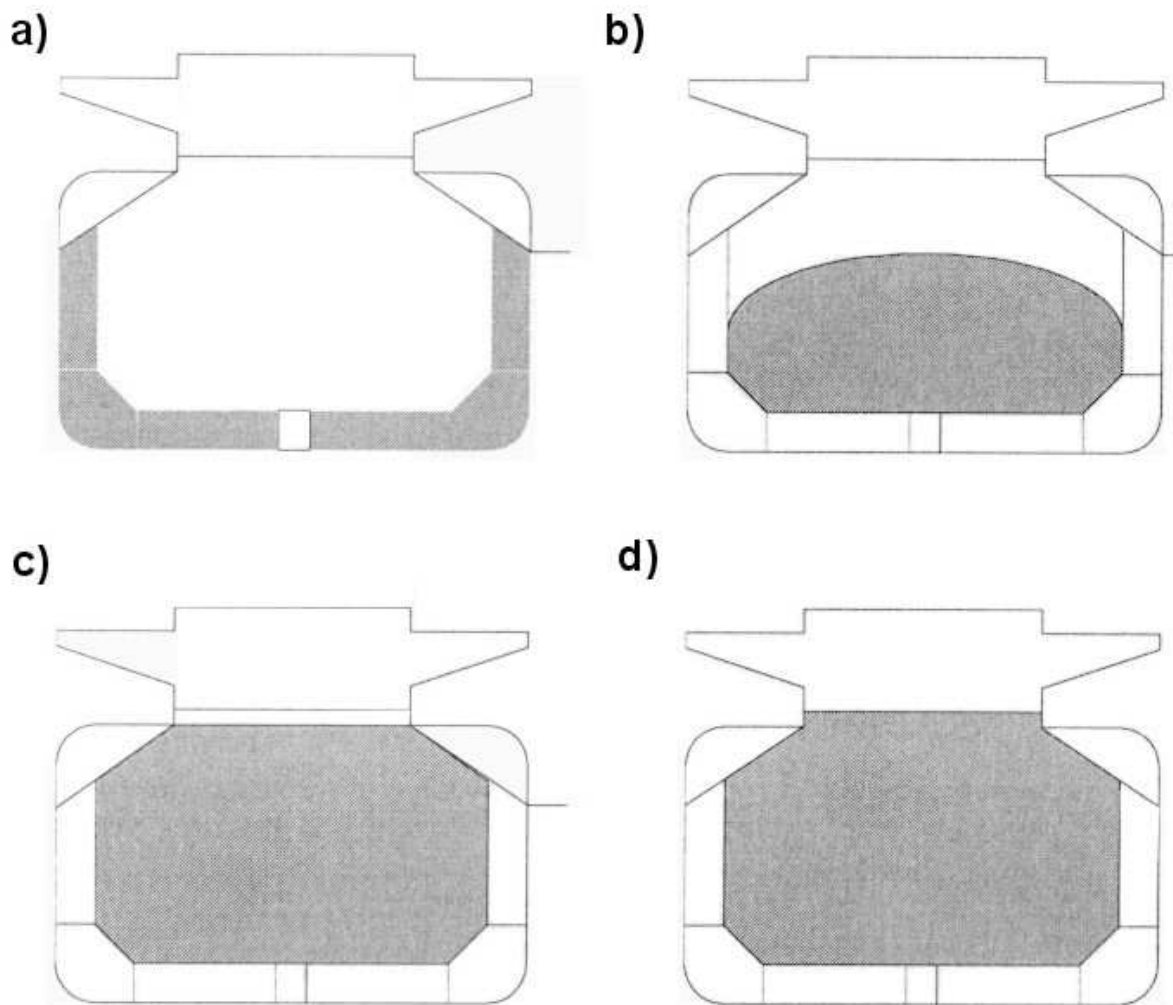
Stany załadowania masowca do przewozu przemiennie ładunków rudy luzem i ładunków ropopochodnych.

► **Masowce Coal/Ore (C/O).** Masowiec typu C/O jest również masowcem dwuzadaniowym. Masowce te są przystosowane do przewozu znacznych ilości ładunków masowych na jednej trasie morskiej. Charakteryzują się znacznymi nośnościami (powyżej 200000 ton) i są wyposażone w 7÷9 ładowni. Konstrukcja zbytnio nie odbiega od konstrukcji masowców-rudowców, odznacza się brakiem bocznych zbiorników ładunkowych, grodzie są zaś skrócone i opierają się w dolnej i górnej części na wspornikach wzmacniających (ułatwia to operacje przeładunkowe, zbędne staje się trzymowanie ładunku).



Przekrój wzdłużny i poprzeczny masowca przystosowanego do przewozu węgla i rudy (C/O).

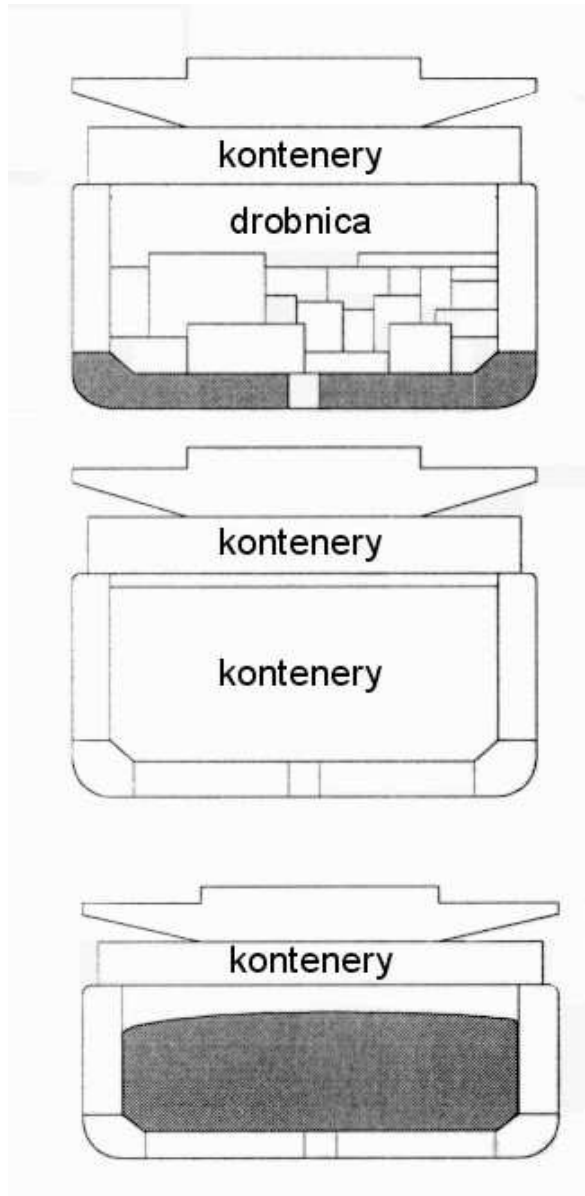
► **Masowce wielozadaniowe (OBO).** Masowce tego typu przystosowane są do przewozu rudy, innych ładunków masowych oraz ropy (po angielsku: ore/bulk/oil, OBO). Ładownie są tak przystosowane, aby mogły przewozić na przemian ładunki płynne lub suche luzem. Statki tego typu, podobnie jak rudowce, posiadają silne wzdłużne wzmocnienia konstrukcji kadłuba. Większość statków OBO jest wielkości jednostek typu panamax (do 80000 ton) lub należą do masowców dużych (od 100000 180000 ton).



Przekroje poprzeczne masowca typu OBO w zależności od rodzaju przewożonego ładunku:

- a – pod balastem;
- b – z ciężką rudą w ładowni;
- c – z lekkim ładunkiem sypkim;
- d – z ładunkiem płynnym.

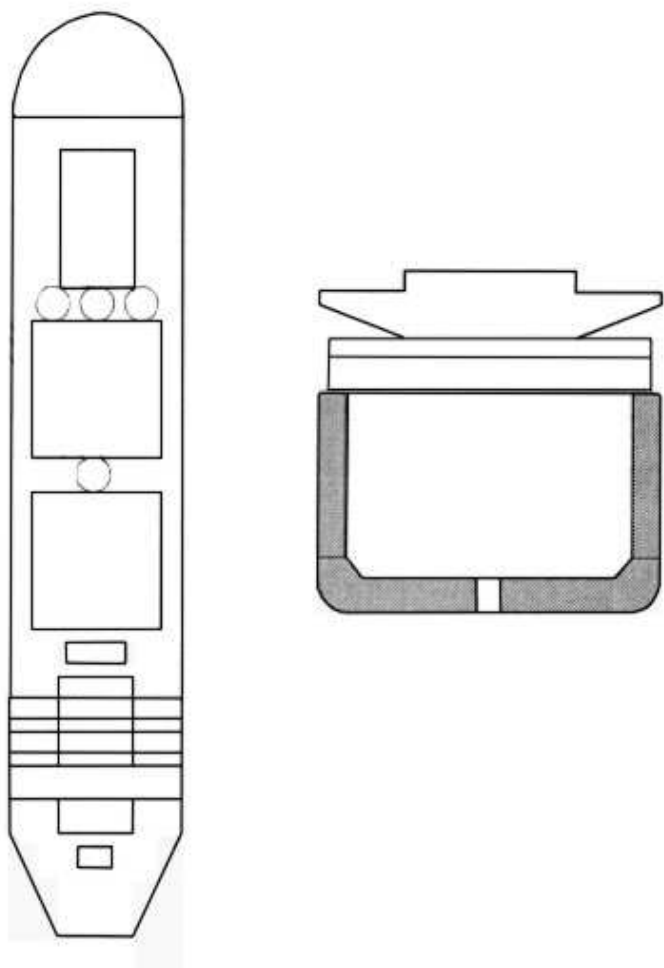
► **Masowce uniwersalne.** Masowce uniwersalne są tak skonstruowane, że mogą przewozić trzy rodzaje ładunków w swoich ładowniach, są to ładunki drobnicowe, kontenery oraz ładunki masowe. Dodatkowo na pokładzie mogą przewozić kontenery.



Przekroje poprzeczne masowca uniwersalnego z różnymi wariantami ładunkowymi.



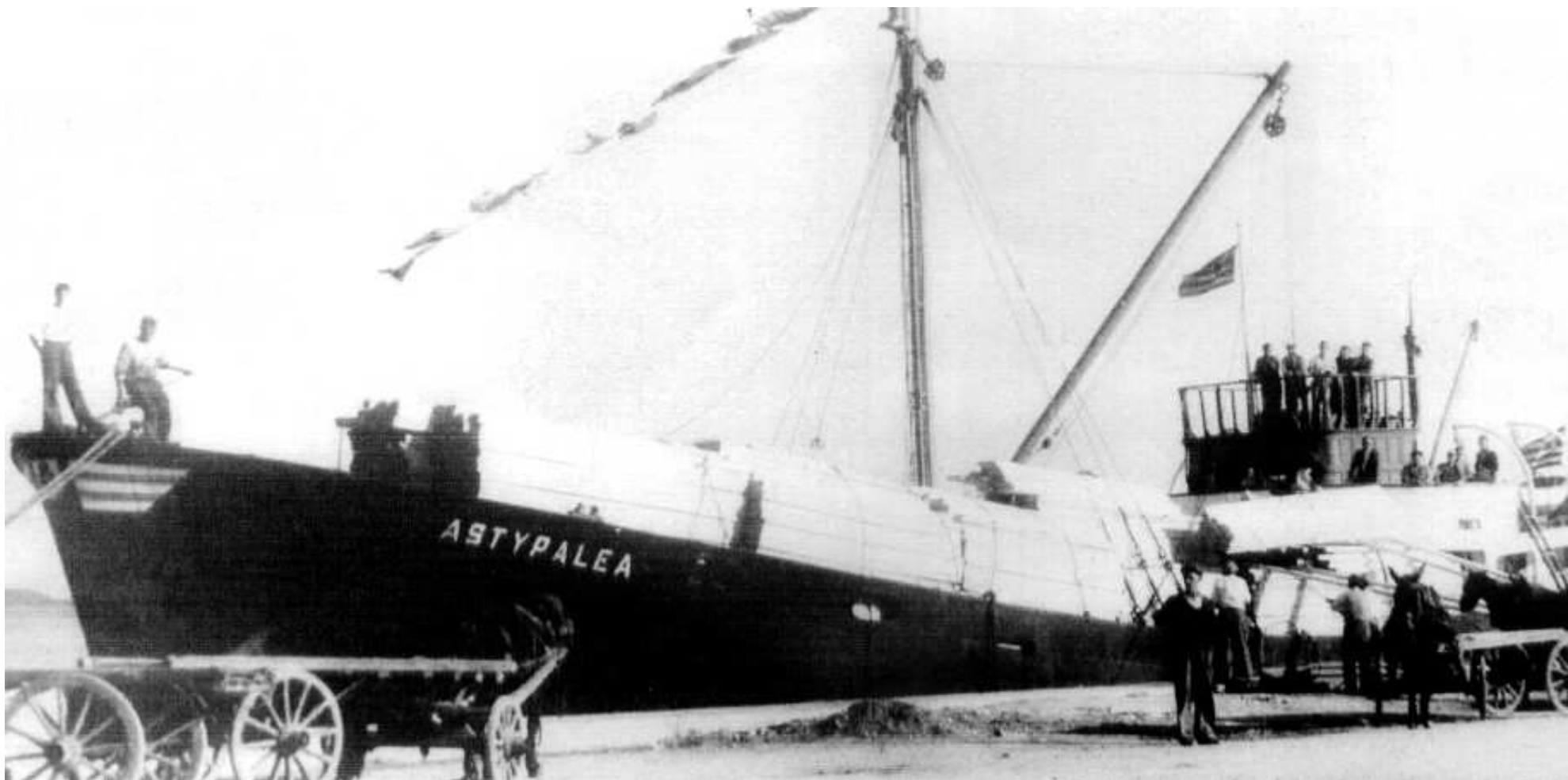
► **Masowce otwartopokładowe (open bulk carriers).** Statki tego typu posiadają bardzo szerokie otwory lukowe, na całej szerokości wnętrza ładowni. Zbiorniki boczne i szczytowe stanowią warstwę ochronną ładowni. Tak skonstruowane masowce służą do przewozu produktów przemysłu drzewnego, jak tarcica paczkowana oraz półfabrykaty, kontenery, ładunki zjednostkowane. Masowce tego typu, z reguły posiadają własne systemy przeładunkowe (urządzenia dźwigowe lub suwnice). Masowce te należą do jednostek o małych nośnościach (zanurzenia do około 7÷8 metrów).



Widok oraz przekrój poprzeczny masowca otwartopokładowego.

► **Masowce/kontenerowce.** Statki te stanowią wersję rozszerzoną masowców otwartopokładowych. Kształt prostokątnych ładowni łatwodostępnych ułatwia ładowanie i przewóz kontenerów bezpośrednio w ładowniach. Drobne poprawki konstrukcyjne, jak montaż prowadnic kontenerowych, wzmocnienie podwójnego dna i pokryw ładowni, to główne inwestycje adaptacyjne do zmiany masowców otwartopokładowych na kontenerowce.

## Galeria



Masowiec Astypalea (1950 rok)

## Galeria



Masowiec typu cape-sized (100000÷180000 ton nośności)



# Galeria



Masowiec konwencjonalny

# Galeria



Masowiec o wzmocnionej konstrukcji



## Galeria



Uszkodzony masowiec tuż przed zatonięciem

## Galeria



Kontrola i konserwacja poszycia ładowni

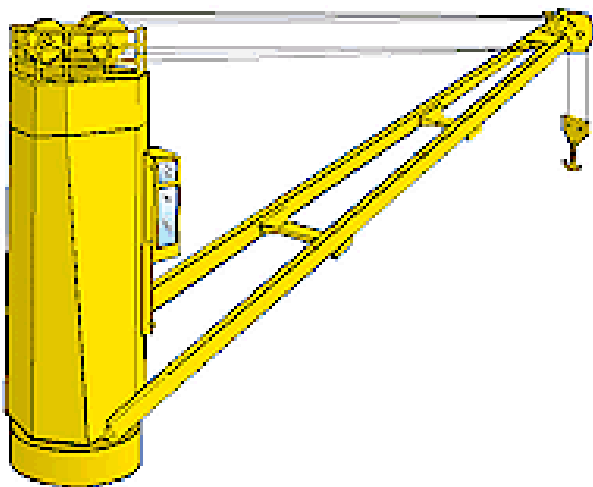


Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – urządzenia dźwigowe.

Kryteria które muszą spełniać dźwigi przystosowane do przeładunków masowych (według firmy MacGregor):

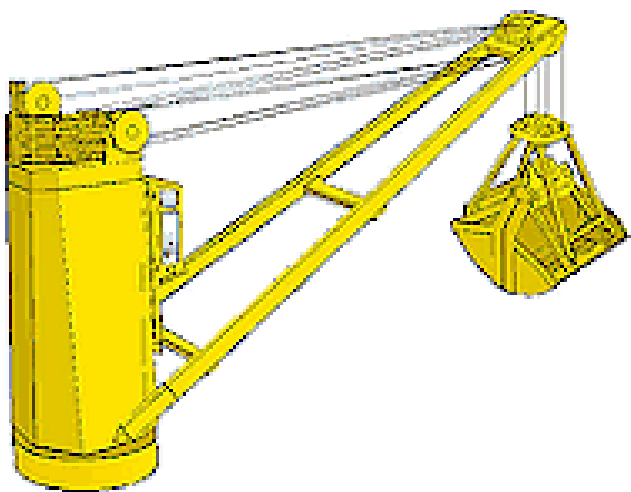
- ▶ 4-linowy układ zawiesia;
- ▶ całodobowa praca w wysokim stopniu obciążenia;
- ▶ wysoka przepustowość prowadzonego przeładunku.

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – urządzenia dźwigowe.



typ	<b>GL-2</b>
udźwig	25÷60 t
wysięg	20÷45 m
prędkość podnoszenia	0÷54 m/min

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – urządzenia dźwigowe.



typ	<b>K-4</b>
wydajność	250÷600 t/h
obciążenie chwytaka	25÷30 t
wysięg	20÷32 m
prędkość podnoszenia	40 m/min

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – urządzenia dźwigowe.

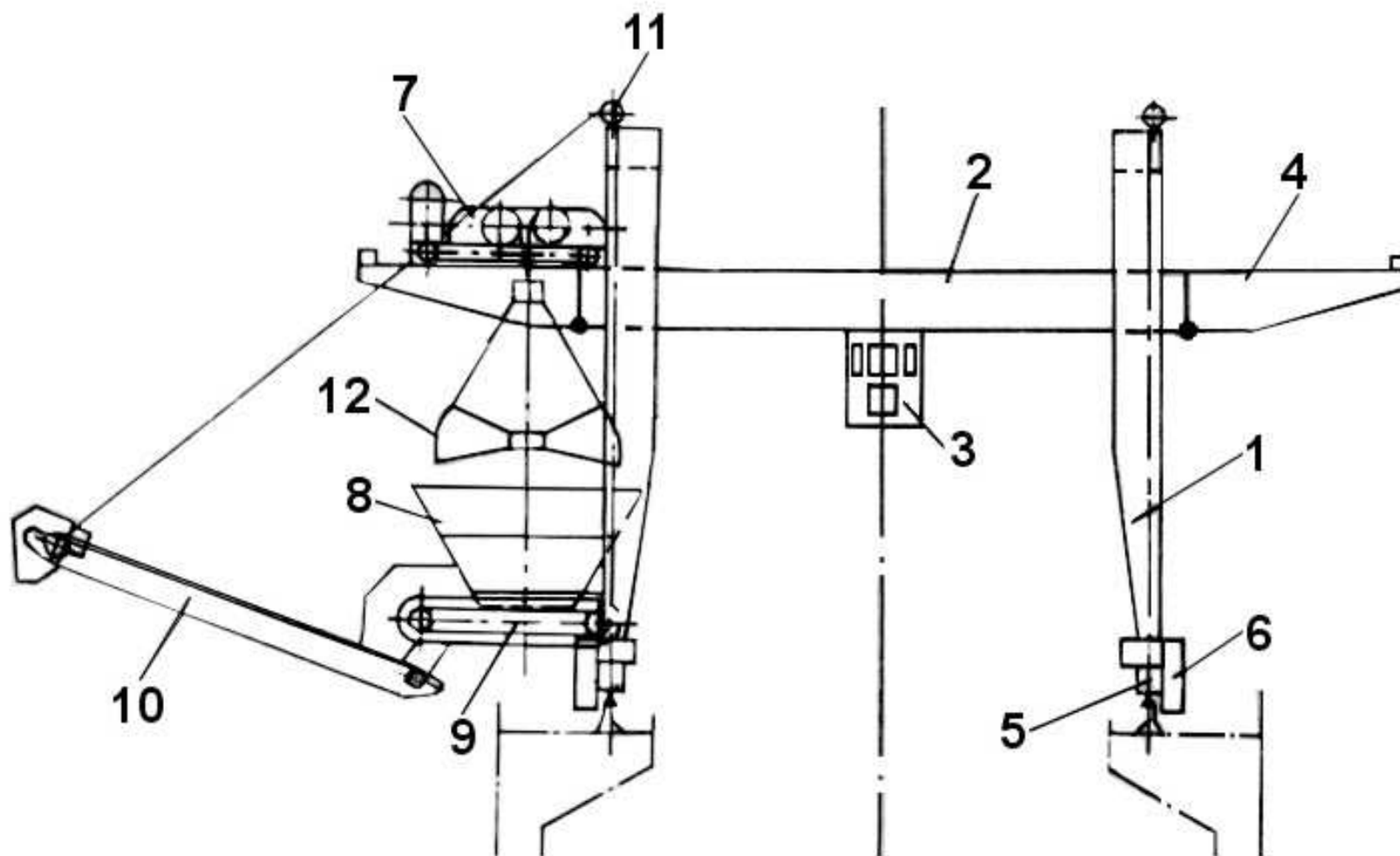


typ	<b>KC-4</b>
wydajność	250÷600 t/h
obciążenie chwytaka	25÷30 t
wysięg	20÷26 m
prędkość podnoszenia	0÷40 m/min

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – bramownice.

Bramownice służą z reguły do obsługi masowców o stosunkowo dużych nośnościach. Dużą wydajność takich urządzeń osiąga się dzięki krótkiej drodze ruchu roboczego. Mimo dużych gabarytów, położenie jej w stanie marszowym nie ogranicza widoczności z mostka.

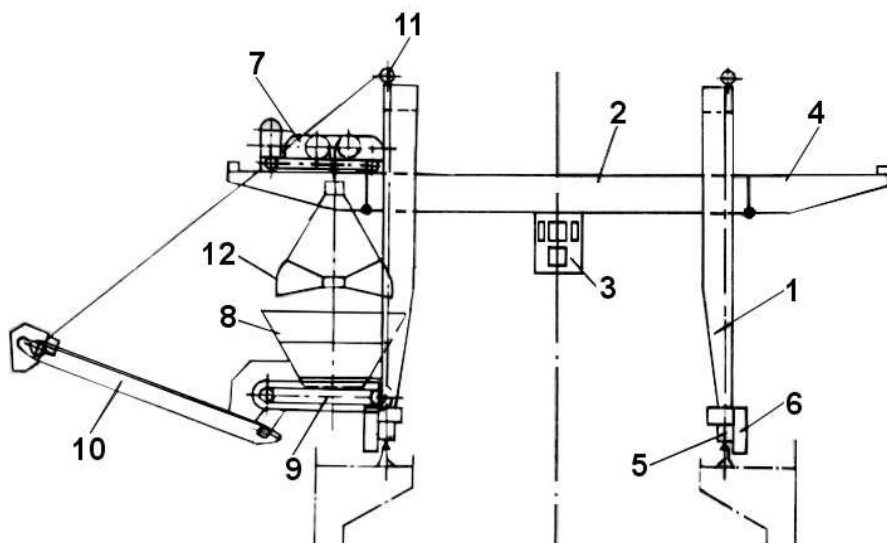
## Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – bramownice.



Bramownica pokładowa ze składanymi wysięgnikami:

- |                               |                         |                           |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 – brama;                    | 2 – most;               | 3 – kabina sterująca;     |
| 4 – wysięgnik;                | 5 – wózek bramownicy;   | 6 – mechanizm jezdny;     |
| 7 – rolki i mechanizm chwyta; | 8 – kosz zasypowy;      | 9 – przenośnik korytkowy; |
| 10 – przenośnik taśmowy;      | 11 – mechanizm nastawy; | 12 – chwytak.             |

## Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – bramownice.



Zespoły bramownicy ze składanym wysięgnikiem:

1. Konstrukcja nośna składająca się z dwóch bram **1**, dwóch mostków **2** oraz kabiny sterującej **3**.
2. Cztery składane wysięgniki **4** wraz z ich napędem.
3. Cztery wózki bramownicy **5**, wahadłowo zamocowane do nóg bram.
4. Cztery mechanizmy jezdne **6** współpracujące z zębatkami.
5. Rolki poziome, zastępujące obrzeża kół jezdnych oraz rolki podchwytowe.
6. Wózek **7** z mechanizmem chwytaka.
7. Kosz zasypowy **8**.
8. Przenośnik korytkowy podajnikowy **9** z napędem.
9. Przenośnik taśmowy **10** z napędem.
10. Mechanizm **11** do ustawiania przenośnika taśmowego.
11. Chwytaka **12**.
12. Urządzenia zasilającego.

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – bramownice.

Ładunek sypki (węgiel, apatyt, rudy) czerpany jest z ładowni chwytakiem i następnie opróżnianym nad koszem zasypowym (kosz ma pojemność kilku chwytaków). Z kosza przenośnik korytkowy podaje ładunek na przenośnik taśmowy, wychylony nad nabrzeżem (można ładować wagony).

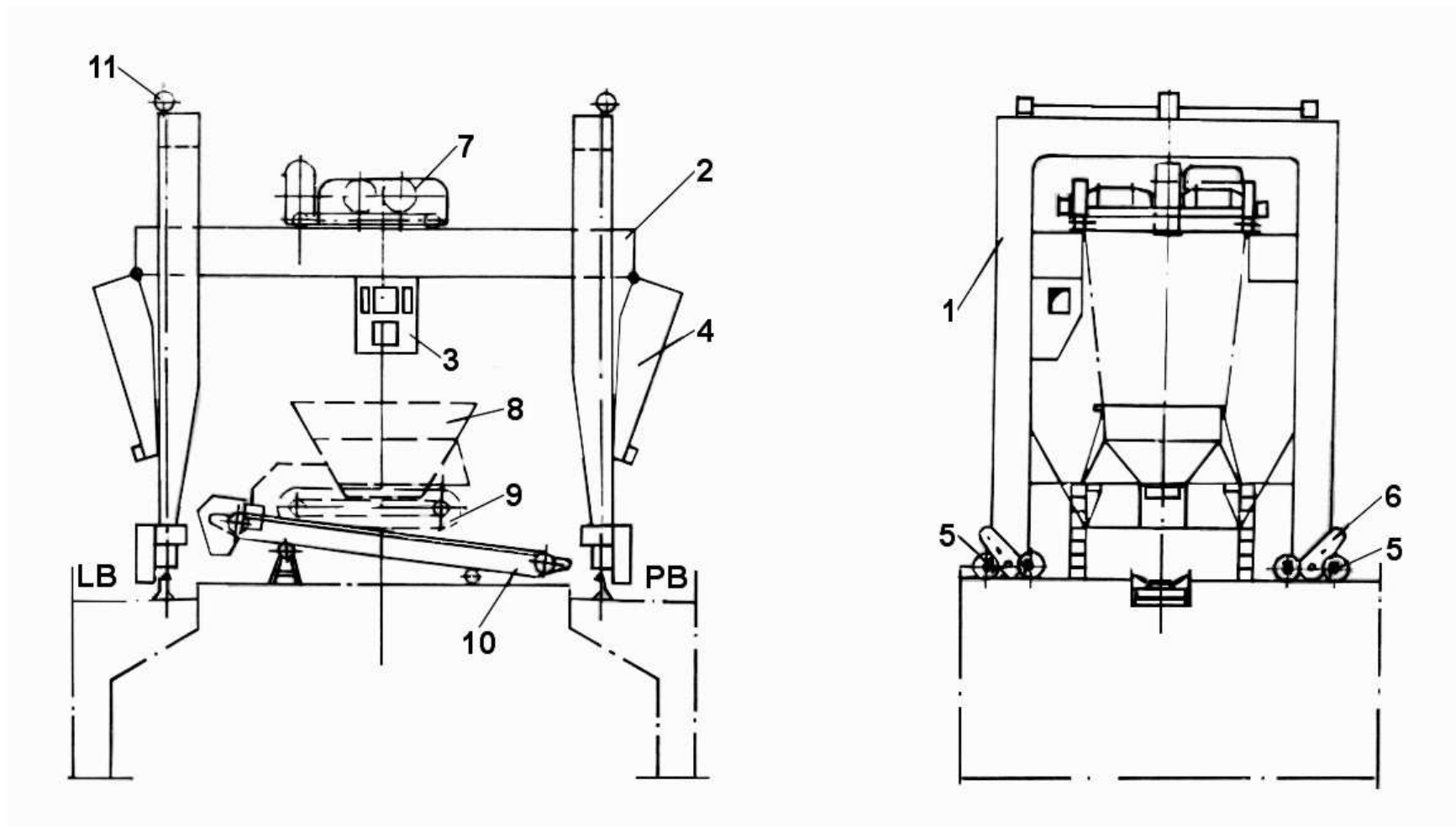
W urządzeniu tym przewidziano pracę w następującym skojarzeniu:

1. Podnoszenie i jazda wózkiem.
2. Podnoszenie i jazda bramą.
3. Jazda bramą i jazda wózkiem.

Sterowanie odbywa się z kabiny oraz pokładu. Z kabiny można sterować następującymi uchami: podnoszenie, opuszczanie, otwieranie i zamykanie chwytaka, jazda wózkiem i mostem. Natomiast z pokładu sterowane są ruchy: przenośnika korytkowego i taśmowego, nastawcze przenośnika taśmowego oraz ustawienia czterech zwodzonych wysięgników.



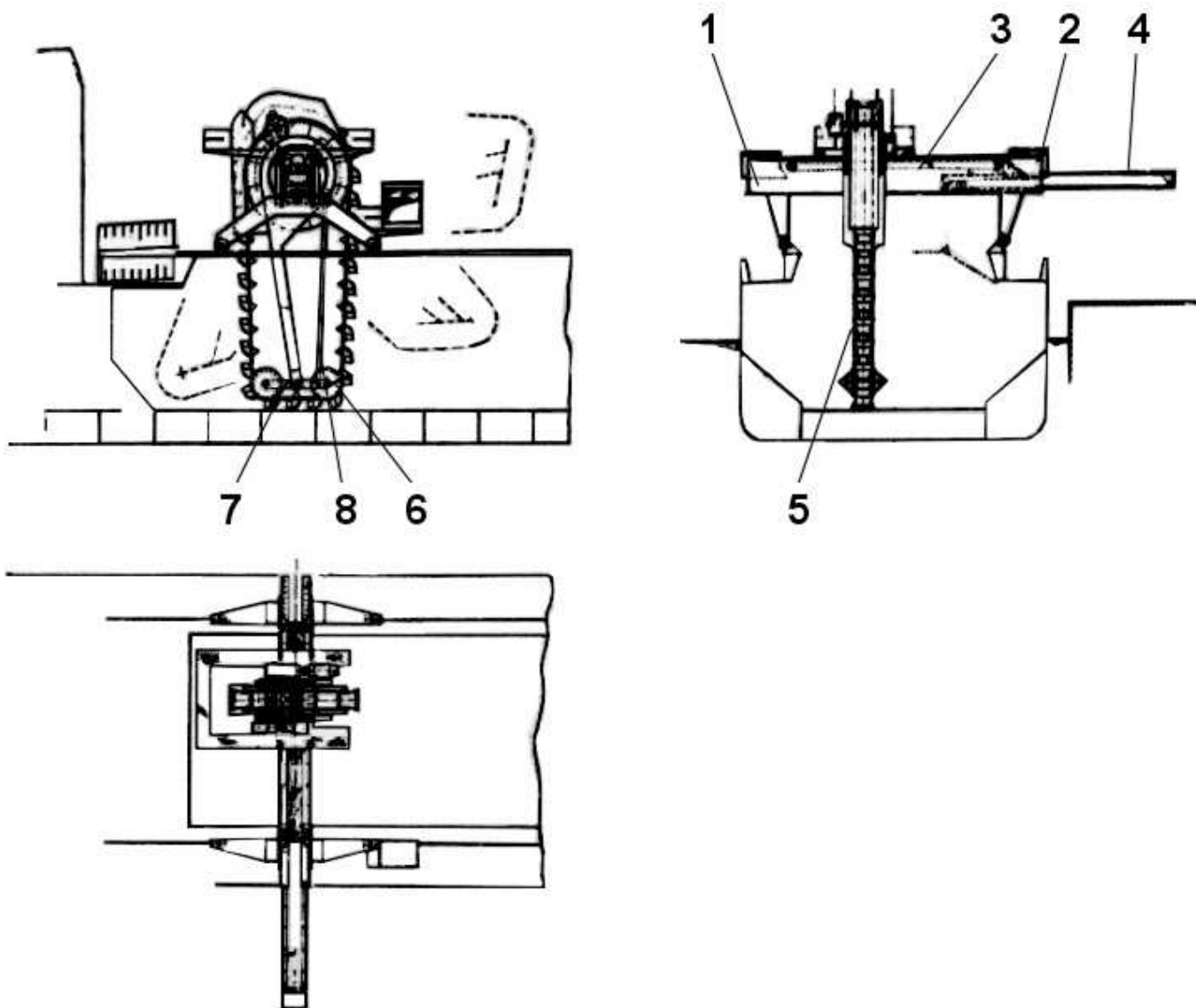
## Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu przerywanym – bramownice.



Bramownica pokładowa ze składanymi wysięgnikami przygotowana do rejsu:

- |                               |                         |                           |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1 – brama;                    | 2 – most;               | 3 – kabina sterująca;     |
| 4 – wysięgnik;                | 5 – wózek bramownicy;   | 6 – mechanizm jezdny;     |
| 7 – rolki i mechanizm chwyta; | 8 – kosz zasypowy;      | 9 – przenośnik korytkowy; |
| 10 – przenośnik taśmowy;      | 11 – mechanizm nastawy; | 12 – chwytek.             |

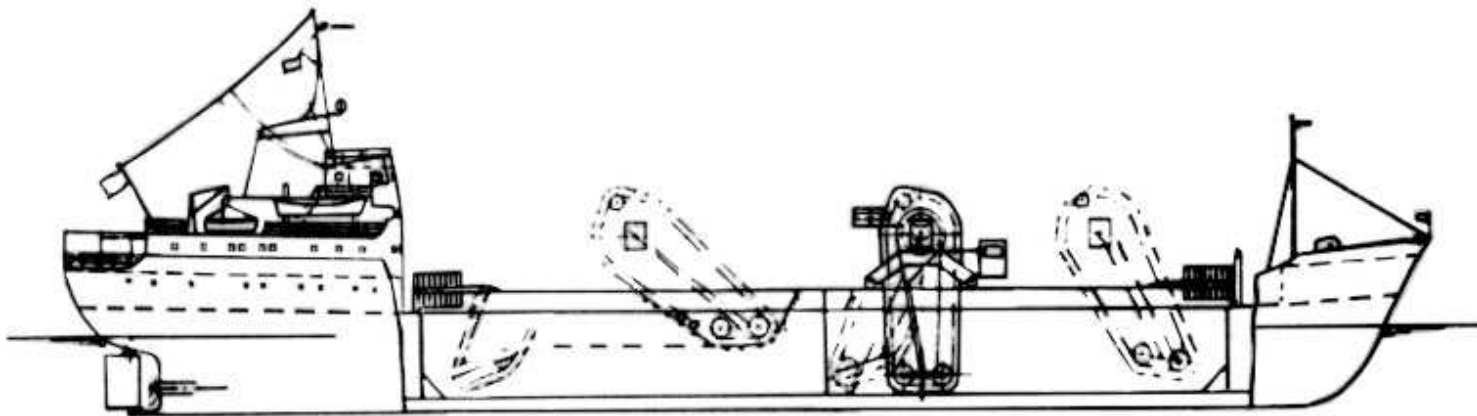
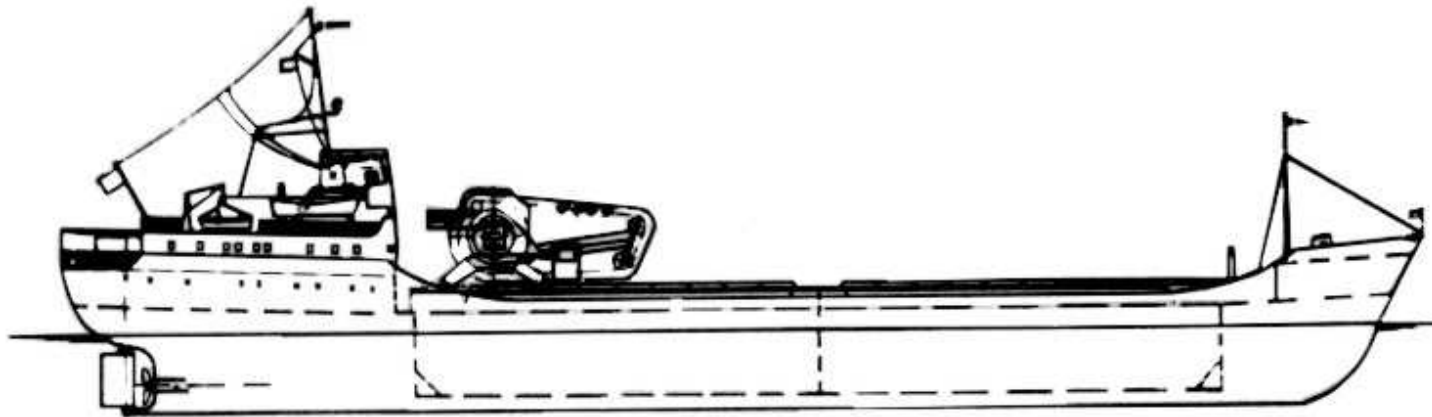
Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu ciągłym.



Urządzenie czerpakowe do  
wyładunku ze statku materiałów  
sypkich:

- 1 – bramownica;
- 2 – most bramownicy;
- 3 – przenośnik stały;
- 4 – przenośnik ruchomy;
- 5 – przenośnik kubłkowy;
- 6 – koła łańcuchowe;
- 7 – wahacz;
- 8 – wychylna dźwignia.

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu ciągłym.



Urządzenie czerpakowe do wyładunku ze statku materiałów sypkich w stanie złożonym do rejsu i w kilku fazach pracy.

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu ciągłym.

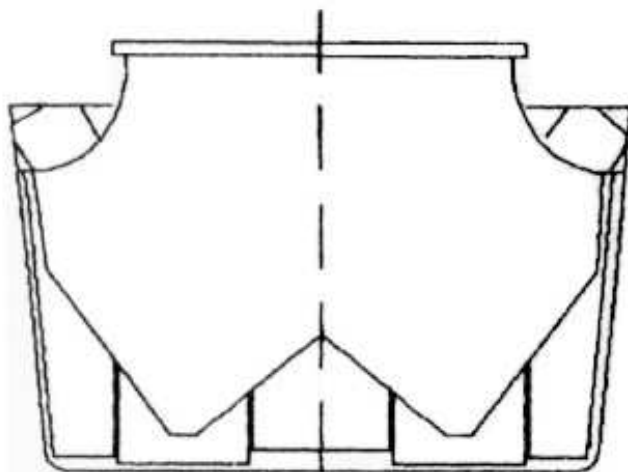
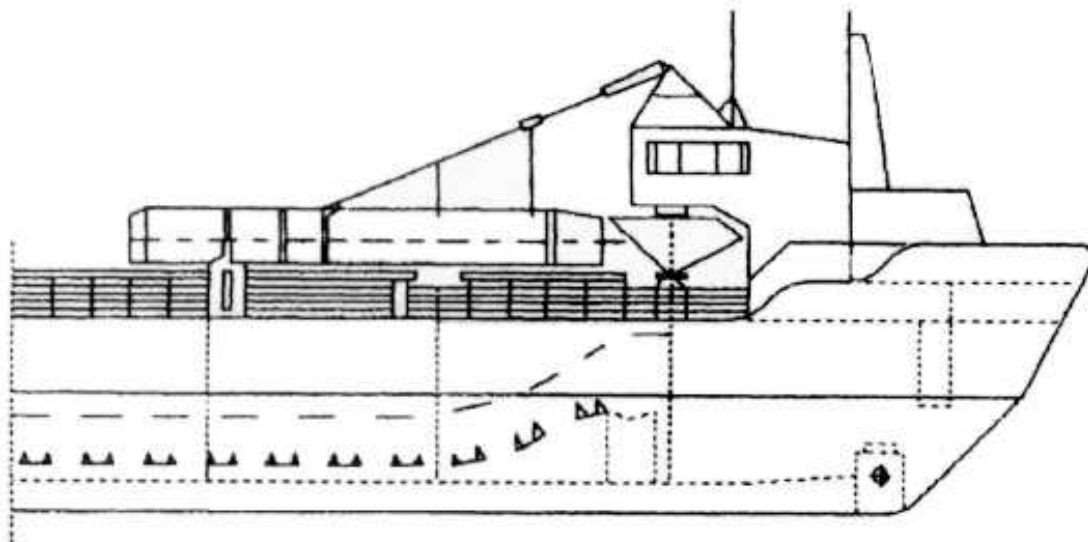
Ciężar urządzenia do przeładunku o ruchu ciągłym nie przekracza 65 ton, co umożliwia ustawienie urządzenia na statku i zdejmowanie go dźwigiem. Przy zastosowaniu tego urządzenia w charakterze zdejmowanym, nie zmniejsza się nośności statku, wymagane są tylko pewne prace adaptacyjne.

Rozładunek statku zaczyna się wgłębieniem kół łańcuchowych przenośnika kubelkowego w dziobową część ładunku w ładowni. W pierwszym etapie rozładunek odbywa się do połowy wysokości ładowni, a w drugim do samego dna. Celem oczyszczenia z resztek, ramę czerpaka kubelkowego ustawia się w odpowiedniej pozycji na niezbędnej dla pracy wysokości.

Urządzenie tego typu ma zastosowanie na statkach o niedużej nośności.

Ekonomiczność stosowania urządzeń przeładunkowych o ruchu ciągłym, wzrasta wraz z zwiększaniem nośności.

Pokładowe urządzenia przeładunkowe o ruchu ciągłym.



Widok boczny i przekrój przez ładownię statku z systemem samowyladowczym.

## Przeładunek masowców za pomocą urządzeń portowych



Załadunek niewielkiego masowca

## Przeładunek masowców za pomocą urządzeń portowych



„Resztkowanie”.

## Podział urządzeń przeładunkowych



```
graph TD; A[Podział urządzeń przeładunkowych] --> B[Żurawie bomowe]; A --> C[Żurawie pokładowe]; A --> D[Suwnice pokładowe];
```

**Żurawie bomowe**

**Żurawie pokładowe**

**Suwnice pokładowe**



Żurawie bomowe:

- lekkie → udźwig do 10 t;
- ciężkie → udźwig powyżej 10 t.

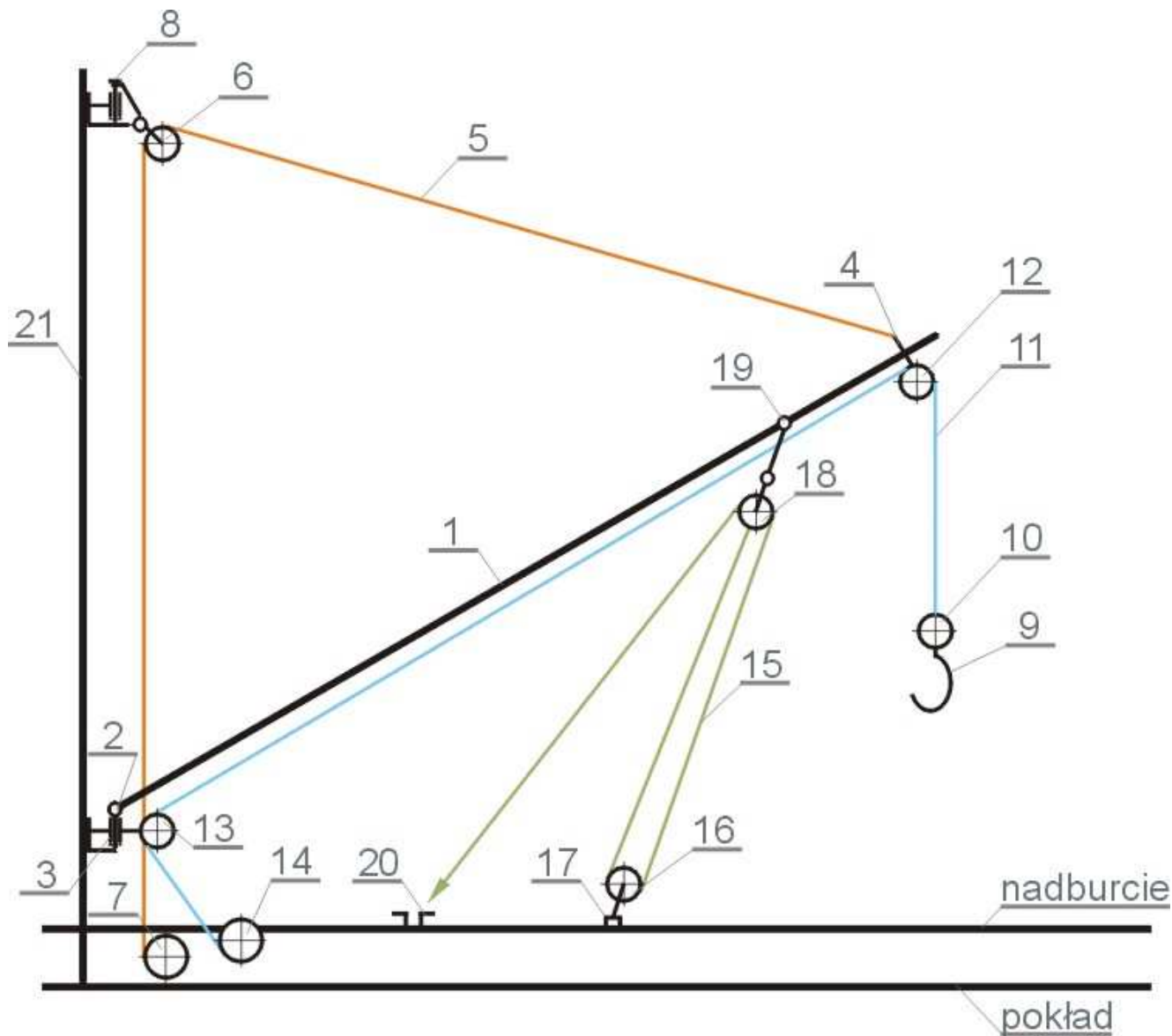
Podstawowe części żurawika bomowego:

- bom (wysięgnik);
- maszt;
- winda ładunkowa (renerowa);
- winy pomocnicze (topenantowe, gajowe);
- takielunek i osprzęt.

Wady żurawii bomowych:

- zajmują dużo miejsca na pokładzie statku;
- możliwość utraty stateczności;
- duża komplikacja manewrów;

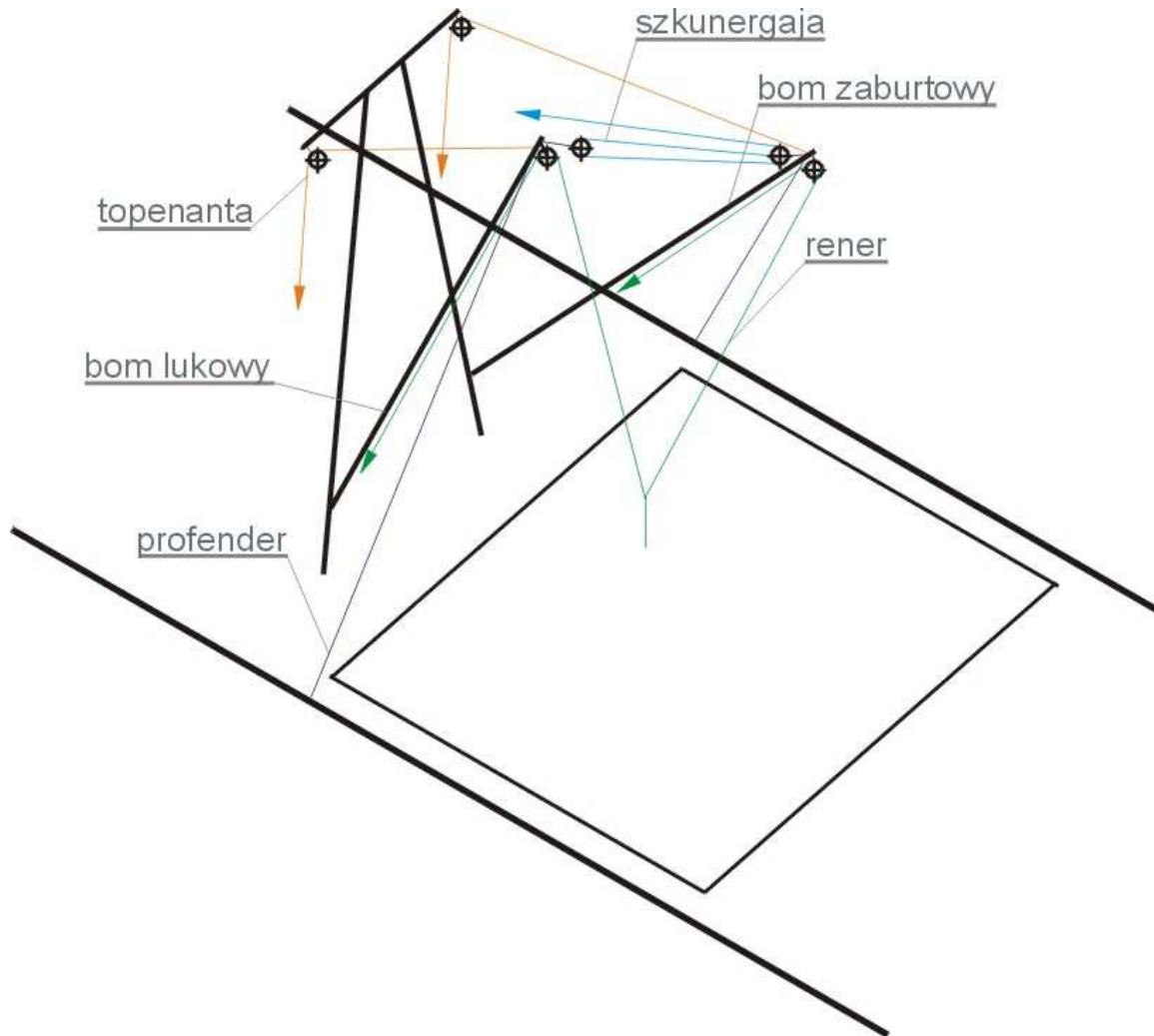
## Żurawie bomowe



## Schemat lekkiego żurawia bomowego

- 1 – bom;
- 2 – pięta;
- 3 – łożysko bomu;
- 4 – ucho noku;
- 5 – topenanta;
- 6 – blok topenantowy;
- 7 – winda topenantowa;
- 8 – zaczep bloku topenanty;
- 9 – hak ładunkowy;
- 10 – obciążnik kulowy z krętlikiem;
- 11 – rener;
- 12 – krążek renerowy;
- 13 – krążek kierunkowy;
- 14 – winda renerowa;
- 15 – talia gajowa;
- 16 – nieruchomy blok talii gajowej;
- 17 – zaczep bloku talii gajowej;
- 18 – ruchomy blok talii gajowej;
- 19 – zaczep bomowy talii gajowej;
- 20 – rożek;
- 21 – maszt.

### Praca bomami sprzężonymi



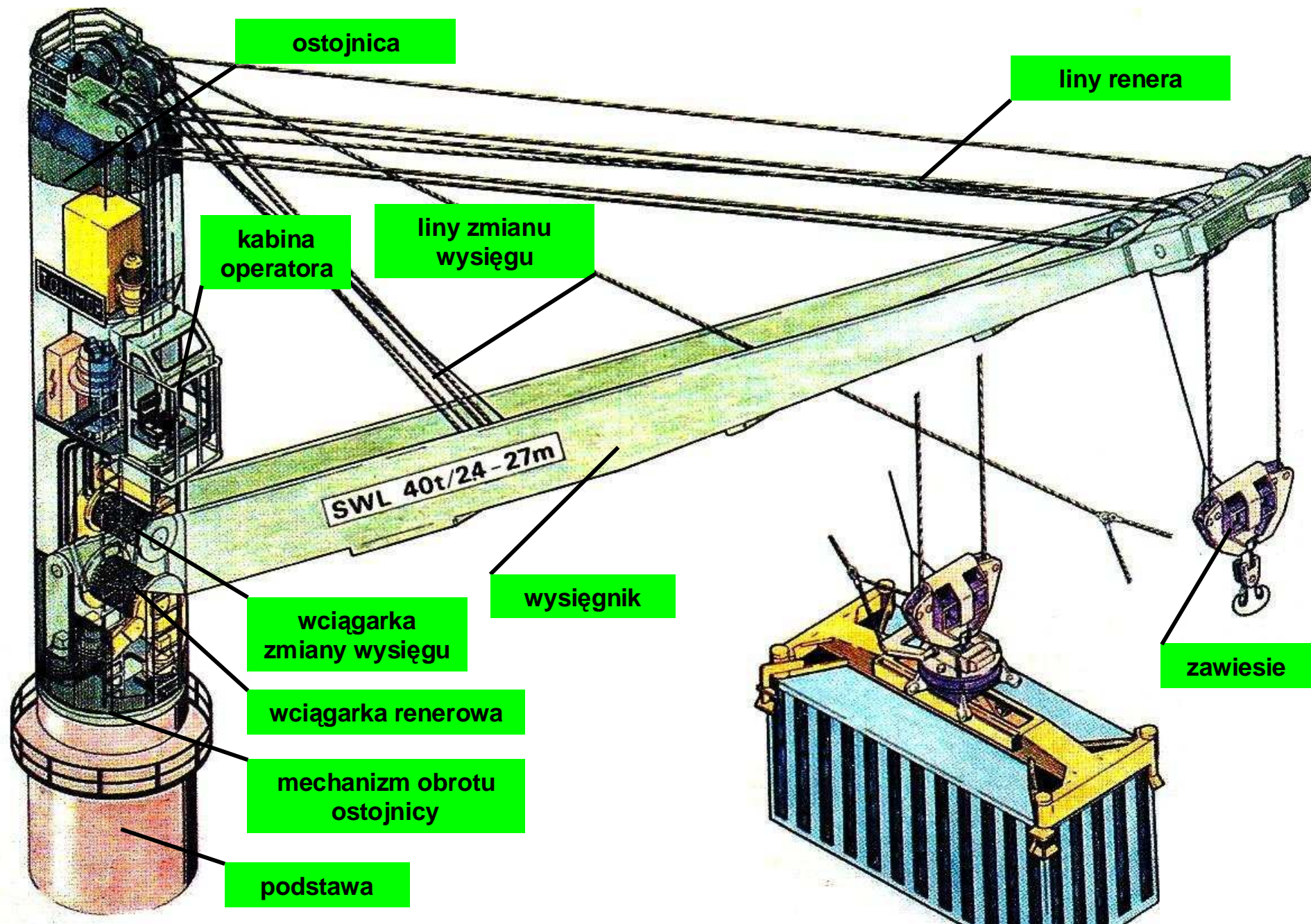
### Zasada pracy bomami sprzężonymi

Prace za pomocą bomów sprzężonych rozpoczyna się od ustawienia przy pomocy gaj jednego bomu nad lukiem (bom lukowy), drugiego bomu poza burtą (bom zaburtowy). Renery obu bomów łączy się ze sobą przy pomocy łącznika trójkątnego, do którego jest zawieszony hak. Aby zapobiec złożeniu się bomów nokami, zakłada się dodatkowe liny zwane profenderami. Natomiast szkuner gaja zapobiega rozchylaniu się bomów.

W pierwszym etapie rener bomu lukowego jest nawijany, jednocześnie rener bomu zaburtowego jest również nawijany. Po osiągnięciu odpowiedniego położenia rener „lukowy” zaczyna się odwijać, aż przenoszony ładunek znajdzie się nad nabrzeżem. Wtedy następuje ostatnia faza przeładunku, czyli odwijanie renera „zaburtowego”.



## Żurawie pokładowe



## Żurawie pokładowe

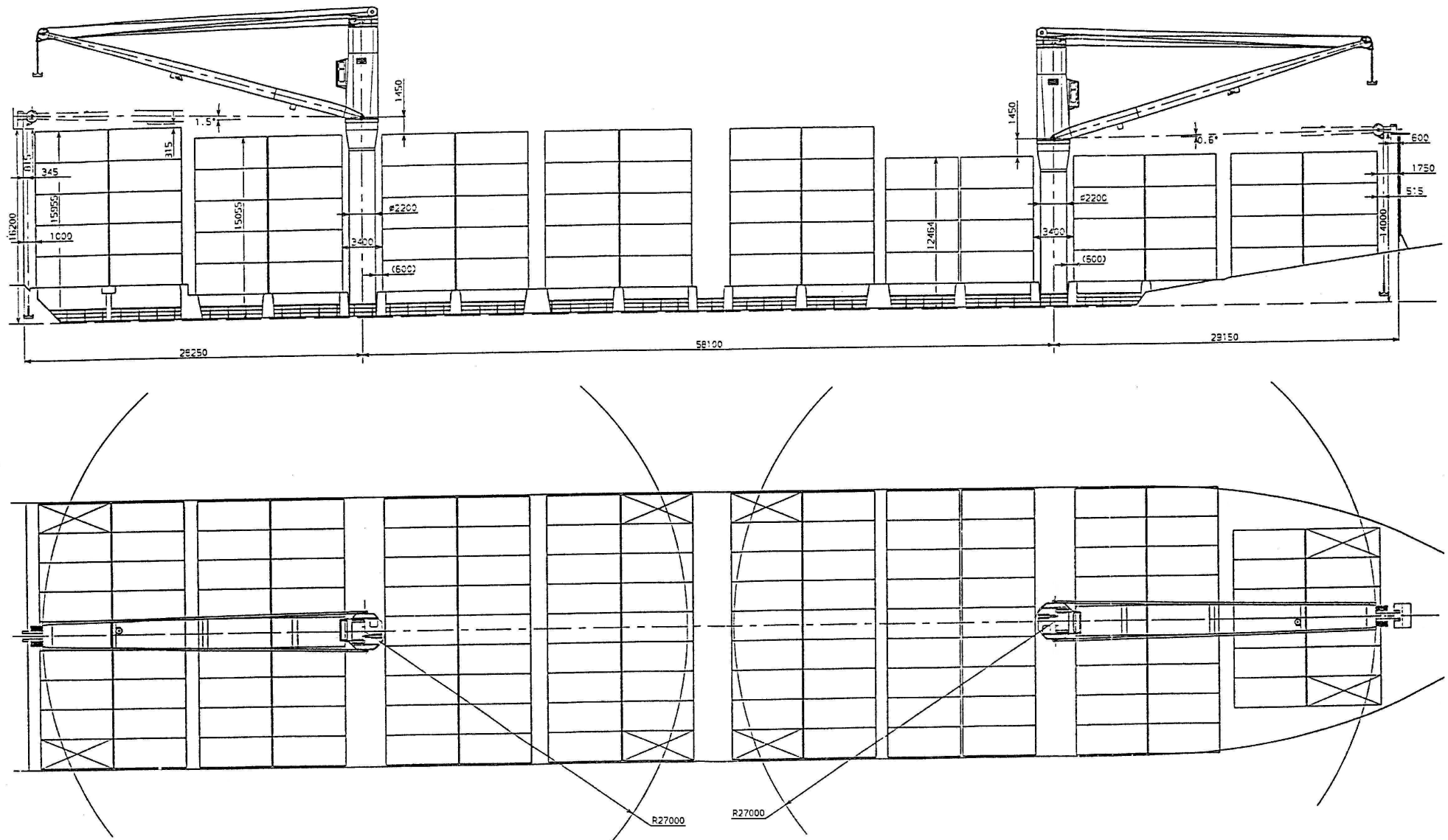
Podstawowe udźwigi żurawi pokładowych:

- 35÷45 t → dla kontenerów 40';
- 25 t → dla kontenerów 20';
- 16 t → dla tzw. drobnicy ciężkiej (np. wyroby hutnicze);
- 5 t → dla drobnicy niezjednostkowanej.

Zalecenia co do doboru żurawii przeładunkowych:

- jeżeli większość przewożonej masy towarowej stanowią kontenery 40' → żuraw 36 t;
- jeżeli większość stanowią kontenery 20' → żuraw 25 t;
- w przypadku gdy większość przewożonej masy towarowej stanowi różna drobica oraz częściowo kontenery 20' → żurawie 16 t oraz jeden 25 t;
- jeżeli większość masy towarowej stanowi drobica, częściowo kontenery 20' i sporadycznie kontenery 40' → żuraw 16 t oraz jeden 25 t (kontenery 40' przeładowywane przez urządzenia portowe).

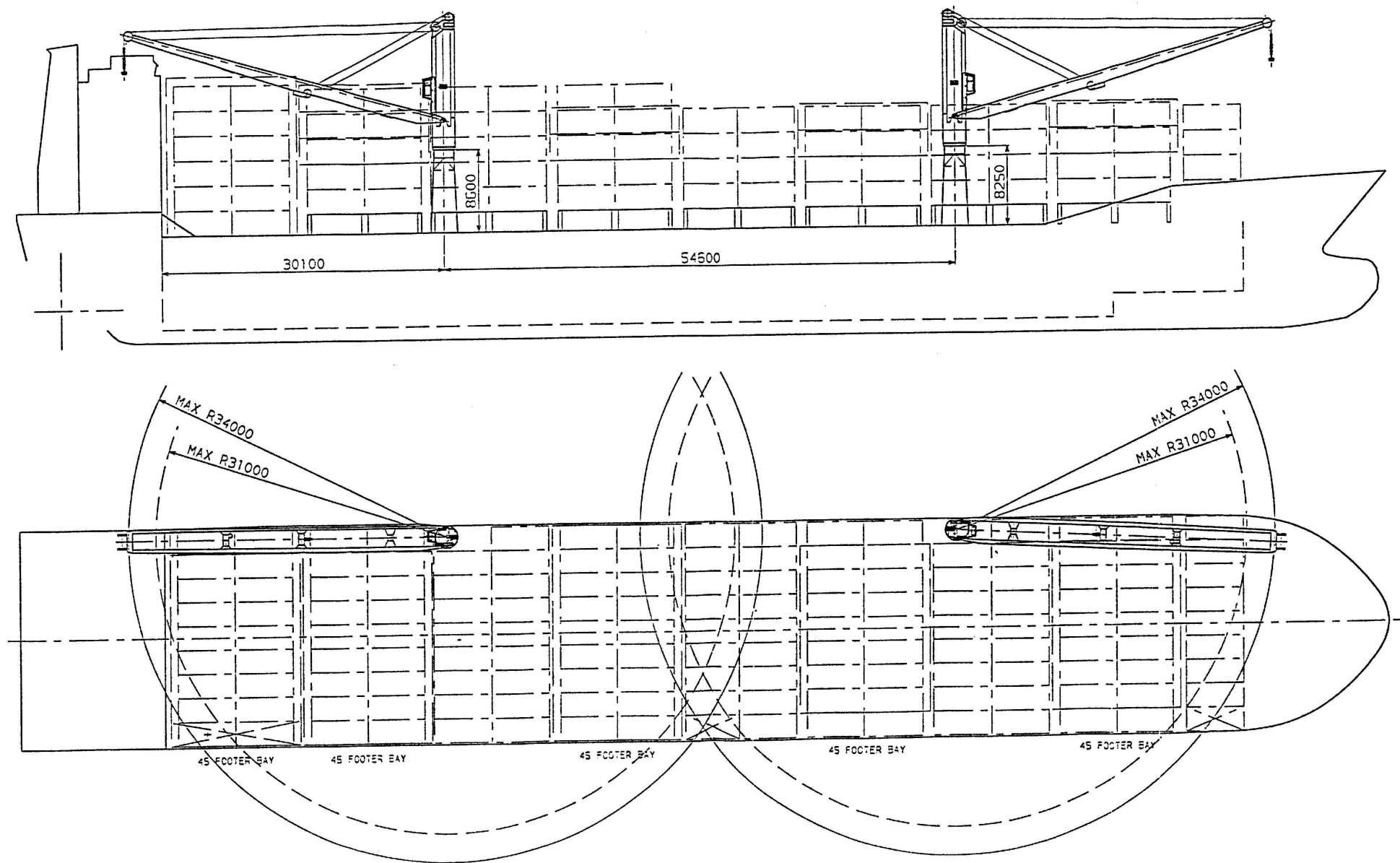
## Żurawie pokładowe



Rozmieszczenie żurawi wzdłuż osi symetrii statku.



## Żurawie pokładowe



Rozmieszczenie żurawi wzdłuż burty statku.

## Żurawie pokładowe



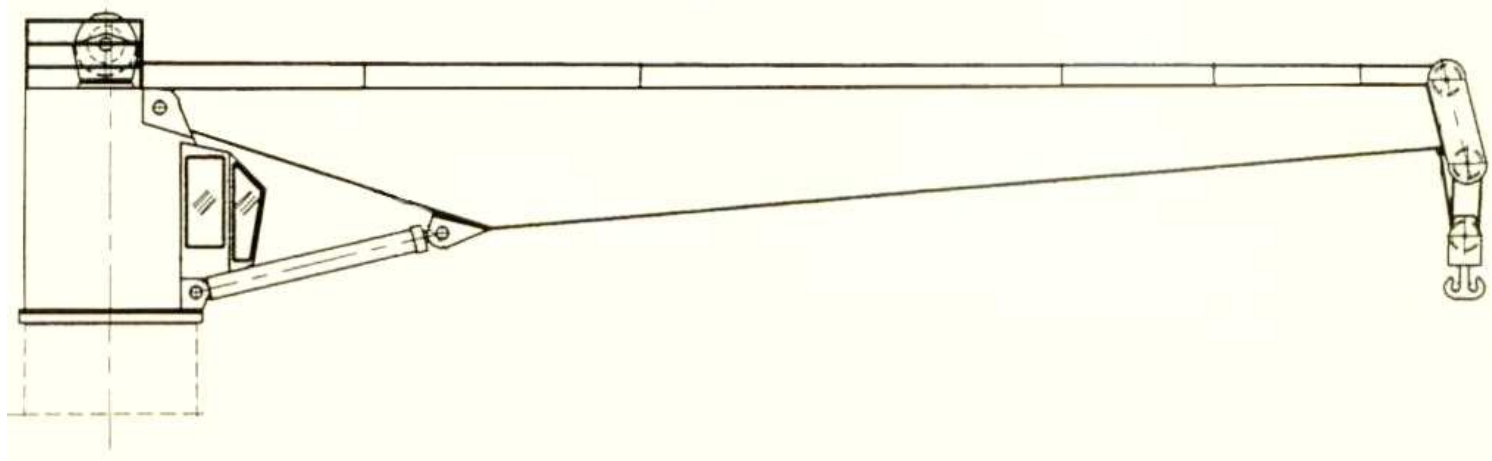
Żuraw serii L-2 firmy MacGREGOR



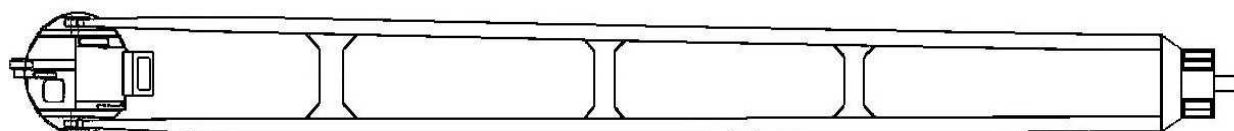
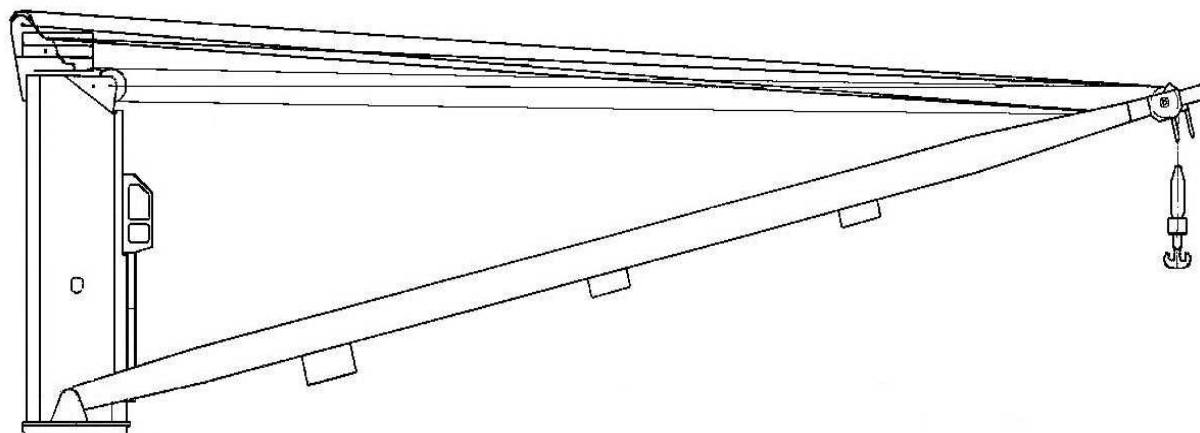
Żuraw podwójny francuskiej firmy  
Brissonneau & Lotz.



## Żurawie pokładowe

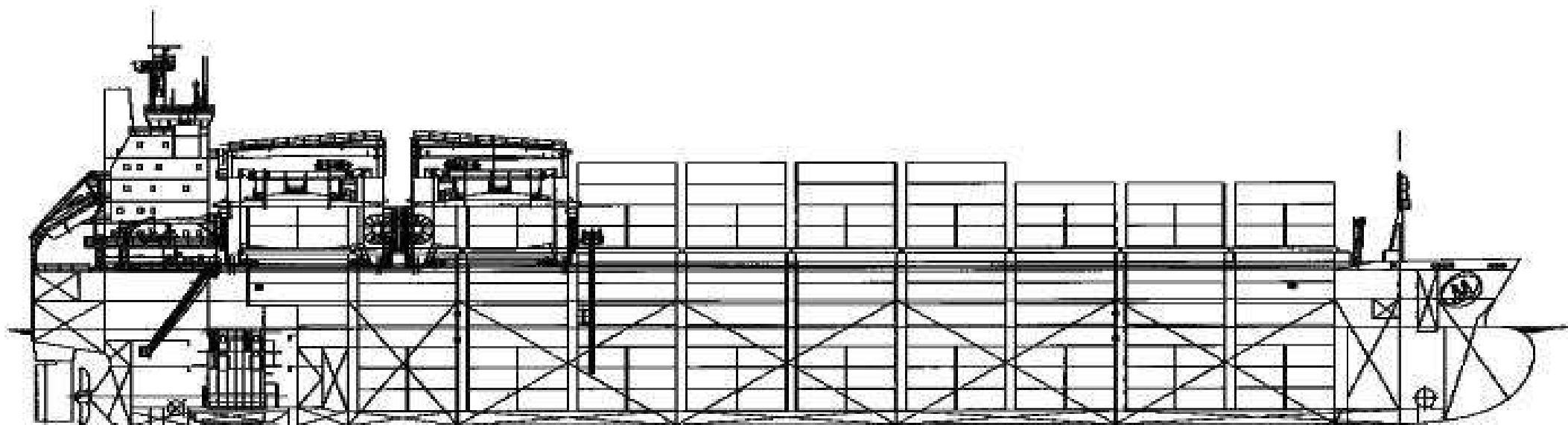


Żuraw norweskiej firmy Nor-Marine / Hydralift.



Żurawie serii FS  
produkcji Towimoru.

## Suwnice pokładowe



Statek „Star Isoldana” z zainstalowanymi 2 suwnicami 40 t / 8 m, wybudowany w Stoczni Szczecińskiej

### Zalety suwnic:

- możliwość przenoszenia ładunku na zawiesiach wielocięgnowych pozwalających na dużą stabilność ruchu ładunku (bardzo mały rozkołys);
- zawiesie wielocięgnowe pozwala na przesunięcie środka ciężkości w kontenerze zakresie narożnikowych lin zawiesia bez automatycznego przestawiania położenia chwytnej kontenerowej;
- kabina operatora znajduje się zawsze blisko miejsca podnoszenia i stawiania ładunku (najczęściej przemieszcza się razem z ładunkiem w poziomie);
- podział kadłuba statku na ładownie jest całkowicie uniezależniony od ustawienia urządzeń przeładunkowych;
- jednym urządzeniem przeładunkowym możemy obsługiwać dowolnej wielkości statek;
- duża wydajność przeładunkowa w wypadku przeładunku w pasie równoległym do suwnicy, czyli bez zmiany położenia mostu suwnicy;
- mniejsza zależność przeładunku od warunków pogodowych, układ podnoszenia jest „sztywniejszy” niż żurawi pokładowych, gdzie ładunek zawieszony jest na elastycznym wysięgniku na długiej linie;
- zawiesie wielocięgnowe ułatwia stosowanie wszelkiego rodzaju obrotnic ładunku;
- podczas przeładunku statku urządzeniami portowymi, suwnice mogą być łatwo usunięte z miejsca przeładunku.

## Suwnice pokładowe

Wady suwnic:

- wysoka cena, przyjmuje się, że cena jednej suwnicy pokładowej równa się w przybliżeniu cenie dwóch żurawi o takich samych udźwigach;
- wysoka cena instalacji suwnicy na pokładzie statku;
- trzeba zainstalować podtorze z zębatkami które umożliwią przejazd suwnicy przy przegłębieniu  $2^{\circ}$ ;
- konieczność instalacji łoża kabla zasilającego;
- w wyniku montażu podtorza oraz łoża kabla, na pokładzie statku występują trudności z instalowaniem pozostałych urządzeń pokładowych oraz wentylacyjnych;
- leżące na pokładzie łoże kablowe oraz podtorze z zębatką są często przyczyną awaryjnych przestojów suwnicy, szczególnie w portach o niskim poziomie organizacyjnym przeładunków;
- wysoka cena i duża masa powoduje instalowanie na pokładzie statku tylko jednej suwnicy, co przy jej awarii może doprowadzić do pozbawienia statku urządzeń przeładunkowych;
- podtorza wymuszają budowę statków ze specjalnie poszerzonym dziobem;
- suwnice pokładowe budowane są z ograniczoną (standardową) wysokością bram, co nie pozwala na piętrzenie większej ilości warstw kontenerów na pokładzie statku; aby ominąć ten problem montuje się na pokładzie podwyższone podtorza lub zamawia się suwnicę o zwiększonej wysokości (zamówienie specjalne), co powoduje znaczny wzrost ceny;
- duża masa suwnic pokładowych w stosunku do masy żurawi pogarsza stateczność statku;
- przy zainstalowaniu suwnic nie można wykorzystać całej powierzchni pokładu do przewozu kontenerów, przestrzeń między burtami, a krawędziami luków jest niewykorzystana (co stanowi w przybliżeniu szerokość dwóch kontenerów), gdyż w tym miejscu przemieszczają się nogi.