POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

80-233 Gdańsk ul. Narutowicza 11/12 tel. (58) 347-21-81, fax: 347-21-81 e–mail: pawszym1@pg.gda.pl

dr inż. PAWEŁ SZYMAŃSKI

SYSTEM OKRĘTOWY – PODSTAWOWE POJĘCIA

Zakres tematyczny przedmiotu

1 . **Wiadomości wstępne** – pojęcie systemu okrętowego, funkcje i klasyfikacja systemów okrętowych. Wymagania formalno – prawne w odniesieniu do instalacji i urządzeń okrętowych.
2 . **Zdolność do ruchu statku** – ogólne wiadomości o **układzie napędowym**.
3 . Ogólne wiadomości o **instalacjach rurociągów** okrętowych.
4 . Bezpieczeństwo pożarowe statku – **instalacje przeciwpożarowe**.
5 . **Instalacje balastowe i zęzowe**.
6 . **Wentylacja i klimatyzacja**.
7 **. Instalacje sanitarne**
8 . **Okrętowe urządzenia i instalacje chłodnicze.**
9 . **Okrętowe systemy cumowniczo – kotwiczne.**
10. **Systemy dynamicznego pozycjonowania.**
11. **Niezawodność funkcjonowania systemów okrętowych.**
12. Ekologiczne aspekty eksploatacji statków – urządzenia i instalacje ochrony środowiska.
13. **Instalacje specjalne statków transportowych.**
14. **Instalacje specjalne statków pozatransportowych.**

Temat 1 - zagadnienia

1. **Pojęcie systemu – system okrętowy.**
2. **Funkcje systemów okrętowych.**
3. **Klasyfikacja systemów okrętowych.**
4. **Wymagania formalno – prawne w odniesieniu do instalacji i urządzeń okrętowych.**
   - **klasa statku, przepisy klasyfikacyjne**
   - **konwencje i kodeksy**

POJĘCIE SYSTEMU

"Zespół powiązanych ze sobą elementów, które stanowią pewną całość. Istotną cechą tej całości jest to, że nie jest ona prostą sumą samych części"

„Jakikolwiek **obiekt fizyczny lub abstrakcyjny**, w którym można wyróżnić jakieś **wzajemnie powiązane dla obserwatora elementy.** W tym sensie podział czegoś na systemy jest względny i zależy od tego kto, przy pomocy czego i do czego poklasyfikował jakiś zbiór na systemy. Dlatego też **elementy jednego systemu mogą stanowić składniki innych systemów**."

„Wycinek świata realnego, który jako całość służy wypełnieniu określonych zadań"

INTERPRETACJE POJĘCIA SYSTEMU

ZBIÓR ELEMENTÓW + STRUKTURA = UKŁAD

ZBIÓR UKŁADÓW + KOORDYNACJA WEWNĘTRZNA = MASZYNA

ZBIÓR MASZYN + FUNKCJA = SYSTEM

Przykład:
- *tłoki + cylindry + instalacje* → ***silnik okrętowy***,
- *silnik + wał napędowy + śruby* → ***układ napędowy***,
- *układ napędowy + inne układy + kadłub* → ***maszyna zwana statkiem***,
- *statek + ładunek + załoga + port macierzysty i port docelowy* → ***SYSTEM***

Przykład:
- *płuca + tchawica + jama ustna + inne narządy* → ***układ oddechowy***,
- *układ oddechowy + układ pokarmowy + inne układy, wzajemnie skoordynowane* → ***człowiek***,
- *człowiek + otoczenie + aktywność (np. zawodowa)* → ***SYSTEM***

„SYSTEM - BYT PRZEJAWIAJĄCY ISTNIENIE PRZEZ SYNERGICZNE WSPÓŁDZIAŁANIE SWOICH CZĘŚCI”.

Pojęcie SYSTEM występuje powszechnie w języku naturalnym i we wszystkich naukach i technologiach.

Przykłady:

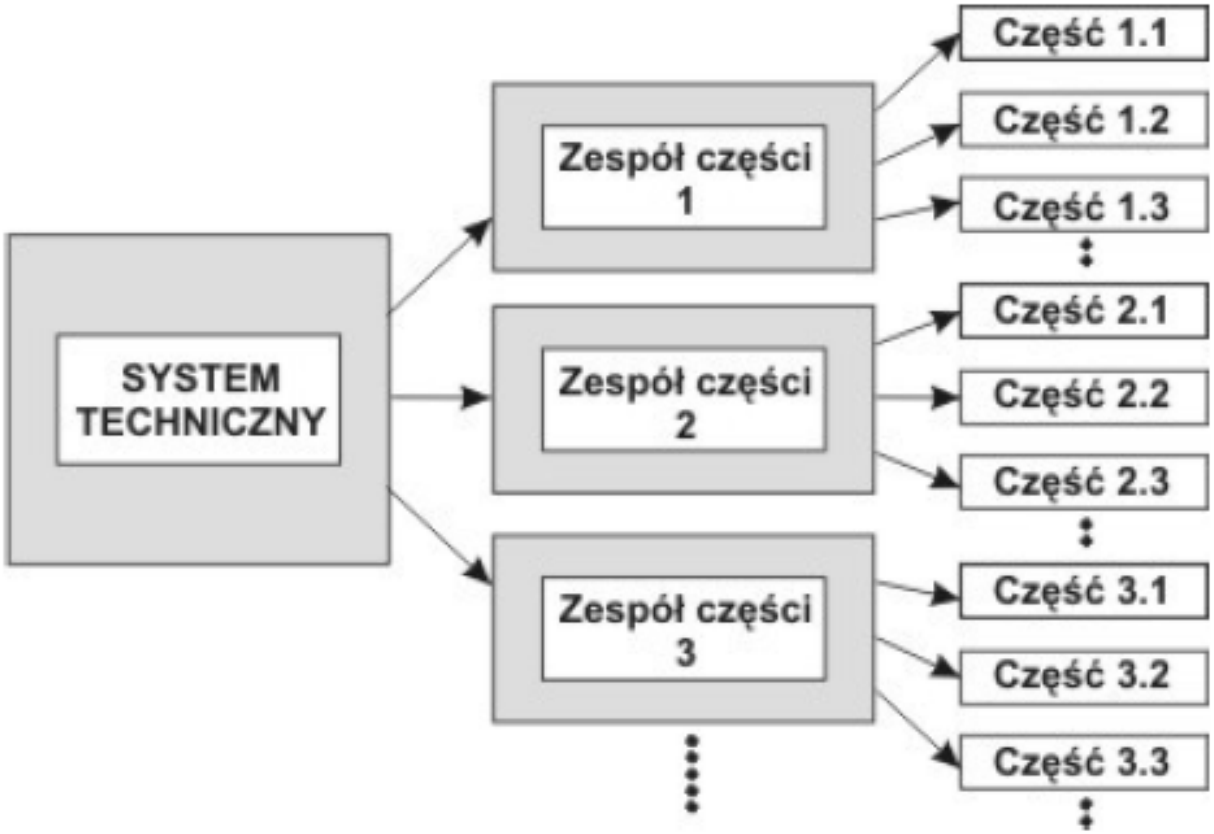
- **system państwowy, system prawny** – ***nauki społeczne***
- **system operacyjny** – ***informatyka***
- **system autonomiczny** - ***Internet, cybernetyka***
- **system dedukcyjny** – ***logika***
- **system liczbowy, dziesiętny, dwójkowy itp.** – ***matematyka***
- **system metryczny** – ***jednostki miar***
- **system nerwowy** – ***anatomia***
- **system słoneczny** – ***astronomia***
- **system filozoficzny** – ***filozofia***
- **system radionawigacyjny** - ***okrętownictwo***

Cechy systemu

- Stanowi spójną całość
- Składa się z usytuowanych hierarchicznie podsystemów
- Elementy systemu są współzależne i powiązane relacjami
- Dąży do osiągnięcia określonego celu, a jego elementy osiągają stan końcowy, będący stanem równowagi
- Dokonuje transformacji wejść w wyjścia
- Musi mieć możliwość regulacji swoich elementów dla osiągnięcia założonych celów (planowanie, kontrola, inne)

SYSTEM TECHNICZNY składa się z podzespołów (podsystemów) i części złożonych w taki sposób, aby mogła być realizowana określona ***funkcja celu*** danego wyrobu.

SYSTEM składa się z odpowiednio połączonych podsystemów realizujących funkcje jednostkowe; w rezultacie otrzymuje się **strukturę funkcjonalną systemu.**



Podstawowe pojęcia

OBIEKT TECHNICZNY – maszyna, urządzenie, mechanizm, przyrząd, aparat itd. **charakteryzujące się następującymi cechami ogólnymi:**

- jest wykonany przez człowieka z materii nieożywionej dla realizacji określonego celu działania,
- celowo wykorzystywać je może tylko człowiek,
- ma określone przeznaczenie (zbiór możliwych zastosowań),
- funkcjonuje zgodnie z prawami fizyki,
- ma skończoną trwałość,
- może być ulepszane,
- może szkodzić człowiekowi (emituje hałas, drgania, spaliny itd.).

Podstawowe pojęcia

OBIEKT TECHNICZNY - przechodzi w swojej historii przez **kolejne fazy**:

- **potrzeby (istnieje w sferze abstrakcji),**
- **projektowanie** (**koncepcja**) – dobierania sposobu działania, stanowi podstawę konstruowania,
- **konstruowanie** - **dobieranie cech konstrukcyjnych**, postać geometryczna (przestrzenna), wymiarowa, materiałowa, stanowi podstawę wytwarzania,
- **wytwarzanie** - pożądane przekształcanie układów materialnych w obiekt techniczny zaspokajający potrzeby człowieka,
- **eksploatacja** - użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem oraz obsługiwanie mające na celu utrzymanie bądź przywrócenie (odtwarzanie) stanu technicznego obiektu zapewniającego realizację funkcji celu (zadań),
- **likwidacja** - ostateczna degeneracja właściwości użytkowych obiektu, przekazanie do złomowania obiektu wycofanego z eksploatacji lub jego demontaż w celu odzyskania części przydatnych do ponownego wykorzystania w procesie produkcyjnym lub obsługowym (recykling).

Podstawowe pojęcia

OBIEKT TECHNICZNY
(synonim wielu pojęć: środek techniczny, maszyna, urządzenie, przyrząd, aparatura, narzędzie przyrząd, instrument, instalacja etc.)

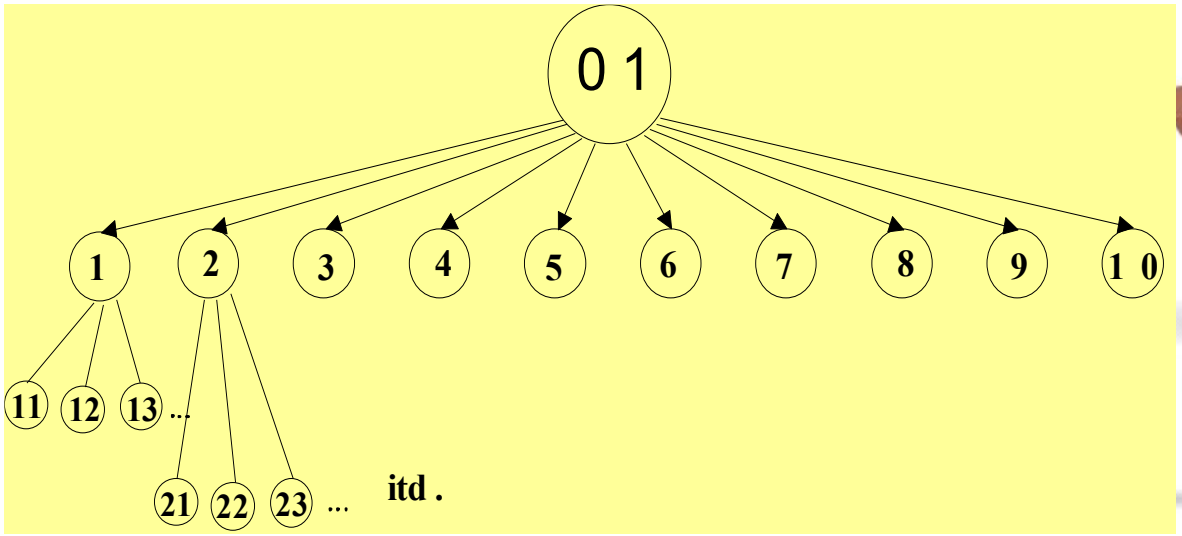
MASZYNA (OKRĘTOWA)
przemiana jednego rodzaju energii w inną (silniki cieplne i elektryczne, pompy, sprężarki etc.)

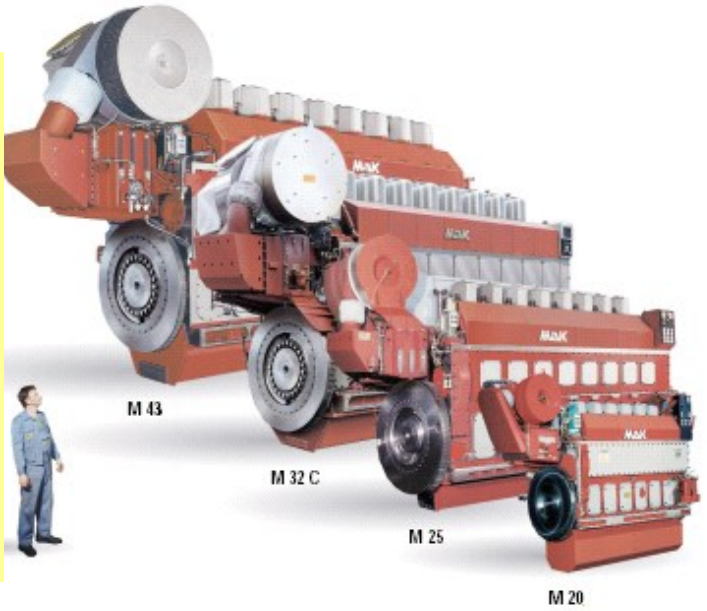
URZĄDZENIE (OKRĘTOWE)
wymiana energii tego samego rodzaju (podgrzewacze, chłodnice, kotły, siłowniki) lub uzdatnianie czynnika energetycznego (filtry, wyparowniki, odoliwiacze, zbiorniki osadowe)

Urządzenie techniczne – materialny zbiór elementów (przedmiot) umożliwiający zrealizowanie określonego celu.

Mechanizm - zespół współpracujących ze sobą części składowych maszyny przeznaczony do przekształcania ich ruchu w wyniku pobranej *energii mechanicznej.*

Przykład - silnik spalinowy jako system





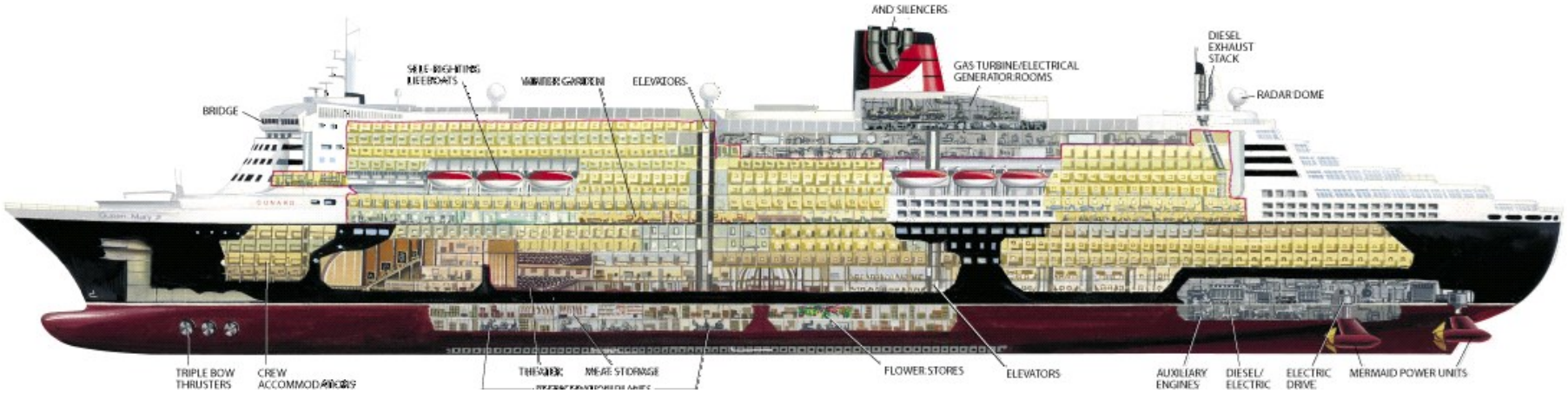
1 - układ tłokowo – cylindrowy, **2** – układ tłokowo – korbowy, **3** – układ smarowania itd.

Poziom 0 – silnik jako system.

Poziom 1 – układy funkcjonalne stanowiące odrębne podsystemy.

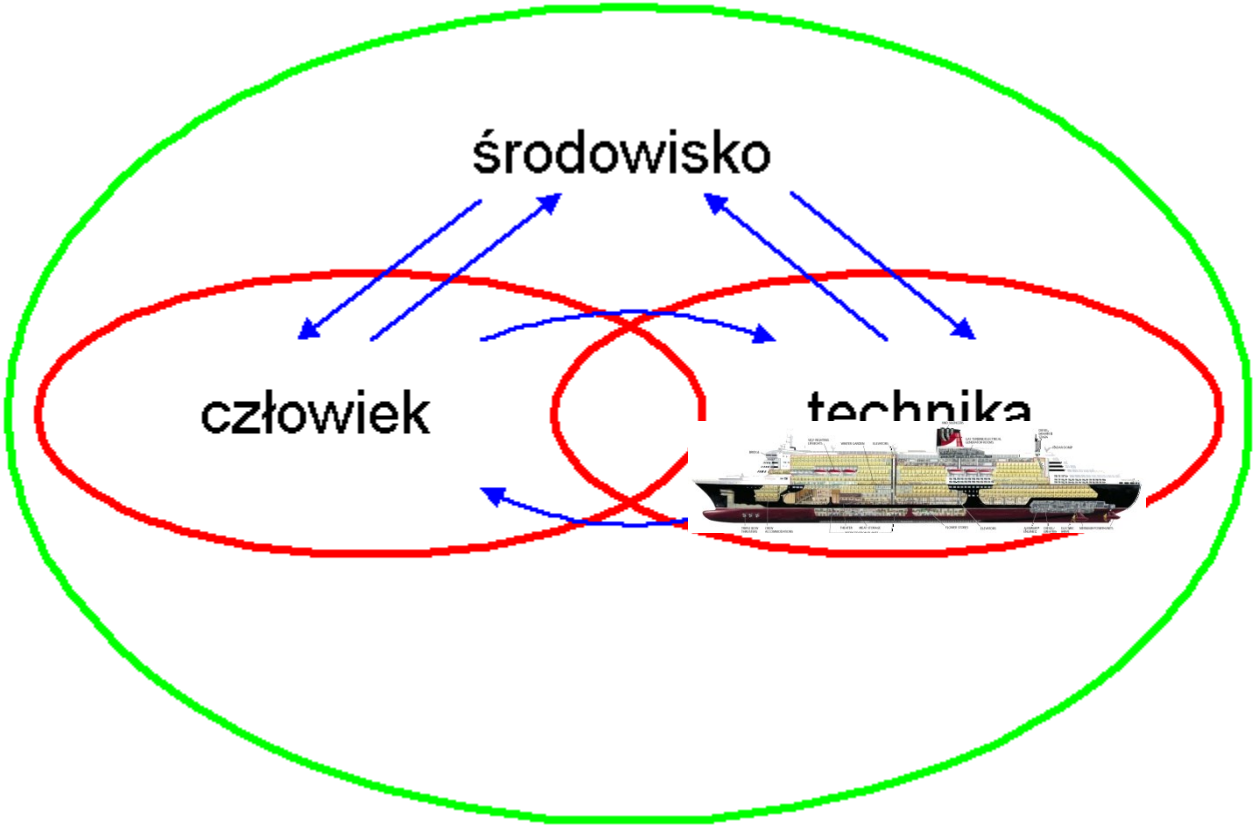
Poziom 2 – podsystemy stanowiące układy o niższym stopniu złożoności, warunkujące wykonanie zadań cząstkowych układów na poziomie 1.

Statek jako system techniczny

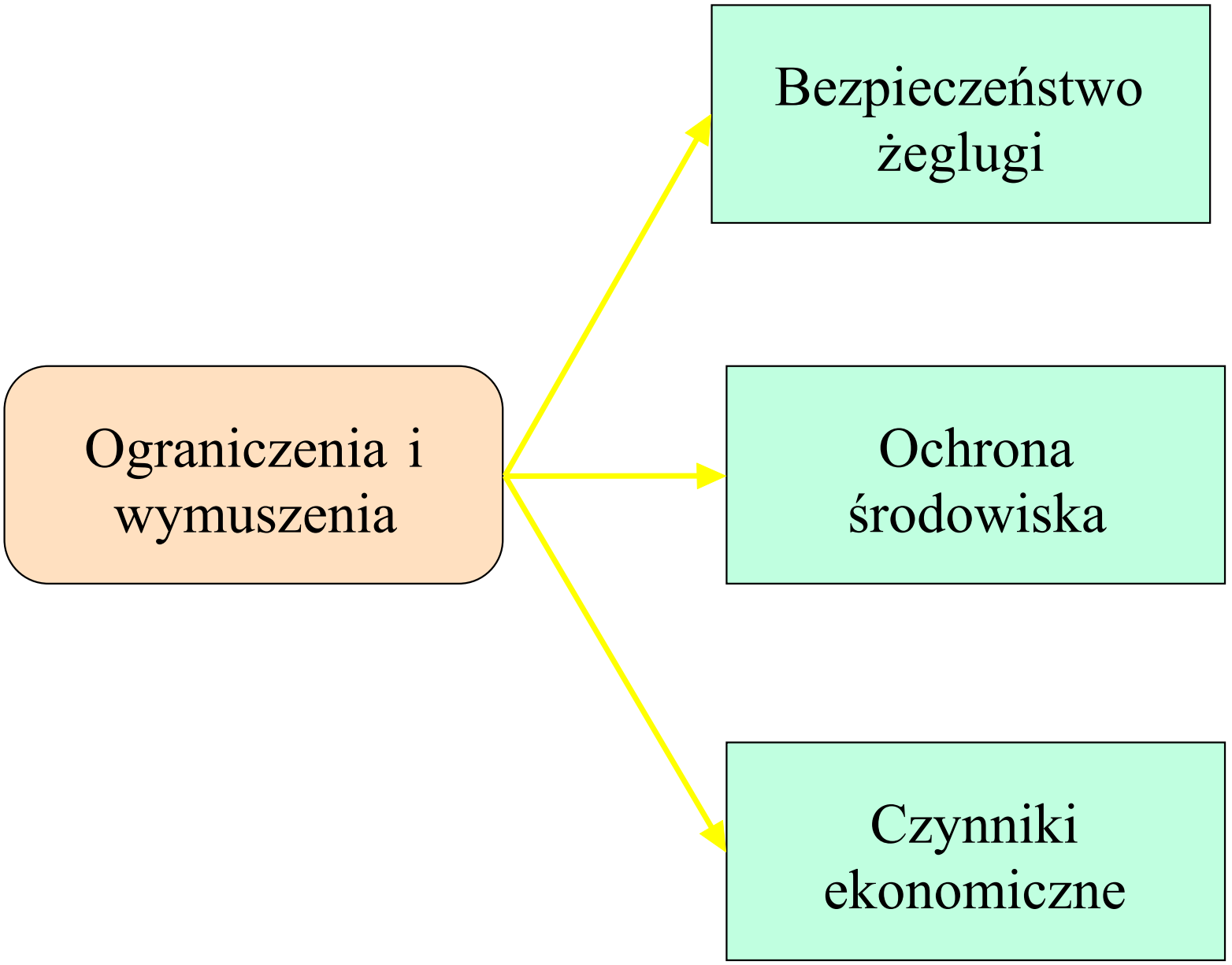


Jaki cel ?

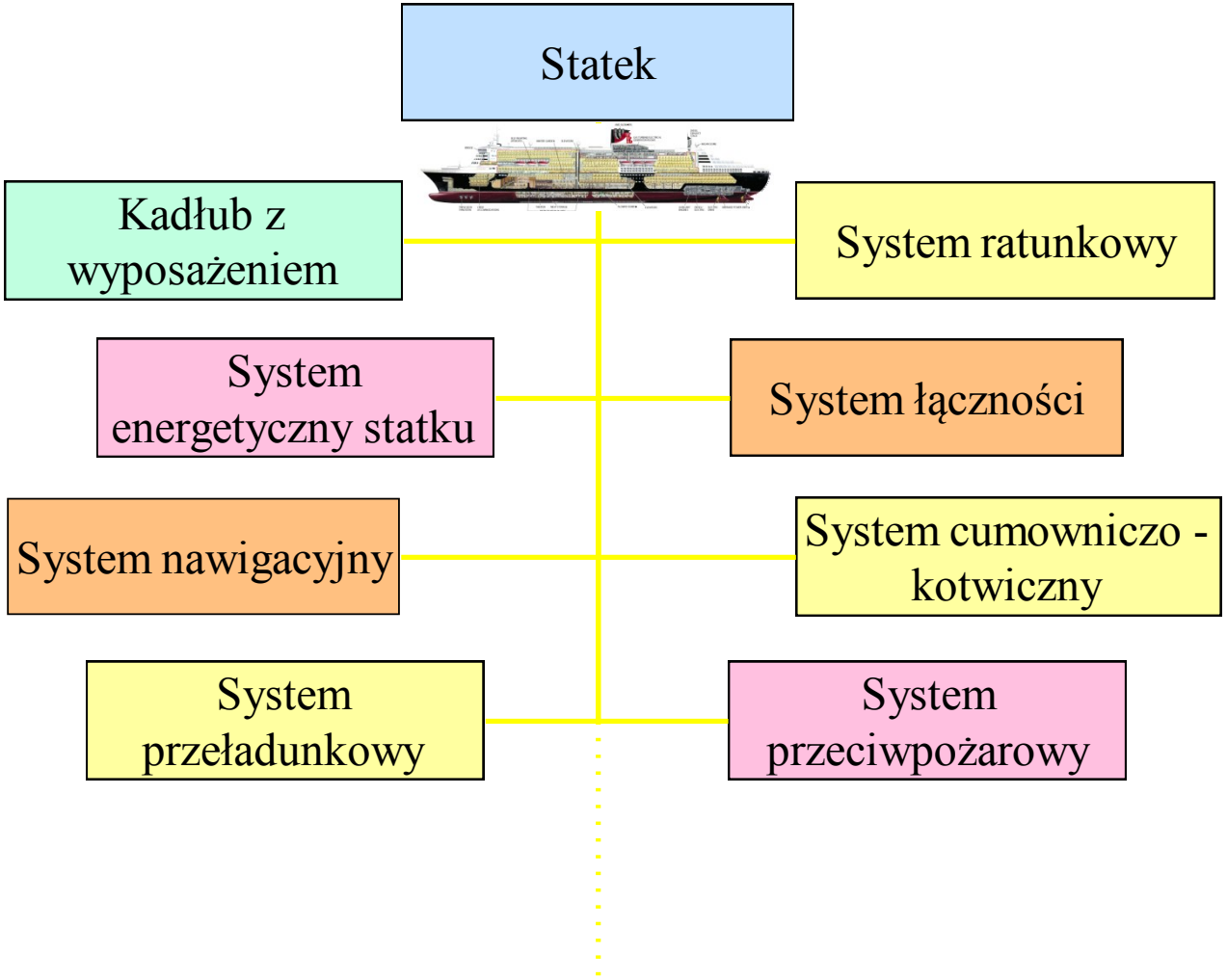
Statek jako system techniczny



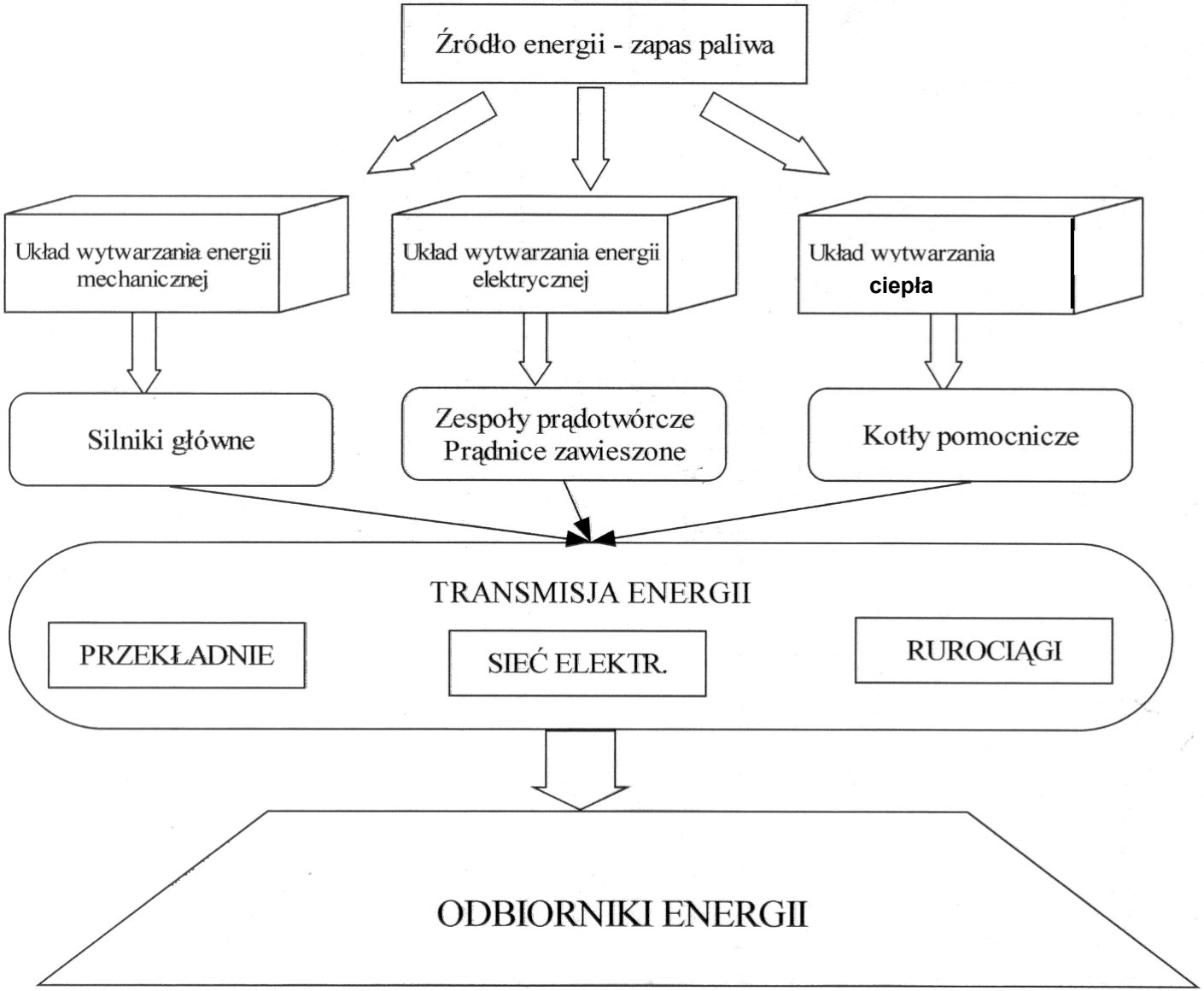
Ograniczenia i wymuszenia


Ograniczenia i wymuszenia
Bezpieczeństwo żeglugi
Ochrona środowiska
Czynniki ekonomiczne

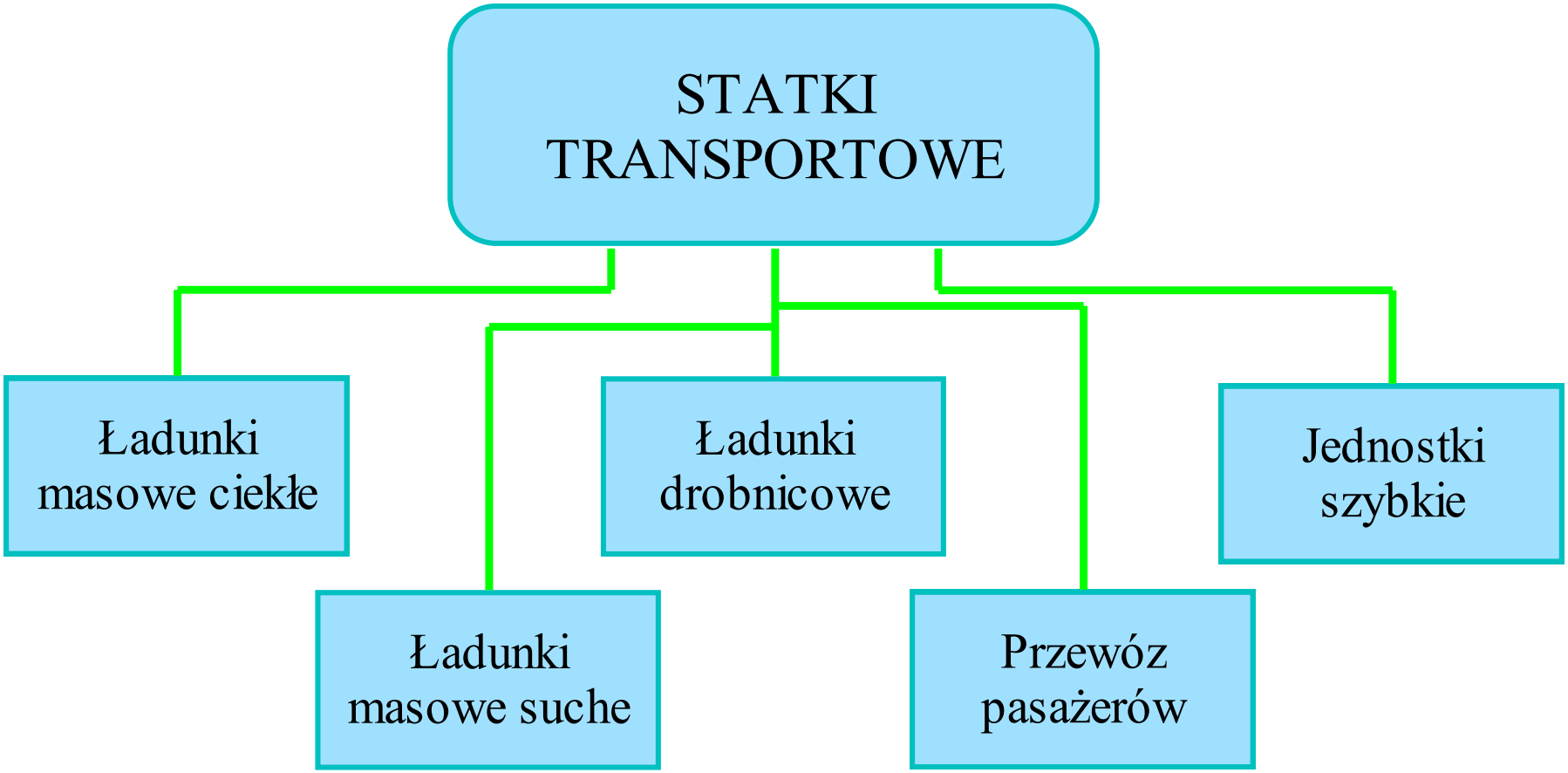
Systemy okrętowe



Systemy okrętowe – system energetyczny



WIADOMOŚCI OGÓLNE



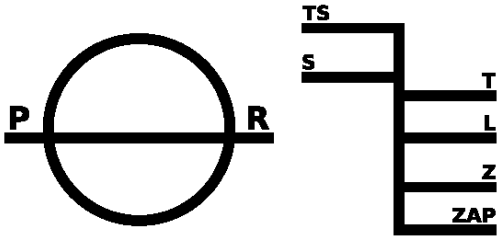
Ładunki masowe ciekłe

ROPOWIEC (TANKER) - zbiornikowiec olejowy zatrudniony w żegludze handlowej, służący wyłącznie do przewozu surowej ropy naftowej. Są to statki o najwyższej spotykanej ***nośności***. Prędkość eksploatacyjna od **12** do **16** węzłów.

PRODUKTOWIEC (PRODUCT TANKER) - zbiornikowiec olejowy zatrudniony w żegludze handlowej, służący wyłącznie do przewozu olejów innych niż surowa ropa naftowa.



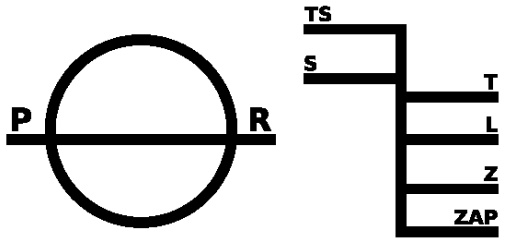
NOŚNOŚĆ to podstawowy parametr określający **wielkość statku**. **NOŚNOŚĆ oznacza zdolność przewozową statku i określa łączną masę ładunku, załogi, zapasów paliwa, wody pitnej i technicznej, prowiantu, części zamiennych itp. jaką statek może przyjąć na pokład, nie przekraczając dopuszczalnego zanurzenia (przy zanurzeniu do znaku wolnej burty).** Wyróżnia się także ***ładowność*** (nośność użyteczną), oznaczającą **masę samego ładunku**.





Oznaczenia wolnej burty tzw. Znak Plimsolla (od linii pokładowej): **TS** - Tropikalna linia ład. dla wody słodkiej; **S** - Linia ładunkowa dla wody słodkiej; **T** - Tropikalna linia ładunkowa; **L** - Letnia linia ładunkowa; **Z** - Zimowa linia ładunkowa; **ZAP** - Zimowa linia ład. dla Półn. Atlantyku

Ładunki masowe ciekłe





Znak wolnej burty (także Znak Plimsolla) – oznaczenie składające się z: kręgu wolnej burty oraz linii ładunkowych wskazujących największe dopuszczalne zanurzenie statku w różnych okolicznościach i różnych porach roku, według zasad określonych w konwencji o liniach ładunkowych, przyjętej w Londynie dnia 5 kwietnia 1966 r.

Oznaczenia wolnej burty tzw. Znak Plimsolla (od linii pokładowej): **TS** - Tropikalna linia ład. dla wody słodkiej; **S** - Linia ładunkowa dla wody słodkiej; **T** - Tropikalna linia ładunkowa; **L** - Letnia linia ładunkowa; **Z** - Zimowa linia ładunkowa; **ZAP** - Zimowa linia ład. dla Półn. Atlantyku

W kręgu wolnej burty znajdują się litery oznaczające towarzystwo klasyfikacyjne, z którego klasą pływa statek. Dla przykładu ***PR - Polski Rejestr Statków***, **LR - Lloyd's Register**, **NV - Det Norske Veritas**, **BV - Bureau Veritas.**

Statek może się maksymalnie zanurzyć do górnej krawędzi linii odpowiedniej dla strefy, w której się znajduje. Podział świata na strefy i czas obowiązywania zimy i lata w niektórych z tych stref został określony w załączniku do konwencji. Mniejsze zanurzenie (większa wolna burta) zapewnia statkowi zapas pływalności i większą wysokość pokładu oraz nadbudówek nad wodą, co zmniejsza szanse na jego uszkodzenie i zatopienie w warunkach złej pogody, jaka jest bardziej prawdopodobna w sezonach zimowych.

Linie pokazujące maksymalne zanurzenie w wodzie słodkiej pozwalają na takie załadowanie statku, stojącego w porcie o wodzie słodkiej, że po przejściu do wody morskiej zanurzenie zmniejszy się (ze względu na większy ciężar właściwy wody morskiej) do letniej (lub tropikalnej) linii zanurzenia.

Ładunki masowe ciekłe

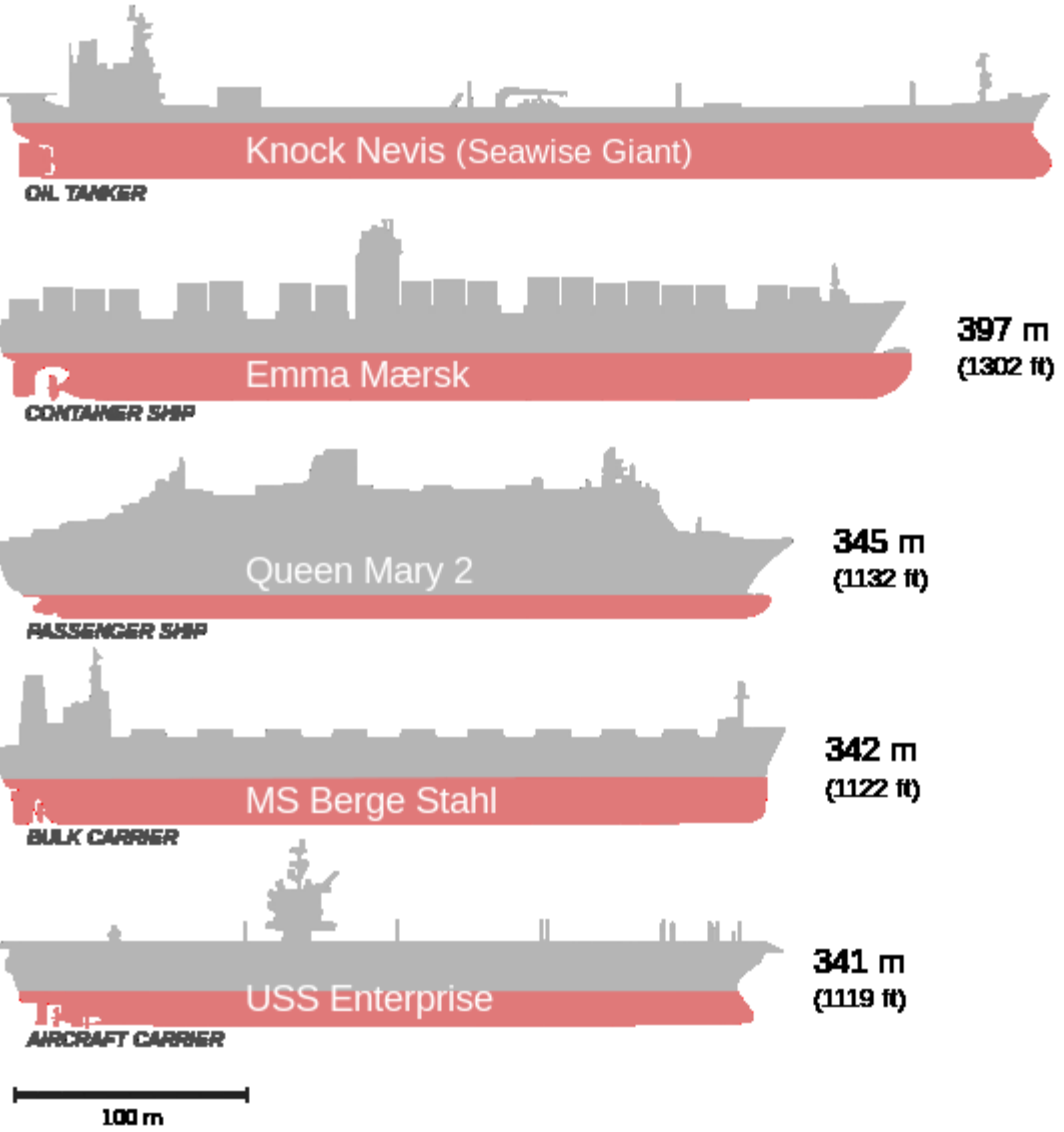
ROPOWIEC (TANKER) - zbiornikowiec olejowy zatrudniony w żegludze handlowej, służący wyłącznie do przewozu **surowej ropy naftowej**. Są to statki o najwyższej spotykanej ***nośności***. Prędkość eksploatacyjna od 12 do 16 węzłów.

PRODUKTOWIEC (PRODUCT TANKER) - zbiornikowiec olejowy zatrudniony w żegludze handlowej, służący wyłącznie do przewozu olejów innych niż surowa ropa naftowa.

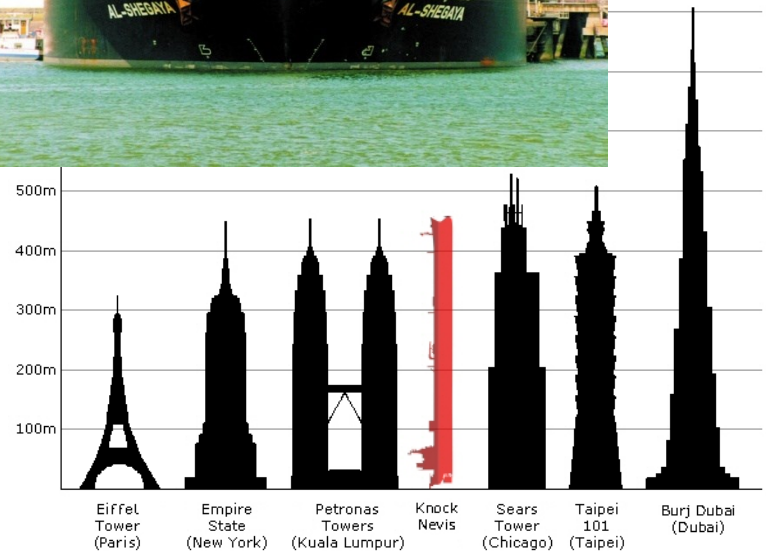


Nośność wyrażana jest w **tonach**: metrycznych (1000 kg) lub angielskich (1016 kg). **Nośność** określa się też angielskim skrótem DWT (ang. *deadweight tonnage*), nie jest to jednak jednostka **nośności** i nie należy jej używać jako jednostki; ***jednostką jest natomiast tona***.

Nośność jest czasami mylona z wyporością, jednakże aby otrzymać **wyporność** statku należy do jego **nośności** dodać **masę statku pustego**. **Wyporność jest z kolei podstawowym parametrem określającym wielkość okrętów wojennych.**



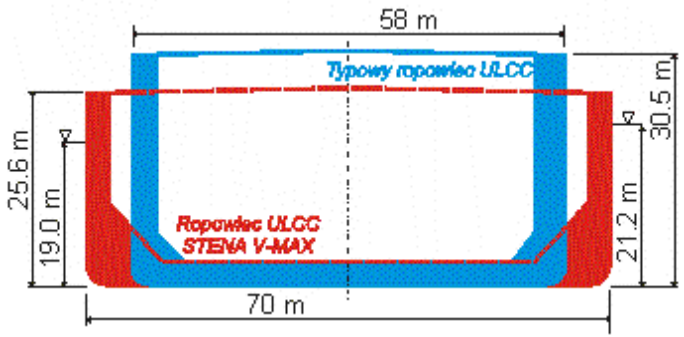




tową. Jeden z nich **TT Knock Nevis** jest statkiem o największej wyporności na świecie – nośność liczy 564 761 ***DWT*** i może zabrać blisko **650.000 m³** ropy naftowej (zanurzenie 24,7 m, v=16w, napęd turbinowy parowy)



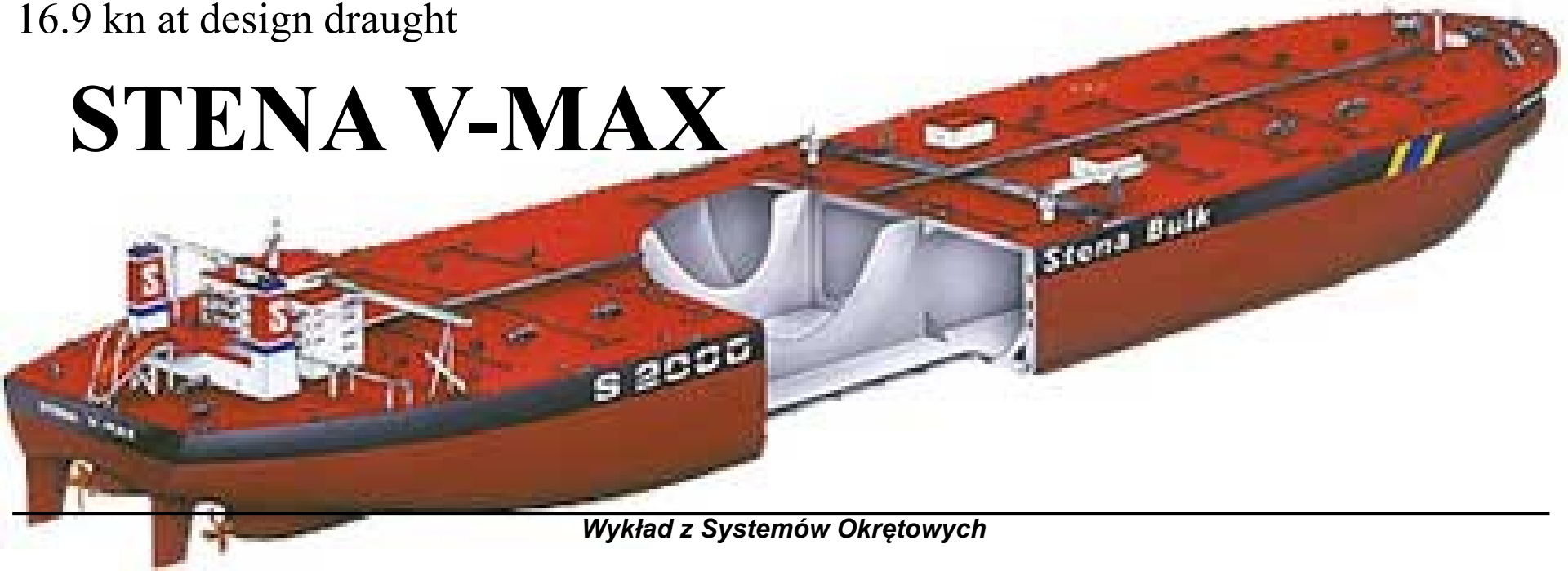
Class and type:	Mærsk E-class container ship
Tonnage:	156,907 metric tons (deadweight tonnage) 170,794 (gross tons)
Length:	397.00 m (1,302.49 ft)
Beam:	56.00 m (183.73 ft)
Draught:	30.00 m (98.43 ft)
Draft:	17.5 m (57 ft)
Propulsion:	Wärtsilä engine 80,000 kW / 250 ton/doba śruba napędowa 9,6 m/131 ton
Speed:	26.0 knots (48 km/h) (maximum) 25.2 knots (47 km/h) (cruising)
Capacity:	13,500 containers (company statistics) 11,000 TEU (IMO calculations)
Crew:	13



Scantling (wymiary elementów konstrukcyjnych):
Nośność: 315 000 ton
Lpp: 320 m
2×MAN-B&W 7S60MC-E
2×15 785 kW
16.9 kn at design draught



STENA V-MAX



Ładunki masowe ciekłe

Gazowiec - statek budowany lub przystosowany i używany do przewozu luzem dowolnego gazu skroplonego (np. amoniak, chlor, etylen, chlorek winylu,...). **Zbiornikowce do przewozu gazu ziemnego - LNG (Liquid Natural Gas), gazów ropopochodnych - LPG (Liquefied Petroleum Gas), naturalnego gazu ciekłego nie zawierającego metanu - NGL (Natural Gas Liquids).**

Produkty chemiczne są przewożone zbiornikowcami powyższych typów, zależnie od własności fizycznych. ***Gazowce*** są wyposażone w odpowiednie izolowane zbiorniki, instalacje ładunkowe.



LNG - Liquefied Natural Gas, – 162^{0}C temperatura wrzenia metanu, głównego składnika gazu ziemnego. Podczas skraplania jego objętość redukuje się 630 razy.

Gazowiec LNG *(Liquid Natural Gas)*



Ładunki masowe ciekłe

Siarkowiec - statek przystosowany do przewozu płynnej siarki, który wymaga temperatury ***125 - 140 °C*** w zbiornikach ładunkowych (zestalenie) - ogrzewanie zbiorników oraz rurociągów ładunkowych.

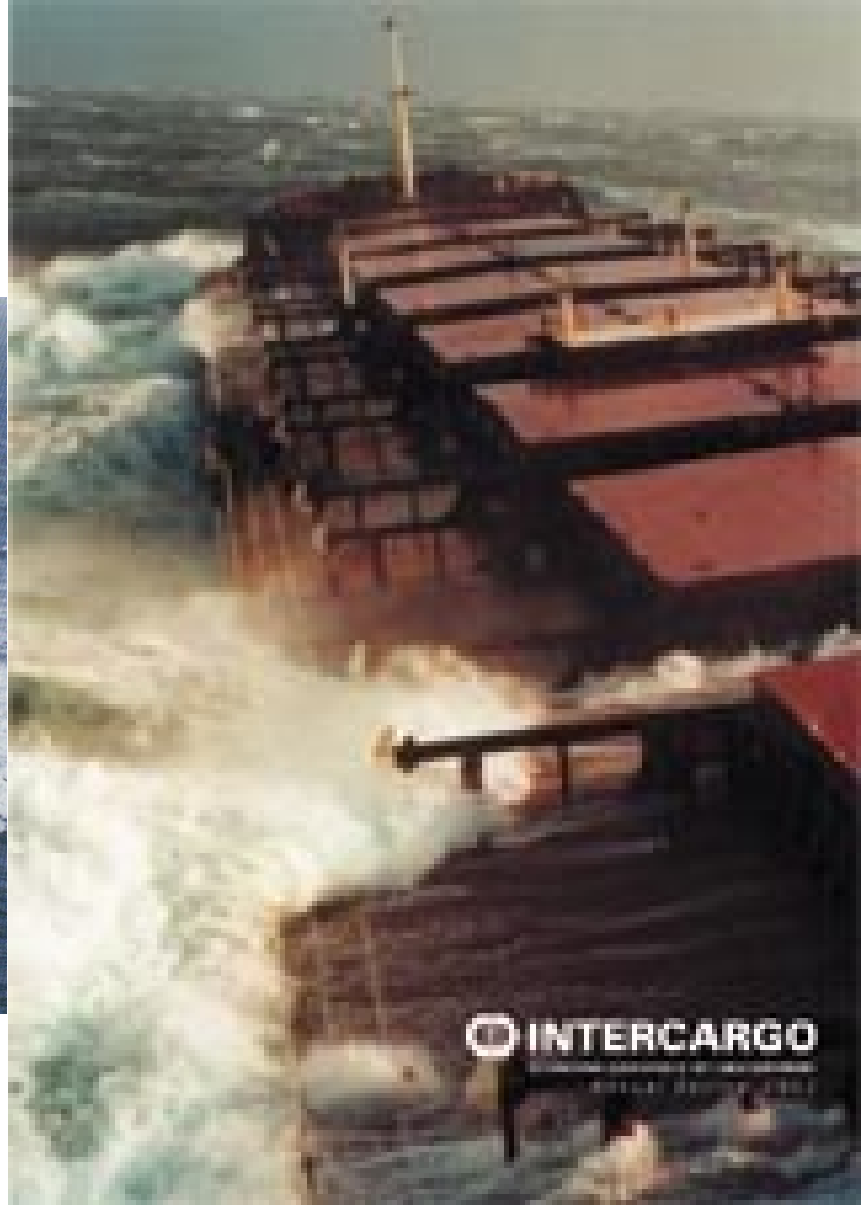
Podgrzewanie za pomocą pary wodnej, gorącej wody, oleju grzewczego lub energii elektrycznej z zastosowaniem wężownic grzewczych umieszczonych w zbiornikach albo poprzez cyrkulację płynnego ładunku poprzez podgrzewacz umieszczony na pokładzie.

Ładunki masowe suche

- **Masowiec (ruda, węgiel, zboże)**
- **Masowiec samowyładowczy**
- **Inny masowiec (cement, boksyt, cukier, ...)**

Masowiec





Ładunki drobnicowe

- Drobnicowiec
- Paletowiec
- Kontenerowiec
- **Ro-ro** ***(roll on-roll off)***
- **Con-ro** ***(ro-ro + kontenerowiec)***
- Samochodowiec
- Chłodniowiec
- Drewnowiec
- Barkowiec
- Statek do przewozu ładunków wielkogabarytowych
- Statek do żywca
- Inna jednostka drobnicowa

Drobnicowiec



Kontenerowiec



Ładunki drobnicowe

Ro-ro (*ang. Roll on – Roll off*) - statek specjalnie przeznaczony do przewozu jednostkowych ładunków przemieszczanych za **pomocą środków transportu kołowego (cysterny drogowe, przyczepy, naczepy, roll-trailery, ciężarówki,...)** przy zastosowaniu w operacjach ładunkowych głównie lub częściowo systemu poziomego wtaczania lub wytaczania.

Budowane jako uniwersalne (ro-ro, con-ro, bulk-ro, sto-ro: ładunek wwożony na statek, ale sztauowany konwencjonalnie) lub **specjalistyczne** (do przewozu samochodów ciężarowych i naczep - trailer ships, samochodowce). System przeciwprzechyłowy.

Ro-Ro (Roll on – Roll off)





Do podstawowych rodzajów statków typu ro-ro zalicza się:

Con-ro – połączenie **ro-ro** i **kontenerowca:** część przestrzeni ładunkowej (najczęściej dziobowa) przeznaczona jest wyłącznie do przewozu kontenerów – są to ładownie z prowadnicami kontenerowymi, jak na typowym kontenerowcu, a pozostała część (na ogół rufowa) to ładownie z pokładami, dzielącymi przestrzeń ładunkową na międzypokładzia dla ładunków tocznych.

Lo-lo – rozwinięciem tego skrótu jest lift-on/lift-off. Jest to termin określający metodę przeładunku pionowego kontenerów na statek i ze statku. Jest to wykonywane przy użyciu nabrzeżnej suwnicy bramowej. Dzięki temu, cała czynność może być wykonywana w znacznie szybszy sposób i bardziej precyzyjny co skutkuje mniejszą szansą na uszkodzenie towaru.

Na statku typu **con-ro** przestrzenie ładunkowe **ro-ro** i **lo-lo** są rozdzielone i nie pokrywają się, z wyjątkiem (w niektórych przypadkach) pokładu górnego statku, który czasem cały może być przystosowany dla obu systemów przeładunku.

<u>Do podstawowych rodzajów statków typu ro-ro zalicza się:</u>

Czasami spotykamy (u niektórych armatorów), mylące i wprowadzające chaos pojęciowy, nazywanie zwykłych statków **ro-ro** lub **ro-lo** (mogących przewozić spory ładunek kontenerów, zwłaszcza na pokładzie górnym) jednostkami typu **con-ro**.

Dzieje się tak zwłaszcza u armatorów, którzy używają takiej nazwy dla odróżnienia tych statków w swojej flocie od posiadanych również "czystych **ro-ro**" – np. samochodowców oraz u tych armatorów, którzy nie zważając na prawidłowość i konsekwencję merytoryczną, dla celów marketingowych/reklamowych, chcą "dodać uniwersalności" swoim statkom **ro-ro**.

To, że statek **ro-ro** może czasem przewozić sporą liczbę kontenerów nie wystarczy jednak, by nazywać taką jednostkę "**con-ro**".

<u>Do podstawowych rodzajów statków typu ro-ro zalicza się:</u>

Ro-lo – jednostka, na której albo część albo cała przestrzeń ładunkowa jest przystosowana do przewozu ładunków oraz do przeładunków zarówno w systemie **ro-ro** (poziomym, ładunki toczne), jak i **lo-lo** (pionowym);

Do podstawowych rodzajów statków typu ro-ro zalicza się:

Sto-ro – jednostka, na którą ładunek jest wwożony maszynami kołowymi (czyli występuje element przeładunku w systemie **ro-ro**), a następnie jest tam ustawiany/układany i pozostawiany ("sto" – od ang. stowage – układać / sztauować).

„Rasowe", "czyste" jednostki typu **sto-ro** nie mają w ogóle zewnętrznych, ani wewnętrznych ramp **ro-ro**, a jedynie furty burtowe z windami/podnośnikami ("side-loaders").

Maszyna portowa poruszająca się po nabrzeżu układa sztukę ładunku (rolę papieru, paletę, etc.) na wyłożonym poza burtę statku "stole" z rodzajem przenośnika taśmowego, na którego przedłużeniu (na jego poziomie) zatrzymuje się platforma podnośnika ładunkowego, przenosząca ładunek na poziom docelowego pokładu. Tam sztuka ładunku odbierana jest z platformy przez wózek widłowy lub układarkę pracującą w ładowni/na danym pokładzie i odwozi ładunek oraz ustawia go w docelowym miejscu.

<u>Do podstawowych rodzajów statków typu ro-ro zalicza się:</u>

Ro-pax – w zasadzie ***odmiana promu pasażersko-samochodowego***, ze zwiększoną przestrzenią ładunkową i zmniejszoną powierzchnią pomieszczeń publicznych i kabin dla pasażerów.

R**o-pax'ami** czasem błędnie nazywane są "typowe" promy pasażersko-samochodowe.

Ro-pax'y wykształciły się z "normalnych" promów pasażersko-samochodowych, gdy po zniesieniu w żegludze między krajami Unii Europejskiej zaczęły tracić na znaczeniu na wielu liniach przewozy pasażerskie, a jednocześnie wzrastały przewozy towarowe – na niektórych liniach wprowadzano (jako dodatkowe lub jedyne), na miejsce dotychczasowych pasażersko-samochodowych jednostki czysto towarowe, na innych "klasyczne" promy pasażersko-samochodowe, które były i nadal są (połowa pierwszej dekady XXI wieku) zastępowane statkami typu **ro-pax**.

<u>Do podstawowych rodzajów statków typu ro-ro zalicza się:</u>

Statki hybrydowe z elementami przeładunków w systemie **ro-ro**.

W zasadzie nie wyróżnia się i nie stosuje się odpowiedniego nazewnictwa w takich przypadkach, ale trzeba sobie zdawać z tego sprawę, że na licznych statkach mamy do czynienia z "hybrydowymi" konfiguracjami i kombinacjami **ro-ro**, **lo-lo** i **sto-ro**. Dla przykładu jednostki z side-loader'ami mają nierzadko także rufowe rampy **ro-ro**. Z kolei prawie każdy statek **ro-ro** (z otwartym pokładem ładunkowym – górnym) może być przeładowywany w całości w systemie **ro-ro**, a ponadto (tylko jeśli chodzi o pokład górny) także w systemie **lo-lo**.

Samochodowiec



Destroyer *USS Cole* is loaded aboard the heavy lift M/V *Blue Marlin*



Przewóz pasażerów i ładunków

- **Wycieczkowiec**
- **Prom**
- **Inna jednostka pasażerska**

Jachty / Inne pasażerskie.





Przewóz pasażerów

Liniowce, wycieczkowce *(Cruise Liners)* – Są to statki, których główną funkcją **obok transportu** jest **zapewnienie podróżnym komfortu i rozrywki**. Wycieczkowce charakteryzują się bardzo **dużymi rozmiarami**, a przestrzenie użytkowe są wykorzystywane jako restauracje, sklepy wolnocłowe, kluby nocne, kina, pływalnie i inne miejsca, w których pasażerowie mogą przyjemnie spędzić czas. Statki tego typu przeznaczone są zazwyczaj do długich rejsów, dlatego pomieszczenia kabinowe przeznaczone są dla wszystkich pasażerów

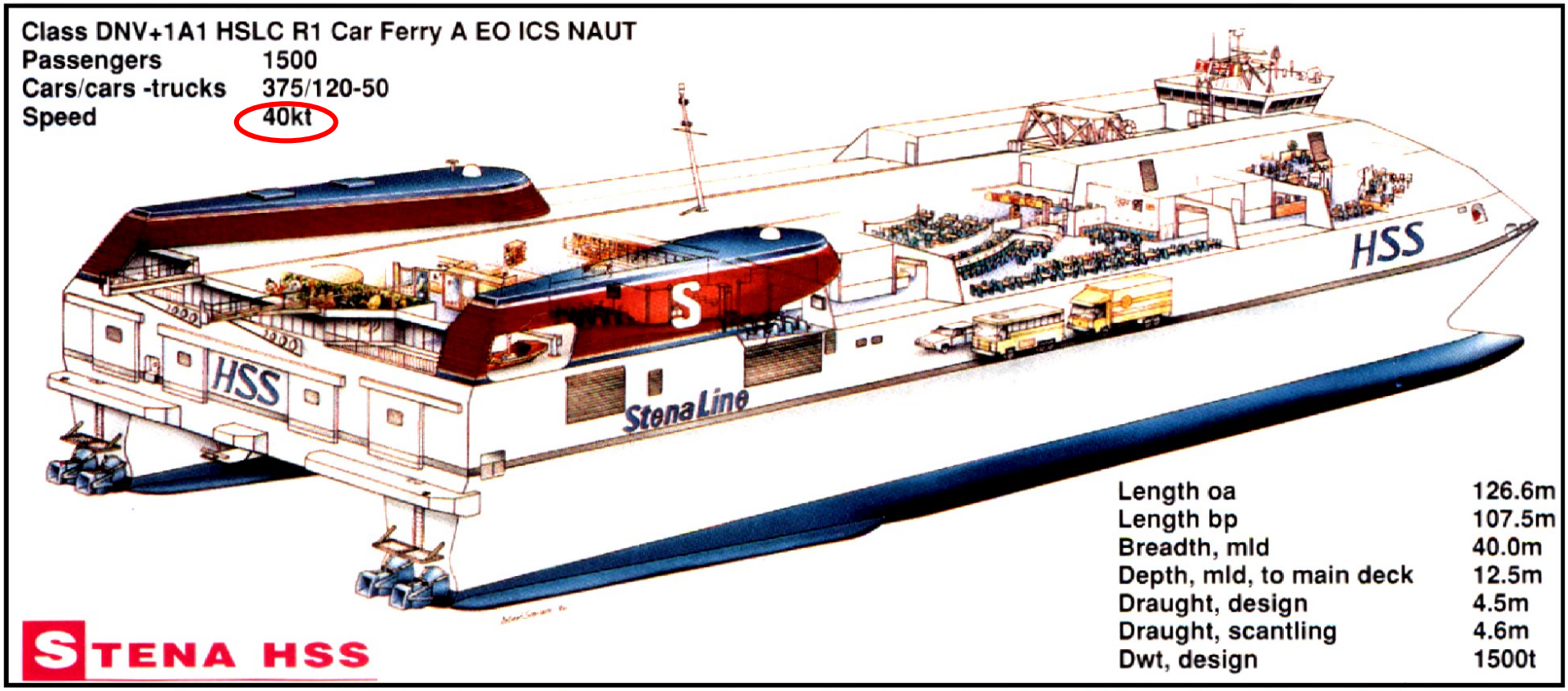
Przewóz pasażerów - wycieczkowiec







Szybki prom



A cutaway of the Stena HSS shows one of the two vehicle decks, as well as the 4000m² of passenger deck space featuring seating areas and a variety of restaurants and bars

Szybki prom



Szybki prom



Katamaran półzanurzeniowy



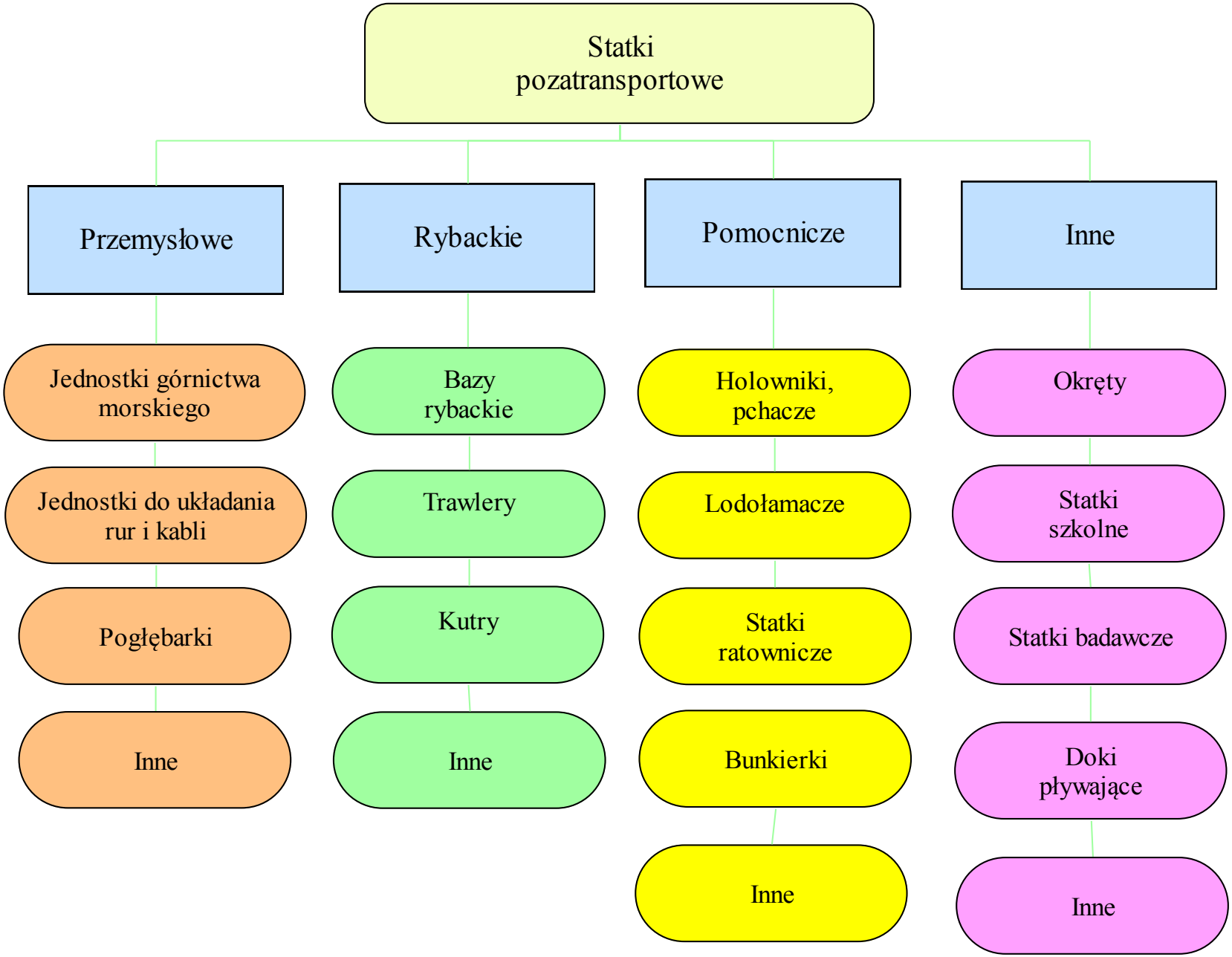


Poduszkowce - przykłady



Wymagania stawiane siłowniom wycieczkowców

- zapewnienie dużej niezawodności siłowni, poprzez redundancję urządzeń;
- zachowanie funkcjonalności w ekstremalnych warunkach;
- generowanie minimalnych drgań i hałasów;
- emitowanie do środowiska jak najmniejszej ilości zanieczyszczeń;
- zapewnienie wysokiej sprawności energetycznej siłowni w szerokim zakresie obciążeń.


Statki pozatransportowe
Przemysłowe
Rybackie
Pomocnicze
Inne
Jednostki górnictwa morskiego
Jednostki do układania rur i kabli
Pogłębarki
Inne
Bazy rybackie
Trawlery
Kutry
Inne
Holowniki, pchacze
Lodołamacze
Statki ratownicze
Bunkierki
Inne
Okręty
Statki szkolne
Statki badawcze
Doki pływające
Inne

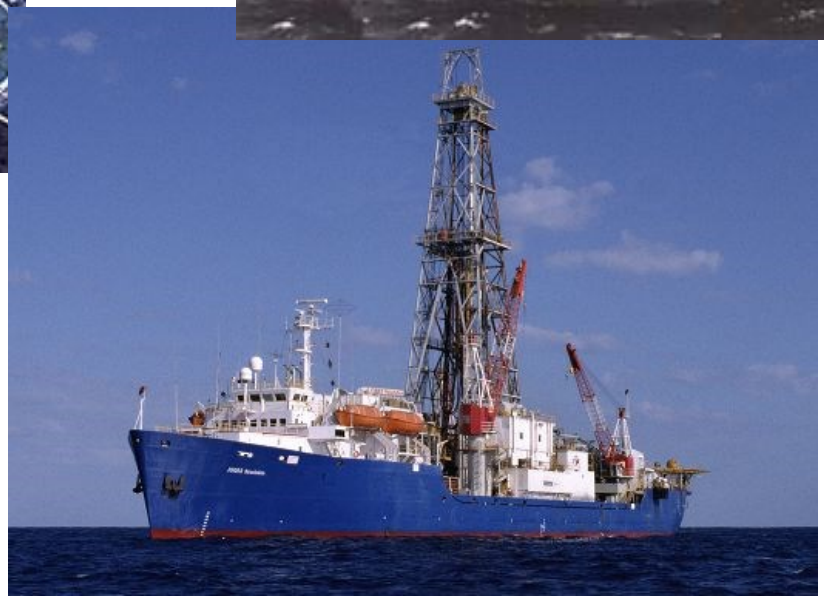
Jednostki górnictwa morskiego

- Zbiornikowce wydobywczo-magazynowo-wyładunkowe (*floating-production-storage-offloading*).
- Statki magazynowo-wyładunkowe.
- Jednostki wiertnicze.
- Mogą być poszukiwawcze lub eksploatacyjne. Są to statki oraz platformy wiertnicze. Platformy mogą być stacjonarne lub pływające.
- Statki wiertnicze (drill ship) - cecha specjalna: obrotowy bęben kotwiczny, przez środek którego przechodzi wiercenie). Duże zapotrzebowanie mocy podczas dynamicznego pozycjonowania, stąd najczęściej napęd spalinowo-elektryczny. Prędkość marszowa około 13 węzłów.
- Statki wydobywcze.
- Pływające terminale przeładunkowe.
- Zbiorniki ropy i gazu ziemnego.
- Zaopatrzeniowce.
- Transportowce rur.
- Statki do badań sejsmicznych.
- Statki pogotowia górniczego (*offshore standby vessels*).
- Statki konserwacyjno-remontowe (*offshore maintenance-utility vessels*).
- Barki do układania rurociągów.
- Jednostki dźwigowe.
- Jednostki wydobywcze minerałów stałych.

Jednostki górnictwa morskiego







Jednostki górnictwa morskiego

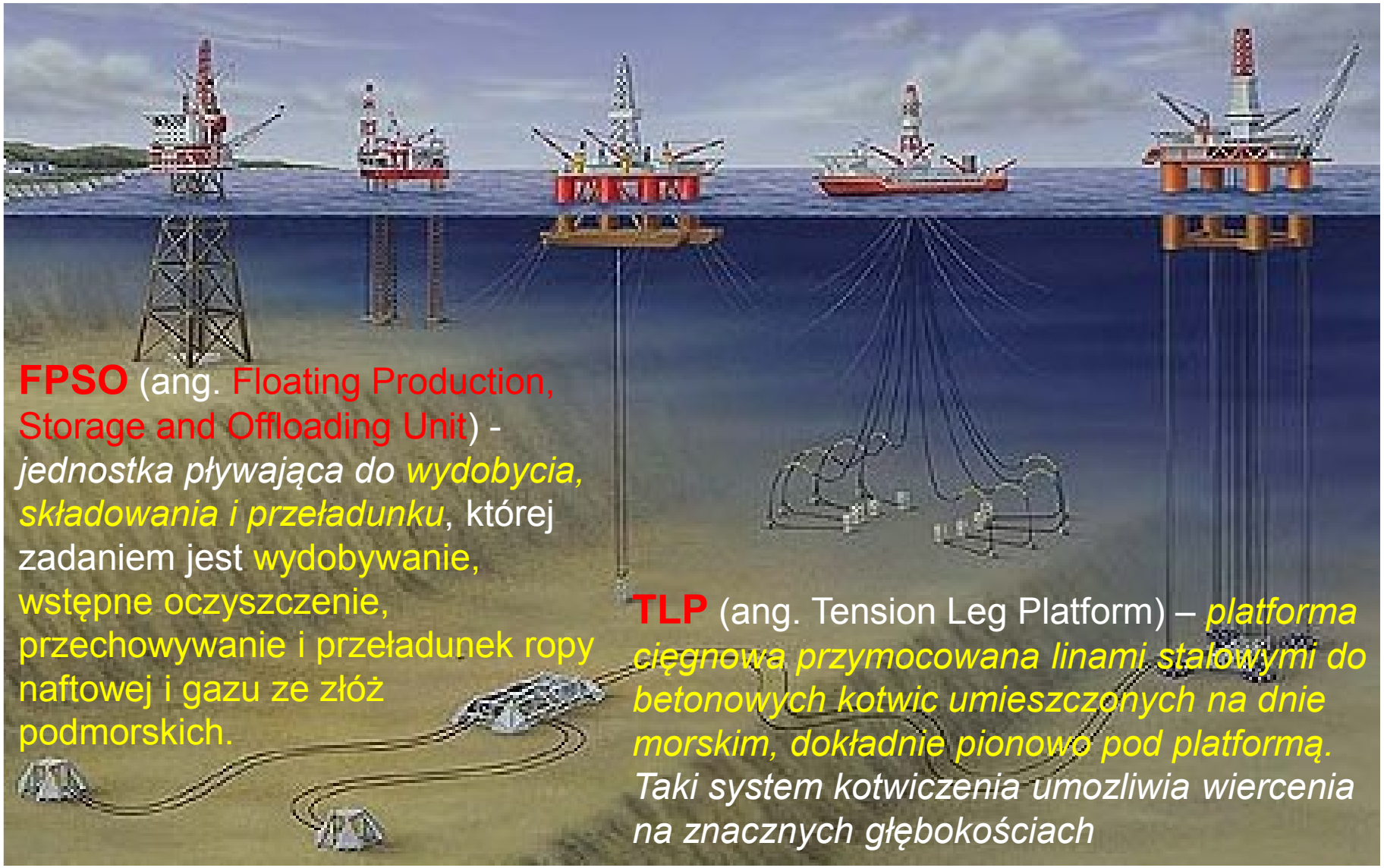
Platformy samopodnośne (Jack-up)



Składają się z kadłuba, na którym zainstalowane są urządzenia wiertnicze i pomocnicze, oraz z kolumn (podpór) wysuniętych ponad kadłub. Wysunięte wysoko ponad kadłub kolumny stwarzają problemy stateczności podczas transportu platformy na pole odwiertu, dlatego też konstruktorzy zmniejszyli do minimum ilość kolumn (3÷5 kolumn) oraz wprowadzili konstrukcje teleskopowe.

Po przetransportowaniu platformy na miejsce odwiertu kolumny są opuszczane na dno i stabilizowane. Platformy samopodnośne są stosunkowo niedrogie, a także odporne na niesprzyjające warunki atmosferyczne. Głębokości, na których mogą pracować to 30÷70m, a niekiedy nawet 150m

Stacjonarna Półzanurzalna Samopodnośna FPSO TLP



FPSO (ang. Floating Production, Storage and Offloading Unit) - *jednostka pływająca do wydobycia, składowania i przeładunku*, której zadaniem jest wydobywanie, wstępne oczyszczenie, przechowywanie i przeładunek ropy naftowej i gazu ze złóż podmorskich.

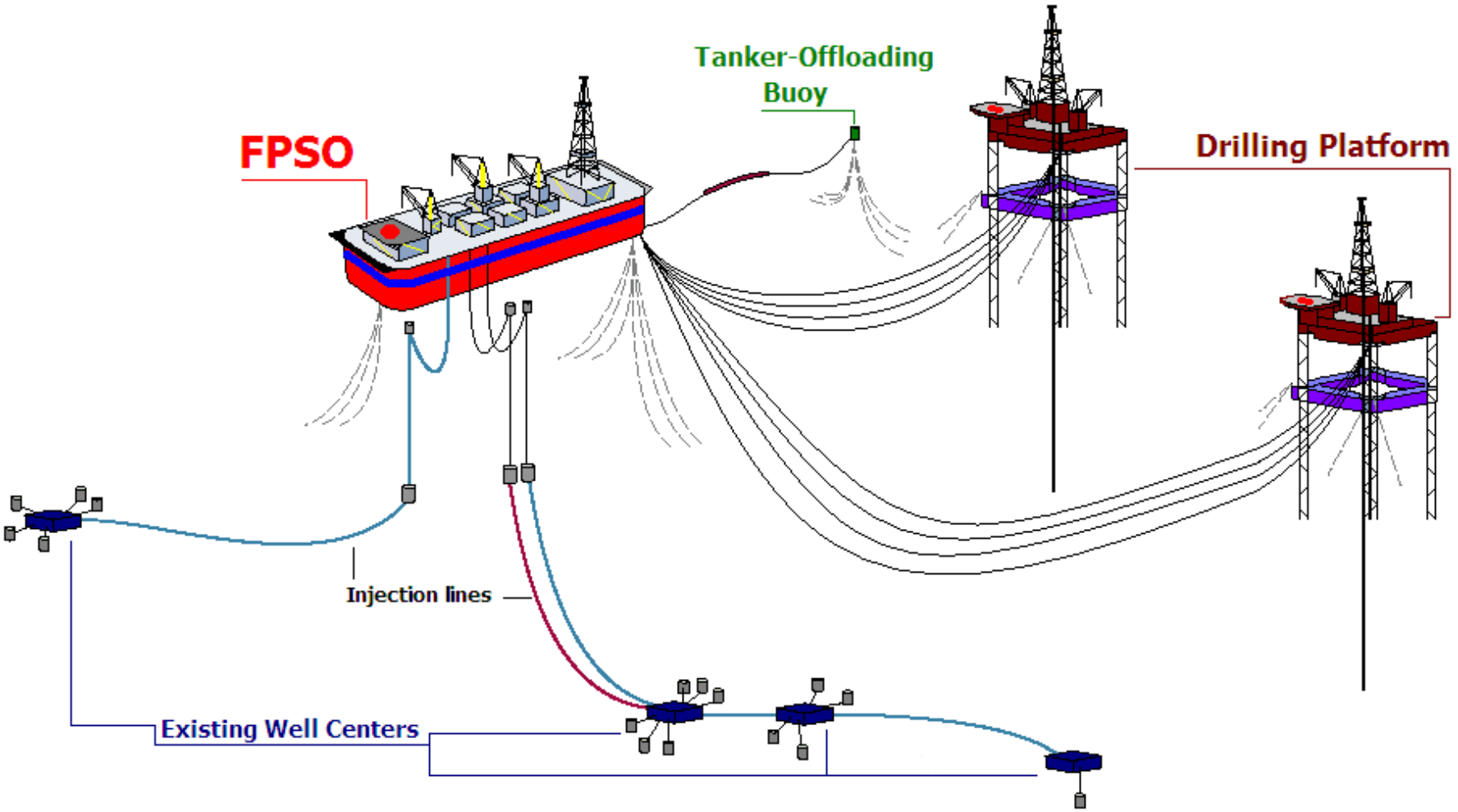
TLP (ang. Tension Leg Platform) – *platforma cięgnowa przymocowana linami stalowymi do betonowych kotwic umieszczonych na dnie morskim, dokładnie pionowo pod platformą. Taki system kotwiczenia umozliwia wiercenia na znacznych głębokościach*

FPSO (ang Floating Production, Storage and Offloading Unit, *jednostka pływająca do wydobycia, składowania i przeładunku*) – jednostka pływająca, której zadaniem jest wydobywanie, wstępne oczyszczenie, przechowywanie i przeładunek ropy naftowej i gazu ze złóż podmorskich.

W latach 70. XX wieku górnictwo podmorskie ropy naftowej rozwinęło się na tyle, że oprócz pozyskiwania ropy ze złóż pod stosunkowo płytkimi wodami (kilkadziesiąt metrów) sięgnięto po złoża znajdujące się pod wodą o głębokości kilkuset metrów. Wymagało to rozwinięcia nowych technik i środków. Wcześniej wydobyta ropa była transportowana rurociągami na brzeg. Przy odległościach między brzegiem a złożem rzędu kilkuset kilometrów stawało się to nieopłacalne, zwłaszcza, że układanie rurociągu na głębokości kilkuset metrów było trudniejsze niż na głębokości kilkudziesięciu metrów. Ropę z odległych złóż należało transportować tankowcami. Początkowo tankowiec odbierał ropę na bieżąco z platform produkcyjnych. Musiał jednak być zamocowany do platformy lub pobliskiej boi przeładunkowej, co generowało koszty i stwarzało niebezpieczeństwo w razie pogorszenia pogody. Spowodowało to konieczność składowania ropy w pobliżu złoża, w oczekiwaniu na tankowiec. W tym celu kotwiczono na stałe na polach naftowych wielkie tankowce (w bezpieczny sposób, za pomocą kilku kotwic) i łączono je rurociągami z platformami. Takie obiekty, które tylko przechowywały ropę i mogły ją przepompować na tankowiec dowozowy (*Shuttle tanker*), nazwano **FSO** (Floating Storage and Offload Unit – jednostka pływająca do przechowywania i przeładunku). Z czasem na takich jednostkach zaczęto montować urządzenia do wstępnego oczyszczania ropy i gazu oraz podłączać je bezpośrednio do ujęć na dnie (zaopatrzywszy w aparaturę do kontrolowania wydobycia). W ten sposób powstały jednostki **FPSO**.

Część **FPSO** stanowią wielkie tankowce, których eksploatacja na liniach żeglugowych stała się mniej opłacalna, część jest budowana od nowa jako FPSO. Przeładunek może następować za pomocą boi przeładunkowej (ustawionej w odległości 1-2 mil morskich od FPSO lub bezpośrednio z FPSO na tankowiec. Do bezpośredniego przeładunku używane są tankowce typu *shuttle tanker*. Pusty tankowiec podchodzi do boi lub FPSO i zostaje zamocowany za pomocą odpowiednich środków cumowniczych zwanych z angielskiego (hawser). Następnie przekazuje się na tankowiec pływające węże, podłączane na pokładzie do manifoldów lub BLS (Bow Loading System). Za pomocą pomp FPSO, w ciągu kilkunastu do trzydziestu godzin przetacza ładunek na tankowiec, który po rozłączeniu wiezie ją do portu przeznaczenia.

FPSO może pomieścić miliony baryłek ropy naftowej. TT Knock Nevis ma pojemność 4,1 miliona baryłek, czyli ok. 650 000 m3. W zależności od wydajności złoża, FPSO napełnia się kilka/kilkanaście dni, rozładunek trwa około 24 godzin.


Tanker-Offloading
Buoy
FPSO
Drilling Platform
Injection lines
Existing Well Centers

Platformy cięgnowe (***Tension Leg Platform- TLP***) są przymocowane linami stalowymi do betonowych kotwic umieszczonych na dnie morskim, dokładnie pionowo pod platformą. Taki system kotwiczenia umożliwia wykorzystanie platform TLP do wierceń na znacznych głębokościach. Pierwsza w świecie betonowa platforma TLP została zakotwiczona na polu Heidrum na Morzu Północnym, na głębokości 350 m. Platforma ma wymiary 150 x 80 m i waży 220 000 ton. Jest obsługiwana przez 350 osób i produkuje 220 000 bbls/d ropy. Maksymalne odchylenie platformy od pozycji kotwiczenia przy najbardziej niekorzystnych warunkach atmosferycznych może wynieść 31 m. Na największych głębokościach konieczne jest wykorzystanie do wierceń statków wiertniczych (*drillship*). Są to nieduże jednostki o wyporności do 14 000 DWT, długości 135 m, osiągające prędkość do 14 w. Na śródokręciu statku ustawiona jest wieża, a na jego rufie pokład helikopterowy. Przy wierceniu do 200 m głębokości jednostki te zakotwiczone są na kilku kotwicach (zazwyczaj ośmiu), natomiast na większych głębokościach do 2000 m i od 6000 do 10000 m poniżej dna morskiego wykorzystywane są statki wyposażone w system dynamicznego pozycjonowania DP (*Dynamic Positioning System*)



Barrel (bbl)

7.3 bbls = One tonne: 6.29 bbls = One cubic metre: One bbl = 159 litres approx

TLP – Tensing Leg Platform

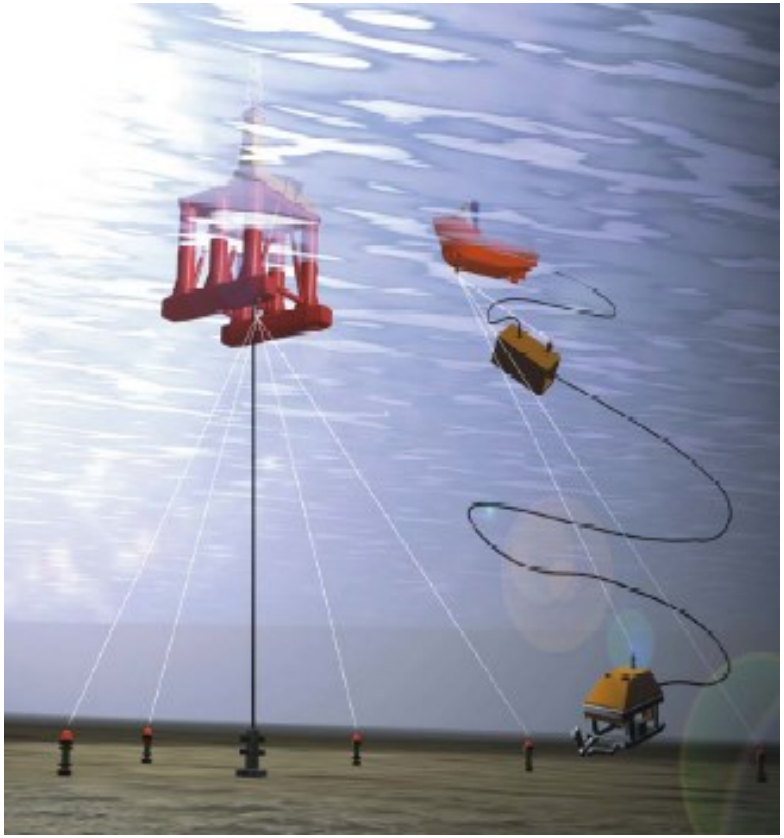




Holowanie kadłuba Morpeth Sea Star TLP z Houma do pola naftowego "Morpeth" w Zatoce Meksykańskiej.

Jednostki górnictwa morskiego

System Dynamicznego Pozycjonowania



Pomiar poziomego przesunięcia jednostki realizują urządzenia hydrolokacyjne. Sygnały akustyczne z nadajnika pod dnem statku są odbijane przez przekaźnik impulsów na dnie morza w bezpośrednim sąsiedztwie otworu wiertniczego i przyjmowane przez zestaw hydrofonów w części podwodnej kadłuba. Określenie zmian położenia statku odbywa się na podstawie przetwarzania czasu przebiegu sygnału na równoważną odległość. Maszyny cyfrowe współpracujące z układem akustycznym obliczają aktualną pozycję statku i przekazują decyzję do układu napędowego. Na ogół elementami wykonawczymi tego układu jest zestaw kilku, a nawet kilkunastu pędników.

Pogłębiarka wieloczerpakowa



„Scandi Navica” - jednostka specjalistyczna do układania rur i kabli



Jednostki pomocnicze



Szalanda - rodzaj statku, służący do przewozu urobku wydobytego przez pogłębiarki. Cechą charakterystyczną jest to, że szalandy mają możliwość samodzielnego i szybkiego rozładunku przez otwarcie klap w dnie lub burtach. Powoduje to wypadnięcie ładunku (kilkaset a nawet kilka tysięcy ton w ciągu kilku- kilkunastu sekund). Na wodach płytkich stosuje się szalandy bocznoklapowe, a na głębokich - dennoklapowe.

- **Holownik**
- **Pchacz**
- **Lodołamacz**
- **Statek ratowniczy**
- **Pilotówka**
- **Statek pożarniczy**
- **Szalanda**
- **Bunkierka**
- **Inny statek pomocniczy**

Jednostki pomocnicze



Bunkierka - niewielki ***zbiornikowiec*** lub barka zaopatrująca statki (okręty) w paliwo ciekłe, rzadziej wodę kotłową. Wyposażony jest w urządzenia do przeładunku cieczy: pompy, węże o dużych przekrojach na specjalnych wysięgnikach pozwalające na bezproblemowe podanie paliwa na jednostkę zaopatrywaną. Swoje zadania realizuje na redzie, w portach oraz na pełnym morzu.

- **Holownik**
- **Pchacz**
- **Lodołamacz**
- **Statek ratowniczy**
- **Pilotówka**
- **Statek pożarniczy**
- **Szalanda**
- **Bunkierka**
- **Inny statek pomocniczy**

Holowniki









Holowniki



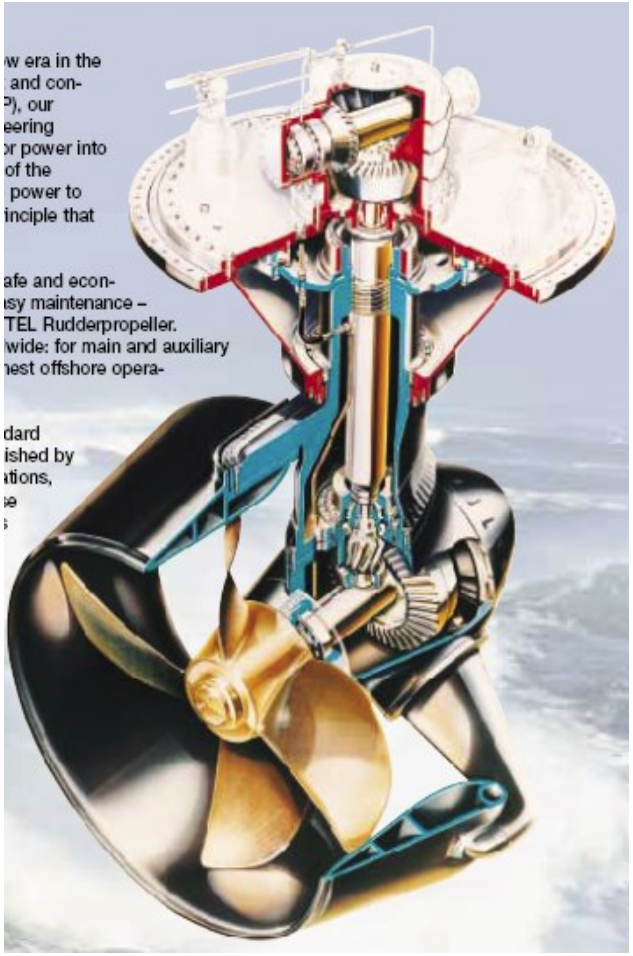
Holownik portowo redowy Tap Mun (L=25.40 m, B=8.50 m, N=2650 kW, Z=45.45 T, pędnik azymutalny)

Holowniki portowe - redowe

Wymiary dochodzą do 40 metrów, moce napędu głównego przeciętnie wynoszą 750 ÷ 4000 kW. Prędkość pływania swobodnego mieści się w granicach 10 ÷ 13 węzłów, zaś autonomiczność pływania 2 ÷ 4 doby. Najczęściej spotykane pędniki na tego rodzaju jednostkach to śruby o skoku nastawnym bądź w dyszy korta, pędniki azymutalne lub Voith - Schneidera

Jednostki tego typu mają za zadanie **wprowadzać i wyprowadzać** statki z portów lub terminali przeładunkowych oraz pomagać w bezpiecznym poruszaniu się wewnątrz nich.

Pędnik azymutalny Schottel





Pędnik cykloidalny

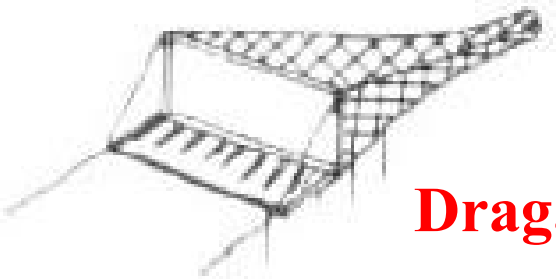




Statki rybackie

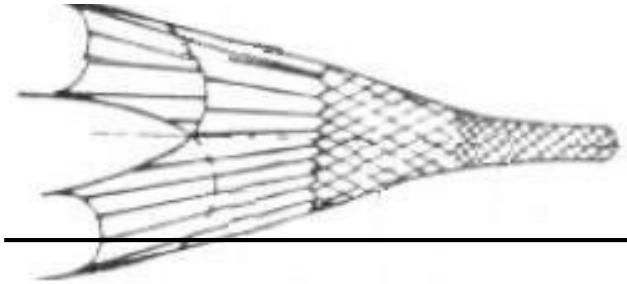
- ***Statki łowcze*** – podstawowy stan eksploatacyjny: praca na łowisku;
- ***Statki przetwórcze*** przerób i konserwacja surowca rybnego (przetwórnie, konserwiarnie, mączkarnie);
- ***Statki łowczo – przetwórcze;***
- ***Statki pomocnicze*** – zwiad rybacki, zaopatrzenie, remonty itp.

Trawlery



Draga

Włok pelagiczny linowy





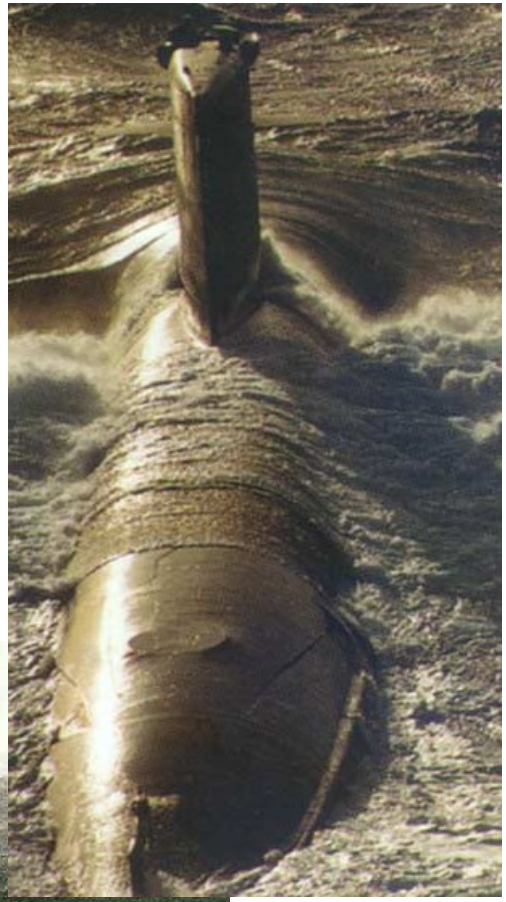
Włok denny

Jednostki szybkie

- **Jednokadłubowiec wypornościowy**
- **Jednokadłubowiec półślizgowy (SPS)**
- **Wodolot jednokadłubowy**
- **Wodolot wielokadłubowy**
- **Katamaran półzanurzeniowy (SWATH)**
- **Katamaran półślizgowy**
- **Katamaran na zanurzonych płatach**
- **Katamaran falotnący**
- **Poduszkowiec**
- **Poduszkowiec bocznościenny (SES)**
- **Ekranopłat jednokadłubowy**
- **Ekranopłat wielokadłubowy**

OKRĘTY







Nadzór i klasyfikacja

Projektowanie, budowa i eksploatacja jednostek pływających jest obwarowana licznymi przepisami dotyczącymi zagadnień technicznych, bezpieczeństwa statku, załogi i pasażerów, bezpieczeństwa pracy i warunków socjalno-bytowych oraz kwalifikacji załogi. W Polsce głównymi organami powołanymi do kontroli stanu bezpieczeństwa statków, załóg, ładunków i żeglugi oraz do wystawiania odpowiednich dokumentów są ***Urzędy Morskie*** (terenowe organy administracji państwowej) oraz ***Polski Rejestr Statków*** będący towarzystwem klasyfikacyjnym.

Urzędy Morskie odpowiadają za przestrzeganie przepisów krajowych i konwencji międzynarodowych, wystawiają dokumenty uprawniające do żeglugi oraz kontrolują statki przy wejściu i wyjściu z portów polskich. Obecnie ***UM*** są również odpowiedzialne za ochronę prawną i techniczną wybrzeża oraz środowiska morskiego.

Wzmagania formalno - prawne

1. Przepisy klasyfikacyjne.

- **PRS** (Polski Rejestr Statków)
- **DNV** (Det Norske Veritas – Norwegia)
- **ABS** (American Bureau of Shipping - USA)
- **LR** (Lloyd's Register –Wlk. Brytania)
- **GL** (Germanischer Lloyd - Niemcy)
- **Rina S. p. A.** (Registro Italiano Navale – Włochy)
- **NKK** (Nippon Kaiji Kyokai – Japonia)
- **BV** (Bureau Veritas – Francja)
- **RS** (Russian Maritime Register of Shipping – Rosja)



IACS - International Association of Classification Societies (*Międzynarodowe Zrzeszenie Towarzystw Klasyfikacyjnych*)

W zakres działalności ***towarzystwa klasyfikacyjnego*** wchodzi np. ustalanie przepisów, którym ma odpowiadać konstrukcja kadłuba statku, jego wyposażenia i materiałów, sprawowanie nadzoru nad budową i remontem statku, nadawanie jednostce ***klasy***, świadczącej o jego przydatności żeglugowej, itd.

K l a s a s t a t k u – zgodność konstrukcji, wykonania i stanu statku (kadłuba, urządzeń maszynowych, instalacji, wyposażenia) z właściwymi wymaganiami ***Przepisów klasyfikacyjnych***, potwierdzona nadaniem symbolu klasy i wydaniem ***Świadectwa klasy***.

- 1A1 Tanker for Oil, EO, Bow Loading, STL, ESP, DYNPOS AUTR, F-AMC, OPP-F, W1, ICE – 1C, RPS, ICS,

Wzmagania formalno - prawne

2. ***Konwencje międzynarodowe (wybrane).***

- „Międzynarodowa konwencja o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki” 1973 i Protokół 1978 (***MARPOL 73/78***)

  Jest aktem prawnym o zasięgu globalnym regulującym sprawy zapobiegania zanieczyszczaniu mórz przez statki. Zakres konwencji obejmuje wszystkie zagadnienia techniczne zawiązane z ograniczeniem zanieczyszczania morza przez statki, za wyjątkiem zatapiania odpadów i innych substancji. Dotyczy statków wszystkich typów oraz platform wiertniczych. Nie ma zastosowania do zanieczyszczeń będących następstwem badań i eksploatacji dna morskiego oraz złóż położonych pod dnem. Konwencja posiada 6 załączników dotyczących poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń.

Wzmagania formalno - prawne

2. Konwencje międzynarodowe (wybrane).

- ***SOLAS („International Convention for the Safety of Life at Sea”)***, „Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu”.
  Konwencja ***SOLAS*** ma na celu podniesienie bezpieczeństwa życia na morzu przez ustalenie jednolitych zasad i przepisów budowy statków, jak również podaje wzory wystawianych dokumentów.

Rozdział II-1 Budowa – konstrukcja, niezatapialność i stateczność, urządzenia maszynowe i instalacje elektryczne
Rozdział II-2 Konstrukcja – ochrona przeciwpożarowa, wykrywanie i gaszenie pożarów
Rozdział III Środki i urządzenia ratunkowe
Rozdział IV Radiokomunikacja
Rozdział VII Przewóz towarów niebezpiecznych
Rozdział VII Statki z napędem jądrowym
Rozdział X Środki bezpieczeństwa dla jednostek szybkich
Rozdział XI-1 Środki specjalne dla podniesienia bezpieczeństwa na morzu
Rozdział XI-2 Środki specjalne dla wzmocnienia ochrony na morzu
Rozdział XII Dodatkowe środki bezpieczeństwa dla masowców

Wzmagania formalno - prawne

3. ***Kodeksy (wybrane).***

- ***Kodeks HSC*** - International Code of Safety for High-Speed Craft („Międzynarodowy kodeks bezpieczeństwa jednostek szybkich”);
- ***Kodeks IGC*** - International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk („Międzynarodowy kodeks budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem”);
- ***Kodeks LSA*** - Life-Saving Appliance Code („Międzynarodowy kodeks środków ratunkowych”);
- ***Kodeks FSS*** – International Fire Safety Systems Code („Międzynarodowy kodeks systemów bezpieczeństwa pożarowego”).

Międzynarodowa Organizacja Morska - IMO

International Maritime Organization

Zadaniem IMO jest tworzenie płaszczyzn i mechanizmów współpracy rządów oraz tworzenie zasad odnoszących się do różnych spraw technicznych wpływających na żeglugę

Komitet Bezpieczeństwa na Morzu MSC

Maritime Safety Committee

Zajmuje się przede wszystkim sprawami technicznymi związanymi z bezpieczeństwem na morzu. Działa przez szereg podkomitetów

Komitet Ochrony Środowiska Morskiego MEPC

Marine Environment Protection Committee

Prowadzi działalność IMO w sprawach zapobiegania i kontroli zanieczyszczenia środowiska morskiego ze statków

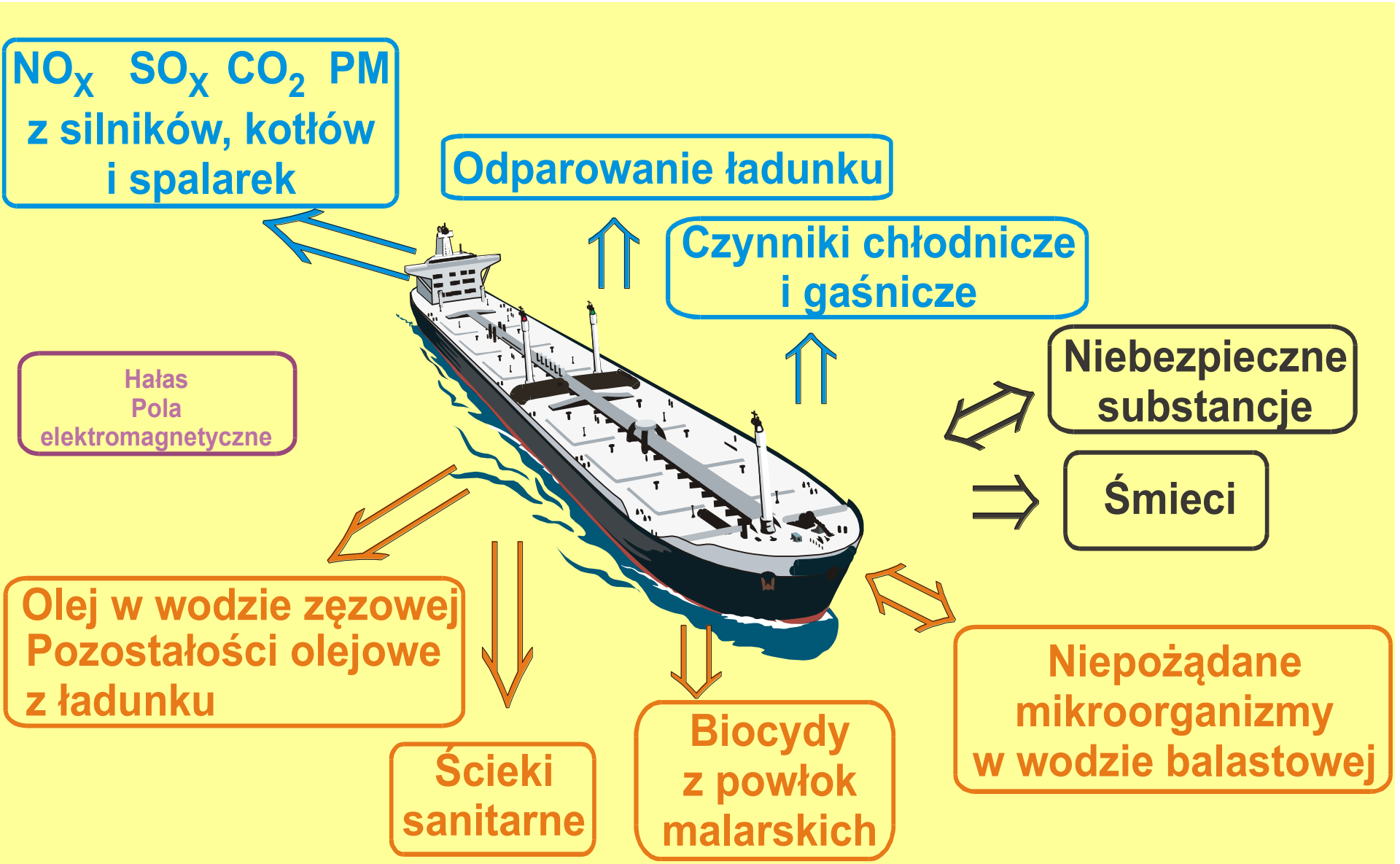
Bezpieczeństwo żeglugi







Ochrona środowiska naturalnego



POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI MORSKICH I LĄDOWYCH

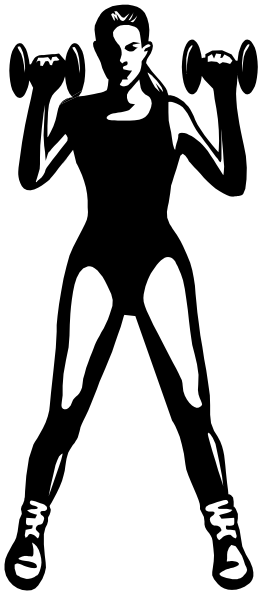
e–mail: pawszym1@pg.gda.pl

dr inż. Paweł Szymański

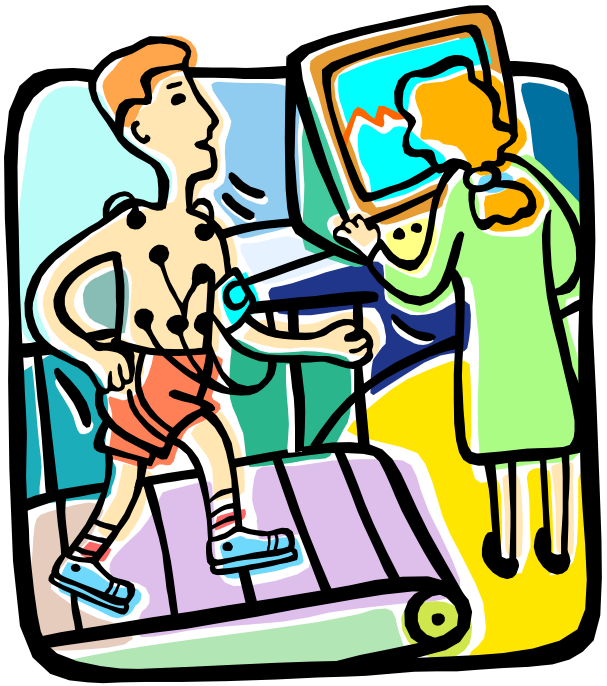
ZDOLNOŚĆ STATKU DO RUCHU – OGÓLNE WIADOMOŚCI O UKŁADZIE NAPĘDOWYM

Temat 2 - zagadnienia

- Określenie siłowni okrętowej.
- Podstawowe zadania siłowni okrętowych.
- Główny układ napędowy statku.
- Pędniki okrętowe.
- Przykłady rozwiązań specjalnych.

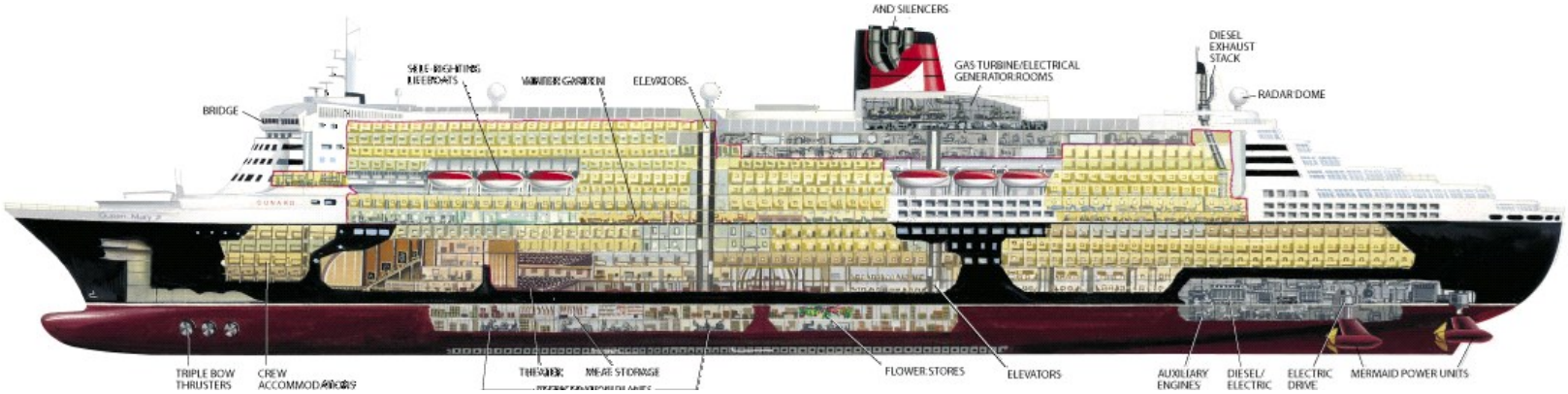












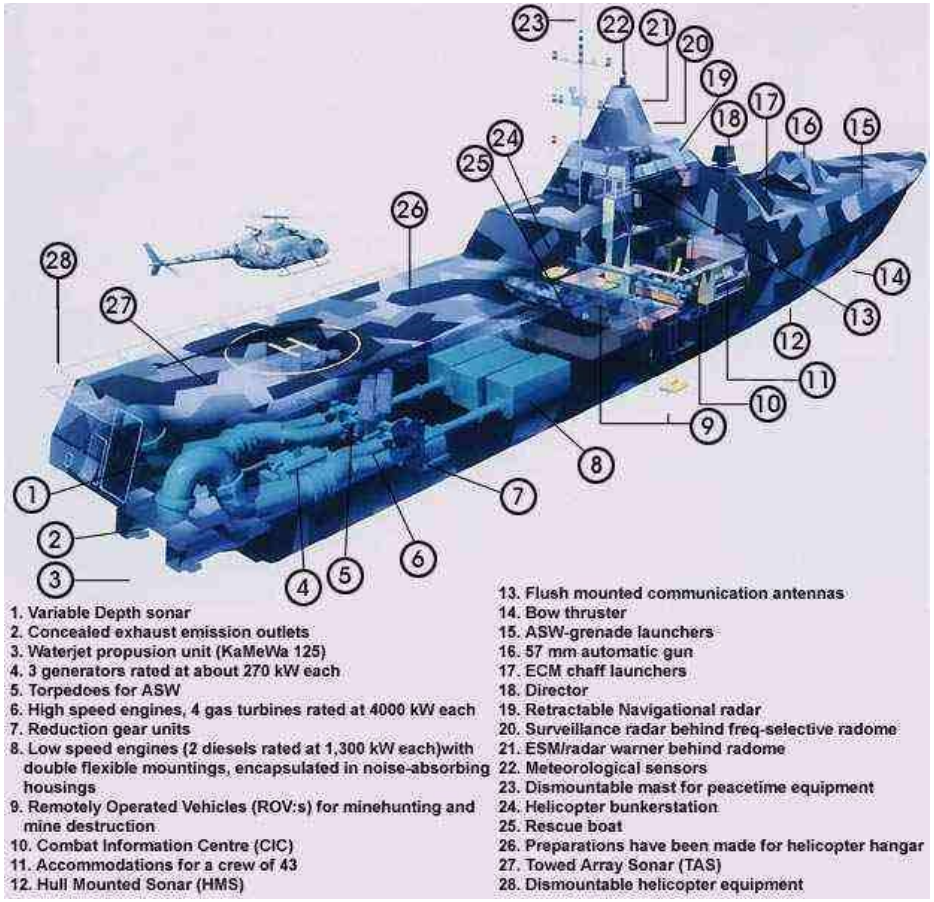




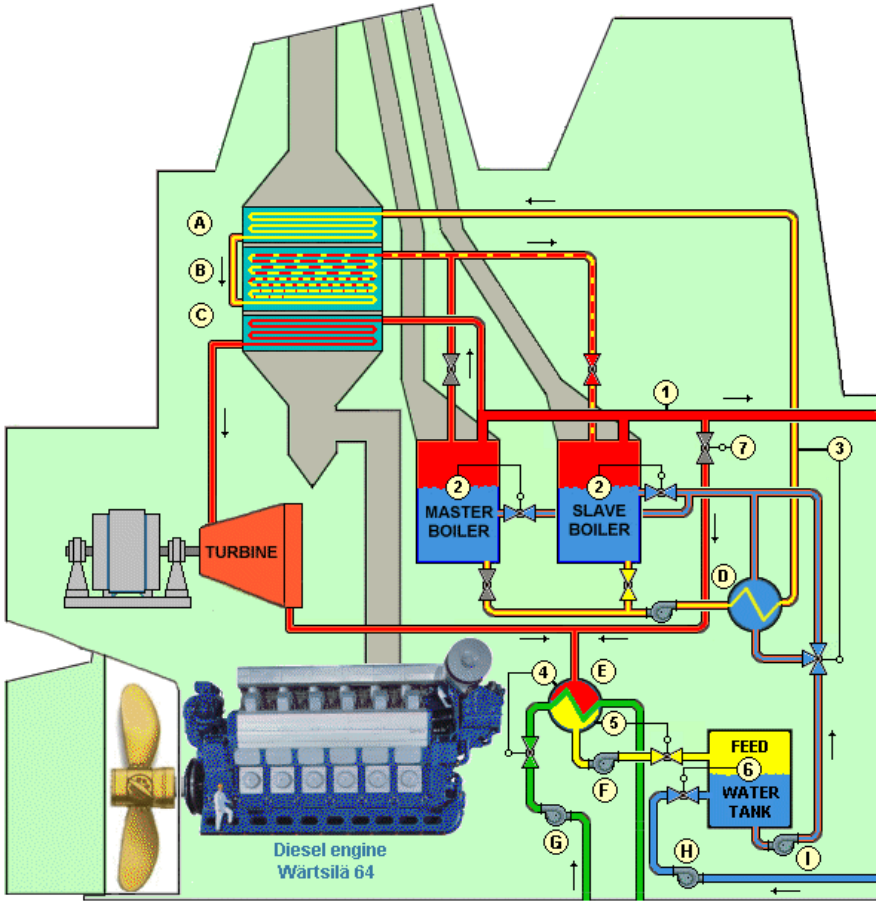




Siłownia okrętowa – centrum energetyczne statku (okrętu)



1. Variable Depth sonar
2. Concealed exhaust emission outlets
3. Waterjet propusion unit (KaMeWa 125)
4. 3 generators rated at about 270 kW each
5. Torpedoes for ASW
6. High speed engines, 4 gas turbines rated at 4000 kW each
7. Reduction gear units
8. Low speed engines (2 diesels rated at 1,300 kW each)with double flexible mountings, encapsulated in noise-absorbing housings
9. Remotely Operated Vehicles (ROV:s) for minehunting and mine destruction
10. Combat Information Centre (CIC)
11. Accommodations for a crew of 43
12. Hull Mounted Sonar (HMS)
13. Flush mounted communication antennas
14. Bow thruster
15. ASW-grenade launchers
16. 57 mm automatic gun
17. ECM chaff launchers
18. Director
19. Retractable Navigational radar
20. Surveillance radar behind freq-selective radome
21. ESM/radar warner behind radome
22. Meteorological sensors
23. Dismountable mast for peacetime equipment
24. Helicopter bunkerstation
25. Rescue boat
26. Preparations have been made for helicopter hangar
27. Towed Array Sonar (TAS)
28. Dismountable helicopter equipment

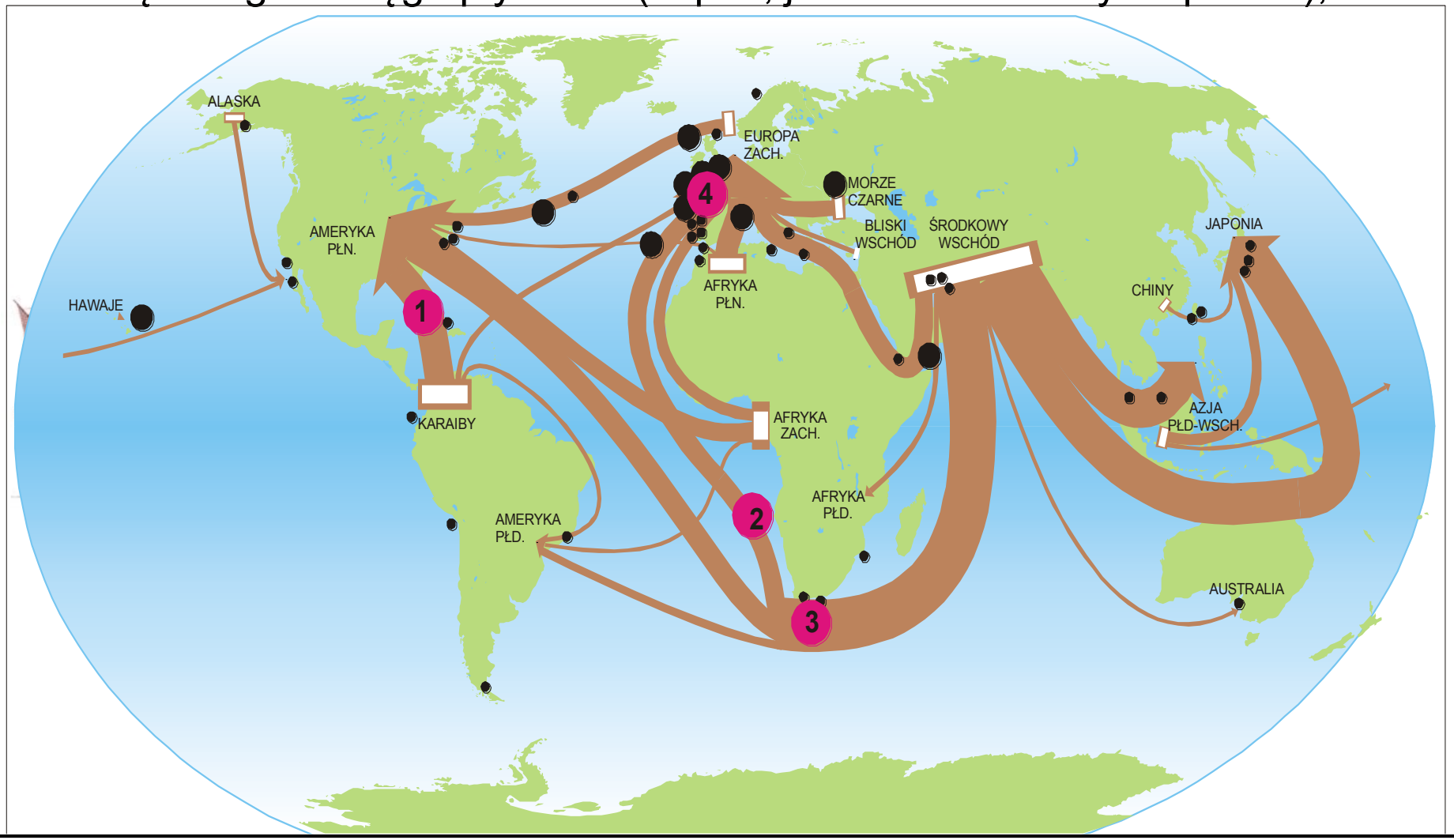


Siłownia okrętowa – podsystem funkcjonalny jednostki pływającej przeznaczony do dostarczania wszystkich niezbędnych dla jej funkcjonowania nośników energii (rodzajów energii).

Zadania siłowni okrętowej

Do najważniejszych zadań siłowni okrętowych należy zapewnienie :

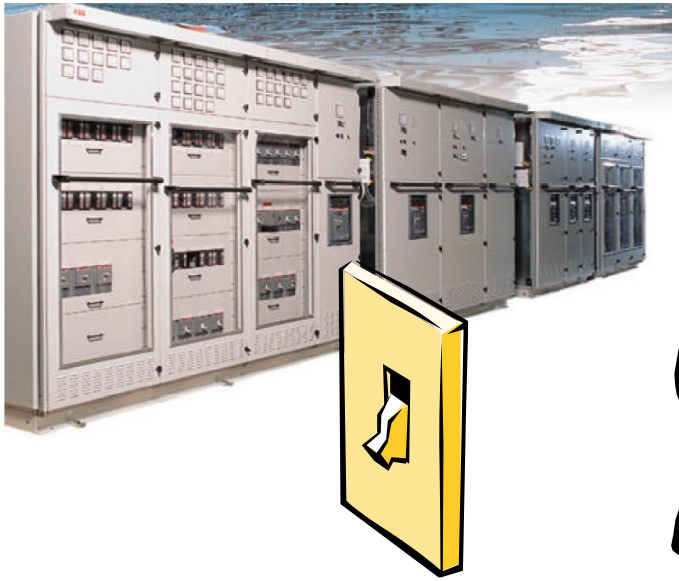
- zdolności do ruchu z określoną prędkością w określonym czasie;
- żądanego zasięgu pływania (zapas, jednostkowe zużycie paliwa);

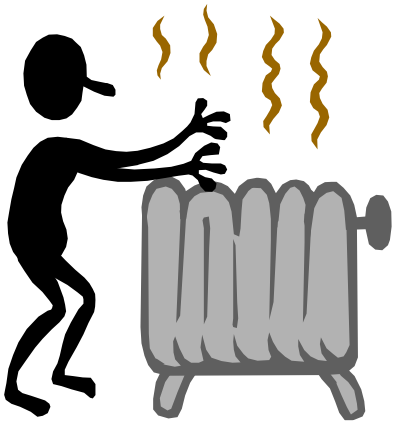


Zadania siłowni okrętowej

Do najważniejszych zadań siłowni okrętowych należy zapewnienie :

- wymaganej (we wszystkich przewidzianych stanach eksploatacyjnych) ilości oraz prawidłowego rozdziału energii elektrycznej dla wyposażenia technicznego;
- wymaganej ilości energii w postaci innych nośników (np. ciepła woda, para wodna, sprężone powietrze itd.) dla normalnej eksploatacji jednostki;







Zadania siłowni okrętowej

Do najważniejszych zadań siłowni okrętowych należy zapewnienie :

- bezpieczeństwa ppoż.;







Zadania siłowni okrętowej

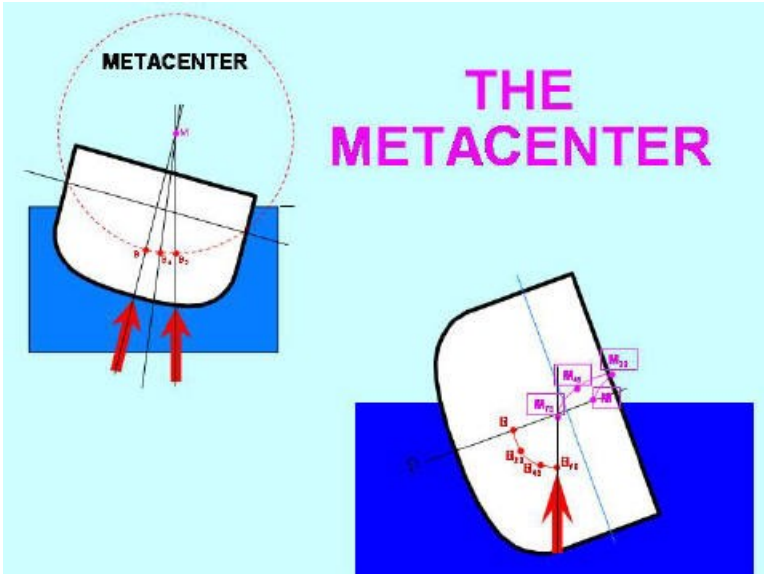
Do najważniejszych zadań siłowni okrętowych należy zapewnienie :

- odpowiednich własności statecznościowo – niezatapialnościowych jednostki pływającej;





NIEZATAPIALNOŚĆ **– zdolność okrętu do utrzymania się na wodzie, przy zachowaniu stateczności, w wypadku wdarcia się wody do wnętrza kadłuba.**



STATECZNOŚĆ **– zdolność powracania okrętu do stanu równowagi („pozycji wyprostowanej") po jej czasowym zakłóceniu.**

Zadania siłowni okrętowej

Do najważniejszych zadań siłowni okrętowych należy zapewnienie :

- wymaganych warunków socjalno - bytowych załogi na postoju i w ruchu;







Zadania siłowni okrętowej

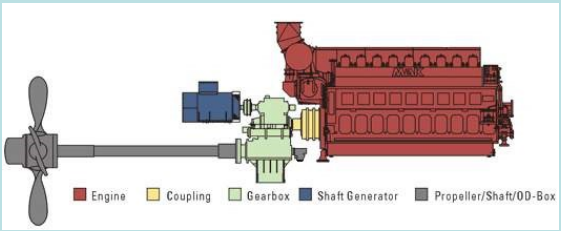
Do najważniejszych zadań siłowni okrętowych należy zapewnienie:

- zdolności do ruchu z określoną prędkością w określonym czasie;
- żądanego zasięgu pływania;
- wymaganej (we wszystkich przewidzianych stanach eksploatacyjnych) ilości oraz prawidłowego rozdziału energii elektrycznej dla wyposażenia technicznego;
- wymaganej ilości energii w postaci innych nośników (np. ciepła woda, para wodna, sprężone powietrze itd.) dla normalnej eksploatacji jednostki;
- bezpieczeństwa ppoż.;
- odpowiednich własności statecznościowo – niezatapialnościowych jednostki pływającej;
- wymaganych warunków socjalno - bytowych załogi na postoju i w ruchu.

Struktura siłowni

SIŁOWNIA OKRĘTOWA

OKRĘTOWY UKŁAD NAPĘDOWY



OKRĘTOWE MECHANIZMY I URZĄDZENIA POMOCNICZE

ELEKTROWNIA OKR.

KOTŁOWNIA

INNE …

INSTALACJE ROROCIĄGÓW OKRĘTOWYCH

WIADOMOŚCI OGÓLNE

SIŁOWNIA OKRĘTOWA (def.) - jest to **wydzielona wodoszczelna część kadłuba**, w której znajdują się **silnik lub silniki napędu głównego, elektrownia okrętowa, maszyny i urządzenia pomocnicze niezbędne do zapewnienia prawidłowej pracy silników napędu głównego, ruchu statku, zasilania urządzeń sterowych, nawigacyjnych, ratunkowych, dźwigowych, cumowniczych i innych, zapewnienie działania różnych instalacji okrętowych, a także zapewnienia potrzeb bytowych załogi i ewentualnych pasażerów. Dla okrętów wojennych, również zasilanie urządzeń zapewniających możliwość wykorzystania uzbrojenia okrętowego.**

WIADOMOŚCI OGÓLNE

SIŁOWNIA OKRĘTOWA (def.) - jest to zespół maszyn i urządzeń wraz z łączącymi je rurociągami i armaturą, aparaturą sterowania i zabezpieczeń oraz aparaturą kontrolno-pomiarową.

WIADOMOŚCI OGÓLNE

MASZYNA (def.) – taki wytwór człowieka z materii nieożywionej, w którym następuje przemiana jednego rodzaju energii w inną, której wynikiem jest przekazanie ciepła lub wykonanie pracy np. przemiana energii elektrycznej w mechaniczną (pompy, sprężarki, wirówki oleju, wciągarki pokładowe itp.)

WIADOMOŚCI OGÓLNE

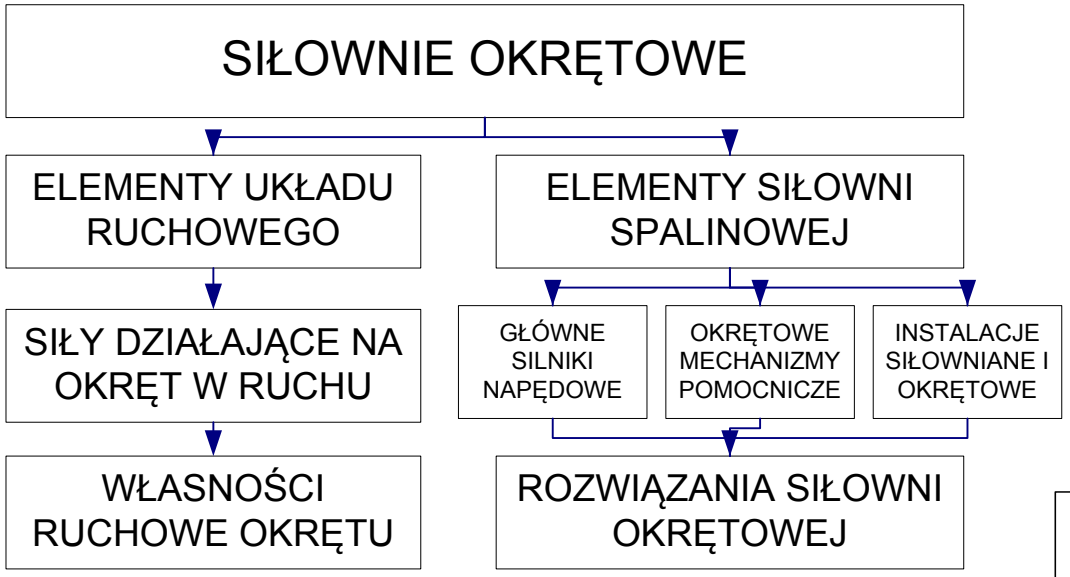
URZĄDZENIE (def.) – taki wytwór człowieka z materii nieożywionej, w którym następuje wymiana energii tego samego rodzaju (podgrzewacze, chłodnice, kotły, siłowniki itp.) lub uzdatnianie czynnika energetycznego np. oleju smarowego lub pędnego, filtry, wyparowniki, zbiorniki, osadowe, odoliwiacze powietrza itp.).

WIADOMOŚCI OGÓLNE

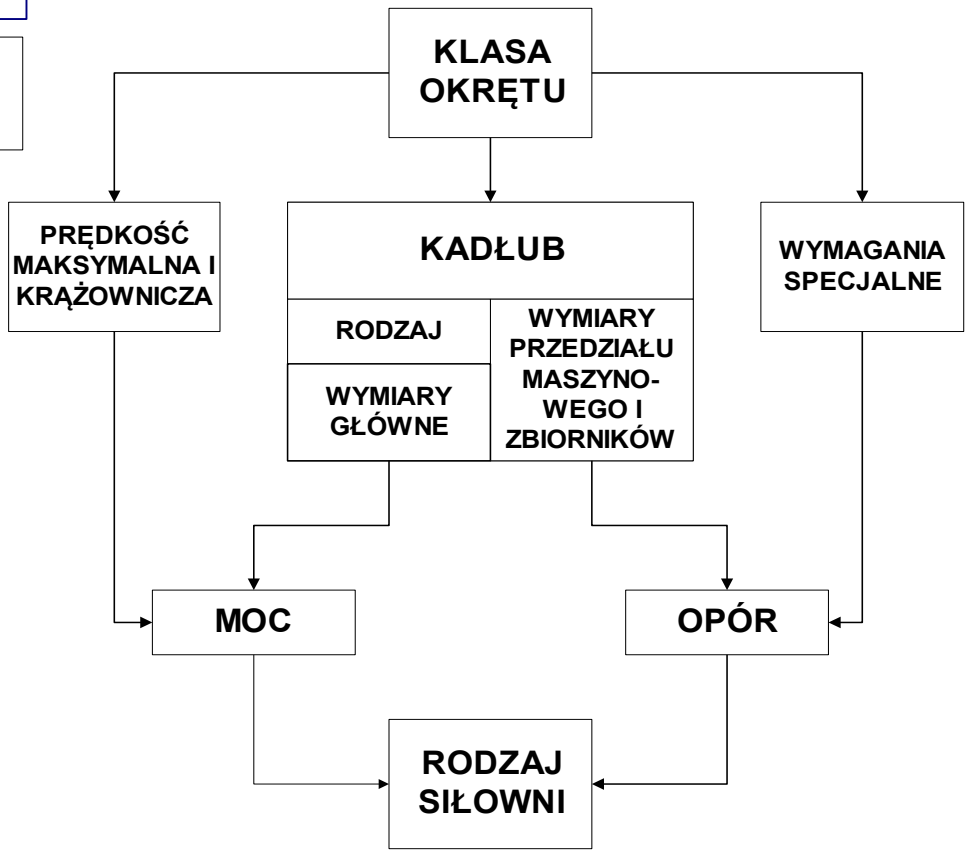
SIŁOWNIA OKRĘTOWA - to:

- **główny układ napędowy,**
- **elektrownia okrętowa,**
- **kotły pomocnicze i instalacja pary pomocniczej,**
- **wyparowniki wody słodkiej,**
- **urządzenia ochrony środowiska,**
- **urządzenia chłodnicze i klimatyzacyjne,**
- **instalacje siłowniane,**
- **instalacje ogólnookrętowe,**
- **układy automatyzacji siłowni oraz kontroli jej parametrów pracy.**

WIADOMOŚCI OGÓLNE



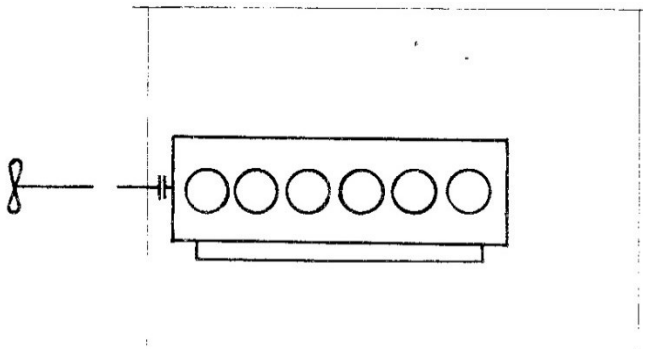
CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA DOBÓR RODZAJU SIŁOWNI OKRĘTOWEJ



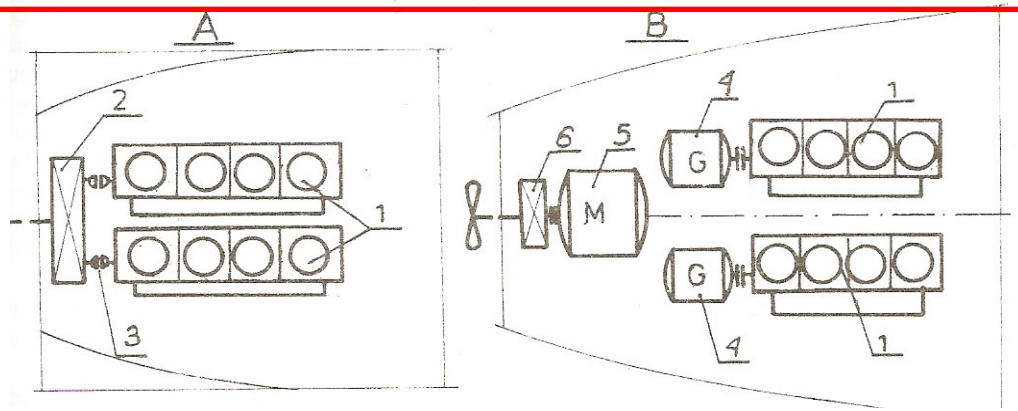
GŁÓWNY UKŁAD NAPĘDOWY STATKU

W skład głównego układu napędowego statku wchodzą następujące mechanizmy i urządzenia, także zwane głównymi:

- **silniki główne (tłokowe o ZS, turbinowe - spalinowe i parowe),**
- **urządzenia zapewniające realizację obiegu termodynamicznego silników głównych (np. w przypadku turbin parowych – kotły główne bądź reaktory jądrowe, skraplacze główne,**
- **sprzęgła rozłączne (włączanie i wyłączanie napędu linii wałów oraz zmiana kierunku jej obrotu),**
- **przekładnia redukcyjna (redukcja prędkości obrotowej wału śrubowego),**
- **linie wałów (przekazywanie energii mechanicznej silników głównych do pędników okrętowych),**
- **pędniki (śruby napędowe),**
- **urządzenia sterowania i kontroli pracy głównego układu napędowego.**



Bezpośredni napęd główny statku wolnoobrotowym tłokowym silnikiem spalinowym

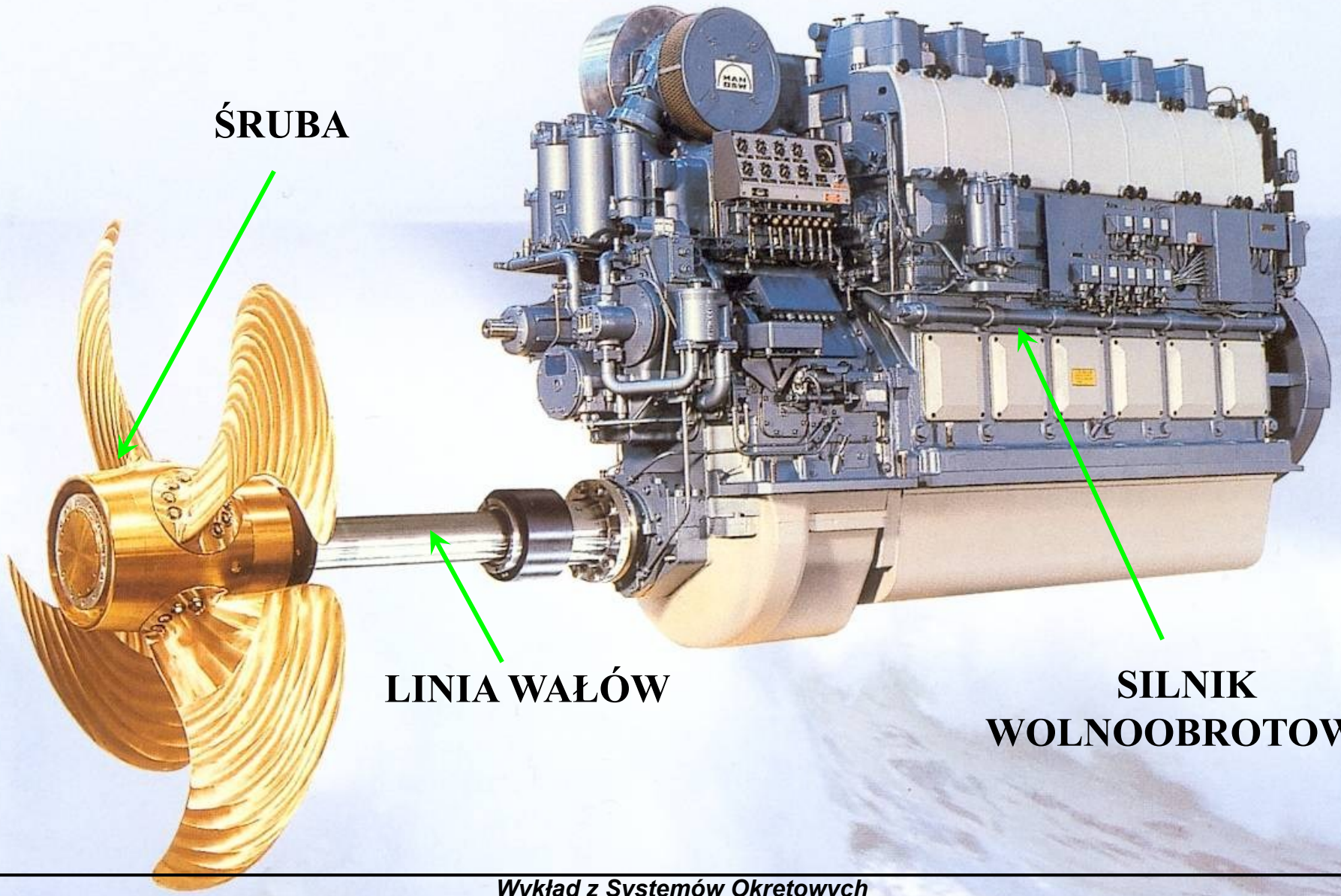


Pośredni napęd główny statku

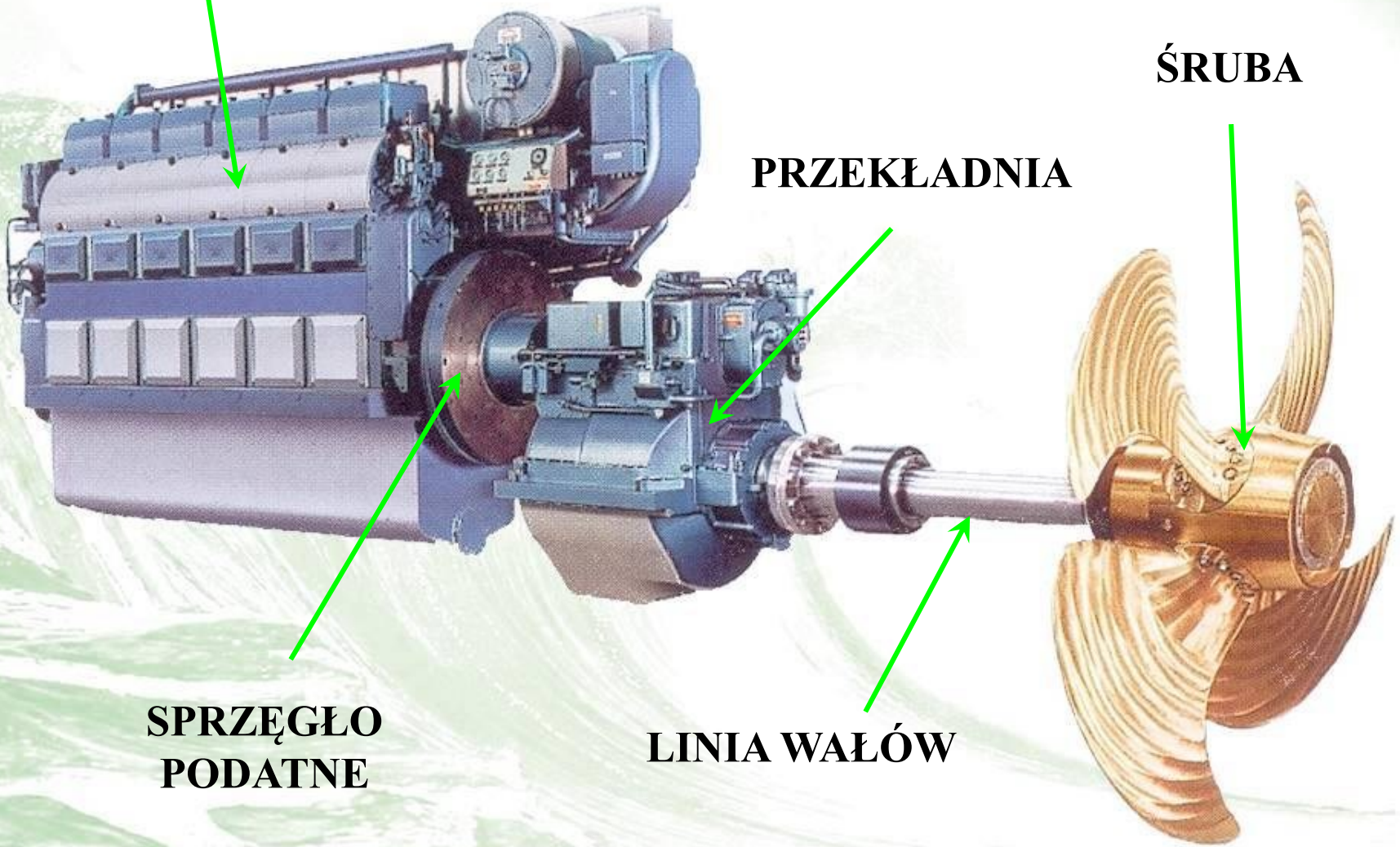
A) z przekładnią mechaniczną, B) z przekładnią elektryczną

1 - silnik główny, **2** - przekładnia mechaniczna z łożyskiem oporowym, **3** - sprzęgło rozłączne, podatne, **4** - prądnica, **5** - silnik elektryczny napędu głównego, **6** - przekładnia redukcyjna z łożyskiem oporowym.

NAPĘD BEZPOŚREDNI



NAPĘD POŚREDNI



DIRECT PROPULSION SYSTEM VS INDIRECT PROPULSION SYSTEM



NAPĘD BEZPOŚREDNI (75% MOCY NAPĘDÓW WSZYSTKICH STATKÓW):

Zalety:

- najwyższe z możliwych sprawności silników napędowych (wolnoobrotowych) o mocy nawet do 65 MW;
- silniki napędowe przystosowane są do spalania paliwa najniższej jakości (najtańsze);
- prosta konstrukcja i eksploatacja;
- wysoka trwałość i niezawodność.

Wady:

- duża masa i objętość napędu (masa jednostkowa 30-50kg/kW);
- wysoki silnik, wysoko położony środek ciężkości – problem stateczności statku;
- trudna budowa i remont siłowni (razem ze statkiem).

DIRECT PROPULSION SYSTEM VS INDIRECT PROPULSION SYSTEM



Napęd pośredni (silniki średnio- i szybkoobrotowe):

Zalety:

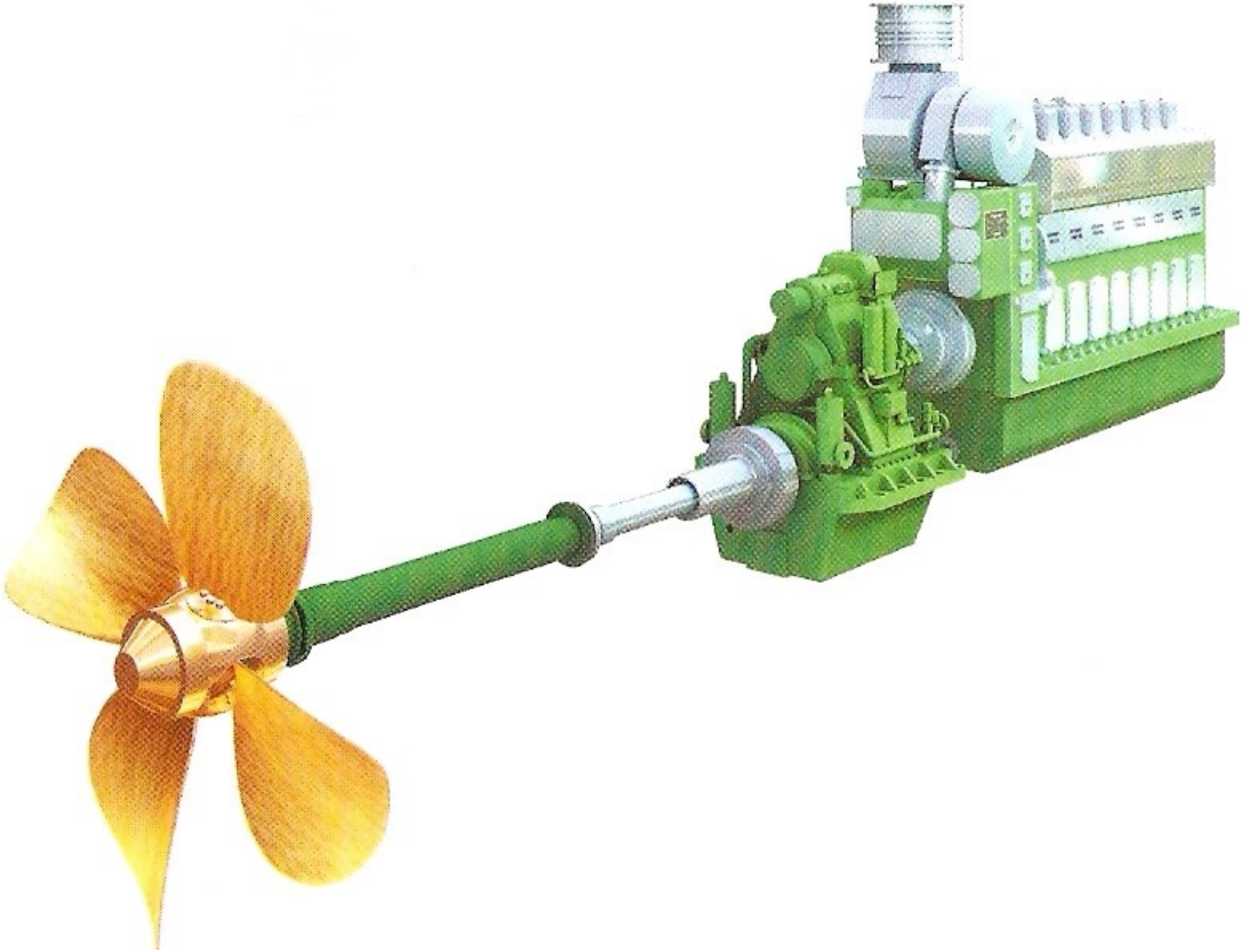
- możliwość doboru optymalnej pr. obr. śruby (wyższe sprawności);
- ekonomiczna praca silników na obciążeniach częściowych (praca w układach);
- duża niezawodność napędu, pewność ruchu i bezpieczeństwo statku;
- mniejsza masa i gabaryty silników (masa jednostkowa siln. średn. 8-20 kg/kW, silniki szybkoobr. – 1,2 – 4.0 kg/kW, silniki turbinowe 0,1-1,0 kg/kW);
- nisko położony środek ciężkości – zwiększa stateczność statku;
- powiększenie nośności statku kosztem mniejszej masy i objętości siłowni;
- łatwiejsze remonty (małe i lekkie podzespoły).

Napęd pośredni (silniki średnio- i szybkoobrotowe):

Wady:

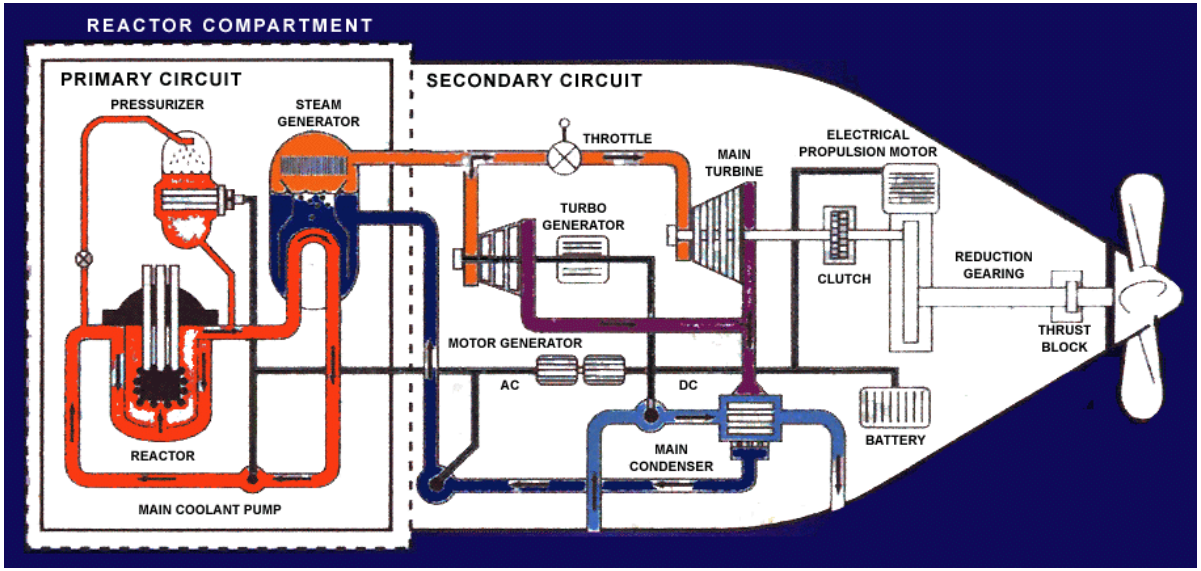
- niższa sprawność silników napędowych;
- dodatkowe straty energii w przekładni i sprzęgłach;
- niższa trwałość i niezawodność napędu;
- większa awaryjność silników i zespołów napędowych;
- większe koszty remontów;
- wyższy poziom hałasu.

NAPĘD POŚREDNI – SILNIK ŚREDNIOOBROTOWY, ŚRUBA NASTAWNA

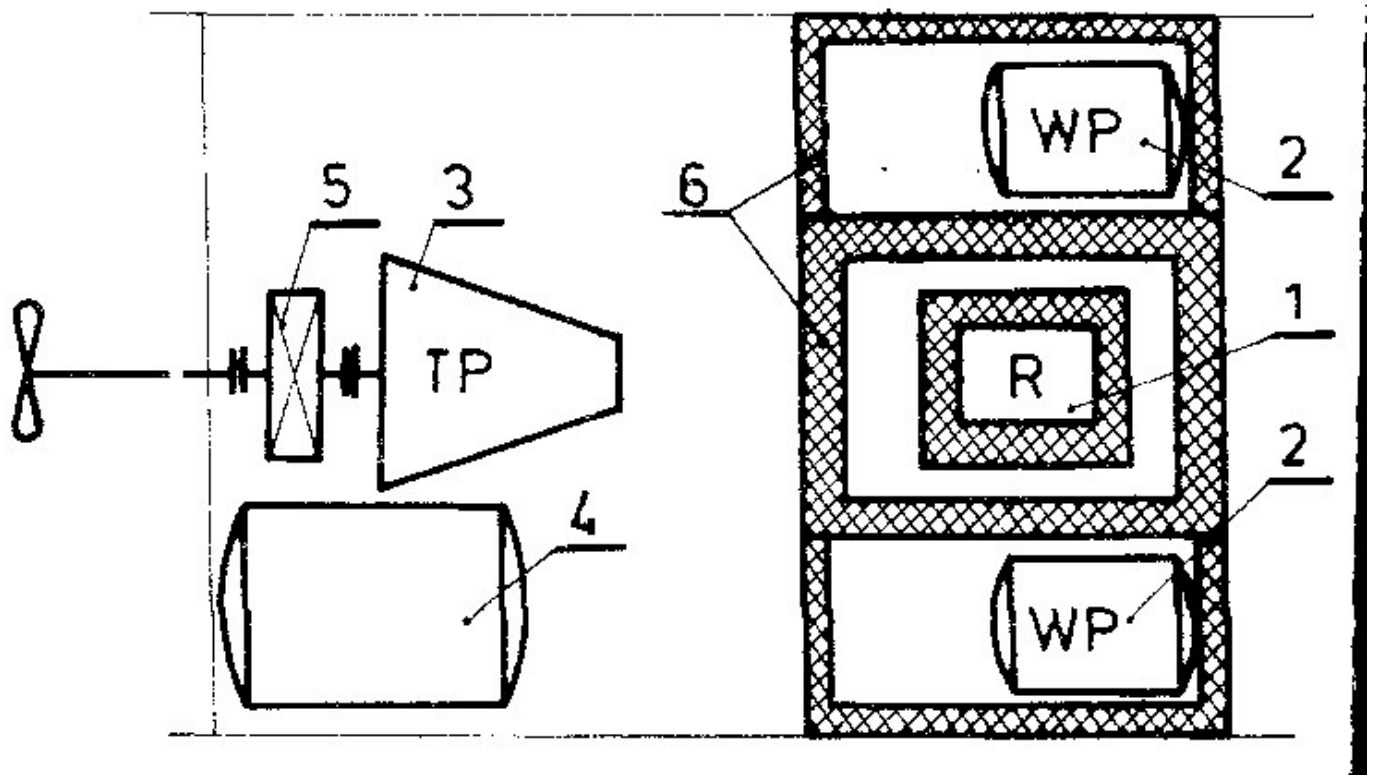


Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na rodzaj paliwa:
  - Konwencjonalne
  - Jądrowe

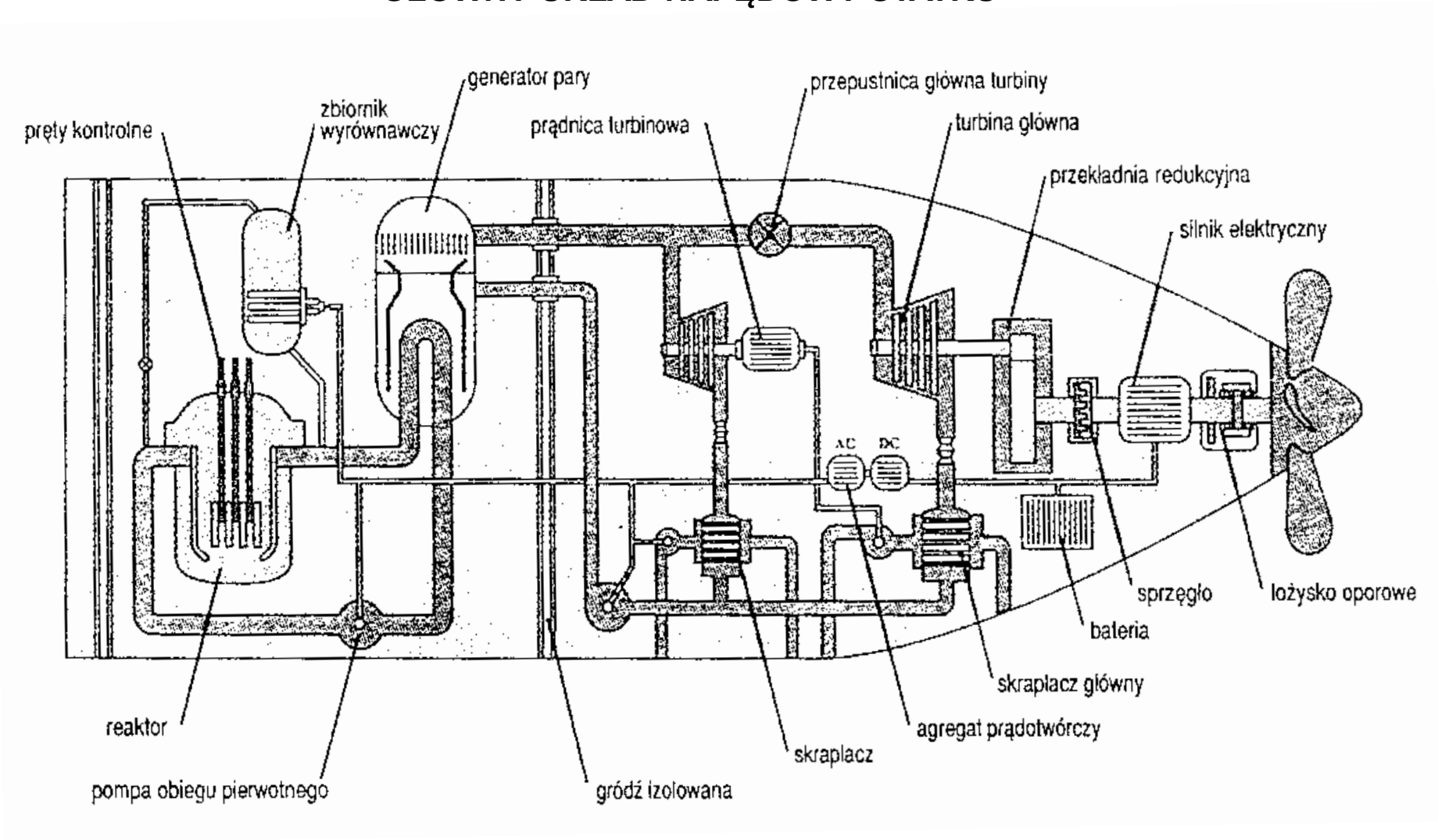


GŁÓWNY UKŁAD NAPĘDOWY STATKU



Główne podzespoły napędu głównego siłowni jądrowej statku
1 - reaktor jądrowy, **2** - wytwornica pary, **3** - turbina parowa, **4** - skraplacz, **5** - przekładnia redukcyjna z łożyskiem oporowym, **6** - osłona pochłaniająca promieniowanie.

GŁÓWNY UKŁAD NAPĘDOWY STATKU



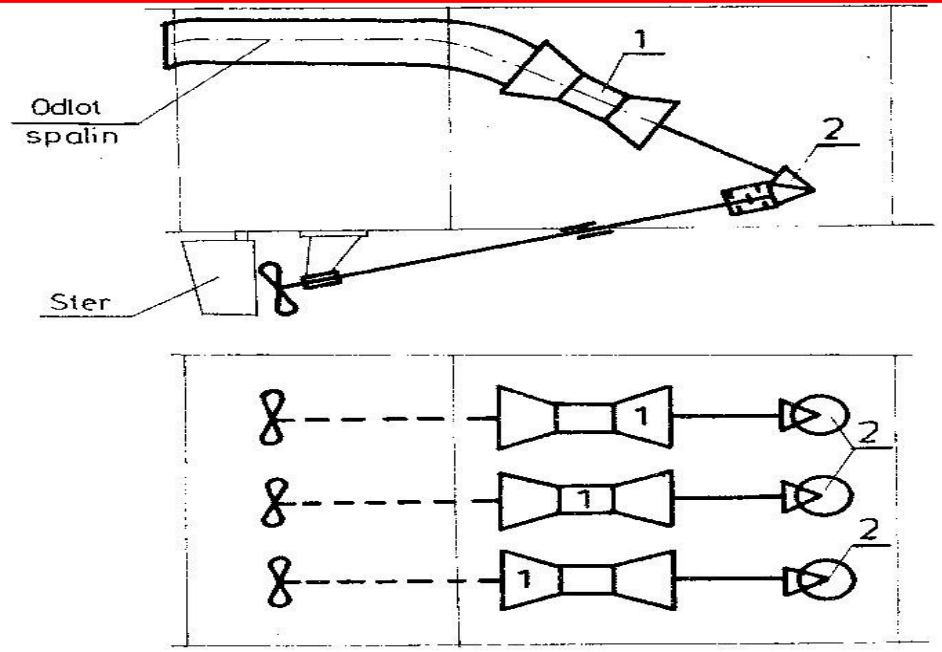
Paliwo – wzbogacony uran zawierający 90% czystego uranu U-235 (elektrownie 2-5%, broń atomowa 98%).

Pręty kontrolne – spowalniające reakcję rozszczepiania atomów uranu – kadm, hafn.

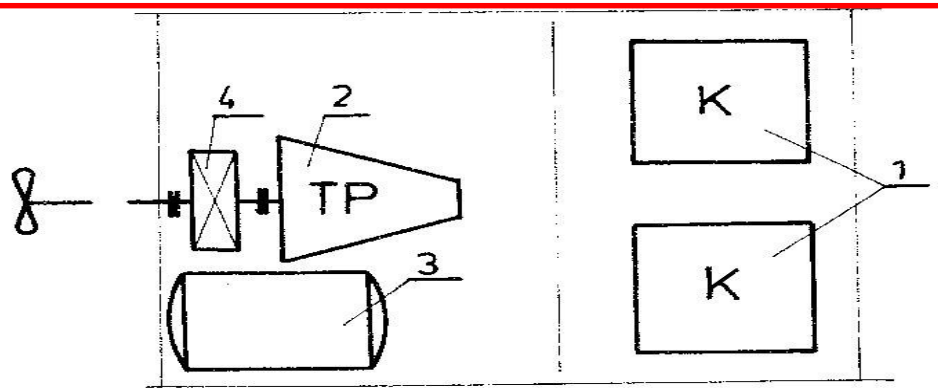
Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na rodzaj silnika(-ów) głównych
  - Tłokowe
    - z silnikami wolnoobrotowymi
    - z silnikami średnioobrotowymi
    - z silnikami szybkoobrotowymi
  - Wirnikowe
    - z turbinami parowymi
    - z turbinowymi silnikami spalinowymi

GŁÓWNY UKŁAD NAPĘDOWY STATKU



Główne podzespoły napędu głównego turbozespołami spalinowymi małego, szybkiego okrętu wojennego: 1 - turbozespół spalinowy; 2 - przekładnia II-go stopnia (kątowa) z łożyskiem oporowym



Główne podzespoły napędu głównego statku z turbiną parową: 1 - kocioł parowy; 2 - turbina parowa; 3 - skraplacz; 4 - przekładnia redukcyjna prędkości obrotowej wraz z łożyskiem oporowym

Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na konfigurację układu napędowego:
  - Jednorodne:
    - z silnikami tłokowymi
    - z turbinowymi silnikami spalinowymi
    - z turbinami parowymi
  - Kombinowane
  - Mieszane

Kombinowane układy napędowe

W układzie napędowym okrętu zastosowane są silniki przynajmniej dwóch typów:

- silniki marszowe (silniki ruchu ekonomicznego) np. tł. silnik spalinowy,
- silniki mocy szczytowych np. turbinowy silnik spalinowy.

Silniki marszowe

Silniki te realizują moce siłowni zapewniające prędkości pływania do ok. 0,8 v_{max}

- stosunkowo niewielka moc
- wysoka sprawność
- duża trwałość.

Silniki mocy szczytowych

Silniki te realizują moce siłowni zapewniające prędkości pływania od ok. 0,8 v_{max} wzwyż

duża moc
niewielkie gabaryty

niższa sprawność

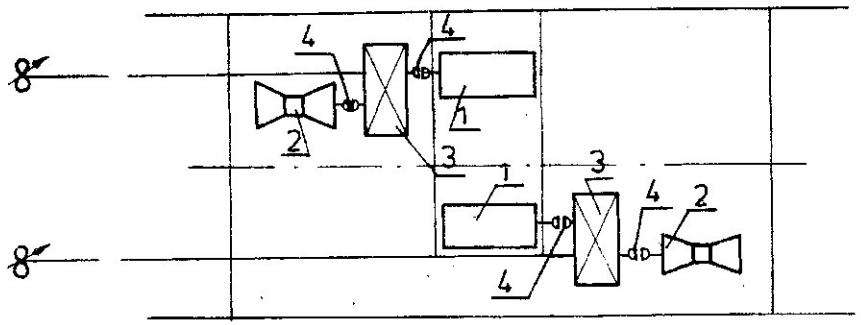
niższa trwałość

Zasady oznaczania siłowni kombinowanych

CODAG - CO^1 D^2 A^3 G^4

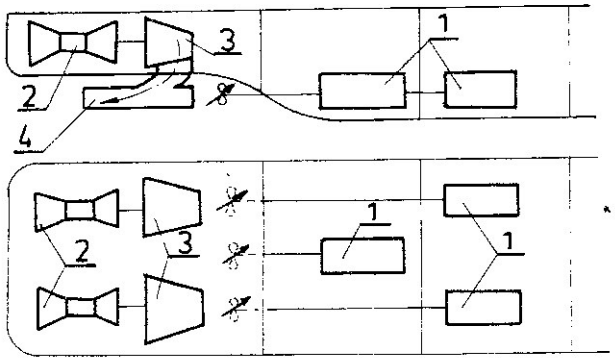
1. CO – symbol siłowni kombinowanej (COmbined)
2. Silnik marszowy
   - D – tłokowy silnik spalinowy (Diesel)
   - G – turbozespół spalinowy (Gas Turbine)
   - DL – tł. silnik spalinowy napędzający (Diesel Electric) przekładnię elektryczną
3. Łączna (AND – A) lub rozłączna (OR – O) praca silników przy osiąganiu v_{max}
4. Silnik mocy szczytowych

KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH



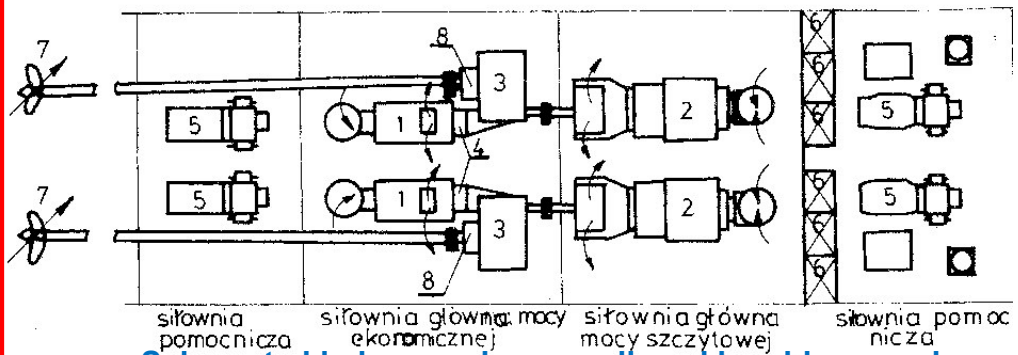
Schemat układu napędowego siłowni kombinowanej typu CODOG fregaty

1 - tłokowy średnioobrotowy silnik spalinowy 2MW, **2** - turbinowy silnik spalinowy 24MW, **3** - przekładnia redukcyjna zbiorcza, **4** - sprzęgło rozłączne.



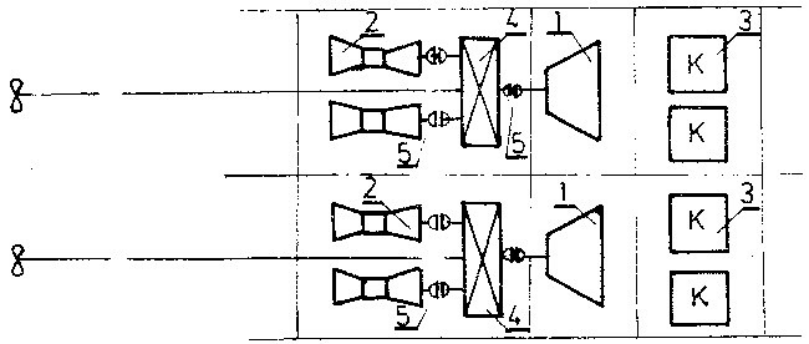
Schemat układu napędowego siłowni kombinowanej typu CODOG dużego ścigacza

1 - tłokowe średnioobrotowy silniki spalinowe 3x1,6MW, **2** - turbinowe silniki spalinowe 2x12MW, **3** - dmuchawy o ciśnieniu 0,25MPa, **4** - ężektory (pędniki dwufazowe).



Schemat układu napędowego siłowni kombinowanej typu COGOG fregaty

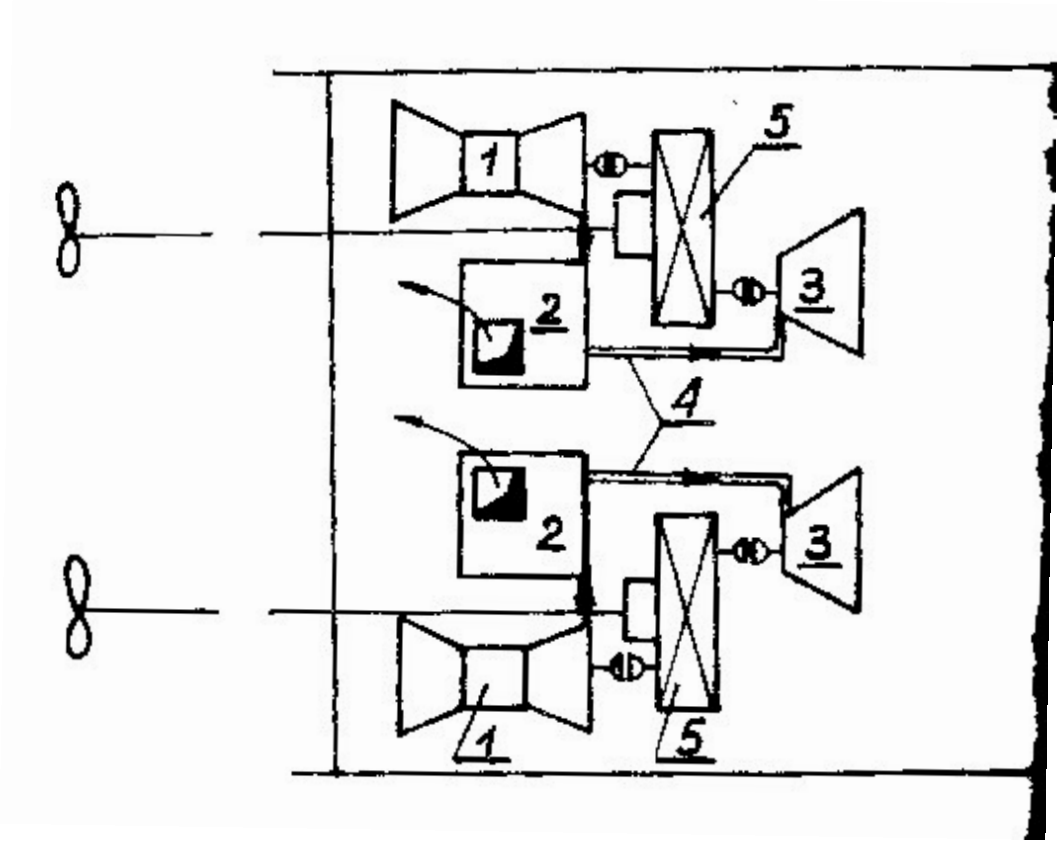
1 - turbinowy silnik spalinowy marszowy 4MW, **2** - turbinowy silnik spalinowy mocy szczytowej 20MW, **3** - przekładnia redukcyjna, **4** - sprzęgło rozłączne-nawrotne, **5** - zespół prądotwórczy 750kW, **6** - zbiornik rozchodowy paliwa, **7** - śruba nastawna, **8** - łożysko oporowe.



Schemat układu napędowego siłowni kombinowanej typu COSAG niszczyciela

1 - turbina parowa 12MW, **2** - turbinowy silnik spalinowy 6MW, **3** - kocioł parowy, **4** - przekładnia redukcyjna zbiorcza, **5** - sprzęgło rozłączne.

KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH



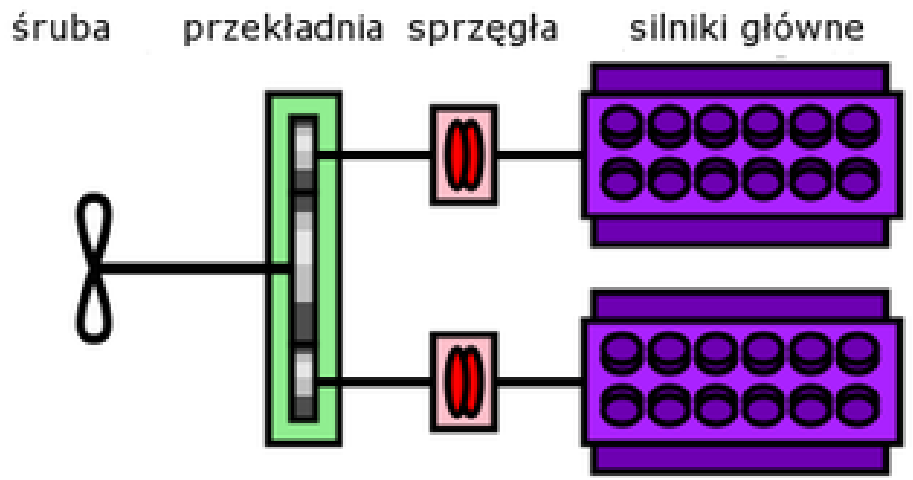
Schemat układu napędowego siłowni kombinowanej typu COGAS drobnicowca

1 - turbinowy silnik spalinowy 14MW, **2** - kocioł utylizacyjny, 3 - turbina parowa 4,3MW, 3 - kocioł parowy, **4** - rurociąg doprowadzający parę z kotła utylizacyjnego do turbiny parowej, **5** - przekładnia redukcyjna zbiorcza (z łożyskiem oporowym).

KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

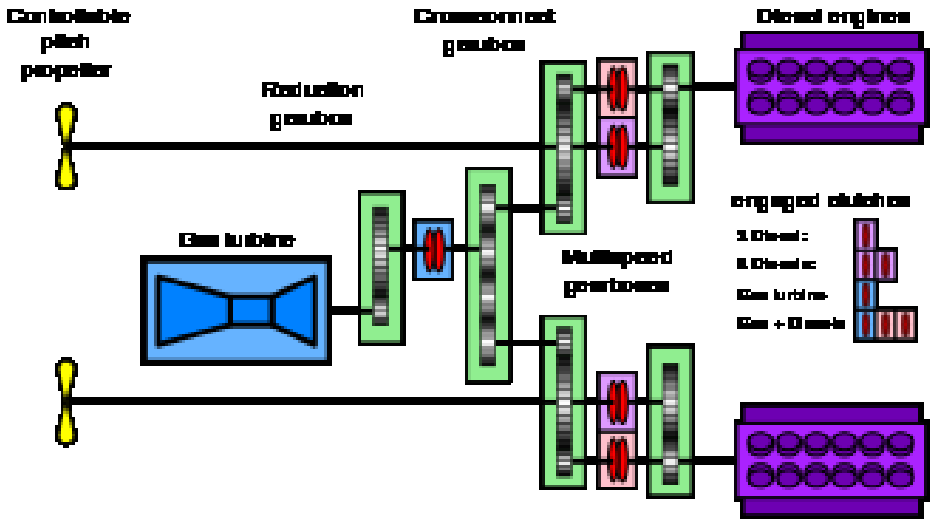
CODAD

Coombined Diesel and Diesel



CODAG

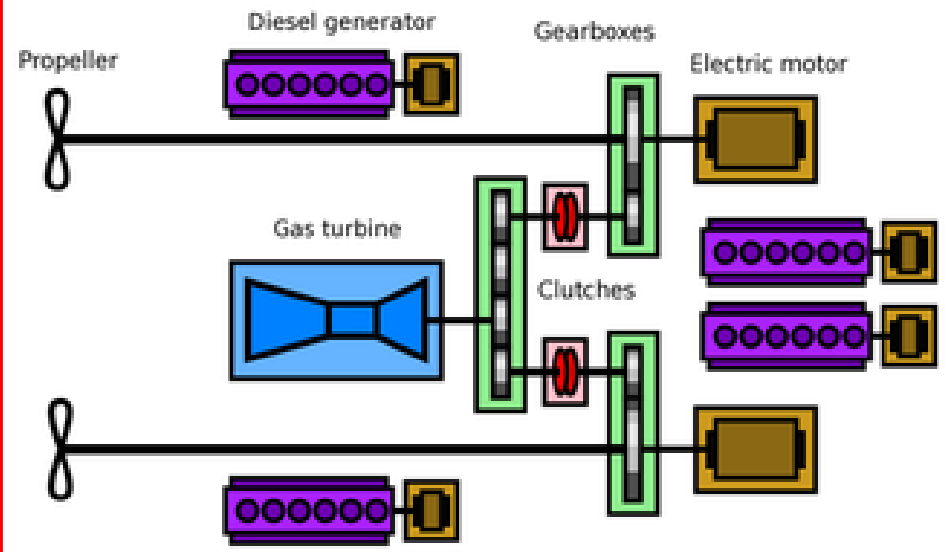
Combined Diesel and Gas Turbine



KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

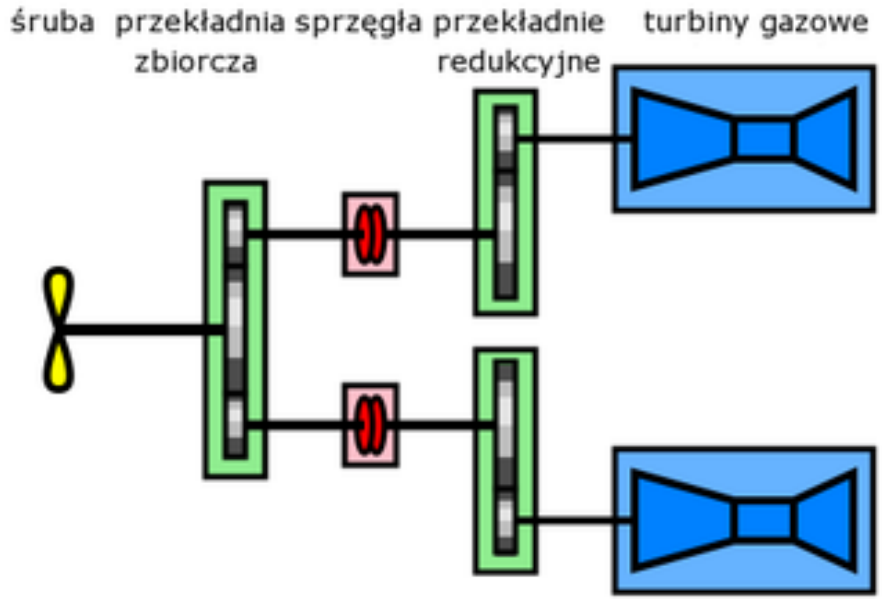
CODLAG

Combined Diesel-Electric and Gas Turbine



COGAG

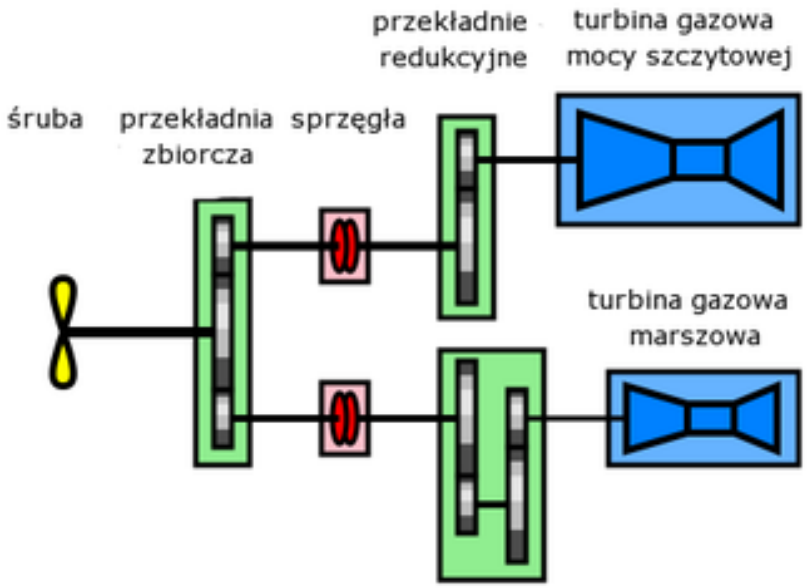
Combined Gas Turbine and Gas Turbine



KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

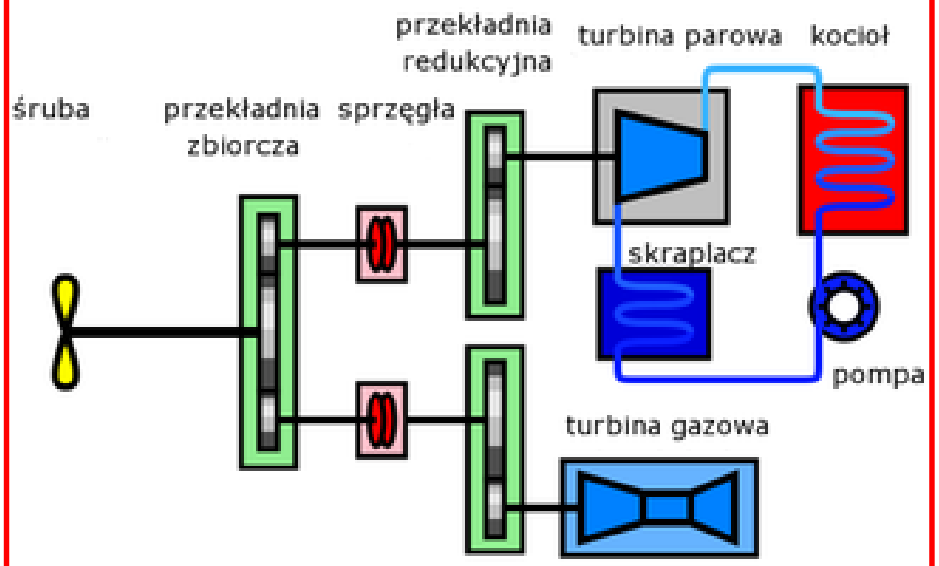
COGOG

Combined Gas Turbine or Gas Turbine



COSAG

Combined Steam and Gas Turbine



KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

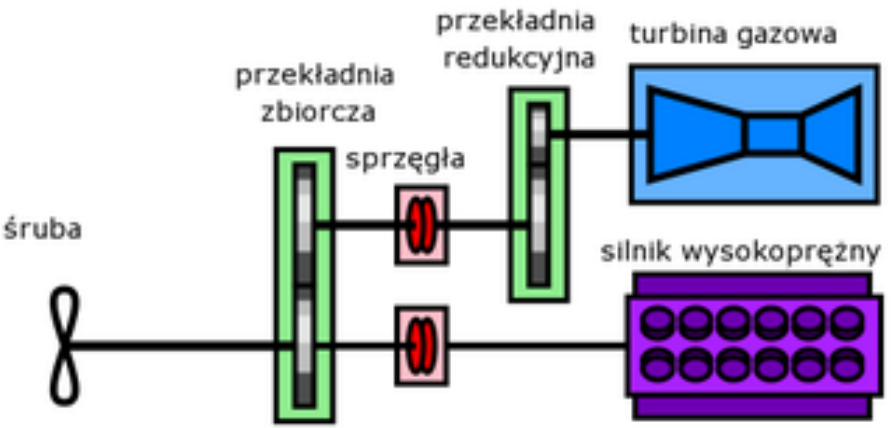
CONAS

Combined Nuclear and Steam



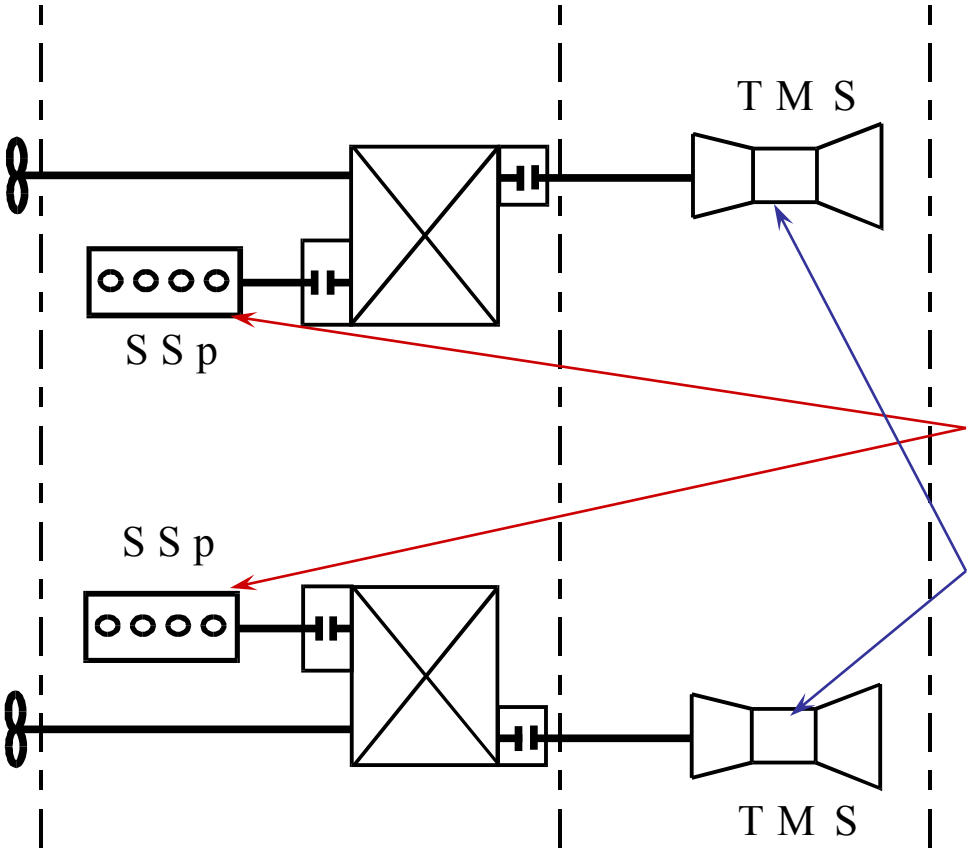
CODOG

Combined Diesel or Gas Turbine



ROZWIĄZANIA OKRĘTOWYCH UKŁADÓW NAPĘDOWYCH Z TŁOKOWYMI I TURBINOWYMI SILNIKAMI SPALINOWYMI

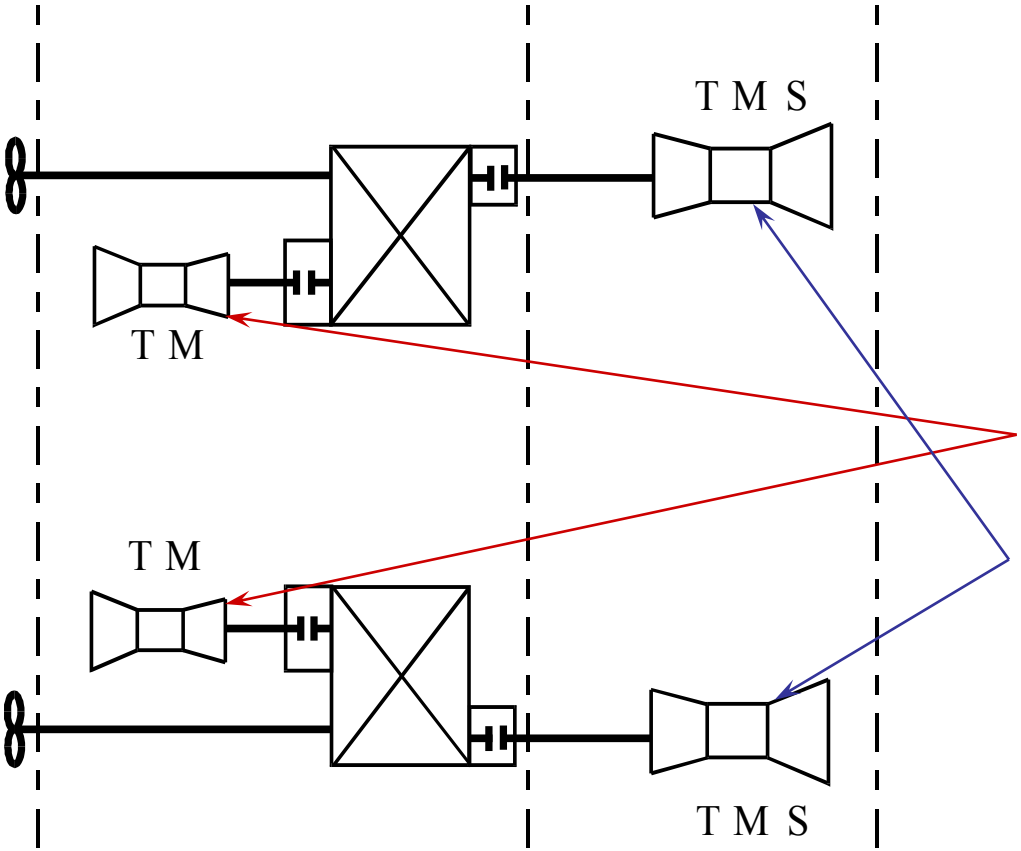
UKŁAD NAPĘDOWY CODOG



WARIANTY WYKORZYSTANIA UKŁADU:

- **prędkość krążownicza - 2SSp (2 Szybkoobrotowe silniki spalinowe)**
- **prędkość maksymalna - 2TMS (2 Turbo Machinery Services)**

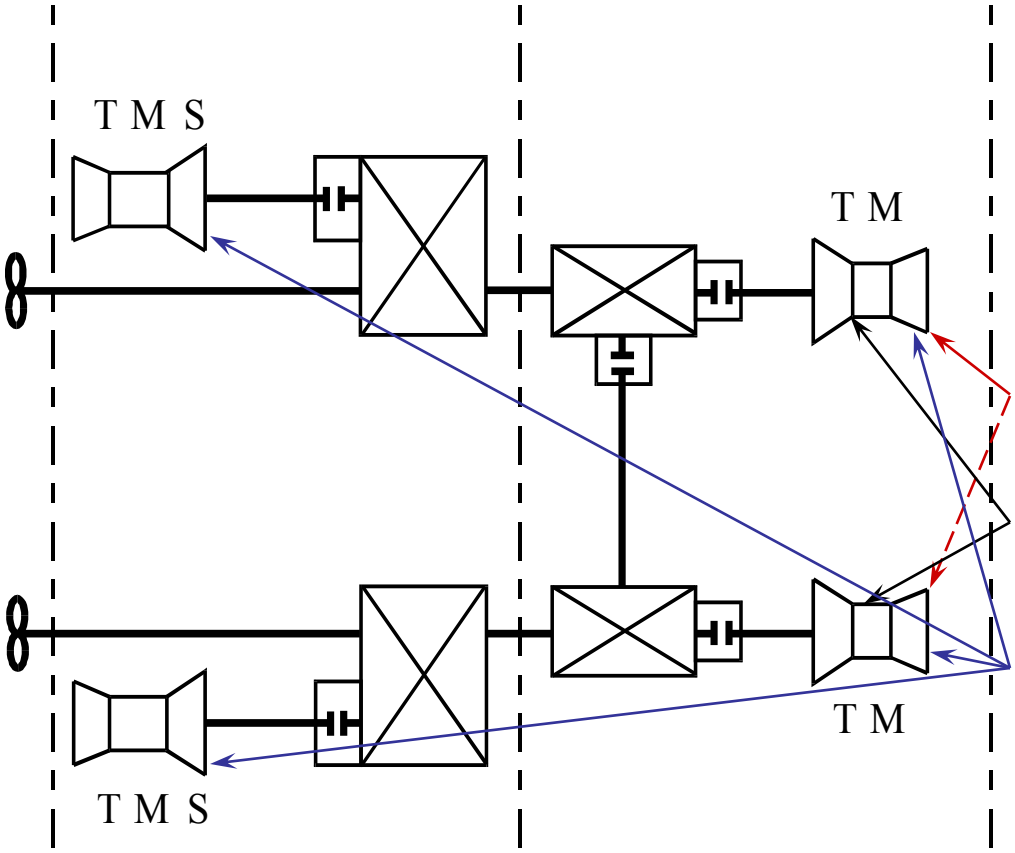
UKŁAD NAPĘDOWY COGOG



WARIANTY WYKORZYSTANIA UKŁADU:

- **prędkości krążownicza - 2TM**
- **prędkość maksymalna - 2TMS**

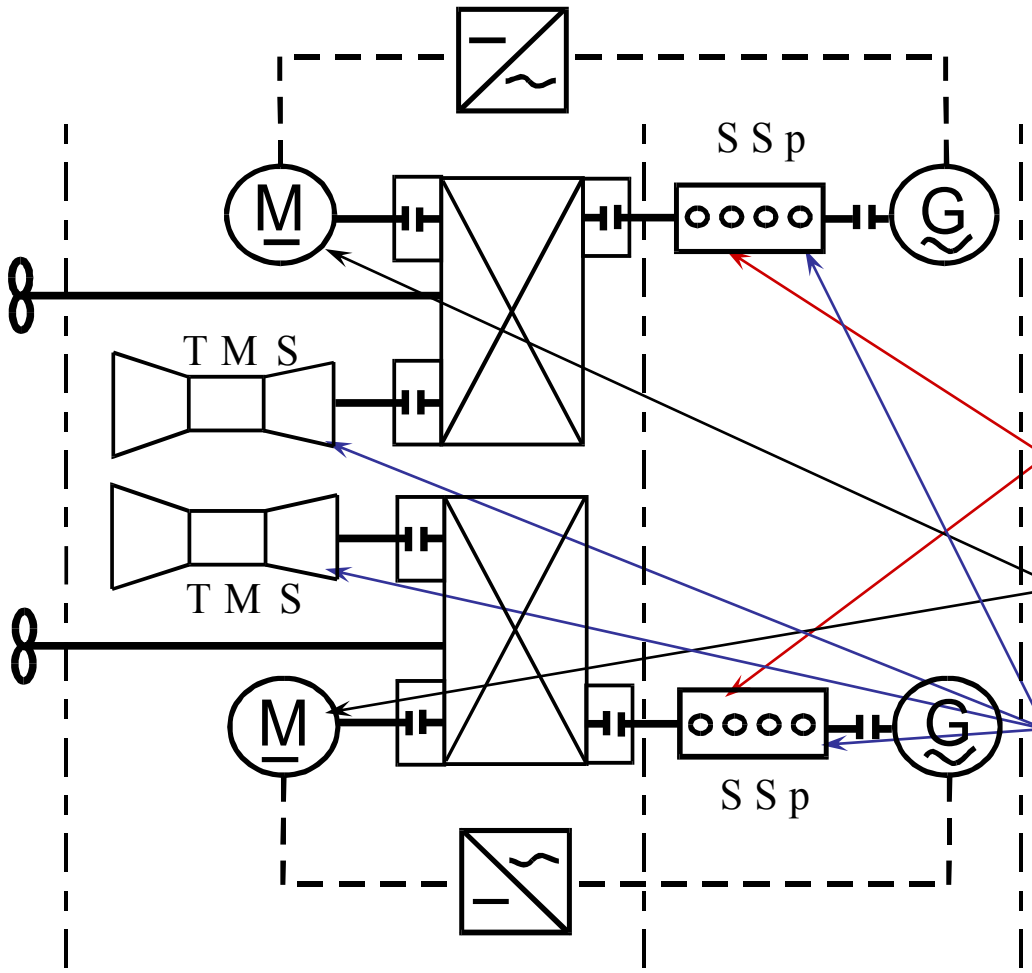
UKŁAD NAPĘDOWY COGAG



WARIANTY WYKORZYSTANIA UKŁADU:

- **prędkość ekonomiczna - 1TM**
- **prędkość krążownicza - 2TM**
- **prędkość maksymalna - 2TM+2TMS**

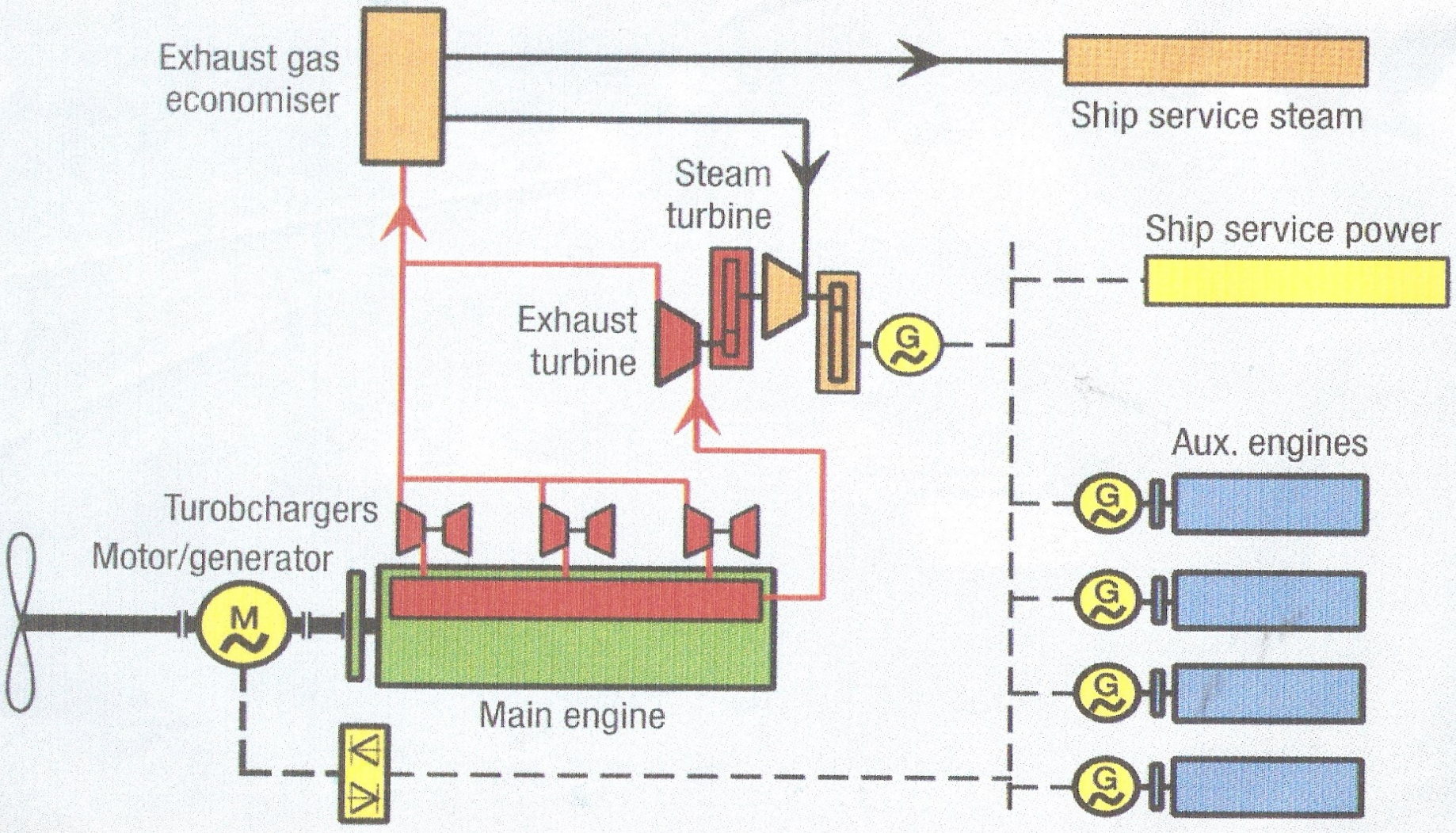
UKŁAD NAPĘDOWY CODLAG



WARIANTY WYKORZYSTANIA UKŁADU:

- **prędkość ekonomiczna - 2SSp**
- **prędkość krążownicza - 2M (ZOP)**
- **prędkość maksymalna - 2SSp+2TMS**

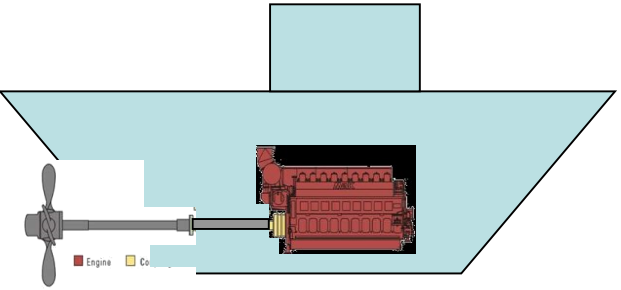
KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRETOWYCH - UKŁAD MIESZANY



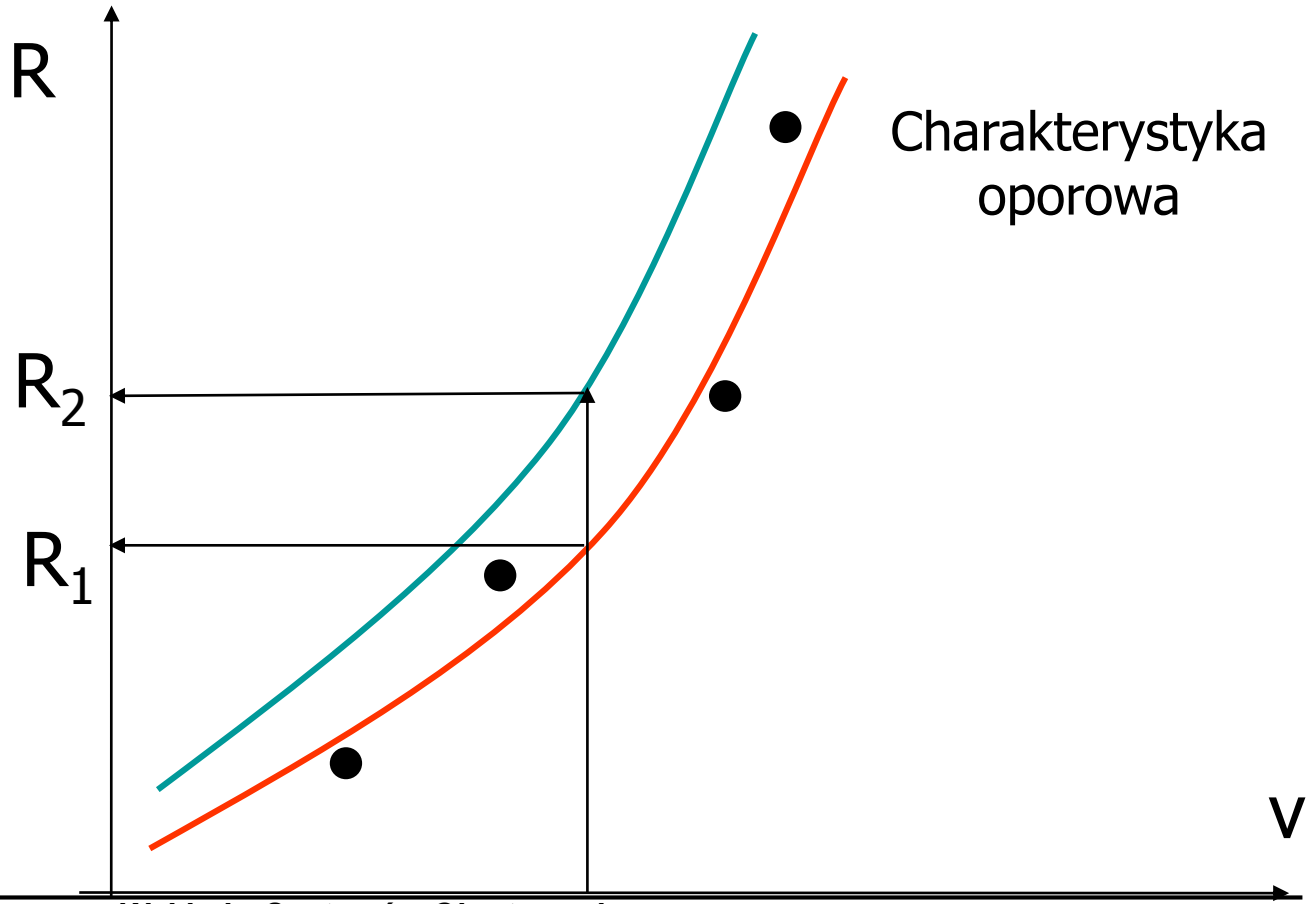
Schematic of a High-Efficiency Waste Heat Recovery plant typical for large container ships with the turbogenerator supplying both assisted propulsion and ship's service power. The shaft motor can also serve as a shaft generator for added flexibility in operation.

KLASYFIKACJA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

Podział ze względu na	SIŁOWNIE OKRĘTOWE												
Rodzaj paliwa	Konwencjonalne												Jądrowe
Rodzaj czynnika roboczego	Para wodna	Spaliny								Spaliny +para wodna			Para wodna
	Jednorodne	Jednorodne				Kombinowane							Jednorodne
Rodzaj silnika napędu głównego	Turbiny parowe	Tłokowe silniki spalinowe wolnoobrotowe	Tłokowe silniki spalin. średnio- i szybkoobrot.	Turbozespoły spalinowe	Silniki turbodoładowe	Tłokowe silniki spalinowe +tłokowe silniki spalinowe (CODAD, CODOD)	Tłokowe silniki spalin. +turbozespoły spalin. (CODAG, CODOG)	Turbozespoły spalin. +turbozespoły spalin. (COGOG)	Szybkoobrot. silniki spalin. +silniki turbodoładowe (CODAT)	Turbozespoły spalin. +silniki turbodoładowe (COGAT)	Turbiny parowe +turbozespoły spalin. (COSAG)	Turbozespoły spalin. +turbiny parowe (COGAS)	Turbiny parowe
Rodzaj napędu	pośredni	bezpośredni	bezpośredni lub pośredni	pośredni	bezpośredni	pośredni	pośredni	pośredni	TSS – bezpośredni lub pośredni STO – bezpośredni	TSS– pośredni STO – bezpośredni	pośredni	pośredni	pośredni



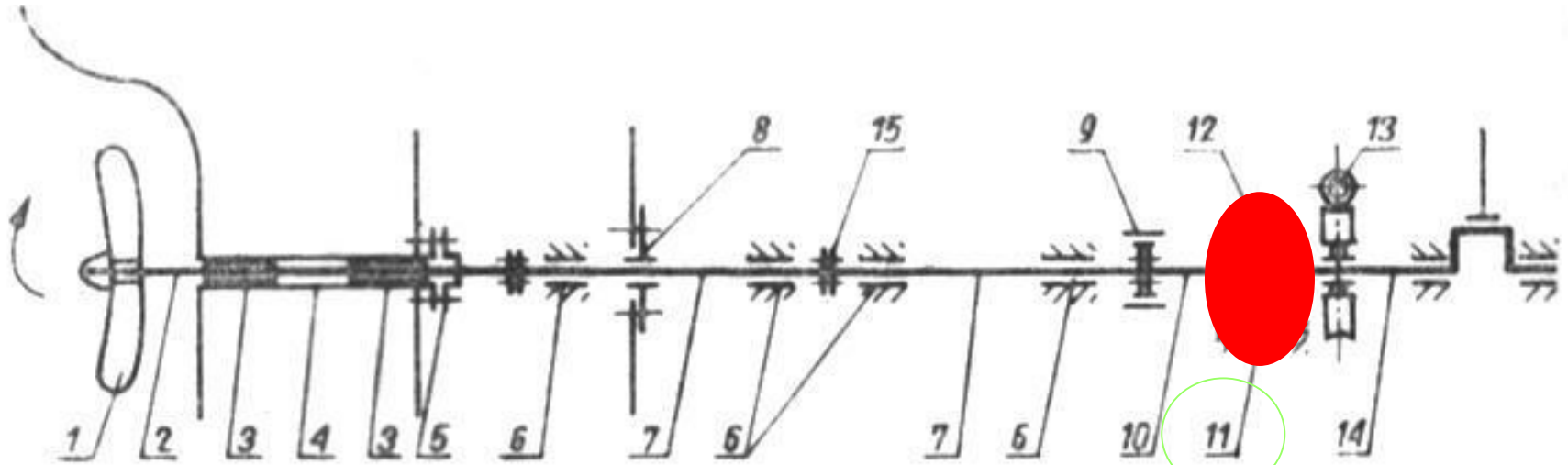




Charakterystyka oporowa

Powiązanie mechaniczne UN_d z kadłubem

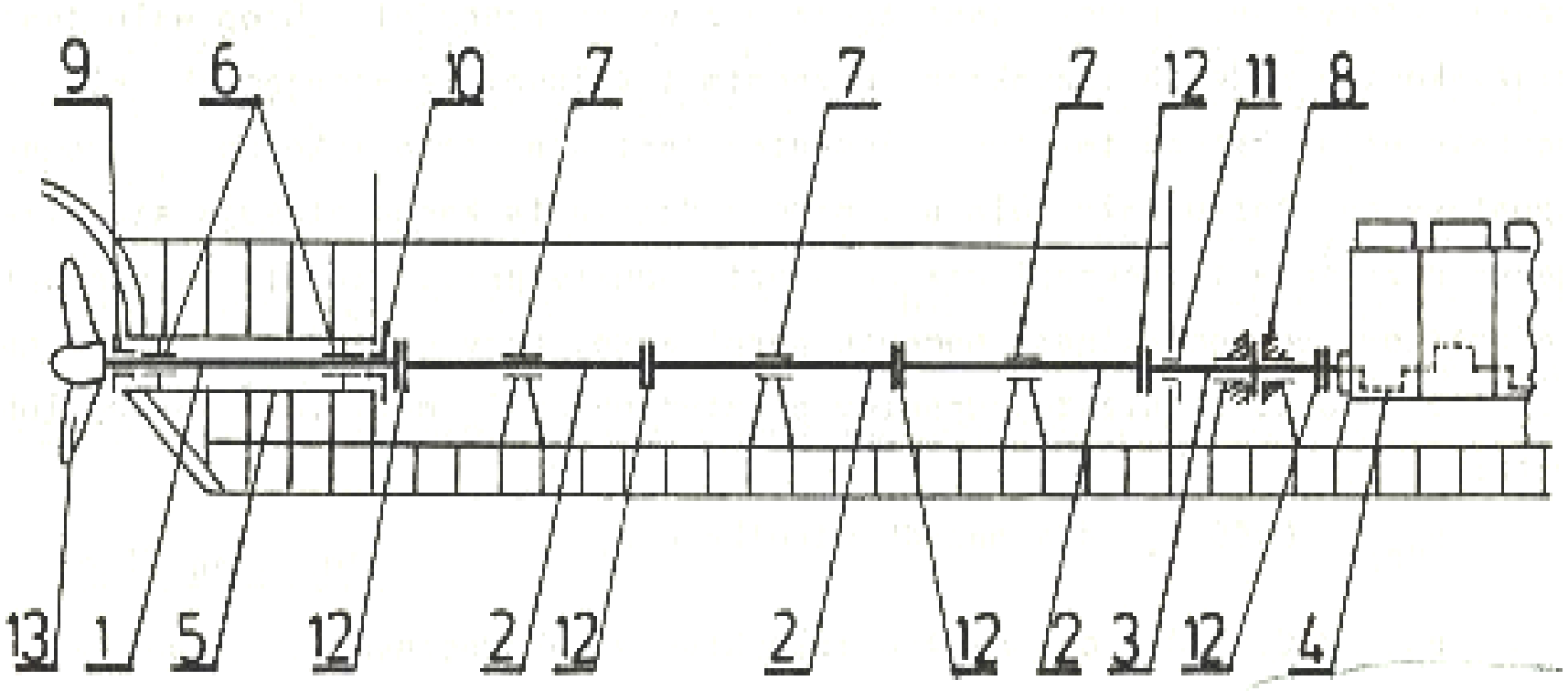
- Mechaniczne



śruba (pędnik)

linia wałów

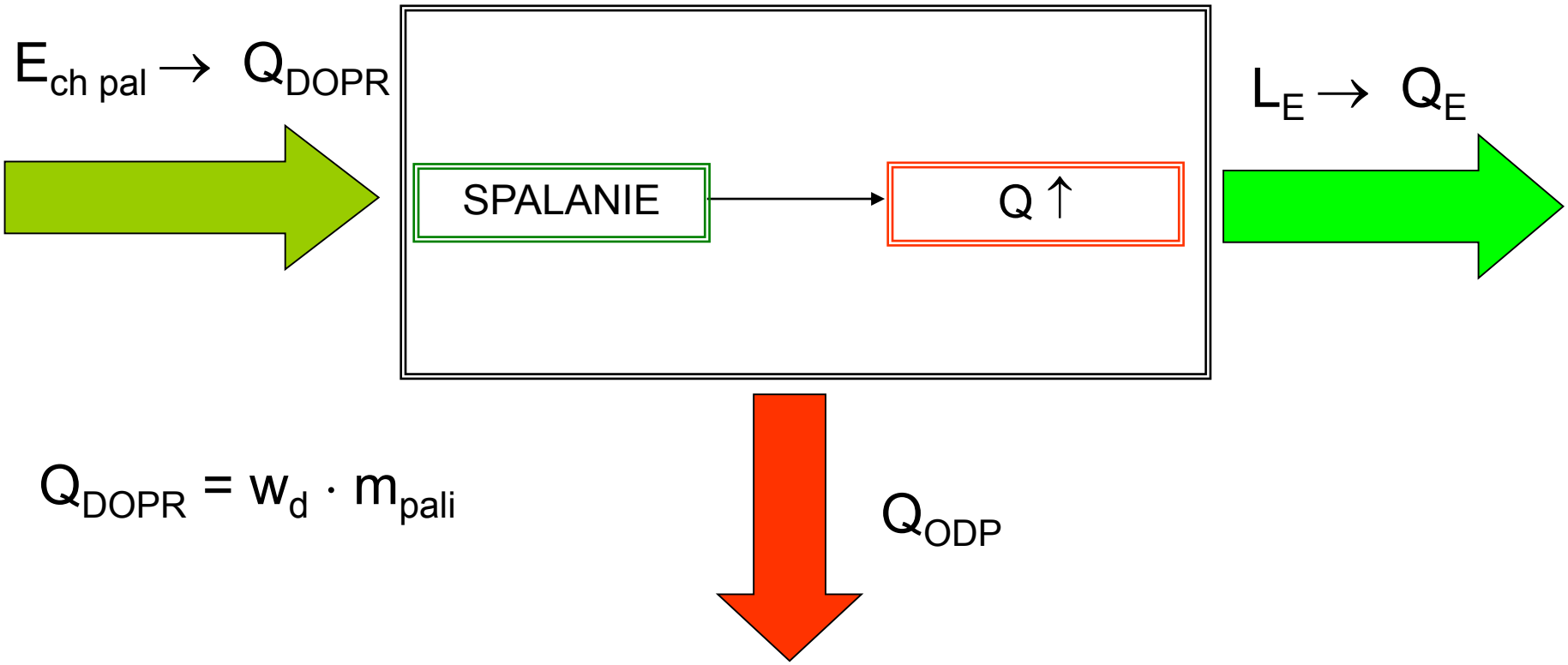
silnik główny



Schemat linii wałów: **1** - wał śrubowy; **2** - wał pośredni; **3** - wał oporowy; **4** - wał korbowy silnika spalinowego; **5** - pochwa wału; **6** - łożyska pochwy wału; **7** - łożysko nośne; **8** - łożysko oporowe; **9** - dławnica rufowa; **10** - dławnica dziobowa; **11** - dławnica grodziowa; **12** - sprzęgła; **13** - śruba napędowa

Silniki główne

Transformacja energii w silniku tłokowym



$$Q_{DOPR} = w_d \cdot m_{pali}$$

$$Q_E = Q_{DOPR} - Q_{ODPR} \rightarrow \eta = \frac{Q_{DOPR} - Q_{ODPR}}{Q_{DOPR}}$$

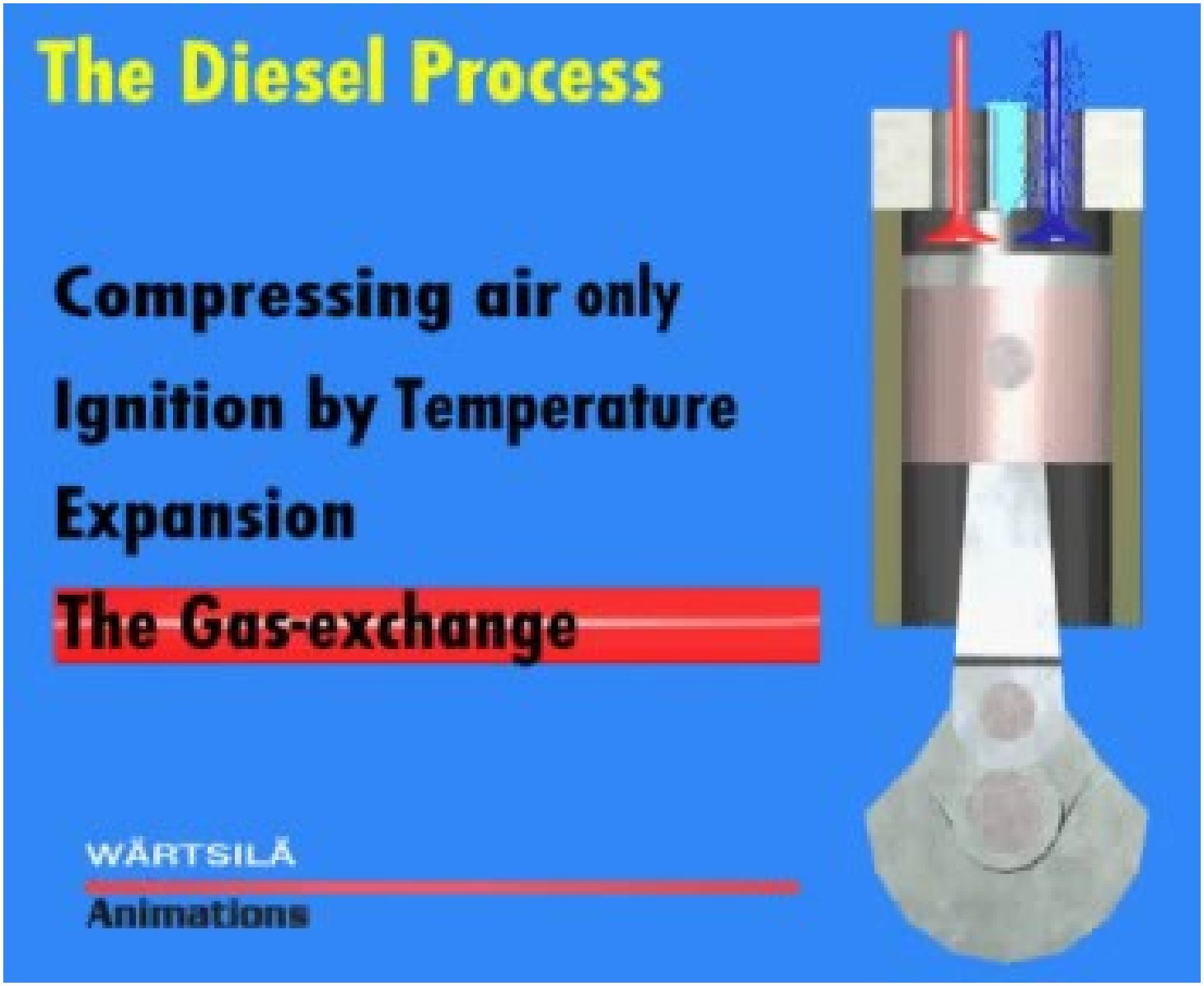
CIEPŁO SPALANIA, WARTOŚĆ OPAŁOWA

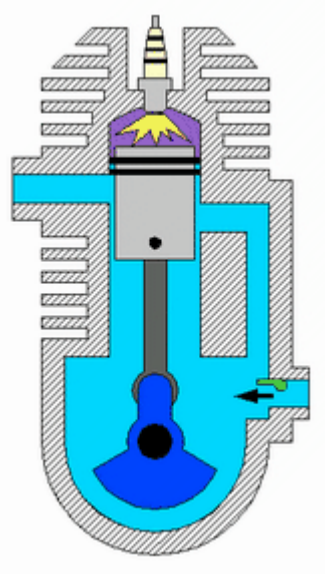
Wartość opałowa **jest to ilość ciepła, jaka wydziela się przy całkowitym i zupełnym spaleniu jednostki masy produktu po ochłodzeniu spalin do temperatury otoczenia.**

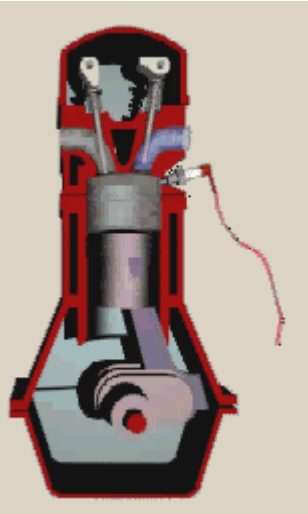
Górna (ciepło spalania) **- przy założeniu, że cała ilość wody powstała przy spaleniu zostaje skroplona.**

Dolna **- bez ciepła skraplania. Różnica wynosi około 2500 kJ/kg.**

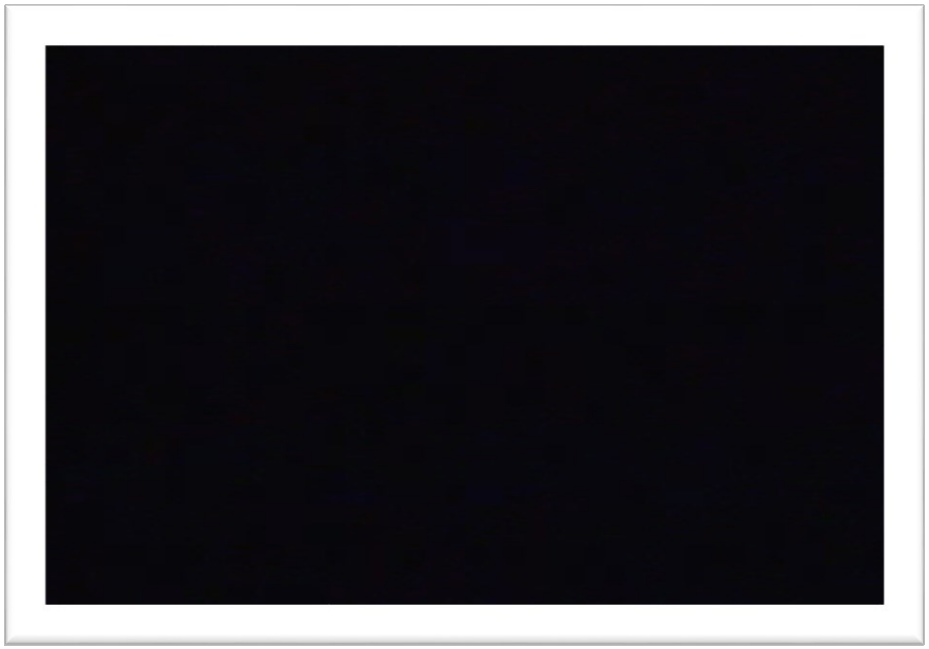
Działanie silnika tłokowego

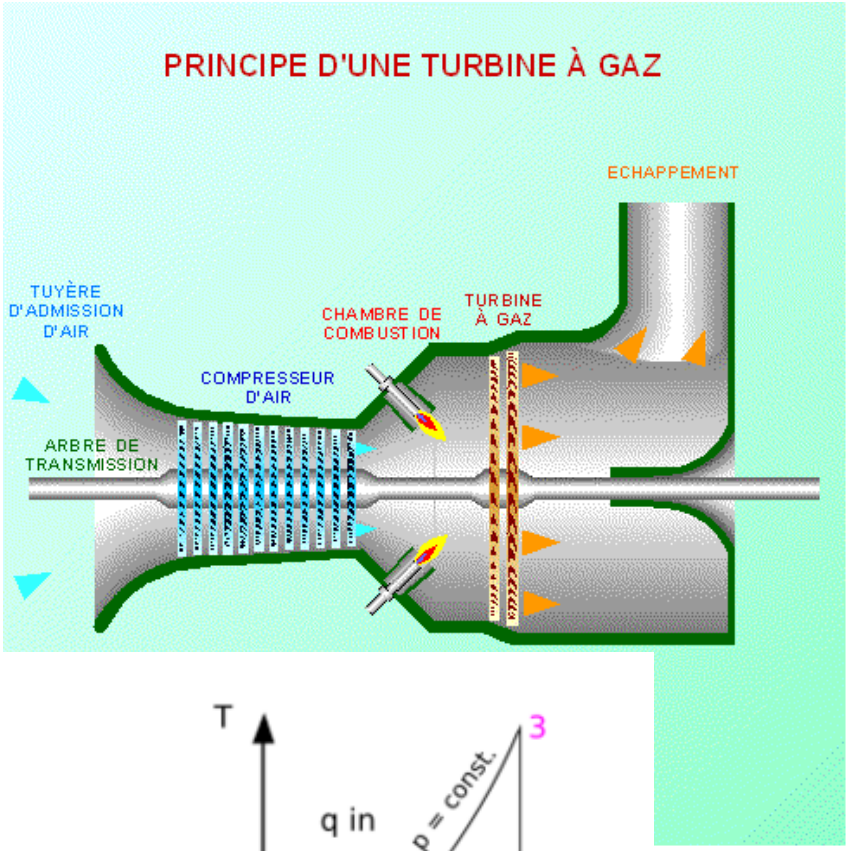


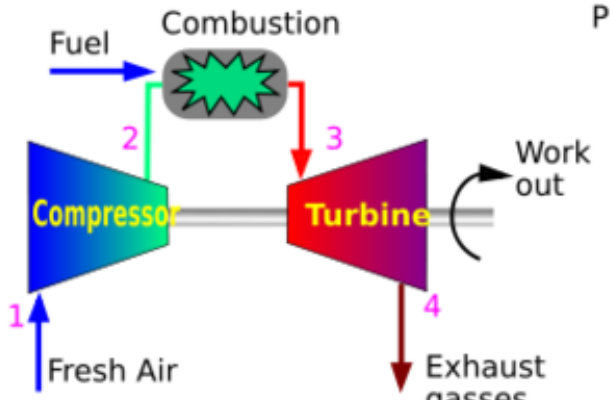


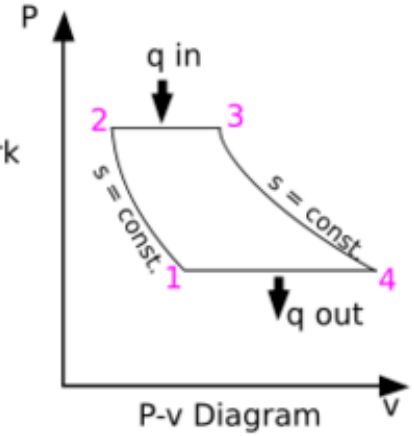


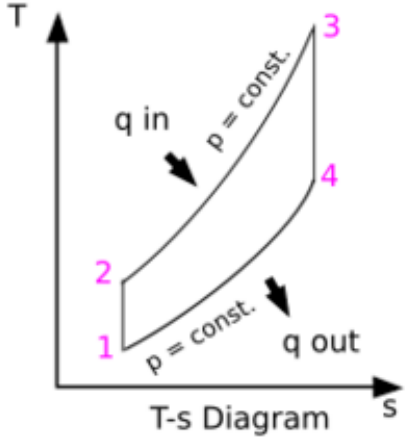
Silniki spalinowe - turbinowe





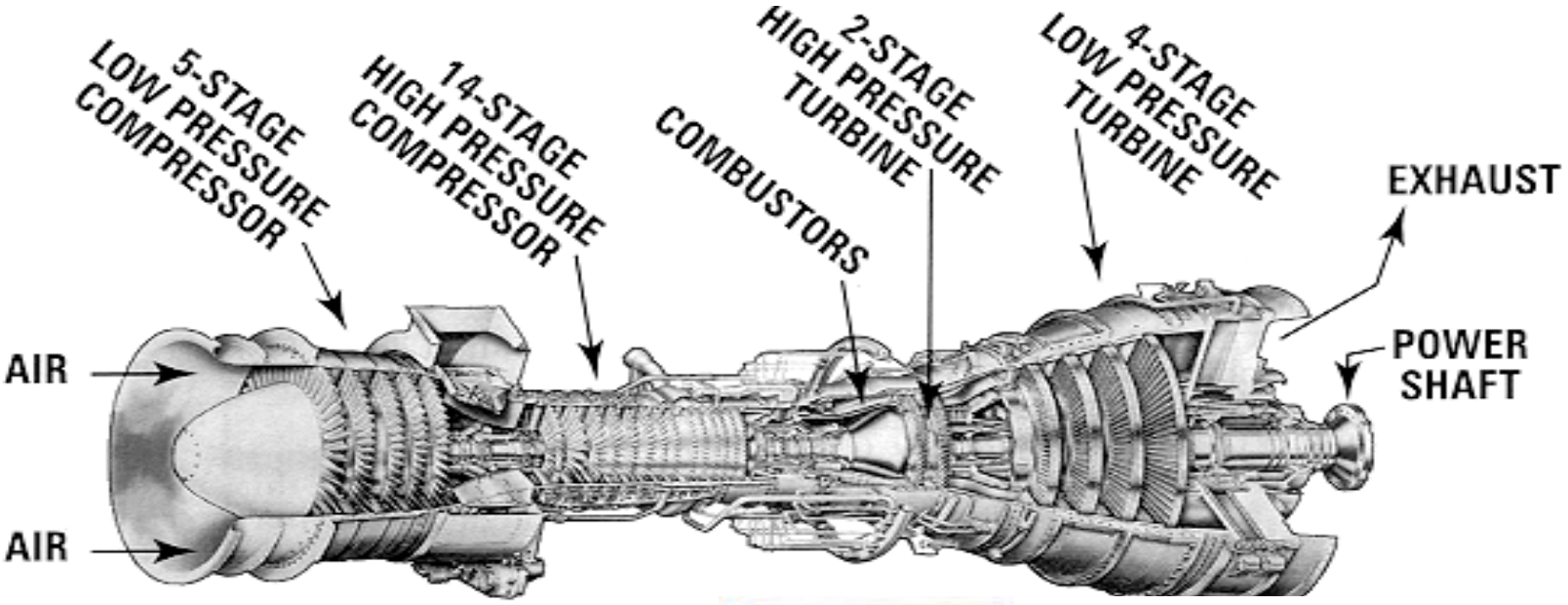




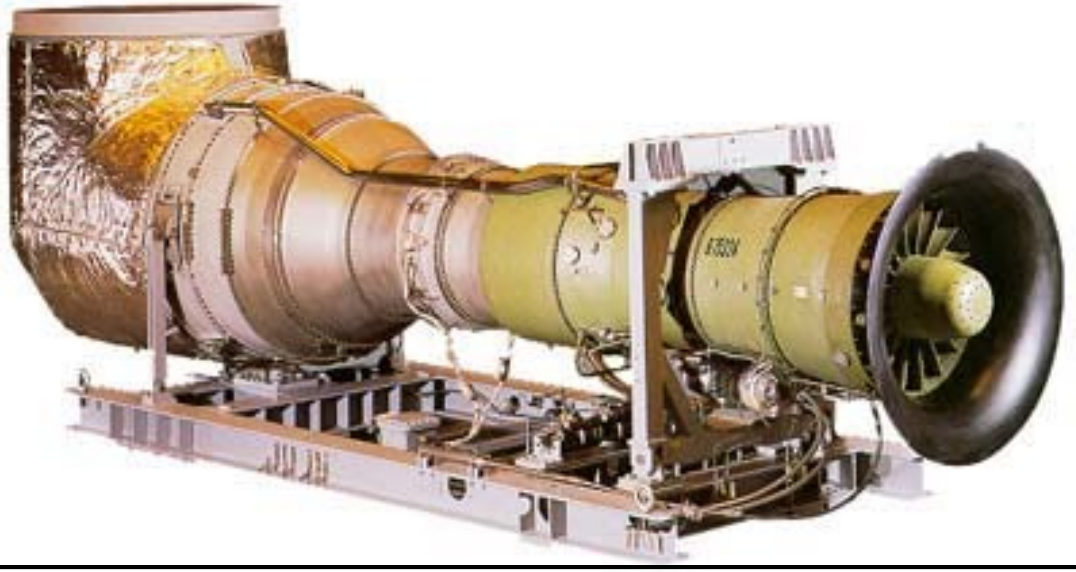


Idealized Brayton Cycle

Turbinowy dwuwałowy silnik morski





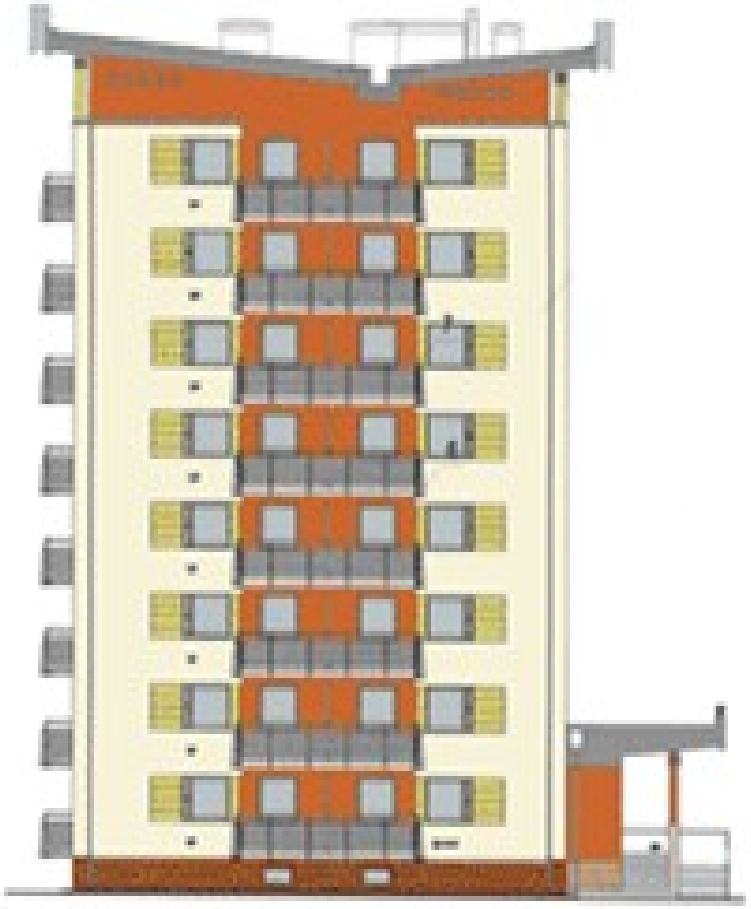


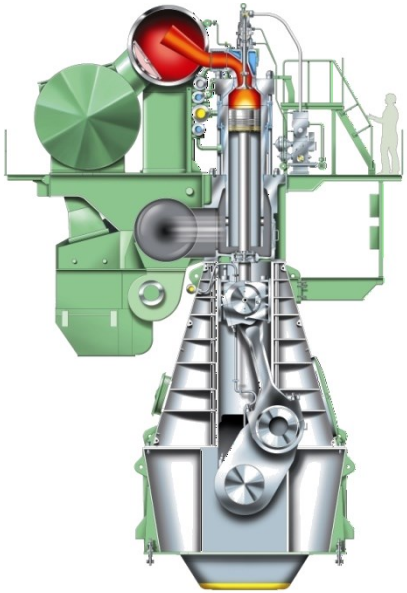
Dwuwałowy turbinowy silnik spalinowy – MT30 (*Rolls Royce)*





Wymiary i masy





L = 14 m

B = 5 m

H = 15 m

m = 1020 t



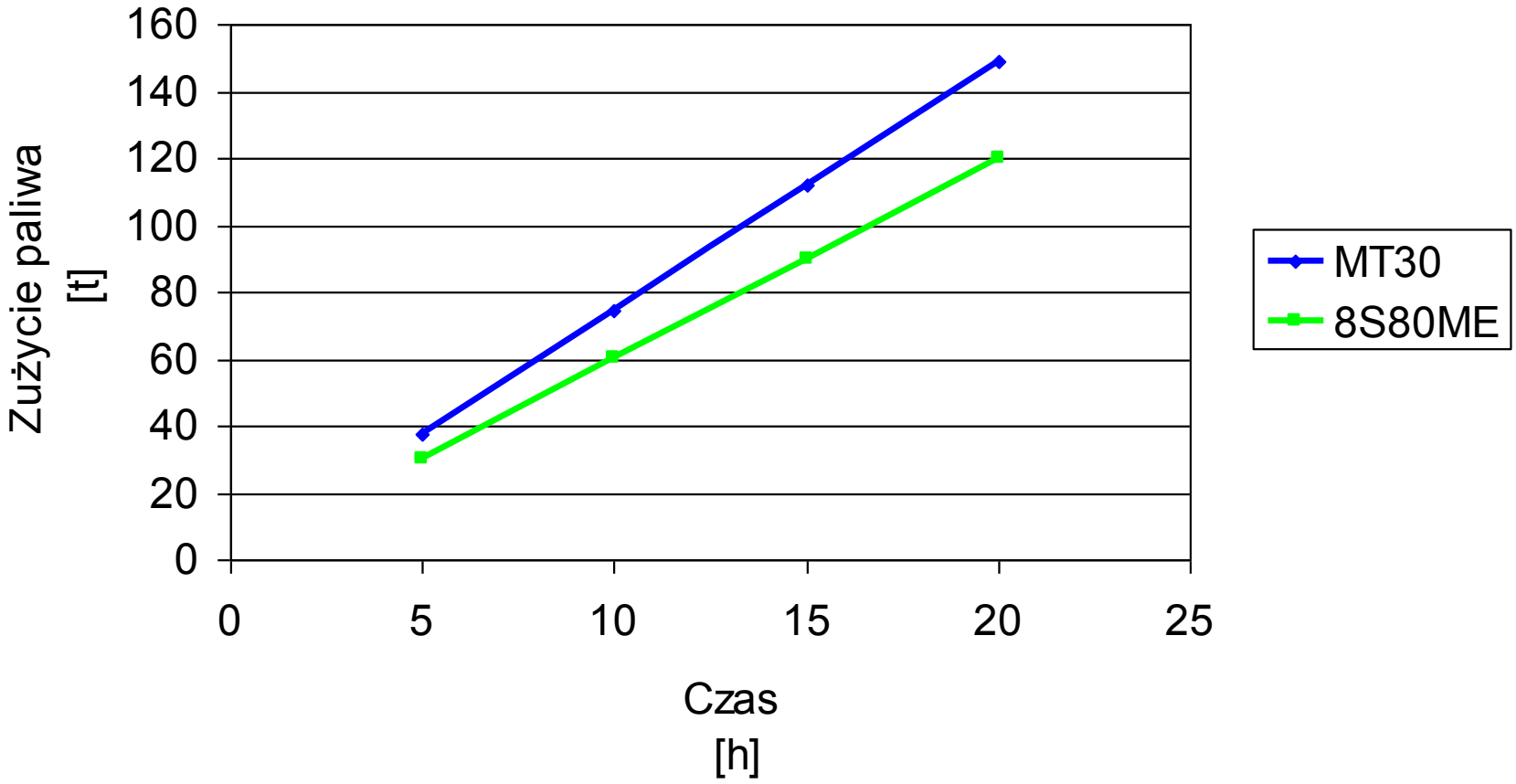
L = 9 m

B = 4 m

H = 4 m

m = 22 t

Zużycie paliwa przez silnik turbinowy i tłokowy



Zastosowanie turbinowych silników spalinowych

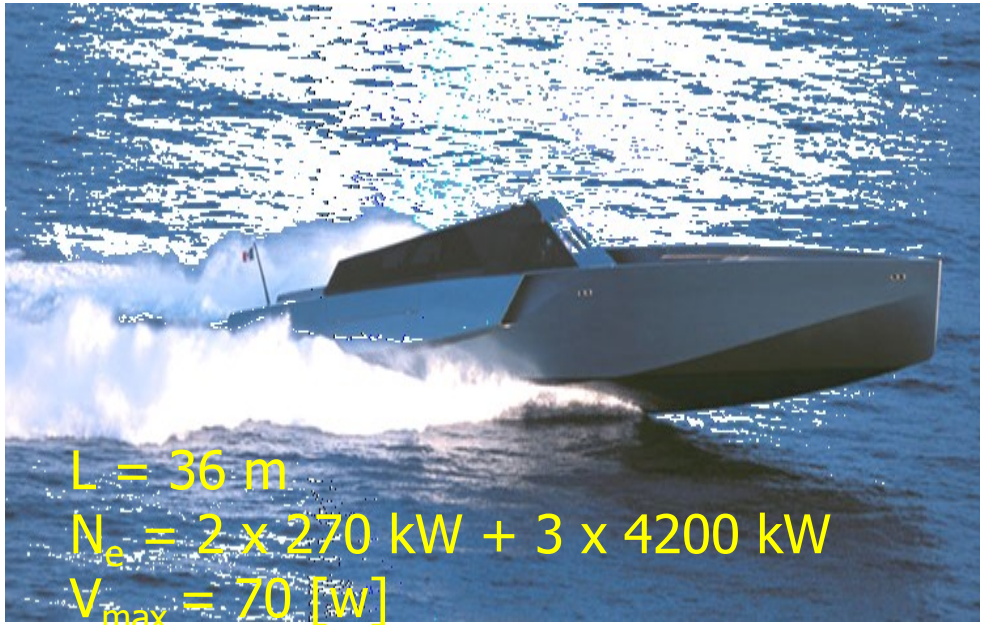




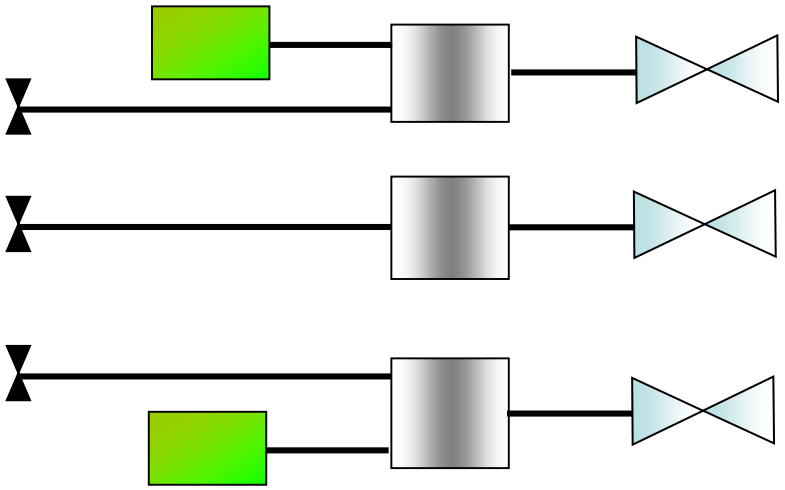




Wallypower 118 megayacht

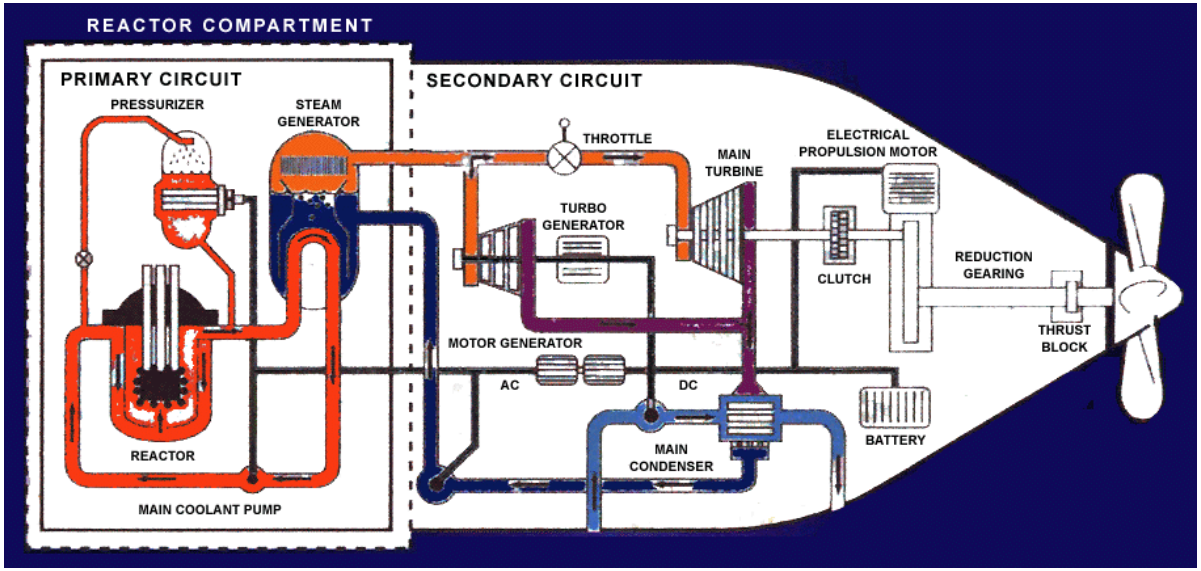






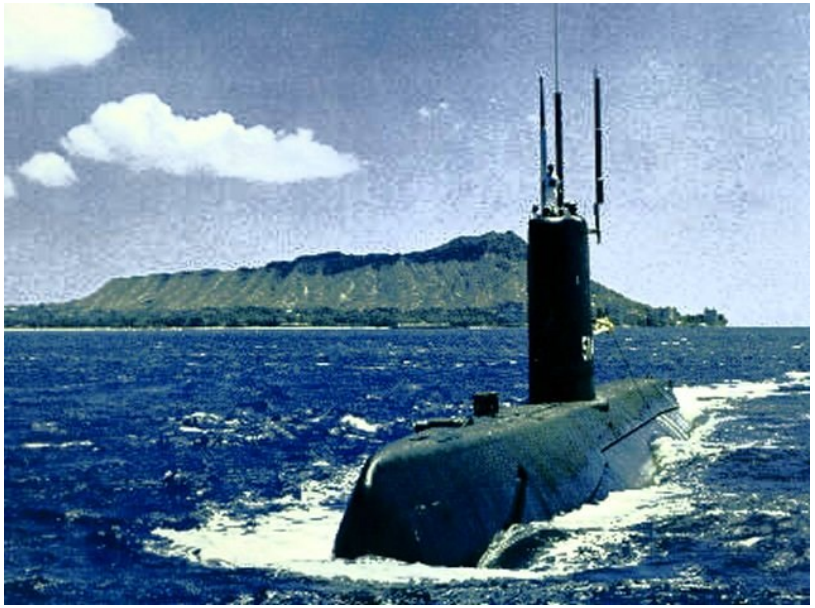
Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na rodzaj paliwa
  - Konwencjonalne
  - Jądrowe





USS Nautilus



Wyporność: nawodna: 3533 tony
podwodna: 4092 tony
Wymiary:
długość: 97,40 m, **szerokość:** 8,40 m,
zanurzenie: 6,70 m
Napęd: reaktor jądrowy **S2W Westinghouse**
o mocy 15 000 KM (11 029 kW)
Osiągi: **prędkość nawodna:** 22 węzły
podwodna: ponad 20 węzłów
zasięg: **150 000 mil**



NS Savannah
pierwszy statek handlowy
o napędzie atomowym



Wyporność: 22,000 tony
Długość: 596 ft (180 m) całkowita
Szerokość: 78 ft (23.8 m)
Pełna załoga: 124 załoga, 60 pasażerów
Prędkość krążownicza: 21 węzłów (40 km/h)
Prędkość maksymalna: 24 węzły (47 km/h)
Moc: 74 MW, 20,300 hp to a single propeller

Obszar zastosowań - teraźniejszość

Ship Name	Launched	Project Number	Type	Class	Comments
NS *Lenin*	1959	92M	Icebreaker	*Lenin*	Decommissioned 1989. Museum ship.
NS *Arktika*	1975	1052-1	Icebreaker	*Arktika*	Not operational.
NS *Sibir*	1977	1052-2	Icebreaker	*Arktika*	Defueled and not operational since 1993.
NS *Rossiya*	1985	10521-1	Icebreaker	*Arktika*	
NS *Sevmorput*	1988	10081	Container ship	*Sevmorput*	Has ice-breaking bow
NS *Taimyr*	1989	10580-1	River Icebreaker	*Taimyr*	
NS *Sovetskiy Soyuz*	1990	10521-2	Icebreaker	*Arktika*	
NS *Vaigach*	1990	10580-2	River Icebreaker	*Taimyr*	
NS *Yamal*	1993	10521-3	Icebreaker	*Arktika*	
NS *50 Let Pobedy*	1993		Icebreaker	*Arktika*	Built as NS *Ural*, not completed until 2006.

Lodołamacz NS YAMAL



- **Długość:** 150 m, **Szerokość:** 30 m, **Zanurzenie:** 11.08 m
- **Wyporność:** 23,455 t
- **Prędkość maksymalna:** 22 knot (44 km/h), **Prędkość krążownicza:** 19.5 knot (36 km/h)
- **Załoga:** 150 (w tym 50 oficerów i inżynierów)
- **Pasażerowie:** 100, w 50 kabinach
- **Siłownia:** dwa 171 MW reaktory atomowe
- **Napęd**: dwie turbiny parowe napędzające 6 generatorów, w sumie 75,000 hp (55.3 MW)

Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na rodzaj silnika(-ów) głównych
  - Tłokowe
    - z silnikami wolnoobrotowymi
    - z silnikami średnioobrotowymi
    - z silnikami szybkoobrotowymi
  - Wirnikowe
    - z turbinami parowymi
    - z turbinowymi silnikami spalinowymi

Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na konfigurację układu napędowego:
  - Jednorodne:
    - z silnikami tłokowymi
    - z turbinowymi silnikami spalinowymi
    - z turbinami parowymi
  - Kombinowane
  - Mieszane

Kombinowane układy napędowe

W układzie napędowym okrętu zastosowane są silniki przynajmniej dwóch typów :

- silniki marszowe (silniki ruchu ekonomicznego) np. tł. silnik spalinowy,
- silniki mocy szczytowych np. turbinowy silnik spalinowy.

Silniki marszowe

Silniki te realizują moce siłowni zapewniające prędkości pływania do ok. 0,8 v_{max}

- stosunkowo niewielka moc
- wysoka sprawność
- duża trwałość.

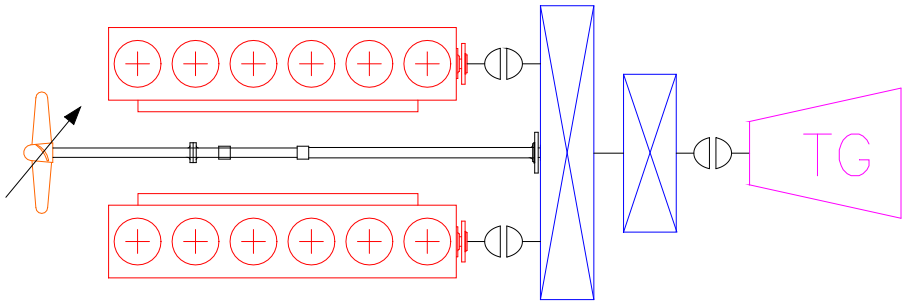
Siłownia typu - CODOG

Warianty pracy :

1. Prędkości marszowe – SSp.

   lub

2. Prędkości maksymalne – TZS.

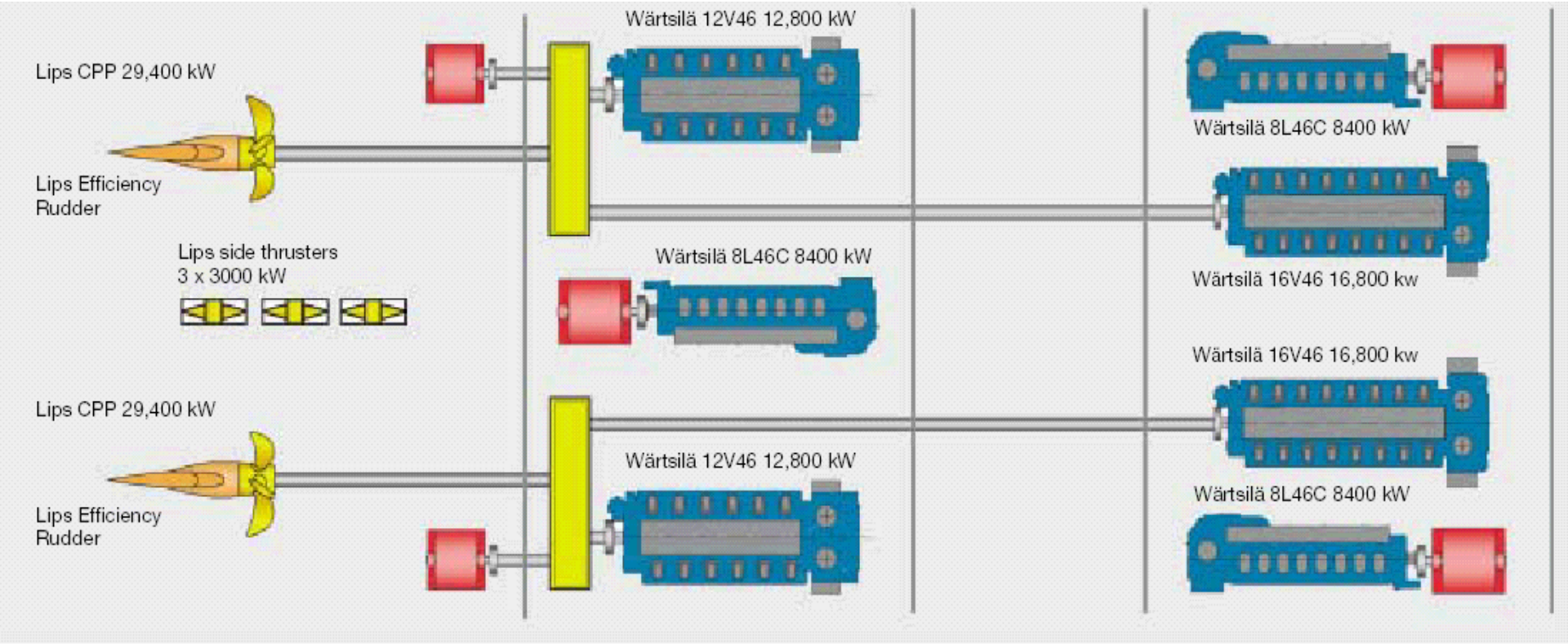


Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na konfigurację układu napędowego:
  - Jednosilnikowe
  - Wielosilnikowe

  ❖Jednowałowe

  ❖Wielowałowe


Wärtsilä 12V46 12,800 kW
Lips CPP 29,400 kW
Wärtsilä 8L46C 8400 kW
Lips Efficiency Rudder
Lips side thrusters 3 x 3000 kW
Wärtsilä 8L46C 8400 kW
Wärtsilä 16V46 16,800 kw
Wärtsilä 16V46 16,800 kw
Lips CPP 29,400 kW
Wärtsilä 12V46 12,800 kW
Wärtsilä 8L46C 8400 kW
Lips Efficiency Rudder

Klasyfikacja siłowni okrętowych

- Ze względu na sposób transmisji mocy do pędnika:
  - Przekładniowe
    - z przekładnią mechaniczną
    - z przekładnią elektryczną
    - inne
  - Bezprzekładniowe (napęd bezpośredni)


Wskaźniki siłowni
Wsk. Konstrukcyjne
Wsk. eksploatacyjne
wskaźnik mocy
nasycenie przedziału maszynowego mocą
jednostkowy ciężar siłowni
gabaryty siłowni
sprawność ogólna siłowni
sprawność ogólna napędu
jednostkowe zużycie paliwa
czasokresy międzyremontowe np. silników głównych
czas i zasięg pływania

Wskaźniki konstrukcyjne siłowni

- wskaźnik mocy

$$m = \frac{N}{D} \quad \left[\frac{kW}{DWT}\right]$$

- względna powierzchnia przedziału maszynowego

$$S' = \frac{S}{N} \quad \left[\frac{m^2}{kW}\right]$$

- nasycenie przedziału maszynowego mocą

$$S'' = \frac{N}{S}\left(\frac{N}{V}\right) \quad \left[\frac{kW}{m^2}\left(\frac{kW}{m^3}\right)\right]$$

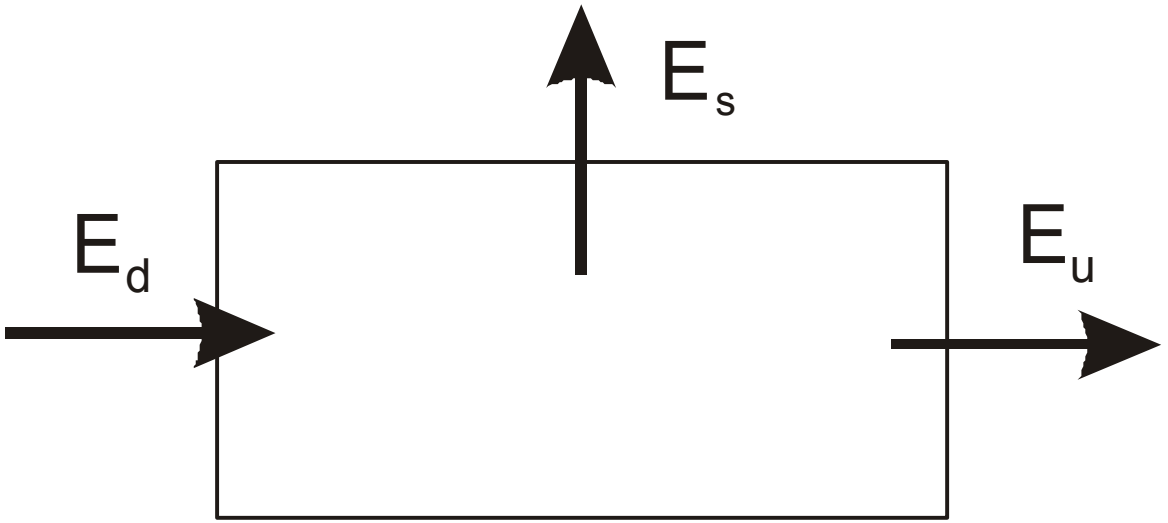
- jednostkowy ciężar siłowni

$$g = \frac{G}{N} \quad \left[\frac{N}{kW}\right]$$

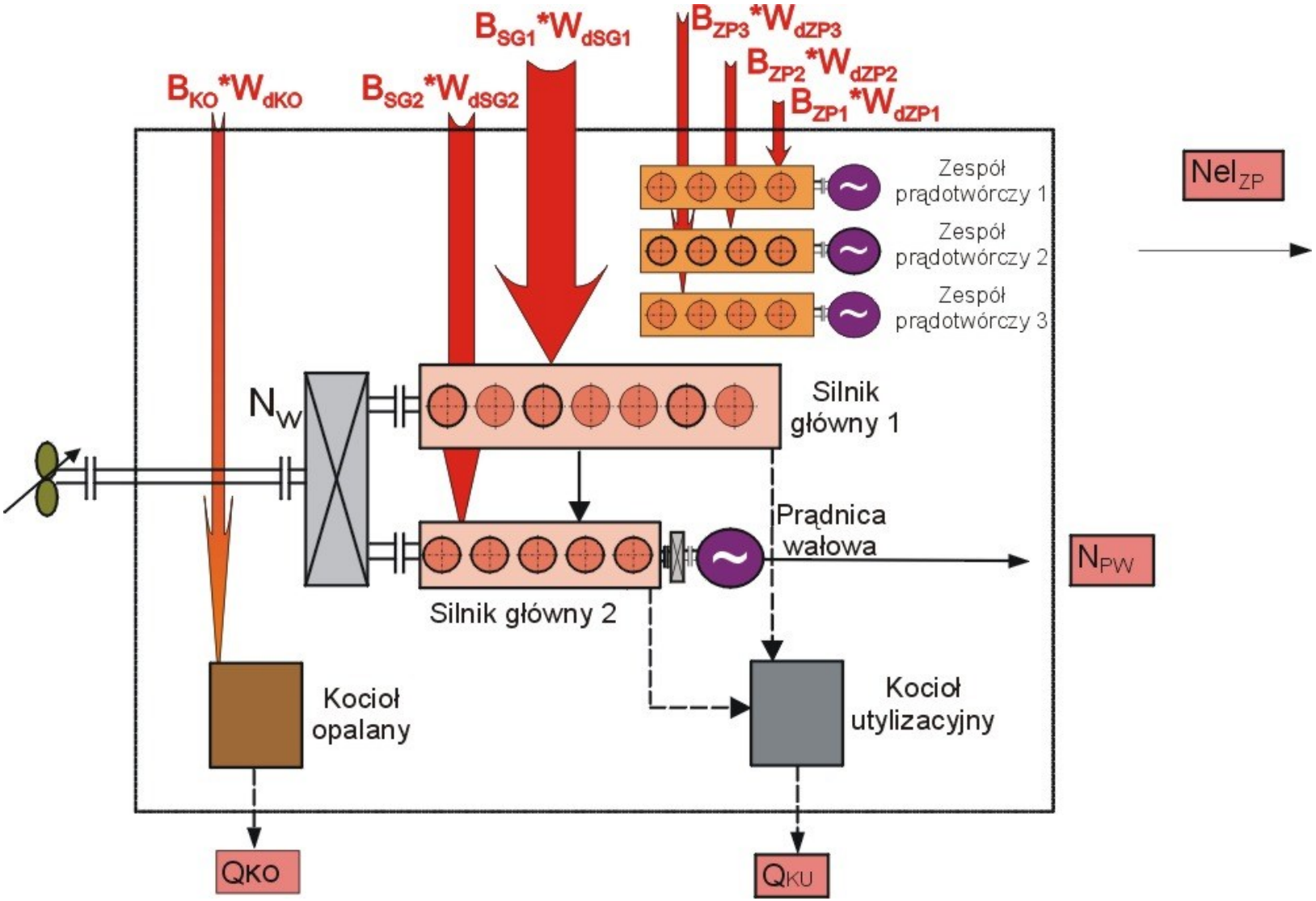
Wskaźniki eksploatacyjne siłowni

Sprawność

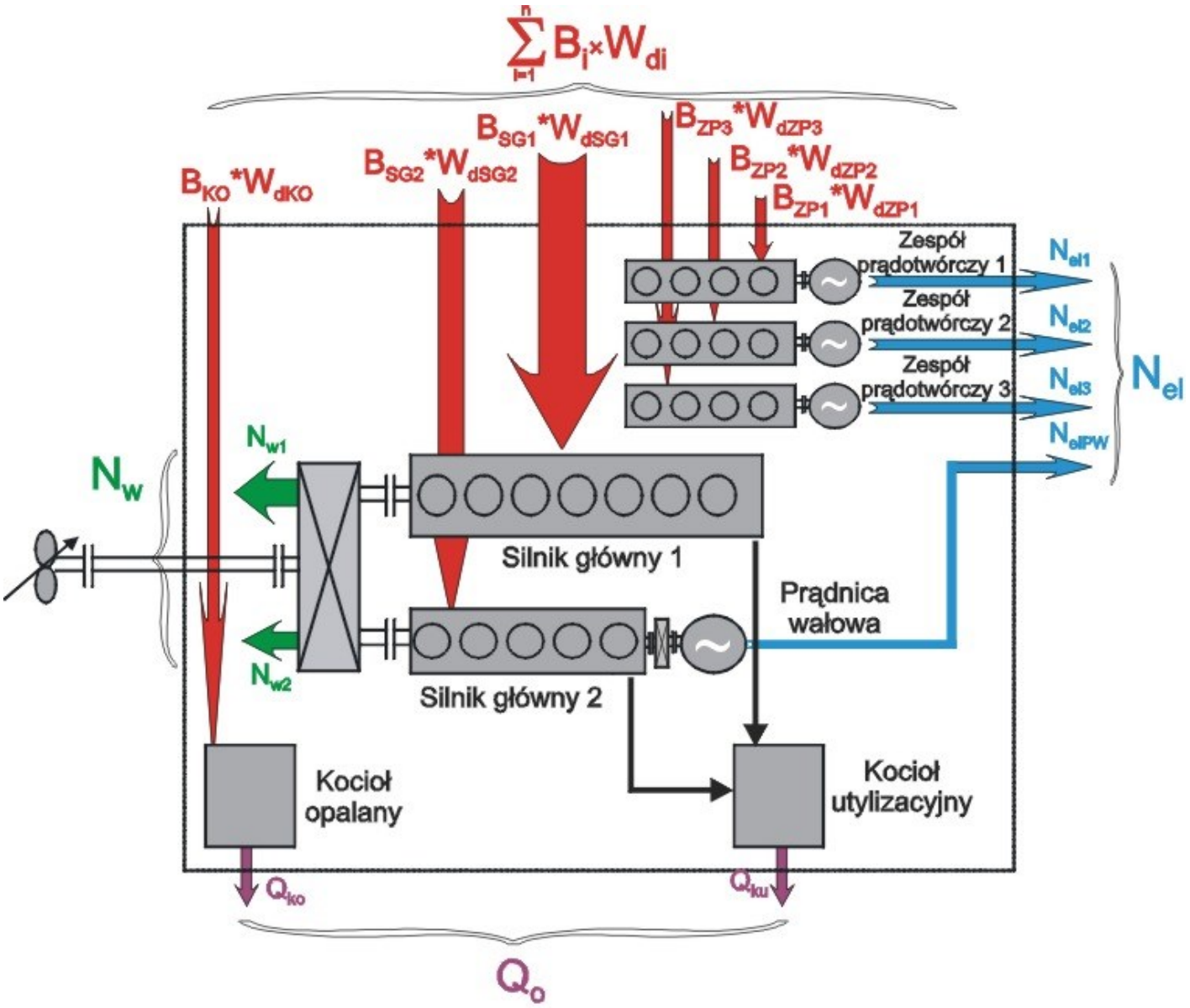
W najogólniejszym ujęciu sprawność η jest zdefiniowana jako stosunek energii użytecznej E_u uzyskiwanej z danego urządzenia do energii doprowadzonej E_d do tego urządzenia. Symbol E_s oznacza występujące w urządzeniach rzeczywistych straty energii, które zgodnie z zasadą zachowania energii są równe: $E_s = E_d - E_u$. Rozdział energii doprowadzonej na energię użyteczną i straty najdogodniej ilustruje wykres Sankeya, stanowiący graficzną ilustrację bilansu energetycznego.



Sprawność energetyczna siłowni



Sprawność energetyczna siłowni



Sprawność energetyczna siłowni

$$\eta_{ens} = \frac{N_w + N_{el} + \overset{o}{Q}}{\sum_i B_{hi} \cdot w_{di}}$$

N_w – moc na wale silnika gł. (suma mocy na wałach silników gł.) [kW]

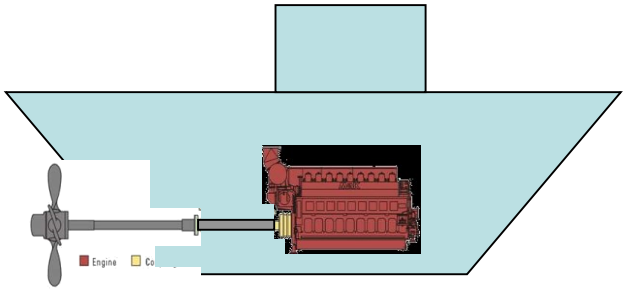
N_{el} - moc na zaciskach prądnic [kW]

$\overset{o}{Q}$ – łączna ilość energii cieplnej zużywanej na cele grzewcze siłowni i statku [kW]

B_h - godzinowe zużycie paliwa [kg/s]

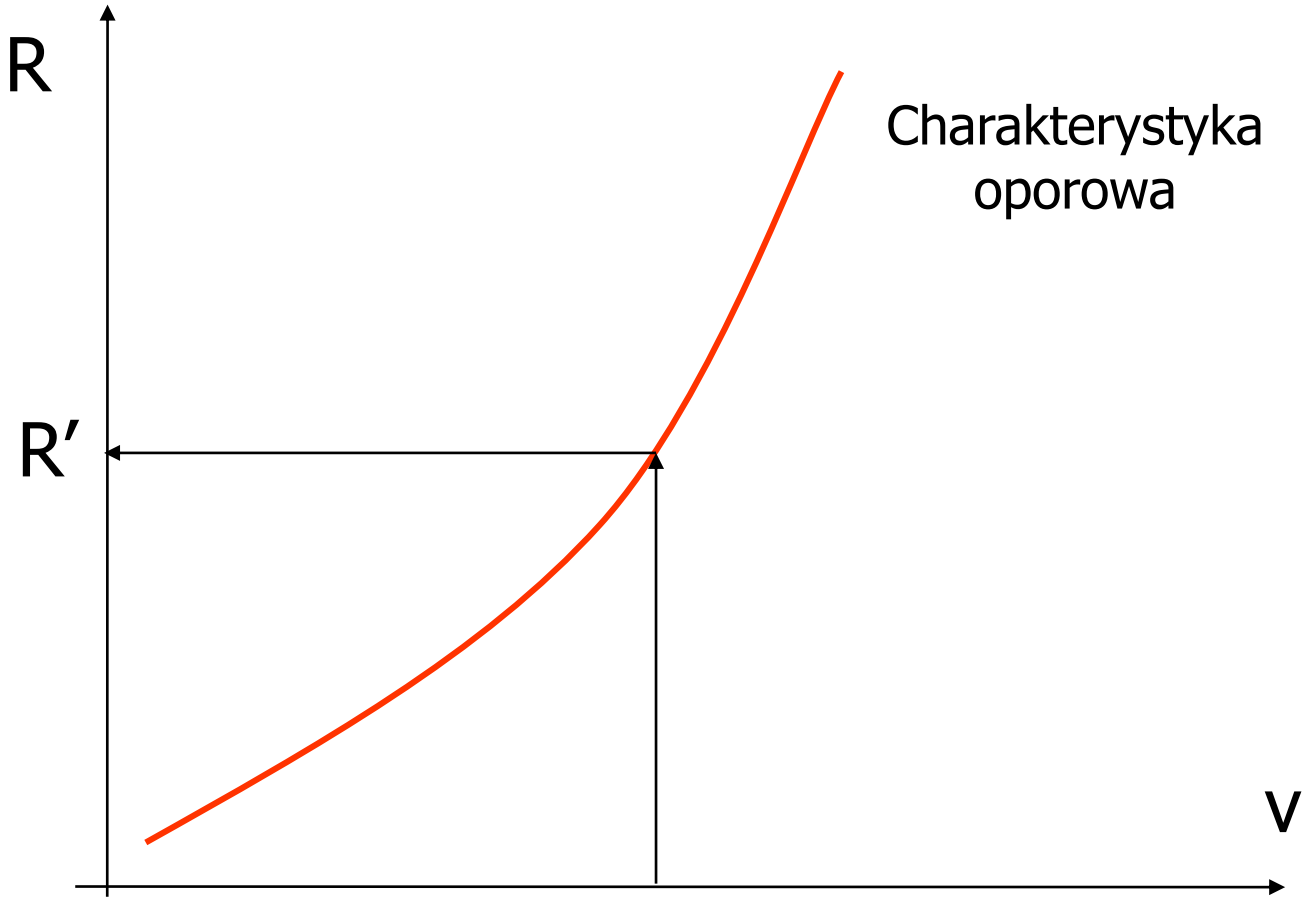
w_d – wartość opałowa paliwa [kJ/kg]

Moc holowania



v

$N_h' = R' v$

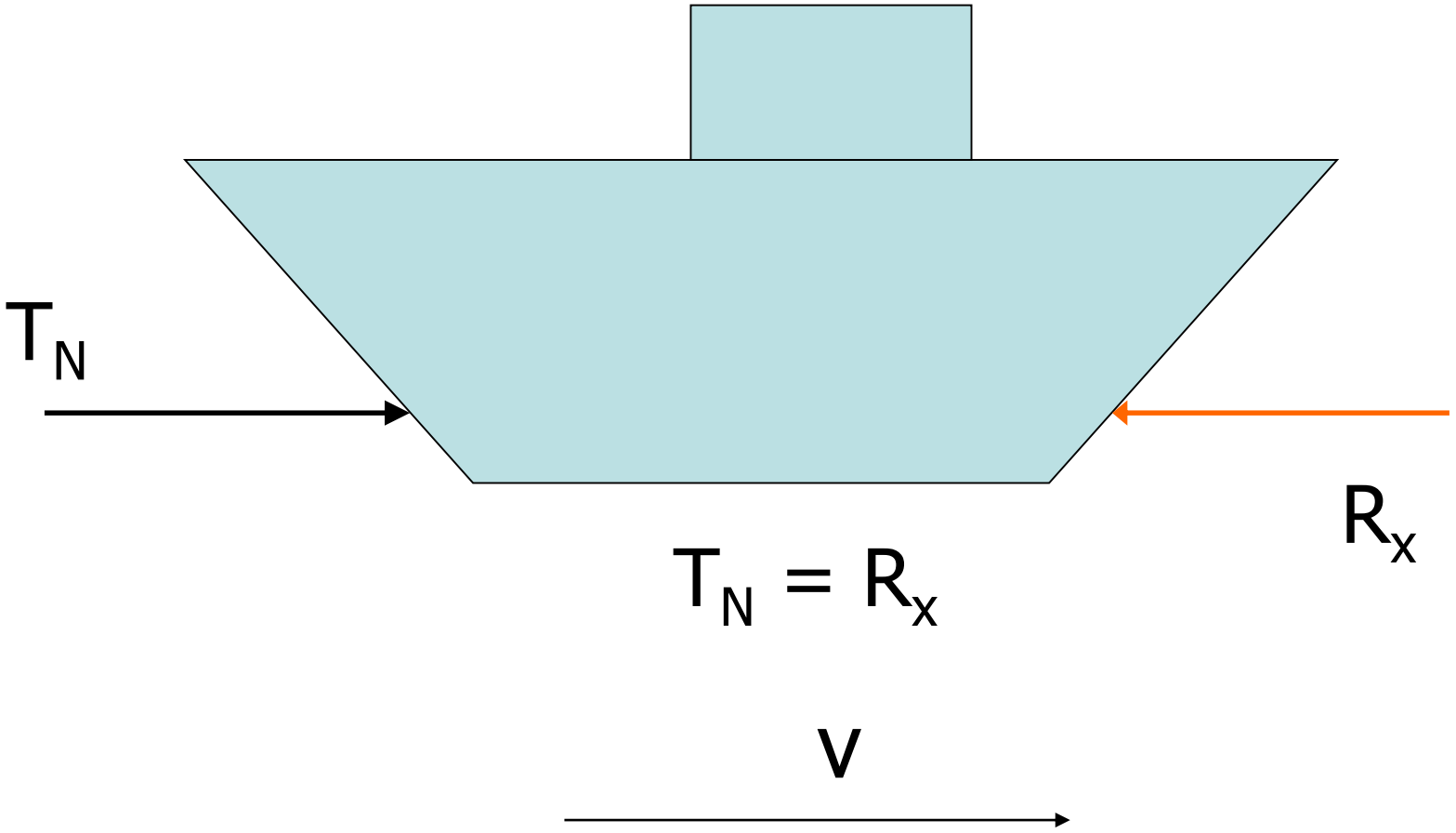


- sprawność ogólna napędu

$$\eta_{ON} = \frac{N_h}{\left(B_h + B_h^{'}\right) \cdot w_d}$$

Pędniki okrętowe

Zadanie pędnika okrętowego





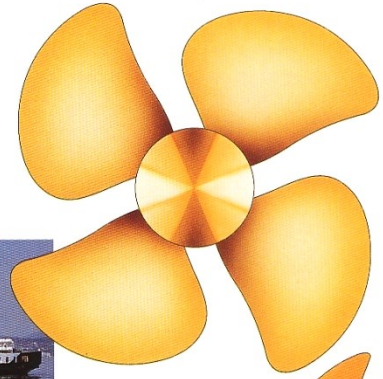
Śruby napędowe



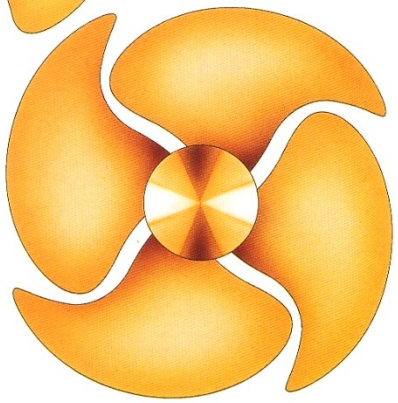




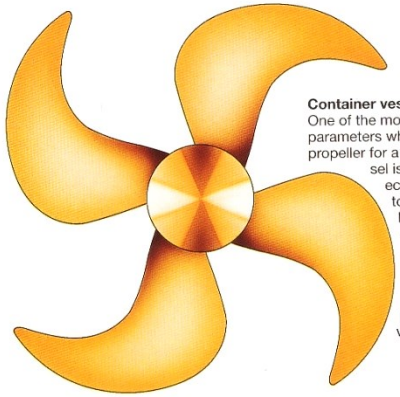




Double-ended Ferries
Propellers for double-ended ferries are often characterized by an ability to set the front propeller in a fully feathering position: thus maintaining a high manoeuvrability during berthing and a low resistance during free sailing. This concept is also applicable to twin-screw ships operating at part load on only one propeller.

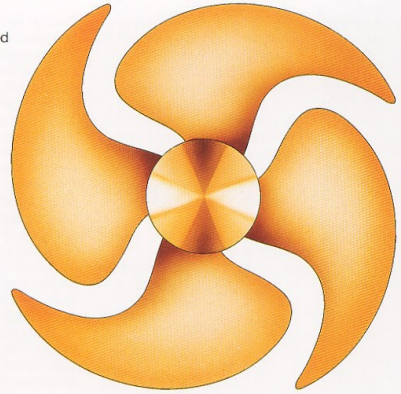


Ferries
Modern ferries demand a high degree of comfort and their propellers are thus designed for low levels of noise and vibration.
High manoeuvrability is essential for most ferries and must be considered during the design phase.

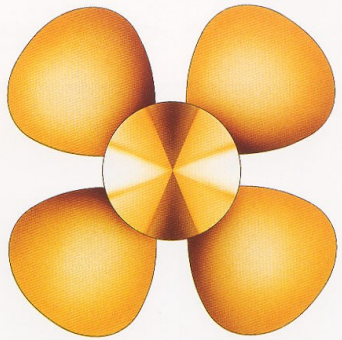


Container vessels
One of the most important parameters when designing a propeller for a container vessel is the operational economy. In order to ensure the highest overall efficiency the propeller will be optimized with regard to the service profile of the vessel.

Cruise liners
Propellers designed for cruise vessels by MAN B&W Alpha are designed with high overall comfort. To minimize noise and vibration levels the blades are designed with a highly skewed profile.



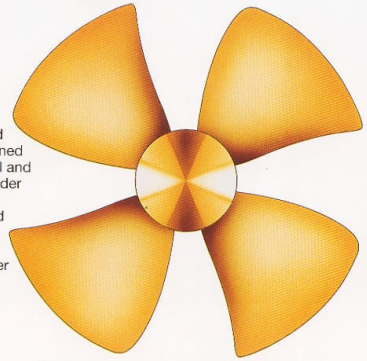




Icebreakers
Propellers for icebreakers are designed for the highest ice classes in order to cope with the tough service conditions. Furthermore the propellers are designed for maximum bollard pull.

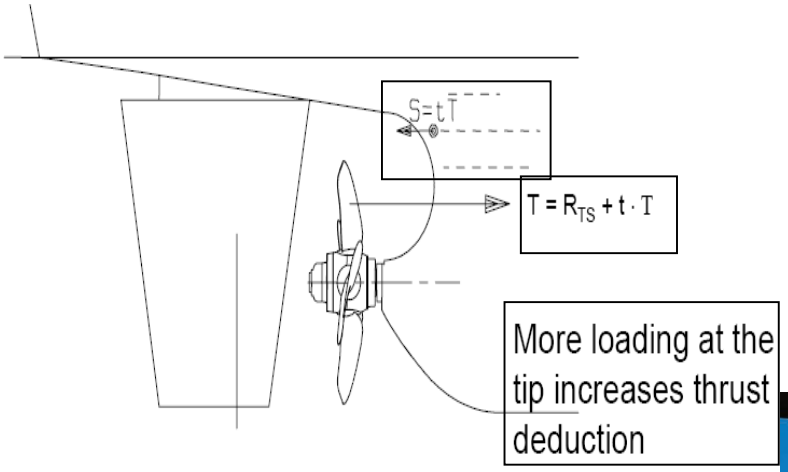


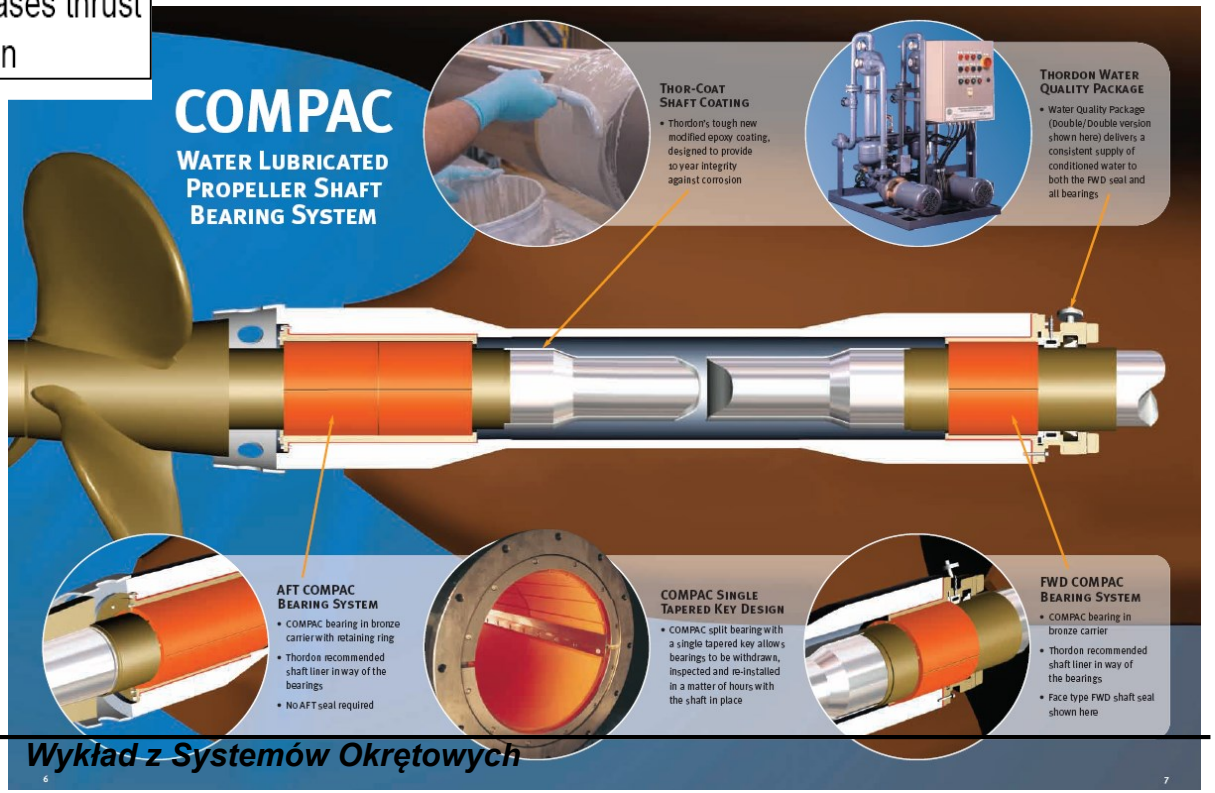
AHTS
Anchorhandling, tug, and supply vessels are designed to give a high bollard pull and good manoeuvrability under extreme, rough weather conditions. A high bollard pull is vital and requires that the propeller operates in a nozzle either as a fixed type or as a rudder nozzle type.





Praca śruby za kadłubem



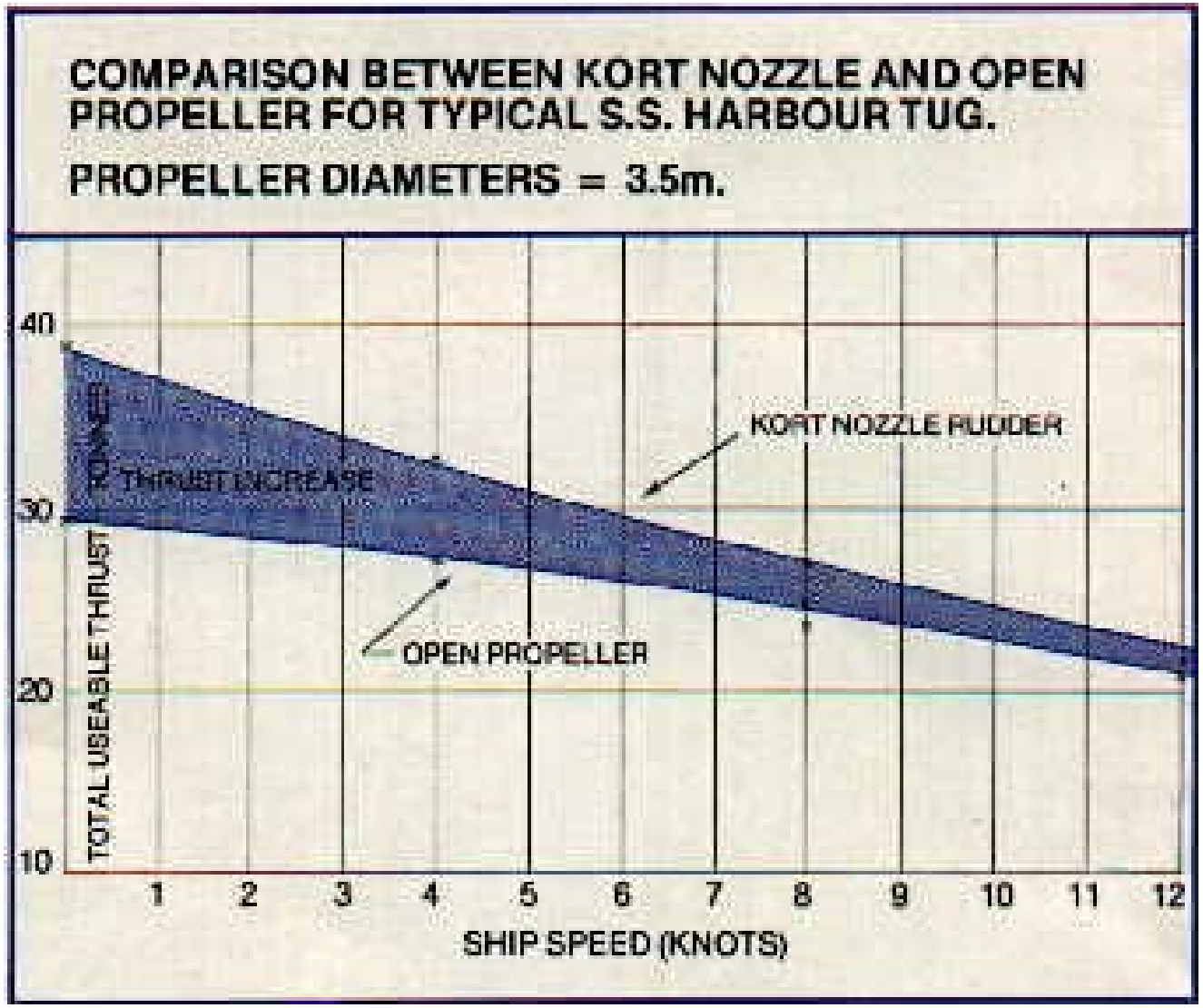


Śruba w dyszy

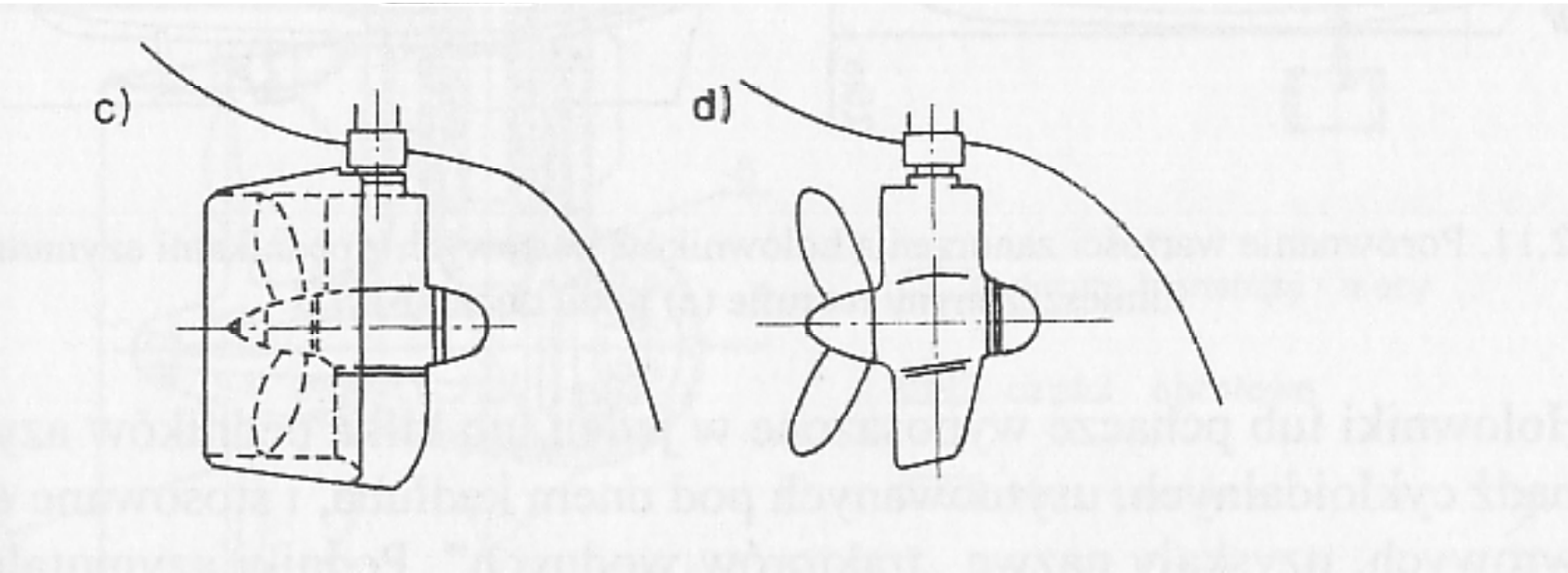




Śruba w dyszy obrotowej



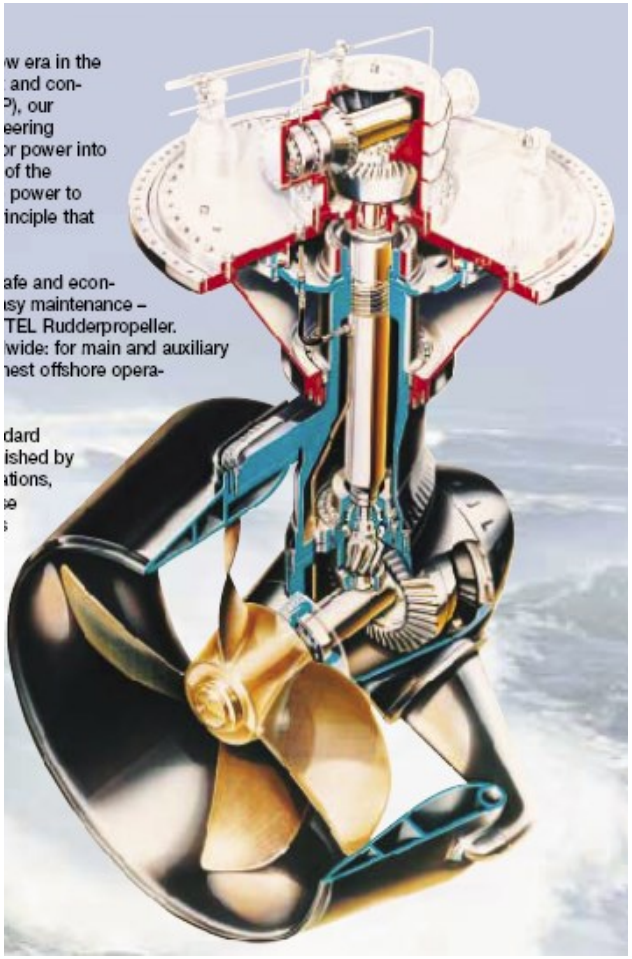
Pędniki azymutalne (śrubostery)



Realizacja przez pędnik dwóch funkcji : napędu i sterowania.

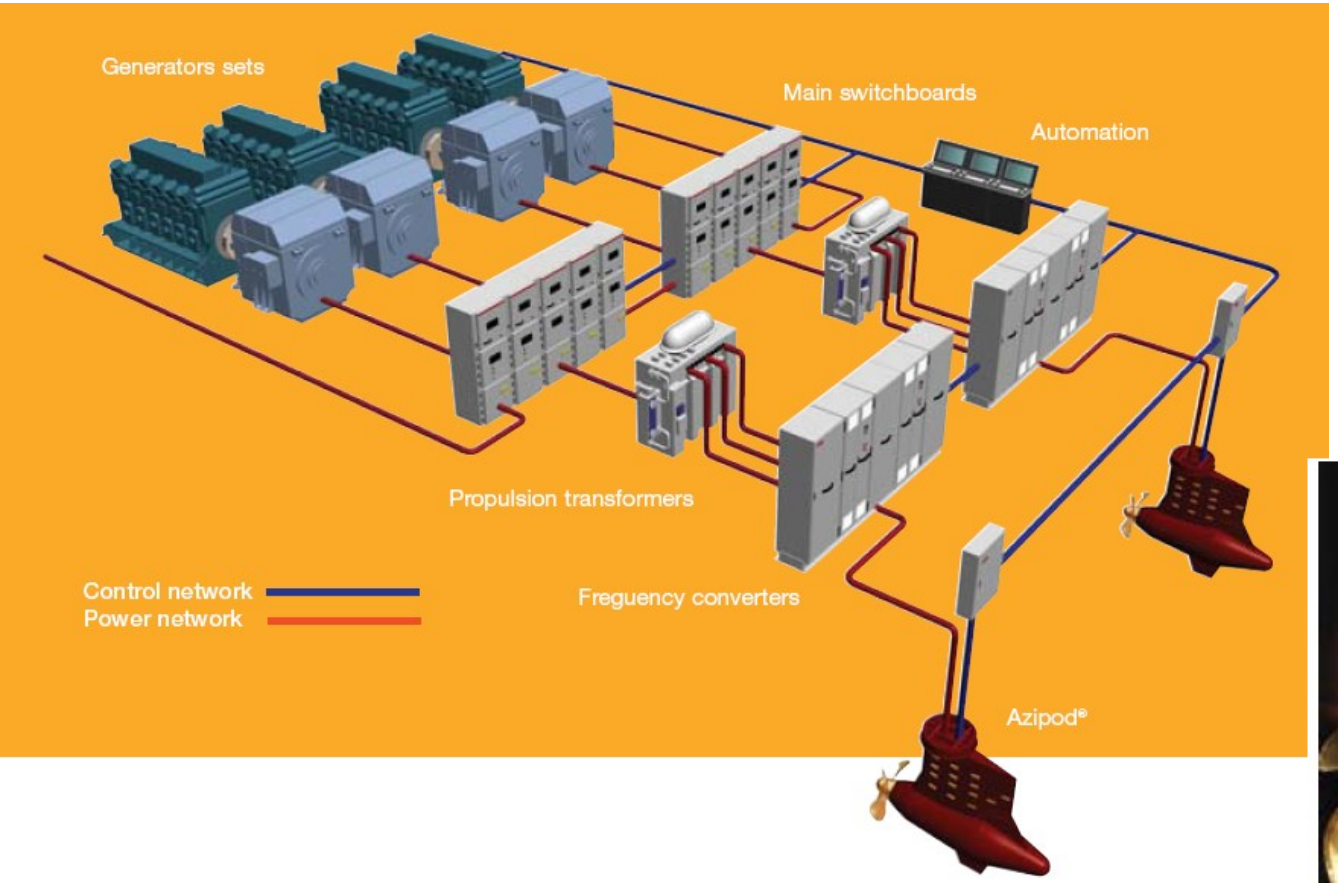
Istotą rozwiązań tych pędników jest to, że śruba, odmiennie niż w klasycznym rozwiązaniu linii wałów, napędzana jest przez przekładnię typu “Z” z równoczesną możliwością obrotu wokół pionowej osi przekładni

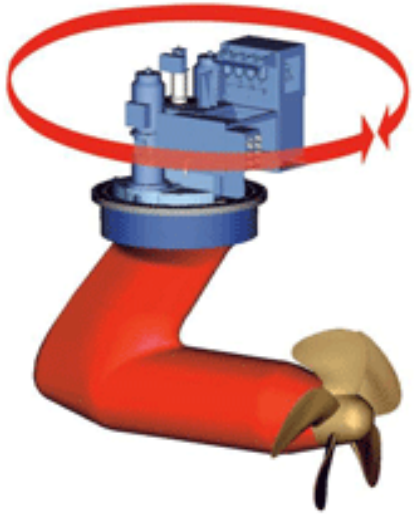
Pędnik azymutalny Schottel





Azymutalny pędnik gondolowy – Układ Azipod®





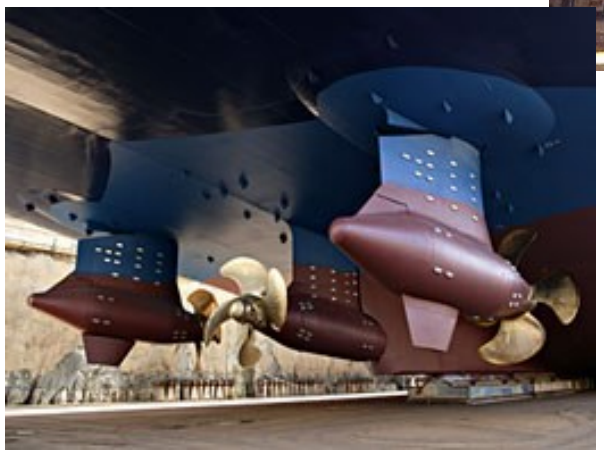


Radiance of the Seas, 2 x 19,5 MW
Azipod® propulsion

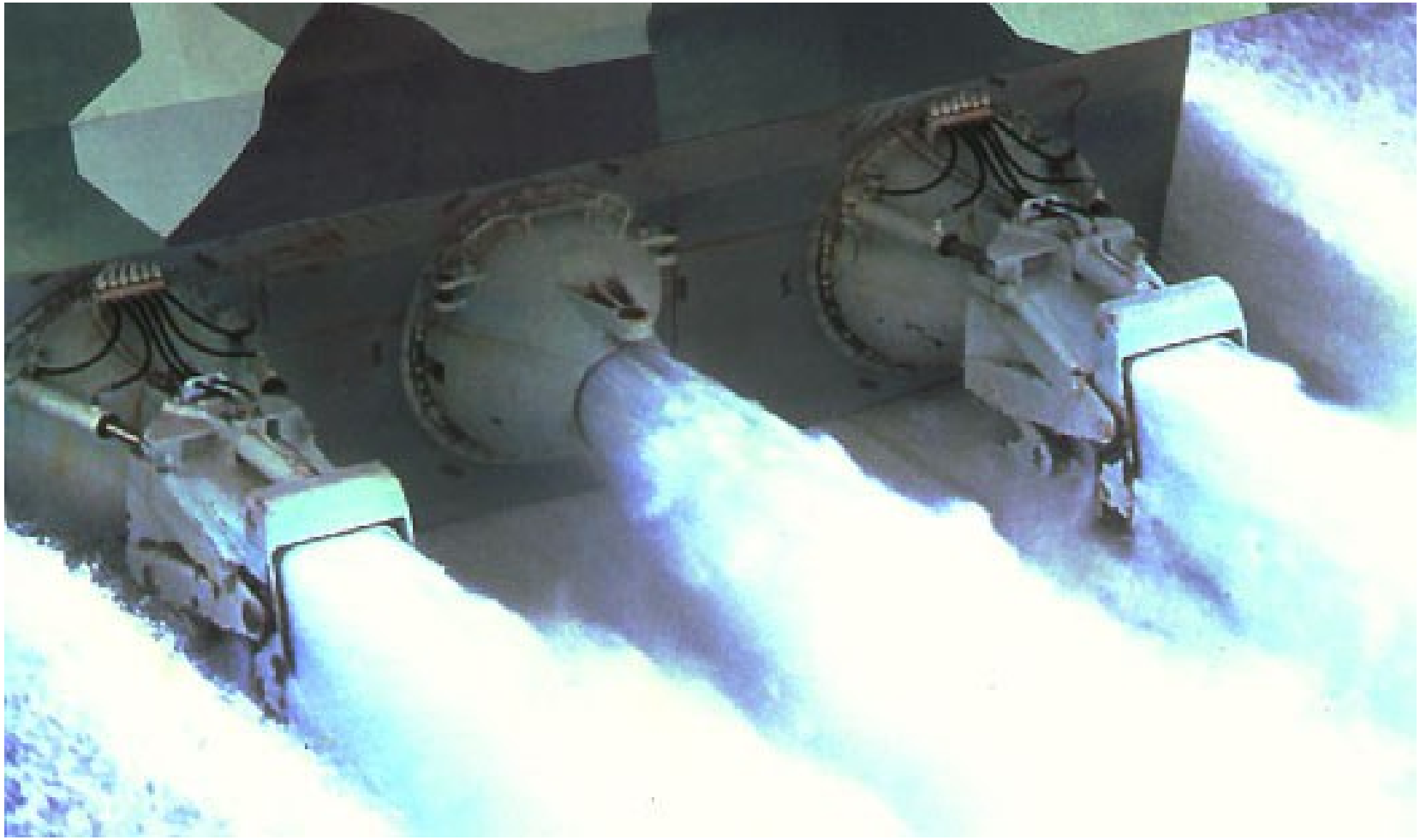
Układ Azipod®







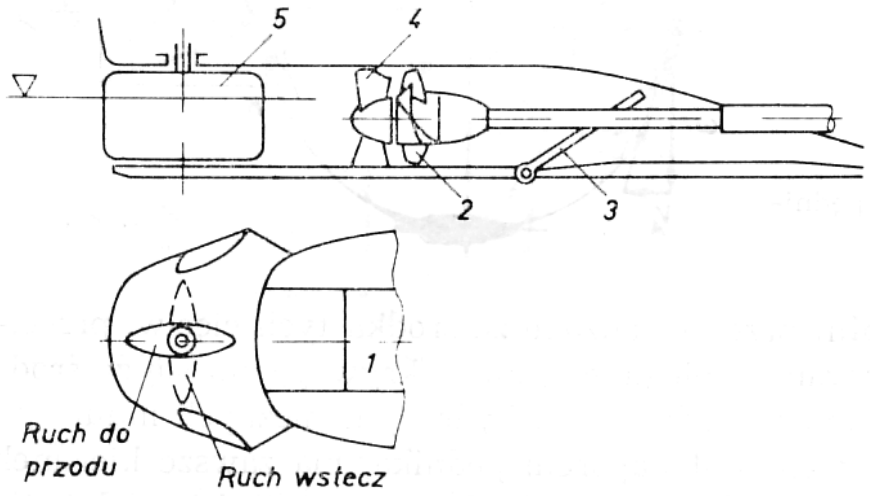
Pędnik wodnostrumieniowy



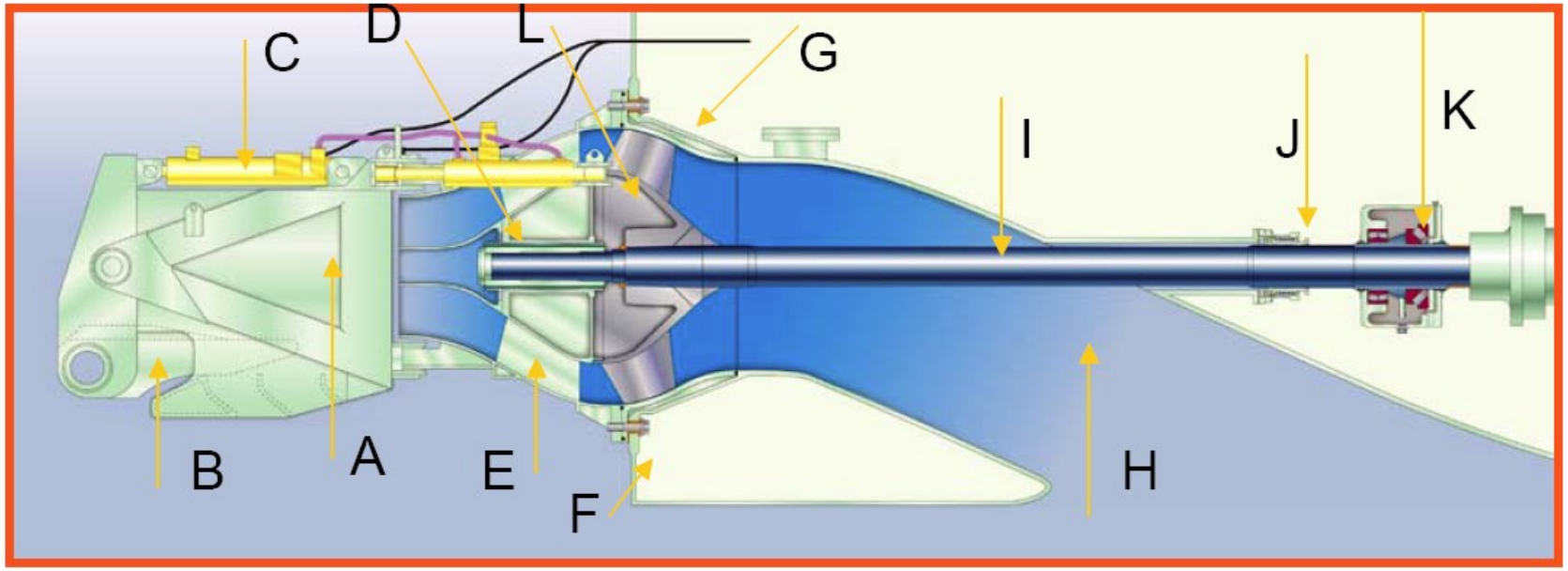
Pędnik wodnostrumieniowy



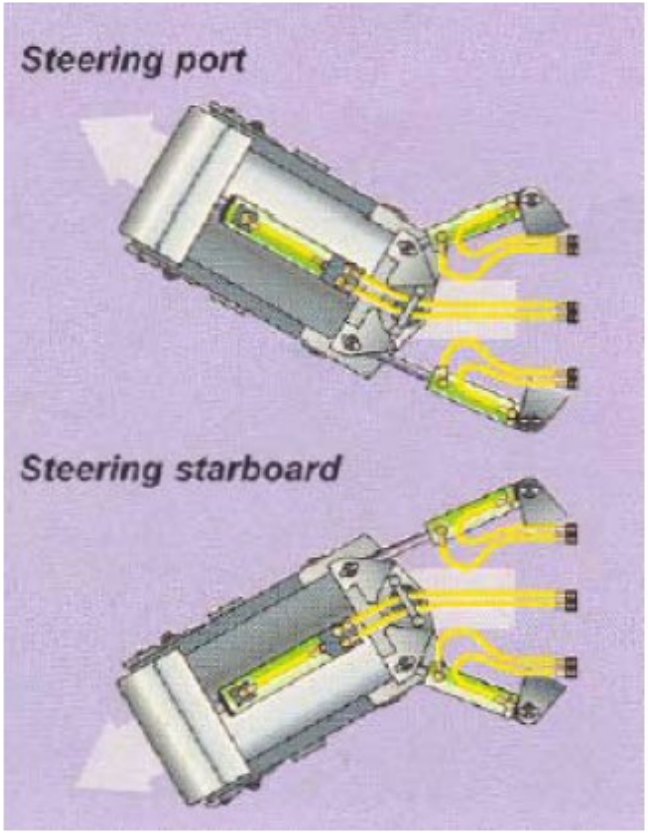


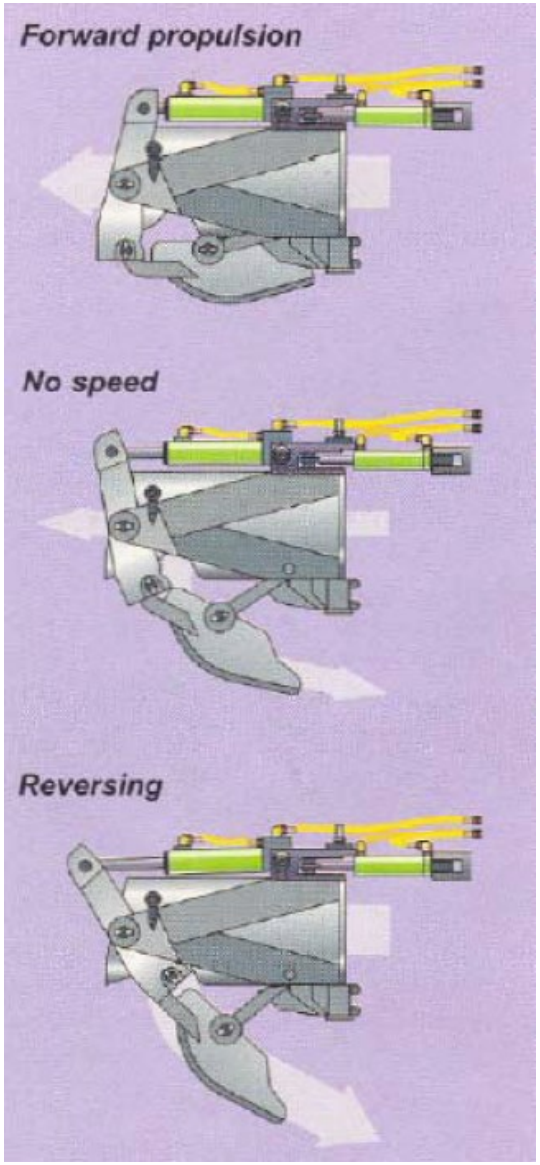


Pędnik wodnostrumieniowy



Pędnik wodnostrumieniowy





Pędnik wodnostrumieniowy

$$v \uparrow \Rightarrow R \uparrow \Rightarrow T \uparrow$$

$$T = \dot{m} \cdot (v_{wyl} - v_{dol})$$

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

80-233 Gdańsk ul. Narutowicza 11/12 tel. (58) 347-26-73, fax: 347-21-81 e–mail: pawszym1@pg.gda.pl

dr inż. Paweł Szymański

OGÓLNE WIADOMOŚCI O INSTALACJACH RUROCIĄGÓW OKRĘTOWYCH

Zagadnienia

- Wprowadzenie.
- Przeznaczenie i klasyfikacja instalacji rurociągów okrętowych.
- Typowe elementy instalacji okrętowych:
  - rurociągi i ich połączenia
  - armatura
  - układy pompowe
- Schematy instalacji rurociągów
- Warunki odniesienia przy projektowaniu instalacji



Instalacja rurociągów – funkcjonalny układ urządzeń i maszyn połączonych rurociągami oraz wyposażony w odpowiednią armaturę służący do przesyłu czynnika roboczego.

Klasyfikacja instalacji rurociągów okrętowych



- **Siłowniane** – przeznaczone do obsługi układu napędowego oraz mechanizmów pomocniczych siłowni, zlokalizowane przede wszystkim w obrębie przedziału maszynowego.

Klasyfikacja instalacji rurociągów

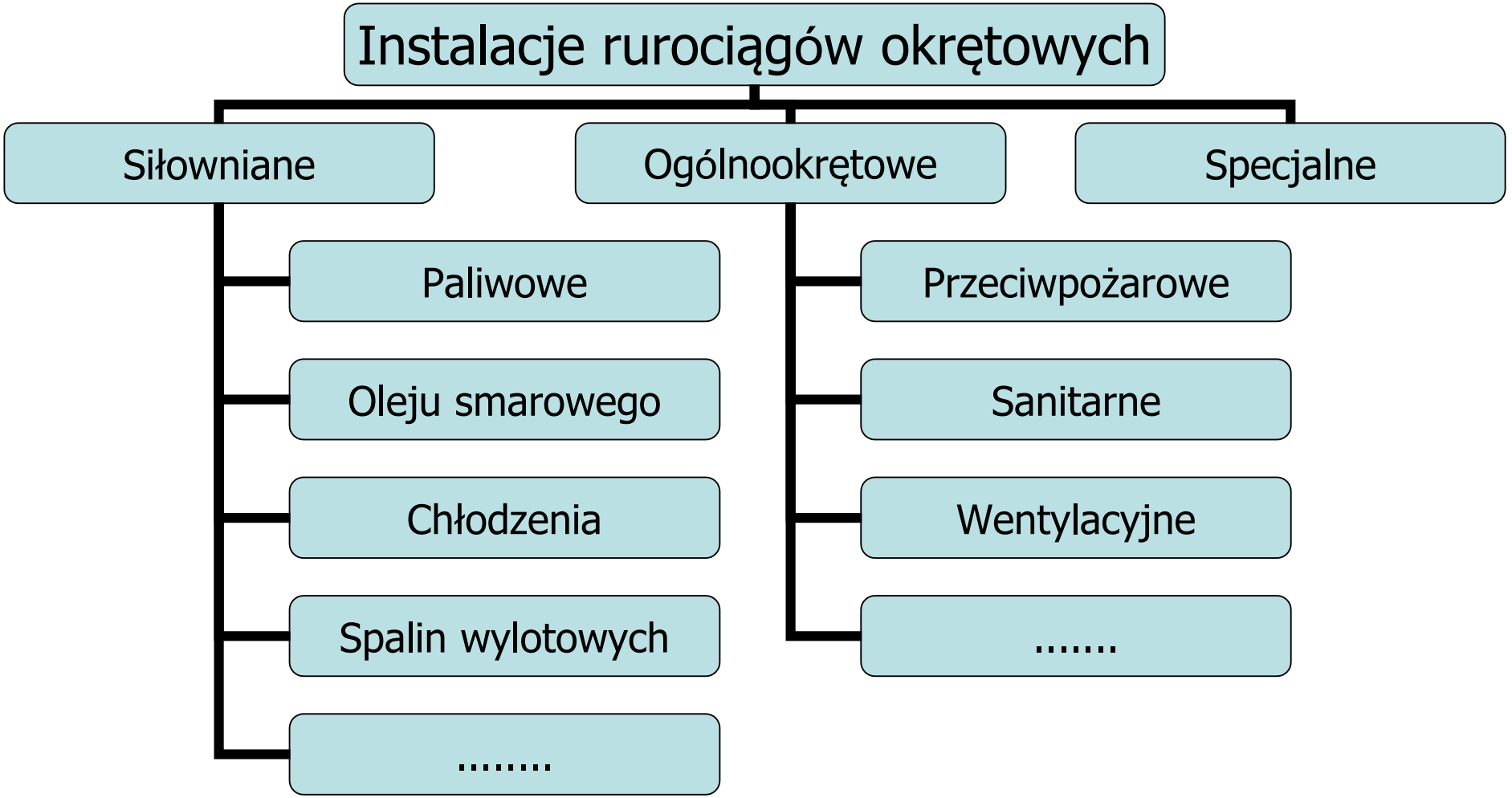


- **Ogólnookrętowe** – przeznaczone do obsługi jednostki pływającej w zakresie:
  - Bezpieczeństwa ppoż.;
  - Zachowania stateczności oraz niezatapialności jednostki pływającej;
  - Spełnienia wymagań ochrony środowiska;
  - Potrzeb socjalno – bytowych załogi.

Klasyfikacja instalacji rurociągów



- **Specjalne** – występują w zależności od przeznaczenia jednostki pływającej (jej specyfiki) np:
  - Instalacje transportowe ładunku płynnego na zbiornikowcach,
  - Instalacje technologiczne na jednostkach rybołówstwa,
  - Instalacje obsługi uzbrojenia na okrętach wojennych itp.


Instalacje rurociągów okrętowych
Siłowniane
Ogólnookrętowe
Specjalne
Paliwowe
Oleju smarowego
Chłodzenia
Spalin wylotowych
.....
Przeciwpożarowe
Sanitarne
Wentylacyjne
.....

Rurociągi okrętowe - specyfika

1. Normalizacja i unifikacja;
2. Szeroki zakres średnic;
3. Funkcjonowanie w warunkach drgań, wysokiej wilgotności, utrudnionego dostępu itp.;
4. Duża koncentracja różnego rodzaju rurociągów na niewielkiej powierzchni (przestrzeni);

Rurociągi okrętowe

Normalizacji krajowej (**Polska Norma**) podlegają **materiały rur**, **warunki prób**, **złączki** i **łączniki**, **średnice rurociągów**, **ciśnienia próbne** i **robocze**.

Podstawowymi wymiarami rurociągów są:

- **średnica zewnętrzna,**
- **grubość ścianki,**
- ***średnica nominalna*, przeważnie równa rozmiarom średnicy wewnętrznej (nie równa w przypadku rur grubościennych).**
- **Polska Norma *PN-54/H-02651* dopuszcza w okrętownictwie następujące średnice nominalne w mm: 10, 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 90, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500-1000 co 100.**

Rurociągi okrętowe

W **USA** średnice rur w okrętownictwie dla wysokich i niskich ciśnień oraz temperatur określa się wg parametru **Nominal Pipe Size** (**NPS**), który opisują dwie zależności – **średnica nominalna rury** i **grubość ścianki rurociągu**.

Odpowiednikiem **europejskim** jest **średnica nominalna** DN (diamètre nominal/nominal diameter), określona w **milimetrach**. Termin ***NB*** (nominal bore), czyli średnica wewnętrzna, jest często zamiennie używany z NPS.

Rurociągi okrętowe

schedule – zestawienie

Nominal pipe size	*Outside diameter (in., mm)*	*Nominal wall thickness (in., mm)*					
		Standard	*Sch.40*	*Extra strong*	*Sch.80*	*Sch.160*	*Double extra strong*
1/8 in. 3 mm	0.405 10.287	0.068 1.727	0.068 1.727	0.095 2.413	0.095 2.413	--	--
1/4 in. 6 mm	0.540 13.716	0.088 2.235	0.088 2.235	0.119 3.023	0.119 3.023	--	--
3/8 in. 10 mm	0.675 17.145	0.091 2.311	0.091 2.311	0.126 3.200	0.126 3.200	--	--
1/2 in. 15 mm	0.840 21.336	0.109 2.769	0.109 2.769	0.147 3.734	0.147 3.734	0.188 4.775	0.294 7.468
3/4 in. 20 mm	1.050 26.670	0.113 2.870	0.113 2.870	0.154 3.912	0.154 3.912	0.219 5.563	0.308 7.823
1 in. 25 mm	1.315 33.401	0.133 3.378	0.133 3.378	0.179 4.547	0.179 4.547	0.250 6.350	0.358 9.903
1 1/4 in. 32 mm	1.660 42.164	0.140 3.556	0.140 3.556	0.191 4.851	0.191 4.851	0.250 6.350	0.382 9.703
1 1/2 in. 40 mm	1.900 48.260	0.145 3.683	0.145 3.683	0.200 5.080	0.200 5.080	0.281 7.137	0.400 10.160
2 in. 50 mm	2.375 60.325	0.154 3.912	0.154 3.912	0.218 5.537	0.218 5.537	0.344 8.738	0.436 11.074
2 1/2 in. 65 mm	2.875 73.025	0.203 5.156	0.203 5.156	0.276 7.010	0.276 7.010	0.375 9.525	0.552 14.021
3 in. 80 mm	3.500 88.900	0.216 5.486	0.216 5.486	0.300 7.620	0.300 7.620	0.438 11.125	0.600 15.240

Rurociągi okrętowe

W instalacjach rurociągów stosowane są powszechnie rury **stalowe ocynkowane**. Jednak stosunkowo często można również spotkać rury **mosiężne** - najczęściej w instalacjach wymiany ciepła oraz **miedziane** - najczęściej rury armatury kontrolno - pomiarowej np. manometrów oraz w instalacjach sprężonego powietrza.

Stosunkowo rzadko można spotkać rury **ołowiane** - najczęściej w rurociągach okrętowych narażonych na działanie kwasów oraz **żeliwne** - najczęściej w instalacjach sanitarnych i wentylacji.

Coraz częściej natomiast stosowane są rury z **tworzyw sztucznych**, charakteryzujące się szeregiem cennych właściwości np.: odpornością na korozję, małą masą, odpornością na odkładanie się kamienia kotłowego, odpornością na agresywne oddziaływanie bardzo wielu związków chemicznych, mniejszymi oporami przepływu czynnika, niższą ceną itd. Podstawową ich wadą są jak na razie gorsze niektóre własności wytrzymałościowe.

Średnica rurociągu

Średnica rurociągu jest określona poprzez maksymalne, dopuszczalne prędkości przepływu czynnika roboczego:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\dot{V}\left[\frac{m^3}{s}\right]}{v\left[\frac{m}{s}\right]}$$

Flow velocities

For external pipe connections, we prescribe the following maximum velocities:

Marine diesel oil	1.0 m/s
Heavy fuel oil	0.6 m/s
Lubricating oil	1.8 m/s
Cooling water	3.0 m/s

Połączenia elementów instalacji rurociągów



W okrętownictwie stosowane są przede wszystkim ROZŁĄCZNE POŁĄCZENIA w instalacjach rurociągów okrętowych, umożliwiające szybkie podjęcie czynności związanych ***z obsługą instalacji (naprawą) w specyficznej sytuacji eksploatacyjnej jednostki pływającej jaką jest długotrwały pobyt na morzu***, gdzie załoga bardzo często zdana jest wyłącznie na własne siły.

DO NAJCZĘŚCIEJ SPOTYKANYCH POŁĄCZEŃ W INSTALACJACH ZALICZAMY:

- ***połączenia kołnierzowe,***
- ***połączenia śrubunkowe,***
- ***połączenia gwintowe,***
- ***połączenia elastyczno – zaciskowe.***

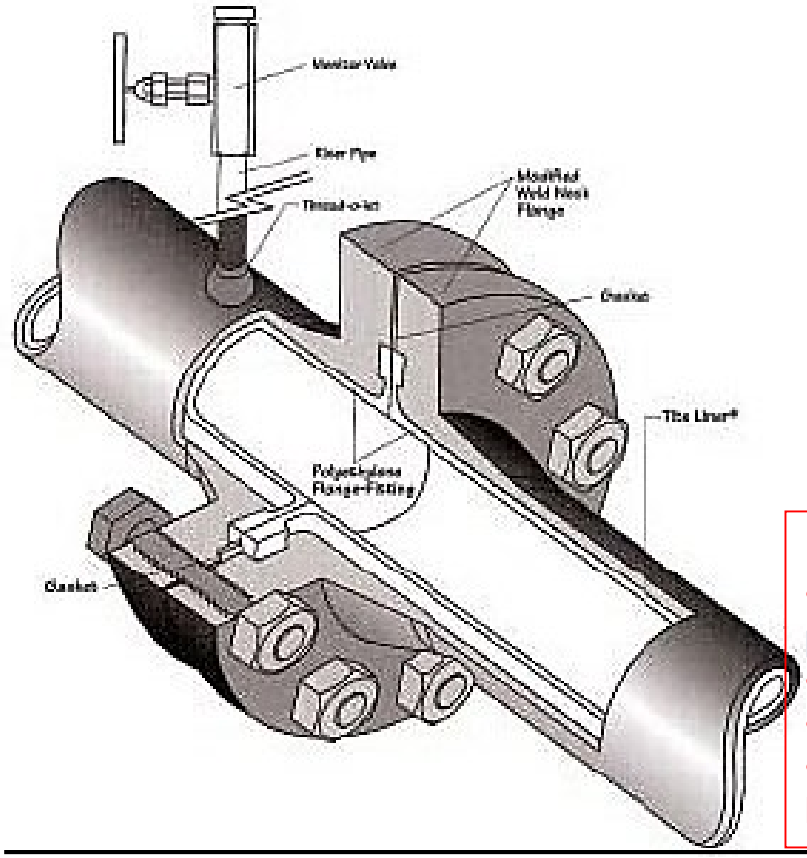
Połączenia elementów instalacji rurociągów



Nigdy nie doszczelniamy (nie dokręcamy) połączeń elementów instalacji rurociągów pod ciśnieniem przepływającego czynnika !!!

Połączenia kołnierzowe - są najczęściej spotykanym w okrętownictwie typem połączenia. Stosowane do łączenia rur od średnic bardzo małych (ok. 10 mm) do średnic największych. Technologia wykonania kołnierza na łączonych odcinkach jest różna, ale najczęściej jest to kołnierz przyspawany lub nakręcony na gwint i przyspawany.

POŁĄCZENIA TE **WYMAGAJĄ USZCZELNIENIA** !!!!







MATERIAŁY NA USZCZELNIENIA:

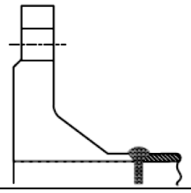
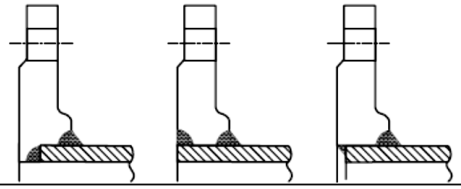
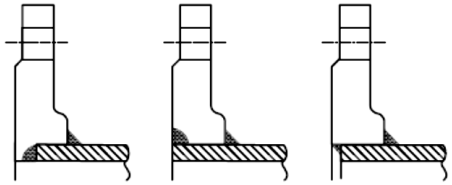
- **guma syntetyczna (olejoodporna) z wzmacniającymi przekładkami metalowymi lub włókiennymi,**
- **klingeryt (ciśnienia do 5 MPa i temp. do 450 ^{0}C),**
- **gambit (ciśnienia do 1,6 MPa i temp. do 150 ^{0}C),**
- **parogambit (ciśnienia do 3 MPa i temp. do 350 ^{0}C).**

Przy wyższych temperaturach uszczelki pokrywane są grafitem.

Połączenia elementów instalacji

PN-86/H-74374.01 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki. Wymagania ogólne
PN-86/H-74374.02 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki azbestowo - kauczukowe p ...
PN-86/H-74374.03 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki azbestowo - kauczukowe p ...
PN-86/H-74374.04 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki azbestowo - kauczukowe p ...
PN-86/H-74374.05 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki faliste do kołnierzy z p ...
PN-86/H-74374.06 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki azbestowo - kauczukowe p ...
PN-86/H-74374.07 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki gumowe o przekroju kołow ...
PN-86/H-74374.08 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki metalowe przeponowe do k ...
PN-86/H-74374.09 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki metalowe soczewkowe do k ...
PN-86/H-74374.10 - Armatura i rurociągi. Połączenia kołnierzowe. Uszczelki metalowe wielokrawędziow ...
PN-EN 12560-1:2002 - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 12560-2:2002 - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 12560-3:2002U - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 12560-3:2003 - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 12560-4:2002U - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 12560-4:2003 - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 12560-5:2002U - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 12560-5:2003 - Kołnierze i ich połączenia - Uszczelki do kołnierzy z oznaczeniem klasy - Część ...
PN-EN 1514-1:2001 - Kołnierze i ich połączenia - Wymiary uszczelek do kołnierzy z oznaczeniem PN - ...
PN-EN 1514-1:2001/Ap1:2002 - Kołnierze i ich połączenia - Wymiary uszczelek do kołnierzy z oznaczeniem PN - C ...
PN-EN 1514-2:2001 - Kołnierze i ich połączenia - Wymiary uszczelek do kołnierzy z oznaczeniem PN - C ...
PN-EN 1514-3:2001 - Kołnierze i ich połączenia - Wymiary uszczelek do kołnierzy z oznaczeniem PN - C ...
PN-EN 1514-4:2001 - Kołnierze i ich połączenia - Wymiary uszczelek do kołnierzy z oznaczeniem PN - C ...
PN-EN 1514-4:2001/Ap1:2002 - Kołnierze i ich połączenia - Wymiary uszczelek do kołnierzy z oznaczeniem PN - C ...

Połączenia elementów instalacji

Flange Type	*Typical Configuration*
Type A Weld neck flange, raised face or flat face with ring type gasket.	
Type B Slip-on welded hub (or without hub) flange; attached to pipe with at least a groove weld deposited from the back of the flange and a fillet weld or equivalent on the other side; raised face or flat face with ring type gasket.	
Type C Slip-on welded hub (or without hub) flange; attached to pipe with double fillet welds or equivalent; raised face or flat face with ring type gasket.	 (Must be with hub) C 3

„gasket” *– uszczelka,*

„hub” *– kielich rury, piasta,*

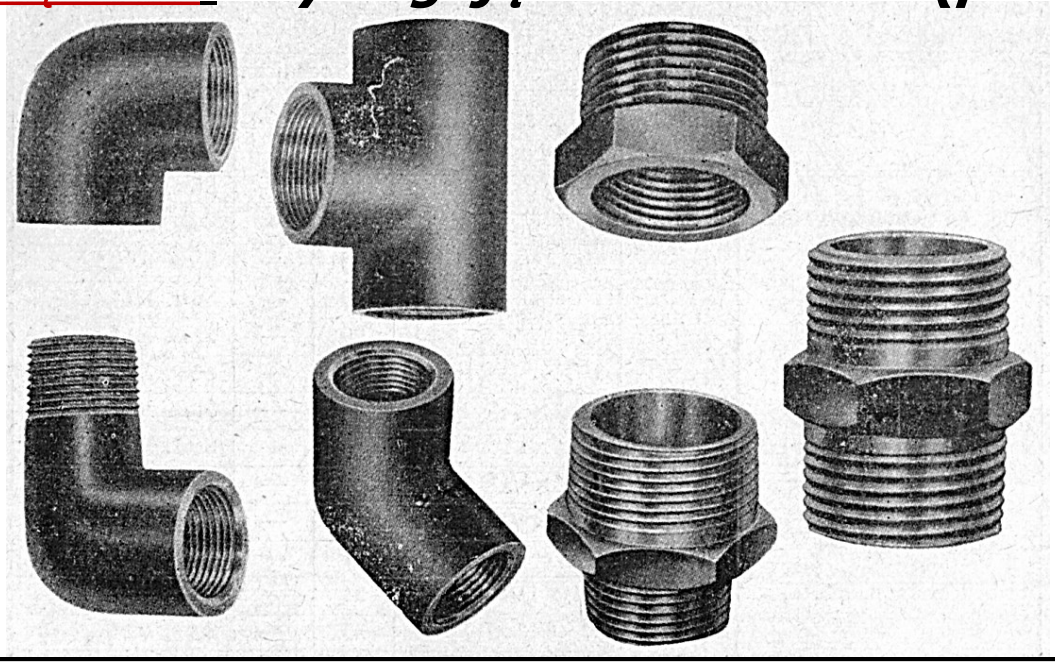
„face” *– powierzchnia czołowa,*

„raised-face” *– odgięty do góry,*

„fillet weld” *– spoina pachwinowa*

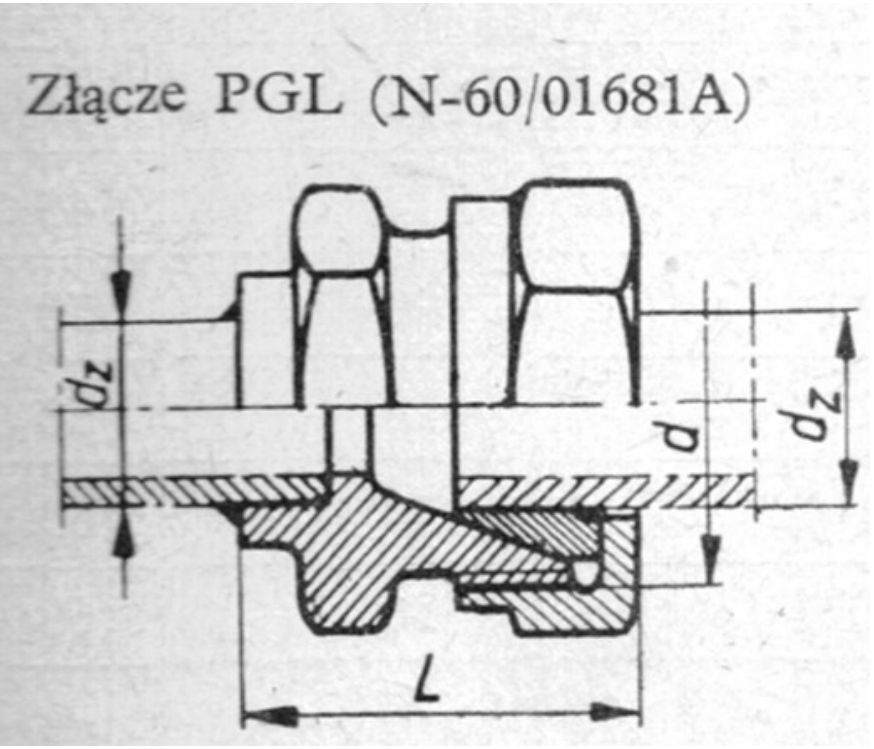
Flange type	*Class of piping*	*Limitations*
A	I, II, III	None
B	I, II, III	Pressure/temperature rating ≤ ASME B16.5 Class 300 or equivalent recognized national standard. For steam piping additionally limited to pipe sizes $d \leq$ NPS 100 mm (4 in.). [Ref. 2-4-4/5.7 and 2-4-4/17.5]
C	I, II, III	Same as for type B above.

Połączenia gwintowe - stosuje się je czasami w niektórych instalacjach wodnych do ciśnień **1,6 MPa** i **temp. do 120^{0}C** np. centralnego ogrzewania do średnic rurociągów - ***max ok. 50 mm***. Połączenie jest realizowane poprzez wykonanie gwintu na łączonych odcinkach rur oraz zastosowanie odpowiedniej złączki. Umożliwia **montaż rur bez ich gięcia (kształtki) oraz rozgałęzianie rurociągu,** co znacznie upraszcza i skraca prace instalacyjne. **ZALETĄ** połączenia gwintowego jest zdolność do przenoszenia dużych obciążeń (zwłaszcza wzdłużnych) przy bardzo małych rozmiarach poprzecznych połączenia. ***Wymagają uszczelnienia (pakuły z pokostem lub minią).***

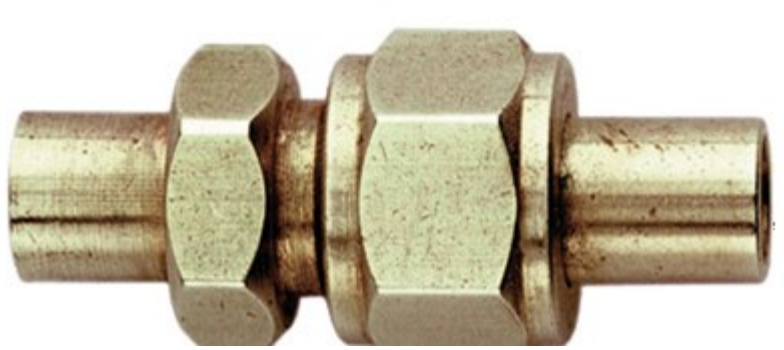


Połączenia śrubunkowe (*szybkorozłączne, dociskowe*) – odmiana połączenia gwintowego, stosowane zwykle do podłączania manometrów oraz dla wysokich ciśnień i średnic max do ok. 20 mm (np. instalacje hydrauliczne, paliwowe i sprężonego powietrza). Zapewniają bardzo wysoką szczelność, łatwy montaż i demontaż, przenoszą duże obciążenia wzdłużne.

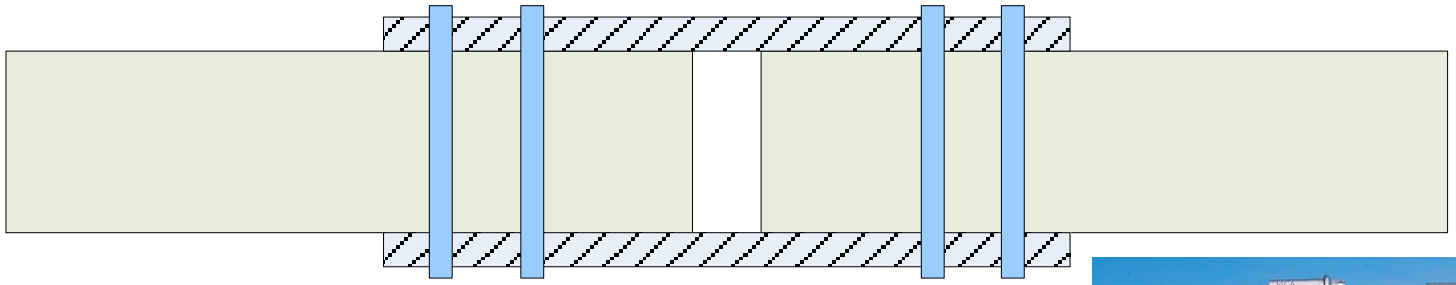
Uszczelnienie wymagane tylko dla wysokich ciśnień („sferka”).







Połączenia elastyczno - zaciskowe - są to połączenia rurociągów za pomocą ODCINKÓW ZŁĄCZEK (RUR) Z GUMY ZBROJONEJ UNIERUCHAMIANYCH OPASKAMI ZACISKOWYMI. Stosowane przy niższych parametrach przepływającego czynnika, w mniej odpowiedzialnych węzłach instalacji (mniej odpowiedzialnych instalacjach) ze względu na niskie własności wytrzymałościowe oraz konieczność częstszych czynności obsługowych (wymiana złączek). Do niezaprzeczalnych zalet należy jednak zaliczyć: PROSTOTĘ ZŁĄCZA, MAŁY KOSZT I ZDOLNOŚĆ DO TŁUMIENIA DRGAŃ.







ZNAKOWANIE ELEMENTÓW INSTALACJI RUROCIĄGÓW

W celu ułatwienia orientacji i obsługi instalacji oraz podniesienia bezpieczeństwa zostały określone pewne **zasady** ich **OZNACZANIA**.

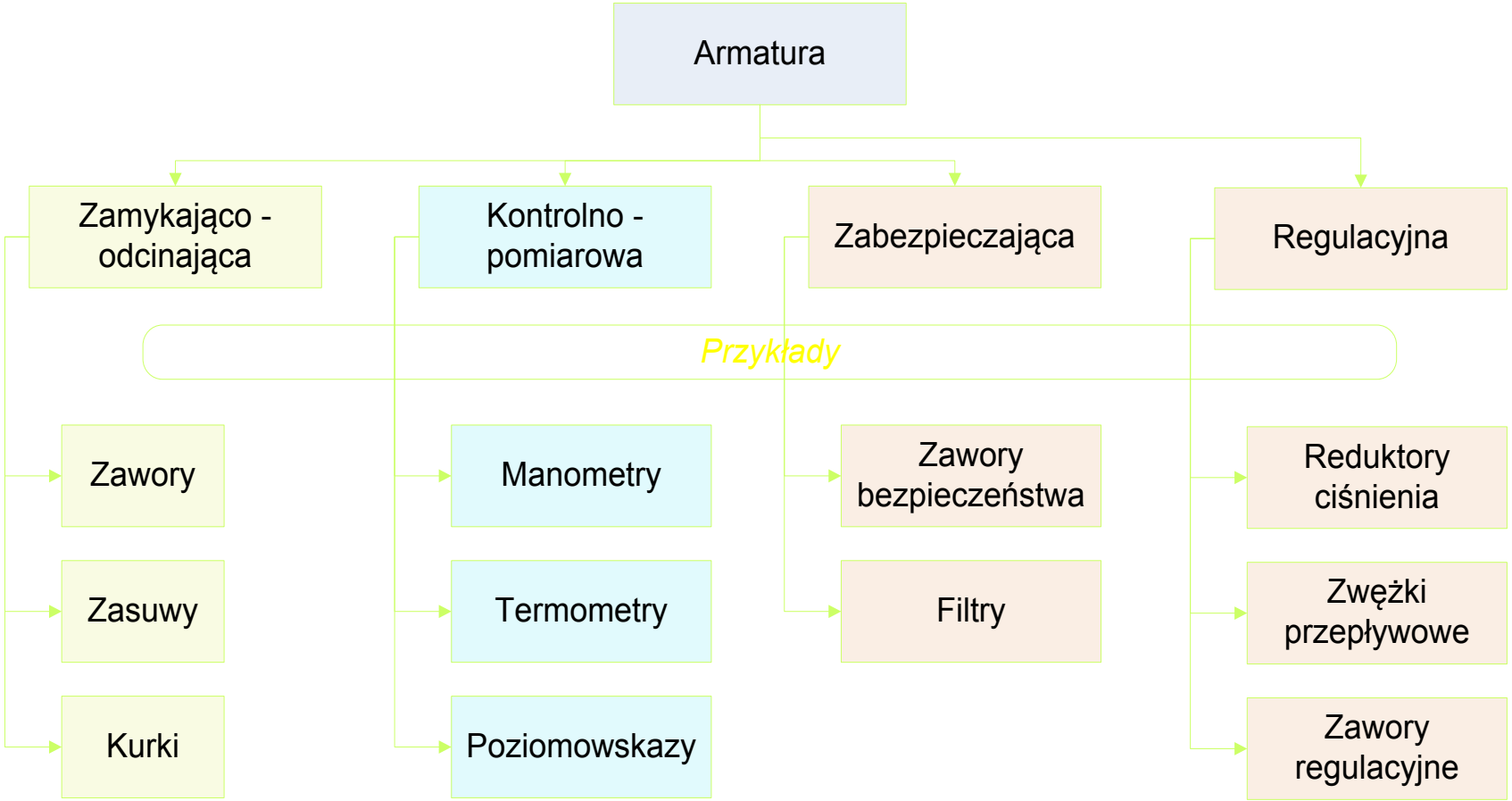
Zasady te przewidują najogólniej mówiąc konieczność ***oznaczania tabliczkami informacyjnymi*** wszystkich najważniejszych elementów **armatury kontrolno - pomiarowej** (przede wszystkim **manometrów i termometrów**) oraz **zamykającej** (**zaworów, zasuw, kurków, klap itd.**), a także ***malowanie*** w zależności od przepływającego czynnika odpowiednimi (jednakowymi) barwami rurociągów na statkach.

MALOWANIE RUROCIĄGÓW

Zgodnie z normą ***BN-80/3730-10*** malowane są całe rurociągi osłonięte (po ich uprzednim zabezpieczeniu antykorozyjnym i pokryciu izolacją), znakowane są rurociągi odkryte – obwodowe opaski po obydwu stronach każdego złącza):

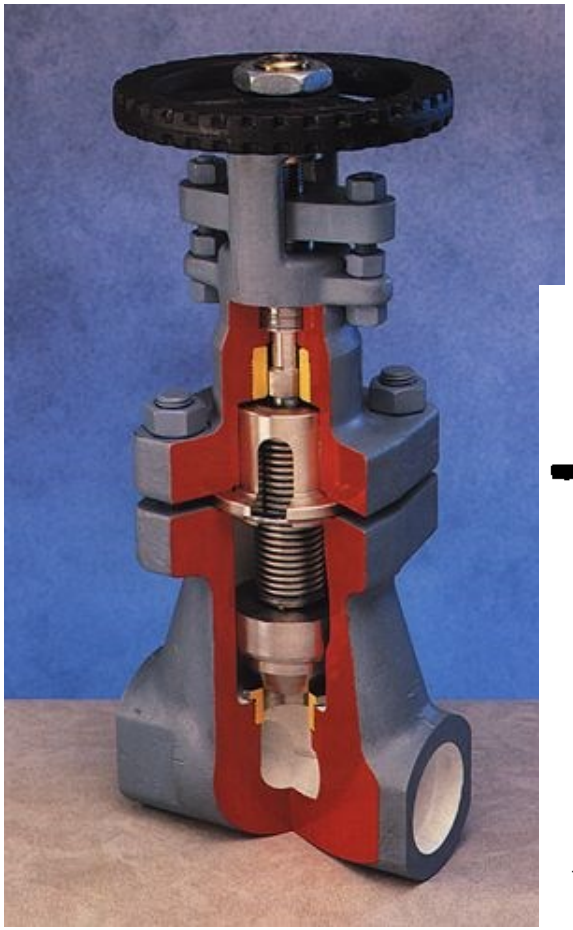
- **WODA MORSKA** – barwa zielona,
- **WODA SŁODKA** – barwa niebieska,
- **PARA** – barwa srebrno-szara,
- **OLEJ SMAROWY** – barwa żółta,
- **PALIWO PŁYNNE** – barwa brązowa,
- **SPRĘŻONE POWIETRZE** – barwa błękitna,
- **ŚCIEKI** – barwa czarna,
- **RUROCIAGI PPOŻ.** – barwa czerwona

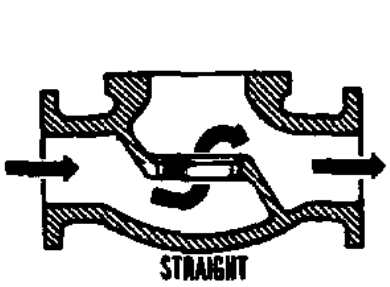
Armatura (osprzęt) – wyposażenie pomocnicze zapewniające prawidłowe funkcjonowanie instalacji

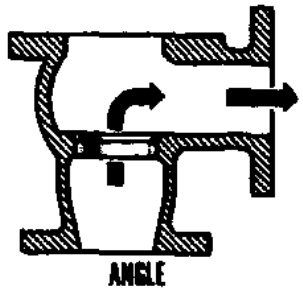


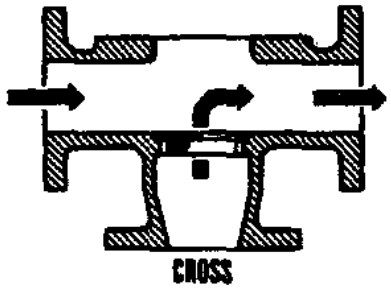
Armatura zamykająco - odcinająca

- Zawór grzybkowy, zaporowy









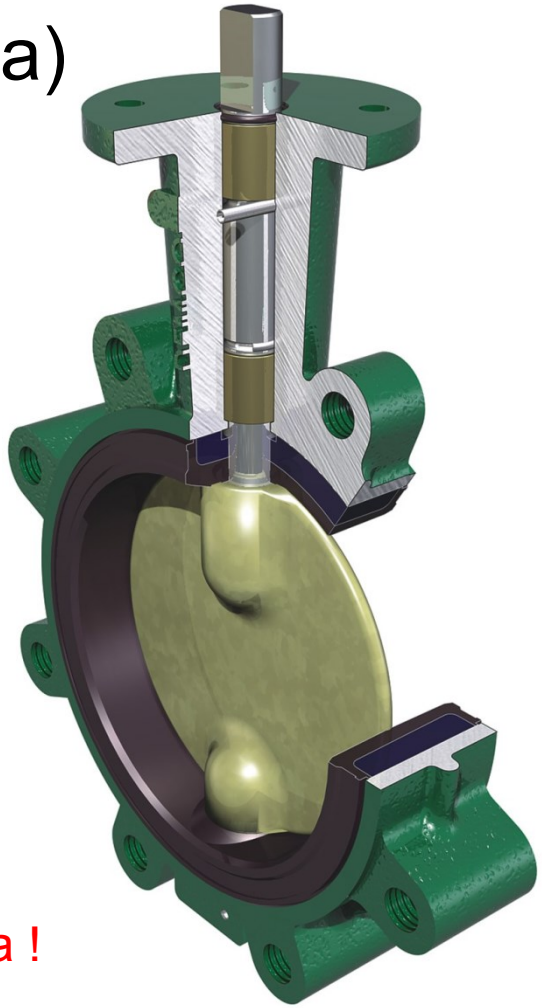


Armatura zamykająco - odcinająca

- Zawór „motylkowy” (przepustnica)



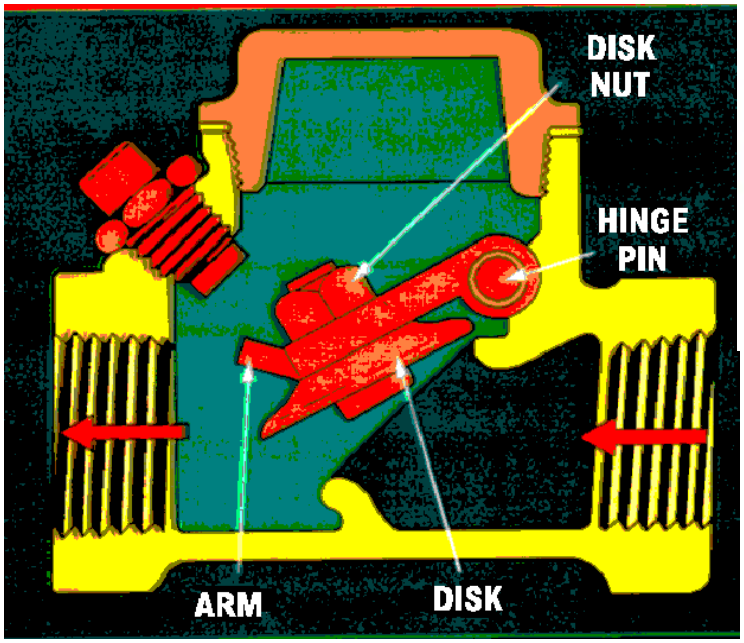


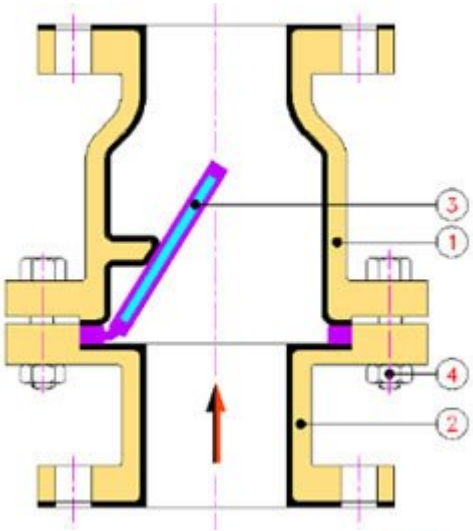


Problem doszczelnienia !

Armatura zamykająco - odcinająca

- Zawory zwrotne









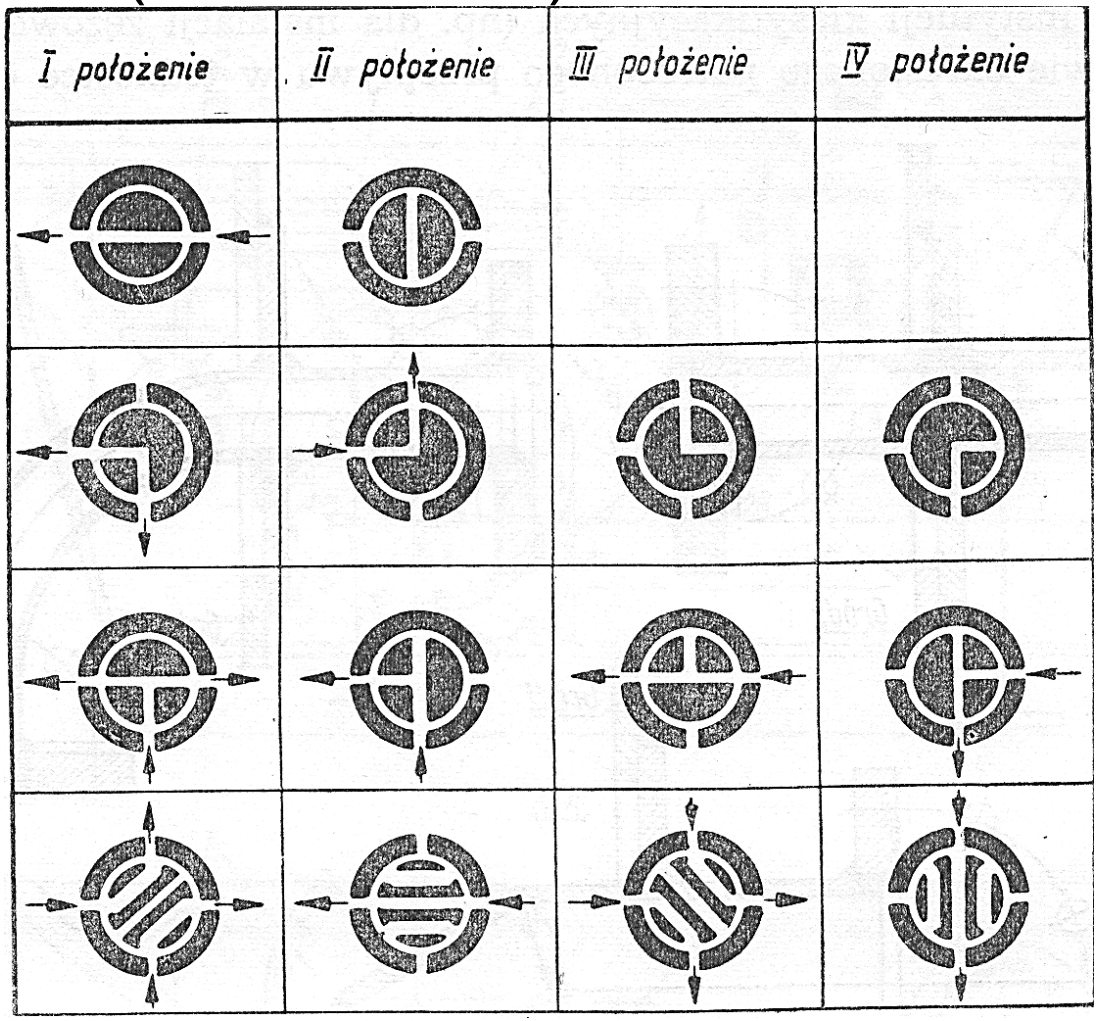
- **oznaczenie kierunek przepływu !**
- **kąt nachylenia rurociągu < 10-15^0 !**

Armatura zamykająco – odcinająca.

- Kurki wielopołożeniowe (wielodrożne)







Armatura zamykająco – odcinająca

- Zasuwy klinowe

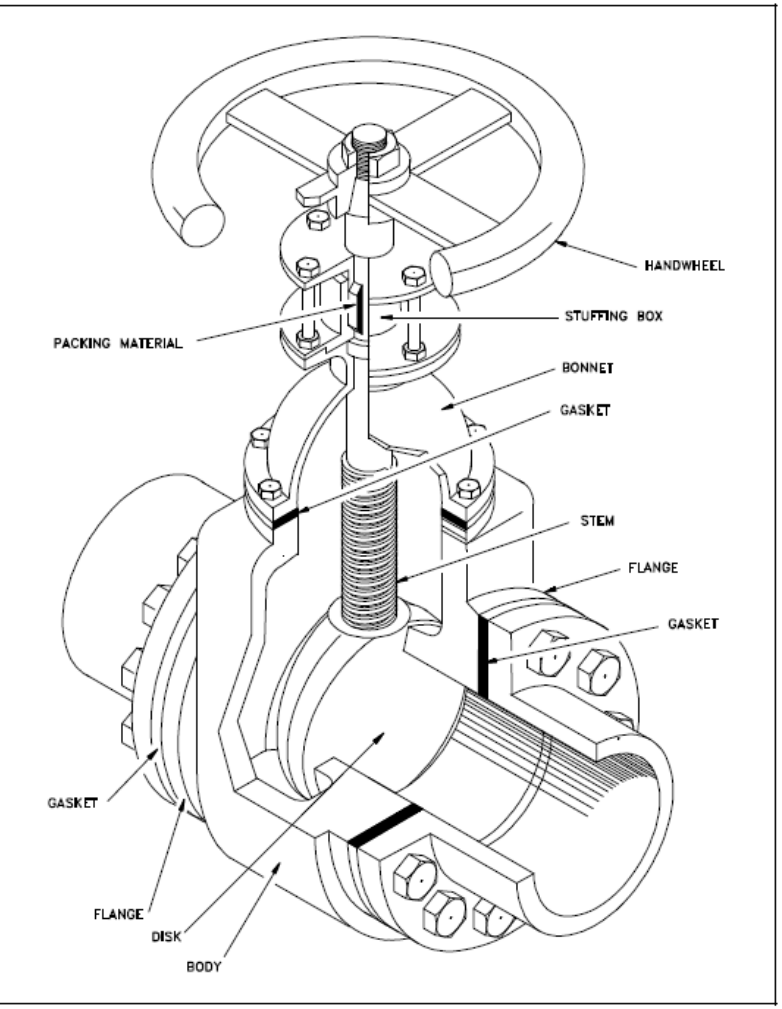
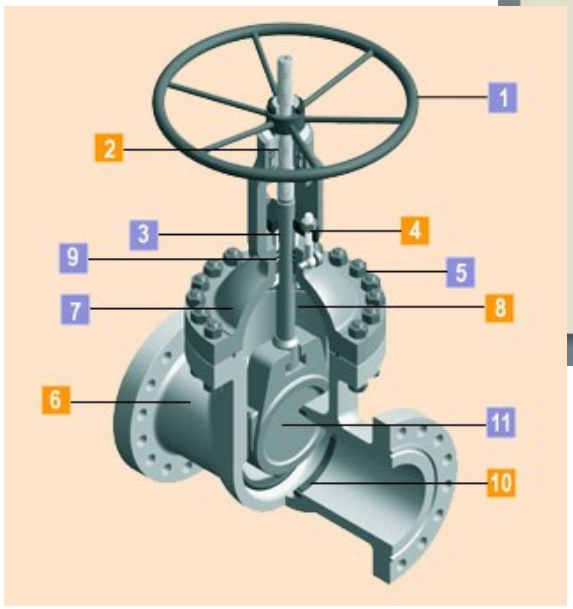


Figure 1. Gate Valve





Armatura zamykająco – odcinająca

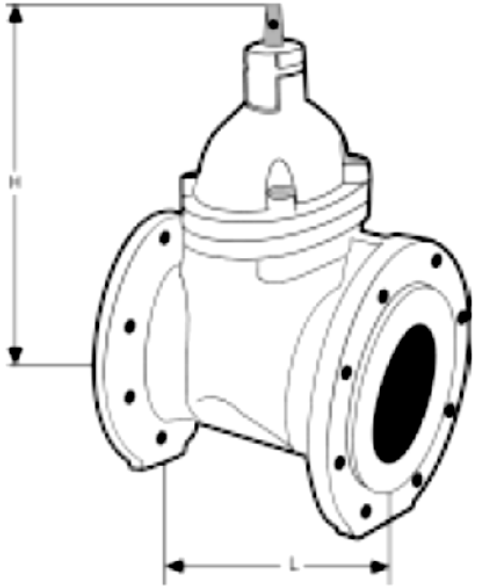
- Zasuwy klinowe - przykład

$$\Delta p = z_i \cdot \rho \cdot \frac{w_i^2}{2}$$

$$gdzie: z_i = \zeta_{tarcia} + \zeta_{miejscowe}$$

Zamawianie

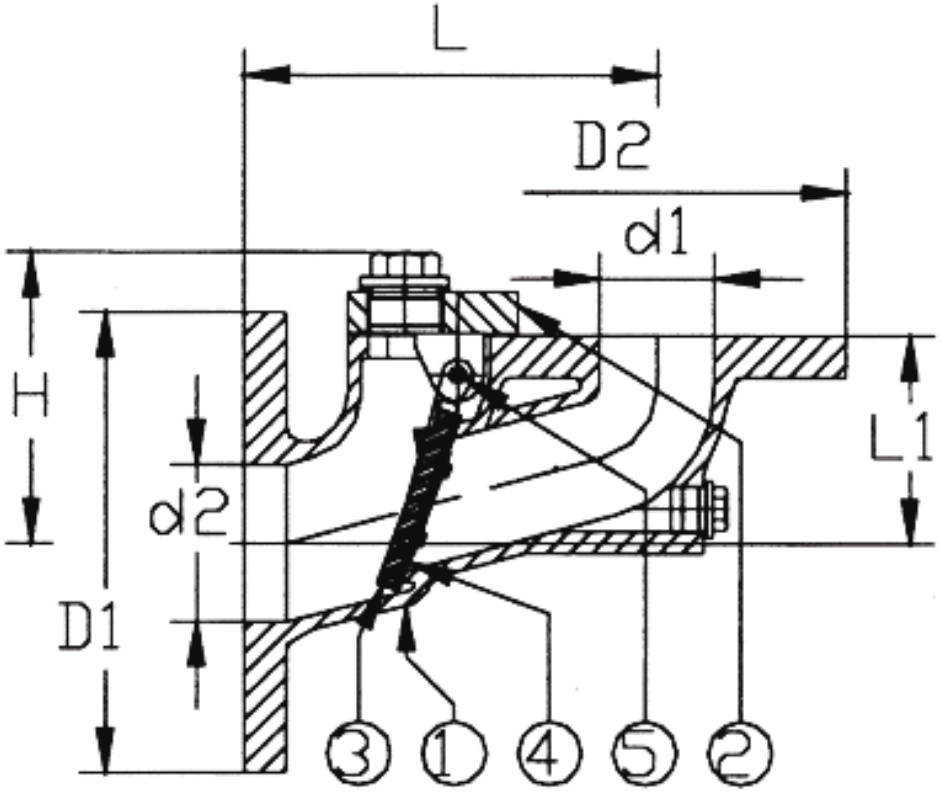
DN mm	H mm	L mm	Waga kg	K_v m³/h	ζ	Nr katalog.
40	172	140	6	142	0.2	149L059500
50	192	150	12	198	0.2	149L008900
65	243	170	16	335	0.2	149L009000
80	317	180	22	507	0.2	149L009100
100	310	190	23	792	0.2	149L009300
125	410	200	33	1238	0.2	149L009400
150	410	210	38	2228	0.15	149L009500
200	487	230	60	3960	0.15	149L009600
250	662	250	91	6188	0.15	149L009800
300	739	270	130	8910	0.15	149L010000
400	1053	310	285	16359	0.15	149L010200



z_i - współczynnik strat ciśnienia (tarcia i miejscowych)

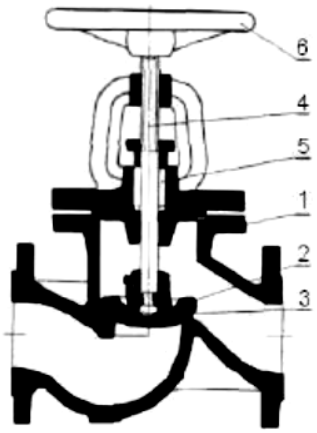
Armatura zamykająco – odcinająca

- Klapy sztormowe – montowane są do otworów burtowych powyżej linii wodnej



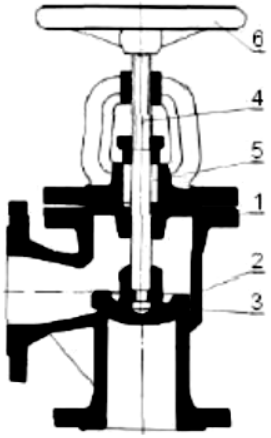


Zawory zaporowe





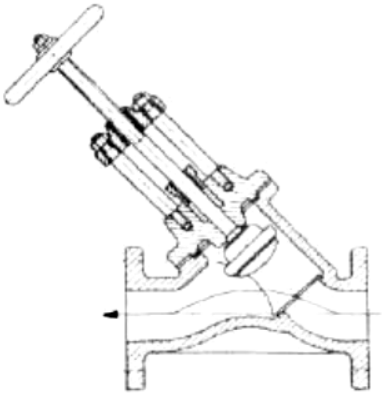
Zawór zaporowy przelotowy





Zawór zaporowy kątowy

1 – kadłub;
2 – grzybek;
3 – pierścień uszczelniający;
4 – trzpień;
5 – uszczelnienie trzpienia;
6 – pokrętło.

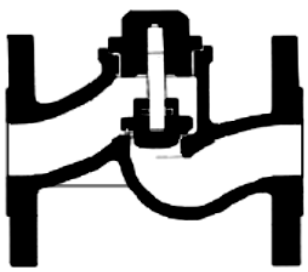


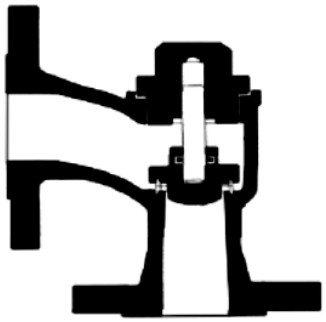
Zawór zaporowy przelotowy skośny

Skośne ustawienie zaworu powoduje zmniejszenie strat przepływu.

Zadaniem zaworu zaporowego jest zamknięcie (odcięcie) przepływu cieczy. Zawór składa się z korpusu, wewnątrz którego znajduje się gniazdo z odpowiednio ukształtowanym i uszczelnionym grzybkiem. Grzybek połączony jest z trzpieniem (wrzecionem) i wykonuje ruch tylko razem z nim. Trzpień „przebija" kadłub, poprzez uszczelnienie, kończy się pokrętłem dzięki któremu można otwierać lub zamykać zawór.

Zawory zwrotne









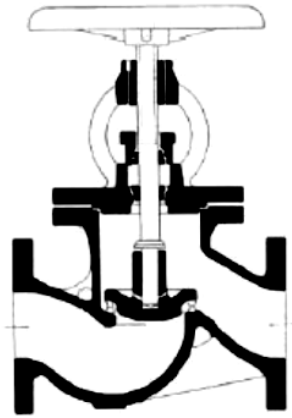
Zawór zwrotny przelotowy

Zawór zwrotny kątowy

Zawór zwrotny ma na celu zabezpieczenie przed wstecznym przepływem czynnika np. w instalacji zęzowej.

Zadaniem zaworu zwrotnego jest zamknięcie (odcięcie) przepływu cieczy w jednym kierunku. Zawór składa się z korpusu, wewnątrz którego znajduje się gniazdo z odpowiednio ukształtowanym i uszczelnionym grzybkiem. Grzybek połączony jest z trzpieniem (wrzecionem) odpowiednio prowadzonym w korpusie. W wyniku przepływu wody w jednym kierunku grzybek podnosi się i umożliwia przepływ, natomiast przepływająca woda w kierunku przeciwnym dociska kurek i w ten sposób odcina przepływ.

Zawory zaporowo-zwrotne





Zawór zaporowo-zwrotny przelotowy



Zawór zaporowy-zwrotny kątowy

Zawory zaporowo-zwrotne łączą cechy typowych zaworów zaporowych i zaworów zwrotnych, czyli możemy odcinać przepływ i jednocześnie zapobiegać przed przepływem w drugim kierunku.

Armatura kontrolno - pomiarowa.

- Pomiary ciśnienia – manometry, manowakuometry







PSI - funt na cal kwadratowy *(pound per square inch - psi)* jest to jednostka pochodna ciśnienia w brytyjskim systemie miar.

1 psi = 0,0680459582401954 atm

1 psi = 6 894,75729 Pa

1 psi = 0,068947 bar

Armatura kontrolno - pomiarowa.

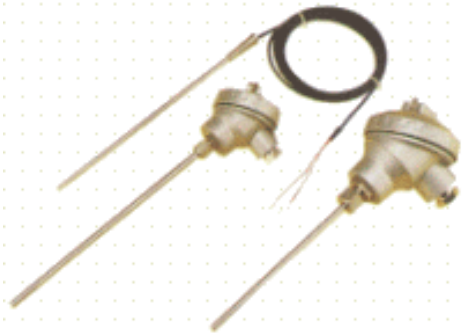
- Pomiary temperatury – termopary

Jej działanie oparte jest na zjawisku Seebecka, zgodnie z którym ogrzewanie końcówki termopary powoduje powstawanie siły termoelektrycznej.

Wybór termopary zależy od zakresu mierzonej temperatury:

- **termopara platyna/platyna + 10% radu**, daje niskie napięcie, stosowana jest do 1700^{0}C
- **chromel/alumel** - wykazuje bardzo dobrą liniowość napięcia od temperatury, stosowana jest do 1370 ^{0}C
- **żelazo/konstantan** - stosowana jest do 760 ^{0}C
- **miedź/konstantan** - stosowana jest do 400 ^{0}C

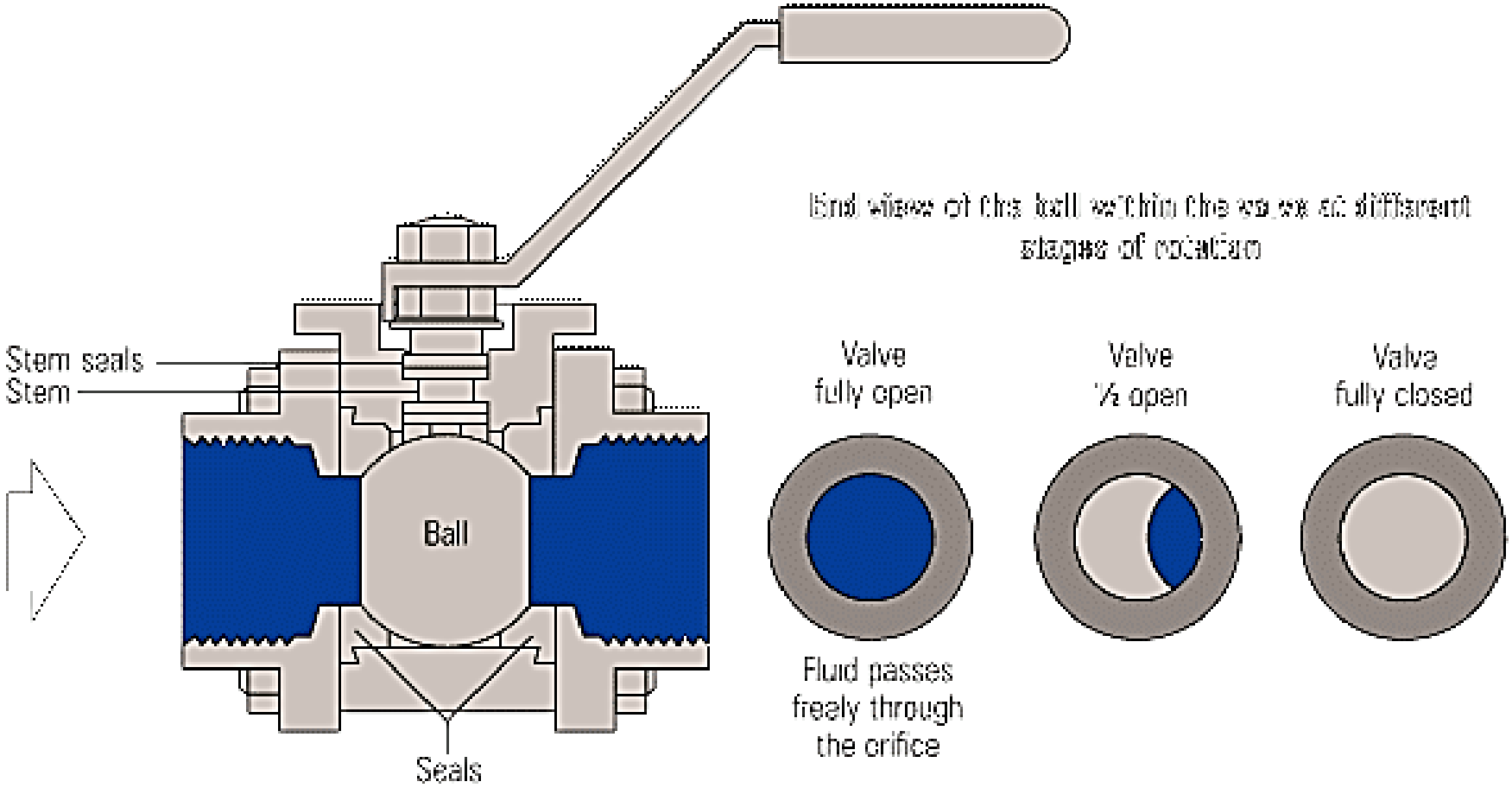






Armatura regulacyjna

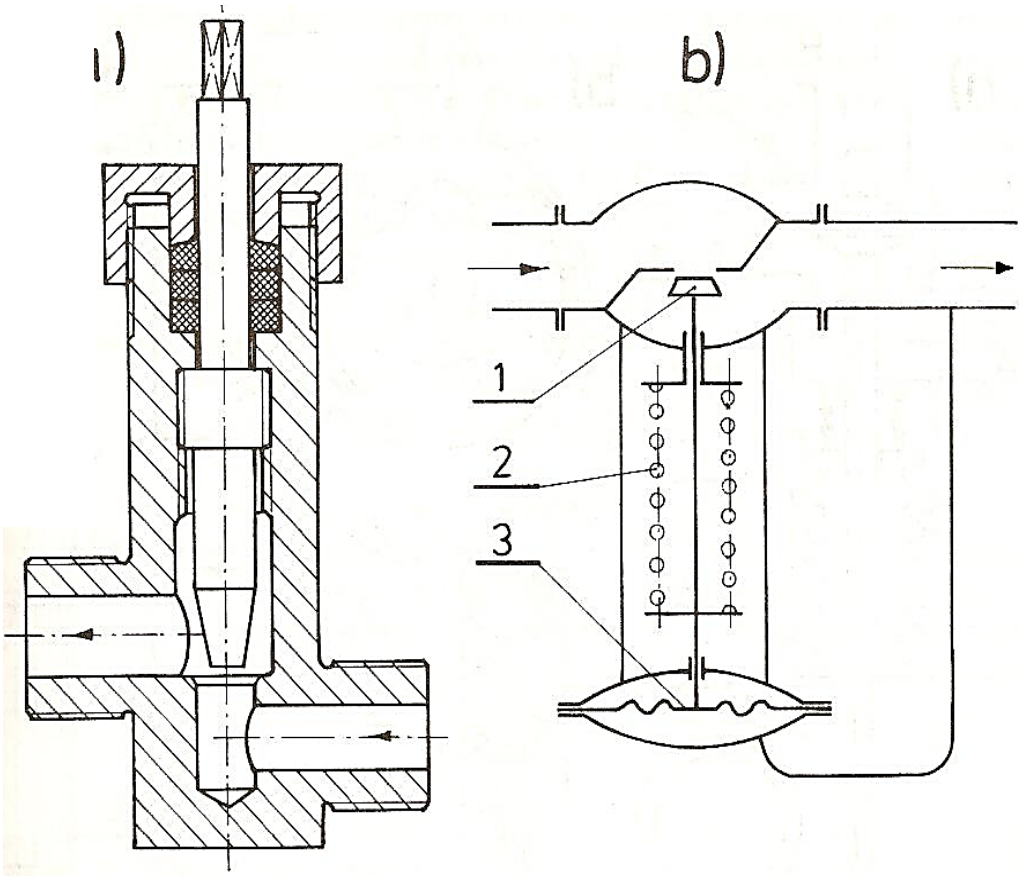
- Regulacja natężenia przepływu



Armatura regulacyjna

- Redukcja ciśnienia - reduktory ciśnienia

Zredukowane ciśnienie za zaworem zależy od wysokości podniesienia grzybka **(1)**. Położenie grzybka zależy z kolei od siły napięcia sprężyny **(2)** i równoważącego go ciśnienia za zaworem działającego na przeponę **(3)**. Przy ustalonym położeniu grzybka zmiana ciśnienia bądź wydatku czynnika przed zaworem doprowadzi do zmiany ciśnienia za zaworem. To z kolei wywoła zmianę siły działającej na przeponę i ustalenie się nowych warunków równowagi przy zmienionym położeniu grzybka, przy którym zredukowane ciśnienie za zaworem powraca do stanu bliskiego wartości sprzed zmiany.

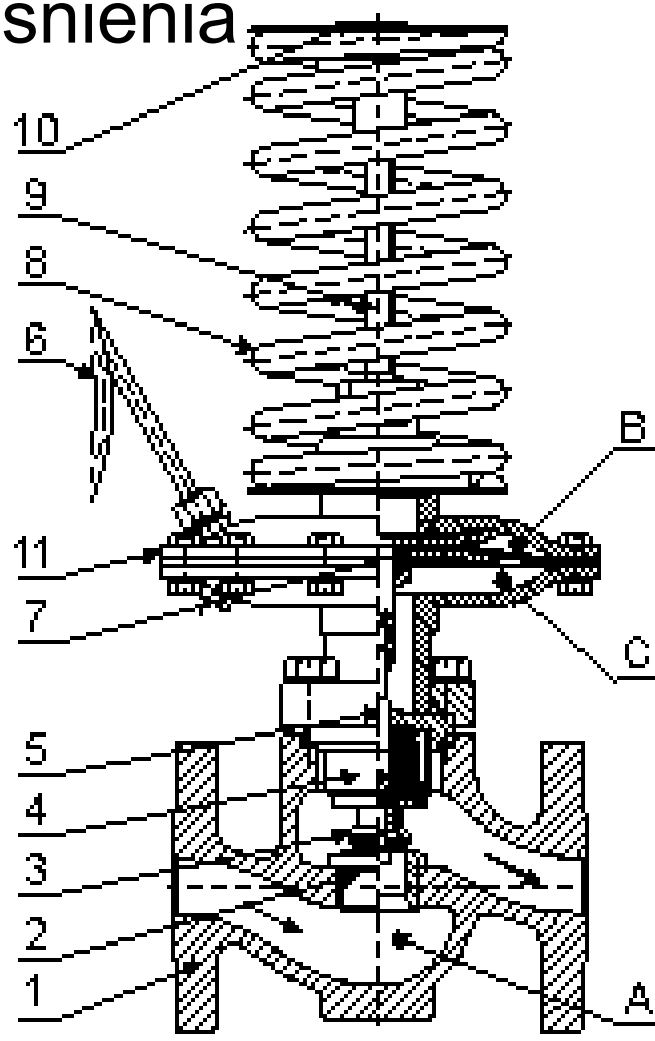


Zawory redukcyjne: a - iglicowy, b - przeponowy; 1 - grzybek; 2 - sprężyna; 3 - przepona

Armatura regulacyjna

- Redukcja ciśnienia - reduktory ciśnienia

Czynnik regulowany wpływa do komory **(A)** zaworu, zgodnie ze wskazanym kierunkiem przepływu. Sygnał sterujący ciśnienia przekazywany jest do komory **(B)** nastawnika, za pomocą przewodu impulsowego **(6)**. Komora **(C)** nastawnika połączona jest z atmosferą. **Wielkość szczeliny między gniazdem (2), a grzybem (3) zależy od utrzymywania stałej różnicy ciśnień między komorą (B) i (C).** Wzrost regulowanego ciśnienia ponad wartość zadaną powoduje przymknięcie grzyba **(3)** do momentu, w którym różnica ciśnień między komorą **(B)** i **(C)** osiągnie wartość zadaną na sprężynie **(8)**. Wartość redukowanego ciśnienia ustawia się za pomocą nakrętki regulacyjnej **(11).** Grzybek zaworu **(3)** w stanie bez energii jest otwarty.



Armatura regulacyjna

- Redukcja ciśnienia - reduktory ciśnienia

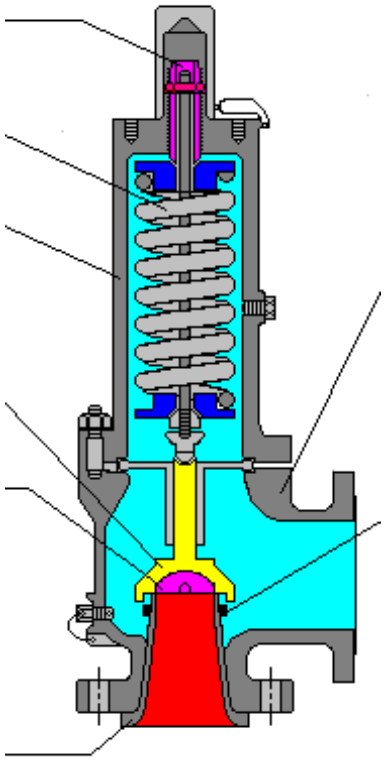




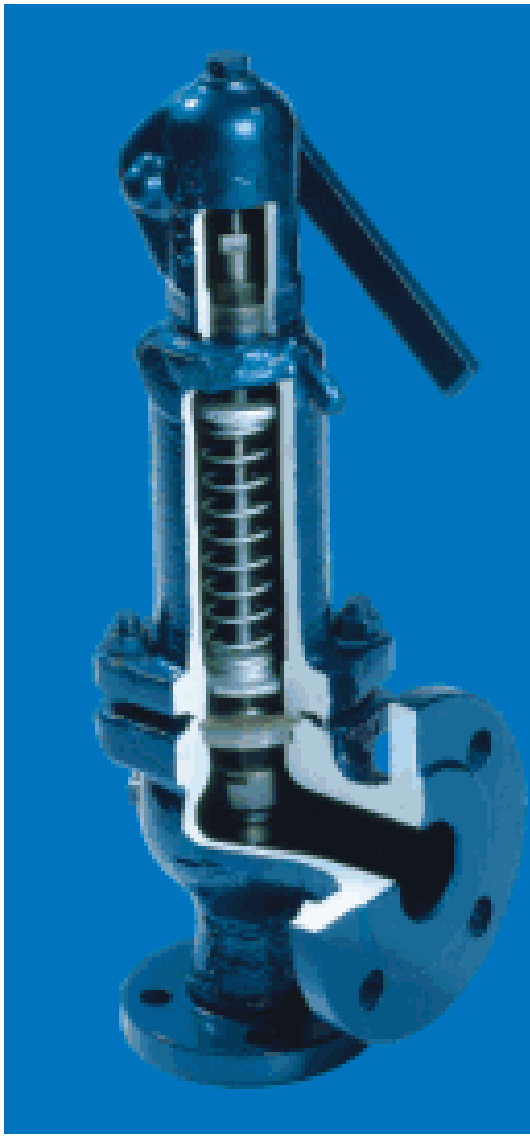


Armatura zabezpieczająca

- Zawór bezpieczeństwa



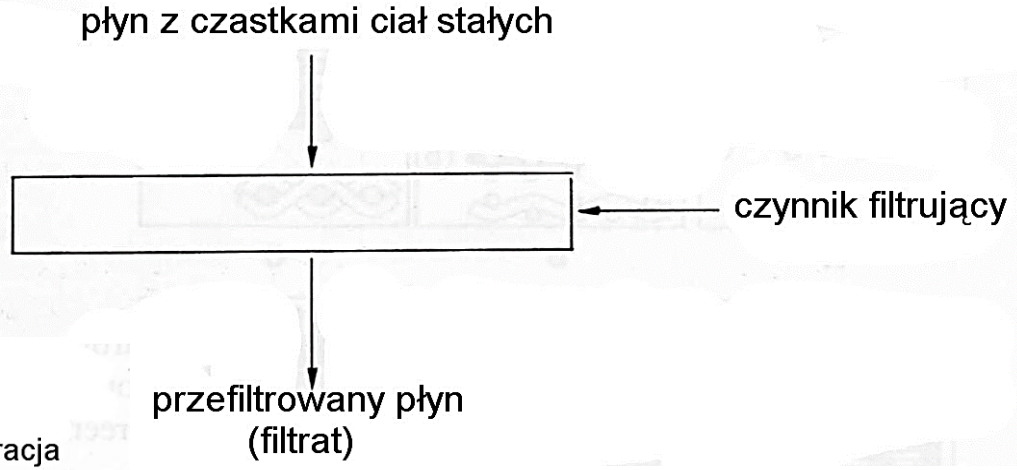


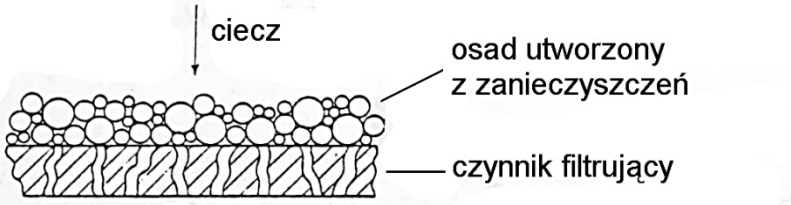


Armatura zabezpieczająca

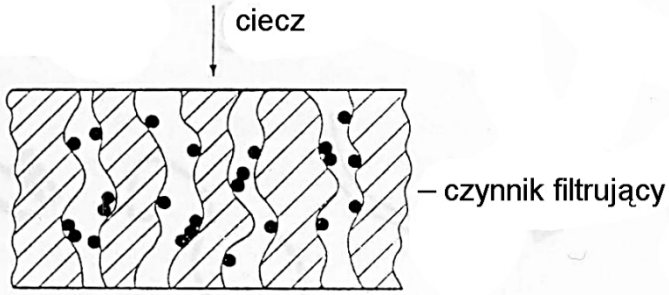
- Oczyszczanie czynnika roboczego - filtracja

Filtracja może być definiowana jako proces zbierania stałych ciał z płynu przepuszczając go poprzez czynnik filtrujący, gdzie cząstki są zatrzymywane.





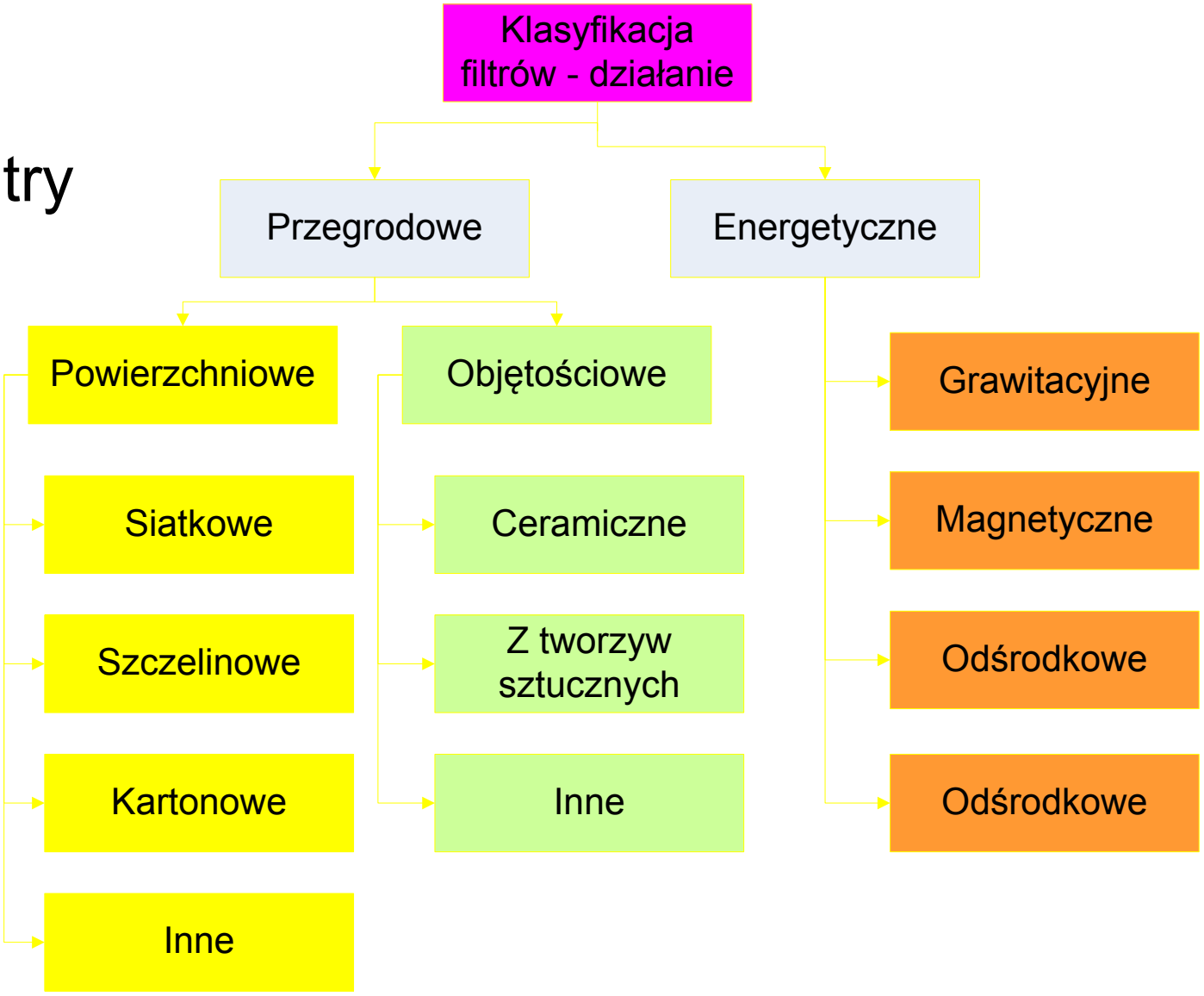
filtracja powierzchniowa



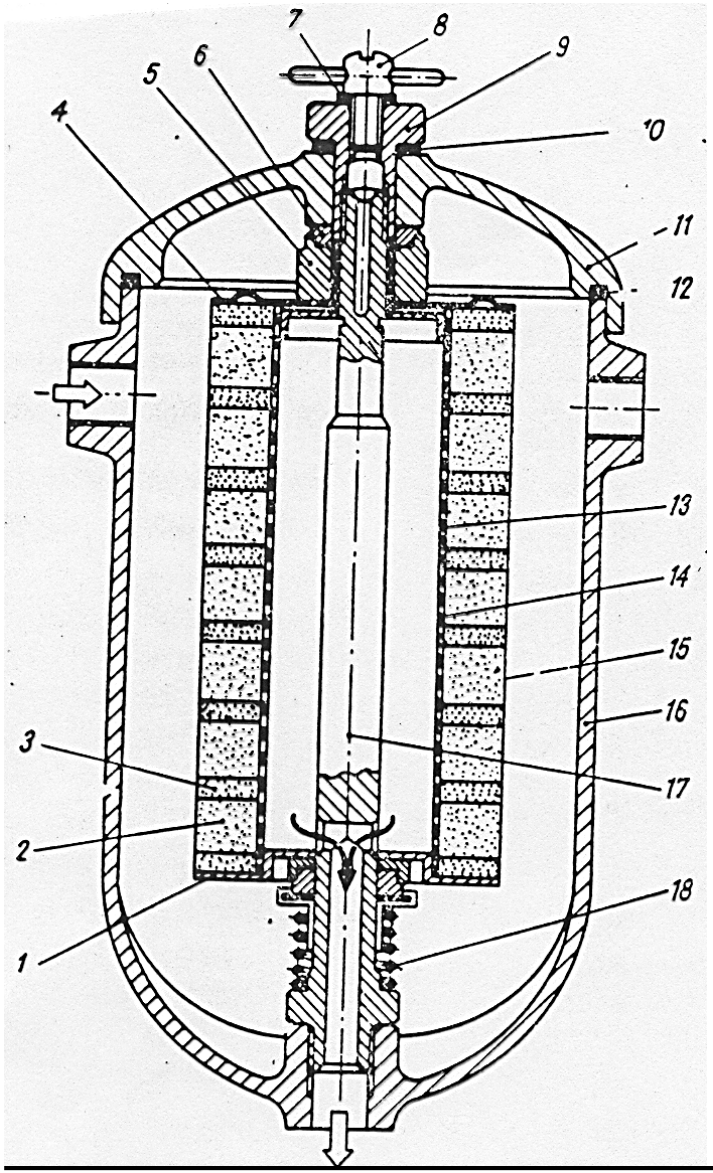
filtracja objętościowa

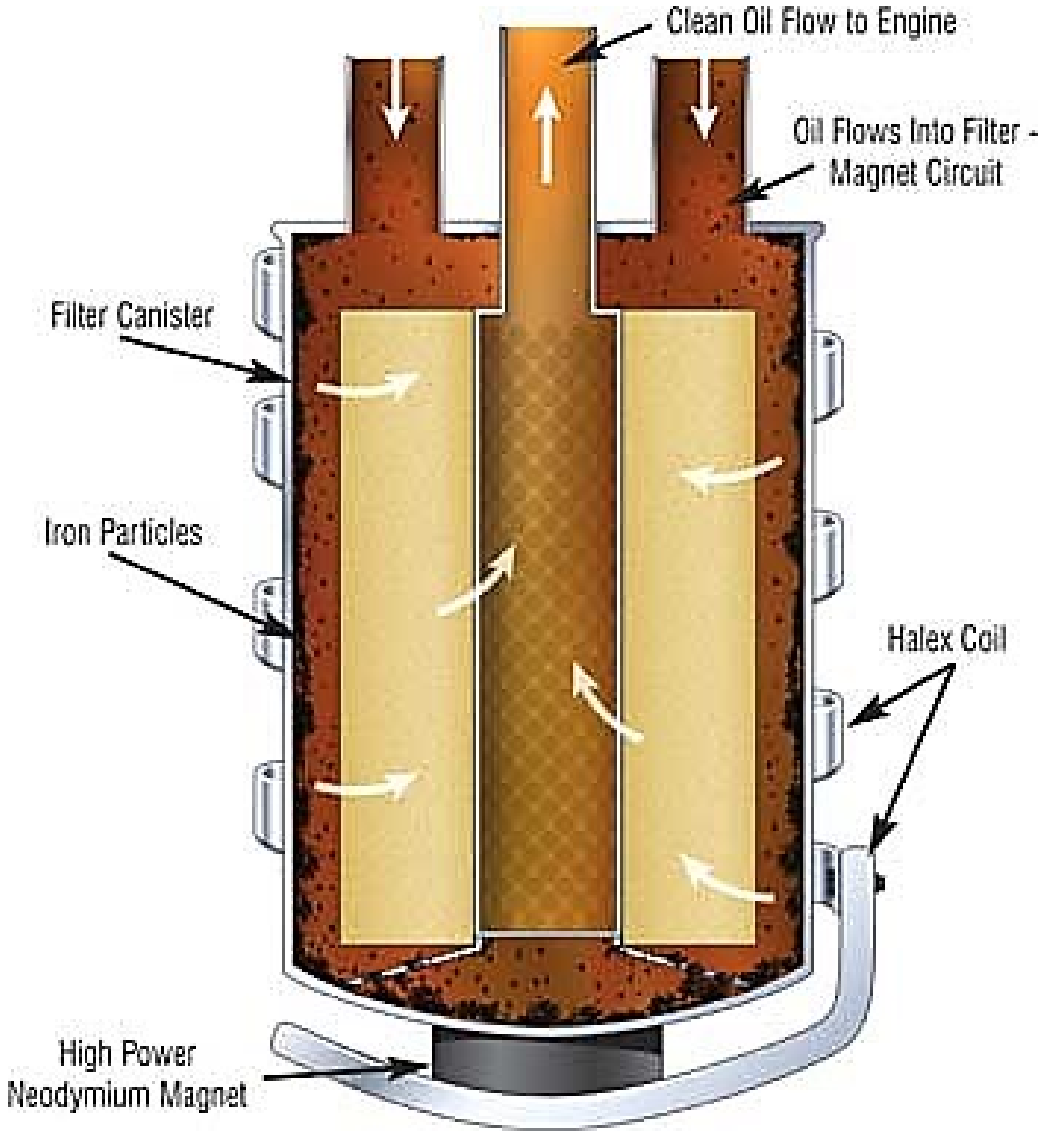
Armatura zabezpieczająca

- Filtry

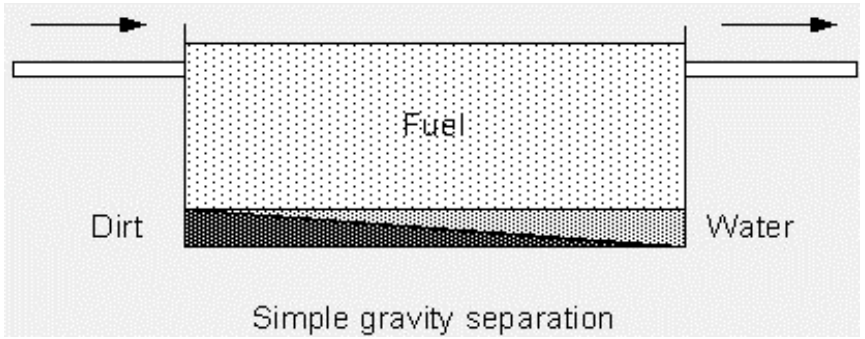


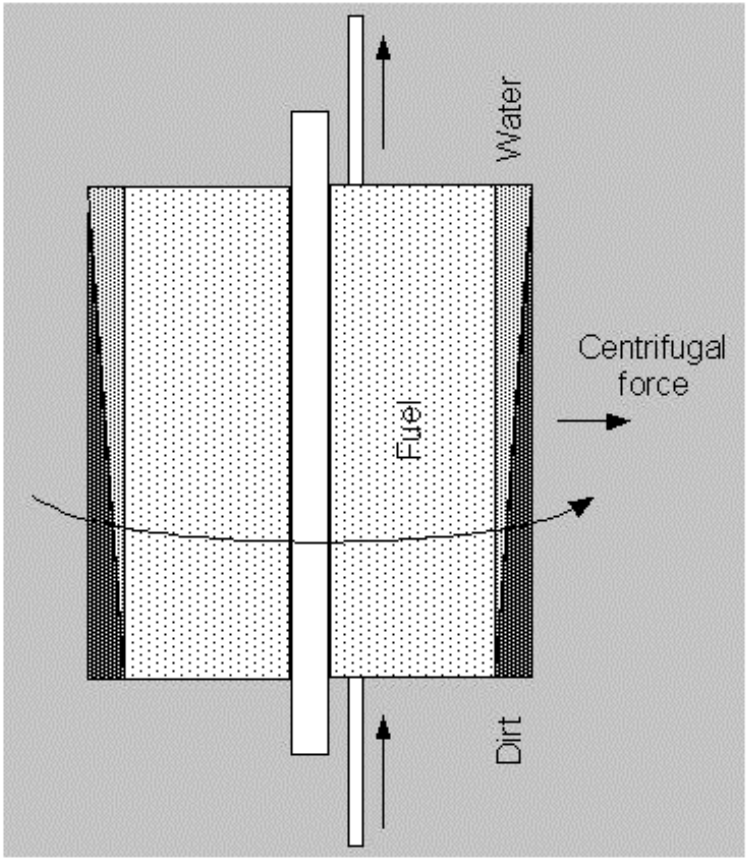
Filtry przegrodowe - objętościowe

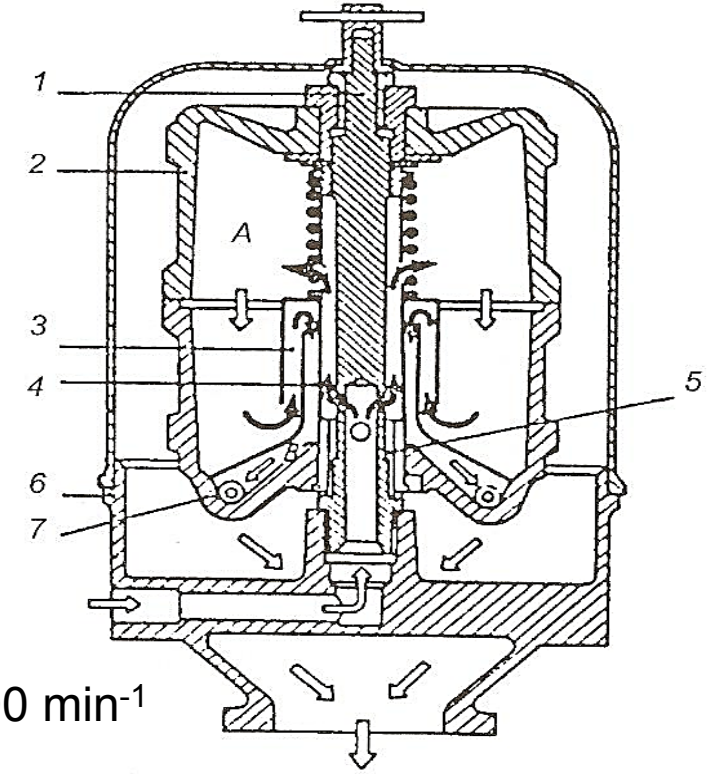




Zasada działania filtra odśrodkowego







n=4000-6000 min^{-1}

Filtr odśrodkowy GF-3:
- pojemnik czyszczący, B - pojemnik napędzający, 1 - sworzeń, 2 - wirnik, 3 - nasadka, 4 - rura środkowa, 5 - łożysko, 6 - obudowa, 7 - dysza.

Zadanie układu pompowego



$$\dot{V} = \frac{V}{t} \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

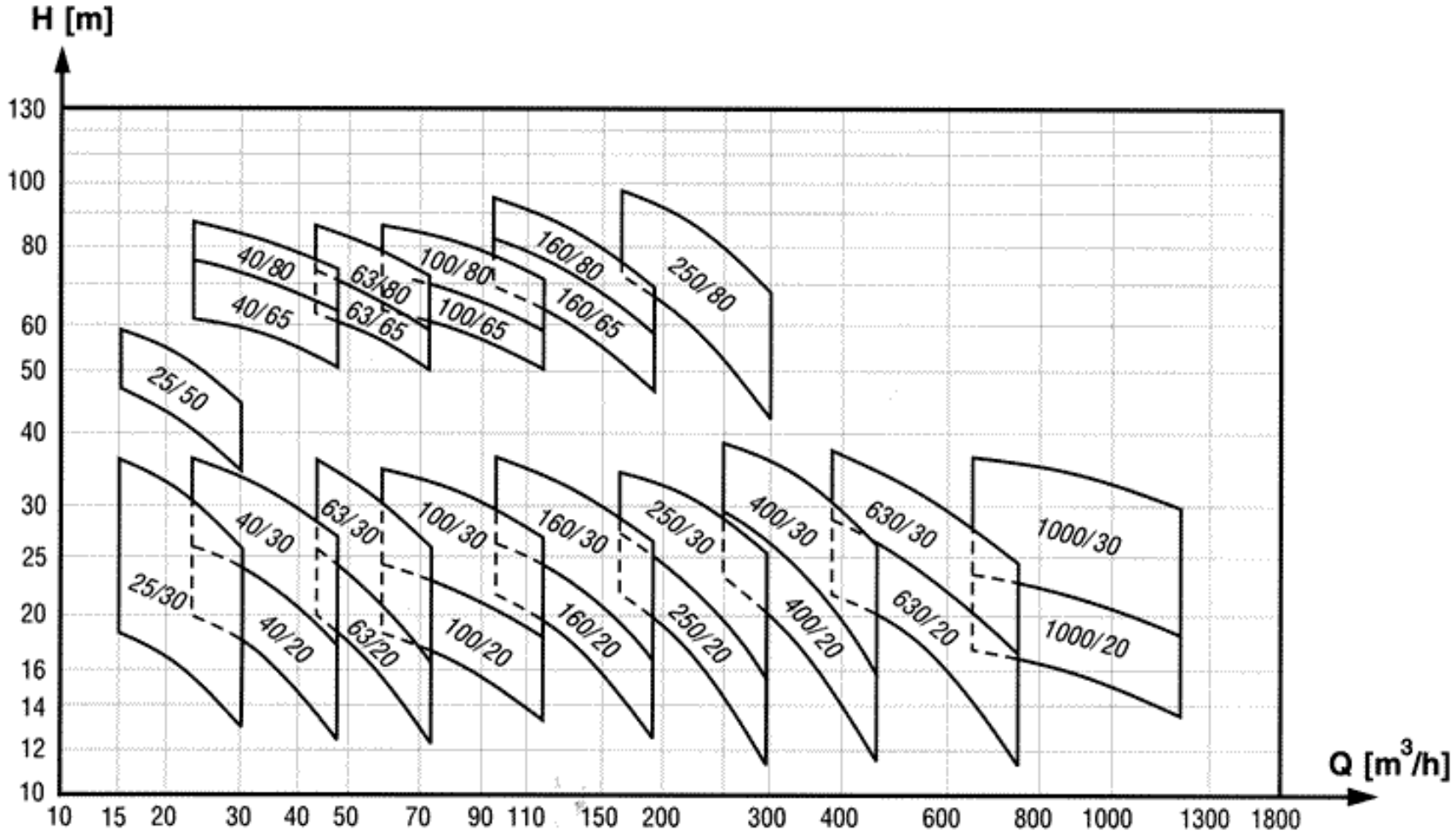
Parametry pracy pomp

- **wydajność (Q)** – mierzona w objętości przepompowywanej cieczy na jednostkę czasu, w układzie SI wyrażona w metrach sześciennych na sekundę;

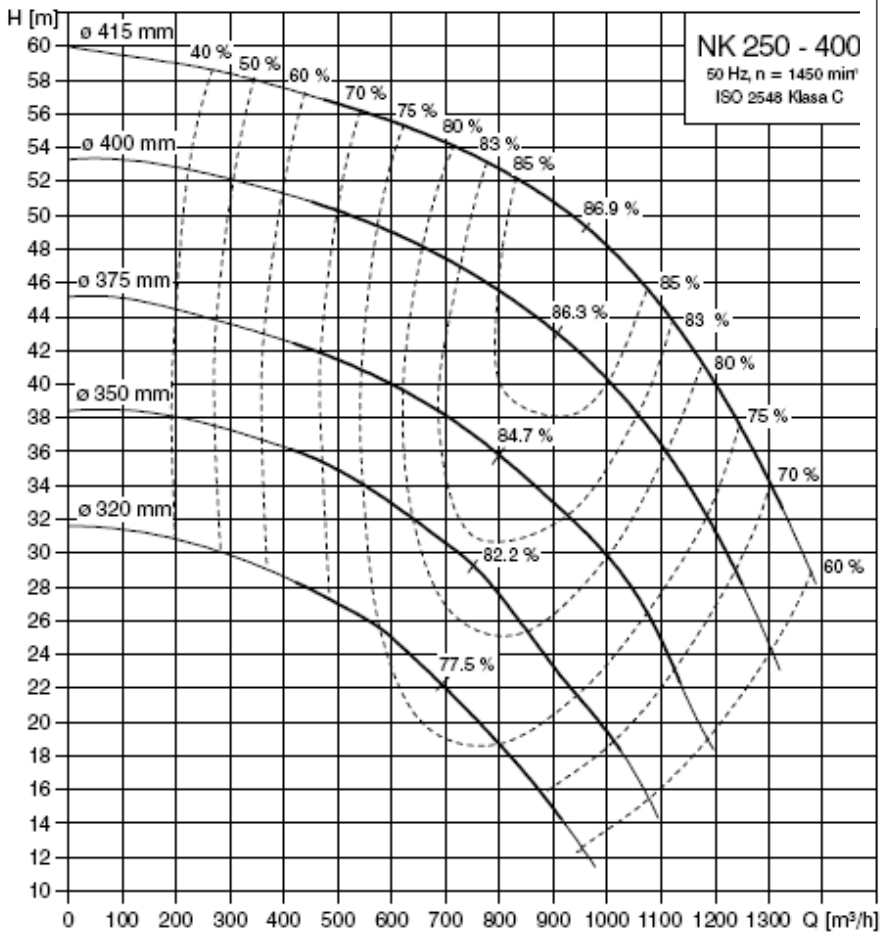
- **wysokość podnoszenia lub maksymalne ciśnienie (H)** – mierzone w metrach słupa wody lub w układzie SI w paskalach;

- **moc (N)** – obliczana jako iloczyn wysokości podnoszenia i wydajności

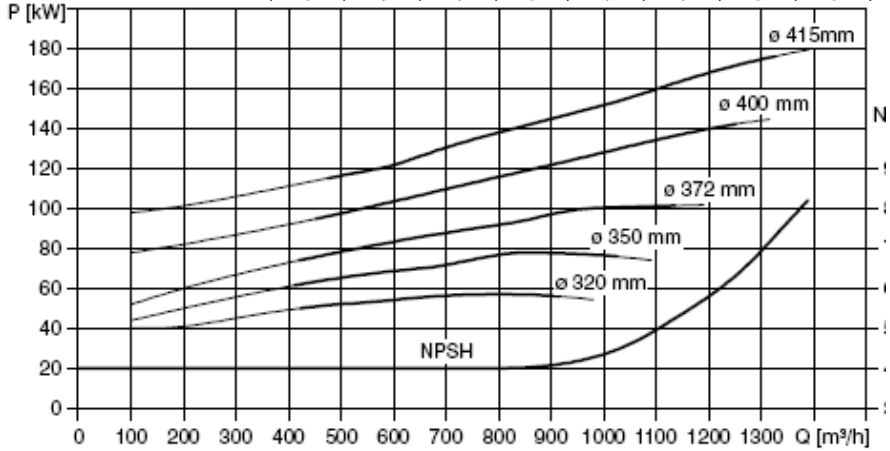
Parametry pracy pomp okr.



Pompy okrętowe

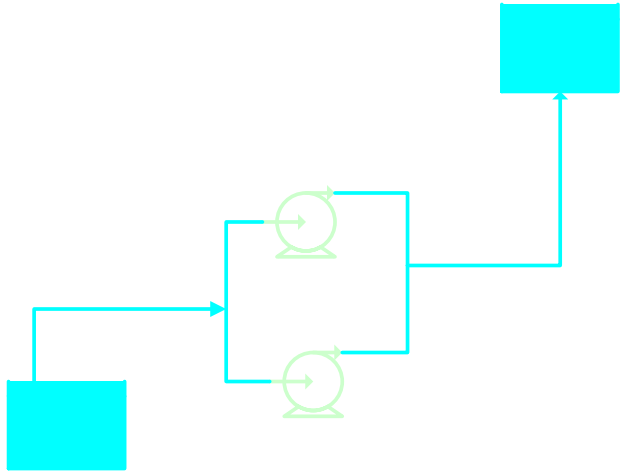


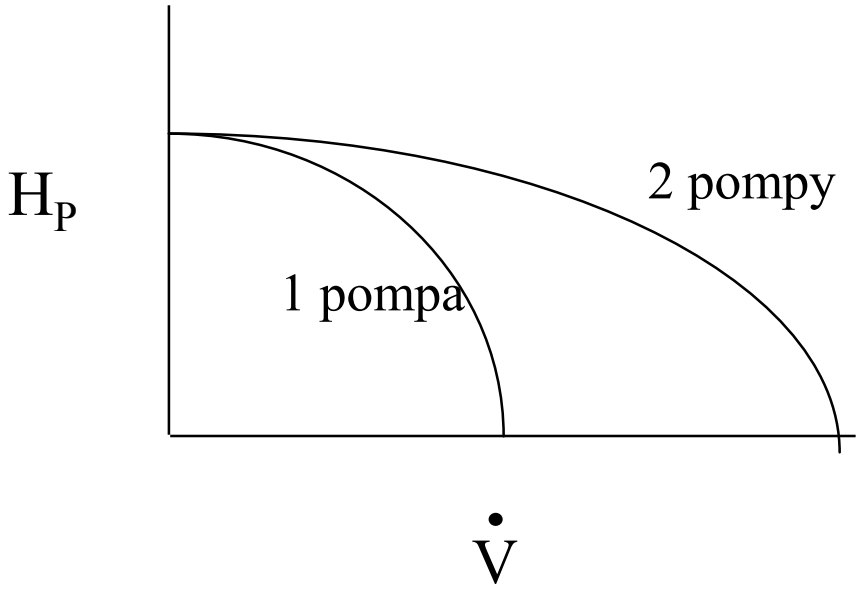
Nominal MCR at 94 r/min		Cyl.	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		kW	34,320	40,040	45,760	51,480	57,200	62,920	68,640	74,360	80,080
Pumps	Fuel oil circulating pump	m³/h	13.1	15.2	17.4	19.6	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0
	Fuel oil supply pump	m³/h	8.6	10.1	11.5	12.9	14.4	15.8	17.3	18.7	20.0
	Jacket cooling water pump	m³/h	275	320	370	415	460	510	550	600	640
			295	350	395	440	495	540	590	0	690
			275	320	370	415	460	510	550	600	640
			275	320	370	415	460	510	550	600	640
	Central cooling water pump*	m³/h	820	960	1,090	1,230	1,370	1,510	1,640	1,780	1,920
			840	980	1,120	1,260	1,400	1,540	1,670	0	1,960
			830	970	1,110	1,250	1,390	1,530	1,660	1,800	1,940
			830	960	1,100	1,240	1,380	1,520	1,660	1,790	1,930
	Seawater pump*	m³/h	1,040	1,210	1,390	1,560	1,730	1,910	2,080	2,250	2,430
			1,060	1,240	1,410	1,580	1,770	1,940	2,110	0	2,470
			1,050	1,220	1,400	1,580	1,750	1,930	2,100	2,280	2,450
			1,050	1,220	1,400	1,570	1,740	1,920	2,090	2,260	2,440



Łączenie pomp

- Pompy wirowe
  - Równolegle



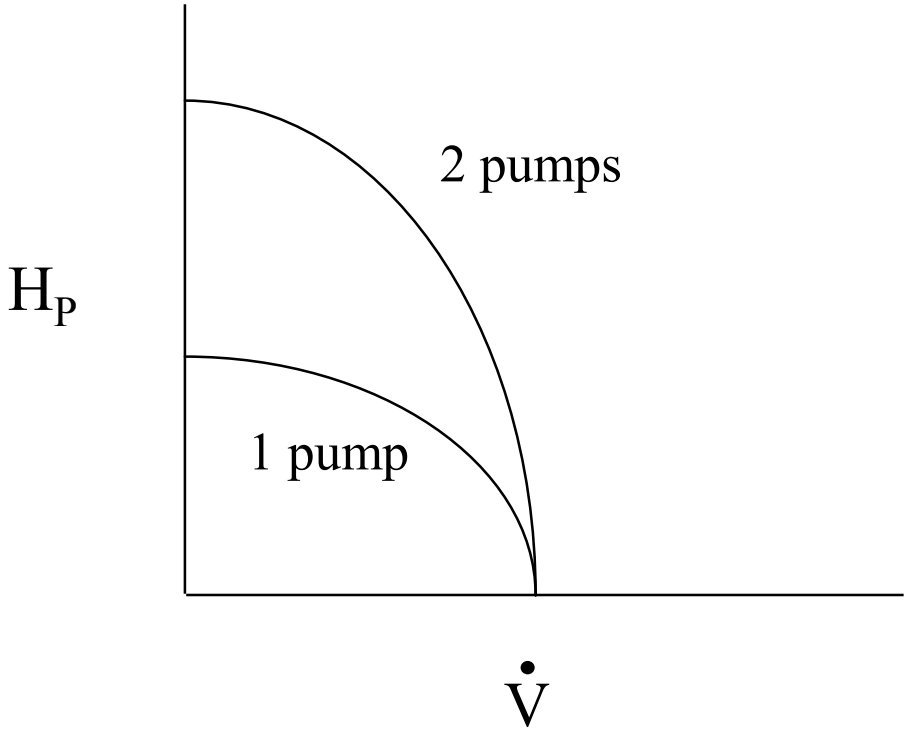


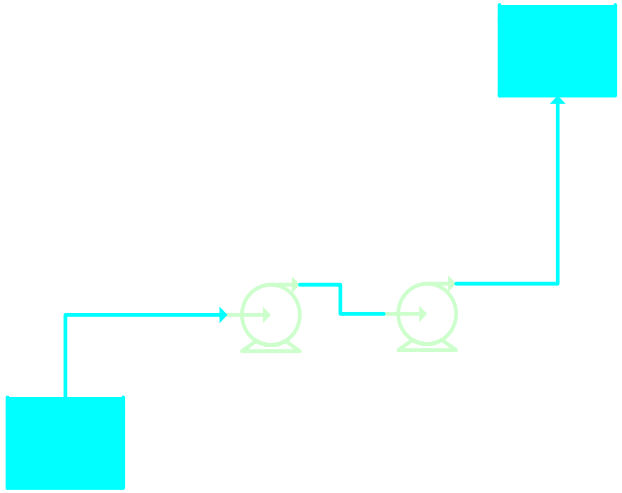
$$V_2 = 2V_1$$

$$H_{P2} = H_{P1}$$

Łączenie pomp

- Szeregowo:

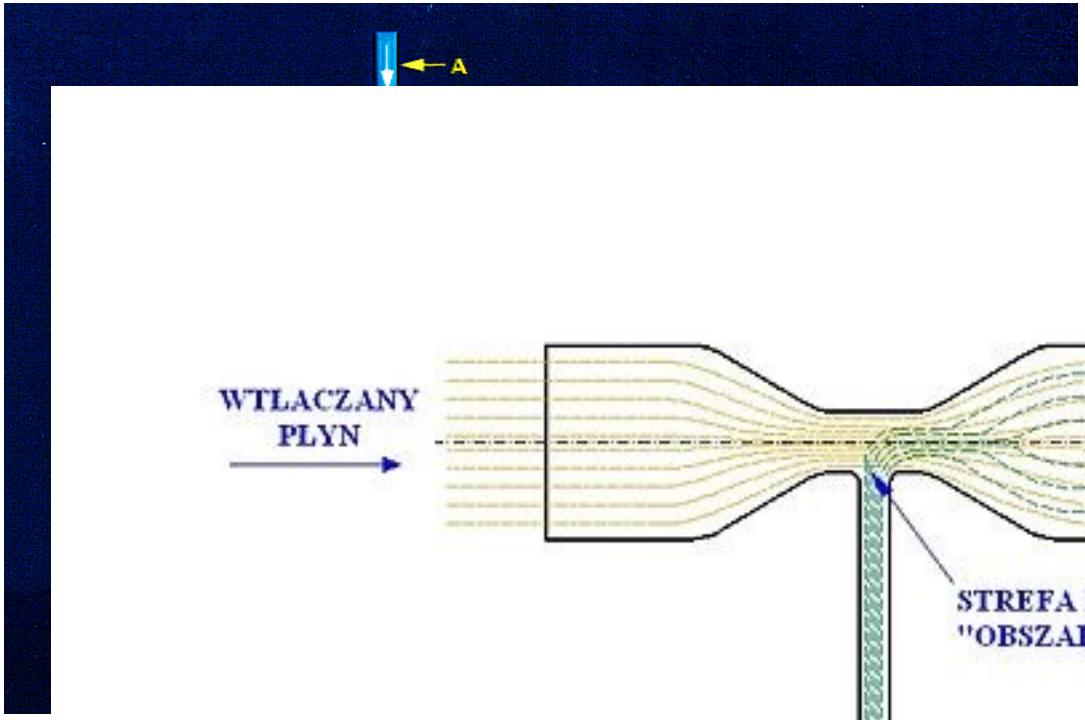




$$H_{P2} = 2H_{P1}$$

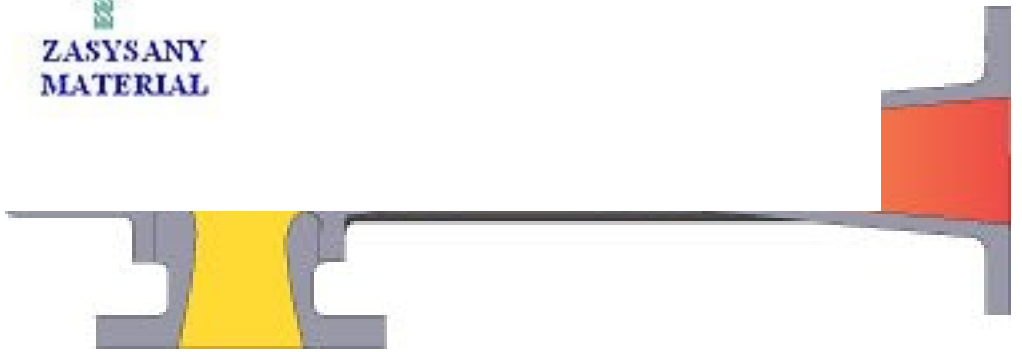
$$V_2 = V_1$$

Pompa strumieniowa - ejektor



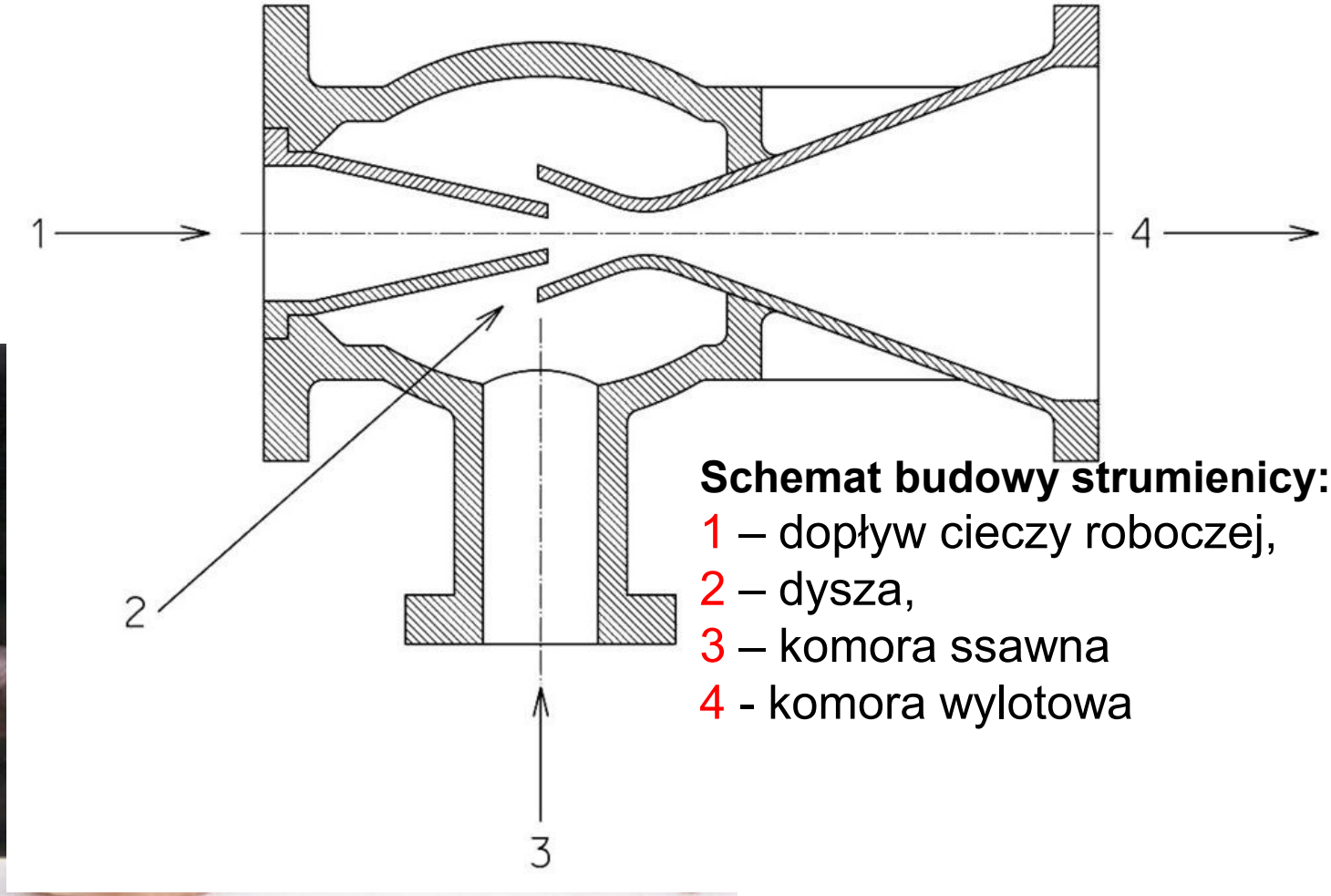
onst.





Eżektor





Schemat budowy strumienicy:

1 – dopływ cieczy roboczej,

2 – dysza,

3 – komora ssawna

4 - komora wylotowa



Schematy instalacji rurociągów

Schematy instalacji rurociągów okrętowych mają za zadanie przedstawienie celu i konkretnych zadań instalacji w możliwie najbardziej uproszczonej formie, w postaci zbliżonej jednak do sytuacyjnej.

Schematy umożliwiają ogląd całej instalacji (lub większej jej części) i rozmieszczenia najważniejszych mechanizmów i urządzeń.

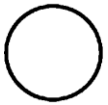
Z konieczności instalacje są przedstawiane na schematach za pomocą umownych symboli graficznych, reprezentujących konkretny element rzeczywisty.

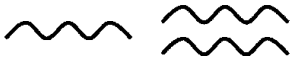
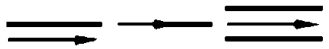
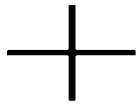
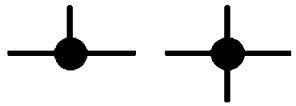
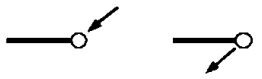
Symbole graficzne

No.	Symbol	Symbol designation
1		**General conventional symbols**
1.1		Pipe
1.2		Pipe with indication of direction of flow
1.3		Valves, gate valves, cocks and flaps
1.4		Appliances
1.5		Indicating and measuring instruments
2		**Pipes and pipe joints**
2.1		Crossing pipes, not connected
2.2		Crossing pipes, connected
2.3		Tee pipe

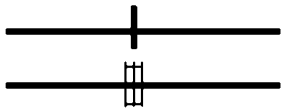
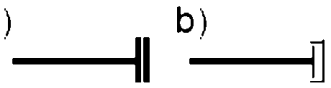
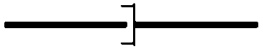
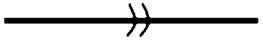
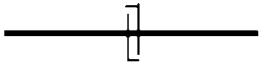
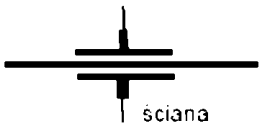
No.	Symbol	Symbol designation
2.17		Pipe going upwards
2.18		Pipe going downwards
2.19		Orifice
3		**Valves, gate valves, cocks and flaps**
3.1		Valve, straight through
3.2		Valves, angle
3.3		Valves, three way
3.4		Non-return valve (flap), straight
3.5		Non-return valve (flap), angle
3.6		Non-return valve (flap), straight, screw down

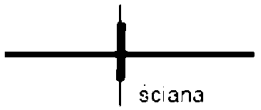
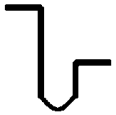
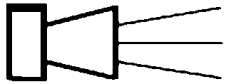
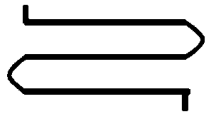
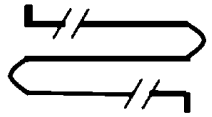
Symbole graficzne

1. Podstawowe figury do tworzenia symboli	
Rury lub kanały	
Zawory. kurki. zasuwy	
Aparaty i osprzęt	
Przyrządy wskazujące. pomiarowe i alarmowe	

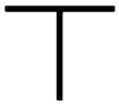
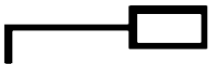
2. Rurociągi. połączenia, przejścia przez ścianę	
Rura lub kanał	
Rura lub kanał - giętki	
Kierunek przepływu	
Zmiana średnicy rurociągu	
Rurociągi krzyżujące się	
Rurociągi rozgałęziające się	
Rurociąg w górę	
Rurociąg w dół	
Rurociąg w górę i w dół	

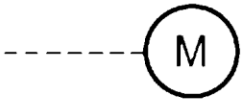
Symbole graficzne

Połączenie kołnierzowe	
a) zaślepka kołnierzowa b) zaślepka gwintowa	
Kołnierz zaślepiający przestawny	
Połączenie łącznikiem gwintowym	
Połączenie gwintowane złączką płaską	
Połączenie gwintowane złączką stożkową	
Połączenie bagnetowe	
Przejście przez ścianę niewodoszczelne	

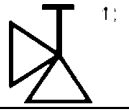
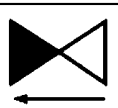
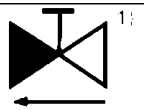
Przejście przez ścianę wodoszczelne	
Złącze kompensacyjne z dławnicą	
Rura kompensacyjna	
Kompensator ogólnie	
Syfon	
Rozdzielacz	
Wężownica gładka	
Wężownica ożebrowana	

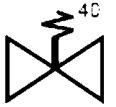
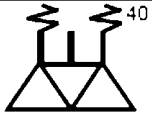
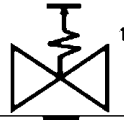
Symbole graficzne

3. Sterowanie armaturą	
Sterowanie ogólnie	
Sterowanie ręczne	
Ciężarek	
Pływak	
Sprężyna	
Termostat	

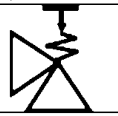
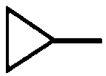
Termostat uniwersalny	
Tłok	
Membrana	
Elektromagnes	
Silnik elektryczny	
Sterowanie zdalne	

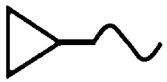
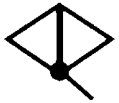
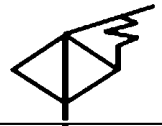
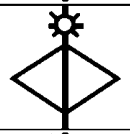
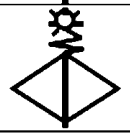
Symbole graficzne

4. Zawory	
Zawór ogólnie	
Zawór zaporowy przelotowy	
Zawór zaporowy kątowy	
Zawór zwrotny przelotowy	
Zawór zwrotny kątowy	
Zawór zaporowy-zwrotny przelotowy	
Zawór zaporowy-zwrotny kątowy	
Zawór redukcyjny przelotowy (liczby podają ciśnienie przed i za zaworem)	
Zawór redukcyjny kątowy (liczby podają ciśnienie przed i za zaworem)	

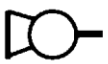
Zawór bezpieczeństwa sprężynowy przelotowy (liczby podają ciśnienie otwarcia)	
Zawór bezpieczeństwa sprężynowy kątowy (liczby podają ciśnienie otwarcia)	
Zawór bezpieczeństwa sprężynowy bez odprowadzenia czynnika (liczby podają ciśnienie otwarcia)	
Zawór bezpieczeństwa sprężynowy podwójny dla kotła (liczby podają ciśnienie otwarcia)	
Zawór regulacyjny	
Zawór samozamykający przelotowy	
Zawór samozamykający kątowy	
Zawór szybko otwierający przelotowy	
Zawór szybko otwierający kątowy	

Symbole graficzne

Zawód szybko zamykający przelotowy	
Zawód szybko zamykający kątowy	
Zawór trójdrożny	
Zawór zwrotny trójdrożny	
Zawór klapowy zwrotny przelotowy	
Zawór klapowy zwrotny kątowy	
Zawór regulacyjny rozprężny	
Zawór regulacyjny pływakowy chłodniczy	
Zawór kolektorowy	
Zawór czerpalny	

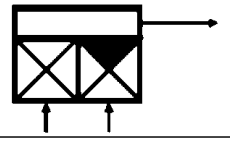
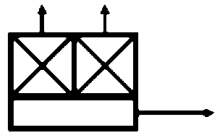
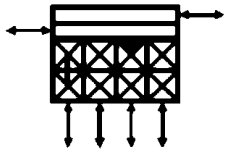
Zawór czerpalny ze złączką do węża	
Zawór czerpalny samozamykający	
Zawór zmywakowy z ruchomą wylewką	
Bateria zmywakowa z ruchomą wylewką	
Bateria umywalkowa samozamykająca	
Bateria wannowa przyłączeniowa z natryskiem stałym i dolnym wylotem	
Bateria wannowa przyłączeniowa z natryskiem wężowym stałym i dolnym wylotem	
Mieszacz	
Bateria przeciwoparzeniowa	

Symbole graficzne

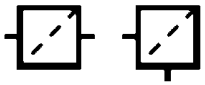
5. Kurki	
Kurek przelotowy	
Kurek kątowy	
Kurek trójdrożny z przelotem L	
Kurek trójdrożny z przelotem T	
Kurek z dolnym dolotem z jednym króćcem dolnym	
Kurek z dolnym dolotem z dwoma króćcami bocznymi	
Kurek z dolnym dolotem z trzema króćcem dolnym	
Kurek spustowy, czerpalny, odpowietrzenia	

Kurek spustowy czerpalny z zamknięciem	
Kurek odpowietrzający (czynnik chłodniczy)	

6. Zasuwy	
Zasuwa	

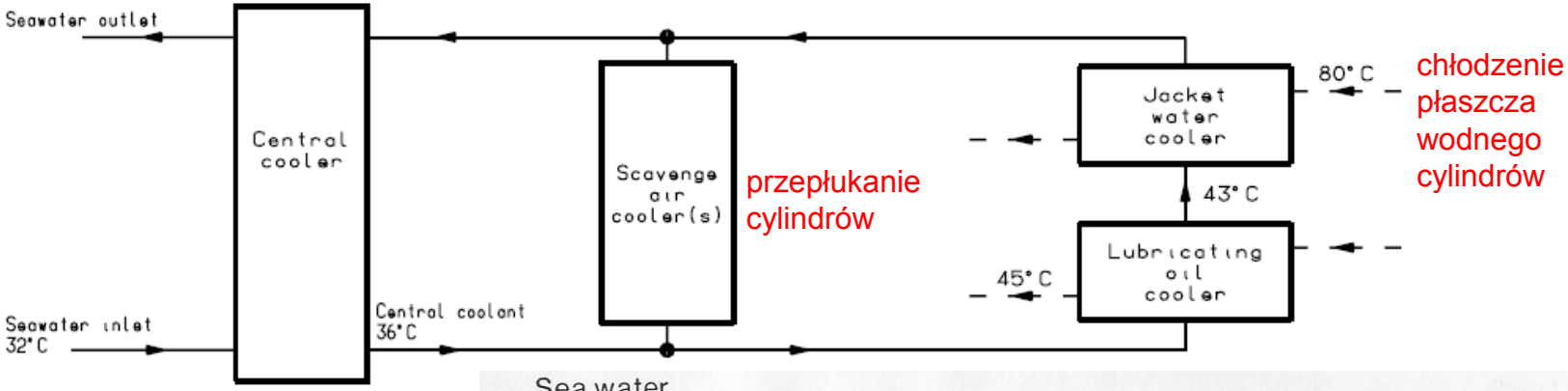
7. Skrzynie zaworowe	
Skrzynia dwuzaworowa ssąca. Przykład z jednym zaworem zaporowym i jednym zaporowo-zwrotnym	
Skrzynia dwuzaworowa tłocząca.	
Skrzynia ośmiozaworowa[1], przyłączeniowa, ssąco-tłocząca. Przykład z jednym zaworem zaporowo-zwrotnym, dwoma zaworami zaporowymi blokowanymi i jednym zaworem zaporowym.	

Symbole graficzne

8. Filtry, osadniki, kosze ssące, odwadniacze i inne	
Filtr (nad filtrem podać niezbędną charakterystykę)	
Końcówka ssąca	
Kosz ssący	
Kosz ssący z zaworem zwrotnym	
Osadnik	
Odwadniacz	
Oddzielacz, osuszacz	
Zwilżacz	
Tłumik	

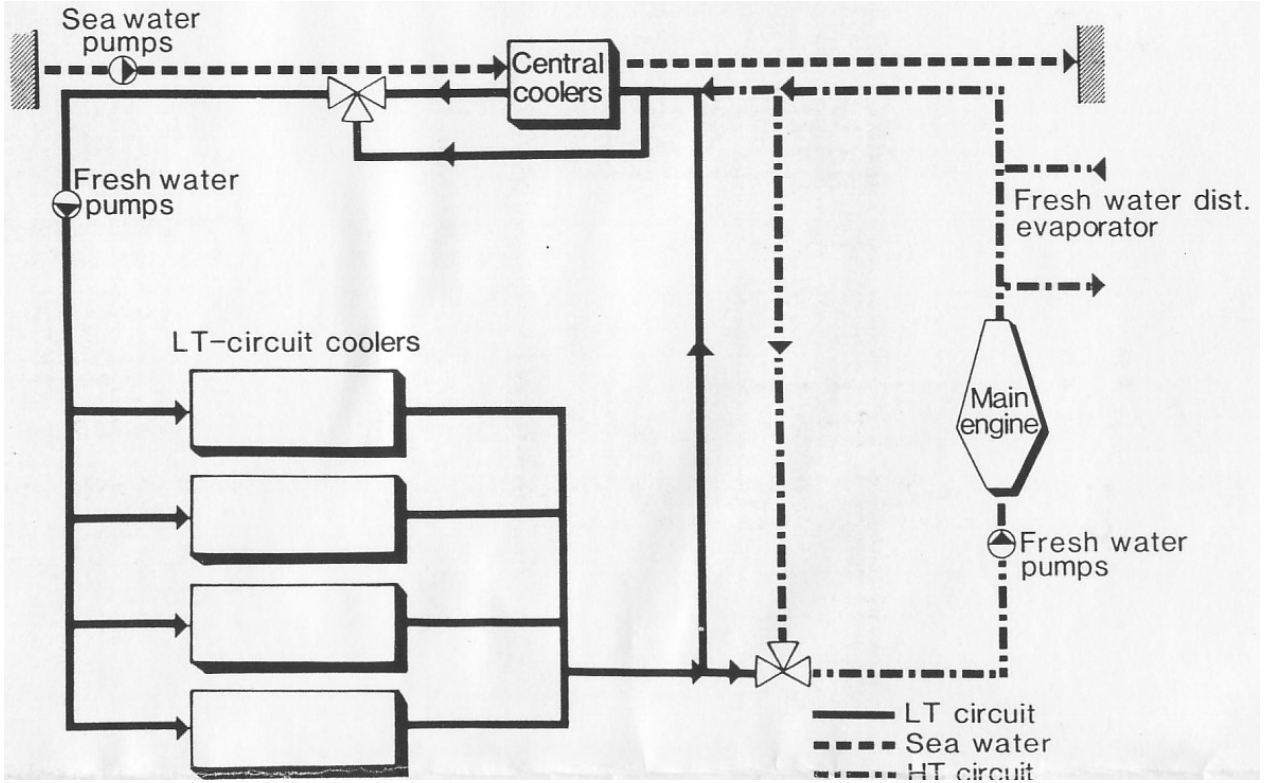
9. Przyrządy wskazujące, pomiarowe, alarmowe i zabezpieczające	
Manometr	
Próżniomierz	
Manopróżniomierz	
Poziomowskaz	
Poziomowskaz pośredni	
Poziomowskaz ze zdalnym odczytem	
Wskaźnik przepływu	
Przeziernik	

Blokowe schematy instalacji rurociągów

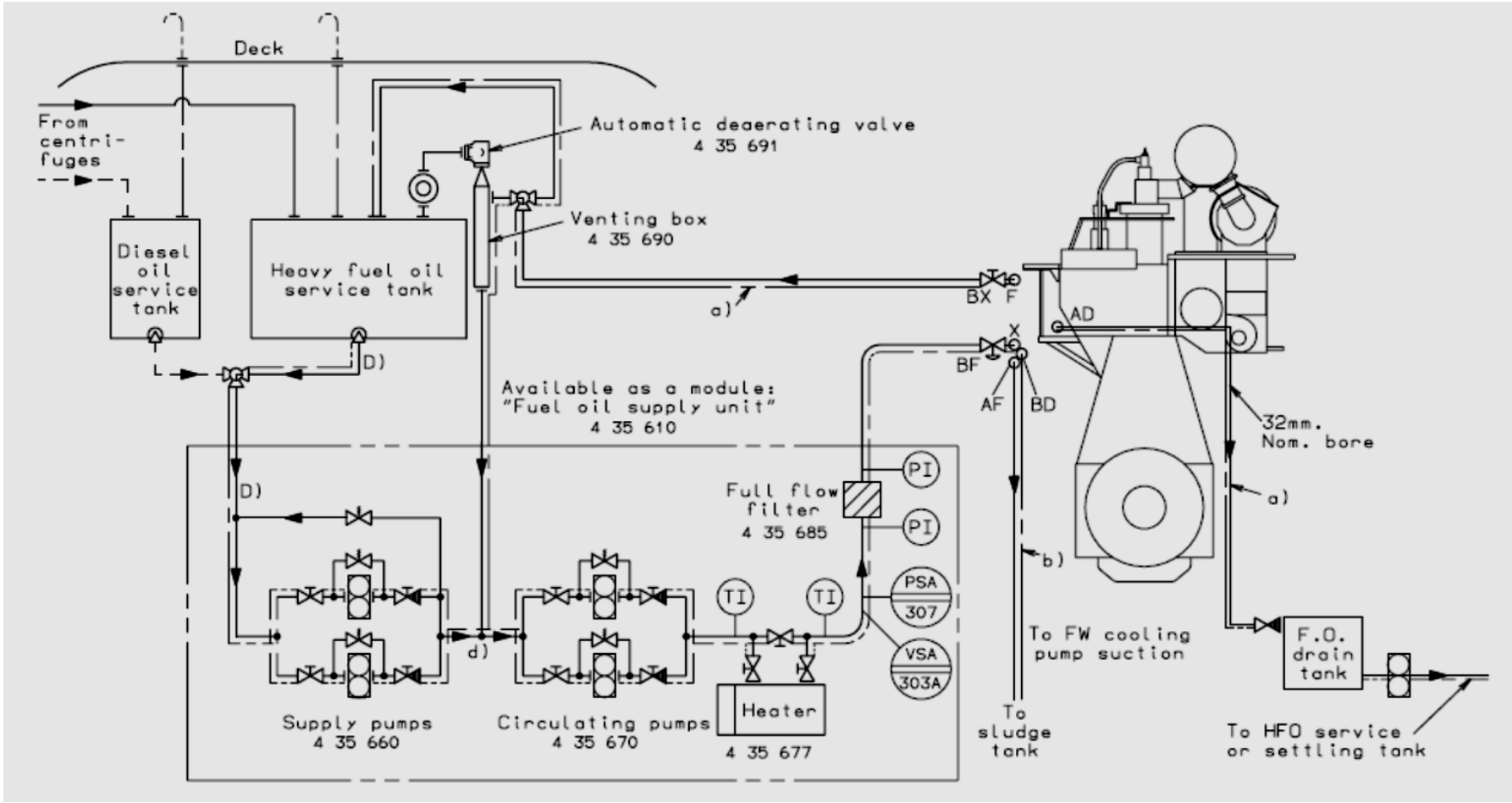




Jacket water - płaszcz wodny (układ kanałów pomiędzy wewnętrzną a zewnętrzną ścianką korpusu silnika przez które przepływa płyn chłodzący).

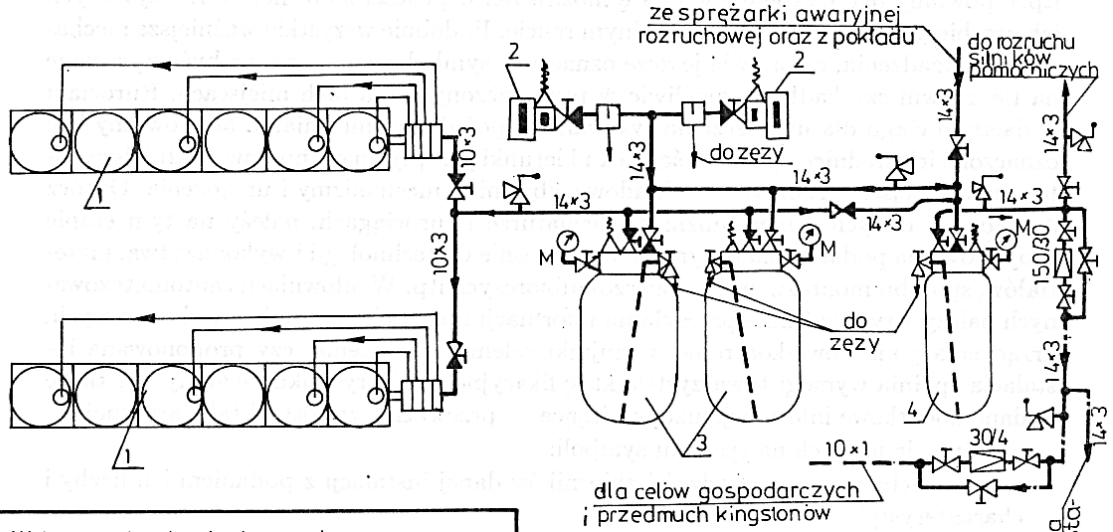


Ideowe schematy instalacji rurociągów



Przedstawiają elementy, sposób połączenia elementów, kierunki przepływu, oraz ewentualnie wyposażenie w armaturę i aparaturę pomiarowo-kontrolną

Klasyfikacyjne schematy instalacji rurociągów



Wykaz mechanizmów i urządzeń			
Poz	Wyszczególnienie	Ilość	Parametry
1	Silnik główny M 503	2	N = 3000 kW n = 2200 obr/min
2	Sprężarka powietrza K2B	2	Q = 0,2 m^3/h P = 150 kG/cm^2
3	Butla główna sprężonego powietrza	2	V = 80 dcm^3 P = 150 kG/cm^2
4	Butla pomocnicza sprężonego powietrza	1	V = 40 dcm^3 P = 150 kG/cm^2

Oznaczenia

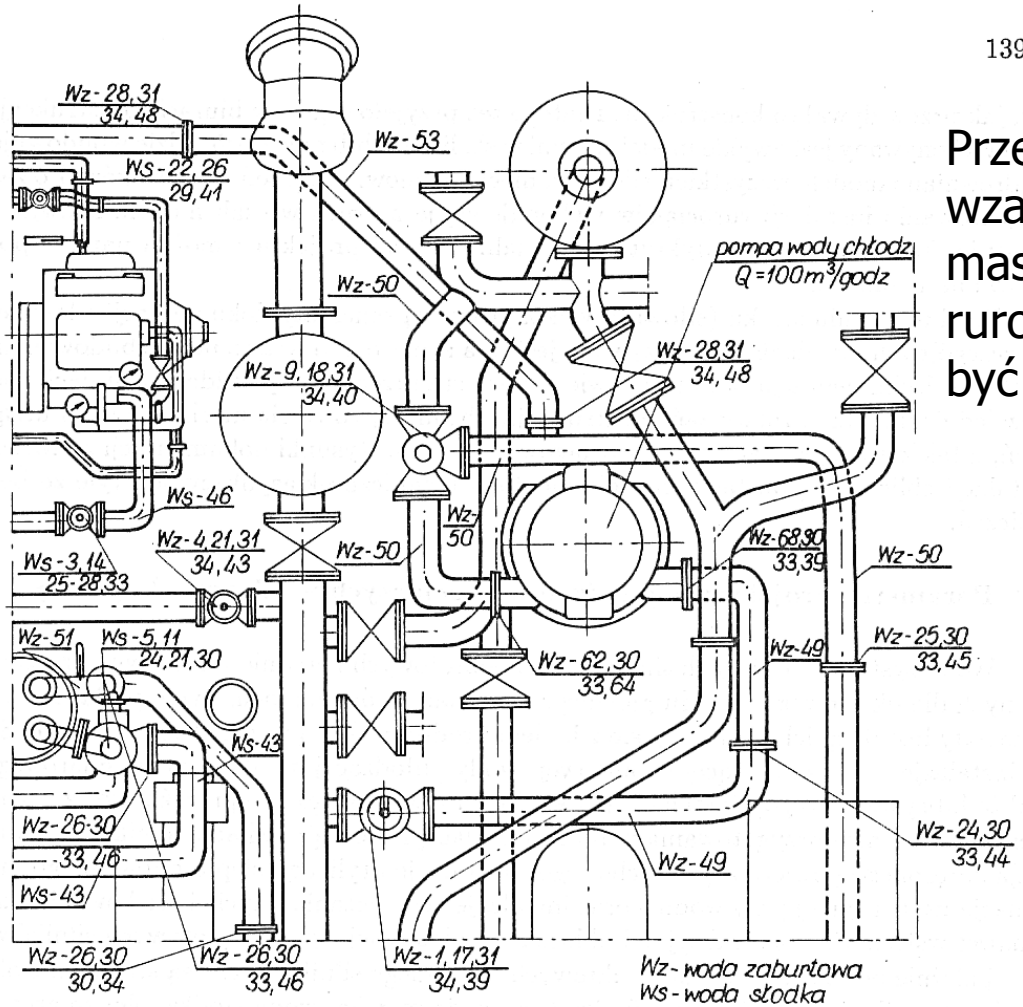
———	Rurociągi powietrza 150 kG/cm^2
—·—·—	Rurociągi powietrza 30 kG/cm^2
– – –	Rurociągi powietrzne 3 kG/cm^2
———	Instalacja na silniku
	Zawór zaporowy (odcinający) przelotowy
	Zawór zaporowy-zwrotny, przelotowy
	Zawór zaporowy-kątowy, przelotowy
	Zawór upustowy (odciążający)
P_1/P_2	Zawór redukcyjny spręż. powietrza
	Zawór bezpieczeństwa
	Oddzielacz oleju i wody
M	Manometr

Ciśnienie próbne hydrauliczne [kG/cm^2]			
Rodzaj rurociągu	Na warsztacie		Na okręcie po zamontow.
	Rury	Armatura	
Rurociągi o ciśnieniu roboczym 150 kg/cm^2	300	225	190
Rurociągi o ciśnieniu roboczym 30 kg/cm^2	60	38	38
Rurociąg o ciśnieniu roboczym 3 kg/cm^2	6	4,5	4
Rurociągi odwadniające	4	—	w działaniu

Uwagi:
Połączenia śrubunkowe (dociskowe). Armatura stalowa. Uszczelnienia parogambit.
Na schemacie podano średnice zewnętrzne i grubość ścian w mm. Rury ciągnione stalowe bez szwa wg. PN/H-74209

- Część dokumentacji technicznej podlegającej zatwierdzeniu przez Towarzystwo Klasyfikacyjne. Przedstawienie rozwiązania instalacji z uwzględnieniem obowiązujących przepisów.
- Zbiorniki, urządzenia, rurociągi, połączenia z innymi instalacjami, armatura, czujniki i przyrządy do pomiaru i kontroli - termometry, manometry, przepływomierze, przezierniki.
- Średnice rurociągów. Wykaz mechanizmów i zbiorników z podaniem ich ilości oraz charakterystyk, objaśnienie użytych symboli, wymiary i materiał rur, warunki prób, itd..

Schematy technologiczno – montażowe (rysunki warsztatowe)



Przedstawione: przyłącza, warunki wzajemnego usytuowania zbiorników, maszyn i urządzeń, pochylenia rurociągów. Mniej skomplikowane mogą być klasyfikacyjnymi.

Modele 3D siłowni



Warunki zewnętrzne

Warunki ISO-Standard (PN 91 M-36160, ISO 3046/1-1986)

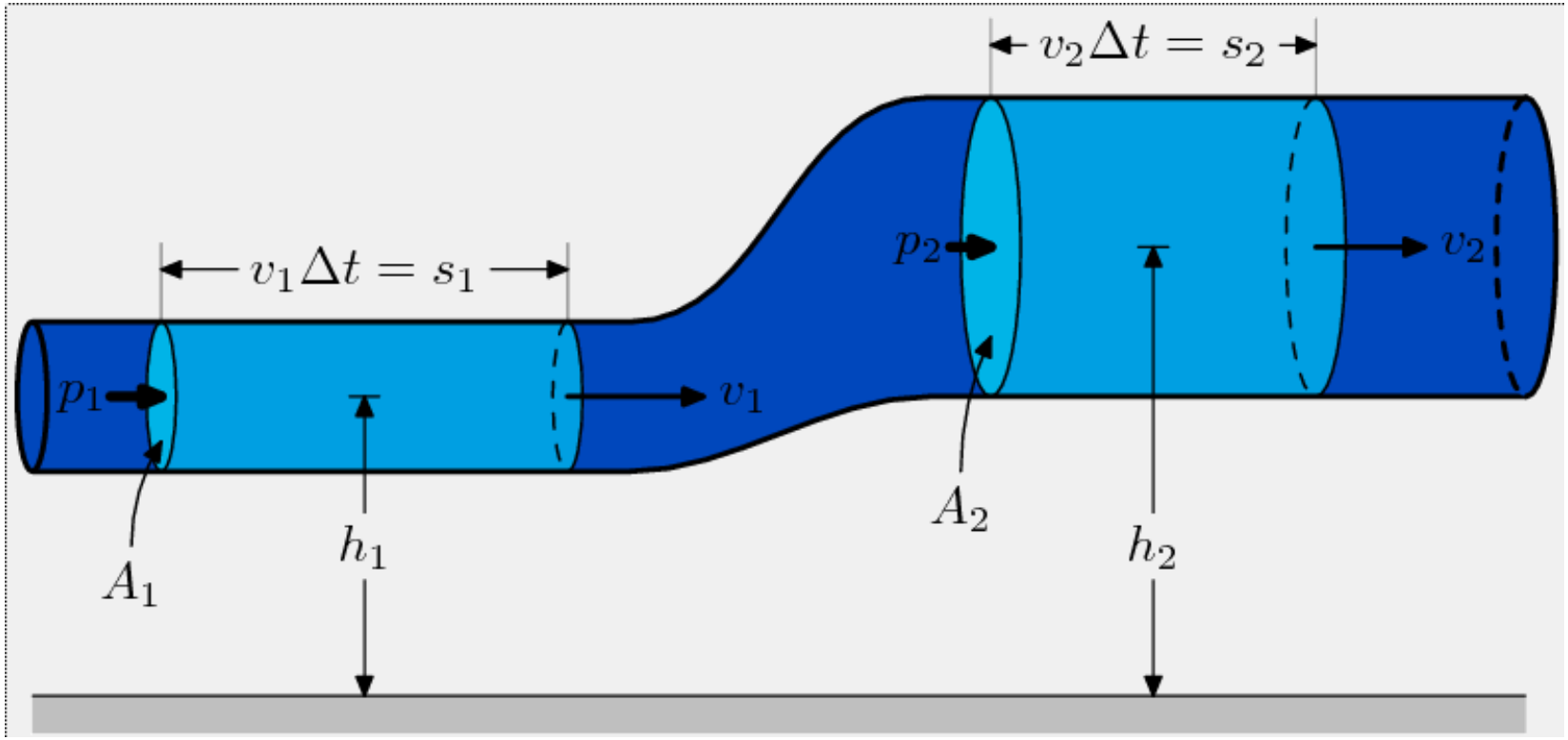
Normy określają normalne warunki odniesienia oraz metody ustalania mocy deklarowanej, deklarowanego zużycia paliwa i zużycia oleju smarowego tłokowych silników spalinowych z zapłonem samoczynnym o spalaniu wewnętrznym i posuwisto - zwrotnym ruchu tłoka, zasilanych paliwem ciekłym lub gazowym.

Temperatura powietrza	25°C
Całkowite ciśnienie atmosferyczne	1 000 hPa
Temperatura czynnika chłodzącego ładunek powietrza	25°C
Wilgotność względna	30 %

Warunki zewnętrzne

Warunki tropikalne.
Są to inne warunki otoczenia w stosunku do statków objętych nadzorem Międzynarodowego Stowarzyszenia Towarzystw Klasyfikacyjnych (IACS).

Temperatura powietrza na dolocie do turbosprężarki	45°C
Całkowite ciśnienie atmosferyczne (ciśnienie powietrza na dolocie do turbosprężarki)	1 000 hPa
Temperatura wody morskiej (na wlocie do układu chłodzenia powietrza doładowującego)	32°C
Wilgotność względna	60 %



$$e_m = \frac{v^2}{2} + gh + \frac{p}{\rho} = \text{const}$$

gdzie:

- e_m - energia jednostki masy płynu
- ρ - gęstość cieczy
- v - prędkość cieczy w rozpatrywanym miejscu
- h - wysokość w układzie odniesienia, w którym liczona jest energia potencjalna
- g - przyspieszenie grawitacyjne
- p - ciśnienie cieczy w rozpatrywanym miejscu

Z równania Bernoullego dla sytuacji przedstawionej na rysunku zachodzi prawidłowość:

$$\frac{v_1^2}{2} + gh_1 + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2^2}{2} + gh_2 + \frac{p_2}{\rho}$$

Jeżeli zaniedbać zmianę wysokości odcinków rury, to wzór upraszcza się do:

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho}$$

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

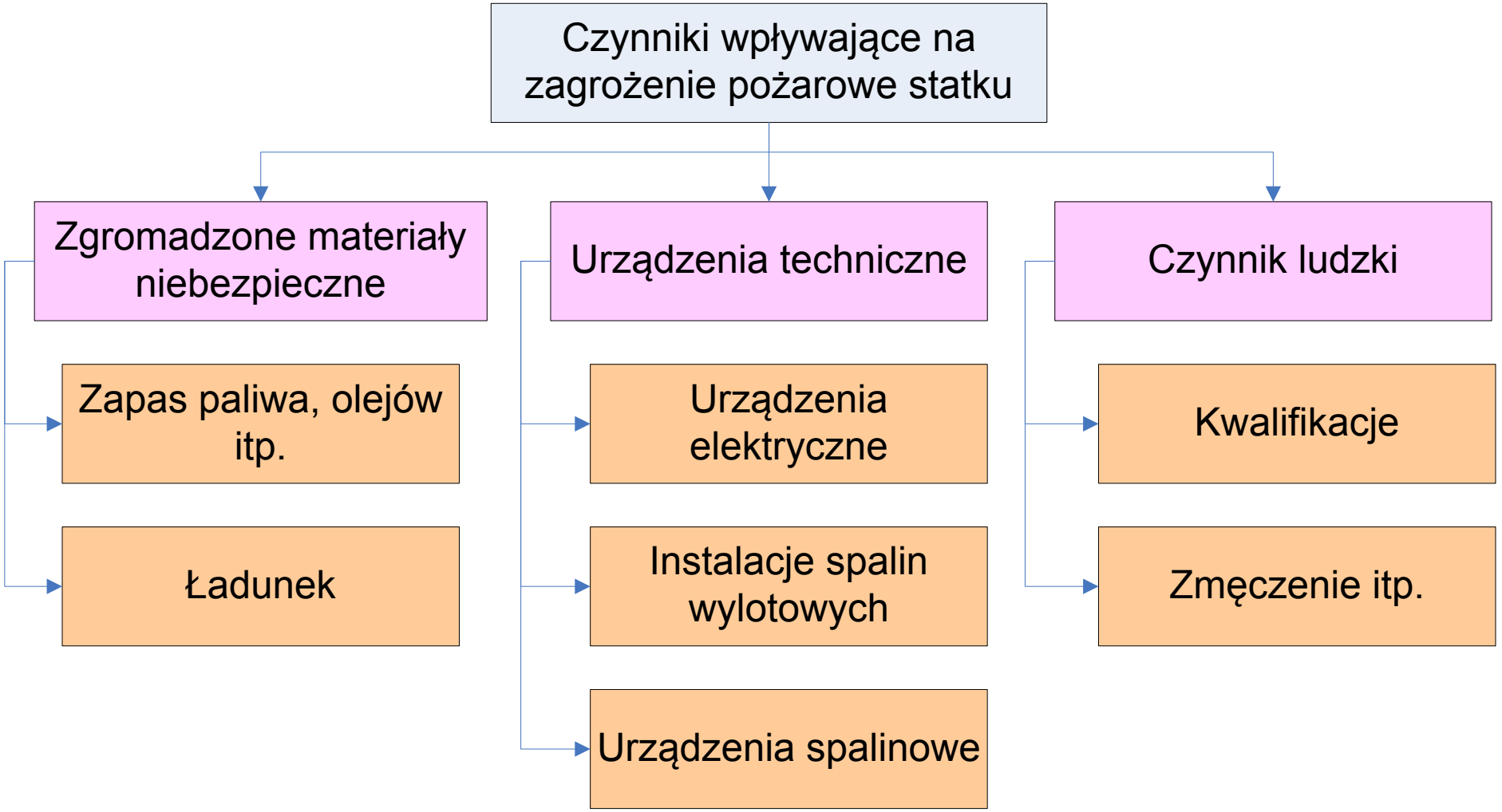
KATEDRA SIŁOWNI MORSKICH I LĄDOWYCH

dr inż. Paweł Szymański

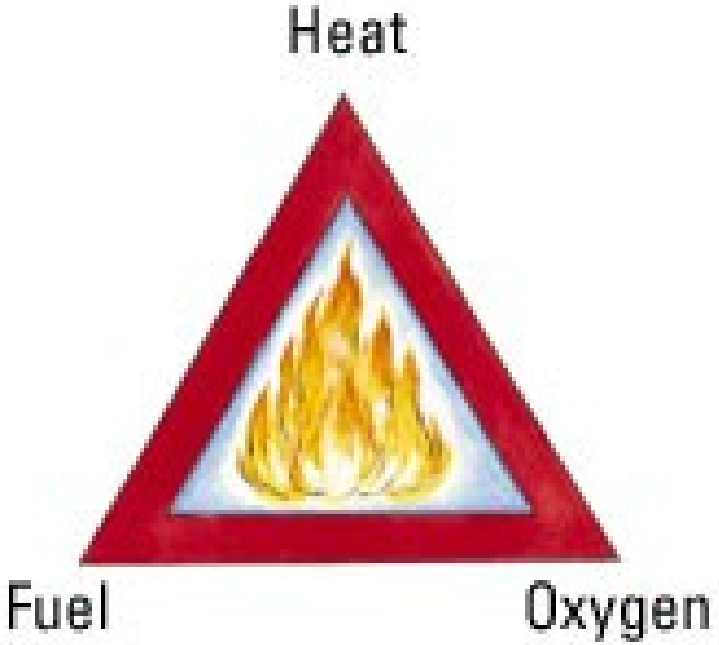
BEZPIECZEŃSTWO POŻAROWE STATKU – INSTALACJE PRZECIWPOŻAROWE

Zagadnienia

- Wprowadzenie – zagrożenie pożarowe na statku, pożary na statkach, wymogi formalno - prawne
- Środki biernej ochrony przeciwpożarowej
- Przeznaczenie i klasyfikacja instalacji przeciwpożarowych
- Systemy dozorowo – wykrywcze (sygnalizacyjne)
- System środków przenośnych (podręcznych)
- Wodne instalacja ppoż.
- Gazowe instalacje ppoż.


Czynniki wpływające na zagrożenie pożarowe statku
Zgromadzone materiały niebezpieczne
Urządzenia techniczne
Czynnik ludzki
Zapas paliwa, olejów itp.
Ładunek
Urządzenia elektryczne
Instalacje spalin wylotowych
Urządzenia spalinowe
Kwalifikacje
Zmęczenie itp.

Warunek konieczny zaistnienia pożaru



Statystyki pożarów na statkach

	2005	2004	2000-2004 Average
Total Marine Accidents	**480**	**492**	**514**
Shipping Accidents	**435**	**442**	**456**
Collision	19	12	17
Capsizing	10	18	13
Foundering/Sinking	20	18	30
Fire/Explosion	68	51	63
Grounding	83	108	118
Striking	80	82	77
Ice Damage	11	17	11

wywrócenie do góry dnem

zderzenie

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Total Number of Accidents	444	396	346	334	265	299	265	260	243	278
Shipping Accidents										
By Type of Accident	417	377	317	307	246	271	231	237	230	251
Collision	25	11	6	8	8	12	9	8	12	10
Capsizing	9	15	9	10	8	3	6	4	5	5
Foundering/Sinking	36	40	27	28	12	23	23	21	11	19
Fire/Explosion	60	58	53	44	35	37	33	55	28	38
Grounding	115	106	99	78	65	77	76	63	74	68
Striking	31	22	11	23	28	16	9	15	13	13
Ice damage	10	8	14	17	9	6	3	2	1	21
Propeller/Rudder/ Structural damage	28	28	36	25	13	30	21	7	29	25
Flooding	80	70	51	59	53	56	42	58	42	41
Other	23	19	11	15	15	11	9	4	15	11

Pożary na statkach – skutki ???









Pożary na statkach – skutki

Luty 2006

„... Egipski prom "Salaam 98" z około 1400 osobami na pokładzie zatonął w nocy z czwartku na piątek na Morzu Czerwonym. Z informacji, które dotarły w piątek wieczorem wynika, że katastrofę przeżyło ok. 100 ludzi. Na pokładzie nie było Polaków...”





Bezpieczeństwo ppoż. – przepisy prawne

SOLAS (***International Convention for the Safety of Life at Sea***), Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu

Rozdział II-2 Konstrukcja – ochrona przeciwpożarowa, wykrywanie i gaszenie pożarów

Kodeks FSS – International Fire Safety Systems Code (Międzynarodowy kodeks systemów bezpieczeństwa pożarowego)

Bezpieczeństwo ppoż. – przepisy prawne

Przepisy klasyfikacyjne:

- PRS „Przepisy klasyfikacji i budowy statków morskich. Cz. V Ochrona przeciwpożarowa”
- DNV „Rules for Classification of Ships. Vol.2, Ch. 10 Fire Safety
- ABS „Steel Vessel Rules. Part 4 Ch. 7 Fire Safety Systems”

Bierna ochrona przeciwpożarowa

• Wyeliminowanie z **konstrukcji** statku i jego wyposażenia materiałów palnych

• Kadłub, nadbudówki, grodzie konstrukcyjne, pokłady i pokładówki powinny być stalowe lub wykonane ***z materiału równoważnego stali***.

• Odporność ogniowa **drzwi** powinna być równoważna **odporności przegrody**, w której są zamontowane. Drzwi oraz ich ościeżnice w przegrodach klasy A powinny być stalowe lub wykonane ***z materiału równoważnego stali.***

Bierna ochrona przeciwpożarowa

WYELIMINOWANIE Z KONSTRUKCJI STATKU I JEGO WYPOSAŻENIA MATERIAŁÓW PALNYCH !!!

M a t e r i a ł n i e p a l n y – taki materiał, który po podgrzaniu do temperatury **750°C** nie pali się ani nie wydziela palnych oparów w ilości wystarczającej do ich samozapłonu. Każdy inny materiał jest materiałem palnym.

M a t e r i a ł r ó w n o w a ż n y s t a l i – materiał niepalny, który – ze względu na swoje własności lub właściwości pokrywającej go izolacji – poddany działaniu ognia ma przy końcu standardowej próby ogniowej cechy konstrukcyjne i odporność ogniową równoważną stali (np. stop aluminium pokryty izolacją lub materiał kompozytowy).

Bierna ochrona przeciwpożarowa

Wydzielenie większej liczby przedziałów (pomieszczeń) ognioszczelnych - ZASTOSOWANIE PRZEGRÓD OGNIOWYCH.

Pomieszczenie bronione – pomieszczenie wyposażone w co najmniej jedną ze **stałych instalacji gaśniczych** lub pomieszczenie, w którym **zamontowano instalację wykrywania i sygnalizacji pożaru**.

Przegrody klasy A – **konstrukcje ogniotrwałe** utworzone przez **grodzie** lub **pokłady**, które powinny być:

- wykonane ze stali lub innego równorzędnego materiału;
- dostatecznie sztywne;
- wykonane tak, aby zachowywały ognio- i dymoszczelność do końca jednogodzinnej standardowej próby ogniowej;
- izolowane uznanymi materiałami niepalnymi w taki sposób, aby średnia temperatura na stronie nie wystawionej na działanie ognia nie wzrosła o więcej niż 140°C ponad temperaturę początkową, a w żadnym punkcie pomiarowym, włączając w to wszystkie połączenia, nie wzrosła o więcej niż 180°C ponad temperaturę początkową.

Bierna ochrona przeciwpożarowa

W zależności od czasu, w ciągu którego zapewnione jest nieprzekroczenie określonych wyżej temperatur podczas standardowej próby ogniowej, przegrody te otrzymują następujące oznaczenia:

A-60 – dla czasu 60 min.;

A-30 – dla czasu 30 min.;

A-15 – dla czasu 15 min.;

A-0 – dla czasu 0 min.

Próba ogniowa przegród typu A-30, A-15 i A-0 powinna trwać 1 godzinę, przy czym temperatura osiągana w chwili zakończenia tej próby na stronie nie wystawionej na działanie ognia nie jest ograniczone.

Bierna ochrona przeciwpożarowa

Przegrody typu B – konstrukcje opóźniające pożar utworzone przez grodzie, pokłady lub oszalowania, które powinny być:

- wykonane tak, aby zachowywały ognioszczelność podczas 30-minutowej standardowej próby ogniowej;
- wykonanych z uznanych materiałów niepalnych Jednak możliwe jest stosowanie oklein wykonanych z materiałów o własnościach WRP (Materiał palny trudno rozprzestrzeniający pożar);
- izolowane materiałami niepalnymi w taki sposób, aby średnia temperatura na stronie nie wystawionej na działanie ognia nie wzrosła o więcej niż 140ºC ponad temperaturę początkową, a w żadnym punkcie pomiarowym, włączając w to wszystkie połączenia, nie wzrosła o więcej niż 225ºC ponad temperaturę początkową.

W zależności od czasu trwania standardowej próby, w której spełnione są wymagania dotyczące temperatury, przegrody te otrzymują następujące oznaczenia:

B-15 – dla czasu 15 min.;

B-0 – dla czasu 0 min.

Bierna ochrona przeciwpożarowa

Przegrody typu C – przegrody wykonane z uznanych materiałów niepalnych, przy czym nie jest wymagane spełnienie ograniczeń dotyczących przenikania przez nie dymu oraz wzrostu temperatury. Dozwolone są zewnętrzne okleiny wykonane z materiałów o własnościach WRP.

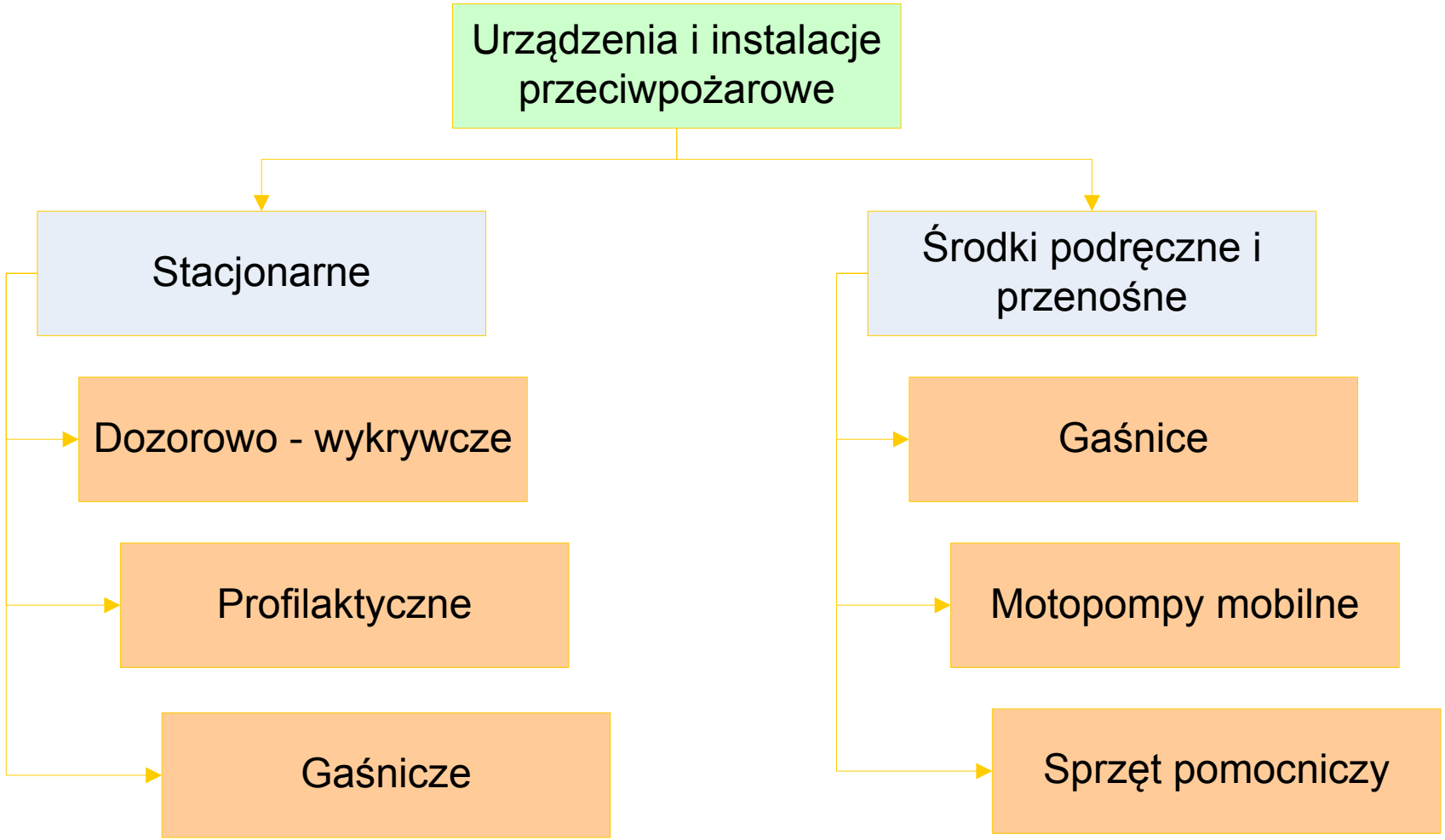
Materiał WRP – materiał palny wolno rozprzestrzeniający płomień – materiał, który w warunkach pożaru przeciwdziała rozprzestrzenianiu się ognia na swojej powierzchni, co należy potwierdzić badaniami zgodnie z kodeksem FTP.

Bierna ochrona przeciwpożarowa

CPD – Centralny Posterunek Dowodzenia – posterunek dowodzenia, w którym znajdują się min. następujące elementy sterowania i wskaźniki:

1 instalacji wykrywania i sygnalizacji pożaru;
2 instalacji tryskaczowych wraz z wykrywaniem pożaru i alarmem;
3 sygnalizacji położenia drzwi pożarowych;
4 zamknięcia drzwi pożarowych;
5 sygnalizacji położenia drzwi wodoszczelnych;
6 otwierania i zamykania drzwi wodoszczelnych;
7 wyłączniki wentylatorów;
8 alarmów – ogólnego/pożarowego;
9 systemów łączności, włączając w to telefony;
10 mikrofony systemów powiadamiania.

„Walka” z pożarami



Czynniki gaśnicze

Działanie środków gaśniczych może być:

- ***chłodzące*** - obniżenie temperatury materiału palnego poniżej temperatury zapalenia lub zapłonu,
- ***izolujące*** - odcięcie dopływu tlenu do palącego się materiału,
- ***rozcieńczające*** - obniżenie stężenia tlenu w strefie spalania do granicy, poniżej której proces palenia ustaje (ok. 11 – 14%),
- ***inhibicyjne*** - wiązania wolnych atomów i tzw. rodników odpowiedzialnych za proces palenia.

Środki przenośne - gaśnice

Odpowiedni dobór GAŚNIC.

- rodzaj,
- wielkość.

Pożary typu:

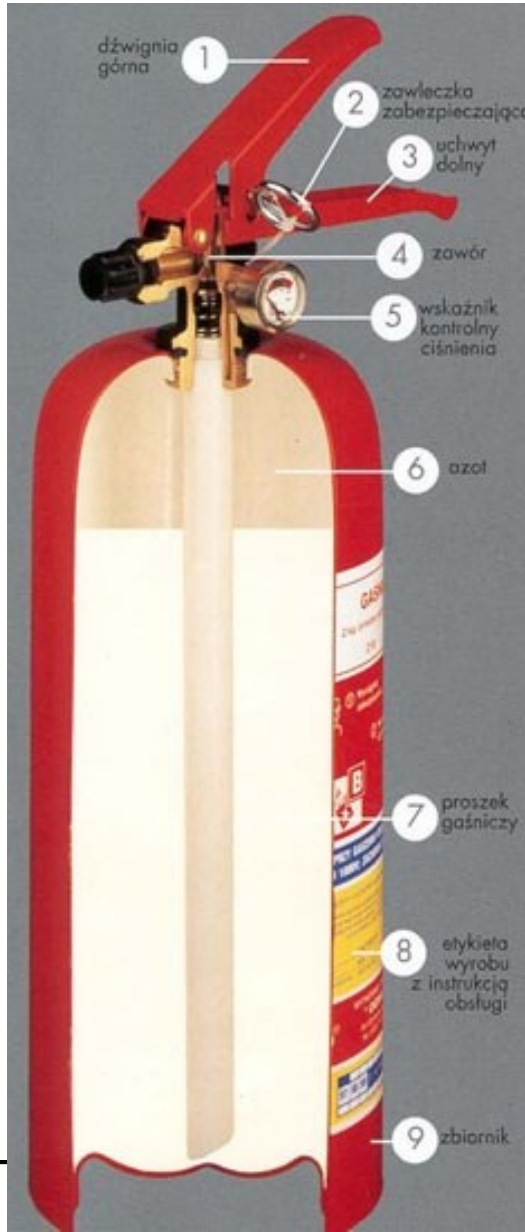
grupa A - pożary ciał stałych pochodzenia organicznego, takich jak drewno, papier, tkaniny,

grupa B - pożary cieczy palnych: benzyn, olejów, oraz pożary substancji topiących się, np. parafiny,

grupa C - pożary gazów palnych typu propan, acetylen, gaz ziemny,

grupa D - pożary metali lekkich, takich jak np. magnez,

~~**indeks E** - to pożary w grupach od A do D w obrębie urządzeń i instalacji działających pod napięciem.~~



Środki przenośne - gaśnice

PROSZKI GAŚNICZE TO ROZDROBNIONE ZWIĄZKI CHEMICZNE OTOCZONE BŁONKĄ HYDROFOBOWĄ (CHRONIĄCĄ PRZED ZAWILGOCENIEM).

W ZALEŻNOŚCI OD SKŁADU PROSZKI DZIELIMY NA:

- węglanowe,
- fosforanowe,
- specjalne.

MECHANIZM GAŚNICZY PROSZKU POLEGA NA *INHIBICJI.*

INHIBICJA – zmniejszanie szybkości reakcji chemicznej spowodowane dodatkiem substancji (inhibitora) wpływającej na stężenie reagentów, katalizatora lub produktu pośredniego.

Środki przenośne - gaśnice

W przypadku ***PROSZKÓW WĘGLANOWYCH*** dodatkowym działaniem jest obniżenie stężenia tlenu w strefie spalania przez wydzielający się dwutlenek węgla.

Natomiast ***PROSZKI FOSFORANOWE*** mają dodatkowo zdolność wytwarzania szklistej, jednolitej warstewki na powierzchni gaszonego ciała stałego.

PROSZKI ***GAŚNICZE WĘGLANOWE*** stosuje się do gaszenia pożarów ***grupy B i C***.

Natomiast ***PROSZKI FOSFORANOWE*** mogą być stosowane do gaszenia pożarów ***wszystkich grup, za wyjątkiem pożarów grupy D*** (metali), przy których stosuje się proszki specjalne (jedyny skuteczny środek gaśniczy w tym przypadku).

Środki przenośne - gaśnice



Odpowiednia liczba gaśnic –
właściwe rozmieszczenie gaśnic

Pomieszczenia mieszkalne i służbowe:

- 1 gaśnica ABC na każde 20 m długości korytarzy w rejonie pomieszczeń mieszkalnych i służbowych;
- 1 gaśnica ABC na każde pełne 100 m^2 pomieszczeń ogólnego użytku;
- 1 gaśnica ABC w pomieszczeniach służbowych o powierzchni powyżej 30 m^2;
- 1 gaśnica ABC w każdej kuchni lub piekarni;
- 1 gaśnica ABC w każdym holu;

System sygnalizacyjny

Instalacja wykrywania i sygnalizacji – przeznaczona do wykrywania objawów pożaru i podająca, po samoczynnym uruchomieniu, sygnał alarmowy. Ręczne przyciski alarmu pożarowego stanowią również część tej instalacji;

Instalacja sygnalizacji ostrzegawczej – instalacja podająca sygnał ostrzegawczy osobom znajdującym się w pomieszczeniu bronionym o mającym nastąpić uruchomieniu objętościowej instalacji gaśniczej.

System sygnalizacyjny – czujki ppoż.



Czujki optyczne

- ***dymu***: posiadają optyczną komorę pomiarową, która wykorzystuje zasadę rozpraszania światła na większych cząstkach dymu. Dym który dostaje się do komory powoduje rozpraszanie światła podczerwonego emitowanego przez diodę LED (elektroluminescencyjna, świecąca), co prowadzi do zmiany w oświetleniu detektora i zadziałania czujki.

- ***płomienia***: przeznaczone są do wykrywania i sygnalizowania płomieni powstających podczas zagrożenia pożarowego; czujki płomienia reagują na emitowane przez płomień promieniowanie w zakresie od dalekiego nadfioletu (od 100 nm) do dalekiej podczerwieni (do 1000 nm)

System sygnalizacyjny – czujki ppoż.

Czujki termiczne

- ***progowe*** – reagują na przekroczenie określonej wartości temperatury

- ***gradientowe*** (różnicowe, przyrostowe) – reagują na wzrost temperatury w czasie



System sygnalizacyjny – czujki ppoż.

Ze względu na sposób identyfikacji alarmującej czujki istnieje podział na czujki ***konwencjonalne i adresowalne***.

Konwencjonalne - w tym systemie są łączone równolegle i alarm jest identyfikowany jako alarm z dowolnej czujki należącej do danego obwodu obejmującego np. „pokład II" bardziej szczegółowa identyfikacja jest możliwa tylko przez osobiste sprawdzenie, która czujka zadziałała (w czujce świeci się lampka informująca o uaktywnieniu czujki).

Adresowalne - w tym systemie czujki są również wpięte do obwodu obejmującego np. przedziały rufowe, ale ponieważ każda czujka ma swój indywidualny adres to w centrali pożarowej jest identyfikowana pojedyncza czujka, która sygnalizuje pożar (np. „przedziały rufowe, magazyn farb i lakierów"). Identyfikacja odbywa się przy wykorzystaniu protokółu transmisji.

Systemy dozorowo - wykrywcze

Główną częścią składową systemu sygnalizacji pożaru jest **centrala przeciwpożarowa**, która będąc elementem decyzyjnym odpowiedzialna jest za odbieranie, interpretację i reakcję na sygnały pochodzące z urządzeń peryferyjnych systemu. Współczesne systemy przeciwpożarowe dostarczają wielu rozwiązań w zakresie central **sygnalizacji pożaru**, począwszy od małych konwencjonalnych central, poprzez większe, kończąc na dużych i bardzo dużych (sieciowych) rozwiązaniach adresowalnych.





Wodne instalacje gaśnicze

WODA jest najpowszechniejszym i najbardziej dostępnym środkiem gaśniczym, powstającym w sposób naturalny i występującym w dużych ilościach w warunkach realizacji zadań przez statki.

Mechanizm gaśniczy wody polega na chłodzeniu materiału palnego, obniżaniu temperatury w strefie spalania i strefie oddziaływania cieplnego przede wszystkim na ***skutek jej odparowania oraz na rozcieńczaniu strefy spalania parą wodną***.

Ciepło parowania wody wynosi ***2260 kJ/kg***, ***a z 1 dm³ powstaje 1,7 m³ pary wodnej***. Ponadto ze względu na swoja płynność, przy odpowiedniej intensywności i sposobie podawania, może ona przenikać w głąb palącego się materiału.

Wodne instalacje gaśnicze

Odmiany konstrukcyjne:

- instalacja wodno – hydrantowa
- instalacja tryskaczowa
- instalacja zraszająca
- instalacja pianowa
- instalacja kurtyn wodnych

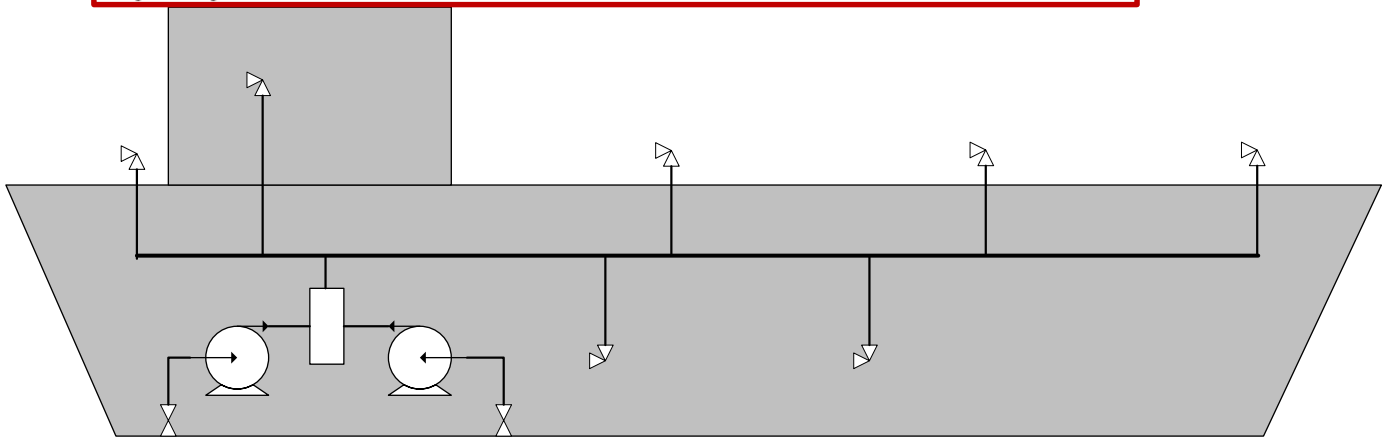
Instalacja wodno - hydrantowa

Każdy statek o wyporności 150 ton i większej, na którym przewidziano obecność stałej załogi liczącej więcej niż trzy osoby, należy wyposażyć w instalację wodno-hydrantową.

Statki, inne niż pasażerskie, o pojemności brutto GT	Liczba pomp	Ciśnienie minimalne przy zaworach hydrantowych [MPa]
< 150	1	0,2
150 ≤ GT < 6000	2	0,25
≥ 6000	2	0,27

Tab. Liczba głównych pomp pożarowych oraz ciśnienie wody podawane równocześnie przez te pompy przez prądownice.

Łączna wydajność głównych pomp pożarowych (bez awaryjnej pompy pożarowej), przy ciśnieniu nie mniejszym od określonego w powyższej tabeli, powinna wynosić nie mniej niż 4/3 wymaganej wydajności pojedynczej pompy zęzowej.



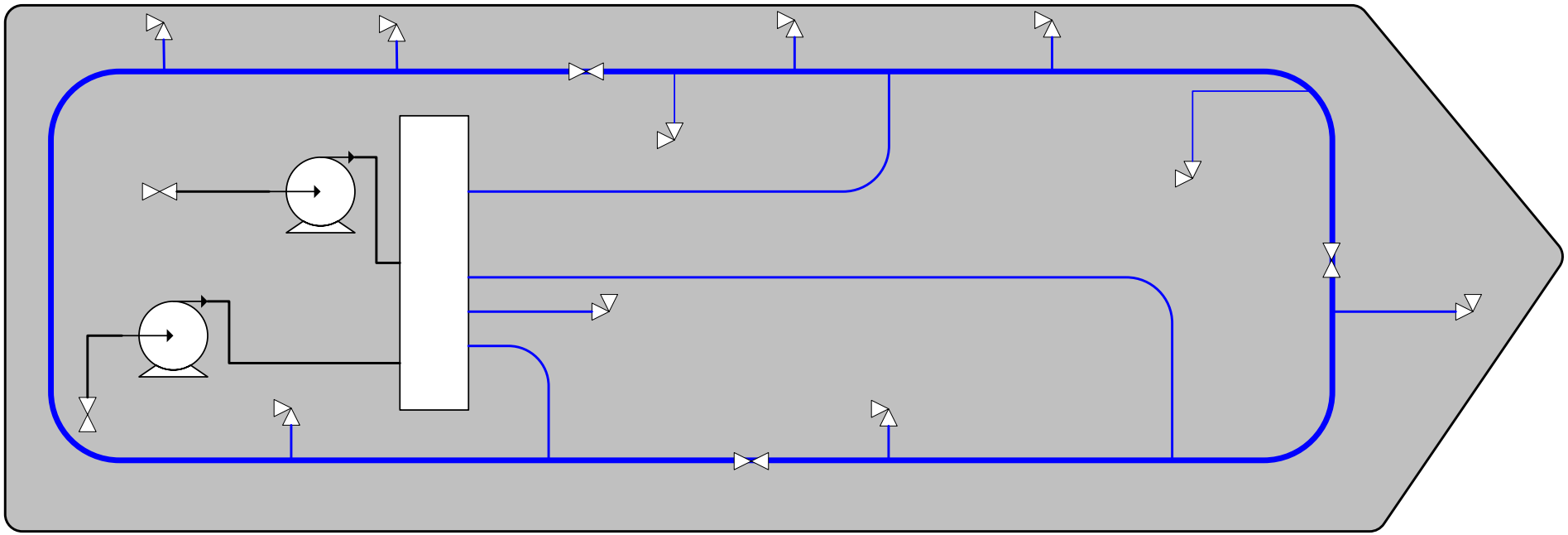
Instalacja wodno - hydrantowa

Zawory hydrantowe powinny być tak usytuowane, żeby można było łatwo podłączyć do nich węże pożarnicze.

Liczba zaworów hydrantowych i ich rozmieszczenie powinny być takie, żeby co najmniej ***dwa prądy gaśnicze*** wody nie pochodzące z tego samego zaworu hydrantowego, z których jeden podawany jest za pomocą pojedynczego węża pożarniczego, mogły ***sięgać do każdego miejsca*** na statku dostępnego normalnie dla pasażerów lub załogi podczas podróży statku oraz do każdego miejsca w każdym pomieszczeniu ładunkowym, kiedy pomieszczenie to jest puste.

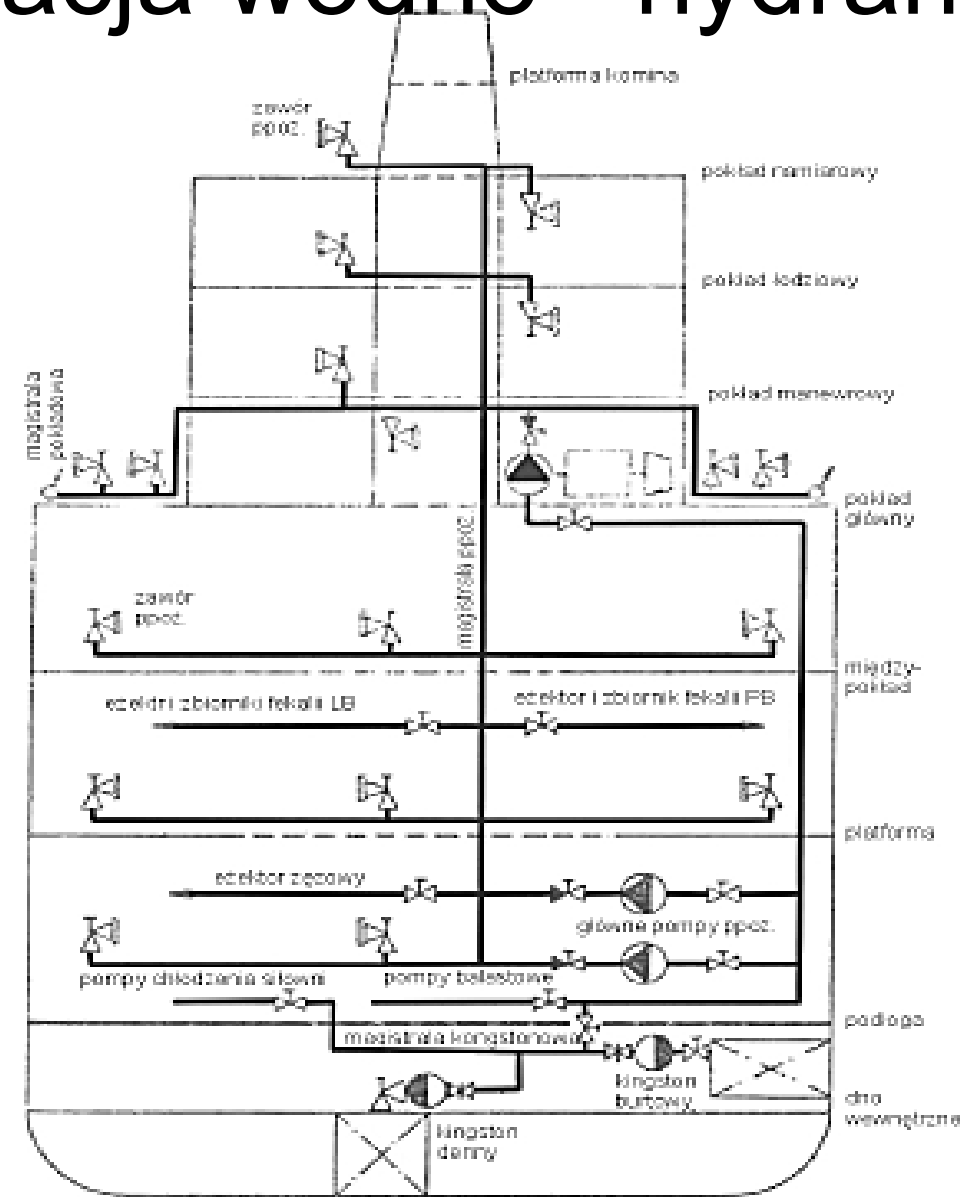
Zawory hydrantowe w dużych pomieszczeniach i w długich korytarzach powinny być oddalone od siebie o ***nie więcej niż 20 m***. Zawory hydrantowe na otwartych pokładach należy rozmieszczać w odstępach ***nie przekraczających 40 m.***

Instalacja wodno - hydrantowa





Instalacja wodno - hydrantowa



Instalacja tryskaczowa

I n s t a l a c j a t r y s k a c z o w a – jest to instalacja gaśniczo -wykrywcza, w której czujki tryskaczowe, reagując na wysoką temperaturę, ***uruchamiają w sposób automatyczny*** podawanie rozpylonej wody przez tryskacze w miejscu wykrycia pożaru, powodując jednocześnie włączenie sygnalizacji alarmowej. Instalacja przeznaczona jest do gaszenia pożarów w pomieszczeniach mieszkalnych, służbowych lub ogólnego użytku, w których mogą znajdować się ludzie.



Instalacja tryskaczowa

Instalacja tryskaczowa

Wymagania:

1. Instalacja tryskaczowa winna być gotowa do natychmiastowego użycia, bez działanie załogi.
2. Instalację należy podzielić na sekcje, maksymalnie po 200 tryskaczy.
3. Tryskacze w pomieszczeniach mieszkalnych i służbowych powinny załączać się automatycznie w zakresie temperatur 68ºC ÷ 79ºC.

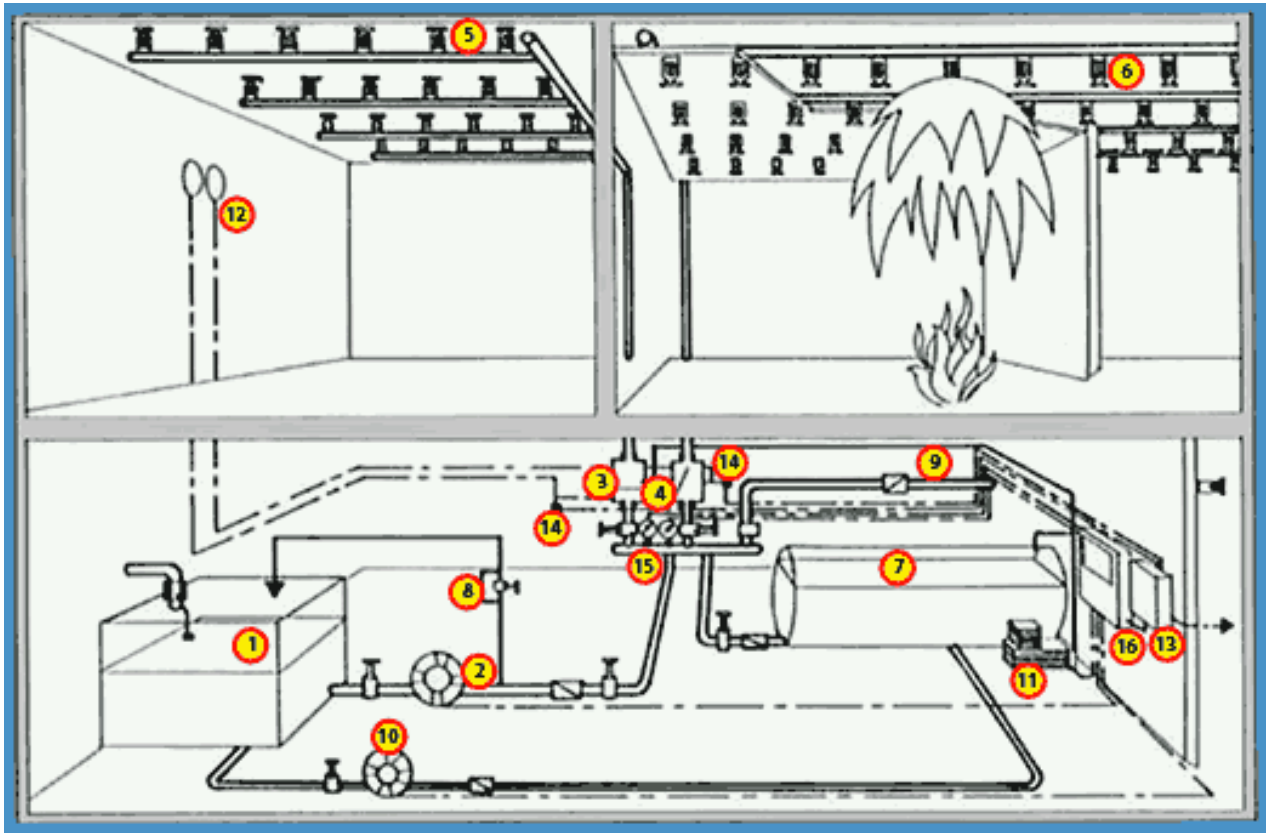


Tryskacze

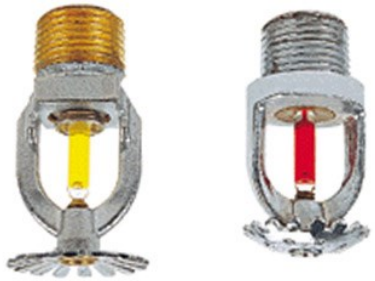


Oprzyrządowanie instalacji tryskaczowej

Instalacja tryskaczowa







Instalacja tryskaczowa

- **Instalacja tryskaczowa** powinna być przez cały czas gotowa do natychmiastowego użycia bez jakiegokolwiek działania załogi. Rurociągi instalacji powinny być stale napełnione wodą słodką.
- **Instalacja tryskaczowa** powinna być podzielona na sekcje, z których żadna nie powinna zawierać więcej niż 200 tryskaczy.
- **Instalacja tryskaczowa** powinna włączać się automatycznie przy podwyższeniu temperatury w pomieszczeniu bronionym.
- **Instalacja tryskaczowa** powinna składać się z pompy wody morskiej, zaworów sekcyjnych, zbiornika hydroforowego i pompy wody słodkiej, presostatu, rurociągów doprowadzających wodę do pomieszczeń oraz tryskaczy.
- Po włączeniu się tryskacza i spadku ciśnienia w instalacji presostat powinien spowodować uruchomienie pompy wody morskiej i natychmiastowe podawanie wody do tryskaczy.

Instalacja tryskaczowa



Instalacja zraszająca

Instalacja zraszająca wodna – instalacja gaśnicza, uruchamiana ręcznie lub automatycznie, w której rozpylona woda podawana jest przez dysze zraszające, zamontowane w pomieszczeniu bronionym lub w rejonie bronionego urządzenia. Instalacja przeznaczona jest do gaszenia pożarów w pomieszczeniach ładunkowych, maszynowniach, magazynach oraz lokalnie do ochrony urządzeń lub rejonów o wysokim zagrożeniu pożarowym.

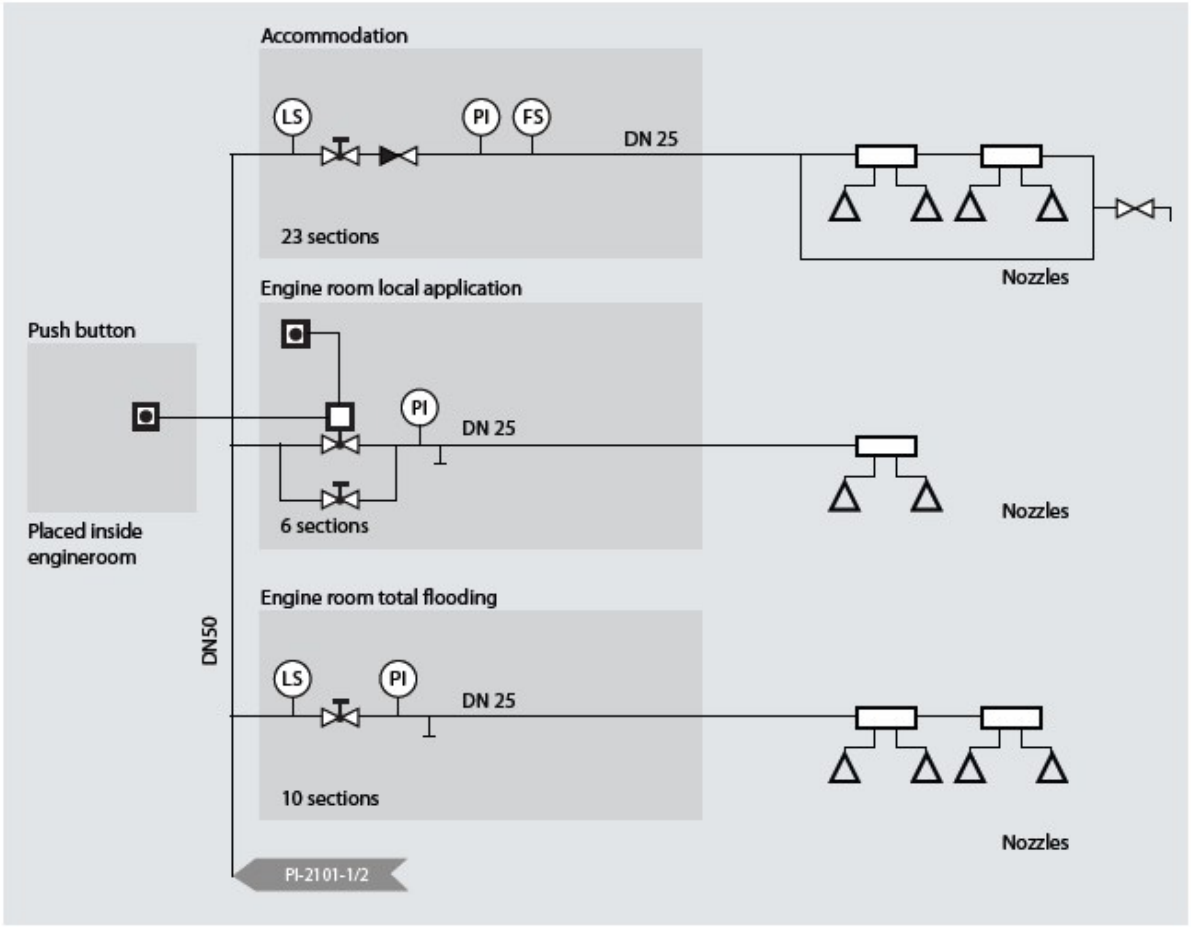
Instalacja zraszająca

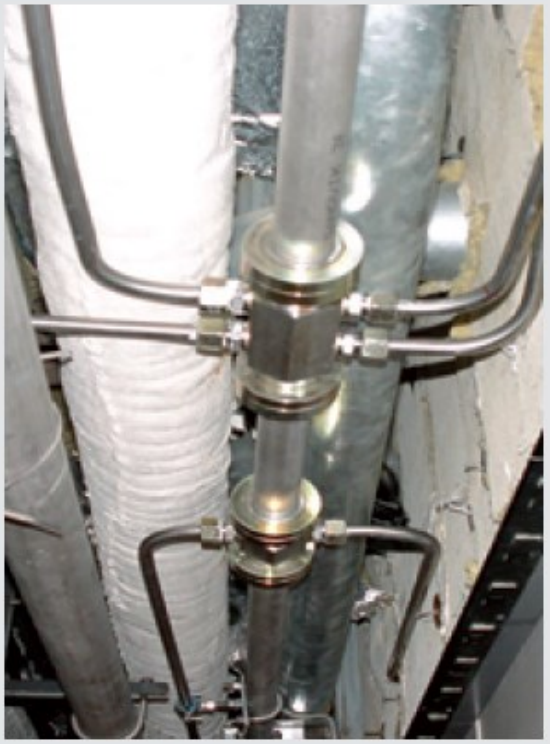
Instalacja zraszająca wodna

Wymagania:

1. Instalacja tryskaczowa zraszająca wodna powinna się składać z pompy wody zasilającej, zaworów odcinających, rurociągów rozprowadzających wodę i dysz zraszających.
2. Wydajność i ciśnienie pompy wody zasilającej należy określić na podstawie wymaganej intensywności podawania wody, uwzględniając charakterystykę i liczbę dysz zraszających zainstalowanych w największym bronionym pomieszczeniu.
3. Intensywność podawania wody zależy od rodzaju pomieszczeń i wynosi od 1,5 do 24 l/min na m^2 powierzchni.
4. Z każdego bronionego pomieszczenia należy przewidzieć możliwość odprowadzenia wody, grawitacyjne lub za pomocą instalacji zęzowej.

Instalacja zraszająca





Water mist installation assembled with press fittings in cabin area.

Wady wody jako czynnika gaśniczego

WODA NIE JEST ŚRODKIEM UNIWERSALNYM. NIE MOŻNA JEJ STOSOWAĆ DO GASZENIA:

- ciał reagujących z wodą jak: sód, potas, karbid, wapno palone, w wyniku reakcji powstają gazy palne lub wydziela się duża ilość ciepła, wytwarzając wysoką temperaturę,
- metali typu glin i jego stopy, wapń, żelazo, które spalając się w wysokiej temperaturze powodują dysocjację wody (rozkład na wolne atomy wodoru H_2 i tlenu O) i tworzenie się mieszaniny wybuchowej,
- cieczy palnych lżejszych od wody jak benzyna, nafta, oleje, wypływających nad powierzchnię wody,
- cieczy palnych rozpuszczających się w wodzie np. spirytusu, gdyż zwiększa to ich objętość, co może doprowadzić do rozlania się cieczy,
- urządzeń elektroenergetycznych pod napięciem i materiałów palnych w ich pobliżu, ponieważ woda jest dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego i może nastąpić porażenie prądem osoby gaszącej ogień,

Instalacja pianowa

W zależności od sposobu wytwarzania wyróżnia się dwa rodzaje piany gaśniczej - ***chemiczną i mechaniczną.***

Piana mechaniczna powstaje wskutek mechanicznego zmieszania powietrza z wodnym roztworem środka pianotwórczego. Powoduje on zwiększenie lepkości wody i powstanie dostatecznie trwałych pęcherzyków wypełnionych powietrzem. Na ogół, stężenie środka pianotwórczego w roztworze wodnym ***nie przekracza 5%.***

Pianę charakteryzuje liczba spienienia (L_S,), która wyraża stosunek objętości piany do objętości wodnego roztworu środka pianotwórczego zużytego do wytworzenia tej piany. W zależności od liczby spienienia piany dzielimy na rodzaje posiadające częściowo odmienne działanie gaśnicze:

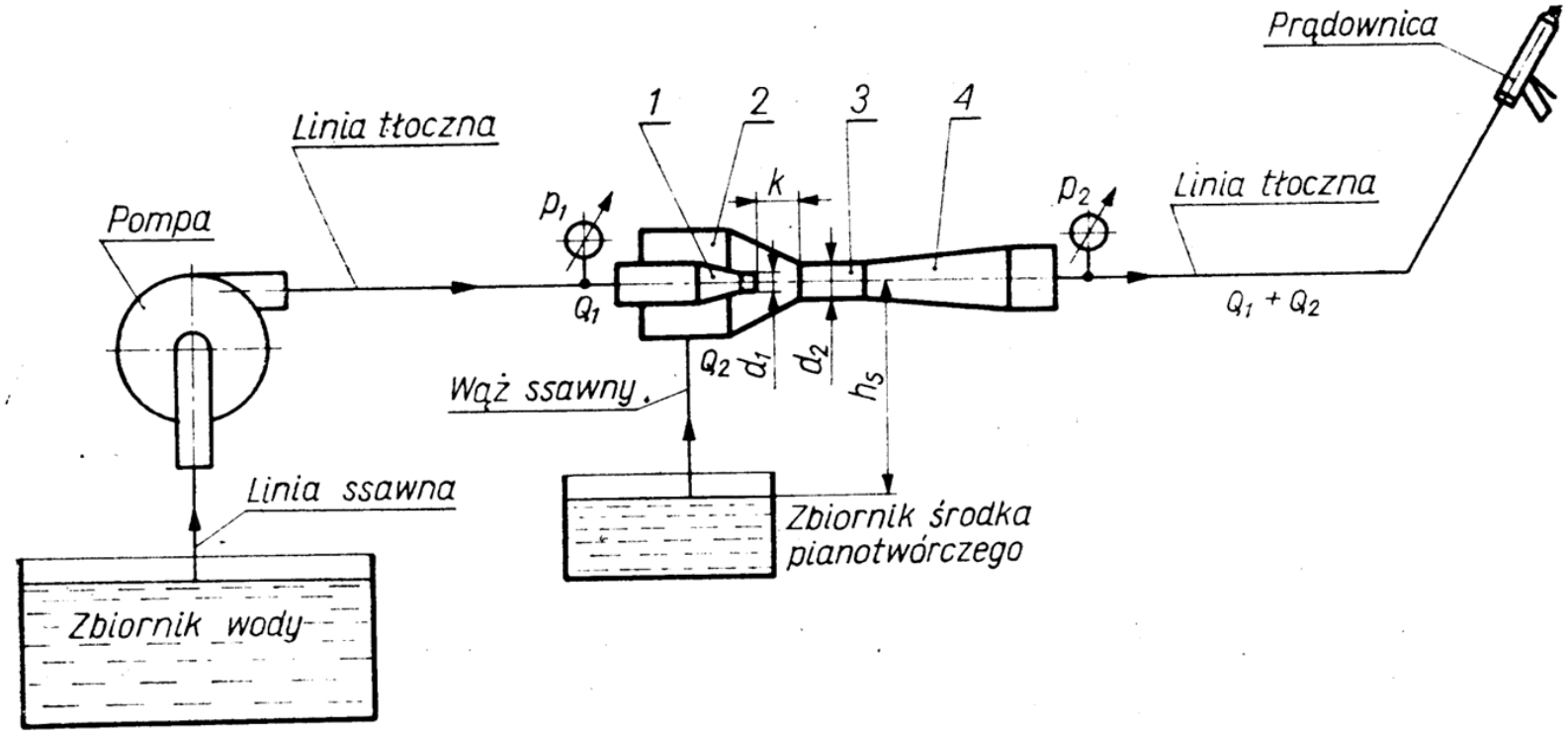
- **piana ciężka** $L_S < 20$ (praktycznie ok. 10) - właściwości izolująco-chłodzące,
- **piana średnia** $20 < L_S < 200$ - właściwości izolująco - rozcięczające,
- **piana lekka** $L_S > 200$ - właściwości rozcięczająco - izolujące.

Własności izolujące piany wynikają z tworzenia na powierzchni materiałów warstwy nie dopuszczającej do niego powietrza (tlenu). Piana posiada dobrą przyczepność do materiałów stałych i może się utrzymywać nawet na płaszczyznach pionowych.

Instalacja pianowa - schemat

Wymagania:

1. Wydajność urządzeń do wytwarzania piany lekkiej powinna zapewnić taką ilość piany, aby w ciągu 1 minuty wytworzyć 1 metrową warstwę piany w największym bronionym pomieszczeniu.
2. Ilość środków pianotwórczych powinna wystarczyć na pięciokrotne całkowite wypełnienie pianą największego bronionego pomieszczenia.



Instalacja pianowa - działanie

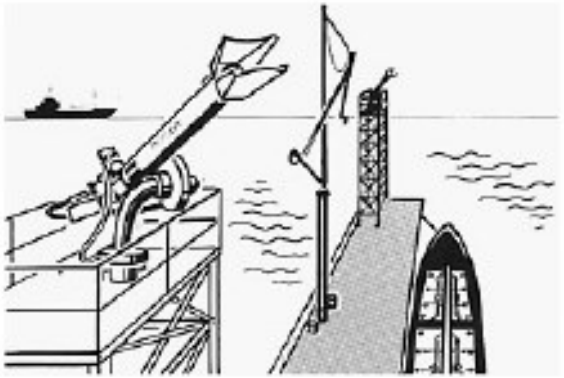
Instalacja pianowa



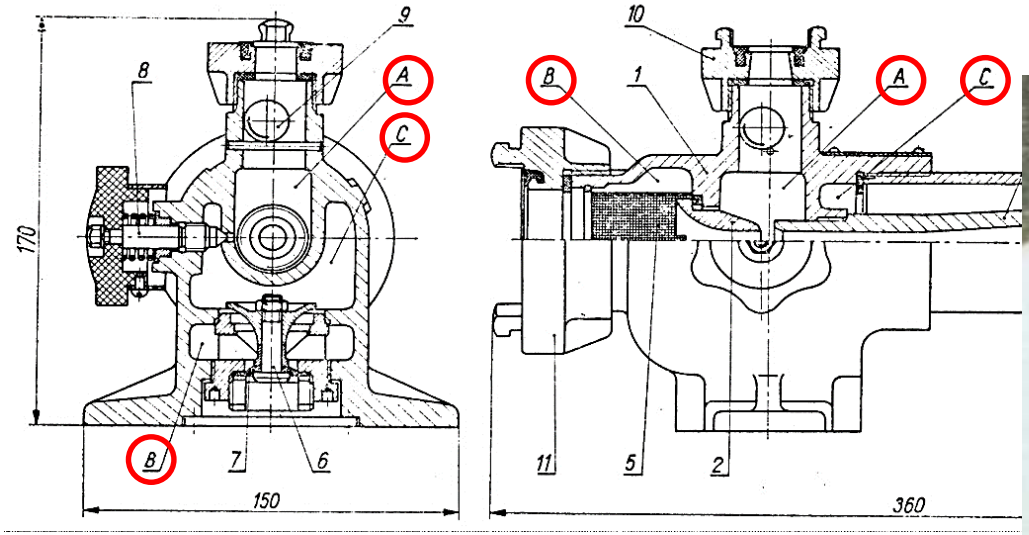
Działka pianowe



Działka pianowe służące do obrony nabrzeża przeładunkowego



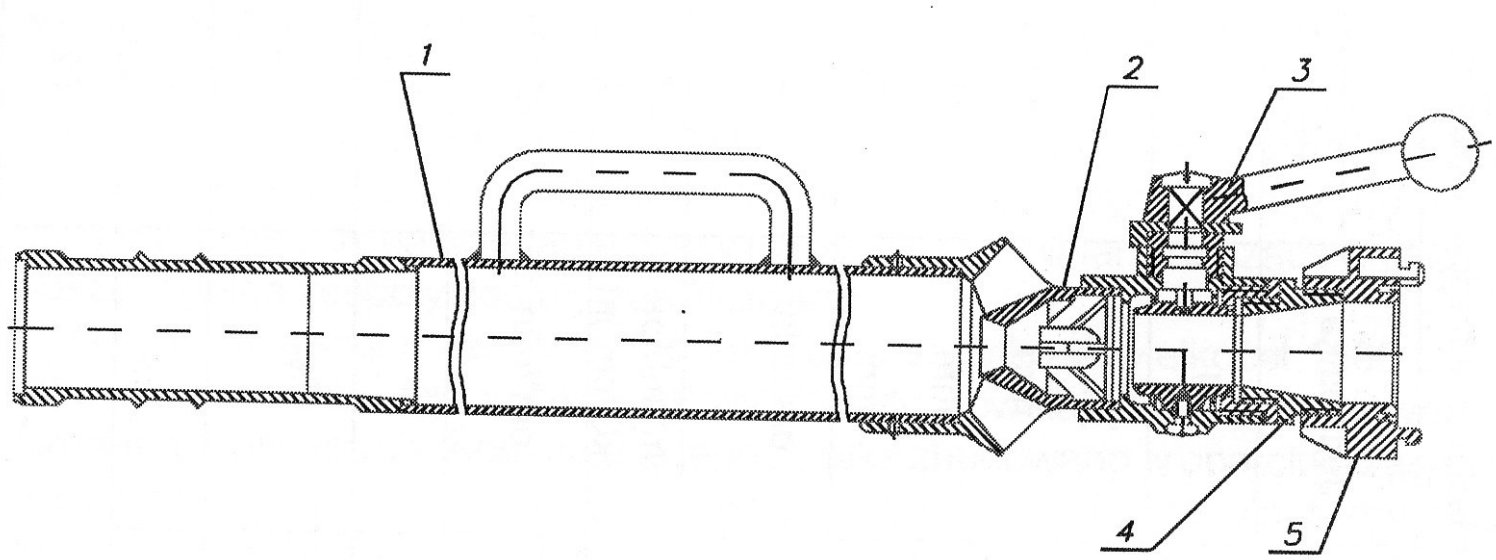
Instalacja pianowa – zasysacz liniowy





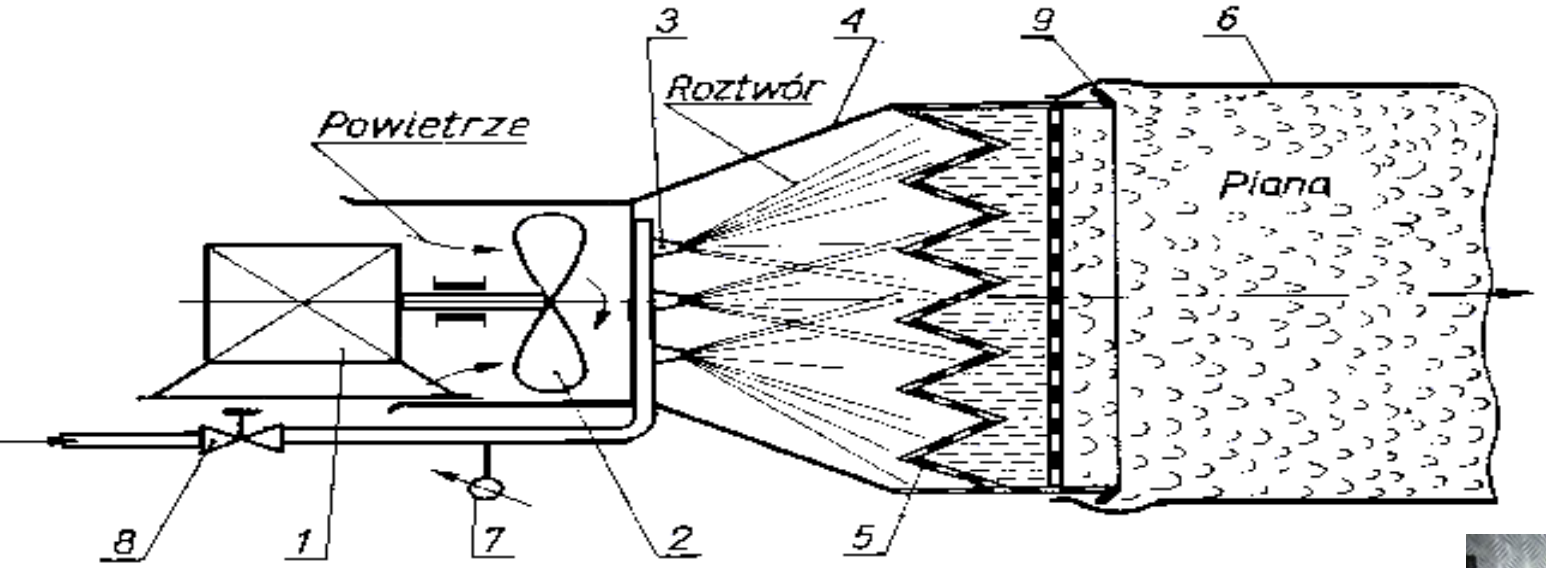
Zasysacz liniowy: **A** – komora podciśnienia, **B,C** – komory przepływowe; **1**- korpus, **2** – dysza zasilająca, **3** – komora mieszania z dyfuzorem, **4** – łącznik rurowy, **5** – siatka filtrująca, **6** – samoczynny zawór regulacyjny, **7** – przepona, **8** – urządzenie dozujące, **9** – zawór zwrotny, **10** – nasada ssawna, **11** – nasada tłoczna

Instalacja pianowa – prądownica pianowa



Prądownica piany ciężkiej – przekrój poprzeczny: **1** – rura prądownicy, **2** – dysza rozpylająca, **3** – zawór kulowy, **4** – zwężka, **5** – nasada tłoczna.

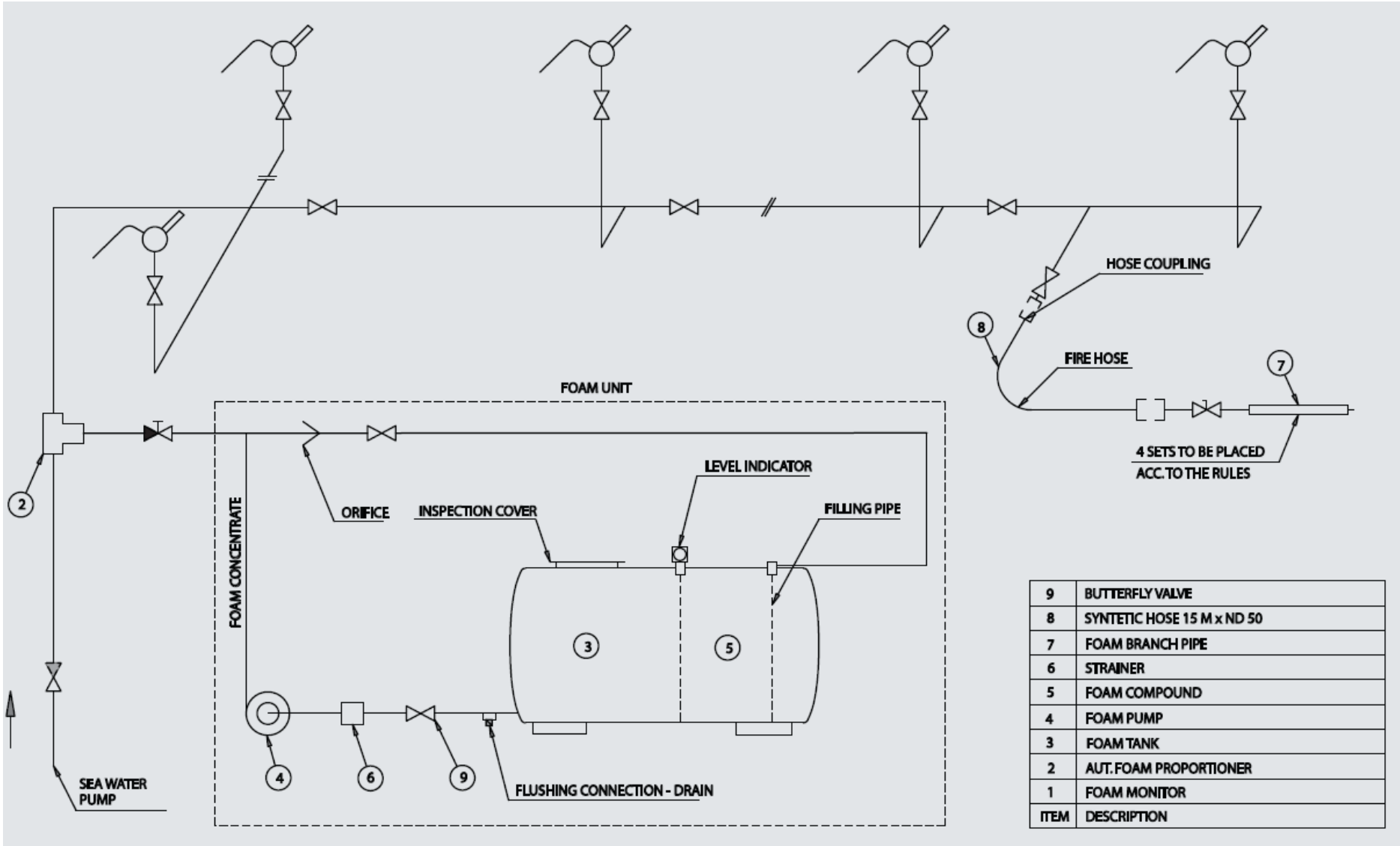
Instalacja pianowa – agregat pianowy



Wytwornica piany – przekrój podłużny: **1** – nasada tłoczna 52, **2** – rozpylacz, **3** – sito filtracyjne, **4** – manometr, **5** – korpus, **6** – uchwyty, **7** – zestaw siatek, **8** – dysza, **9** – zawirowacz.

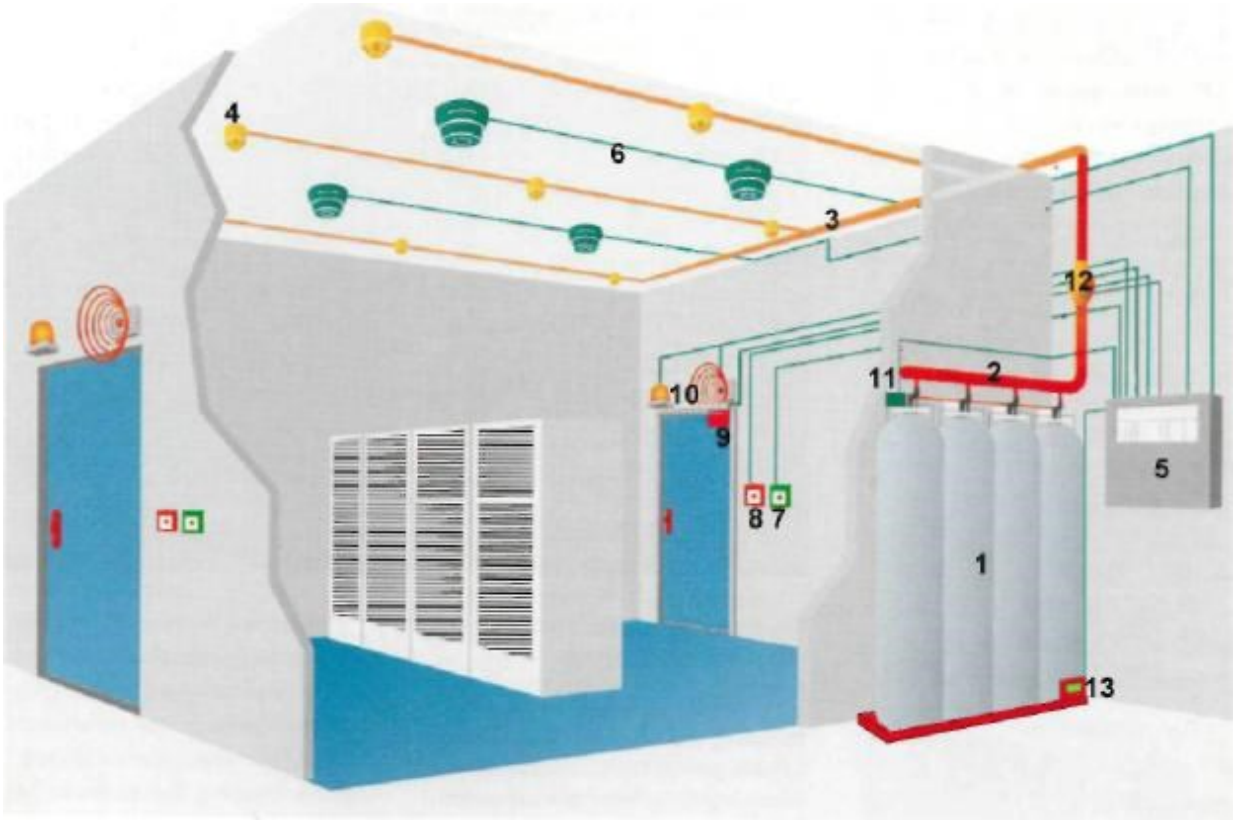


Instalacja pianowa – stacjonarna



ITEM	DESCRIPTION
9	BUTTERFLY VALVE
8	SYNTETIC HOSE 15 M x ND 50
7	FOAM BRANCH PIPE
6	STRAINER
5	FOAM COMPOUND
4	FOAM PUMP
3	FOAM TANK
2	AUT. FOAM PROPORTIONER
1	FOAM MONITOR

Gazowe instalacje gaśnicze





1. Zbiornik z gazem, **2.** Kolektor zbiorczy, **3.** Rurociąg rozprowadzający, **4.** Dysze, **5.** Centrala sterowania gaszeniem, **6.** Linia dozorowa z czujkami pożarowymi, **7.** Przycisk START, **8.** Przycisk STOP, **9.** Zamykacz drzwi, **10.** Urządzenia alarmowe, **11.** Elektromagnes zaworu butli pilotowej, **12.** Czujnik przepływu, **13.** Waga monitorowana.

Gazowe instalacje gaśnicze

Halony to potoczna nazwa ***chlorowcopochodnych węglowodorów***, o krótkich łańcuchach węglowych, zwykle jeden lub dwa węgle w cząsteczce. Ich podstawowe działanie gaśnicze polega na ***chemicznym oddziaływaniu na reakcję spalania***. W strefie płomienia reagują z wolnymi rodnikami, blokując je i w ten sposób zmniejszają szybkość spalania. Odpowiednio duże zredukowanie szybkości reakcji skutkuje obniżeniem temperatury poniżej wartości krytycznej, niezbędnej do podtrzymania reakcji. Liczba w nazwie halonu określa jego budowę, poszczególne cyfry odpowiadają kolejno liczbie atomów węgla, fluoru, bromu i jodu.

Z uwagi na niszczenie powłoki ozonowej przez chlorowce, halony zostały wycofane z produkcji, a od roku 2004 miały być całkowicie wycofane z eksploatacji. Prowadzone są intensywne badania i poszukiwania dla zamienników halonów.

Gazowe instalacje gaśnicze

Wyjątek - Halon 1301

1. Zabezpieczanie kabin załogi, silników i luków bagażowych w samolotach.
2. Zabezpieczanie pomieszczenia załogi, silników w okrętach wojennych i wojskowych pojazdach bojowych.
3. Zobojętnianie przestrzeni przewidzianych na przebywanie ludzi, do których może nastąpić wyciek cieczy lub gazów palnych w obiektach wojskowych, petrochemicznych i na statkach towarowych.
4. Zabezpieczanie głównych ośrodków dowodzenia siłami zbrojnymi oraz innymi jednostkami niezbędnymi dla bezpieczeństwa państwa.
5. Zobojętnianie przestrzeni, w których skutkiem pożaru może być skażenie radiologiczne.
6. Zabezpieczanie tunelu pod Kanałem La Manche i instalacji niezbędnych do jego funkcjonowania.

Gazowe instalacje gaśnicze

GAZOWE CZYNNIKI GAŚNICZE:

Dwutlenek węgla *jest gazem, którego historia zastosowań w ochronie przeciwpożarowej* sięga, podobnie jak w przypadku halonów, początku XX wieku. Skuteczność gaśnicza urządzeń na dwutlenek węgla była wielokrotnie potwierdzona w rzeczywistych sytuacjach, niestety potwierdzony jest również jego szkodliwy, często zabójczy, wpływ na człowieka.

Chlorowcopochodne węglowodorów *nazywane są również zamiennikami halonów,* ponieważ posiadają szereg cech wspólnych z halonami. Zbudowane są najczęściej na bazie metanu CH_4 lub etanu C_2H_6 , w których jeden lub wszystkie atomy wodoru zastąpione zostały atomami chloru, fluoru, jodu lub odpowiednimi kombinacjami.

Gazy obojętne *stosowane do celów gaśniczych to azot, argon ich mieszaniny, w jednym* przypadku z niewielką domieszką CO_2. Gazy obojętne posiadają cechy zdecydowanie różne od halonów. Ich działanie gaśnicze polega na obniżeniu stężenia tlenu w zabezpieczanym pomieszczeniu.

Gazowe instalacje gaśnicze – stężenia gaśnicze

	Nazwa gazu	Stężenie [%]
ZA-MIEN-NIKI HALO-NÓW	FIC 13I1	3,9
	HFC 236fa (FE 36)	6,9
	FC 3-1-10 (CEA 410)	7,7
	HFC-227ea (FM 200)	8,6
	HCFC-124	8,7
	FC 2-8-1	9,5
	HFC-125	10,5
	HCFC BLEND A	12,9
	HFC 23	15,6
	NOVEC	3,5 (paliwo propanowe)
	dwutlenek węgla	35
GAZY OBOJĘ TNE	IG-541 (INERGEN)	37,8
	IG-55 (ARGONIT)	42,0
	IG-100	43,7
	IG-01 (ARGON)	48,8

Gazowe instalacje gaśnicze – zamienniki halonów

Chlorowcopochodne węglowodorów nazywane są potocznie zamiennikami halonów, ponieważ posiadają szereg cech wspólnych z halonami. Stężenia gaszące zamienników mieszczą się w granicach 3 do 11 %, w zależności od rodzaju gazu. Przy niewielkich ciśnieniach (23 do 66 bar) ulegają skropleniu, dzięki czemu mogą być magazynowane na niewielkich powierzchniach, a ponadto wymagania wobec zbiorników i rurociągów są odpowiednio łagodniejsze. Ze względu na małą prężność par, w pewnych przypadkach wymagają dodatkowej butli z azotem, który pełni funkcję gazu wyrzucającego. Po wyładowaniu zamiennika do pomieszczenia następuje jego gwałtowne odparowanie, co powoduje wytrącenie pary wodnej i chwilowe zamglenie w pomieszczeniu. Istotną wadą zamienników jest szybki rozkład termiczny, przy którym powstaje fluorowodór HF. Związek ten jest szkodliwy zarówno dla człowieka, jak i sprzętu elektronicznego. Dlatego dąży się do jak najszybszego ugaszenia pożaru przez zamienniki, aby zminimalizować ilość tworzącego się fluorowodoru.

Gazowe instalacje gaśnicze – gazy obojętne

Gazy obojętne, w normalnym ciśnieniu w granicach temperatur, jakie mogą powstać podczas pożaru, są niepalne, nie podtrzymują palenia i nie wchodzą w reakcje chemiczne z gaszonymi materiałami. Działanie gaśnicze gazów polega na obniżeniu stężenia tlenu (rozcieńczanie) w strefie spalania do wartości, przy której proces palenia ustaje.

Gazy obojętne posiadają cechy zdecydowanie różne od halonów, przede wszystkim stężenia gaszące mieszczą się w okolicach 30 – 50%. Podczas magazynowania pozostają w stanie gazowym, stąd zajmują znacznie większe objętości i wymagają wyższych ciśnień (150-300 bar) a grubsze ścianki zbiorników zwiększają masę całego urządzenia. W zasadzie jedyne co ich łączy z halonami to brak szkód wtórnych spowodowanych gaszeniem. Ich podstawowa zaleta wynika z faktu, że posiadają całkowicie naturalne pochodzenie, stąd brak ujemnego wpływu na środowisko, ponadto nie ulegają rozkładowi termicznemu.

Gazowe instalacje gaśnicze – gazy obojętne

Argon	IG-01	Ar
Nitrogen	IG-100	N_2
Inergen	IG-541	N^2 (52%) Ar (40%) CO^2 (8%)
Argonit	IG-55	N^2 (50%) Ar (50%)

Gazowe instalacje gaśnicze – gazy obojętne

Sposoby wytwarzania gazu obojętnego na statkach:

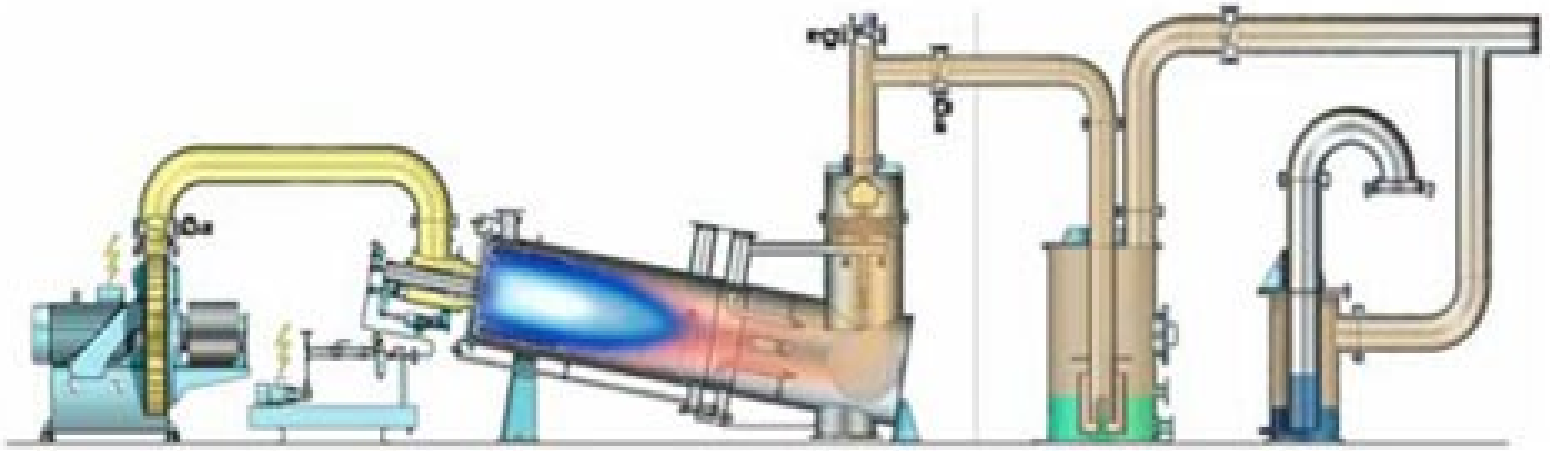
- gaz obojętny ze spalin kotłów głównych lub pomocniczych,
- gaz obojętny wytwarzany w generatorach (wytwornicach),
- spalających olej napędowy MDO lub olej napędowy HFO,
- gaz obojętny wytwarzany w generatorach wykorzystujących spaliny, z turbin spalinowych z ich dopalaniem,
- czysty azot, który może być dostarczany w postaci ciekłej z lądu, może być produkowany w instalacji statkowej,

Instalacje gazu obojętnego

Gazy obojętne stosuje się na statkach jako środek gaśniczy o działaniu tłumiącym, lub w charakterze czynnika do zobojętniania atmosfery w przestrzeniach zagrożonych wybuchem, np. zbiorniki ropy naftowej i produktów jej przerobu na zbiornikowcach. Zabezpieczenia przeciwwybuchowe chronią atmosferę zbiornika przed inicjatorem reakcji spalania. Najszersze zastosowanie znalazły jak dotąd spaliny kotłowe poddawane specjalnej obróbce oczyszczającej i schłodzeniu oraz spaliny gazy spalinowe wytwarzane w specjalnych wytwornicach. Znacznie rzadziej stosowany jest azot i argon.

W instalacjach prewencyjnych na zbiornikowcach wykorzystywane są najczęściej gazy spalinowe (z kotłów głównych lub pomocniczych). Gazy spalinowe przed podaniem do zbiorników oczyszcza się i schładza. W sytuacji gdy, kotły produkują za małą ilość spalin lub ich jakość jest nieodpowiednia, gazy obojętne otrzymuje się przez obróbkę spalin wytwarzanych w specjalnie do tego celu konstruowanych wytwornicach.

Instalacje gazu obojętnego – generator gazu obojętnego



Najwygodniejszym urządzeniem do wytwarzania żądanej ilości spalin o bardzo małej zawartości tlenu (nawet O_2<0,5%) jest niezależny generator spalin. W komorze spalania tego generatora można spalać dowolne paliwa ciekłe (np. olej opałowy, mazut, zużyte oleje smarowe) lub gazowe (np. propan, butan itp.).

Instalacje gazu obojętnego – azot jako gaz obojętny

W przypadku transportowania morzem ciekłego gazu ziemnego, który musi być transportowany w specjalnych kriogenicznych zbiornikach w temperaturze ~160^{o}C, zastosowanie spalin jako gazu obojętnego jest niemożliwe. W tak niskiej temperaturze, niektóre składniki gazu obojętnego przeszłyby w stan stały. W związku z tym, jedynym możliwym do użycia gazem pozostaje czysty azot. Otrzymywanie czystego azotu jest jednakże dużo droższe, niż otrzymywanie gazu ze spalin kotłowych.

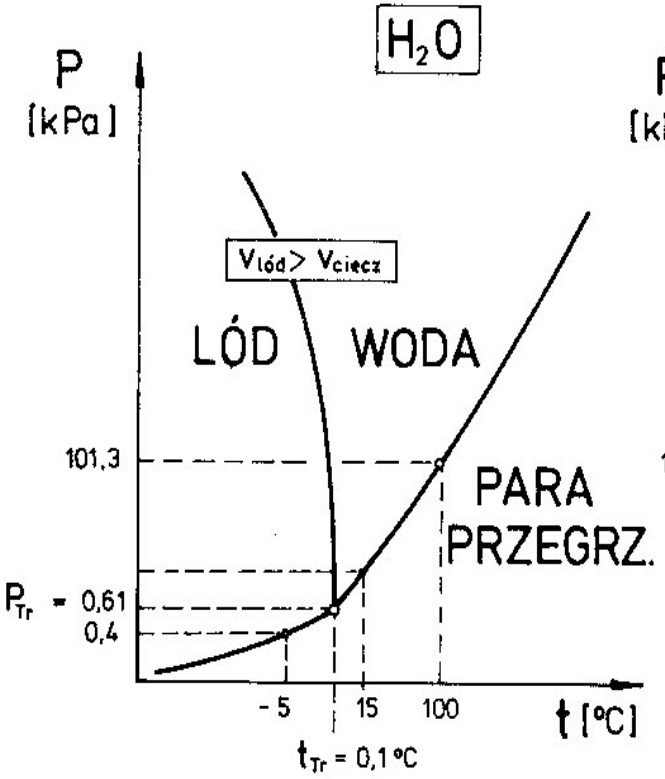
W praktyce spotyka się trzy sposoby rozwiązania instalacji stosującej azot jako gaz obojętny, są to instalacje:

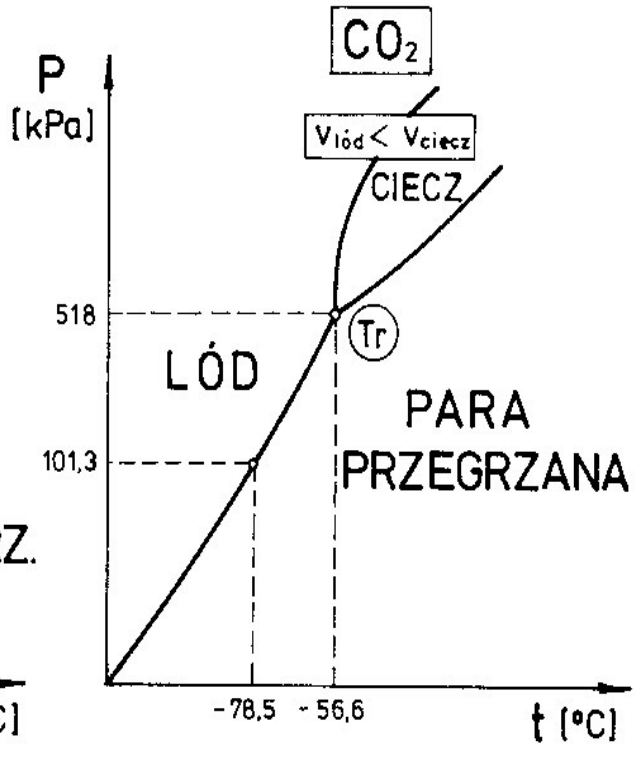
- ze zbiornikami azotu ciekłego napełnianymi ze zbiorników lądowych,
- z urządzeniami produkującymi skroplony azot na statku,
- z urządzeniami produkującymi azot w stanie gazowym na statku,

Krzywe nasycenia dla H_20 i CO_2 – porównanie



➢ Obniżenie temperatury pary CO_2 przy ciśnieniu zewnętrznym atmosferycznym do wartości poniżej -78,5 °C prowadzi do zjawiska resublimacji CO_2. Gaz zamienia się w śnieżnobiałą masę (gaśnice śniegowe - środkiem gaśniczym w gaśnicy jest zawarty w wysokociśnieniowej butli, skroplony CO_2 (dwutlenek węgla), który rozprężając się adiabatycznie oziębia się do ok. -78°C i zestala w formę tzw. suchego lodu.).





➢ Odmienne przebiegi krzywych topnienia (krzepnięcia) CO_2 i H_2O związane są charakterystycznym dla H_2O wzrostem objętości lodu w stosunku do objętości wody.

➢ Odchylenie w lewo krzywej topnienia lodu H_2O wyjaśnia, dlaczego pod wysokim ciśnieniem, np. wywołanym przez ciężar łyżwiarza skupiony na ostrej krawędzi łyżwy, lód o niskiej nawet temperaturze topi się dając wodę, dzięki której tarcie łyżwy o lód jest płynne (niewielkie),

➢ CO_2 może być cieczą tylko pod ciśnieniem wyższym niż 5,18 bar.

➢ Krzywa sublimacji dla CO_2 wyjaśnia dlaczego zestalony blok CO_2 nazywa się **suchym lodem** (pod ciśnieniem atmosferycznym blok taki się nie topi, lecz ulega bezpośredniej sublimacji w parę CO_2, przy czym temperatura powstającej pary jest bardzo niska tzn. niższa od -78,5 °C. Sublimujący dwutlenek węgla pobiera wielkie ilości ciepła temperatura obniżając temperaturę w pomieszczeniach chłodniczych).

Instalacja CO_2

Tabela 4. Wpływ dwutlenku węgla na organizm ludzki wg EPA

Stężenie	Czas narażenia	Reakcja
2%	kilka godzin	ból głowy, zmęczenie po małym wysiłku, nadmierne pocenie wzrost ciśnienia krwi, zawroty głowy, dreszcze
3%	godzina	
4-6%	kilka minut	
7-10%	kilka minut	przyspieszone tętno, krótki oddech, senność, możliwość utraty przytomności
11-16%	kilka minut	utrata przytomności, śpiączka, konwulsje, śmierć
17-30%	1 minuta	

Dwutlenek węgla jest gazem bez barwy i zapachu, o bardzo słabym kwaśnym zapachu. Gęstość względem powietrza - 1,529, czyli jest półtora razy cięższy od powietrza, co znacznie poprawia jego skuteczność jako środka gaśniczego, ponieważ w mniejszym stopniu ulatnia się z chronionych przestrzeni, tworząc dosyć trwałą warstwę izolującą. Skroplony dwutlenek węgla przybiera 1/462 swej objętości gazowej.



Instalacja CO_2

Wymagania ilość dwutlenku węgla:

$G = 1{,}79 \cdot V \cdot \varphi$ [kg]

gdzie:

V – objętość obliczeniowa największego pomieszczenia bronionego [m³];

φ – współczynnik wypełnienia [kg/m³];

φ = 0,3 – dla pomieszczeń ładunkowych do przewozu ładunków suchych i innych pomieszczeń, z wyjątkiem przedziałów maszynowych;

φ = 0,35 – dla przedziałów maszynowych, których objętość brutto przyjęto z uwzględnieniem objętości szybów;

φ = 0,4 – dla przedziałów maszynowych, których objętość brutto przyjęto bez uwzględnienia szybów powyżej poziomu, na którym powierzchnia poziomego przekroju szybu nie przekracza 40% całkowitej powierzchni przedziału maszynowego, mierzonej w połowie wysokości od dna wewnętrznego do najniższej części szybu.

Inne wymagania:

Rurociągi doprowadzające dwutlenek węgla do pomieszczeń bronionych powinny zapewniać wypływ z butli lub zbiornika 85% obliczeniowej ilości CO2 w czasie nie dłuższym niż:

- 2 minut – dla przedziałów maszynowych, pomieszczeń awaryjnych zespołów prądotwórczych oraz dla innych pomieszczeń, w których używane jest paliwo ciekłe;
- 10 minut – dla pomieszczeń ładunkowych ro-ro; w których przewożone są pojazdy samochodowe z zatankowanym paliwem oraz dla ładowni przeznaczonych do przewozu ładunków niebezpiecznych.
- 30 minut – dla pomieszczeń ładunkowych innych niż określone wyżej.

Instalacja CO_2 – stacja CO_2



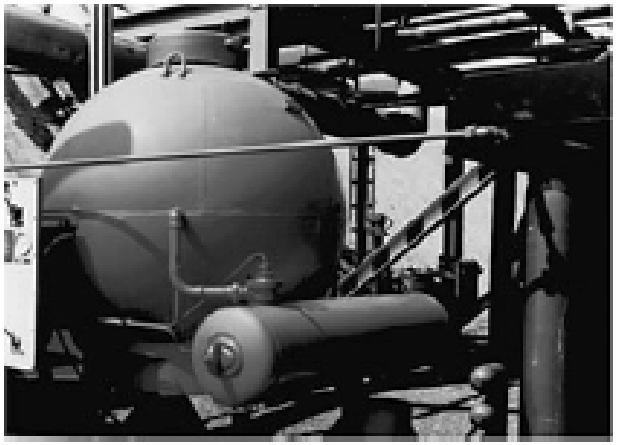




Instalacja proszkowa

Wymagania:

1. W instalacji należy stosować uznany przez PRS proszek gaśniczy, a jako nośnik azot.
2. Instalacja proszkowa składa się z stacji (zbiorniki z proszkiem i butle z gazem), posterunków pożarowych (butle pilotowe, prądownice z wężami lub działka proszkowe) oraz rurociągów i armatury.
3. Instalacja powinna być gotowa do działania, najpóźniej 30 sekund od momentu otwarcia butli pilotowej.
4. W stacji powinna znajdować się taka ilość proszku która zapewni gaszenie przez 45 sekund z nominalną wydajnością.



Zbiornik z proszkiem

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

dr inż. Paweł Szymański

INSTALACJA BALASTOWA

Zagadnienia

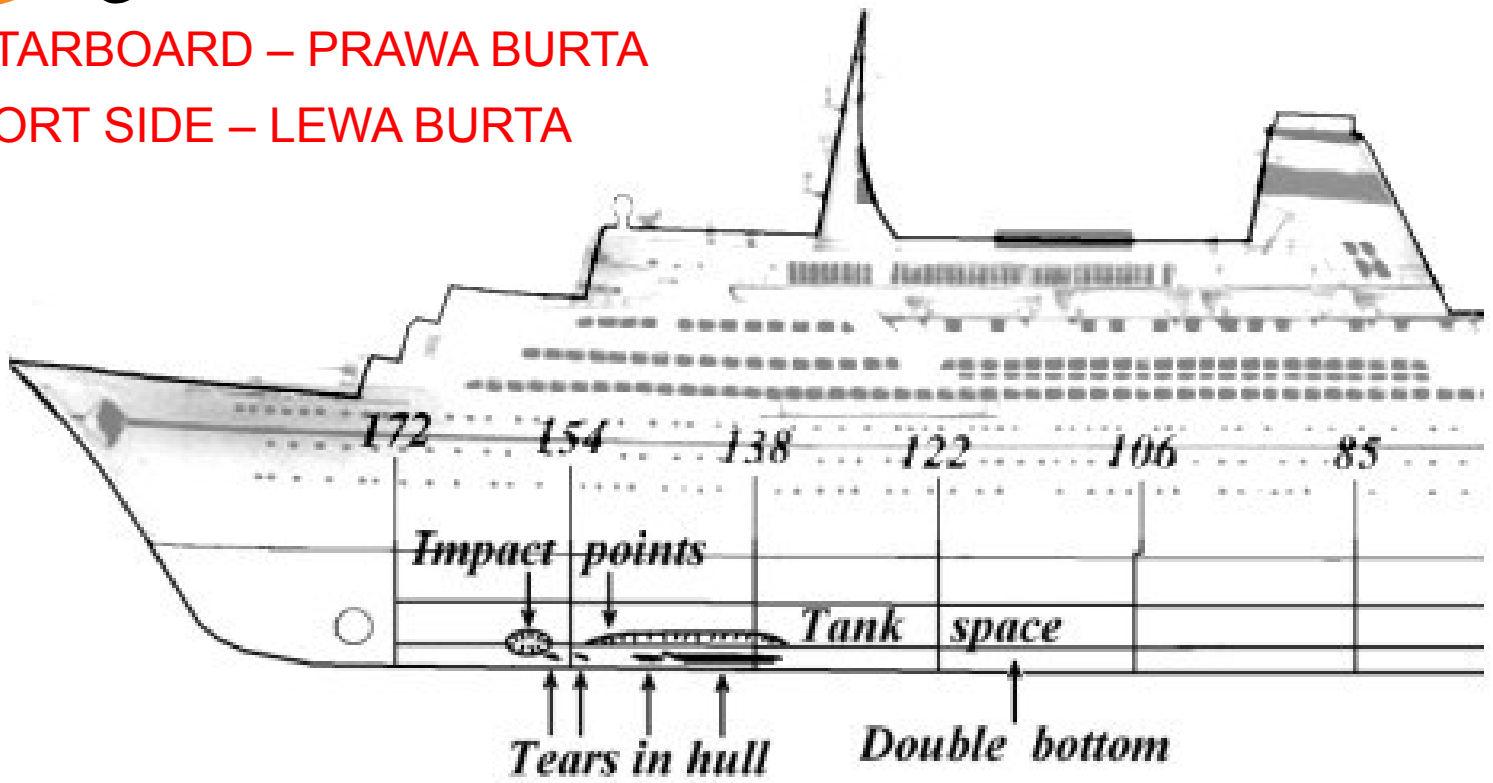
- Wprowadzenie – konstrukcja kadłuba, stateczność i niezatapialność statku
- Przeznaczenie instalacji balastowych
- Ogólna budowa instalacji – typowe rozwiązania konstrukcyjne
- Elementy instalacji
  - Armatura
  - Króćce ssące

PRZEDZIAŁ WODOSZCZELNY – część wewnętrznej przestrzeni statku ograniczona dnem, burtami, pokładem grodziowym i dwiema sąsiednimi grodziami wodoszczelnymi lub grodzią skrajnika i jego poszyciem.



STARBOARD – PRAWA BURTA

PORT SIDE – LEWA BURTA



Gródź wodoszczelna

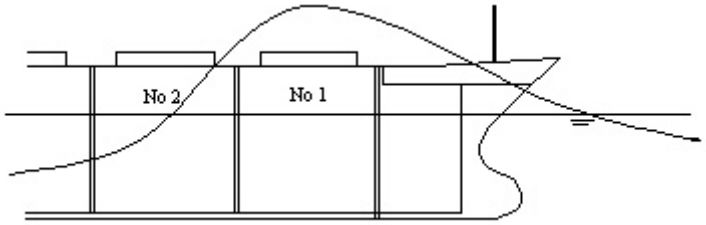
GRÓDŹ WODOSZCZELNA – element konstrukcyjny kadłuba dzielący jednostkę pływającą na przedziały wodoszczelne.

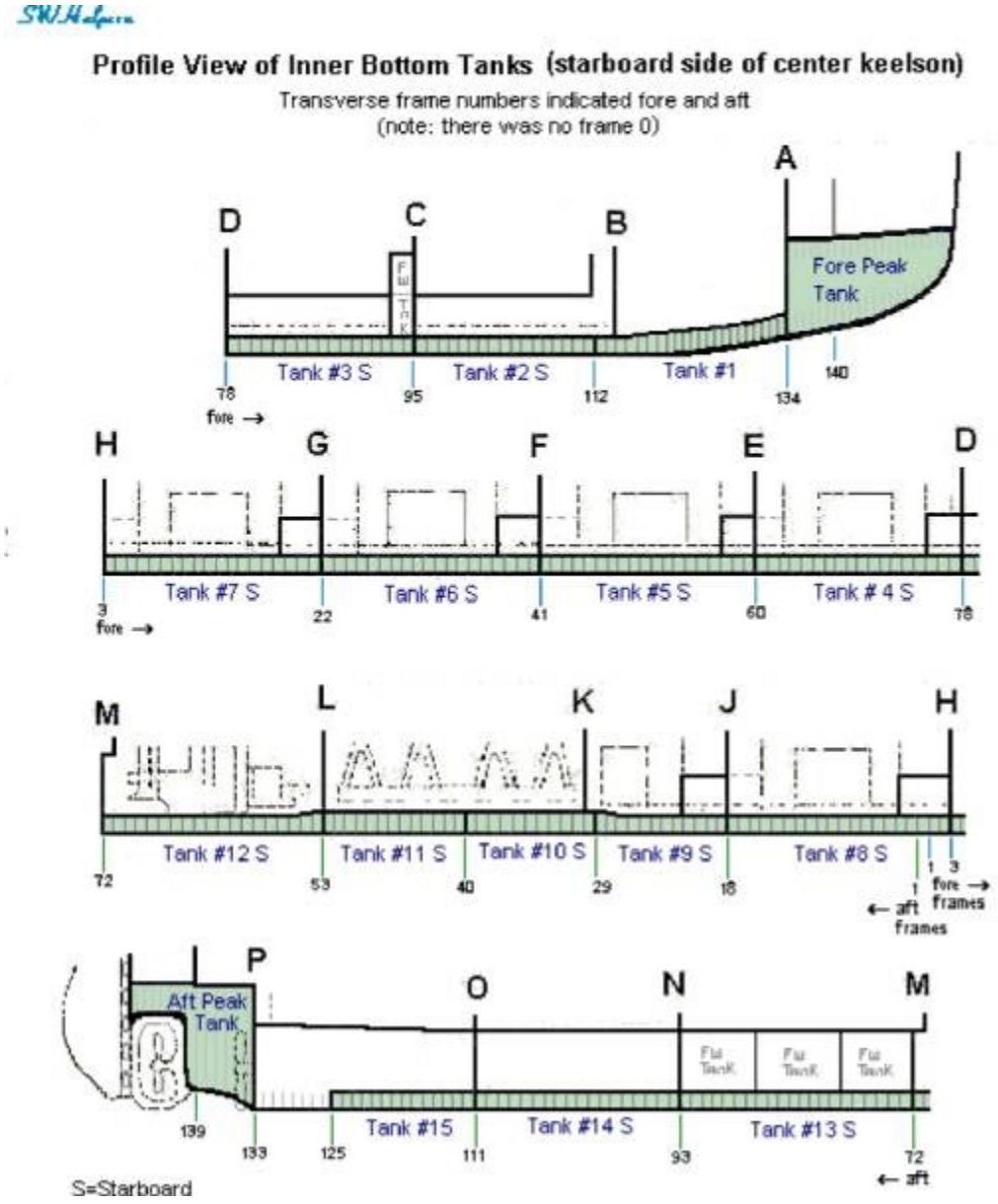
Gródź ta sięga od pokładu głównego (grodziowego) do dna statku (okrętu). W zależności od usytuowania grodzi względem osi kadłuba wyróżnia się grodzie wodoszczelne poprzeczne lub podłużne. Wzmacniają one szkielet jednostki pływającej oraz przyczyniają się do zwiększenia jej niezatapialności. Projektowane są w taki sposób, aby ich wytrzymałość sprostała naporowi wody wypełniającej całkowicie przedział wodoszczelny. W celu zapewnienia komunikacji pomiędzy sąsiadującymi przedziałami wodoszczelnymi grodzie te wyposaża się w **DRZWI WODOSZCZELNE**.

Na mniejszych jednostkach (np. większych jachtach) dwie grodzie poprzeczne oddzielają TRZY przedziały wodoszczelne: forpik, śródokręcie, achterpik. Na większych ich liczba może dochodzić do kilku - KILKUNASTU. Duże okręty wojenne lub duże statki o zwiększonych wymaganiach dotyczących bezpieczeństwa (np. zbiornikowce typu B-max, C-max, V-max) posiadają również grodzie podłużne.

Grodzie wodoszczelne







Podział na przedziały wodoszczelne

Wszystkie statki powinny posiadać następujące grodzie wodoszczelne:

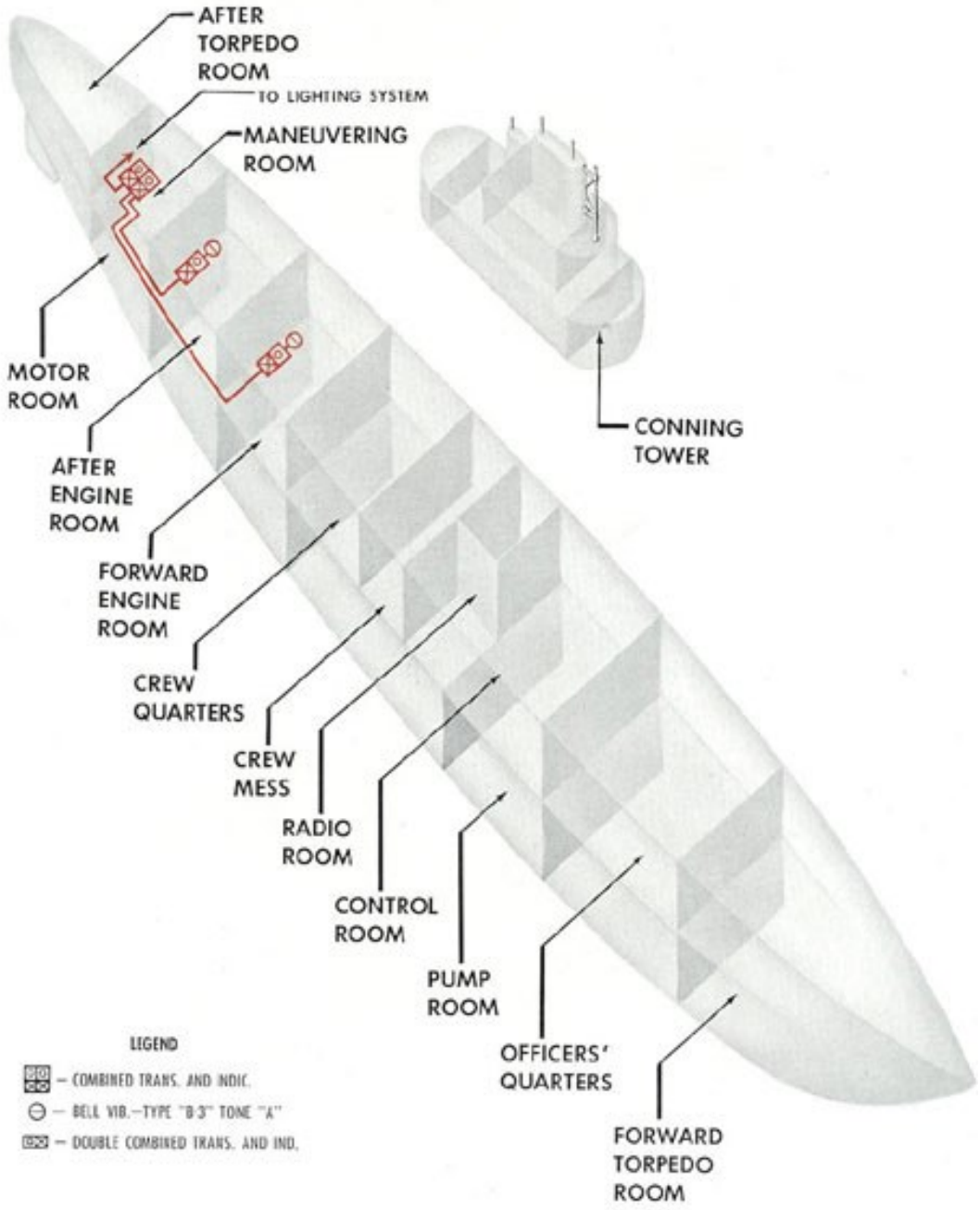
- gródź kolizyjną,
- gródź skrajnika rufowego,
- grodzie ograniczające przedział maszynowni (przy czym gródź przedziału maszynowni może być jednocześnie grodzią skrajnika rufowego).

Ogólna liczba poprzecznych grodzi wodoszczelnych na statkach nie mających grodzi wzdłużnych nie powinna być mniejsza od liczby podanej w tabeli

Odległość między sąsiednimi grodziami nie powinna przekraczać 30 m; jej zwiększenie podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Liczba poprzecznych grodzi wodoszczelnych

Długość statku L_F [m]	Położenie maszynowni	
	na rufie [1)]	w innym rejonie
$L_F \leq 65$	3	4
$65 < L_F \leq 85$	4	4
$85 < L_F \leq 105$	4	5
$105 < L_F \leq 125$	5	6
$125 < L_F \leq 145$	6	7
$145 < L_F \leq 165$	7	8
$165 < L_F \leq 190$	8	9
$190 < L_F \leq 225$	9	10
$L_F > 225$	według uzgodnienia z PRS	



Rozwiązania specjalne - okręty

NIEZATAPIALNOŚĆ — zdolność statku, po uszkodzeniu i zatopieniu przedziału lub grupy przedziałów przyległych, do zachowania pływalności i stateczności.

PŁYWALNOŚĆ — zdolność całkowicie wyposażonego i załadowanego statku do utrzymywania się na wodzie przy zachowaniu przepisowego zanurzenia na dziobie i na rufie.

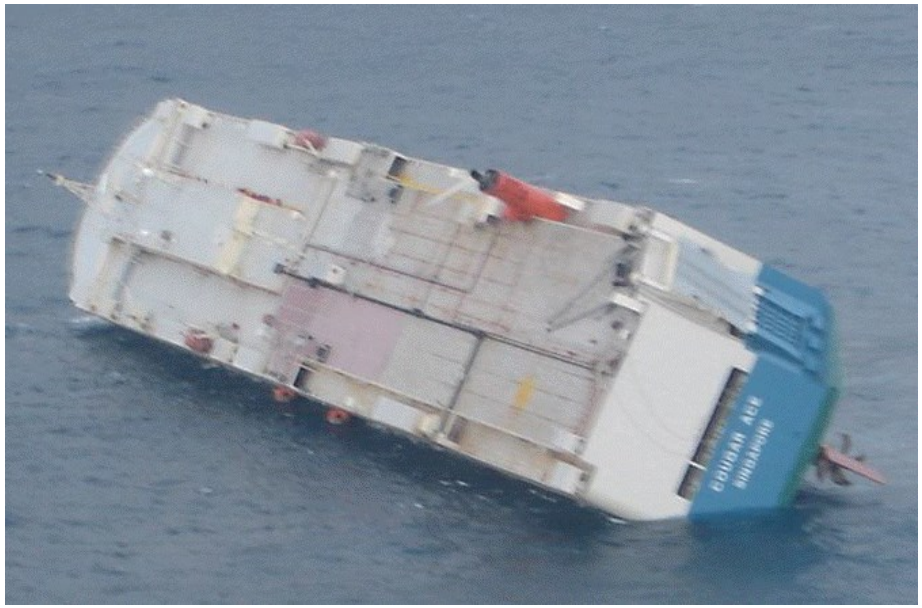
Utrata niezatapialności (pływalności)





STATECZNOŚĆ - zdolność statku do przeciwstawiania się siłom zewnętrznym mogącym spowodować jego przewrócenie. Wyróżnia się *stateczność wzdłużną* i *poprzeczną* *(w uproszczeniu: zdolność powracania do stanu równowagi założonego podczas projektowania, zaburzonego przez siły zewnętrzne np. falowanie morza, wiatr itp.)*.

Utrata stateczności





Utrata stateczności i niezatapialności





Przeznaczenie instalacji balastowej

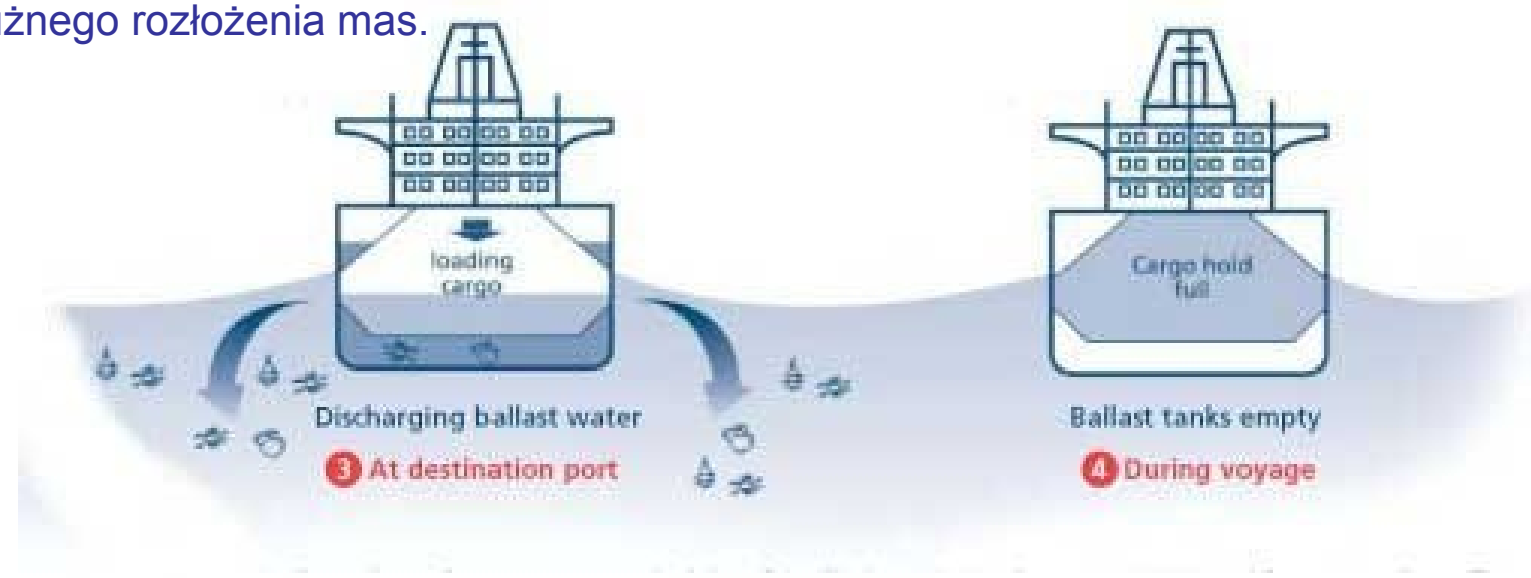
ZADANIA ZWIĄZANE Z BALASTOWANIEM STATKU:

¤ Poprawa stateczności statku. Wraz ze zużywaniem się zapasów środek masy statku przemieszcza się ku górze, aby temu zapobiec należy sukcesywnie napełniać denne zbiorniki balastowe.

¤ Likwidacja przegłębienia statku wywołana załadunkiem, wyładunkiem lub zużyciem zapasów. W tym celu napełniamy zbiorniki balastowe umieszczone w skrajnikach (dziobowych i rufowych).

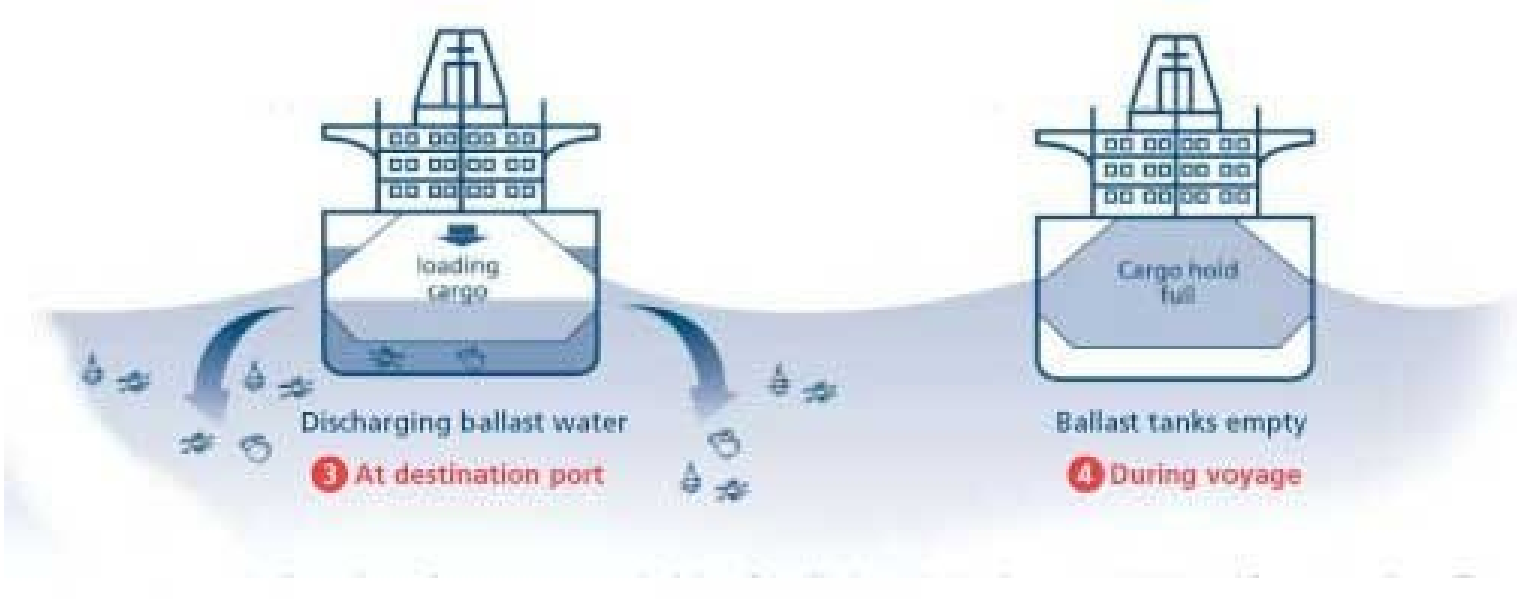
¤ Zrównoważenie przechyły statku, poprzez napełnianie odpowiednich zbiorników umieszczonych na burtach.

¤ Zmniejszenie obciążenia długich statków powstałych na skutek nierównomiernego wzdłużnego rozłożenia mas.

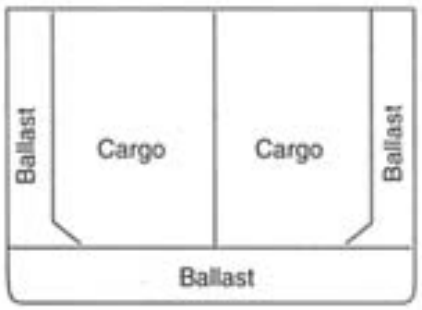


Przeznaczenie instalacji balastowej

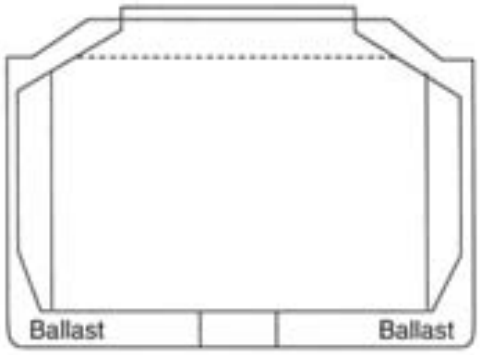
- Instalacja balastowa umożliwia napełnianie i opróżnianie zbiorników balastu wodnego, umożliwia również przepompowywanie balastów pomiędzy poszczególnymi zbiornikami.
- Konieczność stosowania balastów wodnych wynika z potrzeby wyrównywania przechyłów i przegłębień statku a także z konieczności zwiększenia w niektórych przypadkach jego zanurzenia.
- Ciężar balastu wodnego wynosi około 10 – 20% wyporności statku.



Rozmieszczenie zbiorników balastowych



Tanker

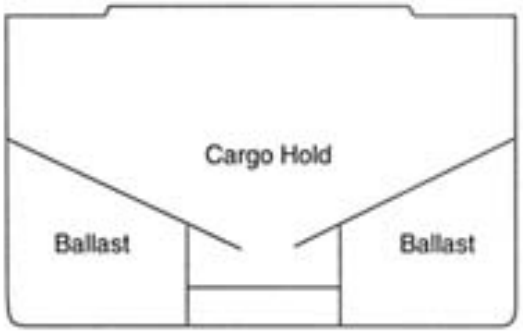


Panamax size oil bulk ore carrier

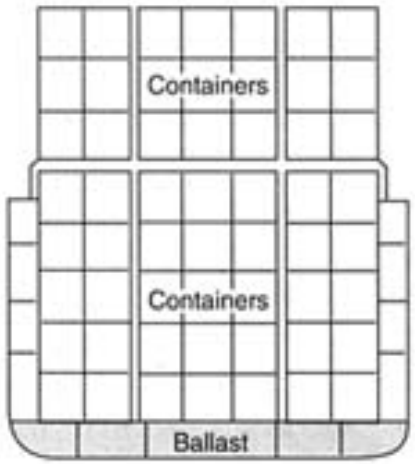
bulk carrier – masowiec

ore – ruda

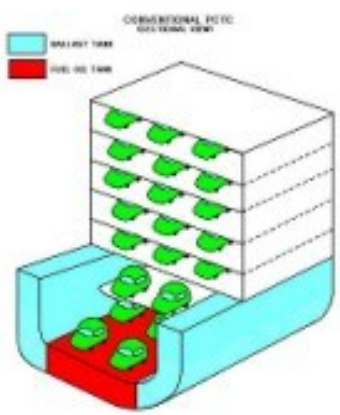
ore-bulk-oil carrier - roporudomasowiec

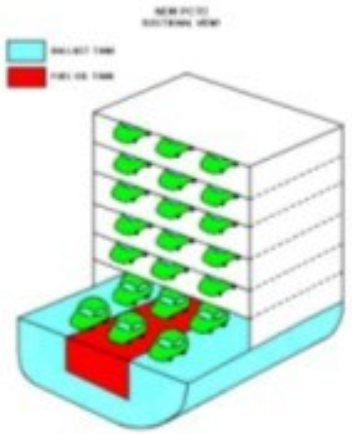


Great Lakes bulk vessel, intermediate class



Container ship





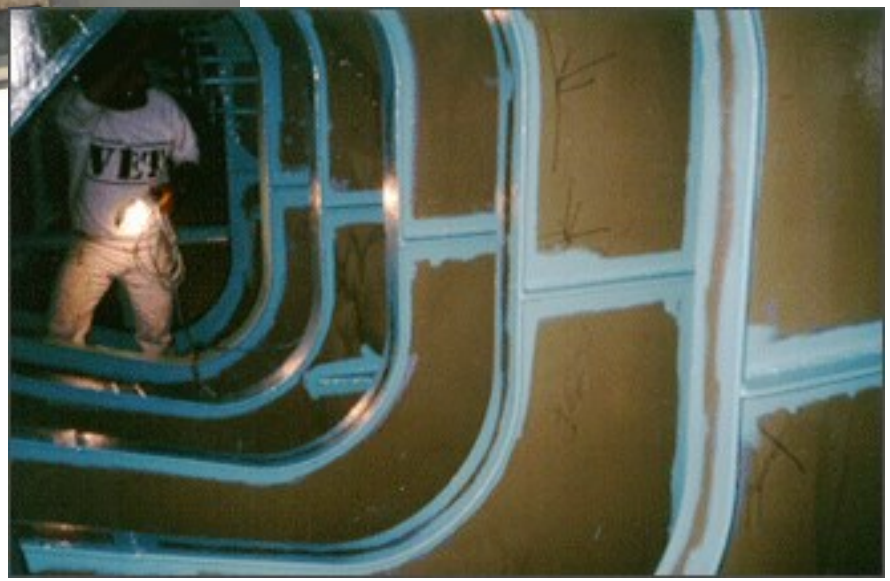
Zbiornik balastu oddzielonego – zbiornik całkowicie oddzielony od systemu ładunkowego oleju i systemu paliwa ciekłego, przeznaczony wyłącznie do przewozu wody balastowej.

Zbiornik balastu czystego – zbiornik, który po ostatnim przewożeniu w nim oleju został tak oczyszczony, że usuwany z niego do czystej i spokojnej wody balast, w czasie gdy statek nie porusza się, nie spowoduje pojawienia się na powierzchni wody lub przyległym brzegu widocznych w bezchmurny dzień śladów oleju ani też nie spowoduje osadzenia się emulsji bądź szlamu olejowego pod powierzchnią wody lub na przyległym brzegu.

Jeżeli wypływ balastu odbywał się poprzez zatwierdzony system kontrolno-pomiarowy usuwania oleju, to dostarczony przez ten system dowód, że zawartość oleju w usuwanej wodzie nie przekroczyła 15 ppm (15 części na milion), jest podstawą do uznania balastu za czysty, pomimo widocznych śladów oleju.







Instalacja balastowa

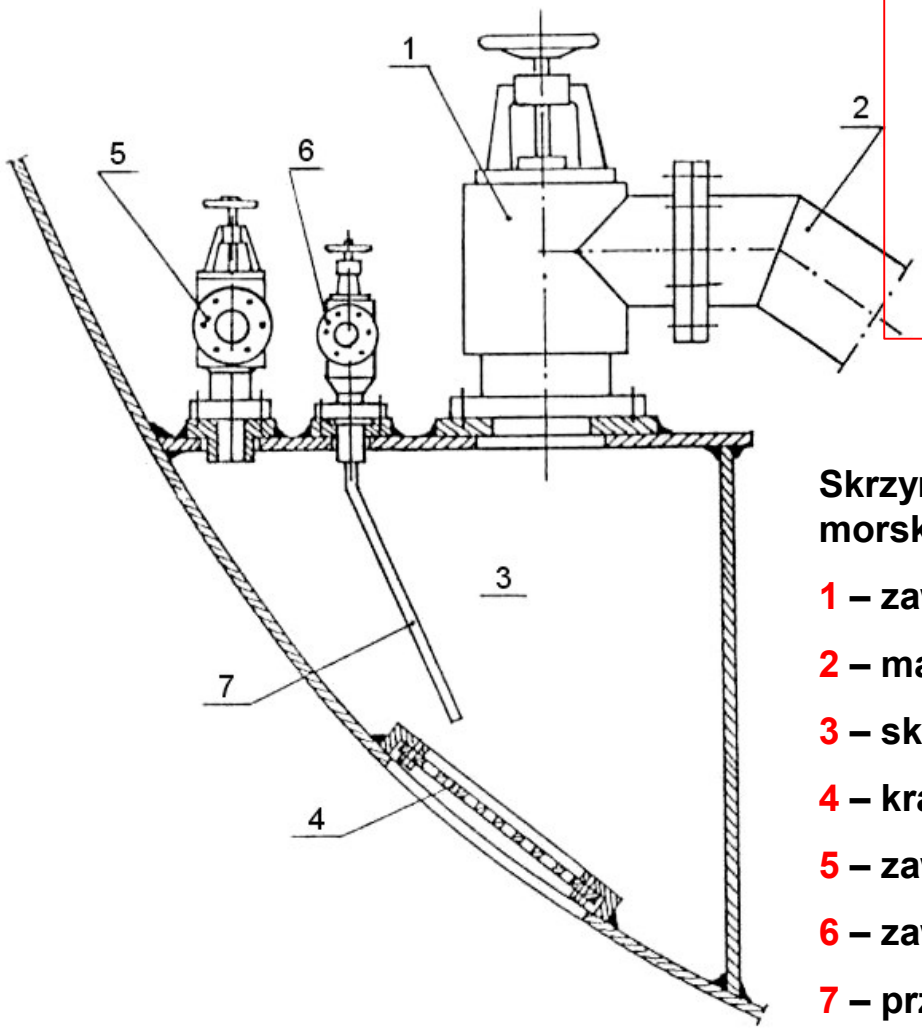
Na statkach krótkich i średniej długości (do 150 m) całkowita masa balastu w zbiornikach wynosi najczęściej kilkanaście procent (10-15%) ich maksymalnej nośności.

Na dużych i długich statkach, pływających często bez ładunku łączna masa balastu w zbiornikach może dochodzić do 30% nośności tych jednostek (zbiornikowce, masowce, statki kombinowane typu OBO – „*ore-bulk-oil*”; polska nazwa: „ropo-rudo-masowce”, COB – „*container-oil-bulk*”).

Statki wielozadaniowe do przewozu rudy, ładunków masowych oraz ładunków płynnych, ale konstrukcyjnie i w znacznej mierze funkcjonalnie są to jednak masowce. Ich ładownie mogą w szybki sposób zostać przystosowane do przewozu każdego z tych ładunków. Statki te wyposażone są zarówno w klapy ładowni, wykorzystywane podczas operacji przeładunkowych rudy i ładunków masowych, jak i rurociągi wykorzystywane podczas operacji z wykorzystaniem ładunków płynnych.

Instalacja balastowa

Pobór wody za pomocą kingstonu:



Na każdej burcie instaluje się jedną, ewentualnie dwie, skrzynie kingstonowe (czasami dodatkowo w rejonie dziobu). Oprócz zaworu zaporowego kingstonowego do poboru wody, skrzynie posiadają zawór doprowadzający parę wodną, aby dokonać ewentualnego rozmrożenia lodu oraz zawór sprężonego powietrza do przedmuchiwania skrzyni kingstonowej.

Skrzynia kingstonowa i główny zawór poboru wody morskiej:

1 – zawór zaporowy poboru wody morskiej – kingstonowy;

2 – magistrala kingstonowa;

3 – skrzynia kingstonowa;

4 – krata wlotowa;

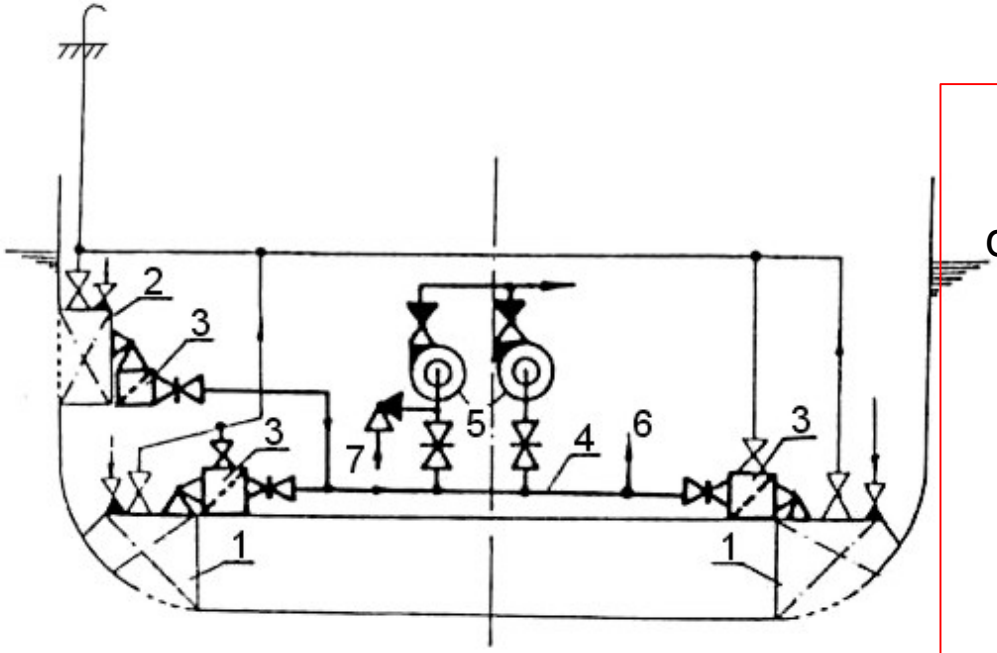
5 – zawór sprężonego powietrza;

6 – zawór doprowadzający parę wodną;

7 – przewód parowy.

Instalacja balastowa

Magistrala kingstonowa:



Skrzynie kingstonowe połączone są między sobą rurociągiem o dużej średnicy, zwanym magistralą kingstonową. Od niej odchodzą odgałęzienia do poszczególnych instalacji wody morskiej: balastowej, chłodzenia silników i mechanizmów w maszynowni, przeciwpożarowej, mycia ładowni itp.

Magistrala kingstonowa:

1 – skrzynia kingstonowa;

2 – skrzynia zaworu burtowego;

3 – osadnik;

4 – magistrala kingstonowa;

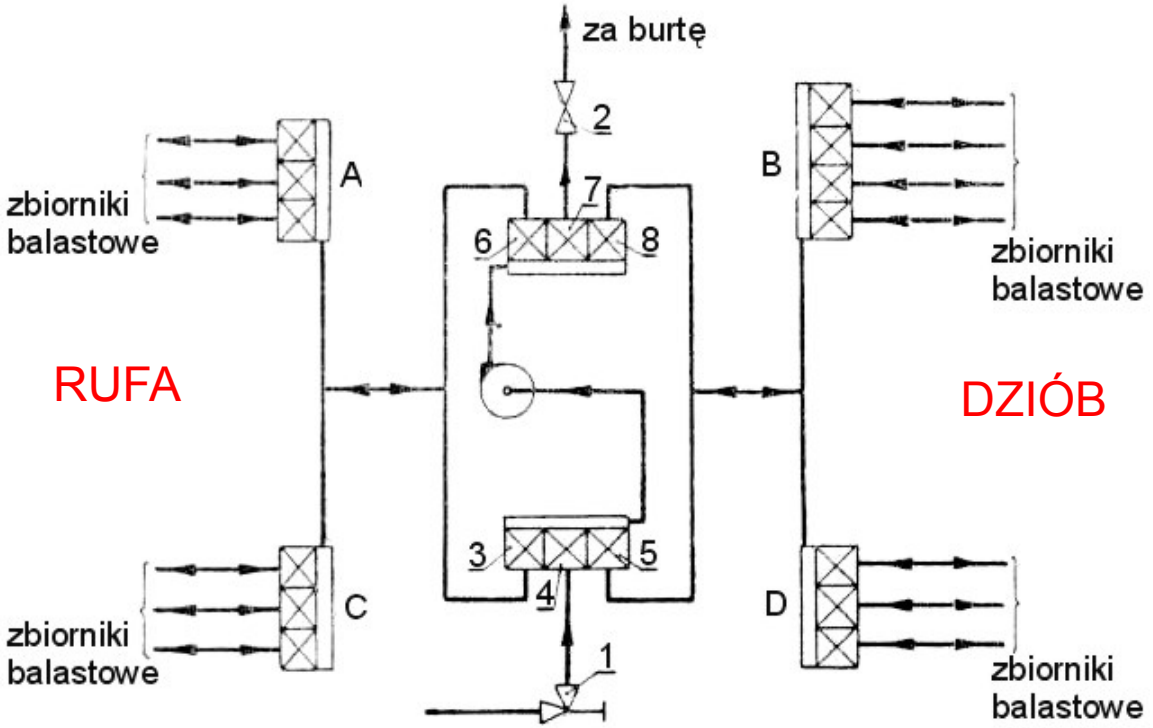
5 – pompa wody morskiej;

6 – połączenie z dziobową magistralą kingstonową;

7 – awaryjne odwadnianie maszynowni.

Instalacja balastowa

Podstawowy schemat instalacji balastowej:

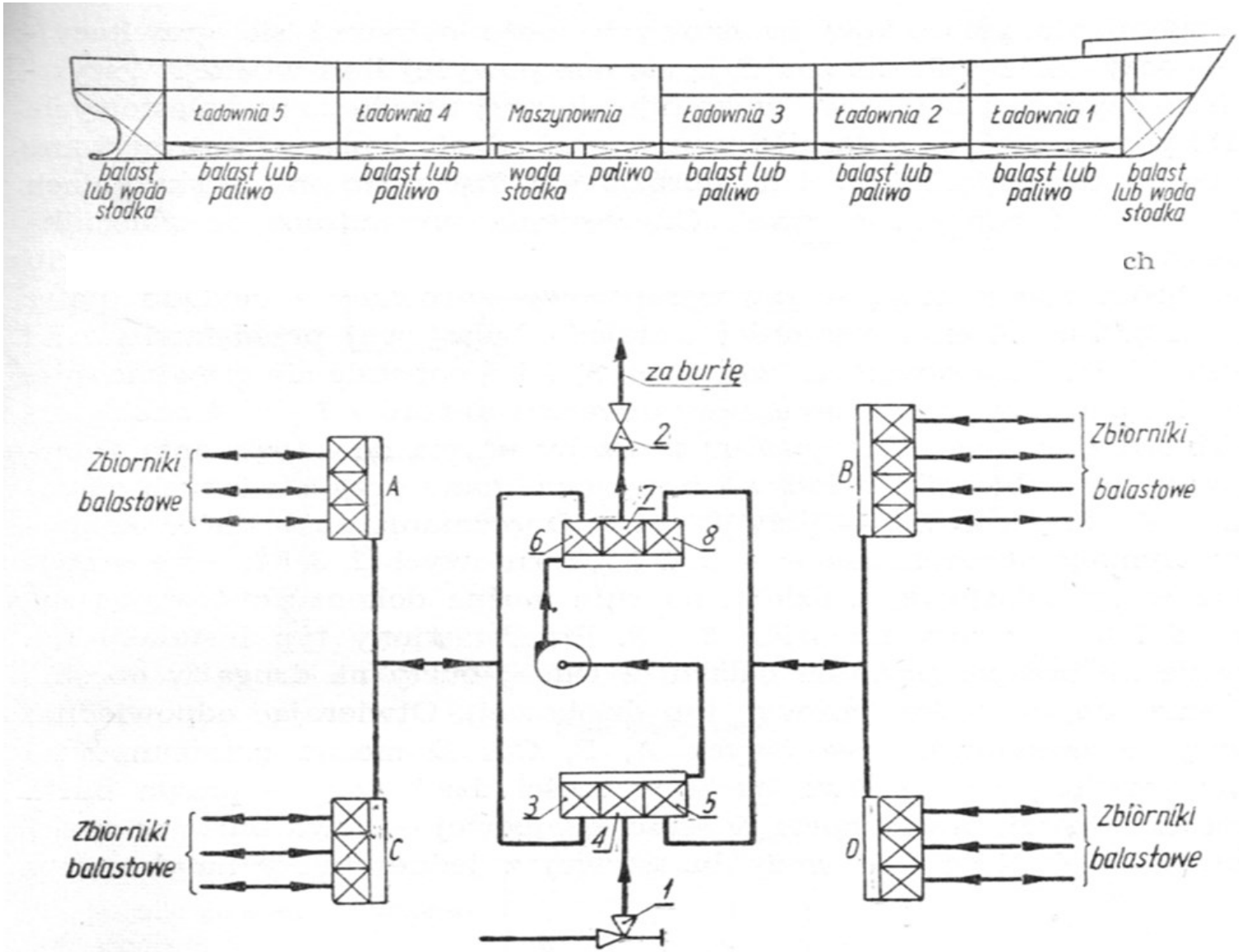


Schemat instalacji balastowej wykorzystującej skrzynie zaworowe.

Zawory zostały zgrupowane w skrzyniach zaworowych, od których wyprowadzone są rurociągi do poszczególnych zbiorników balastowych. Otwierając zawory **1**, **4** i **5** można grawitacyjnie napełnić zbiorniki balastowe na dziobie, natomiast analogiczne zbiorniki na rufie napełniamy po otwarciu zaworów **1**, **4** i **3**. Opróżnienie zbiorników polega na otwarciu zaworów **2**, **5** i **7** (dla rufowych **2**, **3** i **7**). Balast z dziobu na rufę możemy przepompować po otwarciu zaworów **5** i **6** (w odwrotnym kierunku po otwarciu zaworów **3** i **8**). Powyższy typ instalacji pozwala również na przepompowywanie wody z jednej burty na drugą w części dziobowej lub rufowej. Otwierając odpowiednie zawory w skrzyniach zaworowych **A**, **B**, **C** i **D** możemy przepompować wodę np. z lewej burty na dziobie na prawą burtę na rufie lub na odwrót.

Instalacja balastowa

Podstawowy schemat instalacji balastowej:



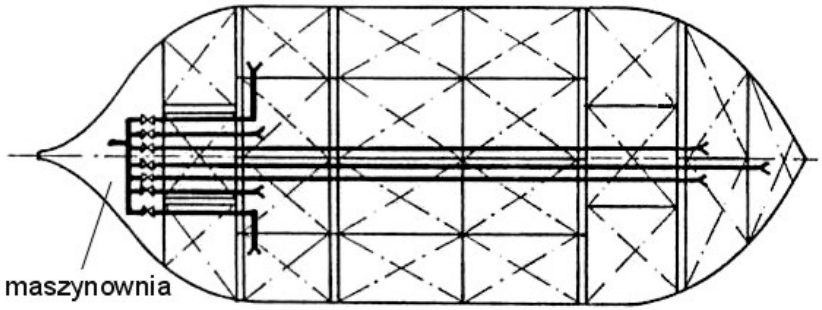
Instalacja balastowa

Rodzaje instalacji balastowych:

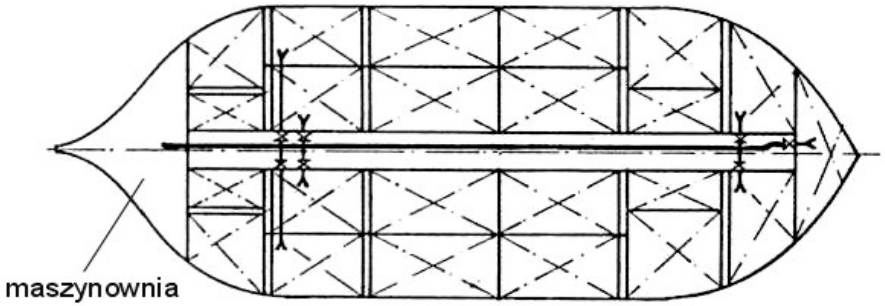
- ***rozgałęziona***; wszystkie końcówki rurociągów zbiegają się wewnątrz maszynowni w skrzyni zaworowej, skąd mogą być sterowane.

- ***magistralowa***; wzdłuż statku biegnie magistrala balastowa od której odchodzą końcówki rurociągów do poszczególnych zbiorników balastowych, zawory umieszczone są na końcówkach rurociągów

- ***wieńcowa***; instalacja podobna do instalacji magistralowej, jednak zamiast jednego występują dwa rurociągi połączone w kształt wieńca, co zwiększa niezawodność działania instalacji (w razie awarii jednej nitki można wykorzystać drugą).



Instalacja balastowa rozgałęziona

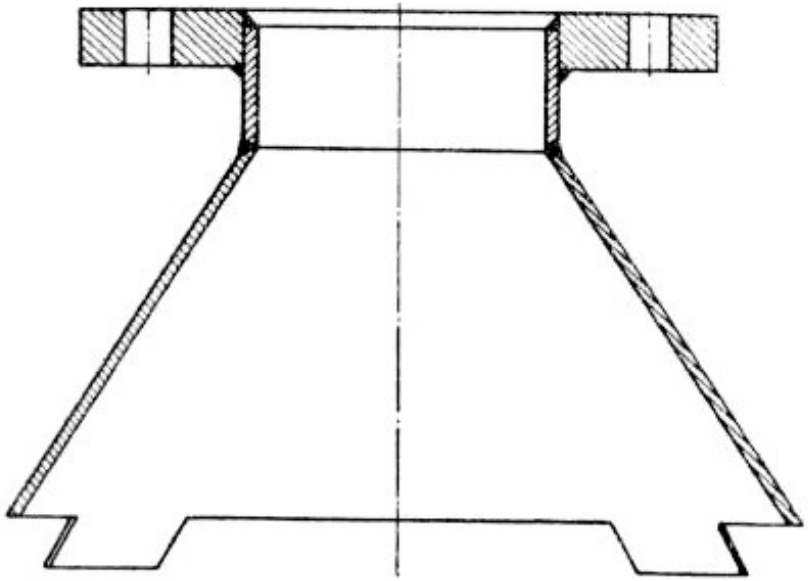


Instalacja węzłowa magistralowa

Instalacja balastowa

Armatura instalacji balastowej:

Końcówka ssąca rurociągu balastowego – ze względu na brak wiekszych zanieczyszczeń w instalacji balastowej na końcówkach rurociągów nie instaluje się koszy ssących, a jedynie końcówki ssące.

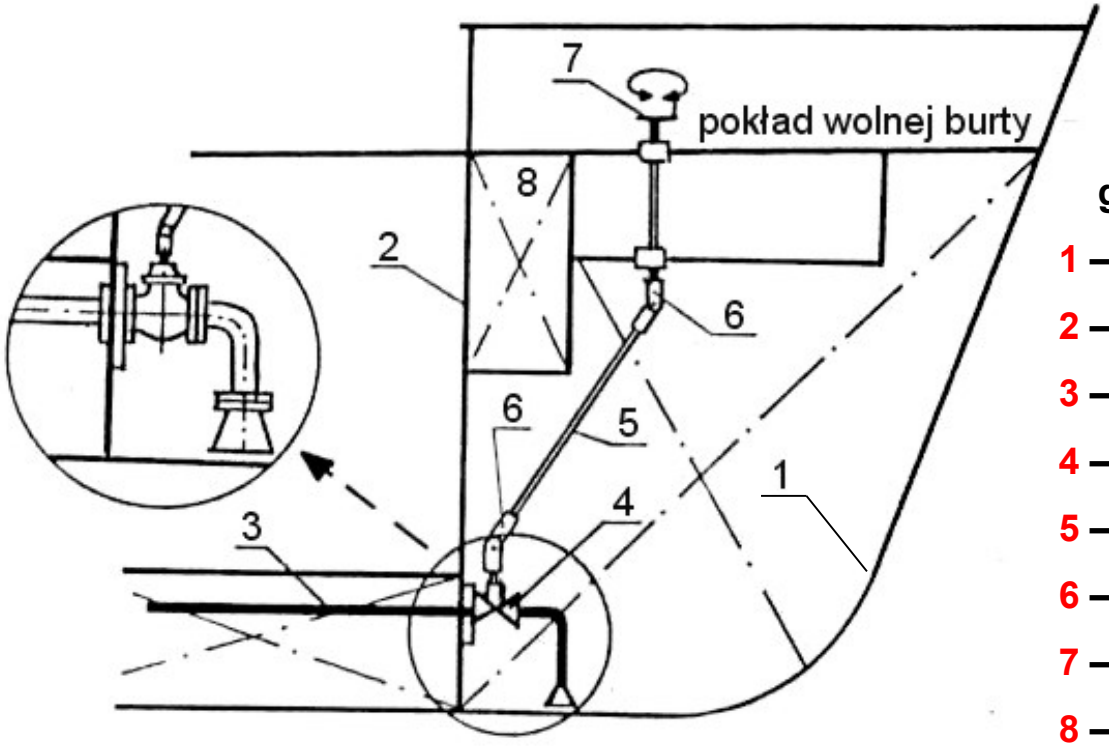


Końcówka ssąca rurociągu balastowego

Instalacja balastowa

Armatura instalacji balastowej:

Zawór odcinający* na grodzi zderzeniowej** – szczególne względy bezpieczeństwa dotyczą wszystkich rurociągów przechodzących przez ***gródź zderzeniową, w tym i instalacji balastowej. Instalacje muszą posiadać zawór odcinający montowany bezpośrednio na ścianie grodzi. Zawór ten musi być starowany ręcznie, poprzez drąg lub w inny równoważny sposób. Musi istnieć możliwość sterowania zaworem z pokładu grodziowego lub z pokładu ponad wolną burtą.



Zawór odcinający rurociąg balastowy grzechocący przez gródź zderzeniową.

1 – skrajnik dziobowy;

2 – gródź zderzeniowa;

3 – rurociąg balastowy;

4 – zawór odcinający;

5 – drąg;

6 – sprzęgło Cardana;

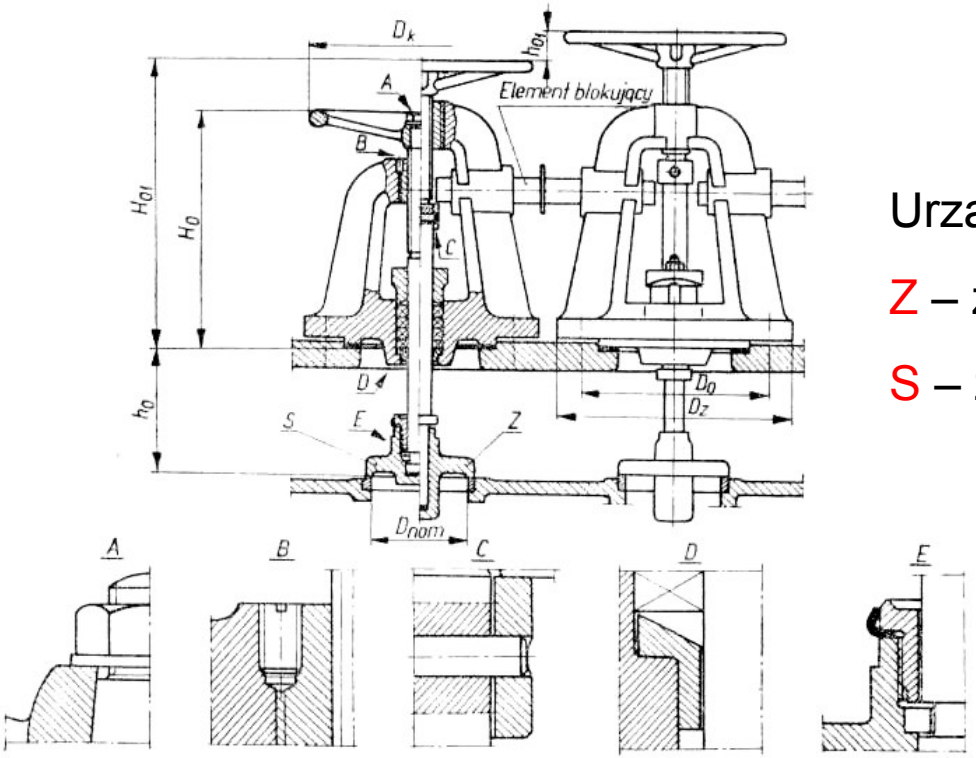
7 – pokrętło;

8 – komora łańcucha kotwicznego.

Instalacja balastowa

Armatura instalacji balastowej:

Urządzenie blokujące w skrzyni zaworowej – przy wykorzystywaniu tych samych zbiorników do przewozu na zmianę paliwa i balastu wodnego zachodzi konieczność umieszczenia na odgałęzieniach prowadzących do tych zbiorników specjalnych skrzyń zaworowych. Skrzynie te są podłączone do instalacji balastowej i do układu paliwowego. Mają one specjalną konstrukcję umożliwiającą połączenie zbiornika tylko z jedną instalacją w zależności od potrzeby, przy jednoczesnym zablokowaniu połączenia z drugą instalacją.



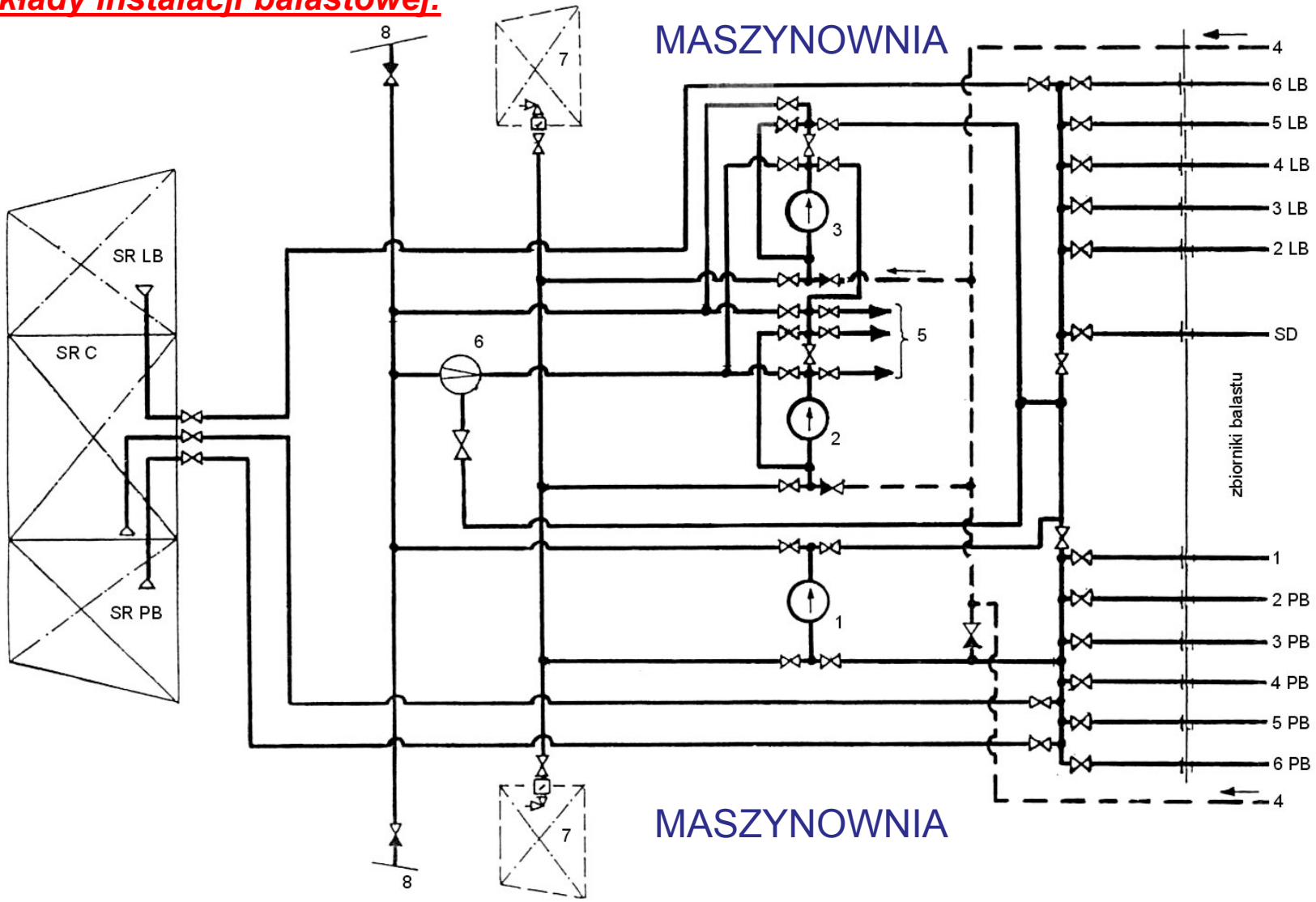
Urządzenie blokujące w skrzyni zaworowej.

Z – zwrotno-zaporowej;

S – zaporowej.

Instalacja balastowa

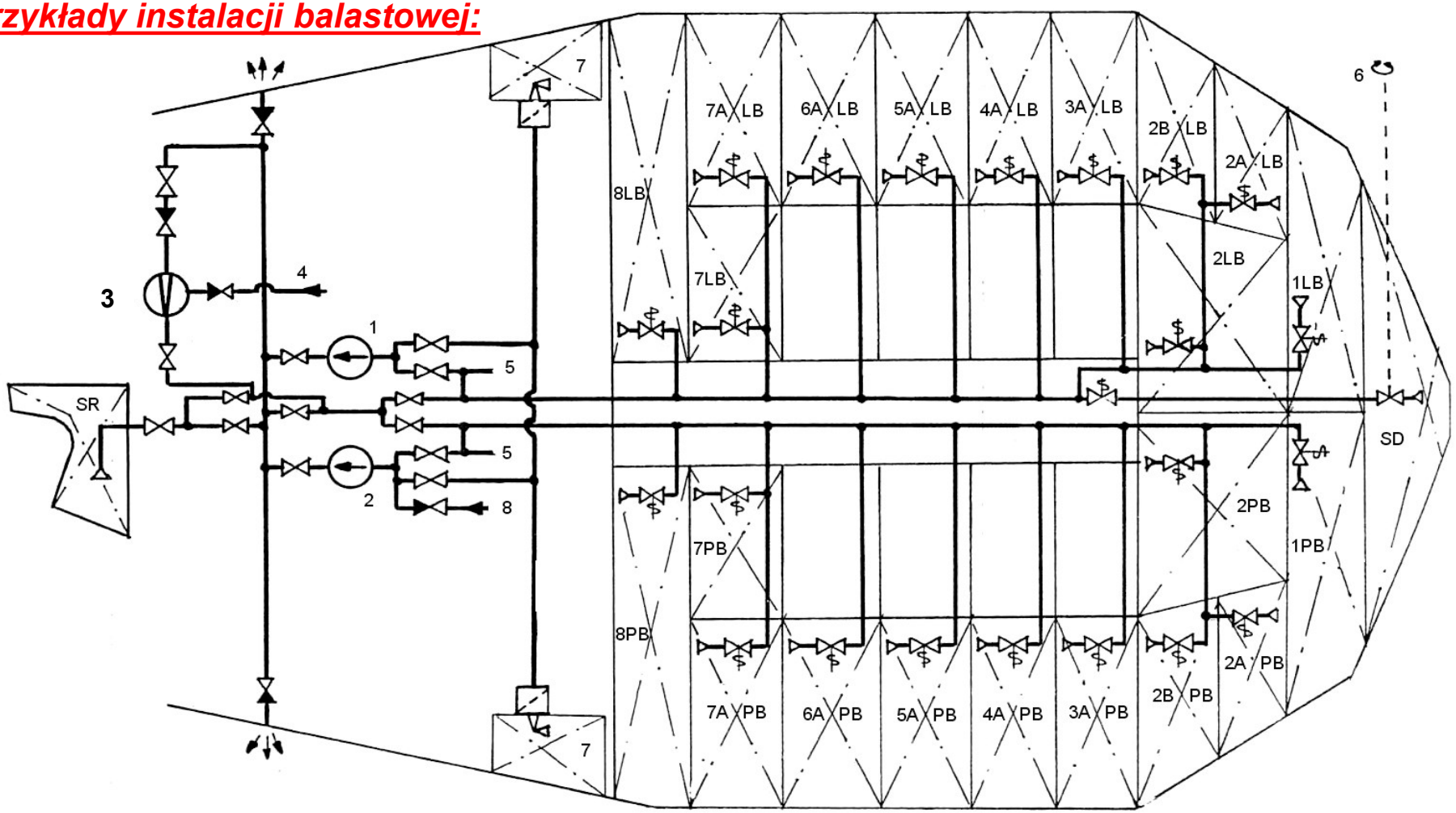
Przykłady instalacji balastowej:



Instalacja balastowa typu **rozgałęzionego** na samochodowcu: **1** – pompa balastowa; **2** – pompa pożarnicza; **3** – pompa zęzowa; **4** – instalacja zęzowa; **5** – rurociągi instalacji pożarniczo-wodnohydrantowej; **6** – pompa strumieniowa; **7** – skrzynia kingstonowa; **8** – wypływ wody za burtę.

Instalacja balastowa

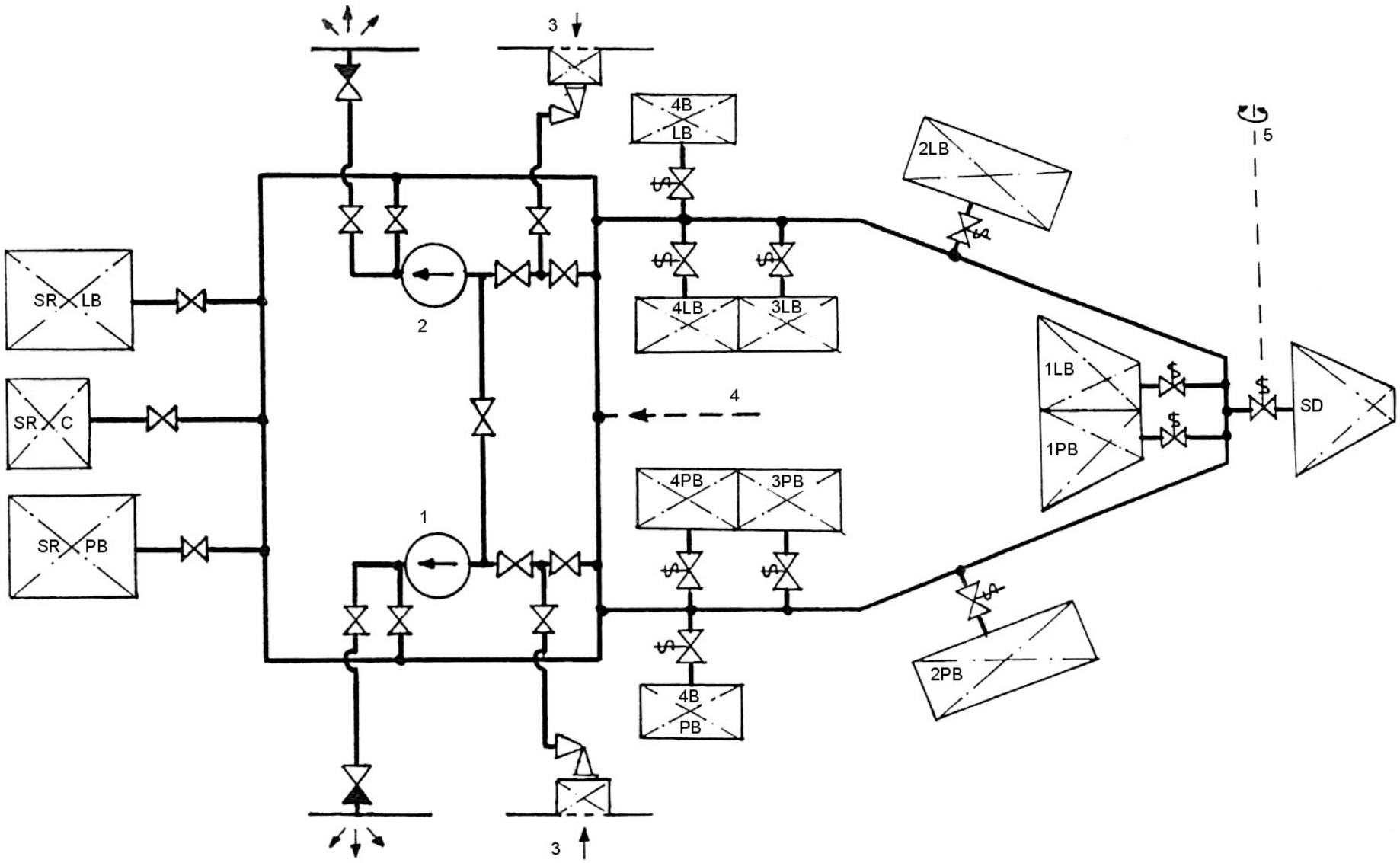
Przykłady instalacji balastowej:



Instalacja balastowa typu *magistralowego* na masowcu: 1 – pompa zęzowo-balastowa LB; **2** – pompa zęzowo-balastowa PB; **3** – pompa strumieniowa; **4** – zasilanie pompy strumieniowej z pompy pożarniczej; **5** – magistrala zęzowa; **6** –zawór odcinający na grodzi zderzeniowej, zdalnie sterowany i zamykany mechanicznie z pokładu głównego; **7** – skrzynia kingstonowa; **8** – połączenie z instalacją osuszania (odwadniania) maszynowni.

Instalacja balastowa

Przykłady instalacji balastowej



Instalacja balastowa typu wieńcowego na statku ro-ro: 1 – pompa balastowa; **2** – pompa zęzowa; **3** – skrzynia kingstonowa; **4** – magistrala zęzowa; **5** – zawór odcinający na grodzi zderzeniowej zamykany mechanicznie z pokładu głównego

Instalacja balastowa

Podstawowe wymagania PRS-u dotyczące instalacji balastowej:

¤ Do napełniania i opróżniania zbiorników balastowych należy przewidzieć co najmniej jedną pompę.

¤ Pompa musi posiadać wydajność, która zapewni prędkość przepływu nie mniejszą niż 2 m/s, w rurociągu największego zbiornika balastowego.

¤ Jako pompy balastowe mogą być używane pompy ogólnego użytku.

¤ Pompa, która pobiera wodę z dennych zbiorników balastowych musi być samozasysająca;

¤ Wewnętrzna średnica rurociągów balastowych dla poszczególnych zbiorników, nie może być mniejsza niż: $d_w = 18 \cdot V^{1/3}$ (V – objętość zbiornika balastowego [m^3]).

¤ Średnica wewnętrzna magistrali balastowej nie powinna być mniejsza od najmniejszej średnicy odgałęzienia;

¤ Rozmieszczenie odgałęzień ssących powinno zapewnić wypompowanie wody z każdego zbiornika w sytuacji, gdy statek ma przechył do 5°.

¤ Rurociągi przechodzące przez zbiorniki paliwa powinny być umieszczane w szczelnych tunelach lub być wykonane z rury bez szwu połączonych w nierozbieralny sposób.

¤ Rurociągów balastowych nie należy prowadzić przez ładownie.

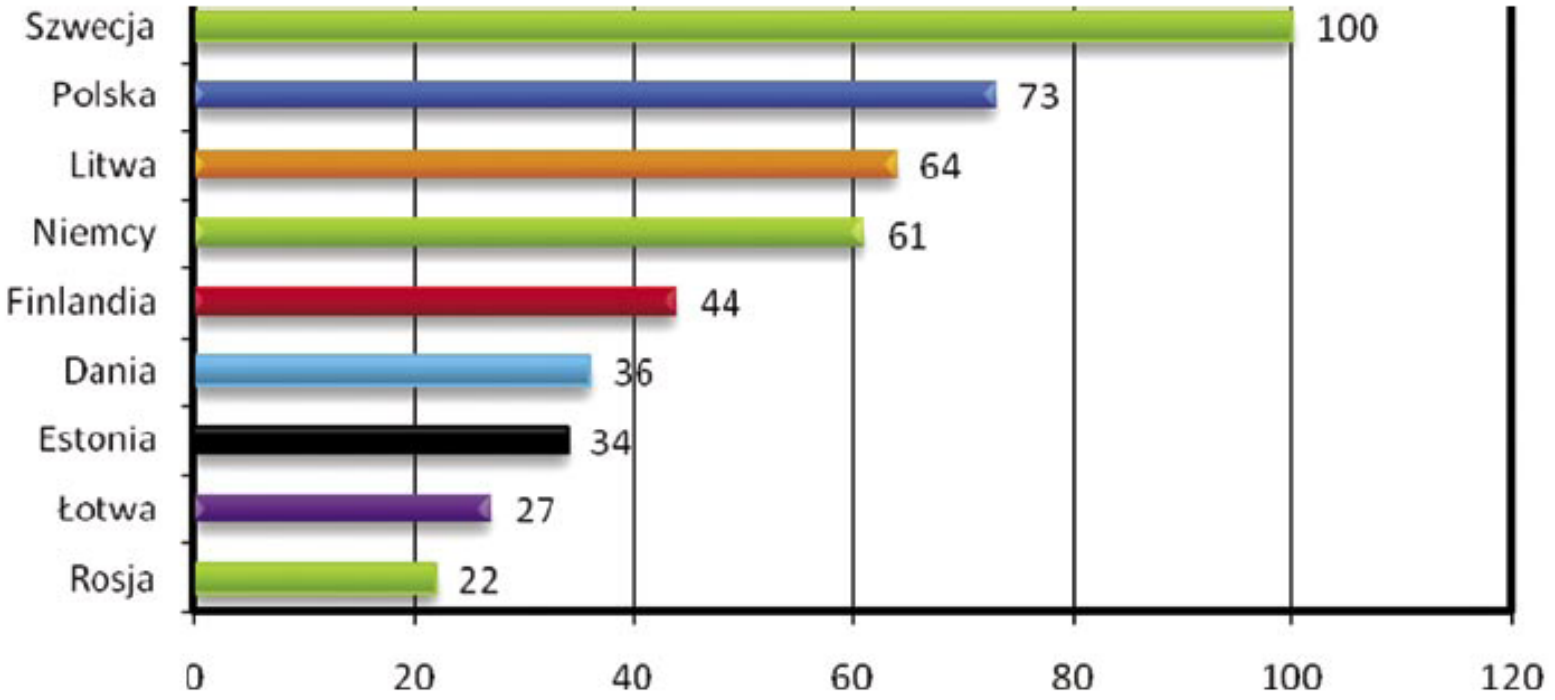
Ekologiczne aspekty wymiany wód balastowych

- Jak obliczyli Amerykanie co godzinę około 6 milionów litrów wód balastowych - **6 milionów litrów wód zawierających przywieziony z całego świata plankton i inne organizmy wodne** - trafia do ich wód przybrzeżnych,
- Około 3000 gatunków organizmów morskich dziennie podróżuje w statkowych wodach balastowych,
- Około 15000 gatunków jest przewożonych z jednego końca świata na drugi z wodami balastowymi każdego tygodnia,
- Około 60 milionów ton wód balastowych trafia do wód australijskich portów rocznie,
- Koszty utrzymania w czystości (uwolnienia z muszli zebra rur ssących, sprzętu filtrującego wodę elektrowni wodnych wynoszą średnio 3,1 mld $ w przeciągu 10 lat).

źródło: Seminarium: „Określenie zagrożenia introdukcji gatunków obcych w Zatoce Gdańskiej na podstawie badań wód balastowych ” CTO Gdańsk 2007

- Kanada 1988 – informuje o pojawieniu się inwazyjnych organizmów w rejonie Wielkich Jezior
- 1991 – MEPC przyjmuje pierwsze dobrowolne wytyczne w sprawie zapobiegania wwożeniu niepożądanych organizmów morskich przez statki w ich wodach balastowych i usuwanych osadach
- Konferencja ONZ na rzecz środowiska i rozwoju (UNCED) 1992
- Znowelizowane wytyczne IMO – Rezolucja A.868(20)
- 1994 – MEPC ustanawia Grupę Roboczą ds. Wód balastowych
- 2002 Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu (RPA) – wzywa do działania w celu stworzenia przepisów, uznaje wprowadzanie obcych organizmów do nowych środowisk jako jedno z 4 największych zagrożeń
- Międzynarodowa Konferencja Dyplomatyczna Londyn 9-13.02.2004 przyjmuje Międzynarodową Konwencję o kontroli i postępowaniu ze statkowymi wodami balastowymi i osadami

Obszar Bałtyku



Liczba gatunków obcych zidentyfikowanych w przybrzeżnych wodach morskich i przyległych wodach śródlądowych państw bałtyckich (Gollasch 2002)

Prawidło D-1

Standardy wymiany wód balastowych

- Statki dokonujące wymiany wód balastowych zgodnie z niniejszym prawidłem powinny czynić to ze skutecznością objętościową wymiany nie mniejszą niż 95%.
- Dla statków przeprowadzających wymianę wód balastowych metodą przepompowywania - trzykrotne przepompowanie objętości każdego zbiornika wód balastowych
- Przepompowanie mniej niż trzykrotne może być dopuszczone pod warunkiem, że statek jest w stanie udowodnić, że nastąpiła co najmniej 95 procentowa wymiana objętościowa wód balastowych.

Prawidło D-2

Standardy postępowania z wodami balastowymi

- Statki stosujące metody postępowania z wodami balastowymi zgodnie z niniejszym prawidłem, powinny dokonywać zrzutów:
- mniej niż 10 zdolnych do życia organizmów na metr sześcienny, większych lub równych 50 mikrometrom w najmniejszym wymiarze i
- mniej niż 10 zdolnych do życia organizmów na mililitr mniejszych niż 50 mikrometrów w najmniejszym wymiarze i większych lub równych 10 mikrometrom w najmniejszym wymiarze;
- oraz wskaźnik drobnoustrojów w zrzucie nie powinien przekroczyć ustalonych w ustępie 2 poziomów koncentracji.

Prawidło D-2

Standardy postępowania z wodami balastowymi

Drobnoustroje wskaźnikowe, jako norma zdrowotna dla człowieka, powinny obejmować:

- Zaraźliwe *Vibrio cholerae* (O1 i O139) z mniej niż jedną jednostką tworzącą kolonię (cfu - colony forming unit) na 100 mililitrów lub mniej niż jedną cfu na 1 gram (mokrej wagi) próbek zooplanktonu;
- *Escherichia coli* mniej niż 250 cfu na 100 mililitrów;
- Jelitowa *Enterococci* mniej niż 100 cfu na 100 mililitrów.

Techniczne sposoby zapobiegania migracji żywych organizmów.

Jednym ze sposobów jest **dezynfekcja wód balastowych środkiem chemicznym**, który nie wpływa szkodliwie na środowisko, ulega biodegradacji i nie powoduje uszkodzeń osprzętu statku.

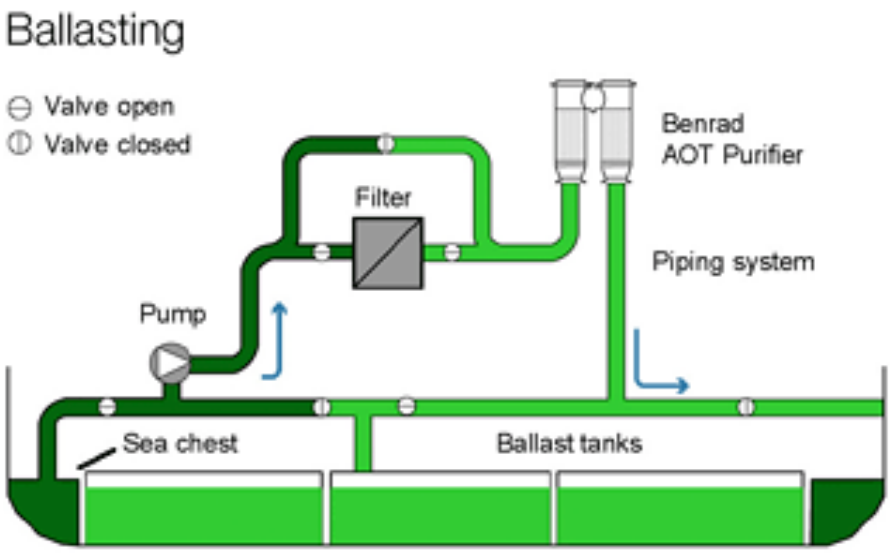
STERIDIAL (na bazie kwasu octowego) jest jednym z silniej działających środków odkażających, a przy tym całkowicie biodegradalny. Po krótkim czasie rozkłada się do obojętnych dla człowieka substancji chemicznych (woda i kwas octowy), a jednocześnie ma szerokie spektrum działania i nie powoduje uodpornień. Skutecznie i szybko odkaża wodę znajdującą się w zbiornikach balastowych, przez co po wypompowaniu cieczy, woda która pozostaje na dnie nie zaraża nowo nabieranej.

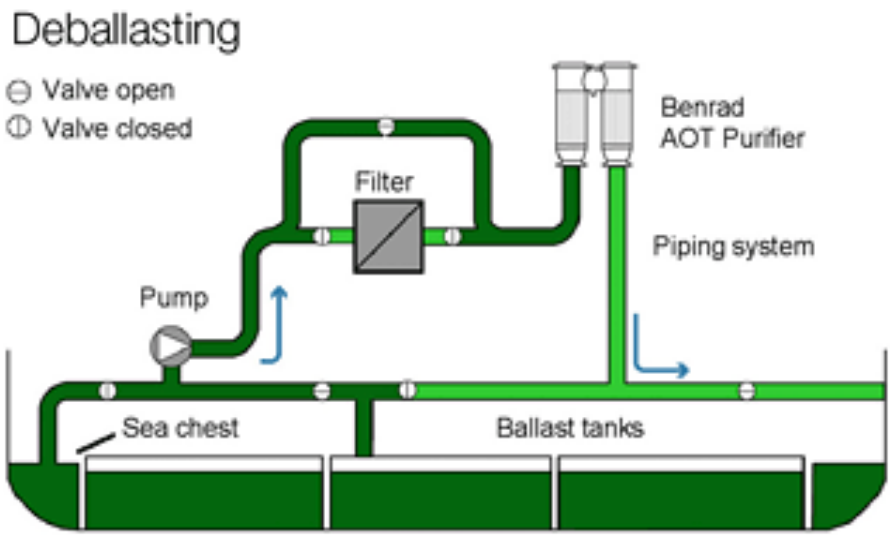
Techniczne sposoby zapobiegania migracji żywych organizmów.

Innym rozwiązaniem jest pomysł firmy Alfa Laval. Przepływające przez specjalne urządzenie organizm jest poddawany działaniu promieniowania świetlnego odpowiedniej częstotliwości przenikającego przez wodę. Po przecięciu tej wiązki komórki w organizmie zostają zniszczone.

Urządzanie pracuje z wydajnością 250-5000 m^3/h. Po próbach w 2003 i wypróbowaniu systemu na pierwszych statkach produkt wszedł na rynek na początku 2007 roku.

System oczyszczania wód balastowych – PureBallast Alfa Laval





Pilot test results

Organism type	Unit	Initial	Control Day 0	Control Day 5	Treated Day 0	Treated Day 5	IMO Req
Organisms > 50 µm	Ind/m³	468 000	517 000	725 000	0	6.6	10
Organisms ≥ 10-50 µm	Ind/ml	500	2 300	480	0.2	0.2	10
E-coli bacteria	cfu/100 ml	$3.4x10^6$	$3.2x10^6$	5 300	0.3	10	250

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

dr inż. Paweł Szymański

INSTALACJA ZĘZOWA

Zagadnienia

- Wprowadzenie – konstrukcja kadłuba, stateczność i niezatapialność statku
- Przeznaczenie i klasyfikacja instalacji zęzowych
- Ogólna budowa instalacji – typowe rozwiązania konstrukcyjne
- Elementy instalacji
  - armatura
  - odolejacze

Niezatapialność – zdolność statku, po uszkodzeniu i zatopieniu przedziału lub grupy przedziałów przyległych, do zachowania pływalności i stateczności

Pływalność — zdolność całkowicie wyposażonego i załadowanego statku do utrzymywania się na wodzie przy zachowaniu przepisowego zanurzenia na dziobie i na rufie

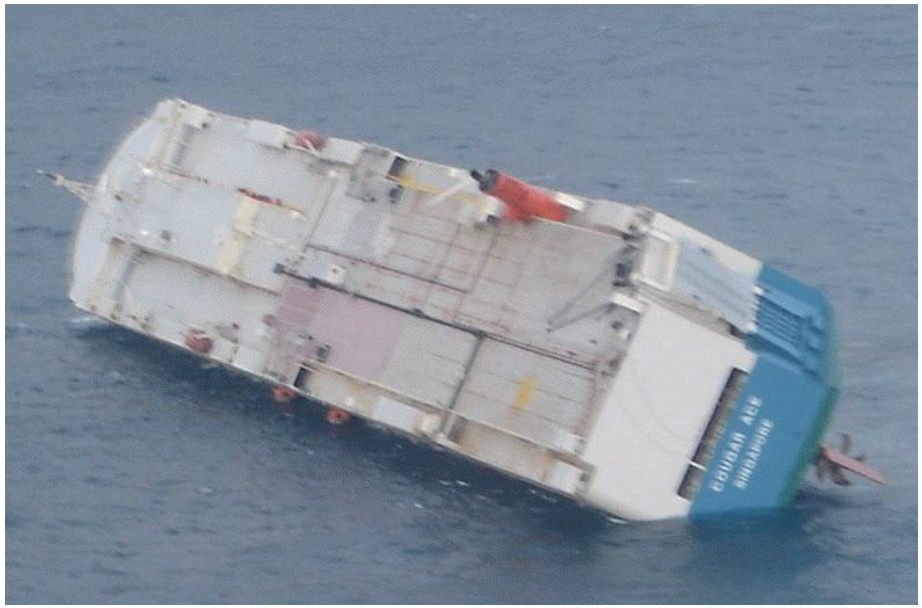
Utrata niezatapialności (pływalności)





Stateczność - zdolność statku do przeciwstawiania się siłom zewnętrznym mogącym spowodować jego przewrócenie. Wyróżnia się *stateczność wzdłużną* i *poprzeczną (w uproszczeniu: zdolność powracania do stanu równowagi założonego podczas projektowania, zaburzonego przez siły zewnętrzne np. falowanie morza, wiatr itp.)*.

Utrata stateczności



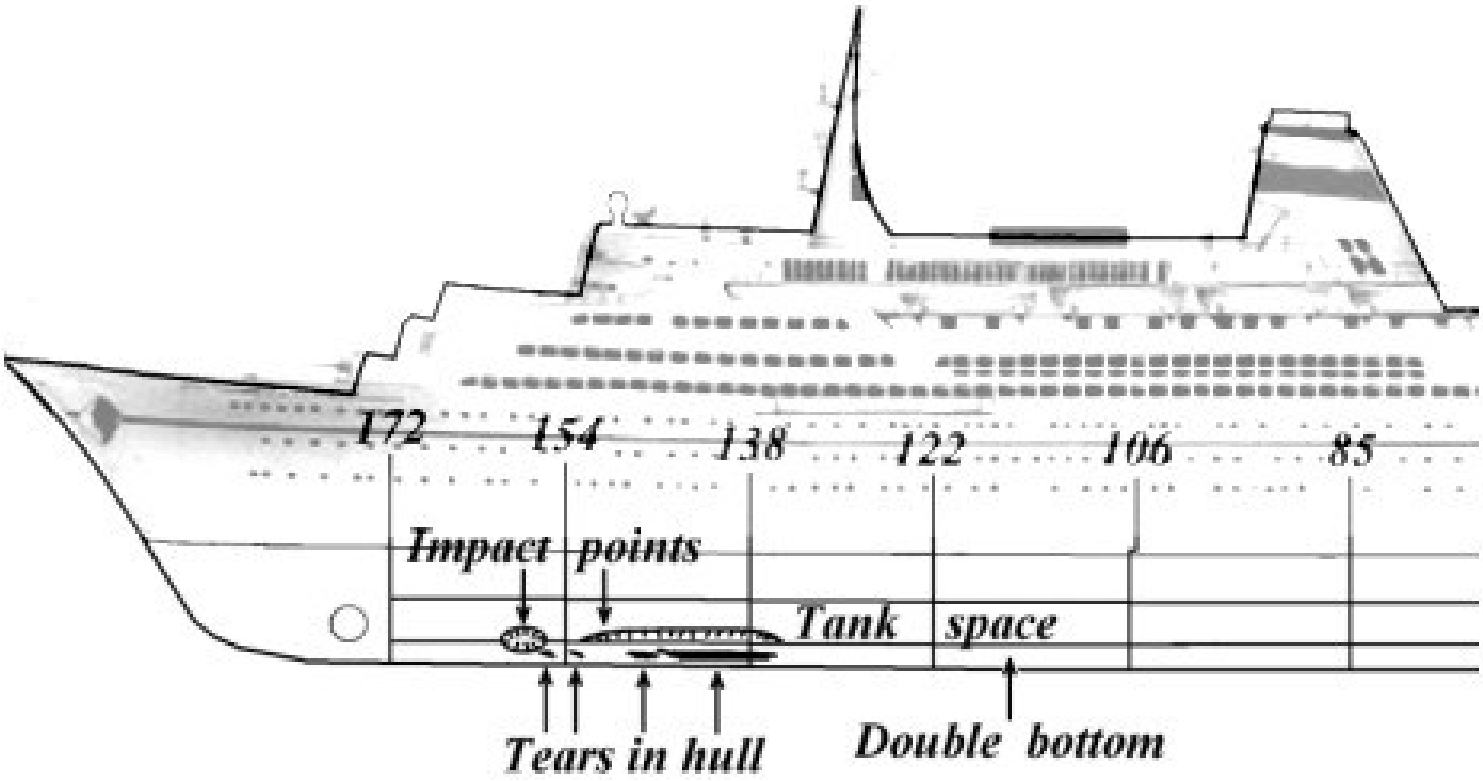


Utrata stateczności i niezatapialności





Przedział wodoszczelny– część wewnętrznej przestrzeni statku ograniczona dnem, burtami, pokładem grodziowym i dwiema sąsiednimi grodziami wodoszczelnymi lub grodzią skrajnika i jego poszyciem.



Podział na przedziały wodoszczelne

9.2.1.2 Wszystkie statki powinny posiadać następujące grodzie wodoszczelne:

- gródź kolizyjną,
- gródź skrajnika rufowego,
- grodzie ograniczające przedział maszynowni (przy czym gródź przedziału maszynowni może być jednocześnie grodzią skrajnika rufowego).

Ogólna liczba poprzecznych grodzi wodoszczelnych na statkach nie mających grodzi wzdłużnych nie powinna być mniejsza od liczby podanej w tabeli 9.2.1.2.

Odległość między sąsiednimi grodziami nie powinna przekraczać 30 m; jej zwiększenie podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

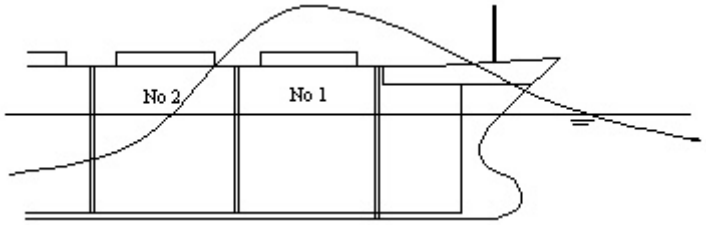
Tabela 9.2.1.2
Liczba poprzecznych grodzi wodoszczelnych

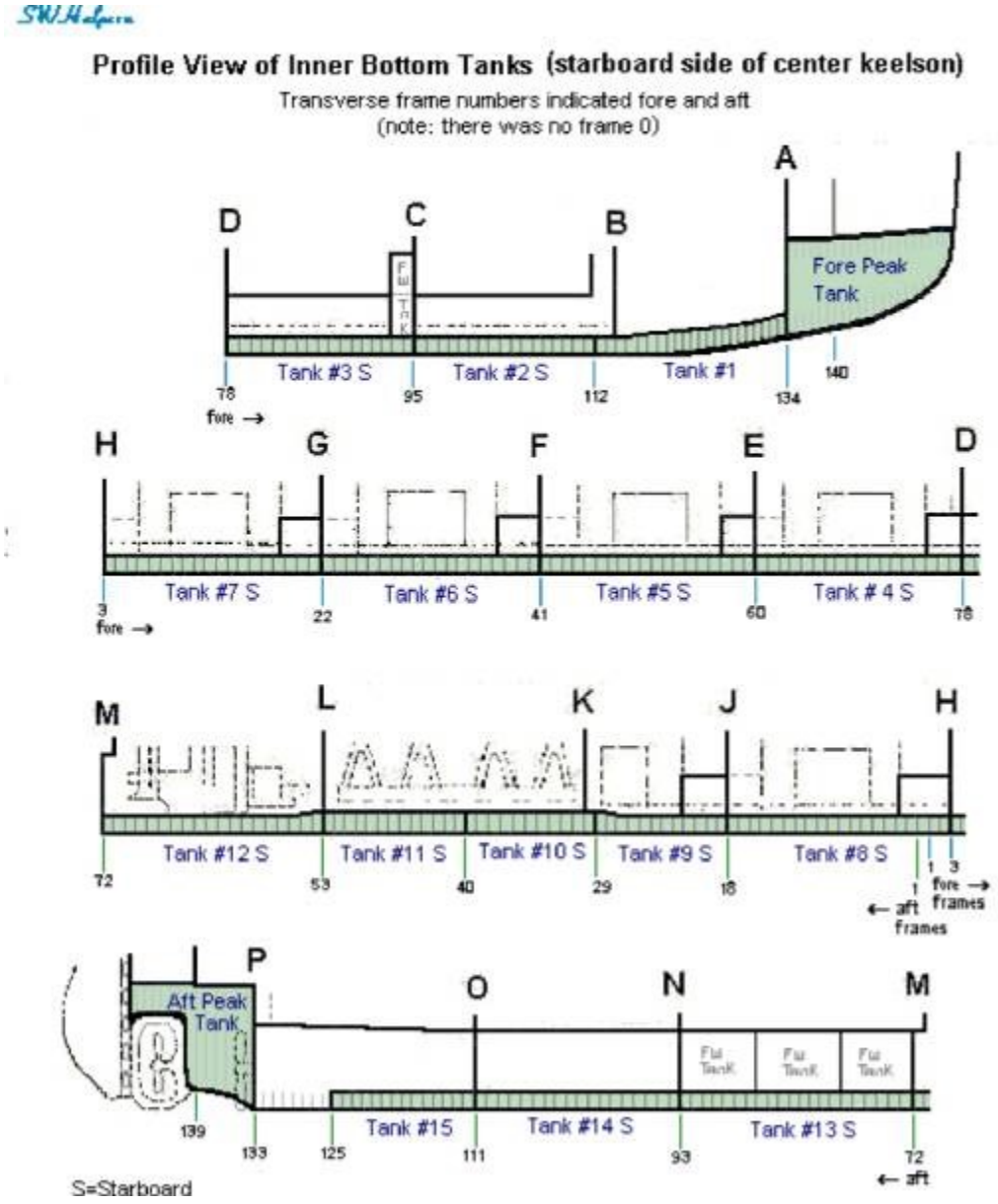
Długość statku L_F [m]	Położenie maszynowni	
	na rufie [1)]	w innym rejonie
$L_F \leq 65$	3	4
$65 < L_F \leq 85$	4	4
$85 < L_F \leq 105$	4	5
$105 < L_F \leq 125$	5	6
$125 < L_F \leq 145$	6	7
$145 < L_F \leq 165$	7	8
$165 < L_F \leq 190$	8	9
$190 < L_F \leq 225$	9	10
$L_F > 225$	według uzgodnienia z PRS	

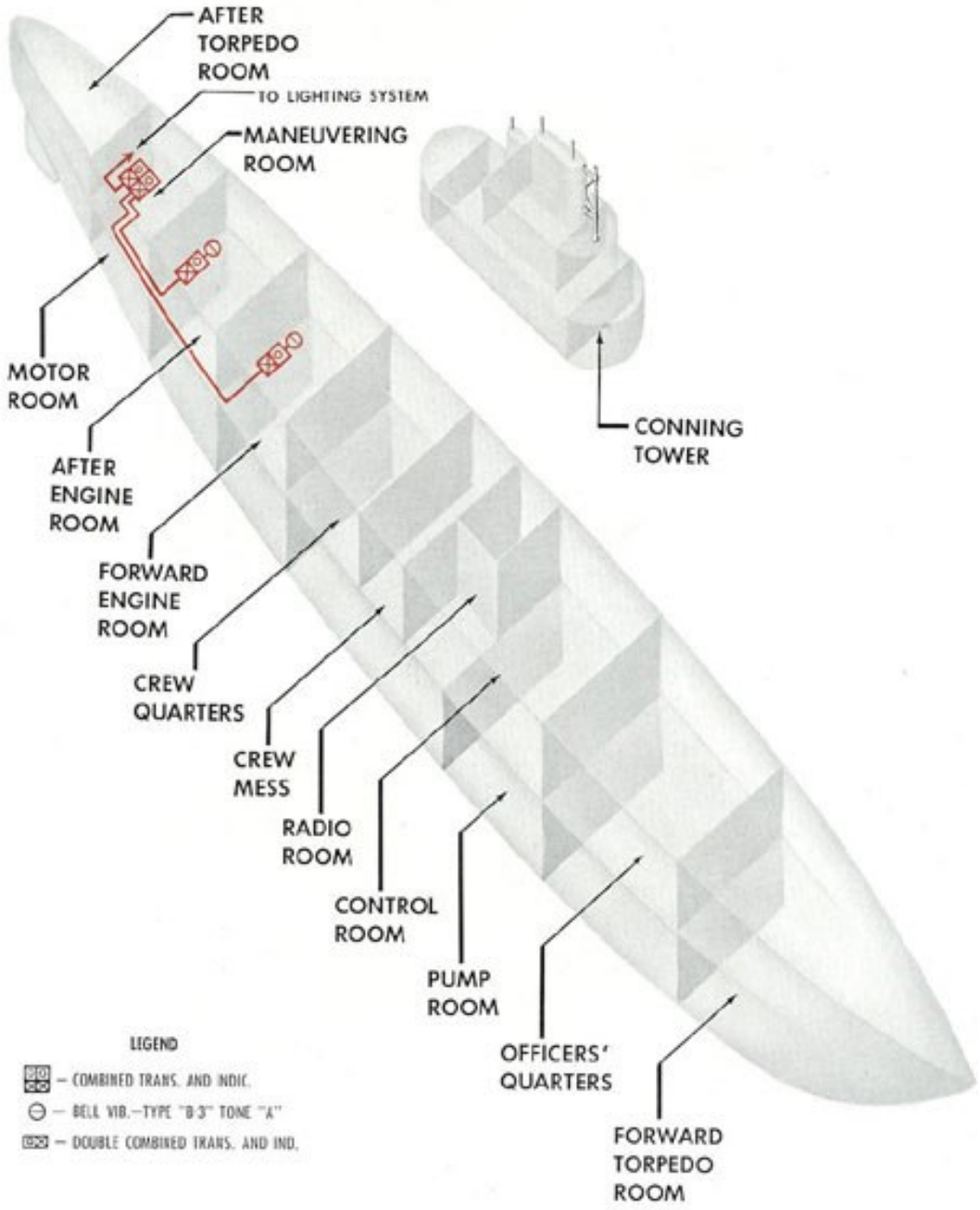
[1)] Gródź skrajnika rufowego stanowi ograniczenie maszynowni od strony rufy.

Grodzie wodoszczelne





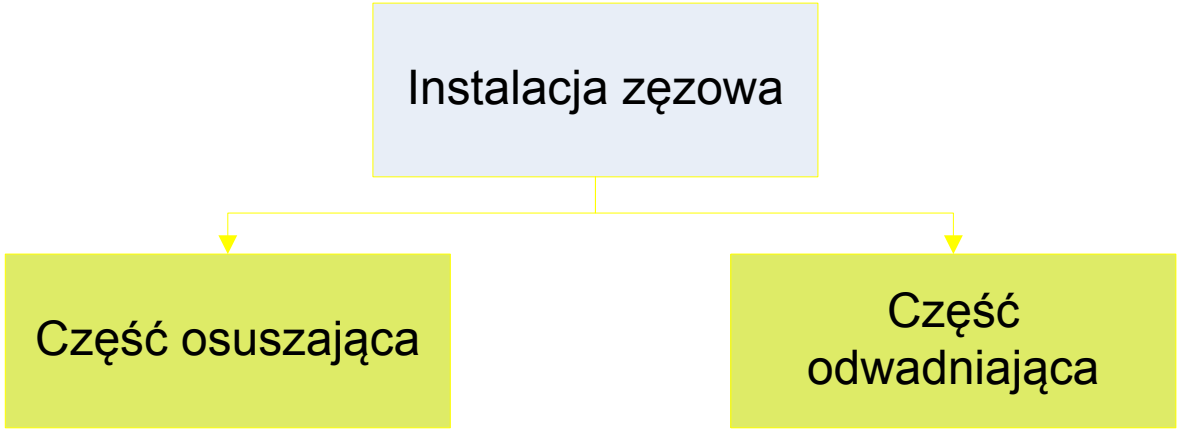




Rozwiązania specjalne - okręty

Przeznaczenie instalacji zęzowej (osuszającej)

Zadaniem instalacji zęzowej jest usunięcie za burtę wody, która zbiera się wewnątrz statku (kadłuba).



Część osuszająca służy do usuwania ze statku małych ilości wody, zwykle silnie zanieczyszczonej, która zbiera się w najniższych miejscach przedziałów okrętowych (z przecieków, odwodnień itp.) w trakcie normalnej eksploatacji statku (siłownie, ładownie itp.)

Część odwadniająca (awaryjnego osuszania) używana w sytuacjach awaryjnych (przebicia kadłuba, duże pęknięcia rurociągów zwłaszcza po stronie tłocznej pomp) służy do usuwania w jak najkrótszym czasie, jak największej ilości wody z wnętrza kadłuba.

Instalacja zęzowa

Instalacja zęzowa, zwana również instalacją osuszania (odwadniania), służy do usuwania z wnętrza statku cieczy gromadzących się w czasie eksploatacji jednostki.

Przedziały w których ***może wystąpić zaolejenie*** cieczy, takie jak maszynownia, tunele wałów, przedziały ochronne przy zbiornikach paliwa i oleju smarowego, muszą posiadać oddzielną instalacje zęzową lub należy ją wyodrębnić z instalacji ogólnej.

Instalacja zęzowa ***doprowadzona jest do***:

- zęz ładowni (na statkach do ładunków suchych);
- przedziałów ochronnych (np. Centrala Siłowni Okrętowej);
- zamkniętych, pustych przedziałów położonych poniżej letniej wodnicy pływania;
- zęz maszynowni, chłodni, przedziału pomp, tuneli wałów śrubowych;
- przestrzeni wzdłużnika tunelowego lub bocznych wzdłużników tego typu.

Źródłem powstawania wód zęzowych są:

- przecieki wody przez nieszczelności rurociągów i armatury, dławice pomp wody
- przecieki przez dławicę wału śrubowego,
- kondensacja pary wodnej,
- wody z mycia pomostów, urządzeń i pomieszczeń (z detergentami),
- odwodnienia z różnych mechanizmów i zbiorników (np. odmulanie kotłów, odpowietrzenia,...)

Olej w wodzie zęzowej pochodzi z:

- przecieków przez nieszczelności rurociągów i armatury instalacji paliwowej i olejowej,
- przecieków przez dławice pomp oleju,
- przelewów paliwa i oleju przy demontażu mechanizmów lub niewłaściwej obsłudze,
- awaryjne wycieki paliwa i oleju
- płynów ropopochodnych zlewanych do zęzy przy myciu aparatury i urządzeń.

Instalacja zęzowa

Podstawowe wymagania PRS-u dotyczące instalacji zęzowej:

¤ Każdy statek z własnym napędem musi posiadać ***dwie pompy zęzowe*** z napędem mechanicznym.

¤ Pompa zęzowa musi być ***samozasysająca*** lub powinna być wyposażona w urządzenia odsysające powietrze.

¤ Wydajność każdej pompy wynosi: $Q = 5,56 / 1000\ D^2$ [m^3/h] (D – średnica wewnętrzna magistrali zęzowej w metrach);

¤ Średnica wewnętrzna magistrali zęzowych i odgałęzień prowadzących bezpośrednio do pomp: $D = 1,68\ (L_w(B+H_B))^{1/2}+25$ [mm]; natomiast średnica wewnętrzna odgałęzień przyłączonych do magistrali zęzowej: $D = 2,15\ (l(B+H_B))^{1/2}+25$ [mm] (l – długość osuszanego przedziału [m]);

¤ Przepisy zawierają również wytyczne do osuszania poszczególnych pomieszczeń.

Instalacja zęzowa

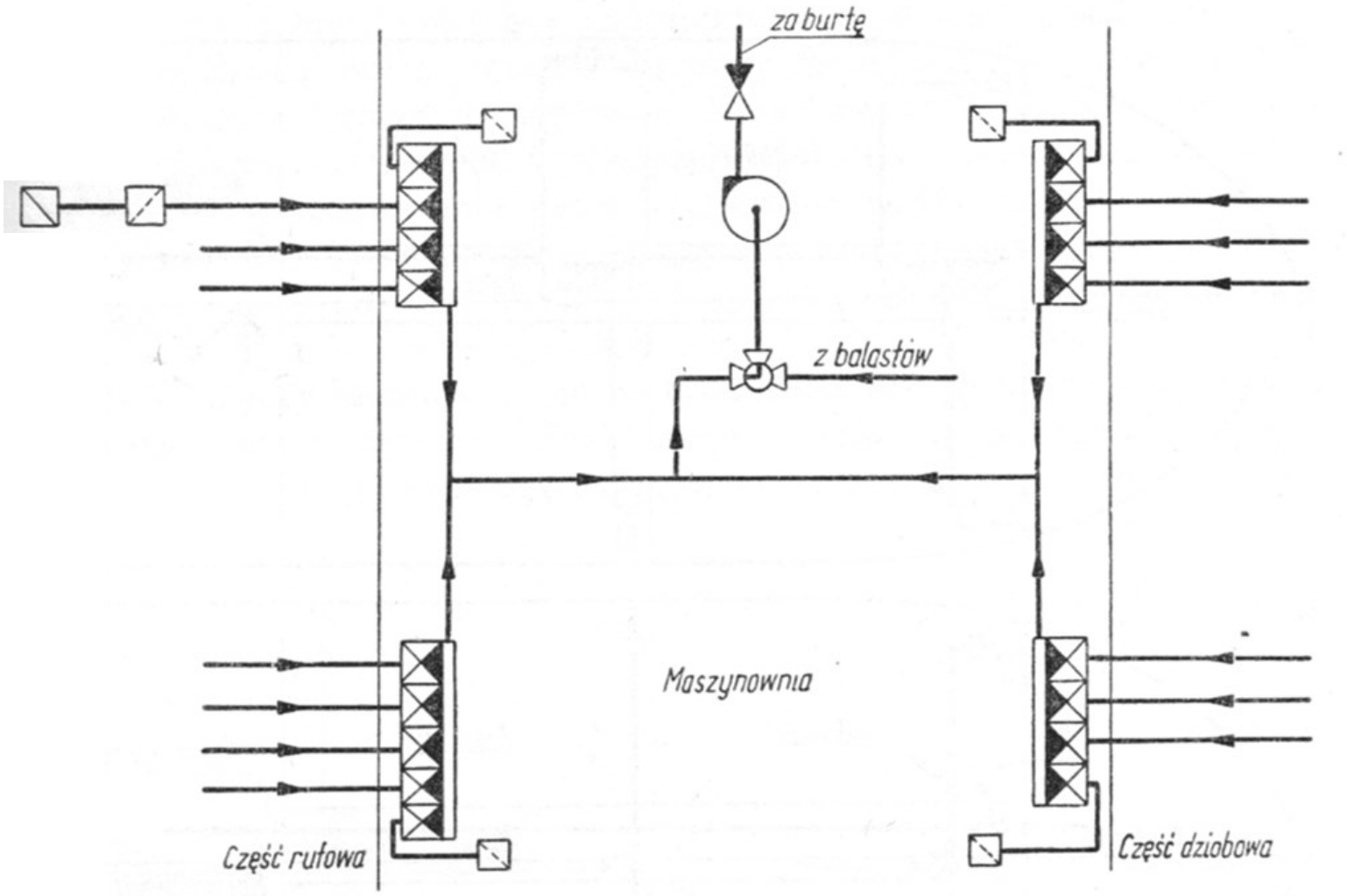
Rodzaje instalacji zęzowych:

¤ ***rozgałęziona***; wszystkie końcówki rurociągów zbiegają się wewnątrz maszynowni w skrzyni zaworowej, skąd mogą być sterowane.

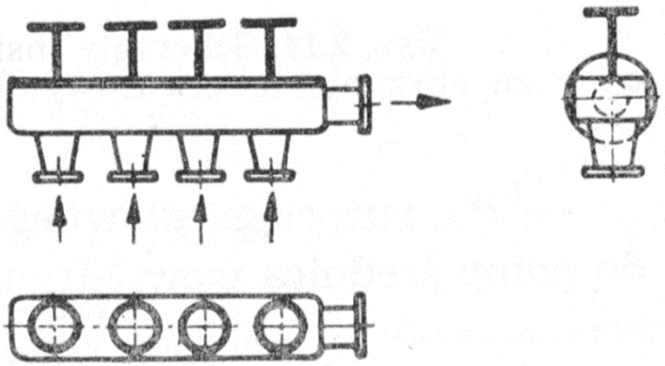
¤ ***magistralowa***; wzdłuż statku biegnie magistrala balastowa od której odchodzą końcówki rurociągów do poszczególnych zbiorników balastowych, zawory umieszczone są na końcówkach rurociągów.

¤ ***wieńcowa***; instalacja podobna do instalacji magistralowej, jednak zamiast jednego występują dwa rurociągi połączone w kształt wieńca, co zwiększa niezawodność działania instalacji (w razie awarii jednej nitki można wykorzystać drugą.

Ogólny schemat instalacji zęzowej wielomagistralowej

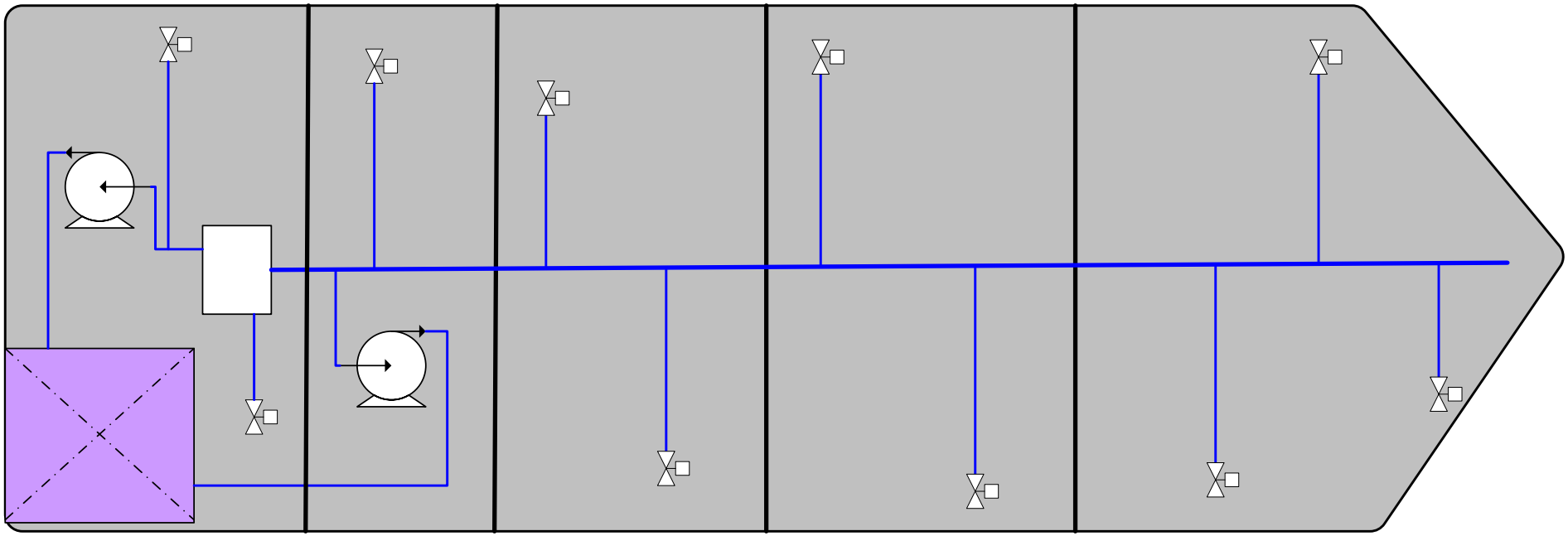


Skrzynia zaworowa

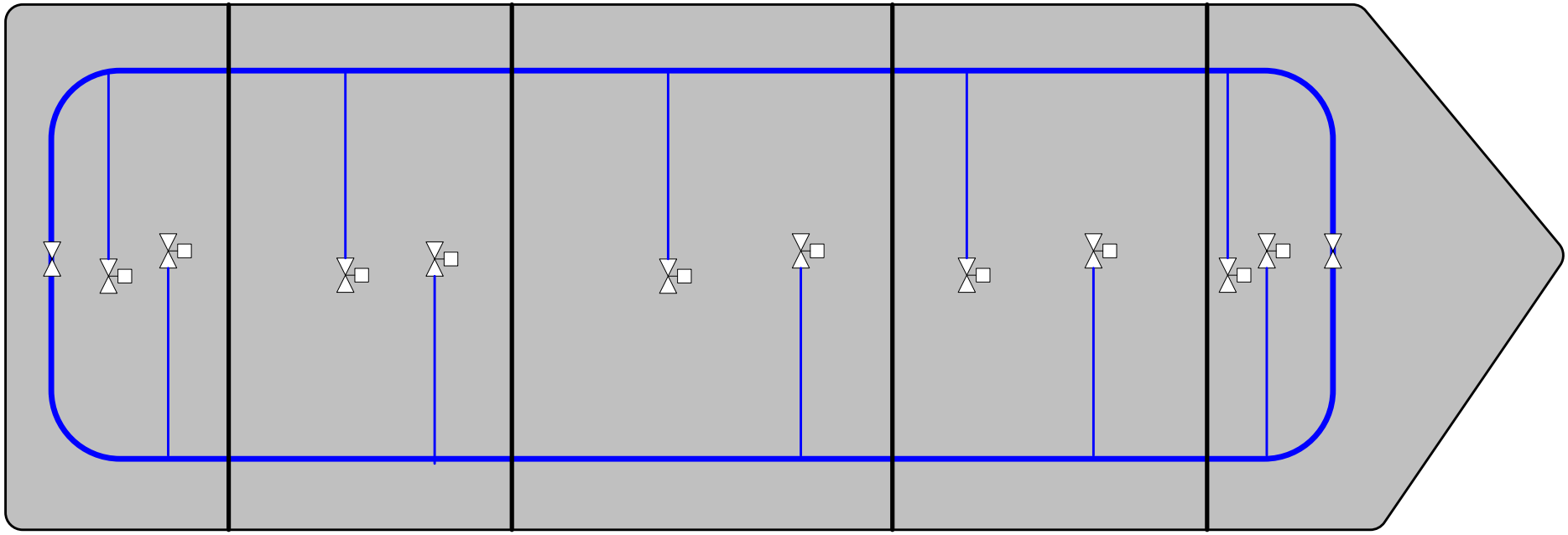




Ogólny schemat instalacji zęzowej magistralowej
(schemat uproszczony)



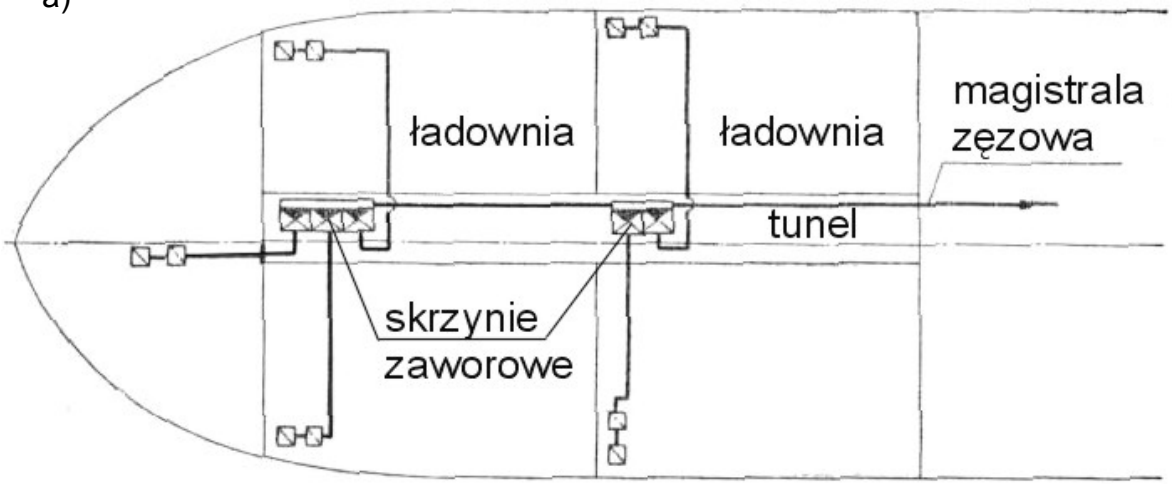
Ogólny schemat instalacji zęzowej z magistralą pierścieniową (wieńcową)
(koncepcja)



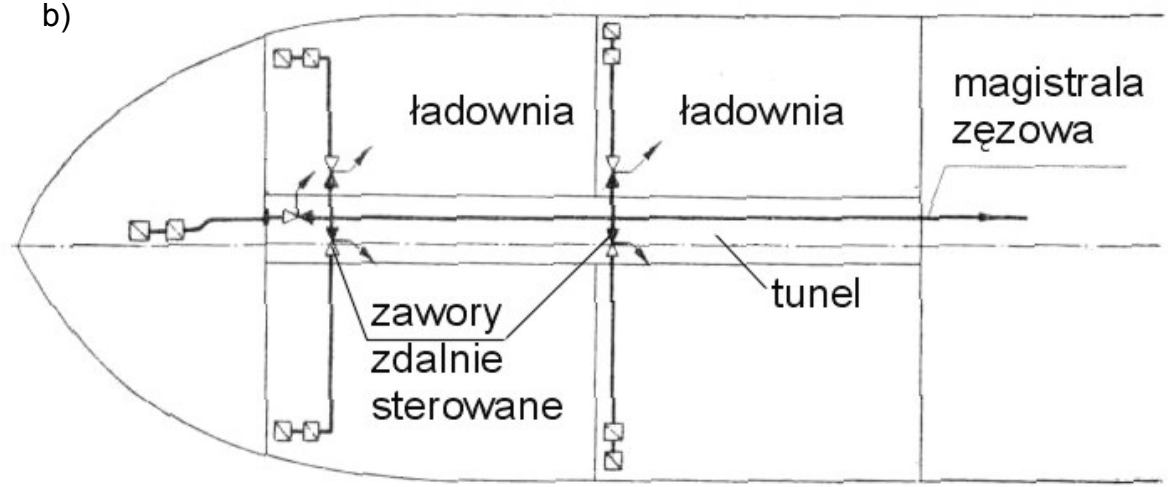
Instalacja zęzowa

Przykłady instalacji zęzowej:

a)



b)



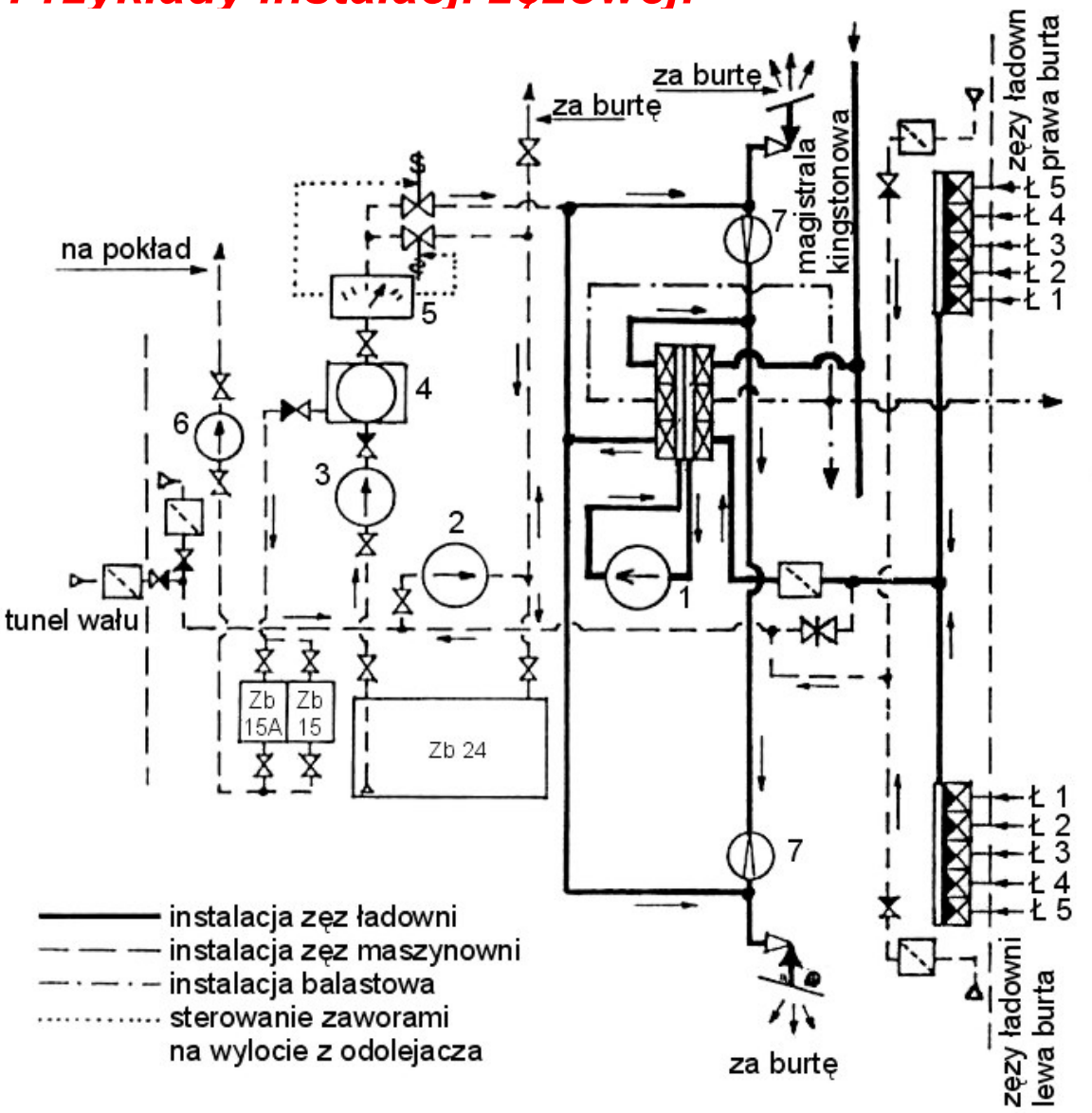
Schematy instalacji zęzowych osuszających pomieszczenia w części rufowej statku:

a) wykorzystującej skrzynie zaworowe;

b) wykorzystująca zdalnie sterowane zawory.

Instalacja zęzowa

Przykłady instalacji zęzowej:



Schematy instalacji zęzowej ***rozgałęzionej*** dla masowca o nośności 27.000 t:

1 – pompa zęzowa;

2 – pompa zęzowa maszynowni;

3 – pompa odolejacza;

4 – odolejacz;

5 – miernik zaolejenia;

6 – pompa szlamu olejowego;

7 – pompa strumieniowa;

Zb 24 – zbiornik zaolejonych wód maszynowni;

Zb 15, 15A – zbiorniki szlamu.

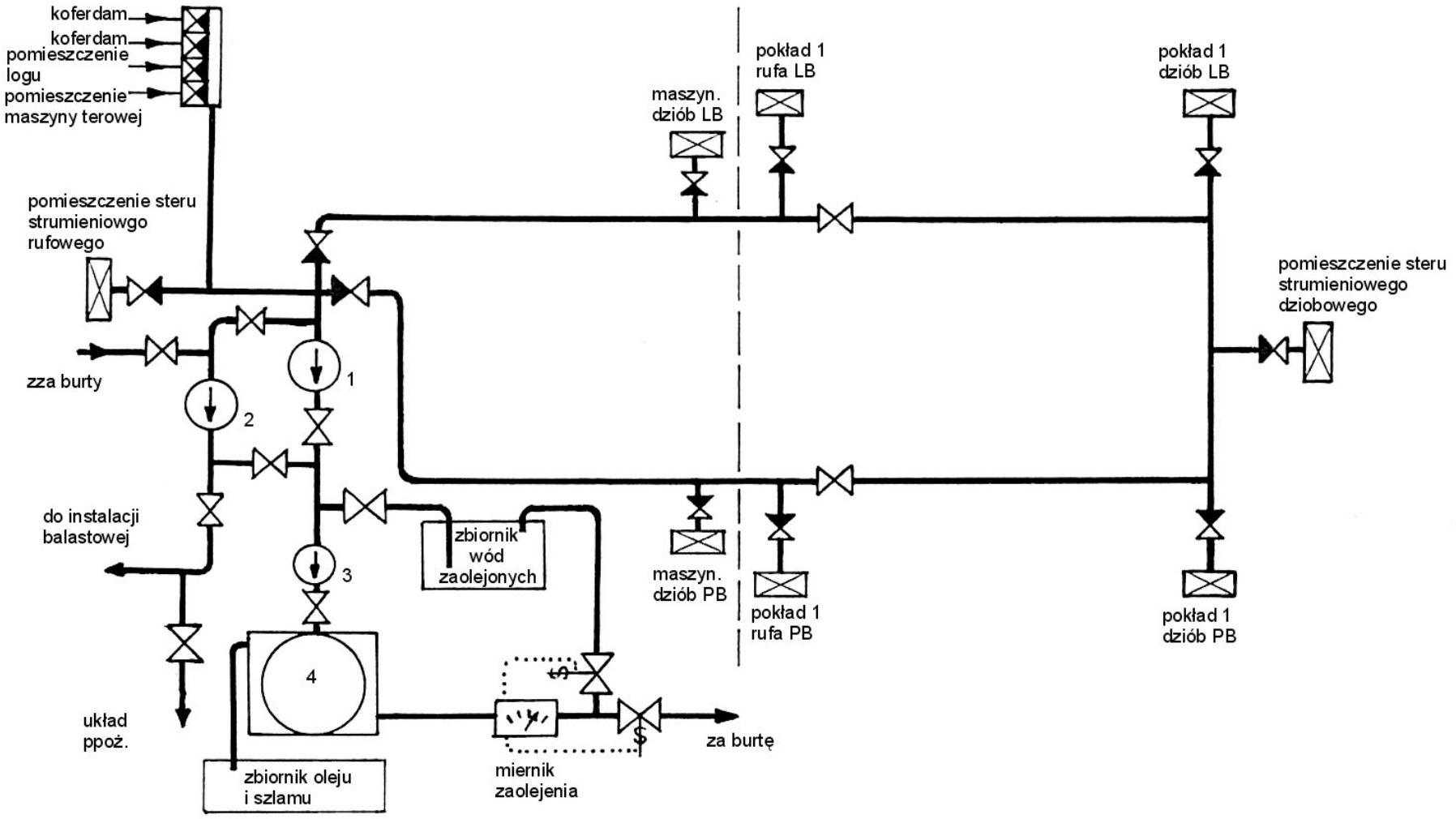


Do sprawdzania czystości wód zaolejonych używa się jako jednostek tzw. ppm (ppm – parts per milion – części na milion).

Przykład: Pisząc, że woda która jest usuwana za burtę nie może mieć więcej niż 15 ppm oznacza, że może w niej być do 15 cząstek oleju na milion cząstek wody (gramy/tonę).

Instalacja zęzowa

Przykłady instalacji zęzowej:

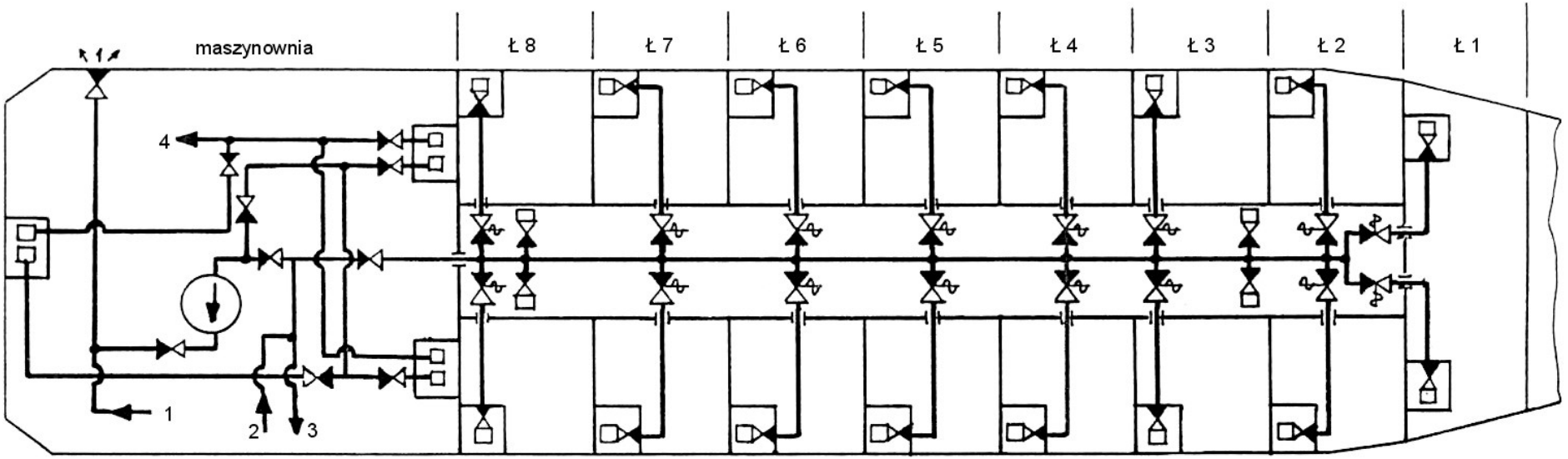


Schematy instalacji zęzowej ***wieńcowej:***

1 – pompa zęzowa; 2 – awaryjna pompa zęzowa i pożarnicza; 3 – pompa odolejacza; 4 – odolejacz; 5 – miernika zaolejenia.

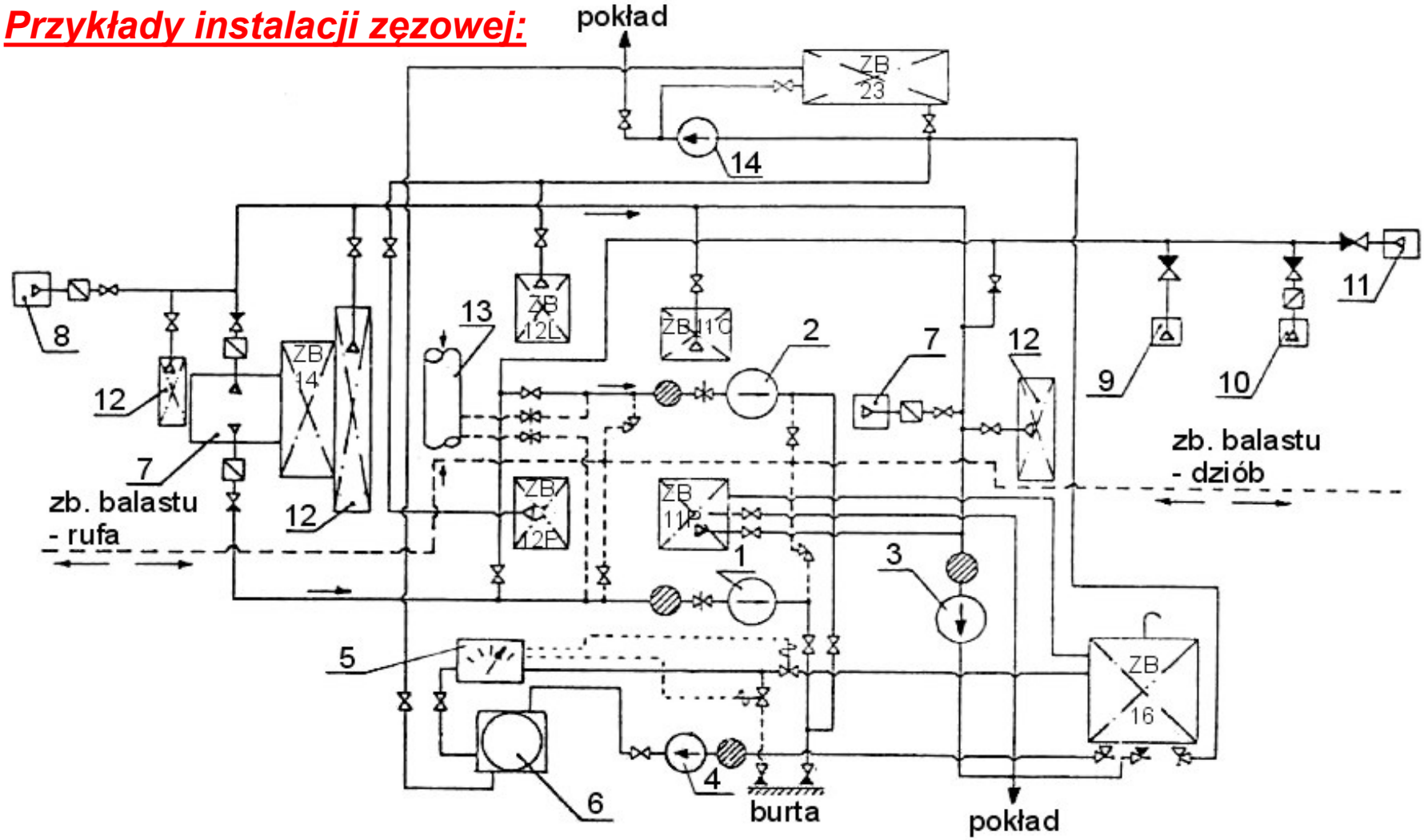
Instalacja zęzowa

Przykłady instalacji zęzowej



Instalacja zęzowa

Przykłady instalacji zęzowej:



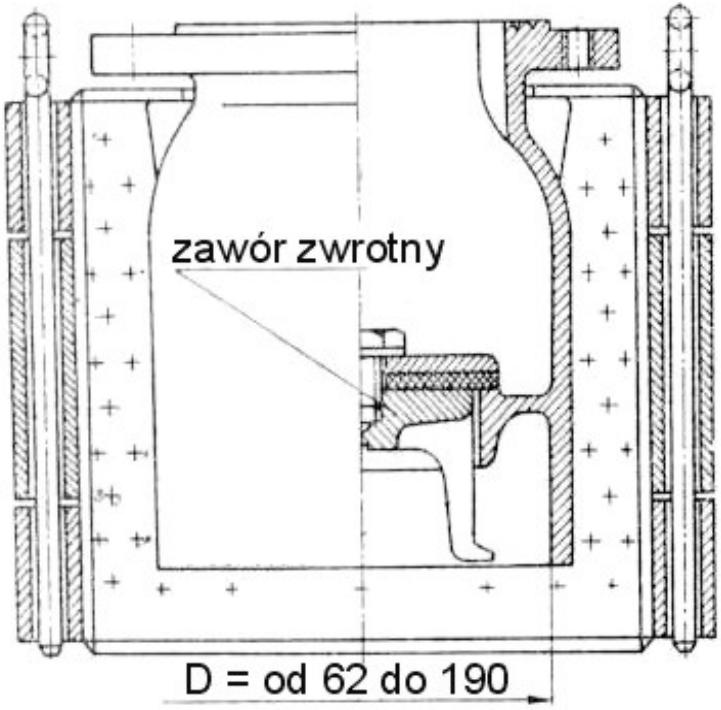
INSTALACJA ZĘZOWA MASZYNOWNI STATKU SPECJALISTYCZNEGO:

1 – pompa zęzowa; 2 – pompa balastowa; 3 – pompa zęzowa tłokowa; 4 – pompa odolejacza; 5 – miernika zaolejenia; 6 – odolejacz; 7 – zęza maszynowni; 8 – zęza tunelu wału napędowego; 9 – zęza pomieszczenia montażu logu; 10 – zęza maszynowni chłodniczej; 11 – zęza chłodni prowiantowej; 12 – koferdam; 13 – magistrala kingstonowa; 14 – pompa szlamu olejowego

Instalacja zęzowa

Armatura instalacji zęzowej:

Kosz ssący – zadaniem kosza ssącego jest zabezpieczenie pompy zęzowej przed różnego rodzaju zanieczyszczeniami. W kosze ssące zaopatruje się wszystkie odgałęzienia ssące instalacji zęzowej z wyjątkiem odgałęzień pomieszczeń maszynowni i tuneli wałów napędowych. Średnica otworów w koszu ssącym wynosi najczęściej 10 mm, a ich łączna powierzchnia powinna być ci najmniej ***dwukrotnie większa od przekroju odgałęzienia***



Kosz ssący zęzowy z zaworem zwrotnym



Symbol kosza ssącego

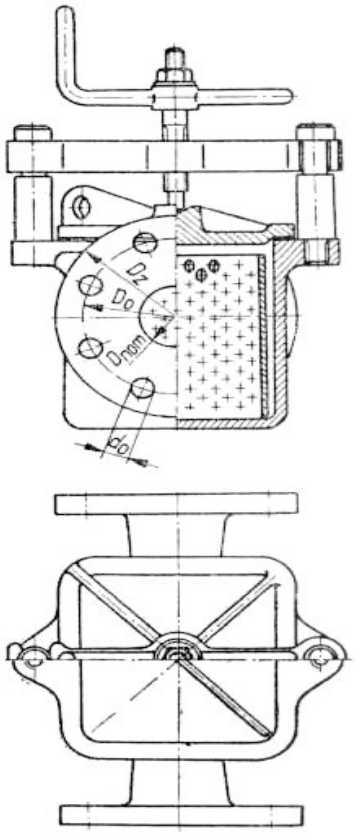


Symbol kosza ssącego z zaworem zwrotnym

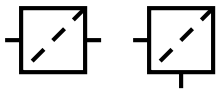
Instalacja zęzowa

Armatura instalacji zęzowej:

Osadnik – na odgałęzieniach w maszynowni i tunelach wałów napędowych zamiast koszy ssących instalowane są osadniki. Zadaniem osadników jest wstępne osadzanie się różnego rodzaju zanieczyszczeń, a tym samym poprawa czystości zaolejonych wód zęzowych. Osadniki mogą być również instalowane wraz z koszami ssącymi.

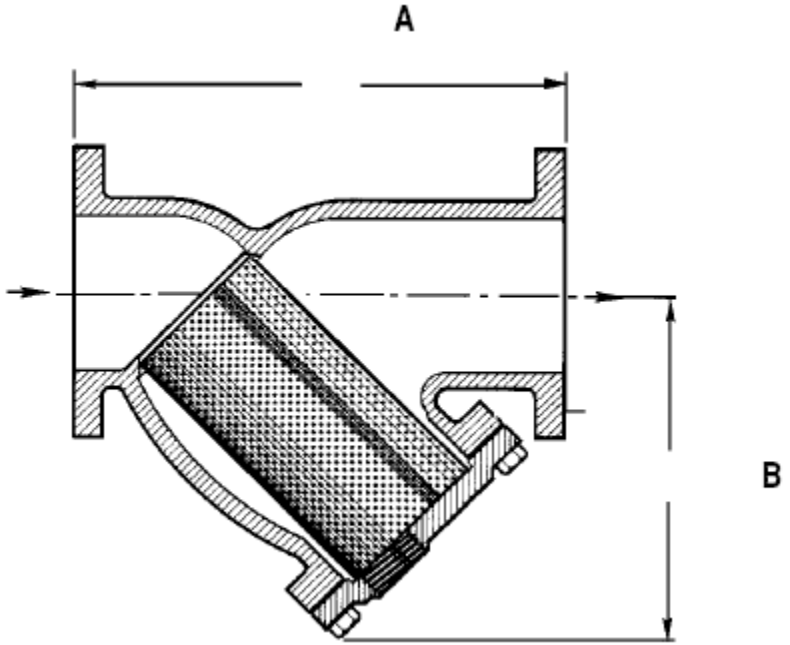


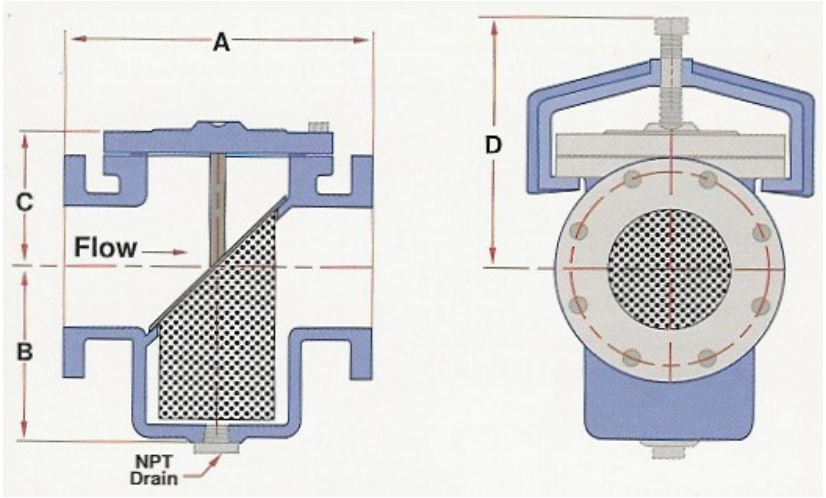
Osadnik

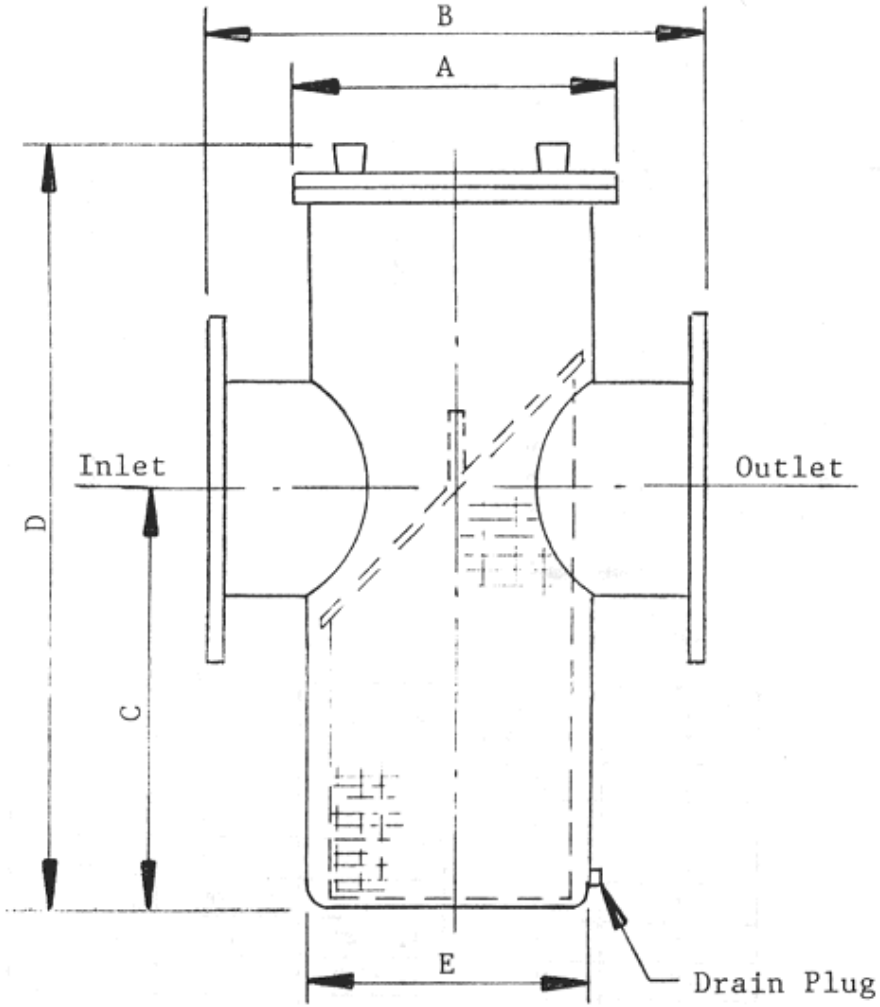


Symbol osadnika przelotowego i kątowego

Osadniki



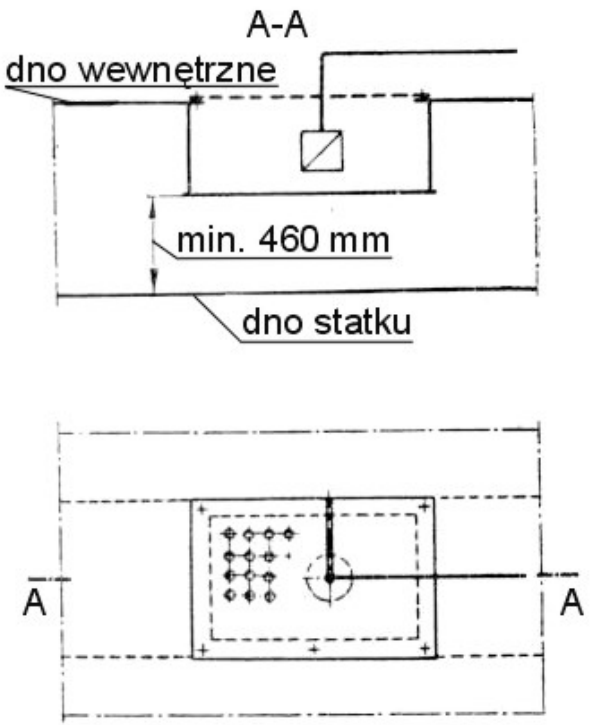




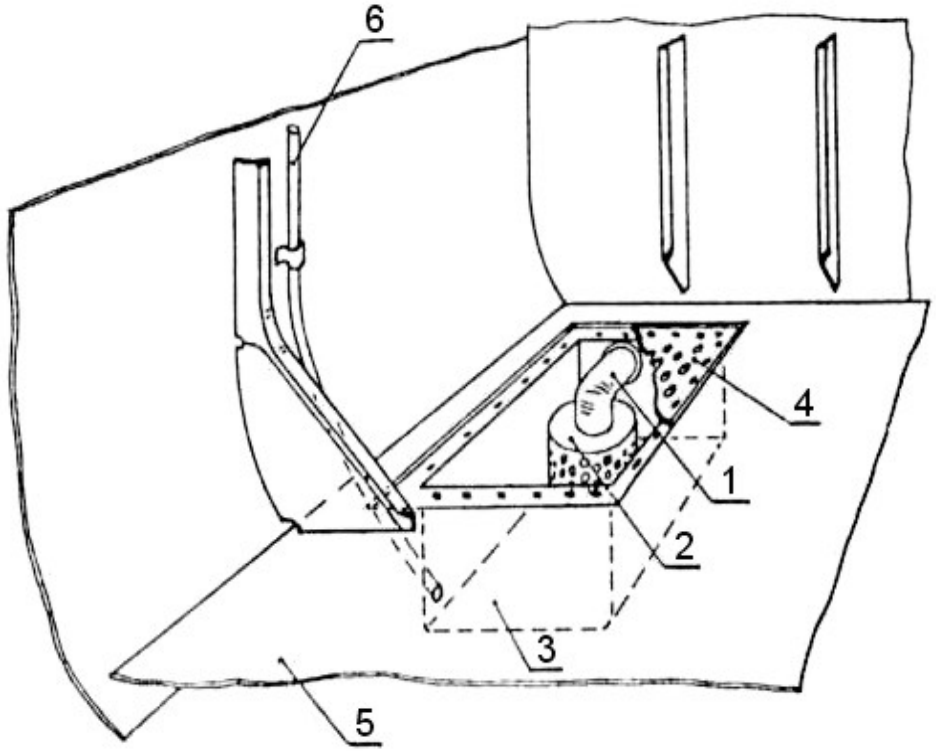
Instalacja zęzowa

Konstrukcja studzienki zęzowej:

Kosze ssące lub osadniki muszą być tak umieszczone, aby miały możliwość zassania wody z płaskiego dna, dlatego należy je instalować ***w studzienkach zęzowych***. Objętość studzienki zęzowej wynosi nie mniej niż ***0,2 m^3***, a ich usytuowanie i wymiary określają przepisy o budowie statków.



Schemat konstrukcji studzienki zęzowej.



Studzienka instalacji zęzowej wewnątrz ładowni o płaskim dnie wewnętrznym:

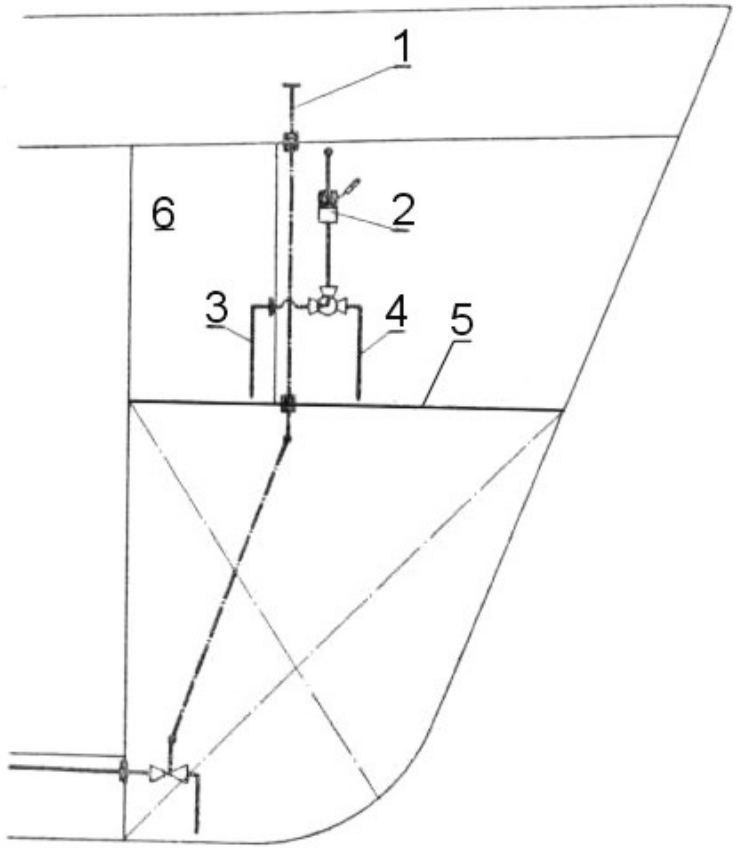
1 – rurociąg zęzowy; 2 – kosz ssący; 3 – nisza studzienki;

4 – pokrywa studzienki; 5 – dno wewnętrzne; 6 – rura sondażowa.

Instalacja zęzowa

Osuszanie skrajnika dziobowego:

Osuszanie skrajnika dziobowego sprowadza się zwykle do osuszania międzypokładu i komory łańcuchowej, ponieważ skrajnik wykorzystuje się jako zbiornik balastu. Do osuszania stosuje się tu ręczną pompę z bezpośrednim wylotem za burtę.



Osuszanie międzypokładu w skrajniku oraz sterowanie zaworu na grodzi zderzeniowej:

1 – sterowanie zaworu;

2 – ręczna pompa osuszająca;

3 – odgałęzienie osuszające komorę łańcuchową;

4 – odgałęzienie osuszające międzypokład skrajnika.

Przepisy klasyfikacyjne

Układ rurociągów zęzowych powinien wykluczać możliwość przedostawania się tymi rurociągami wody zaburtowej do wnętrza statku i wody z jednego przedziału wodoszczelnego do drugiego. W tym celu zawory ssące skrzyń rozdzielczych rurociągów zęzowych i zawory na odgałęzieniach ssących doprowadzonych bezpośrednio do magistrali zęzowej powinny być typu zaporowo-zwrotnego.

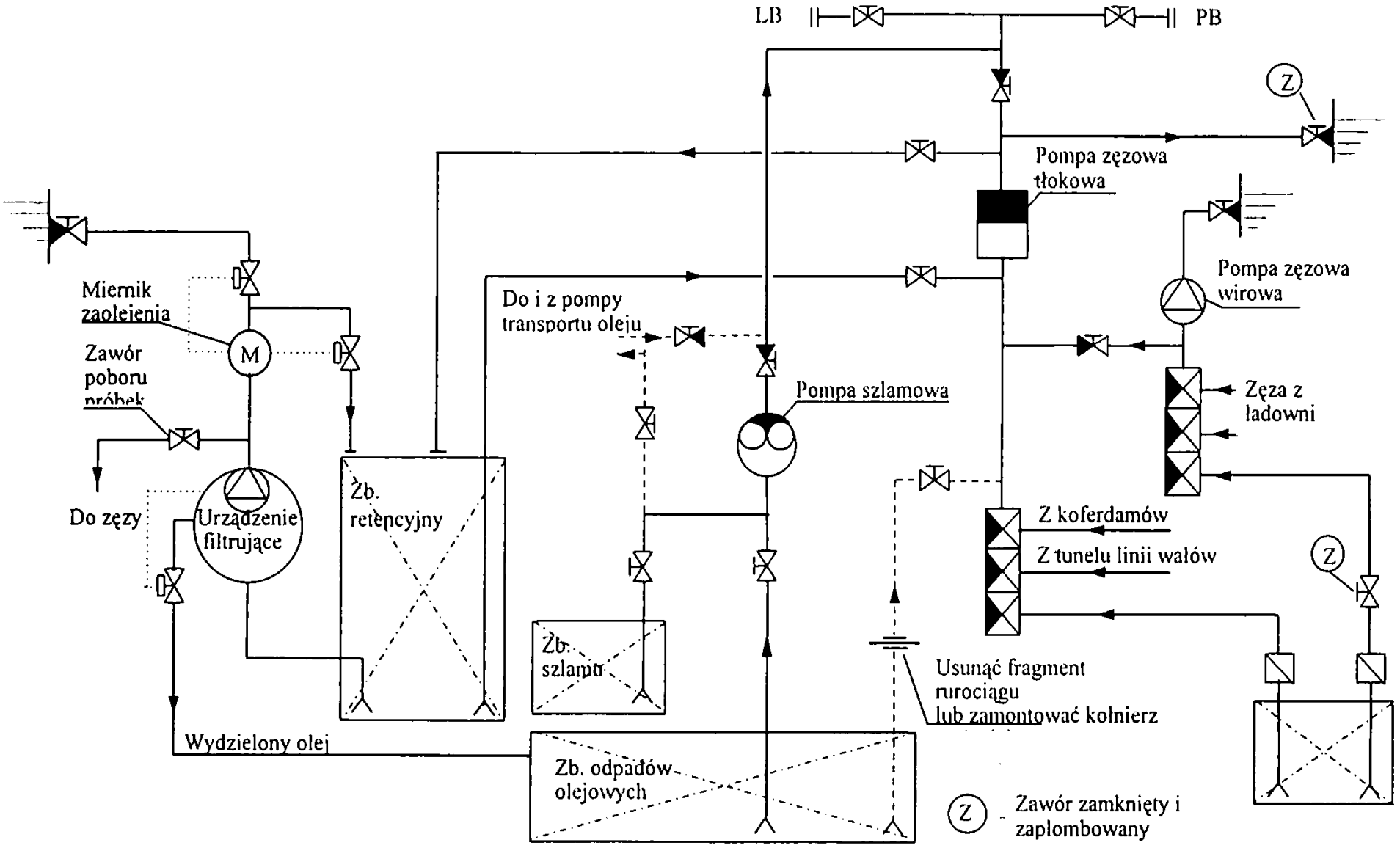
Stosownie do postanowień prawideł 9, 10 i 16 *Konwencji MARPOL 73/78, Załącznik I*, każdy statek o pojemności brutto 400 i większej powinien być wyposażony w urządzenie filtrujące, służące do czyszczenia zaolejonej wody zęzowej i zapewniające, że zawartość oleju w nierozcieńczonej wodzie na wylocie z urządzenia nie przekroczy 15 ppm (objętościowo części na milion). Urządzenie to ma być typu uznanego prze PRS i odpowiadać wymaganiom uchwalonych przez IMO aktów prawnych:

Instalacja zęzowa - powinna być tak zaprojektowana, aby nie można było usunąć wody zęzowej lub innych ścieków inaczej niż przez odolejacz lub oddać na ląd. Instalacja powinna zawierać:

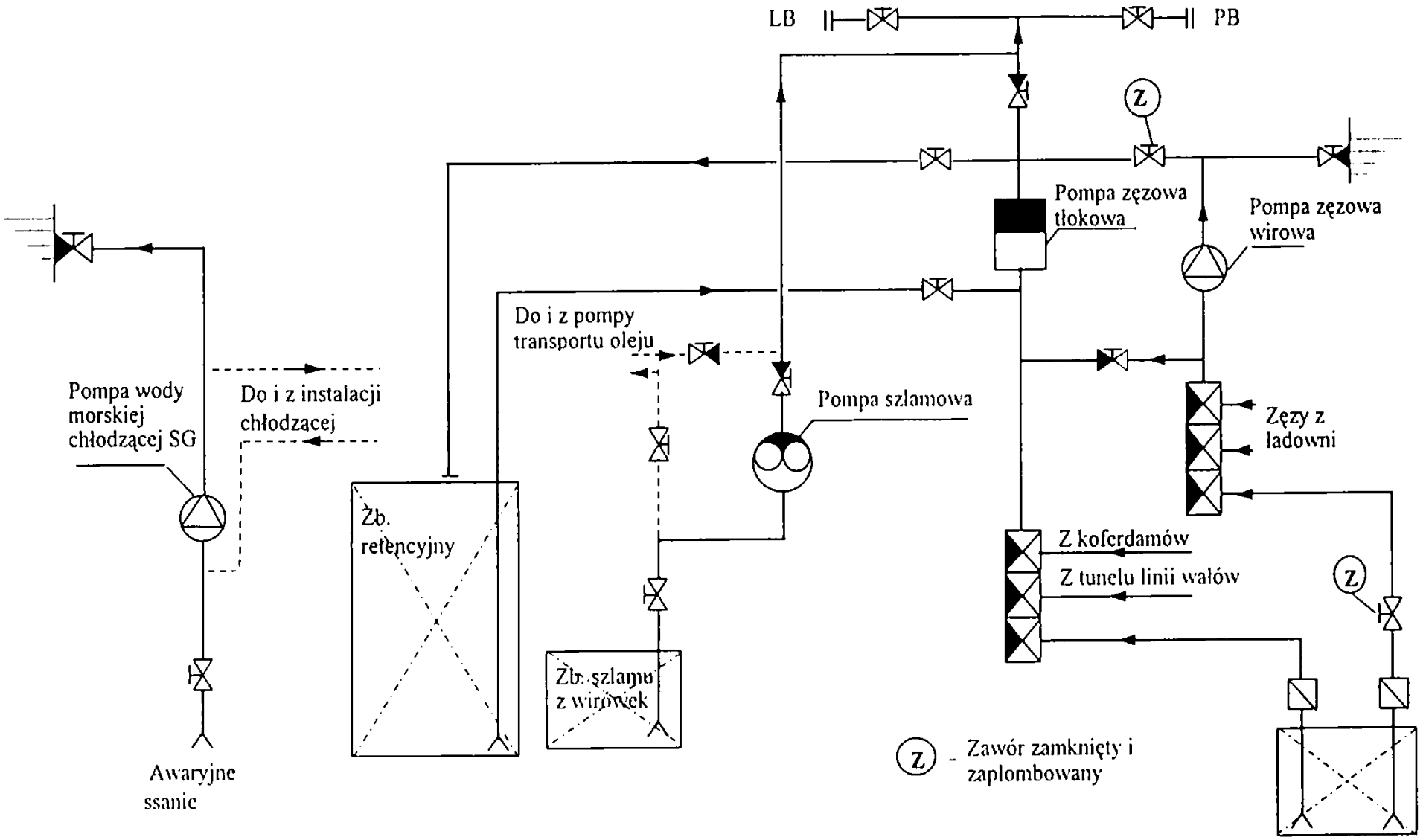
- **zbiornik retencyjny,** którego zadaniem jest przechowywanie oleju z jednoczesnym wstępnym odseparowaniem słabo rozdrobnionego oleju drogą sedymentacji.
- **odolejacz,** który pobiera wodę ze zbiornika retencyjnego (lub studzienek zęzowych) i oczyszcza ją do stopnia pozwalającego na usunięcie jej za burtę. Odolejacz musi mieć każdy statek o pojemności brutto od 400 do 10 000 gt. Statki o pojemności brutto powyżej 10 000 gt muszą dodatkowo posiadać system pomiarowo-kontrolny (statki mniejsze od 10 000 gt - zalecany). Jeżeli statek pływa w pewnych ograniczonych rejonach, to równoważnym rozwiązaniem jest **przechowywanie na statku i oddawanie na ląd.**

- **system kontrolno-pomiarowy**, z miernikiem zawartości oleju w wodzie, ciągłą rejestracją stopnia zanieczyszczenia wody usuwanej za burtę i możliwością przerwania usuwania zaolejonej wody za burtę, jeżeli stężenie oleju w wodzie przekroczy poziom alarmu,
- **specjalny łącznik** do podłączenia rurociągu, przy usuwaniu ścieków na ląd.

Schemat ideowy instalacji zęzowej z urządzeniem filtrującym, zgodnej z MARPOL 73/78

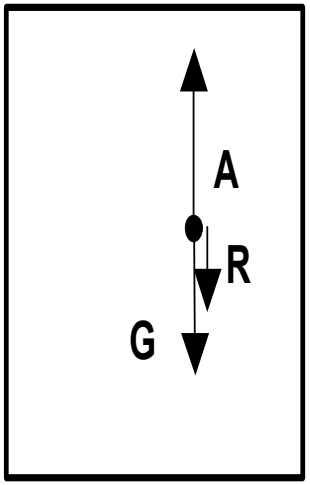


Schemat ideowy instalacji zęzowej bez urządzenia filtrującego, zgodnej z MARPOL 73/78



PROCESY OCZYSZCZANIA ZAOLEJONEJ WODY

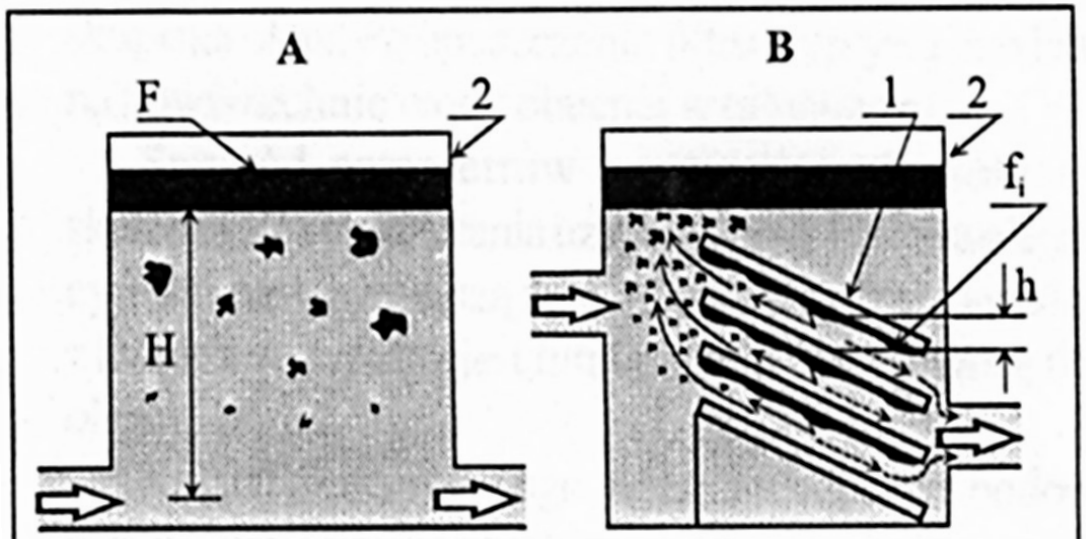
Separacja w polu sił ziemskich - sedymentacja



Na cząstkę działa siła ciężkości G, siła wyporu A oraz siła oporu R powstająca na skutek ruchu cząstki. Po przebyciu pewnej wysokości Δh ustala się stan równowagi, w którym R=A-G, a ruch cząstki jest ruchem jednostajnym.

$$w = \frac{d^2 \cdot g \cdot (\rho_{wody} - \rho_{oleju})}{18 \cdot \nu_{wody} \cdot \rho_{wody}} = \frac{d^2 \cdot 9.81 \cdot (1000 - 880)}{18 \cdot 1.0 \cdot 10^{-6} \cdot 1000} = 65400 \cdot d^2$$

dla cząstek o średnicy 120 μm prędkość sedymentacji wg tego wzoru wynosi 3.4 m/h. (dla 50μm-0.6 m/h, 200μm-9.5 m/h).



emulsja wodno-olejowa

skupiska oleju wydzielające się w czasie przepływu

→ droga oleju

⇢ droga stabilnej emulsji wodno-olejowej

1 - płyta o powierzchni f_i

2 - zbiornik

H, h - odległość między przepływającą cząstką oleju a ciągła fazą olejową

F - pole przekroju poziomego zbiornika osadowego

Przebieg separacji czastki olejowej w:

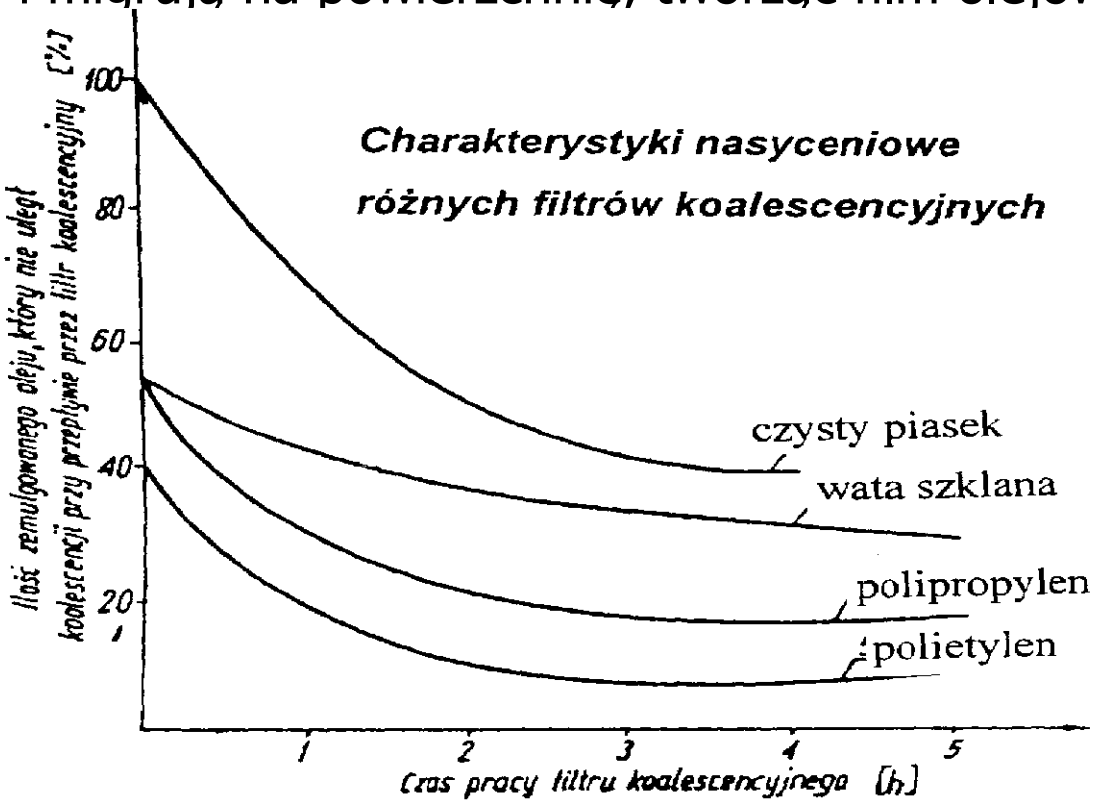
A - zbiorniku osadowym,

B - układzie płyt równoległych.

Koalescencja

•Jest to zjawisko łączenia się małych kropel, rozproszonych w innej cieczy w większe skupiska wskutek wzajemnych zderzeń. Tworzące się większe cząstki wypływają na powierzchnię. Usunięcie cząstek 2÷ 40 μm.

•Drobiny **oleju** nawarstwiają się na powierzchni komórkowych struktur **wkładu koalescencyjnego** - **adsorpcja**, gdzie łączą się w coraz większe aglomeraty i migrują na powierzchnię, tworząc film olejowy.



Separacja wzbo rkuc sadowym

Separacja wk dzieg tr mdegych

Separacja w(hyd

Kalescencja

Ads

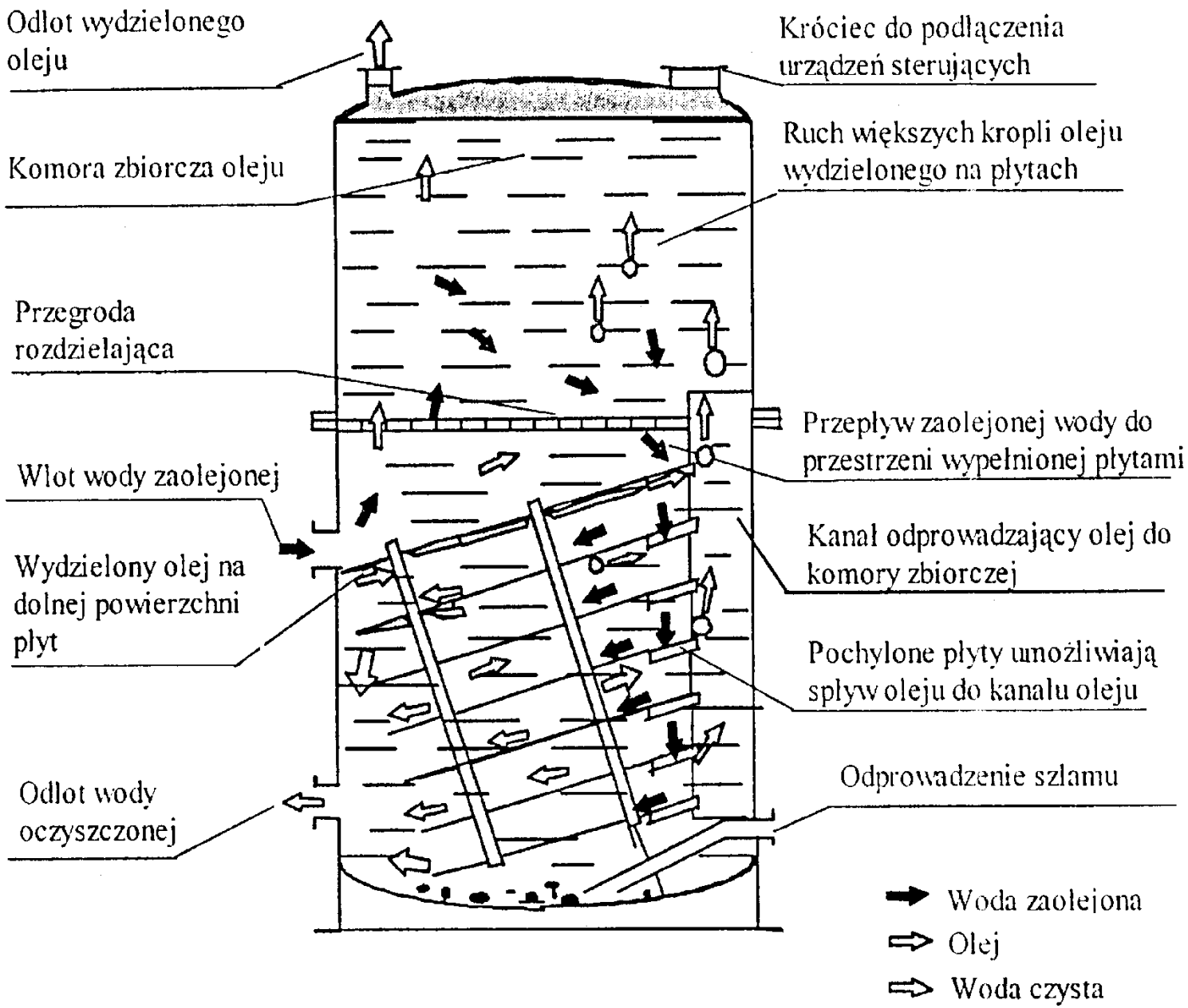
Oc

Ut

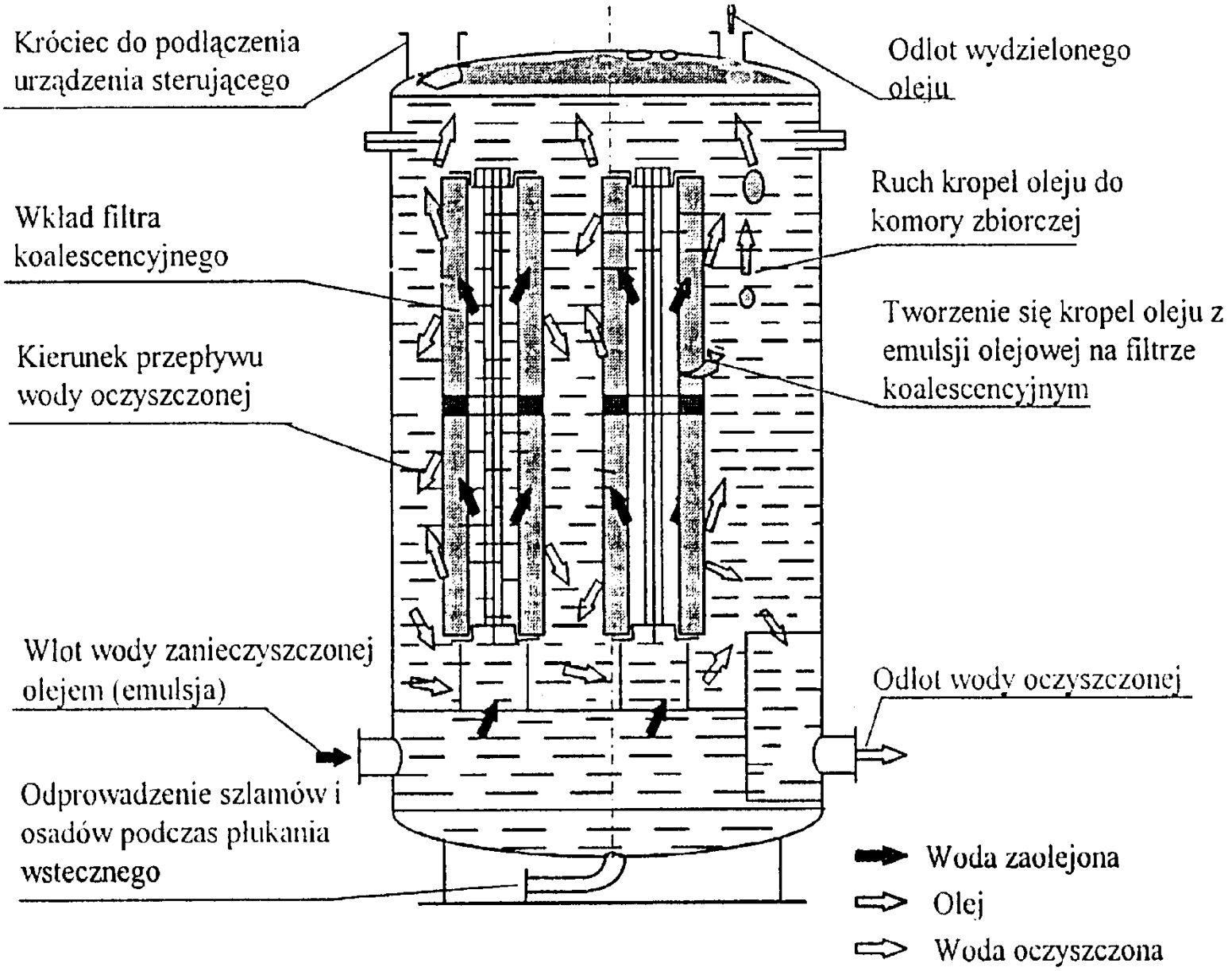
0 50µm

ODOLEJACZE

- Do odolejania wody balastowej i zęzowej stosuje się różne, połączone metody oczyszczania. Nie stwarza kłopotów oczyszczenie wody z cząstek o średnicy większej od 100 μm, problemem są cząstki mniejsze. Dodatkowym utrudnieniem jest obecność zwłaszcza w wodzie zęzowej cząstek stałych i detergentów.
- Jako wstępną metodę stosuje się zawsze sedymentację w zbiorniku osadowym, co zapewnia zgrubne oczyszczenie wody z większych cząsteczek oleju oraz z zanieczyszczeń stałych.
- W konstrukcji odolejacza wykorzystuje się przy tym płyty równoległe a także kształtuje przepływ zaolejonej wody tak, aby działające siły odśrodkowe przyspieszały wstępny proces rozdziału wody i oleju.
- Jako metodę dokładną stosuje się obecnie prawie zawsze koalescencję. Obecnie od odolejacza wymaga się jakości oczyszczania poniżej 15 ppm. Zapewnić to mogą odolejacze dwu lub trójstopniowe wykorzystujące przede wszystkim zjawisko koalescencji na płytach i materiałach włóknistych w ostatnich stopniach. Jeżeli wymagane jest osiągnięcie większej niż 15 ppm jakości oczyszczanie, stosuje się dodatkowy stopień ultrafiltracyjny.

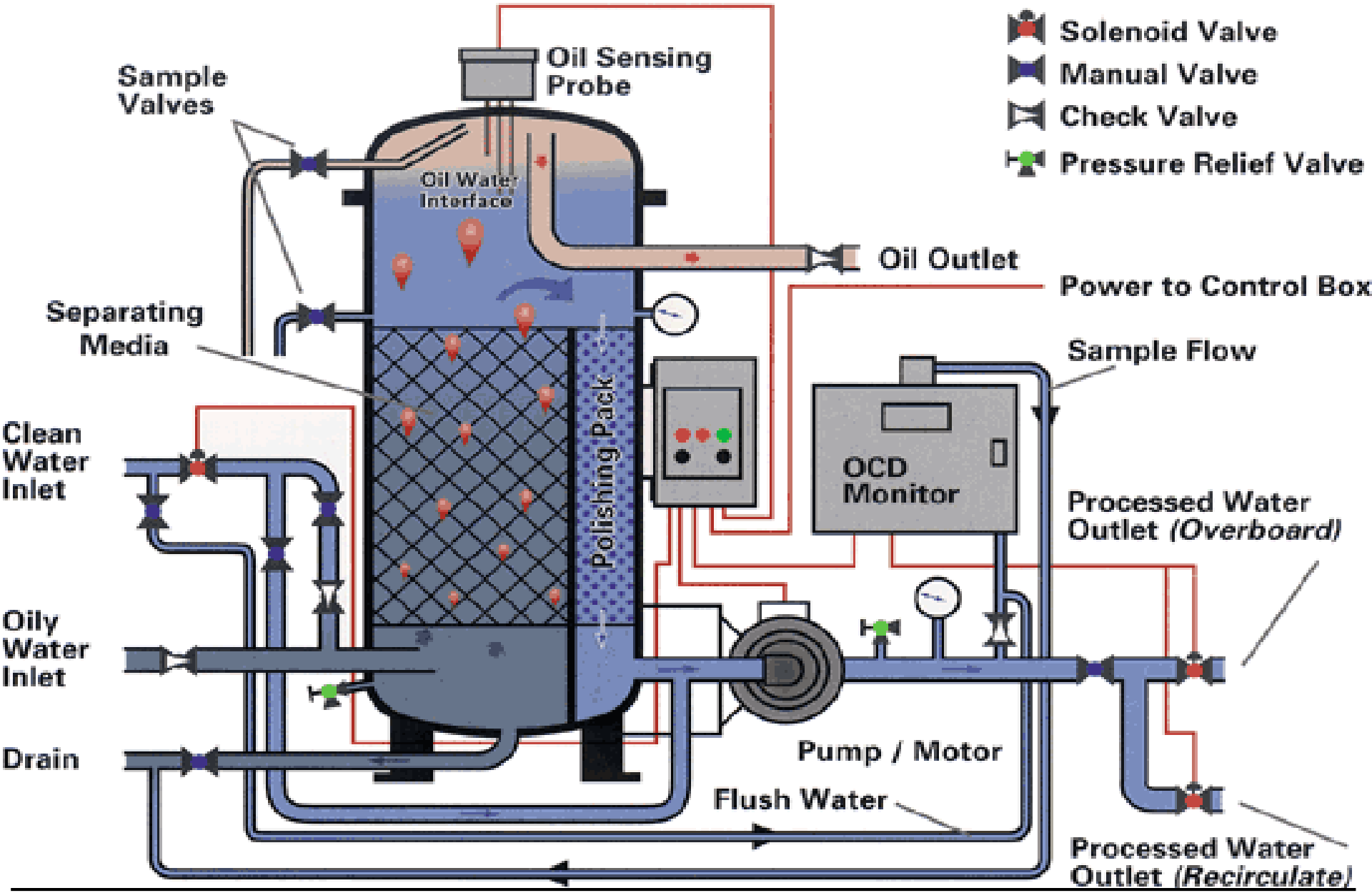


Zasada pracy członu grawitacyjnego urządzenia odolejającego



Zasada pracy członu koalescencyjnego

HELI-SEP OCD FLOW DIAGRAM



Dobór odolejacza

Dla statków o pojemności brutto:

- 400 < 1 600: **0.5 m^3/h**
- 1 600 < 4 000: **1.0 m^3/h**
- 4 000 <15 000: **2.5 m^3/h**
- 15 000 i większej: **5.0 m^3/h**

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

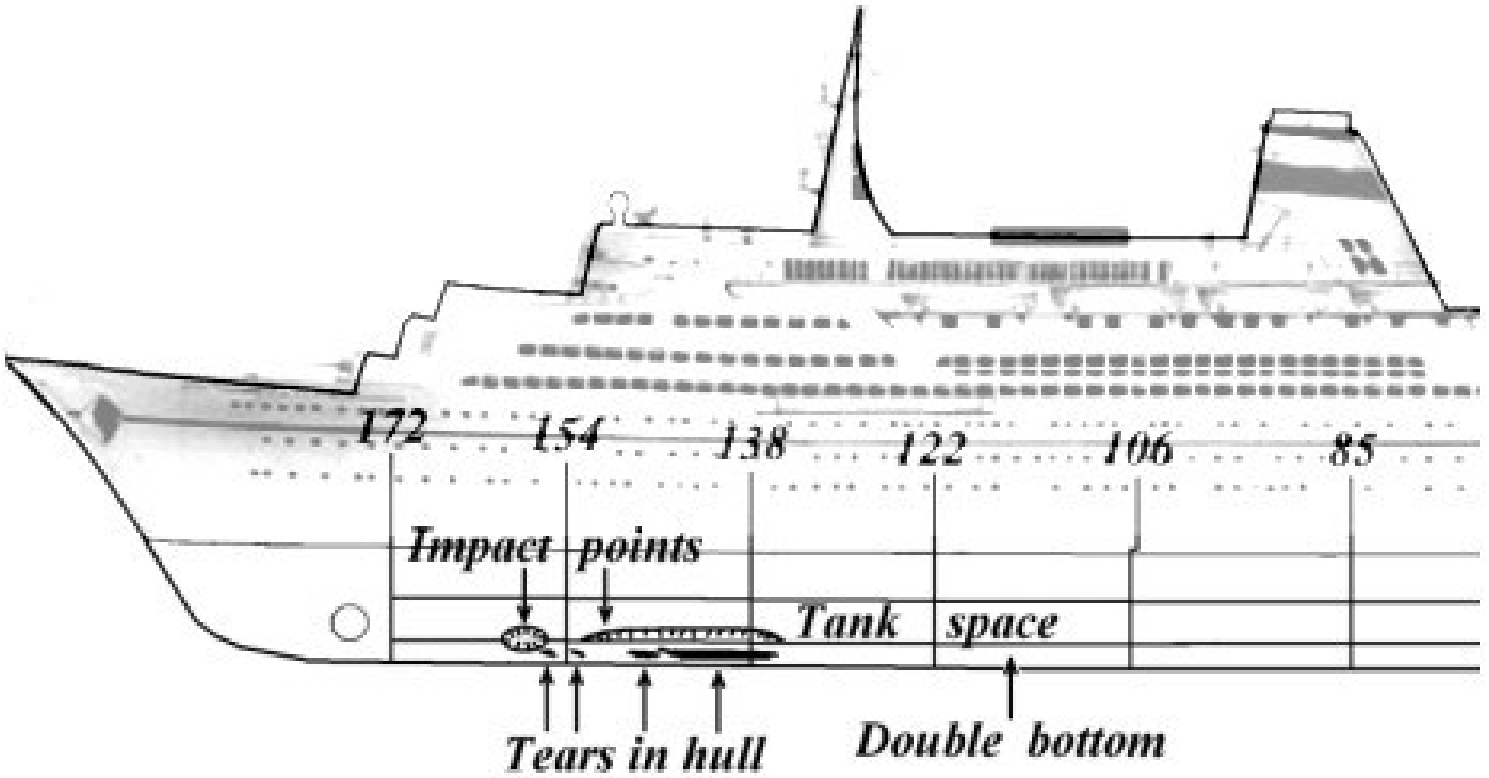
dr inż. Paweł Szymański

INSTALACJE ZĘZOWE I BALASTOWE

Zagadnienia

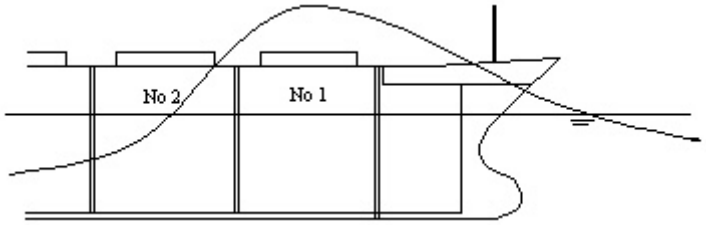
- Wprowadzenie – konstrukcja kadłuba, stateczność i niezatapialność statku
- Przeznaczenie instalacji balastowych
- Przeznaczenie i klasyfikacja instalacji zęzowych
- Ogólna budowa instalacji – typowe rozwiązania konstrukcyjne
- Elementy instalacji
  - pompy
  - odolejacze
  - armatura

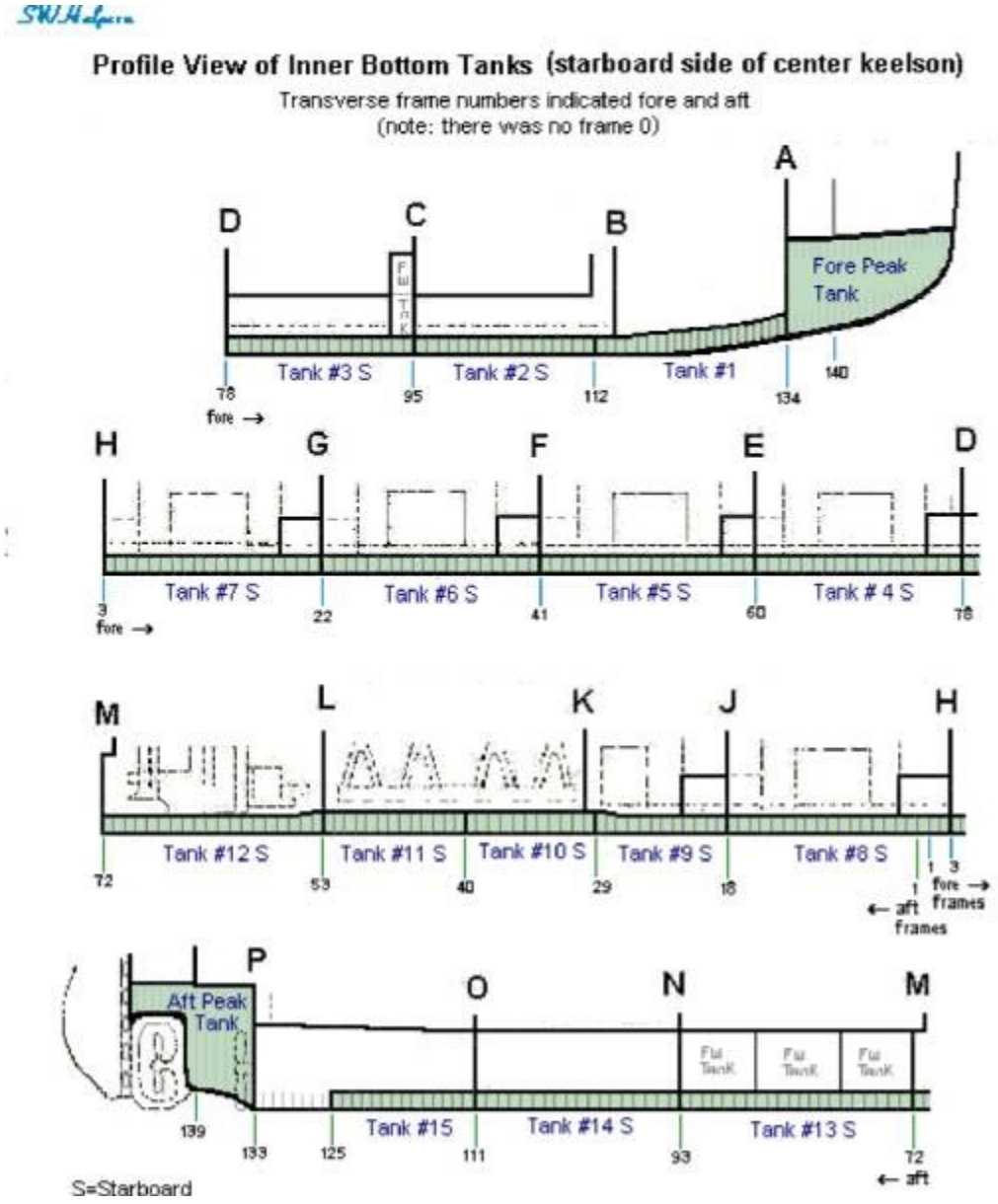
Przedział wodoszczelny– część wewnętrznej przestrzeni statku ograniczona dnem, burtami, pokładem grodziowym i dwiema sąsiednimi grodziami wodoszczelnymi lub grodzią skrajnika i jego poszyciem.



Grodzie wodoszczelne







Podział na przedziały wodoszczelne

9.2.1.2 Wszystkie statki powinny posiadać następujące grodzie wodoszczelne:

- gródź kolizyjną,
- gródź skrajnika rufowego,
- grodzie ograniczające przedział maszynowni (przy czym gródź przedziału maszynowni może być jednocześnie grodzią skrajnika rufowego).

Ogólna liczba poprzecznych grodzi wodoszczelnych na statkach nie mających grodzi wzdłużnych nie powinna być mniejsza od liczby podanej w tabeli 9.2.1.2.

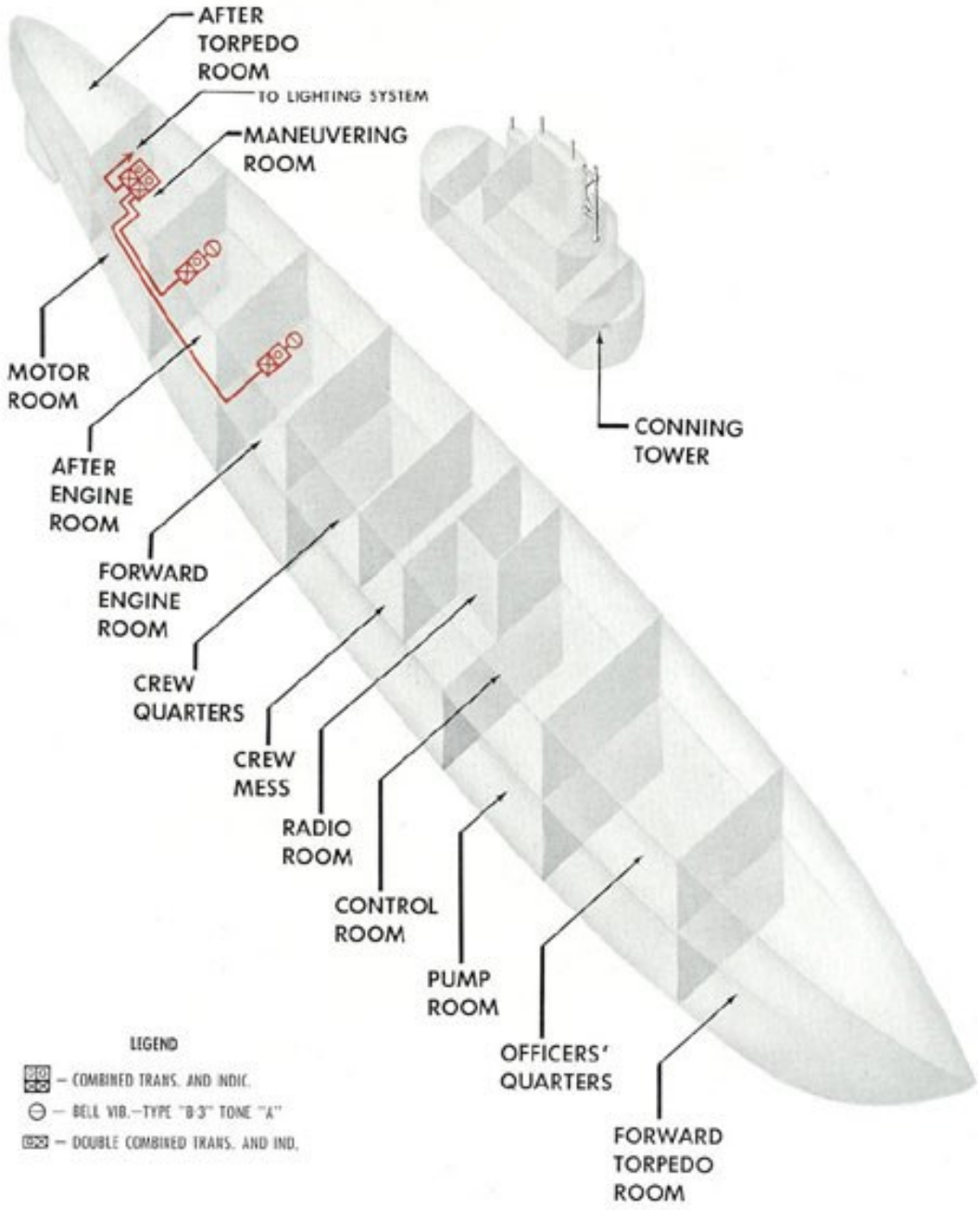
Odległość między sąsiednimi grodziami nie powinna przekraczać 30 m; jej zwiększenie podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS.

Tabela 9.2.1.2

Liczba poprzecznych grodzi wodoszczelnych

Długość statku L_F [m]	Położenie maszynowni	
	na rufie [1)]	w innym rejonie
$L_F \leq 65$	3	4
$65 < L_F \leq 85$	4	4
$85 < L_F \leq 105$	4	5
$105 < L_F \leq 125$	5	6
$125 < L_F \leq 145$	6	7
$145 < L_F \leq 165$	7	8
$165 < L_F \leq 190$	8	9
$190 < L_F \leq 225$	9	10
$L_F > 225$	według uzgodnienia z PRS	

[1)] Gródź skrajnika rufowego stanowi ograniczenie maszynowni od strony rufy.



Rozwiązania specjalne - okręty

Niezatapialność – zdolność statku, po uszkodzeniu i zatopieniu przedziału lub grupy przedziałów przyległych, do zachowania pływalności i stateczności

Pływalność — zdolność całkowicie wyposażonego i załadowanego statku do utrzymywania się na wodzie przy zachowaniu przepisowego zanurzenia na dziobie i na rufie

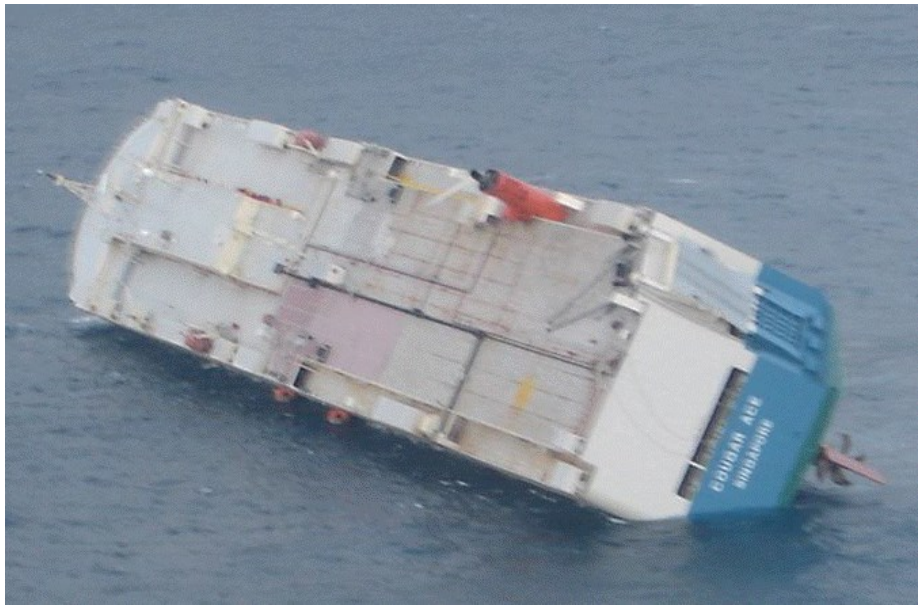
Utrata niezatapialności (pływalności)





Stateczność - zdolność statku do przeciwstawiania się siłom zewnętrznym mogącym spowodować jego przewrócenie. Wyróżnia się *stateczność wzdłużną* i *poprzeczną (w uproszczeniu: zdolność powracania do stanu równowagi założonego podczas projektowania, zaburzonego przez siły zewnętrzne np. falowanie morza, wiatr itp.)*.

Utrata stateczności





Utrata stateczności i niezatapialności





Przeznaczenie instalacji balastowej

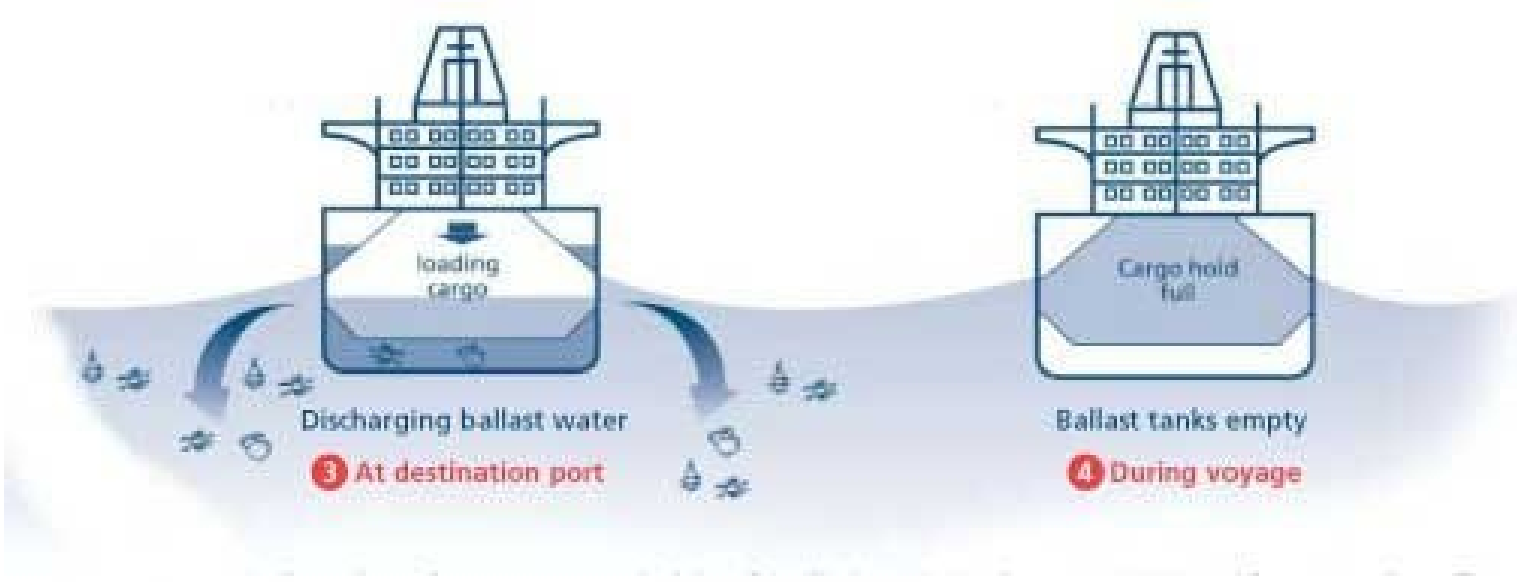
Zadania związane z balastowaniem statku:

¤ Poprawa stateczności statku. Wraz ze zużywanie się zapasów środek masy statku przemieszcza się ku górze, aby temu zapobiec należy sukcesywnie napełniać denne zbiorniki balastowe.

¤ Likwidacja przegłębienia statku wywołana załadunkiem, wyładunkiem lub zużyciem zapasów. W tym celu napełniamy zbiorniki balastowe umieszczone w skrajnikach (dziobowych i rufowych).

¤ Zrównoważenie przechyły statku, poprzez napełnianie odpowiednich zbiorników umieszczonych na burtach.

¤ Zmniejszenie obciążenia długich statków powstałych na skutek nierównomiernego wzdłużnego rozłożenia mas.

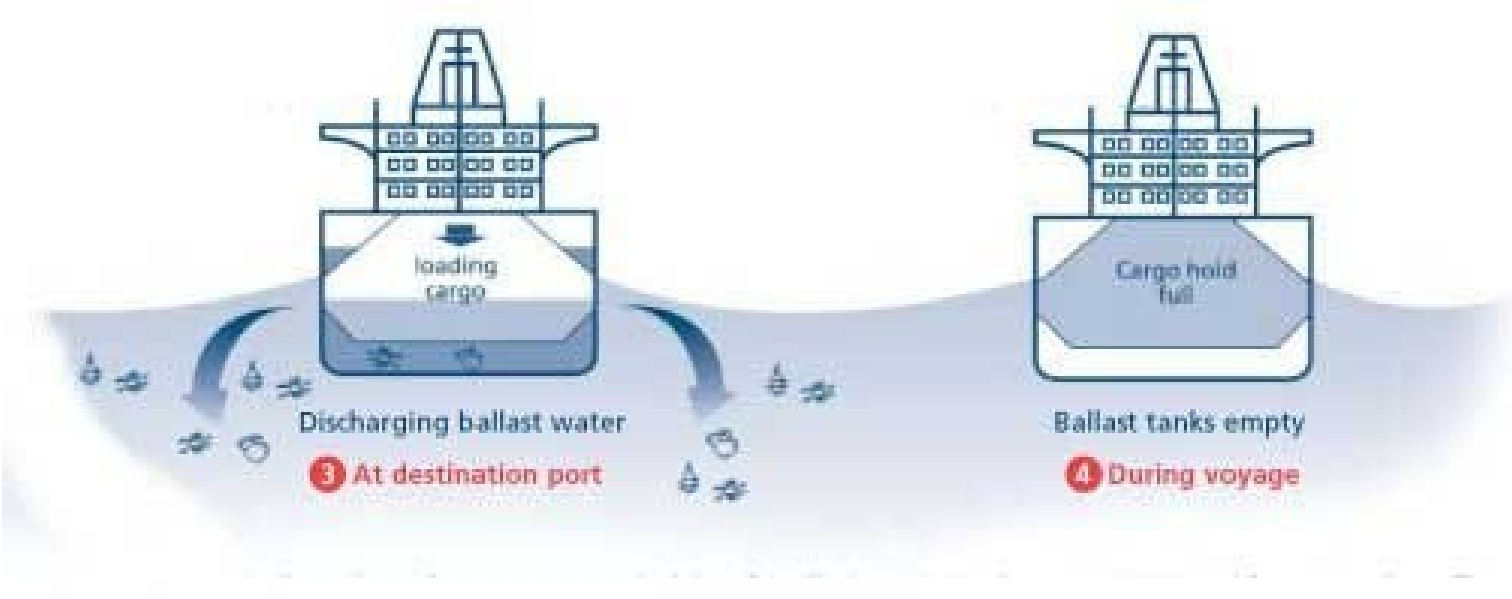


Przeznaczenie instalacji balastowej

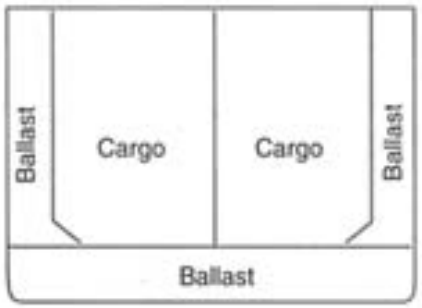
Instalacja balastowa umożliwia napełnianie i opróżnianie zbiorników balastu wodnego lub do przepompowywania balastów pomiędzy poszczególnymi zbiornikami.

Konieczność stosowania balastów wodnych wynika z potrzeby wyrównywania przechyłów i przegłębień statku a także z konieczności zwiększenia w niektórych przypadkach jego zanurzenia.

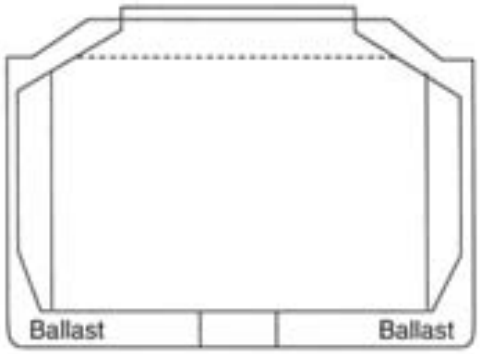
Ciężar balastu wodnego wynosi około 10 – 20% wyporności statku.



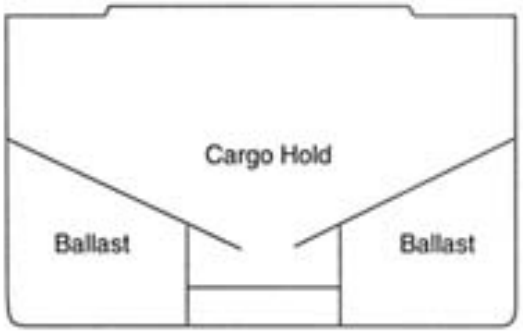
Rozmieszczenie zbiorników balastowych



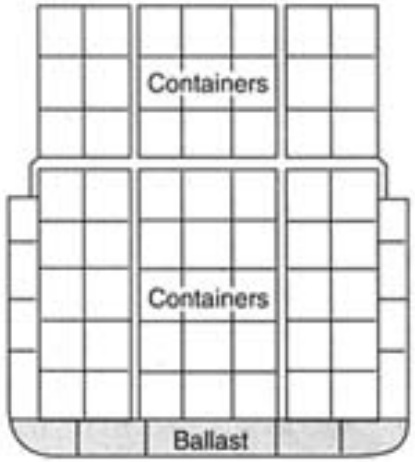
Tanker



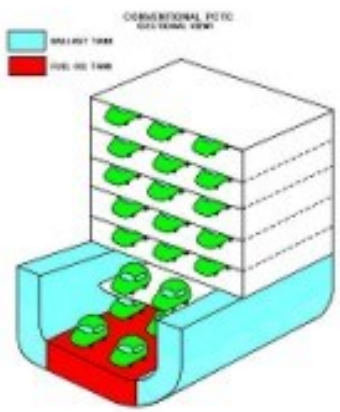
Panamax size oil bulk ore carrier

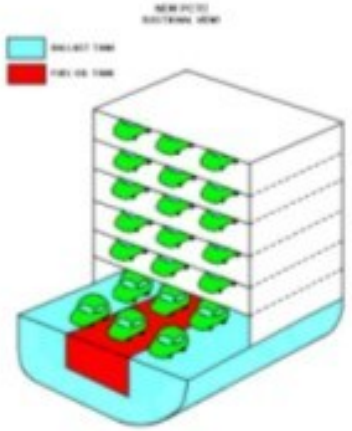


Great Lakes bulk vessel,
intermediate class



Container ship





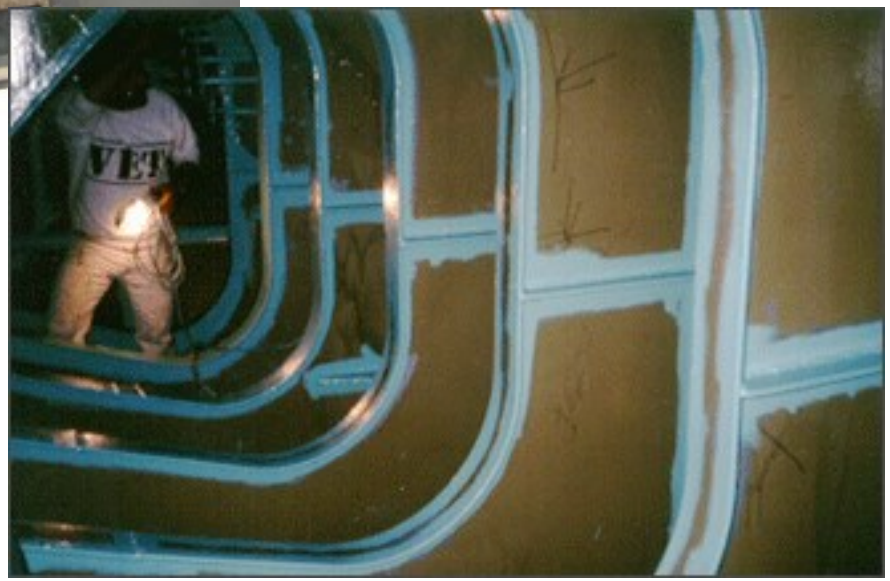
Zbiornik balastu oddzielonego – zbiornik całkowicie oddzielony od systemu ładunkowego oleju i systemu paliwa ciekłego, przeznaczony wyłącznie do przewozu wody balastowej.

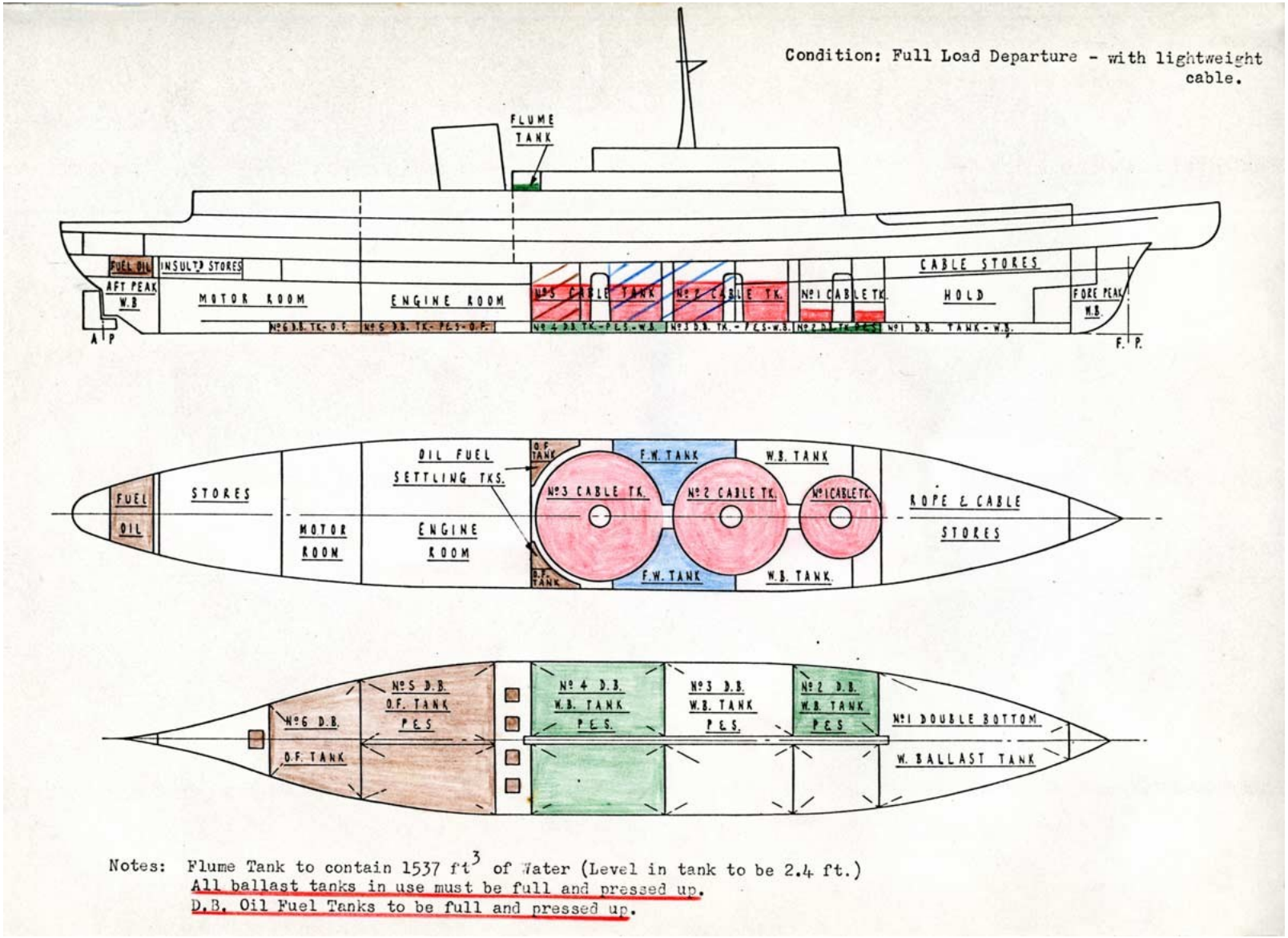
Zbiornik balastu czystego – zbiornik, który po ostatnim przewożeniu w nim oleju został tak oczyszczony, że usuwany z niego do czystej i spokojnej wody balast, w czasie gdy statek nie porusza się, nie spowoduje pojawienia się na powierzchni wody lub przyległym brzegu widocznych w bezchmurny dzień śladów oleju ani też nie spowoduje osadzenia się emulsji bądź szlamu olejowego pod powierzchnią wody lub na przyległym brzegu.

Jeżeli wypływ balastu odbywał się poprzez zatwierdzony system kontrolno-pomiarowy usuwania oleju, to dostarczony przez ten system dowód, że zawartość oleju w usuwanej wodzie nie przekroczyła 15 ppm (15 części na milion), jest podstawą do uznania balastu za czysty, pomimo widocznych śladów oleju.



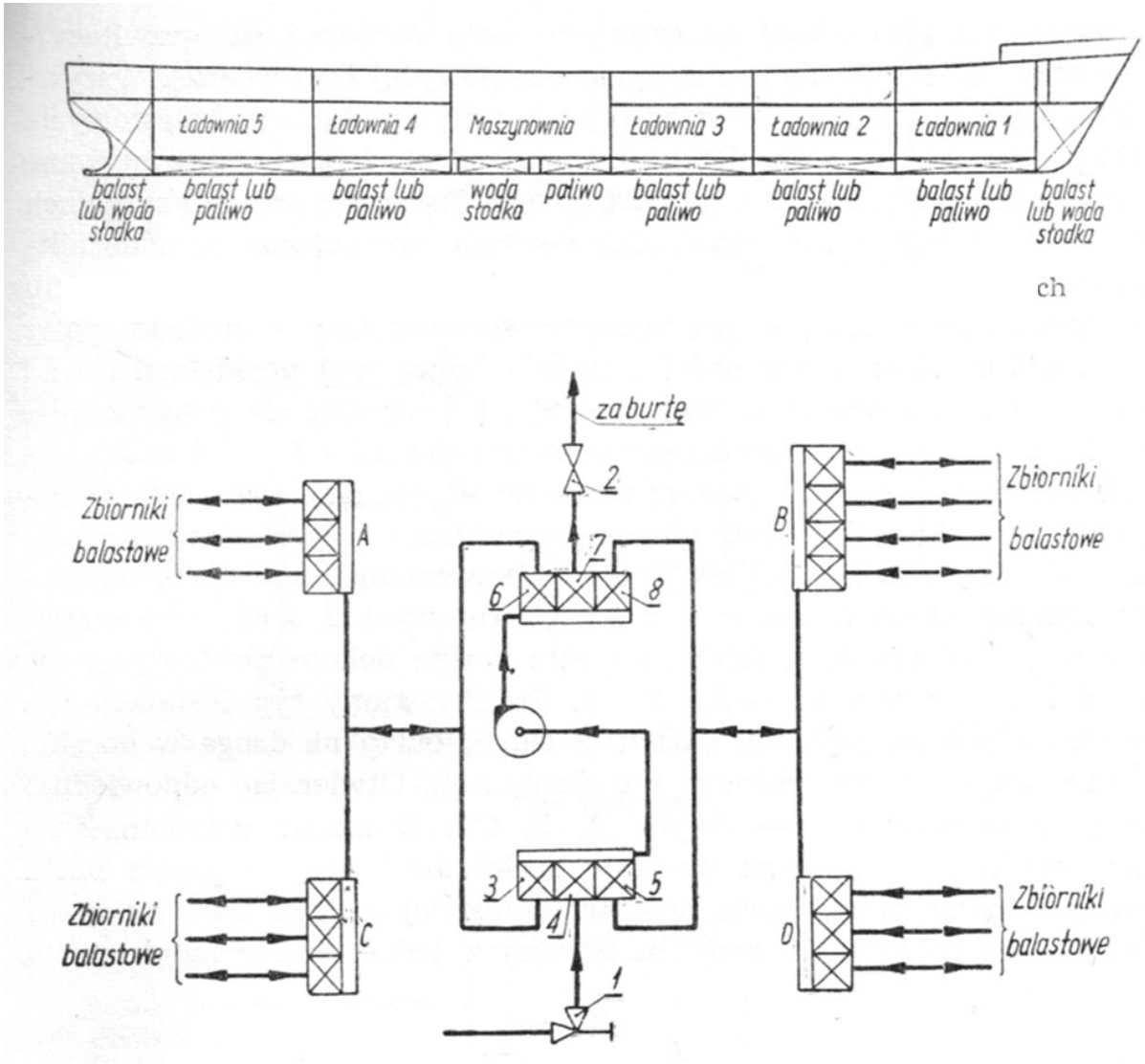






Notes: Flume Tank to contain 1537 ft^3 of Water (Level in tank to be 2.4 ft.)
All ballast tanks in use must be full and pressed up.
D.B. Oil Fuel Tanks to be full and pressed up.

Ogólny schemat instalacji balastowej



Napełnianie zbiorników balastowych odbywa się z reguły grawitacyjnie, wszystkie inne czynności z wykorzystaniem pomp balastowych

Plan pompowania

Czynność	Otwory otwarte							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Grawitacyjne napełnianie zbiorników dziobowych	×			×	×			
Grawitacyjne napełnianie zbiorników rufowych	×		×	×				
Napełnianie pompą zbiorników dziobowych	×			×				×
Napełnianie pompą zbiorników rufowych	×			×		×		
Opróżnianie zbiorników dziobowych		×			×		×	
Opróżnianie zbiorników rufowych		×	×				×	
Przepompowywanie z dziobu na rufę					×	×		
Przepompowywanie z rufy na dziób			×					×

Pompy

TABLE 2-1 Typical Vessel Types, Ballast Needs, and Pumping Rates

Ballast Needs[a]	Vessel Types	Typical Pumping Rates (m^3/h)
Ballast replaces cargo	Dry bulk carriers	5,000–10,000
Ballast required in large quantities, primarily for return voyage.	Ore carriers	10,000
	Tankers	5,000–20,000
	Liquefied-gas carriers	5,000–10,000
	Oil bulk ore carriers	10,000–15,000
Ballast for vessel control	Container ships	1,000–2,000
Ballast required in almost all loading conditions to control stability, trim, and heel.	Ferries	200–500
	General cargo vessels	1,000–2,000
	Passenger vessels	200–500
	Roll-on, roll-off vessels	1,000–2,000
	Fishing vessels	50
	Fish factory vessels	500
	Military vessels	50–100
Ballast for loading and unloading operations	Float-on, float-off vessels	10,000–15,000
Ballast taken on locally in large volumes and discharged in same location.	Heavy lift vessels	5,000

Wymagany czas opróżniania zbiorników balastowych przyjmuje się zwykle pomiędzy 4 – 6 godzin (w przypadku bardzo dużych statków do 12 godzin)

Przepisy klasyfikacyjne

8.1.1 Do napełniania i opróżniania zbiorników balastowych należy przewidzieć co najmniej jedną pompę.

Wydajność pompy balastowej zaleca się określać, zakładając że przy odpompowywaniu wody z największego zbiornika balastowego powinna ona zapewniać prędkość przepływu wody przez rurociąg o średnicy określonej wg wzoru 8.2.1 nie mniejszą niż 2 m/s.

8.2.1 Wewnętrzne średnice odgałęzień rurociągów balastowych d_w dla poszczególnych zbiorników nie powinny być mniejsze od średnic określonych według wzoru:

$$d_w = 18\sqrt[3]{V}, \quad [\text{mm}] \qquad (8.2.1)$$

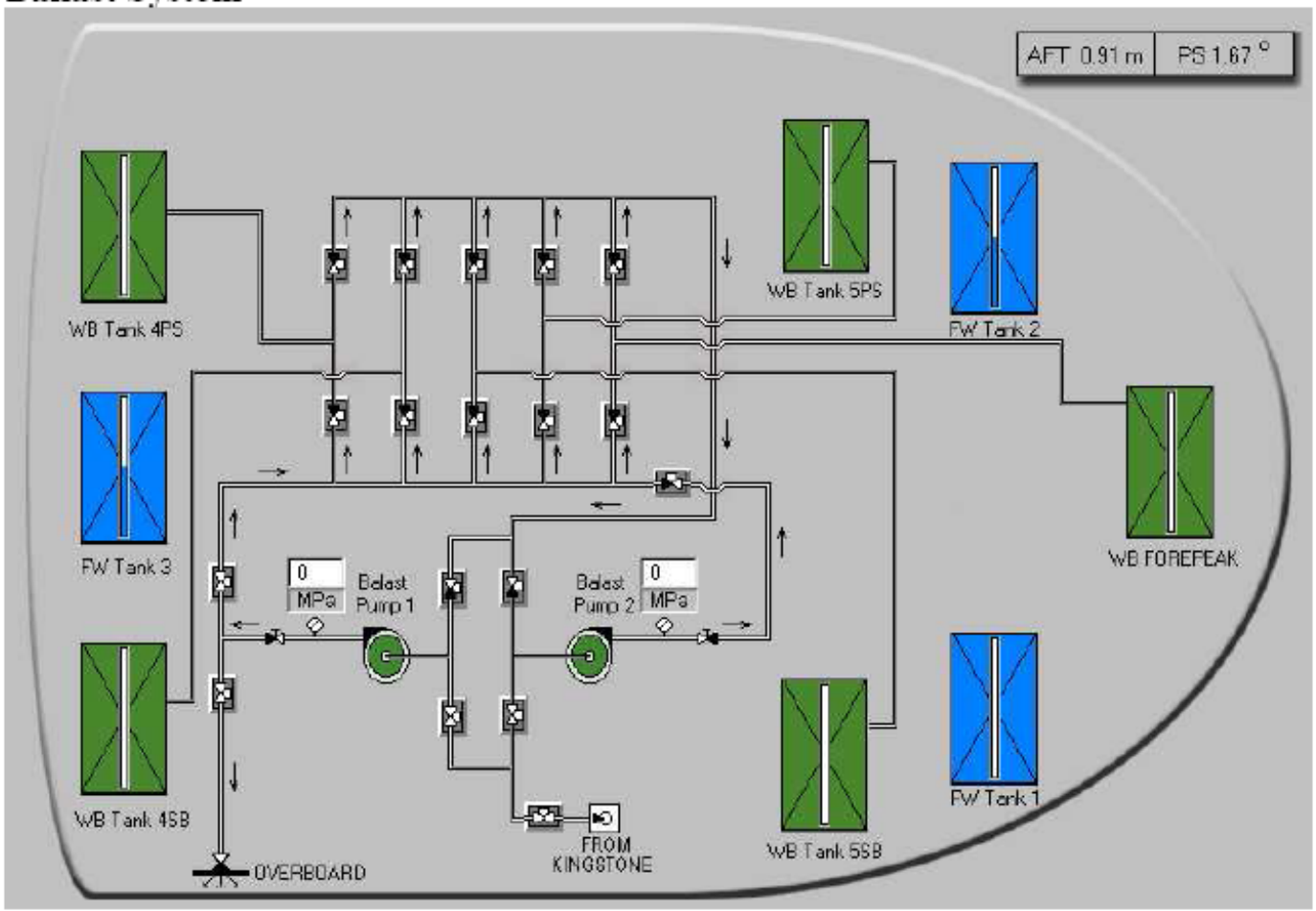
gdzie:

V – objętość zbiornika balastowego, [m^3].

8.3.1 Rozmieszczenie odgałęzień ssących powinno zapewniać wypompowanie wody z każdego zbiornika balastowego, gdy statek nie ma przechyłu lub ma przechył nie większy niż 5°.

Przykład działania

Ballast System



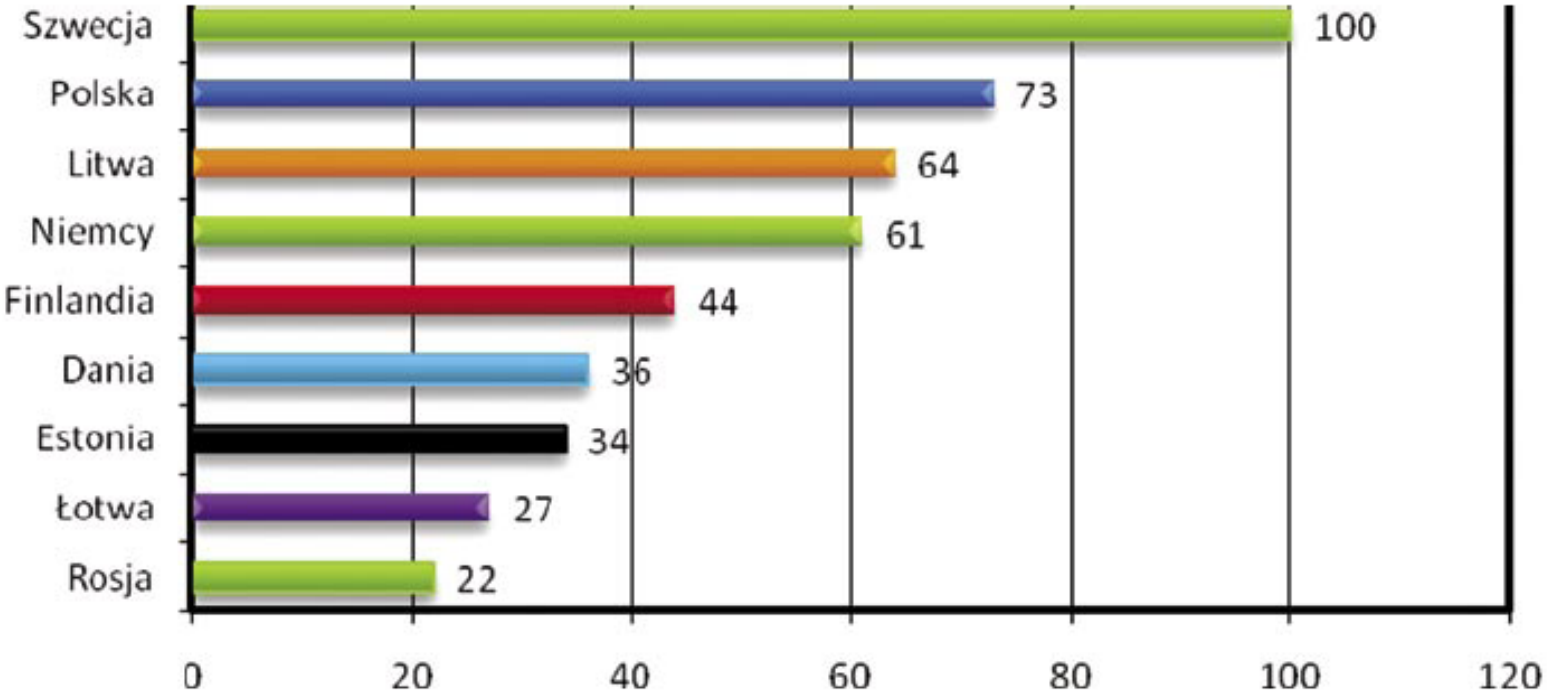
Ekologiczne aspekty wymiany wód balastowych

- Jak obliczyli Amerykanie co godzinę około 6 milionów litrów wód balastowych – 6 milionów litrów wód zawierających przywieziony z całego świata plankton i inne organizmy wodne trafia do ich wód przybrzeżnych,
- Około 3000 gatunków organizmów morskich dziennie podróżuje w statkowych wodach balastowych,
- Około 15000 gatunków jest przewożonych z jednego końca świata na drugi z wodami balastowymi każdego tygodnia,
- Około 60 milionów ton wód balastowych trafia do wód australijskich portów rocznie,
- Koszty utrzymania w czystości (uwolnienia z muszli zebra rur ssących, sprzętu filtrującego wodę elektrowni wodnych wynoszą średnio 3,1 mld $ w przeciągu 10 lat).

źródło: Seminarium: „Określenie zagrożenia introdukcji gatunków obcych w Zatoce Gdańskiej na podstawie badań wód balastowych ” CTO Gdańsk 2007

- Kanada 1988 – informuje o pojawieniu się inwazyjnych organizmów w rejonie Wielkich Jezior
- 1991 – MEPC przyjmuje pierwsze dobrowolne wytyczne w sprawie zapobiegania wwożeniu niepożądanych organizmów morskich przez statki w ich wodach balastowych i usuwanych osadach
- Konferencja ONZ na rzecz środowiska i rozwoju (UNCED) 1992
- Znowelizowane wytyczne IMO – Rezolucja A.868(20)
- 1994 – MEPC ustanawia Grupę Roboczą ds. Wód balastowych
- 2002 Światowy Szczyt Zrównoważonego Rozwoju w Johannesburgu (RPA) – wzywa do działania w celu stworzenia przepisów, uznaje wprowadzanie obcych organizmów do nowych środowisk jako jedno z 4 największych zagrożeń
- Międzynarodowa Konferencja Dyplomatyczna Londyn 9-13.02.2004 przyjmuje Międzynarodową Konwencję o kontroli i postępowaniu ze statkowymi wodami balastowymi i osadami

Obszar Bałtyku



Rys. 6. Liczba gatunków obcych zidentyfikowanych w przybrzeżnych wodach morskich i przyległych wodach śródlądowych państw bałtyckich (Gollasch 2002)

Prawidło D-1

Standardy wymiany wód balastowych

- Statki dokonujące wymiany wód balastowych zgodnie z niniejszym prawidłem powinny czynić to ze skutecznością objętościową wymiany nie mniejszą niż 95%.
- Dla statków przeprowadzających wymianę wód balastowych metodą przepompowywania - trzykrotne przepompowanie objętości każdego zbiornika wód balastowych
- Przepompowanie mniej niż trzykrotne może być dopuszczone pod warunkiem, że statek jest w stanie udowodnić, że nastąpiła co najmniej 95 procentowa wymiana objętościowa wód balastowych.

Prawidło D-2

Standardy postępowania z wodami balastowymi

1. Statki stosujące metody postępowania z wodami balastowymi zgodnie z niniejszym prawidłem, powinny dokonywać zrzutów:

- mniej niż 10 zdolnych do życia organizmów na metr sześcienny, większych lub równych 50 mikrometrom w najmniejszym wymiarze i
- mniej niż 10 zdolnych do życia organizmów na mililitr mniejszych niż 50 mikrometrów w najmniejszym wymiarze i większych lub równych 10 mikrometrom w najmniejszym wymiarze;
- oraz wskaźnik drobnoustrojów w zrzucie nie powinien przekroczyć ustalonych w ustępie 2 poziomów koncentracji.

Prawidło D-2

Standardy postępowania z wodami balastowymi

2. Drobnoustroje wskaźnikowe, jako norma zdrowotna dla człowieka, powinny obejmować:

.1 Zaraźliwe *Vibrio cholerae* (O1 i O139) z mniej niż jedną jednostką tworzącą kolonię (cfu - colony forming unit) na 100 mililitrów lub mniej niż jedną cfu na 1 gram (mokrej wagi) próbek zooplanktonu;

.2 *Escherichia coli* mniej niż 250 cfu na 100 mililitrów;

.3 Jelitowa *Enterococci* mniej niż 100 cfu na 100 mililitrów.

Techniczne sposoby zapobiegania migracji żywych organizmów.

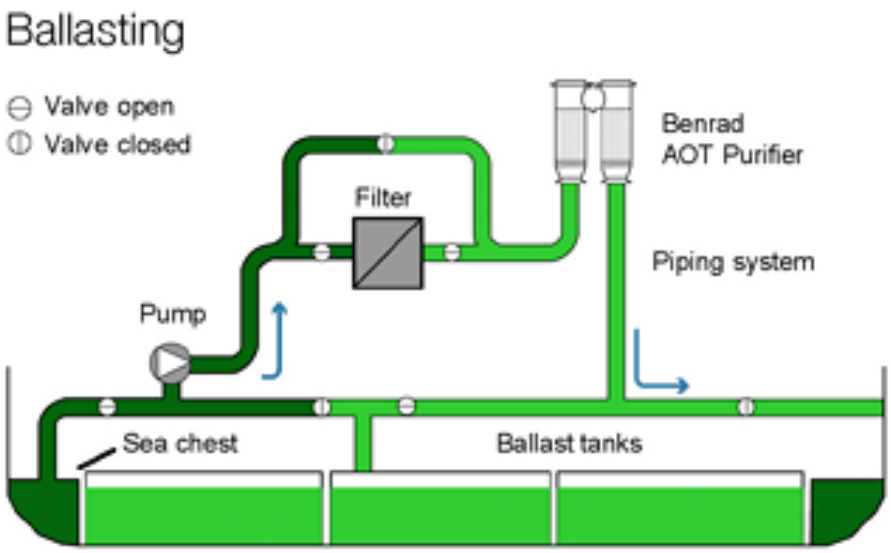
Jednym ze sposobów jest dezynfekcja wód balastowych środkiem chemicznym, który nie wpływa szkodliwie na środowisko, ulega biodegradacji i nie powoduje uszkodzeń osprzętu statku.

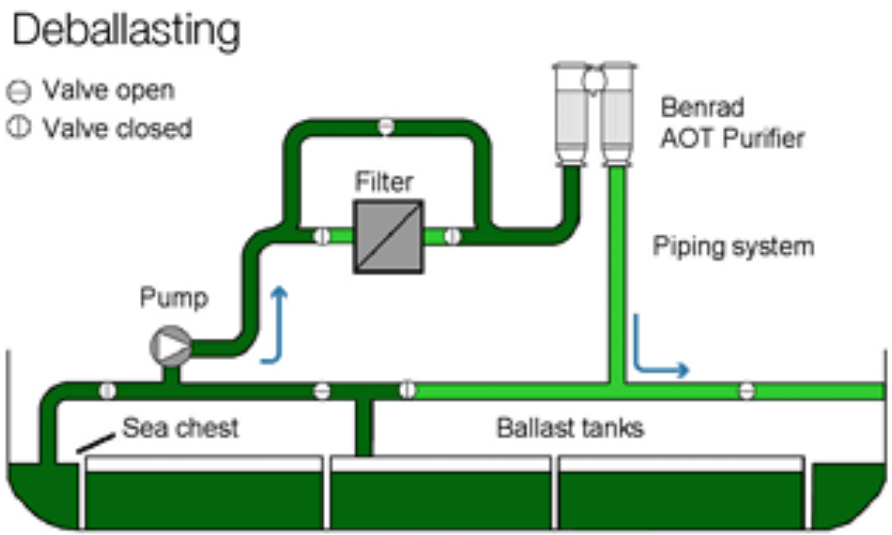
Steridial (na bazie kwasu octowego) jest jednym z silniej działających środków odkażających, a przy tym całkowicie biodegradalny. Po krótkim czasie rozkłada się do obojętnych dla człowieka substancji chemicznych (woda i kwas octowy), a jednocześnie ma szerokie spektrum działania i nie powoduje uodpornień. Skutecznie i szybko odkaża wodę znajdującą się w zbiornikach balastowych, przez co po wypompowaniu cieczy, woda która pozostaje na dnie nie zaraża nowo nabieranej.

Techniczne sposoby zapobiegania migracji żywych organizmów.

Innym rozwiązaniem jest pomysł firmy Alfa Laval. Przepływające przez specjalne urządzenie organizm jest poddawany działaniu promieniowania świetlnego odpowiedniej częstotliwości przenikającego przez wodę. Po przecięciu tej wiązki komórki w organizmie zostają zniszczone. Urządzanie pracuje z wydajnością 250-5000 m^3/h. Po próbach w 2003 i wypróbowaniu systemu na pierwszych statkach produkt wszedł na rynek na początku 2007 roku.

System oczyszczania wód balastowych – PureBallast Alfa Laval



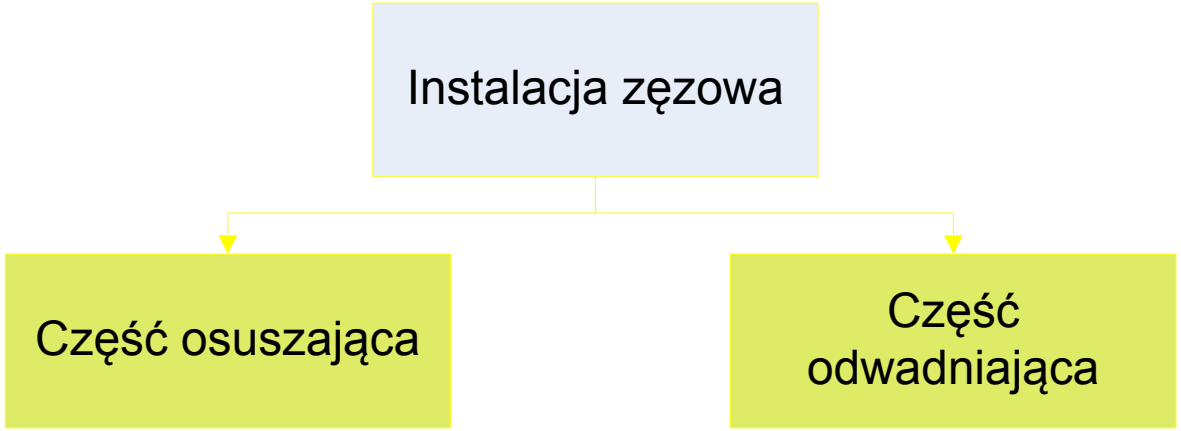


Pilot test results

Organism type	Unit	Initial	Control Day 0	Control Day 5	Treated Day 0	Treated Day 5	IMO Req
Organisms > 50 µm	Ind/m³	468 000	517 000	725 000	0	6.6	10
Organisms ≥ 10-50 µm	Ind/ml	500	2 300	480	0.2	0.2	10
E-coli bacteria	cfu/100 ml	$3.4x10^6$	$3.2x10^6$	5 300	0.3	10	250

Przeznaczenie instalacji zęzowej (osuszającej)

Zadaniem instalacji zęzowej jest usunięcie za burtę wody, która zbiera się wewnątrz statku (kadłuba).



Część osuszająca służy do usuwania ze statku małych ilości wody, zwykle silnie zanieczyszczonej, która zbiera się w najniższych miejscach przedziałów okrętowych (z przecieków, odwodnień itp.) w trakcie normalnej eksploatacji statku (siłownie, ładownie itp.)

Część odwadniająca (awaryjnego osuszania) używana w sytuacjach awaryjnych (przebicia kadłuba, duże pęknięcia rurociągów zwłaszcza po stronie tłocznej pomp) służy do usuwania w jak najkrótszym czasie, jak największej ilości wody z wnętrza kadłuba.

Źródłem powstawania wód zęzowych są:

· przecieki wody przez nieszczelności rurociągów i armatury, dławice pomp wody
· przecieki przez dławicę wału śrubowego,
· kondensacja pary wodnej,
· wody z mycia pomostów, urządzeń i pomieszczeń (z detergentami),
· odwodnienia z różnych mechanizmów i zbiorników(np. odmulanie kotłów, odpowietrzenia,...)

Olej w wodzie zęzowej pochodzi z:

· przecieków przez nieszczelności rurociągów i armatury instalacji paliwowej i olejowej,
· przecieków przez dławice pomp oleju,
· przelewów paliwa i oleju przy demontażu mechanizmów lub niewłaściwej obsłudze,
· awaryjne wycieki paliwa i oleju
· płynów ropopochodnych zlewanych do zęzy przy myciu aparatury i urządzeń.

Ścieki sanitarne – ścieki fekalne i ścieki szare – zgodnie z definicjami podanymi niżej:

Ścieki fekalne (czarne):

– ciecze i inne odpady odprowadzane z muszli ustępowych, pisuarów oraz kratek ściekowych w pomieszczeniach zawierających takie wyposażenie,
– ciecze odprowadzane z pomieszczeń medycznych (izolatki, ambulatoria itp.) poprzez umywalki, wanny, kratki ściekowe itp.,
– ciecze odprowadzane z ładowni, w których przewożone są żywe zwierzęta,
– inne wody zmieszane ze ściekami określonymi powyżej.

Ścieki szare:

– ciecze odprowadzane z umywalek, wanien, brodzików i kratek ściekowych w pomieszczeniach zawierających takie wyposażenie, o ile kratki te nie odprowadzają także ścieków czarnych (tzn. są oddzielone szczelnym progiem od tej części pomieszczenia, w której znajdują się muszle ustępowe i/lub pisuary),
– ciecze odprowadzane z pralni,
– ciecze odprowadzane ze zlewów po myciu żywności, naczyń kuchennych, zastawy stołowej itp.

Przepisy klasyfikacyjne

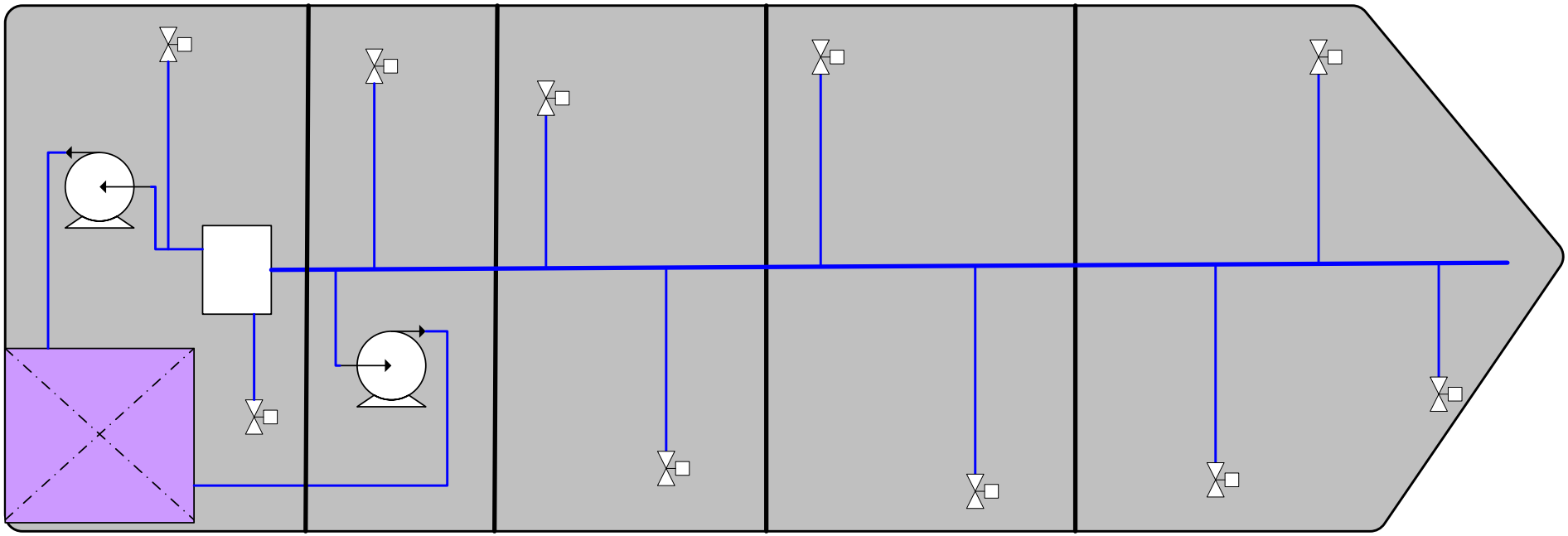
6.1.1 Na każdym statku z własnym napędem należy przewidzieć co najmniej dwie pompy zęzowe o napędzie mechanicznym. Na statkach o długości L_W mniejszej bądź równej 91,5 m (określenie L_W – patrz uwaga pod tabelą 6.1.4) jako jedna z pomp zęzowych może służyć pompa napędzana przez silnik główny albo ejektor wodny lub parowy, jeżeli kocioł parowy znajduje się stale pod ciśnieniem.

6.2.1 Średnica wewnętrzna D magistrali zęzowej i odgałęzień ssących prowadzących bezpośrednio do pomp, z wyjątkiem przypadku podanego w 6.2.3, nie powinna być mniejsza, niż obliczona wg wzoru:

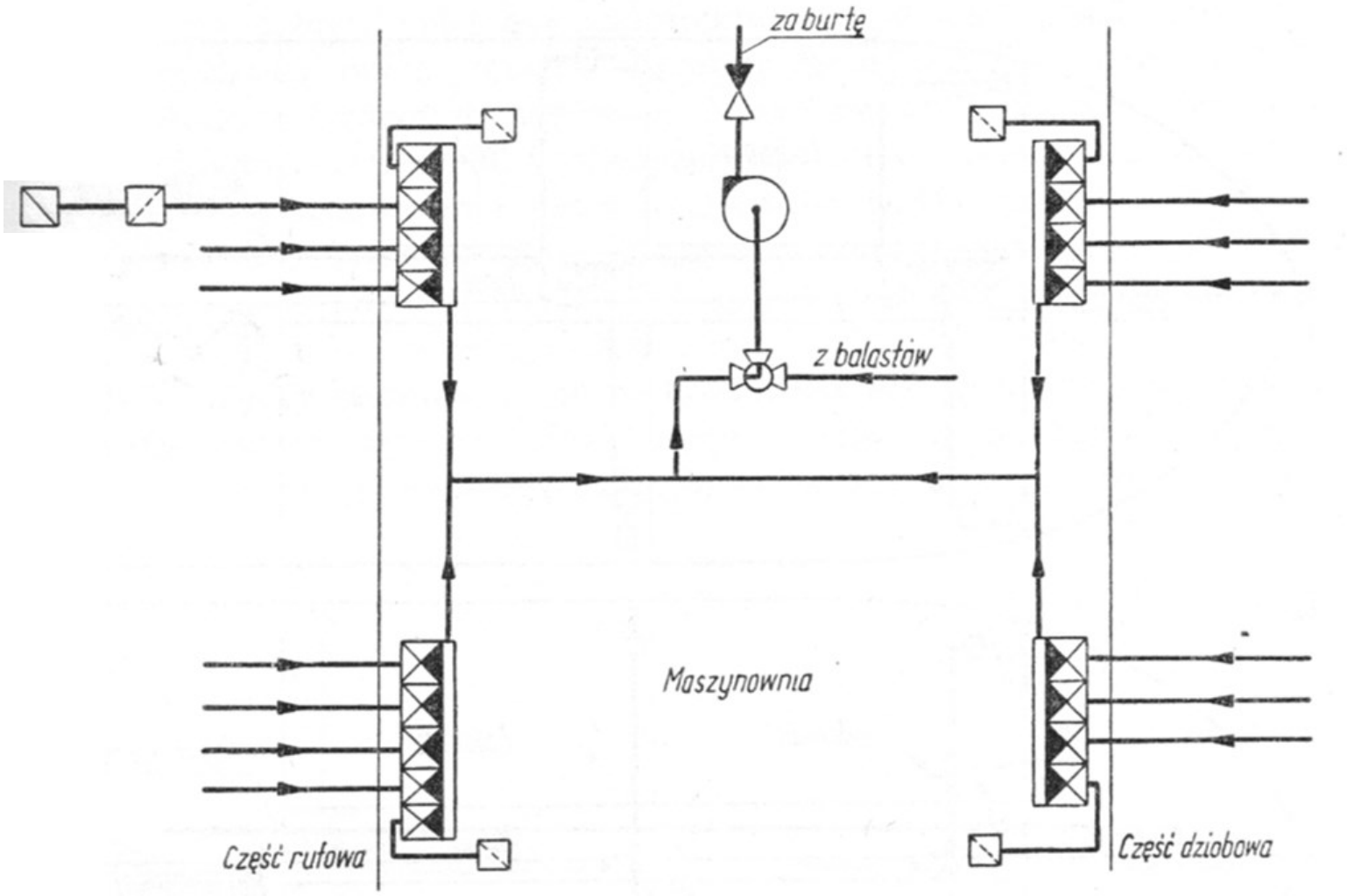
$$D = 1{,}68\sqrt{L_W\left(B+H_B\right)}+25\,, \quad [\text{mm}] \qquad (6.2.1\text{-}1)$$

6.3.1 Układ rurociągów zęzowych oraz ich odgałęzień ssących powinien być taki, aby zapewniał możliwość osuszenia każdego przedziału wodoszczelnego za pomocą każdej z pomp zęzowych.

Ogólny schemat instalacji zęzowej jednomagistralowej
(schemat uproszczony)

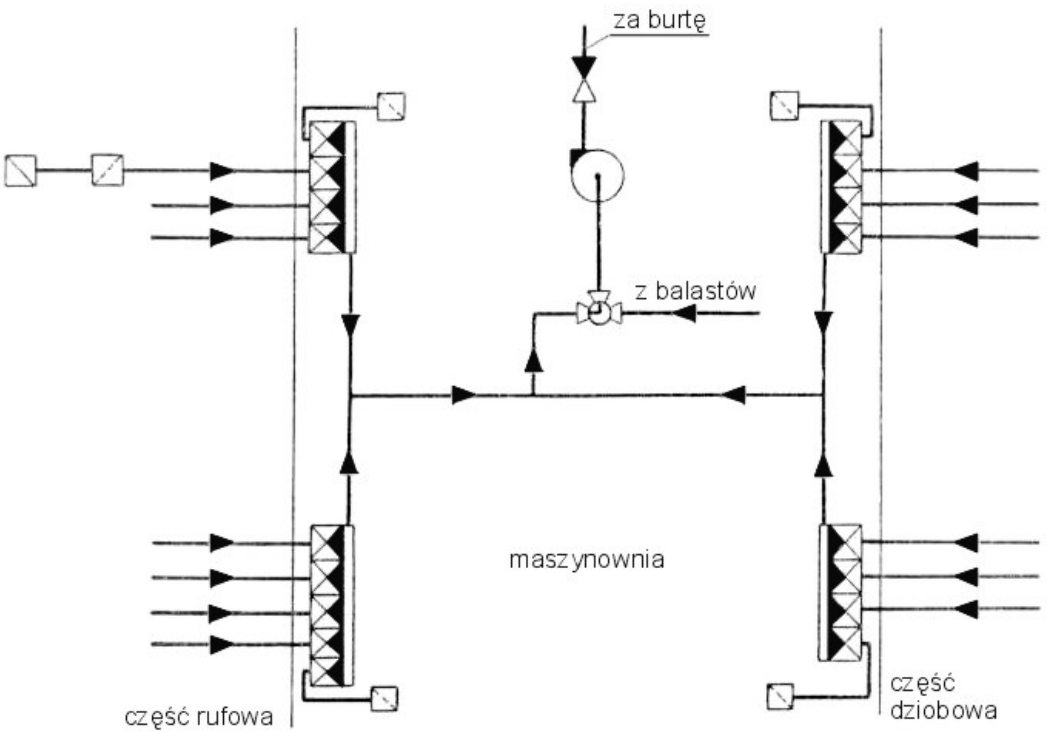


Ogólny schemat instalacji zęzowej wielomagistralowej

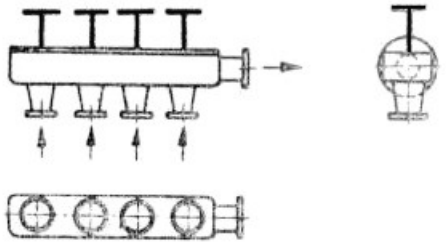


Instalacja zęzowa

Podstawowy schemat instalacji zęzowej:



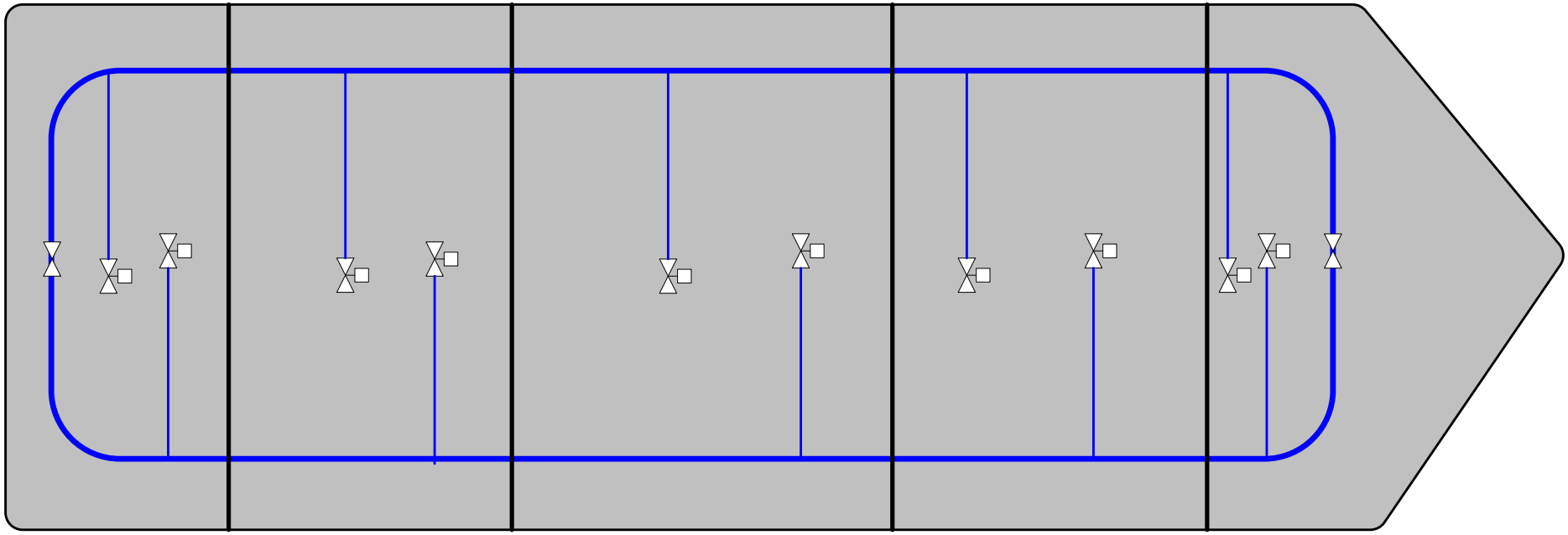
Schemat instalacji zęzowej wykorzystującej skrzynie zaworowe.



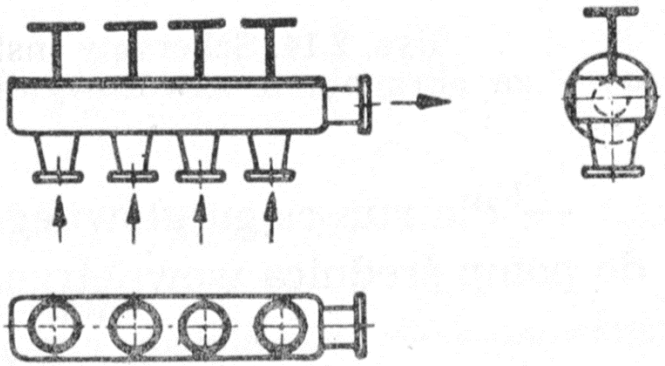
Skrzynia zaworowa ssąca.

Schemat instalacji zęzowej typu ***rozgałęzionego***. Wszystkie rurociągi instalacji doprowadzone są do skrzyń zaworowych umieszczonych w przedziale maszynowni. W skrzyniach zainstalowano zawory typu zwrotnego, co uniemożliwia przedostanie się wody do osuszanych pomieszczeń, ani przepompowywanie pomiędzy poszczególnymi pomieszczeniami. Woda zęzowa za pomocą pompy jest wypompowywana za burtę. Pompę można również wykorzystać w innych instalacjach np. w instalacji balastowej, aby zapobiec przedostaniu się wody do instalacji zęzowej należy użyć kurka trójdrożnego, który po podłączeniu pompy do jednej z instalacji odcina ją od drugiej.

Ogólny schemat instalacji zęzowej z magistralą pierścieniową
(koncepcja)

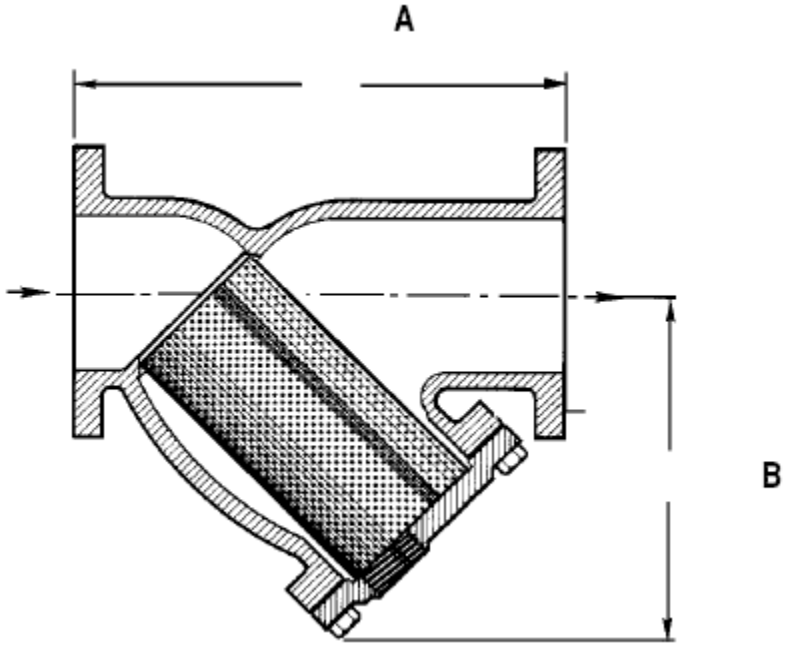


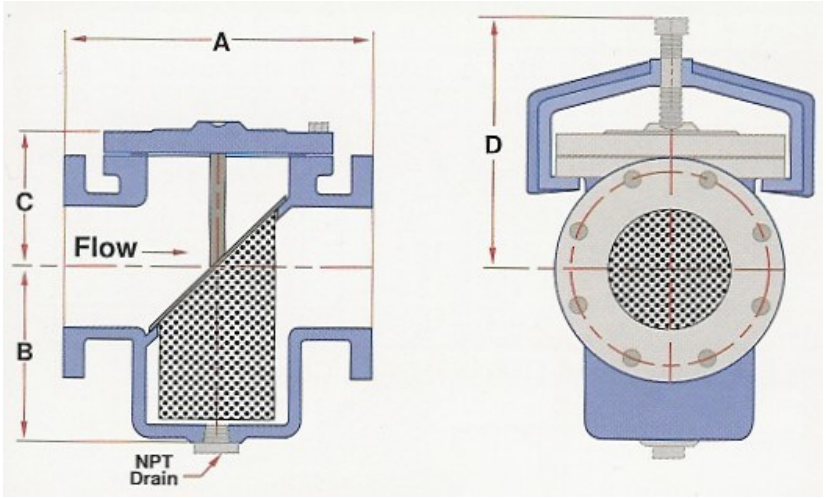
Skrzynia zaworowa

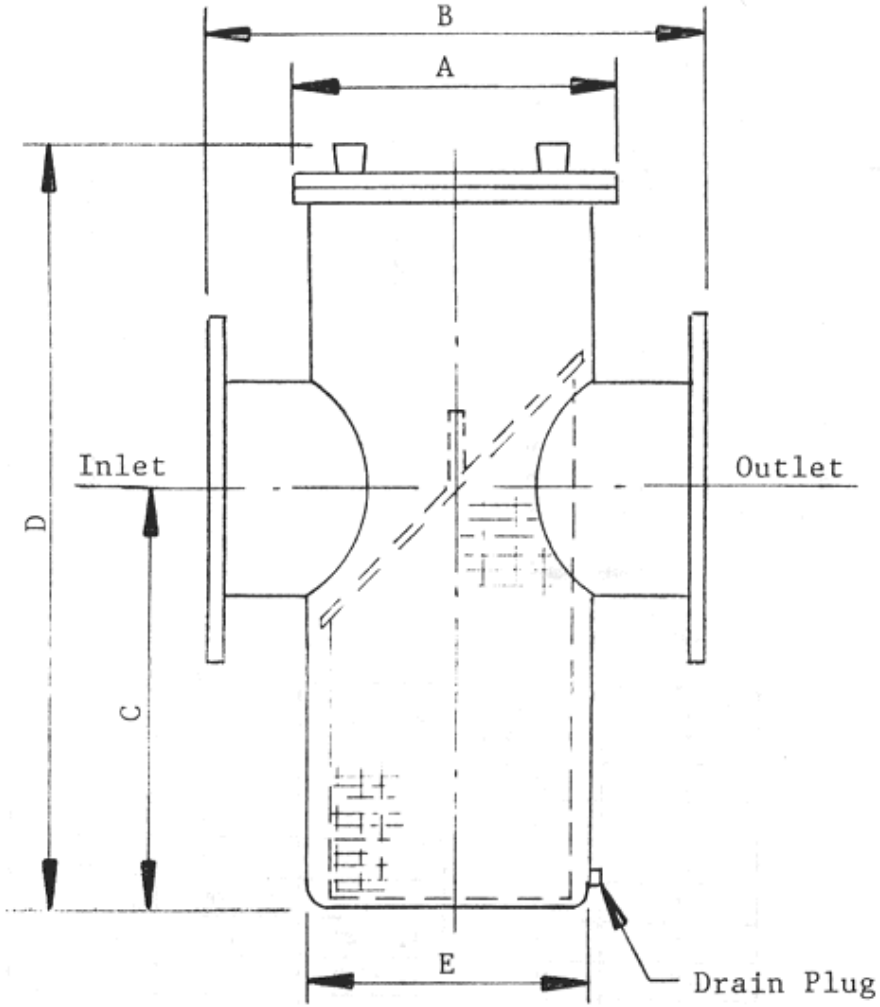




Osadniki







Przepisy klasyfikacyjne

6.3.2 Układ rurociągów zęzowych powinien wykluczać możliwość przedostawania się tymi rurociągami wody zaburtowej do wnętrza statku i wody z jednego przedziału wodoszczelnego do drugiego. W tym celu zawory ssące skrzyń rozdzielczych rurociągów zęzowych i zawory na odgałęzieniach ssących doprowadzonych bezpośrednio do magistrali zęzowej powinny być typu zaporowo-zwrotnego.

6.4.12 Stosownie do postanowień prawideł 9, 10 i 16 *Konwencji MARPOL 73/78, Załącznik I*, każdy statek o pojemności brutto 400 i większej powinien być wyposażony w urządzenie filtrujące, służące do czyszczenia zaolejonej wody zęzowej i zapewniające, że zawartość oleju w nierozcieńczonej wodzie na wylocie z urządzenia nie przekroczy 15 ppm (objętościowo części na milion). Urządzenie to ma być typu uznanego prze PRS i odpowiadać wymaganiom uchwalonych przez IMO aktów prawnych:

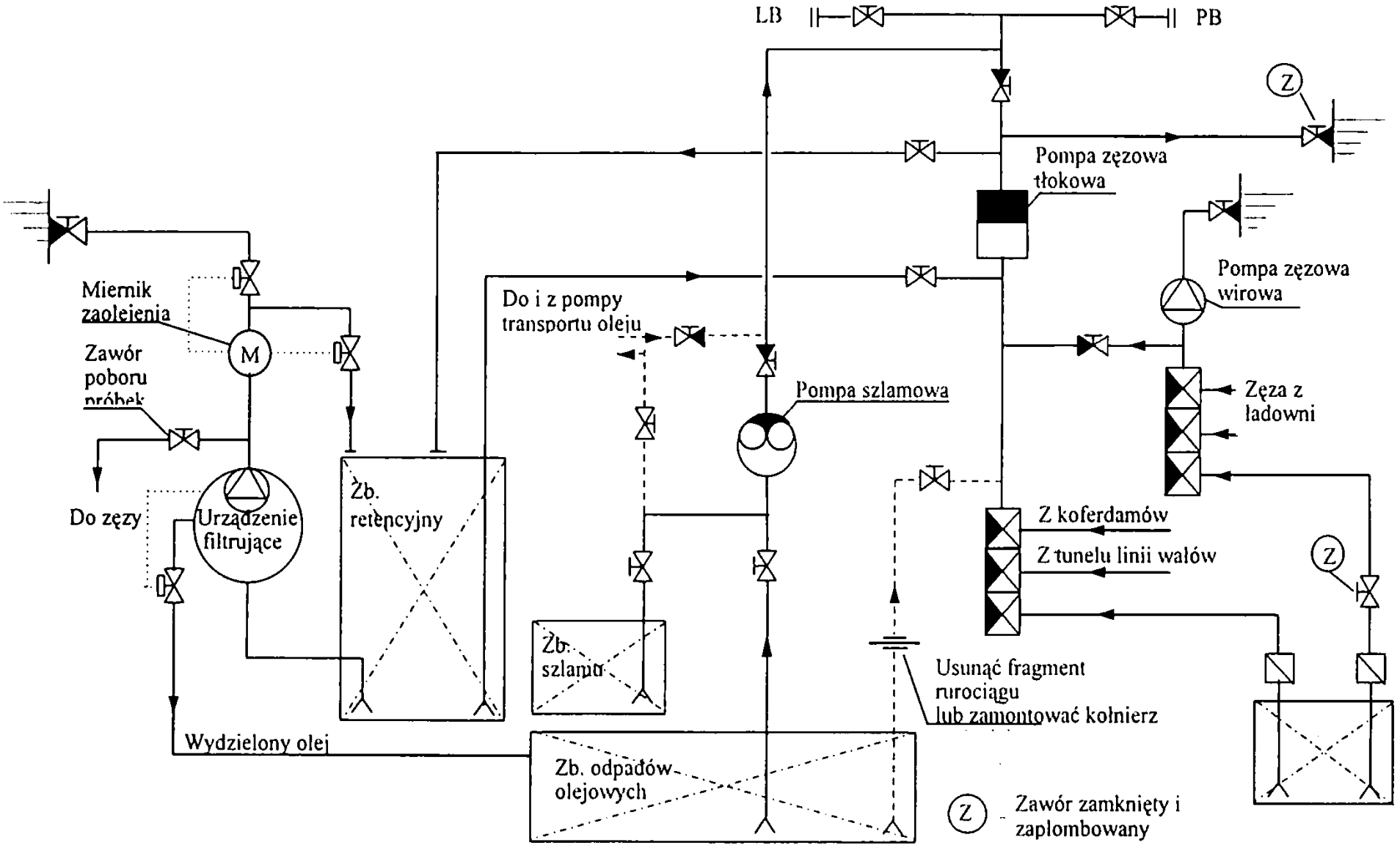
Instalacja zęzowa - powinna być tak zaprojektowana, aby nie można było usunąć wody zęzowej lub innych ścieków inaczej niż przez odolejacz lub oddać na ląd. Instalacja powinna zawierać:

· **zbiornik retencyjny,** którego zadaniem jest przechowywanie oleju z jednoczesnym wstępnym odseparowaniem słabo rozdrobnionego oleju drogą sedymentacji.

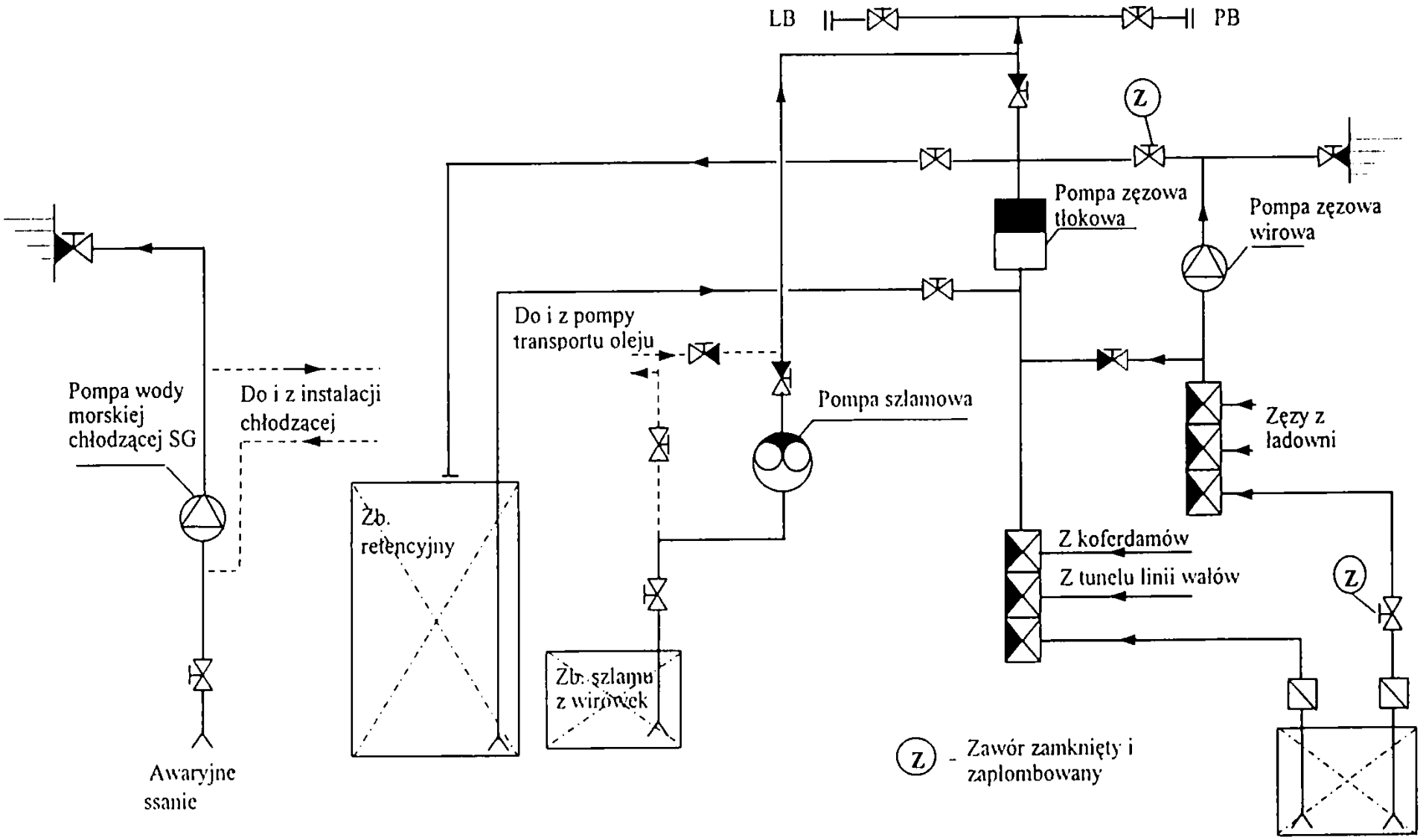
· **odolejacz,** który pobiera wodę ze zbiornika retencyjnego (lub studzienek zęzowych) i oczyszcza ją do stopnia pozwalającego na usunięcie jej za burtę. Odolejacz musi mieć każdy statek o pojemności brutto od 400 do 10 000 gt. Statki o pojemności brutto powyżej 10 000 gt muszą dodatkowo posiadać system pomiarowo-kontrolny (statki mniejsze od 10 000 gt - zalecany). Jeżeli statek pływa w pewnych ograniczonych rejonach, to równoważnym rozwiązaniem jest **przechowywanie na statku i oddawanie na ląd.**

- **system kontrolno-pomiarowy**, z miernikiem zawartości oleju w wodzie, ciągłą rejestracją stopnia zanieczyszczenia wody usuwanej za burtę i możliwością przerwania usuwania zaolejonej wody za burtę, jeżeli stężenie oleju w wodzie przekroczy poziom alarmu,
- **specjalny łącznik** do podłączenia rurociągu, przy usuwaniu ścieków na ląd.

Schemat ideowy instalacji zęzowej z urządzeniem filtrującym, zgodnej z MARPOL 73/78

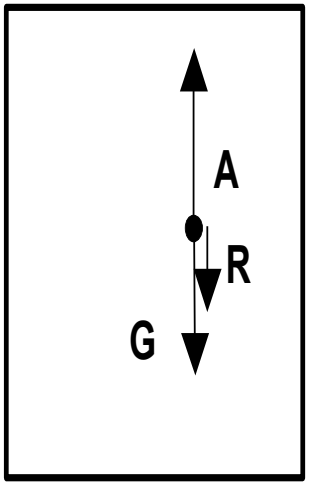


Schemat ideowy instalacji zęzowej bez urządzenia filtrującego, zgodnej z MARPOL 73/78



PROCESY OCZYSZCZANIA ZAOLEJONEJ WODY

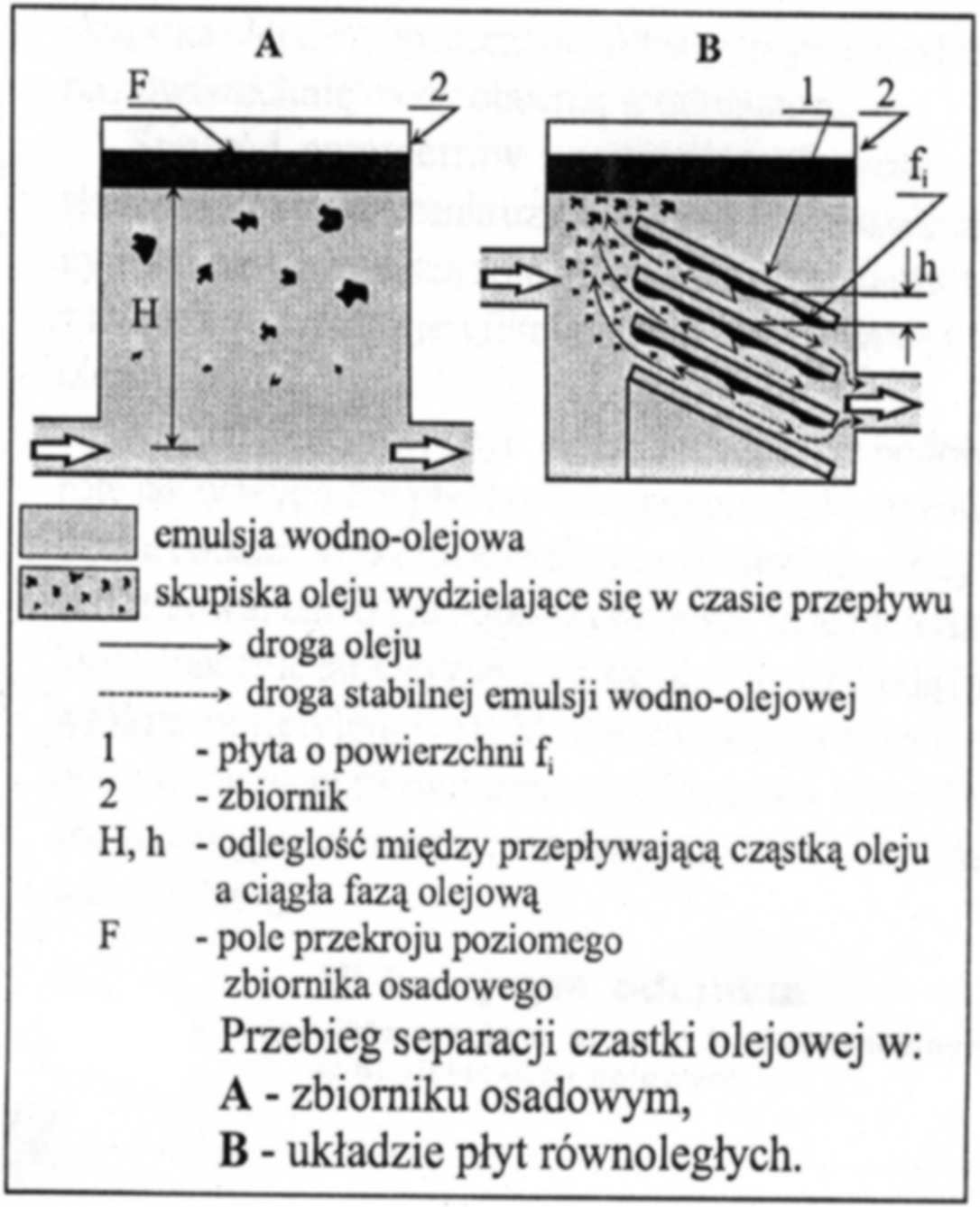
Separacja w polu sił ziemskich - sedymentacja



Na cząstkę działa siła ciężkości G, siła wyporu A oraz siła oporu R powstająca na skutek ruchu cząstki. Po przebyciu pewnej wysokości Δh ustala się stan równowagi, w którym R=A-G, a ruch cząstki jest ruchem jednostajnym.

$$w = \frac{d^2 \cdot g \cdot (\rho_{wody} - \rho_{oleju})}{18 \cdot \nu_{wody} \cdot \rho_{wody}} = \frac{d^2 \cdot 9.81 \cdot (1000 - 880)}{18 \cdot 1.0 \cdot 10^{-6} \cdot 1000} = 65400 \cdot d^2$$

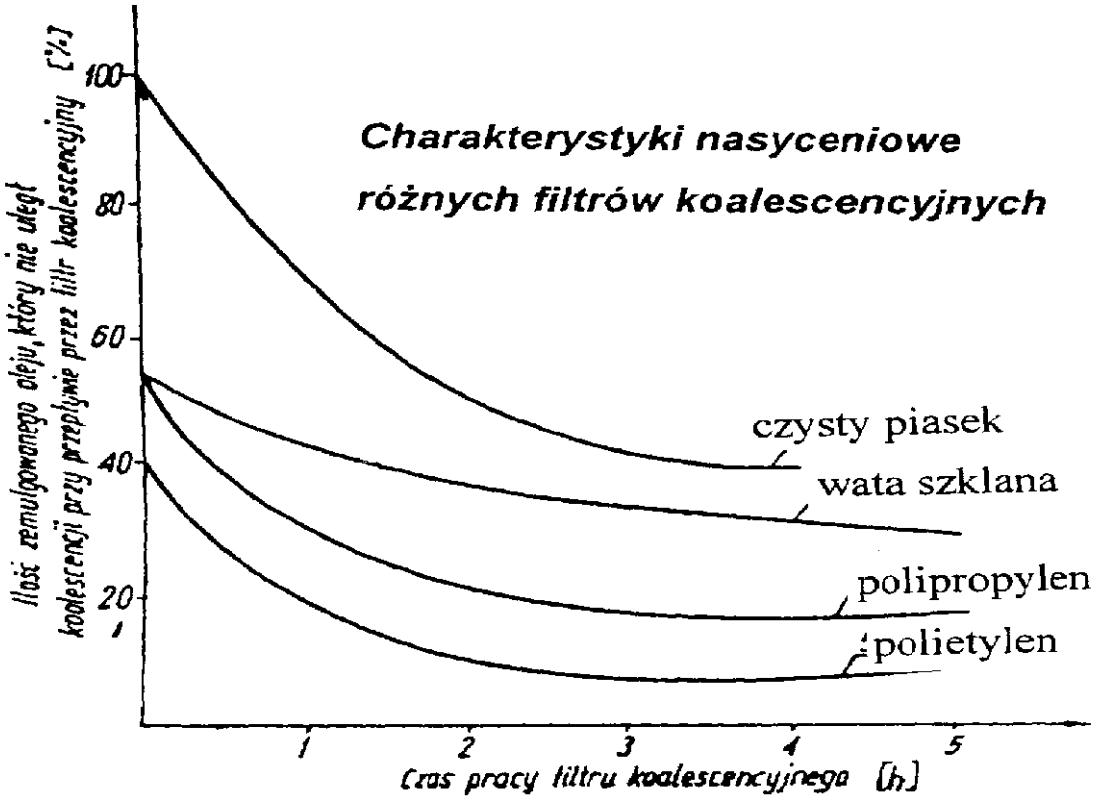
dla cząstek o średnicy 120 μm prędkość sedymentacji wg tego wzoru wynosi 3.4 m/h. (dla 50μm-0.6 m/h, 200μm-9.5 m/h).


A
B
F
2
1
2
f_i
H
h
emulsja wodno-olejowa
skupiska oleju wydzielające się w czasie przepływu
droga oleju
droga stabilnej emulsji wodno-olejowej
1 - płyta o powierzchni f_i
2 - zbiornik
H, h - odległość między przepływającą cząstką oleju a ciągła fazą olejową
F - pole przekroju poziomego zbiornika osadowego
Przebieg separacji czastki olejowej w:
A - zbiorniku osadowym,
B - układzie płyt równoległych.

Koalescencja

Jest to zjawisko łączenia się małych kropel, rozproszonych w innej cieczy w większe skupiska wskutek wzajemnych zderzeń. Tworzące się większe cząstki wypływają na powierzchnię. Usunięcie cząstek 2÷ 40 μm.

Drobiny **oleju** nawarstwiają się na powierzchni komórkowych struktur **wkładu koalescencyjnego** - **adsorpcja**, gdzie łączą się w coraz większe aglomeraty i migrują na powierzchnię, tworząc film olejowy.



Separacja wzbo rkuc sadowym

Separacja wk dzieg tr mdegych

Separacja w(hyd

Kalescencja

Ads

Oc

Ut

0 50µm

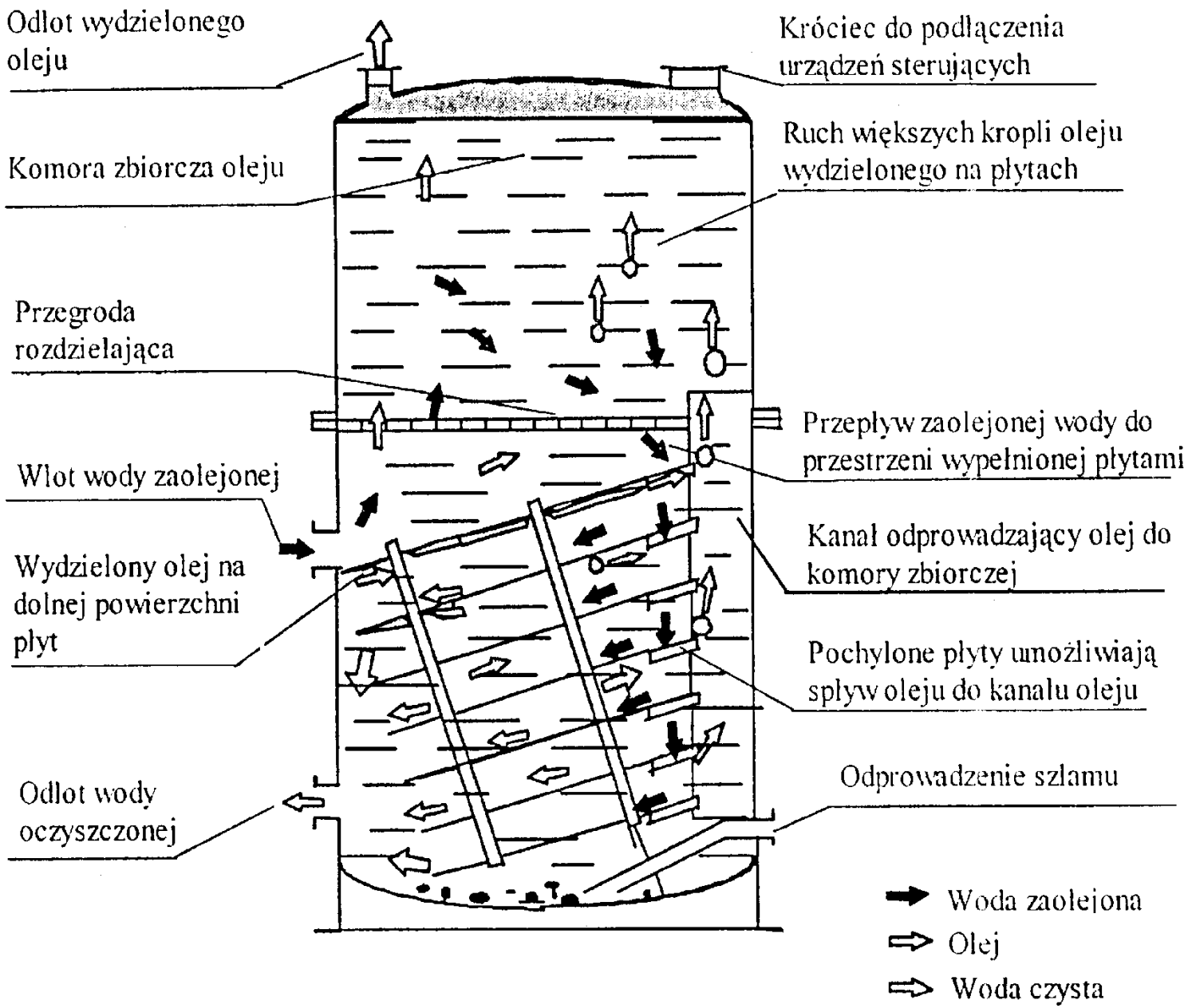
ODOLEJACZE

Do odolejania wody balastowej i zęzowej stosuje się różne, połączone metody oczyszczania. Nie stwarza kłopotów oczyszczenie wody z cząstek o średnicy większej od 100 μm, problemem są cząstki mniejsze. Dodatkowym utrudnieniem jest obecność zwłaszcza w wodzie zęzowej cząstek stałych i detergentów.

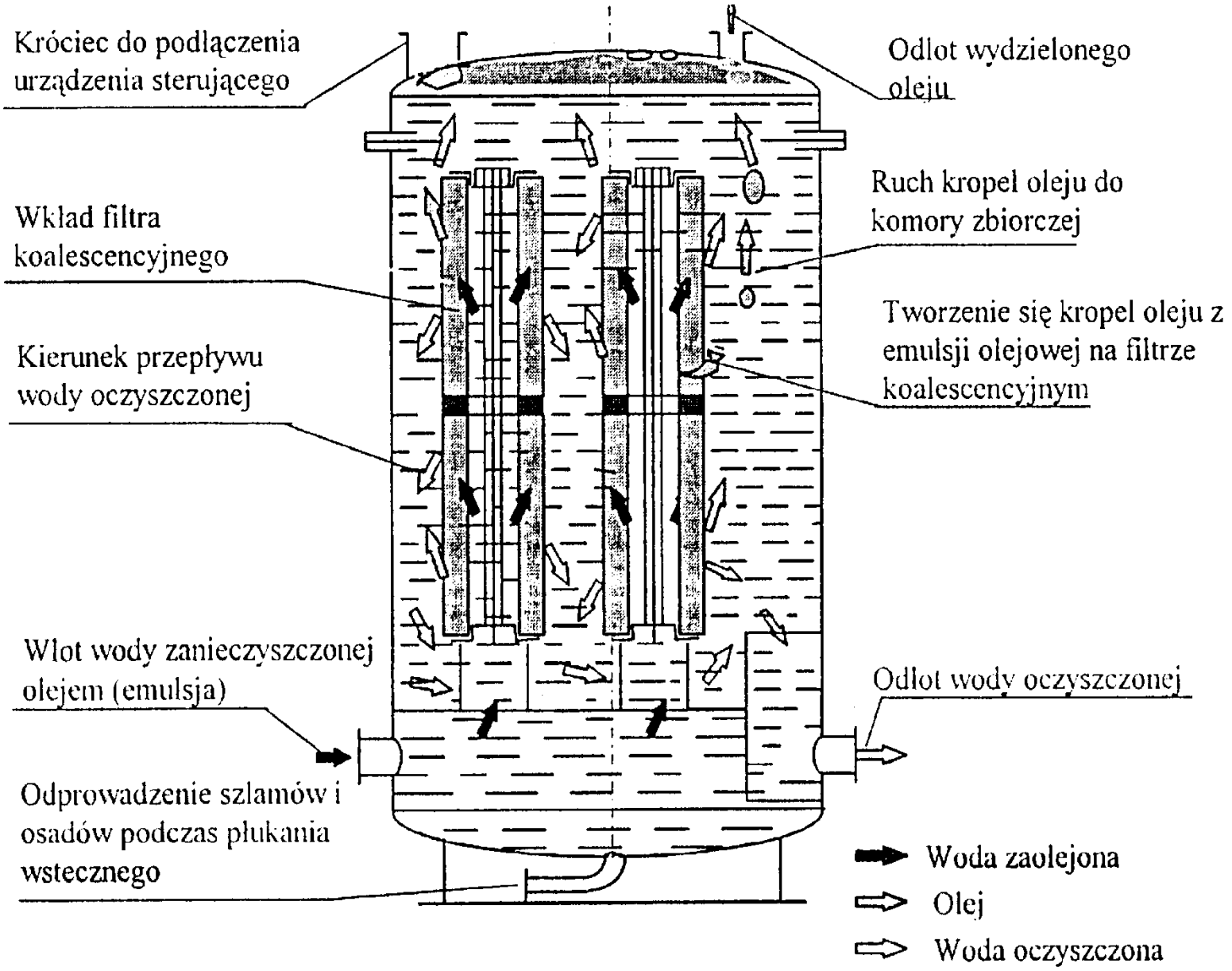
Jako wstępną metodę stosuje się zawsze sedymentację w zbiorniku osadowym, co zapewnia zgrubne oczyszczenie wody z większych cząsteczek oleju oraz z zanieczyszczeń stałych.

W konstrukcji odolejacza wykorzystuje się przy tym płyty równoległe a także kształtuje przepływ zaolejonej wody tak, aby działające siły odśrodkowe przyspieszały wstępny proces rozdziału wody i oleju.

Jako metodę dokładną stosuje się obecnie prawie zawsze koalescencję. Obecnie od odolejacza wymaga się jakości oczyszczania poniżej 15 ppm. Zapewnić to mogą odolejacze dwu lub trójstopniowe wykorzystujące przede wszystkim zjawisko koalescencji na płytach i materiałach włóknistych w ostatnich stopniach. Jeżeli wymagane jest osiągnięcie większej niż 15 ppm jakości oczyszczanie, stosuje się dodatkowy stopień ultrafiltracyjny.

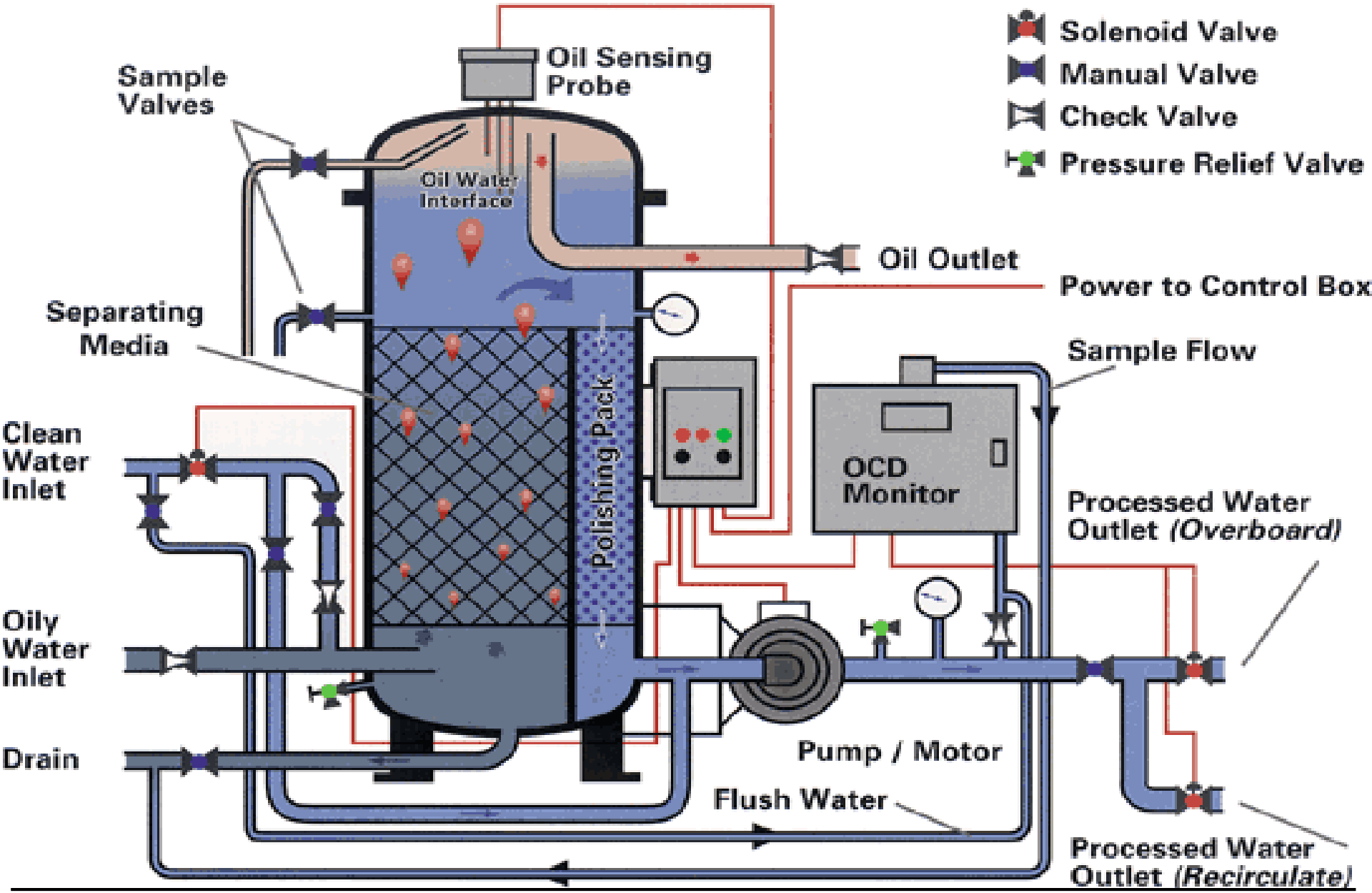


Zasada pracy członu grawitacyjnego urządzenia odolejającego



Zasada pracy członu koalescencyjnego

HELI-SEP OCD FLOW DIAGRAM



Dobór odolejacza

Dla statków o pojemności brutto:

400 i większej lecz mniejszej niż 1 600: **0.5 m^3/h**

1 600 i większej lecz mniejszej niż 4 000: **1.0 m^3/h**

4 000 i większej lecz mniejszej niż 15 000: **2.5 m^3/h**

15 000 i większej: **5.0 m^3/h**

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

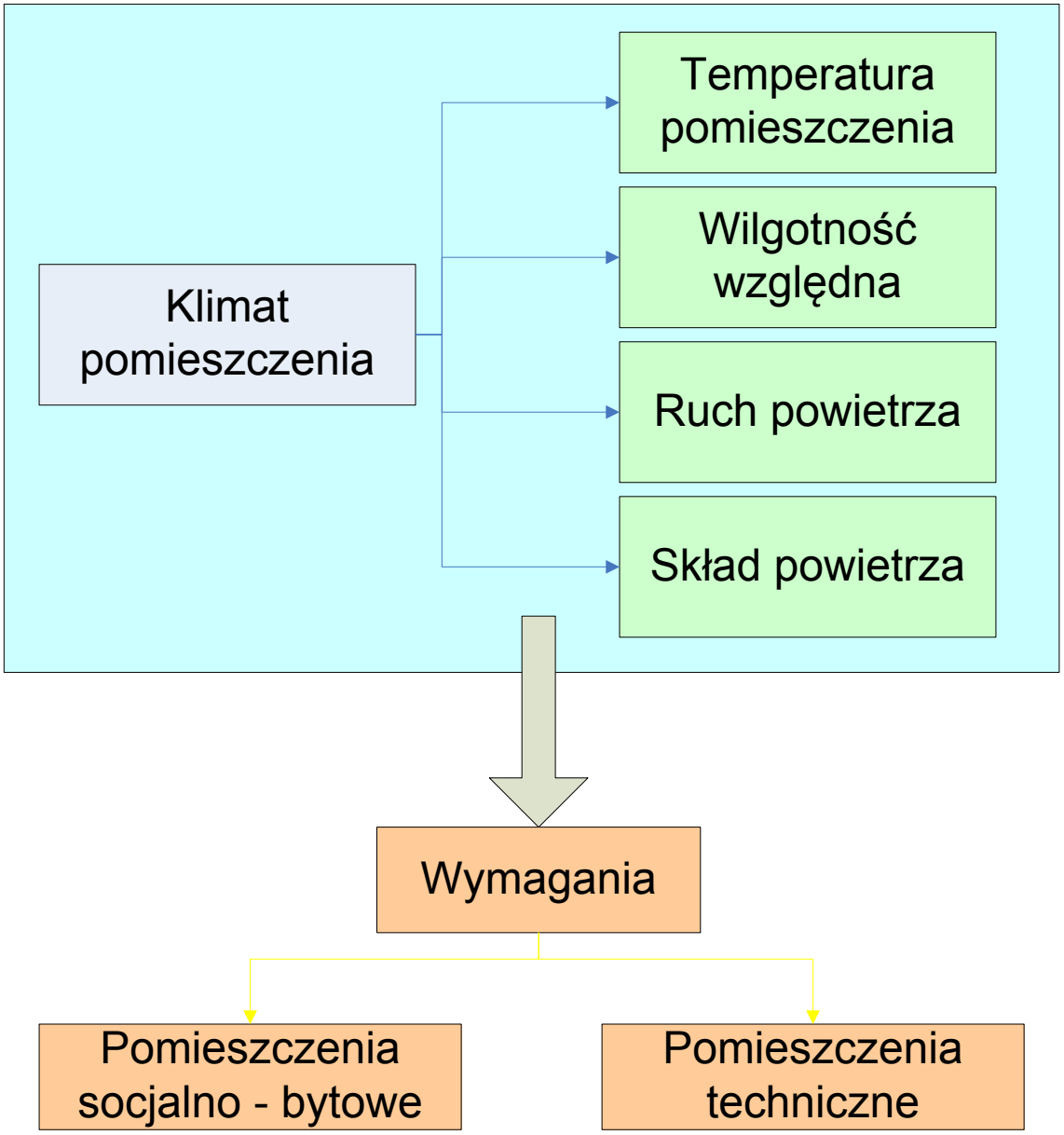
dr inż. Paweł Szymański

WENTYLACJA I KLIMATYZACJA OKRĘTOWA

Zagadnienia

- Wprowadzenie – klimat pomieszczeń na statkach, organizowanie rozdziału powietrza
- Przeznaczenie i rodzaje systemów wentylacyjnych
- Ogólna budowa systemu.
- Wentylacja i klimatyzacja pomieszczeń mieszkalnych
- Wentylacja siłowni
- Wentylacja ładowni
- Elementy systemu:
  - wentylatory
  - stacje (centrale) klimatyzacyjne (klimatyzatory)

Warunki klimatyczne w pomieszczeniach na statku



Parametry powietrza wilgotnego

powietrze wilgotne = roztwór powietrza suchego i pary wodnej

Wilgotność bezwzględna (wilgoć) - objętościowa

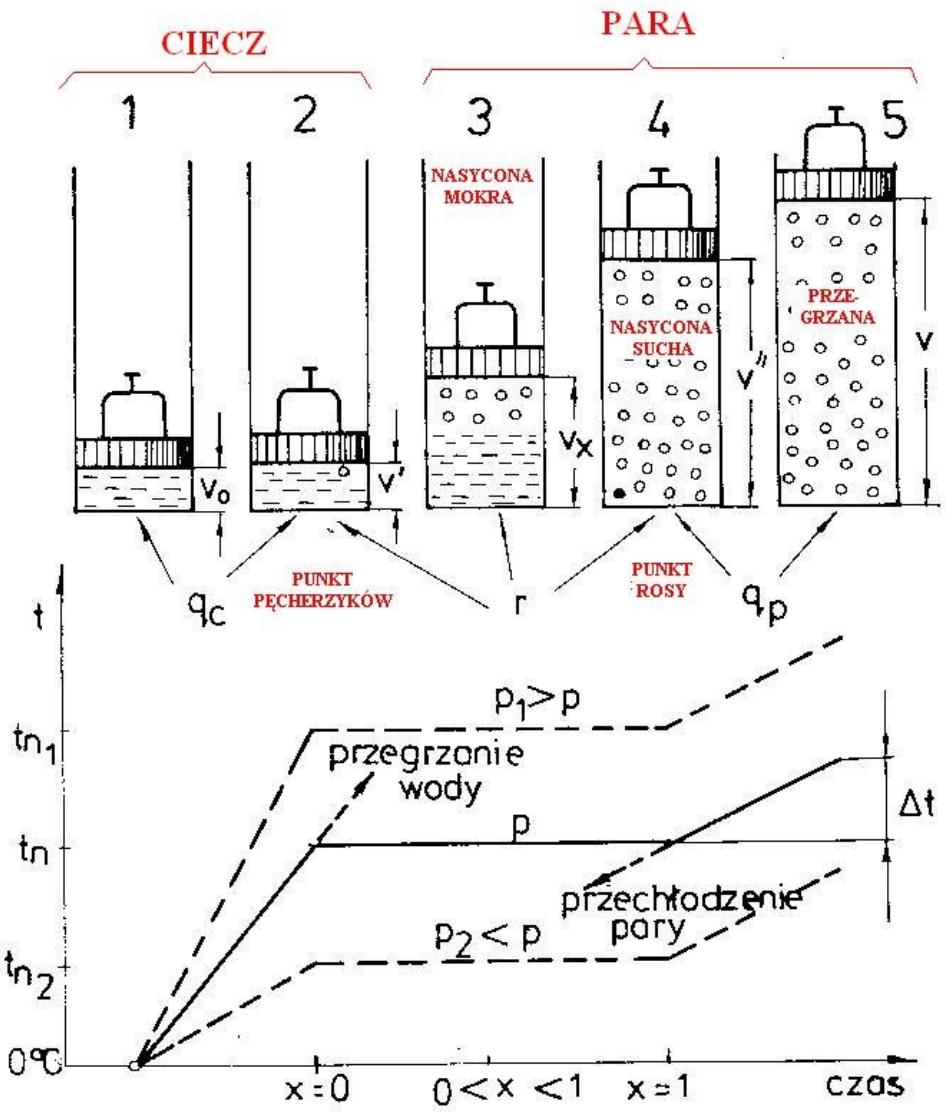
Zawartość (ilość w kilogramach) pary wodnej w jednostce objętości powietrza wilgotnego równej 1m³, wyrażona w [kg/m³]:

$$\rho_W = \frac{m_W}{V}\left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

Najwyższa wilgoć przy ustalonej temperaturze może być równa gęstości pary nasyconej suchej:

$$\rho_{W\,\max} = \rho''_W$$

Izobaryczne wytwarzanie pary





1 – 1 kg wody o temp. 0°C i objętości właściwej v_0

2 – pojawia się pierwszy pęcherzyk pary,

3 – nasycona para wilgotna (biała),

4 – znika ostatnia kropla wody - nasycona para sucha, (**punkt rosy** – pojawia się pierwsza kropla wody podczas ochładzania pary)

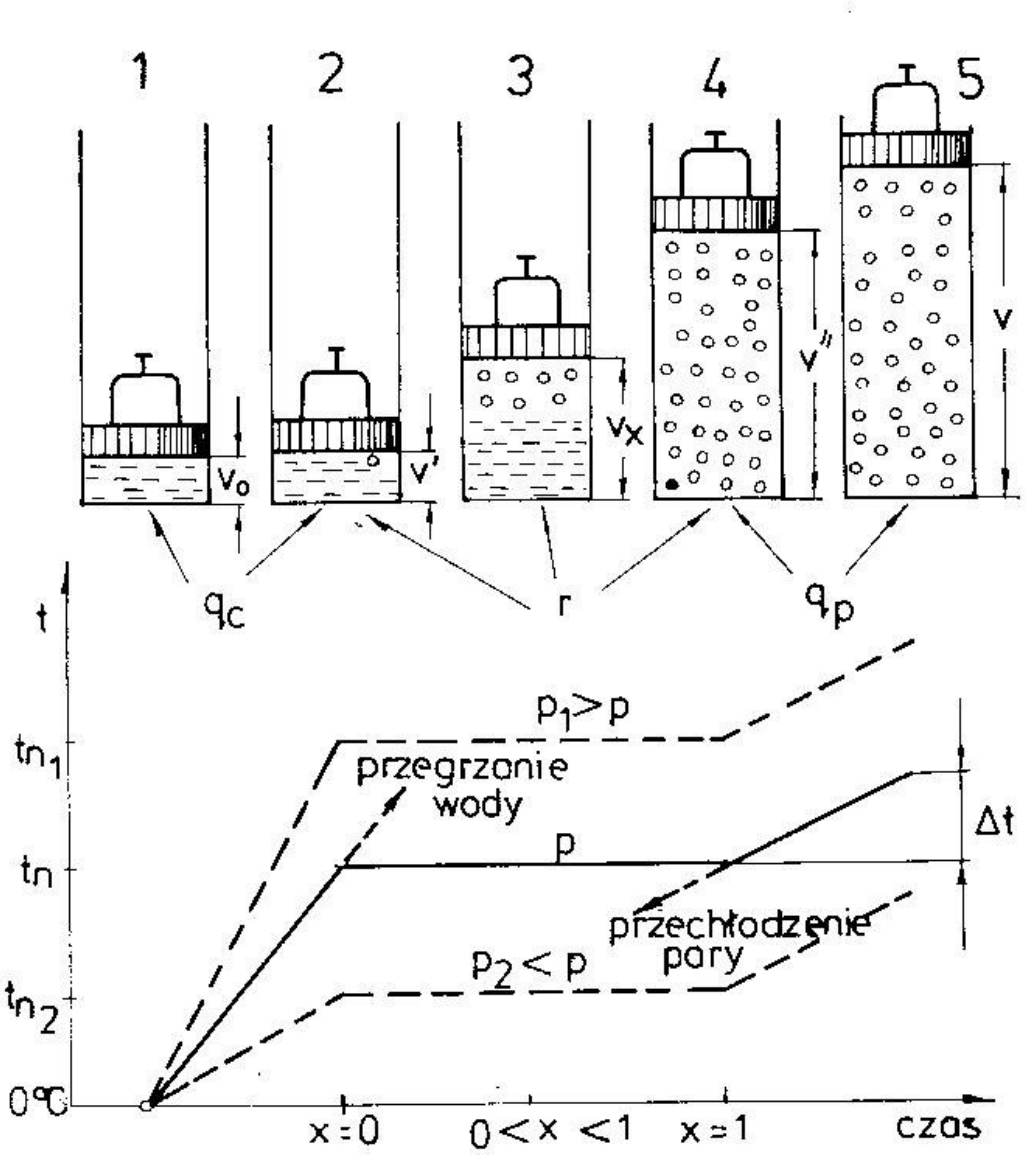
5 – para przegrzana (przeźroczysta).

➢ **Stan nasycenia** - Podczas parowania do ograniczonej przestrzeni zachodzi równocześnie zjawisko skraplania, polegające na wnikaniu cząstek pary do cieczy. Stan równowagi, któremu towarzyszy największa gęstość pary nazywa się **stanem nasycenia**, a para w tym stanie – parą **nasyconą**. Temperatura pary nasyconej (temperatura nasycenia) rośnie wraz ze wzrostem ciśnienia.

➢ **Parą nasyconą** jest zarówno para mokra w stanie **3** (mieszanina pary suchej nasyconej i wody), jak i para sucha w stanie **4**.

➢ **Para przegrzana** w stanie **5** – **nie jest parą nasyconą** – ponieważ objętość właściwa pary przegrzanej jest większa od objętości właściwej pary nasyconej o takim samym ciśnieniu, to w tej samej objętości jest mniejsza ilość cząsteczek pary (jeżeli $\mathbf{v=V/m > v_x=V/m_x}$ **i V=const to** $\mathbf{m<m_x}$).

Izobaryczne wytwarzanie pary



1 – 1 kg wody o temp. 0°C i objętości właściwej v_0

2 – pojawia się pierwszy pęcherzyk pary,

3 – nasycona para wilgotna (biała),

4 – znika ostatnia kropla wody - nasycona para sucha, (**punkt rosy** – pojawia się pierwsza kropla wody podczas ochładzania pary)

5 – para przegrzana (przeźroczysta).

tn – **temperatura nasycenia** (wrzenia),

Δt – **parametr przegrzania pary** (różnica pomiędzy temperaturą pary przegrzanej, a temperaturą nasycenia odpowiadającą ciśnieniu tej pary),

q_C – **ciepło zawrzenia** (płynności) – ciepło potrzebne do ogrzania 1 kg wody od tem. 0°C do temperatury wrzenia (nasycenia),

r – **ciepło parowania** – ciepło potrzebne do całkowitego odparowania 1 kg wody o temperaturze wrzenia,

q_P –**ciepło przegrzania** – ciepło powodujące podniesienie temperatury i objętości właściwej pary.

Stopień suchości pary x: $$x = \frac{m''}{m} = \frac{m''}{m''+m'}$$

m – masa pary nasyconej mokrej,

m' – masa cieczy,

m" – masa pary suchej nasyconej.

Parametry powietrza wilgotnego

WILGOTNOŚĆ WZGLĘDNA ***– wyraża stosunek wilgoci rzeczywistej (bezwzględnej) do wilgoci najwyższej dla danej temperatury (gęstości pary nasyconej suchej).***

$$\varphi = \frac{\rho_W}{\rho_W''} = \left(\frac{p_W}{p_W''}\right)_T$$



Ponieważ para przy małych ciśnieniach cząstkowych spełnia równanie Clapeyrona można również wilgotność względną wyrazić stosunkiem ciśnień cząstkowych pary mokrej do pary nasyconej suchej.



$\varphi < 1$ - para zawarta w powietrzu jest parą przegrzaną,

$\varphi = 1$ - para zawarta w powietrzu jest parą suchą nasyconą.

Wyrażamy ją w procentach. Jeśli więc 1 m^3 powietrza o temperaturze 20°C zawiera 8,8 g pary wodnej, czyli połowę ilości, która odpowiada stanowi nasycenia (17,6 g), jego wilgotność względna wynosi 50%.

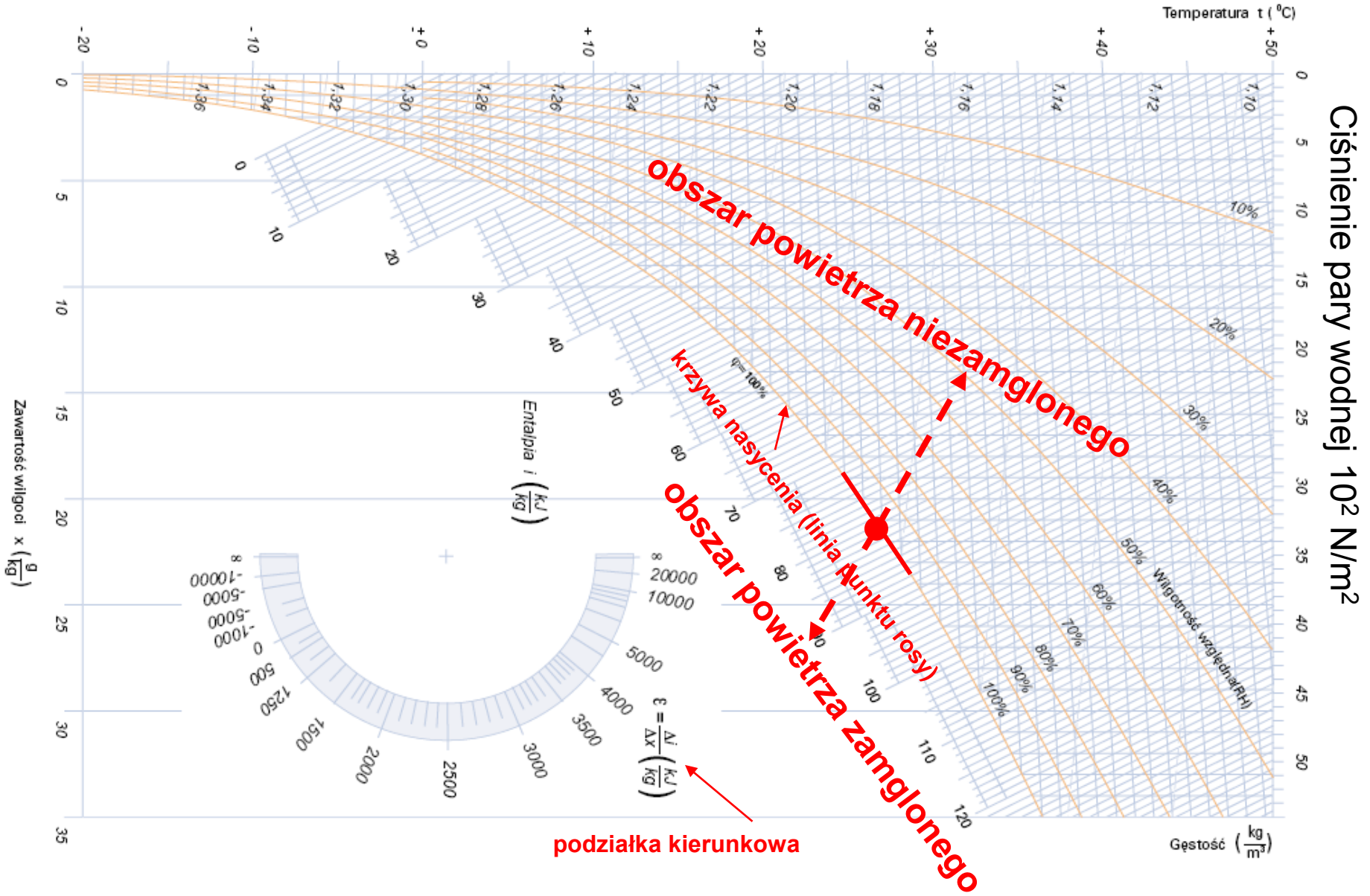
Przy tej samej zawartości wody, lecz po podgrzaniu do 25°C, wilgotność względna powietrza spadnie do około 35%, choć pary mamy tyle samo. Z kolei obniżenie temperatury powietrza do 15°C spowoduje wzrost wilgotności względnej do 70%. Przy temperaturze 9°C osiąga ono stan nasycenia (100% wilgotności względnej). Przy dalszym schładzaniu nadmiar pary się wykropli.

Parametry powietrza wilgotnego

Stopień zawilgocenia:

(*współczynnik wilgotności, zawartość wilgoci*) – stosunek masy (liczby kilogramów) pary wodnej zawartej w powietrzu do masy powietrza suchego.

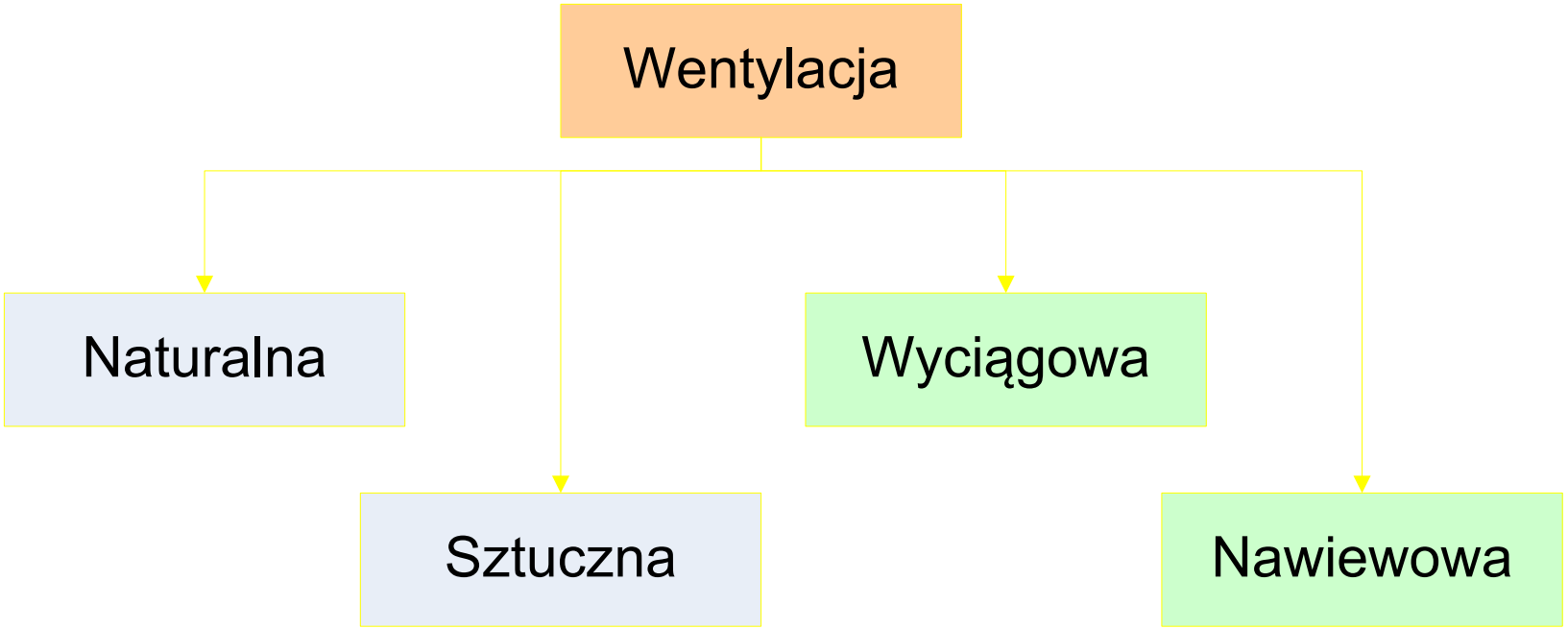
$$x = \frac{m_W}{m_p}\left[\frac{kg\ H_2O}{kg\ pow.such.}\right]$$



Wykres Molliera „i-x”

Wymiana powietrza w pomieszczeniach okrętowych

Wentylacja – wymiana powietrza w pomieszczeniu z wykorzystaniem powietrza zewnętrznego, które poddaje się filtracji oraz ewentualnemu podgrzaniu



Wymiana powietrza w pomieszczeniach okrętowych

Wentylacja naturalna (grawitacyjna) – wykorzystuje **ciąg naturalny**, powstały na skutek różnicy gęstości powietrza nad wylotem kanału wyciągowego i w pomieszczeniu, która spowodowana jest różnicą temperatur na zewnątrz i wewnątrz oraz różnicą wysokości wylotu kanału i pomieszczenia (powietrze cieplejsze - a więc o mniejszej gęstości - ma tendencję do unoszenia się do góry, podczas gdy powietrze o niższej temperaturze - większej gęstości opada w dół, np. dym papierosowy dmuchnięty na zimną szybę opada w dół, na ciepły grzejnik – unosi się do góry).



Wentylacja naturalna

Tabela 13-5

PRZYBLIŻONE PRĘDKOŚCI POWIETRZA W KANAŁACH PIONOWYCH
(wyciąg z tabeli Degena)

Wysokość kanału w m	Prędkość w m/s przy różnicy temperatur powietrza w kanale i zewnątrz					
	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C
6	0,85	0,92	0,99	1,06	1,11	1,18
7	0,91	1,00	1,07	1,14	1,2	1,27
8	0,97	1,07	1,14	1,22	1,3	1,36
9	1,03	1,13	1,21	1,29	1,37	1,44
10	1,09	1,19	1,28	1,36	1,44	1,52
11	1,15	1,25	1,35	1,43	1,51	1,59
12	1,20	1,31	1,41	1,5	1,58	1,66
13	1,25	1,36	1,47	1,56	1,64	1,73
14	1,3	1,41	1,52	1,62	1,7	1,79
15	1,34	1,46	1,57	1,67	1,76	1,85
16	1,39	1,51	1,62	1,73	1,82	1,91
17	1,43	1,55	1,67	1,78	1,88	1,97
18	1,47	1,6	1,72	1,83	1,93	2,03
19	1,51	1,64	1,76	1,88	1,98	2,09
20	1,54	1,68	1,8	1,93	2,03	2,15
21	1,58	1,72	1,85	1,97	2,08	2,2
22	1,61	1,76	1,89	2,01	2,13	2,25
23	1,65	1,8	2,03	2,06	2,18	2,29
24	1,68	1,84	2,08	2,1	2,23	2,34
25	1,72	1,87	2,12	2,15	2,27	2,39

Wymiana powietrza w pomieszczeniach okrętowych

Wentylacja mechaniczna – wymiana powietrza jest niezależna od jakichkolwiek wpływów atmosferycznych. Wymuszony przepływ powietrza uzyskuje się dzięki zastosowaniu jednego lub kilku wentylatorów.

Wentylacja mechaniczna nawiewna - powietrze jest wtłaczane do pomieszczeń za pomocą wentylatorów, a odpływ odbywa się samoczynnie przez nieszczelności. Powietrze wtłaczane przez wentylator wytwarza nadciśnienie, które powoduje jednocześnie napływ powietrza przez otwory na zewnątrz pomieszczenia.

Wentylacja mechaniczna wywiewna (wyciągowa) - powietrze usuwane jest z pomieszczenia przez wentylatory wyciągowe, a dopływ powietrza odbywa się samoczynnie przez nieszczelności lub specjalne otwory. Wskutek intensywnego usuwania powietrza doprowadza się do wytworzenia podciśnienia, które powoduje dopływ powietrza z sąsiednich pomieszczeń.

Nawiew powietrza w pomieszczeniu

- Działanie wysokiej temperatury może być częściowo skompensowanie ruchem powietrza.
- Przy nieruchomym powietrzu wysoka temperatura jest szczególnie dokuczliwa, a z kolei niewielka prędkość przepływu powietrza w połączeniu z niską temperaturą wywołuje wrażenie przeciągu.
- W klimatyzowanych pomieszczeniach lub w wentylowanych halach produkcyjnych **nawiew** powietrza powinien być kierowany do strefy o najmniejszym stopniu wydzielenia zanieczyszczeń tzn. do miejsc częstego przebywania ludzi, a **wywiew** ze strefy o najmniejszej koncentracji zanieczyszczeń

Wywiew powietrza z pomieszczenia

- Racjonalne rozwiązanie wentylacji wyciągowej musi być opracowane równolegle z wentylacją nawiewną, tak aby ich współdziałanie wykluczało możliwość tworzenia się tzw. „martwych stref” w pomieszczeniu wentylowanym

Wentylatory

Parametry

- wydajność [m^3/s, m^3/h]
- spiętrzenie całkowite [Pa]

$$\mathbf{\Delta p} = \mathbf{p}_t - \mathbf{p}_s + \boldsymbol{\sigma} * (\mathbf{c}_t - \mathbf{c}_s)^2 / 2$$

$\mathbf{p_t}$ – ciśnienie w przewodzie tłocznym
$\mathbf{p_s}$ – ciśnienie w przewodzie ssawnym
$\boldsymbol{\sigma}$ – gęstość powietrza
$\mathbf{c_t}$ – prędkość powietrza w przewodzie tłocznym
$\mathbf{c_s}$ – prędkość powietrza w przewodzie ssawnym

- sprawność

Wentylatory

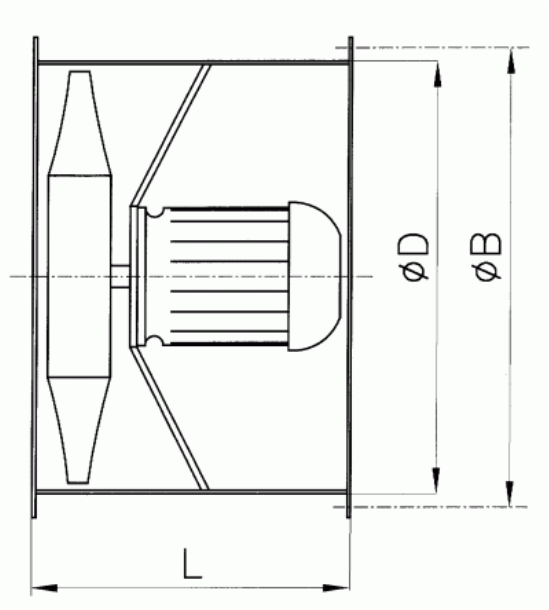
Wentylatory osiowe – prędkość powietrza przy wypływie z wieńca łopatkowego ma kierunek równoległy do osi wirnika

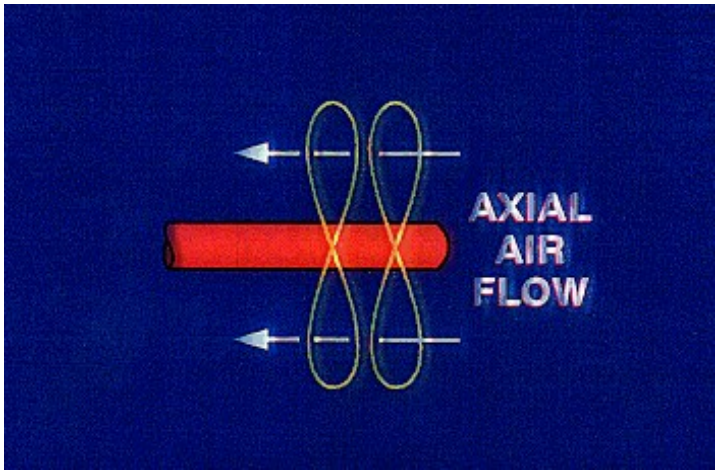
Wydajność – 0,15 – 500 m^3/s,

Spiętrzenie – 50 – 6000 Pa

Sprawność – 0,7 – 0,9

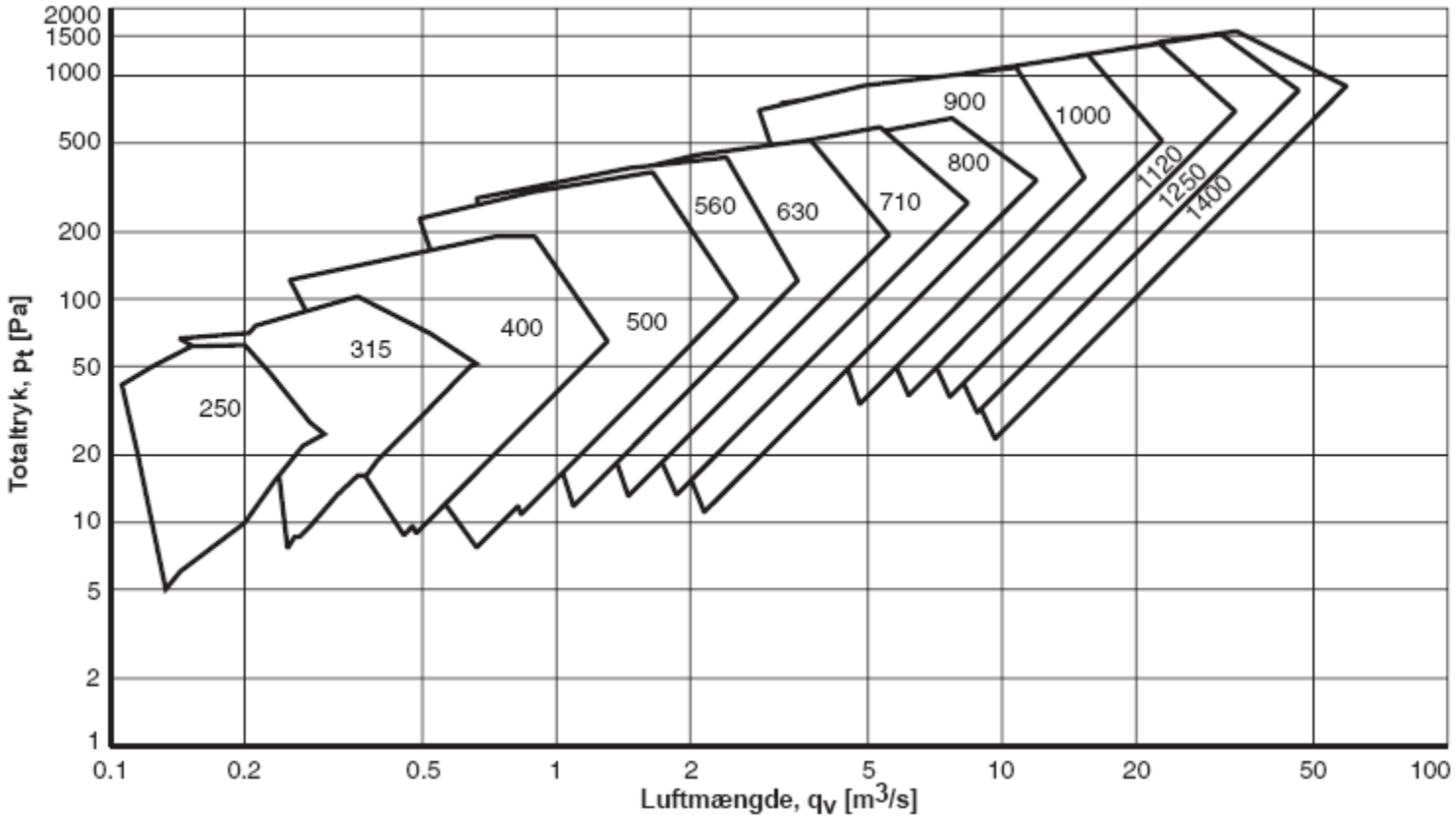






Wentylatory

Okrętowe wentylatory osiowe – przykładowy typoszereg

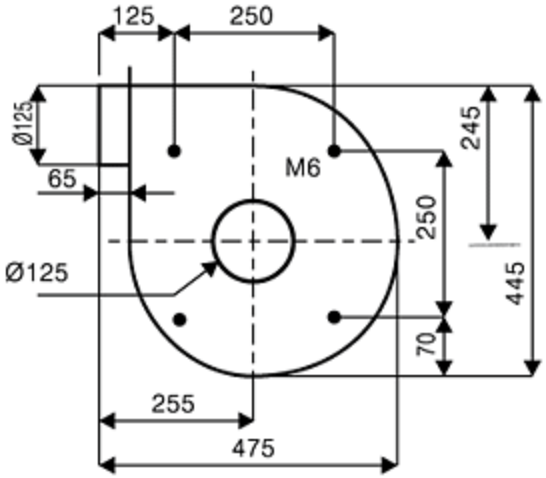


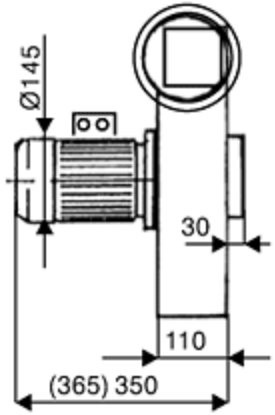
Wentylatory

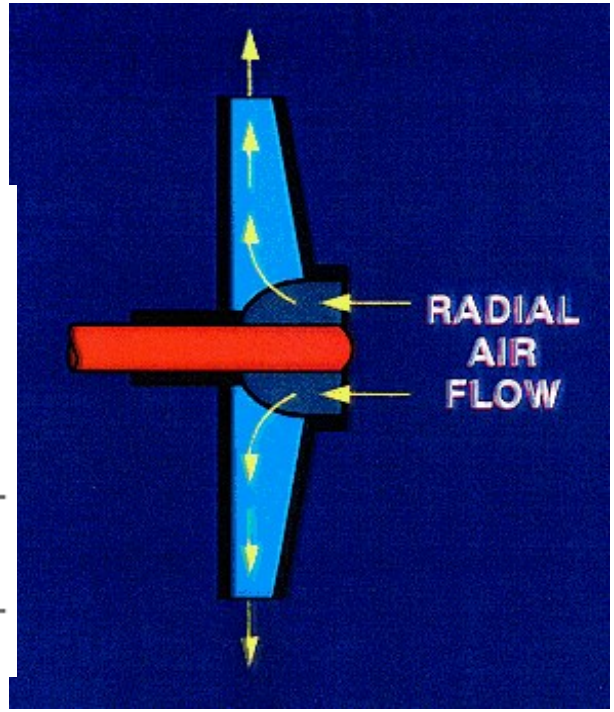
Wentylatory promieniowe - wentylatory tego typu przeznaczone są do **tłoczenia powietrza** w instalacjach o stosunkowo **dużych oporach przepływu** i małych wydajnościach.

Wydajność – 0,05 – 300 m^3/s,
Spiętrzenie – 200 – 13000 Pa
Sprawność – 0,5 – 0,8

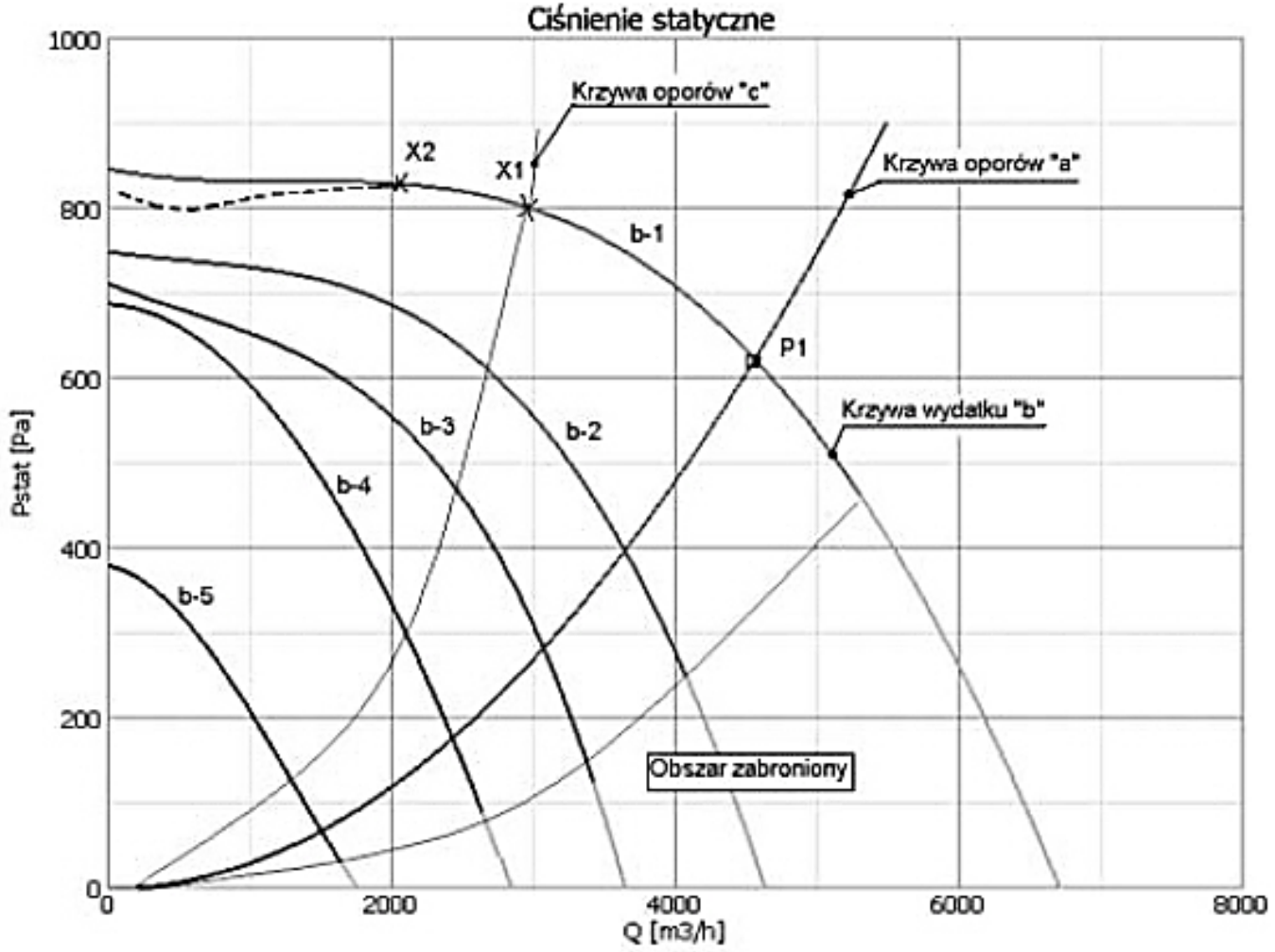


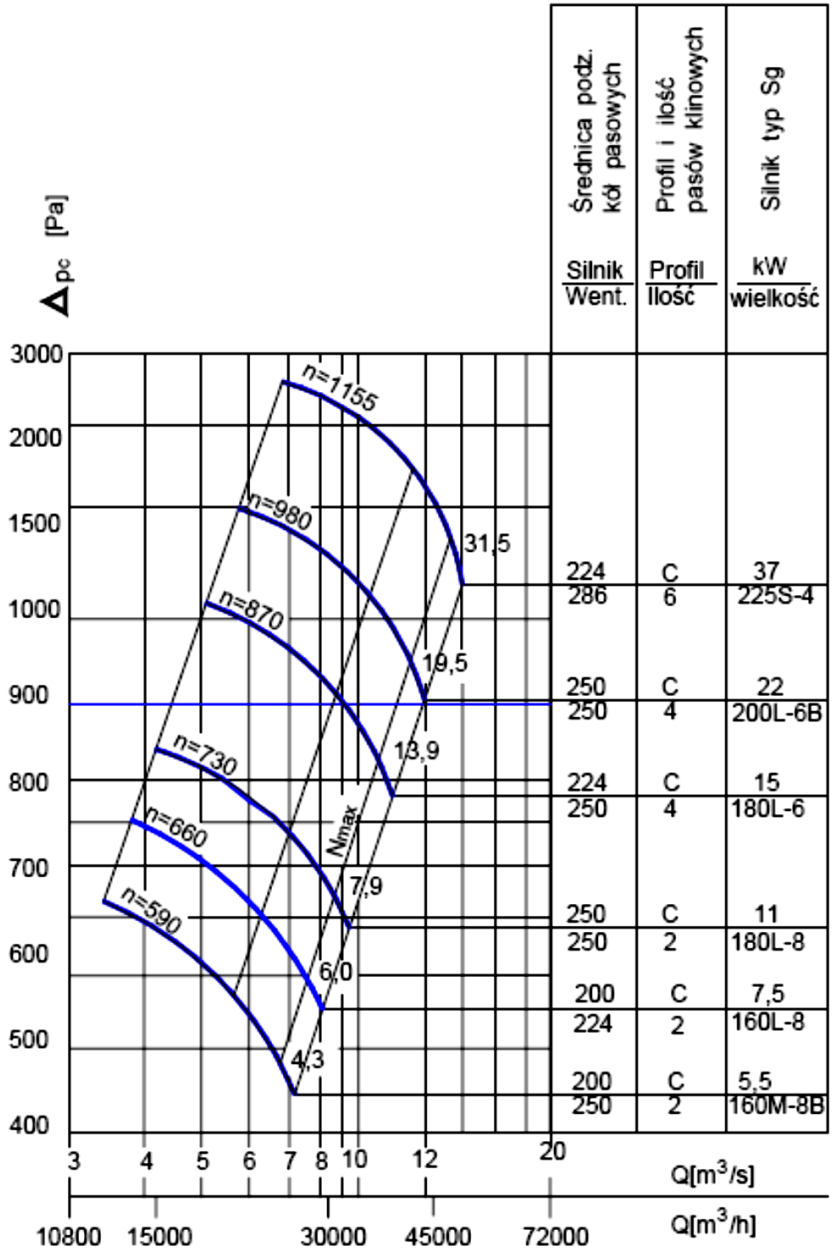






Przykładowa charakterystyka wentylatora promieniowego

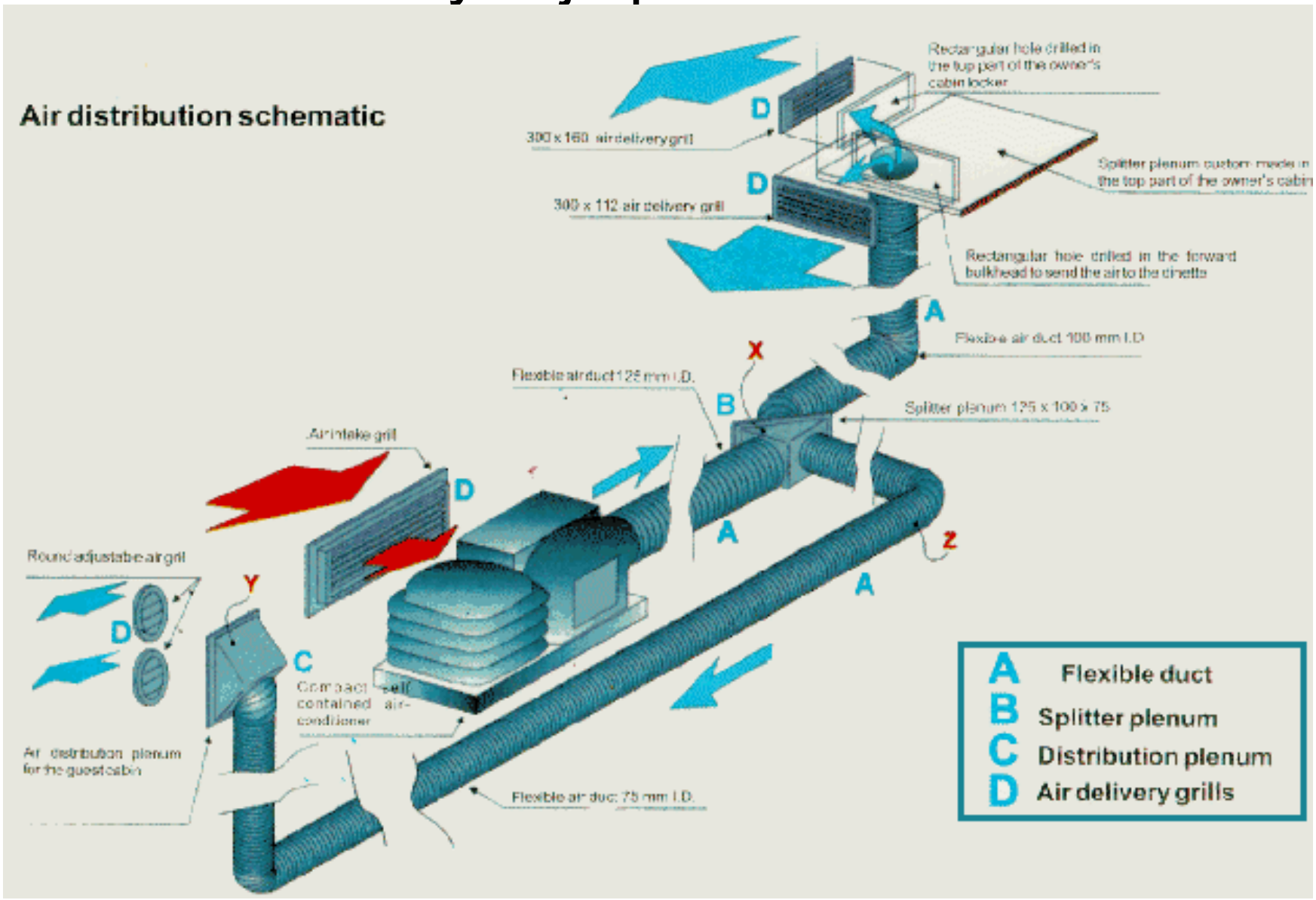




Średnica podz. kół pasowych Silnik / Went.	Profil i ilość pasów klinowych Profil / Ilość	Silnik typ Sg kW / wielkość
224	C	37
286	6	225S-4
250	C	22
250	4	200L-6B
224	C	15
250	4	180L-6
250	C	11
250	2	180L-8
200	C	7,5
224	2	160L-8
200	C	5,5
250	2	160M-8B

Przykładowa charakterystyka wentylatora promieniowego

Wentylacja pomieszczeń



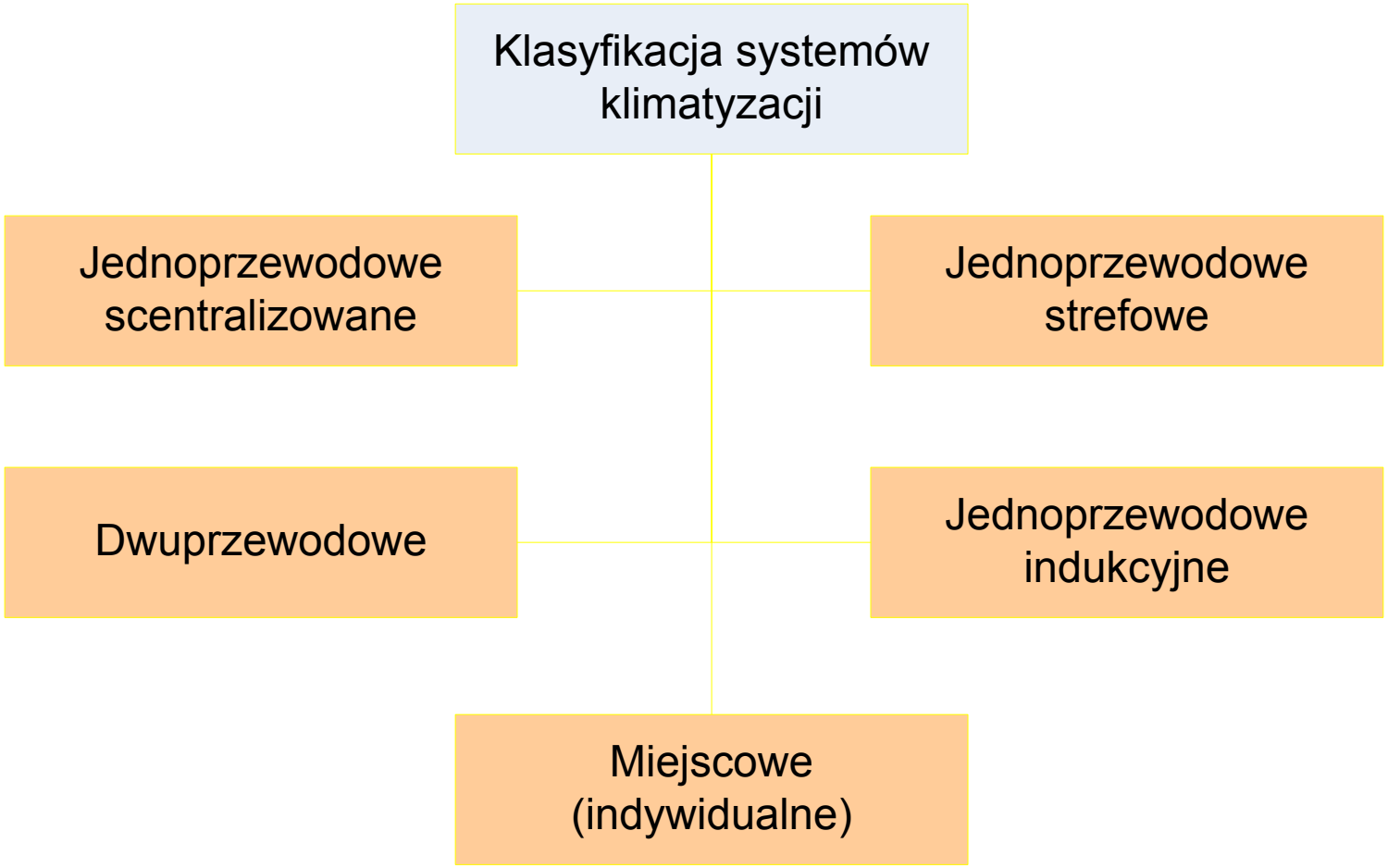
Wymiana powietrza w pomieszczeniach okrętowych

Klimatyzacja – doprowadzenie do pomieszczeń odpowiednio przygotowanego powietrza celem utrzymania wewnątrz założonych parametrów klimatu, niezależnie od warunków zewnętrznych, z uwzględnieniem zysków i strat ciepła i wilgoci

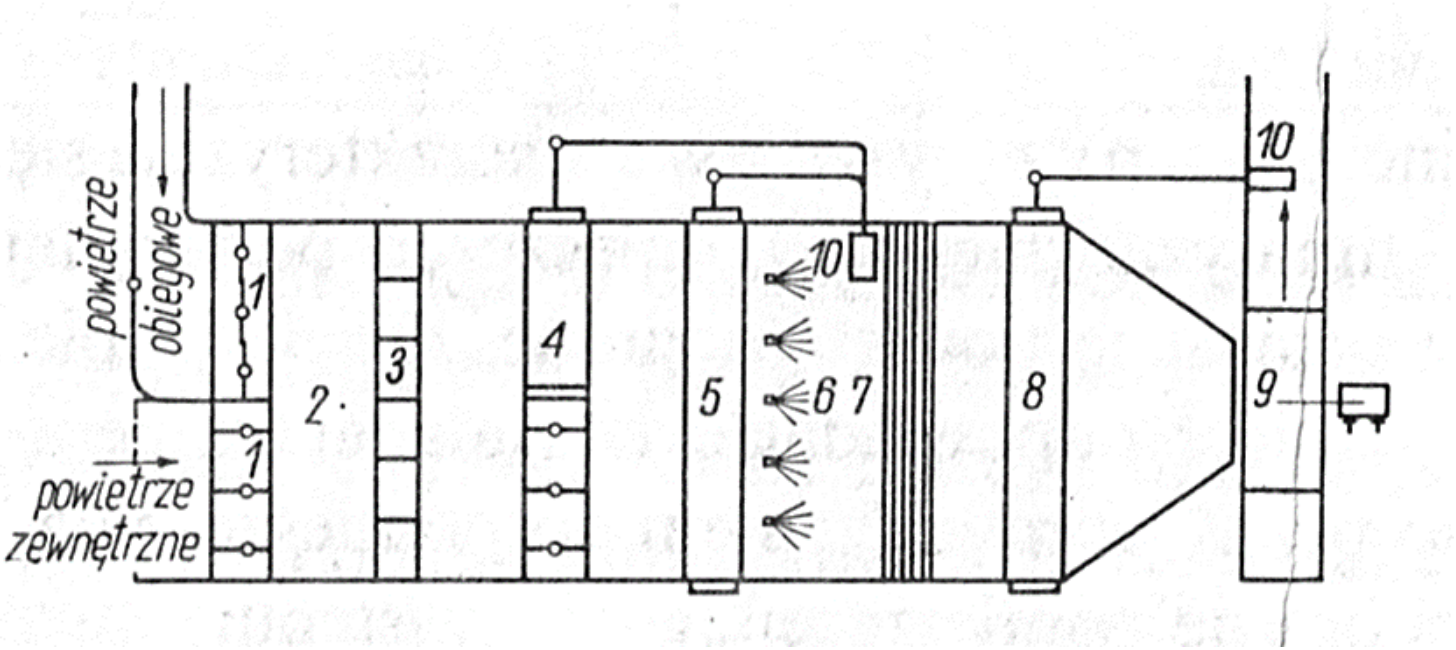
- oczyszczanie (filtracja)
- nawilżanie (osuszanie)
- schładzanie (ogrzewanie)



Wymiana powietrza w pomieszczeniach okrętowych



Ogólny schemat komory klimatyzacyjnej



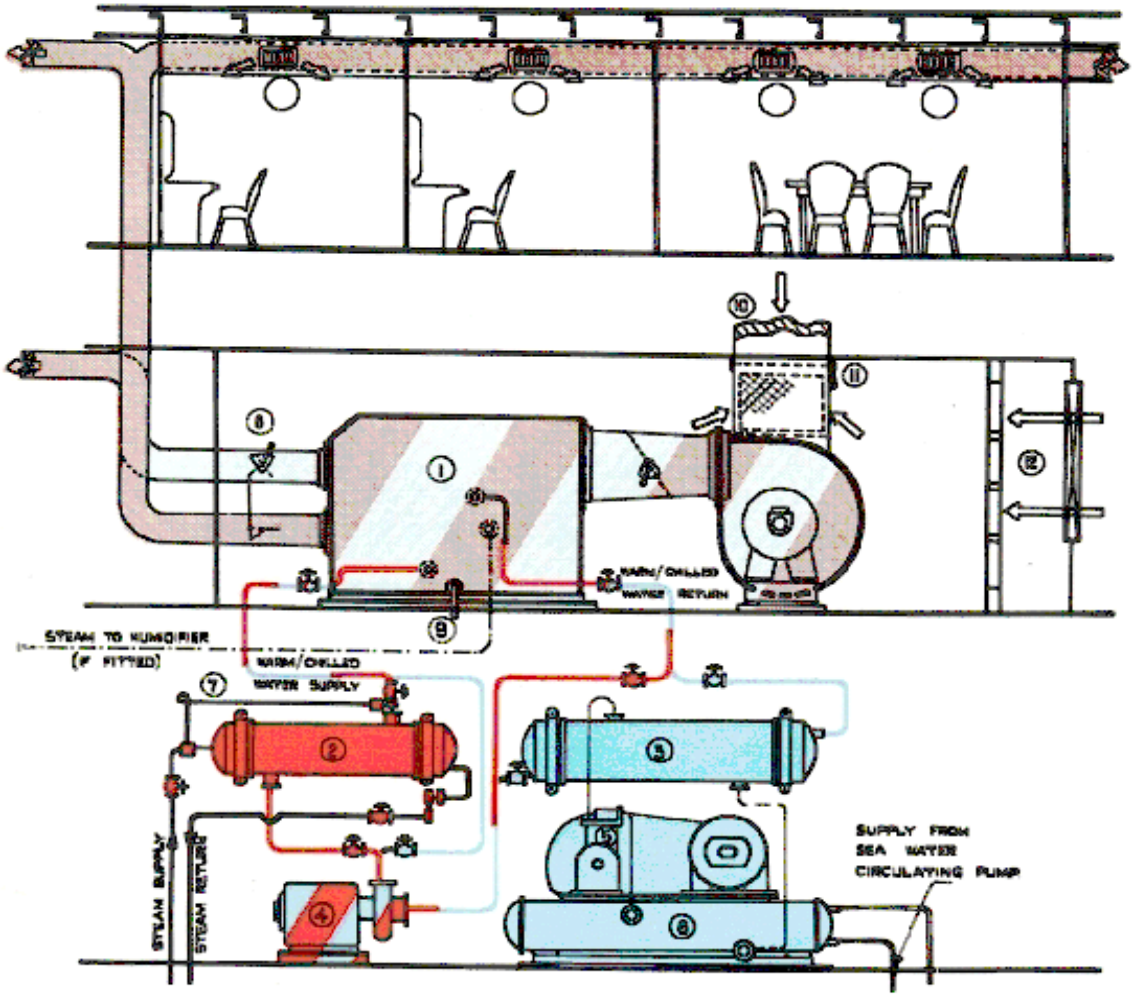
1 – przepustnica, **2** – komora mieszalna, **3** – filtry, **4** – nagrzewnica wstępna, **5** – chłodnica, **6** – komora natryskowa, **7** – separator wody, **8** – nagrzewnica wtórna, **9** – wentylator, **10** - sterownik

Okrętowa centrala klimatyzacyjna



Układ jednoprzewodowy scentralizowany

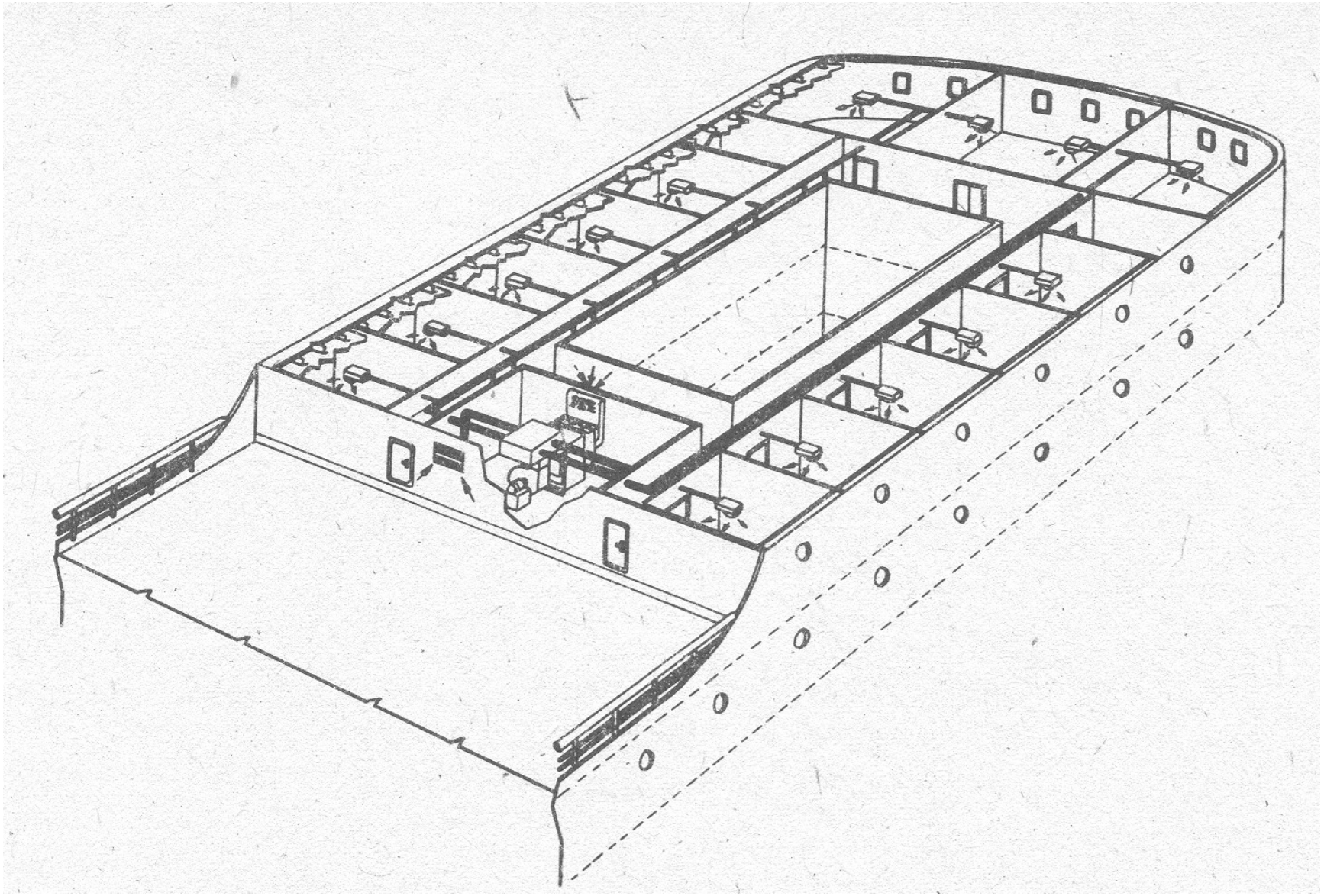
Urządzenia klimatyzacyjne są zlokalizowane w centralnej stacji klimatyzacyjnej, skąd z komór klimatyzacyjnych rozprowadza się powietrze kanałami do klimatyzowanych pomieszczeń



A diagram of a typical Central Unit System including the refrigerating machinery and hot water calorifier

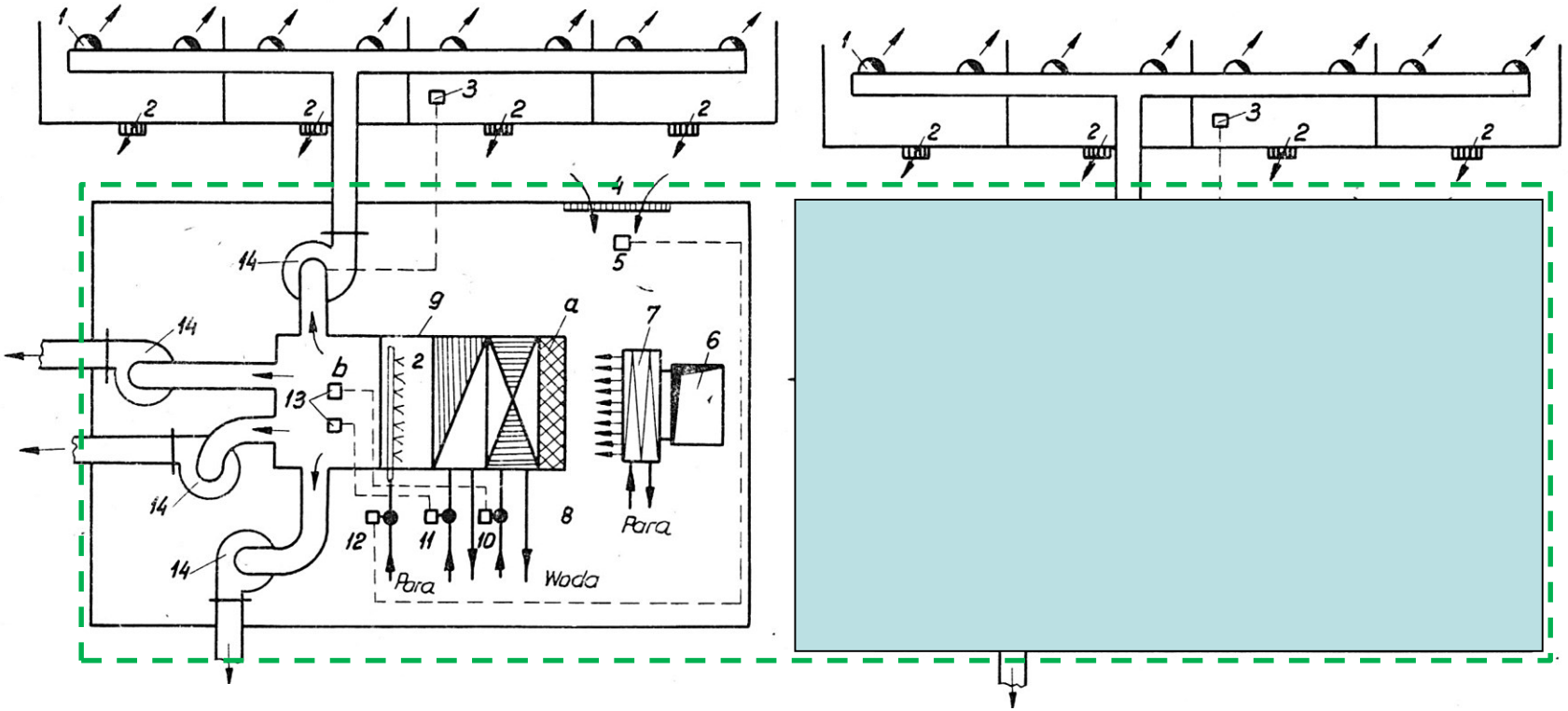
1. Air Conditioning Unit
2. Warm Water Calorifier
3. Evaporator/Water Cooler (parownik)
4. Warm/Chilled Water Circulating Pump
5. Refrig. Compressor (skraplacz)
6. Refrig. Condenser
7. Automatic Warm Water Temperature Controller
8. Temperature Regulating Valves (Manual or Automatic)
9. Drain Connection
10. Recirculated Air Duct
11. Recirculating/Fresh Air Regulating Valve
12. Air Filtering Equipment and Fresh Air Inlet

Układ jednoprzewodowy scentralizowany



Układ jednoprzewodowy strefowy

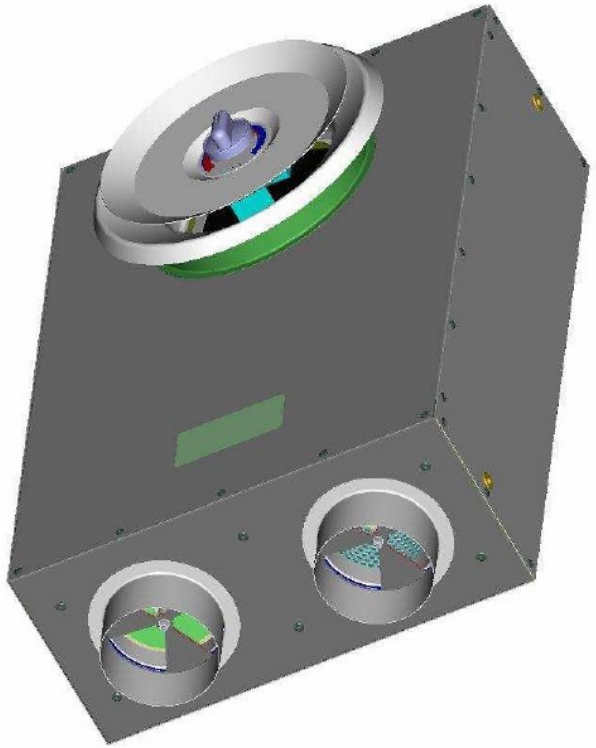
W układzie tym w centralnej stacji klimatyzacyjnej powietrze jest ulepszane tylko częściowo (głównie filtrowane). Przesyłane następnie dalej kanałami strefowymi ulepszane jest w tych kanałach co daje możliwość dostosowania jego jakości dla poszczególnych stref.



Układ dwuprzewodowy

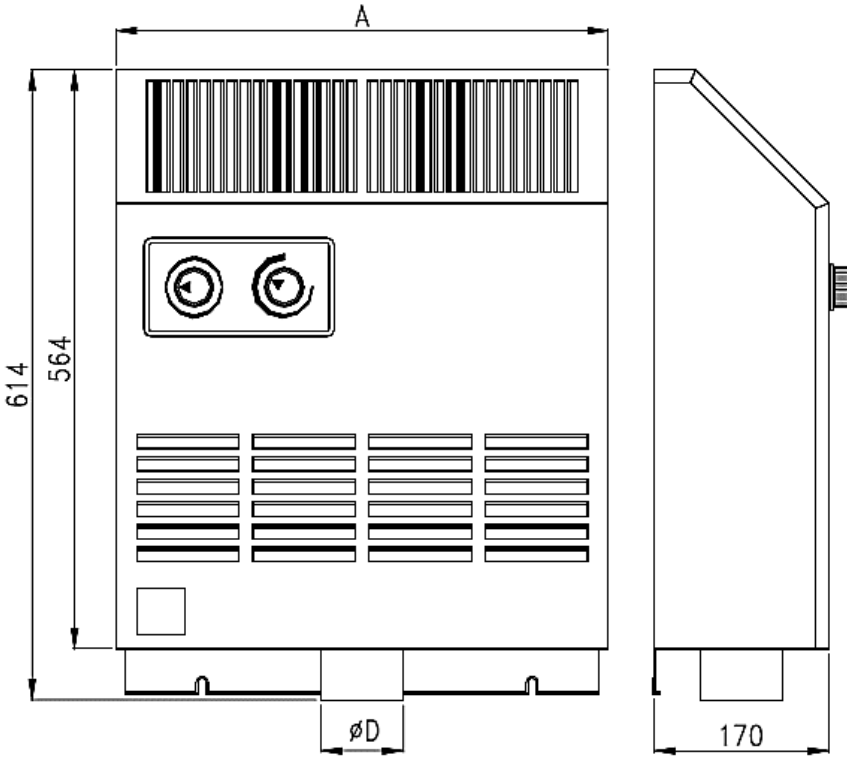
W układzie tym od stacji klimatyzacyjnej do pomieszczeń prowadzona jest podwójna sieć kanałów. Jedne kanały doprowadzają powietrze schłodzone, drugie ogrzane. Zmieszanie powietrza w odpowiednich proporcjach odpowiadających żądanym parametrom następuje bezpośrednio przed wprowadzeniem do pomieszczenia.

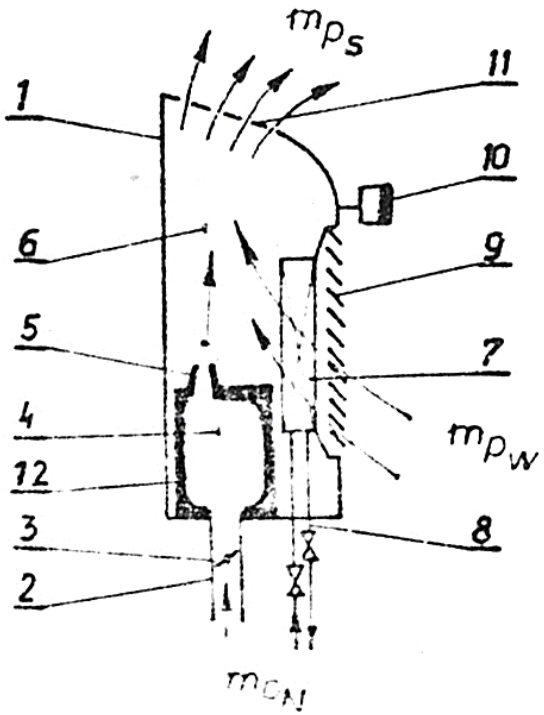


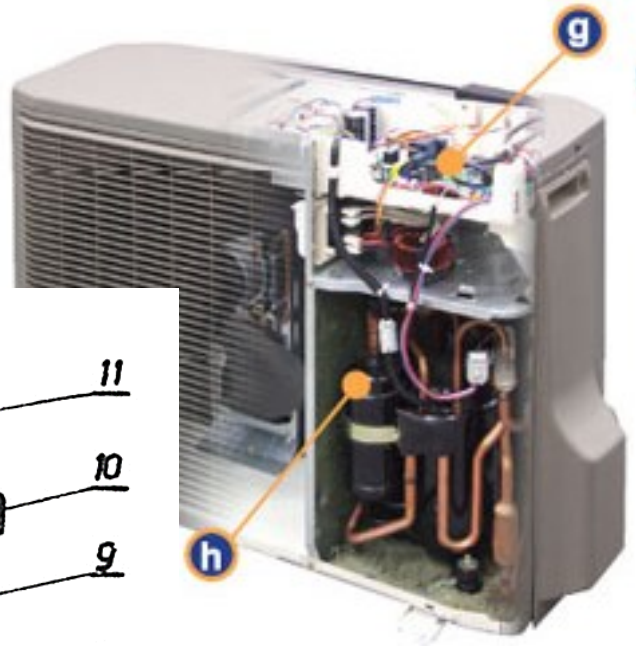


Układ jednoprzewodowy indukcyjny

W układzie tym od stacji klimatyzacyjnej do pomieszczeń doprowadzane jest wstępnie przygotowane powietrze. Ostateczne jego ulepszenie następuje w pomieszczeniu z wykorzystaniem nawiewnego urządzeni

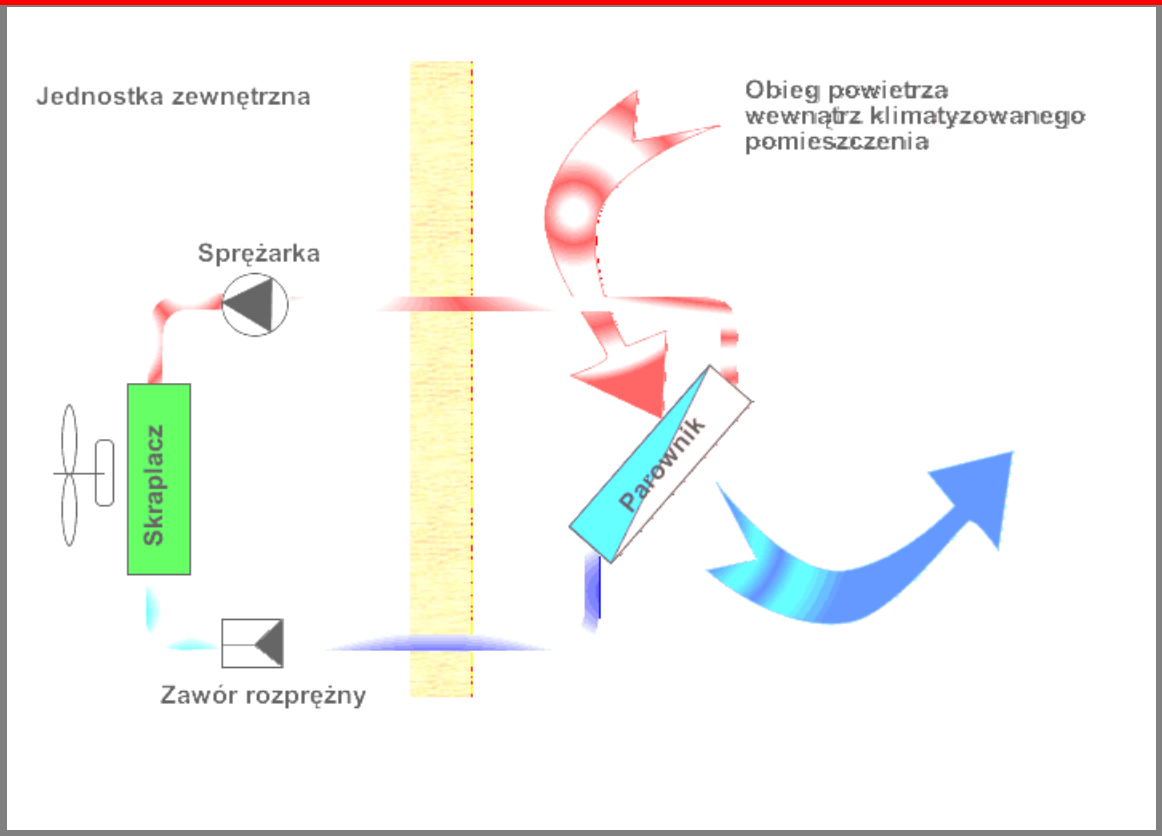






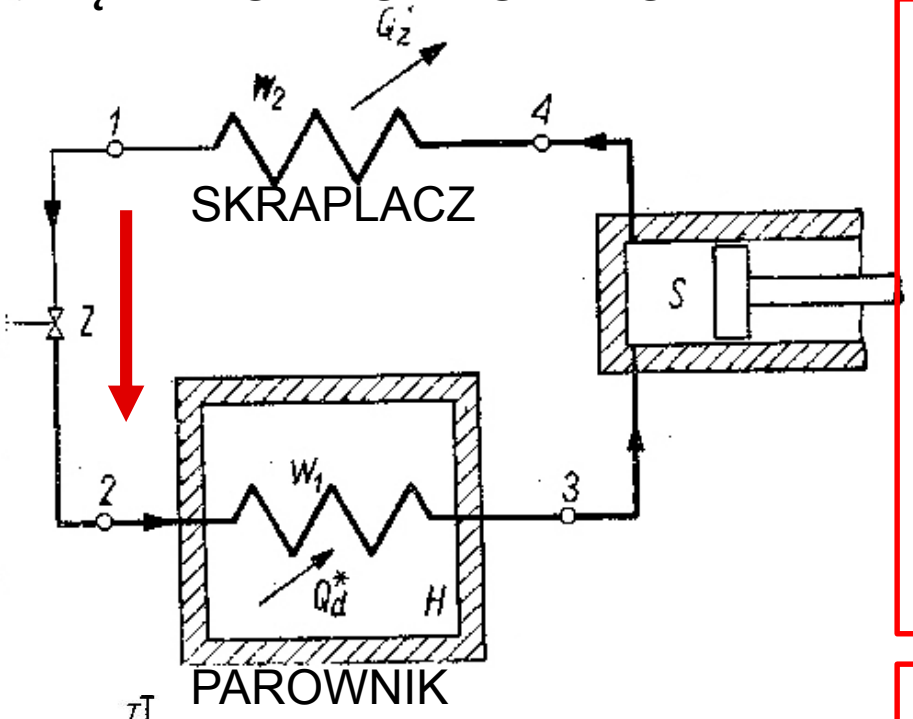
W pomieszczeniach umieszczone są kompletne urządzenia – klimatyzatory, które wymagają tylko doprowadzenia powietrza i (najczęściej) energii elektrycznej.

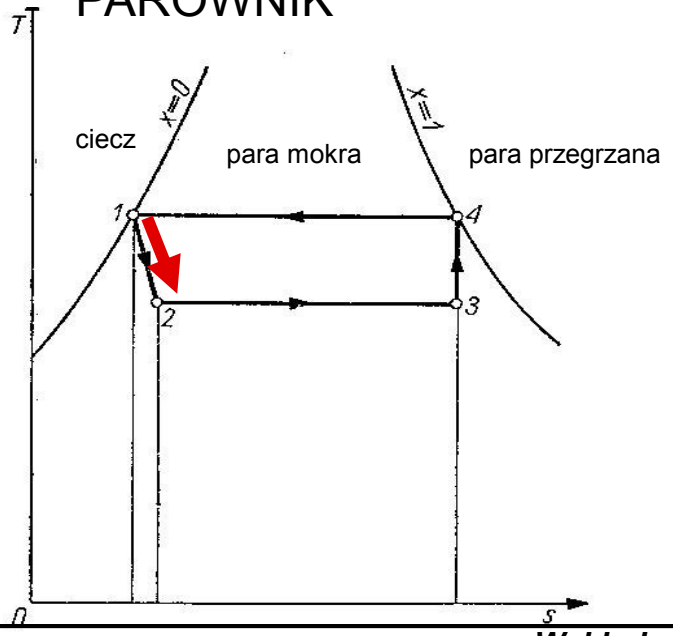
Ciepło jest pobierane (odbierane z chłodzonej przestrzeni) przez roboczy czynnik chłodniczy (np. amoniak NH_3) w parowniku (dolne źródło ciepła), dzięki temu czynnik odparowuje przy bardzo niskiej temperaturze, wytwarzając gaz o niskim ciśnieniu i niskiej temperaturze, który trafia do sprężarki, gdzie rośnie energia wewnętrzna czynnika (a więc i temperatura), a następnie w skraplaczu oddaje ciepło (górne źródło ciepła) skraplając się i przez zawór rozprężny, trafia z powrotem do parownika.



W parowniku, który jest umiejscowiony w środowisku chłodzonym, panuje niskie ciśnienie więc i temperatura. Znajdujący się tam czynnik chłodniczy wrze, intensywnie odbierając ciepło. Następnie jest zasysany i sprężany przez sprężarkę po czym trafia do skraplacza, gdzie pod wysokim prawie stałym ciśnieniem ulega skropleniu. Ciekły czynnik o temperaturze wyższej od temperatury otoczenia trafia do elementu dławiącego, ponieważ jego ciśnienie musi zostać obniżone do ciśnienia panującego w parowniku. Podczas dławienia część czynnika odparowuje powodując spadek temperatury pozostałej cieczy. Zimna mieszanina cieczowo-parowa trafia do parownika i cykl się powtarza.

SPRĘŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

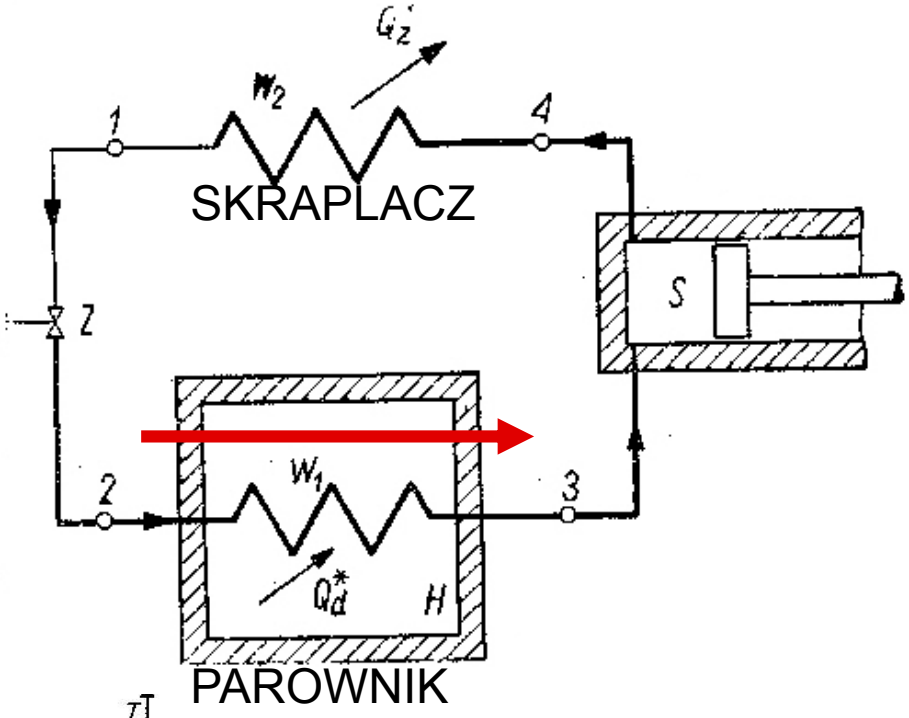


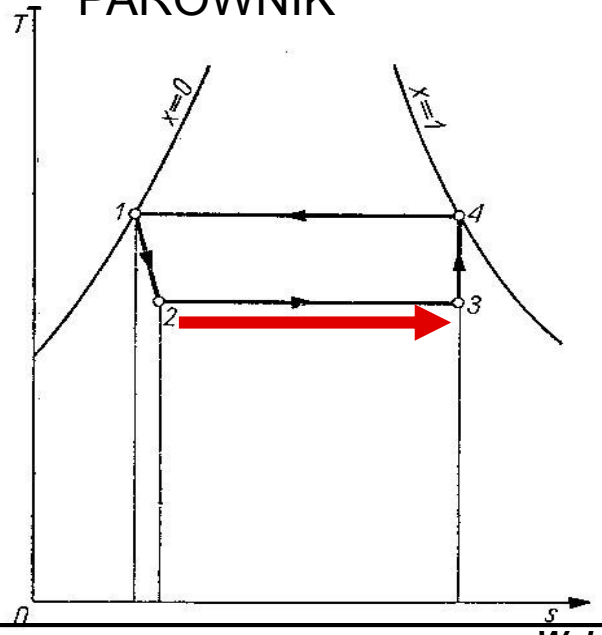


Do zaworu dławiącego „Z" doprowadza się ciekły (skroplony) czynnik chłodniczy (amoniak NH_3 (przy stężeniu 0,5% obj. silnie trujący, ale ma też intensywny zapach), węglowodory nasycone „freony" o niskiej, ujemnej temperaturze wrzenia – około -30°C), ze skraplacza o dość wysokim ciśnieniu i temperaturze zbliżonej do temperatury otoczenia. W zaworze ciecz zostaje izentalpowo zdławiona do ciśnienia znacznie niższego od ciśnienia nasycenia (odpowiadającego temperaturze przed zaworem) – przemiana 1-2.

Czynnik wydostawszy się do kanału, w którym panuje niskie ciśnienie zaczyna gwałtownie wrzeć. Część jego zamienia się w parę, a ponieważ w okolicy zaworu dławiącego kanał przepływowy jest zaizolowany, czynnik nie może pobrać z zewnątrz ciepła potrzebnego do odparowania. Odparowanie odbywa się więc tylko kosztem energii wewnętrznej czynnika. Powoduje to obniżenie temperatury czynnika poniżej temperatury otoczenia. Tak więc za zaworem otrzymuje się mieszaninę cieczy i pary tj. parę mokrą o niskiej temperaturze i małym stopniu suchości.

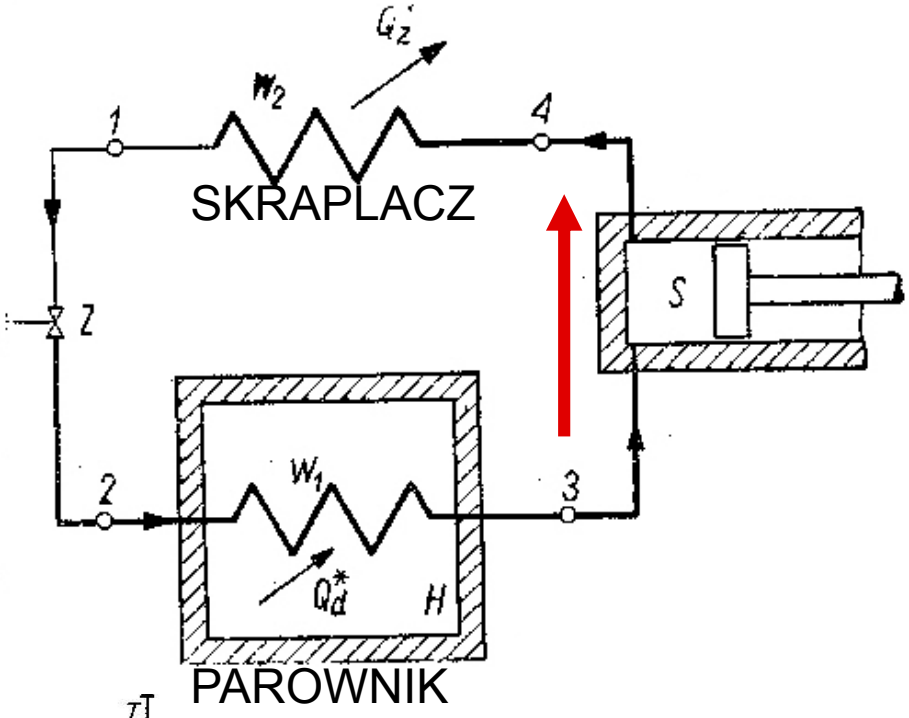
SPREŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

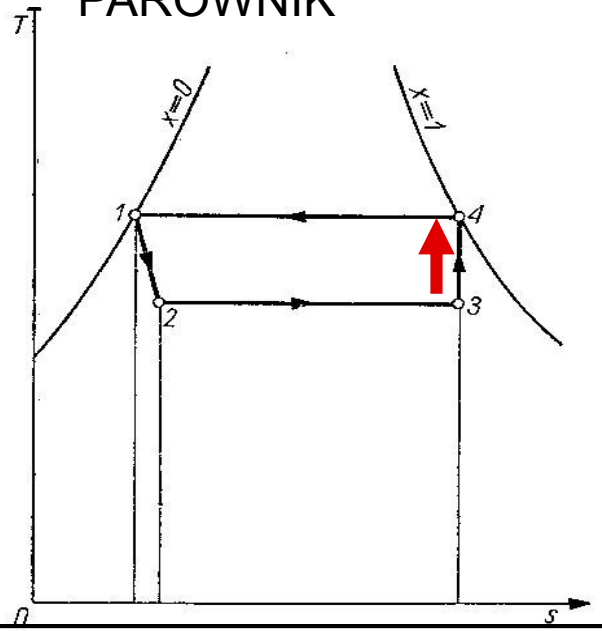




Mieszaninę tę skierowuje się do wężownicy parownika (wymiennika ciepła) W_1, umieszczonej w przestrzeni H, z której chcemy odebrać ciepło. W wężownicy parownika czynnik podlega przemianie izobaryczno-izotermicznej (2-3), w czasie której jego stopień suchości staje się coraz większy, gdyż pobiera on ciepło z przestrzeni chłodzonej H.

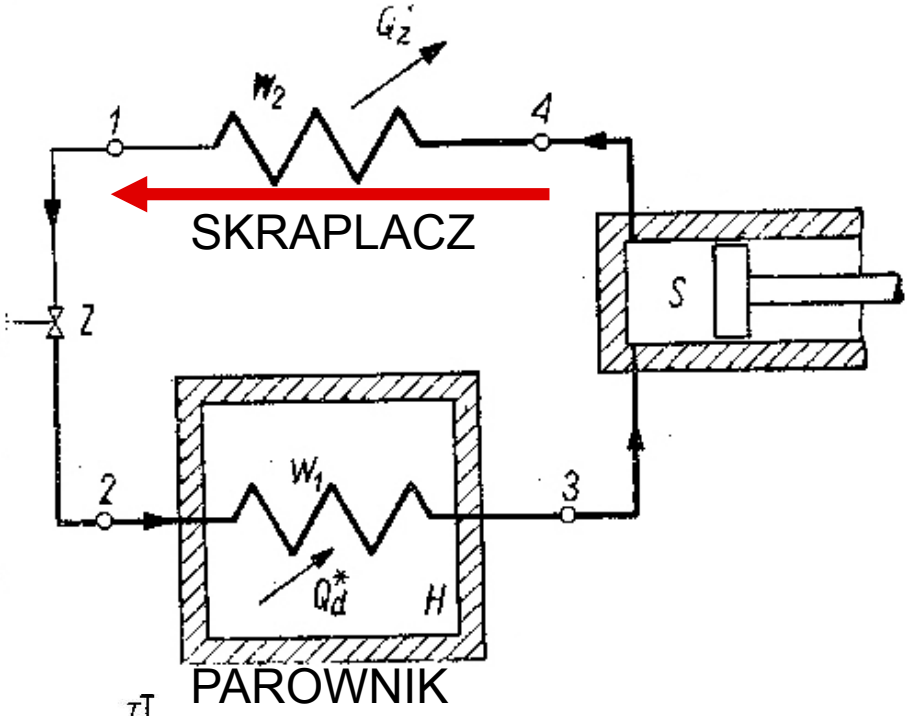
SPREŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

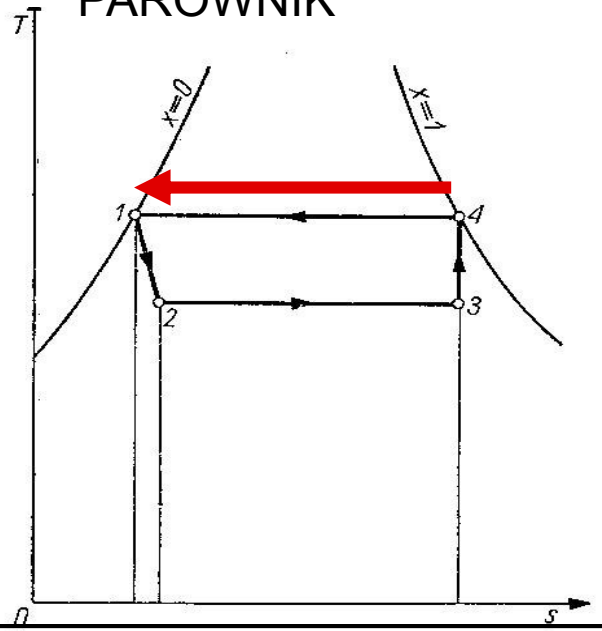




Następnie czynnik chłodniczy przepływa przez sprężarkę S, w której następuje adiabatyczny wzrost jego ciśnienia i temperatury (przemiana 3-4).

SPREŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO



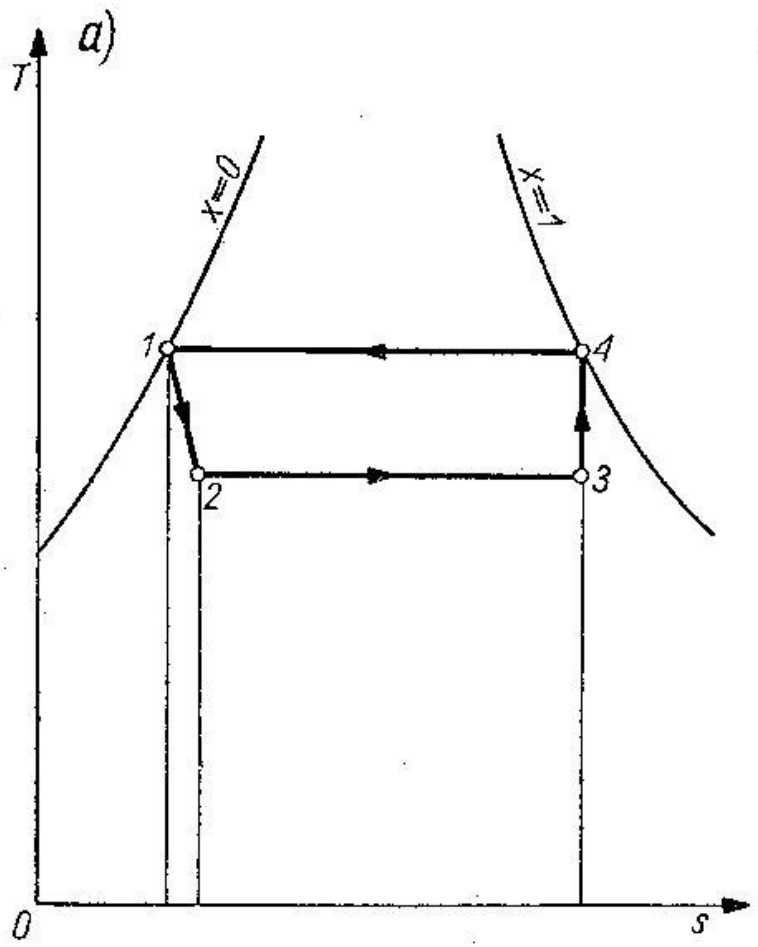


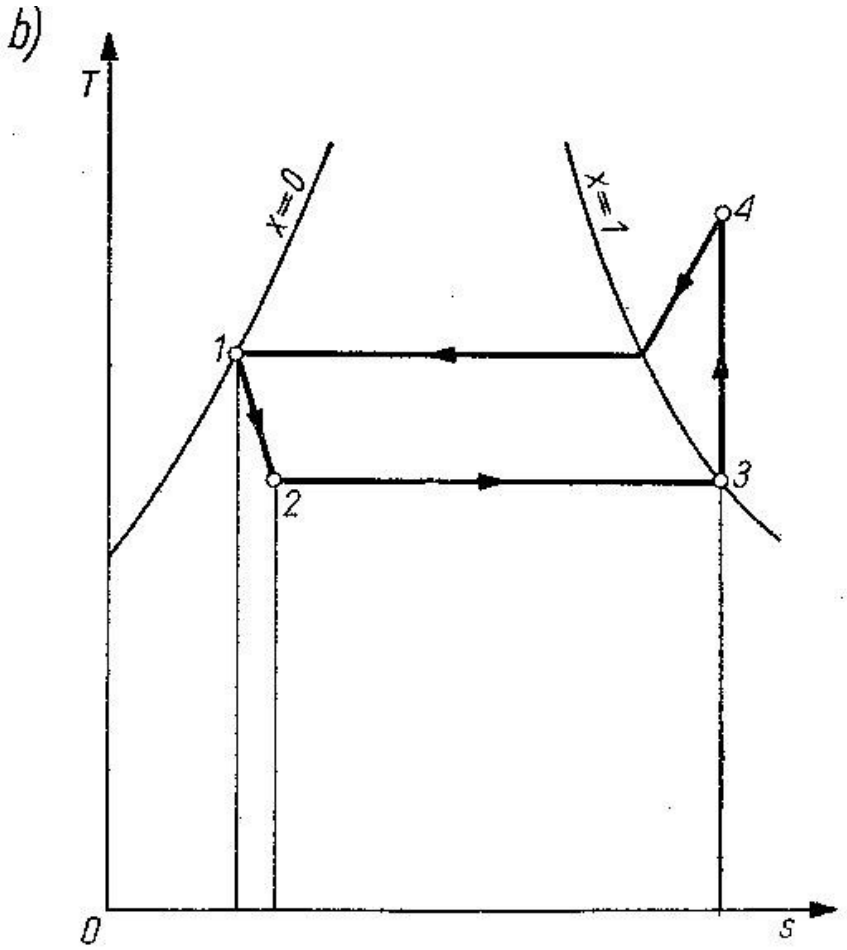
Po wyjściu ze sprężarki czynnik przepływa przez wężownicę skraplacza W_2, w której izobaryczno-izotermicznie oddaje ciepło do otoczenia (przemiana 4-1) tak długo, aż stanie się cieczą o temperaturze prawie równej temperaturze otoczenia.

SPRĘŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

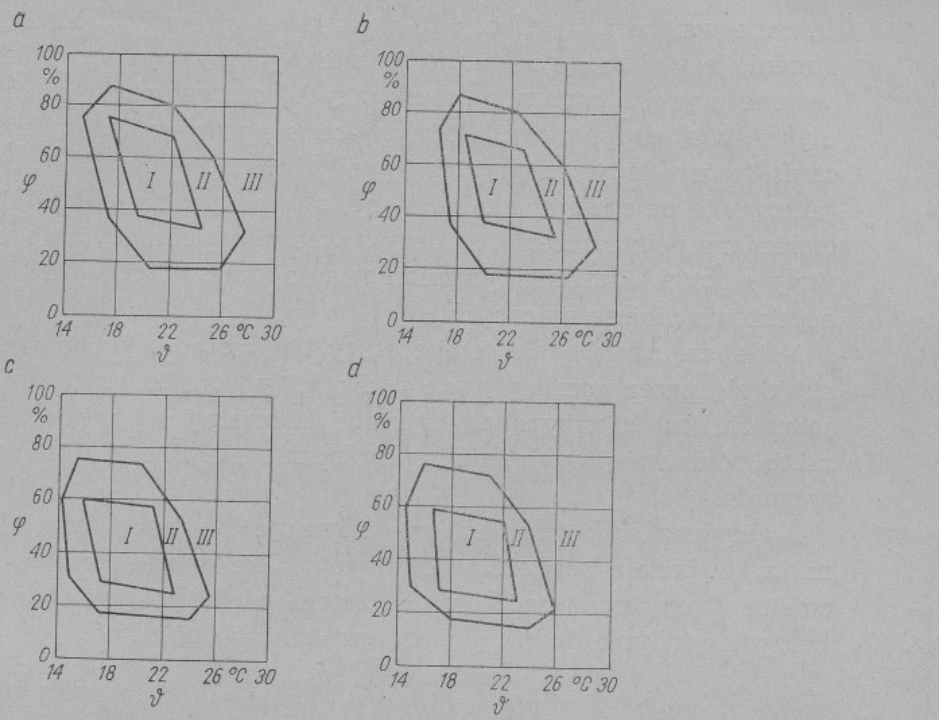
a) ***<u>Mokry obieg Lindego</u> – sprężarka zasysa parę mokrą (punkt 3) o takim stopniu suchości, że wskutek adiabatycznego sprężania staje się parą nasyconą suchą (punkt 4).***

b) ***<u>Suchy obieg Lindego</u> – sprężarka zasysa parę nasyconą suchą (punkt 3), która wskutek adiabatycznego sprężania staje się parą przegrzaną (punkt 4).***





Wymiana powietrza w pomieszczeniach socjalno – bytowych (mieszkalnych)



Rys. 9.6. Obszary komfortu wg Leusdena — Freymarka [3]
a — praca w pozycji siedzącej, prędkość powietrza < 0,2 m/s, *b* — praca w pozycji siedzącej, prędkość powietrza 0,2÷0,3 m/s, *c* — średnio trudna praca fizyczna, prędkość powietrza < 0,2 m/s, *d* — średniotrudna praca fizyczna, prędkość powietrza 0,2÷0,3 m/s
ϑ — temperatura w pomieszczeniu; φ — wilgotność względna

I – warunki komfortowe,
II – warunki znośne,
III – warunki trudne do zniesienia

Wymiana powietrza w pomieszczeniach socjalno - bytowych

0,5 m^3 powietrza na godzinę

0,2 – 0,6 m^3 CO_2 na godzinę + ciepło + para wodna



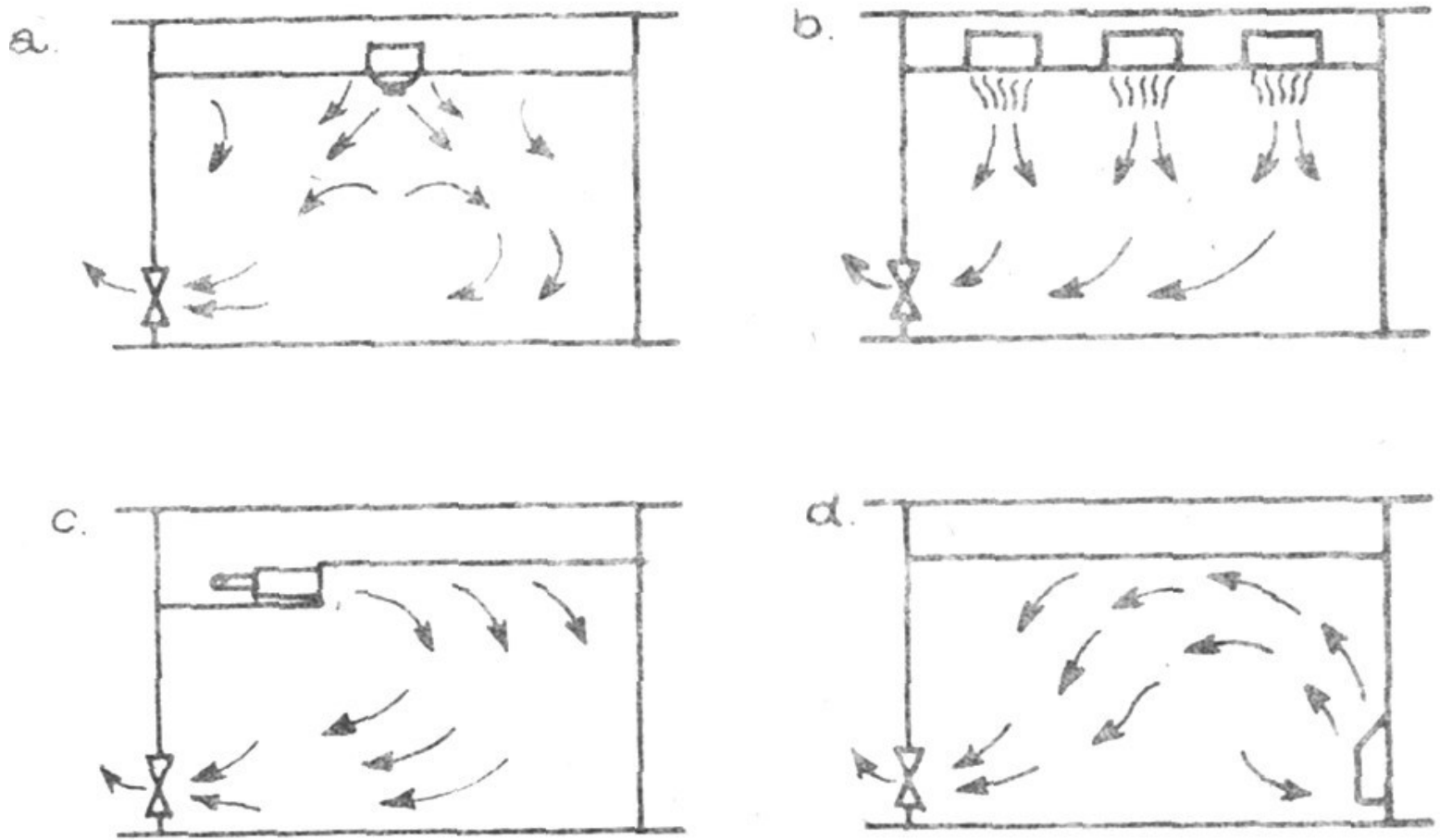
W celu utrzymania odpowiednich warunków klimatycznych wymagana jest ok. 3–5 - krotna wymiana powietrza na godzinę w pomieszczeniach mieszkalnych

Wymiana powietrza w pomieszczeniach socjalno - bytowych

Najważniejsze zasady:

- Statki o nieograniczonym rejonie pływania powinny być wyposażone w urządzenia klimatyzacyjne.
- Każde pomieszczenie mieszkalne powinno posiadać wentylację mechaniczną.
- Rozmieszczenie nawiewów i otworów wyciągowych powinno zapewniać przewietrzanie całej objętości pomieszczenia, przy czym prędkość przepływu powietrza nie powinna być większa niż ok. 0,5 m/s.
- Różnica pomiędzy temperaturą powietrza nawiewanego a temperaturą powietrza w pomieszczeniu nie powinna być większa niż ok. 8^{o} C.
- Doprowadzenie powietrza powinno być rozwiązane w taki sposób aby pionowy gradient temperatur nie był większy niż ok. 2 – 3^{o} C/m.

Wymiana powietrza w pomieszczeniach socjalno - bytowych

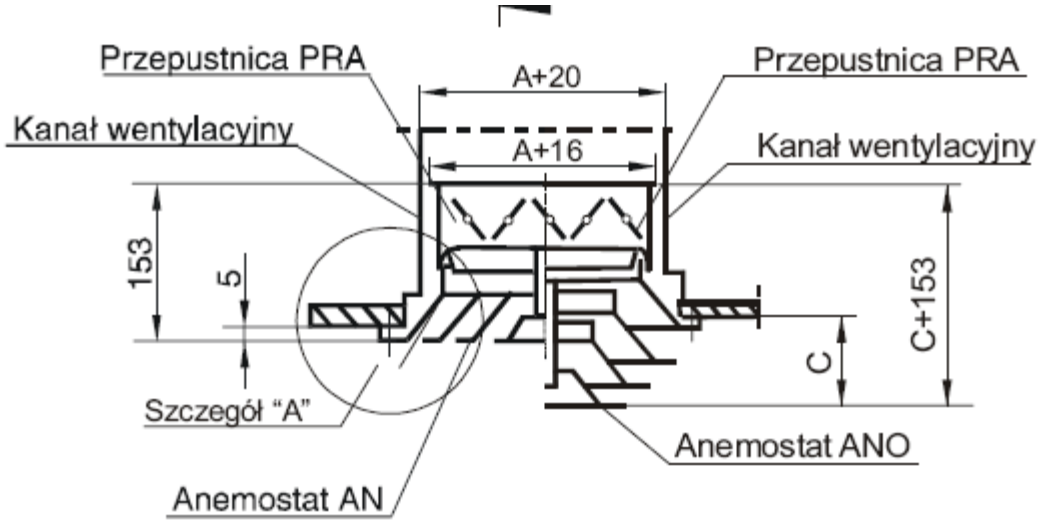


Wymiana powietrza w pomieszczeniach socjalno - bytowych

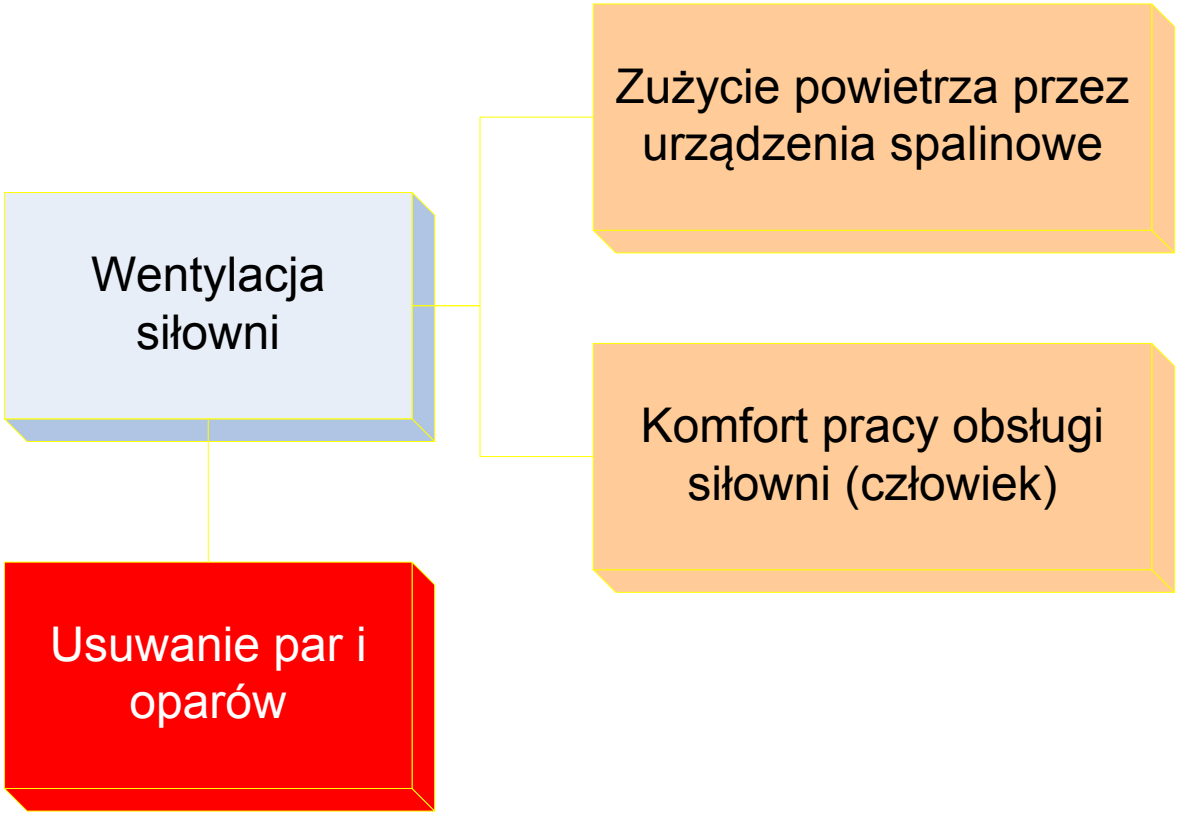
Anemostat - element **nawiewny** (nawiewnik) lub **wywiewny** (wywiewnik) do montowania w suficie, jest to zakończenie sieci wentylacyjnej mechanicznej, umożliwiające kształtowanie strugi powietrza nawiewanego w pożądany sposób. W zależności od kierunku przepływu powietrza rozróżniamy:

- **anemostaty nawiewne** - doprowadzające świeże powietrze do pomieszczenia,
- **anemostaty wywiewne** - usuwające powietrze wraz z zanieczyszczeniami (np. zyskami ciepła, wilgoci, nadmiarem CO_2).

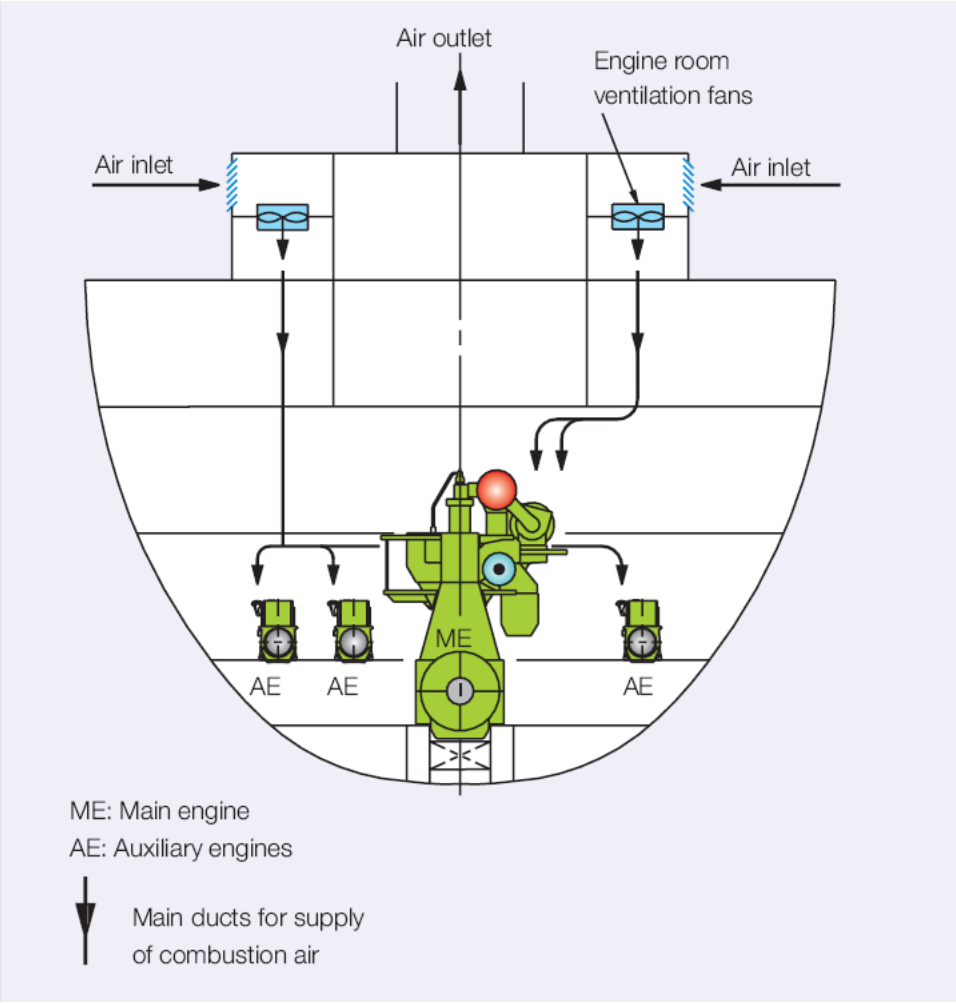




Wentylacja siłowni – przesłanki, normy



Wentylacja siłowni – stosowane rozwiązania



Zużycie powietrza dla siłowni z silnikami tłokowymi można przyjąć:

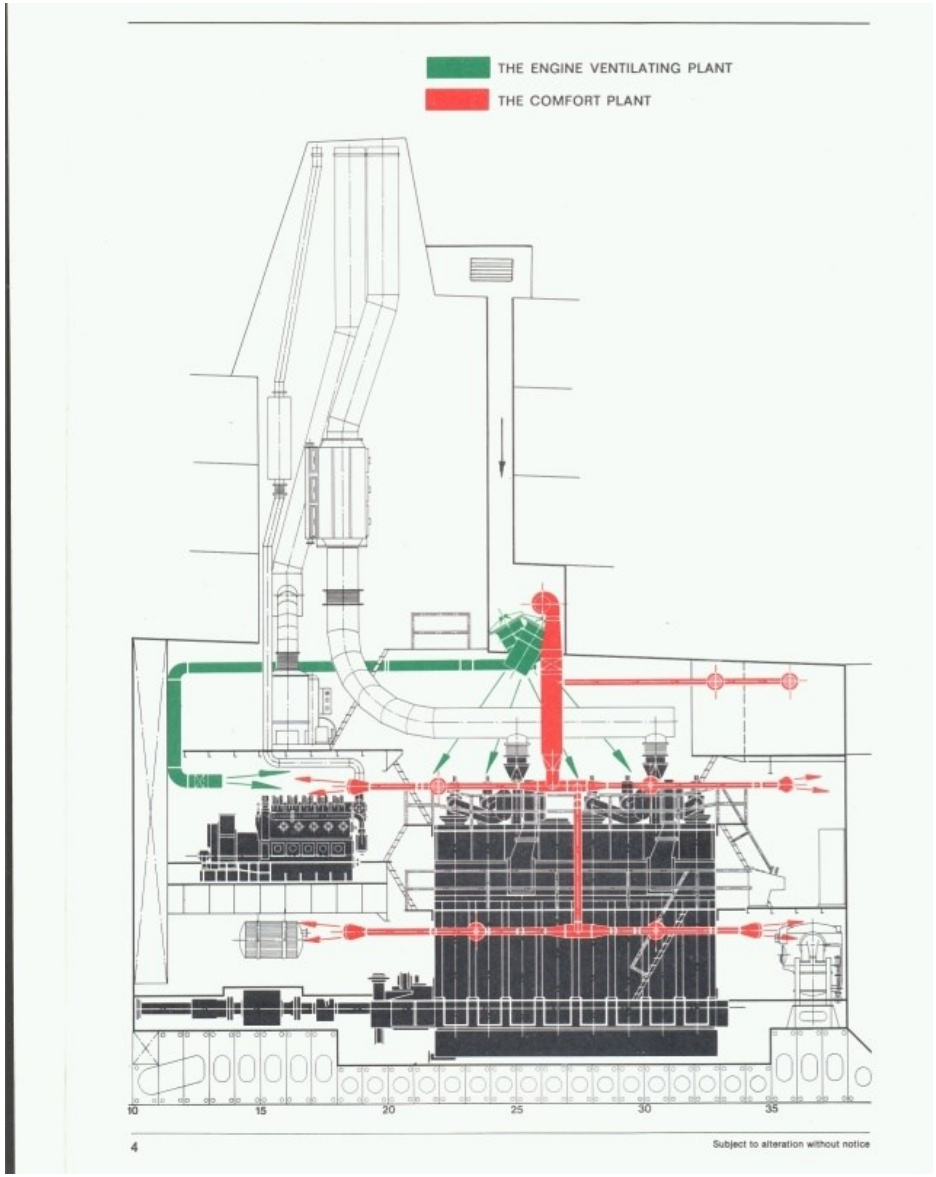
$$Q = k \cdot L_t \cdot g_e \cdot N_e \ [m^3/h]$$

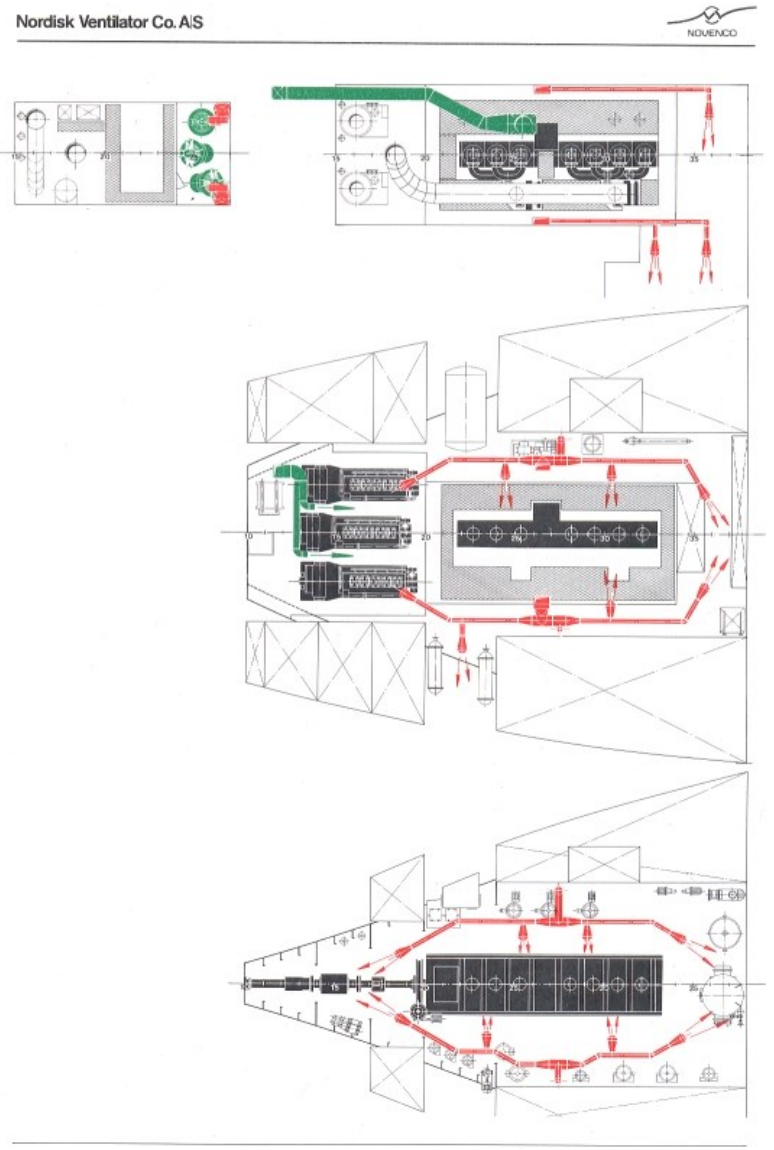
L_t – teoretyczna ilość powietrza potrzebna do spalenia 1 kg paliwa ≈ 11 m^3/kg

k – współczynnik nadmiaru powietrza ≈ 2 – 2,5

g_e – jednostkowe zużycie paliwa

Wentylacja siłowni – stosowane rozwiązania





Wykaz maszyn i urządzeń wydzielających ciepło w siłowni okrętowej

Poz.	Nazwa	Moc (wydajność)	
		nominalna	przyjęta do obliczeń
1	1 silnik główny 5880 kW, 0,230 kg/kWh	5880 kW	5880 kW
2	2 silniki pomocnicze po 405 kW, 0,248 kg/kWh	810 kW	810 kW
3	1 silnik pomocniczy 206 kW	206 kW	-
4	2 prądnice po 450 kVA, $\eta = 0,91$, $\cos\varphi = 0,89$	900 kVA	900 kVA
5	1 prądnica 230 kVA, $\eta = 0,9$, $\cos\varphi = 0,88$	230 kVA	-
6	2 pompy wody morskiej po 60 kW	120 kW	60 kW
7	1 pompa pokładowo-pożarowa 53,5 kW (20% wykorzystania)	53,5 kW	10,7 kW
8	1 pompa pożarowa 40,5 kW	40,5 kW	-
9	2 pompy olejowe po 2 kW	4 kW	2 kW
10	2 pompy balastowe po 51,5 kW	103 kW	-
11	2 pompy wody słodkiej po 1,8 kW	3,6 kW	1,8 kW
12	2 pompy sanitarne po 2,2 kW	4,4 kW	2,2 kW
13	2 sprężarki powietrza po 22 kW (10% wykorzystania)	44 kW	4,4 kW
14	1 kocioł 1170 kW, promieniowanie 5%	1 170 kW	58,5 kW
15	1 tablica rozdzielcza 5 kW,	5 kW	5 kW
16	4 wentylatory po 19 kW	76 kW	76 kW
17	2 pompy paliwowe po 3,6 kW	7,2 kW	-
18	1 wirówka oleju opałowego 3 m^3/h	1,9 kW	1,9 kW
19	1 wirówka oleju smarnego 3 m^3/h	0,26 kW	0,6 kW
20	1 chłodnica wody słodkiej 90°C, $\Delta t = 30°C$, 75 m^2	14,4 kW	17 kW
21	1 chłodnica oleju 60°C, $\Delta t = 20°C$, 40 m^2	5,8 kW	6 kW

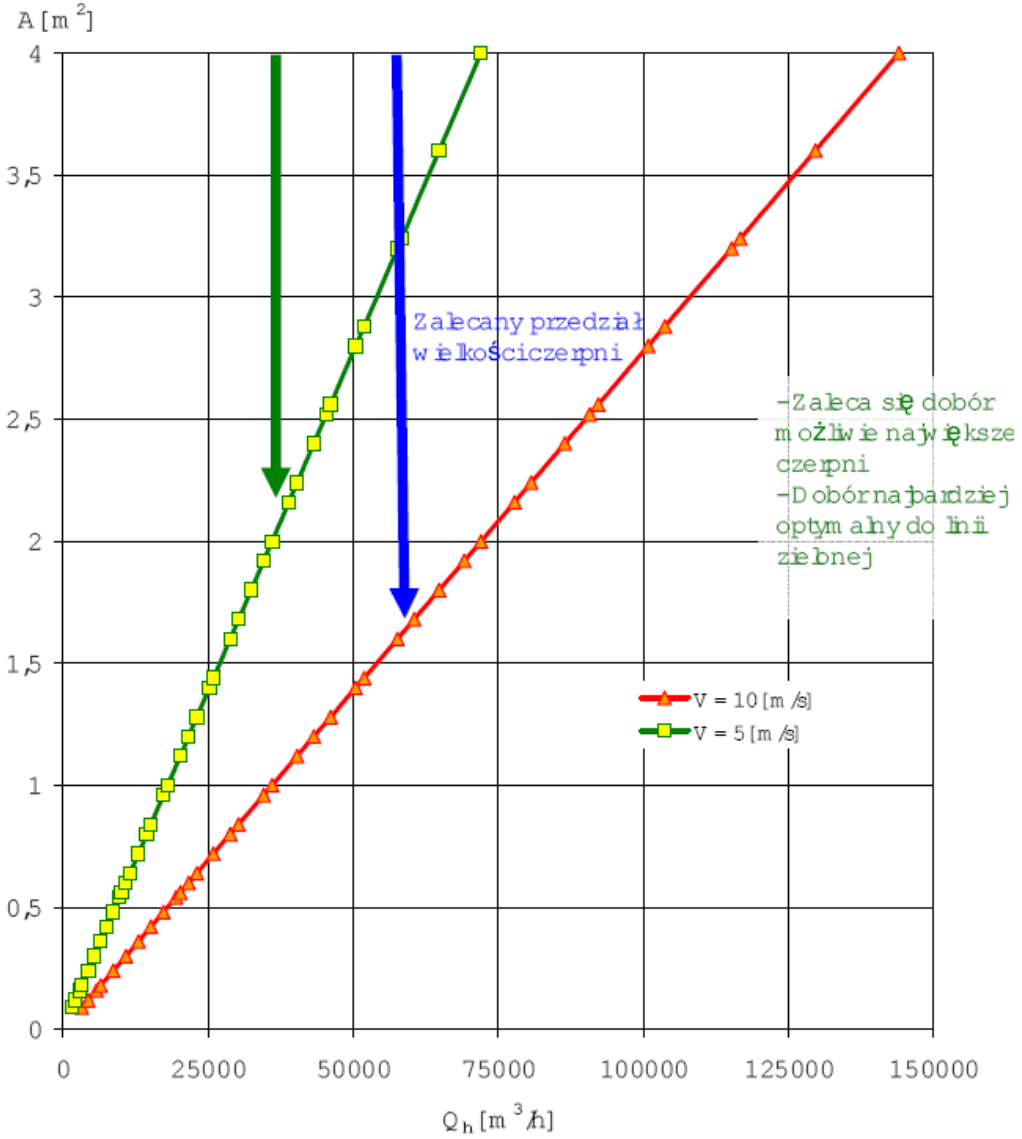
Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że do wentylacji siłowni zapotrzebowanie powietrza wynosi ok. 114 000 m^3/h, z czego 38 000 m^3/h (ok. 33%) przeznaczone jest do spalania w silnikach spalinowych i w kotle, a pozostałe 76 000 m^3/h (ok. 67%) - do odprowadzania zysków ciepła.

Wentylacja siłowni – przykład

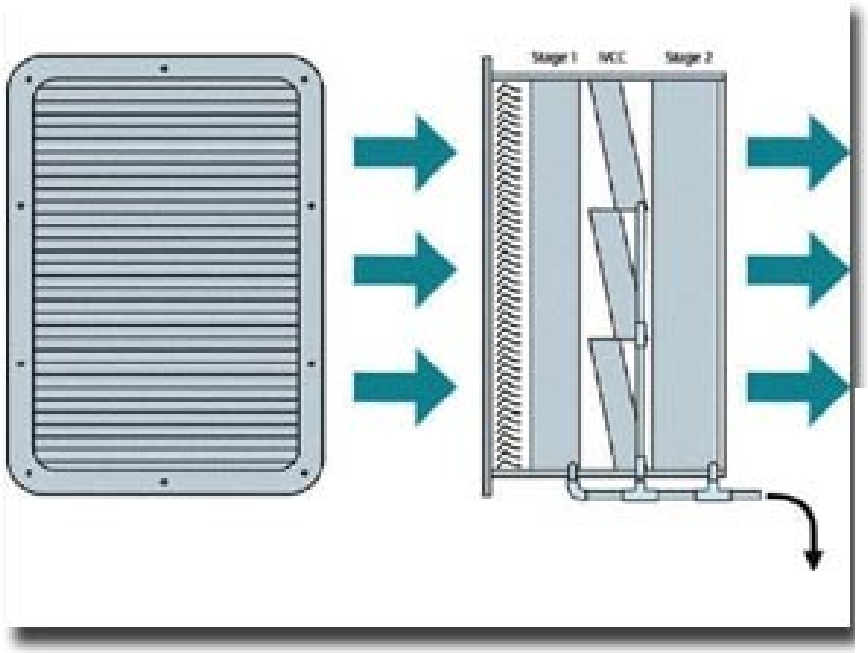
Wentylacja siłowni – pobór powietrza, czerpnie powietrza



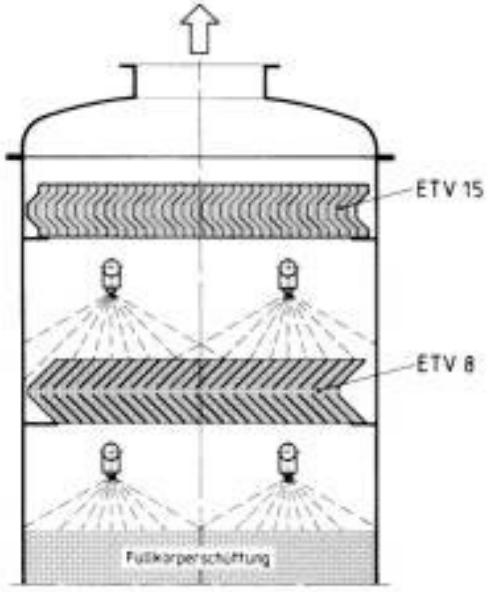




Wentylacja siłowni – pobór powietrza, czerpnie powietrza







Wentylacja ładowni – właściwości ładunku

- Ładunki higroskopijne (substancje posiadające zdolność wchłaniania wody)
- Ładunki pylące
- Ładunki wydzielające niebezpieczne gazy
- Ładunki chłonące zapachy



- odprowadzenie wilgoci
- odprowadzenie ciepła
- utrzymanie stężenia wydzielanych gazów na dopuszczalnym poziomie

Wentylacja ładowni – objętość ładowni

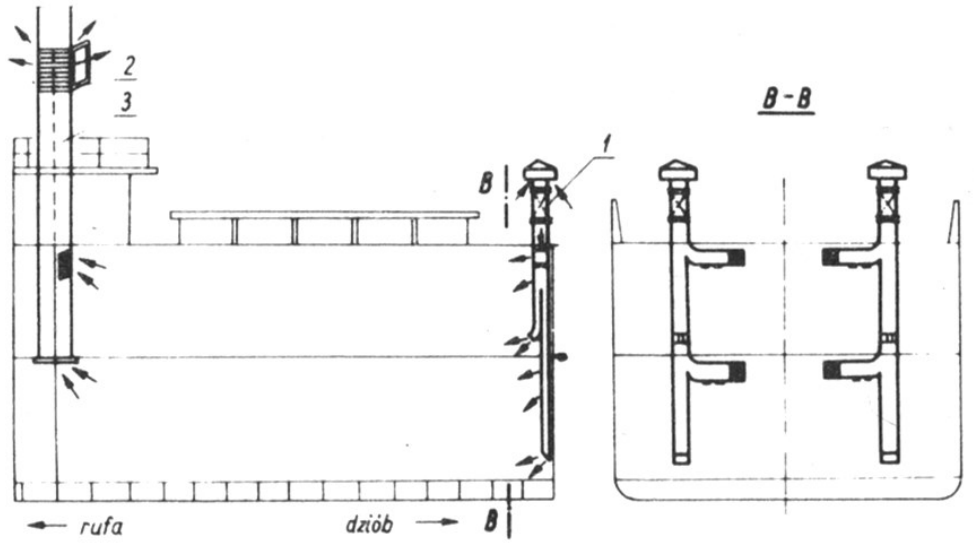








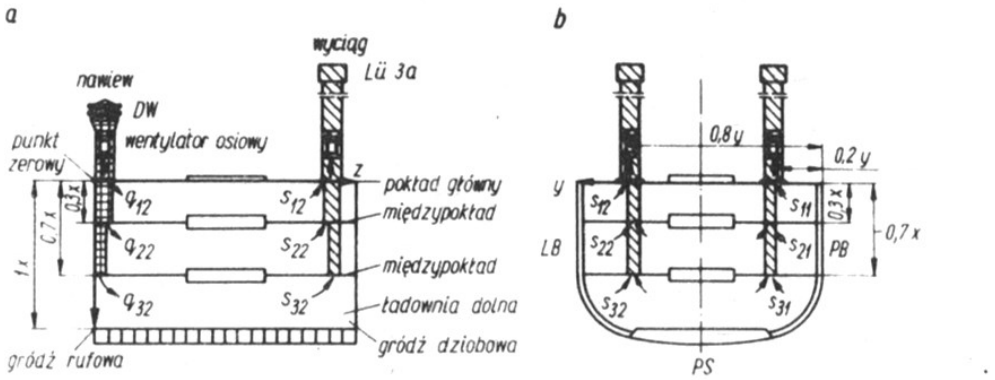
Wentylacja mechaniczna – system otwarty



Rys.4.22. System otwarty wentylacji z nawiewem mechanicznym i wyciągiem naturalnym [17]
1 - wentylator nawiewny, 2 - żaluzja wyciągowa, 3 - maszt

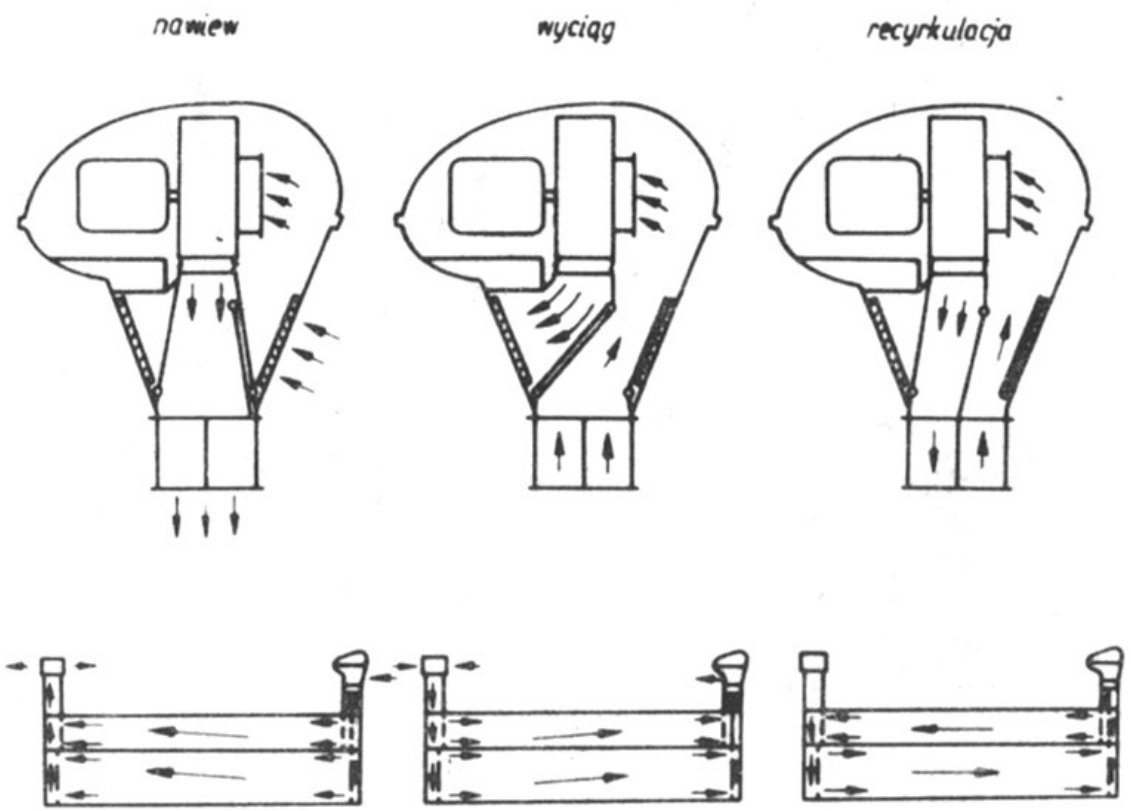






Wentylacja ładowni – stosowane rozwiązania

Wentylacja mechaniczna – system zamknięty



POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

dr inż. Paweł Szymański

INSTALACJE SANITARNE STATKU

Zagadnienia

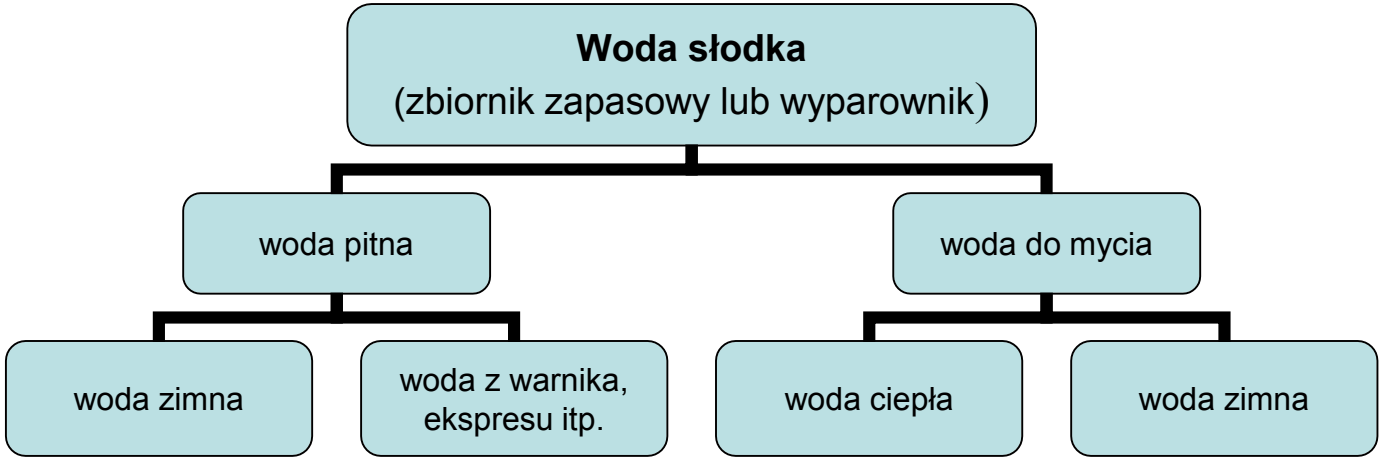
- Wprowadzenie – przeznaczenie instalacji, zapotrzebowanie na wodę słodką, ścieki sanitarne
- Ogólna budowa systemu.
- Elementy systemu:
  - budowa i zasada działania urządzenia hydroforowego
  - urządzenia do produkcji wody słodkiej
  - oczyszczalnie ścieków sanitarnych
  - osprzęt instalacji

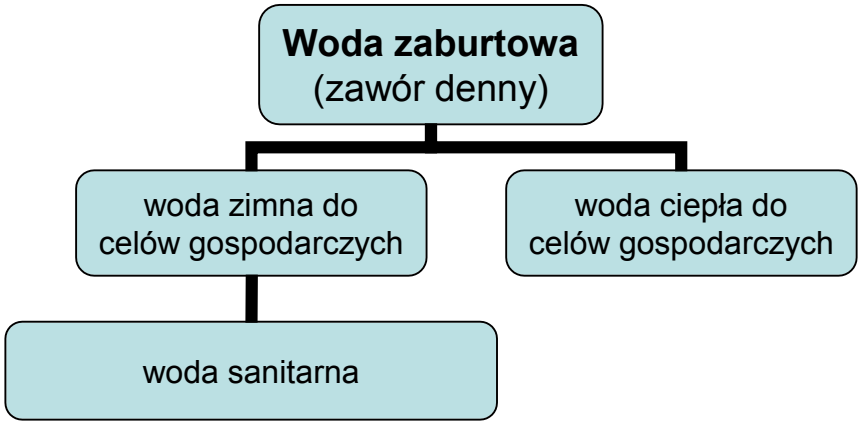
Wprowadzenie



Instalacja zaopatrzenia wodnego

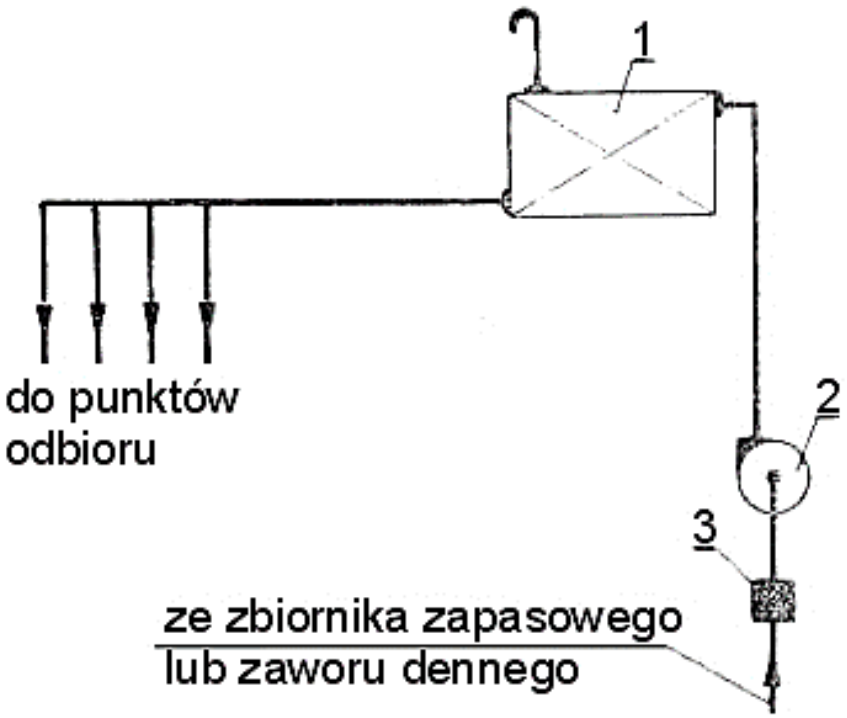
Instalacje zaopatrzenia wodnego obejmują instalacje wody słodkiej i instalacje wody zaburtowej.





Rodzaje instalacji zaopatrzenia wodnego:

- GRAWITACYJNA.



Ze zbiornika zapasowego lub zaworu dennego poprzez filtr, pompa przepompowuje wodę do zbiornika rozchodowego który jest umieszczony powyżej punktów poboru wody. Skąd grawitacyjnie można pobierać wodę.

Konieczność umieszczenia zbiornika rozchodowego wysoko jest kłopotliwa, gdyż wpływa niekorzystnie na stateczność statku, a w przypadku umieszczenia zbiornika na otwartym pokładzie należy go odpowiednio zabezpieczyć, aby woda nie zamarzała (odpowiednia izolacja oraz ogrzewanie).

Schemat grawitacyjnej instalacji zaopatrzenia wodnego:

1 – zbiornik rozchodowy;

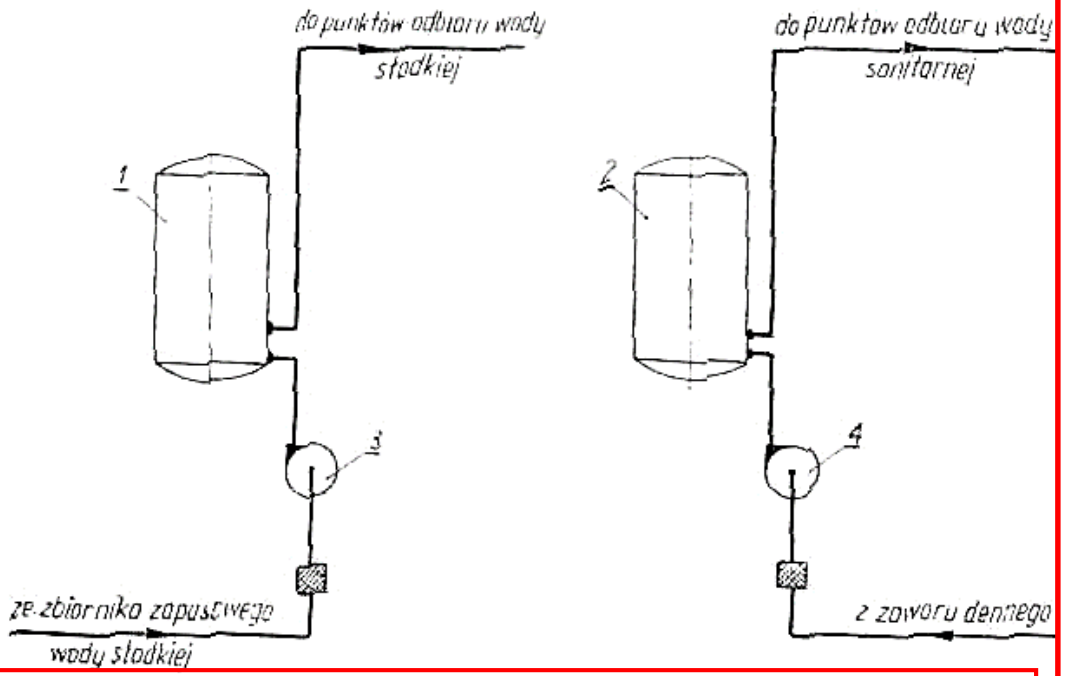
2 – filtr;

3 – pompa.

Instalacja zaopatrzenia wodnego

Rodzaje instalacji zaopatrzenia wodnego:

- HYDROFOROWA.



Schemat hydroforowej instalacji zaopatrzenia wodnego:

1 – zbiornik hydroforowy wody słodkiej; **2** – zbiornik hydroforowy wody sanitarnej; **3** – pompa hydroforowa wody słodkiej; **4** – pompa hydroforowa wody sanitarnej.

PRESOSTAT **– czujnik różnicy ciśnień wyposażony w przekaźnik. Do presostatu przyłączone są dwa przewody ciśnieniowe. Stan przekaźnika jest zależny od wartości różnicy ciśnień w przewodach ciśnieniowych.**

Zastosowanie:

- stabilizacja ciśnienia w hydroforach – po spadku ciśnienia w zbiorniku poniżej zadanego poziomu zwarcie styku powoduje włączenie pompy
- kontrola pracy wentylatorów – przewody ciśnieniowe podłączone są do komory wentylatora (przed wentylatorem) i kanału wentylacyjnego (za wentylatorem), w przypadku awarii wentylatora spada różnica ciśnień pomiędzy punktami w których jest ono mierzone, następuje przełączenie styków skutkujące wyłączeniem wentylatora i uruchomieniem sygnalizacji alarmowej.
- kontrola stanu filtrów powietrza – przewody ciśnieniowe odłączone są po obu stronach filtra, jeśli spadek ciśnienia na filtrze przekroczy ustalony poziom przełączenie styków powoduje uruchomienie sygnalizacji alarmowej.
- kontrola poziomu wody w pralkach automatycznych i zmywarkach. Powoduje przerwanie pobierania wody i uruchamia inne urządzenia wykonawcze kiedy zostanie osiągnięty ustalony poziom.

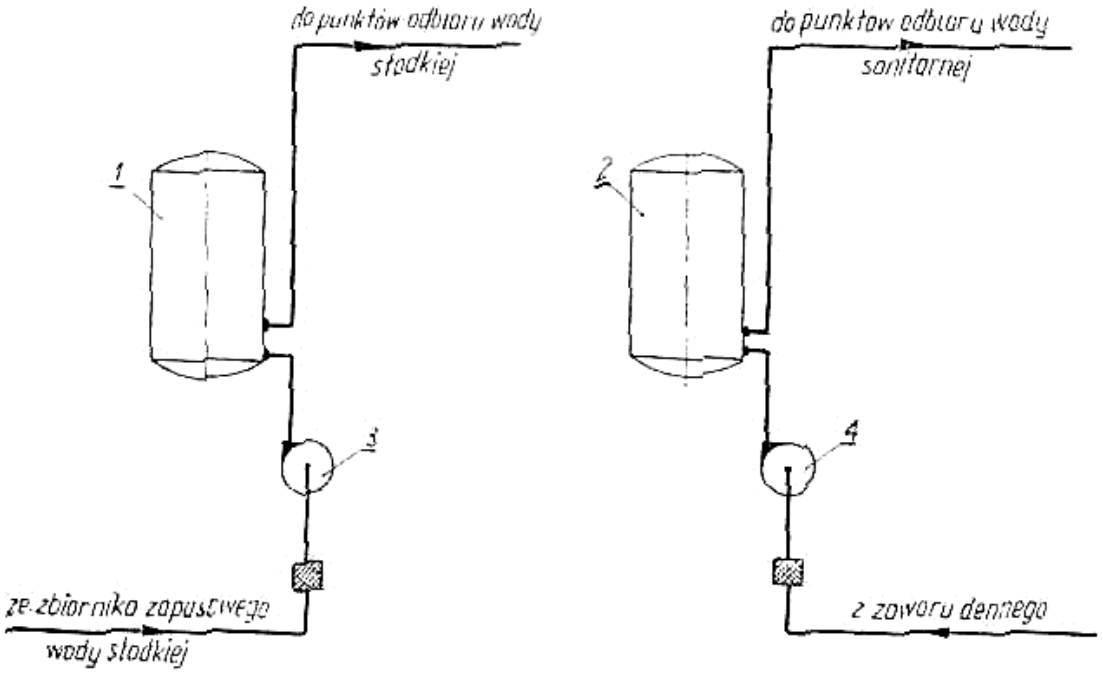
Presostat w takich urządzeniach bywa też nazywany hydrostatem.

Urządzenie hydroforowe składa się ze zbiornika ciśnieniowego i pompy z automatycznym wyłącznikiem działającym przy określonych ciśnieniach **(presostat).** Pompa tłoczy wodę do zbiornika tak długo, aż ciśnienie w zbiorniku i rurociągach, dzięki poduszce sprężonego powietrza nad lustrem wody, osiągnie założoną wartość, potrzebną do dostarczenia wody do najwyżej i najdalej położonych punktów odbioru. Wyłącznik ciśnieniowy zatrzymuje wówczas pompę aż do chwili, kiedy ciśnienie w układzie, z którego pobiera się wodę, spadnie do wartości potrzebnej do ponownego automatycznego włączenia pompy.

Instalacja zaopatrzenia wodnego

Rodzaje instalacji zaopatrzenia wodnego:

¤ HYDROFOROWA.



$$V = Q / (p_0 \cdot (p_2 - p_1) / (p_2 \cdot p_1))$$

- V – objętość zbiornika;
- Q – ilość wody pompowana przez jedno załączenie pompy;
- p_1 – ciśnienie załączenia pompy;
- p_2 – ciśnienie wyłączenia pompy;
- p_0 – ciśnienie wstępne.

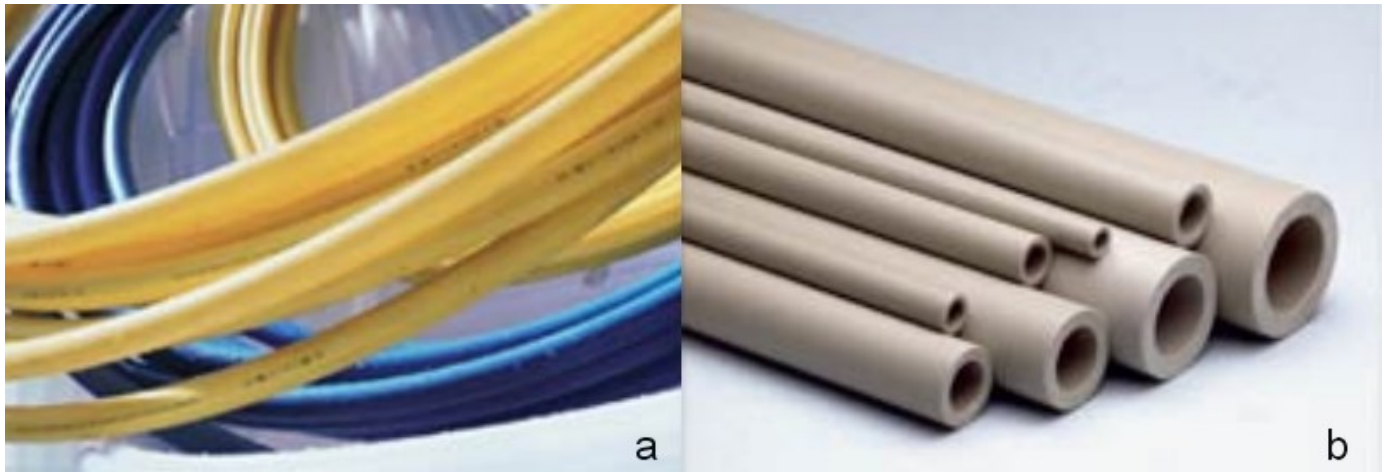
Schemat hydroforowej instalacji zaopatrzenia wodnego:

1 – zbiornik hydroforowy wody słodkiej; **2** – zbiornik hydroforowy wody sanitarnej; **3** – pompa hydroforowa wody słodkiej; **4** – pompa hydroforowa wody sanitarnej.

Instalacja zaopatrzenia wodnego

***Instalacje* wody słodkiej i zaburtowej wykonuje się z ocynkowanych rur stalowych bez szwu.**

Można również użyć rur wykonanych z tworzyw sztucznych.



Rury z tworzyw sztucznych:

a – polietylenowych;

b – polipropylenowych.

Najczęściej stosowane średnice w przewodach głównych wynoszą **50 mm**, a na odgałęzieniach instalacji od **15** do **40 mm**.

Rury łączy się za pomocą **złączy kołnierzowych** lub **gwintowanych**.

Rurociągów w miarę możliwości nie należy prowadzić pod szalunkami, ponieważ „pocą się”, korzystniej jest aby przebiegały przez miejsca **suche** i **przewiewne**.

Instalacja zaopatrzenia wodnego

Woda słodka jest przechowywana w zbiornikach:

- głębokich;
- dna podwójnego;
- skrajników;
- specjalnie wybudowanych.

Ze względu na możliwe drobne przecieki woda przechowywana w zbiornikach kadłubowych, można używać tylko jako wodę sanitarną. ***Wodę pitną magazynuje się w specjalnie wstawianych zbiornikach (nie będących częścią kadłuba).***

Instalacja zaopatrzenia wodnego

Na niektórych typach statków, oprócz zbiorników wody słodkiej, instaluje się dodatkowo ***wyparowniki***. Wyparowniki zasilane są wodą zaburtową z dennego zaworu umieszczonego w części dziobowej, w odległości ***co najmniej 20 metrów*** przed wylotem ścieków. Wodę z wyparownika należy uzdatnić poprzez nasycenie tlenem (aerator) oraz dodanie soli mineralnych (ilość soli jest regulowana przez solomierz).

WODĘ SŁODKĄ doprowadza się do: łazienek (umywalki, wanny, natryski), kabin (umywalki), pralni, kuchni, pentry, szpitala okrętowego, itp.

WODĘ PITNĄ doprowadza się do: kuchni, pentry, barów, szpitala okretowego, poidełek.

Przewody wody w pentrach często podłącza się bezpośrednio do warników lub ekspresów kawowych, na statkach eksploatowanych w gorących strefach klimatycznych instaluje się urządzenia ochładzające wodę pitną do ***12°C***.

Instalacja zaopatrzenia wodnego

Instalacje wody zaburtowej.

Wodę zaburtową wykorzystuje się do:

- spłukiwania WC;
- mycia podłóg;
- mycia pokładów;
- napełniania basenów.

Woda pobierana jest z **zaworu dennego** i poza wydajnością instalacji nie ma ograniczeń w zużyciu.

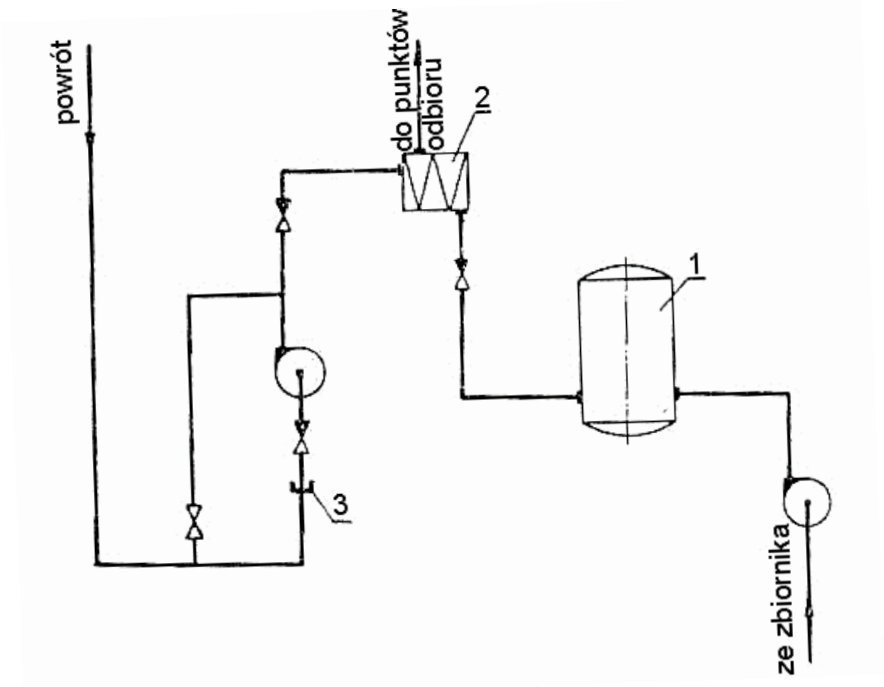
Instalacja zaopatrzenia wodnego

Woda ciepła.

Sposoby podgrzewania wody:

- za pomocą podgrzewaczy elektrycznych instalowanych bezpośrednio przy punktach odbioru wody;

- ogrzewanie centralne za pomocą wymienników ciepła.

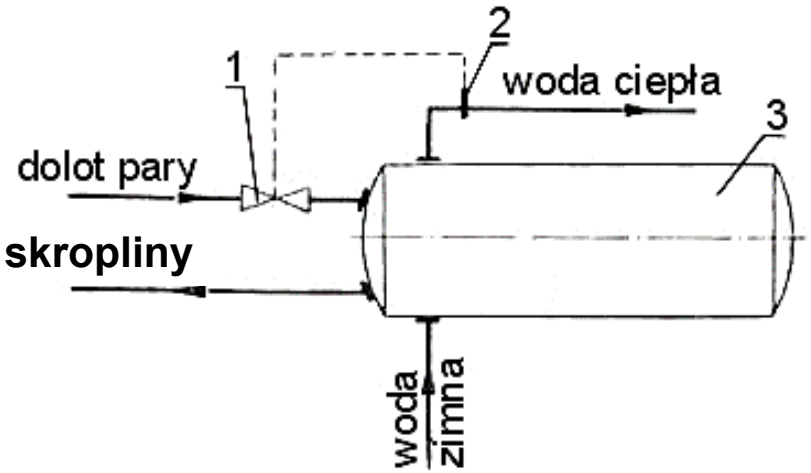


Schemat instalacji wody ciepłej z obiegiem wymuszonym:

1 – zbiornik hydroforowy;

2 – podgrzewacz;

3 – termostat sterujący pr. obr. pompy.



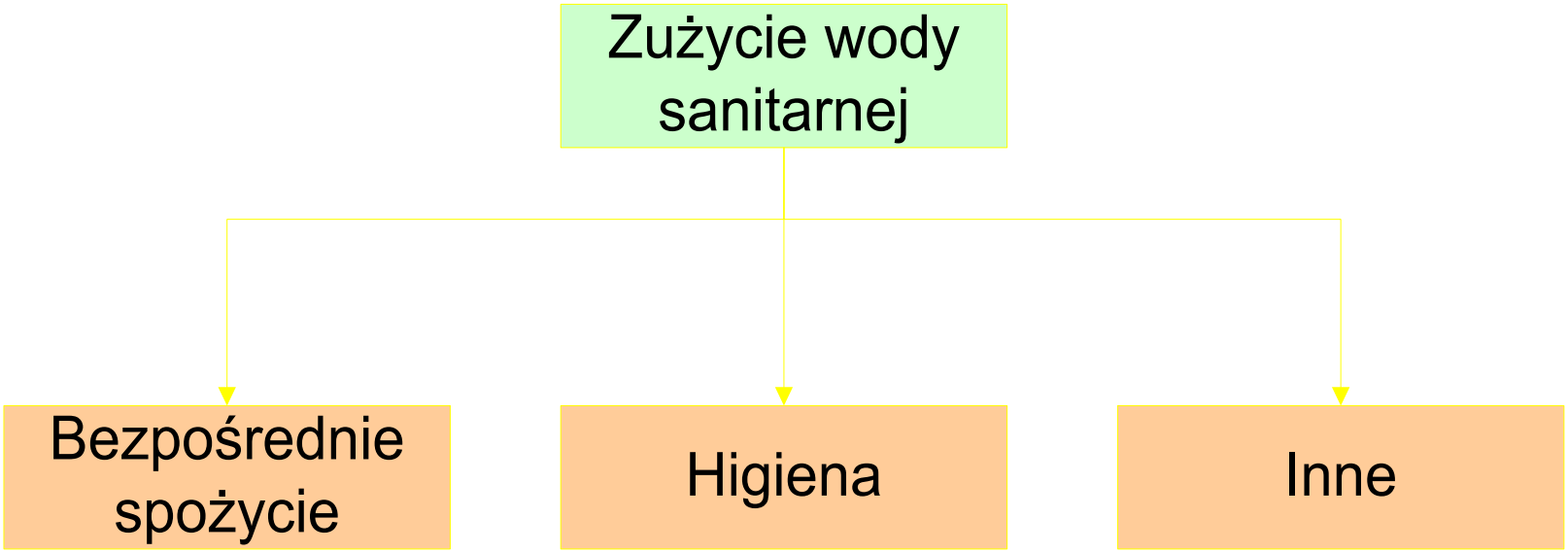
Przykład użycia termostatu w instalacji wody ciepłej:

1 – zawór sterowany termostatem;

2 – termostat;

3 – zbiornik wody z podgrzewaczem.

Zapotrzebowanie na wodę słodką sanitarną



Wymagania:
- czystość chemiczna,
- czystość bakteriologiczna,
- odpowiednie właściwości organoleptyczne (barwa, zapach itp.)

Czystość bakteriologiczna

Najczęściej wykonuje się badanie *miana coli*. *Miano coli zwane też mianem pałeczek okrężnicy to najmniejsza objętość wody (w cm^3), z której w hodowli powstanie jedna kolonia Escherichia coli*. Zakładając, że z jednej komórki bakterii powstanie jedna kolonia.

Określanie *miana coli* jest podstawową metodą oceny, czy woda lub żywność miały kontakt z odchodami. Jest to łatwe do wykonania badanie wskaźnikowe. Na podstawie uzyskanego wyniku można stwierdzić czy woda może zawierać inne szkodliwe bakterie [w cm^3]:

- **0,1 - woda jest niezdrowa**
- **1,0 - woda jest zanieczyszczona (niepewna)**
- **10 - woda jest stosunkowo czysta (możliwa do użycia)**
- **100 - woda jest dostatecznie czysta**

Normy dla wody pitnej:

- **studziennej > 50 cm^3**
- **wodociągowej > 100 cm^3**

Dla wody studziennej, z której zazwyczaj korzysta tylko jedna rodzina norma mówi, że po wzięciu do badania 50 cm^3 wody w próbce nie powinno być bakterii (zabarwienia i gazu). Woda nadaje się do użytku nawet jeśli następna próbka zawierająca 100 cm^3 wykaże już obecność bakterii z grupy *coli*.

Zużycie wody sanitarnej

Nazwa jednostki	Przeznaczenie	Dobowe zużycie wody na osobę $\left[\frac{dm^3}{osoba \cdot 24h}\right]$
m/t „Trapper”	Zbiornikowiec	285,71
m/v „Nancy Foster”	Jednostka badawcza	272
m/v „Oscar Dyson”	Jednostka badawcza	233,3
r/v „Ka’ Imimoana”	Jednostka badawcza	380
r/v „Jan Mayen”	Jednostka badawcza	228,6
m/s „Opal”	Masowiec	300
Średnie zużycie		283,3

Tabela 1.3. Zestawienie wartości dobowego zużycia wody słodkiej na osobę.

Ścieki sanitarne

Ścieki sanitarne – ścieki fekalne i ścieki szare – zgodnie z definicjami podanymi niżej:

Ścieki fekalne (czarne) – jedna osoba „produkuje" około 70dm^3/dobę:

- ciecze i inne odpady odprowadzane z muszli ustępowych, pisuarów oraz kratek ściekowych w pomieszczeniach zawierających takie wyposażenie,
- ciecze odprowadzane z pomieszczeń medycznych (izolatki, ambulatoria itp.) poprzez umywalki, wanny, kratki ściekowe itp.,
- ciecze odprowadzane z ładowni, w których przewożone są żywe zwierzęta, inne wody zmieszane ze ściekami określonymi powyżej.

Ścieki szare – jedna osoba „produkuje" około 200dm^3/dobę:

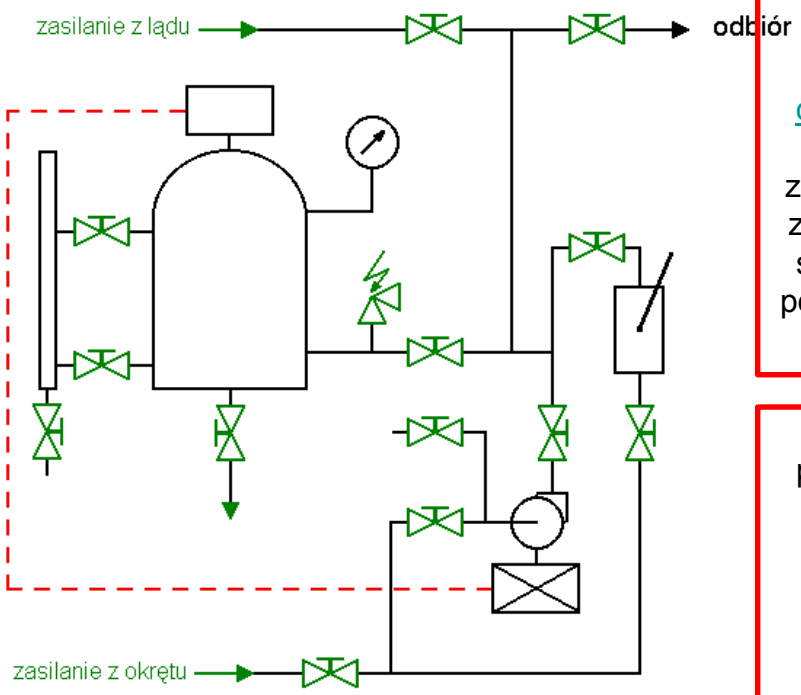
- ciecze odprowadzane z umywalek, wanien, brodzików i kratek ściekowych w pomieszczeniach zawierających takie wyposażenie, o ile kratki te nie odprowadzają także ścieków czarnych (tzn. są oddzielone szczelnym progiem od tej części pomieszczenia, w której znajdują się muszle ustępowe i/lub pisuary),
- ciecze odprowadzane z pralni,
- ciecze odprowadzane ze zlewów po myciu żywności, naczyń kuchennych, zastawy stołowej itp.

(przepisy PRS)

Ogólna budowa instalacji sanitarnej wody słodkiej

- Zbiorniki wody sanitarnej
- Urządzenie hydroforowe
- Podgrzewacz wody
- Urządzenia do produkcji wody słodkiej
- Urządzenia do dezynfekcji i sterylizacji wody
- Mineralizatory
- Instalacja rurociągów

Budowa i zasada działania urządzenia hydroforowego



Zbiornik jest częściowo napełniony wodą. Nad powierzchnią wody znajduje się powietrze. Po włączeniu pompy do zbiornika pompowana jest woda, powodując zmniejszenie przestrzeni zajmowanej przez powietrze, a w rezultacie sprężenie powietrza. W momencie osiągnięcia zadanego ciśnienia presostat wyłącza pompę. Sprężone powietrze usiłuje wypchnąć wodę ze zbiornika, co daje ciśnienie w sieci wodociągowej. Po otwarciu zaworu poboru wody (np. kranu w mieszkaniu) powietrze wypycha wodę ze zbiornika, przez rury i zawór na zewnątrz. Poziom wody w zbiorniku obniża się, ciśnienie powietrza spada. Po obniżeniu się ciśnienia do minimalnego poziomu, presostat załącza pompę, ciśnienie wzrasta, aż do maksymalnego i cykl powtarza się.

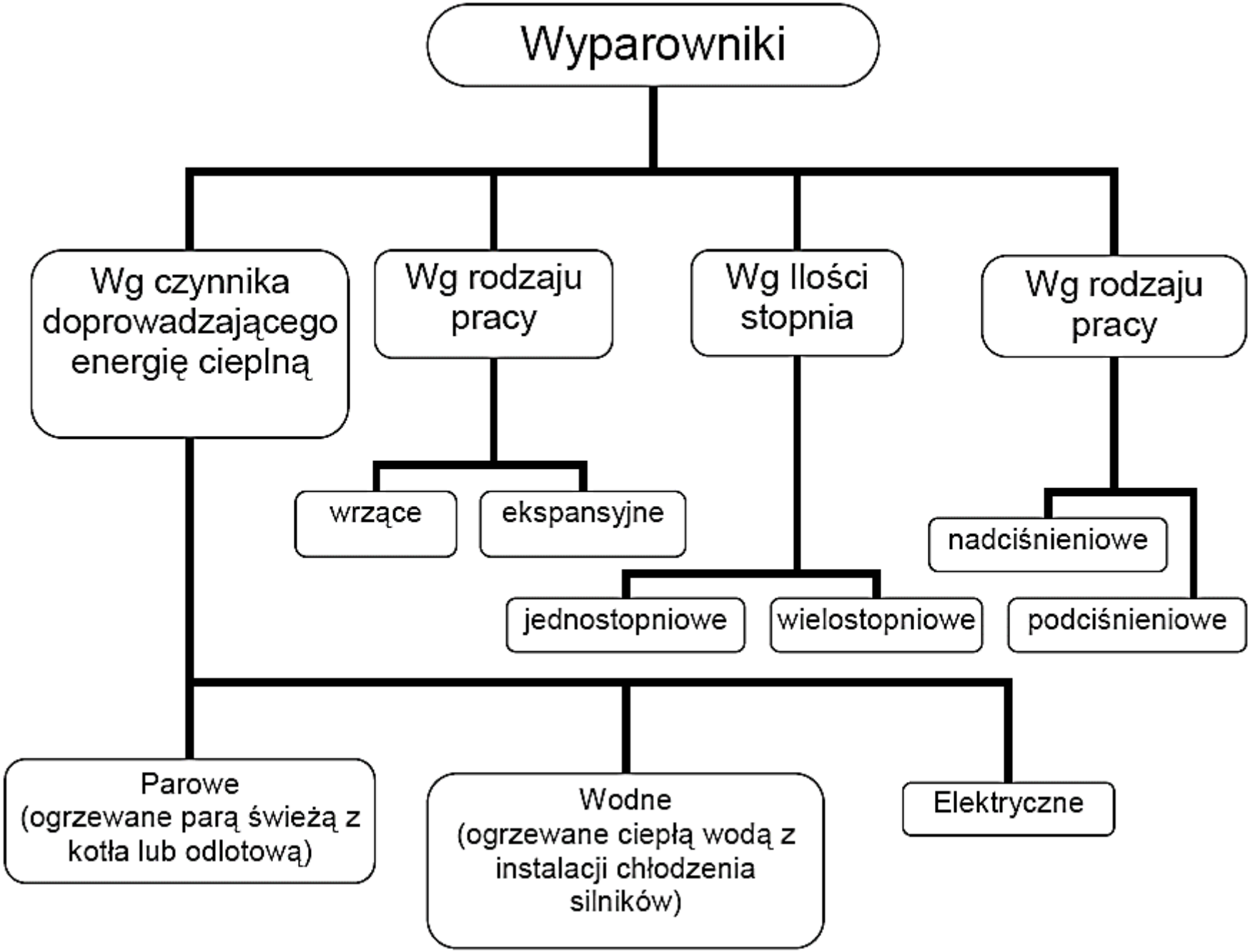
Wydajność pompy powinna być większa niż maksymalny spodziewany pobór wody, a wielkość zbiornika dobrana do ilości wody zużywanej, żeby zapewnić stabilne ciśnienie przy niezbyt częstym załączaniu/wyłączaniu pompy (przy zbiorniku kilkulitrowym, pompa będzie włączana w czasie każdego mycia rąk, napełnienie wanny lub prysznic powodowałyby pracę ciągłą). Dzięki zbiornikowi można zdecydowanie wydłużyć żywotność pompy i silnika gdyż pracuje w najlepszym dla siebie trybie pracy, bez częstych startów i zatrzymań. Taką rolę pełni hydrofor w instalacji bardzo małej np. domowej. W dużych stacjach wodociągowych z rozbudowaną siecią wodociągową hydrofor głównie przyjmuje nagły wzrost energii wyzwolonej np. załączeniem się pompy. Wykorzystuje się zjawisko ściśliwości gazów. Pełni rolę amortyzatora zmniejszając uderzenia hydrauliczne.

Wyparowniki

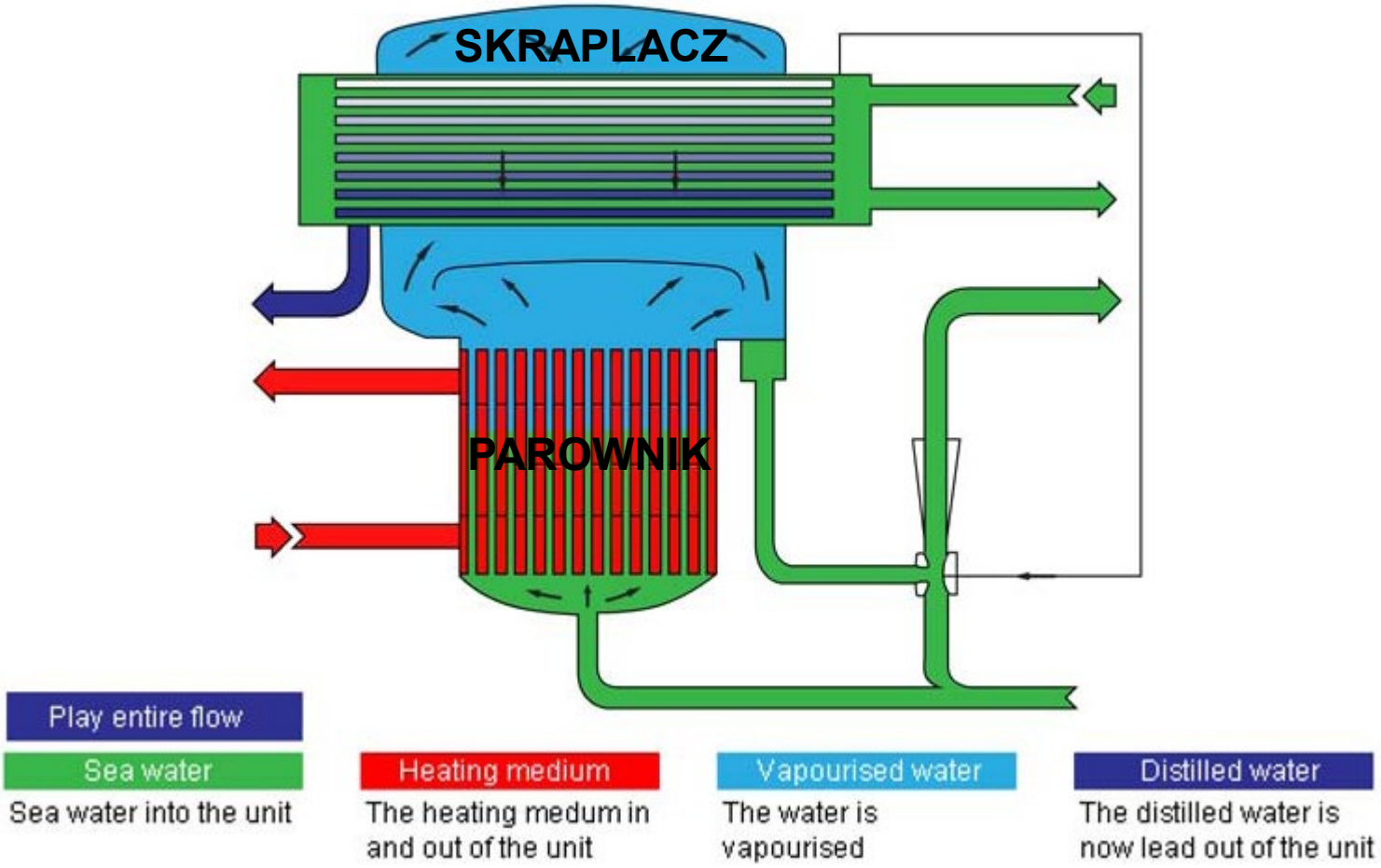
Wyparownik, to najogólniej wymiennik ciepła, w którym następuje usuwanie z wody soli (i innych zanieczyszczeń) poprzez jej odparowanie. Produkcja wody słodkiej odbywa się drogą ***odparowania wody*** morskiej w wyniku doprowadzenia ciepła i następnie ***skraplania otrzymanej pary***. Na statkach wyparownik służy do produkowania wody słodkiej z wody morskiej.



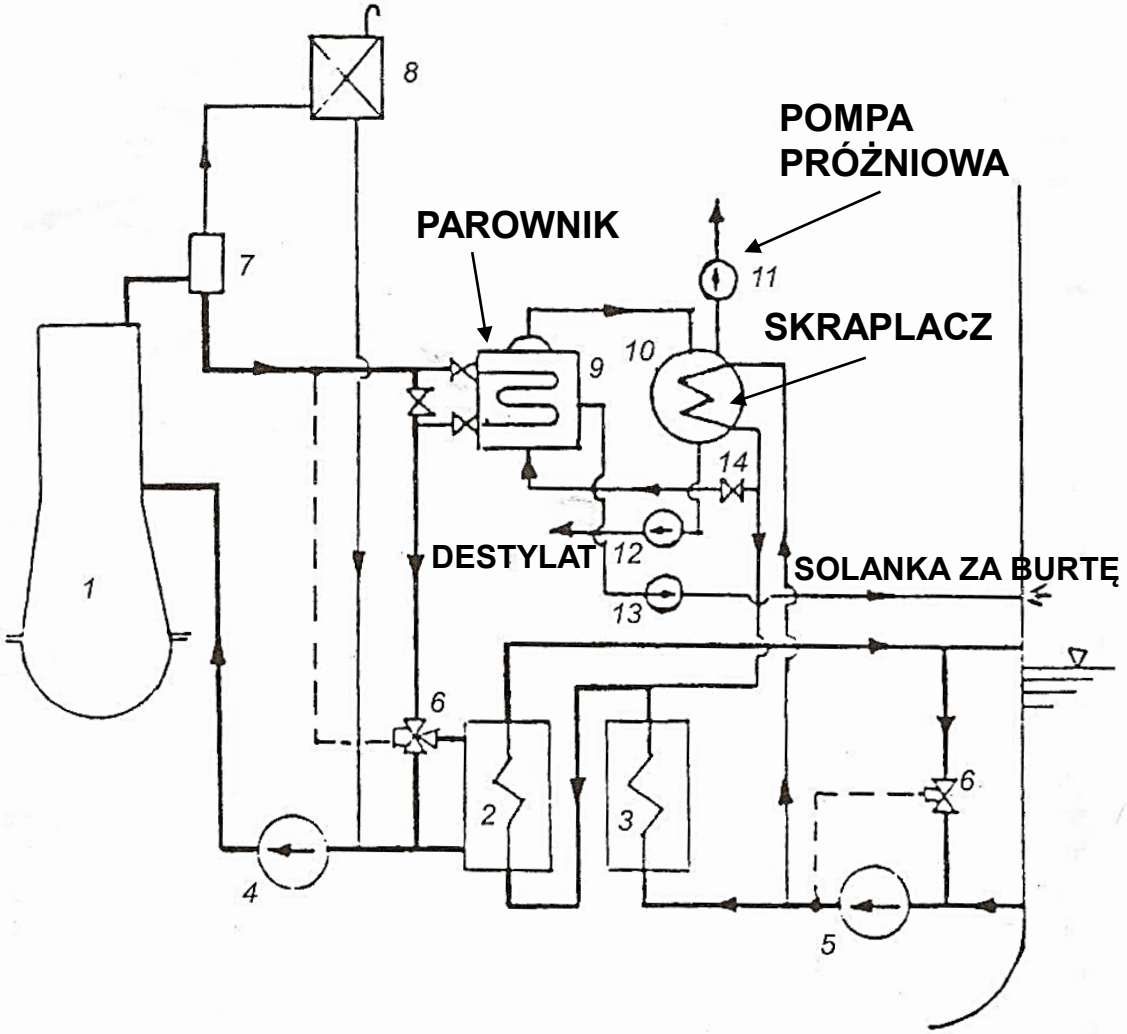
Umożliwia w czasie rejsu uzupełnienie zapasów wody kotłowej, chłodzącej silnik, sanitarnej i pitnej. Parę wyprodukowaną w wyparowniku określa się jako „parę wtórną", w odróżnieniu od „pary pierwotnej", służącej do ogrzewania wyparownika.


Wyparowniki
Wg czynnika doprowadzającego energię cieplną
Wg rodzaju pracy
Wg Ilości stopnia
Wg rodzaju pracy
wrzące
ekspansyjne
nadciśnieniowe
jednostopniowe
wielostopniowe
podciśnieniowe
Parowe (ogrzewane parą świeżą z kotła lub odlotową)
Wodne (ogrzewane ciepłą wodą z instalacji chłodzenia silników)
Elektryczne

Zasada działania wyparownika



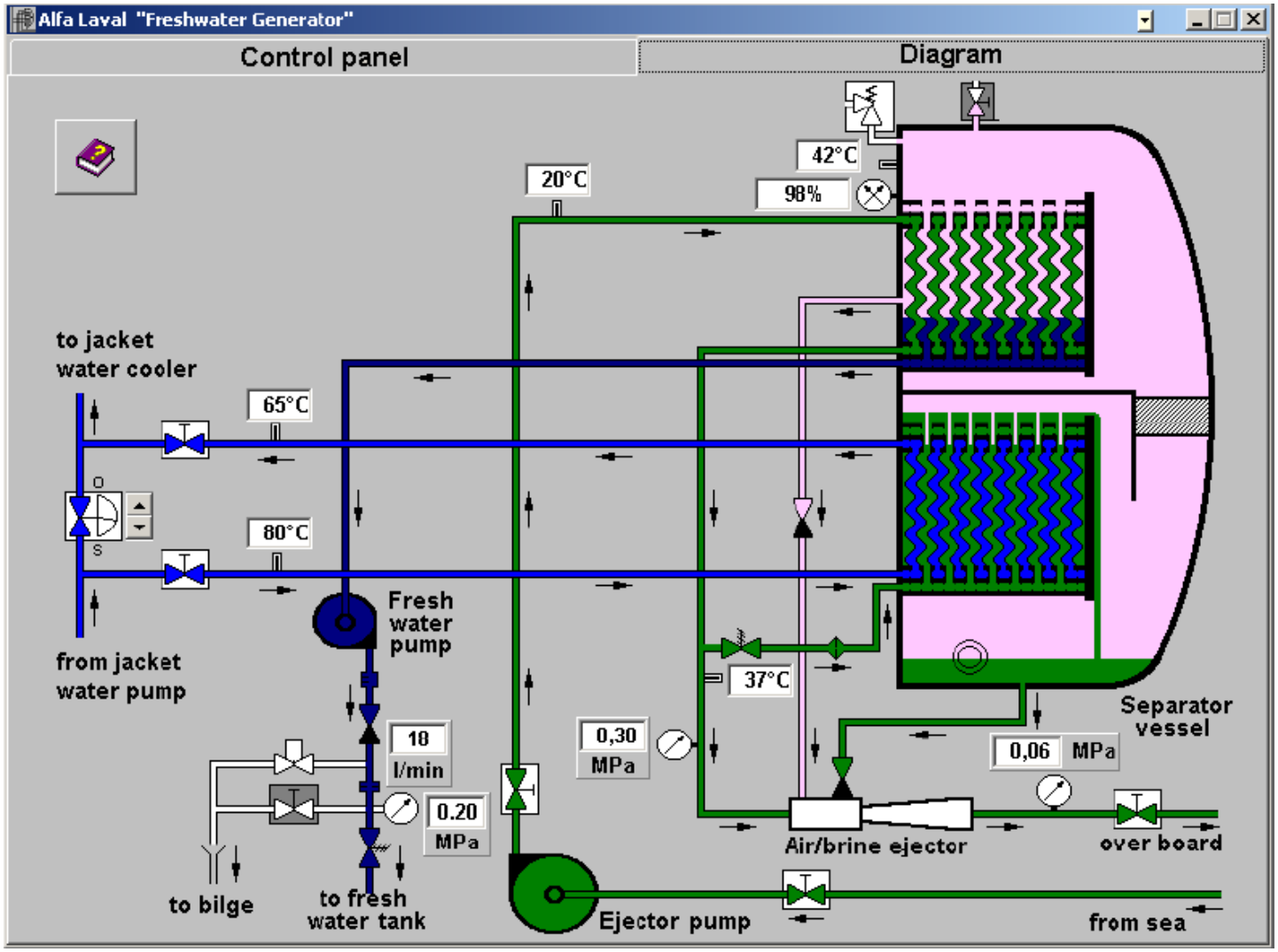
Zasada działania wyparownika



Schemat instalacji destylacyjnej siłowni spalinowej z wykorzystaniem ciepła odpadowego wody chłodzącej silnik główny;
1 — silnik główny, 2 — chłodnica wody słodkiej, 3 — chłodnica oleju, 4 — pompa wody chłodzącej silnik, 5 — pompa wody morskiej, 6 — zawory termostatyczne, 7 — odpowietrzacz obiegu chłodzenia, 8 — zbiornik grawitacyjny, 9 — bateria grzewcza wyparownika, 10 — skraplacz wyparownika, 11 — pompa próżniowa, 12 — pompa destylatu, 13 — pompa solanki, 14 — zawór zasilający wyparownika

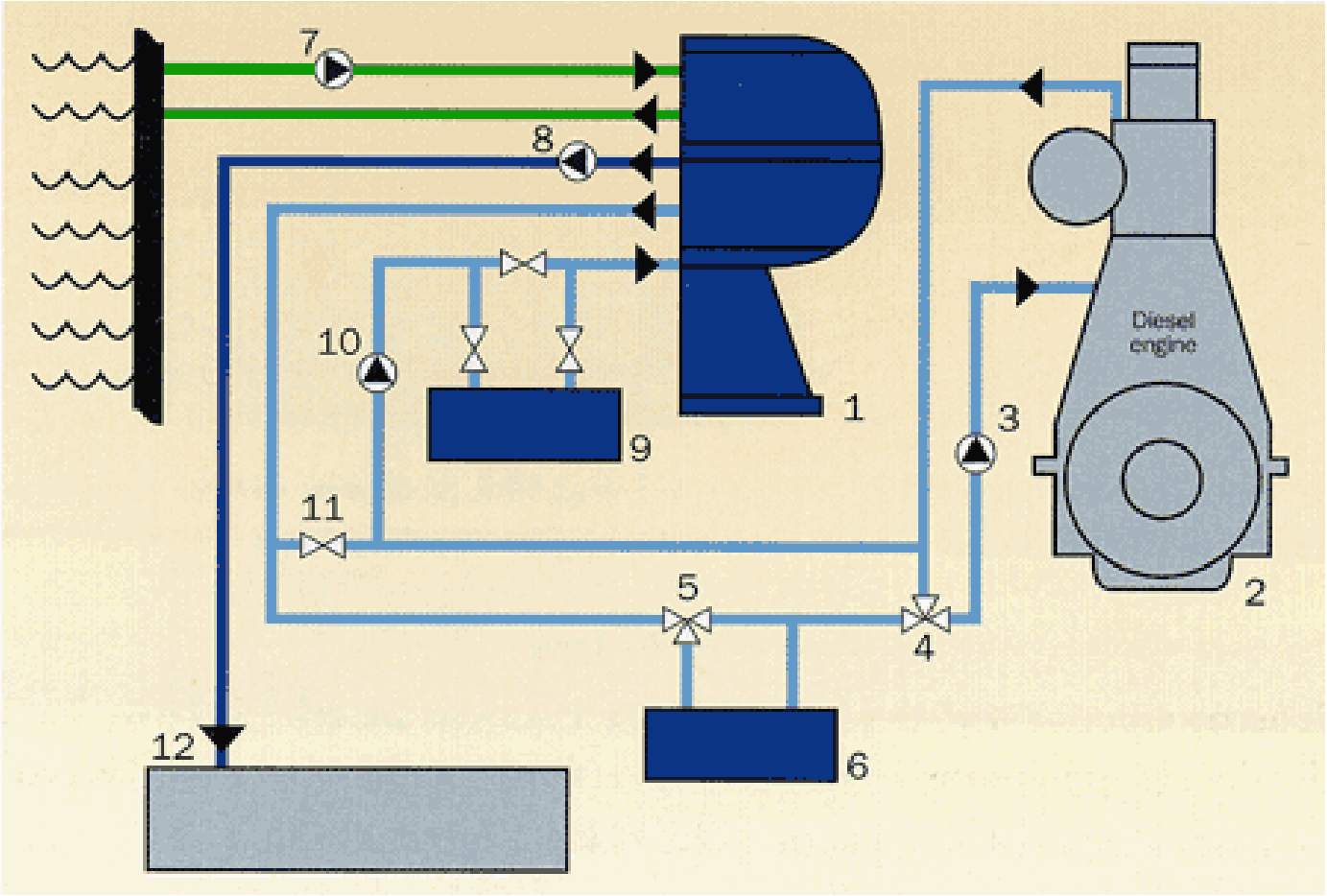
- Bateria grzewcza wyparownika (parownik) **9** zasilana jest wodą morską z wylotu chłodzenia skraplacza destylatu **10**.
- Woda chłodząca skraplacz dopływa odgałęzieniem z obiegu wody morskiej, a na wylocie ze skraplacza (nieznacznie podgrzana) rozdziela się na dwa strumienie. Jeden stanowi zasilanie wyparownika przez zawór zasilający **14**, a drugi wraca przez chłodnicę wody słodkiej **2** do głównego obiegu wody morskiej.
- Bateria grzewcza (parownik) ogrzewana jest wodą słodką chłodzącą silnik główny **1**. Po podgrzaniu i częściowym odparowaniu wody morskiej w baterii grzewczej para wtórna odpływa do skraplacza, z którego destylat odprowadzony jest pompą destylatu **12**, a solanka z baterii grzewczej za burtę pompą **13**.
- Próżnię wewnątrz wyparownika wytwarza pompa próżniowa **11** (strumieniowa).

Zasada działania wyparownika

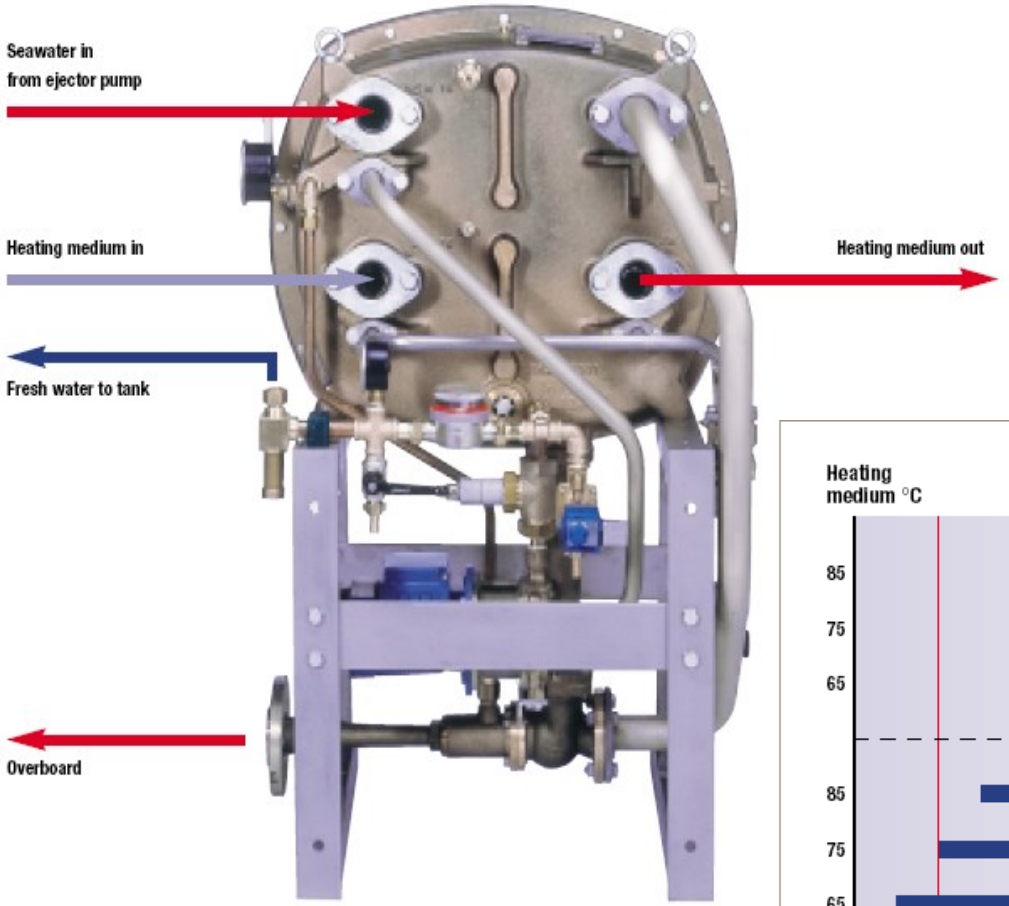


(Marine Training Software UNITEST)

Instalacja wyparownika

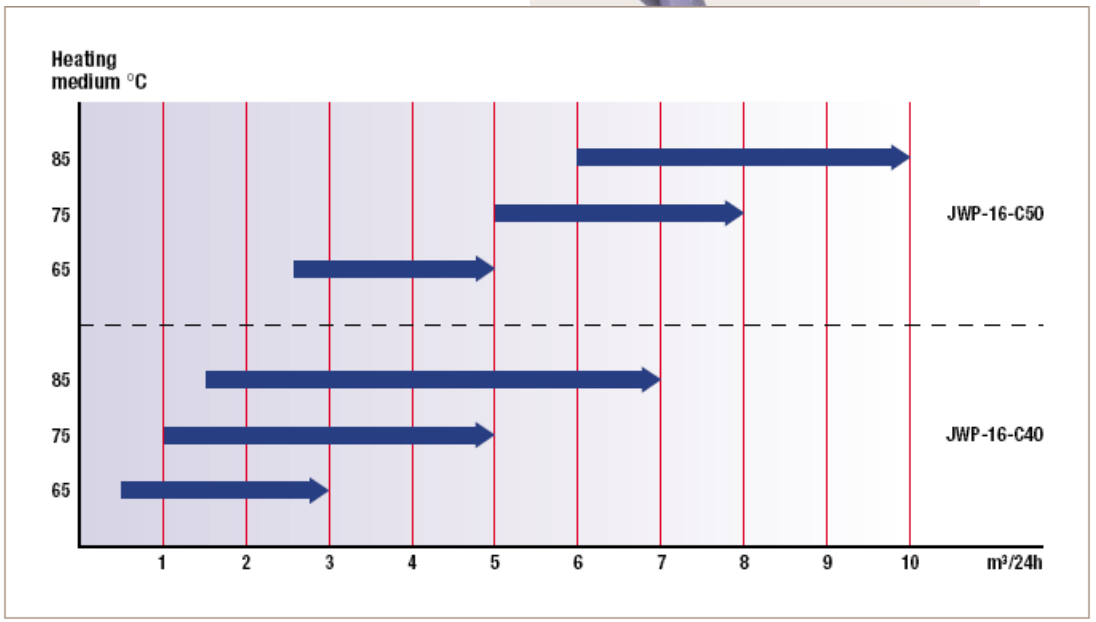


Wyparowniki - przykłady



Alfa Laval JWP – 16C

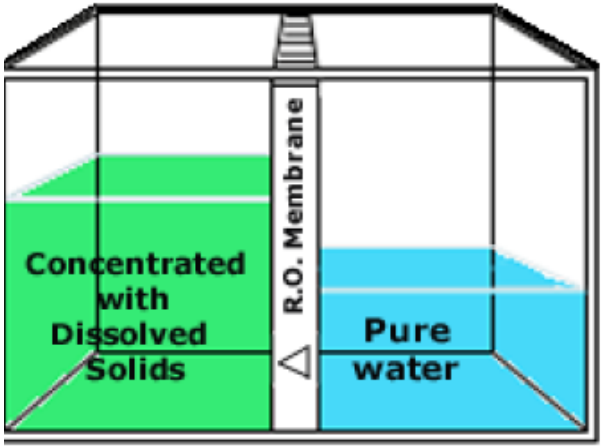




Wyparowniki - przykłady

Model	MPD3	MPD7	MPD13	MPD23	MPD35	MPD60
Capacity Range	530 – 1,321 GPD (2 - 5 m3/Day)	1,850 - 3,170 GPD (7 – 12 m3/Day)	2,642 - 6,605 GPD (10 – 25 m3/Day)	7,925 - 9,250 GPD (30 – 35 m3/Day)	10,568 - 15,850 (40 – 60 m3/Day)	18,500 - 26,420 (70 – 100 m3/Day)
Sea Water Required @ 60 psig. (4 Bar)*	24.5-86 GPM (5.6-19.6 m3/Hr)	86 – 123 GPM (19.6 – 28 m3/Hr)	123 – 308 GPM (28 – 70 m3/Hr)	370 – 493 GPM (84 – 112 m3/Hr)	555 – 740 GPM (126 – 168 m3/Hr)	863 - 1,233 GPM (196 - 280 m3/Hr)
Jacket Water Flow (87 psig./6 Bar Max)**	17.5 – 44 GPM (4-10 m3/Hr)	66 – 123 GPM (15 – 28 m3/Hr)	105 – 255 GPM (24 – 58 m3/Hr)	317 – 440 GPM (72 – 100 m3/Hr)	396 – 660 GPM (90 – 150 m3/Hr)	770 – 1,276 GPM (175 – 290 m3/Hr)
Energy**	62 – 160 kW	217 – 360 kW	310 – 750 kW	910 – 1,080 kW	1,220 – 1,850 kW	2,150 – 3,700 kW
Dimensions (L x W x H)	2.9' x 1.9' x 3.2' (0.9 x 0.6 x 1 M)	3.2' x 3.2' x 4.6' (1 x 1 x 1.4 M)	3.2' x 3.2' x 4.9' (1 x 1 x 1.5 M)	3.9' x 4.2' x 5.9' (1.2 x 1.3 x 1.8 M)	7.2' x 3.9' x 6.9' (2.2 x 1.2 x 2.1 M)	8.5' x 5.5' x 6.9' (2.6 x 1.7 x 2.1 M)
Weight (Dry)	1,100 lb. (500 kg)	1,870 lb. (850 kg)	1,870 lb. (850 kg)	2,200 lb. (1,000 kg)	2,850 lb. (1,295 kg)	4,200 lb. (1,900 kg)
Connections*** (Sea Water Inlet)	1 ½"	2 ½"	3"	4"	6"	6"
Jacket Water Inlet & Outlet	1 ½"	2 ½"	3"	4"	6"	6"
Brine Outlet	1 ½"	2 ½"	2 ½"	4"	6"	6"

Moduły odsalarek osmotycznych R–O (Reverse-Osmosis). Zasada działania

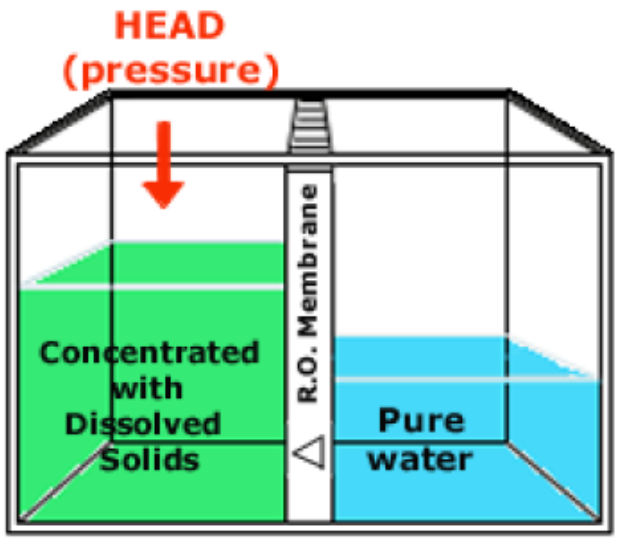


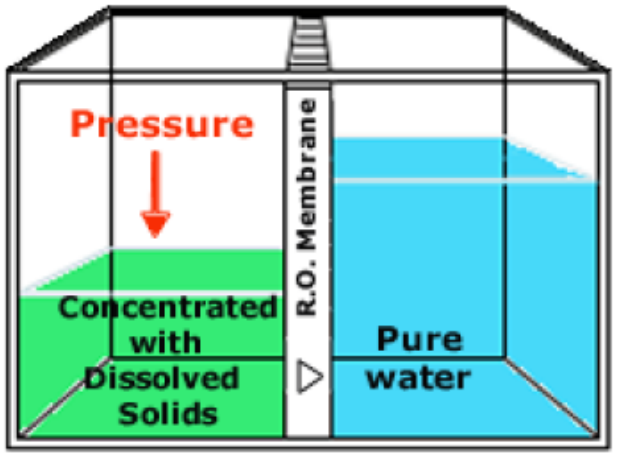
Osmoza – proces przenikania cieczy przez półprzepuszczalną membranę (octan celulozy, aceton i wodny roztwór nadchloranu magnezowego) o grubości 0,15-0,25 mm.

Jeżeli błona półprzepuszczalna oddziela w naczyniu dwa roztwory o różnym stężeniu (zasoleniu) następuje samoistne ***przenikanie (osmoza) rozpuszczalnika*** (czysta, niezasolona woda) przez błonę od roztworu o stężeniu niższym do roztworu o stężeniu wyższym powodując zmniejszenie tego stężenia.

Proces ten wywołany jest istnieniem tzw. ***ciśnienia osmotycznego***, które jest wyższe po stronie roztworu o niższym stężeniu. ***Osmoza znika po pewnym czasie, gdy rosnący poziom cieczy w części naczynia, do której przenika rozpuszczalnik wytworzy nadwyżkę ciśnienia hydrostatycznego równą ciśnieniu osmotycznemu, wynikającemu z różnych ciśnień.***

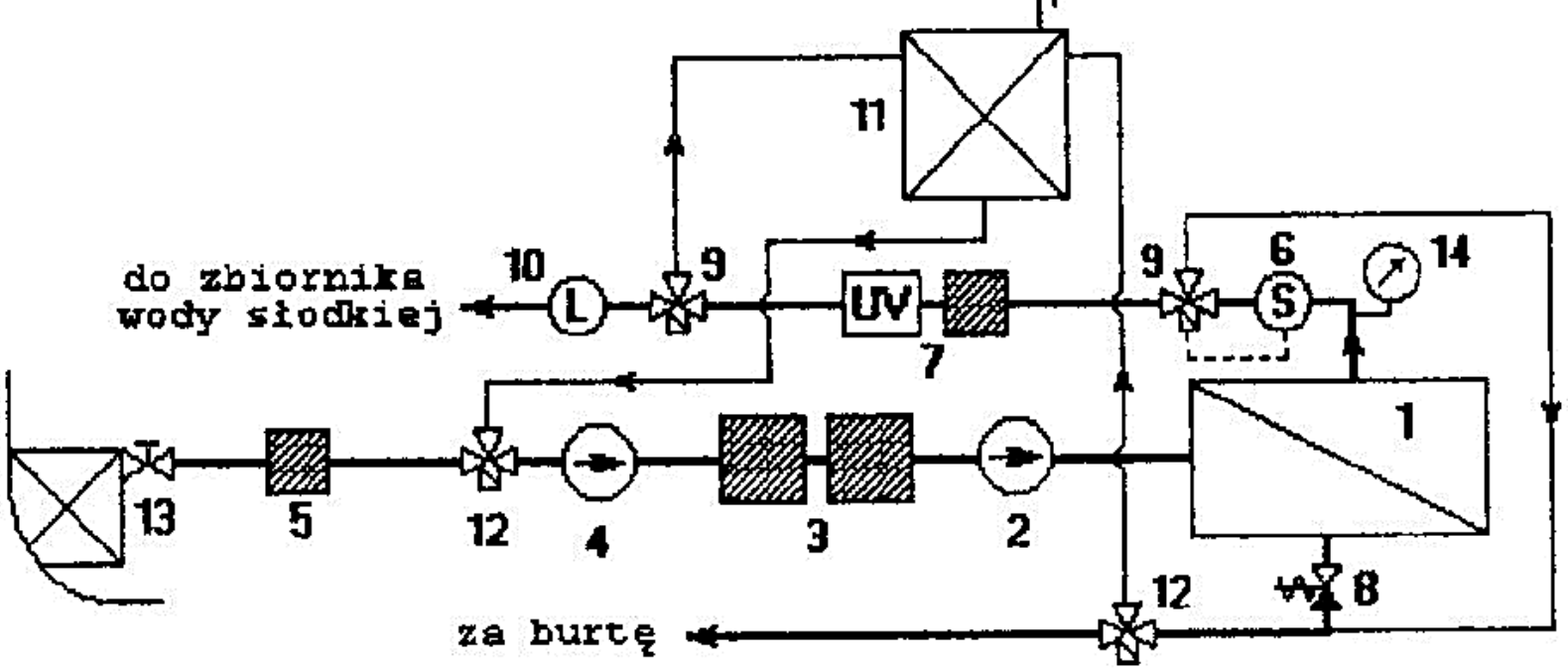
Moduły R–O – zasada działania





Odsalarki osmotyczne – działają na zasadzie procesu odwrotnego (Reverse-Osmosis), tzn w sposób sztuczny zwiększa się ciśnienie roztworu o wyższym stężeniu do wartości wyższej niż ciśnienie osmotyczne (5-10 MPa). ***Wówczas przepływ rozpuszczalnika odbywa się w kierunku części naczynia o stężeniu niższym.***

Tym sposobem otrzymuje się czysty rozpuszczalnik (filtrat), a stężenie roztworu o podwyższonym ciśnieniu rośnie. Jeżeli proces odwróconej osmozy zastosuje się do wody morskiej to filtratem będzie woda o niskim stężeniu soli „woda słodka”, a rosnące stężenie wody morskiej pozwala nazywać ją „solanką”.

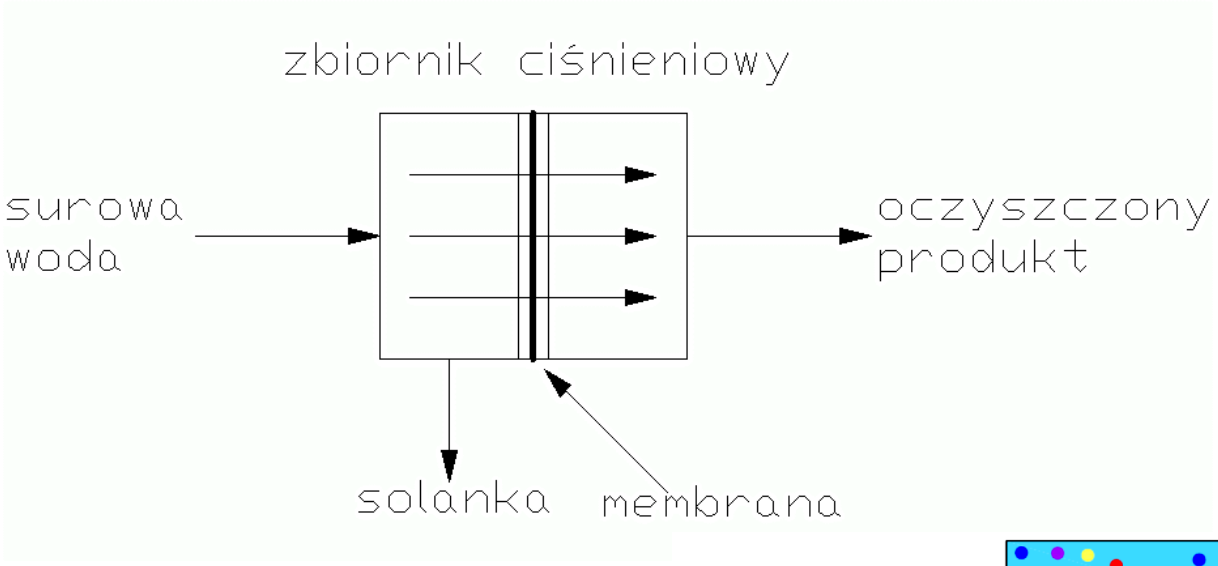


Schemat urządzenia osmotycznego do odsalania wody morskiej

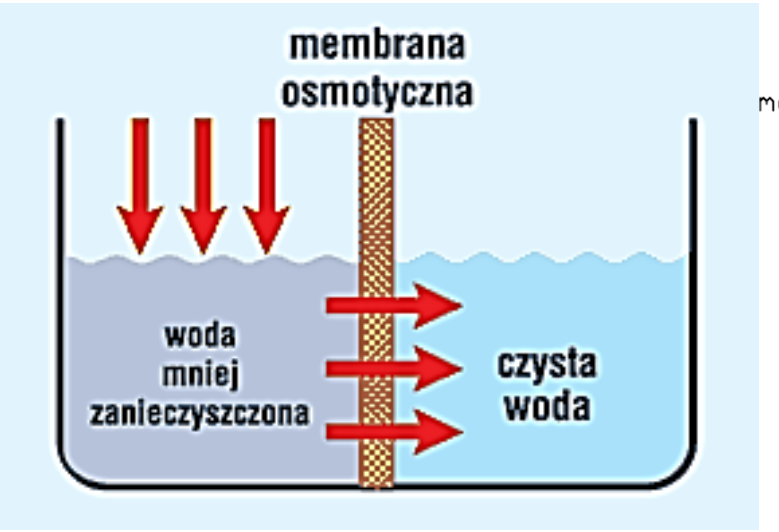
1 - moduł odwrotnej osmozy, 2 — pompa wysokociśnieniowa, 3 — zespół filtrujący, 4 — pompa zasilająca, 5 — filtr wstępny, 6 — solomierz, 7 — zespół filtrowania końcowego, 8 — zawór regulacyjny, 9 — zawór trójdrogowy, 10 — przepływomierz, 11 — zbiornik wody płuczącej, 12 — zawór trójdrogowy instalacji płuczącej, 13 — zawór burtowy, 14 — manometr

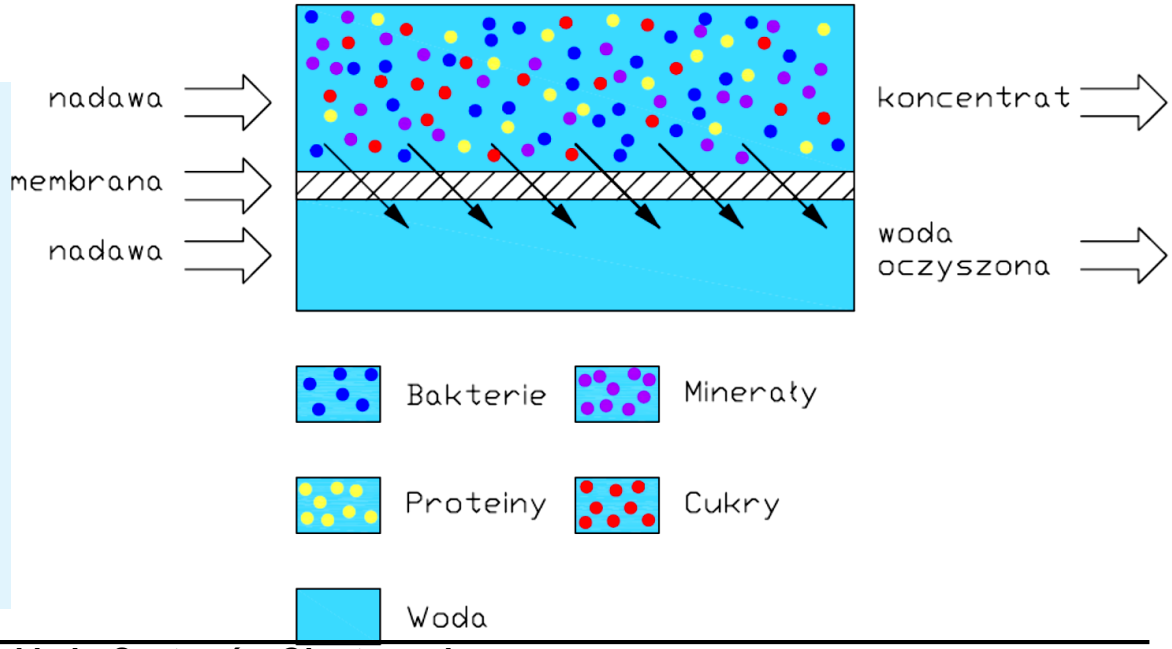
Pompa 2 (wyporowa, nurnikowa, wielotłoczkowa) tłoczy pod wysokim ciśnieniem wodę morską do komory 1 (modułu osmotycznego), gdzie przepływa wzdłuż błony osmotycznej półprzepuszczalnej o dużej powierzchni. Część wody morskiej, około **10-15%**, przenika przez błonę i w postaci produktu finalnego (wody słodkiej) odprowadzana jest do zbiornika. Woda morska o zwiększonym podczas procesu stężeniu, czyli solanka, odprowadzana jest do morza.

Moduły R-O

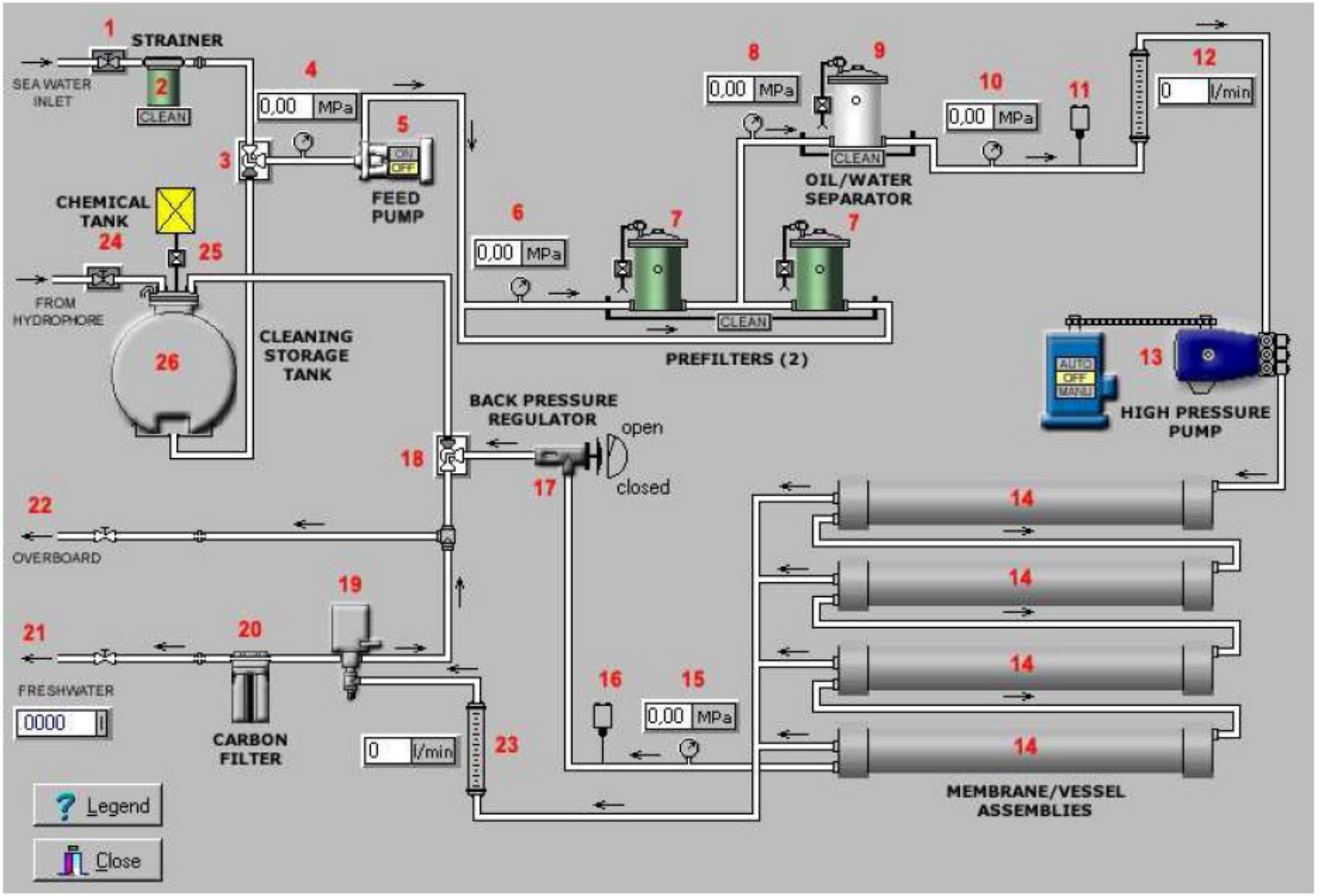

zbiornik ciśnieniowy
surowa woda
oczyszczony produkt
solanka
membrana


BAKTERIE
średnio 0,5 µ
WIRUSY
średnio
0,2 µ
Wielkość pory w membranie
0,0001 µ


membrana
osmotyczna
woda
mniej
zanieczyszczona
czysta
woda


nadawa
membrana
nadawa
koncentrat
woda
oczyszona
Bakterie
Minerały
Proteiny
Cukry
Woda

Instalacja odsalająca z modułami R-O



(Marine Training Software UNITEST)

Przykłady zastosowań urządzeń R-O na jednostkach pływających





silnik pomocniczy	2x Sulzer 8 AL 20/24 ($N_e = (2x552kW)$
prędkość nominalna (silnik)	9 węzłów
załoga	150 praktykantów +44 załogi stałej
zapasy wody pitnej	15 dni
Wydajność odsalarki osmotycznej	$D_{os} = (3 \div 15)\frac{m^3}{24h}$
pojemności zbiorników	• wody słodkiej: 316 ton • wody kotłowej: 8,9 ton

Przykłady zastosowań urządzeń R-O na jednostkach pływających





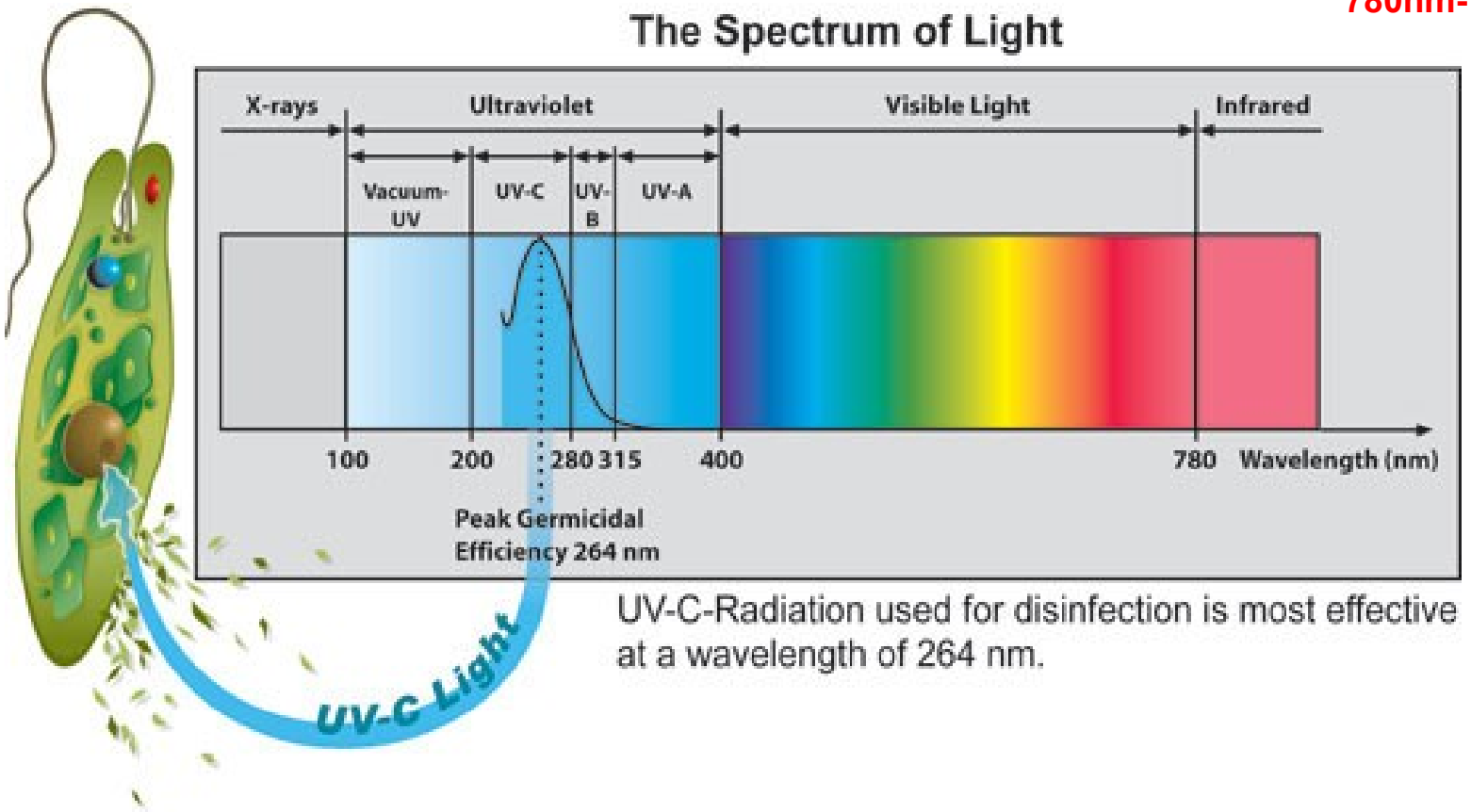
m/s „National Geographic Endeavour" – statek pasażerski

Silnik główny	2x MaK 8M582AK $(Ne = 2387kW)$
załoga wraz z pasażerami	190
Wydajność odsalarek osmotycznych	$D_{os} = 2 \times 26 = 52 \frac{m^3}{doba}$

Sterylizatory UV – działanie bakteriobójcze



Promieniowanie elektromagnetyczne (podczerwone) dł. fali: 780nm-1mm.



UV-C-Radiation used for disinfection is most effective at a wavelength of 264 nm.



Sterylizatory UV

Każde urządzenie UV składa się z komory naświetlania i lamp UV zamontowanych w jej wnętrzu.

W urządzeniu woda płynie wzdłuż lamp UV. Lamp może być kilka, a nawet kilkanaście w pojedynczej komorze. Moc pojedynczej lampy niskociśnieniowej wynosi od 20 do 120W. Żywotność lamp wynosi od 4000 do 10 000 godzin. Lampy te stosuje się do dezynfekcji wody o przepływach od 0,1 do 150 m^3/h. Konstrukcja lampy zapewnia odpowiednią grubość warstwy cieczy poddawanej dezynfekcji, co zapewnia optymalne i skuteczne przenikanie promieni UV. Proces dezynfekcji przebiega w sposób ciągły.

Type		PUR-1	PUR-2	PUR-5	PUR-10	B-20 ÷ B-90
Capacity*	[m3/h]	1 – 2,5	2,5 – 4,5	4,5 – 7,0	7,0 – 13	15 – 150
Max. operating pressure	[bar]	10	10	10	10	10
Operating temperature	[°C]	5 – 30	5 – 50	5 – 50	5 – 50	5 – 50
Connections (thread)	[Inch]	R 1 ½"	R 1 ½"	R 1 ½"	R 2"	DN 80 – DN 125 acc. to model
Power consumption	[W]	40	60	100	130	260 – 1300
Power supply	[V, Hz]	230, 50/60	230, 50/60	230, 50/60	230, 50/60	230/400, 50/60

Ścieki sanitarne – przepisy klasyfikacyjne

20.1.1 Statki, które spełniają co najmniej jeden z poniższych warunków:
– pojemność brutto 200 lub większa,
– uprawnienie do przewozu więcej niż 10 osób,
powinny być wyposażone w instalację ścieków sanitarnych typu grawitacyjnego lub podciśnieniowego, spełniającą wymagania niniejszego podrozdziału oraz podrozdziału 20.2.

20.2.1 Statek należy wyposażyć w zbiornik retencyjny ścieków fekalnych lub oczyszczalnię ścieków (bądź jedno i drugie) oraz w rurociąg umożliwiający zdawanie zawartości zbiornika i oczyszczalni do lądowych urządzeń odbiorczych

Szacunkowe ilości ścieków w litrach na dobę i osobę

Typ statku	Ścieki sanitarne		Wody odpadowe
	System podciśnieniowy		
	TAK	NIE	
Pasażerskie	25	70 ÷ 120	160
Pełnomorskie	25	70	110
Małe statki	100		

Inne dane:

Promy p-s, pasażerskie, wycieczkowce: 250

Pozostałe statki pasażerskie: 200

System podciśnieniowy



Ścieki sanitarne – Konwencja MARPOL 73/78 (Zał.IV)

Zabrania się jakiegokolwiek usuwania ścieków do morza, z wyjątkiem:

- ścieki są sproszkowane i zdezynfekowane a odległość od najbliższego lądu wynosi nie mniej niż 4 Mm,
- odległość od najbliższego lądu wynosi nie mniej niż 12 Mm (stąd wytyczne dla uruchamiania wyparowników) a ścieki nie są usuwane jednym momentalnym zrzutem, statek znajduje się w ruchu z prędkością co najmniej 4 w
- ścieki są odpowiednio utylizowane za pomocą urządzenia posiadającego odpowiednie certyfikaty
- zagrożenia bezpieczeństwa statku

Ścieki sanitarne – inne wymagania formalne

BZT – biologiczne/biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w mg O_2/litr. Ilość tlenu niezbędna do mineralizacji związków organicznych zawartych w ściekach, przez bakterie (mikroorganizmy) w ciągu 5 dni. Jeżeli wartość BZT jest duża, to ścieki pobierając tlen z otoczenia mogą doprowadzić do zaniku lub śmierci innych substancji i organizmów znajdujących się w tym otoczeniu. Jeżeli ilość tlenu jest mniejsza niż BZT, to pojawiają się bakterie beztlenowe, wytwarzające między innymi siarkowodór. Dla nieobrobionych ścieków sanitarnych BZT_5 (w ciągu 5 dni) wynosi 350÷600 mg/litr. Normy IMO dopuszczają usuwanie do morza ścieków o wartości BZT_5 ***do 50 mg/litr***. Po dobrym oczyszczeniu $BZT_5 < 20$ mg/litr.

Zawartość ciał stałych - SS (*Suspended Solids*) w mg/litr. Określenie poprzez filtrowanie 1 litra ścieków i zważenie pozostałości na filtrze. Nieoczyszczone ścieki mają 300÷400 mg/litr. Normy IMO: max **50 mg/litr**.

Zawartość wolnego chloru - wynika ze stosowania chloru do dezynfekcji ścieków. Chloru nie powinno być więcej niż ***2 mg/litr***, przy górnej granicy ***5 mg/litr***.

Ścieki sanitarne – inne wymagania formalne

Standards for waste water effluent (ścieki)

	USCG	IMO Marpol	Navy NIAG	Arctic	Alaska	Dade county	Canada
		73/78 annexIV	2015 Target	areas	Title XIV	Florida	Great Lakes
TSS (Total suspended solids) mg/l	150	100	50	20	30	40	50
Feacal coliform (cfu/100 ml) („miano coli”)	200	250	100	20	20	0	200
BOD5 (Biochemical Oxygen Demand) mg/l (BZT)	-	50	15	20	30	30	50
Residual Chlorine mg/l (zawartość wolnego chloru)	-	0	-	10	0.5	0.5 - 1.0	
TDS (Total Dissolved Solids) mg/l (zawartość ciał stałych)	-	250	-	-			
TOC (Total Organic Carbon) mg/l (węgiel organiczny)	-	50	-	-			

USCG – Straż Graniczna Stanów Zjednoczonych
Navy NIAG - Grupa Doradcza NATO ds. Przemysłu Morskiego

Oczyszczalnie ścieków

- **mechaniczne** - występuje tylko mieszanie i rozdrabnianie ścieków w celu ułatwienia ich rozkładu, po czym poddaje się je dezynfekcji,
- **biologiczne** - działanie oczyszczalni biologicznych polega na doprowadzeniu tlenu do ścieków, w których znajdują się bakterie przetwarzające substancje organiczne na szlam (kulturę bakteryjną dodaje się przy rozruchu oczyszczalni, po 8÷14 dniach oczyszczalnia potrafi produkować sama aktywną kulturę bakteryjną),
- **chemiczne** - oczyszczalnie chemiczne unieszkodliwiają ścieki poprzez ich flotację i odkażanie środkami chemicznymi,
- **elektrochemiczne, elektroflotacyjne** - w tych urządzeniach dodatkowo na ścieki oddziaływuje się prądem elektrycznym,
- **rozwiązania mieszane** np. biologiczno-chemiczne, mechaniczno-chemiczne, itp.

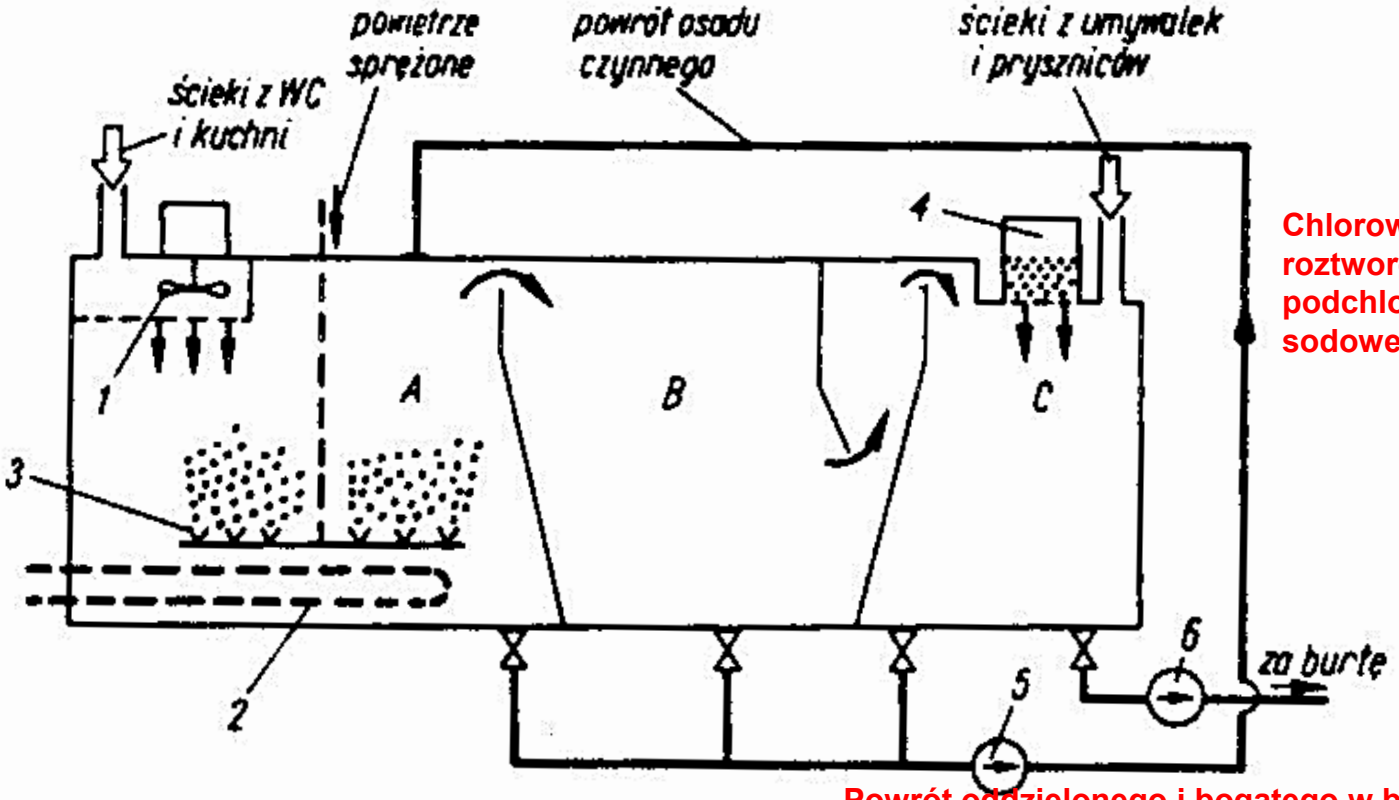
Oczyszczalnie ścieków

Flotacja – metoda rozdziału rozdrobnionych substancji stałych, w której kryterium rozdziału jest różnica w zwilżalności ciała stałego przez ciecz. Cząstki trudno zwilżalne otaczają się w większym stopniu pęcherzykami powietrza niż łatwo zwilżalne, dzięki czemu unoszą się na powierzchnię, skąd są usuwane.

Skuteczność flotacji zależy od wielkości pęcherzyków powietrza uzyskiwanych w procesie - im wielkość pęcherzyków jest mniejsza, tym skuteczność flotacji wyższa.

Aby to osiągnąć stosuje się wodę saturowaną. Proces przygotowania wody saturowanej odbywa się w zbiorniku ciśnieniowym. Do strumienia przepływających ścieków wprowadza się wodę napowietrzoną - drobne pęcherzyki powietrza powstające przy rozprężaniu nasyconego powietrzem strumienia wody, przylegają do zanieczyszczeń i wynoszą je na powierzchnię - utworzony pływający kożuch zanieczyszczeń jest usuwany przy pomocy urządzenia zgarniającego do zbiornika szlamu.

BIOLOGICZNY PROCES OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW TYPU TLENOWEGO



Chlorowanie 15% roztworem podchlorynu sodowego

Powrót oddzielonego i bogatego w bakterie tlenowe aktywnego osadu do stopnia napowietrzania

Urządzenie do oczyszczania ścieków typu Termobiomac (firmy Weir Pumps Ltd., W. Brytania)

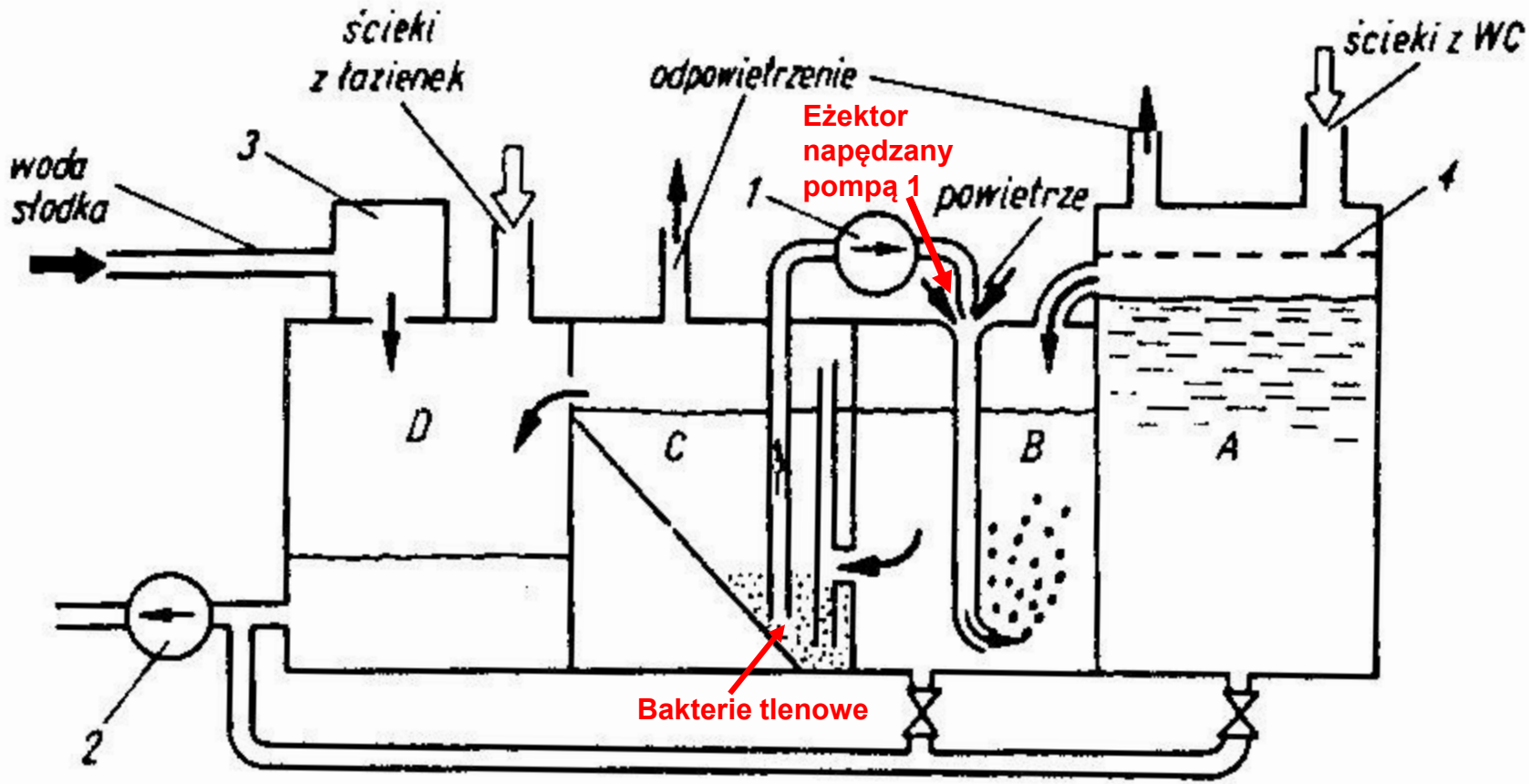
A — przedział napowietrzania; B — przedział oddzielająco-osadowy; C — przedział chlorowania i opróżniania

1 — rozdrabniacz; 2 — spirala grzewcza; 3 — napowietrzacz; 4 — chlorator; 5 — pompa obiegowa; 6 — pompa opróżniająca



Proces obróbki przebiega automatycznie i jest skuteczny zarówno przy użyciu wody słodkiej, jak i morskiej. Zdolność magazynowania ścieków wynosi 18 godzin przy średnim dopływie ścieków w ilości około 60 litrów na osobę i dobę.

BIOLOGICZNY PROCES OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW TYPU TLENOWEGO



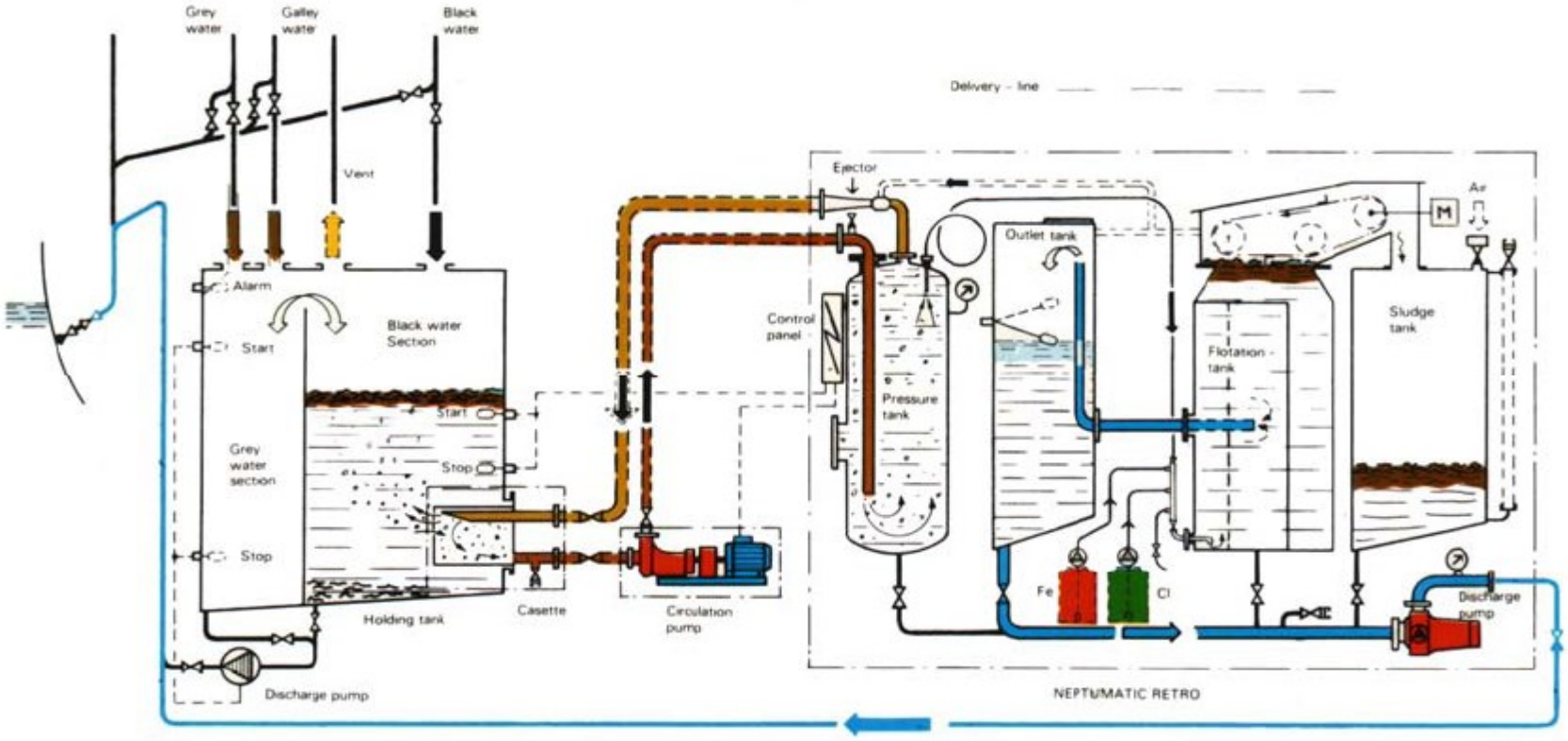
Urządzenie typu Hamworthy (W. Brytania)

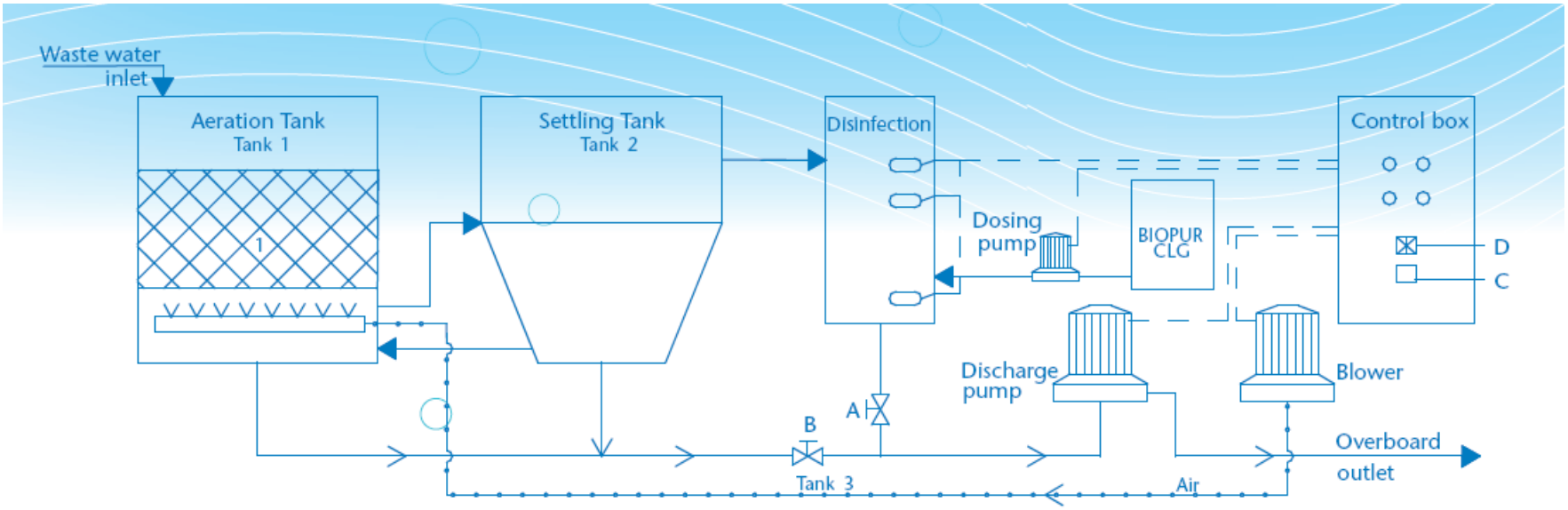
A — przedział wstępny; B — przedział napowietrzania; C — przedział klarowania; D — przedział obróbki

1 — pompa szlamu; 2 — pompa opróżniająca; 3 — chlorator; 4 — sito zgrubne

Firma MARINFLOC AB - mechaniczno-chemiczne oczyszczalnie Neptumatic MOC

Pierwszym stopniem jest rozdrabnianie i oczyszczanie wstępne mające miejsce w połączonych ze sobą zbiornikach: wlotowym i wyrównawczym. Drugim stopniem jest proces utleniania i cyrkulacji. Realizuje się on w obiegu zbiornika wyrównawczego z pompą obiegową, zbiornika ciśnieniowego oraz eżektora napowietrzającego. Trzeci stopień oczyszczania realizowany jest w zbiorniku flotacyjnym, w którym ścieki poddawane są obróbce chemicznej. Oczyszczona i chlorowana woda ze zbiornika flotacyjnego jest podawana przez przelew progowy i spływa do zbiornika wylotowego. Jest to czwarty stopień oczyszczania. Za piąty stopień oczyszczania uważa się zbieranie zanieczyszczeń z powierzchni zbiornika flotacyjnego urządzeniem zgarniającym i podawanie ich do zbiornika szlamowego.

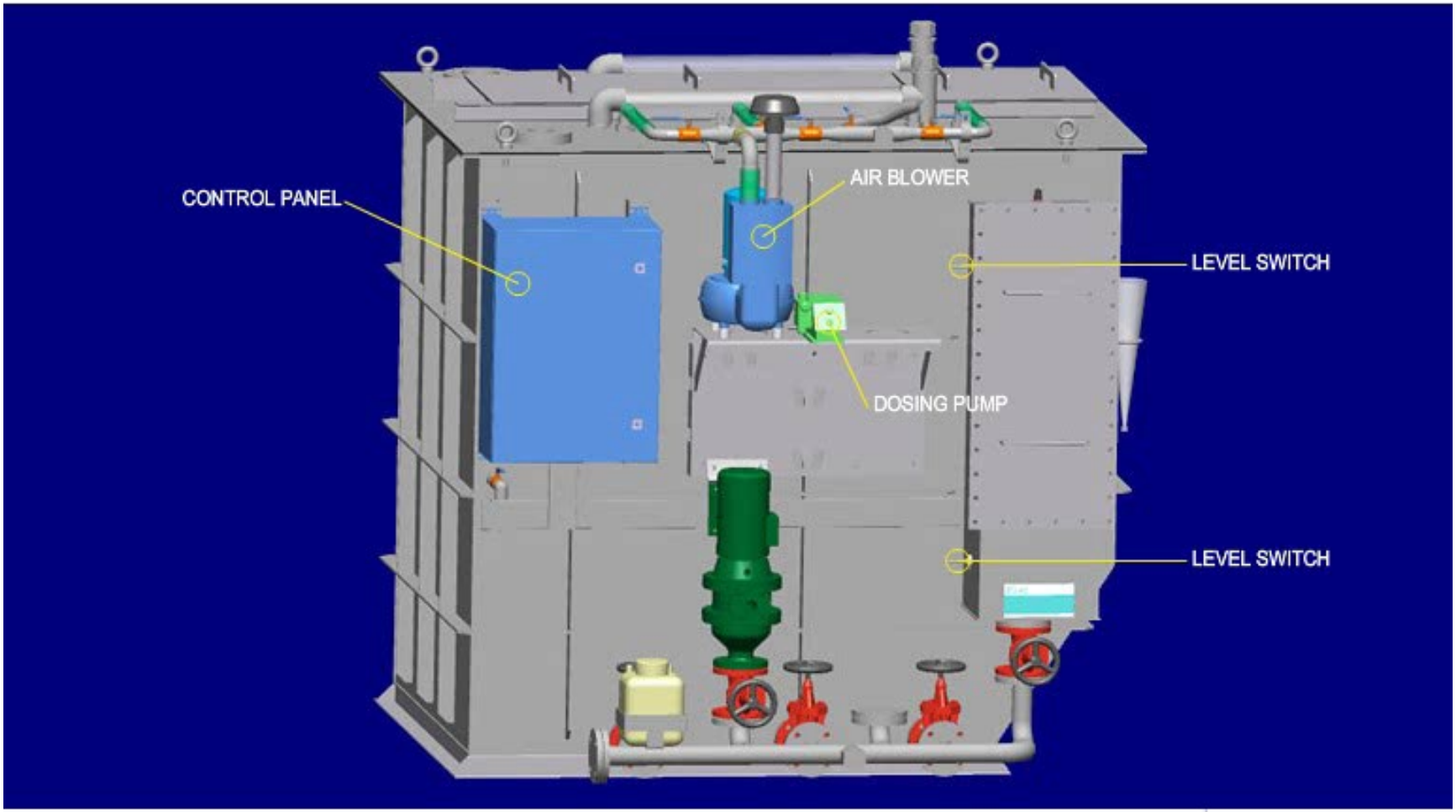




Urządzenie do biologicznego oczyszczania ścieków fekalnych działa na zasadzie przemian biologicznych, zachodzących w komorze napowietrzania (tzw. komorze osadu czynnego).

W procesie oczyszczania wykorzystano zjawisko samooczyszczania się ścieków w przyrodzie, na skutek działania mikroorganizmów, przede wszystkim bakterii tlenowych, które przetwarzają substancje organiczne w nowe mikroorganizmy (przyrost osadu czynnego) i dwutlenek węgla.

Biologiczna oczyszczalnia ścieków



EVAC SEWAGE TREATMENT PLANTS – Simply the most reliable

Evac has the widest selection of IMO and USCG approved treatment technologies from biological and physical/chemical treatment plants to most advanced Membrane bioreactor units.

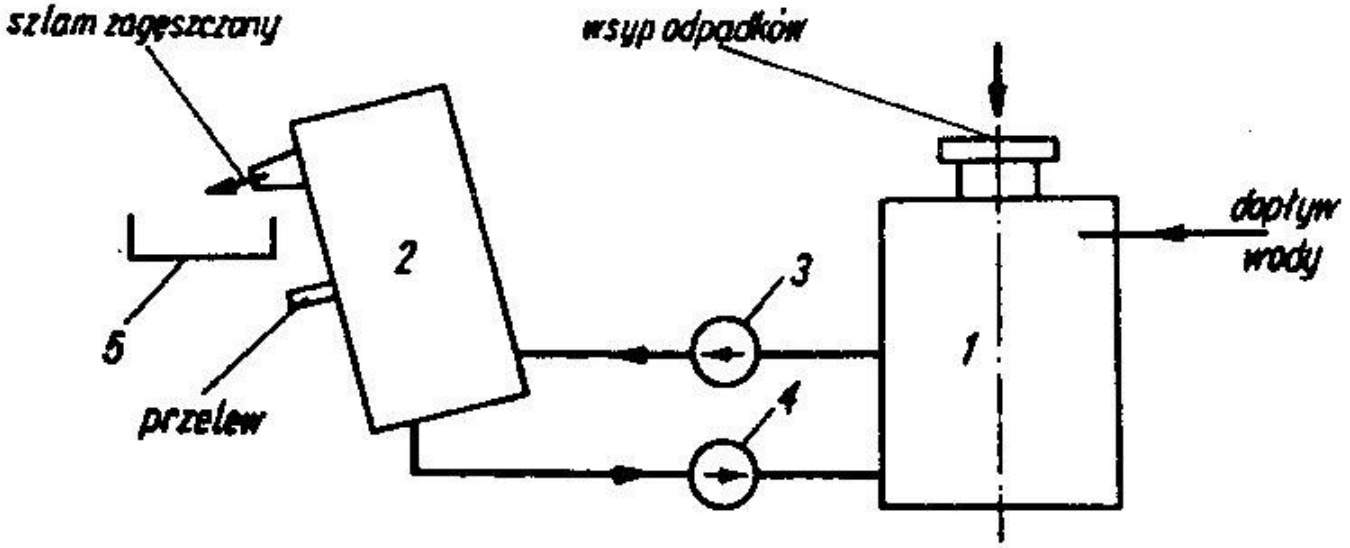


RWO GmbH Marine Water Technology

TECHNICAL DATA

Type WWT BIOPUR	Number of Persons	Hydraulic Load		Organic Load	Length [mm]	Width [mm]	Height [mm]	Dry Weight [kg]	Wet Weight [kg]
		[m³/d]	[gal/d]						
WWT 1	10	1,76	0,46	0,83	1.495	835	1.290	850	1.850
WWT 2	14	2,59	0,68	1,22	1.620	1.285	1.290	900	2.700
WWT 3	26	4,63	1,22	2,17	1.760	1.330	1.590	900	3.750
WWT 4	36	6,48	1,71	3,04	1.960	1.530	1.590	1.200	4.550
WWT 5	55	9,81	2,59	4,61	1.985	1.835	1.690	1.300	5.800
WWT 6	70	12,56	3,32	5,03	2.200	1.835	1.850	1.500	7.000
WWT 7	93	16,55	4,40	6,16	2.800	1.835	1.850	2.200	9.100
WWT 8	113	20,35	5,38	7,53	3.500	1.835	1.850	2.600	11.000
WWT 9	219	29,60	7,82	11,84	4.800	1.835	2.250	3.800	18.000
WWT 10	328	44,41	11,73	17,76	5.250	2.600	2.400	6.700	22.700
up to WWT 13	1.025	185,00	48,90	– On Request –					

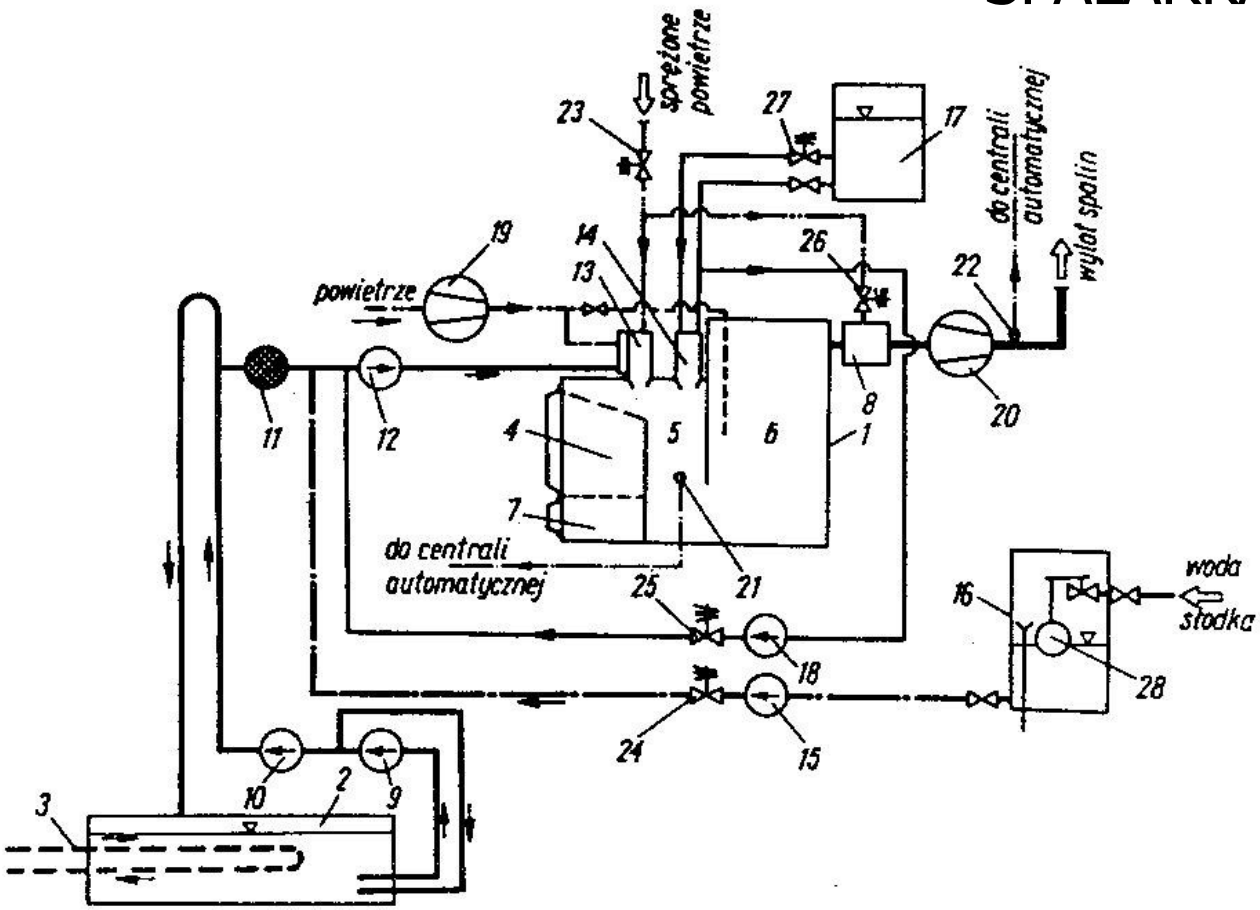
ZAGĘSZCZARKA ODPADÓW



Zagęszczarka odpadów typu Wascon

1 — zmiękczacz (wytwarzanie pulpy); 2 — prasa pulpy; 3 — pompa pulpy; 4 — pompa wody; 5 — pojemnik na szlam

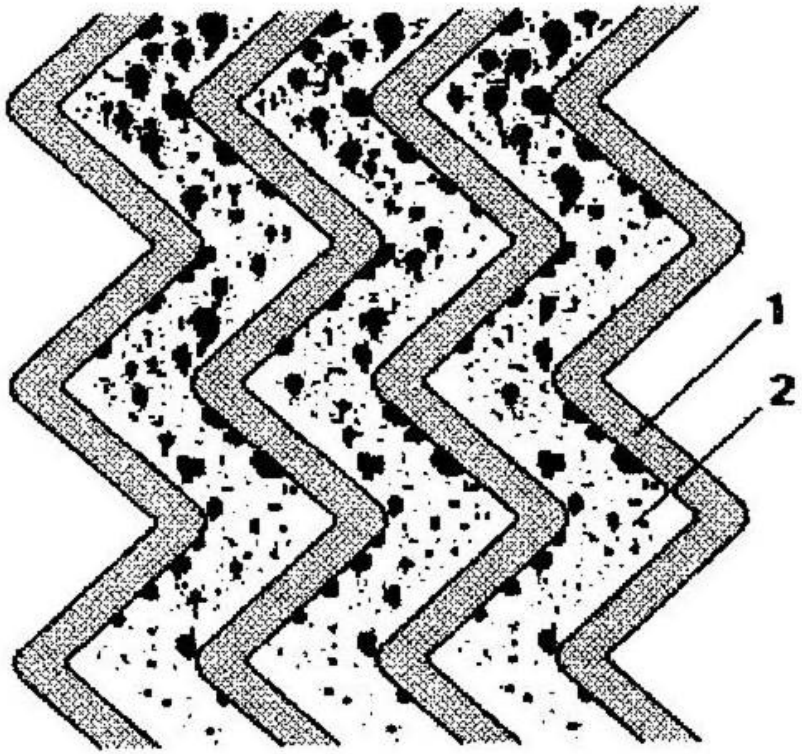
SPALARKA ODPADÓW



Schemat urządzenia do spopielania typu ASWI (firmy Atlas — Dania)

1 — piec ASWI; 2 — zbiornik szlamu; 3 — spirala podgrzewacza zbiornika szlamu; 4 — komora spalania odpadów stałych; 5 — komora spalania wstępnego; 6 — komora spalania wtórnego; 7 — popielnik; 8 — komora mieszania; 9 — pompa mieszająca; 10 — pompa cyrkulacyjna; 11 — filtr; 12 — pompa dozująca osad; 13 — palnik szlamowy; 14 — palnik pomocniczy; 15 — pompa dozująca wody słodkiej; 16 — zbiornik wody słodkiej; 17 — zbiornik oleju opałowego; 18 — pompa dozująca oleju napędowego; 19 — dmuchawa powietrza pierwotnego; 20 — wentylator wyciągowy spalin; 21, 22 — przełączniki termostatyczne; 23 — 27 — zawory elektromagnetyczne; 28 — urządzenie pływakowe

ODOLEJACZE

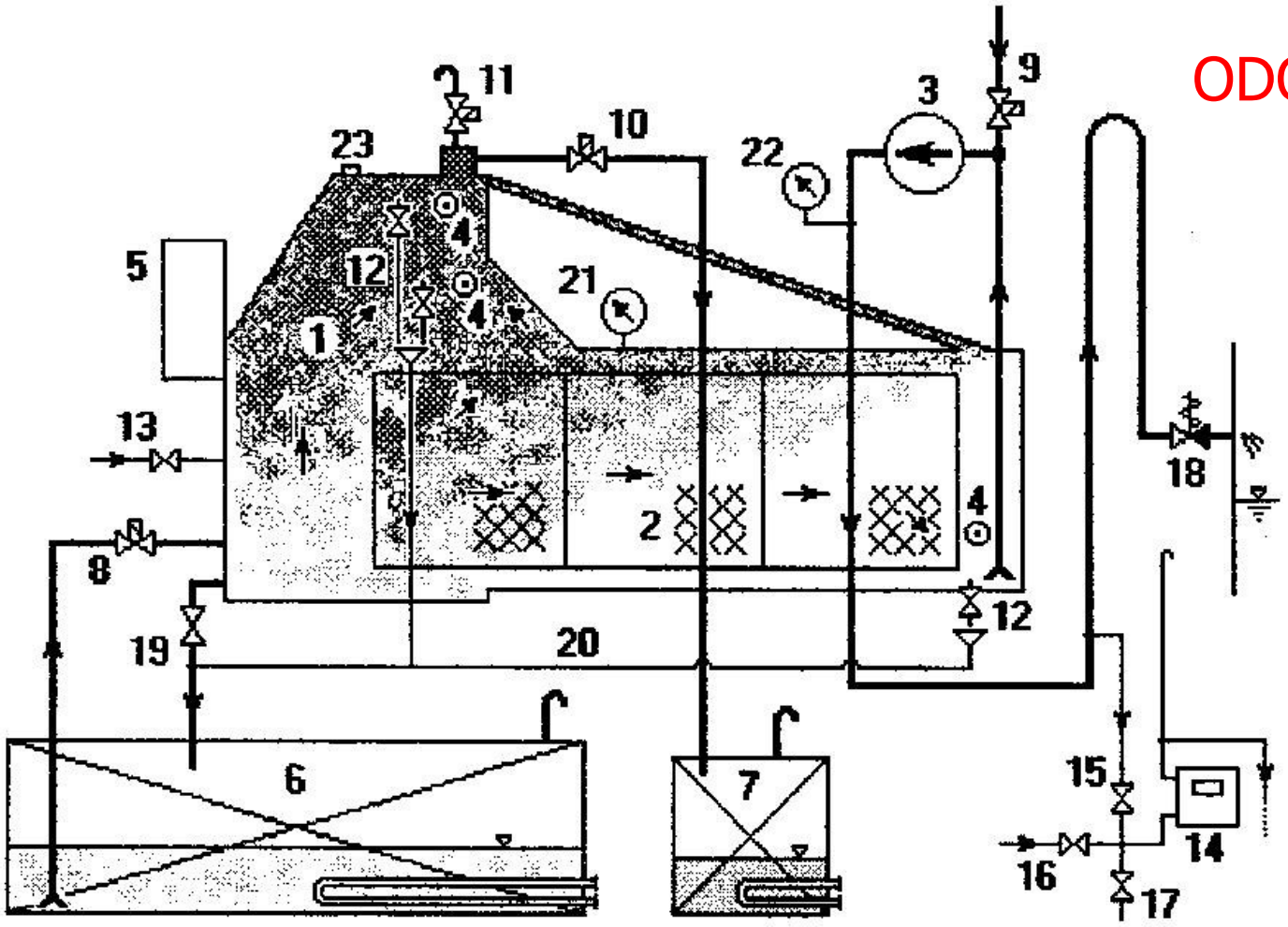


Działanie wkładu koalescencyjnego
1 — płyty koalescencyjne; 2 — woda zęzowa z „rosnącymi" kroplami oleju

KOAGULACJA – kumulowanie w czasie przepływu wody przez wnętrze odolejacza drobnych cząstek oleju w większe skupiska, które mając znaczną siłę wyporu, gromadzą się w górnych przestrzeniach odolejacza skąd można je odprowadzić do zbiornika oleju oddzielonego (odseparowanego).

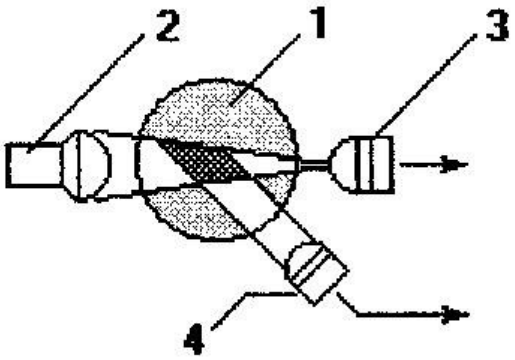
KOALESCENCJA – koagulacja w obecności wkładu koalescencyjnego, tj. odpowiednio ukształtowanego materiału olejofilnego (łatwo zwilżającego się olejem np. polipropylenu lub polietylenu w postaci pakietu płyt falistych lub perforowanych, złoża granulatu, pakietu siatek, tkaniny welurowej.

ODOLEJACZE



Odolejacz firmy HAMMWORTHY ENGINEERING Ltd typ HS

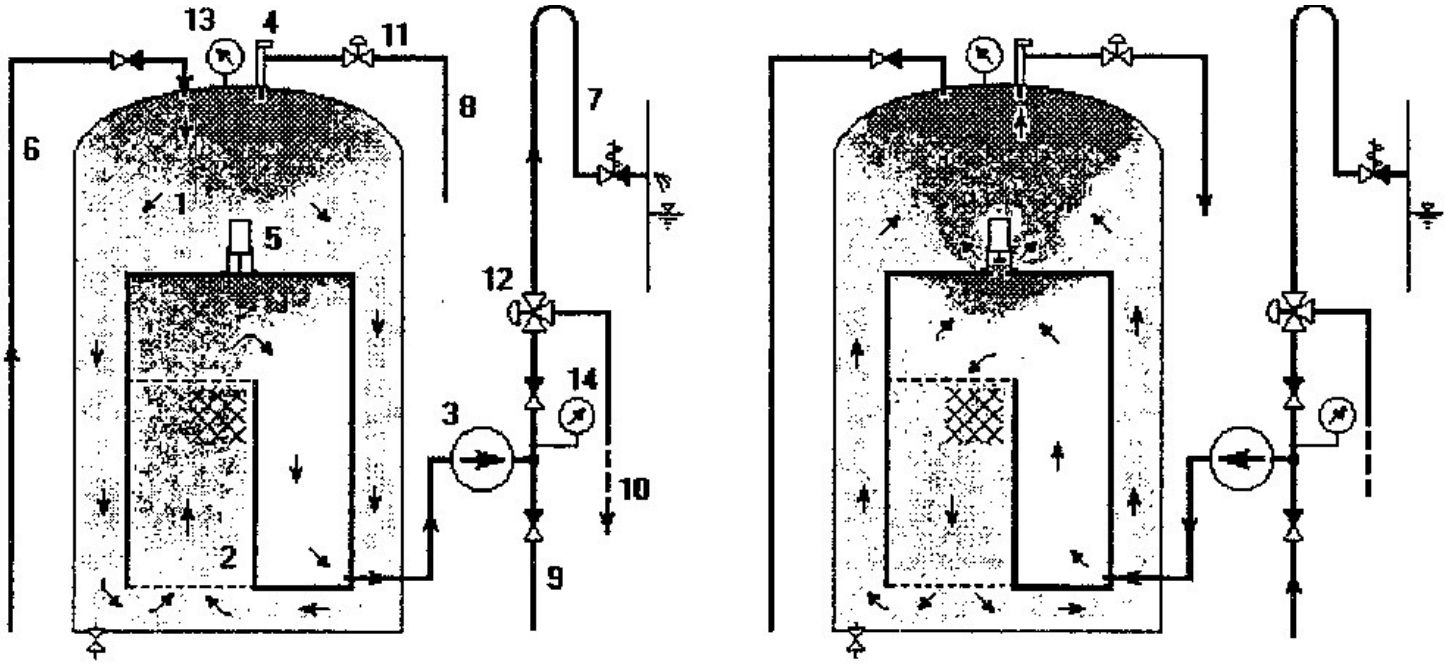
1 — część grawitacyjna; 2 — część koalescencyjna; 3 — pompa; 4 — czujnik poziomu oleju; 5 — panel sterowania; 6 — zbiornik wody zęzowej; 7 — zbiornik oleju odseparowanego; 8 — zawór ssawny wody zęzowej; 9 — zawór dolotu wody słodkiej; 10 — zawór odlotu oleju; 11 — zawór odpowietrzający; 12 — zawór kontrolny; 13 — zawór wody słodkiej; 14 — panel alarmowy zaolejenia; 15 — zawór próbkowania; 16 — zawór wody słodkiej; 17 — zawór probierczy; 18 — zawór wylotowy za burtę; 19 — zawór spustowy; 20 — spust z zaworów kontrolnych; 21 — manowakuometr; 22 — manometr; 23 — czujnik napełnienia odolejacza



Działanie miernika zaolejenia wody zrzutowej

1 — komora pomiarowa z wodą próbkowaną; 2 — promiennik podczerwieni; 3 — fotokomórka światła przenikającego; 4 — fotokomórka światła rozproszonego

ODOLEJACZE



Rys. 8.3. Odolejacz firmy DVZ-SERVICES typ DVZ-VC- „OILMASTER"

a) faza odolejania; b) faza przepłukania zwrotnego 1 — część grawitacyjna; 2 — część koalescencyjna; 3 — pompa; 4 — czujnik 5 — zawór odlotu oleju z części koalescencyjnej; 6 — rurociąg zasysania wody zaolejonej; 7 — wylot wody odolejonej za burtę; 8 — wylot oleju odseparowanego; 9 — dolot czystej wody morskiej; 10 — odlot wody nadmiernie zaolejonej; 11 — zawór sterowany pneumatycznie; 12 — zawór trójdrogowy; 13 — manowakuometr; 14 — manometr

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

dr inż. Paweł Szymański

OKRĘTOWE URZĄDZENIA I INSTALACJE CHŁODNICZE

Zagadnienia

- Wprowadzenie – chłodnictwo jako dyscyplina techniki, przeznaczenie instalacji.
- Zasada działania sprężarkowego urządzenia chłodniczego.
- Uregulowania klasyfikacyjne.
- Odmiany konstrukcyjne systemu.
- Instalacje chłodnicze na statkach rybackich
- Przewóz gazów skroplonych;

Transport Morski



Chłodniczy transport morski jest najstarszym z transportów, zapoczątkowanym już w roku 1877 przewozem mięsa z Argentyny do Francji.

Przewóz bananów w chłodniach okrętowych wymusza konieczność utrzymania stałej temperatury
$13{,}60 \pm 0{,}05\ ^{0}C$!

Transport Morski

Obecnie zastosowanie chłodnictwa na statkach jest bardzo rozpowszechniona i obejmuje następujące typy statków:

- ***Chłodnicowce***, o wszystkich chłodzonych ładowniach,
- ***Statki***, na których tylko część ładowni jest chłodzona,
- ***Kutry, lugry*** (żaglowo-motorowy statek rybacki do połowów za pomocą pławnic, tj. sieci dryfujących) i ***trawlery***, z ładowniami chłodzonymi zwykle do temperatury -1^{0}C, co pozwala na kilkudniowe przechowywanie świeżych ryb,
- ***Trawlery zamrażalnie*** przystosowane do chłodzenia i zamrażania złowionych ryb i przechowywania ich w ładowniach o niskich temperaturach,
- ***Trawlery przetwórnie*** przystosowane do przerobu złowionych ryb oraz wyposażone w zamrażalnie i ładownie o niskich temperaturach,
- ***Bazy rybackie*** budowane dla odbioru na morzu połowów z kutrów, lugrów i trawlerów. Wyposażone są one w urządzenia do przerobu złowionych ryb, ich zamrażania i przechowywania w niskotemperaturowych, mrożniach,
- ***Transportowce***, tj. statki handlowe, zwykle chłodnicowce z ładowniami przystosowanymi do przewozu chłodzonych lub mrożonych produktów.

Chłodniowce

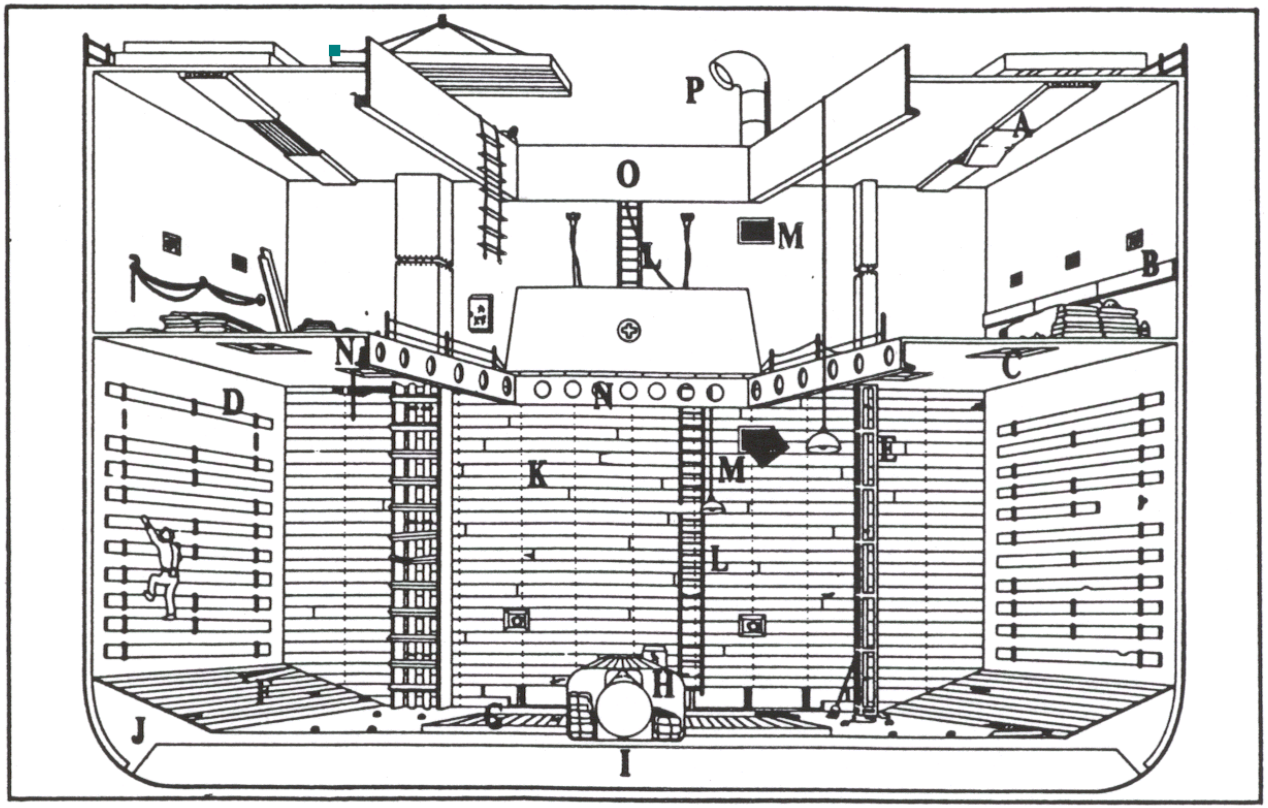
Statki do przewożenia ładunków chłodzonych (mięsa, ryb, bananów, owoców cytrusowych, nabiału i innych) ***w izolowanych ładowniach z urządzeniami chłodniczymi oraz w kontenerach chłodzonych***.
Konwencjonalne chłodniowce budowane ze wszystkimi ładowniami chłodzonymi jak również z częścią ładowni nie chłodzonych dla transportu drobnicy.



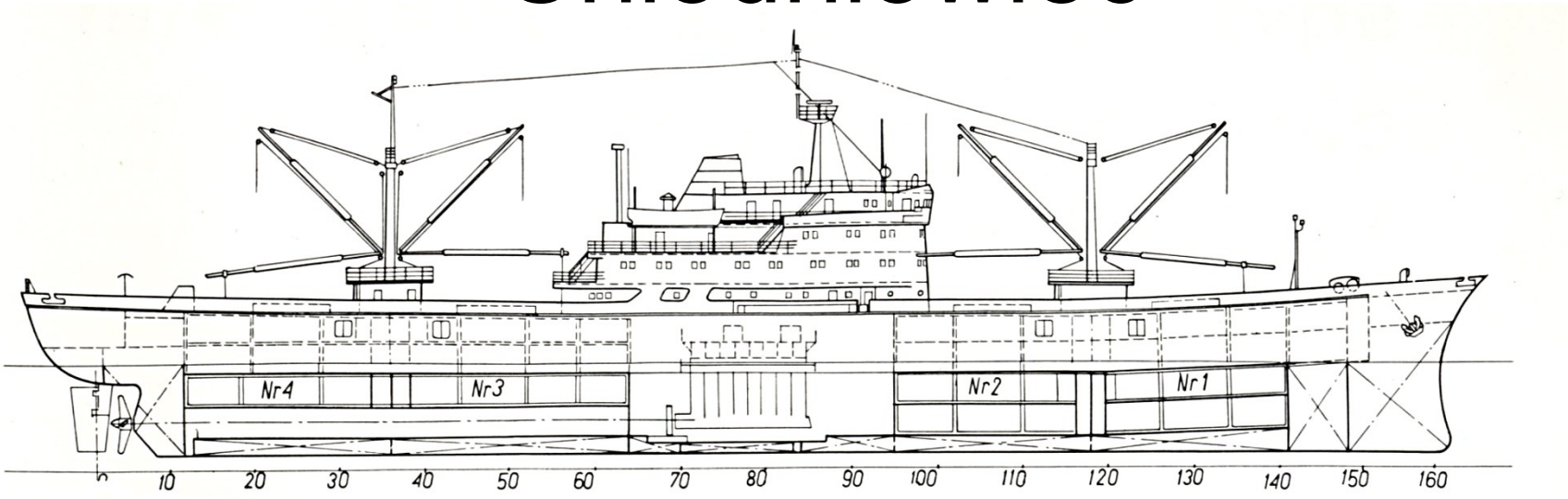


Chłodniowce

Dla zmniejszenia przepływu ciepła z otoczenia burty, pokłady, pokrywy i dno ładowni są *pokryte (od wewnątrz) warstwą izolacji termicznej*. Na statku są zainstalowane agregaty chłodnicze i systemy wentylacyjne, pozwalające na wtłaczanie do ładowni powietrza o regulowanej temperaturze.



Chłodniowiec





Systemy te są oddzielne dla każdej komory (ładowni lub międzypokładu), co pozwala na utrzymywanie ***różnych temperatur w różnych komorach***. Wydajność systemów powinna zapewniać utrzymanie temperatury ***do -20^{0}C,*** przy każdych warunkach zewnętrznych, co pozwala na transport takich towarów jak mięso, ryby czy masło.

Przeznaczenie instalacji

Zadania okrętowych urządzeń chłodniczych:

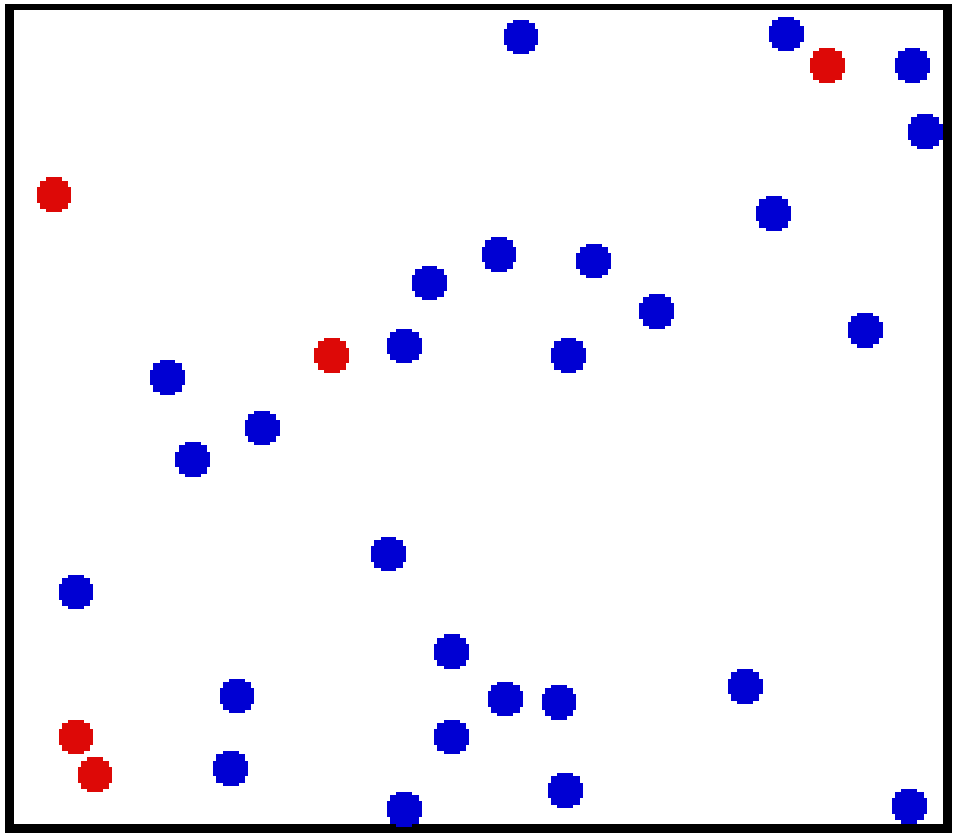
- ***chłodnie prowiantowe*** - zapewnienie możliwości przechowywania artykułów spożywczych na czas rejsu - prowiantu (zapasów żywności na statku)
- ***ładownie*** - transport przez dłuższy okres łatwo psujących się towarów (ładunku)
- ***klimatyzatory*** - dostarczenie czynników ziębniczych do systemu klimatyzacji ogólnookrętowej (pomieszczenia produkcyjne i bytowe),
- ***generatory*** - wytwarzanie lodu (np. wycieczkowce, statki rybackie),
- inne.

Chłodnictwo

Sposoby chłodzenia:

- wymiana ciepła, parowanie, sublimacja;
- zjawisko Joule'a – Thomsona (dławienie izentalpowe);
- rozpuszczanie soli i mieszanie płynnych składników (Sól i rozdrobniony lód to znana od dawna mieszanka ochładzająca. Sól zmieszana z lodem rozpuszcza się, a jest to reakcja wymagająca dostarczenia ciepła z zewnątrz, dlatego temperatura otoczenia obniża się);
- zjawisko Peltiera;
- rozmagnesowywanie ciała stałego (zanikającym przemiennym polem magnetycznym);
- chemiczne reakcje endo- (z pochłanianiem ciepła) i egzotermiczne (z wydzielaniem ciepła).

Temperatura



Pod względem mikroskopowym, ***temperatura*** jest wynikiem ruchu cząsteczek, z których złożone jest ciało. Temperatura rośnie, kiedy wzrasta energia tych ruchów. Ruch może być związany z przemieszczaniem się cząsteczki (np. w gazie), z drganiami atomów, cząsteczek (np. w krysztale), drganiami wewnętrznymi cząsteczki.

I zasada termodynamiki: $\Delta U = Q - L$

Temperatura - skale

Porównanie temperatur w różnych skalach

Zjawisko	Kelvin	Celsjusz	Fahrenheit	Rankine	Delisle	Newton	Réaumur	Rømer
Zero absolutne	0	-273,15	-459,67	0	559,725	-90,14[2]	-218,52	-135,90
Zero Fahrenheita	255,37	-17,78	0	459,67	176,67	-5,87	-14,22	-1,83
Zamarzanie wody	273,15	0	32	491,67	150	0	0	7,5
Średnia temperatura ciała człowieka	310,0	36,6	98,2	557,9	94,5	12,21	29,6	26,925
Wrzenie wody	373,15	100	212	671,67	0	33	80	60
Topnienie tytanu	1941	1668	3034	3494	-2352	550	1334	883
Temperatura efektywna powierzchni Słońca	5800	5526	9980	10440	−8140	1823	4421	2909

Wzór przeliczający temperaturę w stopniach Fahrenheita na temperaturę w stopniach Celsjusza:

$$t = \frac{5}{9} \cdot (t_F - 32)\,^\circ\mathrm{C}$$

Wzór przeliczający temperaturę w stopniach Celsjusza na temperaturę w stopniach Fahrenheita:

$$t_F = \left(\frac{9}{5} \cdot t + 32\right)\,^\circ\mathrm{F}$$

Zjawisko Joule'a – Thomsona (dławienie izentalpowe)



Zjawisko nieodwracalnej zmiany temperatury gazu towarzyszące powolnemu (adiabatycznemu) rozprężaniu gazu przez porowatą przegrodę z przestrzeni gazowej o objętości V_1 i ciśnieniu p_1 do przestrzeni gazowej V_2 i ciśnieniu p_2. Gaz powiększa swoją objętość **nie wykonując pracy zewnętrznej, przy wzroście entropii i zachowanej entalpii**. Zmiana energii układu równa jest:

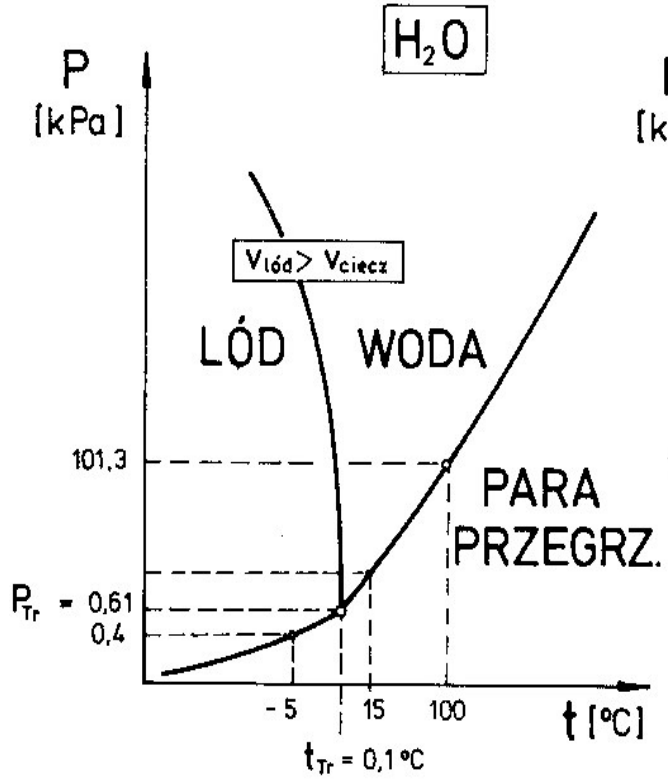
$$E_2 - E_1 = p_1 V_1 - p_2 V_2$$

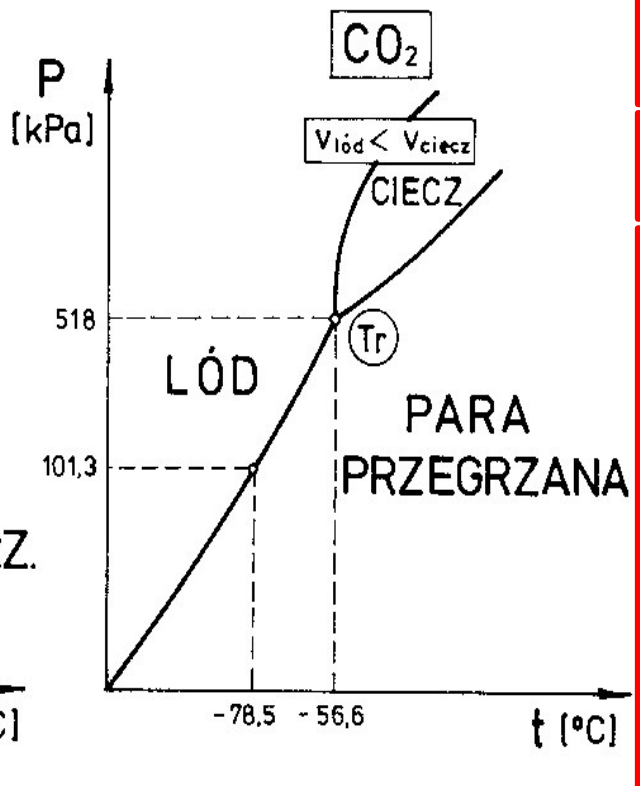
Dla większości gazów (w temperaturze pokojowej) zmiana temperatury w zjawisku jest **ujemna** (ochłodzenie czyli tzw. dodatnie zjawisko Joule'a-Thomsona). ***Spowodowane jest to tym, że siły przyciągania między cząsteczkami przeważają nad siłami odpychania, dlatego podczas rozprężania cząsteczki wykonują pracę przeciwko tym siłom i zmniejszą swoją energię wewnętrzną, a więc i temperaturę.***

Krzywe nasycenia dla H_20 i CO_2 – porównanie



➢ Obniżenie temperatury pary CO_2 przy ciśnieniu zewnętrznym atmosferycznym do wartości poniżej -78,5 °C prowadzi do zjawiska resublimacji CO_2. Gaz zamienia się w śnieżnobiałą masę (gaśnice śniegowe - środkiem gaśniczym w gaśnicy jest zawarty w wysokociśnieniowej butli, skroplony CO_2 (dwutlenek węgla), który rozprężając się adiabatycznie oziębia się do ok. -78°C i zestala w formę tzw. suchego lodu).





➢ Odmienne przebiegi krzywych topnienia (krzepnięcia) CO_2 i H_2O związane są charakterystycznym dla H_2O wzrostem objętości lodu w stosunku do objętości wody.

➢ Odchylenie w lewo krzywej topnienia lodu H_2O wyjaśnia, dlaczego pod wysokim ciśnieniem, np. wywołanym przez ciężar łyżwiarza skupiony na ostrej krawędzi łyżwy, lód o niskiej nawet temperaturze topi się dając wodę, dzięki której tarcie łyżwy o lód jest płynne (niewielkie),

➢ CO_2 może być cieczą tylko pod ciśnieniem wyższym niż 5,18 bar.

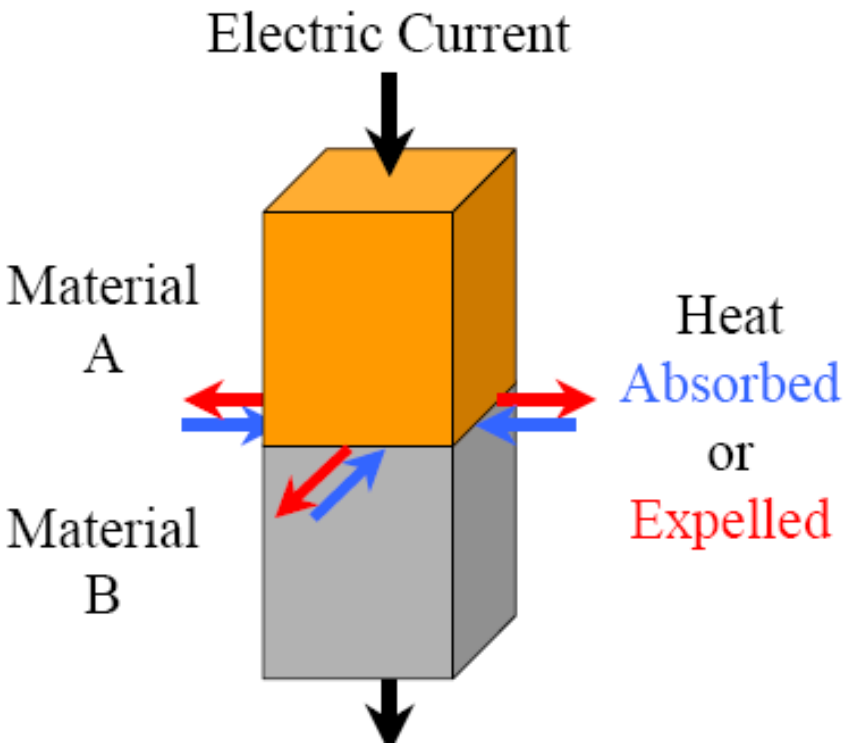
➢ Krzywa sublimacji dla CO_2 wyjaśnia dlaczego zestalony blok CO_2 nazywa się suchym lodem (pod ciśnieniem atmosferycznym blok taki się nie topi, lecz ulega bezpośredniej sublimacji w parę CO_2, przy czym temperatura powstającej pary jest bardzo niska tzn. niższa od -78,5 °C. Sublimujący dwutlenek węgla pobiera wielkie ilości ciepła temperatura obniżając temperaturę w pomieszczeniach chłodniczych).

Zjawisko Peltiera – zjawisko termoelektryczne

Zachodzi w układzie dwóch materiałów będących ze sobą w kontakcie. Jeśli przez układ materiałów płynie prąd, to złącze się albo ogrzewa, albo oziębia.

Zjawisko ***pochłaniania bądź wydzielania ciepła*** na granicy dwóch różnych metali lub półprzewodników w czasie przepływu prądu elektrycznego.

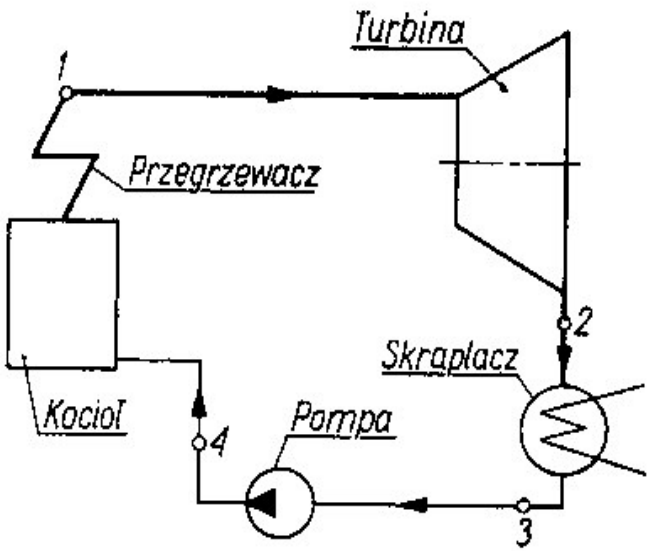
Zjawisko odwrotne do efektu ***Seebecka*** (termopary) polegającego na powstawaniu ***siły elektromotorycznej*** w obwodzie zawierającym dwa metale lub półprzewodniki gdy ich złącza znajdują się w różnych temperaturach.



DEFINICJA OBIEGU TERMODYNAMICZNEGO

Obiegiem termodynamicznym (zamkniętym) nazywa się szereg kolejnych przemian termodynamicznych, po przejściu których czynnik wraca do stanu początkowego. Po realizacji pełnego obiegu parametry stanu czynnika termodynamicznego wracają do wartości początkowych pomimo, że w kolejnych przemianach ulegały ciągłym zmianom (obieg siłowni parowej). W obliczeniach nie uwzględnia się zmian energii wewnętrznej ***ΔU=0,*** gdyż po wykonaniu obiegu energia wewnętrzna czynnika powraca do wartości początkowej.

Jeżeli czynnik po realizacji kolejnych przemian termodynamicznych nie wraca do stanu początkowego nazywa się ***obiegiem termodynamicznym otwartym***.



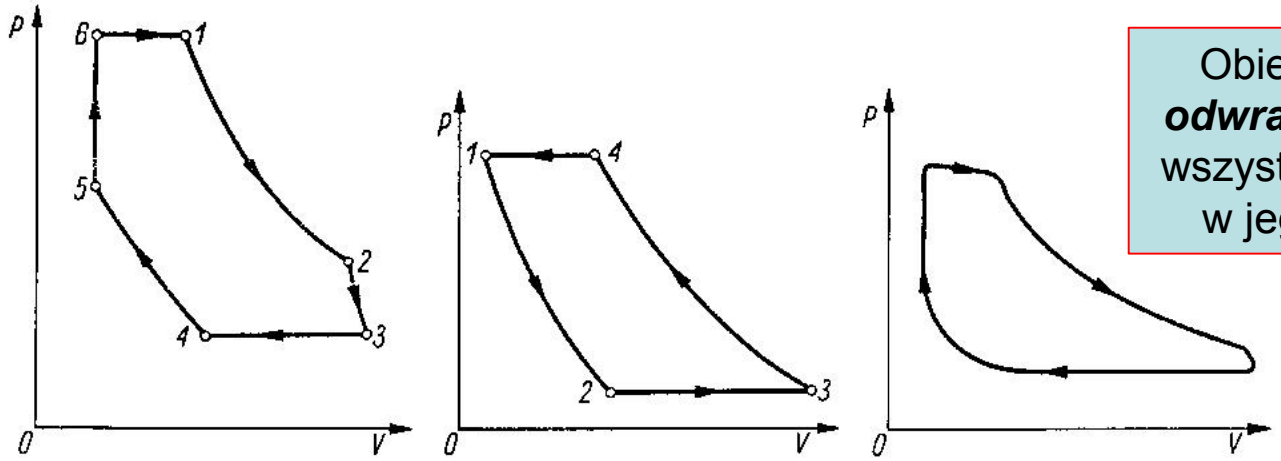
Czynnikiem roboczym obiegu siłowni parowej jest **woda** i **para wodna (H_2O)**, która przepływa kolejno przez:

- kocioł i przegrzewacz (przemiana izobaryczna 4-1), podgrzewanie wody do temperatury wrzenia, gotowanie wody i przegrzewanie powstającej pary do stanu przegrzania (przeźroczysta);
- turbinę (przemiana 1-2), izentropowe rozprężanie pary w turbinie, wykonywana jest praca mechaniczna;
- skraplacz (przemiana 2-3), przemiana izobarycznego skraplania pary;
- pompę zasilającą (przemiana 3-4), izentropowe przetłaczanie skroplin do kotła.

Obieg siłowni parowej Clausiusa-Rankine'a

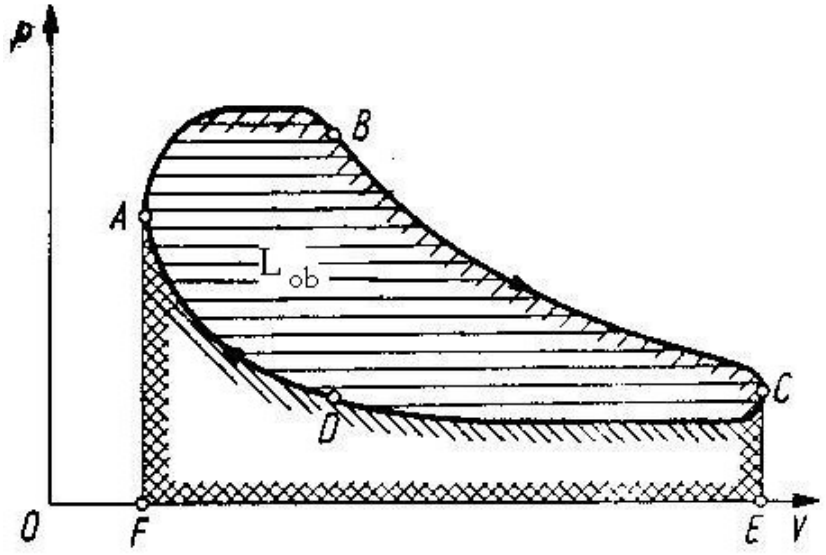
PRACA OBIEGU

Obieg termodynamiczny zamknięty odwzorowany w dowolnym układzie współrzędnych ma zawsze kształt linii zamkniętej.



Obieg termodynamiczny jest ***odwracalny*** tylko wówczas, gdy wszystkie przemiany wchodzące w jego skład są odwracalne.

Obraz obiegów termodynamicznych zamkniętych w układzie pracy



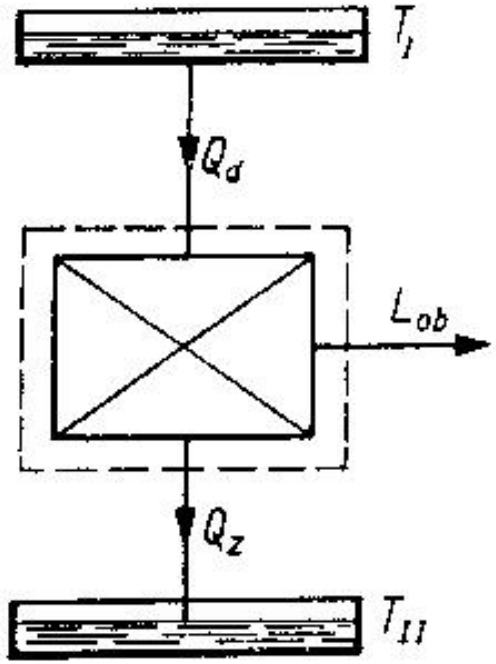
Obraz pracy obiegu

Praca obiegu składającego się z następujących przemian odwracalnych:

- linia A-B-C – ***ekspansja***, objętość czynnika wzrasta, a zatem praca bezwzględna ma wartość dodatnią (pole A-B-C-E-F-A), linia C-D-A – ***kompresja***, objętość czynnika maleje, a zatem praca bezwzględna ma wartość ujemną (pole C-D-A-F-E-C),
- pole A-B-C-D-A – ***praca obiegu*** L_{ob}, różnica pomiędzy pracą uzyskaną podczas ekspansji i pracą włożoną podczas kompresji.

OBIEG PRAWOBIEŻNY

Obieg prawobieżny (silnikowy, motoryczny) **–** praca obiegu ma wartość dodatnią (pole obrazujące prace obiegu znajduje się po prawej stronie, posuwając się po liniach kolejno realizowanych przemian). **Maszyna dostarcza energię mechaniczną (silniki cieplne)**. Czynnik termodynamiczny pobiera ciepło Q_d ze źródła o temperaturze wyższej T_I (z komory spalania silnika cieplnego), którego część zamienia na pracę mechaniczną L_{ob}, a pozostałą część tego ciepła Q_z oddaje do źródła ciepła o temperaturze niższej T_{II} (do otoczenia, do cieczy chłodzącej, do oleju smarowego etc.).



Bilans energii obiegu prawobieżnego

Bilans energetyczny silnika cieplnego:

Z zasady zachowania energii: $E_d = \Delta E_u + E_z$

Ponieważ: $E_d = Q_d$ oraz $\Delta E_u = 0$ oraz $E_z = L_{ob} + Q_z$

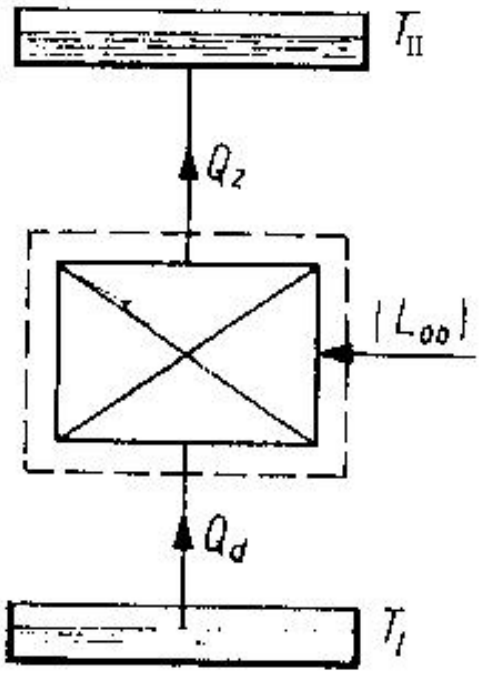
Stąd: $Q_d = L_{ob} + Q_z$ czyli $L_{ob} = Q_d - Q_z$

Sprawność termiczna obiegu prawobieżnego:

$$\eta_t = \frac{L_{ob}}{Q_d} = \frac{Q_d - Q_z}{Q_d} = 1 - \frac{Q_z}{Q_d}$$

OBIEG LEWOBIEŻNY

Obieg lewobieżny (chłodniczy, pompy ciepła) **– praca obiegu ma wartość ujemną (pole obrazujące prace obiegu znajduje się po lewej stronie, posuwając się po liniach kolejno realizowanych przemian). Do maszyny dostarczana jest energia mechaniczna (urządzenia chłodnicze obniżające temperaturę poniżej temperatury otoczenia, lub ziębnicze – znacznie poniżej temperatury otoczenia, a także „pompy ciepła"). Maszyna pobiera ciepło Q_d ze źródła o temperaturze niższej T_I i oddaje ciepło Q_z do źródła o temperaturze wyższej T_{II}, dzięki doprowadzonej energii mechanicznej, równej co do wartości bezwzględnej wartości pracy obiegu $|L_{ob}|$.**



Bilans energii obiegu lewobieżnego

Bilans energetyczny obiegu lewobieżnego:

Z zasady zachowania energii: $E_d=\Delta E_u+E_z$

Ponieważ: $E_d=Q_d+|L_{ob}|$ oraz $\Delta E_u=0$ oraz $E_z=Q_z$

Stąd ilość ciepła oddawanego do źródła cieplejszego jest o $|L_{ob}|$ większa od ilości ciepła pobieranego ze źródła zimniejszego: $Q_d+|L_{ob}|=Q_z$ czyli $|L_{ob}|=Q_z-Q_d$

WSPÓŁCZYNNIK WYDAJNOŚCI CHŁODNICZEJ

(ziębniczej) - efektem jest ciepło odebrane z przestrzeni chłodniczej (ziębniczej), a nakładem doprowadzona energia mechaniczna:

$$\varepsilon_{oz}=\frac{Q_d}{|L_{ob}|}$$

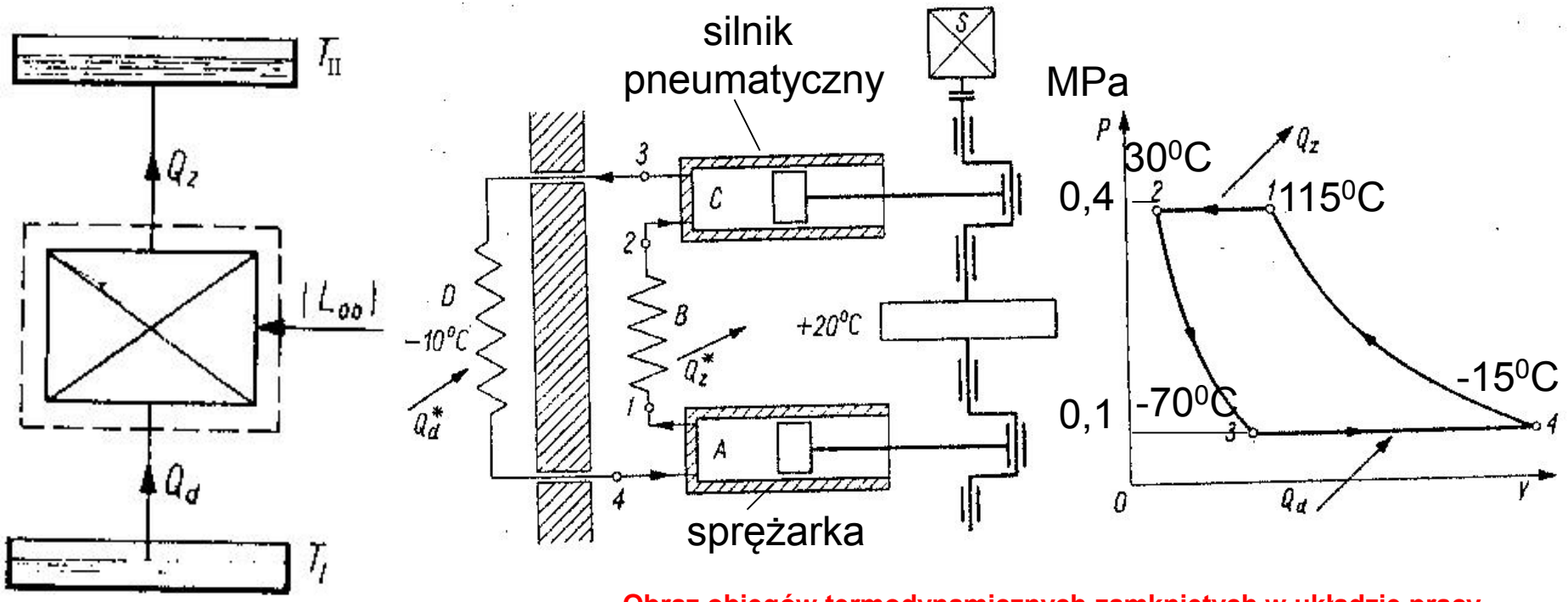
POMPA CIEPŁA

Nazwa ***"pompa ciepła"*** jest użyta przez analogię do nazwy powszechnie znanej ***"pompy hydraulicznej"*** pompującej ciecz (najczęściej wodę) z niżej położonego zbiornika do zbiornika położonego wyżej.
Zarówno "pompa hydrauliczna" jak i "pompa ciepła" ***potrzebują energii dostarczonej z zewnątrz***.

Kiedy wymiana ciepła odbywa się w naturalnym kierunku (od wyższej temperatury do niższej), wykorzystuje się to do zamiany energii cieplnej na pracę. Aby wymiana odbywała się w odwrotnym kierunku (od temperatury niższej do wyższej) ***należy z zewnątrz dostarczyć energii.***

OBIEG POMPY CIEPŁA

Zadaniem jej jest ogrzewanie budynków. Źródłem ciepła o temperaturze niższej, z którego pobierane jest ciepło, jest powietrze otaczające budynek $T_I=T_{ot}$, lub woda w zbiorniku o temperaturze wyższej niż temperatura otoczenia (podziemne źródła termalne) $T_I=T_w$. Źródłem ciepła o temperaturze wyższej T_{II} jest wnętrze budynku, do którego doprowadzane jest ciepło, dzięki pracy mechanicznej doprowadzanej z zewnątrz $|L_{ob}|$.



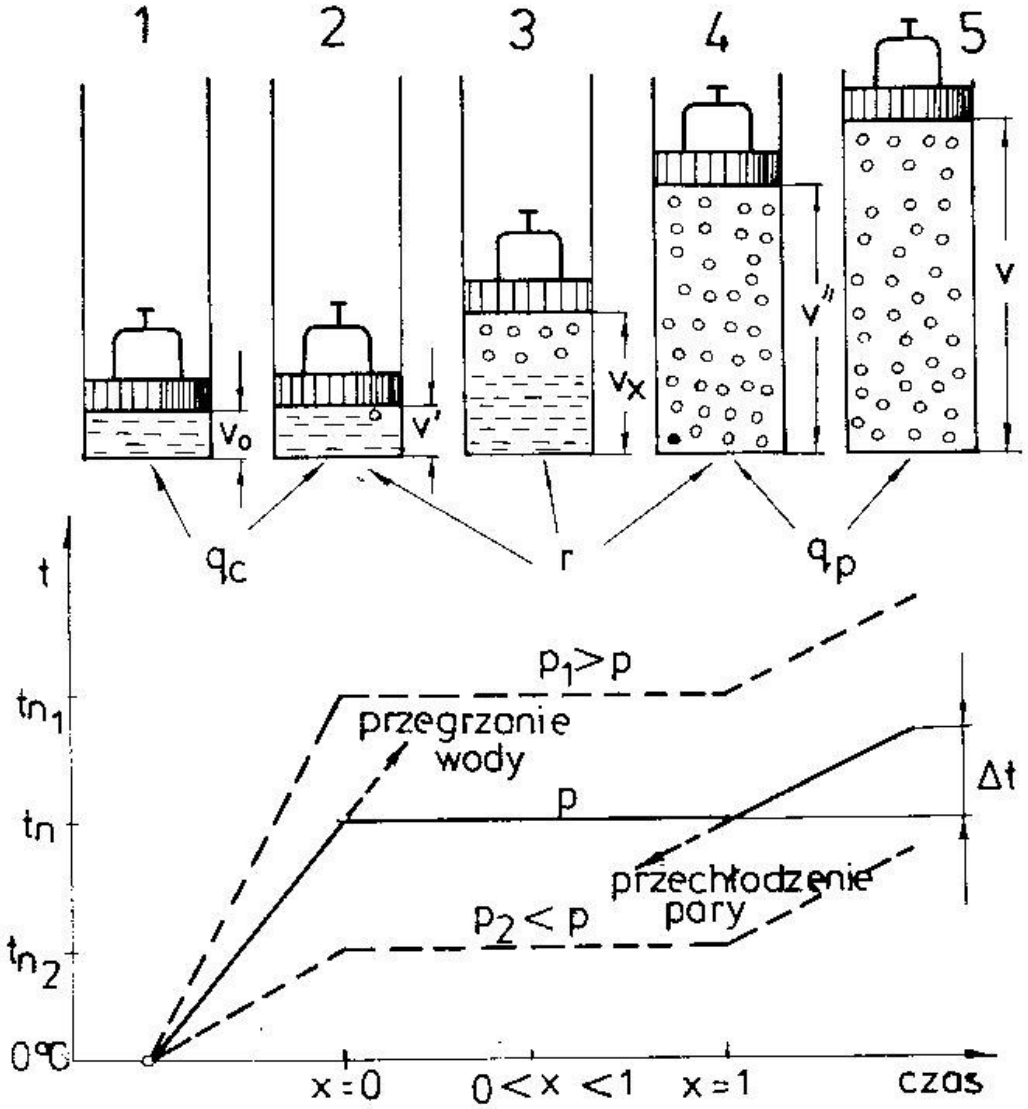
Obraz obiegów termodynamicznych zamkniętych w układzie pracy

Współczynnik wydajności pompy ciepła **-** efektem jest ciepło oddawane do wnętrza budynku, a nakładem doprowadzona do pompy energia mechaniczna:

$$\varepsilon_{pc} = \frac{Q_z}{|L_{ob}|}$$

Izobaryczne wytwarzanie pary





Stopień suchości pary x:

$$x = \frac{m''}{m} = \frac{m''}{m''+m'}$$

m – masa pary nasyconej mokrej,

m' – masa cieczy,

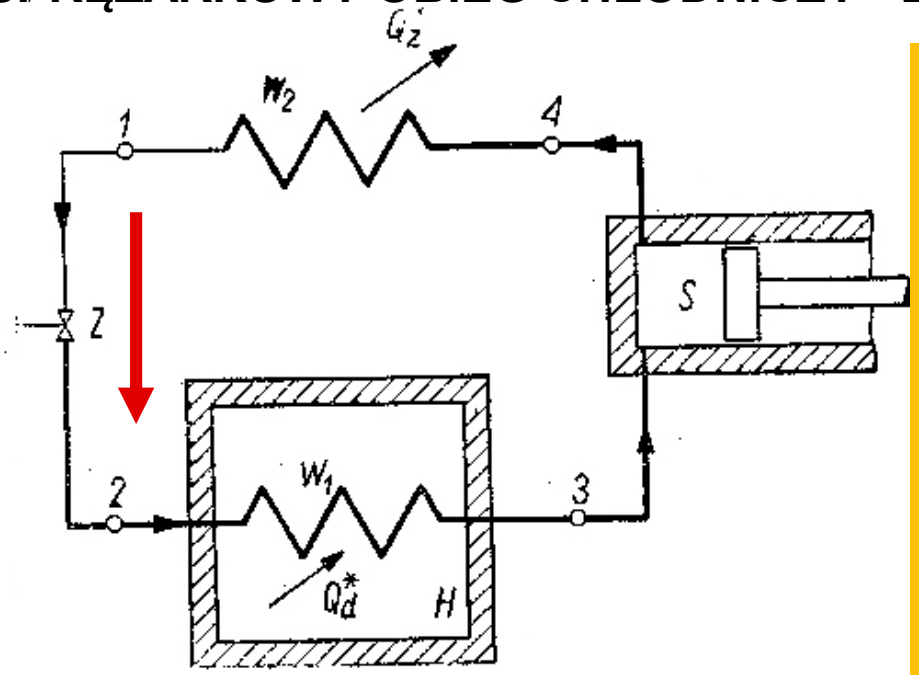
m" – masa pary suchej nasyconej.

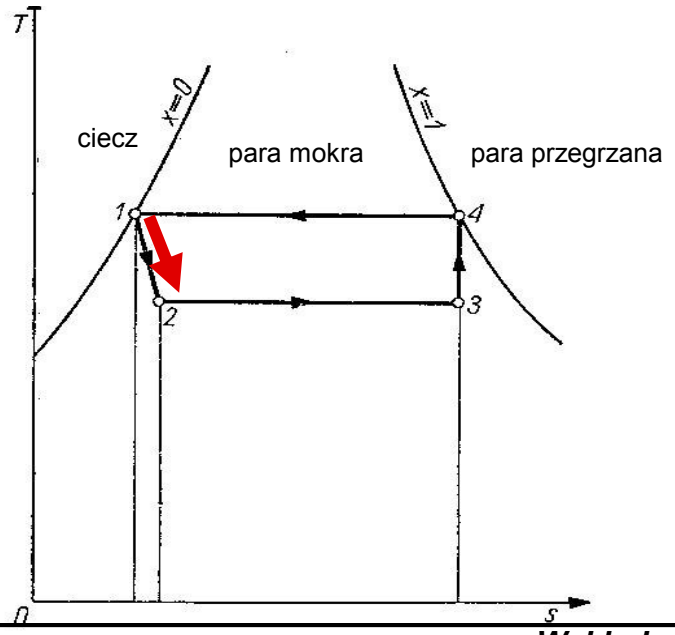
➢ **Stan nasycenia** - **Podczas parowania do ograniczonej przestrzeni zachodzi równocześnie zjawisko skraplania, polegające na wnikaniu cząstek pary do cieczy. Stan równowagi, któremu towarzyszy największa gęstość pary nazywa się stanem nasycenia, a para w tym stanie – parą nasyconą. Temperatura pary nasyconej (temperatura nasycenia) rośnie wraz ze wzrostem ciśnienia.**

➢ **Para nasyconą** jest zarówno para mokra w stanie **3** (mieszanina pary suchej nasyconej i wody), jak i para sucha w stanie **4**.

➢ **Para przegrzana** w stanie **5** – **nie jest parą nasyconą** – ponieważ objętość właściwa pary przegrzanej jest większa od objętości właściwej pary nasyconej o takim samym ciśnieniu, to w tej samej objętości jest mniejsza ilość cząsteczek pary (jeżeli **v=V/m > v_x=V/m_x** i **V=const to m<m_x**).

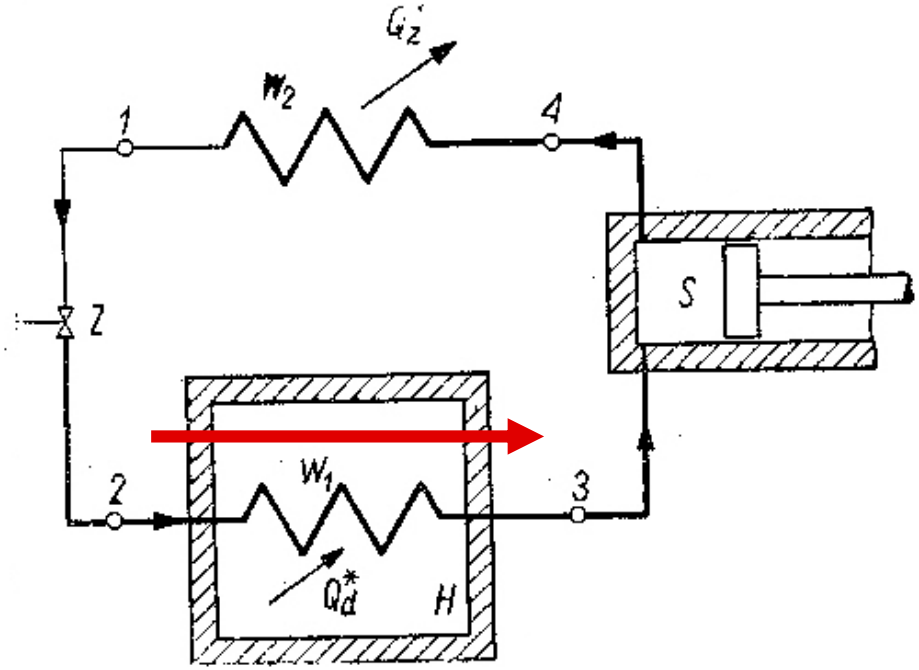
SPRĘŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

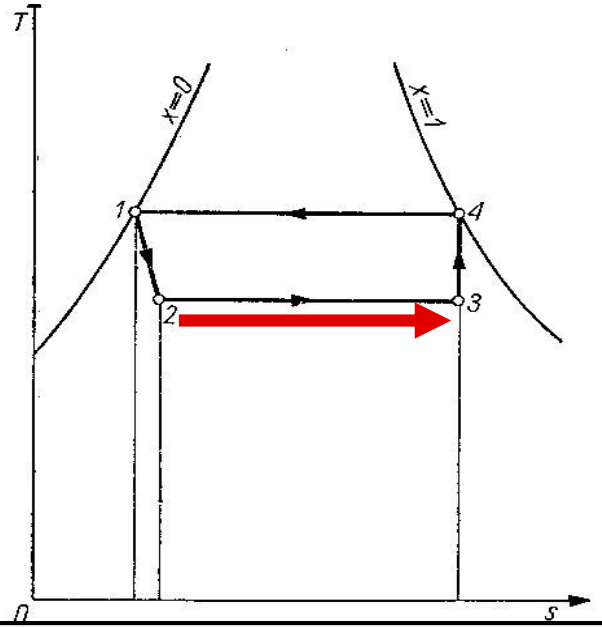




Do zaworu dławiącego „Z” doprowadza się ciekły (skroplony) czynnik chłodniczy (amoniak NH_3, węglowodory nasycone „freony” o niskiej, ujemnej temperaturze wrzenia), ze skraplacza o dość wysokim ciśnieniu i temperaturze zbliżonej do temperatury otoczenia. W zaworze ciecz zostaje izentalpowo zdławiona do ciśnienia znacznie niższego od ciśnienia nasycenia (odpowiadającego temperaturze przed zaworem) – przemiana 1-2. Czynnik wydostawszy się do kanału, w którym panuje niskie ciśnienie zaczyna gwałtownie wrzeć. Część jego zamienia się w parę, a ponieważ w okolicy zaworu dławiącego kanał przepływowy jest zaizolowany, czynnik nie może pobrać z zewnątrz ciepła potrzebnego do odparowania. Odparowanie odbywa się więc tylko kosztem energii czynnika. Powoduje to obniżenie temperatury czynnika poniżej temperatury otoczenia. Tak więc za zaworem otrzymuje się mieszaninę cieczy i pary tj. parę mokrą o niskiej temperaturze i małym stopniu suchości.

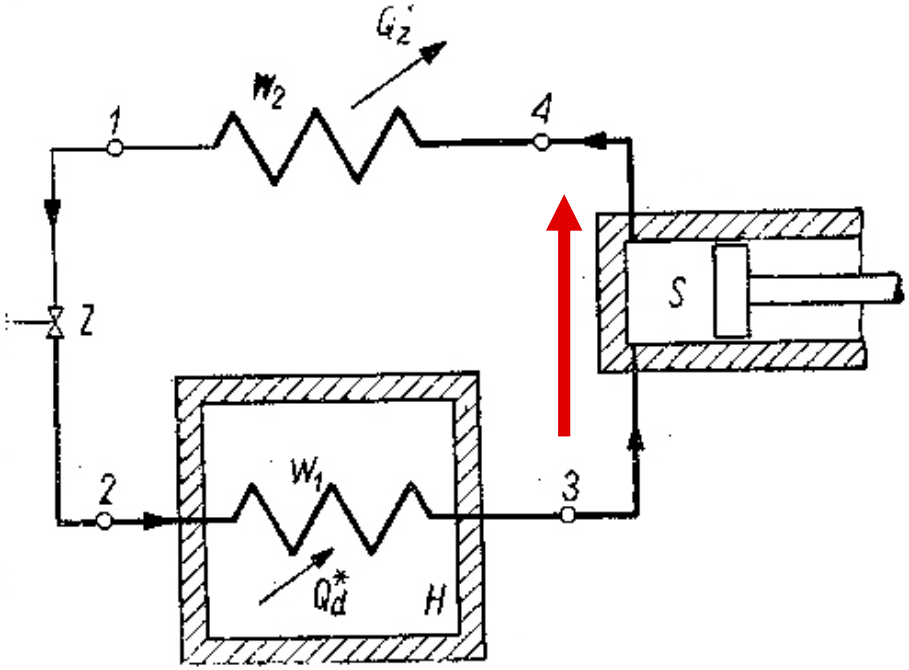
SPREŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

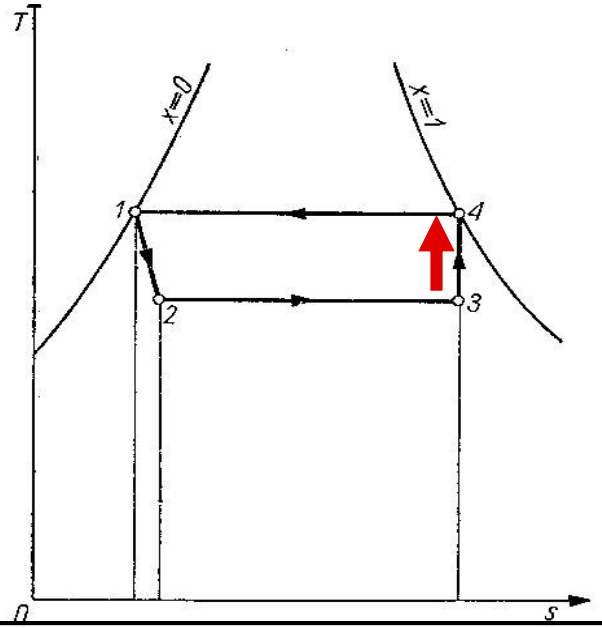




Mieszaninę tę skierowuje się do wężownicy parownika (wymiennika ciepła) W_1, umieszczonej w przestrzeni H, z której chcemy odebrać ciepło. W wężownicy parownika czynnik podlega przemianie izobaryczno-izotermicznej (2-3), w czasie której jego stopień suchości staje się coraz większy, gdyż pobiera on ciepło z przestrzeni chłodzonej H.

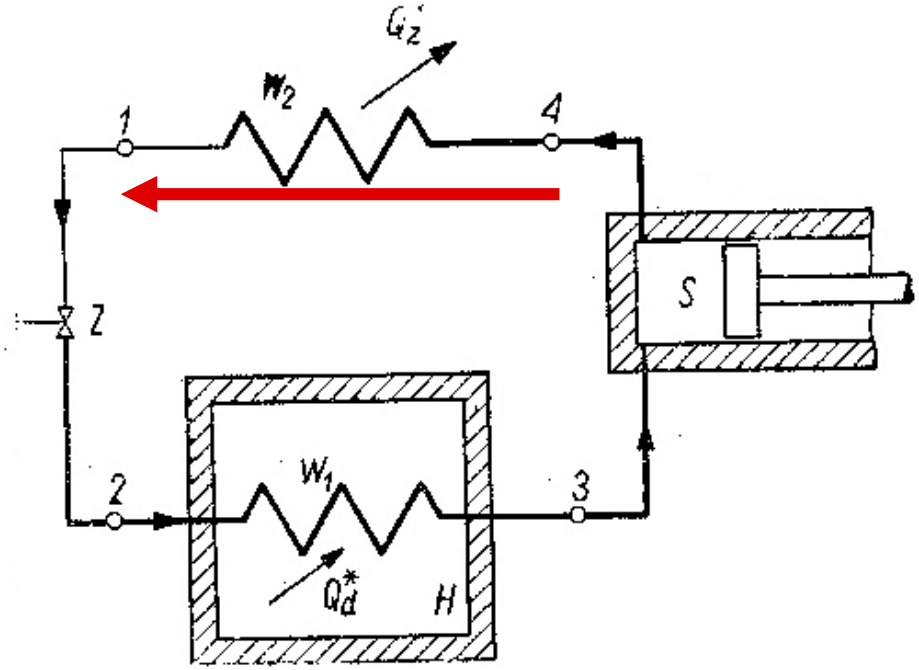
SPREŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

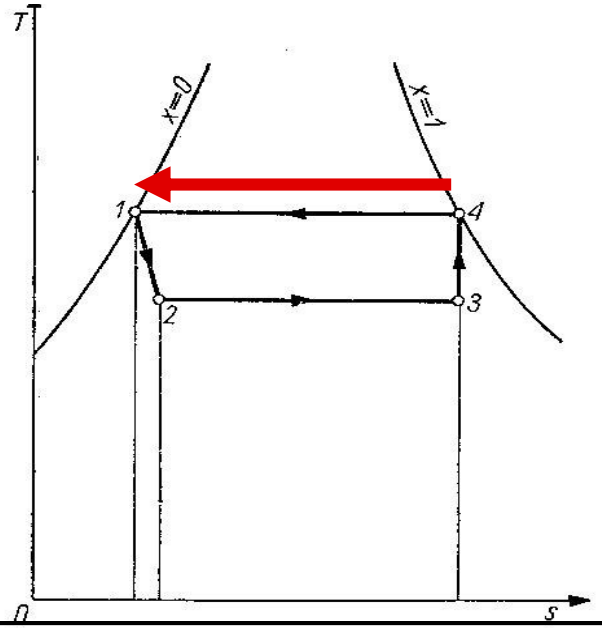




Następnie czynnik chłodniczy przepływa przez sprężarkę S, w której następuje adiabatyczny wzrost jego ciśnienia i temperatury (przemiana 3-4).

SPREŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO



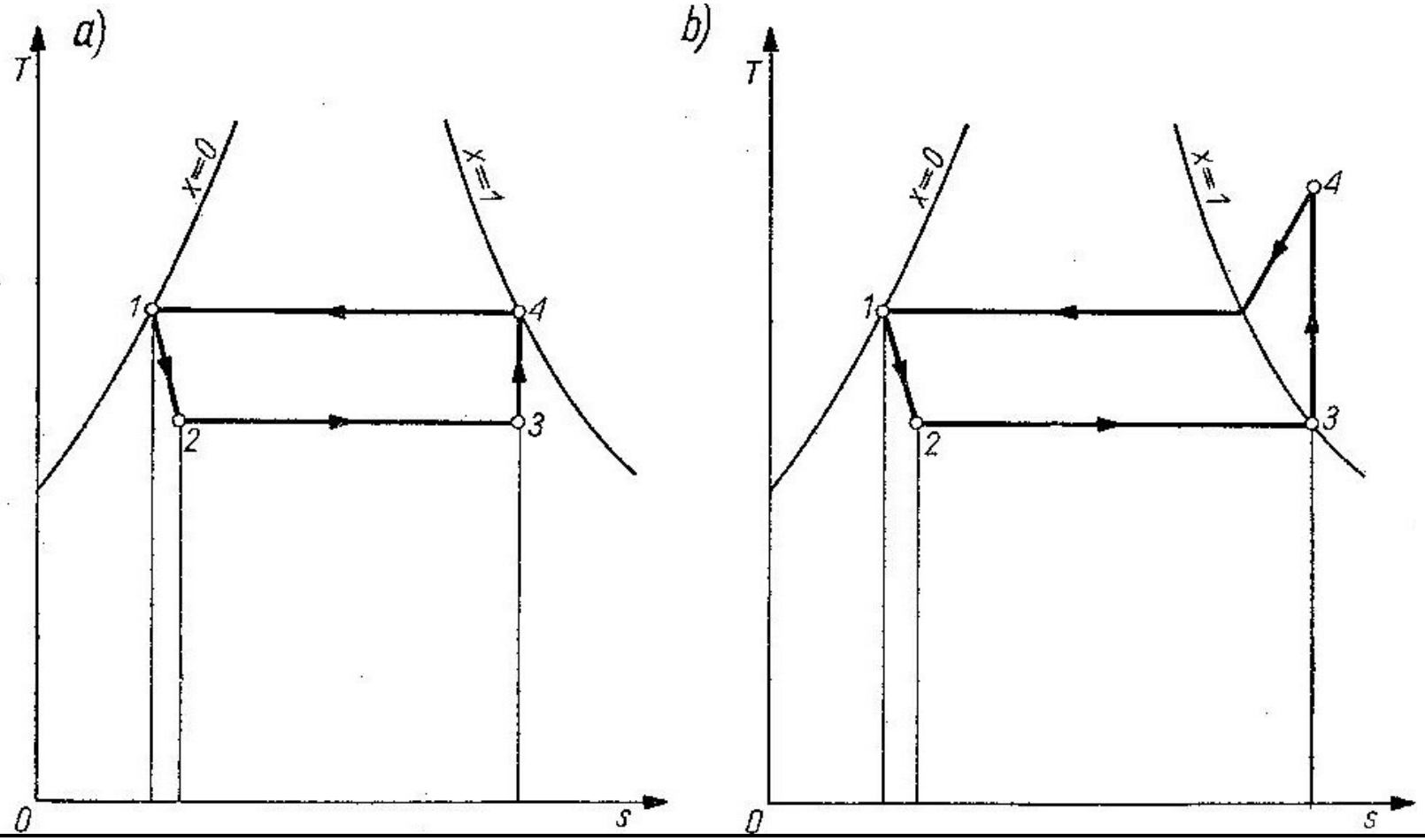


Po wyjściu ze sprężarki czynnik przepływa przez wężownicę skraplacza W_2, w której izobaryczno-izotermicznie oddaje ciepło do otoczenia (przemiana 4-1) tak długo, aż stanie się cieczą o temperaturze prawie równej temperaturze otoczenia.

SPRĘŻARKOWY OBIEG CHŁODNICZY - LINDEGO

a) ***MOKRY OBIEG LINDEGO*** – *sprężarka zasysa parę mokrą (punkt 3) o takim stopniu suchości, że wskutek adiabatycznego sprężania staje się parą nasyconą suchą (punkt 4).*

b) ***SUCHY OBIEG LINDEGO*** – *sprężarka zasysa parę nasyconą suchą (punkt 3), która wskutek adiabatycznego sprężania staje się parą przegrzaną (punkt 4).*



Czynniki chłodnicze

Czynniki chłodnicze powinny spełniać szereg warunków:

- ze względu na stosowalność, powinny mieć dużą **trwałość chemiczną**
- ze względów bezpieczeństwa, **nie powinny być palne, wybuchowe lub toksyczne.**
- ze względu na ochronę środowiska, powinny mieć **niski potencjał niszczenia ozonu i niski potencjał ocieplenia i niski globalny potencjał ocieplenia**.

Głównymi grupami czynników chłodniczych są **amoniak NH_3** i **fluorowcopochodne węglowodorów**: **chlorofluorowęglowodory (CFC),** jak **R-12**, **wodorochlorofluoro-węglowodory (HCFC),** jak **R-22**, i **hydrofluorowęglowodory (HFC)**, takie jak **R-134a**, **R-404** lub **R-507**. W przeszłości **chlorofluorowęglowodory (CFC)** były powszechnie stosowane jako czynnik chłodniczy, ale zostały stopniowo wycofane z użycia, zgodnie z międzynarodowymi umowami, z powodu ich potencjału **NISZCZENIA OZONU**. Stosowanie **HCFC**, jak np. **R-22**, w nowych instalacjach jest zabronione od roku 2000.

Czynniki chłodnicze

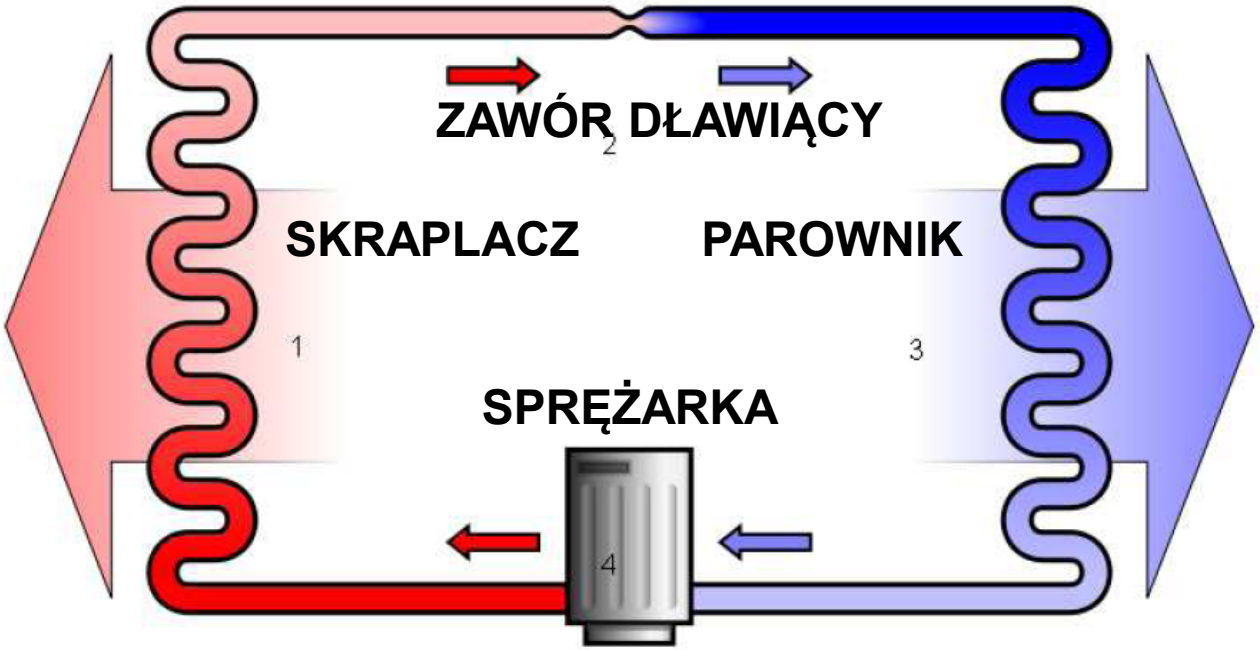
Amoniak NH_3 (R-717)

Amoniak jest stosowany jako czynnik chłodniczy w dużych instalacjach przemysłowych. Zarówno w postaci ciekłej, jak i gazowej, jest bezbarwny. Jest silnie trujący, ma bardzo silny, gryzący i nieprzyjemny zapach. Podgrzany amoniak pali się, a w wyższych temperaturach może być wybuchowy. Amoniak w fazie gazowej jest prawie o połowę lżejszy od powietrza. Główną wadą amoniaku są wyższe wymagania dotyczące bezpieczeństwa.

R-134a

Jest pojedynczym hydrofluorowęglowodorem, czyli związkiem HFC, nie zawierającym chloru, nie posiadającym potencjału niszczenia ozonu, o umiarkowanym globalnym potencjale ocieplenia. Stosowany w przemyśle samochodowym, stacjonarnych urządzeniach klimatyzacyjnych i w chłodnictwie średniotemperaturowym.

Zasada działania sprężarkowego urządzenia chłodniczego



Sprężarkowe urządzenia chłodnicze realizują lewobieżny obieg termodynamiczny (obieg Lindego), będący odwróceniem obiegu silnika cieplnego. Ciepło jest pobierane przez roboczy czynnik chłodniczy w parowniku (dolne źródło ciepła), w którym czynnik odparowuje i trafia do sprężarki, gdzie rośnie energia wewnętrzna czynnika (a więc i temperatura), a następnie w skraplaczu oddaje ciepło (górne źródło ciepła) skraplając się i przez zawór dławiący lub rurkę kapilarną, trafia z powrotem do parownika.

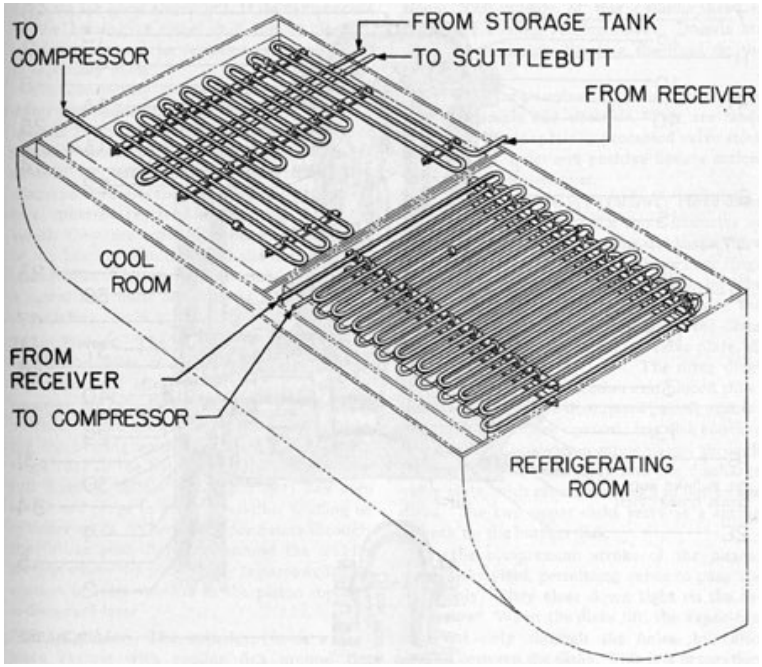
Zasada działania sprężarkowego urządzenia chłodniczego

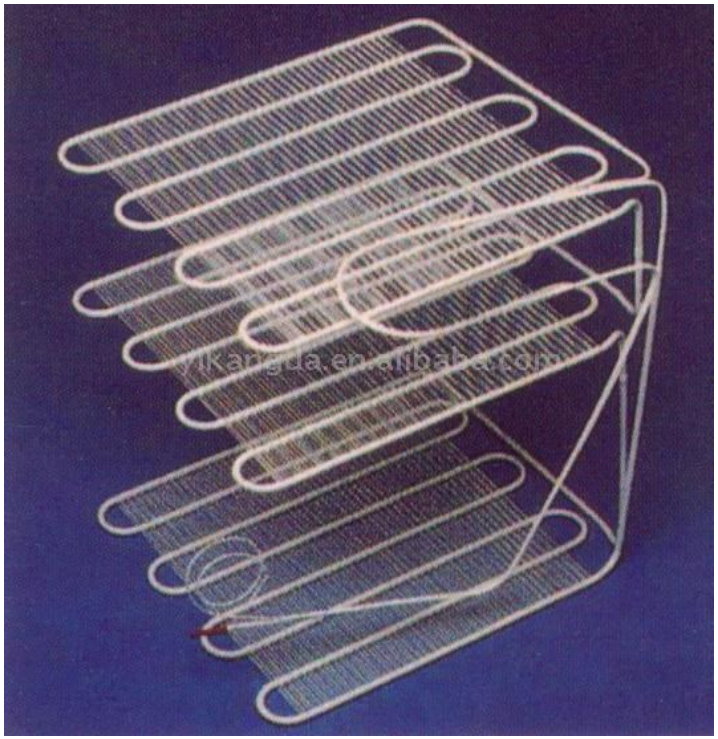
W **parowniku**, który jest umiejscowiony w środowisku chłodzonym, panuje niskie ciśnienie więc i temperatura. Znajdujący się tam czynnik chłodniczy **wrze, intensywnie odbierając ciepło**.

Następnie jest zasysany i sprężany przez **sprężarkę** po czym trafia do **skraplacza**, gdzie pod wysokim ciśnieniem ulega skropleniu. Ciekły czynnik o temperaturze wyższej od temperatury otoczenia trafia do **elementu dławiącego**, ponieważ jego ciśnienie musi zostać obniżone do ciśnienia panującego w parowniku. Podczas dławienia część czynnika odparowuje powodując spadek temperatury pozostałej cieczy. Zimna mieszanina cieczowo-parowa trafia do parownika i CYKL SIĘ POWTARZA.

Parownik

W **parowniku** następuje odparowanie czynnika chłodniczego. Ciepło odbierane z chłodzonej przestrzeni powoduje odparowanie czynnika chłodniczego **przy bardzo niskiej temperaturze**, wytwarzając gaz o niskiej temperaturze i niskim ciśnieniu.

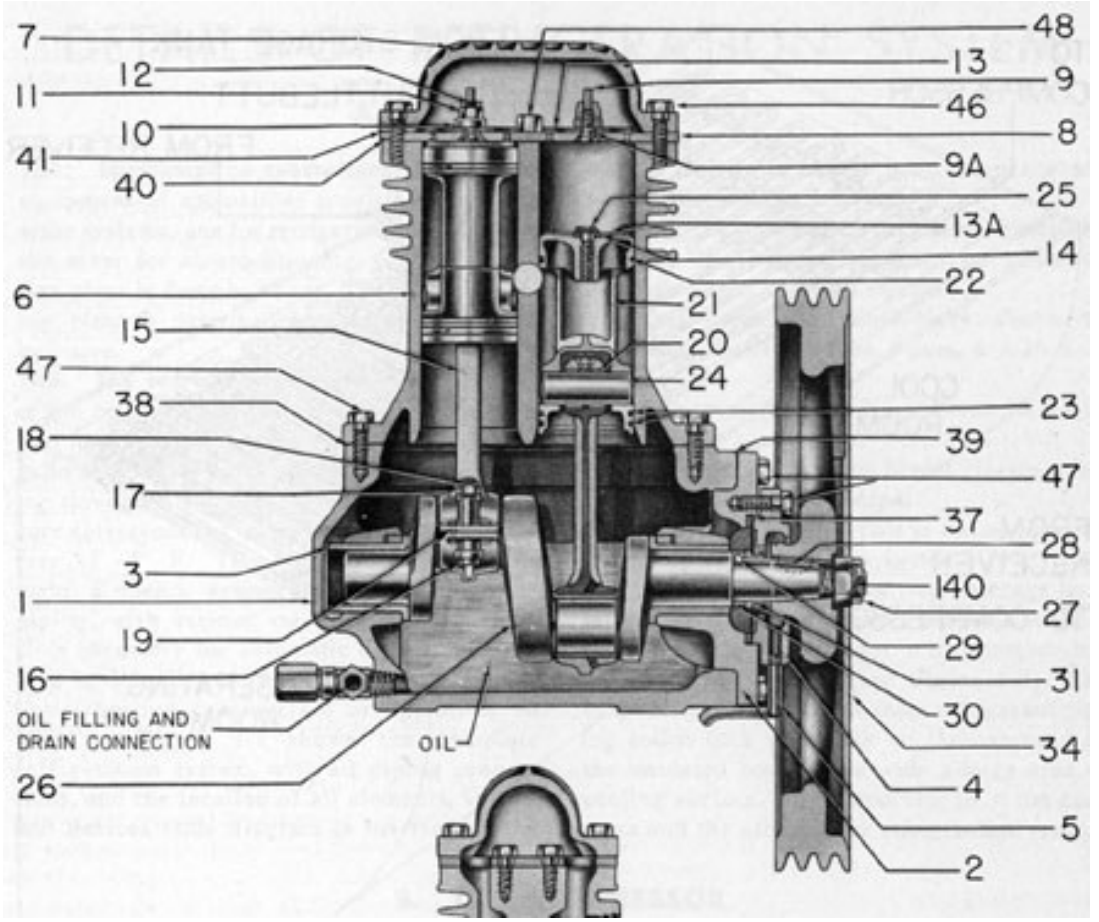




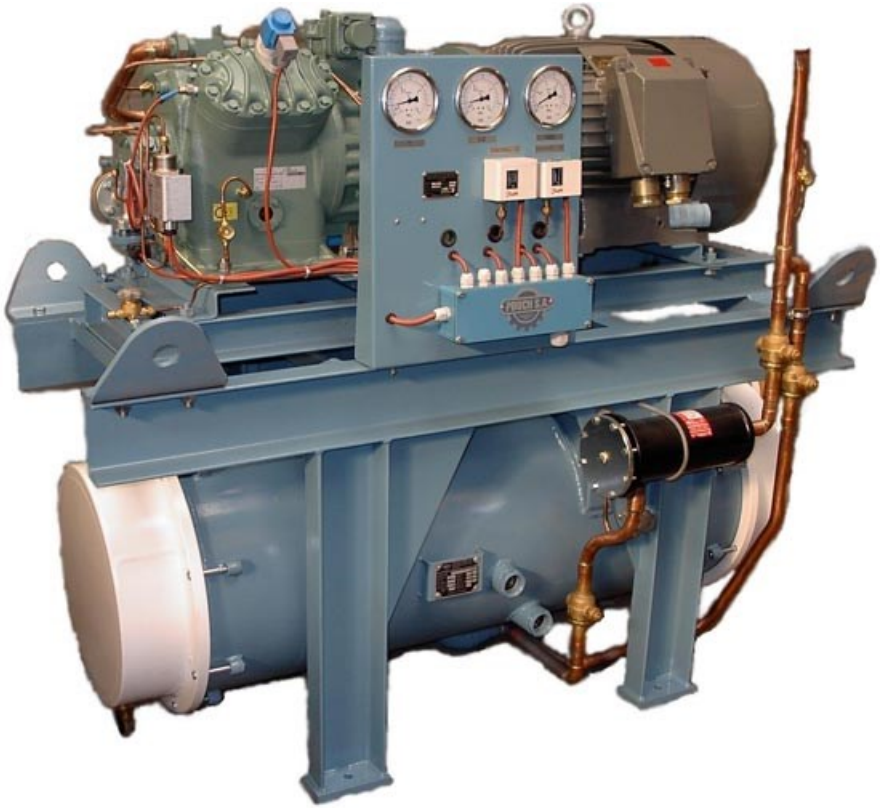
Sprężarka

Sprężarka — pobiera z **parownika** czynnik chłodniczy w postaci gazowej poprzez system rur i spręża go do wysokiego ciśnienia. Sprężanie **powoduje także podwyższenie temperatury** czynnika chłodniczego.

Sprężarki są zwykle umieszczone centralnie, w maszynowni. Stosowane są trzy główne typy sprężarek: tłokowe, śrubowe lub turbosprężarki.



Sprężarka

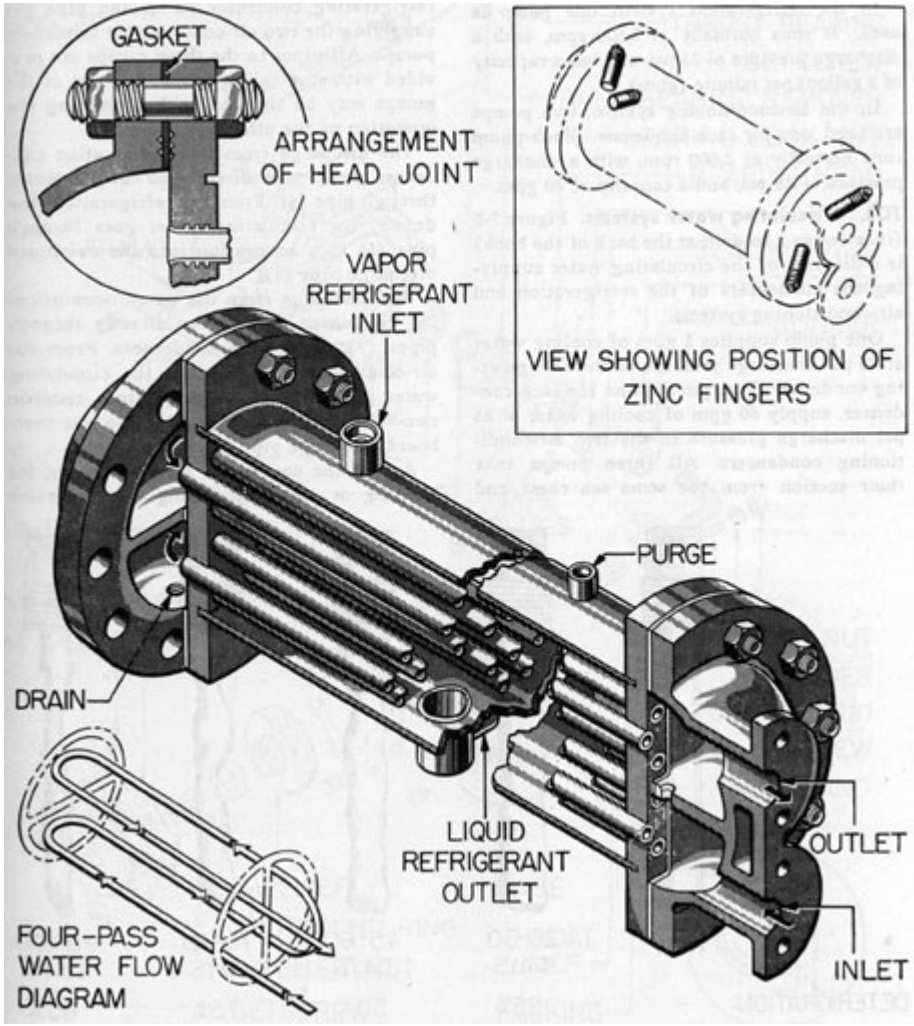




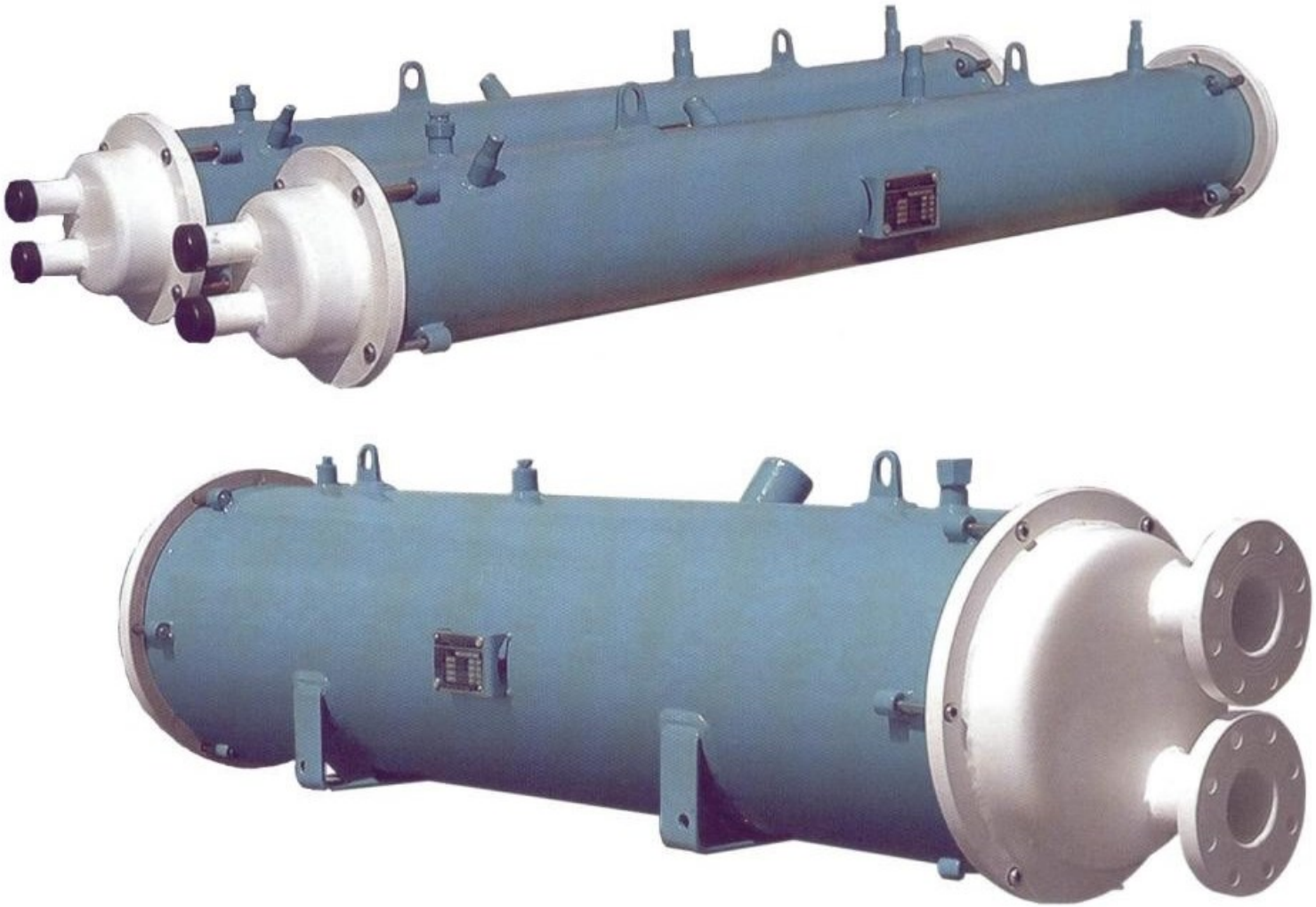
Skraplacz

Skraplacz — najczęściej jest umieszczony oddzielnie. Wymiennik ciepła przekazuje ciepło z czynnika chłodniczego do czynnika chłodzącego.

Czynnik chłodniczy, doprowadzany ze sprężarki w postaci gazu pod wysokim ciśnieniem, skrapla się wewnątrz skraplacza przy prawie stałym ciśnieniu. Skroplony czynnik chłodniczy opuszcza skraplacz w postaci cieczy o **podwyższonej temperaturze, pod wysokim ciśnieniem**.



Skraplacz



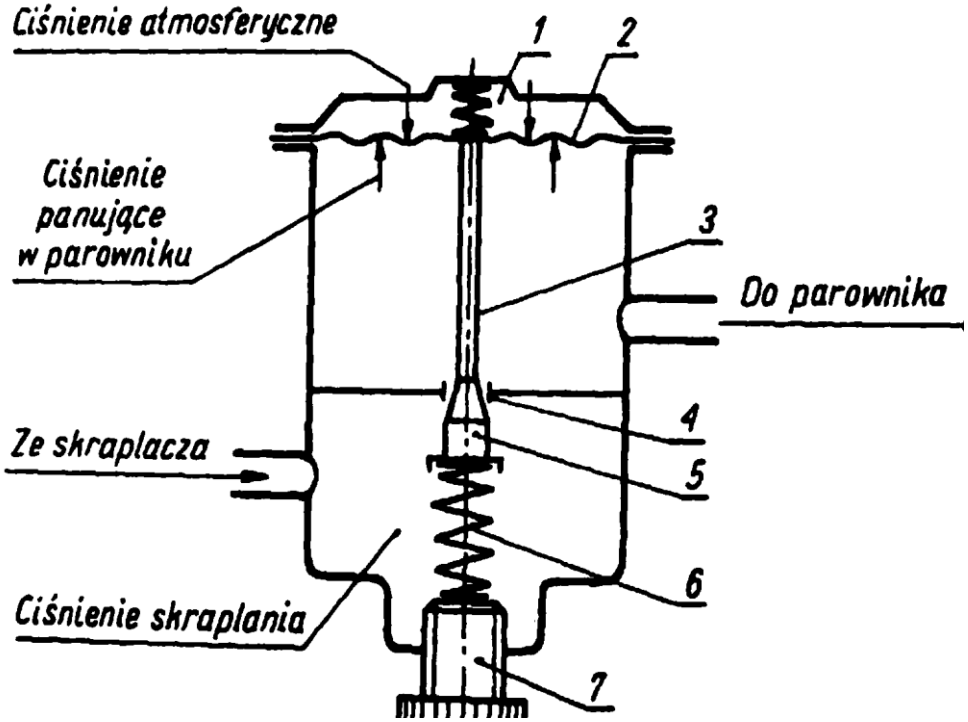
Zawór rozprężny

Ciekły czynnik o temperaturze wyższej od temperatury otoczenia trafia do **elementu dławiącego**, ponieważ jego ciśnienie musi zostać obniżone do ciśnienia panującego w **parowniku**. Podczas dławienia część czynnika odparowuje powodując spadek temperatury pozostałej cieczy. Zimna mieszanina cieczowo-parowa trafia do parownika i cykl się powtarza.

Dławienie - zachodzi podczas przepływu płynu przez zawór lub inne przewężenie kanału i polega na spadku ciśnienia bez wymiany ciepła z otoczeniem oraz bez wykonania pracy zewnętrznej. ***Występujące tarcie powoduje spadek ciśnienia***.

Zawór rozprężny — w sposób kontrolowany przepuszcza ciecz pod wysokim ciśnieniem. Przy obniżaniu ciśnienia obniża się punkt wrzenia czynnika chłodniczego, który parując w niskich temperaturach odbiera ciepło i powoduje chłodzenie.

Zawór rozprężny



Gdy sprężarka zostaje uruchomiona, wówczas ciśnienie w parowniku spadnie na skutek odsysania, a tym samym spadnie ono również w komorze automatycznego zaworu rozprężnego połączonej z parownikiem. Pod wpływem nacisku sprężyny *1* i ciśnienia atmosferycznego membrana wygnie się w stronę iglicy 5 i przesunie ją popychaczem *3,* otwierając drogę przepływu czynnika chłodniczego.

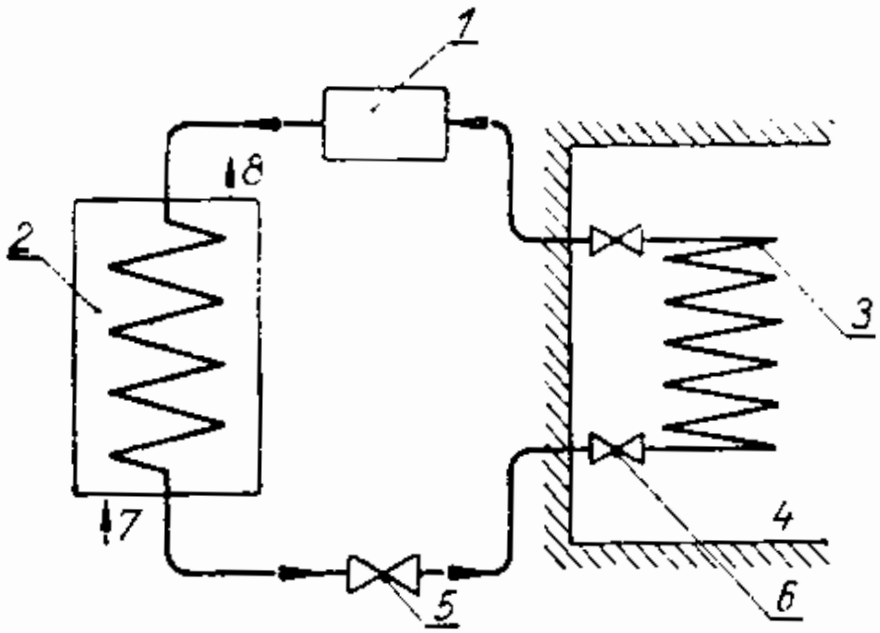
Za pomocą śruby regulującej *7* można tak wyregulować nacisk na iglicę *5*, że ilość czynnika przepływającego przez dyszę będzie się równała ilości czynnika zasysanego przez sprężarkę. W tych warunkach w parowniku będzie się utrzymywało stałe ciśnienie. Gdyby w pewnej chwili ciśnienie w parowniku wzrosło, wówczas membrana zostałaby odgięta w stronę przeciwną od iglicy (ku górze - na rysunku). Popychacz *3* połączony z membraną przesunąłby się więc z nią, umożliwiając sprężynie głębsze wprowadzenie iglicy do otworu dyszy *4.* W ten sposób zmniejszyłby się otwór przepływu. Wydajność dyszy zmaleje, a zatem ciśnienie w parowniku ulegnie obniżeniu.

Przepisy klasyfikacyjne

21 Urządzenia chłodnicze 154
21.1 Zakres zastosowania 154
21.2 Czynniki chłodnicze i ciśnienia obliczeniowe 154
21.3 Wydajność i wyposażenie urządzeń chłodniczych 155
21.4 Materiały 157
21.5 Wyposażenie elektryczne 158
21.6 Maszynownie chłodnicze 158
21.7 Pomieszczenia do przechowywania zapasów czynnika chłodniczego 160
21.8 Chłodzone pomieszczenia ładunkowe 160
21.9 Tunele zamrażalnicze i ochładzalnicze 161
21.10 Pomieszczenia z wyposażeniem technologicznym 161
21.11 Sprężarki 162
21.12 Aparaty i zbiorniki 162
21.13 Armatura i zawory bezpieczeństwa 163
21.14 Rurociągi 164
21.15 Przyrządy kontrolno-pomiarowe 165
21.16 Izolacja pomieszczeń chłodzonych 166
21.17 Próby mechanizmów i wyposażenia u wytwórcy 167

PRS PRZEPISY KLASYFIKACJI I BUDOWY STATKÓW MORSKICH
CZĘŚĆ VI URZĄDZENIA MASZYNOWE I URZĄDZENIA CHŁODNICZE

Bezpośredni system chłodzenia



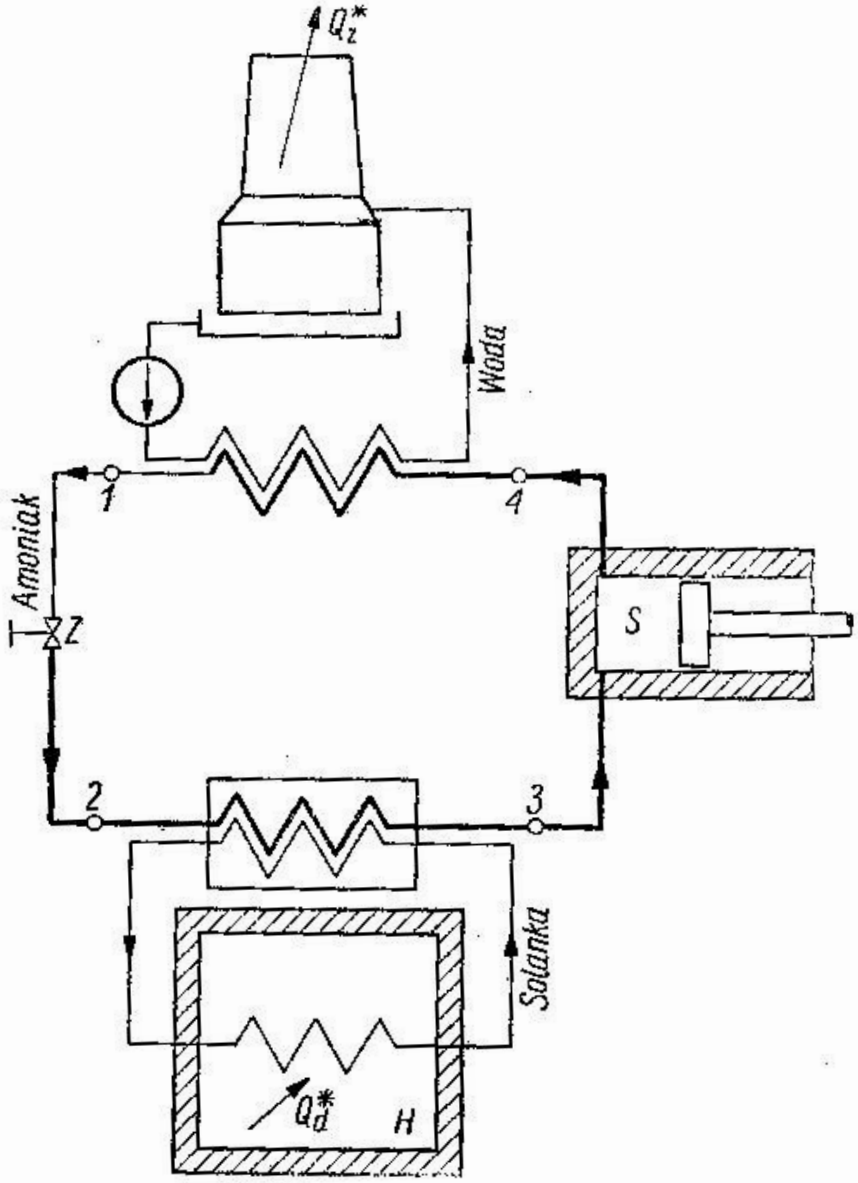
Rys. 283. Schemat bezpośredniego systemu chłodzenia

1 - Sprężarka
2 - Skraplacz
3 - Rury parowania chłodnika
4 - Pomieszczenie chłodzone
5 - Zawór regulacyjny
6 - Zawory odcinające
7 - Doprowadzenie wody
8 - Odprowadzenie wody

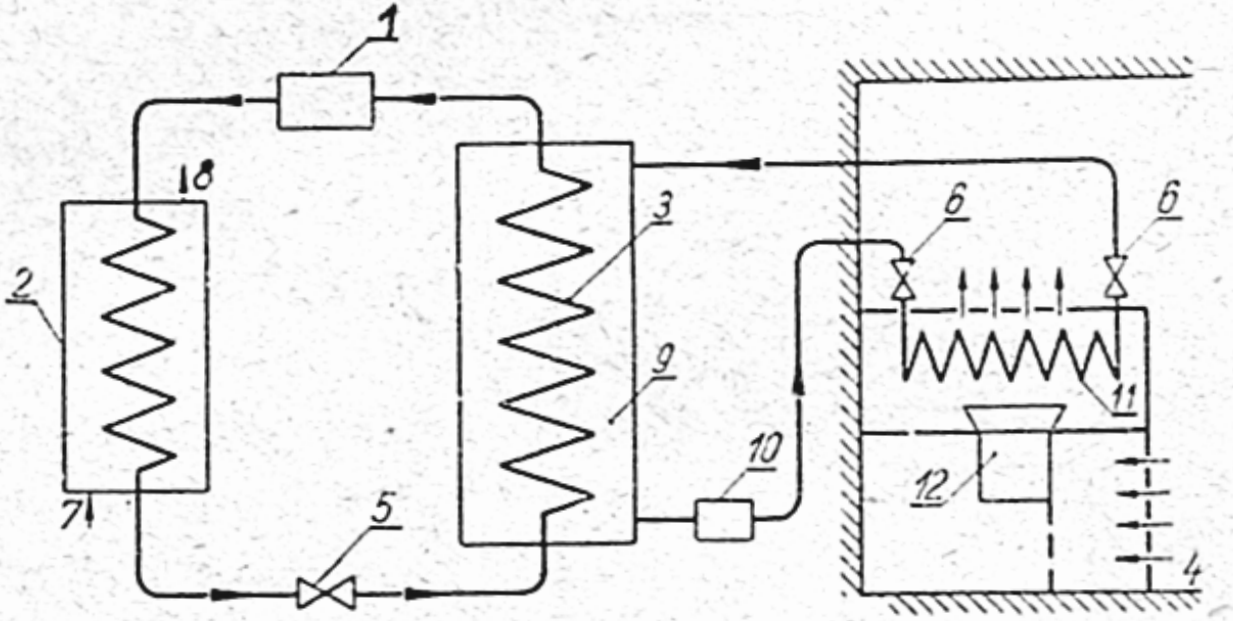
PRZEMYSŁOWE URZĄDZENIE CHŁODNICZE

Solanka ***(np. wodny roztwór soli kuchennej, tj chlorku sodu NaCl o niskiej temperaturze zamarzania, poniżej -15^{0}C) - jako czynnik pośredniczący w odprowadzaniu ciepła z komory chłodniczej.***

CIEPŁO POBIERANE JEST PRZEZ CHŁODZIWO (SOLANKĘ) I ODDAWANE W CHŁODNICY SOLANKI PARUJĄCEMU CZYNNIKOWI CHŁODNICZEMU.



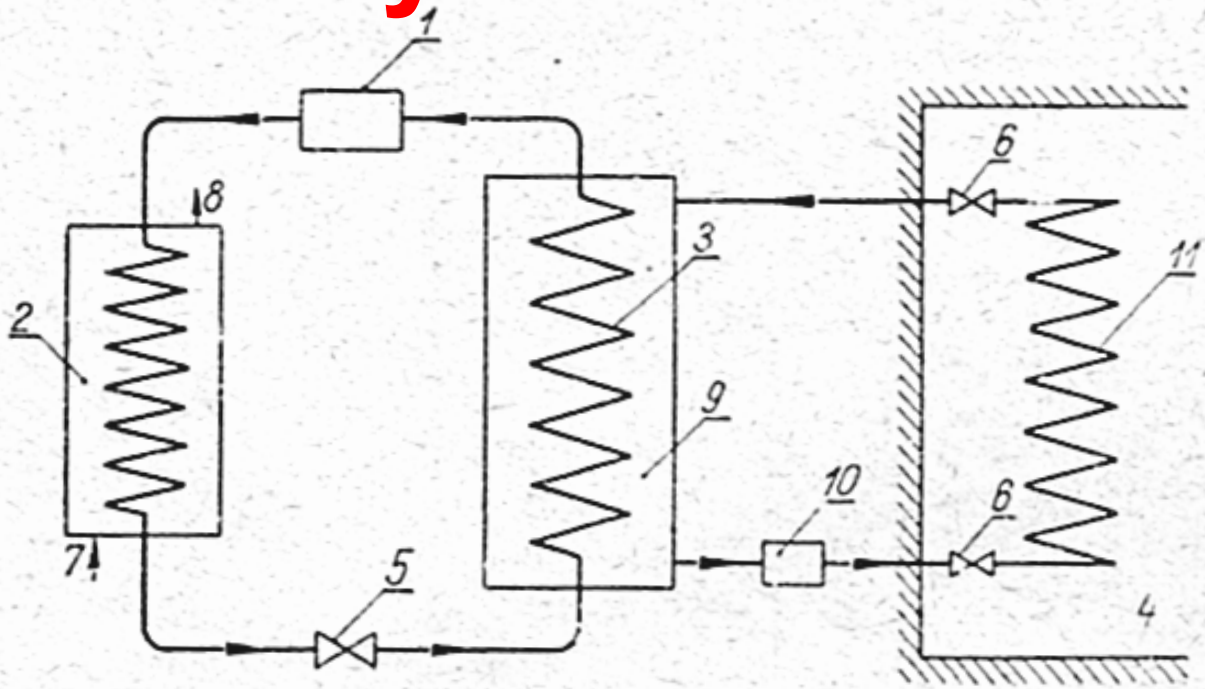
Pośredni system chłodzenia I



Rys. 285. Schemat pośredniego systemu chłodzenia powietrzem

1 — Sprężarka
2 — Skraplacz
3 — Rury parownika (chłodnik)
4 — Pomieszczenie chłodzone
5 — Zawór regulacyjny
6 — Zawory odcinające
7 — Doprowadzenie wody
8 — Odprowadzenie wody
9 — Chłodnica
10 — Pompa solankowa
11 — Chłodnik
12 — Wentylator

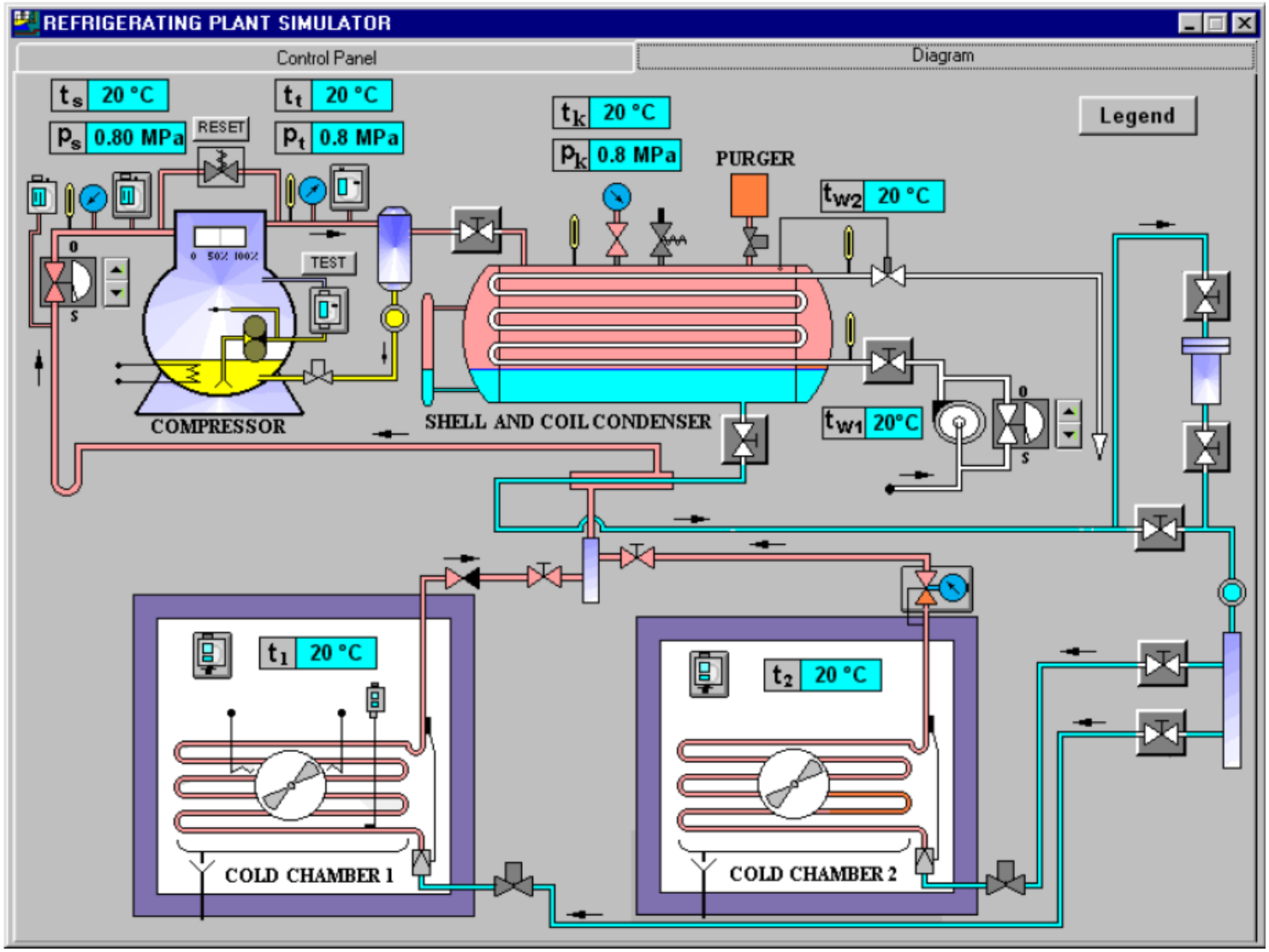
Pośredni system chłodzenia II



Rys. 284. Schemat pośredniego systemu chłodzenia solanką

1 — Sprężarka
2 — Skraplacz
3 — Rury parownika (chłodnik)
4 — Pomieszczenie chłodzone
5 — Zawór regulacyjny
6 — Zawory odcinające
7 — Doprowadzenie wody
8 — Odprowadzenie wody
9 — Chłodnica
10 — Pompa solankowa
11 — Chłodnik

Działanie chłodni okrętowej



Urządzenia chłodnicze na statkach rybackich

Zamrażanie w oziębionej solance

Realizowane jest poprzez zanurzenie surowca rybnego w zbiornikach z solanką lub przez natrysk solanki.

Solanka – roztwór wodny soli kuchennej o gęstości 1,16 – 1,17 kg/m^3 i temperaturze około -20 ^{o}C.

Sposób charakteryzuje się dużą szybkością zamrażania jednak prowadzi do „nasolenia" ryb.

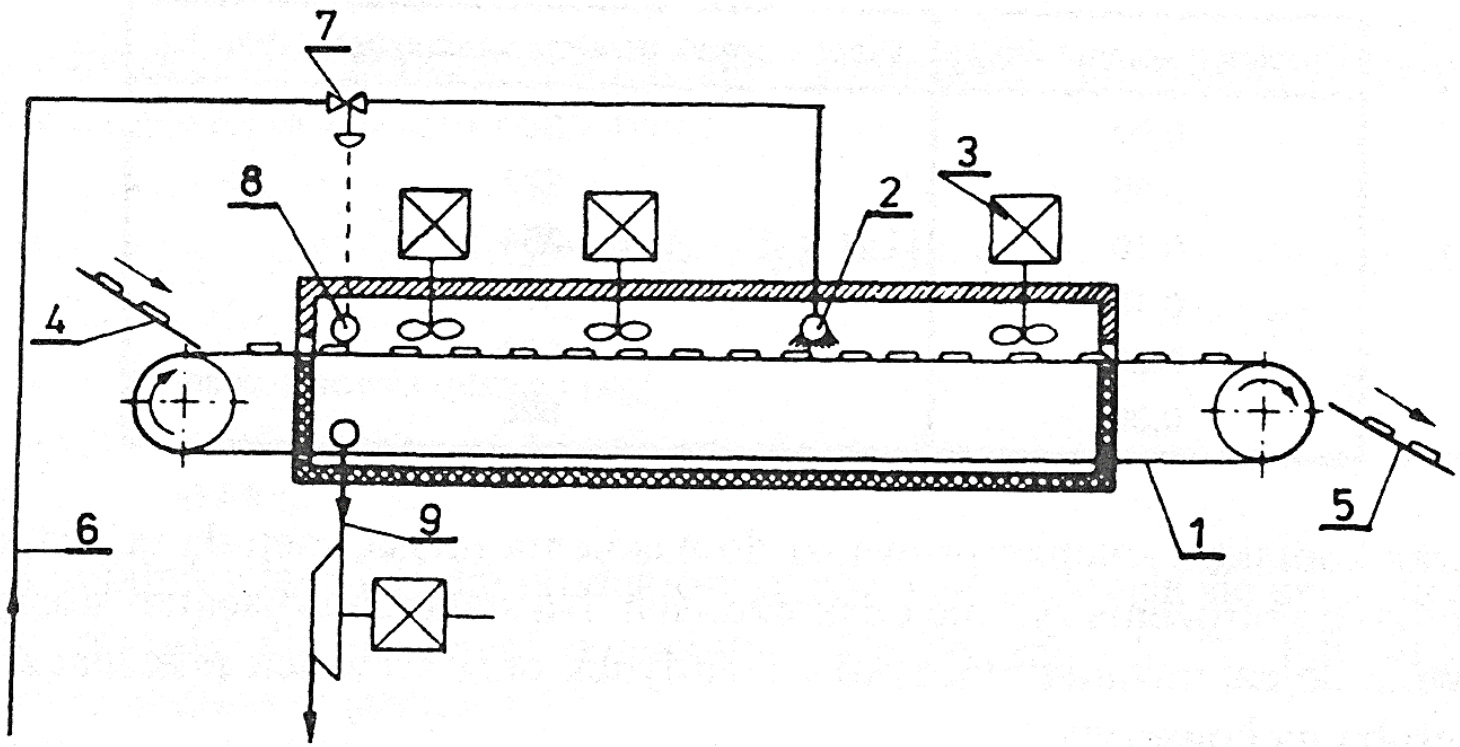
Konstrukcyjnie realizowany jest poprzez wyposażenie statku (np. sejnery) w wiele zbiorników mieszczących kilkadziesiąt ton ryb wypełnionych chłodzoną wodą. Po całkowitym napełnieniu zbiornika i schłodzeniu wody do ok. -8 ^{o}C wodę wypompowuje się i obniża temperaturę do ok. -18 ^{o}C.



Sejner, morski statek rybacki służący do połowu ryb ławicowych (śledź, tuńczyk, sardynka) za pomocą prostokątnej sieci okrężnej.

Urządzenia chłodnicze na statkach rybackich

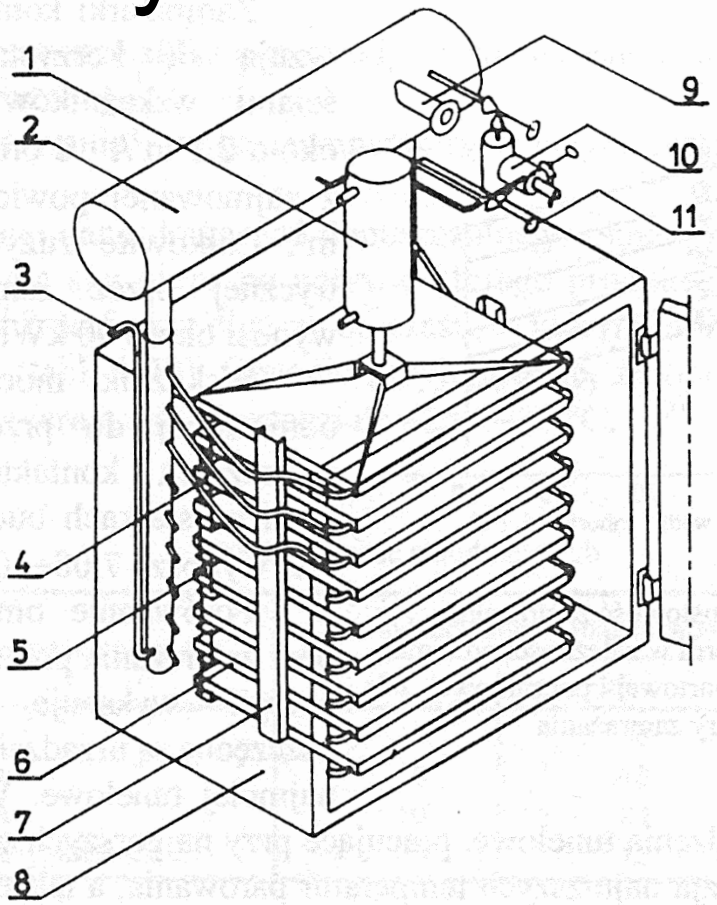
Zamrażanie poprzez bezpośrednie odparowanie czynnika chłodniczego



Rys. 1.76. Schemat zamrażarki na ciekły azot; 1 – przenośnik, 2 – dysze rozpylające, 3 – wentylatory, 4 – załadunek produktu, 5 – wyładunek produktu, 6 – przewód zasilający azotu, 7 – zawór regulacyjny, 8 – czujnik termoregulatora, 9 – wyciąg par azotu

Urządzenia chłodnicze na statkach rybackich

Zamrażanie kontaktowe



Rys. 1.78. Schemat zamrażarki płytowej poziomej; 1 – cylinder hydrauliczny, 2 – oddzielacz płynnego czynnika, 3 – odmrażanie gorącym czynnikiem, 4 – elastyczne przewody, 5 – rygle, 6 – płyta zamrażalnicza, 7 – prowadnica, 8 – izolowana obudowa, 9 – wylot ssania, 10 – zawór, 11 – wlot ciepłego czynnika

Przewóz skroplonego gazu ziemnego

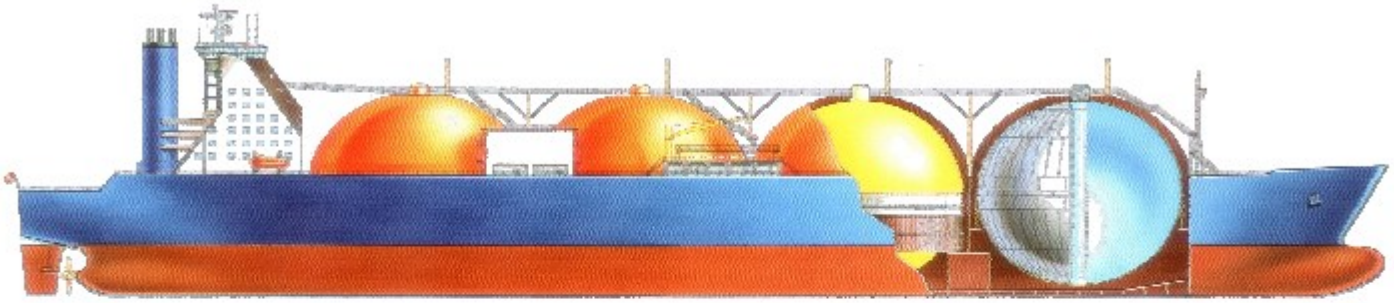
Gazowce LNG zalicza się do statków o najwyższym stopniu komplikacji konstrukcji i eksploatacji, z wysoko wyspecjalizowanych zbiornikami i wyposażeniem. Ładunek przewożony jest w temperaturach poniżej -160 ^{0}C. Jedną z typowych cech eksploatacyjnych gazowców jest zjawisko odparowania ładunku gazu - nawet kilka procent w czasie jednego rejsu (*BOR – Boil-Off-Rate* – odparowanie dzienne, szacuje się je od ok. 0,1 do 0,2 % objętości). Odparowany ładunek może być wydalany do atmosfery, ponownie skraplany lub może być wykorzystywany na statku jako paliwo do napędu głównego jednostki zasilając silniki spalinowe, turbiny gazowe lub kotły wytwarzające parę dla turbin parowych.

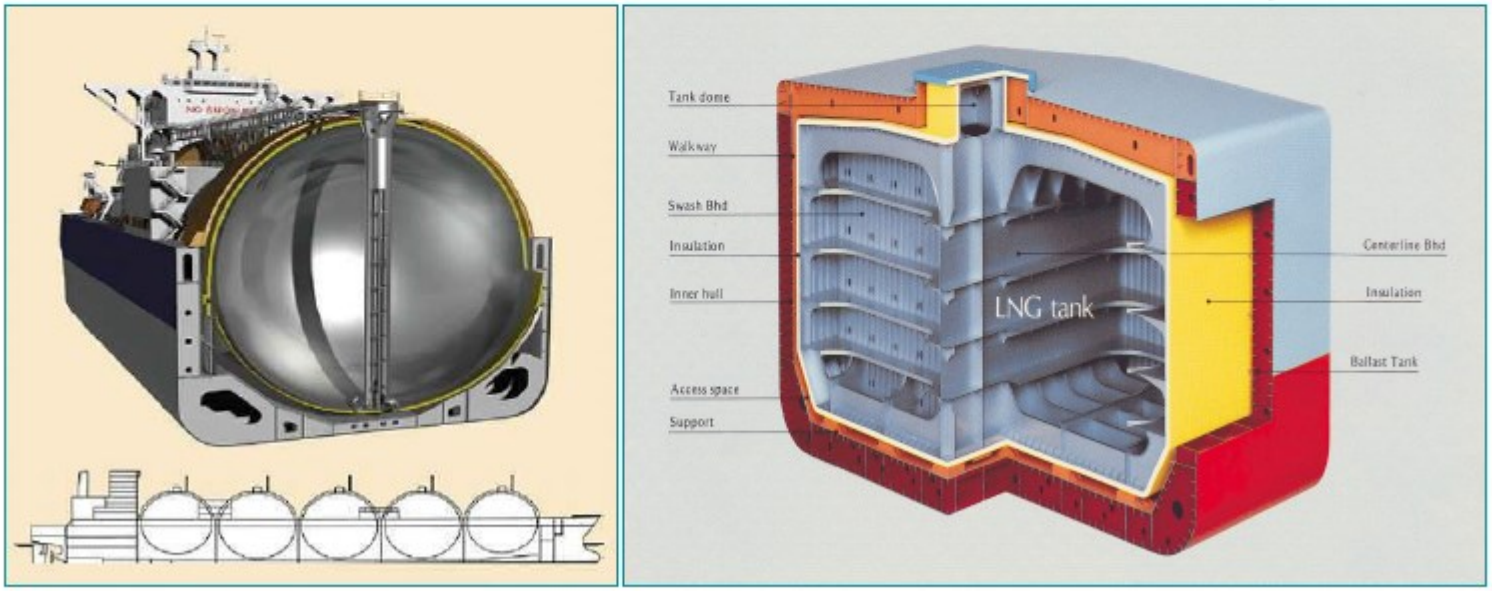
LNG - Liquefied Natural Gas, – 162^{0}C temperatura wrzenia metanu, głównego składnika gazu ziemnego. Podczas skraplania jego objętość redukuje się 630 razy.



Zbiorniki ładunkowe, kriogeniczne

- zbiorniki samonośne – kuliste lub pryzmatyczne

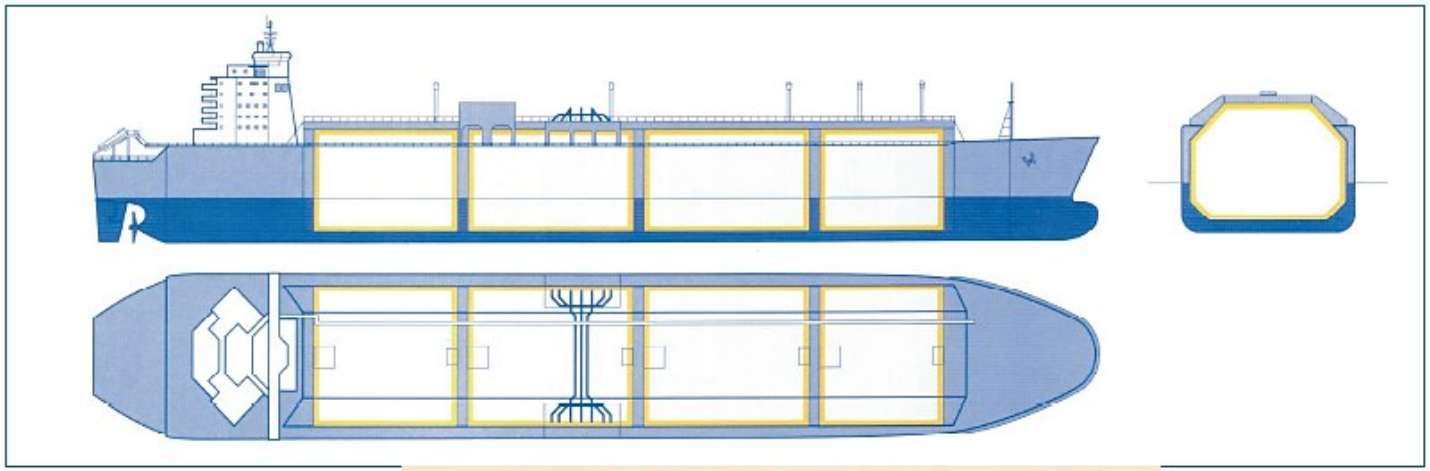


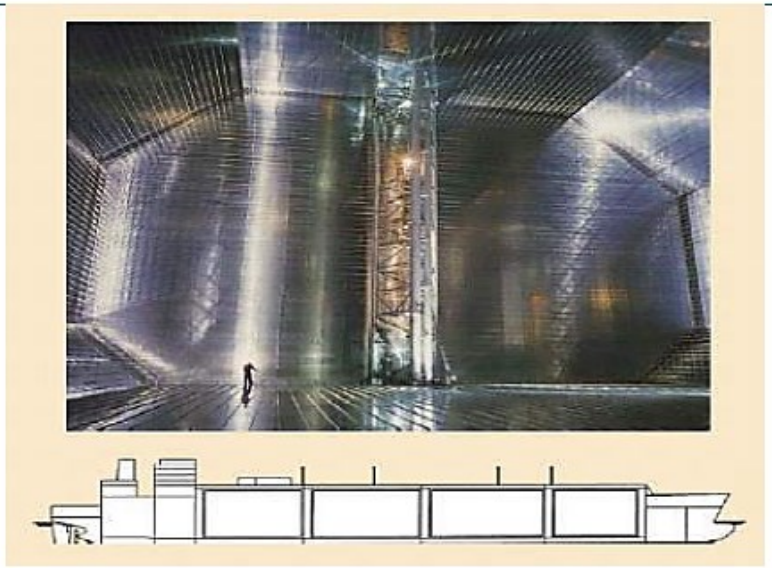


Rys.12 Zbiorniki LNG – kuliste Moss-Rozenberg i pryzmatyczne IHI [T.Jastrzębski]

Zbiorniki ładunkowe

- zbiorniki wbudowane – membranowe: gładkie lub z wytłoczeniami

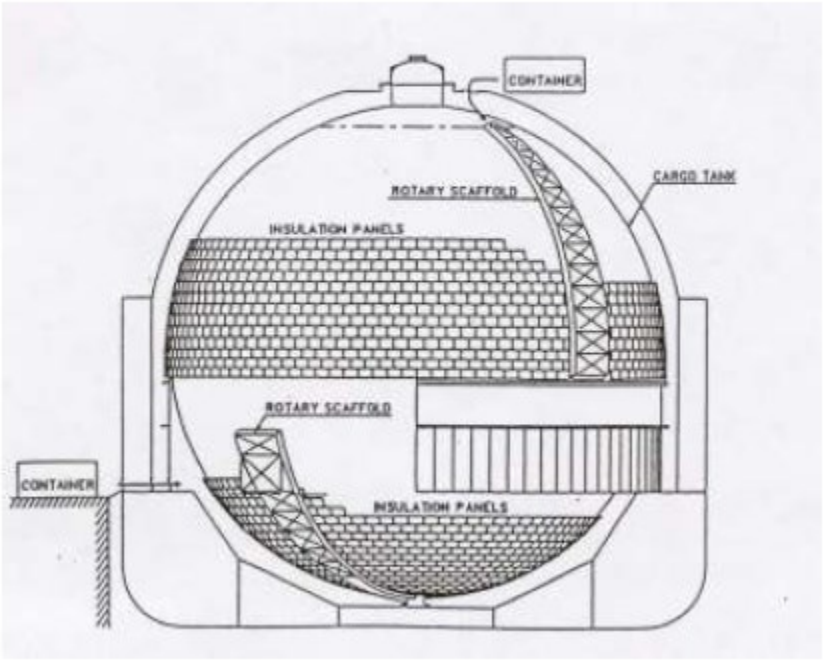




Rys.13 Zbiorniki LNG membranowe Technigaz [T.Jastrzębski]

Izolacja termiczna





POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

dr inż. Paweł Szymański

OKRĘTOWE SYSTEMY CUMOWNICZO-KOTWICZNE

Zagadnienia

- Wprowadzenie – manewry cumowania i kotwiczenia, przeznaczenie systemu, obciążenia urządzeń.

- Urządzenia kotwiczne
- Wyposażenie cumownicze

- wymagania klasyfikacyjne
- elementy systemu
- przykłady rozwiązań

Kotwiczenie

Kotwiczenie - zatrzymanie statku w miejscu z wykorzystaniem kotwicy (kotwic), podczas gdy znajduje się on z dala od nabrzeża portowego, w czasie oczekiwania na redzie, w wypadku awarii itp.

Kotwicowisko - wyznaczony na redzie lub w porcie obszar, gdzie można rzucać kotwicę. Zwykle są to płytkie miejsca osłonięte od wiatru i dużej fali.

Sposoby i warunki ustawiania statków na kotwicy

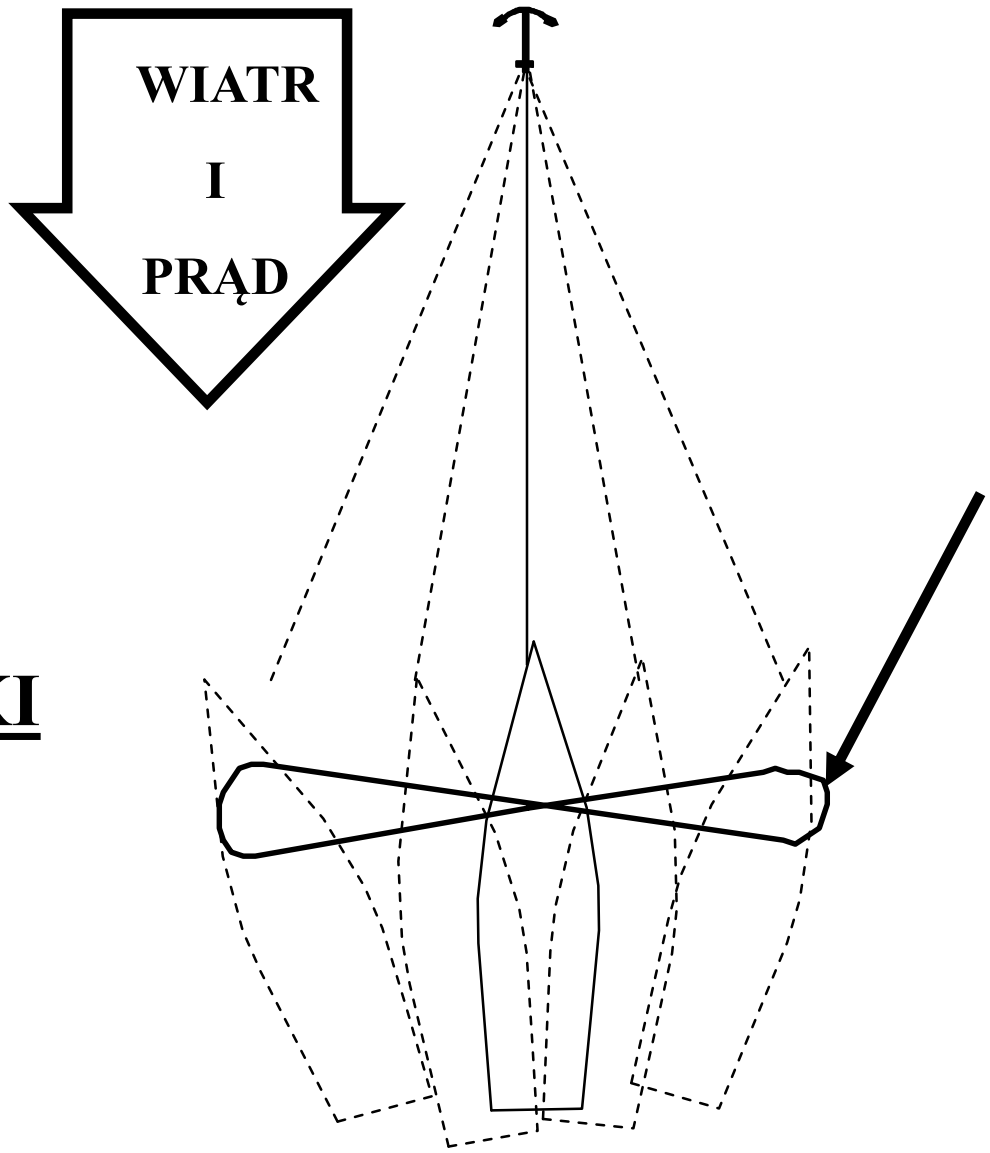
Sposób kotwiczenia uzależniony jest od:

- **głębokości,**
- **rodzaju gruntu,**
- **kierunku i siły wiatru,**
- **kierunku i siły prądu.**

Zasadniczy sposób polega na rzuceniu kotwicy do przodu i wydaniu odpowiedniej długości łańcucha.

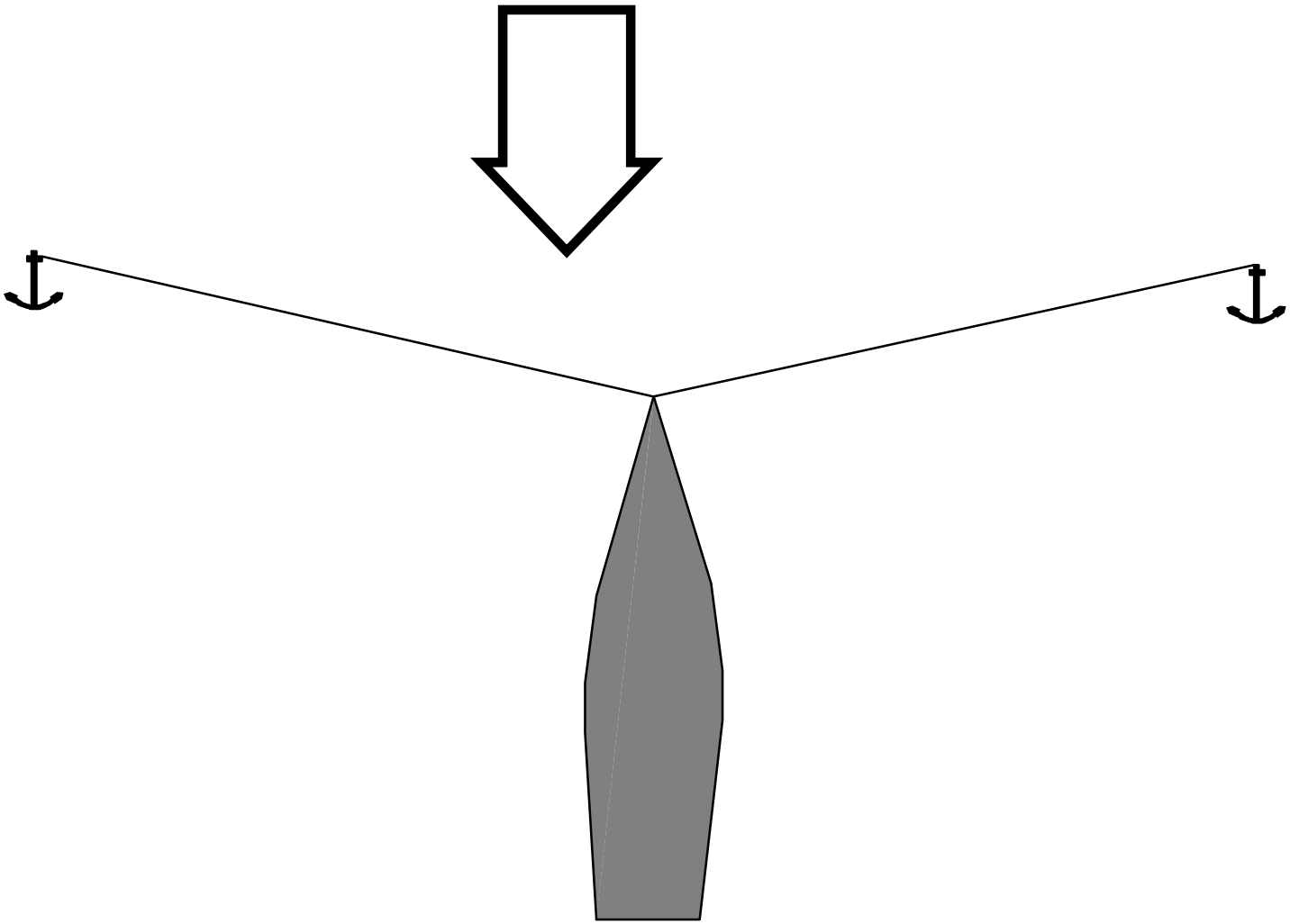
Przy silnym wietrze mogą być rzucone **obie kotwice** tak, że ich łańcuchy położone są pod kątem **zbliżonym do 180^{o}**.

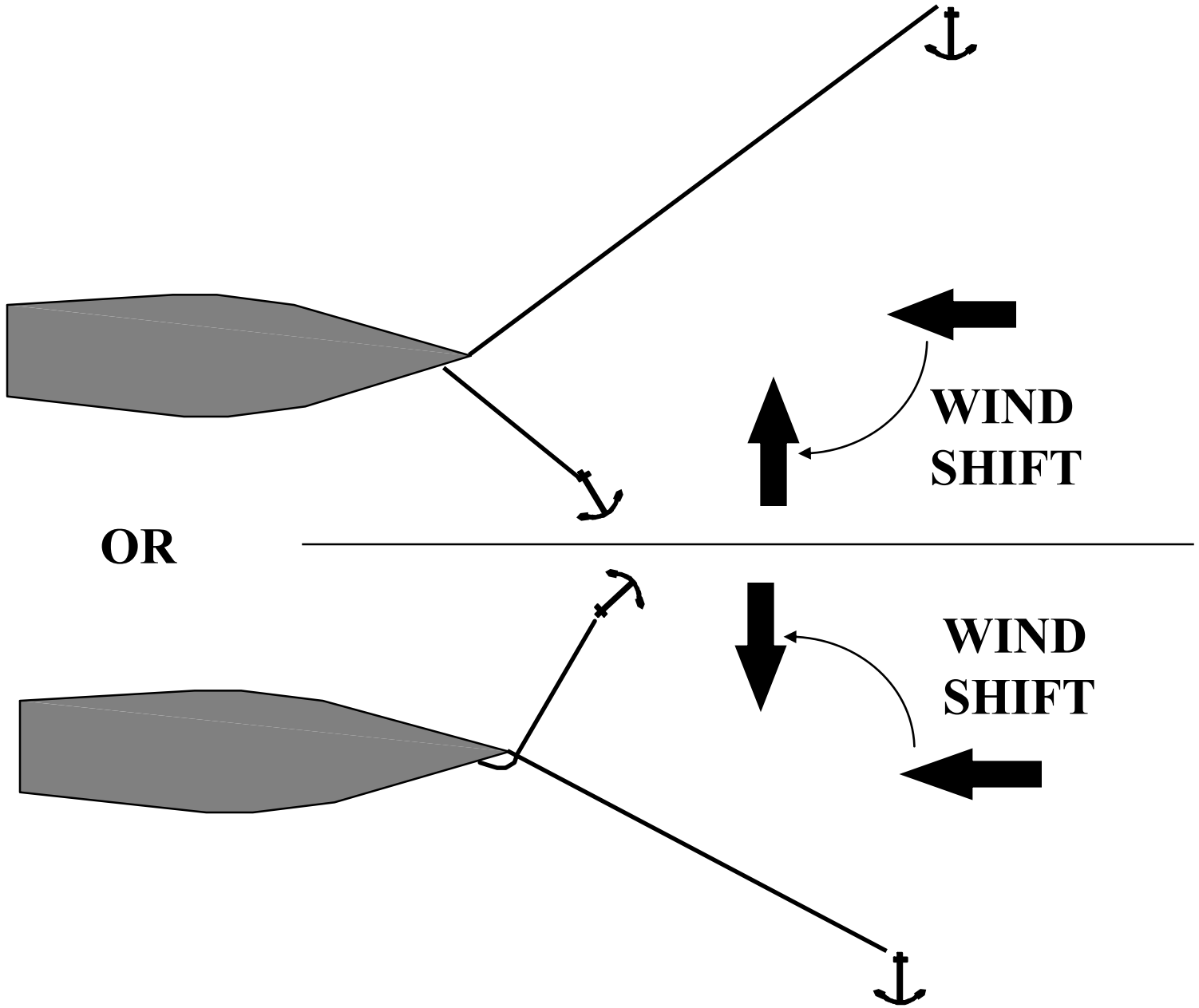
W niektórych sytuacjach mogą być używane kotwice **dziobowe i rufowe tzw. prądowe.**



ZŁE WARUNKI

Kotwiczenie za pomocą dwóch kotwic

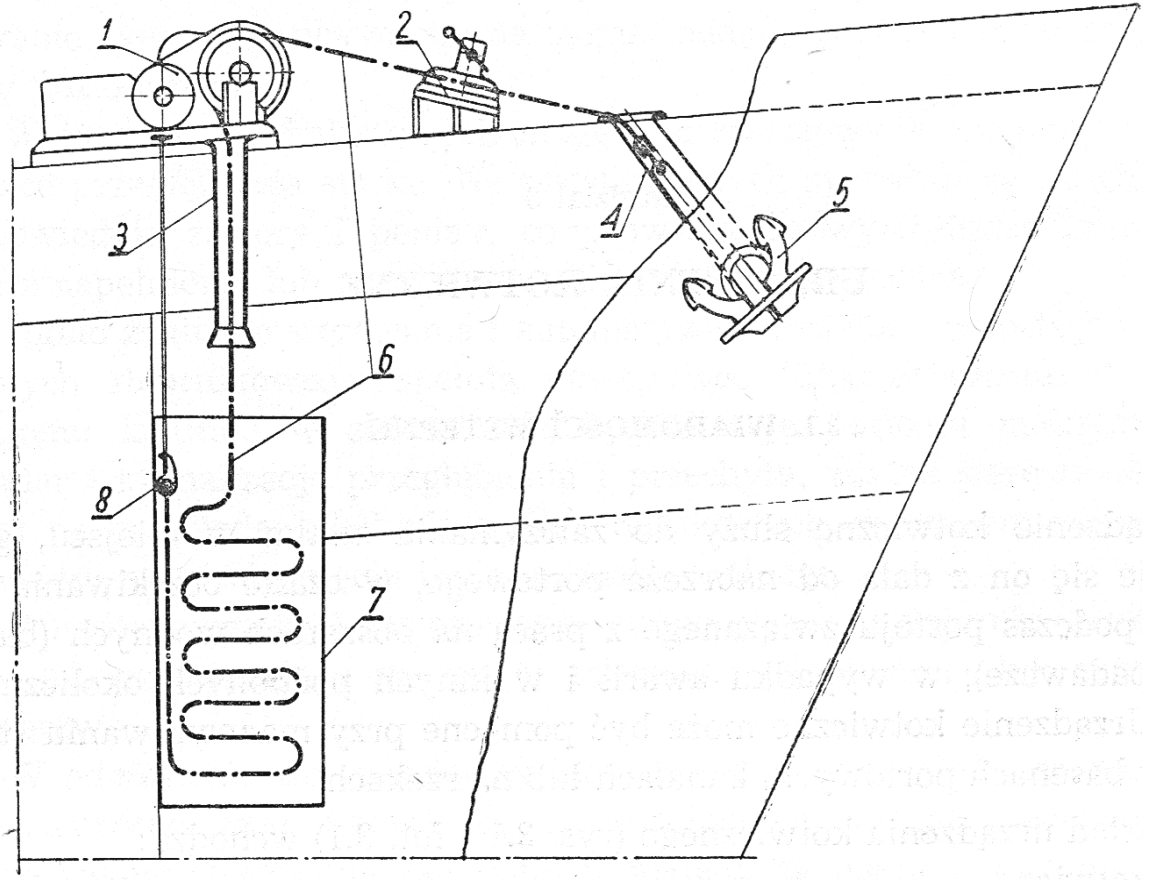


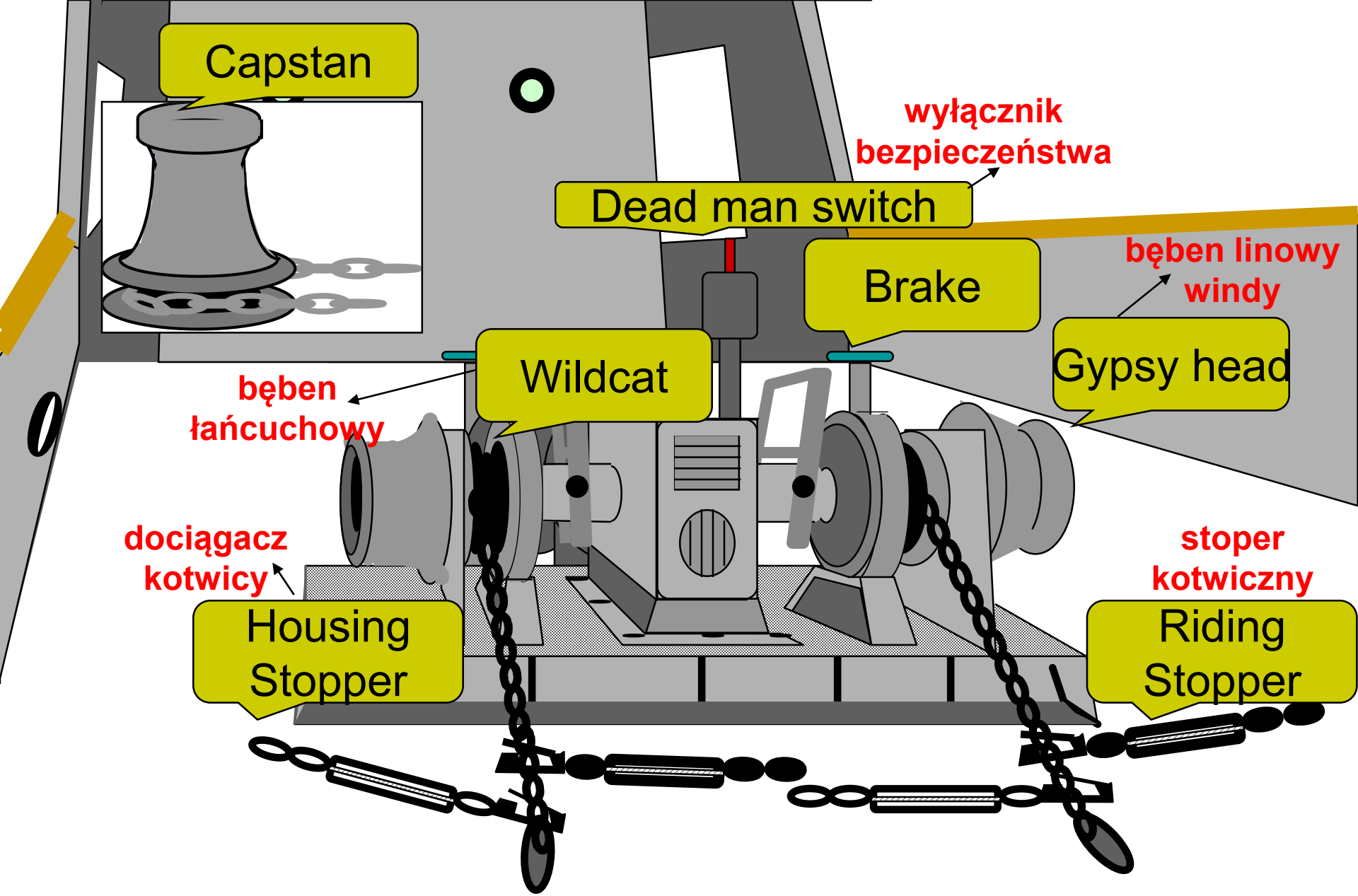

WIND
SHIFT
OR
WIND
SHIFT

Podstawowe elementy urządzenia kotwicznego

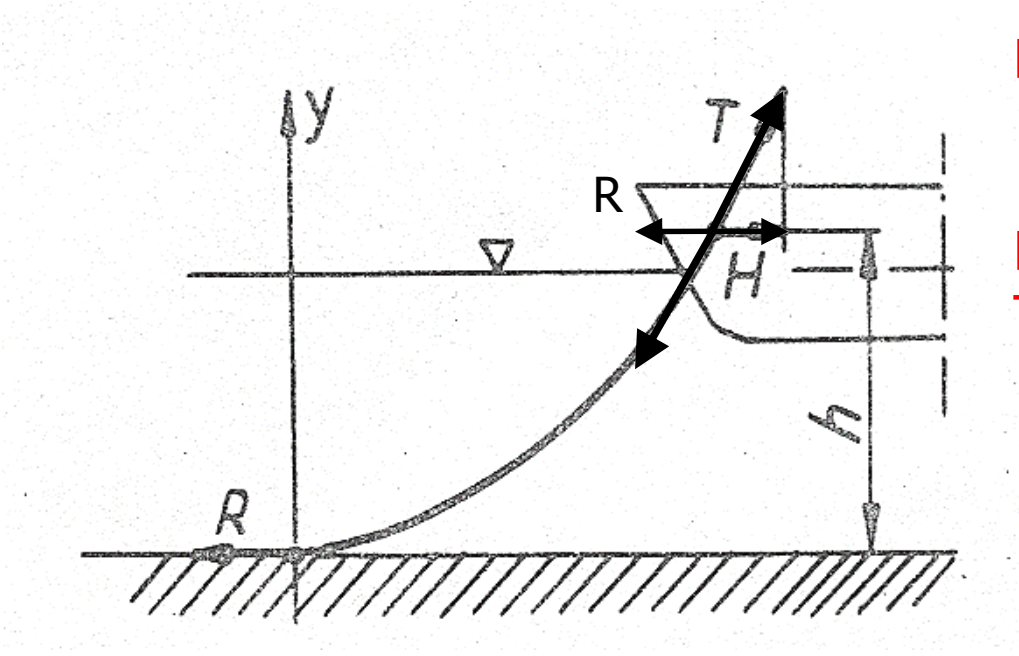
W skład urządzenia kotwicznego wchodzą:

- kotwice (5),
- łańcuchy lub liny kotwiczne (6),
- stopery łańcucha (2),
- wciągarki kotwiczne (1),
- kluzy kotwiczne (4),
- kluzy łańcuchowe (3),
- komory łańcuchowe (7),
- zwalniaki łańcucha kotwicznego (8)




Capstan
wyłącznik bezpieczeństwa
Dead man switch
Brake
bęben linowy windy
Gypsy head
Wildcat
bęben łańcuchowy
dociągacz kotwicy
stoper kotwiczny
Housing Stopper
Riding Stopper

Siły działające na łańcuch kotwiczny



H – suma sił działających na statek (napór wiatru, prądy wodne itp.)
R – siła trzymająca
T – siła naciągu łańcucha

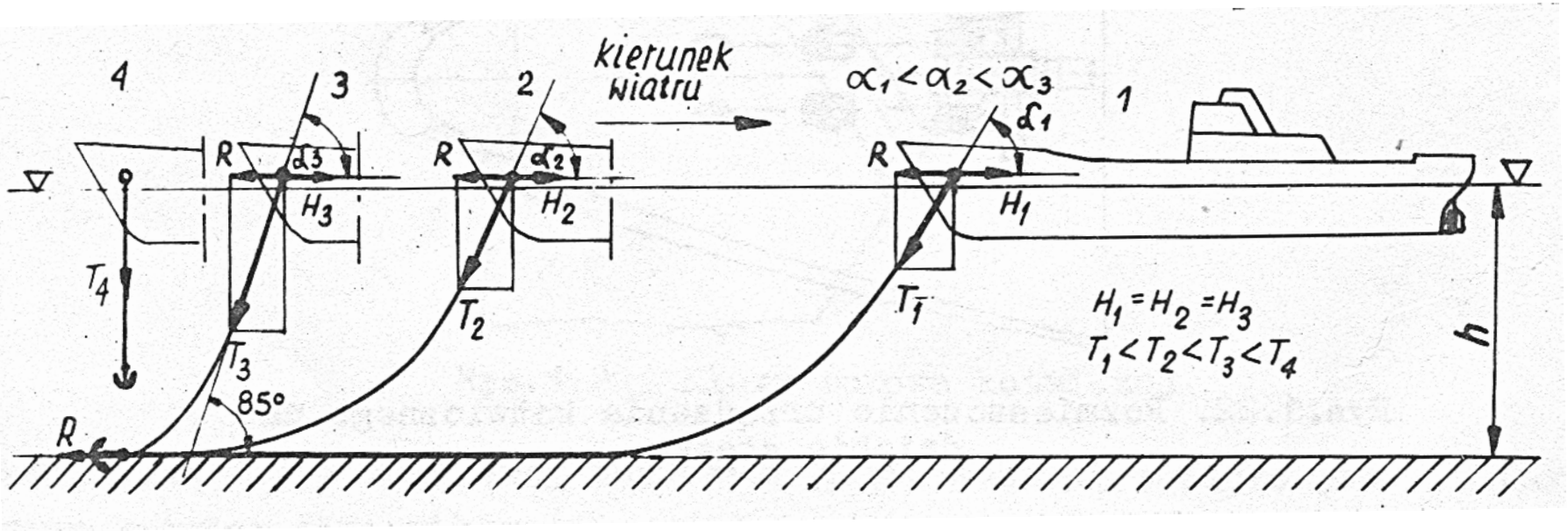
$$R = H = q \cdot \frac{L^2 - h^2}{2 \cdot h}$$

Typowe długości wypuszczonego łańcucha:

h < 20 m = 4 · h,
20 < h < 50 m = 3 · h
h > 50 m = 2,5 · h

L – długość łańcucha
q – ciężar jednostkowy łańcucha

Siły działające na łańcuch kotwiczny – wybieranie łańcucha kotwicznego



Postój na kotwicy





Wymagania klasyfikacyjne

3 URZĄDZENIA KOTWICZNE

3.1 Wymagania ogólne

3.1.1 Każdy statek należy wyposażyć w urządzenia kotwiczne, składające się z kotwic, łańcuchów kotwicznych, stoperów służących do mocowania kotwic zarówno w położeniu podróżnym, jak i podczas postoju na kotwicy, urządzeń do mocowania i zwalniania końców łańcuchów kotwicznych, mechanizmów przeznaczonych do rzucania i podnoszenia kotwic oraz do utrzymania statku na rzuconych kotwicach na wodach osłoniętych w rejonie portu lub na redzie.

Urządzenie kotwiczne nie jest przeznaczone do zabezpieczenia statku przed dryfowaniem lub przemieszczaniem się na wzburzonym otwartym morzu. W tych warunkach obciążenie wyposażenia kotwicznego zwiększa się tak bardzo, że jego elementy mogą ulec uszkodzeniu lub zniszczeniu, zwłaszcza na dużych statkach.

Przyjmuje się, że w normalnych warunkach statek stosuje tylko jedną kotwicę dziobową.

Wymagania klasyfikacyjne

1.7 Wskaźnik wyposażenia

1.7.1 Wskaźnik wyposażenia jest przepisową wielkością bezwymiarową, według której należy dobierać z tabel, przy uwzględnieniu szczegółowych wymagań rozdziałów 3, 4 i 5, wymiary kotwic, łańcuchów lub lin kotwicznych, lin cumowniczych oraz lin holowniczych.

3.4.5 Wciągarki kotwiczne

Do rzucania i podnoszenia kotwic głównych oraz do utrzymania statku na rzuconych kotwicach głównych należy ustawić na pokładzie statku, w dziobowej części, wciągarki kotwiczne.

Na statkach o wskaźniku wyposażenia mniejszym niż 205 można stosować ręczne wciągarki kotwiczne lub wykorzystywać inne mechanizmy pokładowe do rzucania i podnoszenia kotwic.

Wymagania klasyfikacyjne

Wyposażenie kotwiczne

Wskaźnik wyposażenia	Kotwice dziobowe		Kotwica prądowa	Łańcuchy kotwiczne				Łańcuch lub lina kotwicy prądowej	
					kaliber				
	liczba	masa, [kg]	masa, kotwicy prądowej, [kg]	łączna długość obu łańcuchów, [m]	łączna długość obu łańcuchów, [m]	zwykłej wytrzymałości (stal kategorii 2), [mm]	wysokiej wytrzymałości (stal kategorii 3), [mm]	długość, [m]	obciążenie zrywające łańcucha lub rzeczywista siła zrywająca liny, [kN]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50–70	2	180	60	220	14	12,5	–	80	65
71–90	2	240	80	220	16	14	–	85	74
91–110	2	300	100	247,5	17,5	16	–	85	81
111–130	2	360	120	247,5	19	17,5	–	90	89
131–150	2	420	140	275	20,5	17,5	–	90	98
151–175	2	480	165	275	22	19	–	90	108
176–205	2	570	190	302,5	24	20,5	–	90	118
206–240	3	660	–	302,5	26	22	20,5	–	–
241–280	3	780	–	330	28	24	22	–	–
281–320	3	900	–	357,5	30	26	24	–	–
321–360	3	1020	–	357,5	32	28	24	–	–
361–400	3	1140	–	385	34	30	26	–	–

Wskaźnik wyposażenia

$$N_c = D^{2/3} + 2Bh + 0{,}1A$$

gdzie:

D – wypór statku przy zanurzeniu do letniej wodnicy ładunkowej [t];

B – szerokość statku [m];

h – rzeczywista wysokość mierzona od letniej wodnicy ładunkowej do górnej krawędzi najwyższej nadbudówki:

$$h = a + \Sigma hi$$

a – odległość od letniej wodnicy ładunkowej do górnego pokładu mierzona na owręży przy burcie [m];

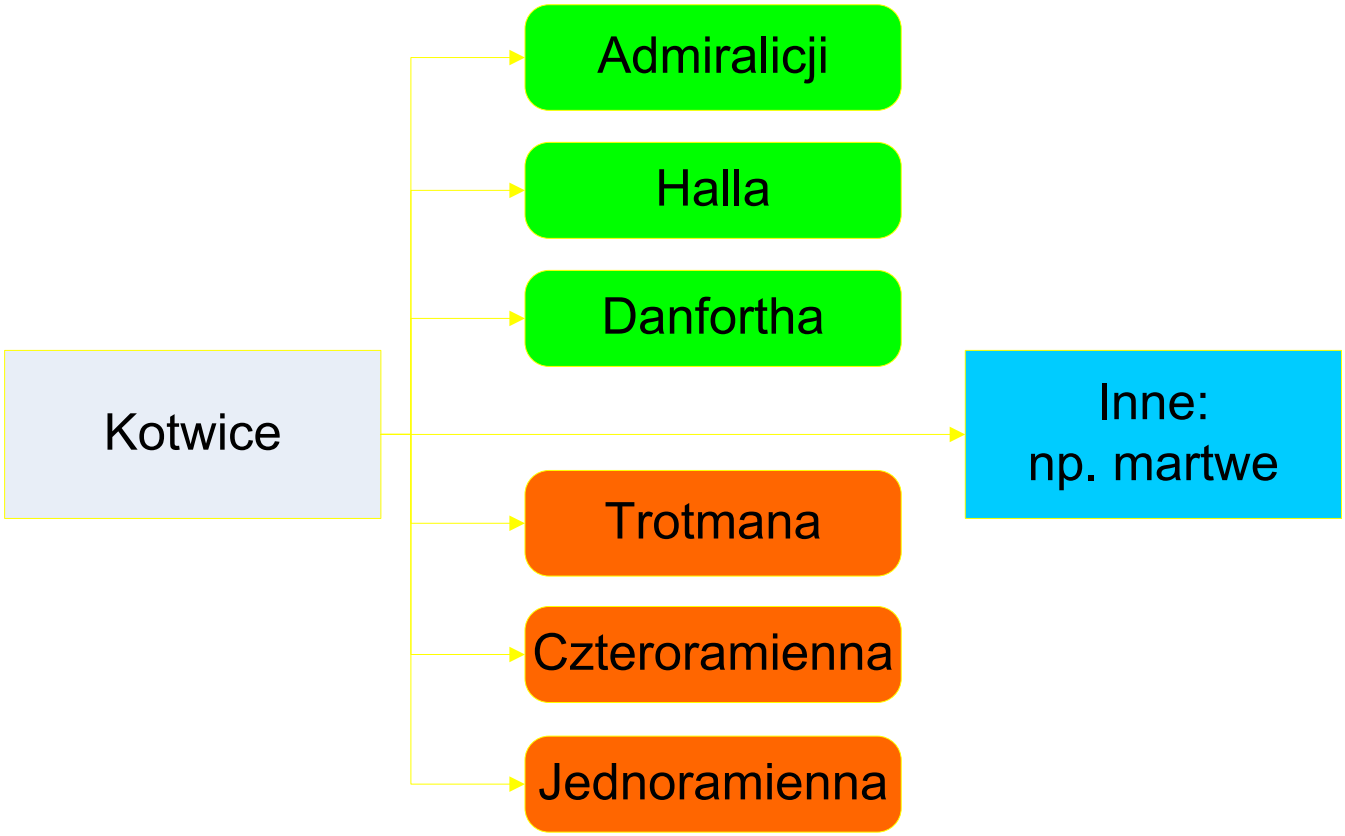
hi – wysokość (mierzona w płaszczyźnie symetrii) każdej kondygnacji nadbudowy mającej szerokość większą niż 0,25B [m];

A – boczna powierzchnia nawiewu kadłuba powyżej letniej wodnicy ładunkowej

oraz nadbudówki i pokładówki o szerokości większej niż 0,25B w obrębie długości

Kotwice

Kotwica – element wyposażenia okrętowego służący do unieruchomienia statku przez zaczepienie o dno.
Istnieje kilka podstawowych typów kotwic, różniących się budową i kształtem, wszystkie jednak działają na tej samej zasadzie: gdy statek rzuci kotwicę, a następnie, dryfując, zaczyna ją wlec, łapa lub łapy kotwicy zagłębiają się w dnie.



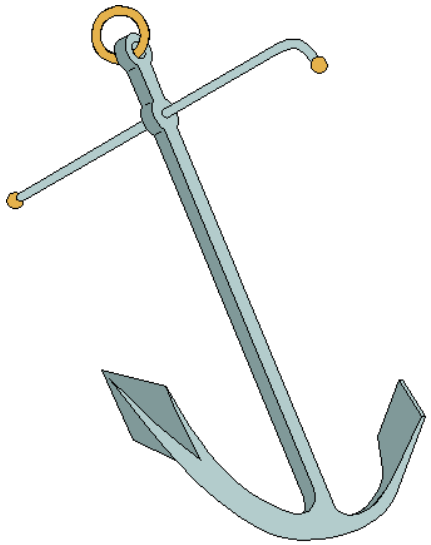
Skuteczność kotwicy

Do liczbowego określenia osiągów kotwic stosowanych głównie w oceanotechnice lub do stałego kotwiczenia różnych innych obiektów pływających ich producenci posługują się pojęciem ***SKUTECZNOŚCI KOTWICY*** (ang. efficiency; fr. efficacité) zdefiniowanej jako stosunek maksymalnej siły trzymania ***T*** do ciężaru kotwicy w powietrzu ***P***.

$$e = \frac{T}{P}$$

Skuteczność kotwicy o określonej konstrukcji nie jest wielkością stałą, ale maleje wraz ze wzrostem ciężaru, przy czym występujące różnice są silnie zróżnicowane, zależnie od typu kotwicy. Dla kotwic o ciężarach mniejszych od 1 kN, skuteczność kotwic może być rzędu 50 do 100 a nawet więcej. Dla dużych kotwic o ciężarze ponad 100 kN, skuteczność rzadko kiedy przekracza wartość 20, ale istnieją konstrukcje, których skuteczność w piasku osiąga wartości 40÷50.

Kotwica admiralicji





Składa się z nieruchomych ramion i składanej poprzeczki, która jest przed użyciem kotwicy unieruchamiana.

Kotwica ta ma bardzo dobrą przyczepność do gruntu a jedyną jej wadą jest problem z jej przechowywaniem na statku (brak możliwości umieszczenia w kluzie).

Stosowana przede wszystkim na małych statkach np. rybackich, żaglowcach oraz statkach śródlądowych.

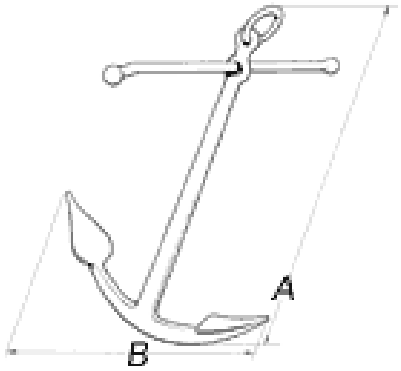
Masa produkowanych kotwic 75 – 3000 kg (w niektórych sytuacjach do 6000 kg).

Masa poprzeczki wynosi ok 25% masy kotwicy.

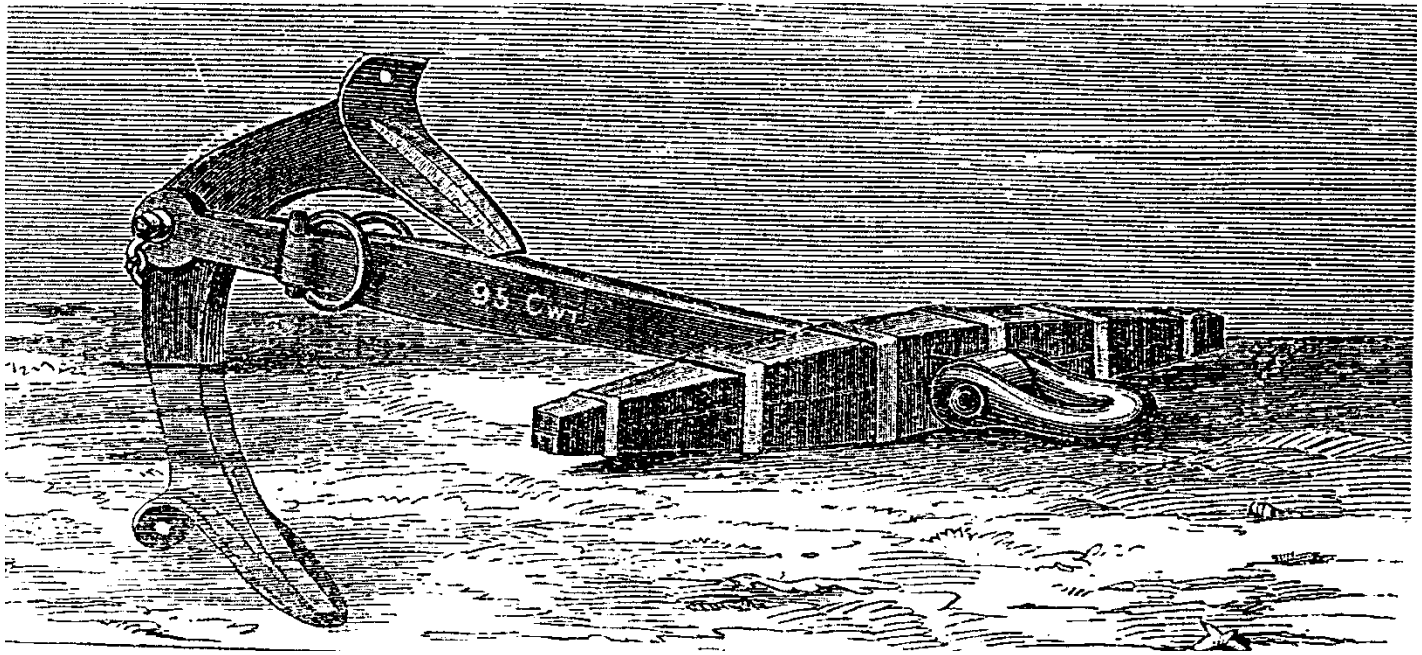
Kotwica admiralicji

(funt ≈0,45kg)

WEIGHT LBS	A	B
15	26	20
20	30	21
25	27	17
30	38	23
35	30	19
40	32	20
45	44-1/2	31
50	35	21
75	39	24
100	44	27
150	50	30

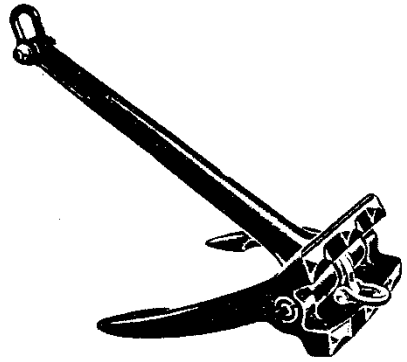


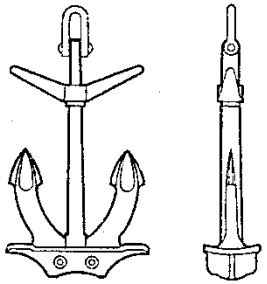
Kotwica admiralicji



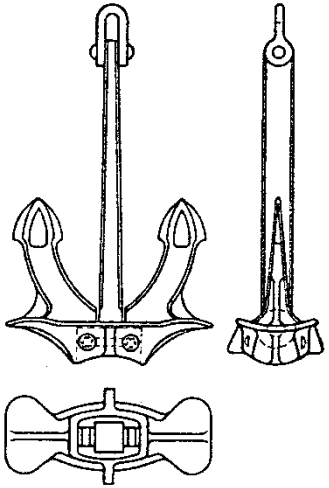
Zarówno w kotwicach typu admiralicji jak i później powstałych, ulepszonych jej wersjach, za które mogą być uważane kotwice Portera, Rodgera i Trotmana **tylko jedna z łap zagłębiała się w grunt, natomiast druga nie uczestniczyła w uzyskiwaniu siły trzymania**. Na płytkich wodach, nieczynne, wystające z dna ramię stwarzało zawsze pewne zagrożenie dla przepływających nad nimi innych statków, natomiast poprzeczka ustawiona w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny ramion, przysparzała załodze wiele kłopotów przy wyciąganiu kotwicy i jej umieszczaniu na pokładzie.

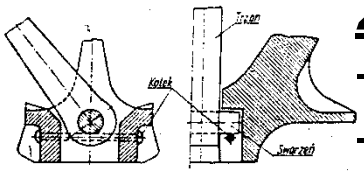
Kotwica Halla (patentowa)





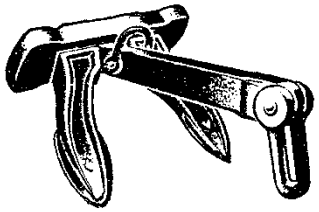
Najczęściej używany obecnie typ kotwicy z grupy patentowych, których wspólną cechą charakterystyczną są ***ruchome ramiona.***





Zalety:

- łatwość umieszczenia w kluzie,
- gotowość do natychmiastowego użycia,
- łatwość wykonania



Wada:

- mniejszy współczynnik przyczepności w porównaniu z kotwicą admiralicji.

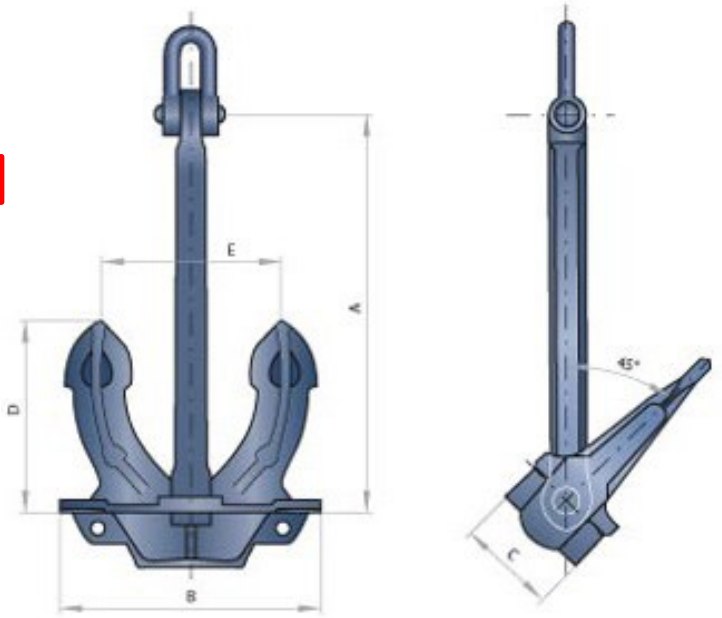
Kotwica Halla (patentowa)





Kotwica Halla (patentowa)

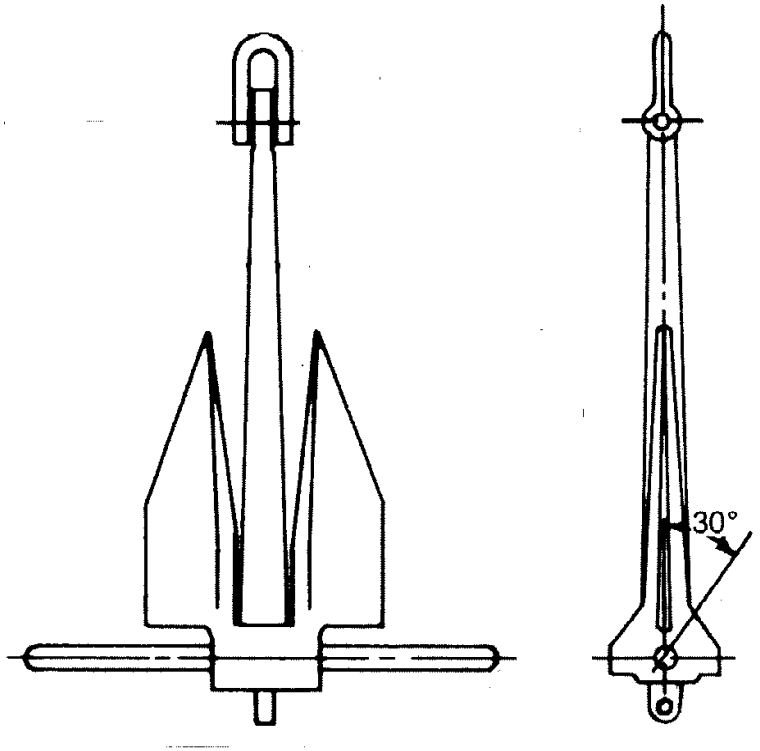
Weight (in kgs)	A	B	C	D=E
180-240	985	694	312	510
360-480	1220	860	380	630
780-900	1490	1053	470	772
1020-1140	1600	1126	512	825
1290-1440	1800	1245	550	895
1920-2100	2020	1407	623	1020
2280-2640	2170	1519	672	1085
3300-3780	2466	1740	733	1265
4050-4590	2784	1889	780	1384
4890-5610	2788	1952	846	1394
6000-6900	2930	2064	932	1512
8300-9300	3301	2311	1023	1650
9900-11000	3502	2452	1086	1751
13500-14700	3845	2690	1190	1925
17800-18800	4175	2920	1295	2085
20000-23000	4465	3125	1385	2230



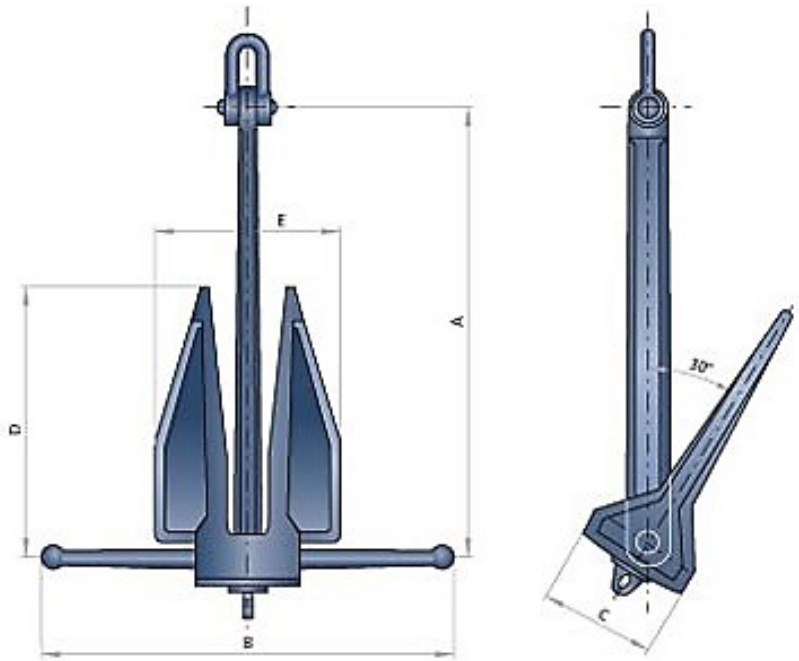
Kotwica Danfortha

Należy do kotwic o **zwiększonej sile trzymania.** Zgodnie z przepisami Towarzystw Klasyfikacyjnych za kotwice o *zwiększonej sile trzymania* (*high holding power anchors*) ***oznaczone symbolem HHP*** uważa się kotwice, które w czasie prób porównawczych przeprowadzonych w takich samych warunkach na trzech rodzajach gruntów: mule, piasku lub żwirze oraz twardej glinie wykazują co najmniej dwa razy większą siłę trzymania w porównaniu do kotwicy typu Halla o takim samym ciężarze.

Zaliczenie kotwicy do kategorii kotwic o dużej sile trzymania umożliwia **obniżenie ciężaru kotwicy**, określonego odpowiednimi przepisami, **o 25%** (wg przepisów LRS i GL) lub **o 20%** (wg przepisów BV i ABS).

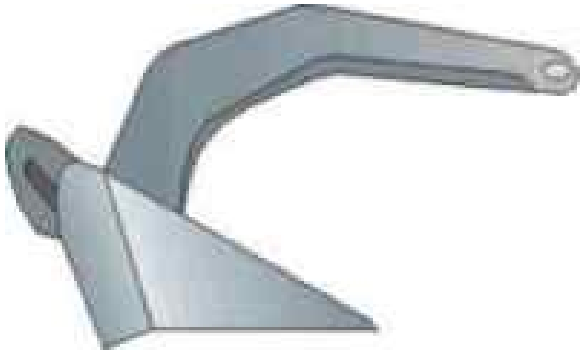


Kotwica Danfortha



Weight (in LBS)	Weight (in kgs)	A	B	C	D	E
300	135	1350	1130	275	820	560
500	225	1600	1340	325	975	665
1000	455	1830	1580	410	1100	760
2000	910	2100	1820	525	1275	900
2500	1135	2260	2140	560	1350	930
3000	1360	2390	2260	595	1440	990
5000	2270	2780	2700	710	1650	1175
6000	2730	2960	2810	750	1780	1200
7000	3180	3120	2960	790	1880	1260
8000	3635	3260	3090	825	1960	1320
10000	4540	3510	3330	890	2100	1420
12000	5445	3730	3540	945	2240	1410
16000	7260	4100	4000	1047	2470	1660
18000	8165	4270	4080	1080	2560	1730
20000	9075	4370	4150	1110	2620	1770
30000	13610	5000	4750	1270	3000	2025

Kotwica pługowa







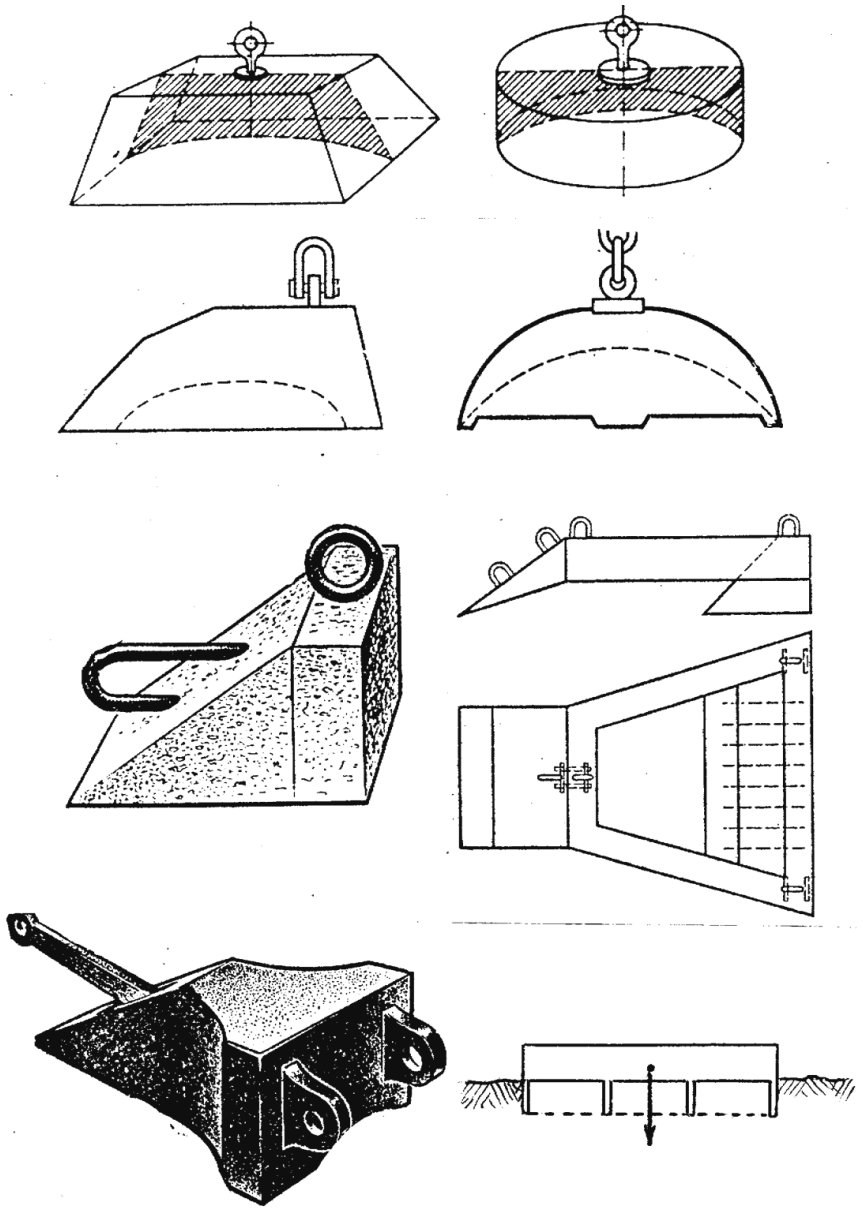
Kotwice martwe

Stosowane podczas długotrwałego kotwiczenia (*permanent anchoring*) polegającego na unieruchomieniu konstrukcji oceanotechnicznych – pływających lub półzanurzeniowych platform wydobywczych, boji cumowniczo-przeładunkowych, zbiorników magazynowych itp., na okres 5 do 20 lat zależnie od wielkości eksploatowanego złoża. Systemy trwałego kotwiczenia są zwykle wyposażone w pale lub grupy pali, ale równie często w kotwice o dużej sile trzymania, szczególnie dla baz przeładunkowych.

Działanie klasycznej martwej kotwicy polega na uzyskiwaniu wymaganej siły trzymania ***głównie dzięki działającej pionowo sile ciężkości,*** a tylko w nieznacznym stopniu oporowi jaki stawia kotwica przy poziomo działającej sile.

Najprostszymi martwymi kotwicami ***są betonowe, żelazobetonowe, żeliwne lub staliwne bloki w kształcie ściętych ostrosłupów lub płaskich cylindrów.***

Kotwice martwe

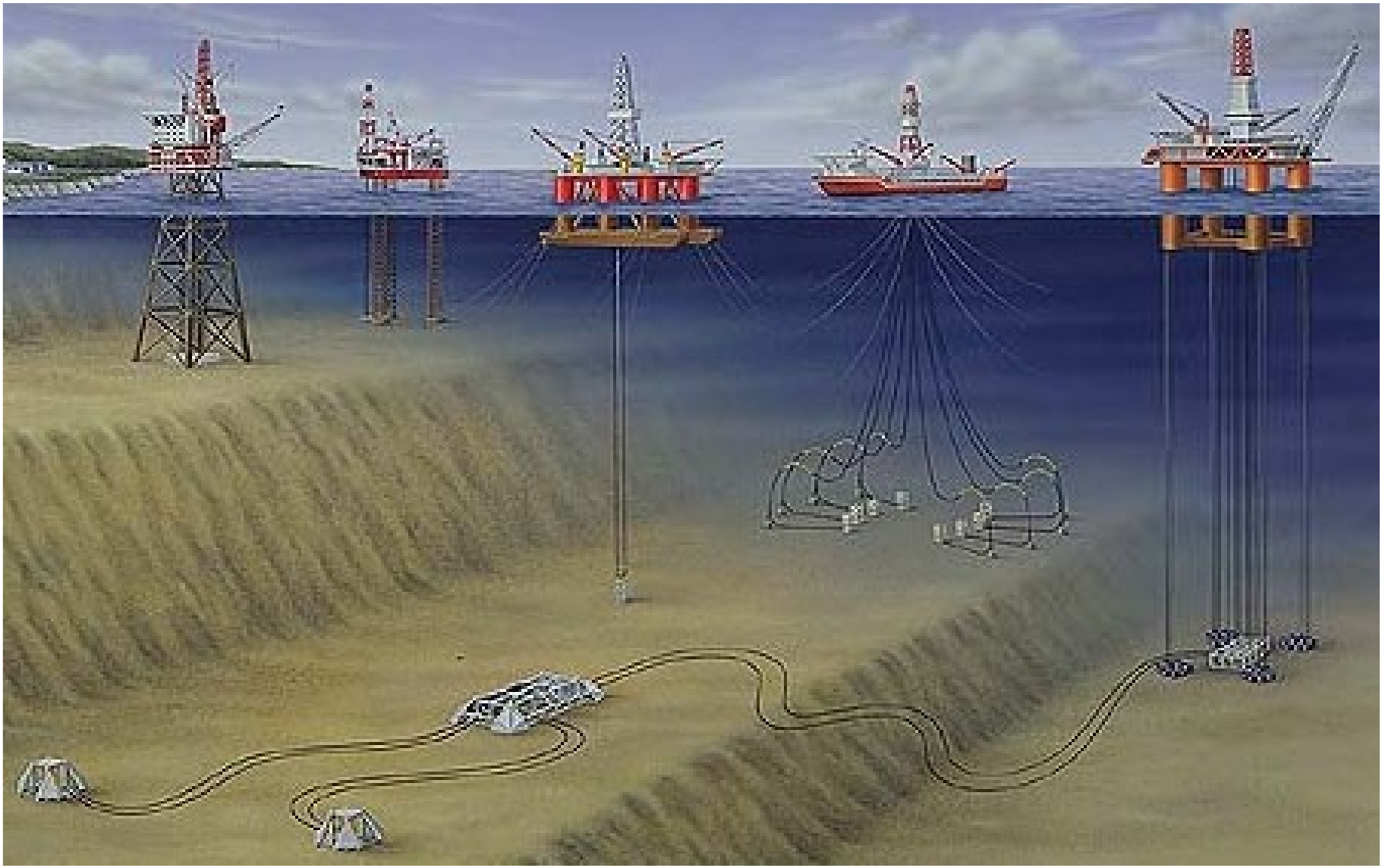


Martwe kotwice wykonane z betonu charakteryzują się następującymi zaletami:

- są proste w budowie,
- ich zastosowanie jest niezależne od rodzaju gruntu, wyłączając gładkie, pochylone dna,
- siła trzymania w kierunku pionowym może być określona z dużą dokładnością a procedura ich instalowania (przy niewielkich ciężarach) jest stosunkowo prosta i nie wymagająca specjalnego wyposażenia.

Stacjonarna Półzanurzalna

Samopodnośna FPSO TLP



Jednostki górnictwa morskiego

Platformy samopodnośne (Jack-up)



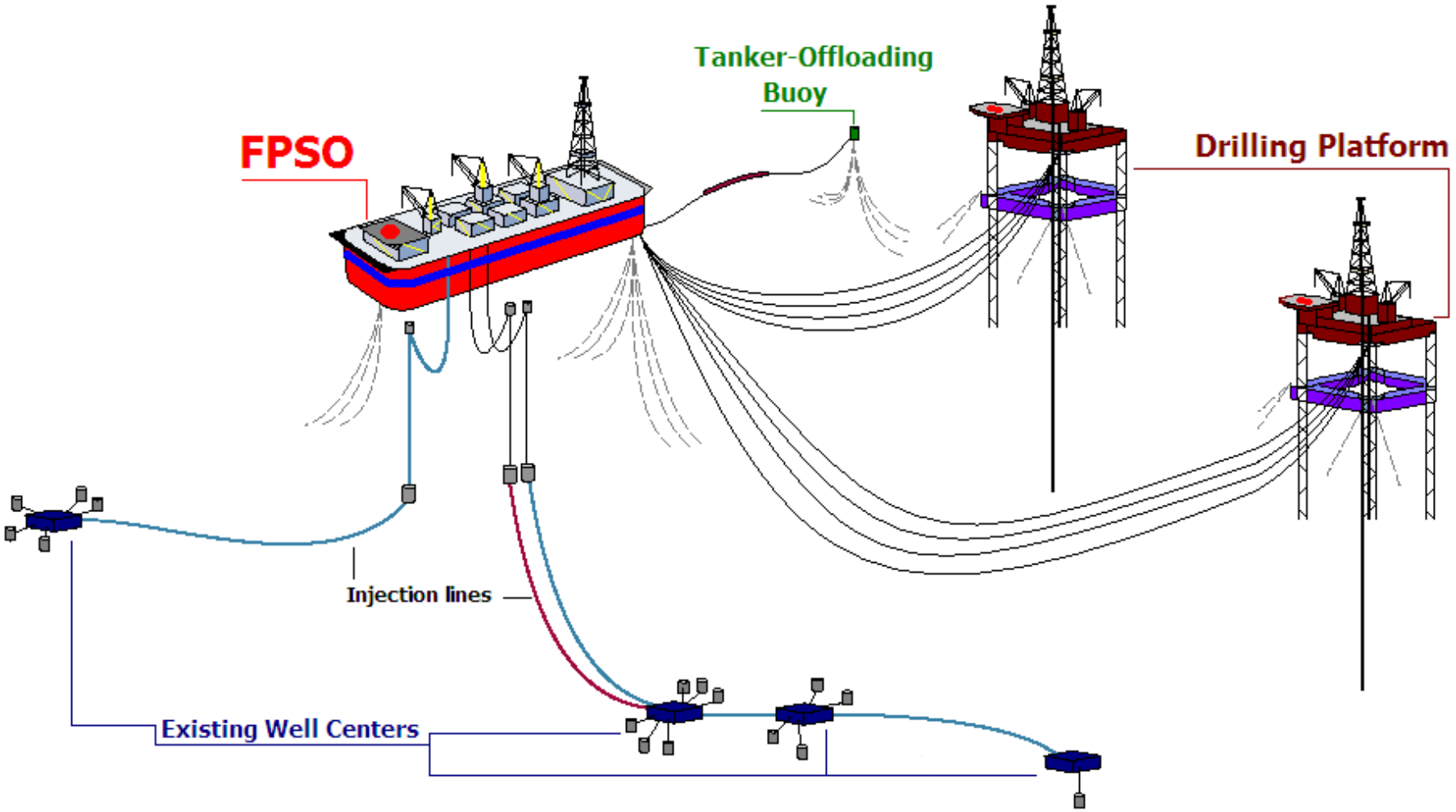
Składają się z kadłuba, na którym zainstalowane są urządzenia wiertnicze i pomocnicze, oraz z kolumn (podpór) wysuniętych ponad kadłub. Wysunięte wysoko ponad kadłub kolumny stwarzają problemy statecznościowe podczas transportu platformy na pole odwiertu, dlatego też konstruktorzy zmniejszyli do minimum liczbę kolumn (3÷5 kolumn) oraz wprowadzili konstrukcje teleskopowe.

Po przetransportowaniu platformy na miejsce odwiertu kolumny są opuszczane na dno i stabilizowane. Platformy samopodnośne są stosunkowo niedrogie, a także odporne na niesprzyjające warunki atmosferyczne. Głębokości, na których mogą pracować to 30÷70m, a niekiedy nawet 150m

FPSO (ang Floating Production, Storage and Offloading Unit, *jednostka pływająca do wydobycia, składowania i przeładunku*) – jednostka pływająca, której zadaniem jest wydobywanie, wstępne oczyszczenie, przechowywanie i przeładunek ropy naftowej i gazu ze złóż podmorskich.

W latach 70. XX wieku górnictwo podmorskie ropy naftowej rozwinęło się na tyle, że oprócz pozyskiwania ropy ze złóż pod stosunkowo płytkimi wodami (kilkadziesiąt metrów) sięgnięto po złoża znajdujące się pod wodą o głębokości kilkuset metrów. Wymagało to rozwinięcia nowych technik i środków. Wcześniej wydobyta ropa była transportowana rurociągami na brzeg. Przy odległościach między brzegiem a złożem rzędu kilkuset kilometrów stawało się to nieopłacalne, zwłaszcza, że układanie rurociągu na głębokości kilkuset metrów było trudniejsze niż na głębokości kilkudziesięciu metrów. Ropę z odległych złóż należało transportować tankowcami. Początkowo tankowiec odbierał ropę na bieżąco z platform produkcyjnych. Musiał jednak być zamocowany do platformy lub pobliskiej boi przeładunkowej, co generowało koszty i stwarzało niebezpieczeństwo w razie pogorszenia pogody. Spowodowało to konieczność składowania ropy w pobliżu złoża, w oczekiwaniu na tankowiec. W tym celu kotwiczono na stałe na polach naftowych **wielkie tankowce** (w bezpieczny sposób, za pomocą kilku kotwic) i **łączono je rurociągami z platformami**. Takie obiekty, które tylko przechowywały ropę i mogły ją przepompować na tankowiec dowozowy (*Shuttle tanker*), nazwano FSO (Floating Storage and Offload Unit – jednostka pływająca do przechowywania i przeładunku). Z czasem na takich jednostkach zaczęto montować urządzenia do wstępnego oczyszczania ropy i gazu oraz podłączać je bezpośrednio do ujęć na dnie (zaopatrzywszy w aparaturę do kontrolowania wydobycia). W ten sposób powstały jednostki FPSO.

Część FPSO stanowią wielkie tankowce, których eksploatacja na liniach żeglugowych stała się mniej opłacalna, część jest budowana od nowa jako FPSO. Przeładunek może następować za pomocą boi przeładunkowej (ustawionej w odległości 1-2 mil morskich od FPSO lub bezpośrednio z FPSO na tankowiec). Do bezpośredniego przeładunku używane są tankowce typu *shuttle tanker*. Pusty tankowiec podchodzi do boi lub FPSO i zostaje zamocowany za pomocą odpowiednich środków cumowniczych zwanych z angielskiego (hawser). Następnie przekazuje się na tankowiec pływające węże, podłączane na pokładzie do manifoldów lub BLS (Bow Loading System). Za pomocą pomp FPSO, w ciągu kilkunastu do trzydziestu godzin przetacza ładunek na tankowiec, który po rozłączeniu wiezie ją do portu przeznaczenia. FPSO może pomieścić miliony baryłek ropy naftowej. TT Knock Nevis ma pojemność 4,1 miliona baryłek, czyli ok. 650 000 m3. W zależności od wydajności złoża, FPSO napełnia się kilka/kilkanaście dni, rozładunek trwa około 24 godzin.


Tanker-Offloading
Buoy
FPSO
Drilling Platform
Injection lines
Existing Well Centers

Platformy cięgnowe (*Tension Leg Platform- TLP*) są przymocowane linami stalowymi do betonowych kotwic umieszczonych na dnie morskim, dokładnie pionowo pod platformą. Taki system kotwiczenia umożliwia wykorzystanie platform TLP do wierceń na znacznych głębokościach. Pierwsza w świecie betonowa platforma TLP została zakotwiczona na polu Heidrum na Morzu Północnym, na głębokości 350 m. Platforma ma wymiary 150 x 80 m i waży 220 000 ton. Jest obsługiwana przez 350 osób i produkuje 220 000 bbls/d ropy. Maksymalne odchylenie platformy od pozycji kotwiczenia przy najbardziej niekorzystnych warunkach atmosferycznych może wynieść 31 m. Na największych głębokościach konieczne jest wykorzystanie do wierceń statków wiertniczych (*drillship*). Są to nieduże jednostki o wyporności do 14 000 DWT, długości 135 m, osiągające prędkość do 14 w. Na śródokręciu statku ustawiona jest wieża, a na jego rufie pokład helikopterowy. Przy wierceniu do 200 m głębokości jednostki te zakotwiczone są na kilku kotwicach (zazwyczaj ośmiu), natomiast na większych głębokościach do 2000 m i od 6000 do 10000 m poniżej dna morskiego wykorzystywane są statki wyposażone w system dynamicznego pozycjonowania DP (*Dynamic Positioning System*)

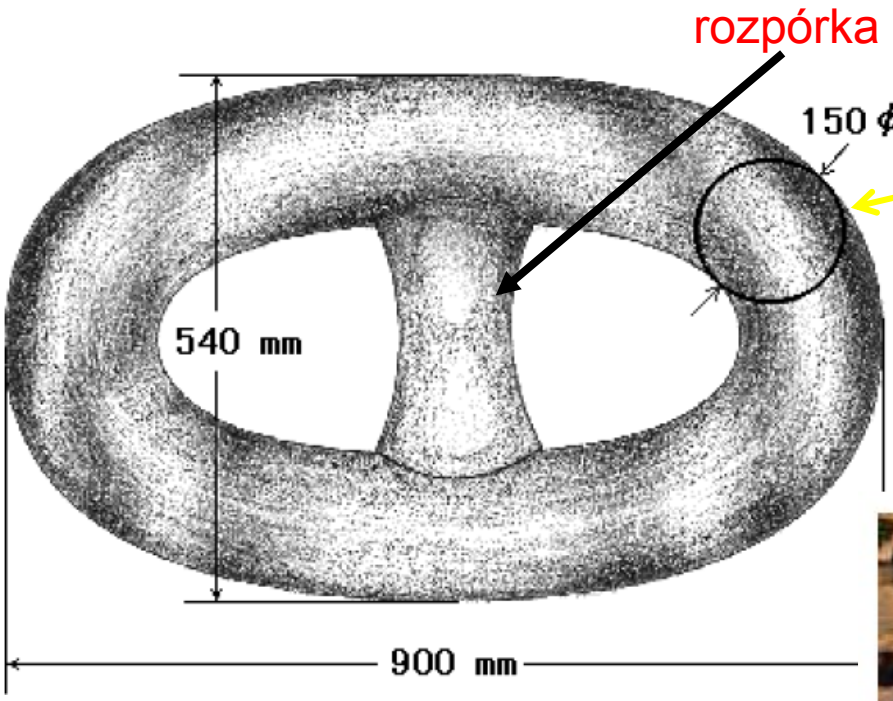
TLP – Tensing Leg Platform



Holowanie kadłuba Morpeth Sea Star TLP z Houma do pola naftowego "Morpeth" w Zatoce Meksykańskiej.



Łańcuchy kotwiczne





Łańcuch składa się z rozłączalnych odcinków zwanych przęsłami o długości ok. 25 m (1-sze przęsło – kotwiczne, ostatnie – komorowe)

Łańcuchy kotwiczne

Ogniwa:

- **zwykłe** (bezrozpórkowe – kaliber do 10 mm, rozpórkowe – kaliber powyżej 40 mm),
- **końcowe** – ostatnie ogniwa przęseł, wykonane bez rozpórki, stosowane do połączenia przęseł szeklami,
- **duże** – ogniwa o wymiarach pośrednich pomiędzy ogniwami zwykłymi a końcowymi, łagodzą różnicę ich wymiarów ułatwiając ślizganie się łańcucha w kluzie



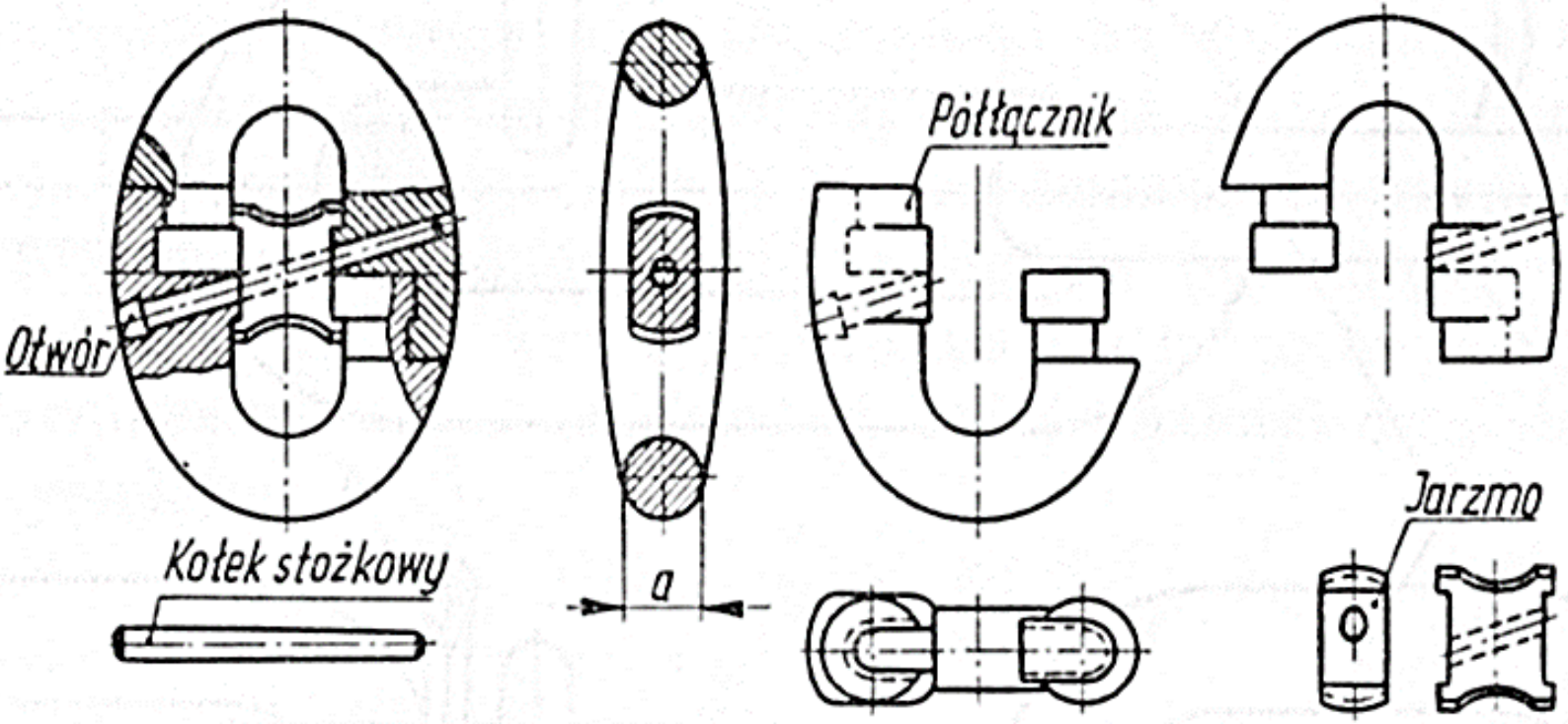
Inne elementy:

-***krętliki*** – umożliwiają obrót jednej części łańcucha dookoła jej osi bez skręcania pozostałych części, wchodzą w skład przęsła kotwicznego oraz niekiedy komorowego,

-***haki odrzutne*** – stosowane na końcu przęsła komorowego dla łańcuchów mniejszych kalibrów (dla dużych kalibrów - zwalniak łańcucha),

-***łączniki Kentera*** – mogą być stosowane zamiast szekli pośrednich do łączenia przęseł.

Łącznik Kentera





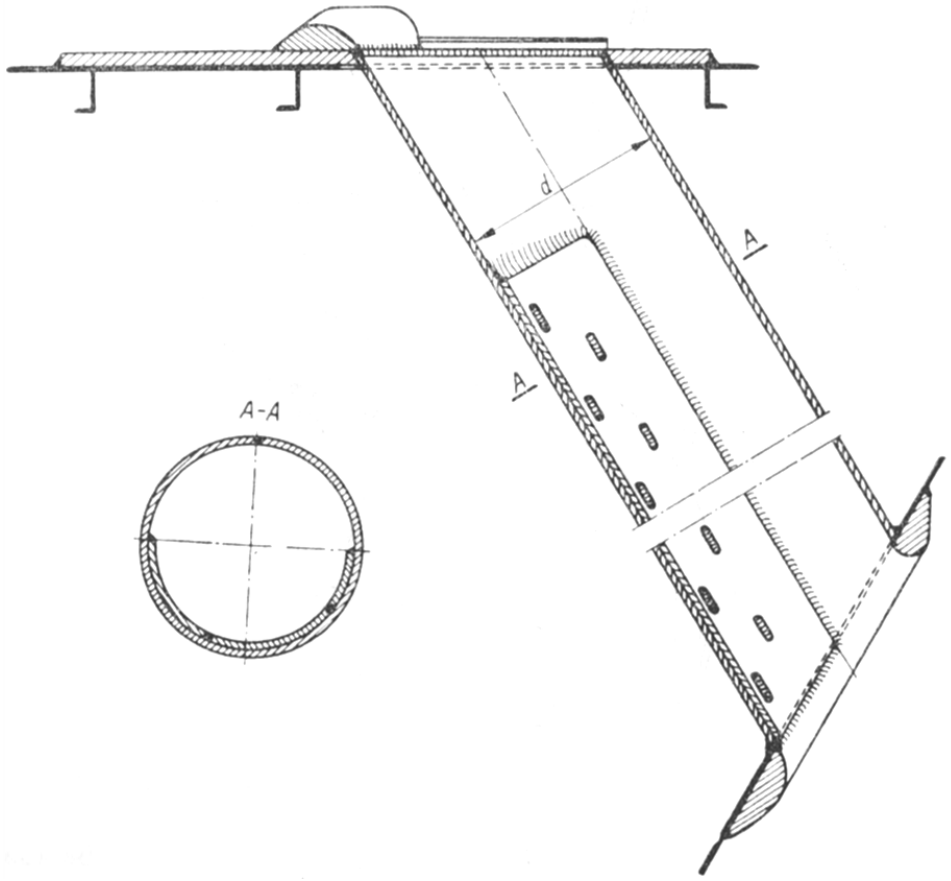
Łącznik Kentera

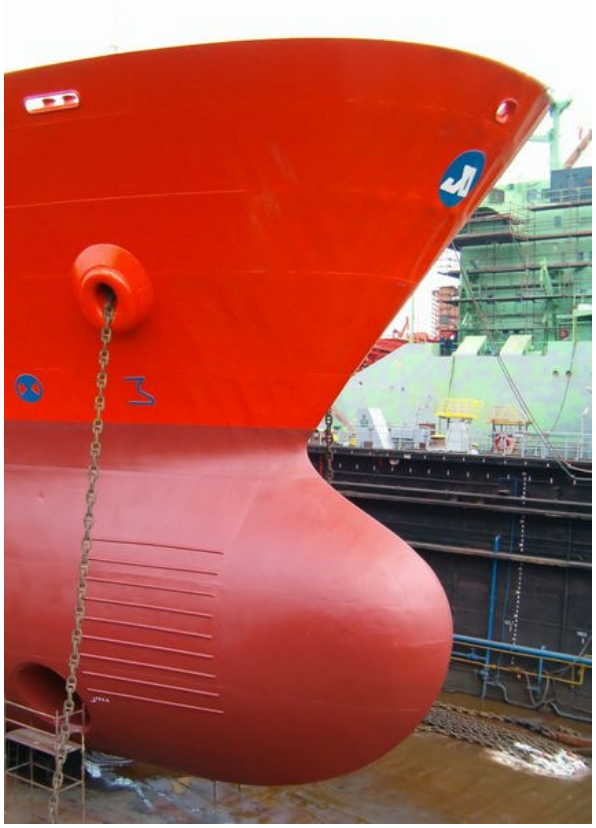




Kluzy kotwiczne

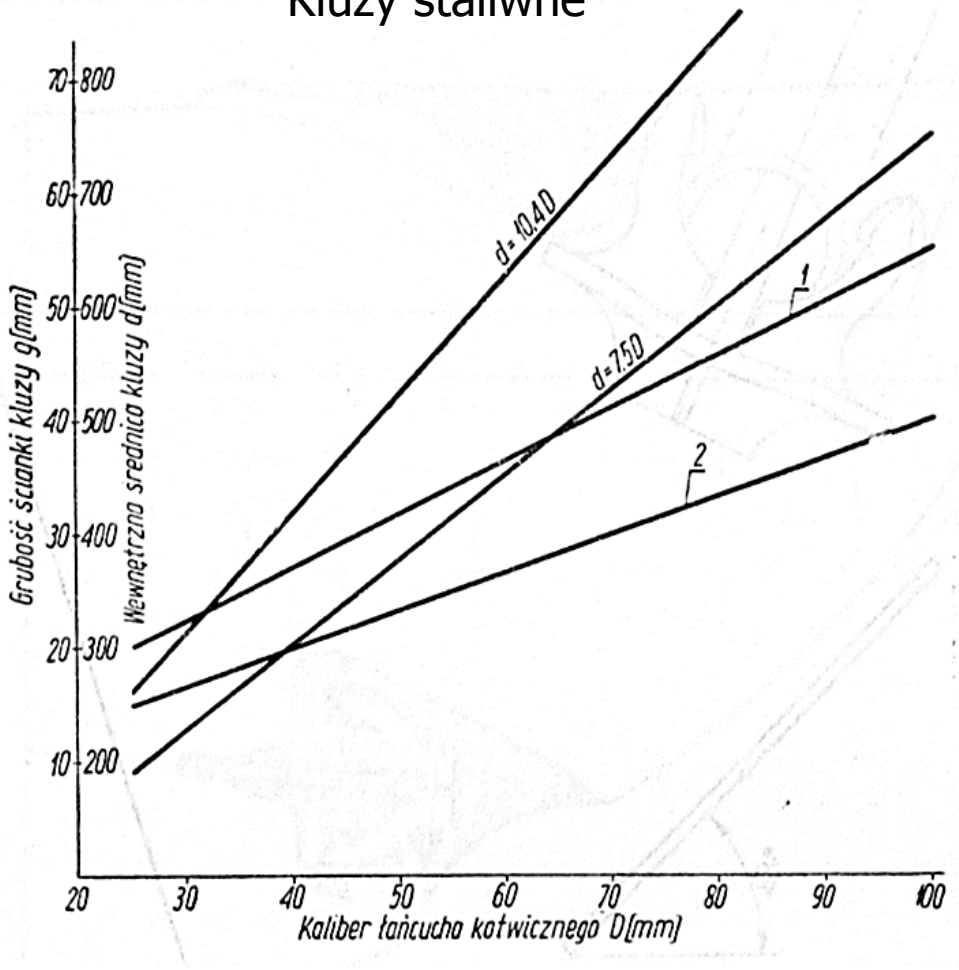
Kluza kotwiczna jest grubościenną rurą zakończoną z jednej strony **kołnierzem burtowym** a z drugiej **kołnierzem pokładowym**. Powinna mieć takie **nachylenie** aby kotwica samoczynnie opadała do wody pod wpływem własnego ciężaru i aby **nie zakleszczała** się w kluzie





Kluzy kotwiczne

Kluzy staliwne







Komora łańcuchowa

Komory łańcuchowe służą do przechowywania na statku łańcuchów kotwicznych. Każdy łańcuch musi mieć oddzielną komorę łańcuchową o odpowiedniej pojemności, wystarczającej do swobodnego ułożenia łańcucha określonej długości.

Objętość zajmowaną przez łańcuch kotwiczny można obliczyć ze wzoru:

$$V = 0{,}0009 \cdot d^2$$



Komora łańcuchowa



Stopery łańcucha

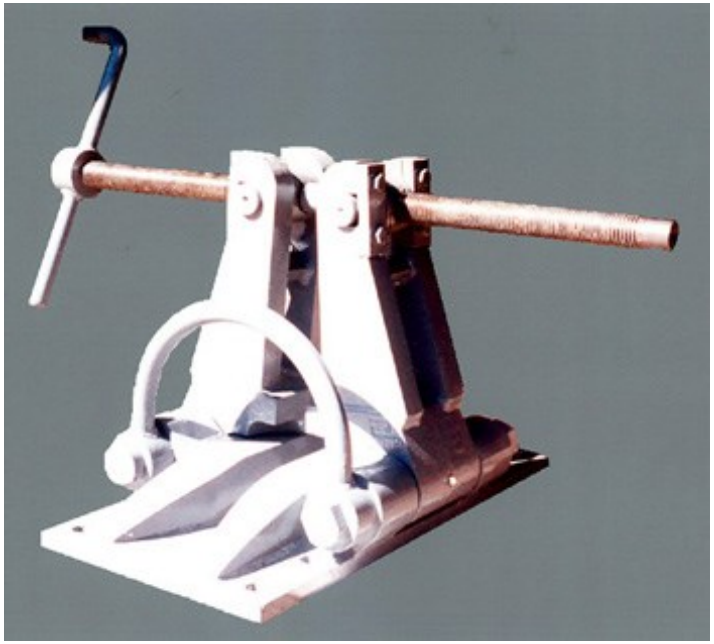
Stopery kotwiczne instalowane są na pokładzie statku pomiędzy wciągarką kotwiczną/przystawką kotwiczną a kluzą. Przejmują one pełne obciążenie z łańcucha kotwicznego, gdy statek jest zakotwiczony. Zgodnie z przepisami towarzystw klasyfikacyjnych siła trzymania stopera kotwicznego musi być równa 80% siły zrywającej łańcuch. Podczas operacji opuszczania/podnoszenia kotwicy blokada stopera jest podniesiona co pozwala na bezpieczne wydawanie/podnoszenie łańcucha.





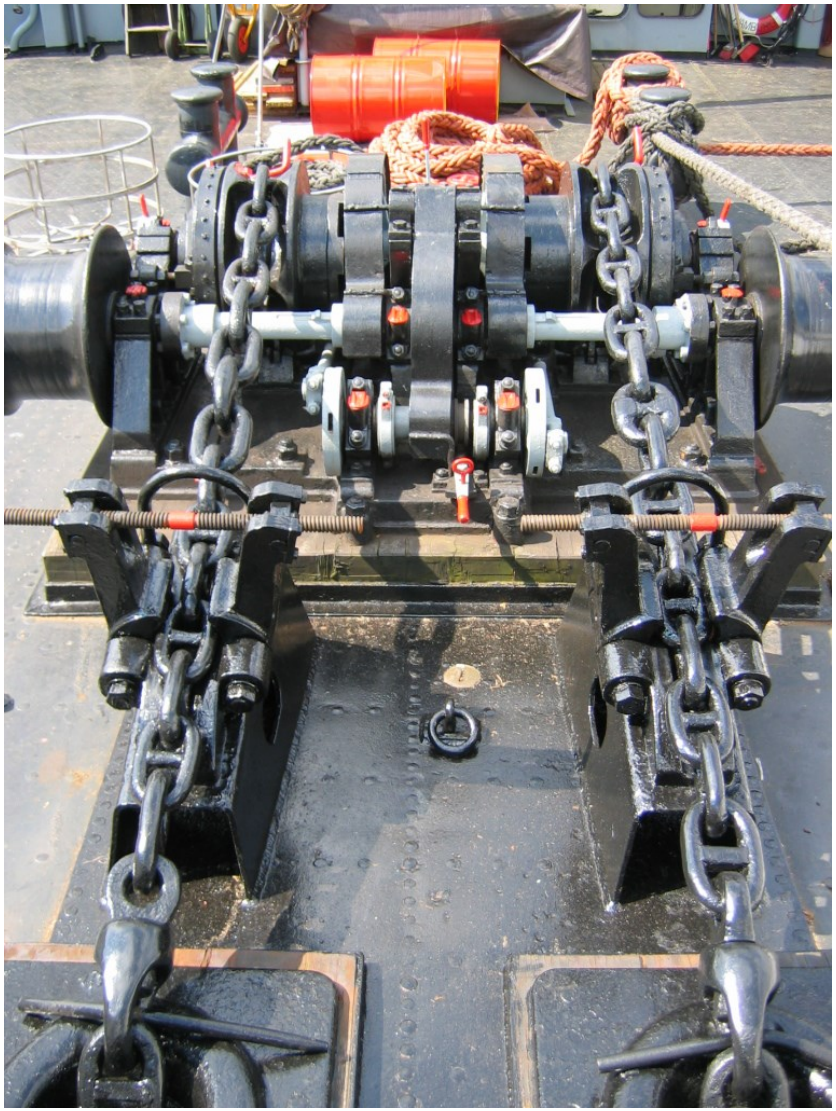
Stopery łańcucha kotwicznego







Wciągarka kotwiczna (braszpil)

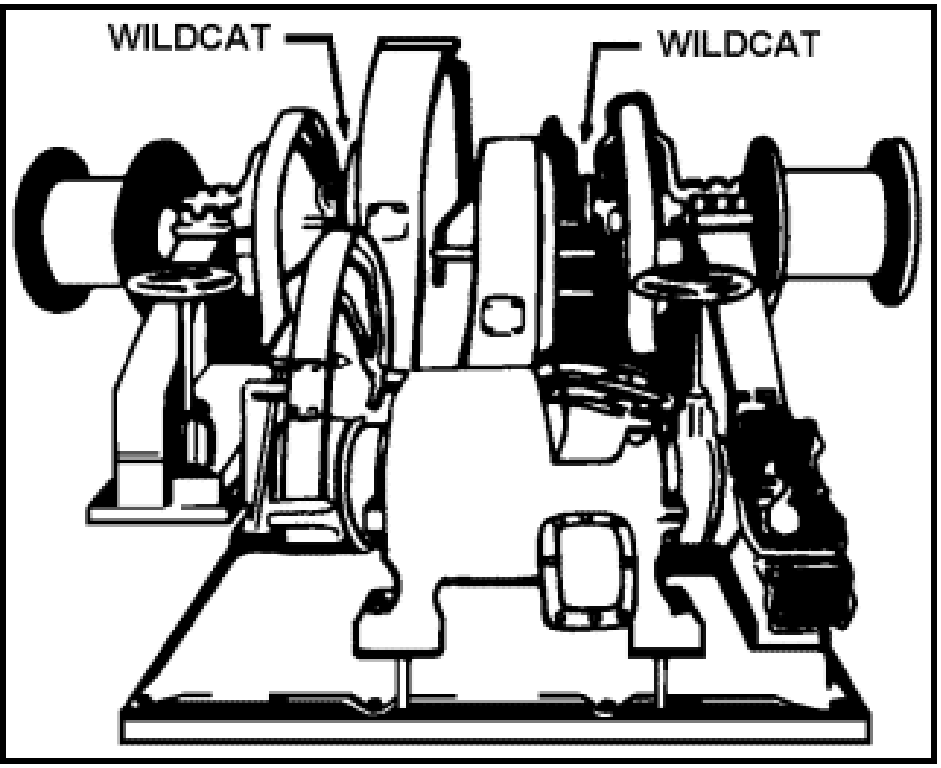


Urządzenie mechaniczne służące do podnoszenia i opuszczania kotwicy. Wyrzucanie kotwicy na głębokościach do ok. 25 m odbywa się najczęściej bez udziału wciągarki, przy większych głębokościach kotwice opuszcza się początkowo przy załączonym silniku windy kotwicznej.

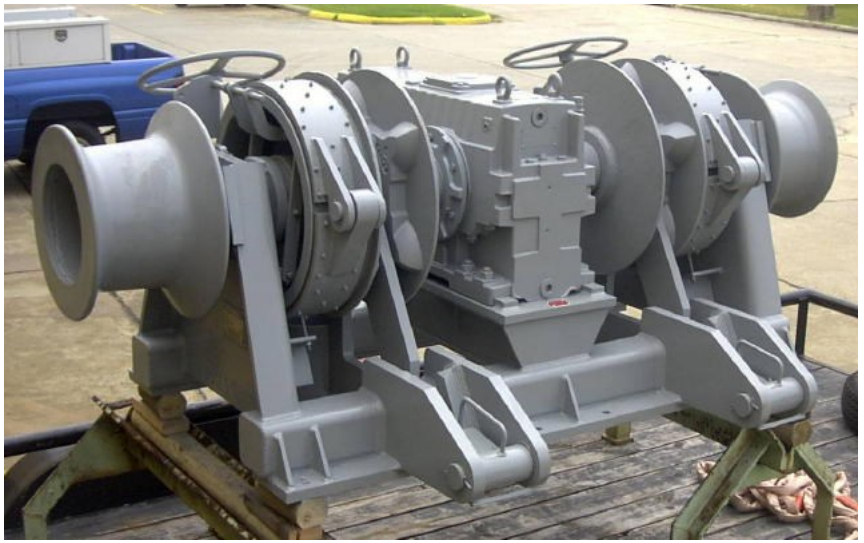
Wciągarki:

- poziome – pionowe
- kotwiczne, cumowniczo – kotwiczne
- elektryczne – hydrauliczne

Wciągarka kotwiczno - cumownicza

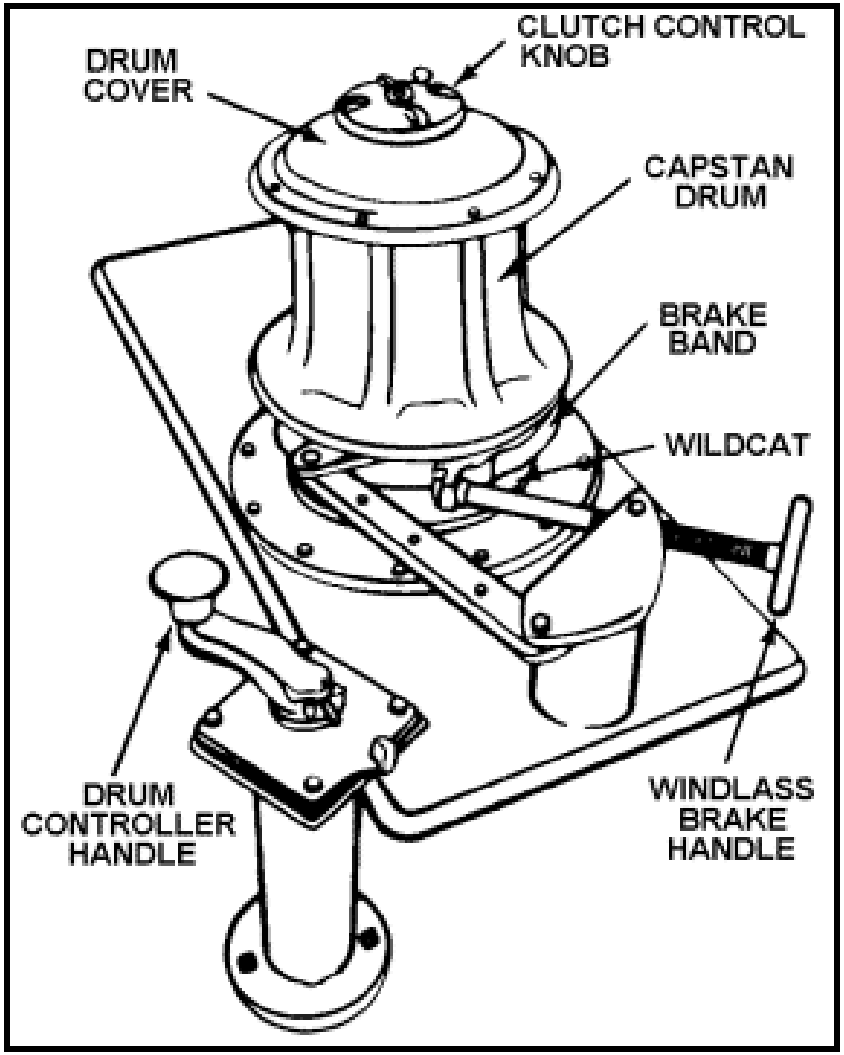






Wciągarka kotwiczna





Przykłady rozwiązań





Cumowanie

Cumowanie - unieruchomienie statku przy nabrzeżu, burcie innej jednostki, boi, pławie, beczce cumowniczej itp. Czynności tej dokonuje się za pomocą lin cumowniczych podawanych z pokładu cumującej jednostki.

Cumowanie - ma na celu nie tylko bieżące unieruchomienie jednostki, ale także zabezpieczenie jej przed zerwaniem w razie pogorszenia pogody, a sposób cumowania powinien uwzględniać także warunki lokalne - przede wszystkim wahania poziomu wody.

W przypadku korzystania przez więcej niż jedną jednostkę z tych samych urządzeń cumowniczych na nabrzeżu, liny cumownicze powinno się tak zakładać, aby było możliwe zdejmowanie ich w dowolnej kolejności. Np. w przypadku liny z uchem robi się to w ten sposób, że ***drugą linę przewleka się od spodu przez ucho tej będącej już na polerze i następnie zakłada na poler powyżej pierwszej liny***

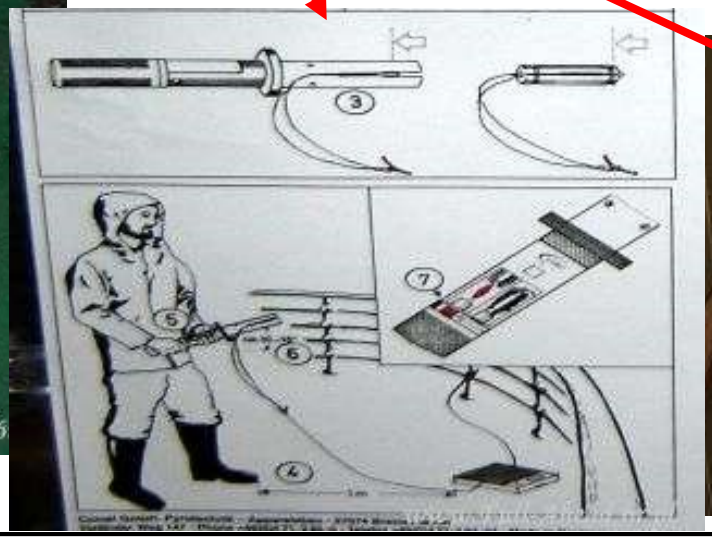


Podawanie rzutki cumowniczej



Rzutkowy pistolet - specjalny pistolet używany podczas akcji ratowniczej do podawania (np. ze statku na inny statek, z brzegu na statek) holu lub **linki za pośrednictwem rzutki specjalnie ułożonej i umocowanej do pocisku**. Na większe odległości rzutkę wystrzeliwuje się z wyrzutni rzutkowej za pomocą **specjalnej rakiety**.





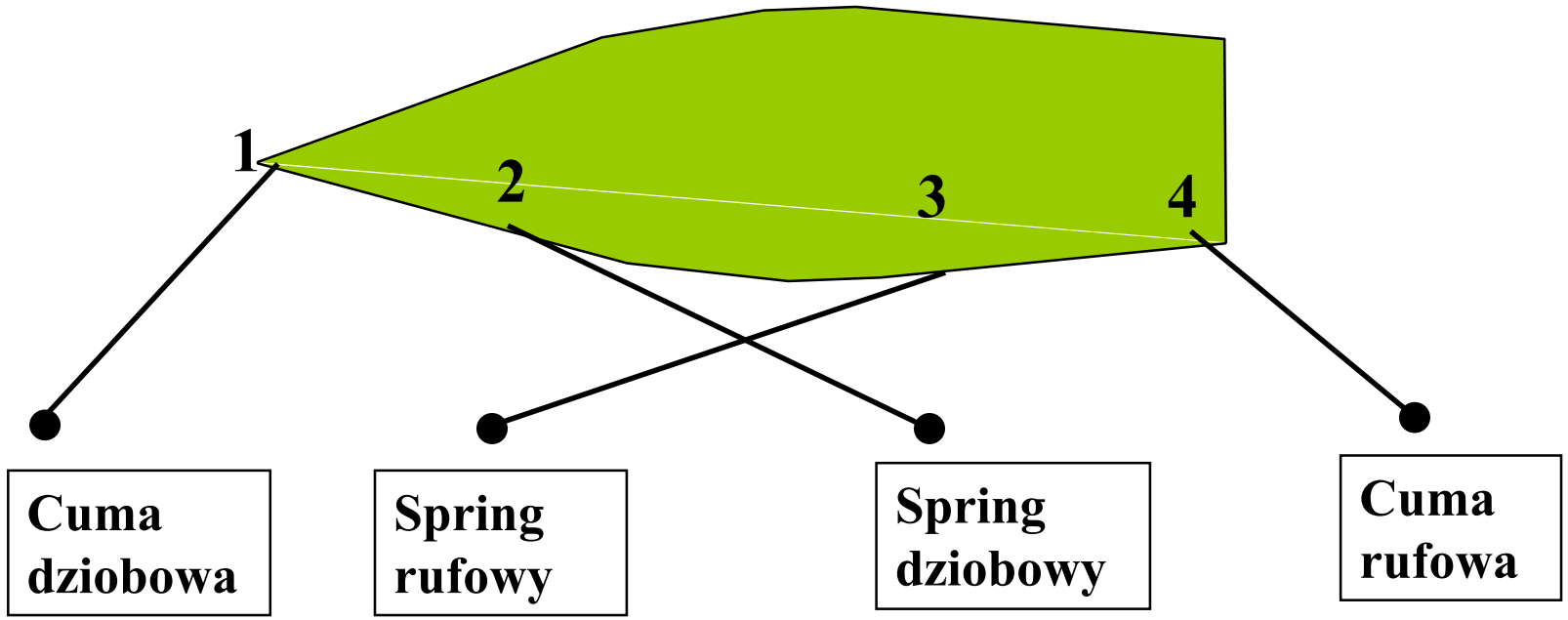


Podawanie rzutki cumowniczej

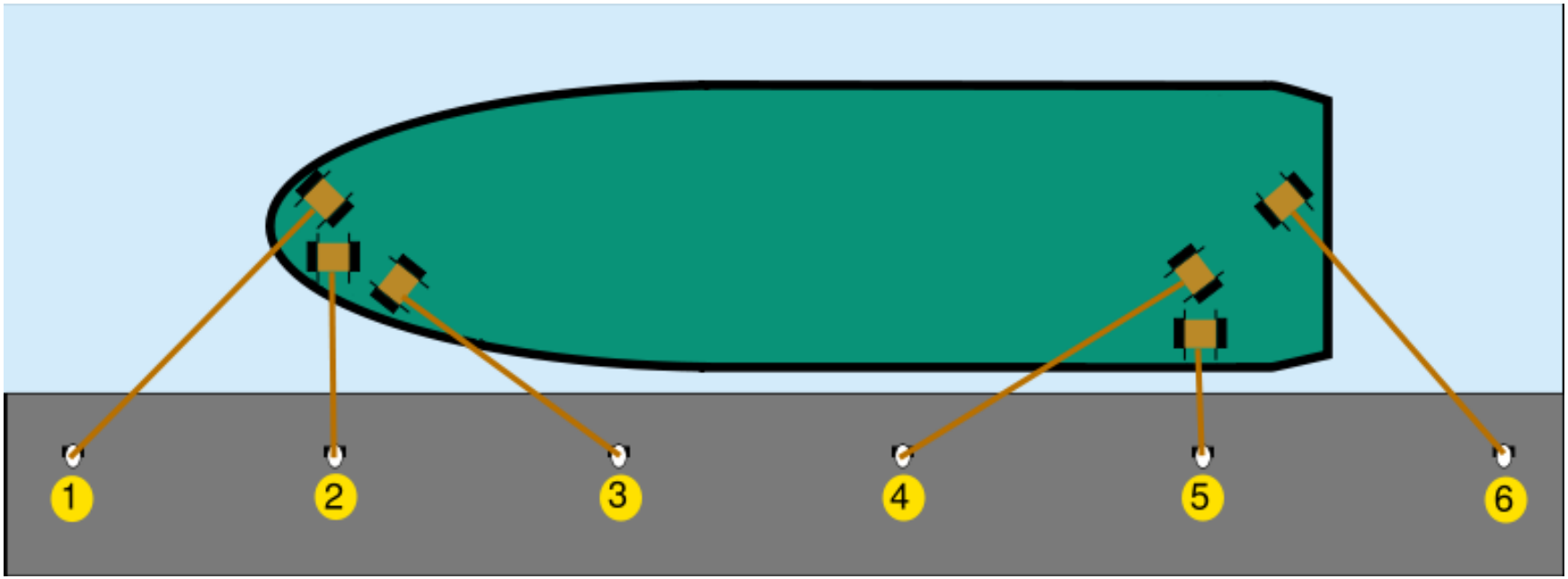


Od 1964 roku ten sposób podawania rzutki jest zabroniony. W wyniku wypadku i śmierci dowódcy ORP „Błyskawica”. W czasie alarmu manewrowego (podchodziły do siebie dwa okręty na redzie portu Gdynia). Rzutka cumownicza podawana z wyrzutni rakietowej trafiła w otwarty iluminator kabiny d-cy okrętu (w alarmie manewrowym wszystkie iluminatory musza być zamknięte, jak również przedziały wodoszczelne), ciężko raniąc twarz dowódcy (rozszczepiona drewniana końcówka rakietki wyrwała szczękę). Przewieziony do szpitala zmarł po kilku dniach w wyniku komplikacji.

Liny cumownicze



Cumowanie



Liny cumownicze:
(1) - cuma dziobowa; (2) - brest dziobowy; (3) - szpring dziobowy;
(4) - szpring rufowy; (5) - brest rufowy; (6) - cuma rufowa

Holowniki



Holownik portowo redowy Tap Mun (L=25.40 m, B=8.50 m, N=2650 kW, Z=45.45 T, pędnik azymutalny)

Holowniki portowe - redowe

Wymiary dochodzą do 40 metrów, moce napędu głównego przeciętnie wynoszą 750 ÷ 4000 kW. Prędkość pływania swobodnego mieści się w granicach 10 ÷ 13 węzłów zaś autonomiczność pływania 2 ÷ 4 doby. Najczęściej spotykane pędniki na tego rodzaju jednostkach to śruby o skoku nastawnym bądź w dyszy Korta, pędniki azymutalne lub Voith - Schneidera

Jednostki tego typu mają za zadanie wprowadzać i wyprowadzać statki z portów lub terminali przeładunkowych oraz pomagać w bezpiecznym poruszaniu się wewnątrz nich.

Wymagania klasyfikacyjne

4 URZĄDZENIA CUMOWNICZE

4.1 Wymagania ogólne

4.1.1 Każdy statek należy wyposażyć w urządzenie cumownicze zapewniające możliwość dociągania statku do nabrzeży lub przystani pływających i należytego przycumowania podczas normalnych operacji cumowania.

Tabela 4.1.2

Wyposażenie cumowniczo-holownicze

Wskaźnik wyposażenia	Lina holownicza		Liny cumownicze		
	Długość, [m]	Rzeczywista siła zrywająca, [kN]	Liczba	Długość liny, [m]	Rzeczywista siła zrywająca, [kN]
1	2	3	4	5	6
50–70	180	98	3	80	34
71–90	180	98	3	100	37
91–110	180	98	3	110	39
111–130	180	98	3	110	44
131–150	180	98	3	120	49
151–175	180	98	3	120	54

Wymagania klasyfikacyjne

4.2.1 Liny cumownicze

4.2.1.1 Liny cumownicze mogą być stalowe albo z włókien roślinnych lub syntetycznych. Niezależnie od wielkości siły zrywającej wynikającej z tabeli 4.1.2, liny cumownicze z włókien roślinnych i syntetycznych powinny mieć średnicę co najmniej 20 mm.

4.2.6 Wciągarki cumownicze

4.2.6.1 Do wybierania lin cumowniczych można stosować zarówno specjalnie do tego celu przeznaczone mechanizmy cumownicze (kabestany, wciągarki), jak i inne mechanizmy pokładowe (wciągarki kotwiczne, ładunkowe itp.) mające bębny cumownicze.

Podstawowe elementy wyposażenia cumowniczego

Wyposażenie to składa się z:

- lin cumowniczych
- pachołków (polerów) cumowniczych,
- przewłok cumowniczych,
- kluz,
- wciągarek cumowniczych.





Liny cumownicze

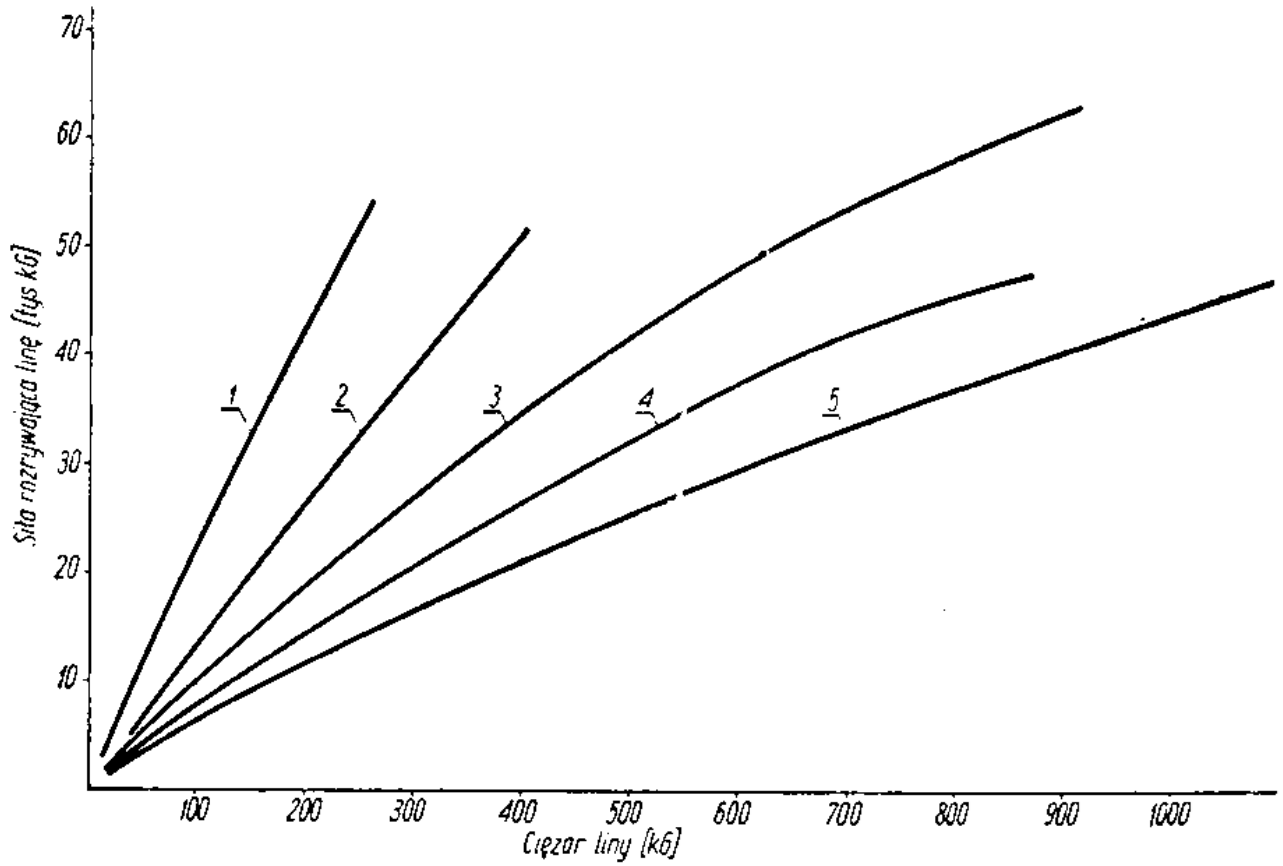
Liny cumownicze przeważnie są stalowe, stosowane są również liny z włókien roślinnych – konopne, manilowe i sizalowe oraz z włókien sztucznych.

4.2.1.2 Liny stalowe powinny być konstrukcji elastycznej, przy czym lina stalowa powinna zawierać nie mniej niż:

- 72 druty stalowe w sześciu splotach z siedmioma rdzeniami wykonanymi z włókna – gdy rzeczywista siła zrywająca nie przekracza 216 kN;
- 144 druty stalowe w sześciu splotach z siedmioma rdzeniami wykonanymi z włókna – gdy rzeczywista siła zrywająca jest większa niż 216 kN, lecz nie przekracza 490 kN;
- 216 drutów stalowych w sześciu splotach z jednym rdzeniem z włókna – gdy rzeczywista siła zrywająca jest większa niż 490 kN.

4.2.1.3 Liny z włókna roślinnego powinny być wykonane z manili lub sizalu. Na statkach o wskaźniku wyposażenia nie przekraczającym 205 można stosować liny konopne. Na statkach o wskaźniku wyposażenia większym niż 205 stosowanie lin konopnych podlega odrębnemu rozpatrzeniu przez PRS. Wszystkie pozostałe własności lin roślinnych powinny odpowiadać wymaganiom rozdziału 22 z *Części IX – Materiały i spawanie.*

Liny cumownicze



Rys. 4.3. Porównanie wytrzymałości i ciężarów lin

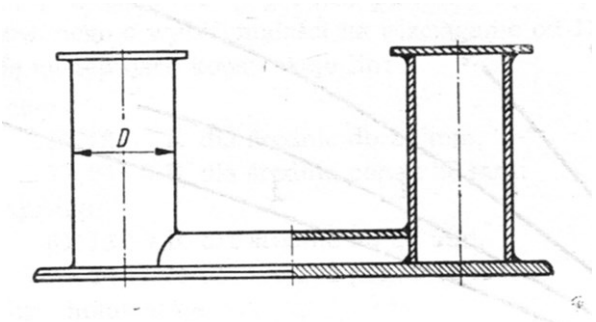
1 — lina z włókien sztucznych; *2* — lina stalowa; *3* — lina manilowa; *4* — lina sizalowa; *5* — lina konopna

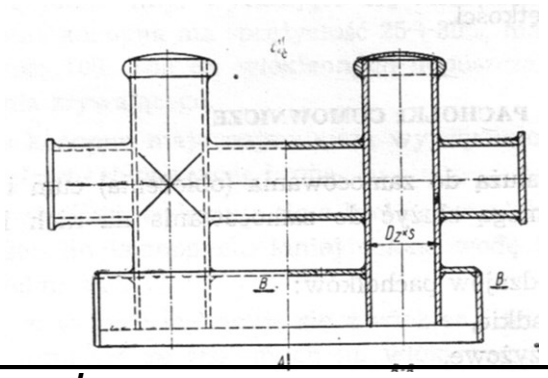
Polery (pachołki) cumownicze

Służą do zamocowania (obłożenia) lin cumowniczych.
Wyróżnia się szereg odmian:

- podwójne proste gładkie,
- podwójne proste krzyżowe,
- pojedyncze gładkie,
- pojedyncze krzyżowe
- inne

Pachołki spawa się zwykle do pokładu, który musi mieć w tym obrębie odpowiednie wzmocnienie.
Pachołki dobiera się z norm według średnic lin, dla których są przeznaczone.





Pachołki cumownicze

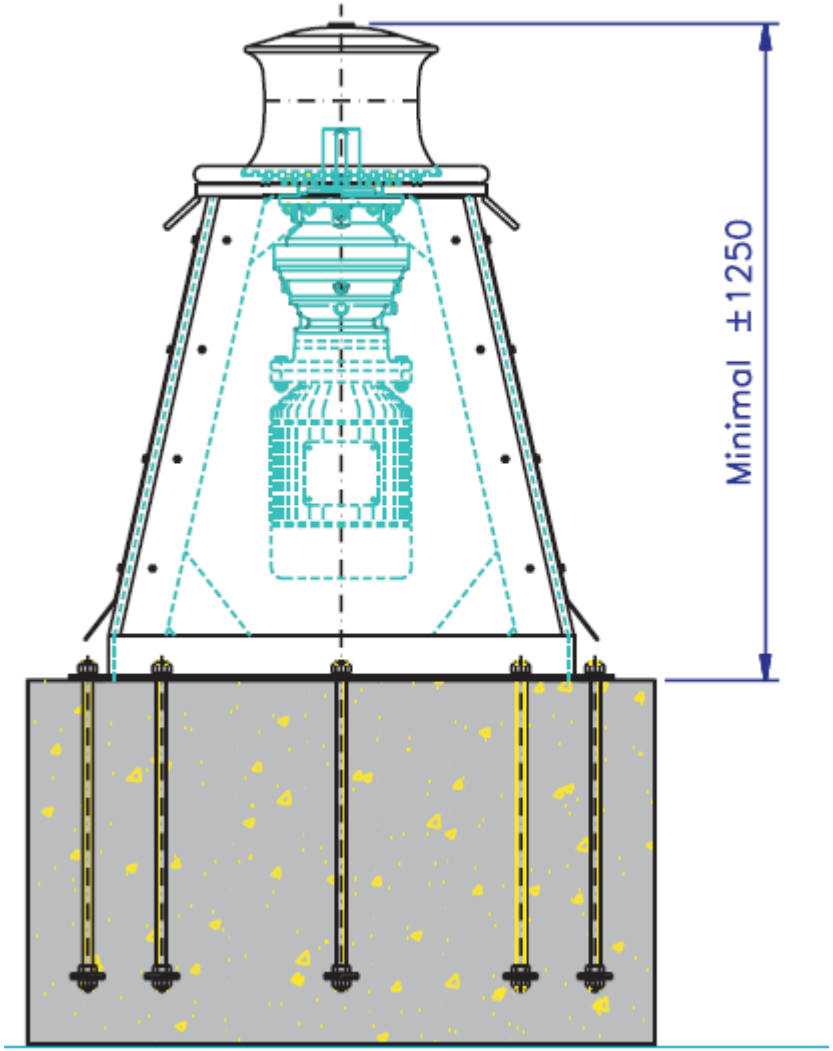






Windy cumownicze (kabestany)





Windy cumownicze (kabestany)

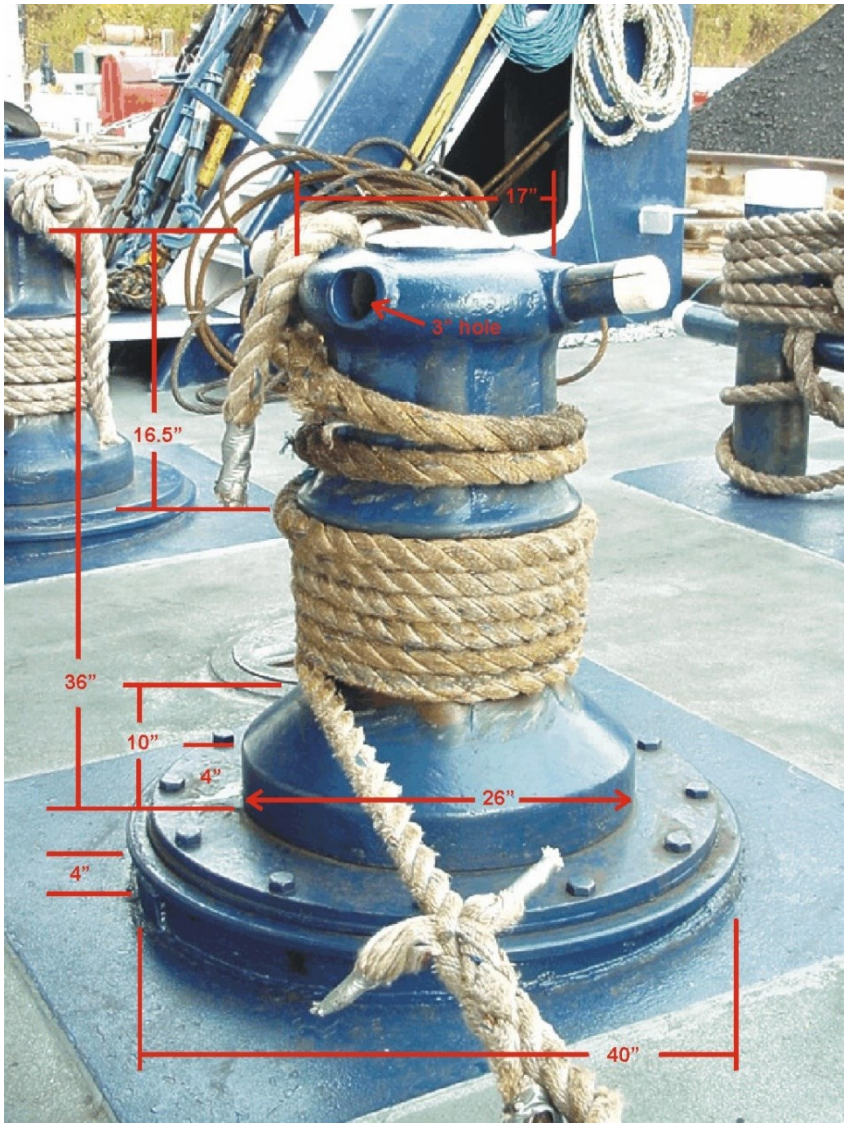


Spill. (st. niem.) - kabestan



Szpil – handszpaki (szpilszpaki)

Windy cumownicze (kabestany)





Kluzy i przewłoki

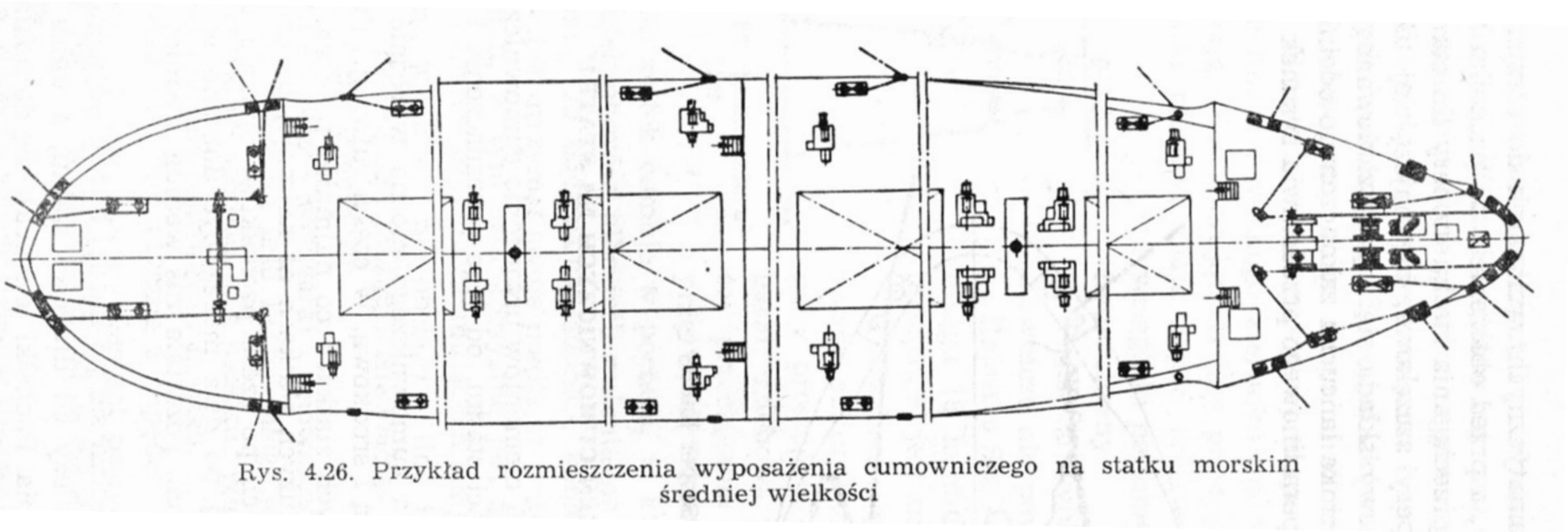








Rozmieszczenie urządzeń cumowniczych na statku



Rys. 4.26. Przykład rozmieszczenia wyposażenia cumowniczego na statku morskim średniej wielkości

Wyposażenie holownicze



Wyposażenie holownicze

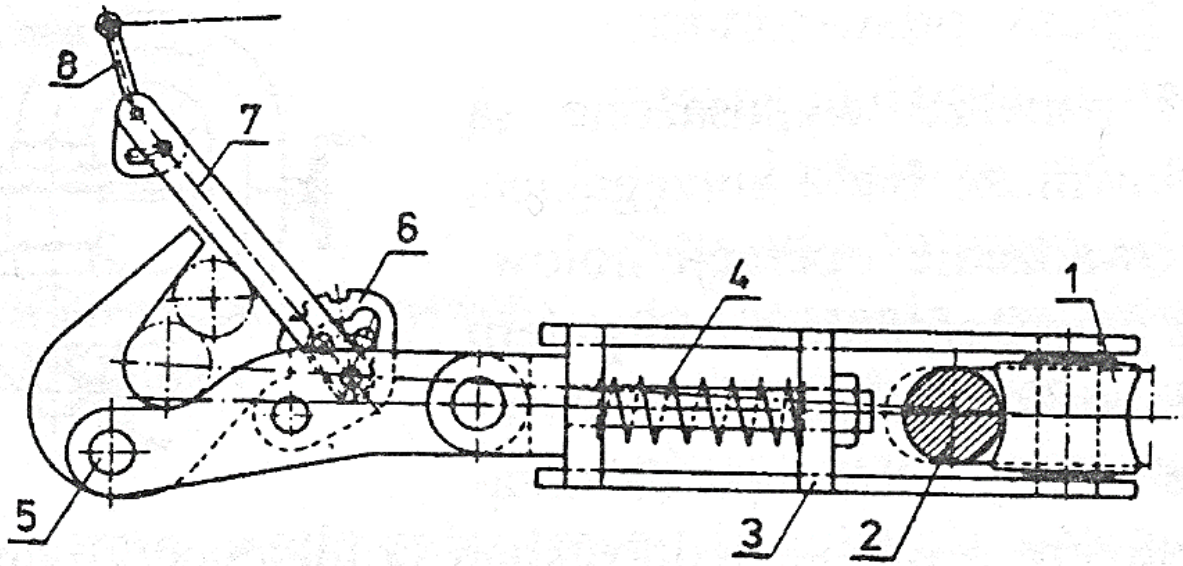
Niezbędnymi elementami wyposażenia są urządzenia holownicze takie jak haki i wciągarki holownicze.

Pierwsze z nich stosowane są na małych jednostkach. Służą do zaczepiania holu, zwykle posiadają sprężynę amortyzującą szarpnięcia oraz urządzenie zwalniające, które umożliwia rzucenie holu.

Wciągarki holownicze cechuje solidna wytrzymała konstrukcja odpowiednia do ich charakterystyk oraz właściwości, dla jakich zostały zaprojektowane. Posiadają mechanizm ustalania uciągu umożliwiający regulacje wciągarki na określone obciążenie w czasie holowania. Gdy wystąpi przeciążenie następuje automatyczne wydanie holu, co zmniejsza szarpnięcia. Posiadają napędy elektryczne, hydrauliczne lub elektryczno-hydrauliczne.

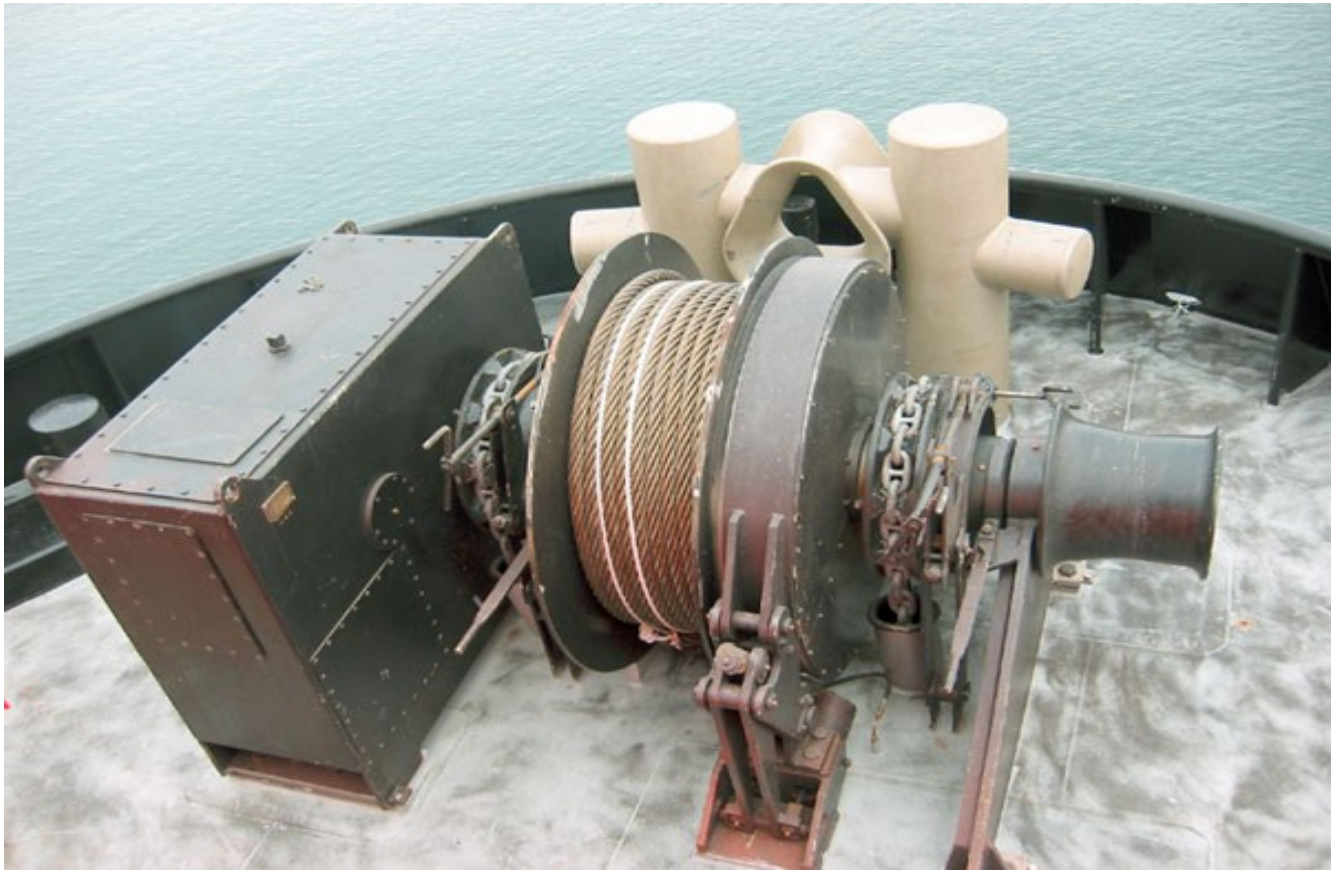
Na holownikach wielozadaniowych często spotykane są wciągarki holowniczo – kotwiczne pomocne przy operacjach mocujących jednostki wiertnictwa morskiego.

Wyposażenie holownicze



Rys. 2.36. Hak holowniczy zamknięty z amortyzatorem i z urządzeniem do zdalnego zwalniania liny; 1 – rolka, 2 – hak wodzący, 3 – obejma, 4 – sprężyna amortyzatora, 5 – oś obrotu haka, 6 – elementy reglujące, 7 – dźwignia, 8 – dźwignia linki zwalniającej

Wyposażenie holownicze



Wciągarka holowniczo-kotwiczna firmy Dutch Marine Trading typ 211-H26 o uciągu 200 kN

Wyposażenie holownicze

Nowatorskim urządzeniem jest „carrousel ring”, który umożliwia hakowi lub wciągarce holowniczej pełny obrót bez ograniczeń. Dodatkowo operacja holowania może być bez ograniczeń zmieniana z dziobu na część rufową i odwrotnie.



SYSTEMY DYNAMICZNEGO POZYCJONOWANIA JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH

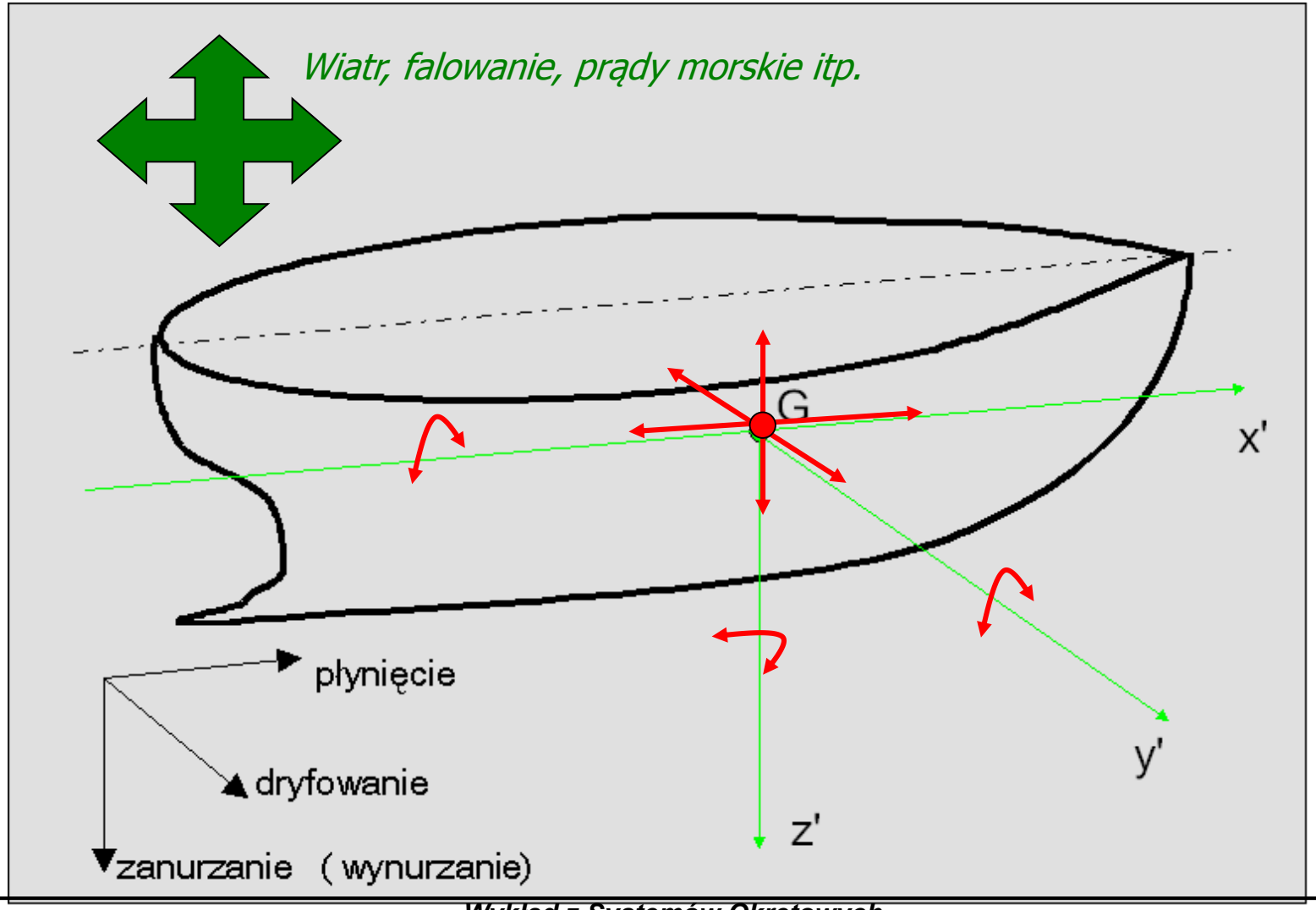
Zagadnienia

- Wprowadzenie – pozycja statku i jej zmiany, konieczność utrzymania pozycji, pozycjonowanie statyczne, ogólna zasada systemu pozycjonowania dynamicznego, zakres zastosowań.
- Klasyfikacja systemów DP – zasada działania
- Uregulowania klasyfikacyjne.
- Ogólna budowa i podstawowe elementy systemów DP.
- Przykłady rozwiązań na statkach różnych typów

Materiały

1. Balcerski A., Bocheński D.: Układy technologiczne i energetyczne jednostek oceanotechnicznych. Wydawnictwo PG, Gdańsk 1998.
2. Guide to Dynamic Positioning of Vessels. ALSTOM 2000.
3. Wiewióra A., Wesołek Z., Puchalski J.: Ropa naftowa w transporcie morskim. Trademar Gdynia 2007.
4. http://www.dosecc.org/html/dynamic_positioning_system.html
5. http://www.hornbeckoffshore.com/vessel_osv_dp.html
6. http://www.offshore-technology.com/contractors/power/alstom2/
7. http://www.km.kongsberg.com

Utrzymanie pozycji statku



Utrzymanie pozycji (kursu) statku

Szczególnie istotne na następujących typach statków:

- statki wiertnicze
- kablowce
- dźwigi pływające
- statki pasażerskie
- platformy wiertnicze
- statki przeznaczonych do magazynowania i wstępnego przetwarzania ropy naftowej
- statki badawcze
- zbiornikowce dowozowe
- statki obsługi platform wiertniczych i inne

Utrzymanie pozycji (kursu) statku

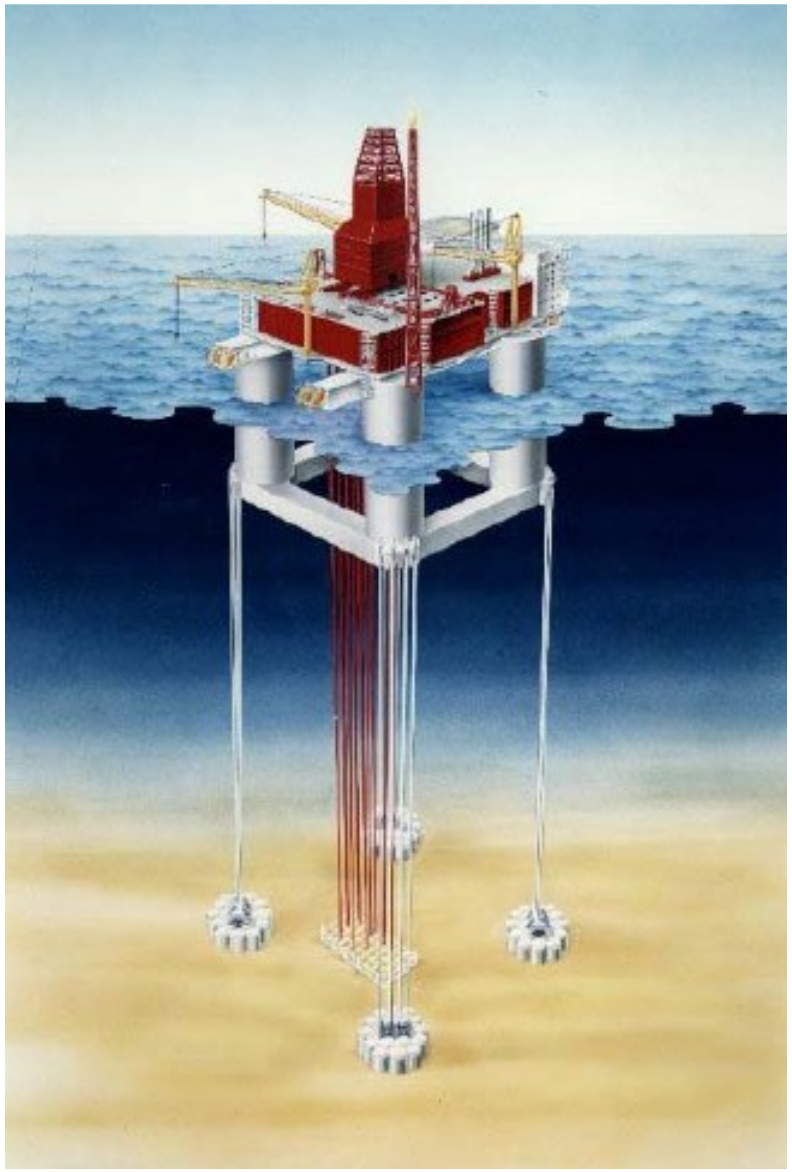


Platformy wiertnicze

Platformy wiertnicze samopodnośne *(jack-up rigs)* są holowane do miejsca wiercenia, gdzie ich stalowe podpory są opuszczane na dno morskie i platforma jest podnoszona nad poziom morza, powyżej charakterystycznej dla danego akwenu wysokości falowania. Tego typu platformy są stosowane na głębokościach od 100m do 150m.



Platformy wiertnicze



Platformy cięgnowe *(Tension Leg Platform- TLP)* są przymocowane linami stalowymi do betonowych kotwic umieszczonych na dnie morskim, dokładnie pionowo pod platformą. Taki system kotwiczenia umożliwia wykorzystanie platform TLP do wierceń na znacznych głębokościach. Obecnie platformy TLP mogą być przystosowane do pracy na akwenach o głębokości do 2000 m.
Platformy TLP składają się z platformy nadwodnej, połączonej kolumnami nośnymi z wypornościowym podwodnym pontonem. Ponton podwodny z reguły tworzy zamknięty wielobok. Cechą charakterystyczną platform TLP jest pionowy cięgnowy system kotwiczenia (pozycjonowania). Każda narożna kolumna nośna połączona jest kilkoma (najczęściej 3-6) cięgnami z płytami fundamentowymi osadzonymi na dnie morza.

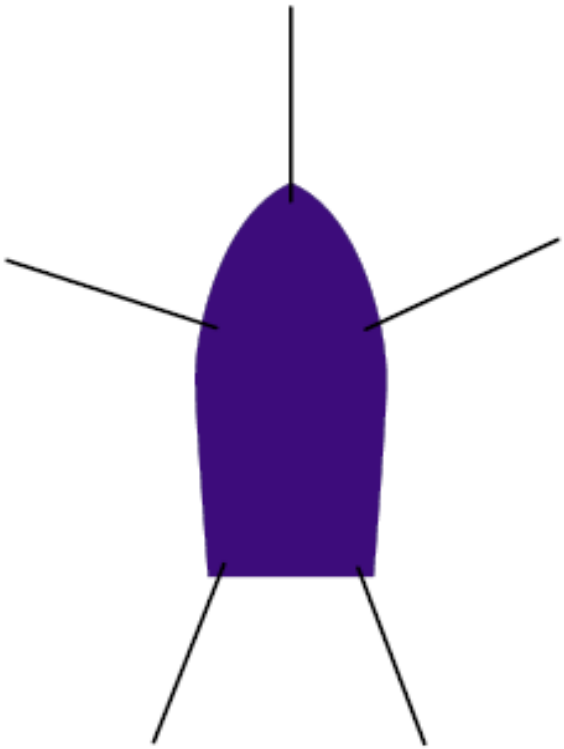
Pozycjonowanie statyczne

System pozycjonowania statycznego – wykorzystanie szeregu kotwic, służących do utrzymywania pozycji jednostki lub do jej powolnego przemieszczania.

Przeciwdziałanie czynnikom zewnętrznym realizowane jest poprzez kompensacje długości liny danej kotwicy.

Alternatywa przesuwania kotwic nie była praktyczna z co najmniej dwóch względów.

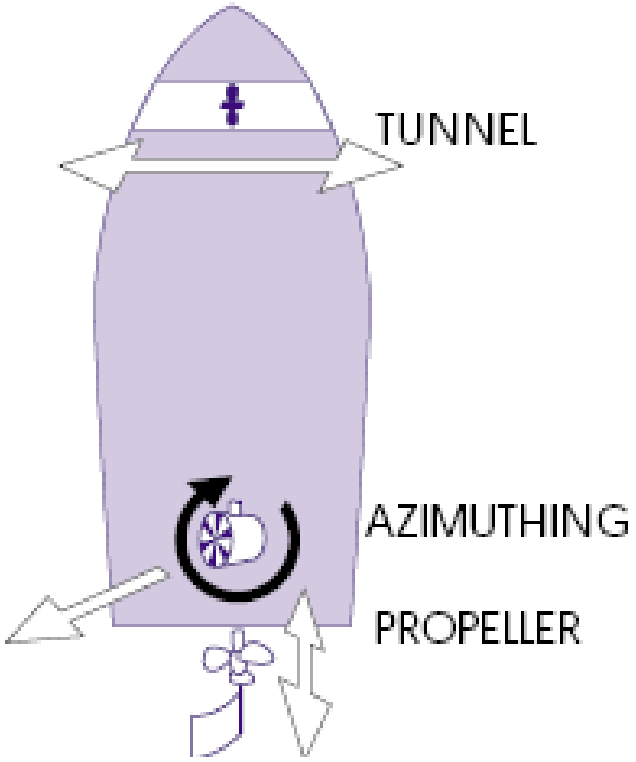
- po pierwsze: nagłe oderwanie kotwicy od dna morskiego mogło spowodować dodatkowe niepożądane kołysania statku;
- po drugie: długość łańcucha kotwicznego uzależniona jest od głębokość morza.



Pozycjonowanie dynamiczne

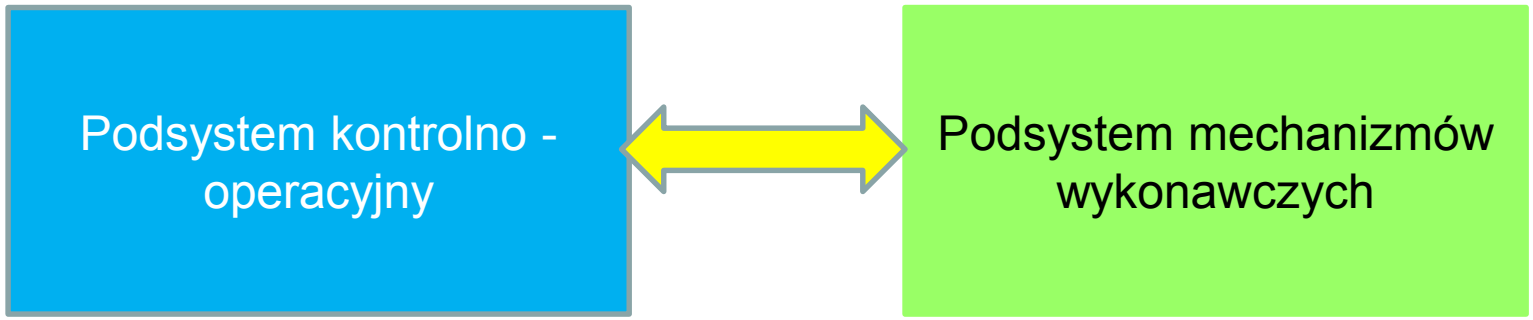
System dynamicznego pozycjonowania je
oparty na technice komputerowej i służy do:

- utrzymywania statku na określonej pozycji operacyjnej;
- przemieszczania statku z jednej pozycji do innej z zachowaniem określonej (niewielkiej) prędkości;
- sterowania pozycją, prędkością i kursem statku w trakcie czynności operacyjnych.



Pozycjonowanie dynamiczne

System Dynamicznego Pozycjonowania - jest wielostronnym systemem sterowania ze ***sprzężeniem zwrotnym***. Najważniejszą funkcją regulującego systemu jest utrzymywanie statku w konkretnej pozycji, lub też na wyszczególnionym szlaku przy określonym kursie w granicach tolerancji. Wobec tego system ***DP*** składa się z dwóch podstawowych podsystemów:

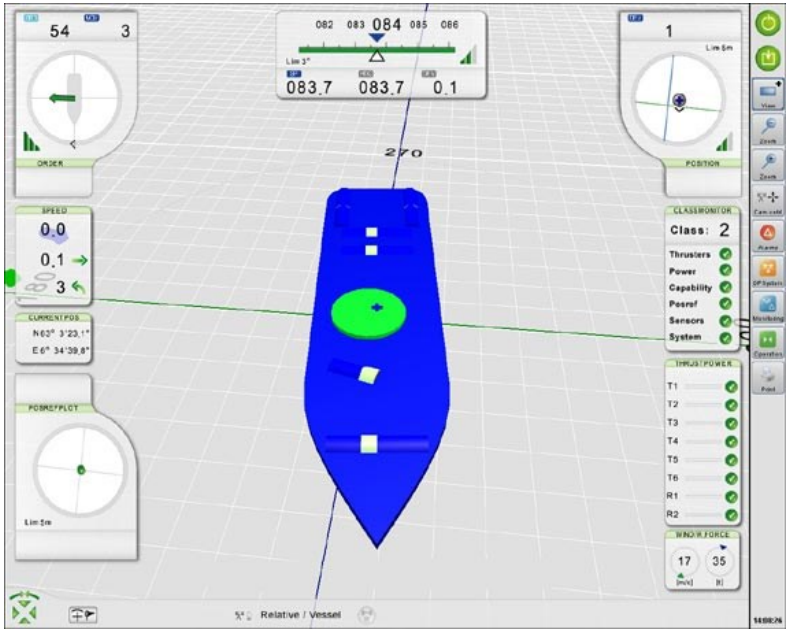


Podsystem kontrolno - operacyjny

Spełnia dwie odrębne funkcje:

- zmierzenie odchylenia statku od jego docelowej pozycji i ocena (obliczenie siły potrzebnej do przywrócenia statku do wymaganej pozycji);
- zmierzenie czynników zewnętrznych działających na statek i ocena (obliczenie siły potrzebnej do przeciwdziałania ich skutkom);
- sterowanie pracą podsystemu mechanizmów wykonawczych.





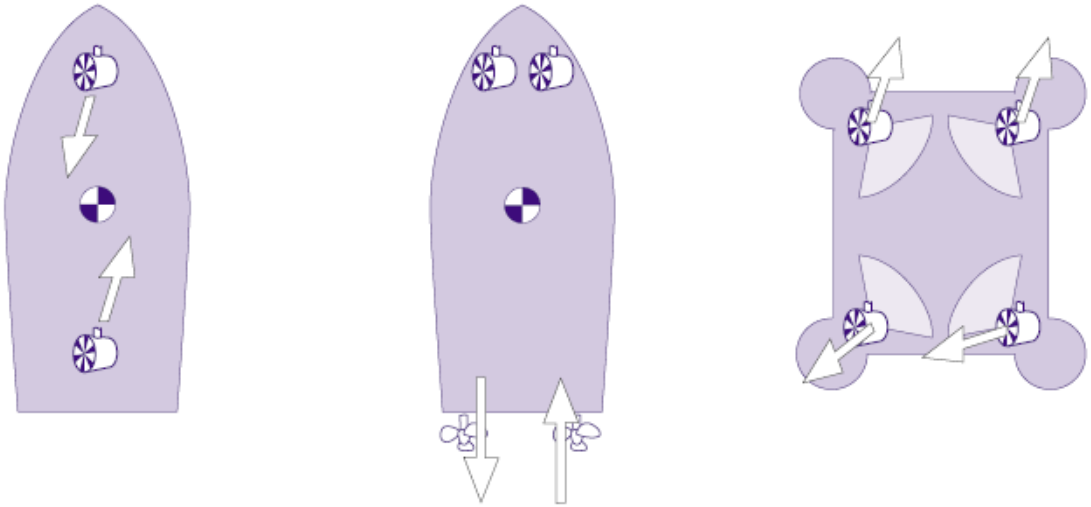


Podsystem mechanizmów wykonawczych

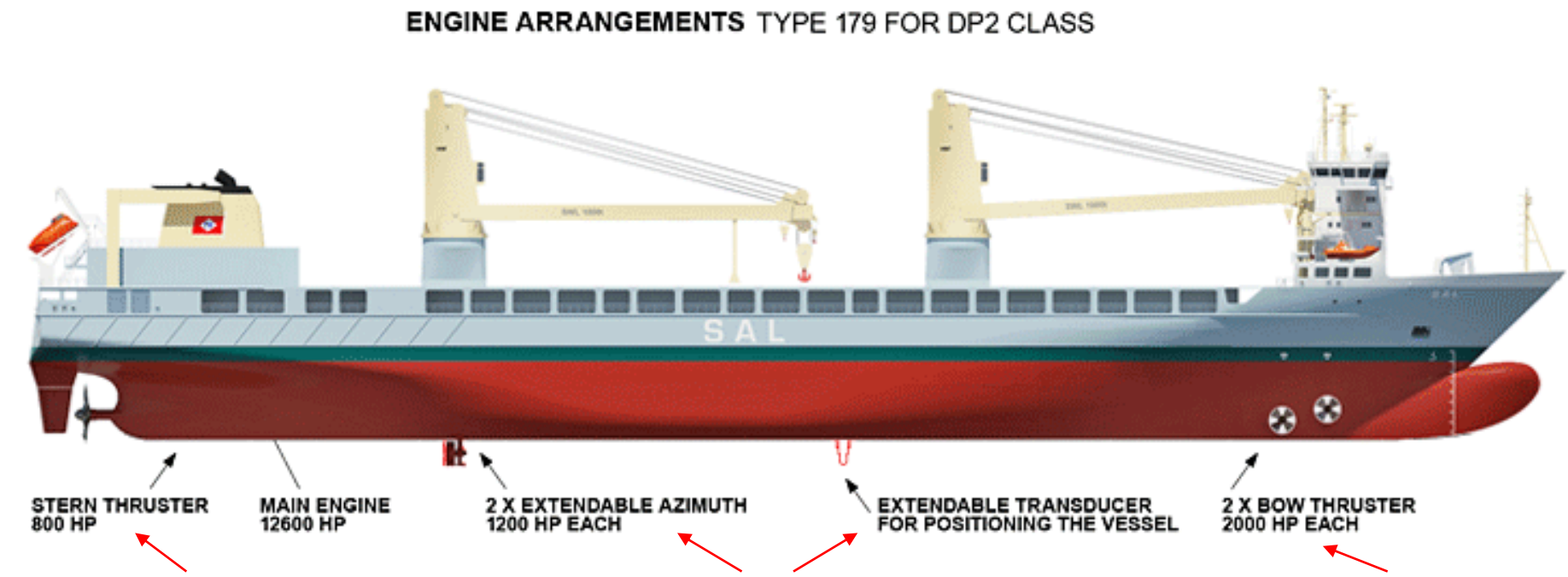
Układ napędowy statku wraz z dodatkowymi pędnikami i urządzeniami sterowymi, których zadaniem jest wytworzenie odpowiednio ukierunkowanych oraz odpowiedniej wartości sił działających na kadłub statku w celu jego prawidłowego zorientowania w przestrzeni.

Statki wyposażone w system dynamicznego pozycjonowania mają ***silnik główny, śrubę (niekiedy dwie śruby) oraz stery główne a także od 2 do 5 sterów strumieniowych.***

Śruby napędu głównego często są umieszczone ***w dyszach***, co gwarantuje większy napór przy tej samej mocy silnika. W najnowszych rozwiązaniach stosowane są również ***pędniki azymutalne*** zwiększające manewrowość.



Podsystem mechanizmów wykonawczych



pędnik rufowy

urządzenia wysuwane

- pędniki azymutalne,
- przetworniki systemu DP.

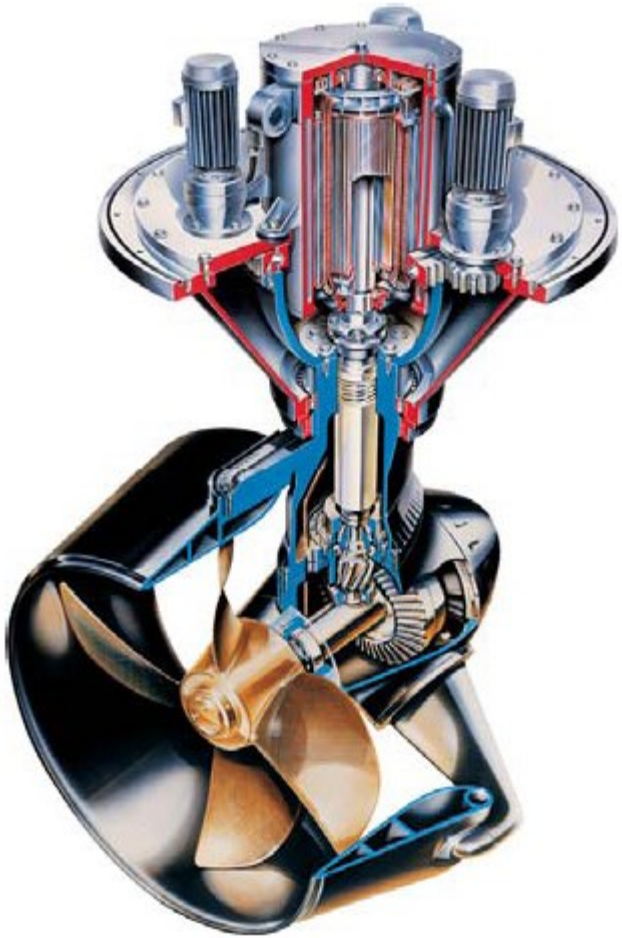
pędnik dziobowy

Stery strumieniowe





Pędniki azymutalne







Platformy wiertnicze

Platformy półzanurzeniowe *(semi- submerisible rigs)* składają się z platformy wspartej na kolumnach wznoszących się nad kesonem zanurzonym dostatecznie głęboko, aby w minimalnym stopniu ulegał on efektowi falowania i rozkołysu. Platformy półzanurzeniowe wyposażone są w układ ***pozycjonowania statycznego-kotwicznego (zawsze) oraz układ pozycjonowania dynamicznego (często).*** Układ DP służy dodatkowo do przemieszczania się platformy. Wyporność ich przekracza 25000 ton i są stosowane do wierceń na głębokościach do 1000m.



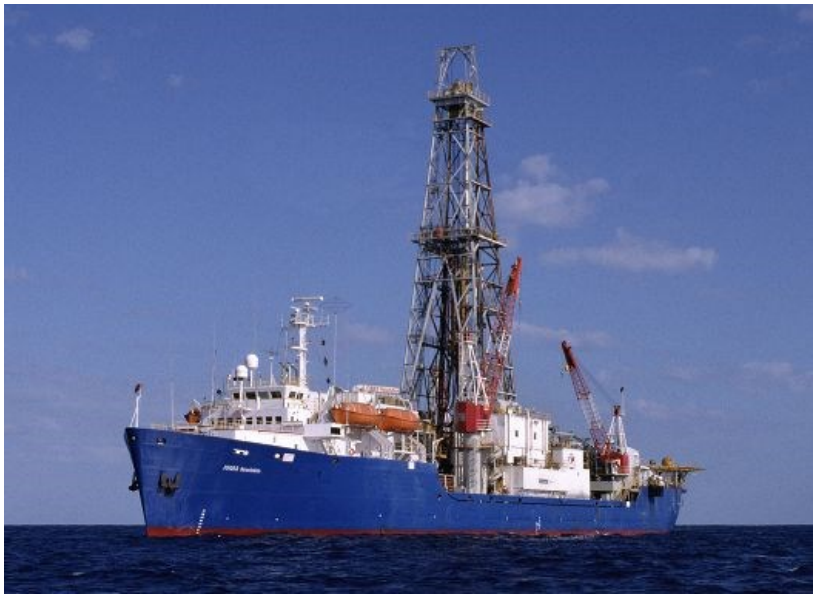


Keson (fr. *caisson*) - skrzynia stalowa lub żelbetowa, z której po zatopieniu (np. w rzece) dnem do góry usuwa się wodę za pomocą sprężonego powietrza, połączona z atmosferą poprzez śluzę powietrzną, służąca do prowadzenia w niej prac hydrotechnicznych na dnie zbiorników wodnych. Pierwsze urządzenie zapewniające długotrwały dostęp do dna (chociaż na niewielkich głębokościach). Ze względu na brak dekompresji u ludzi pracujących w kesonach rozwijała się ***choroba kesonowa***.

Statki wiertnicze

Są to statki o nośności do ok. 14 000 DWT, długości ok. 130 m, osiągające prędkość do 14 w.
Na śródokręciu statku ustawiona jest wieża, a na jego rufie pokład helikopterowy. Przy wierceniu na niewielkich głębokościach jednostki te zakotwiczone są na kilku kotwicach, natomiast na większych głębokościach (nawet do kilku tysięcy metrów) wykorzystuje się w system dynamicznego pozycjonowania.





Zbiornikowce dowozowe

Do przewozu ropy naftowej na krótkich dystansach, a zatem z nieodległych wież wiertniczych i magazynów pływających do terminali lądowych i rafinerii wykorzystuje się flotę specjalnej konstrukcji zbiornikowców tzw. „dowozowców" lub z ang. *Shuttle tankers.*

Ponieważ, na wolno stojący kadłub statku od strony dziobu, rufy, prawej i lewej burty działają czynniki zewnętrzne (prąd, wiatr, falowanie), które powodują ruch statku. W związku z tym jednostka narażona na takie działania musi posiadać urządzenia sterowo-napędowe przeciwdziałające odsunięciu z pożądanej pozycji.



Floating Production Storage Off-Loading (FPSO)

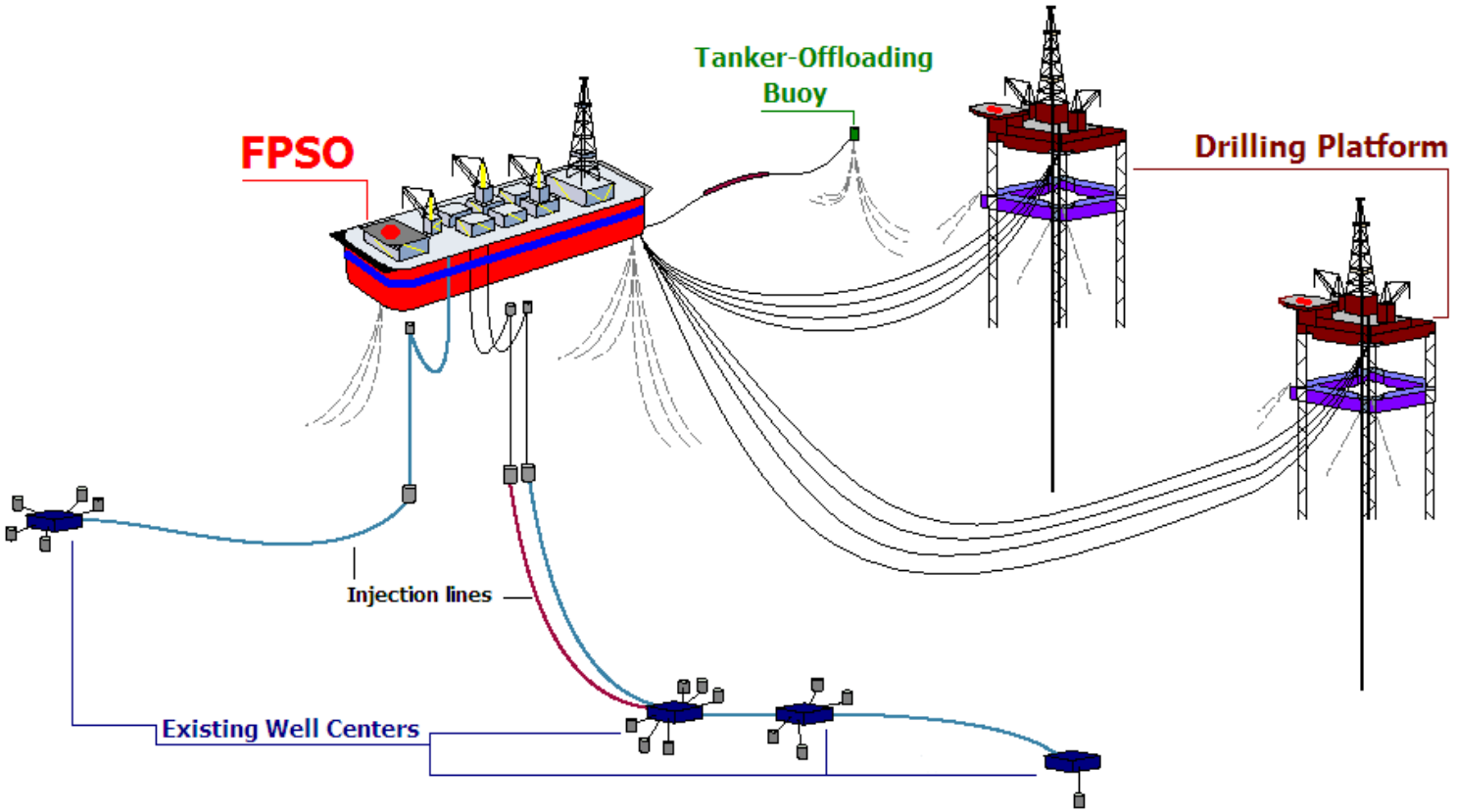
Statki ***FPSO*** należą do grupy pływających systemów eksploatacyjnych podmorskich złóż ropy naftowej.
Statki ***FPSO*** przeznaczone są do eksploatacji głębokowodnych złóż ropy naftowej.

<u>Przystosowane są do:</u>

- wydobywania ropy naftowej, jej wstępnej przeróbki, polegającej na separacji od ropy gazu i wody,
- magazynowania ropy we własnych zbiornikach,
- ekspedycji ropy na zbiornikowce wahadłowe.



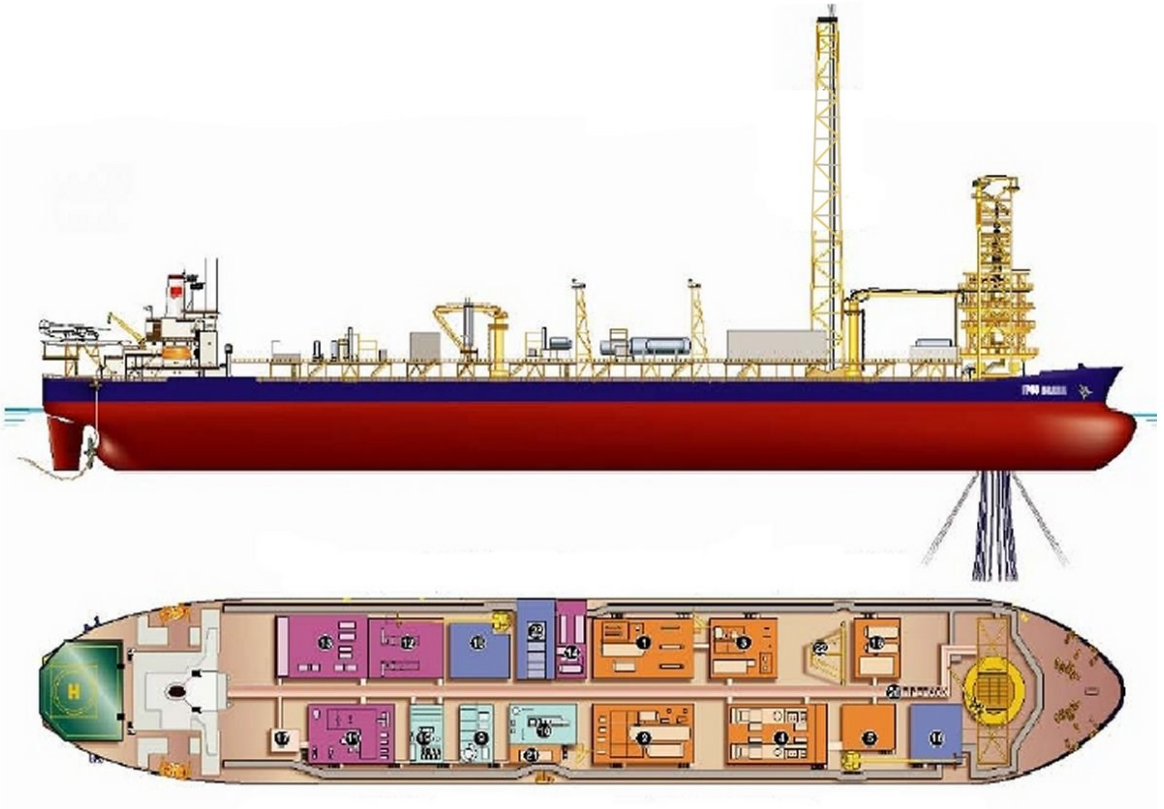
Floating Production Storage Off-Loading (FPSO)



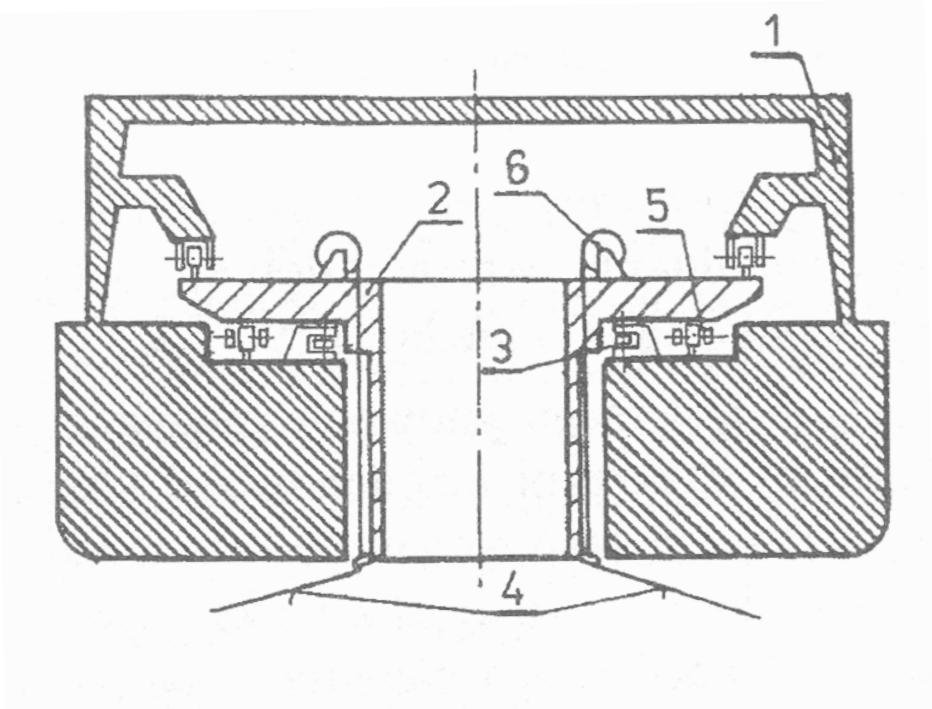
Magazyn pływający z platformą produkcyjną wyposażony dodatkowo w systemy przeładunkowe ropy naftowej na otwartym morzu.

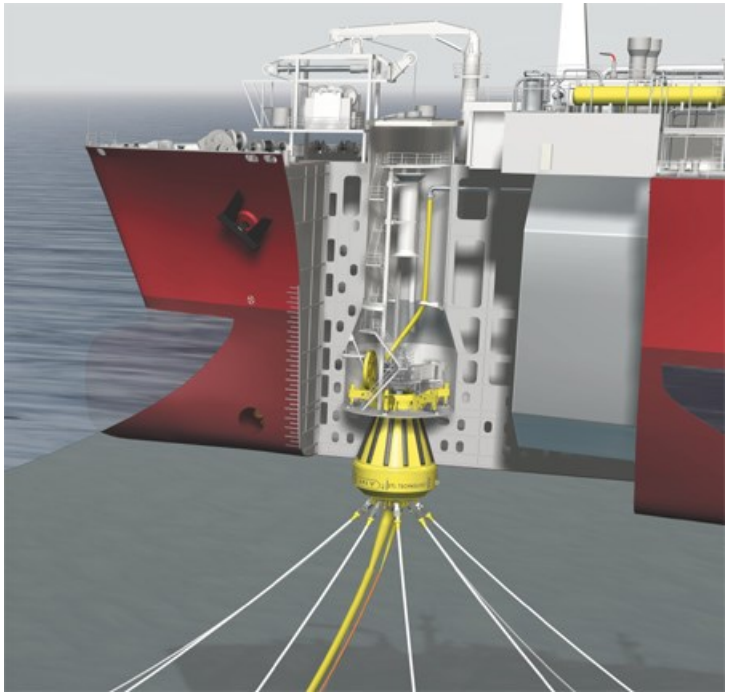
Floating Production Storage Off-Loading (FPSO)

Statki FPSO pozycjonowane są przy wykorzystaniu systemu kotwicznego i wspomagane przez układ pozycjonowania dynamicznego.
Cechą charaktery-styczną systemu kotwicznego jest ***obrotnica kotwiczna (turret),*** zainstalowana w części środkowej kadłuba lub na dziobie.
Wewnątrz obrotnicy często prowadzone są elastyczne rurociągi wydobywcze ***(risery).***



Obrotnica kotwiczna - turret

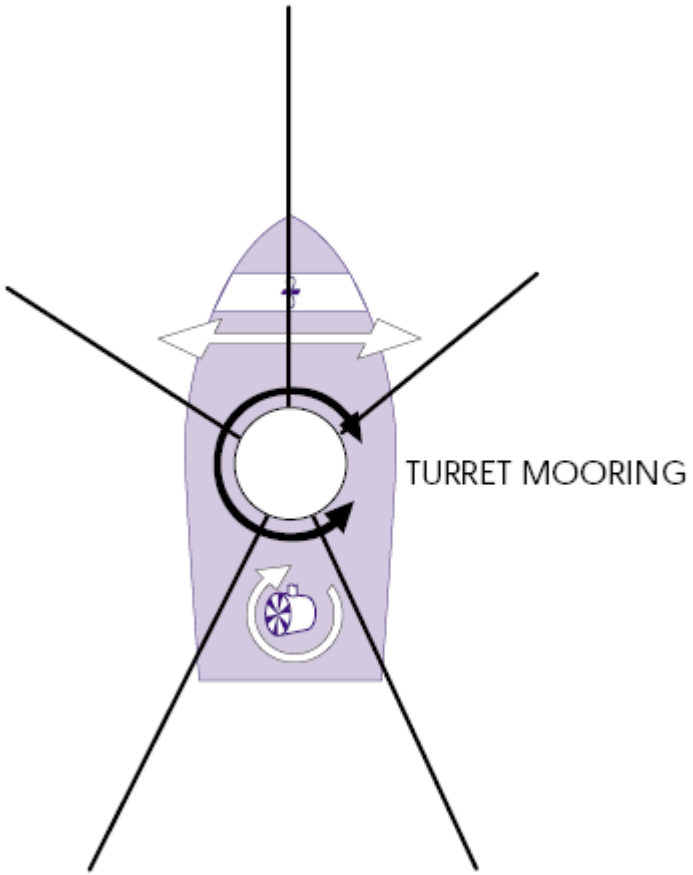




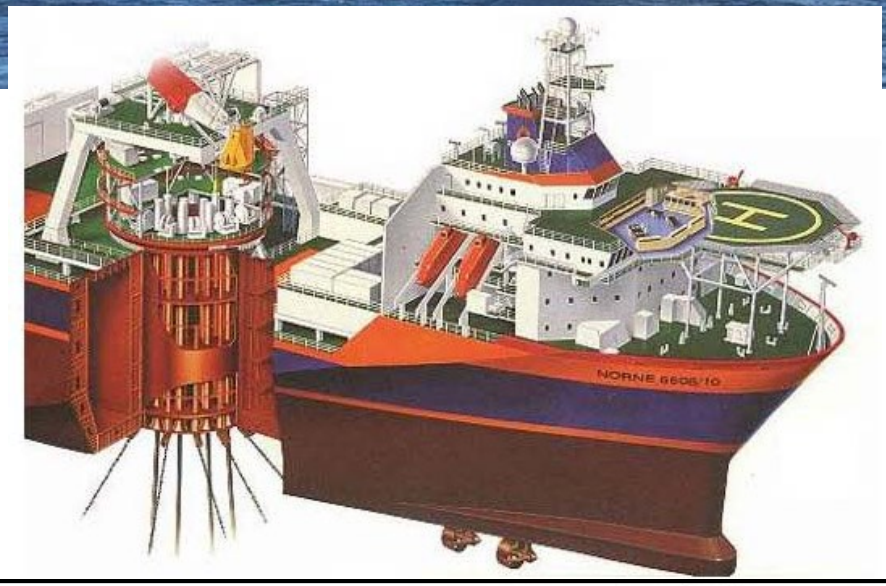
Obrotnica kotwiczna statku „Super Discoverer”: 1 – kadłub statku, 2 – wał obrotowy, 3 – krążek prowadnicowy, 4 – cięgno kotwiczne, 5 – łożysko osiowe, 6 – wciągarka kotwiczna.

Statek bez zmiany pozycji może dowolnie ustawić się w stosunku do zmieniającego się kierunku działania wiatru i fali.

Obrotnica kotwiczna - turret







Floating Storage Off - Loading (FSO)

Statki ***FSO (Floating Storage and Offloading)*** to pływające magazyny ropy naftowej. Najczęściej są to przebudowywane zbiornikowce, choć są i statki FSO nowobudowane. Statki FSO stosowane są głównie na złożach marginalnych o niewielkiej wydajności, na złożach, na których rozpoczęto dopiero eksploatację lub na złożach głębokowodnych, na których nie można zastosować platform stacjonarnych.



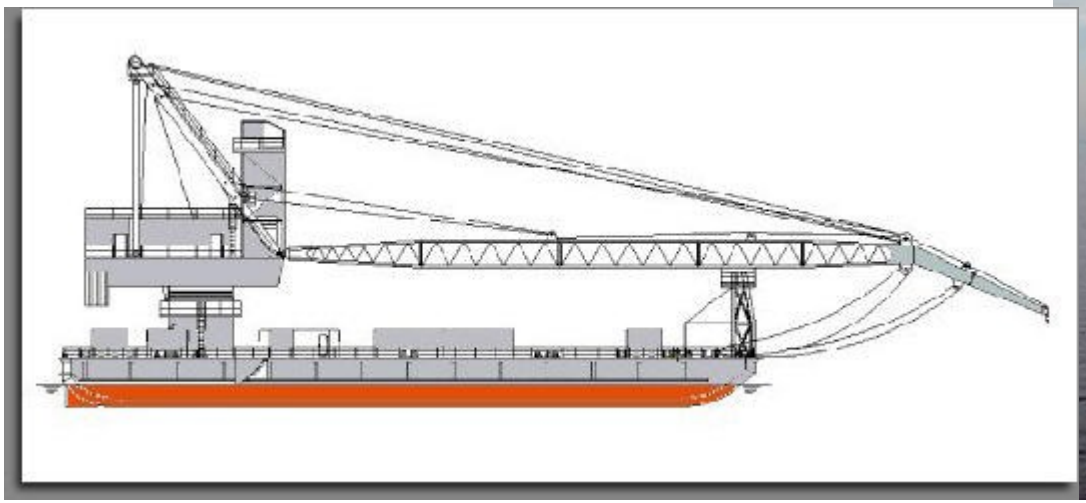


Dźwigi pływające

Dźwig pływający (crane ship)- statek z zamontowanym na jego pokładzie urządzeniem dźwigowym, przeznaczonym do wykonywania czynności ładunkowych. Kadłub w zasadzie pontonowy. Jednostka z napędem własnym lub bez napędu. Prędkość pływania 3÷8 węzłów.

Główne zapotrzebowanie mocy podczas podnoszenia ładunku. Często dwie śruby napędowe, stery strumieniowe. Stosuje się również pędniki Voith-Schneidera. Wymagane trymowanie jednostki - pompy balastowe.

Najczęściej stosuje się napęd spalinowo-elektryczny.





Dźwigi pływające







„THIALF” - Statek ma dwa pontony z każdymi czterema kolumnami nośnymi, które stanowią podstawę dla dwóch żurawi.

„Thialf” posiada system pozycjonowania dynamicznego klasy III, który składa się z sześciu azymutalnych pędników śrubowych napędzanych silnikami o mocy 5500 kW każdy. W płytkich wodach używa dwunastu 22.5 tonowych kotwic typu **Delta**.

Dwa żurawie mają łączny udźwig maksimum 14.200 ton.

Klasyfikacja systemów DP

Automatyczne pozycjonowanie odbywa się na podstawie systemów referencyjnych, z wykorzystaniem podsystemów elektroenergetycznych, sterów strumieniowych, pędników azymutalnych, napędu i steru głównego oraz z uwzględnieniem warunków pogodowych.

Typowymi systemami referencyjnymi są:

- ***Taut Wire*** - system służący do mierzenia rzeczywistej pozycji statku względem zanurzonego obciążnika (dzięki wyznaczaniu naprężenia liny i kierunku odchylenia);

- ***Globalny System Pozycjonowania DARPS*** (Dynamic Absolute Relative Positioning System) ze stacjonarnym systemem odniesienia (DGPS), ustalający pozycję na podstawie położenia satelitów oraz naziemnych stacji referencyjnych;

Klasyfikacja systemów DP

Automatyczne pozycjonowanie odbywa się na podstawie systemów referencyjnych, z wykorzystaniem podsystemów elektroenergetycznych, sterów strumieniowych, pędników azymutalnych, napędu i steru głównego oraz z uwzględnieniem warunków pogodowych.

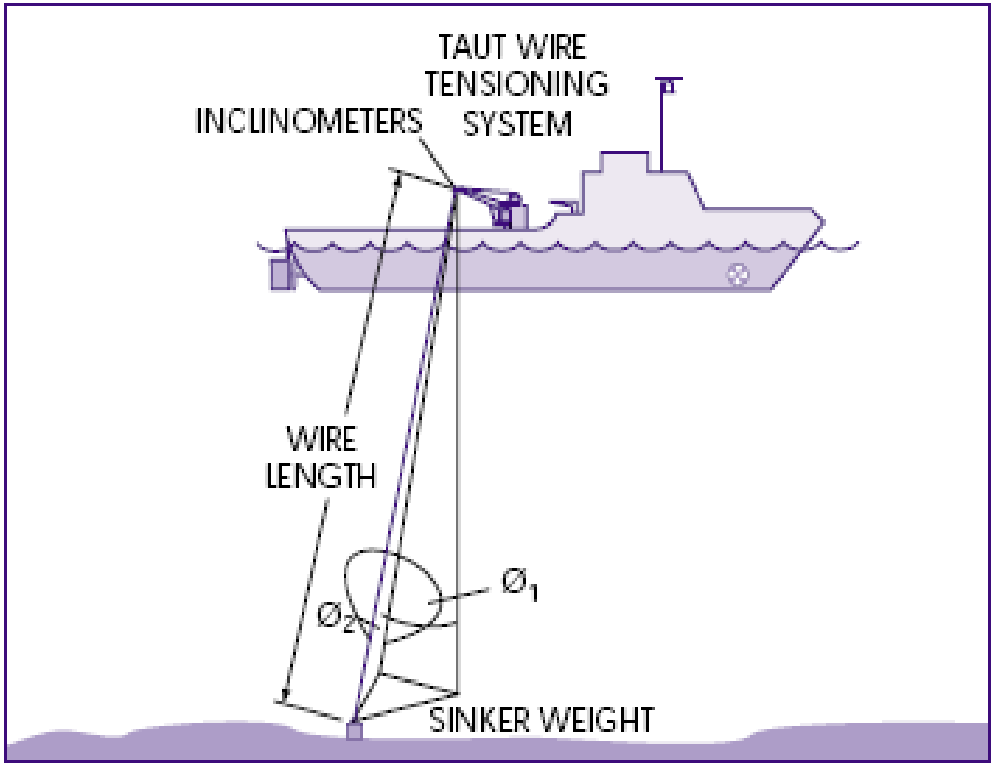
Typowymi systemami referencyjnymi są:

- ***Artemis*** - radarowy system krótkiego zasięgu służący do lokalnego pomiaru odległości i usytuowania statku względem ustalonego punktu odniesienia, np. platformy wiertniczej i określonego kierunku;

- ***HPR i HiPAP*** – hydroakustyczne systemy służące do precyzyjnego pomiaru pozycji statku względem rozmieszczonych na dnie morskim, nieruchomych sond (transponderów);

- ***Fanbeam*** – laser służący do lokalnego pomiaru odległości i usytuowania statku względem określonego punktu i kierunku;

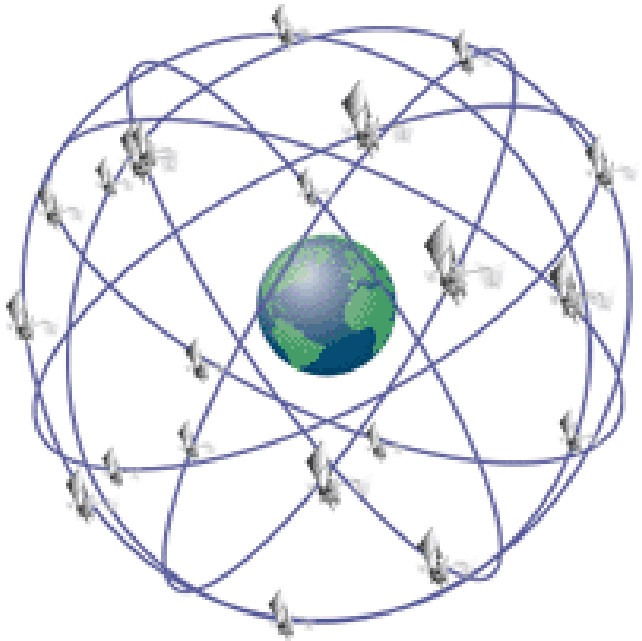
Mechaniczny system referencyjny



Statek ustawiony dokładnie nad założoną pozycją opuszcza na dno linkę stalową zaopatrzoną w ciężarek. Urządzenie umieszczone na pokładzie statku dokonuje precyzyjnego ***pomiaru kierunku i kąta odchylenia linki od pionu***.
Tak uzyskane dane są przetwarzane przez komputer, celem określenia ***kierunku i odległości od pozycji zadanej***.
Na tej podstawie uruchamiane są urządzenia ***napędowo-sterowe przywracające*** statek do pożądanej pozycji.

Dokładność pomiaru przy zastosowaniu mechanicznego systemu referencyjnego wynosi **±2%** przy maksymalnej głębokości wody wynoszącej **500 m**. System ten stosuje się przede wszystkim przy długich okresach operacji załadunkowej statku przy umiarkowanych warunkach klimatycznych. Maksymalny kąt odchylenia linki wynosi **±30 °.**

Dynamic Absolute Relative Positioning System



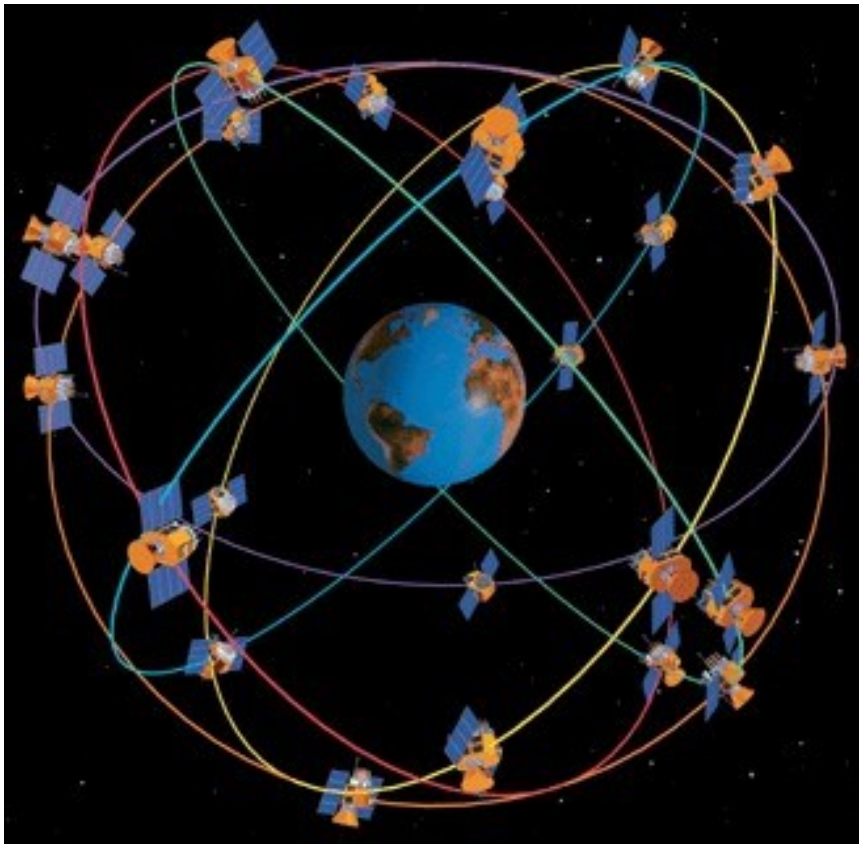
DARPS pozwala na wymianę (porównanie) pozycji otrzymywanych z GPS za pośrednictwem łącza UHF.
Jest on systemem specjalnie zaprojektowanym do przeładunku z FSO lub innych podobnych konstrukcji.
Połączenie radiowe pomiędzy dwiema jednostkami pozwala na określanie z wielką dokładnością pozycji absolutnej oraz pozycji względnej.

Zasada działania ***polega na pomiarze czasu dotarcia sygnału radiowego z satelitów do odbiornika***. Znając prędkość fali elektromagnetycznej można obliczyć odległość odbiornika od satelitów. Mając wpisane do pamięci urządzenia położenie satelitów w czasie, mikroprocesor odbiornika może obliczyć pozycję geograficzną (długość, szerokość geograficzną oraz wysokość elipsoidalną), a także aktualny czas GPS z dokładnością do jednej milionowej sekundy.

Global Positioning System

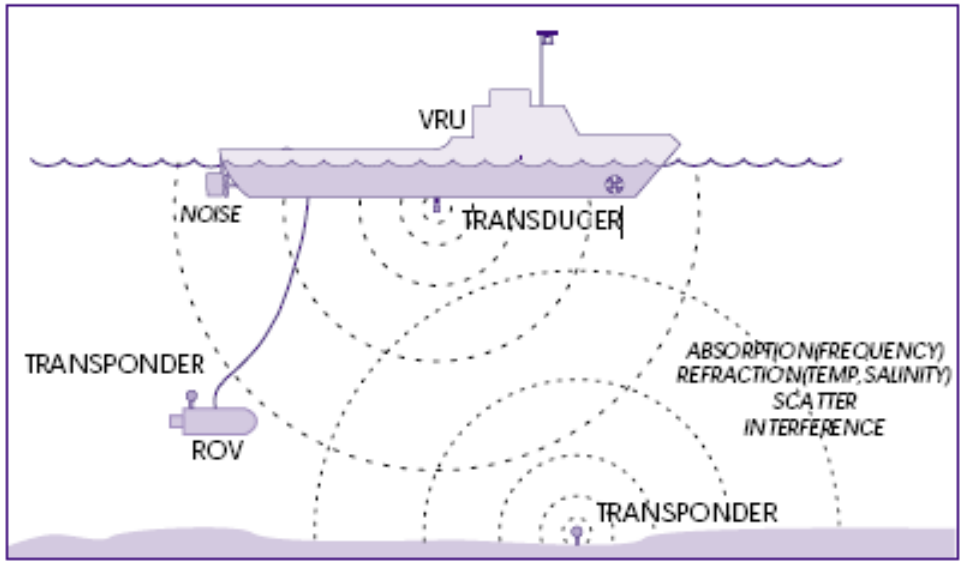
System GPS pracuje na obszarze całej Ziemi, bo w każdym punkcie globu widoczne są zawsze przynajmniej ***cztery satelity***.

Co najmniej 24 satelity (liczba wymagana do osiągnięcia pełnej operacyjności systemu, tzn. prawdopodobieństwo widoczności przynajmniej 5 satelitów w dowolnym punkcie na kuli ziemskiej, z wyłączeniem okolic biegunów, wynosi 99.96%) krążą po orbitach na wysokości około 20183 km.



(rysunek ze strony Aerospace Corporation)

Systemy hydroakustyczne

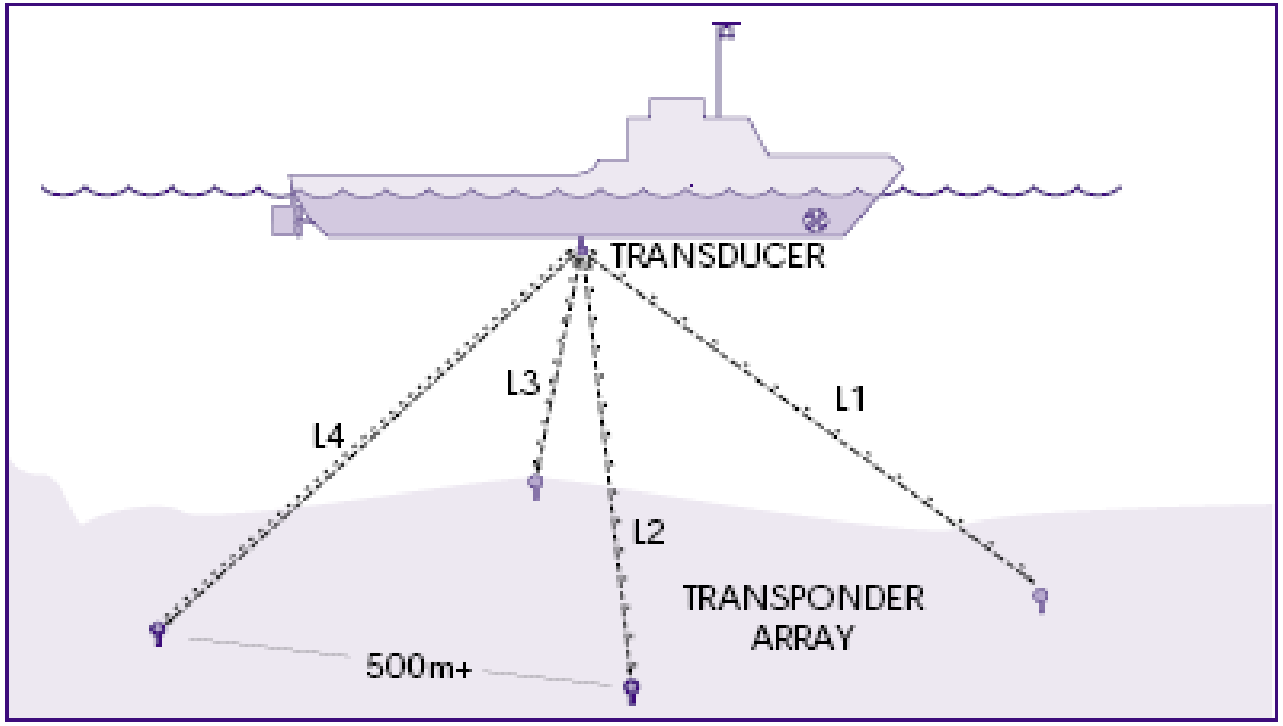


ROV - *Remotely Operated Vehicle* - zdalnie sterowany robot podwodny.

Systemy hydroakustyczne składają się z anteny umieszczonej w dnie statku (transducer-przetwornik), połączonej z nadajnikiem i odbiornikiem, którego impulsy nakierowane są na umieszczony na dnie morza transponder (bezprzewodowe urządzenie komunikacyjne, które automatycznie odbiera, moduluje, wzmacnia i odpowiada na sygnał przychodzące w czasie rzeczywistym).

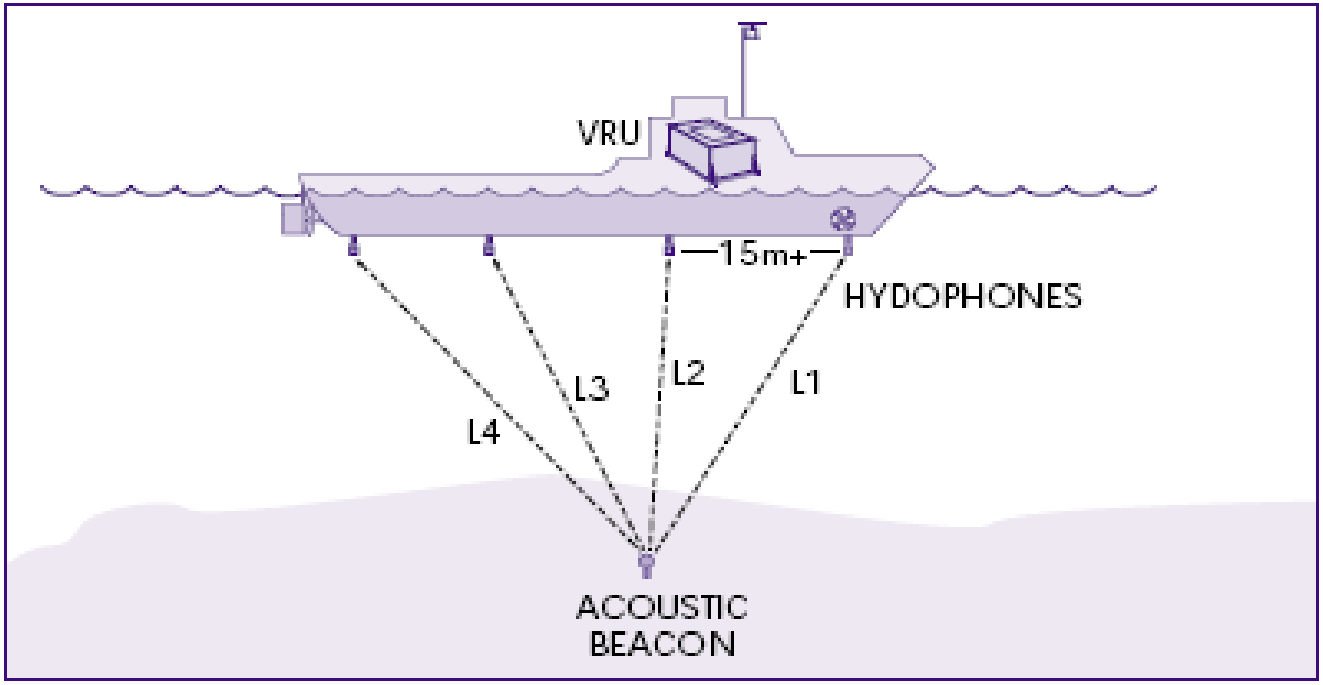
Transponder (urządzenie odzewowe) odpowiada sygnałem, którego analiza dokonywana przez odbiornik umieszczony na statku, pozwala na określenie dokładnej pozycji transpondera w stosunku do statku.

Systemy hydroakustyczne - Long Base Line (LBL)



Akustyczny system LBL składa się z pojedynczego przetwornika (transducer) umieszczonego na statku oraz szeregu urządzeń odzewowych - transponderów (co najmniej trzy) umieszczonych na dnie morza w odległości co najmniej 500 m od siebie. Odległość przetwornika od każdego z transpondera jest mierzona aby określić względną pozycję i wysyłana w postaci sygnału w funkcji czasu.

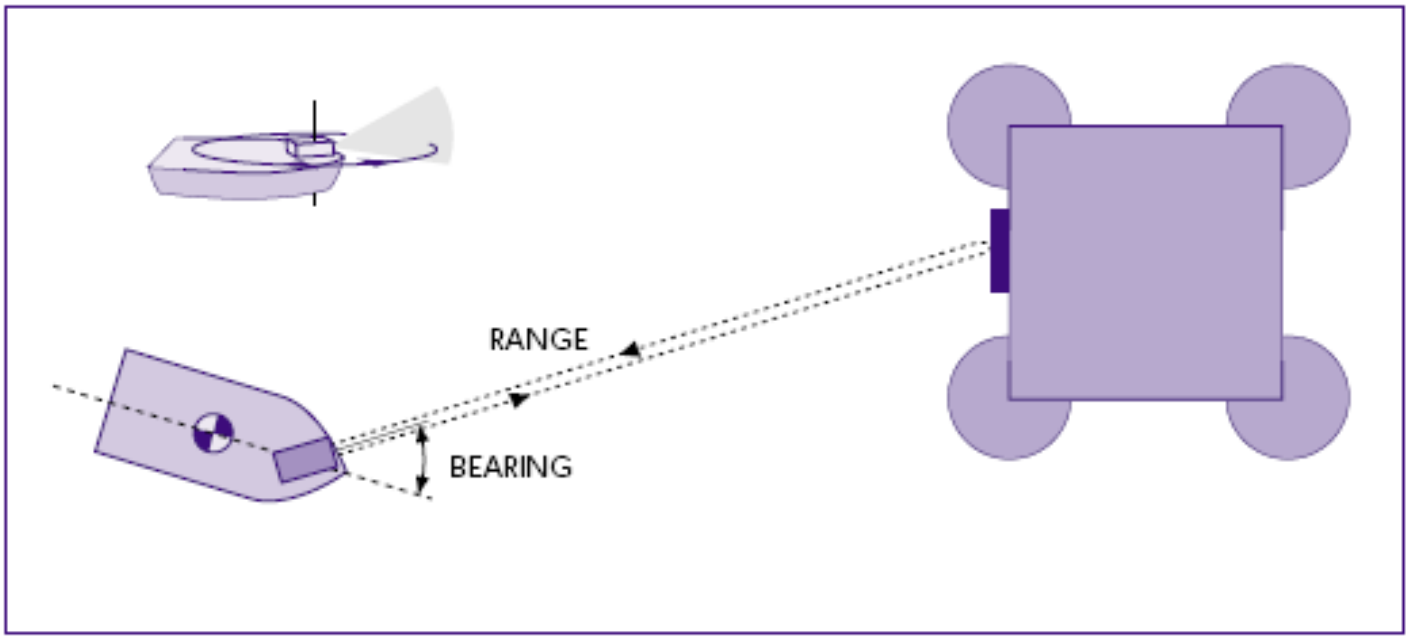
Systemy hydroakustyczne - Short Base Line (SBL)



Akustyczny system SBL składa się z pojedynczego transpondera (urządzenie odzewowe) umieszczonego na dnie morza oraz szeregu przetworników (transducer) zainstalowanych pod kadłubem statku, zwanych również hydrofonami.
Minimalna odległość pomiędzy przetwornikami wynosi 15 m i powinny znajdować się z dala od zastosowanych na statkach pędników.

System laserowy FANBEAM

System ten składa się z urządzenia laserowego zamontowanego na dowozowcu i reflektora znajdującego się np. na statku FPSO. Zasięg wiązki lasera zależy przede wszystkim od pogody, max 500 m.

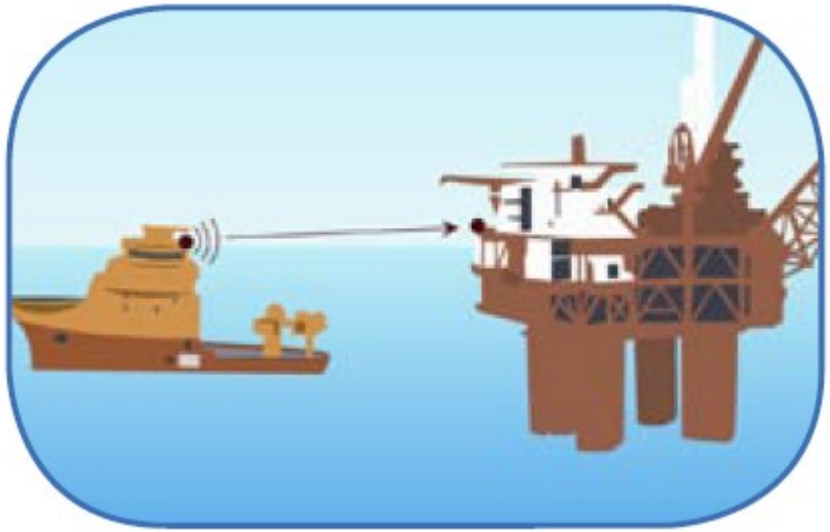


System laserowy FANBEAM









Technical Specification

- Type semiconductor laser diode 7.5kHz rep rate
- Wavelength 905nm
- Beam divergence vertical 15°
- Horizontal 2.5 milli radian
- Laser standard Class 1
- Maximum range 4.1 = 100m / 328ft / 4.2 = 200mm / 656ft
- Accuracy 20cm (10cm possible depending on target & scan rate)

Uregulowania klasyfikacyjne

W zależności od wykonywanego przez statek zadania wymagany jest odpowiednio wysoki poziom dokładności (***np. przy pracach podwodnych dokładność pozycji ±3 m, dokładność kąta kursowego ±2 °***).

Taka precyzja wymaga dostatecznej niezawodności systemu DP, a więc jego odporności na awarie komputerów, generatorów, sterów strumieniowych, czujników itd.

Zgodnie z przepisami IMO rozróżnia się cztery klasy urządzeń o zróżnicowanym poziomie automatyzacji i niezawodności:

- klasa najniższa
- klasa I
- klasa II
- klasa III

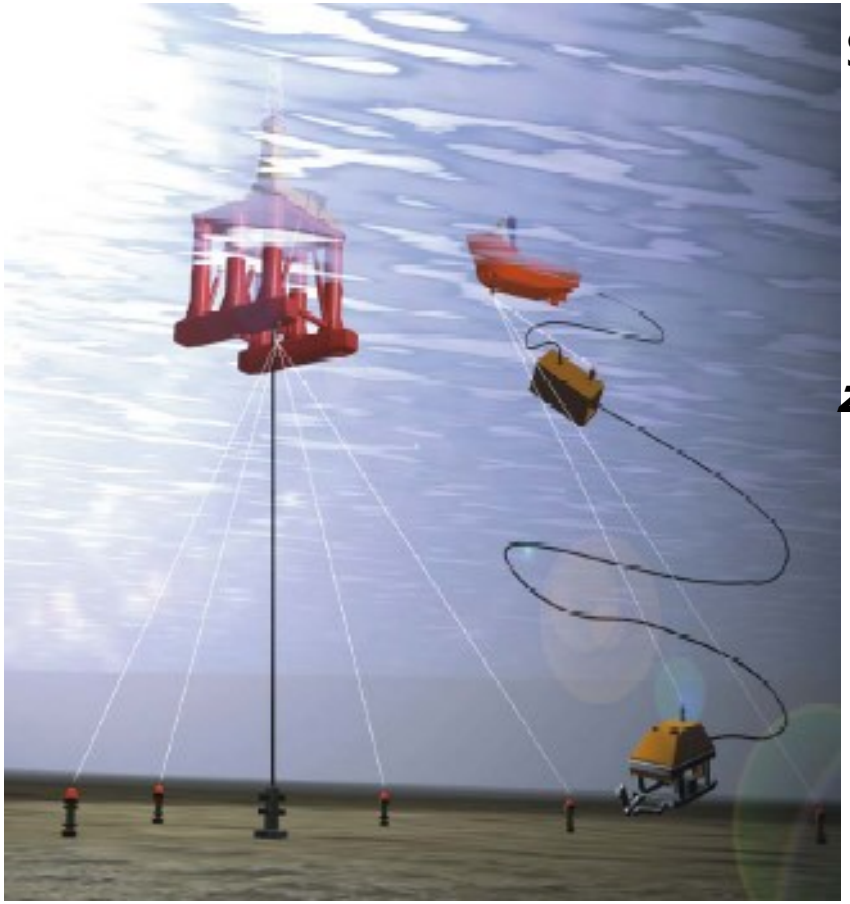
Uregulowania klasyfikacyjne

- **W najniższej klasie** – znajdują się urządzenia o ręcznej kontroli pozycji i automatycznej kontroli kursu,
- **Class 1** – znajdują się urządzenia o ręcznej i automatycznej kontroli kursu i pozycji w określonych maksymalnych warunkach pogodowych;
- **Class 2** - znajdują się urządzenia o ręcznej i automatycznej kontroli kursu i pozycji w określonych maksymalnych warunkach pogodowych, możliwym przy pojedynczym błędzie systemu, wykluczając jakikolwiek pożar czy zalanie jednego z pomieszczeń (dwa niezależne komputery);
- **Class 3** - znajdują się urządzenia o ręcznej i automatycznej kontroli kursu i pozycji w określonych maksymalnych warunkach pogodowych, możliwym przy pojedynczym błędzie systemu, włącznie z zalaniem lub pożarem jednym z pomieszczeń. W tej klasie konieczne są dwa komputery, rozdzielone grodzią przeciwpożarową kategorii A60.

Uregulowania klasyfikacyjne

IMO Equipment Class	LR Equipment Class	DnV Equipment Class	GL Equipment Class	ABS Equipment Class
-	DP(CM)	DNV-T	-	DPS-0
Class 1	DP(AM)	DNV-AUT DNV-AUTS	DP 1	DPS-1
Class 2	DP(AA)	DNV-AUTR	DP 2	DPS-2
Class 3	DP(AAA)	DNV-AUTRO	DP 3	DPS-3

Zasada pozycjonowania dynamicznego (*przykład*)

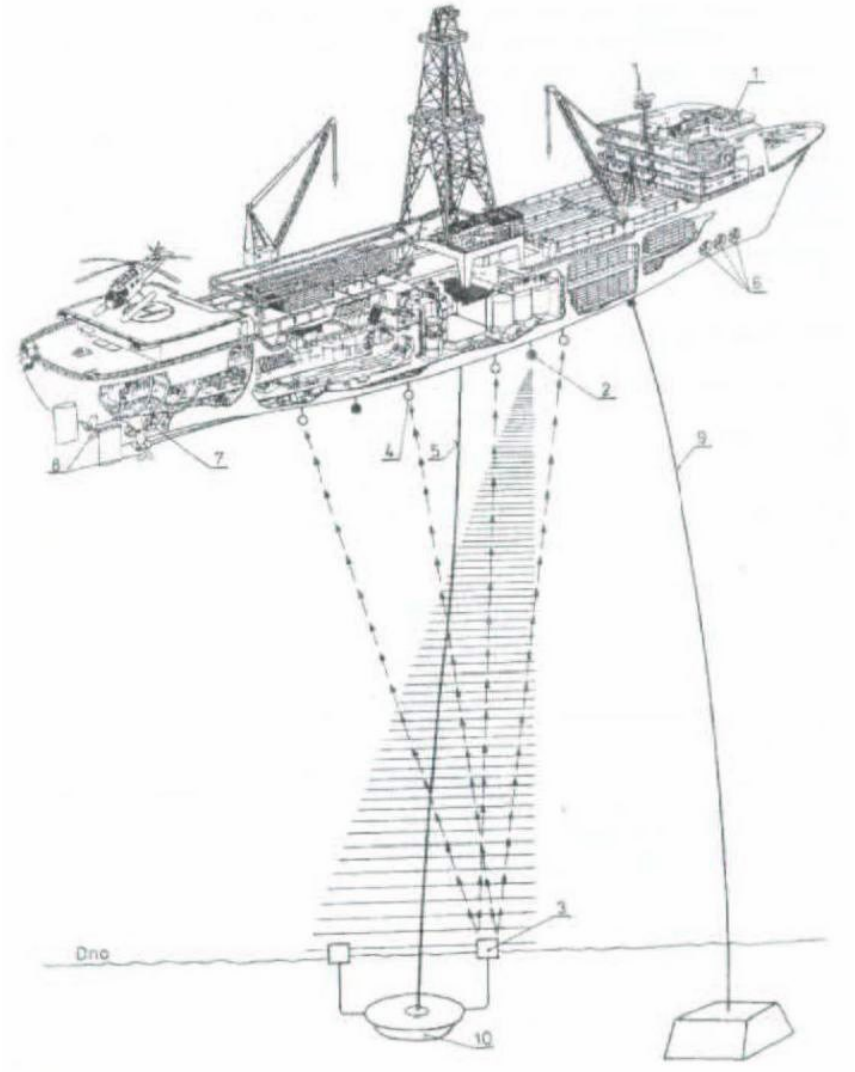


Pomiar poziomego przesunięcia jednostki realizują urządzenia hydrolokacyjne. Sygnały akustyczne z nadajnika pod dnem statku są odbijane przez przekaźnik impulsów na dnie morza w bezpośrednim sąsiedztwie otworu wiertniczego i przyjmowane przez zestaw hydrofonów w części podwodnej kadłuba. ***Określenie zmian położenia statku odbywa się na podstawie przetwarzania czasu przebiegu sygnału na równoważną odległość.***

Maszyny cyfrowe współpracujące z układem akustycznym obliczają aktualną pozycję statku i przekazują decyzję do układu napędowego.

Na ogół elementami wykonawczymi tego układu jest zestaw kilku, a nawet kilkunastu pędników.

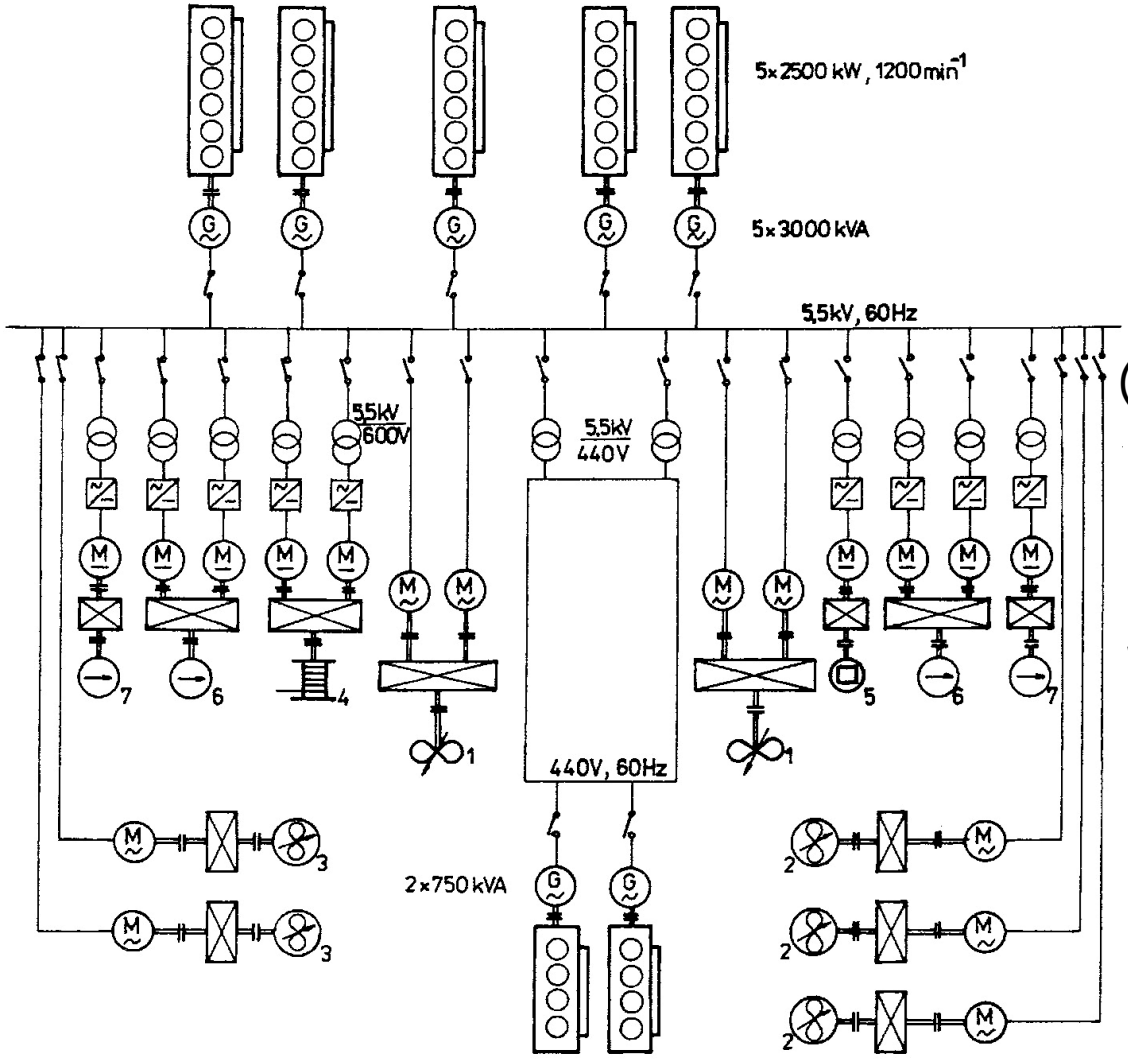
Zasada pozycjonowania dynamicznego (*przykład 2*)



Za ruchy jednostki wzdłuż jej osi odpowiadają śruby napędowe, natomiast za przemieszczenia poprzeczne stery strumieniowe na dziobie (3 stery) i rufie (2 stery). Układ taki umożliwia prace wiertnicze przy prędkości wiatru do ***25m/s***, wysokości fal do ***5m*** oraz prądów o prędkości do **2 węzłów.**

Układ pozycjonowania dynamicznego na statku wiertniczym „Pelikan”; 1- sterownia, 2-nadajniki, 3- przekaźnik impulsów, 4- hydrofony odbiorcze, 5- przewód wiertniczy, 6- przednie stery strumieniowe, 7- tylne stery strumieniowe, 8- główne śruby napędowe, 9- układ cięgnowy, 10- głowica otworu wiertniczego.

Jednostki górnictwa morskiego



Schemat rozdziału energii elektrycznej na statku wiertniczym „Pelican”; 1- śruba napędu głównego (2x1280kW), 2- dziobowy ster strumieniowy (1x1100kW), 3- rufowy ster strumieniowy (1x1100kW), 4- wyciąg wiertniczy (2x800kW), 5- stół wiertniczy (1x600kW), 6- pompa płuczkowa (2x600kW), 7- pompa cementacyjna (1x600kW)

Holownik wielozadaniowy „Normand Pioneer”



DnV + 1A1, Tug Supply Vessel, SF, EO, DynPos AUTR, Ice C, HELDK

2 stery strumieniowe – dziób,

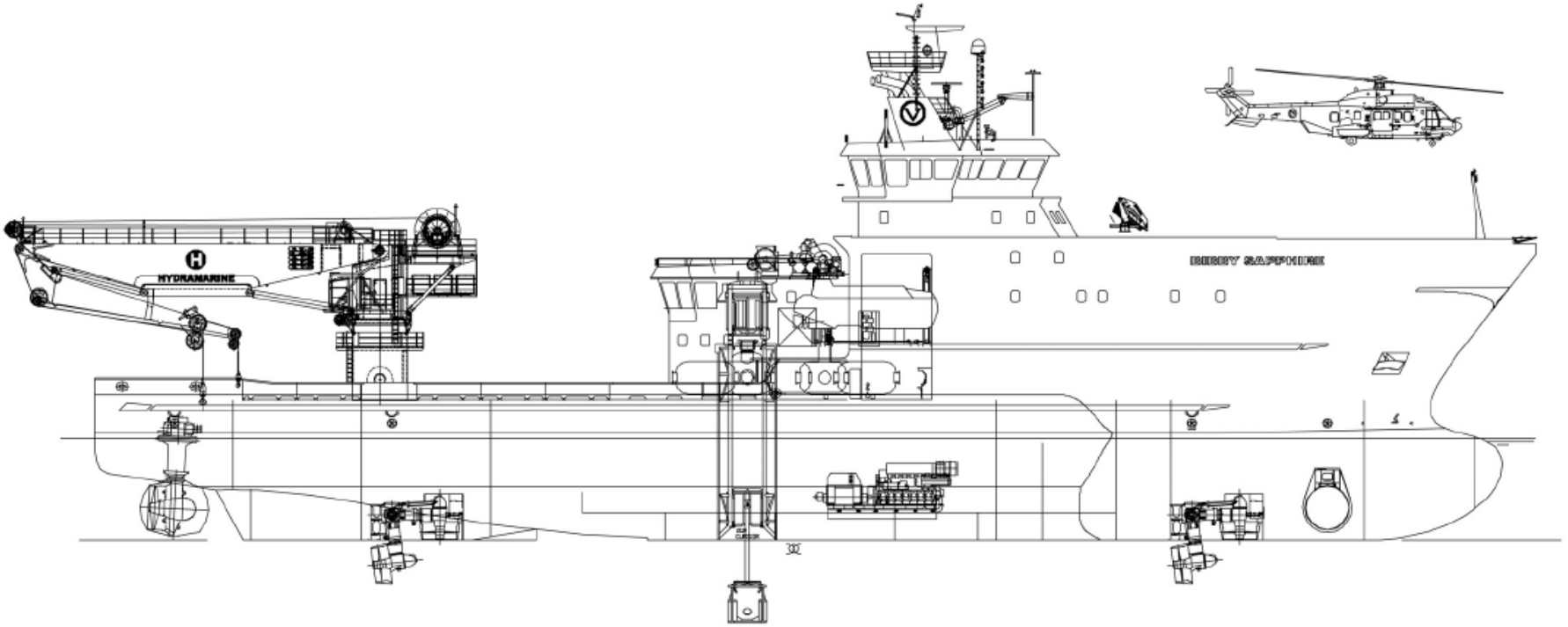
2 stery strumieniowe – rufa,

2 zespoły napędowe,

2 śruby

HiPAP, Fanbeam, Tautwire winch, 2 of DGPS

Wielozadaniowy statek zaopatrzeniowy „BIBBY SAPPHIRE”



ClassDNV +1A1 SF, E0, Dynpos Autr, Clean Comf Heldk-SH

Reference Systems 2 x Taut Wire., 2 x DGPS, 1 x HiPaP, 1 x Fanbeam

Wielozadaniowy statek zaopatrzeniowy „BIBBY SAPPHIRE”





POLITECHNIKA GDAŃSKA
WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA
KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

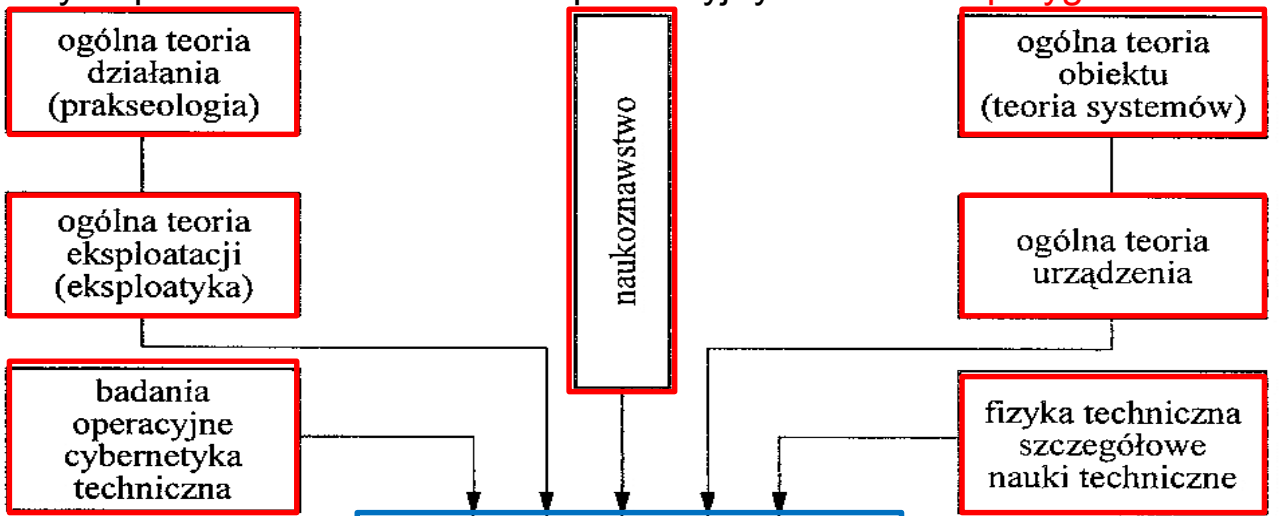
NIEZAWODNOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO FUNKCJONOWANIA SYSTEMÓW OKRĘTOWYCH

Zagadnienia

1. Wprowadzenie – pojęcie stanu technicznego.
2. Pojęcie uszkodzenia.
3. Określenie niezawodności systemu technicznego.
4. Pojęcie bezpieczeństwa.
5. Redundancja – **nadmiarowość funkcjonalna.**
6. Przykłady redundantnych rozwiązań systemów okrętowych.

EKSPLOATYKA TECHNICZNA – nauka zajmująca się **teorią eksploatacji** obiektów technicznych. Przedmiotem badań jest **optymalne** wykorzystanie **obiektów technicznych** przez człowieka. Koncentruje się na dwóch zasadniczych problemach:

- rozszerzaniu i porządkowaniu już istniejącej wiedzy eksploatacyjnej,
- modelowaniu matematycznym procesów i działań eksploatacyjnych w celu przygotowania algorytmów decyzyjnych



Przykłady nauk szczegółowych o eksploatacji urządzeń (wyróżnionych wg kryteriów):

- teoria eksploatacji urządzeń mechanicznych
- teoria eksploatacji urządzeń elektronicznych
- teoria użytkowania urządzeń
- teoria obsługiwania urządzeń
- teoria sterowania eksploatacją urządzeń
- teoria niezawodności
- diagnostyka techniczna
- teoria zużycia, tarcia i smarowania
- teoria odnawiania

PRAKSEOLOGIA – (gr. prksis - praktyka, czynność + logos – nauka; naukowe badanie warunków sprawnego działania).



Tadeusz Marian Kotarbiński (ur. 31 marca 1886 w Warszawie, zm. 3 października 1981 w Aninie) – jeden z czołowych polskich filozofów, logików i etyków, przedstawiciel szkoły lwowsko-warszawskiej. Syn Miłosza Kotarbińskiego – malarza i *Ewy Koskowskiej* – pianistki.
Absolwent Gimnazjum gen. Pawła Chrzanowskiego w Warszawie (1906) Studiował filozofię na uniwersytecie we Lwowie pod kierunkiem Kazimierza Twardowskiego. Profesor Uniwersytetu Warszawskiego, rektor Uniwersytetu Łódzkiego (1945-1949), prezes PAN w latach 1957-1962, członek wielu towarzystw naukowych, polskich i zagranicznych (m.in. przewodniczący Polskiego Towarzystwa Filozoficznego, prezes *Institut International de Philosophie*). Odznaczony Orderem Budowniczych Polski Ludowej.

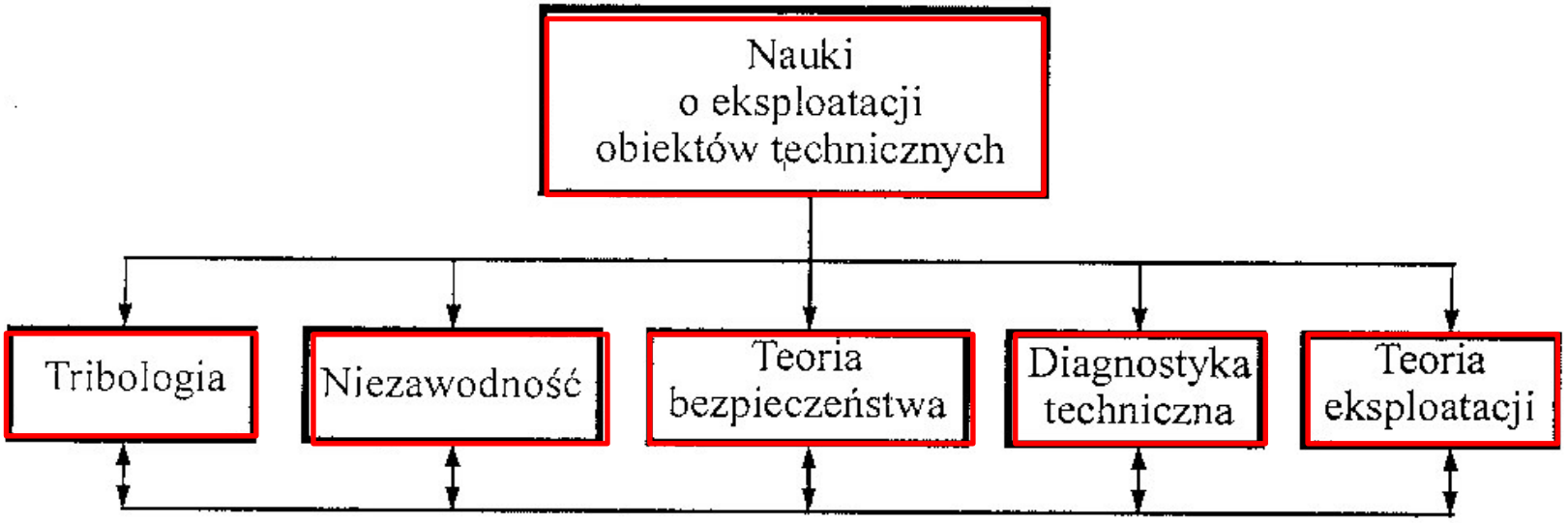
Twórca reizmu – materialistycznej (przy czym termin fizykalizm uznaje się tu czasem za bardziej precyzyjny) koncepcji filozoficznej, pionier i współtwórca ogólnej teorii sprawnego działania, zwanej **prakseologią**, autor etycznej koncepcji *opiekuna spolegliwego*. Kotarbiński jest jednym z najbardziej znanych polskich **filozofów analitycznych**.

Tadeusz Kotarbiński należy do grona najwybitniejszych i najbardziej znanych filozofów polskich. Główne dzieło Kotarbińskiego nosi tytuł: "**Traktat o dobrej robocie**" w której wykłada główne zasady prakseologii. Prakseologia jest nauką o sprawnym działaniu. Prakseologia jest jedną z dziedzin w metodologii nauk. Prakseologią określa się jako naukę o sprawnym działaniu w odniesieniu do wszystkich form aktywności polegających na świadomej realizacji założonych celów. Prakseologia bada również postulaty i ogólne zasady sprawnego działania pod kątem ich skuteczności. Dla wielu prakseologia sprowadza się do odpowiedzi na pytanie: jak działać w najskuteczniejszy sposób? Prakseologia jako dziedzina wiedzy filozoficznej stara się dotrzeć do zasad ogólnych, które daje się zastosować do wszelkich możliwych rodzajów działań. Prakseologia obejmuje również zagadnienie współpracy i działań grupowych, co zbliża ją do teorii zarządzania zasobami ludzkimi. Jednak w ten sposób wchodzimy w szczegółowe rozważania mające na celu usprawnić konkretne działania.

OBIEKT TECHNICZNY – maszyna, urządzenie, mechanizm, przyrząd, aparat itd. charakteryzujące się następującymi cechami ogólnymi:

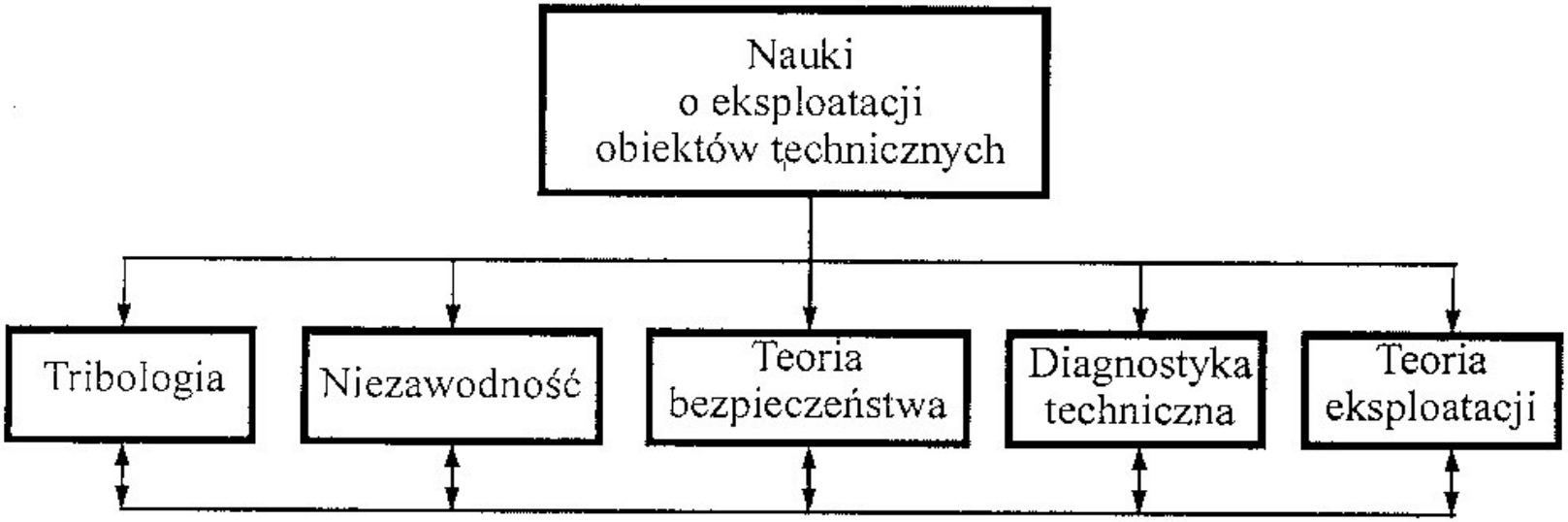
- jest wykonany przez człowieka z materii nieożywionej dla realizacji określonego celu działania,
- celowo wykorzystywać je może tylko człowiek,
- ma określone przeznaczenie (zbiór możliwych zastosowań),
- funkcjonuje zgodnie z prawami fizyki,
- ma skończoną trwałość,
- może być ulepszane,
- może szkodzić człowiekowi (emituje hałas, drgania, spaliny itd.),
- przechodzi w swojej historii przez kolejne fazy:
  - potrzeby (istnieje w sferze abstrakcji),
  - projektowanie (koncepcja – dobierania sposobu działania, stanowi podstawę konstruowania),
  - konstruowanie {dobieranie cech konstrukcyjnych: postać geometryczna (przestrzenna), wymiarowa, materiałowa, stanowi podstawę wytwarzania},
  - wytwarzanie (pożądane przekształcanie układów materialnych w obiekt techniczny zaspokajający potrzeby człowieka),
  - eksploatacja {użytkowanie zgodnie z przeznaczeniem oraz obsługiwanie mające na celu utrzymanie bądź przywrócenie (odtwarzanie) stanu technicznego obiektu zapewniającego realizację funkcji celu (zadań)},
  - likwidacja (ostateczna degeneracja właściwości użytkowych obiektu, przekazanie do złomowania obiektu wycofanego z eksploatacji lub jego demontaż w celu odzyskania części przydatnych do ponownego wykorzystania w procesie produkcyjnym lub obsługowym).





NAUKI O EKSPLOATACJI OBIEKTÓW TECHNICZNYCH:

- ✓ ***Tribologia*** **–** nauka o tarciu i procesach towarzyszących tarciu, zajmuje się opisem zjawisk fizycznych (mechanicznych, elektrycznych, magnetycznych itp.), chemicznych, biologicznych i innych w obszarach tarcia;
- ✓ ***Niezawodność obiektu*** **–** w sensie opisowym: zdolność do **„spełniania wymagań", „realizacji zadań", „spełnienia funkcji"** (albo **„przeżycia określonego czasu"**),
  - **–** w sensie normatywnym (wartościującym): zdolność (określona prawdopodobieństwem) do zachowania istotnych właściwości w dopuszczalnych granicach, w określonych warunkach istnienia obiektu, w ciągu określonego czasu.
- ✓ ***Niezawodność systemu technicznego*** **–** zdolność (określona prawdopodobieństwem) do realizacji zadań przez system w określonym przedziale czasu i przy ustalonych poziomach oddziaływania czynników wymuszających.



NAUKI O EKSPLOATACJI OBIEKTÓW TECHNICZNYCH:

- ✓ ***Teoria bezpieczeństwa*** **–** zajmuje się takimi uszkodzeniami systemu technicznego i błędami, które stwarzają zagrożenie bezpieczeństwa. Istotą teorii bezpieczeństwa jest predykcja strat, które wiążą się z istnieniem techniki – oszacowanie **ryzyka**.
- ✓ ***Diagnostyka techniczna*** – jest nauką o rozpoznawaniu stanów przedmiotów diagnozowania. Celem diagnostyki technicznej jest badanie i ocena stanów technicznych przedmiotu diagnozowania (maszyny, urządzenia, procesu, otoczenia, decydenta, oddziaływań itp.), ustalenie przyczyn zaistniałych stanów (**genezowanie**), a także przewidywanie rozwoju zmian tych stanów (**prognozowanie**).
- ✓ ***Teoria eksploatacji*** **–** jest nauką, której przedmiotem badań jest optymalne wykorzystanie urządzeń przez człowieka.

WZAJEMNE POWIĄZANIA NAUK EKSPLOATACYJNYCH



W związku z przypadkowym (stochastycznym) charakterem występowania uszkodzeń w obiektach technicznych i błędów operatora wskaźniki niezawodności i bezpieczeństwa są wielkościami losowymi o określonych rozkładach prawdopodobieństwa, wartości oczekiwanej i wariancji. Określa się je za pomocą statystyki matematycznej oraz teorii prawdopodobieństwa.

STARZENIE I ZUŻYCIE. ZUŻYCIE JAKO SKUTEK TARCIA WYWOŁANE JEST PROCESAMI TRIBOLOGICZNYMI, EROZYJNYMI I KOROZYJNYMI, KTÓRE GENERUJĄ DRGANIA, WZROST TEMPERATURY ORAZ LUZÓW WSPÓŁPRACUJĄCYCH ELEMENTÓW

OBIEKT (SYSTEM) TECHNICZNY

USZKODZENIA

TRIBOLOGIA

SŁABE OGNIWA OBIEKTU TECHNICZNEGO

POPRAWA ROZWIĄZAŃ KONSTRUKCYJNYCH, DOBÓR LEPSZYCH MATERIAŁÓW NA WĘZŁY TARCIA, USTALENIE GRANICZNYCH WARTOŚCI PRZEDZIAŁÓW I OBCIĄŻEŃ I PRĘDKOŚCI

NIEZAWODNOŚĆ

BADANIE DIAGNOSTYCZNE UPRZEDZA WYSTĄPIENIE USZKODZENIA, ZMNIEJSZA ICH LICZBĘ, PRECYZYJNIE PRZEWIDUJE CHWILĘ ICH WYSTĄPIENIA W PRZYSZŁOŚCI

DIAGNOSTYKA TECHNICZNA

USTALENIE CZASU POPRAWNEJ PRACY POMIĘDZY KOLEJNYMI USZKODZENIAMI, USTALENIE PRZYBLIŻONYCH TERMINÓW I KOLEJNOŚCI DIAGNOZOWANIA ELEMENTÓW OBIEKTU TECHNICZNEGO

POSZERZENIE BARIERY BEZPIECZEŃSTWA

TEORIA BEZPIECZEŃSTWA

USZKODZENIA I BŁĘDY OPERATORA STWARZAJĄCE ZAGROŻENIE BEZPIECZEŃSTWA (WYPADKI, KATASTROFY)

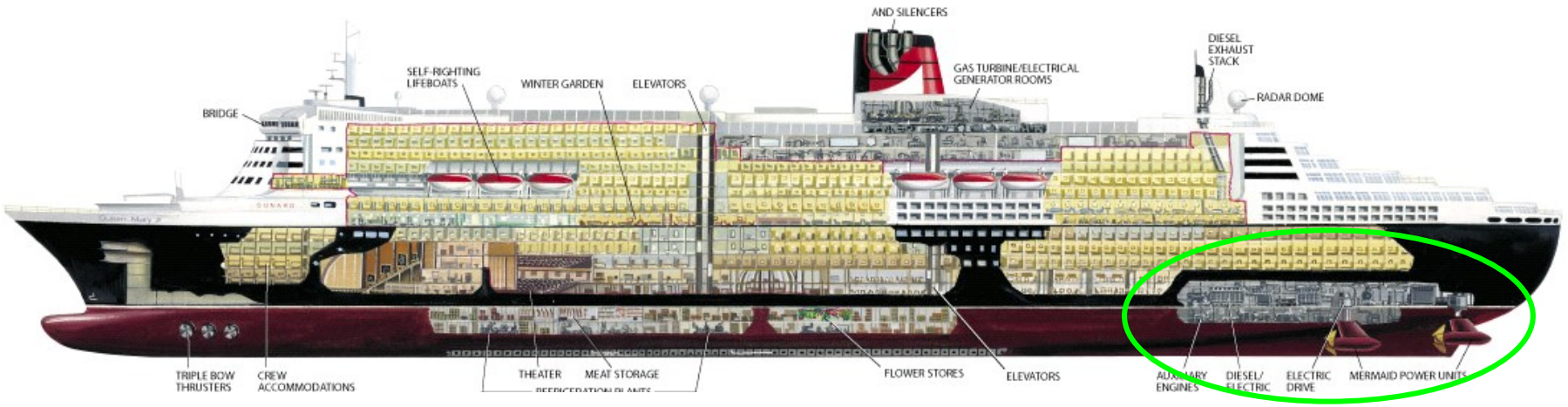
RYZYKO OBIEKTU (SYSTEMU) TECHNICZNEGO - PRAWDOPODOBIEŃSTWO ZAGROŻENIA SYSTEMU CZŁOWIEK-TECHNIKA ŚRODOWISKO

TEORIA EKSPLOATACJI

ODDZIAŁYWANIE OBIEKTÓW TECHNICZNYCH NA ŚRODOWISKO – BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE



Realizacja zadań przez statek



- Kwalifikacje i predyspozycje psychofizyczne załogi
- Stan techniczny kadłuba
- Stan techniczny urządzeń obserwacji i łączności

⋮

- Stan techniczny urządzeń siłowni okrętowej

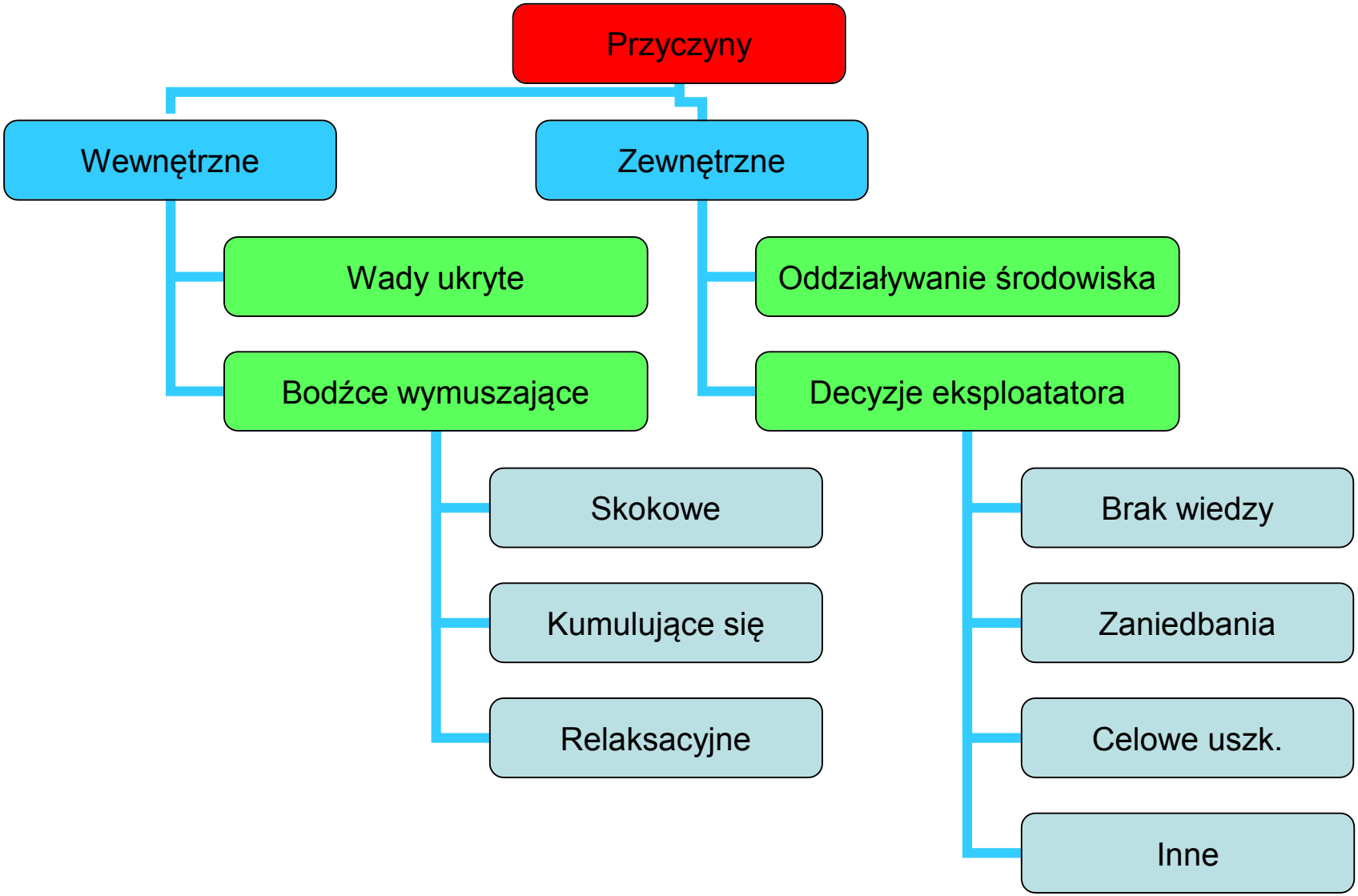
Stan techniczny – zbiór „*n*” niezależnych parametrów zwanych parametrami struktury konstrukcyjnej.

Parametry:

- stereometryczne (*długość, szerokość, luz, chropowatość itp.*)
- fizykochemiczne (*gęstość, wytrzymałość itp.*)

Uszkodzenie - zdarzenie będące niepożądanym wynikiem skomplikowanych procesów zachodzących wewnątrz urządzenia oraz oddziaływań zewnętrznych, efektem czego zdolność urządzenia do wypełniania postawionych przed nim zadań zostaje ograniczona lub następuje jej brak

Przyczyny uszkodzeń



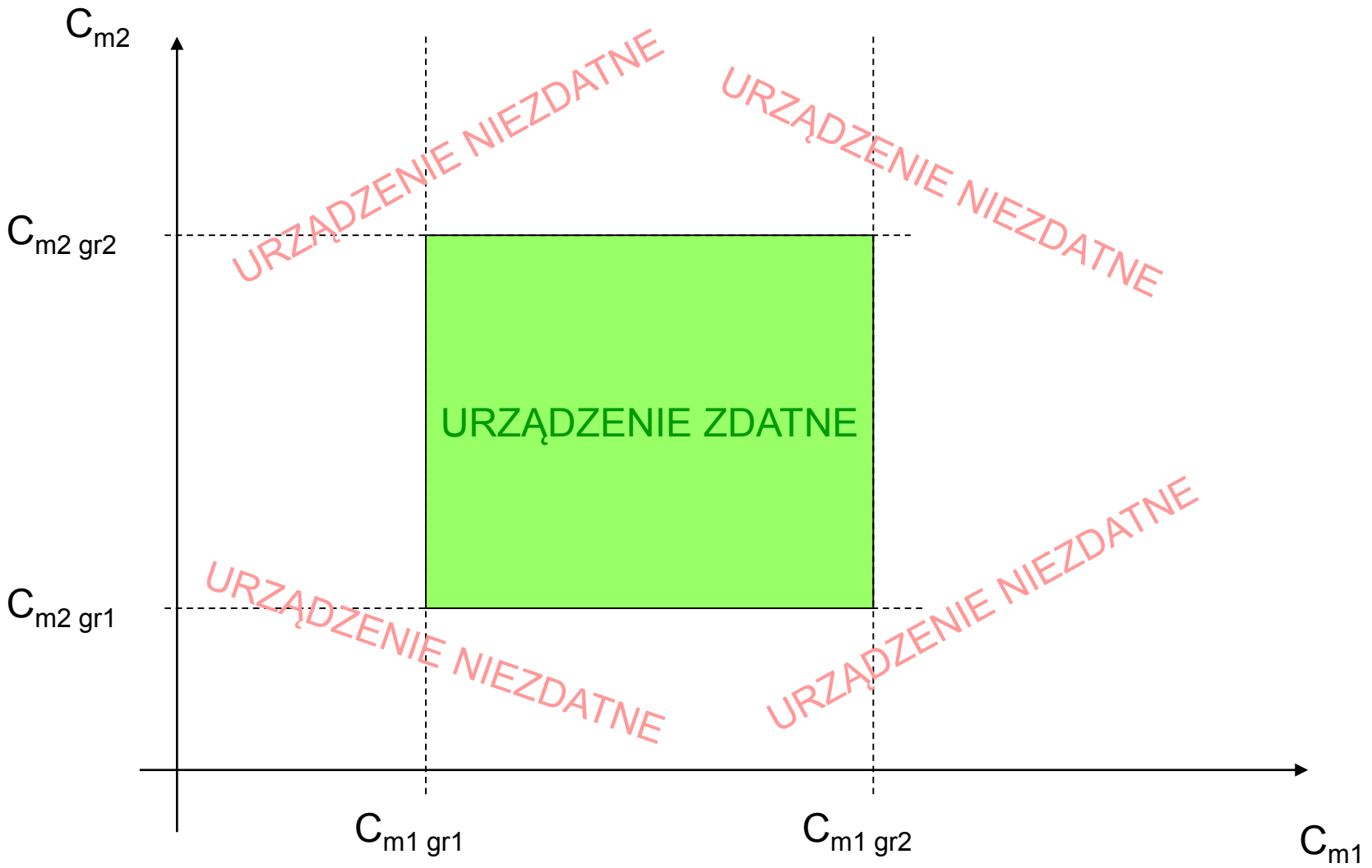
Uszkodzenie – zdarzenie losowe

Najprostsza interpretacja

- Zmiana wartości cechy mierzalnej C_{mi} (i = *1, 2, …, n*) poza zakres **wyznaczony** przez zależność:

$$C_{mi\ gr1} < C_{mi} < C_{mi\ gr2}$$

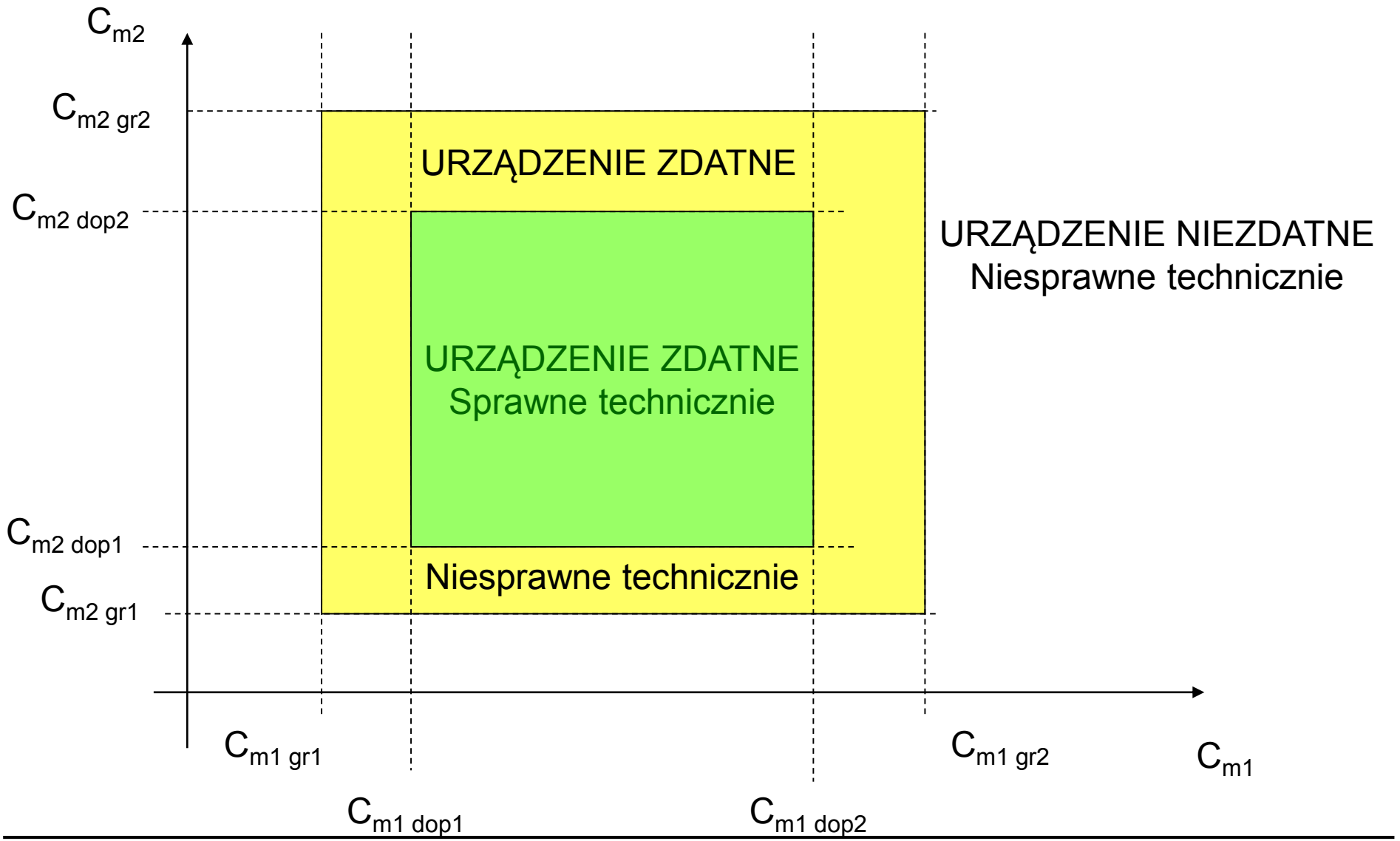
Klasyfikacja dwustanowa



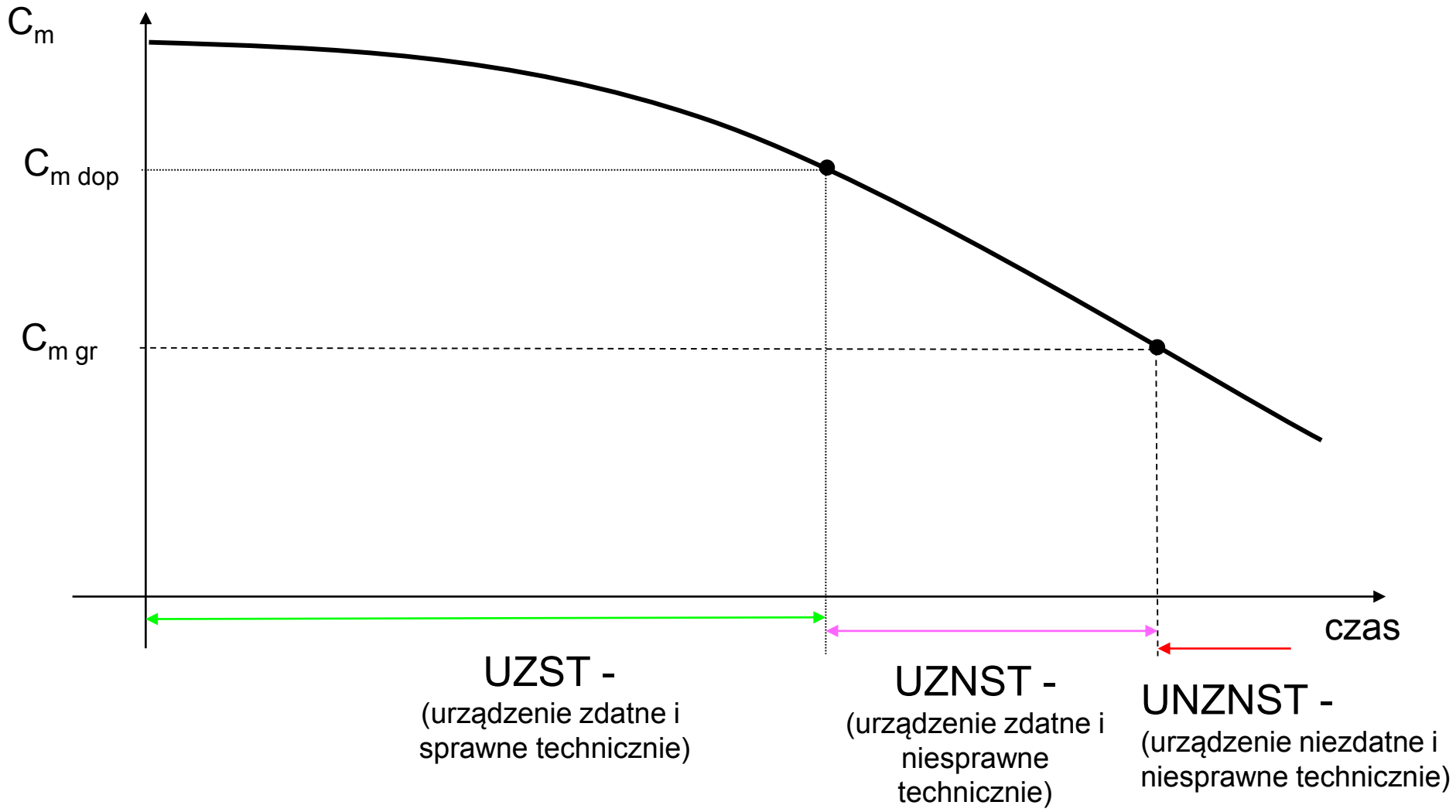
Uszkodzenie – zakłócenie poprawnego funkcjonowania

- jakie uszkodzenia, i w jakich warunkach mogą spowodować całkowite unieruchomienie statku?
- jakie uszkodzenia, i w jakich warunkach mogą narzucić jakiekolwiek ograniczenia w funkcjonowaniu statku?
- jakie uszkodzenia, i w jakich warunkach nie zmieniają w sposób zauważalny (mający praktyczne znaczenie) funkcjonowania statku?

Klasyfikacja wielostanowa



Uszkodzenie – zakłócenie poprawnego funkcjonowania



Skutki



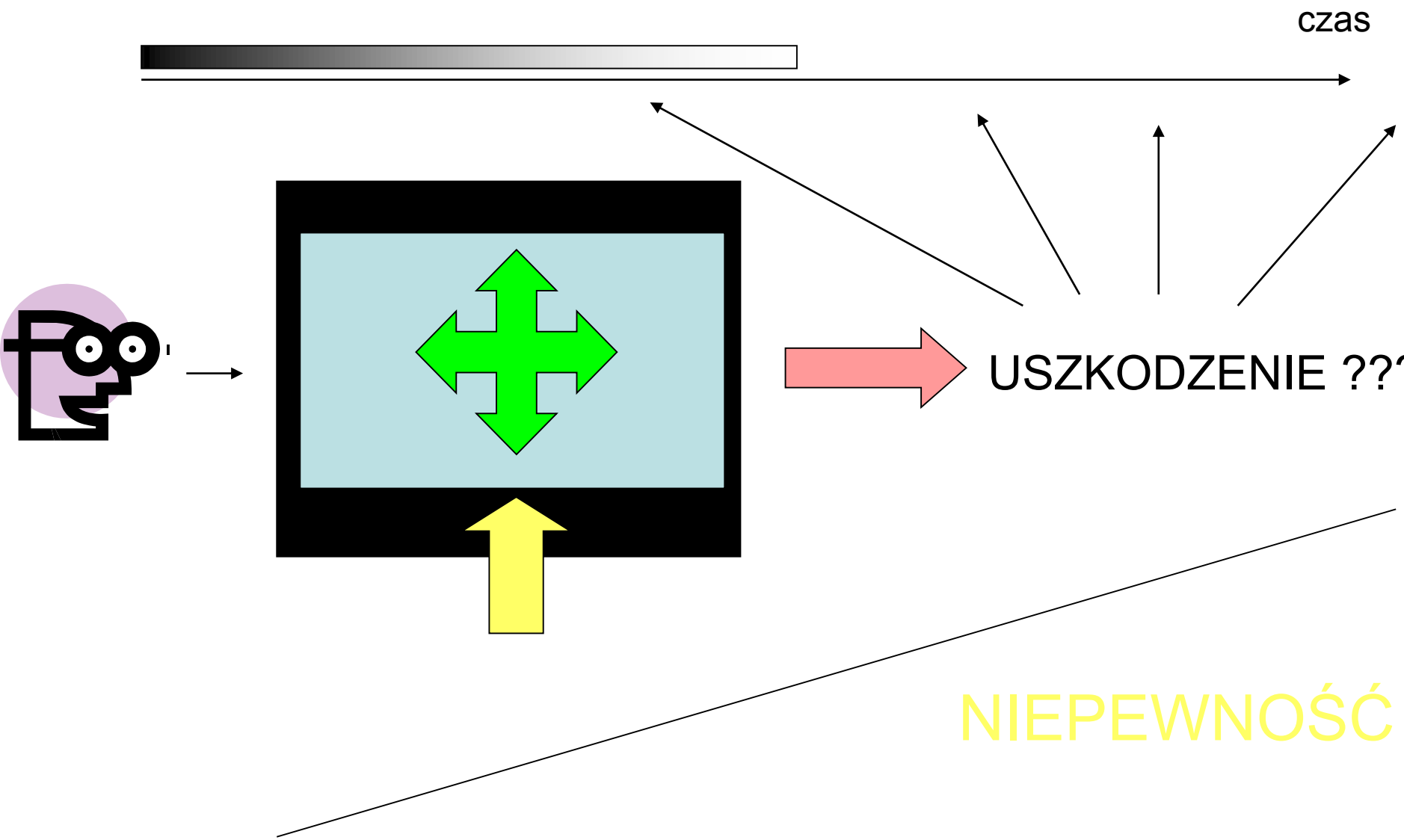




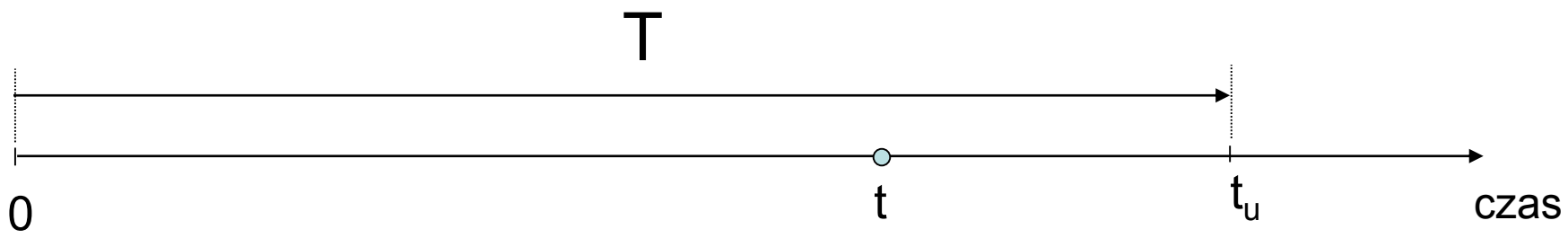


Skutki




czas
USZKODZENIE ???
NIEPEWNOŚĆ

Wartościujące określenie niezawodności

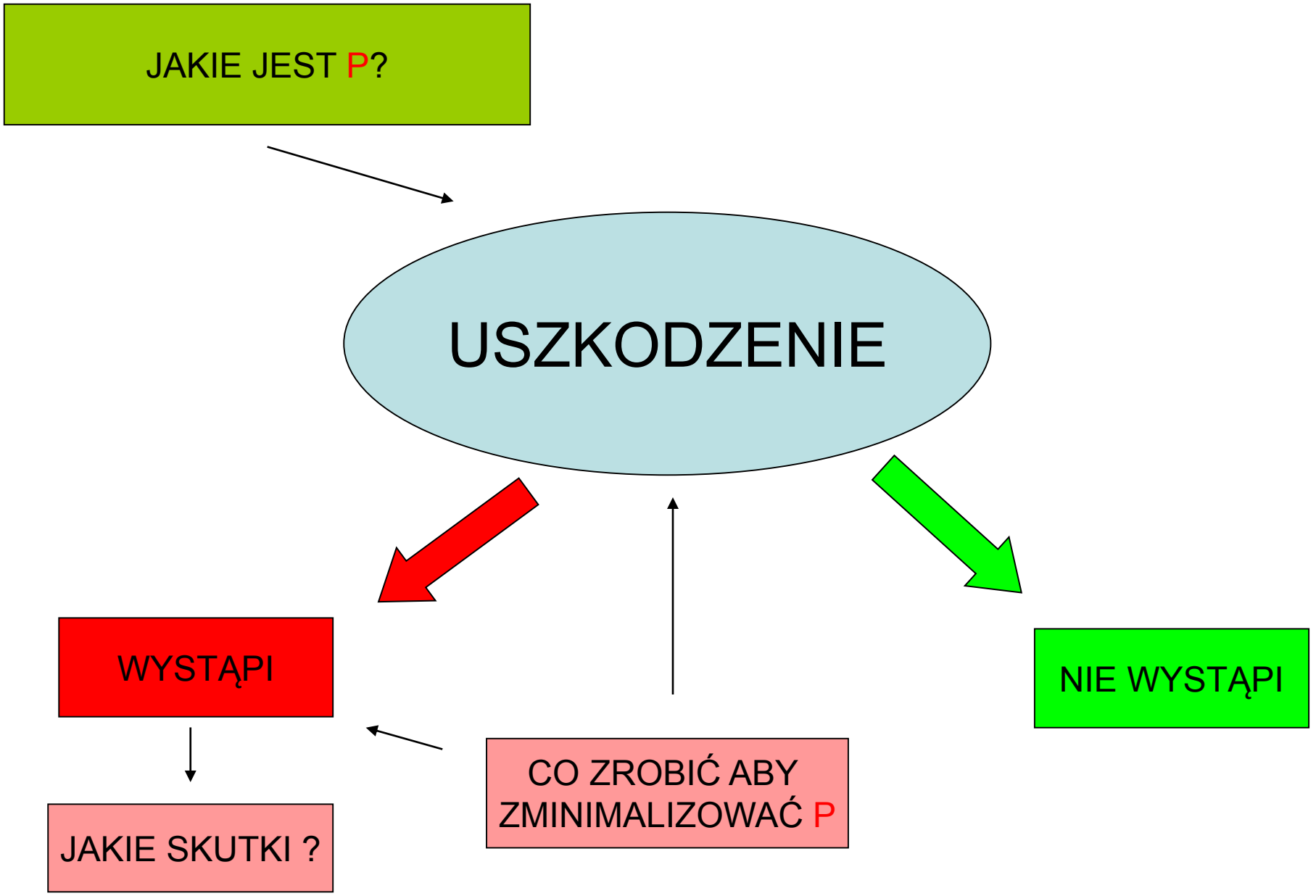


Jakie jest prawdopodobieństwo, że obiekt „przeżyje” chwilę t ?

Funkcję:

$$R(t) = P\,(T \geq t) \qquad t \geq 0$$

nazywa się funkcją niezawodności


JAKIE JEST P?
USZKODZENIE
WYSTĄPI
NIE WYSTĄPI
JAKIE SKUTKI ?
CO ZROBIĆ ABY ZMINIMALIZOWAĆ P

Wartościujące określenie niezawodności

Niezawodność jest mierzalną właściwością obiektu, a jej miarą jest prawdopodobieństwo zajścia zdarzenia (losowego) polegającego na tym, że obiekt będzie funkcjonował poprawnie (bez uszkodzenia) przez wymagany czas w określonych warunkach.

$$R(t) = P(T \geq t)$$ – funkcja niezawodności

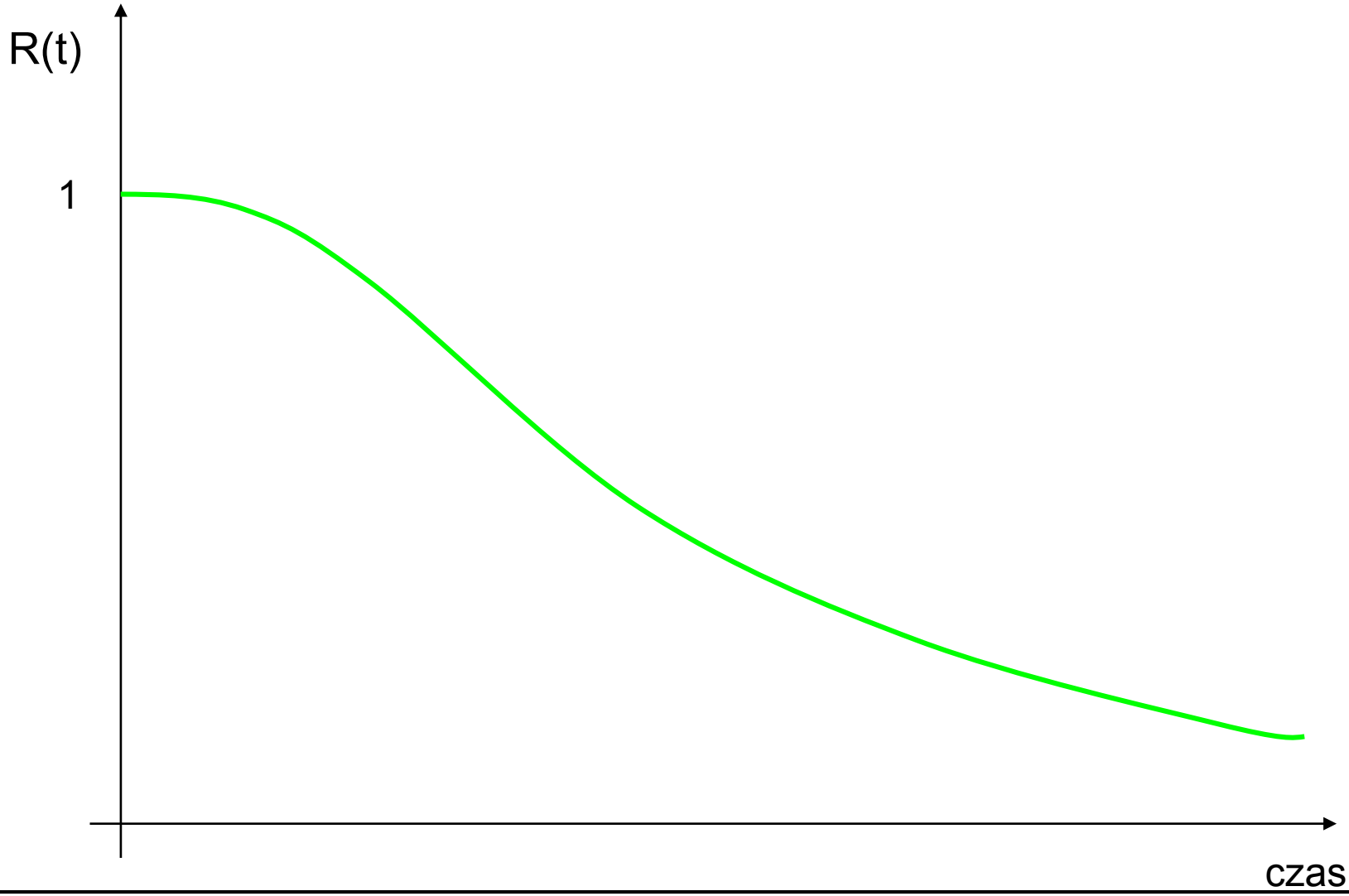
T - czas do uszkodzenia się urządzenia,

t – wymagany czas realizacji zadania

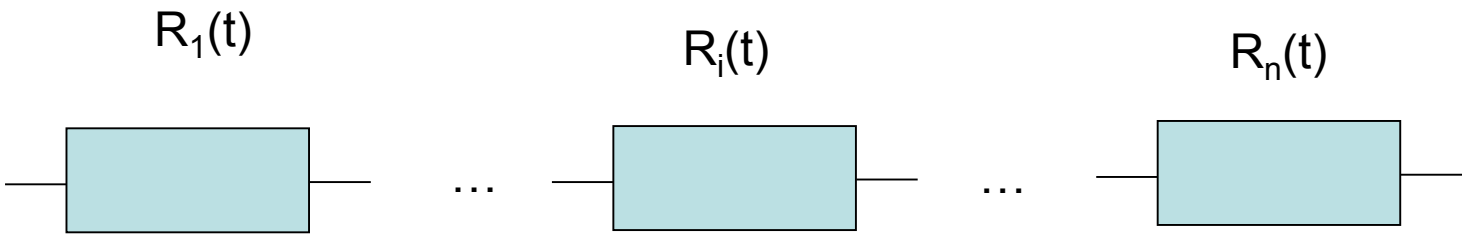
Podstawowe założenia

- Niezawodność obiektu w chwili t = 0 jest równa 1;
- Funkcja niezawodności jest malejącą funkcją t;
- Niezawodność obiektu po czasie nieskończenie długim równa się 0.

Przebieg funkcji niezawodności

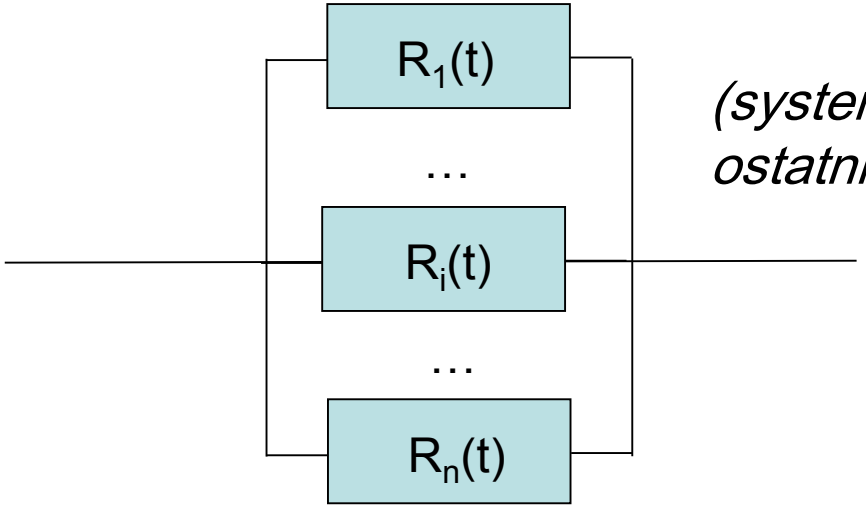


Szeregowa struktura niezawodnościowa



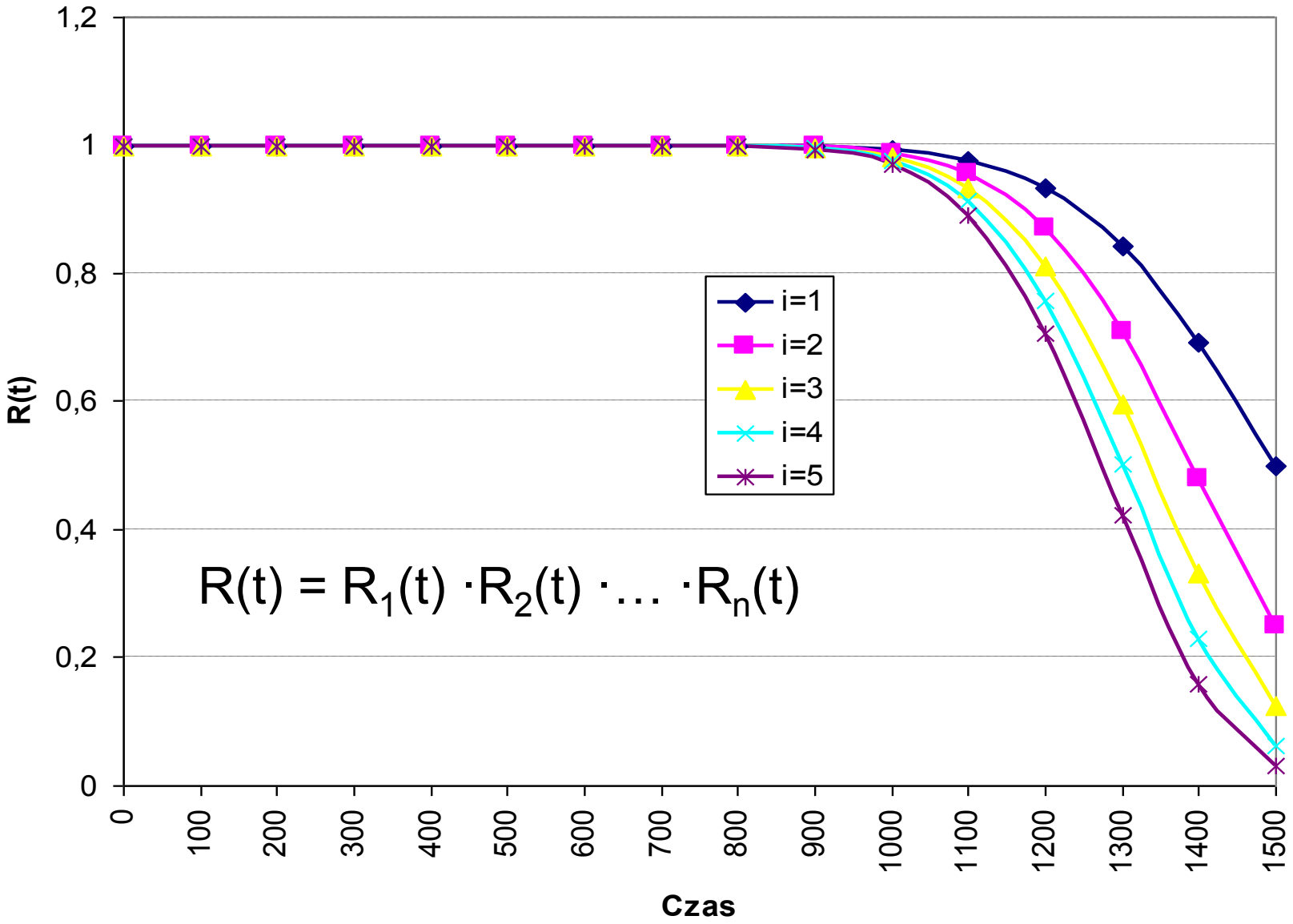
(system ulega uszkodzeniu po uszkodzeniu dowolnego elementu)

Równoległa struktura niezawodnościowa

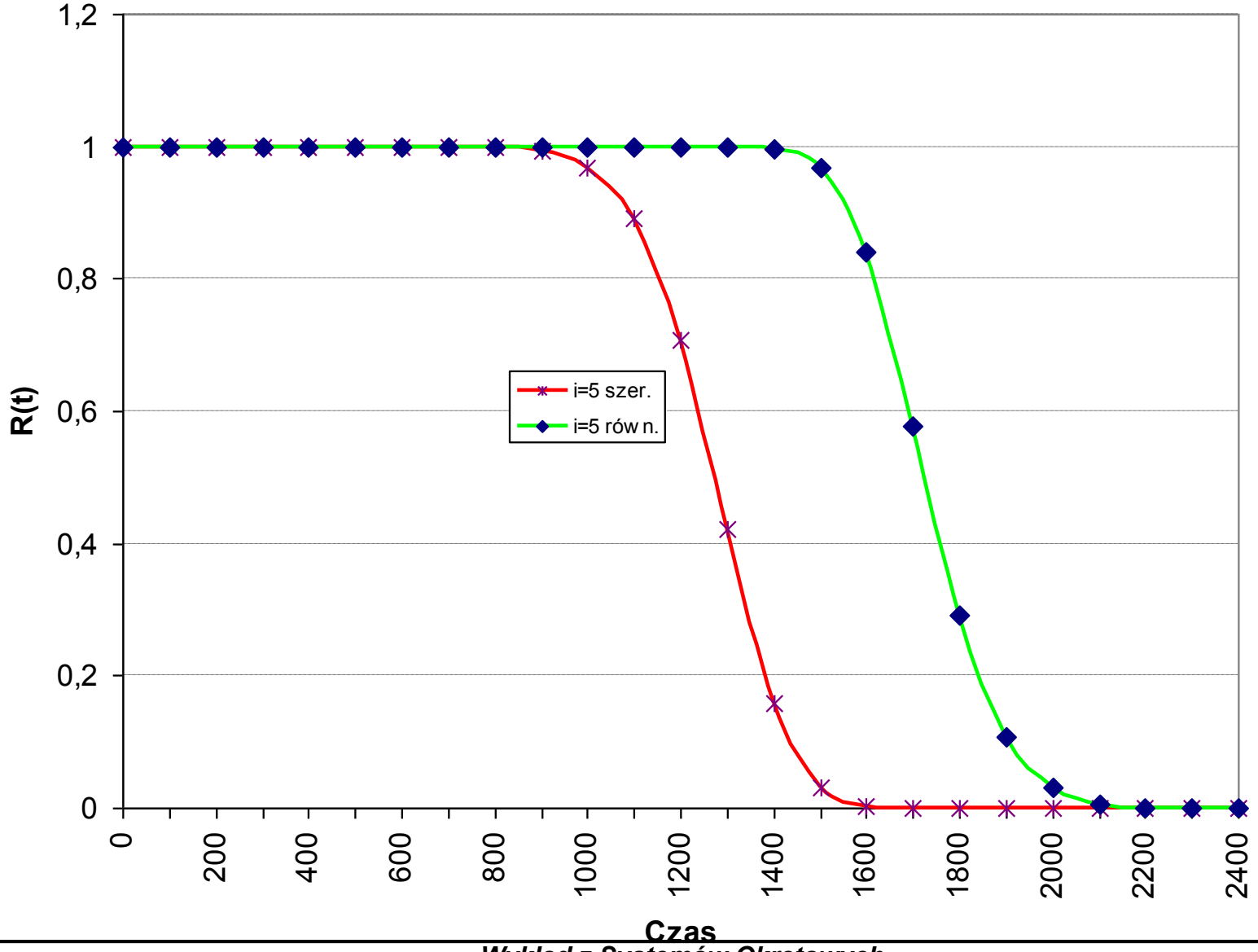


(system ulega uszkodzeniu po uszkodzeniu ostatniego elementu)

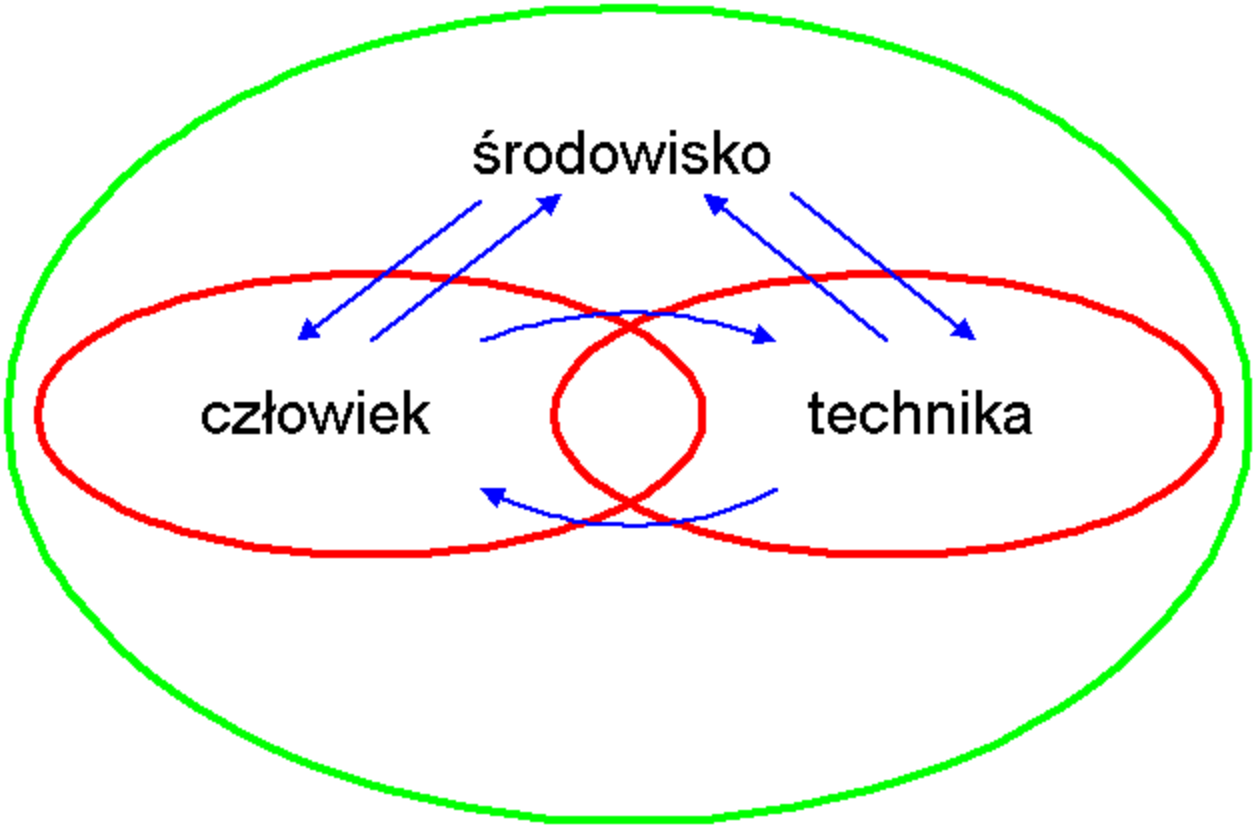
Struktura szeregowa - niezawodność



Struktura szeregowa oraz równoległa - niezawodność



Bezpieczeństwo



Bezpieczeństwo jest pojęciem względnym, psychicznym odczuciem, dlatego w nauce o bezpieczeństwie uważane jest za pojęcie pierwotne, podobnie jak ***zbiór*** w matematyce. Odczucia nie można mierzyć, co powoduje, że bezpieczeństwo nie jest mierzalne.

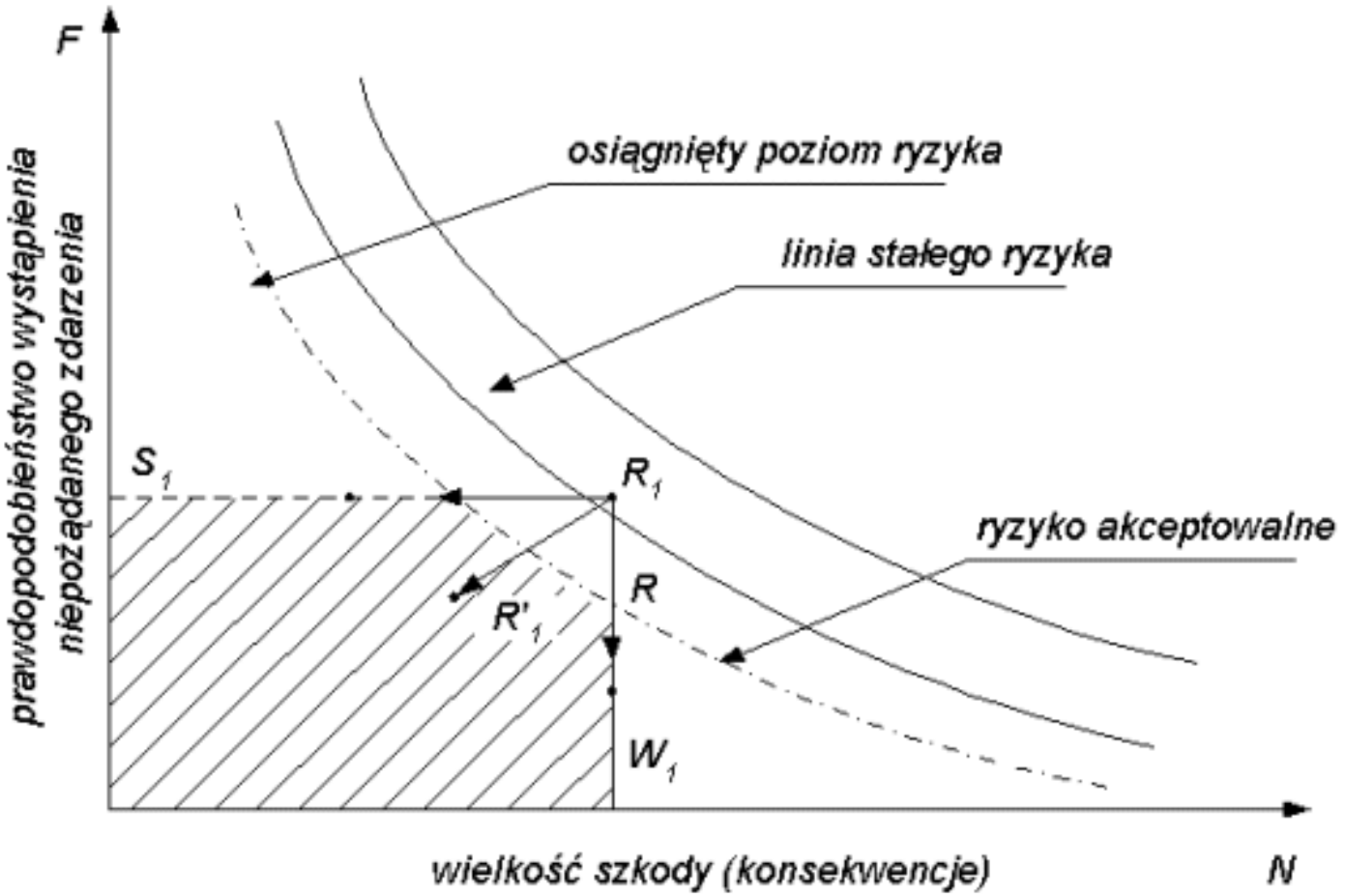
W nauce o bezpieczeństwie definiuje się pojęcie ***ryzyka***, które intuicyjnie rozumiane jest jako zaprzeczenie bezpieczeństwa:

$$Ryzyko = P(Z) \times S(Z)$$

P(Z) – zagrożenie katastrofą, czyli prawdopodobieństwo zajścia niesprzyjającego zdarzenia *Z*,

S(Z) – strata wywołana zajściem zdarzenia *Z.*

Akceptowalność ryzyka

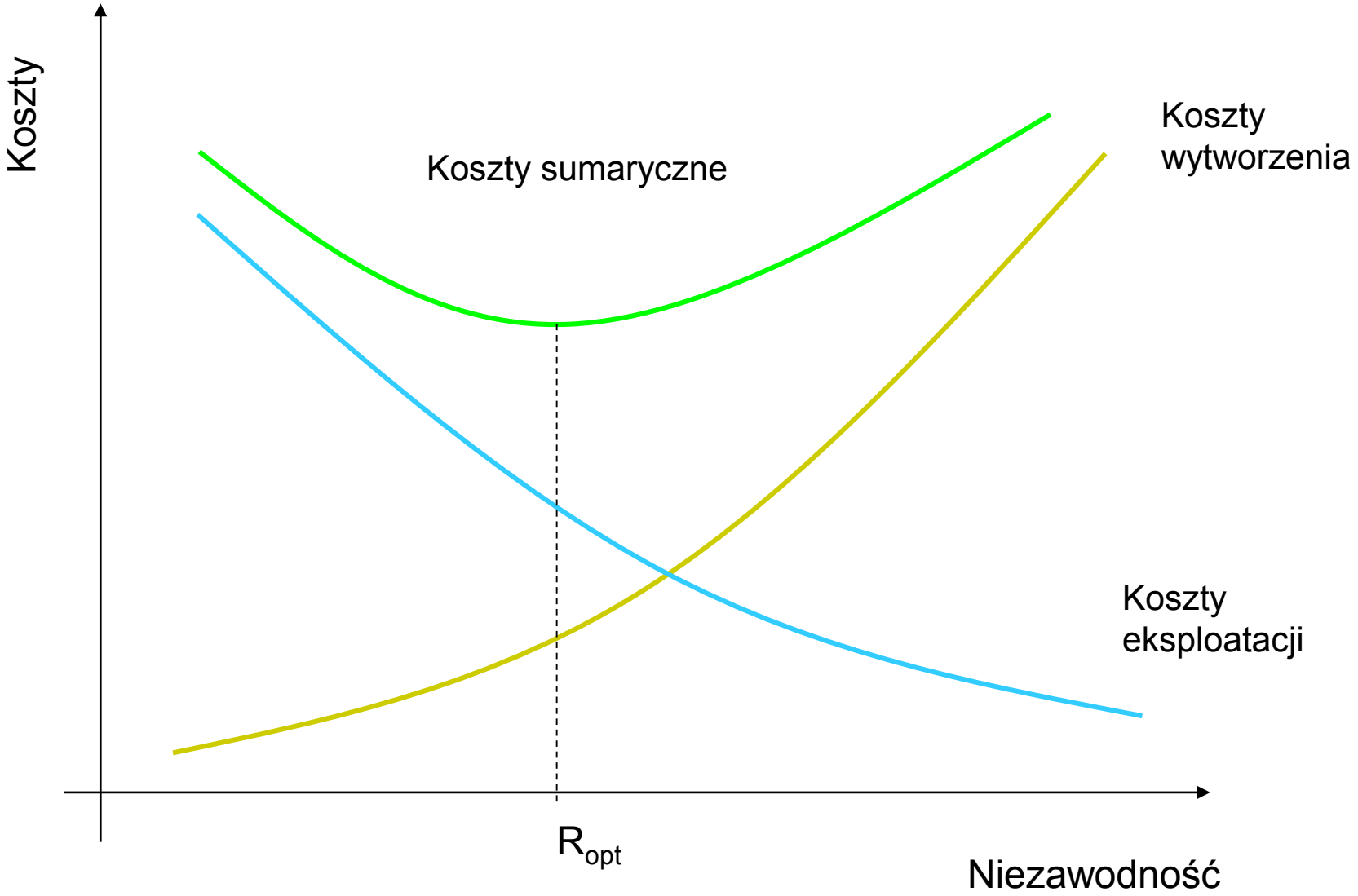


Przykład wykresu F-N

Jak łatwo zauważyć obniżenie poziomu ***ryzyka***, można przeprowadzić w następujący sposób, zmniejszając:

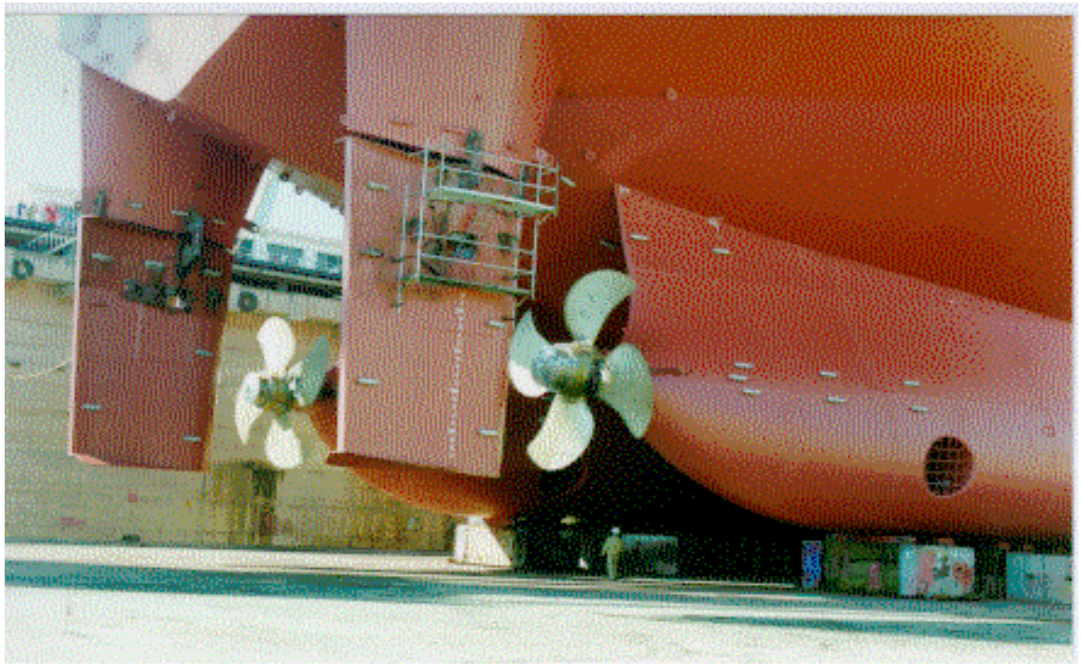
– zagrożenie katastro (prawdopodobieństwo wystąpienia katastrofy), przy ustalonym poziomie strat,
– straty, przy ustalonym poziomie zagrożenie katastrofą,
– zarówno straty jak i zagrożenie katastrofą.

Jakość i niezawodność

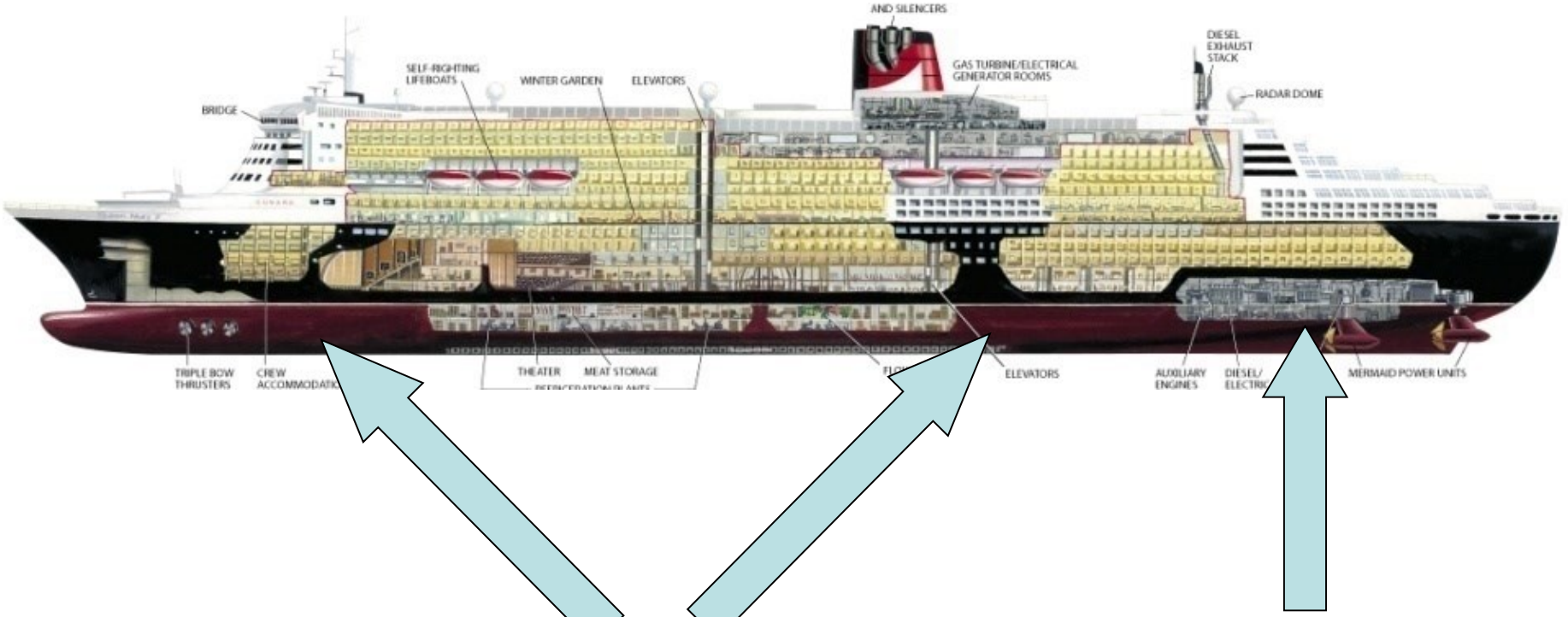


Wybrane sposoby zwiększenia niezawodności funkcjonowania i bezpieczeństwa systemów okrętowych

Redundancja - jest nadmiarem zastosowanego rozwiązania niż wynikałoby to z potrzeby realizacji funkcji celu.



Redundancja



Kadłub

Układ napędowy

i elektrownia okr.

Stopień redundancji głównego układu napędowego jest określony przez kombinację dwóch parametrów:

- liczbę linii wałów napędowych
  i pędników (z jednym pędnikiem lub wieloma),
- liczbę pomieszczeń siłowni (z jednym pomieszczeniem lub wieloma),

We wszystkich przypadkach wymagane są co najmniej dwa silniki główne

Towarzystwa Klasyfikacyjne:

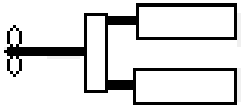
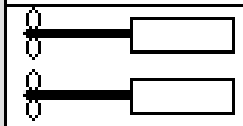
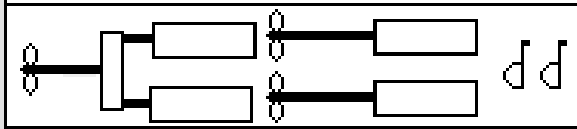
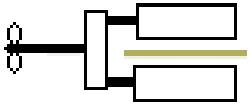
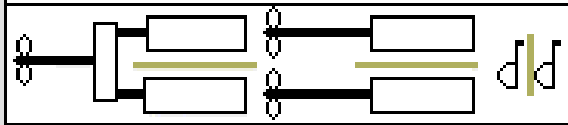
- American Bureau of Shipping
- Lloyds Register of Shipping
- Germanisher Lloyd
- Det Norske Veritas



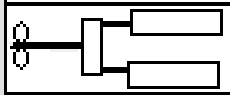
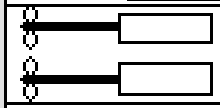




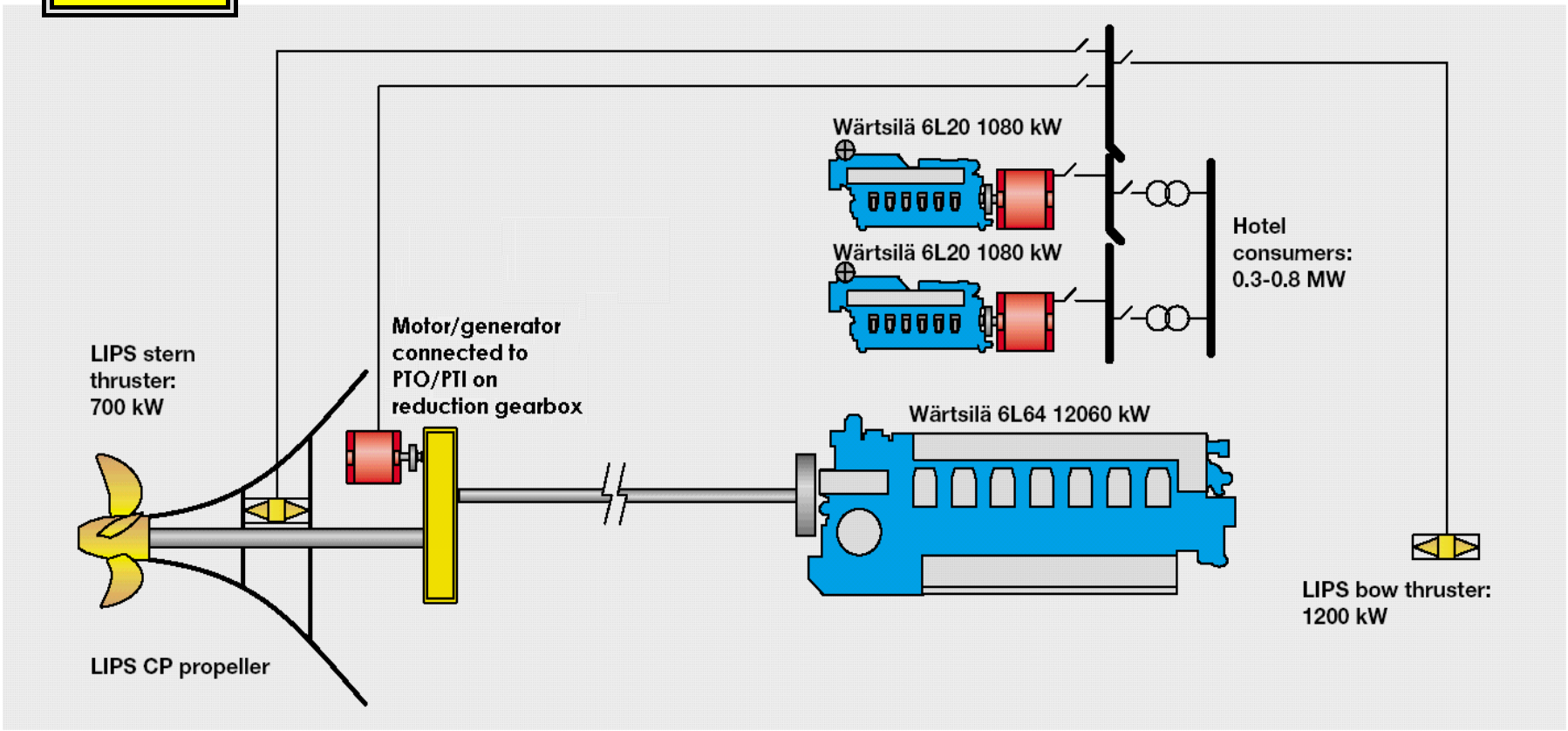


Schemat ideowy głównego układu napędowego i/lub urządzenia sterowego	Notacja klasy w/g Towarzystwa Klasyfikacyjnego			
	GL	LRS	DNV	ABS
	RP1	PMR		R1
			RP	R2
		SMR		
	RP2	PSMR		
		PMR ★	RPS	R1S
				R2S
		SMR ★		
	RP3	PSMR ★		

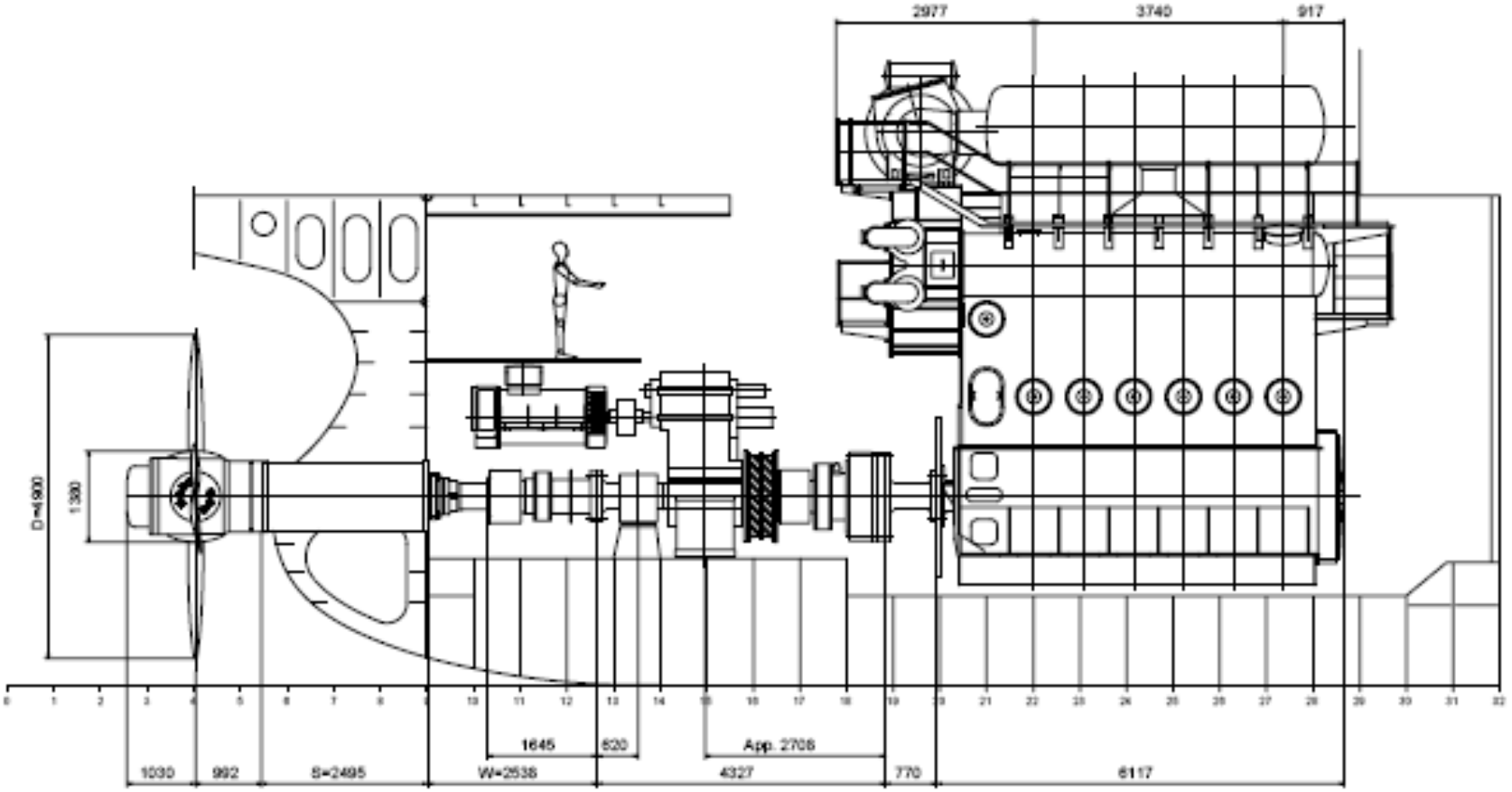
Objaśnienie:

	-układ wielosilnikowy z jedną linią wałów
	-układ wielosilnikowy z niezależną linią transmisji mocy
	-niezależne od siebie urządzenia sterowe
	-rozdzielenie pomieszczeń grodzią wodoszczelną i ognioodporną

Przykłady wybranych rozwiązań okrętowych redundancyjnych układów napędowych



Silnik średnioobrotowy z prądnicą wałową

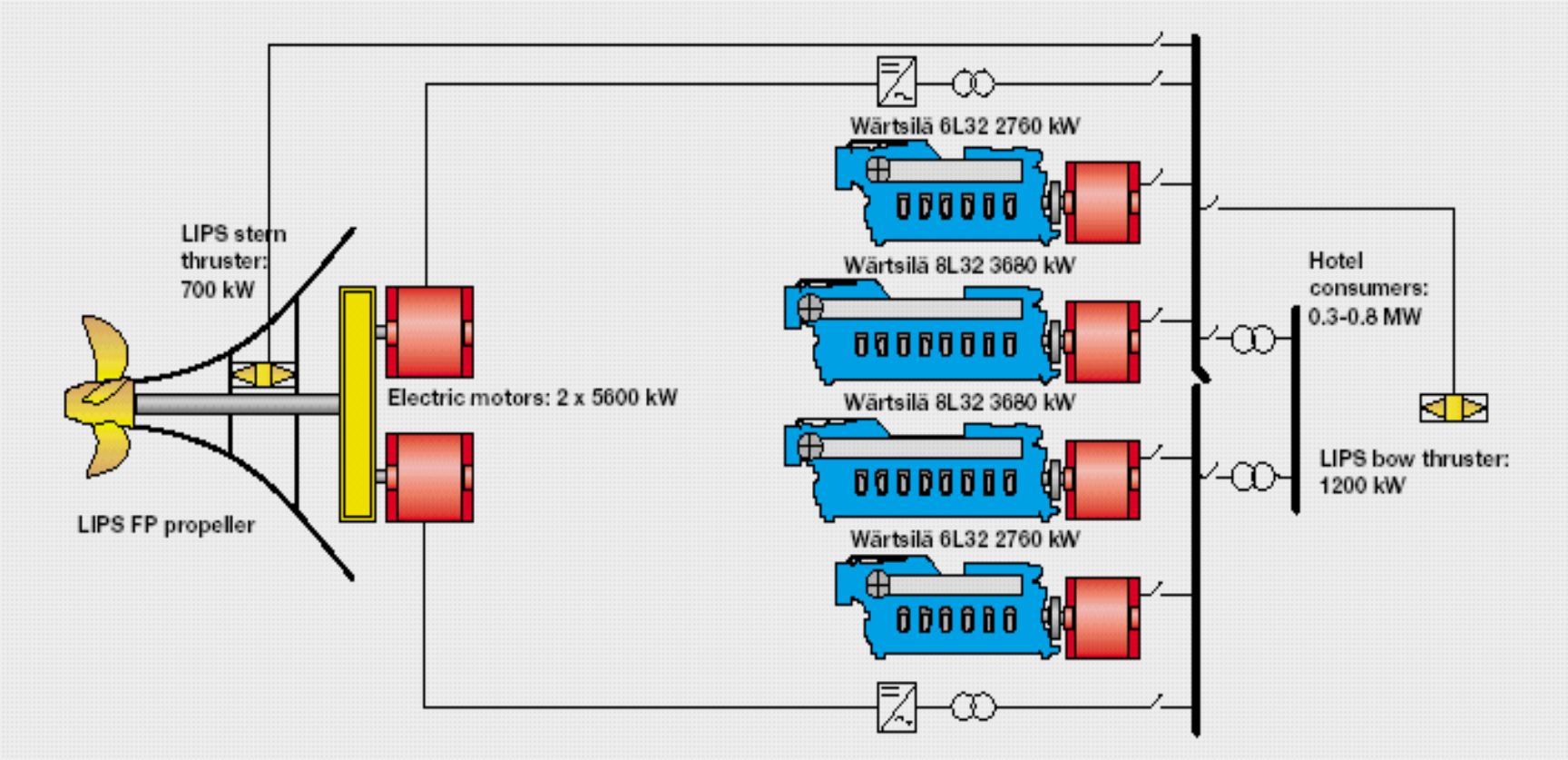


Compact installation for a 13 500 tdw tanker with a 6S42MC main engine



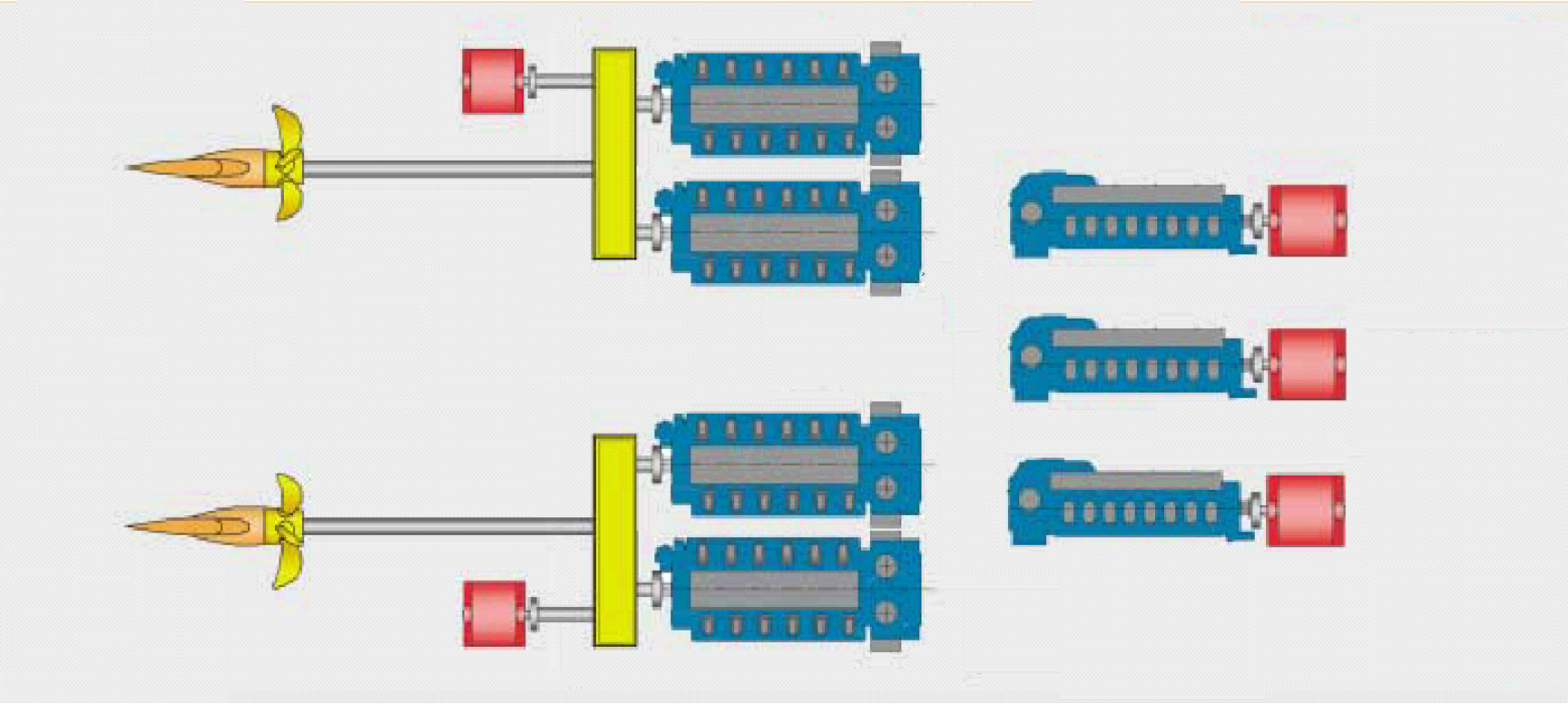


R1



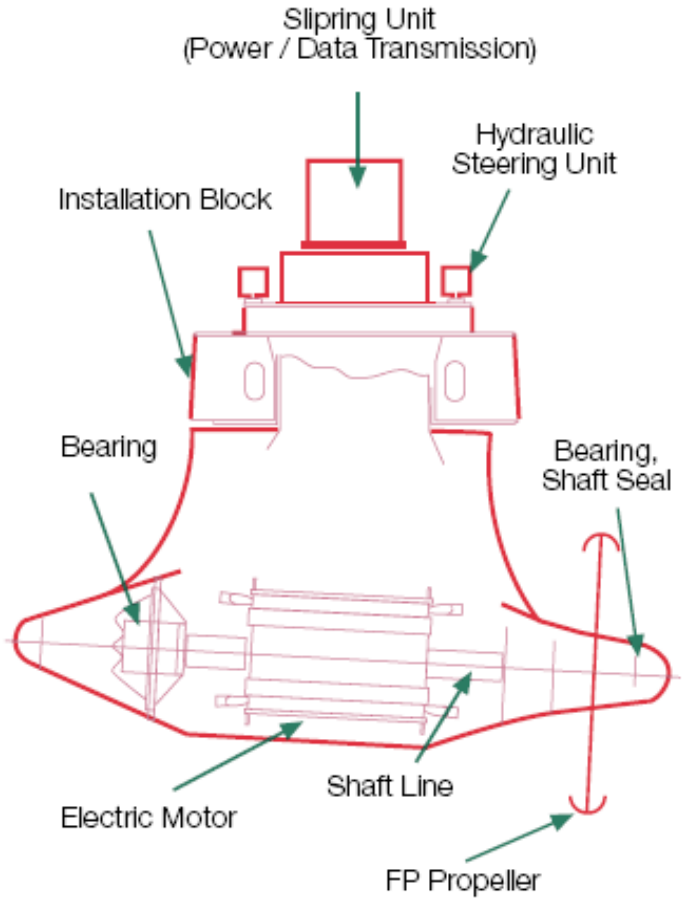
Układ spalinowo-elektryczny

R2



Dwa układy, każdy po dwa średnio-obrotowe silniki spalinowe z przekładnią i śrubą o zmiennym skoku

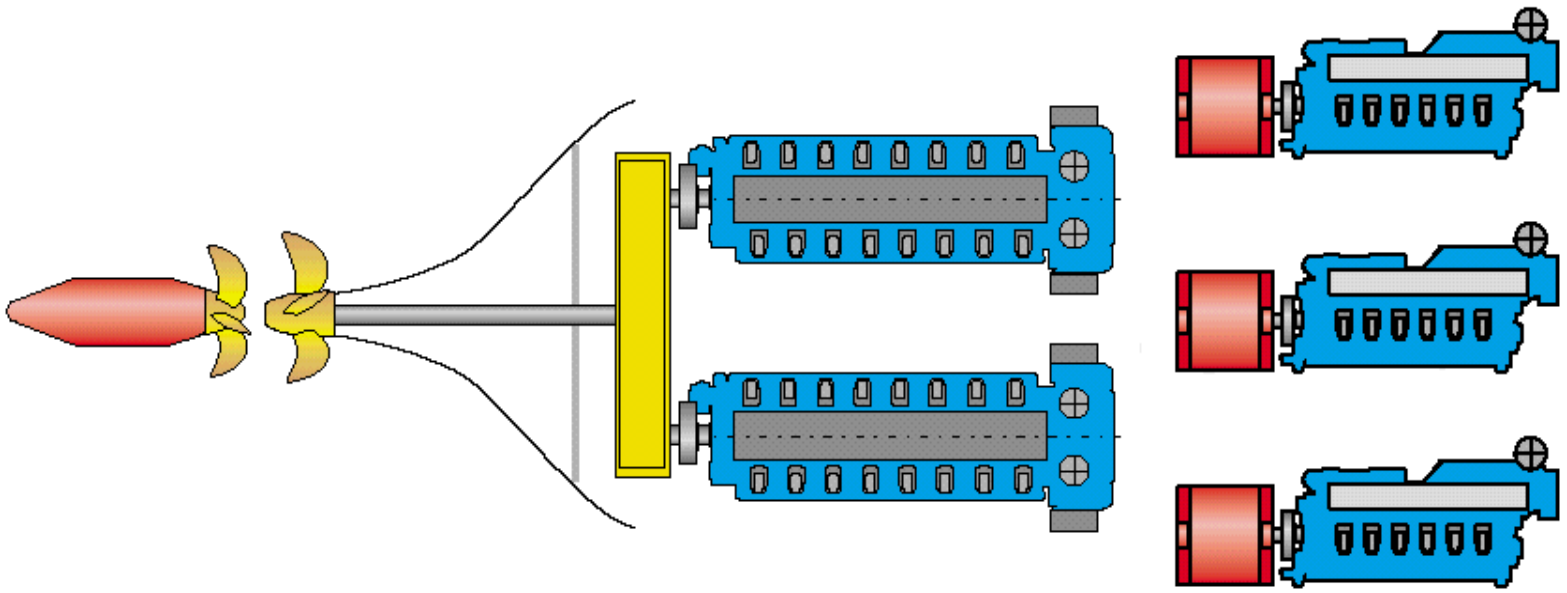
Układ Azipod®



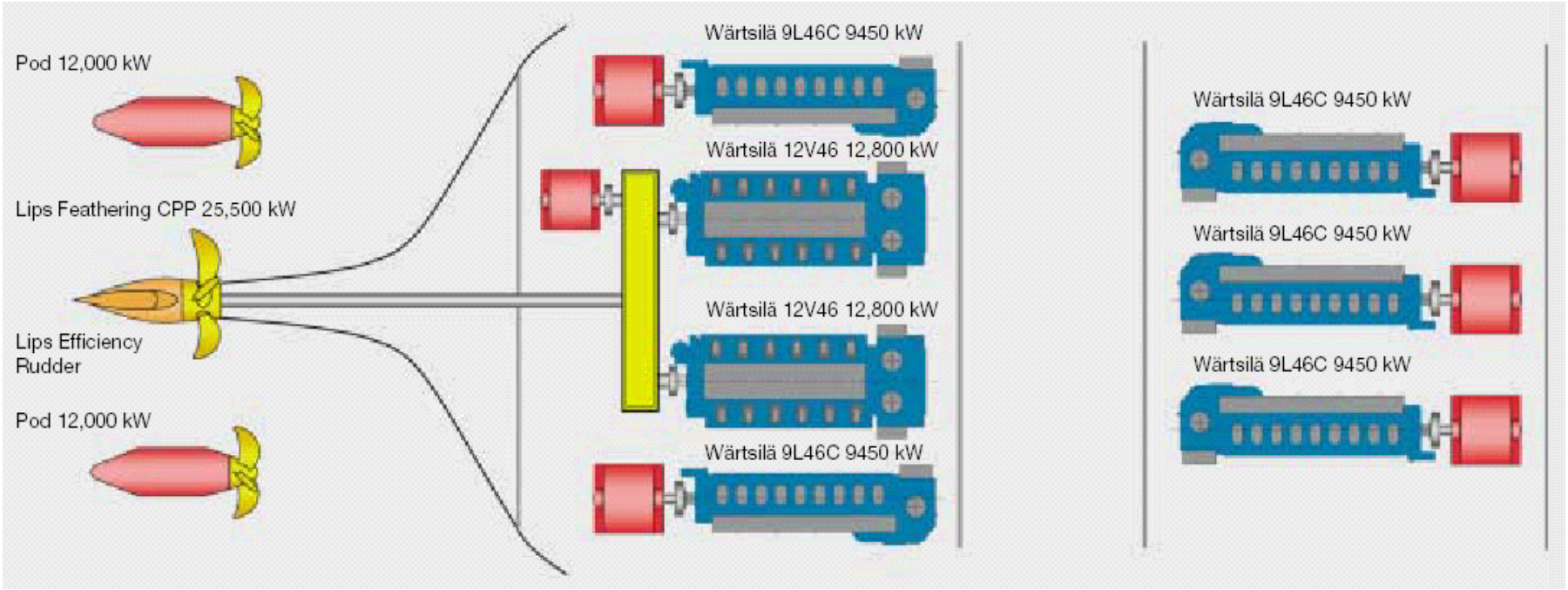


Radiance of the Seas, 2 x 19,5 MW
Azipod® propulsion

R2



R2-S



Układ napędowy CODED z dwoma pędnikami azymutalnymi, jedną śrubą o zmiennym skoku i płetwą sterową

Przykłady zastosowanych na statkach redundancyjnych układów napędowo-energetycznych

Zbiornikowce typu:Stena V-Max





- DNV *+1A1; Tanker for Oil ESP; Nauticius (Newbulding); PLUS-2; ICE-1B; ETC; E0; VIS-2; NAUT-AW;* ***RPS***

Zbiornikowce typu: Stena C-MAX





- American Bureau of Shipping- R2

Wycieczkowce klasy Fantasy



- Lloyds Register of Shipping- PSMR★



THE PIONEERS: 'ELIZABETH KNUTSEN' (1997) OF 125,000 DWT (AND 2 SISTERSHIPS)



'NAVION BRITANNIA' (1999) OF 125,000 DWT (AND 4 SISTERSHIPS)



'ENDEAVOUR' (2001) OF 125,000 DWT (AND 4 SISTERSHIPS)



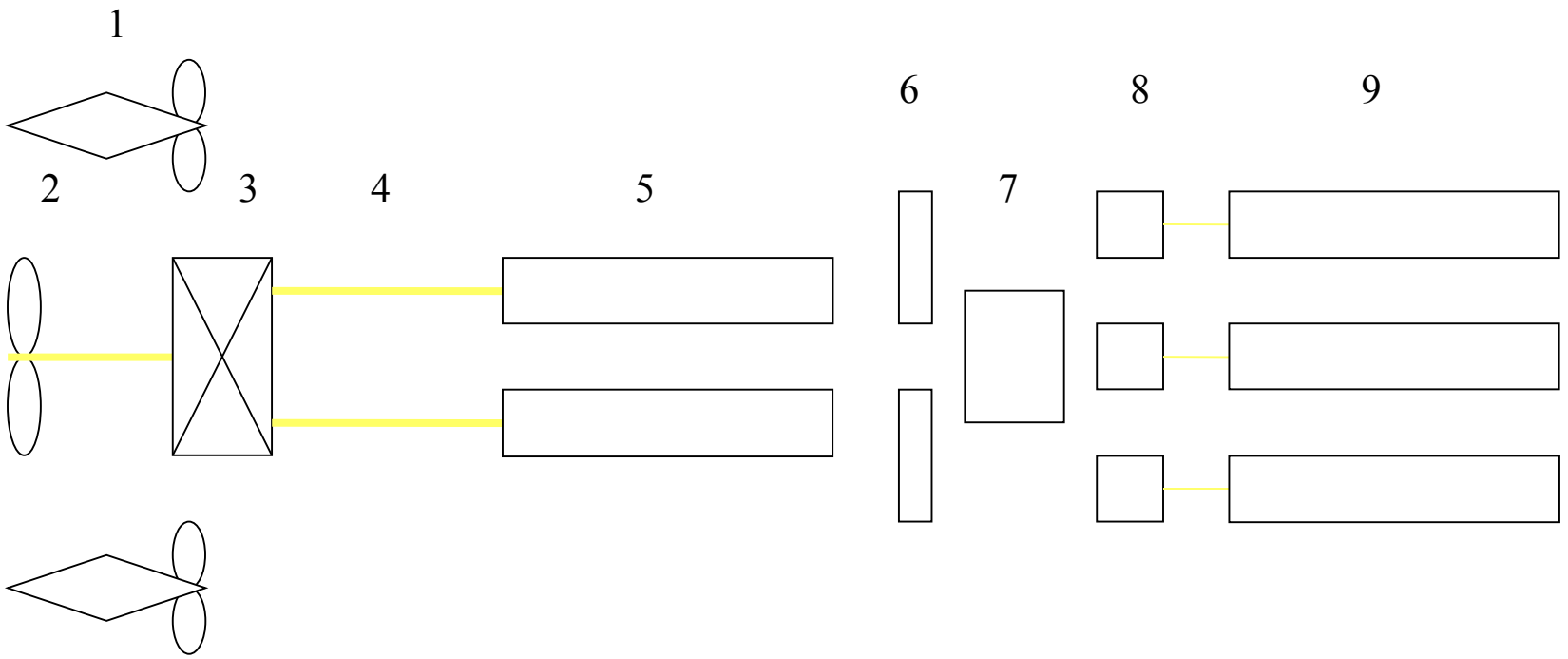
BIG BROTHER: 'STENA VISION' (2001) OF 300,000 DWT

Wycieczkowiec „Explorer of the Seas”



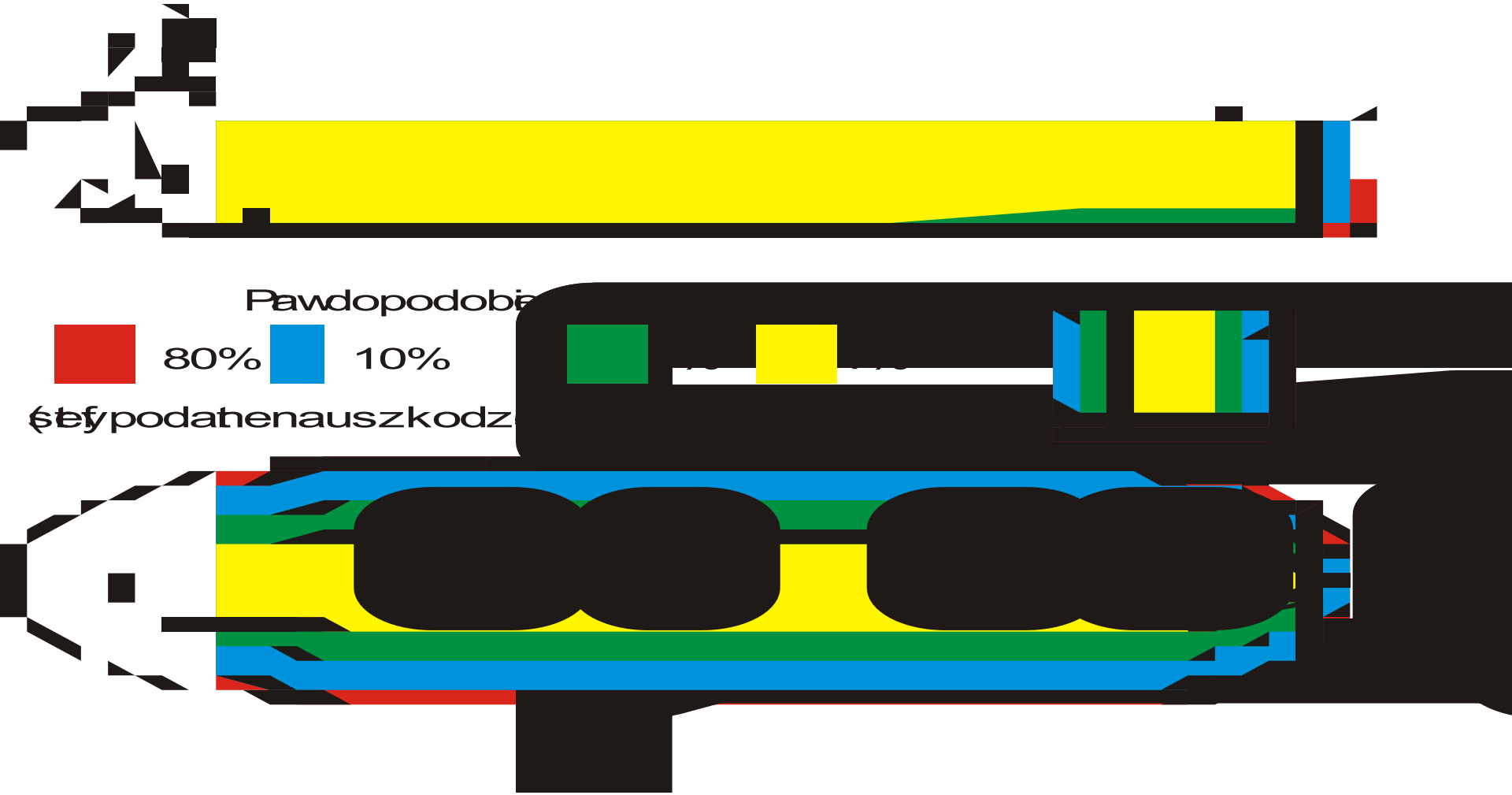
LRS +1A1; Passenger Ship; E0; LCS-SID; BIS; ***PSMR***

Wycieczkowiec „Explorer of the Seas”



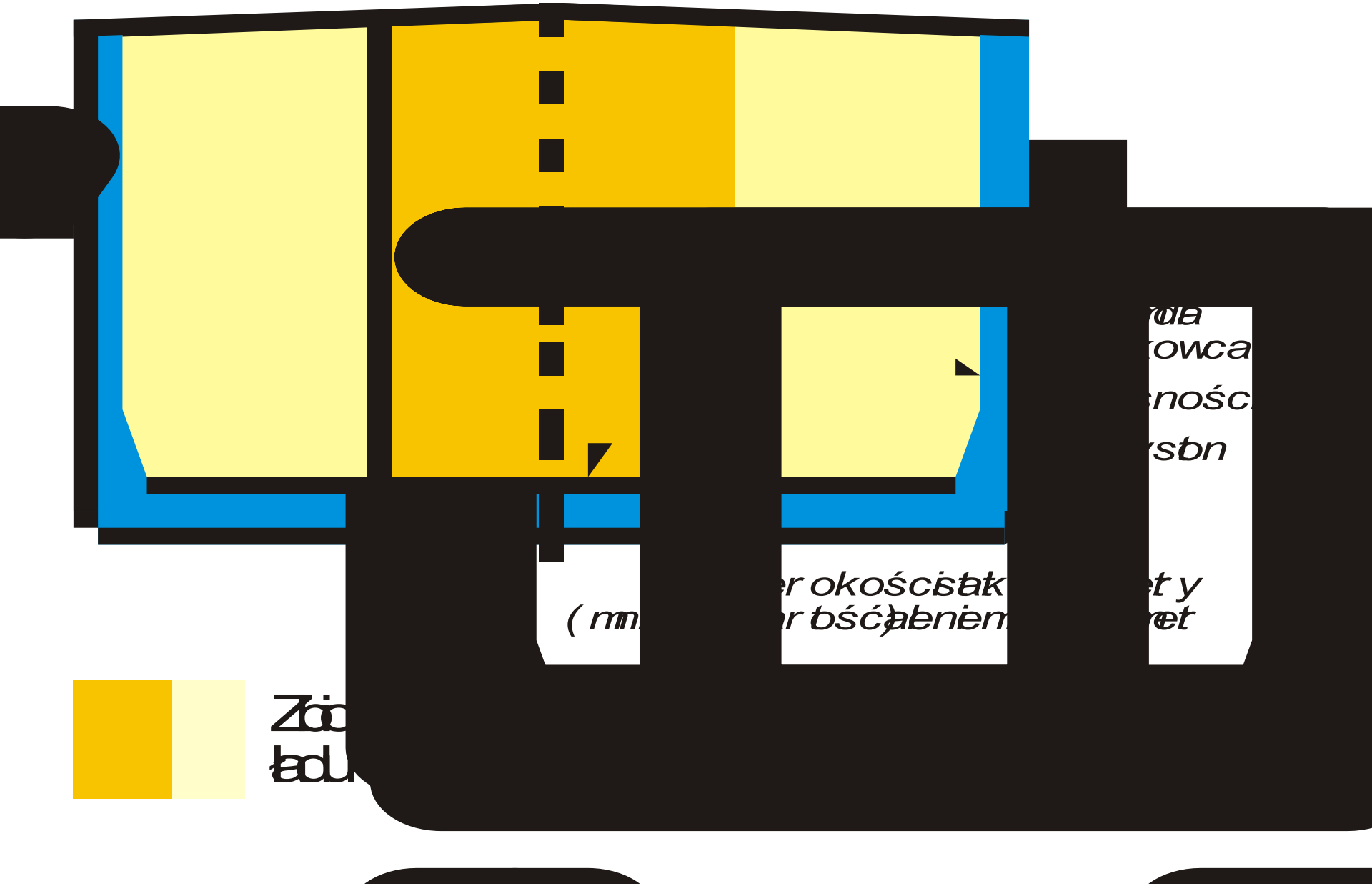
1 – pędnik azymutalny; 2 – śruba okrętowa; 3 – przekładnia mechaniczna; 4 – linia wałów; 5 – silnik główny; 6 – przekształtnik częstotliwości; 7 – Główna Tablica Rozdzielcza (GTR); 8 + 9 – zespół prądotwórczy (8 – prądnica; 9 – silnik spalinowy)

Kadłub



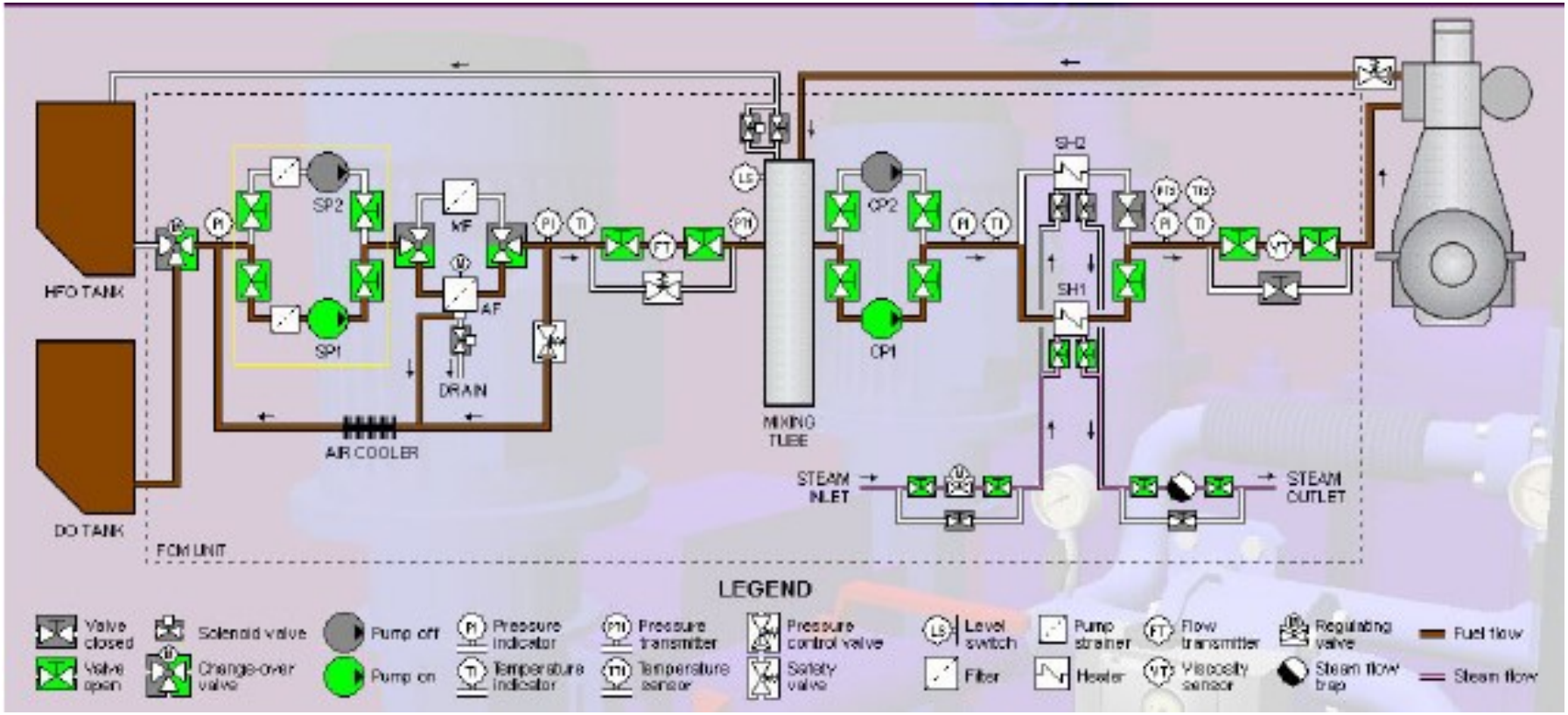
Prawdopodobne strefy uszkodzenia kadłuba zbiornikowca w przypadku kolizji z innym statkiem, wejścia na mieliznę lub otarcia się burtą o stałą przeszkodę

PODWÓJNY KADŁUB (DOUBLE HULL)

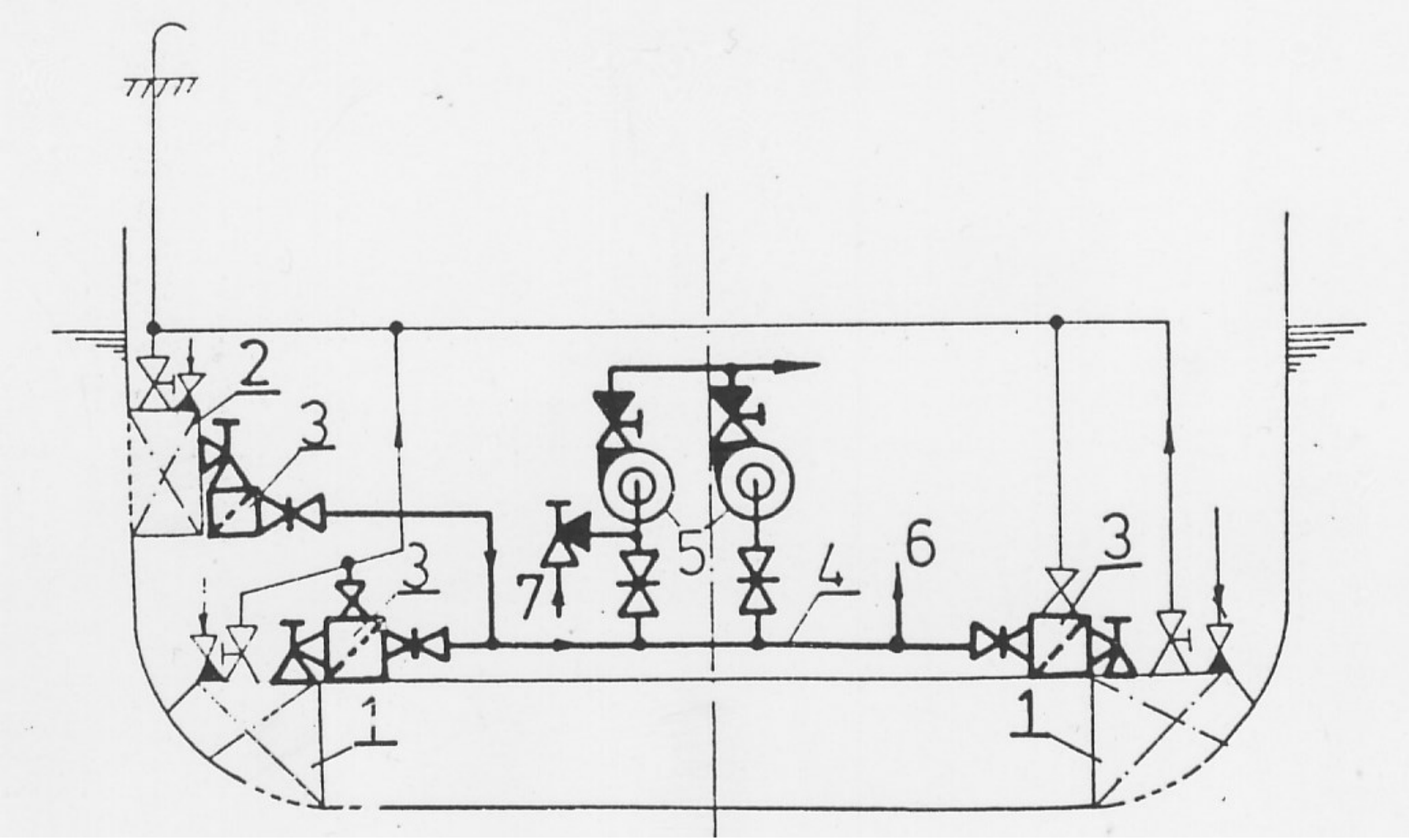


Instalacje rurociągów okrętowych

Przykład – instalacja paliwowa



Przykład – pobór wody zaburtowej



POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

dr inż. Paweł Szymański

EKOLOGICZNE ASPEKTY EKSPLOATACJI STATKÓW – URZĄDZENIA I INSTALACJE OCHRONY ŚRODOWISKA

Zagadnienia

1. Strategie ochrony środowiska.
2. Charakterystyka zagrożeń środowiskowych ze strony siłowni okrętowej (statku)
3. Akty prawne dotyczące ochrony środowiska morskiego.
4. Metody minimalizacji emisji szkodliwych substancji

STRATEGIE OCHRONY ŚRODOWISKA

W latach 50-tych i 60-tych stosowano strategię rozcieńczania.

W latach 70-tych obowiązywała strategia filtrowania

W latach 80-tych zalecano i stosowano strategię recyrkulacji.

Obecnie:

model zrównoważonego rozwoju, preferujący strategię, która ma zapobiegać powstawaniu odpadów u źródła, czyli w procesach wytwórczych.

Rozwój zrównoważony to rozwój który nie zagraża środowisku naturalnemu, pozwalający przyszłym pokoleniom czerpać z zasobów Ziemi tyle samo ile nam się udaje dzisiaj.

CZYSTA PRODUKCJA

Czysta Produkcja jest sposobem na dostarczanie żywności, towarów i usług w systemach zaprojektowanych rozważnie, tak aby uniknąć stosowania niebezpiecznych substancji i produkcji toksycznych odpadów. Wprowadzane surowce i energia są odnawialne, wykorzystywane ponownie i zachowywane. Przy projektowaniu i wprowadzaniu takich systemów bierze się także pod uwagę zdrowie pracowników i społeczeństwa oraz miejscową sytuację ekonomiczną, geograficzną i kulturową.

Wszelkie strategie zmierzające w jakimś stopniu w kierunku Czystej Produkcji określane są często jako minimalizacja odpadów, technologia małoodpadowa lub bezodpadowa, czystsza technologia, czystsza produkcja lub redukcja odpadów. Wszystkie te strategie charakteryzują się wspólną zasadą odrzucającą rozcieńczanie czy rozpraszanie odpadów, jak również usuwanie lub przemieszczanie powstałych zanieczyszczeń.

stężenie masowe: w g/kg, mg/kg, µg/kg, ng/kg, % (m/m), ‰ (m/m), ppm (m/m)....
stężenie objętościowe: w m^3/m^3, cm^3/m^3, mm^3/m^3, % (V/V), ‰ (V/V), ppm (V/V)....
stężenie masowo-objętościowe: w kg/m^3, g/m^3, mg/m^3, $\mu g/m^3$, mg/dm^3.....

USA		Polska
million	10^6	milion
billion	10^9	miliard = tysiąc milionów
trilllion	10^{12}	bilion = milion milionów
quadrillion	10^{15}	biliard = tysiąc bilionów

Skrót ppm (part per million) oznacza jedną milionową część stosunku dwóch jednakowych wartości tej samej wielkości, a więc np. stosunek objętości 1 cm^3 do 1 m^3 lub stosunek masy 1 mg do 1 kg (1 µg do 1 g)

ppm(V/V) ppm(m/m)	jedna część na milion części
ppb (part per billion)	jedna część na miliard części
ppt (part per trillion)	jedna część na bilion części
ppq (part per quadrillion)	jedna część na billiard części

ŚWIATOWE PROBLEMY ŚRODOWISKOWE

Atmosfera

Światowe ocieplenie
Niszczenie warstwy ozonowej
Kwaśne deszcze
Smog

Ziemia

Wyniszczanie lasów tropikalnych
Pustynnienie, erozja gleby
Zmniejszenie się liczby dziko żyjących gatunków zwierząt i innych stworzeń

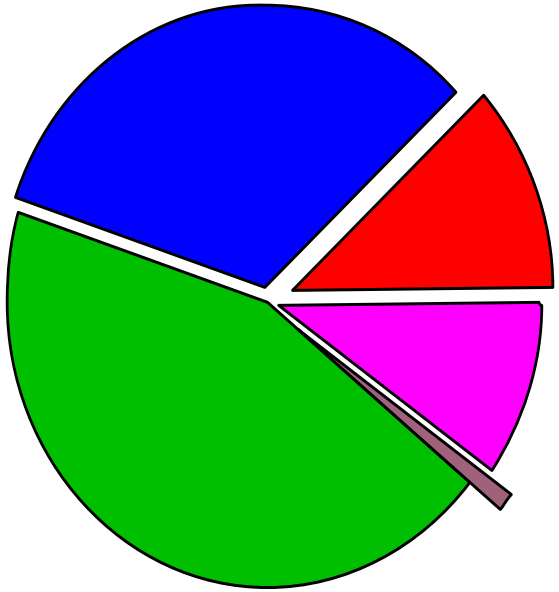
Morze

Zanieczyszczenie wody różnymi szkodliwymi substancjami
Masowe odławianie stworzeń morskich

Odpady

Ścieki
Śmieci
Wraki statków
Substancje radioaktywne
Produkty petrochemiczne
Odpady niebezpieczne

PRZYBLIŻONY ROZKŁAD ZANIECZYSZCZEŃ MORZA W WYNIKU DZIAŁALNOŚCI CZŁOWIEKA



Zanieczyszczenia pochodzące z atmosfery 33%

Transport morski 12%

Zatapianie 10%

Wydobycie i produkcja oleju 1%

Zanieczyszczenia pochodzące z lądu 44%

Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP),

DEFINICJA I CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZEŃ MORZA

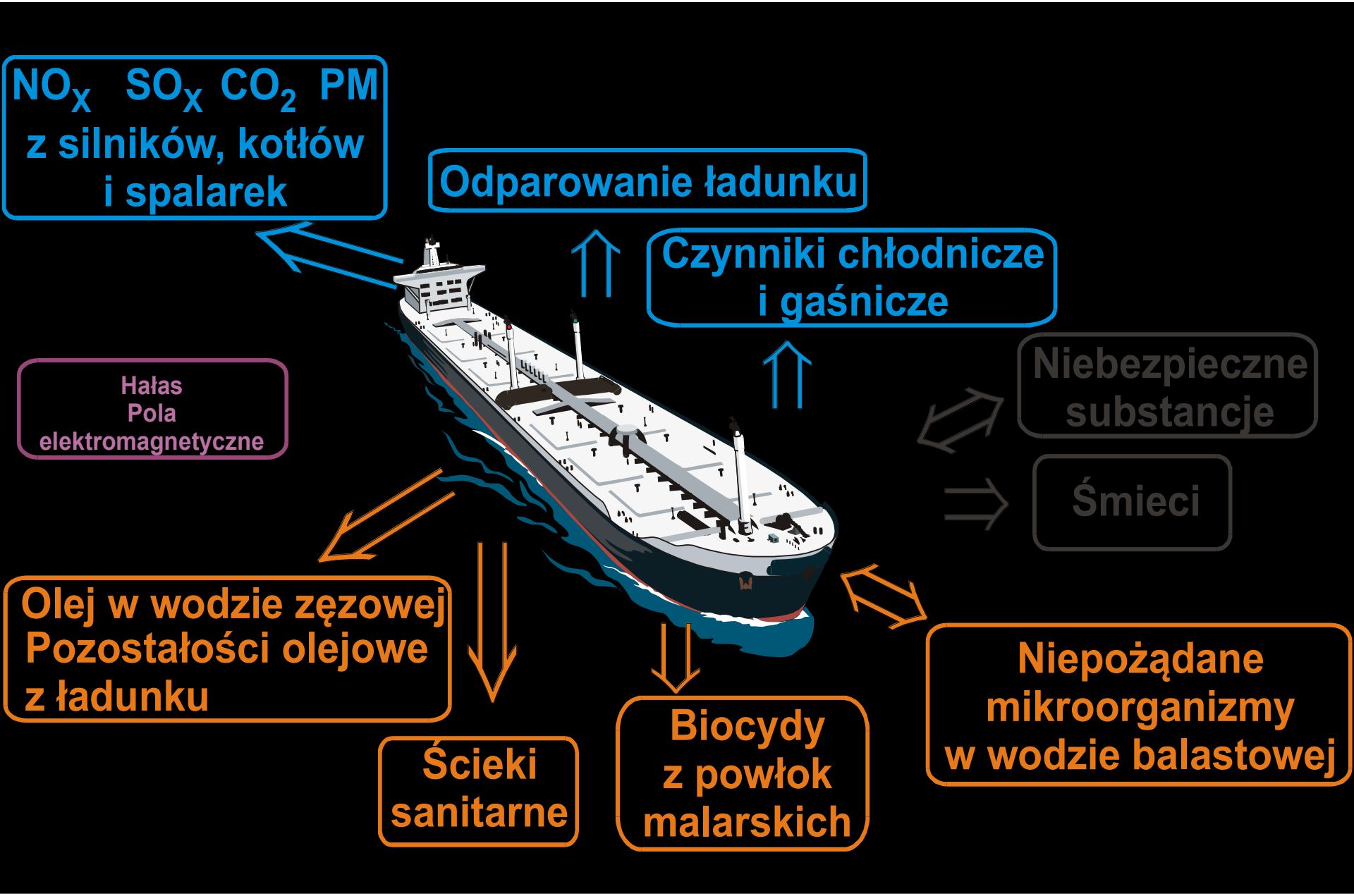
Zanieczyszczeniem środowiska morskiego jest wprowadzenie bezpośrednio do morza substancji lub energii wywołujących takie skutki jak uszkodzenie źródeł życia, szkodzenie zdrowiu ludzkiemu i aktywności ludzkiej na morzu, pogorszenie jakości wody oraz zmniejszenie estetyki środowiska morskiego.

(Konferencja Ochrony Środowiska Człowieka, Sztokholm, 1972).

Charakter powstania zanieczyszczenia

- **celowe (zgodne z obowiązującymi normami lub bezprawne)**
- **losowe (awarie, katastrofy, wejścia na mieliznę, wypadki spowodowane błędami ludzkimi)**
- ***naturalne (wycieki ropy z dna morskiego – Zatoka Meksymańska 2010 rok)***

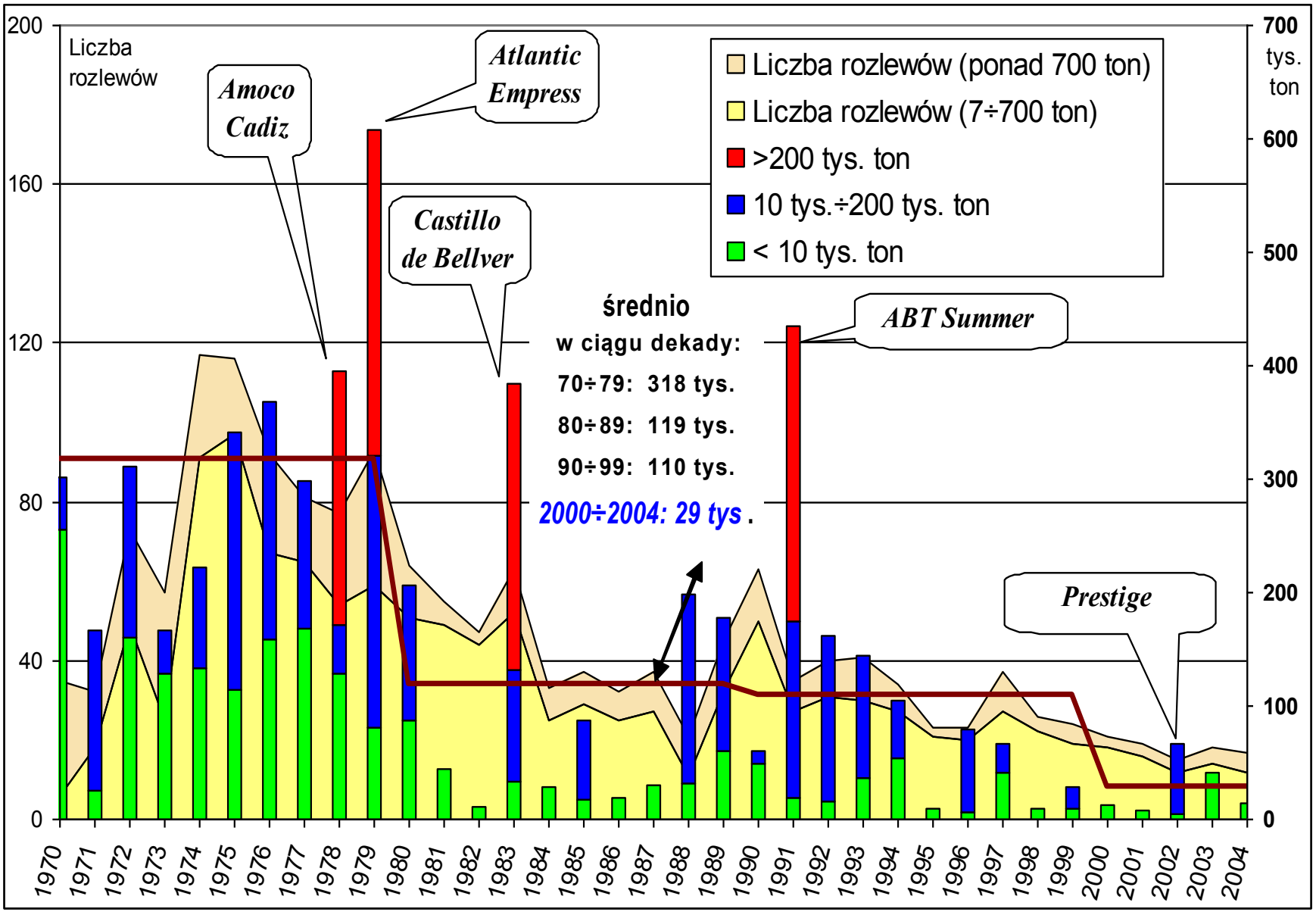
Zanieczyszczenia z jednostek pływających



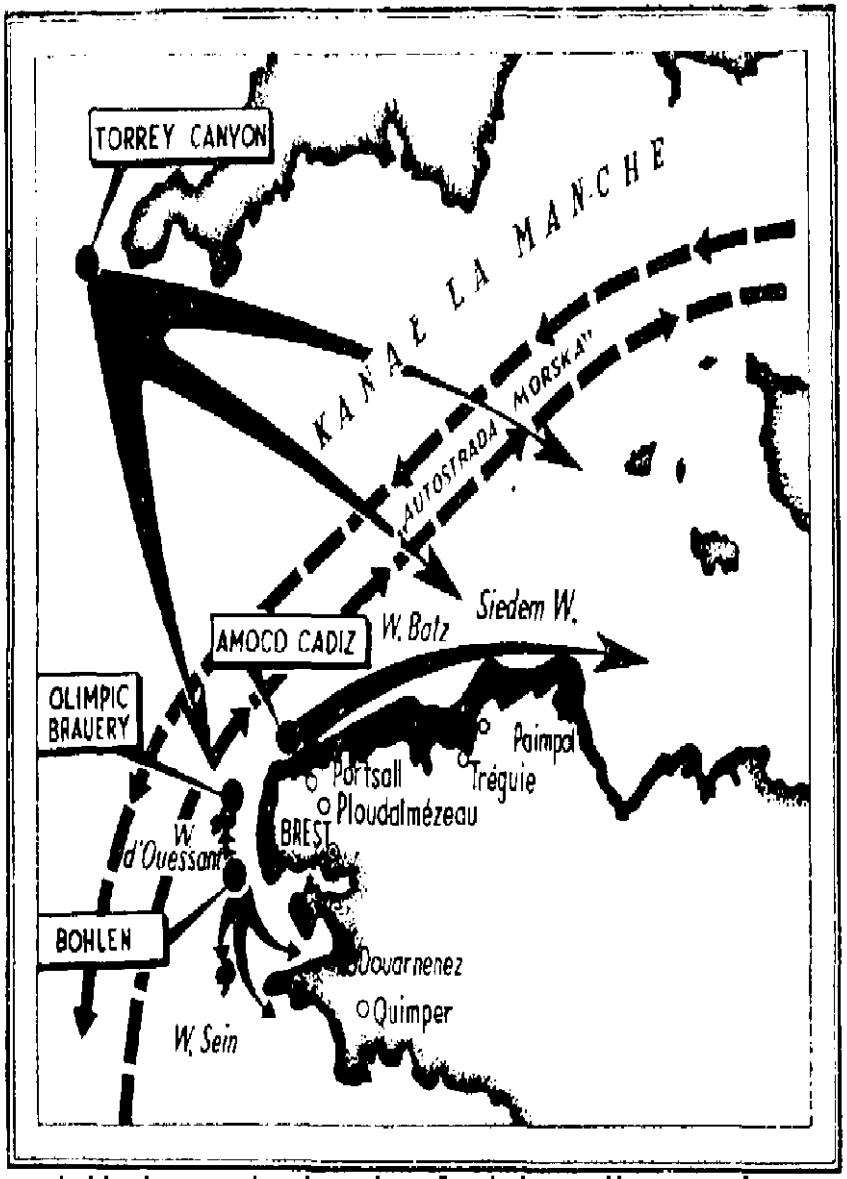
Liczba i wielkość rozlewów olejowych na świecie w latach 1970 ÷ 2004

www.itopf.com

INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LIMITED







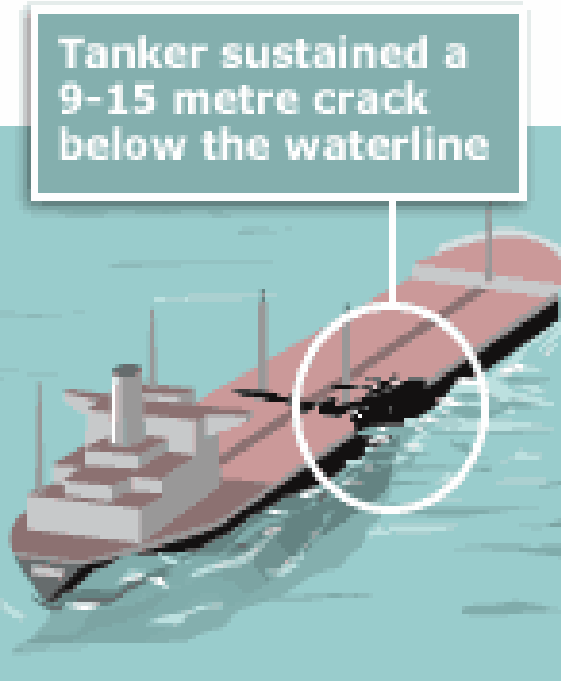
Miejsca katastrof zbiomikowców TORREY CANYON, AMOCO CADIZ, OLIMPIC BRAUERY i BOHLEN na wejściu do kanału La Manche


Erica

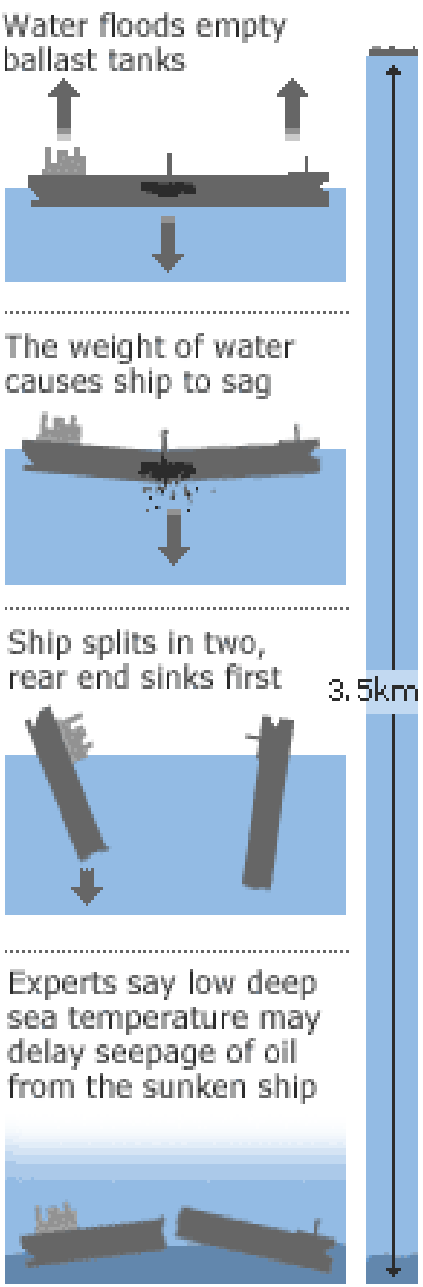
PRESTIGE

16 listopad 2002

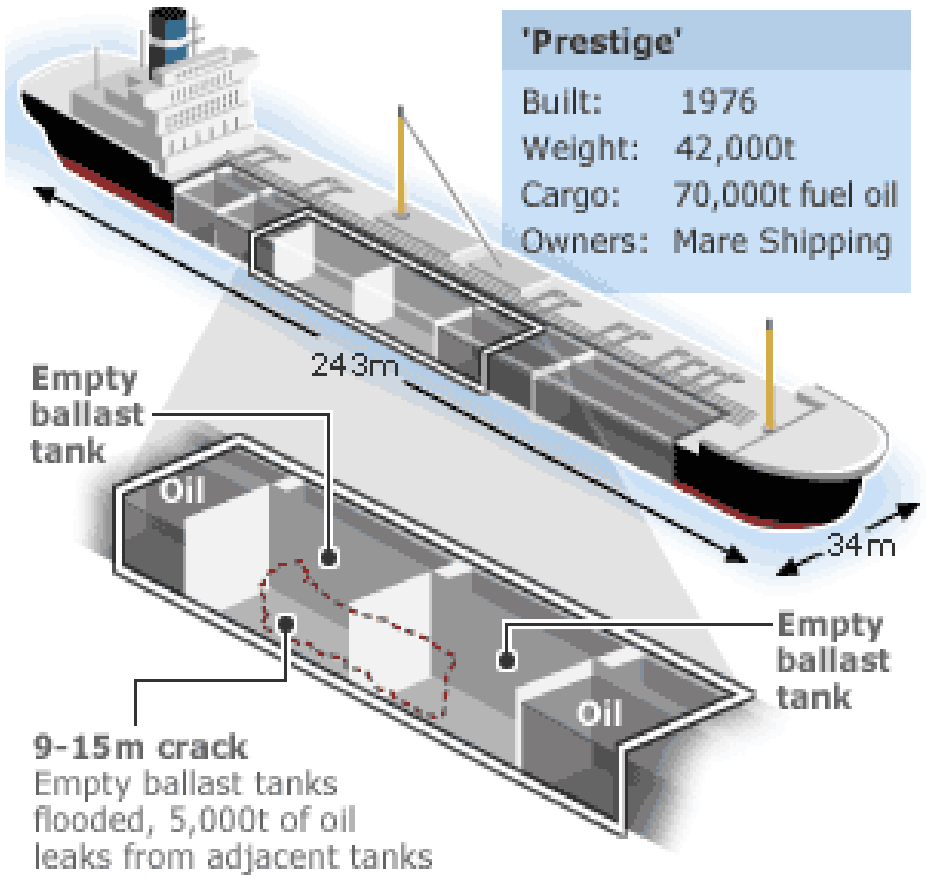
STRICKEN OIL TANKER



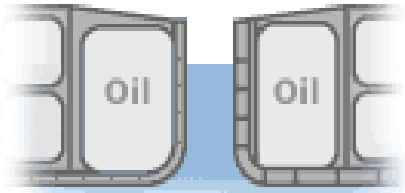
HOW THE TANKER SANK



STRICKEN OIL TANKER



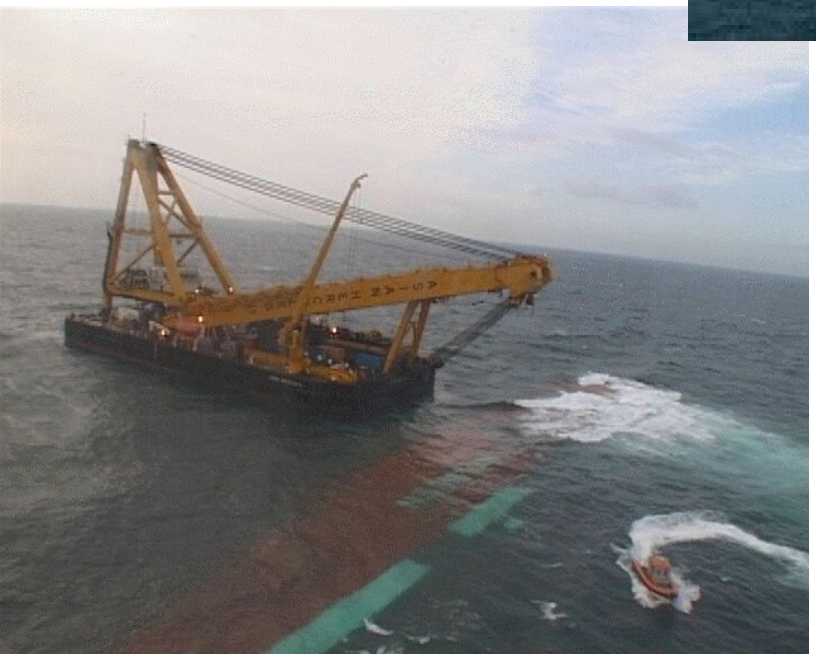
Single hull
The Prestige has a single hull - oil will spill if breached



Double hull
Modern tankers are fitted with a protective double hull

14 grudzień 2002.Kanał La Manche. Samochodowiec ***TRICOLOR*** *(*50 000 gt.) Zderzenie z ***KARIBA*** (1000 TEU) w gęstej mgle.
16 grudnia – z wrakiem zderzył się drobnicowiec ***NICOLA*** (5000 dwt),
1 stycznia 2003 – zbiornikowiec ***VICKY*** (77000 dwt) z paliwem lotniczym.

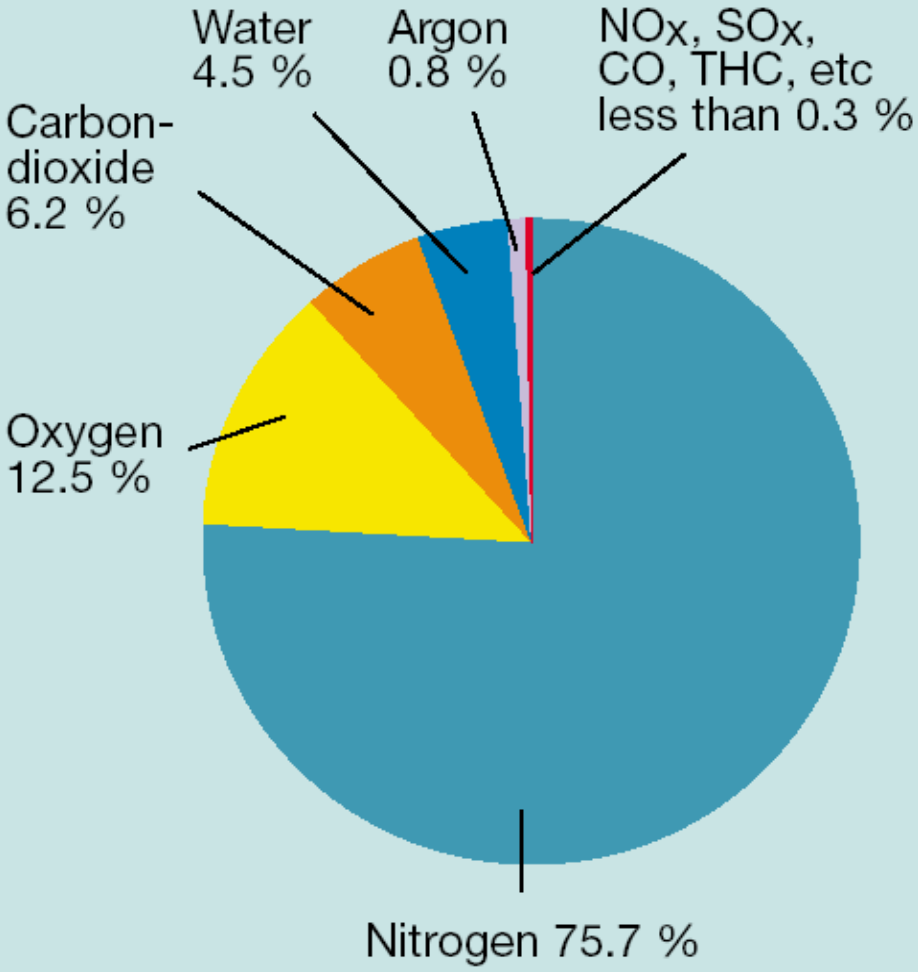




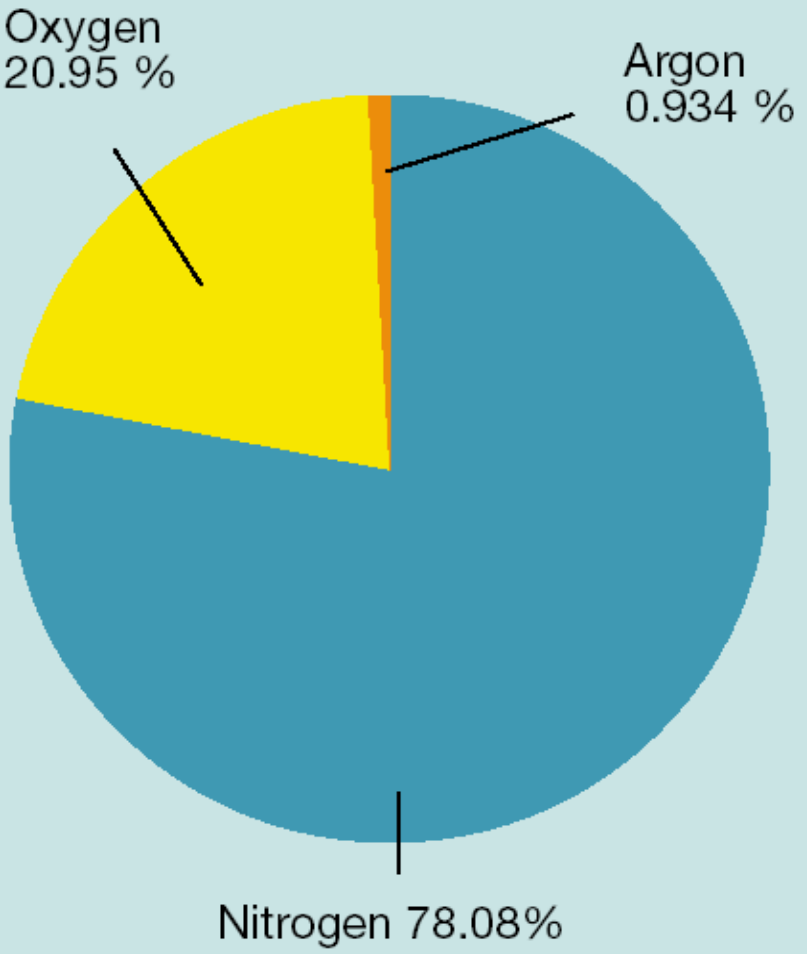
Zatonięcie TRICOLOR.
Głębokość 25 m.
2862 samochody
77 trajlerów.
2000 ton paliwa ciężkiego

Example of typical composition of diesel exhaust versus natural ambient air:

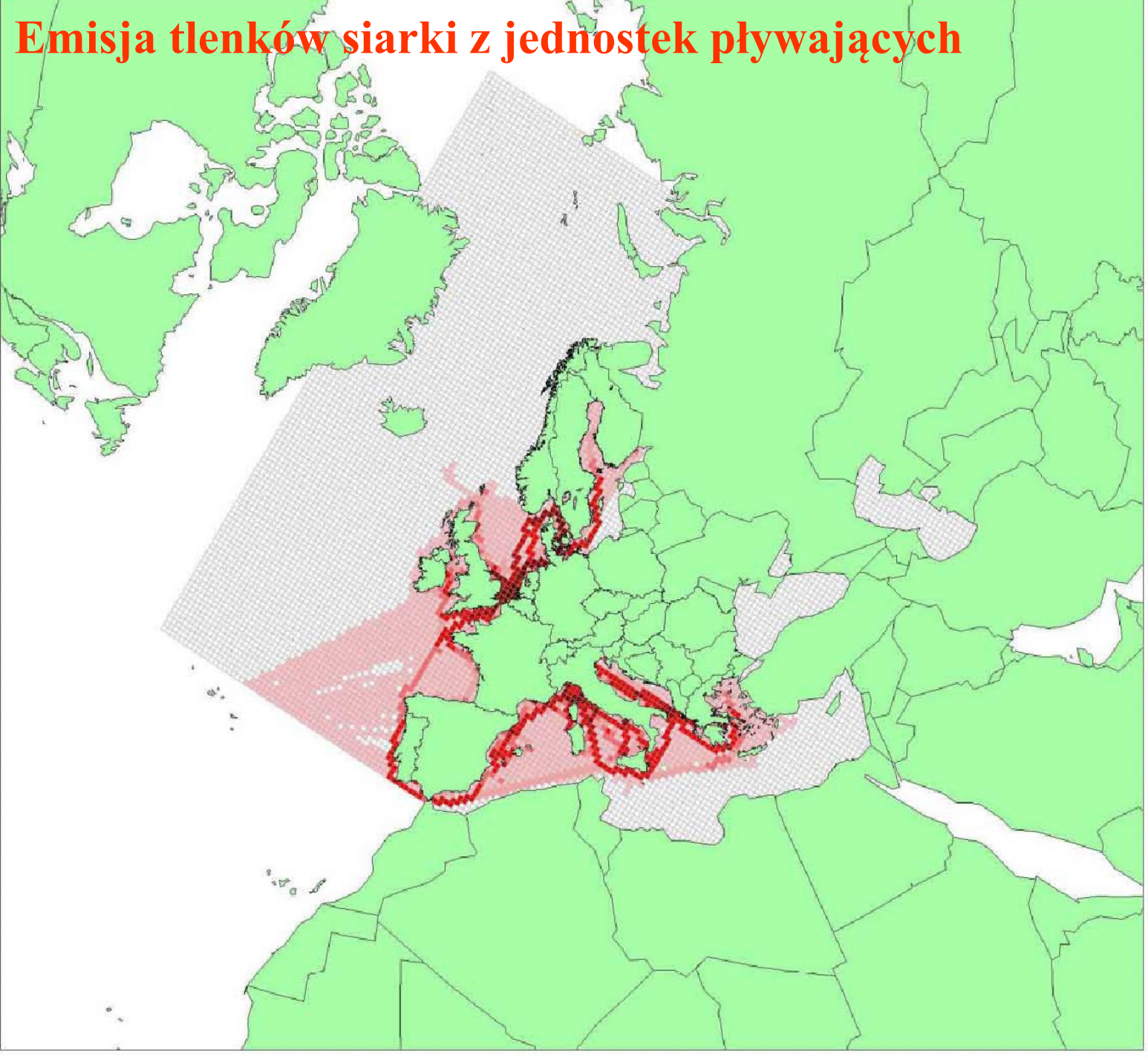
Typical composition of diesel exhaust



Composition of natural dry ambient air



Emisja tlenków siarki z jednostek pływających



Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the european community

Figure 2.14
Total SO2 emissions - Group - EU - EU

ASPEKTY PRAWNE W OCHRONIE ŚRODOWISKA

OCHRONA MORZA PRZED ZANIECZYSZCZENIAMI W ŚWIETLE PRZEPISÓW PRAWNYCH

- międzynarodowe konwencje o zasięgu światowym
- międzynarodowe konwencje o zasięgu regionalnym
- przepisy i normy prawne poszczególnych państw morskich
- przepisy Towarzystw Klasyfikacyjnych

Międzynarodowa Organizacja Morska - IMO (*International Maritime Organization*)

Zadaniem IMO jest tworzenie płaszczyzn i mechanizmów współpracy rządów oraz tworzenie zasad odnoszących się do różnych spraw technicznych wpływających na żeglugę

Komitet Bezpieczeństwa na Morzu MSC

Maritime Safety Committee

Zajmuje się przede wszystkim sprawami technicznymi związanymi z bezpieczeństwem na morzu. Działa przez szereg podkomitetów

Komitet Ochrony Środowiska Morskiego MEPC

Marine Environment Protection Committee

Prowadzi działalność IMO w sprawach zapobiegania i kontroli zanieczyszczenia środowiska morskiego ze statków

Zestawienie ważniejszych konwencji	Świat	Polska
MARPOL 73/78 Międzynarodowa konwencja o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* Dz. U. z 1987, Nr 17, poz. 101, załączniki. PRS-tekst jednolity w 1997 roku +uzupełn. 2003 r.	83-10-02	86-07-01
Załącznik I „Przepisy o zapobieganiu zanieczyszczaniu olejami”	83-10-02	86-07-01
Załącznik II „Przepisy o zapobieganiu zanieczyszczaniu szkodliwymi substancjami ciekłymi przewożonymi luzem”	87-04-06	87-04-06
Załącznik III „Przepisy o zapobieganiu zanieczyszczaniu szkodliwymi substancjami przewożonymi morzem w opakowaniach, kontenerach, zbiornikach przenośnych lub w cysternach drogowych i kolejowych”	92-07-01 rew. 94.02.24	92-07-01
Załącznik IV „Przepisy o zapobieganiu zanieczyszczaniu ściekami ze statków”	03-09-27	03-09-27
Załącznik V „Przepisy o zapobieganiu zanieczyszczaniu śmieciami ze statków”	88-12-31	88-12-31
Załącznik VI „*Przepisy o zapobieganiu zanieczyszczaniu powietrza*”	05-05-19	---
Poprawki do załączników I, II, III, V w latach 1985 ÷ 2005		

Konwencja MARPOL 73/78 dotyczy wszystkich jednostek zbudowanych przez człowieka, działających w środowisku morskim, w tym: statków, wodolotów, poduszkowców, jednostek podwodnych, stałych i pływających platform, z wyjątkiem okrętów wojennych i pływających w państwowej służbie niehandlowej

Konwencja nie dopuszcza usuwania do morza substancji szkodliwych za wyjątkiem przypadków, gdy usuwanie jest dokonywane w ściśle określonych warunkach. Jednocześnie przewiduje i dopuszcza się możliwość odstępstwa od tych zakazów w przypadku awarii statku, czy zagrożenia życia ludzkiego (lub statku)

Wymagania Konwencji dotyczą obszaru wszystkich akwenów świata, przy czym wyróżniono dwa rodzaje akwenów:

- **obszary specjalne *(Special Areas)***
- **obszary szczególnie wrażliwe (*Particularly Sensitive Sea Areas*)**

Na obszarach specjalnych obowiązują ostrzejsze niż na pozostałych akwenach ograniczenia dotyczące usuwania określonych zanieczyszczeń do środowiska. *PSSA* są to akweny, które uznano za wymagające szczególnej ochrony ze strony IMO z powodu ich znaczenia dla przyrody i na które żegluga wpływa negatywnie (stąd między innymi ograniczenie żeglugi na tych akwenach).

OBSZARY SPECJALNE

	Dokument IMO z roku / obowiązuje od roku	Załącznik				
		I	II	IV	V	VI
Morze Śródziemne	1973 / 83	X			X	
Morze Bałtyckie	1973 / 83	X	X		X	SO_X
Morze Czarne	1973 / 83	X	X		X	
Morze Czerwone	1973 / 83	X			X	
Zatoka Perska	1973 / 83	X			X	
Zatoka Adeńska	1987 / 89	X				
Morze Północne	1989 / 91				X	SO_X
Obszar Antarktydy (60°)	1990 / 92	X	X		X	
region Wielkich Karaibów	1991 / 93				X	
Wody północno-europejskie (M. Północne, Irlandzkie, Celtyckie, Kanał La Manche	1997 / 99	X				
Zatoka Omańska	Od 1.01.2007	x				

Obszary szczególnie wrażliwe to:

- **Wielka Rafa Koralowa -** Australia (od 1990)
- **Archipelag Sabana-Camagüey -** Kuba (1997)
- **Wyspy Malpelo -** Kolumbia (kwiecień 2002)
- **klucze wysp dookoła Florydy** (kwiecień 2002)
- **Morze Wadden** – płn. Europa (październik 2002)
- **Paracas National Reserve** – Peru (listopad 2003)
- **wody północno-europejskie** – (listopad 2004)

Złożone wnioski o wyznaczenie następnych PSSA dotyczą Cieśniny Torresa (Australia, Nowa Gwinea), Morza Bałtyckiego (bez akwenów rosyjskich), akwenów dookoła Wysp Kanaryjskich (Hiszpania) oraz Archipelagu Gapalagos (Ekwador).

•MARPOL 73/78

<u>Załącznik I</u>

Zawiera wymagania techniczne dotyczące ograniczania do minimum zanieczyszczenia środowiska przez statki na skutek odprowadzenia do morza oleju w dowolnej postaci i stężeniu.

Obejmuje on również prawidła budowy zbiornikowców, które mają na celu ograniczenie zanieczyszczenia morza w przypadku uszkodzenia kadłuba statku.

Załącznik II

Przepisy zawarte w Załączniku mają na celu ograniczenie ilości usuwanych do morza (z wodą po umyciu zbiorników) przewożonych luzem substancji chemicznych. Podane są także szczegółowe wymagania dotyczące sposobu postępowania z pozostałościami szkodliwych ładunków płynnych

Załącznik III

Dotyczy wszystkich statków przewożących substancje szkodliwe w postaci opakowanej. Wymaga się, aby załadowca wystawił certyfikat lub deklarację stwierdzającą, że wysyłany towar jest odpowiednio opakowany, oznakowany i że spełnia warunki przewozu związane z ochroną środowiska morskiego. Każdy statek przewożący substancje szkodliwe w postaci opakowanej musi posiadać wykaz takich ładunków, ze wskazaniem miejsca ich umieszczenia. Załącznik zawiera również wykaz substancji szkodliwych, wraz z warunkami ich rozmieszczania i zabezpieczania.

Załącznik IV

Dotyczy warunków usuwania ze statków do morza ścieków sanitarnych. Wszedł w życie 27 września 2003 r.
Nie ratyfikowały go Chiny, Liberia, USA, Kanada, Australia, Cypr, ...

Załącznik V

Dotyczy warunków usuwania ze statków do morza odpadów stałych, inaczej śmieci.

Załącznik VI

Dotyczy zapobieganiu zanieczyszczaniu powietrza przed zanieczyszczaniem ze statków (freony, halony, tlenki azotu i siarki, lotne związki organiczne, pyły, jakość paliwa, wymagania dotyczące spalarek okrętowych).

Ustawa o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki

Dz. U. z 1995, nr 47, poz. 243

Ustawa o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki przenosi na grunt polskiego prawa (drogą inkorporacji) konwencje MARPOL 73/78, DUMPING-72 i HELCOM 1992 (uprzednio *HELCOM 1974*).

Omawia zanieczyszczenia eksploatacyjne ze statków, zatapianie ze statków odpadów i innych substancji oraz obowiązki administracji morskiej w sprawie zwalczania zanieczyszczeń na morzu i współpracy międzynarodowej w tym zakresie.

Art. 1 Do zapobiegania zanieczyszczaniu morza przez statki stosuje się:

a) *postanowienia następujących umów międzynarodowych, wraz ze zmianami obowiązującymi od daty ich wejścia w życie w stosunku do RP*

b) przepisy niniejszej ustawy

Dz.U.01.62.627 **USTAWA** z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska.
(Dz.U. z dnia 20 czerwca 2001r.)
Tytuł I PRZEPISY OGÓLNE **DZIAŁ I** ZAKRES OBOWIĄZYWANIA USTAWY
Art. 1. Ustawa określa zasady ochrony środowiska oraz warunki korzystania z jego zasobów, z uwzględnieniem wymagań zrównoważonego rozwoju, a w szczególności:

1) zasady ustalania:
    a) warunków ochrony zasobów środowiska,
    b) warunków wprowadzania substancji lub energii do środowiska,
    c) kosztów korzystania ze środowiska,
2) udostępnianie informacji o środowisku i jego ochronie,
3) udział społeczeństwa w postępowaniu w sprawie ochrony środowiska,
4) obowiązki organów administracji,
5) odpowiedzialność i sankcje.

Art. 2. 1. Przepisów ustawy, z wyjątkiem tytułu I działu IV rozdziału 1 i 2, nie stosuje się do spraw uregulowanych w przepisach prawa atomowego.

2. Przepisów ustawy nie stosuje się także w zakresie:
    1) obowiązku posiadania pozwolenia,
    2) ponoszenia opłat,

w razie prowadzenia działań ratowniczych.

3. Przepisy ustawy nie naruszają przepisów ustawy z dnia 22 stycznia 1999 r. o ochronie informacji niejawnych (Dz. U. Nr 11, poz. 95, z 2000 r. Nr 12, poz. 136 i Nr 39, poz. 462 oraz z 2001 r. Nr 22, poz. 247, Nr 27, poz. 298 i Nr 56, poz. 580).

4. Zasady ochrony morza przed zanieczyszczeniem przez statki oraz organy administracji właściwe w sprawach tej ochrony określają przepisy odrębne

Art. 442. Ustawa wchodzi w życie w terminie i na zasadach określonych w odrębnej ustawie

Dz.U.1998.10.36 **ustawa** 1961.12.01

Kodeks morski

Dz.U.2000.109.1156 **ustawa** 2000.11.09

Bezpieczeństwo morskie

Dz.U.1997.53.337 **rozp.** 1997.05.13

Organizacja i sposób zwalczania zanieczyszczeń na morzu.

Dz.U.1999.42.422 rozp. 1999.05.07

Rozciągnięcie niektórych przepisów ustawy o zapobieganiu zanieczyszczaniu morza przez statki na jednostki pływające Marynarki Wojennej, Straży Granicznej i Policji.

Dz.U.1997.2.16 **rozp.**1996.12.20 Przepisy techniczne w zakresie zapobiegania zanieczyszczaniu morza przez statki, tryb przeprowadzania przeglądów i inspekcji, wzory międzynarodowych świadectw, wysokość opłat z tym związanych oraz powierzenie niektórych zadań organu inspekcyjnego instytucji klasyfikacyjnej.

ZAPOBIEGANIE

ZANIECZYSZCZENIOM

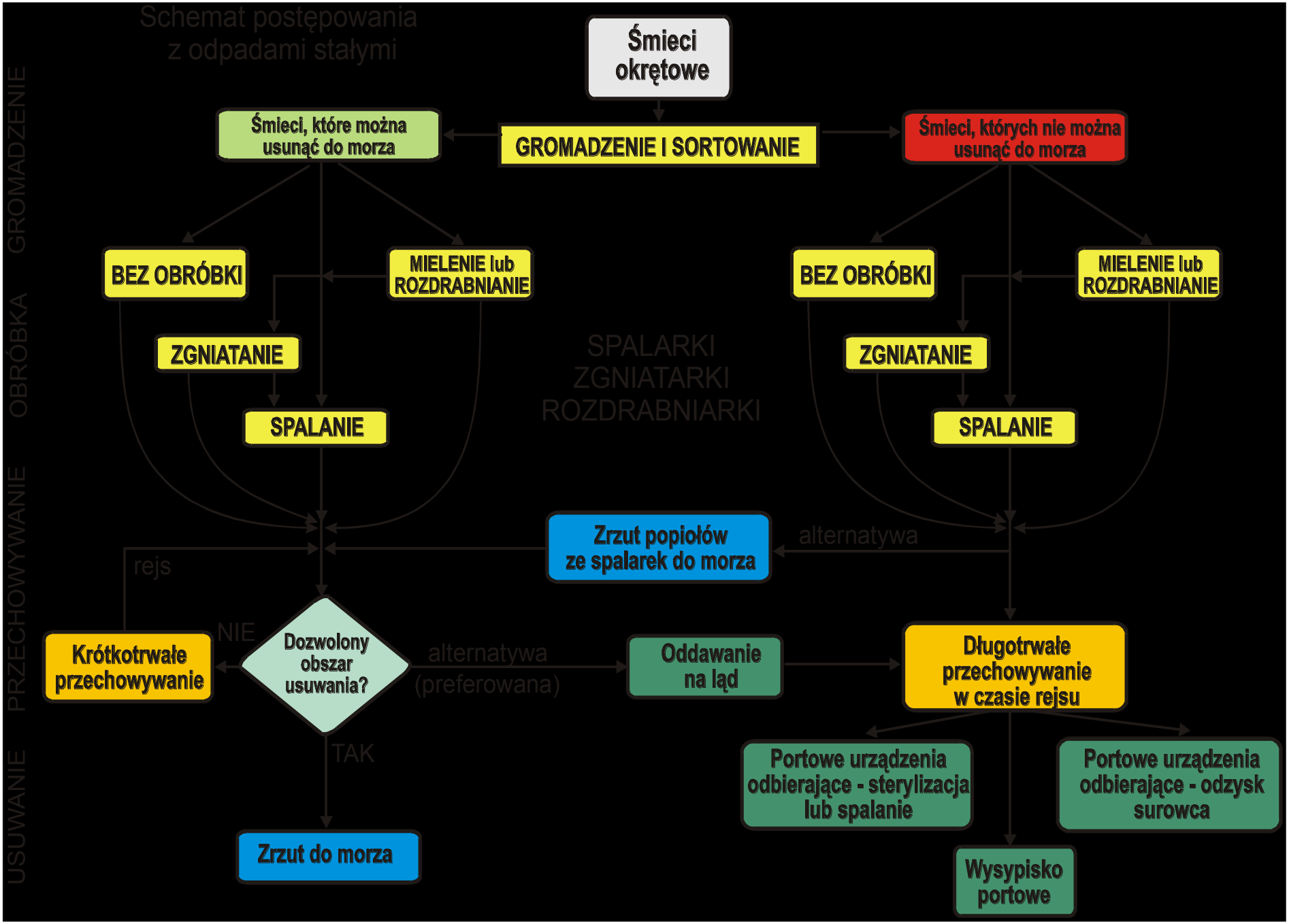
ŚMIECIAMI

- **odpadki żywnościowe** - wszelkie typy odpadków żywności wytwarzane w kuchni, pentrach i mesach oraz wszystkie materiały zanieczyszczone przez takie odpadki i traktowane jako materiały stałe,
- **odpadki gospodarcze** - śmieci wytwarzane w pomieszczeniach mieszkalnych, załogowych i pasażerskich, na które składają się głównie wyroby papierowe, włókiennicze, szkło, szmaty, butelki, tworzywa sztuczne,
- **stałe odpady związane z eksploatacją statku** to:
  - **odpady ładunkowe** - wszelkie odpady związane z ładunkiem, powstające przy prowadzeniu prac sztauerskich (wyściółka pod ładunek, podpórki, palety, papier, tektura, sklejka, gwoździe, drut, itp.)
  - **odpady konserwacyjne** - nagromadzone w maszynowni i w dziale pokładowym (sadza, smary, zeskrobana farba, szmaty, zmiotki, złom, uszczelki, zużyte pędzle malarskie, opakowania po farbach, itd.). Śmieci obejmują również popiół i żużel ze spalarek, ponieważ są to odpady pochodzące z normalnej eksploatacji statku.

Szacunkowe ilości śmieci (średnie światowe) wytwarzanych na statkach pasażerskich, zbiornikowcach, masowcach, drobnicowcach, kontenerowcach i jednostkach portowych, przy założeniu minimalizacji ilości śmieci na statku, uwzględnieniu nieusuwalności do morza, czasu rejsu i typu jednostek są następujące:

- **żywnościowe 1.4 - 2.4 kg/dobę osobę,**
- **gospodarcze 0.5 - 1.5 kg/dobę/osobę,**
- **konserwacyjne do 20 kg dziennie,**
- **ładunkowe**
- **półmasowe (albo duże oddzielne jednostki ładunkowe, albo inne, nie w kontenerach) - ze 123 ton takiego ładunku powstaje jedna tona odpadów,**
- **masowe z 10 000 ton ładunku powstaje jedna tona odpadów,**
- **kontenerowe z 25 000 ton ładunku powstaje 1 tona odpadów**

Rodzaj odpadów	Poza obszarami specjalnymi	Na obszarach specjalnych
Tworzywa sztuczne, w tym również liny syntetyczne, sieci rybackie, plastikowe worki na śmieci	Usuwanie zabronione	Usuwanie zabronione
Niezatapialne materiały ładunkowe jak wyściółka, olinowanie, opakowania	> 25 Mm od najbliższego lądu	Usuwanie zabronione
Papier, szmaty, szkło, metal, stłuczka, butelki, itp.	> 12 Mm od najbliższego lądu	Usuwanie zabronione
Wszystkie pozostałe śmieci włącznie z papierem, szmatami, szkłem, itp. rozdrobnione lub zmielone	> 3 Mm od najbliższego lądu	Usuwanie zabronione
Odpady żywnościowe nierozdrobnione i niezmielone	> 12 Mm od najbliższego lądu	> 12 Mm od najbl. lądu
Odpady żywnościowe rozdrobnione lub zmielone	> 3 Mm od najbliższego lądu	> 12 Mm od najbl. lądu


Schemat postępowania
z odpadami stałymi
Śmieci
okrętowe
GROMADZENIE I SORTOWANIE
Śmieci, które można
usunąć do morza
Śmieci, których nie można
usunąć do morza
BEZ OBRÓBKI
MIELENIE lub
ROZDRABNIANIE
BEZ OBRÓBKI
MIELENIE lub
ROZDRABNIANIE
ZGNIATANIE
ZGNIATANIE
SPALARKI
ZGNIATARKI
ROZDRABNIARKI
SPALANIE
SPALANIE
Zrzut popiołów
ze spalarek do morza
alternatywa
rejs
NIE
Krótkotrwałe
przechowywanie
Dozwolony
obszar
usuwania?
alternatywa
(preferowana)
Oddawanie
na ląd
Długotrwałe
przechowywanie
w czasie rejsu
TAK
Portowe urządzenia
odbierające - sterylizacja
lub spalanie
Portowe urządzenia
odbierające - odzysk
surowca
Zrzut do morza
Wysypisko
portowe
USUWANIE
PRZECHOWYWANIE
OBRÓBKA
GROMADZENIE

Gromadzenie: uzależnione od podziału co może, a co nie może być usunięte za burtę podczas rejsu. Zastosowanie kilku pojemników na:

- odpady, w skład których wchodzą tworzywa sztuczne. Jeżeli nie ma możliwości ich spalenia, to należy je oddać w porcie.
- śmieci kuchenne i pentrowe (w tym również materiały zanieczyszczone żywnością). Lokalne przepisy mogą nakazywać ich spalenie, sterylizację lub inne metody zapobieżenia rozprzestrzenianiu się zarazków. Oddaje się je na ląd lub zatapia.
- inne śmieci, których można się pozbyć w morzu. Papier, szkło, metal, olinowanie, ... Ponieważ śmieci niezatapialne są usuwane wg innych zasad wskazane jest ich rozdzielenie. Niezatapialne należy oddać w porcie albo spalić.
- surowce do powtórnej przeróbki, takie jak makulatura, szkło, złom

Obróbka: W zależności od typu, obszaru pływania, liczebności załogi i pasażerów statek może być wyposażony w spalarki, urządzenia do rozdrabniania i zgniatania. Zalety: umożliwienie usuwania do morza odpadów, które bez tej czynności nie mogłyby zostać usunięte oraz ograniczenie przestrzeni potrzebnej do przechowywania śmieci, ułatwienie rozładunku oraz zwiększenie stopnia przyswajalności przetworzonych odpadów przez środowisko morskie. Jeżeli statek porusza się po obszarach specjalnych lub w pasie 3 Mm od brzegu, to gromadzone na nim śmieci mogą być albo oddane albo spalone, a popiół i żużel zmagazynowane i oddane.

Przechowywanie. Nieobrobione jak i obrobione śmieci przechowuje się czasowo na statku z powodu braku możliwości ciągłego oddawania na ląd lub topienia w morzu. Powodem może być również ograniczona wydajność lub możliwość pracy spalarki okrętowej. Pakuje się w oddzielne pudła, pojemniki czy worki w wydzielonym pomieszczeniu, regularnie dezynfekowanym.

Usuwanie. Zgodnie z przepisami; zaleca się dalsze odległości i głębokość min 50 m.

URZĄDZENIA DO OBRÓBKI ŚMIECI

Rozdrabniarki, zgniatarki, spalarki.

Mielenie lub rozdrabnianie - tak aby przeszły przez sito o oczkach nie mniejszych niż 25 mm.
Młynki odpadów żywnościowych: 10 - 250 l/min.

Niektóre urządzenia do zgniatania mogą jednocześnie odkażać, usuwać zapach, pakować. Korzystne jest rozdrobnienie przed zgnieceniem. Zgniatanie pozwala na zmniejszenie objętości śmieci do 70÷80% objętości początkowej

Urządzenia do obróbki śmieci: rozdrabniarki, zgniatarki, spalarki.



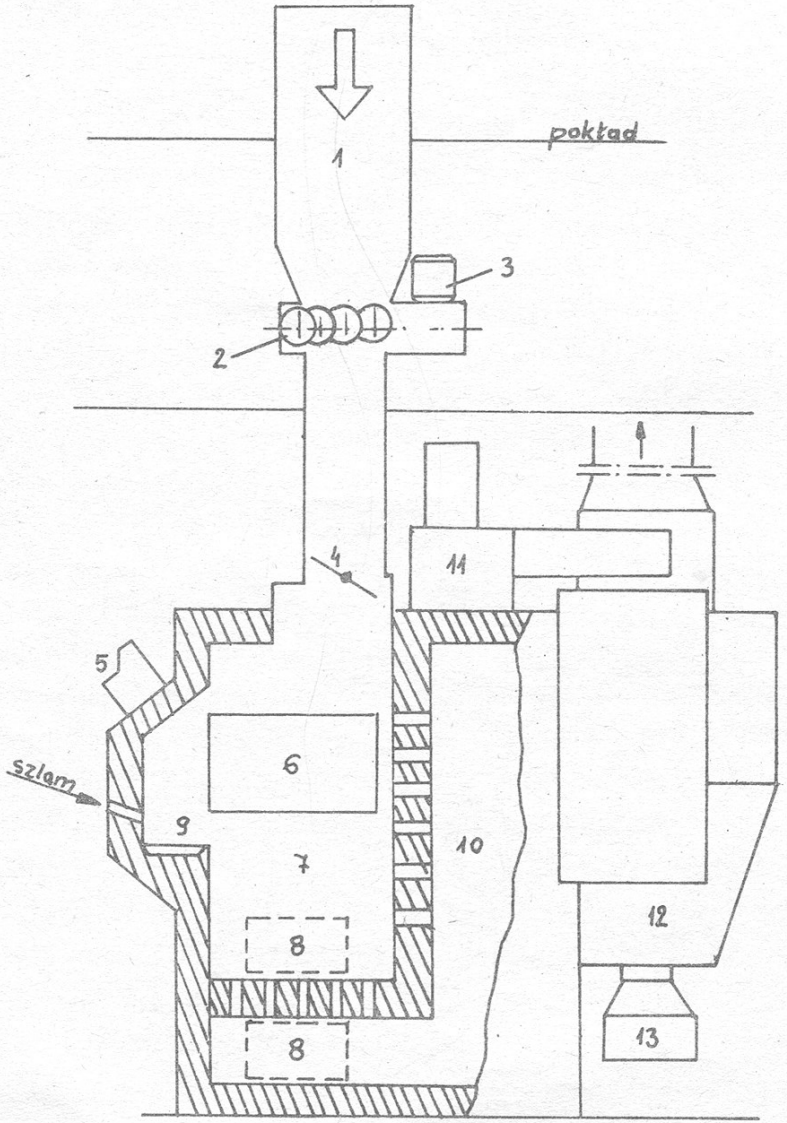


SPALANIE

Jest obecnie najbardziej rozpowszechnionym sposobem przerabiania śmieci. Umożliwia bardzo duże zmniejszenie objętości (około 95%) i masy (około 60%). Ponieważ w komorze spalania występują wysokie temperatury, pozostałości po spaleniu są sterylne i po usunięciu za burtę nie powodują zagrożenia dla środowiska morskiego.

SPALARKI

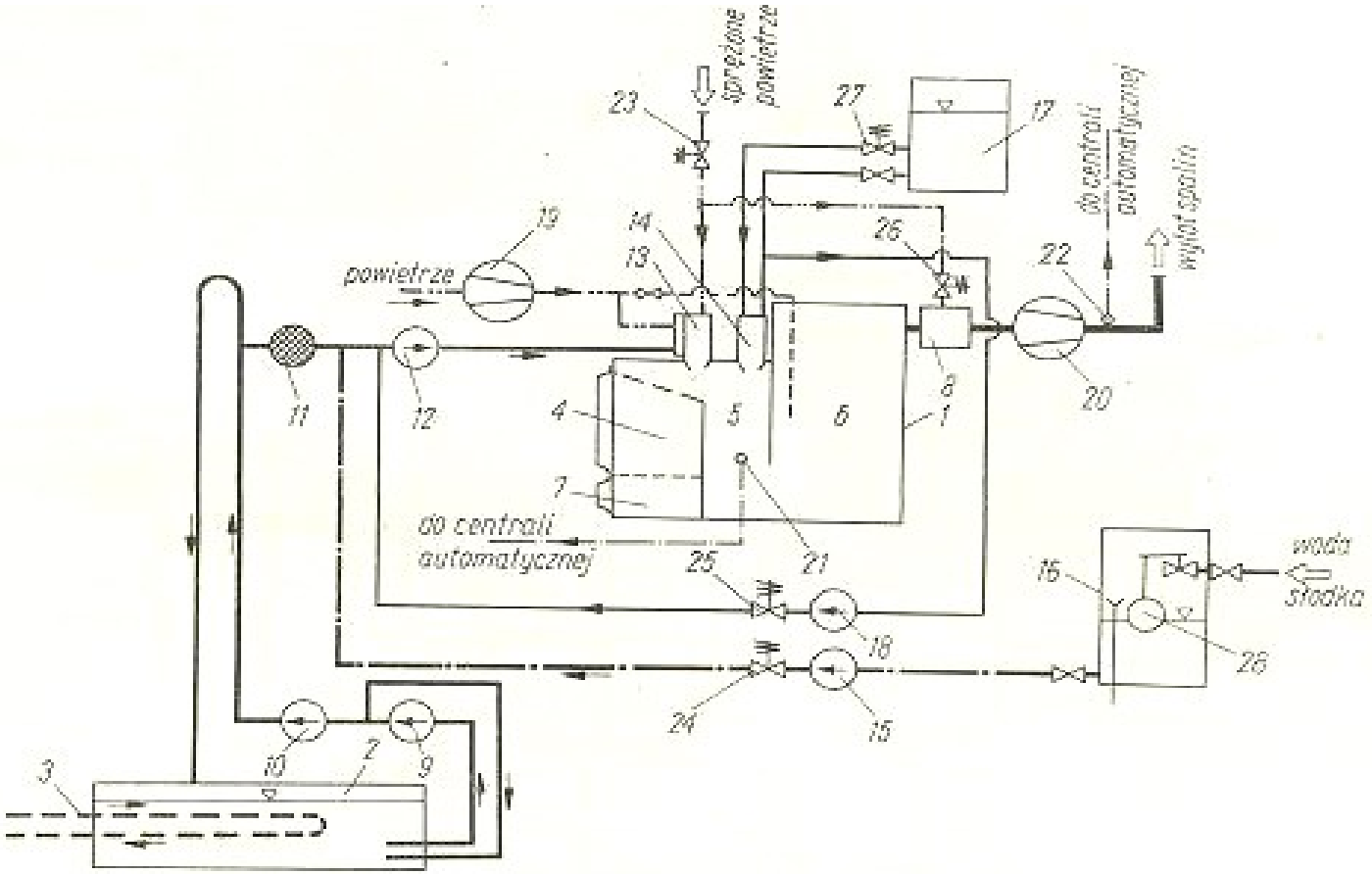
Obecnie produkowane spalarki dzielą się na jedno- i dwukomorowe. W spalarkach jednokomorowych wszystkie odpady są spopielane we wspólnej komorze spalania. Aby nie dopuścić emisji do atmosfery drobnych cząstek stałych porywanych ze spalinami, niezbędne jest zastosowanie urządzeń oczyszczających spaliny. Odpowiednio ukierunkowany jest również przepływ płomienia i spalin wewnątrz komory. W spalarkach dwukomorowych, pierwsza komora przeznaczona jest do spopielania śmieci. Druga komora jest tak zwaną komorą dopalania – zachodzi w niej spalanie CO na CO_2 i ewentualne dopalanie niespalonych cząstek stałych unoszonych w spalinach. Do tej komory doprowadzane są zwykle pozostałości olejowe, zmieszane – ewentualnie – z osadami sanitarnymi. Dodatkowym zabezpieczeniem jest umieszczanie palników tak, aby wtryskiwały strumień paliwa (i odpadów) stycznie do wewnętrznej powierzchni komory spalania. Powoduje to odrzucanie cząstek stałych na ścianki komory.



Rys.6.3. Spalarka okrętowa firmy Lindegard wraz z układem wsypowym. 1 - kanał wlotowy odpadów stałych, 2 - ostrza rozdrabniarki, 3 - silnik rozdrabniarki, 4 - klapa regulacyjna, wsypowa, 5 - palnik olejowy, 6 - drzwi do ręcznego załadunku spalarki śmieciami, 7 - pierwotna komora spalania, 8 - drzwi do usuwania popiołu, 9 - rynna do spalania szlamu olejowego, 10 - wtórna komora spalania, 11 - rozdzielacz powietrza, 12 - cyklon, 13 - zbiornik popiołu

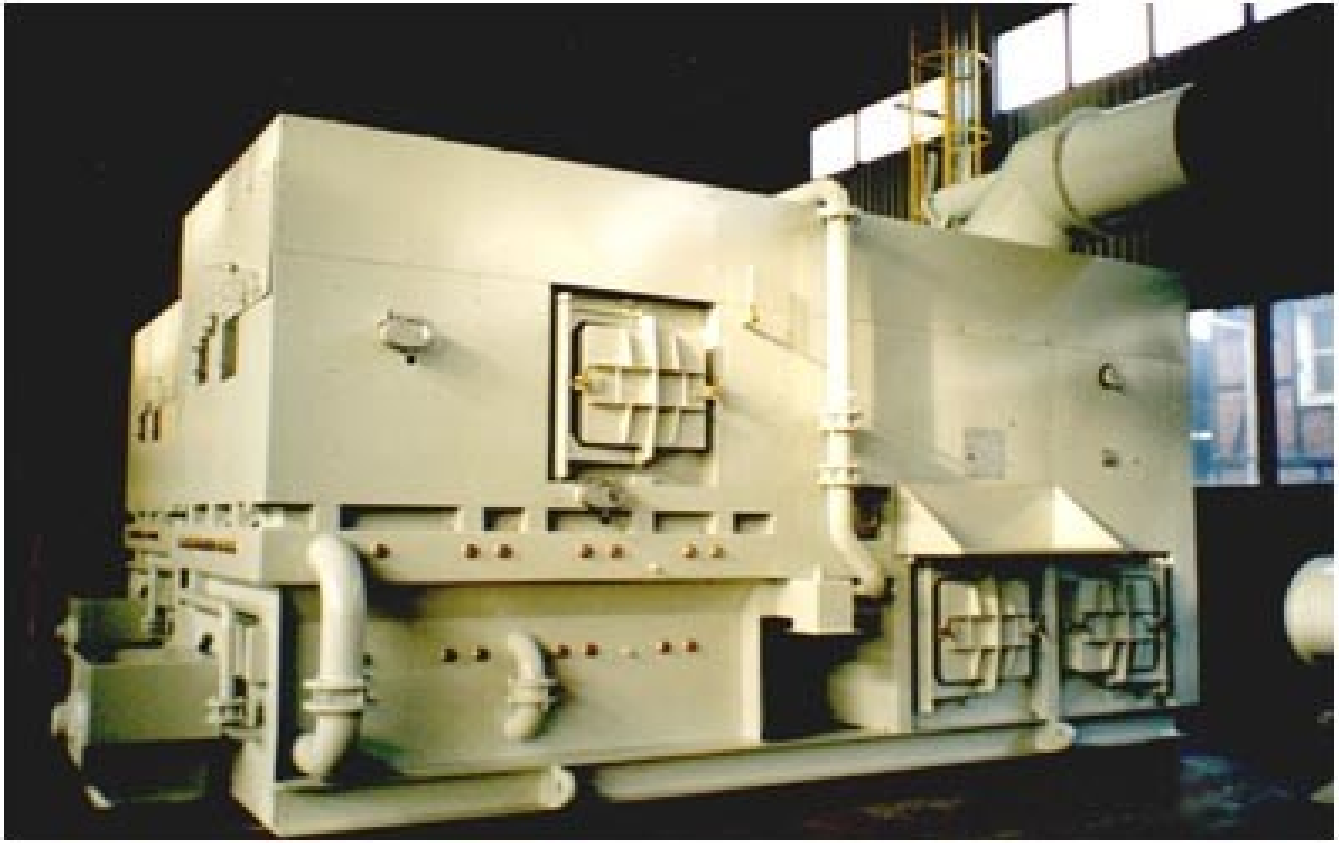
Spalarka okrętowa

Urządzenie spopielające typu ASWI (firmy Atlas – Dania)



Rys. 8.1. Schemat urządzenia do spopielania typu ASWI (firmy Atlas — Dania)
1 — piec ASWI; *2* — zbiornik szlamu; *3* — spirala podgrzewacza zbiornika szlamu; *4* — komora spalania odpadów stałych; *5* — komora spalania wstępnego; *6* — komora spalania wtórnego; *7* — popielnik; *8* — komora mieszania; *9* — pompa mieszająca; *10* — pompa cyrkulacyjna; *11* — filtr; *12* — pompa dozująca osad; *13* — palnik szlamowy; *14* — palnik pomocniczy; *15* — pompa dozująca wody słodkiej; *16* — zbiornik wody słodkiej; *17* — zbiornik oleju opałowego; *18* — pompa dozująca oleju opałowego; *19* — dmuchawa powietrza pierwotnego; *20* — wentylator wyciągowy spalin; *21, 22* — przełączniki termostatyczne; *23—27* — zawory elektromagnetyczne; *28* — urządzenie pływakowe

Urządzenie do spalania śmieci na statkach pasażerskich






INCINERATORS

ZANIECZYSZCZENIA

ATMOSFERY

Jako zanieczyszczenie powietrza traktuje się zarówno przekroczenie średniej zawartości składników powietrza czystego jak i obecność w nim innych, niepożądanych składników, których udział jest zmienny w czasie i przestrzeni.

Źródła są antropogenne i naturalne (wulkany, pustynie, pożary lasów i stepów, kryształki soli morskich, erozja gleby i skał, rozkład substancji organicznych).

Przybliżona roczna emisja zanieczyszczeń na świecie (w mln ton)

Składnik	Antropogenne	Naturalne
SO_2	103	142
CO	200	-
CO_2	15 000	70 000
H_2S	3	100
pył	100 ÷ 200	770 ÷1 200
NO_x	65	1 400
NH_3	4	5 900
węglowodory	88	480

SUBSTANCJE SZKODLIWE: (gazy, pyły, metale ciężkie)

- **tlenki węgla, azotu i siarki**
- **pyły zawieszone**
- **czynniki chłodnicze i gaśnicze (freony, halony)**
- **węglowodory w tym wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA (PAH - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons)**
- **formaldehydy, azotan peroksyacetylu (PAN), ozon w warstwie przyziemnej**
- **substancje metaliczne (beryl, rtęć, ołów, ...)**
- **aerozole (cząstki stanowiące układy dwu- lub trójfazowe, w skład których wchodzą wirusy, bakterie, grzyby, pyłki kwiatowe, pył wulkaniczny, pyły kosmiczne, dym, ...)**
- **PCB - polichlorowane bifenyle. Ciecze dielektryczne, płyny hydrauliczne, plastyfikatory do farb. Przy spalaniu powstają dioksyny (TCDD).**

SUBSTANCJE SZKODLIWE

Tlenki azotu

Tlenki azotu - głównie NO i $N0_2$ - powstawały zawsze i nadal powstają od energii błyskawic, po czym w wodzie tworzą jon azotanowy, niezbędny dla roślin. Stąd bierze się jednak niewiele tych jonów i powoduje znikome stężenia, poniżej progu szkodliwości dla istot żywych. Dla człowieka ten próg wynosi 10 ppm $N0_2$ i 50 ppm NO. Współcześnie tlenki azotu są wytwarzane w wielu różnych procesach przemysłowych, przede wszystkim przy spalaniu w wysokich temperaturach. Są to ilości tak duże, że często pojawiają się stężenia szkodliwe dla życia. Ponadto, gdy znajdą się w glebie, mogą tam ulegać przemianom do związków o nazwie nitrozoamin. Nitrozoaminy są silnie rakotwórcze, a pobrane z gleby przez warzywa mogą znaleźć się w pożywieniu ludzkim. Wreszcie - jak prekursor kwasu azotowego - tlenki azotu maja też udział w tworzeniu kwaśnych deszczów i ich niszczącym działaniu.

SUBSTANCJE SZKODLIWE

Dwutlenek siarki

Dwutlenek siarki jest bardzo szkodliwy dla wszystkiego co żyje, zwłaszcza dla roślin. Działa on nawet w stężeniach 1-2 ppm, chociaż człowiek wyczuwa węchem dopiero stężenie 3-5 ppm.

W powietrzu dwutlenek siarki ulega dalszemu utlenieniu do $S0_3$ i z wodą daje kwas siarkowy - najważniejszą przyczynę kwaśnych deszczów.

Skutki:

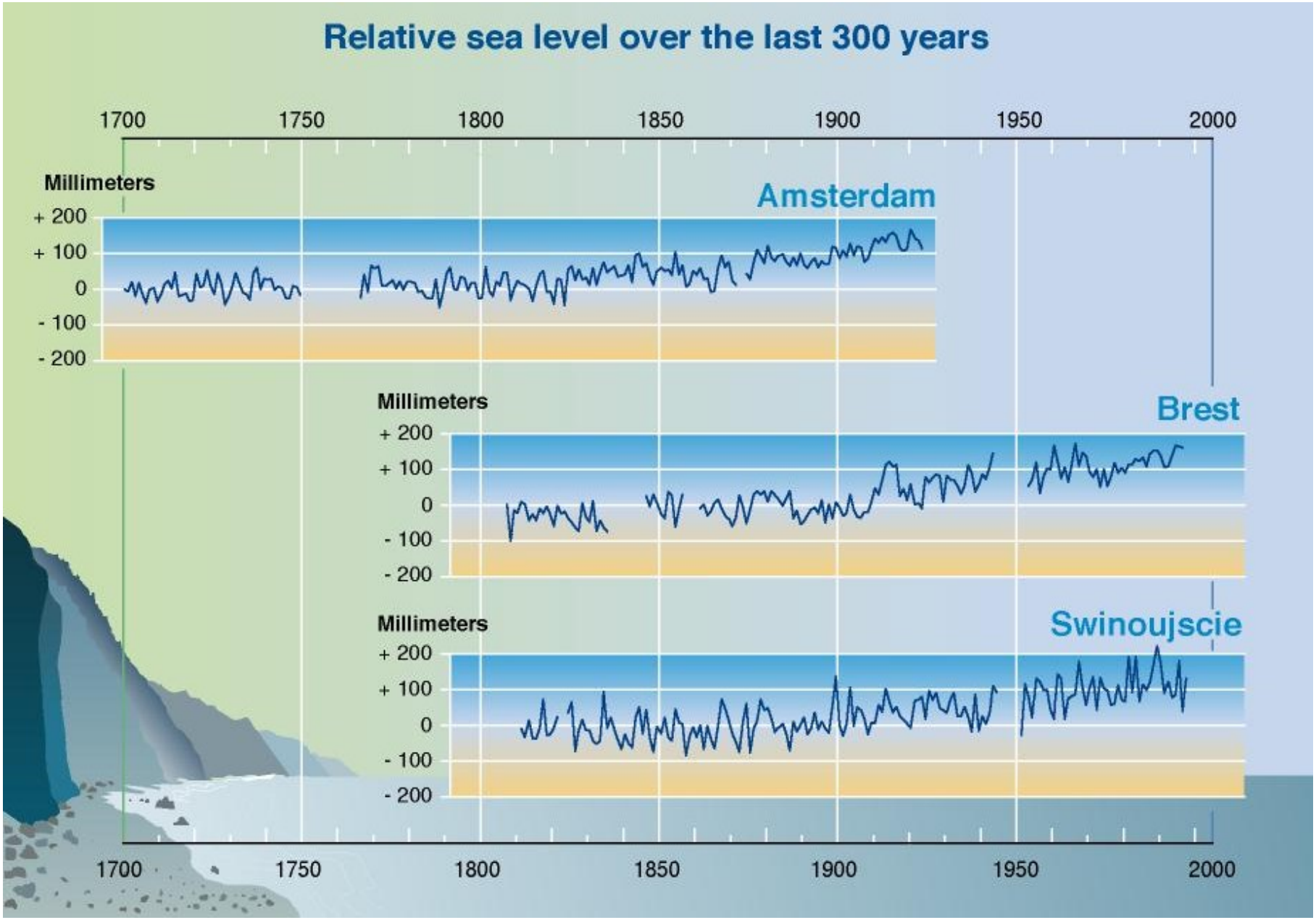
Efekt cieplarniany

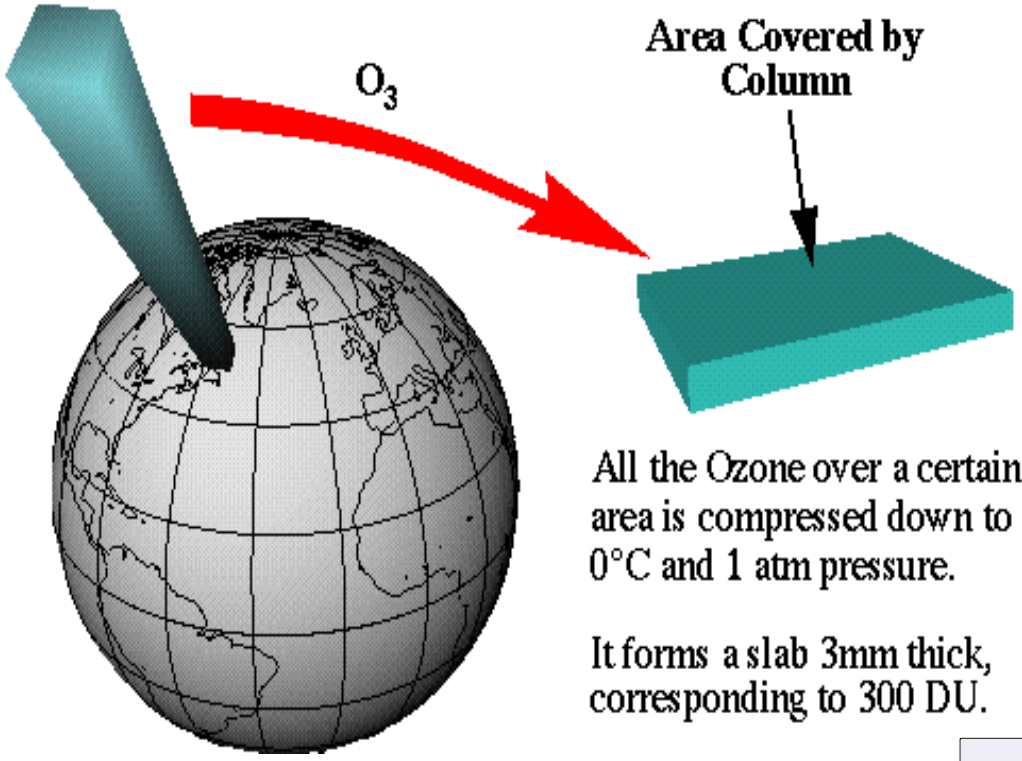
Proces niszczenia warstwy ozonowej

Kwaśne deszcze

Smog

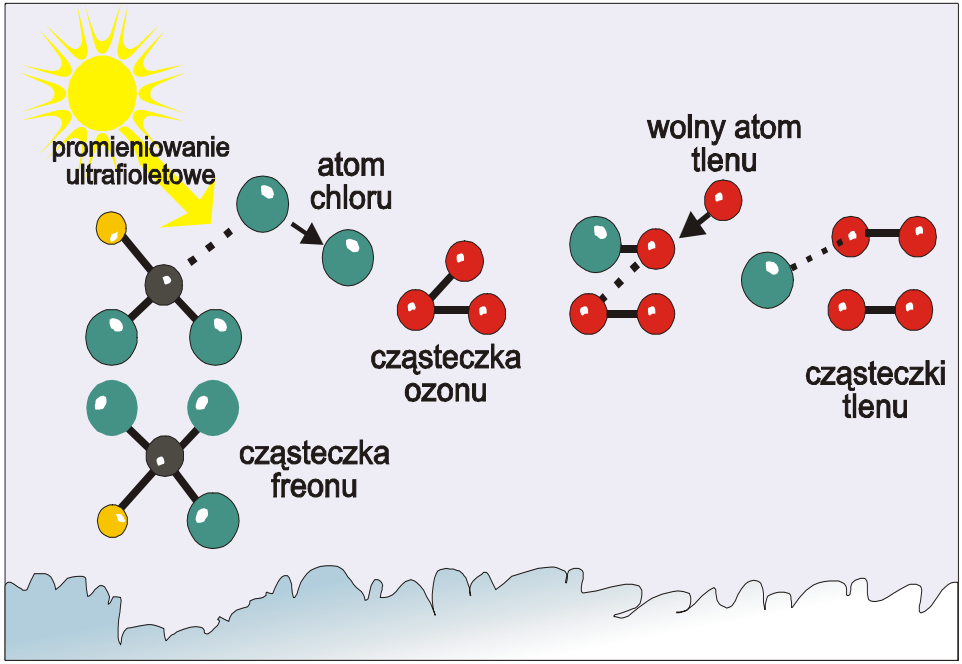
Sea Levels have risen



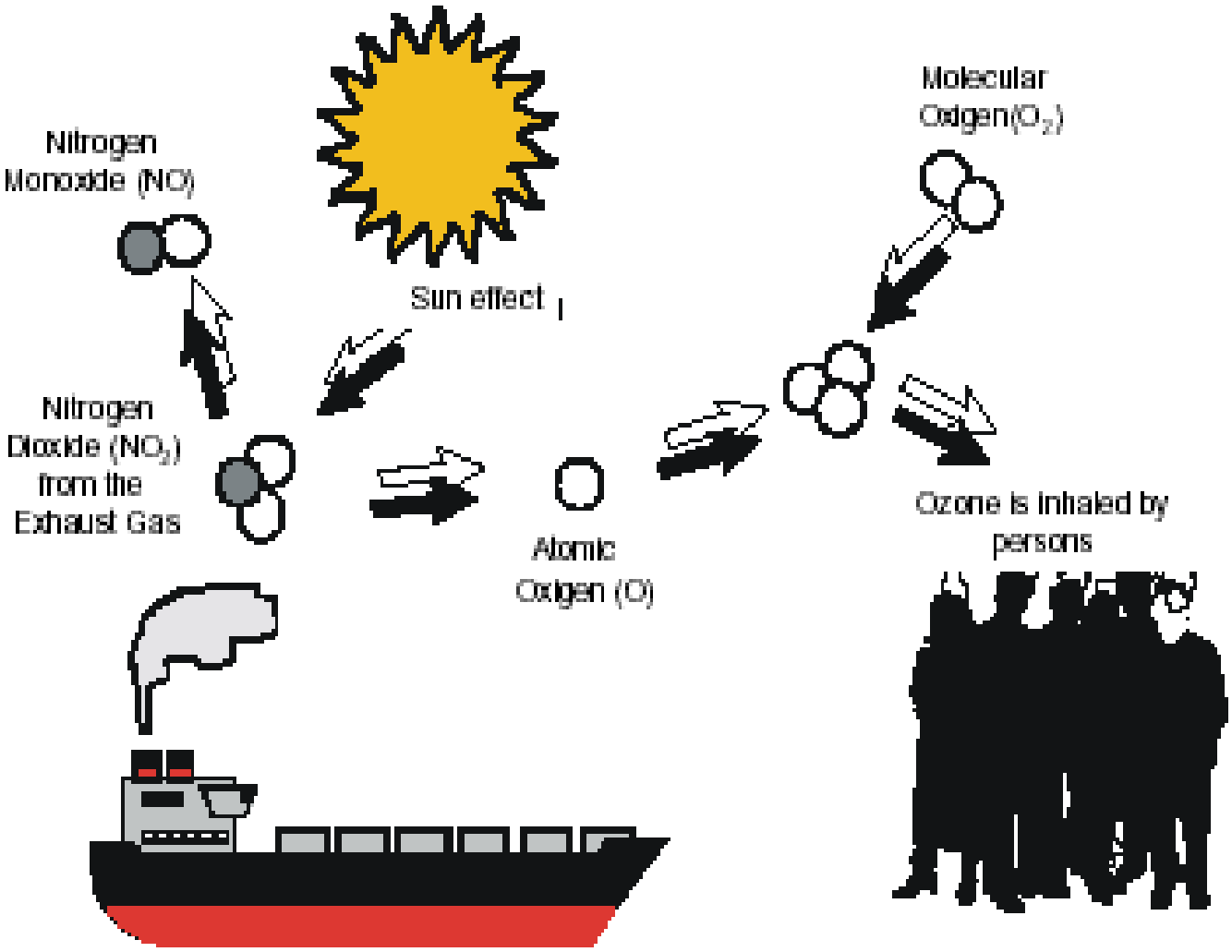


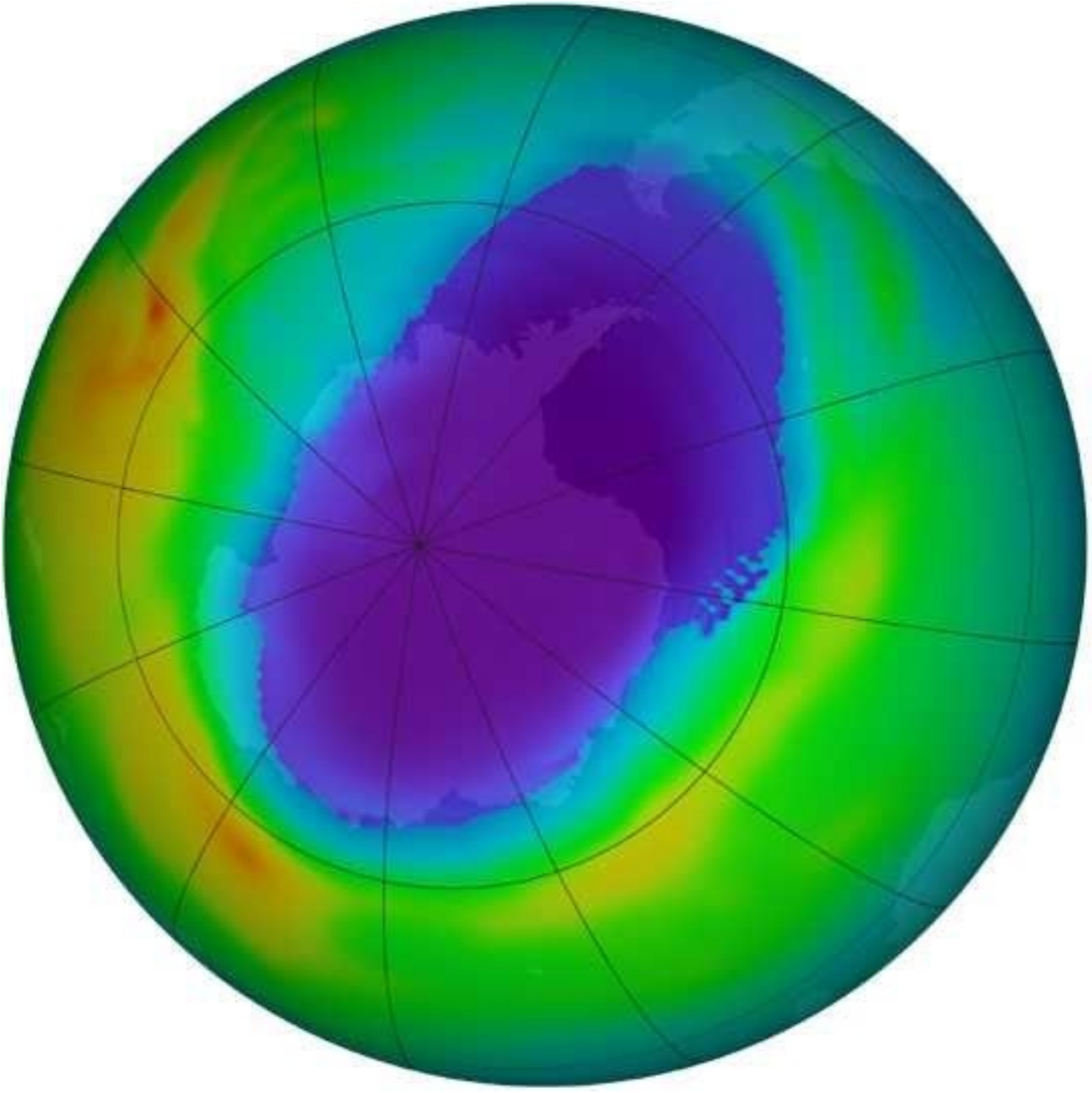
All the Ozone over a certain area is compressed down to 0°C and 1 atm pressure.

It forms a slab 3mm thick, corresponding to 300 DU.



Formation of Ozone (Simplified Version)





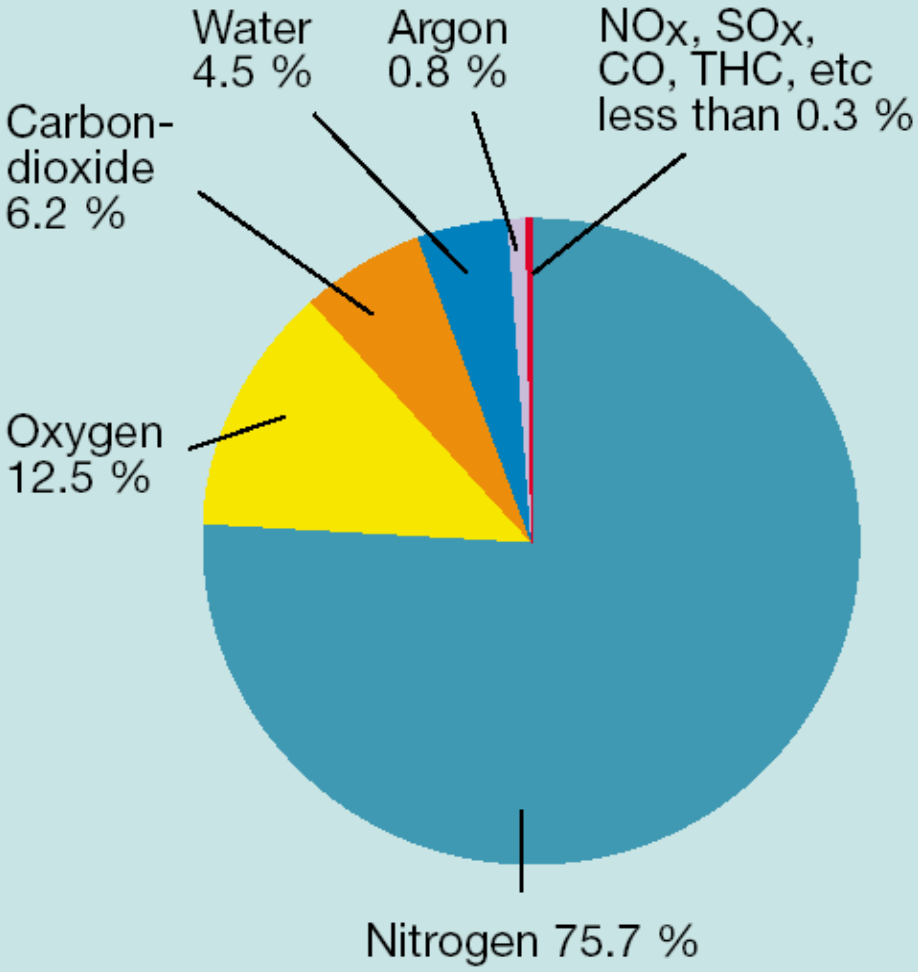
„Dziura ozonowa”

Źródła energii dla statków

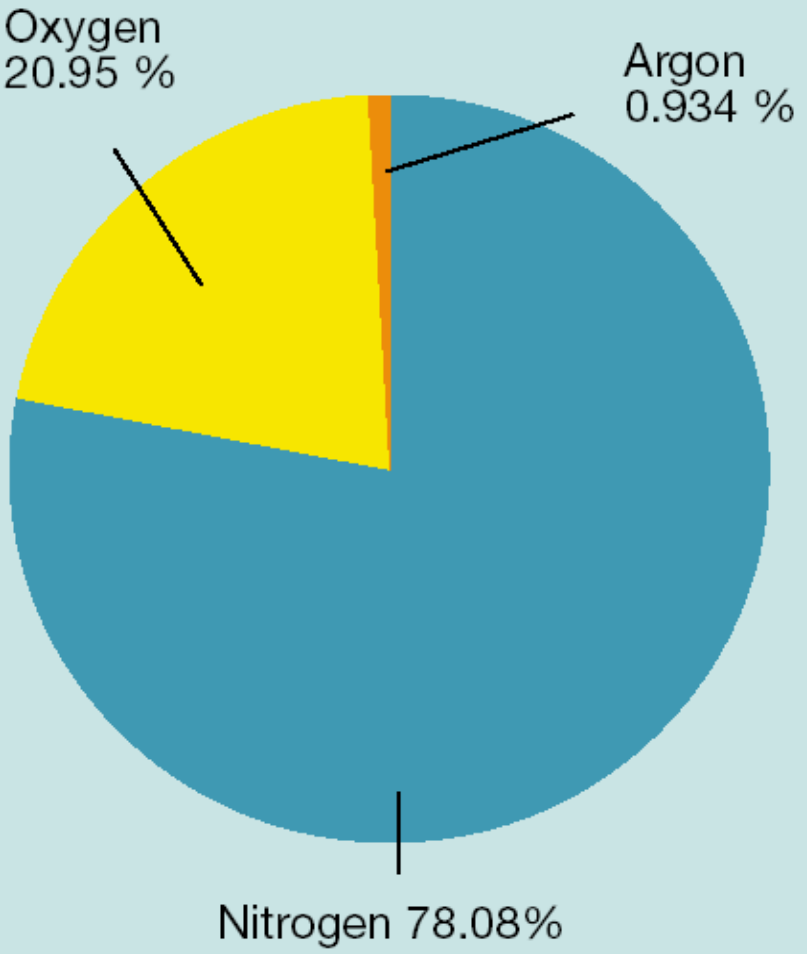
Obecnie podstawowym źródłem energii do napędu statków oraz do pokrycia wszelkich innych potrzeb energetycznych są paliwa konwencjonalne, do których należą paliwa ciekłe (otrzymane drogą odpowiedniej przeróbki ropy naftowej lub - w nieznacznej ilości syntetyczne - uwodornienia węgla) oraz ostatnio również i gaz ziemny. W specyficznych przypadkach ma również zastosowanie energia jądrowa.

Example of typical composition of diesel exhaust versus natural ambient air:

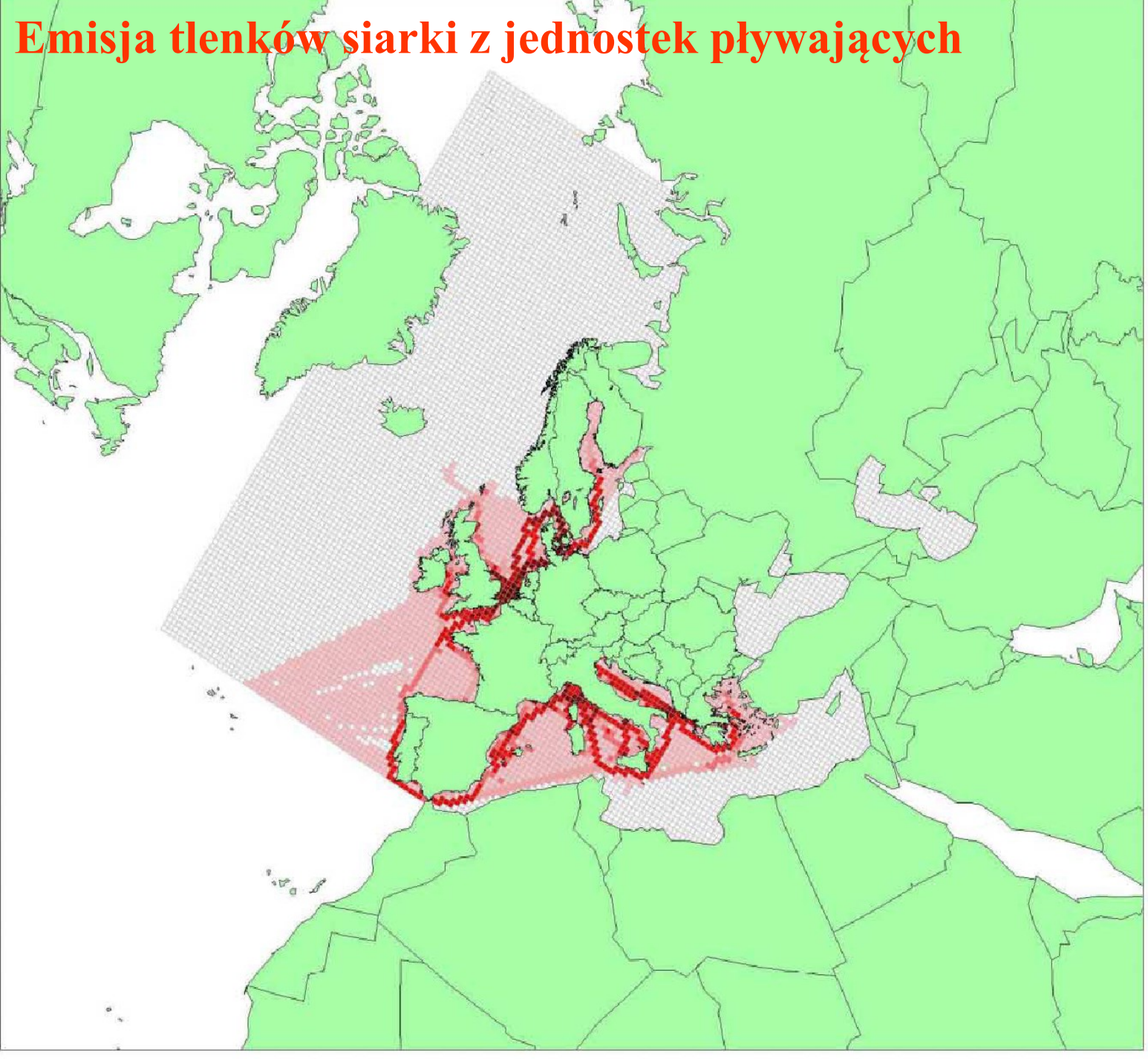
Typical composition of diesel exhaust



Composition of natural dry ambient air



Emisja tlenków siarki z jednostek pływających

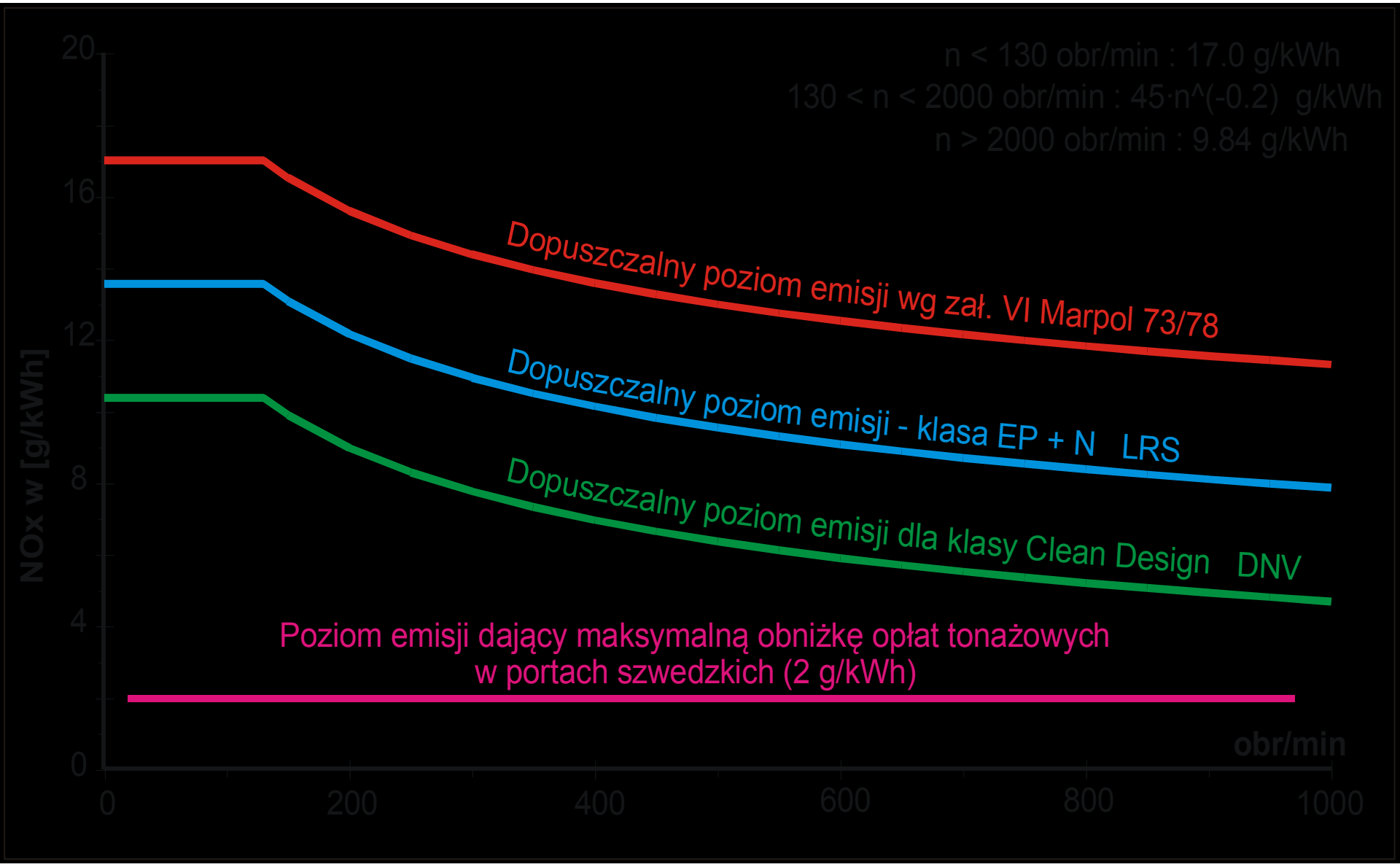


Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the european community

Figure 2.14
Total SO2 emissions - Group - EU - EU

PRZEPISY ZAŁĄCZNIKA VI MARPOL 73/78

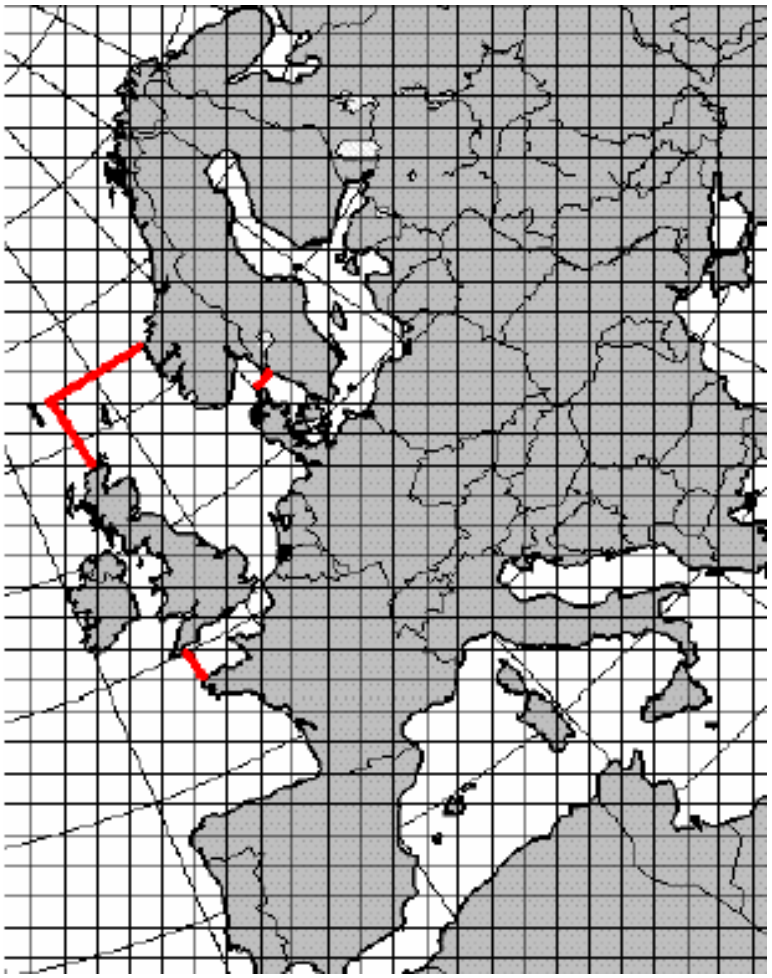
Tlenki azotu - wymagania Zał. dotyczą każdego zainstalowanego na statku silnika wysokoprężnego o mocy większej niż 130 kW (z datą zastosowania 1.01.2000), z wyłączeniem silników agregatów awaryjnych, łodzi ratunkowych oraz innych silników przeznaczonych wyłącznie do użytkowania w stanach awaryjnych. Praca każdego silnika jest zabroniona, z wyjątkiem, gdy emisja tlenków azotu z silnika spełnia warunki IMO (rys). Praca silnika jest dozwolona, jeżeli - alternatywnie- zostanie zastosowany odpowiednio skuteczny system oczyszczania spalin. Jeżeli jest spalane paliwo składające się z mieszanki węglowodorów uzyskiwanych z rafinacji ropy naftowej, to procedura prób i metod pomiarowych ma być zgodna z Kodeksem technicznym NO_X, stanowiącym uzupełnienie Zał. VI.


n < 130 obr/min : 17.0 g/kWh
130 < n < 2000 obr/min : 45·n^(-0.2) g/kWh
n > 2000 obr/min : 9.84 g/kWh
Dopuszczalny poziom emisji wg zał. VI Marpol 73/78
Dopuszczalny poziom emisji - klasa EP + N LRS
Dopuszczalny poziom emisji dla klasy Clean Design DNV
Poziom emisji dający maksymalną obniżkę opłat tonażowych
w portach szwedzkich (2 g/kWh)
NOx w [g/kWh]
obr/min
20
16
12
8
4
0
0
200
400
600
800
1000

Tlenki siarki - zawartość siarki w każdym paliwie używanym na statku nie powinna przekraczać 4.5 % m/m. W granicach obszarów kontroli emisji SO_X: nie więcej niż 1.5 % m/m.

Morze Bałtyckie jest obszarem specjalnym, oprócz tego, państwa nadbałtyckie w porozumieniu HELCOM (Rec. 13/15 z 1992r) również określiły zawartość siarki w paliwie na 1.5 % m/m.

Alternatywą jest zastosowanie systemu redukcji emisji tlenków siarki tak aby wartość emisji nie przekraczała 6 g/kWh (z uwzględnieniem silników głównych i pomocniczych).



Strefy „SECA” w Europie

IMO-Marpol Aneks VI

Przyjęt w 1997 przez IMO (International Maritime Organisation)

-Globalny limit zawartości siarki w paliwie ciężkim <4,5%

-Utworzenie dwóch stref SECA (Sulphur Emission Control Area):

-Morze Bałtyckie(1997)

-Morze Północne i Kanał Angielski(2000)

Na których zawartości siarki w paliwach nie może przekraczac 1,5%

Dyrektywa 1999/32/EC

przewiduje:

•Na morzu Północnym i Bałtyckim statki spalają paliwo o zawartości siarki<1,5%

•W Strefie EU wszystkie statki pasażerskie spalają paliwo o zawartości siarki<1,5% (2007)

•Podczas postoju w portach UE statki spalają paliwo o zawartości siarki<0,2% (2008)

CLEAN and CLEAN DESIGN

Emissions to AIR:

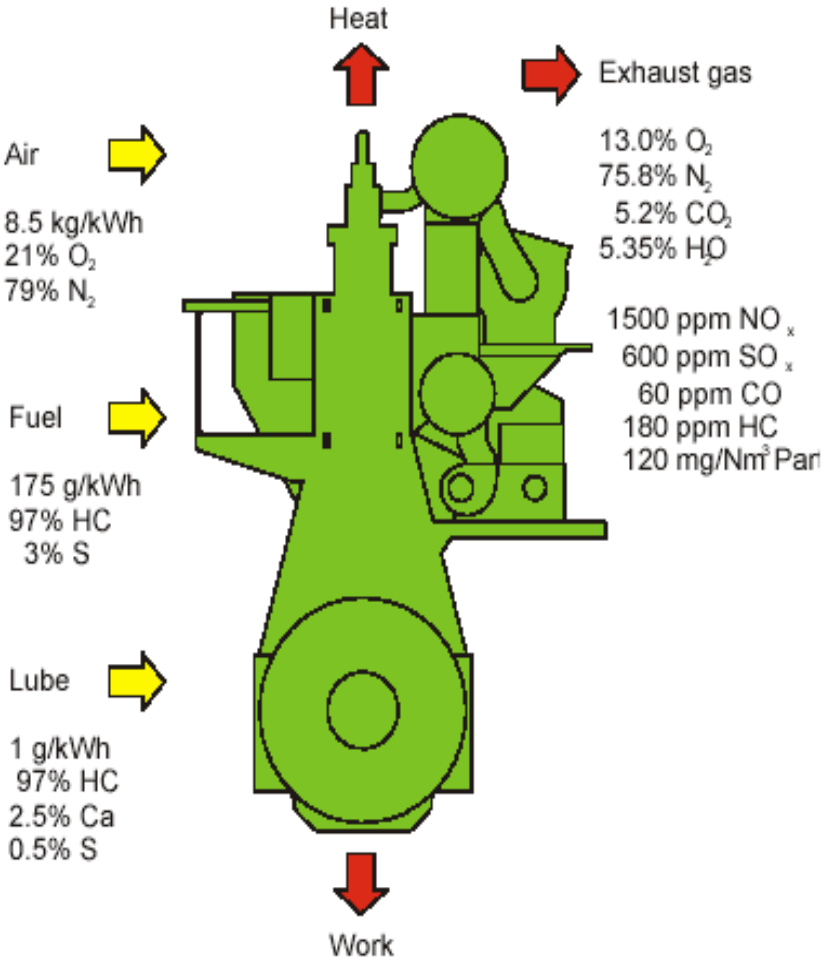
Propulsion and Power Generation Systems	NO_x (Diesel engines): **CLEAN:** Acc. to IMO NO_x curve **CLEAN DESIGN:** Acc. to IMO NO_x curve, less 40%
	SO_x (Diesel engines and boilers): General: **CLEAN** and **CLEAN DESIGN:** Max. sulphur in fuel oil onboard 3% (or 12.0 g SO_x/kWh) In port and special areas**:** **CLEAN:** Max. sulphur in fuel oil 1.5% (or 6.0 g SO_x/kWh) **CLEAN DESIGN:** Max. sulphur in fuel oil 0.5% (or 2.0 g SO_x/kWh)

Metody ograniczania emisji

- Pierwotne – przeciwdziałające formowaniu związków toksycznych w komorze spalania

- Wtórne – polegające na oczyszczaniu spalin poprzez zastosowanie odpowiednich systemów

Ograniczenie emisji CO_2



–		5	6	7	8
kW		7275	8730	10185	11640
	kW	1336	1563	1860	2167
	m^3/h	79	92	109	127
	°C	85.0/70.0	85.0/70.0	85.0/70.0	85.0/70.0
	m^3/h	87	102	121	141
	°C	38.5/52.0	38.5/52.0	38.5/52.0	38.5/52.0
	°C	32.2	32.2	32.2	32.2
	kW	2514	3083	3549	4001
	m^3/h	135	175	175	175
	°C	32.0/48.4	32.0/47.5	32.0/49.8	32.0/52.1
Scavenge air	mass flow	kg/h	55639	66767	77895	89023
Lubricating oil cooler	heat dissipation *1)	kW	645	755	897	1044
Oil flow *1)		m^3/h	102	116	130	144
Oil temperature	cooler in/out	°C	57.9/45.0	58.2/45.0	59.0/45.0	59.8/45.0
Sea-water flow		m^3/h	87	102	121	141
Sea-water temperature	cooler in/out	°C	32.0/38.5	32.0/38.5	32.0/38.5	32.0/38.5
Mean log. temperature difference		°C	16.0	16.1	16.5	16.8
Sea-water cooling	heat dissipation	kW	4496	5401	6306	7212
Sea-water flow		m^3/h	222	277	296	316
Sea-water temperature	in/out	°C	32.0/49.8	32.0/49.1	32.0/50.7	32.0/52.0
Exhaust gas	heat dissipation *2)	kW	1864	2236	2609	2982
Mass flow		kg/h	56070	67285	78499	89713
Temperature after turbine		°C	287	287	287	287

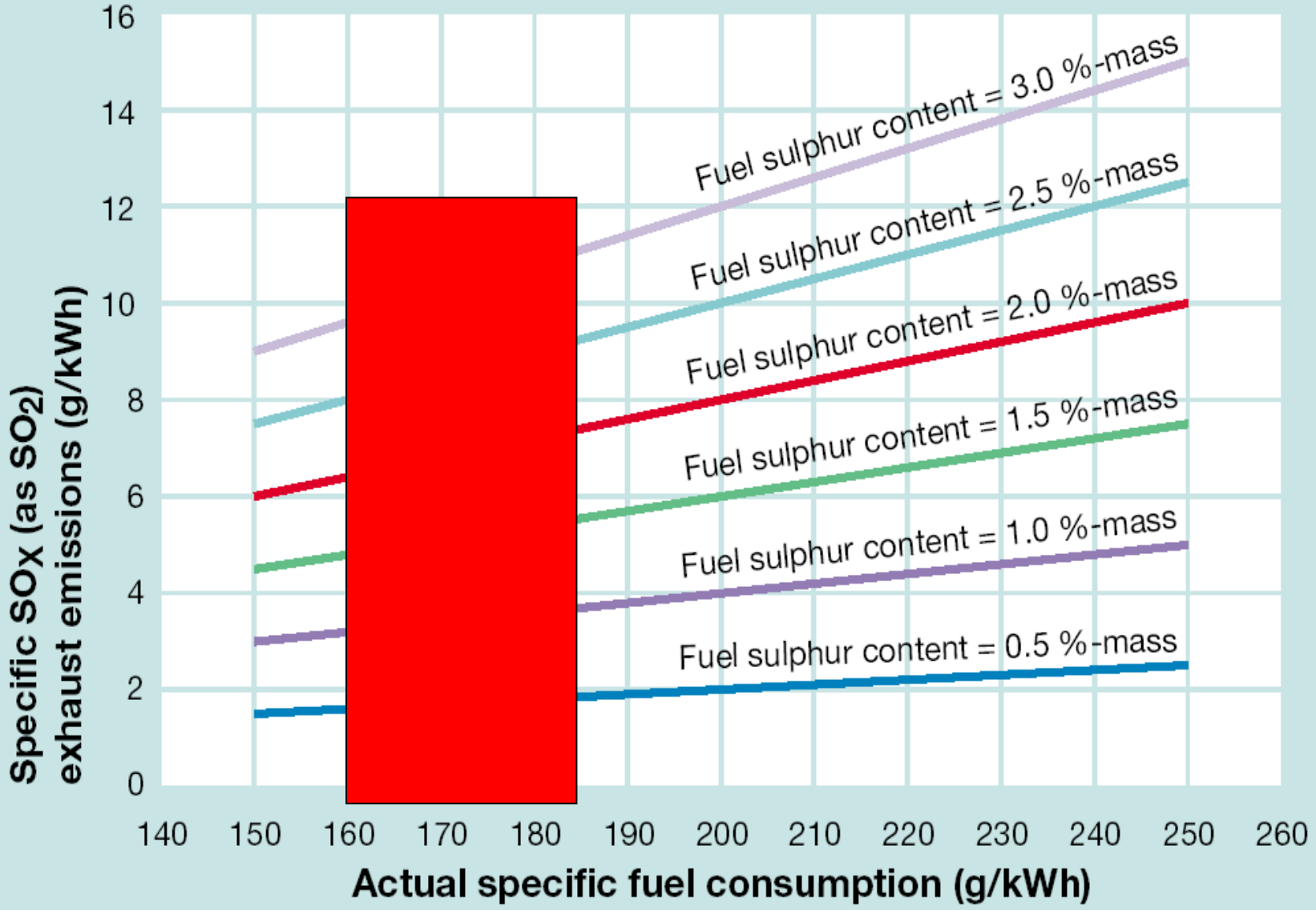
Ograniczenie emisji SO_x

Metody

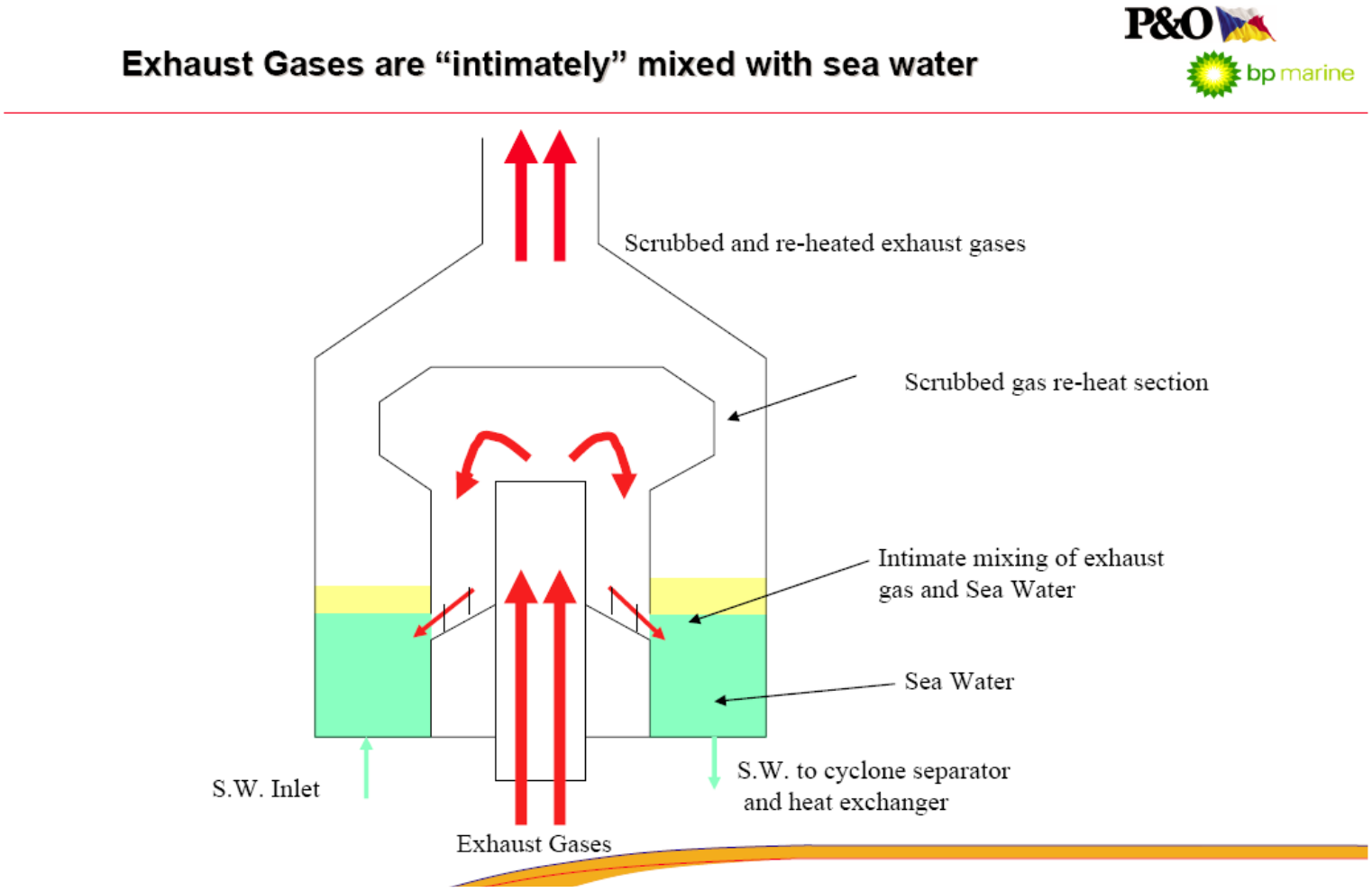
Table 1 SO_X reduction methods

No.	Reduction method	Description	Reduction potential	Investment costs
1	Limiting the sulphur content in the fuel	The method is intended to control the SO_X emissions by means of reduction of the sulphur content in the fuel before delivery of bunker to the ship	Likely 70% /2/	Approx. 180–400 NOK/tonne fuel for reduction from 3% to 1% sulphur. Further reduction will result in a significant cost increase /2/.
2	Sea water scrubbing	The method is intended to control the SO_X emissions by means of seawater washing of the exhaust gas	80% – 95% /4/	Unknown, but anticipated to be significant lower than for a SCR unit (NO_X)

Calculation of specific SO_X exhaust emissions:

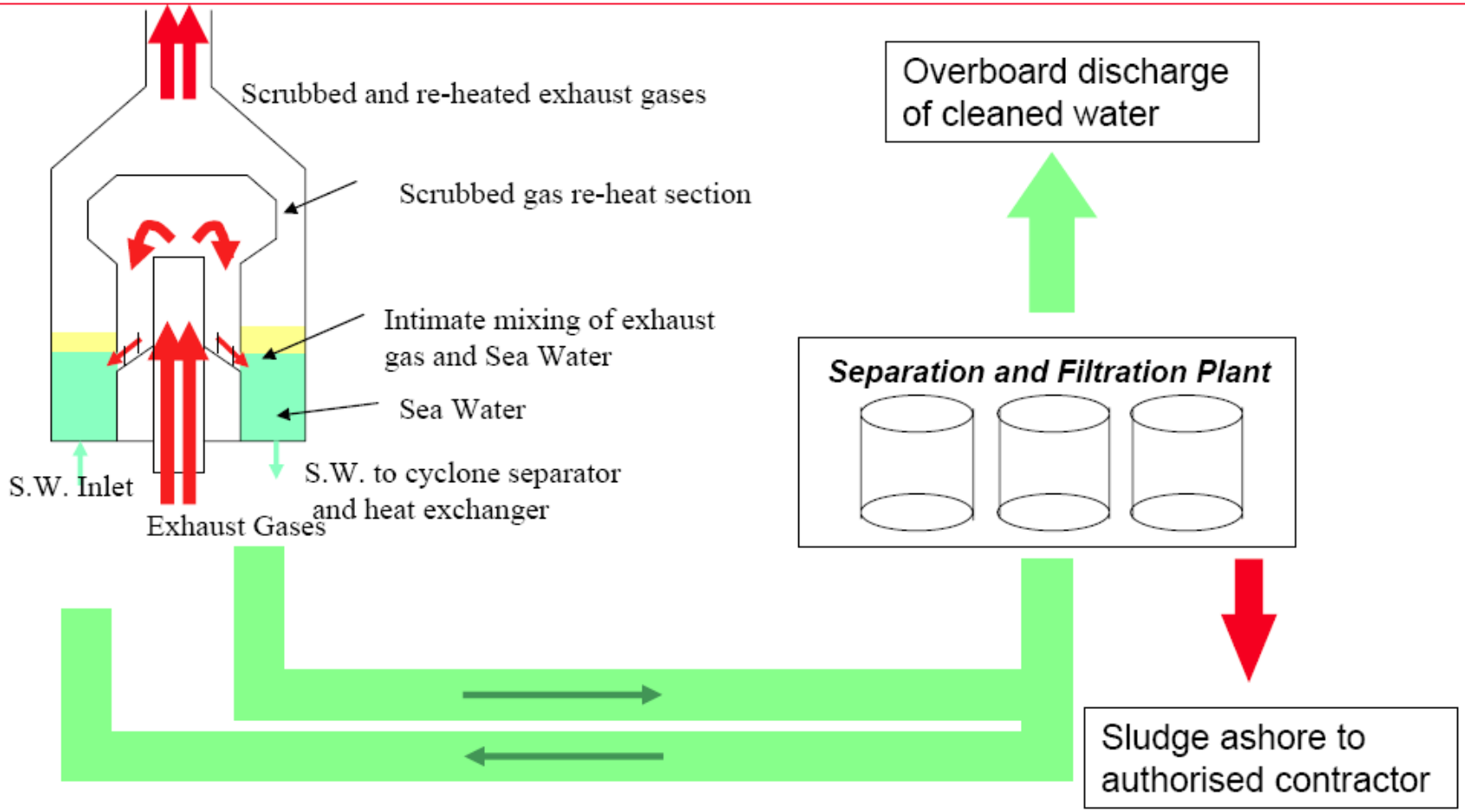


Zasada działania Eco-Tłumika



The MES EcoSilencer® works by using its patented design to mix the hot exhaust gas in a turbulent cascade with seawater. Our technology ensures that surface area for contact between gas and water is high, and sufficient time for absorption of pollutants is provided.

Scrubbed water is comprehensively filtered and harmful elements removed



Zastosowanie



Eco-Tłumiki na pokładzie „Pride of Canterbury”



„Pride of Canterbury”



Eco-Tłumik



System monitorujący oczyszczanie wody

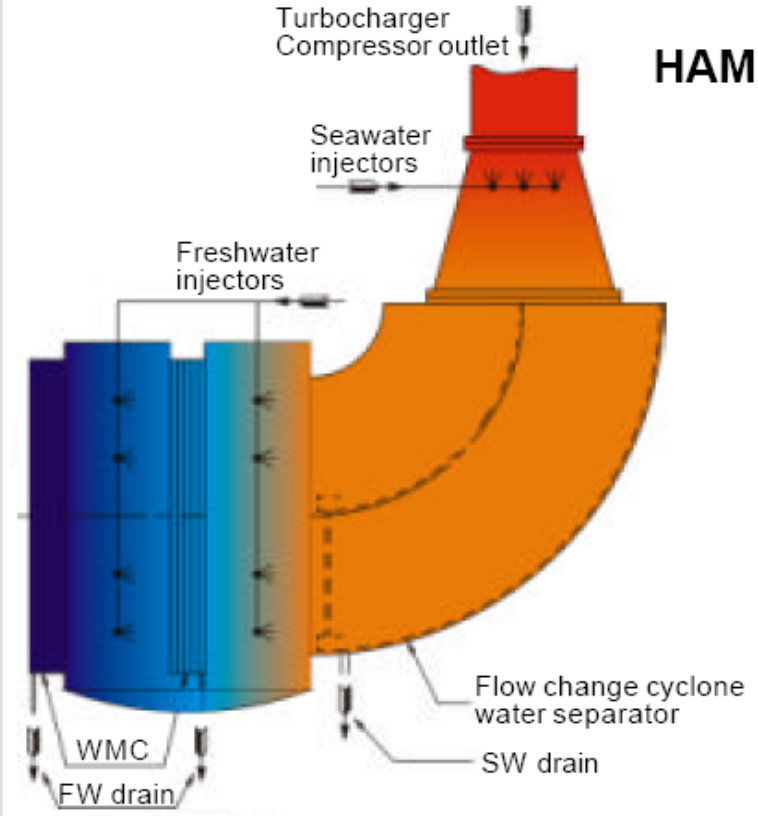
Ograniczenie emisji NO_x

Table 2 NO_X reduction methods

No.	Reduction method	Description	Reduction potential	Investment costs
1	Emulsification	The emulsification method is intended to control the NO_X emissions by means of adding water to the fuel oil.	20% – 25% with 20% - 25% water in the fuel /1/.	approximately 250.000NOK for engines less than 3MW
2	Fumigation (humidification)	The fumigation method is intended to control the NO_X emissions by means of adding water to the charge air.	Indicated to be above 70% /1/.	Unknown
3	Direct injection	The direct injection method is intended to control the NO_X emissions by means of direct injection of water or other liquid directly into the engine cylinders.	50% – 60% /1/	75 – 220 NOK/kW
4	Selective catalytic reduction (SCR)	The SCR method is intended to control the NO_X emissions by means of a selective catalytic reduction unit.	85% to 90% /1/	>1000kW, 300-500NOK/kW <1000kW, 500-1500NOK/kW running expenses excluded
5	Selective none catalytic reduction (SNCR)	The SNCR method is intended to control the NO_X emissions by means of catalytic reduction without presence of a catalyst.	Above 95% /1/	In the same range as a SCR unit
6	Engine tuning and injection retard	The engine tuning and injection retard method is intended to control the NO_X emissions by means of: • Reducing the charge air temperature • Retarding the start of the oil fuel injection	10% – 30% /1/	Low cost alternative
7	Exhaust gas re-circulation (EGR)	The EGR method is intended to control the NO_X emissions by means of re-circulation of cooled and filtered exhaust gas to the charge air.	Not known	Not known

Humid Air Motor system

Principle Design of HAM system (Humid Air Motor)



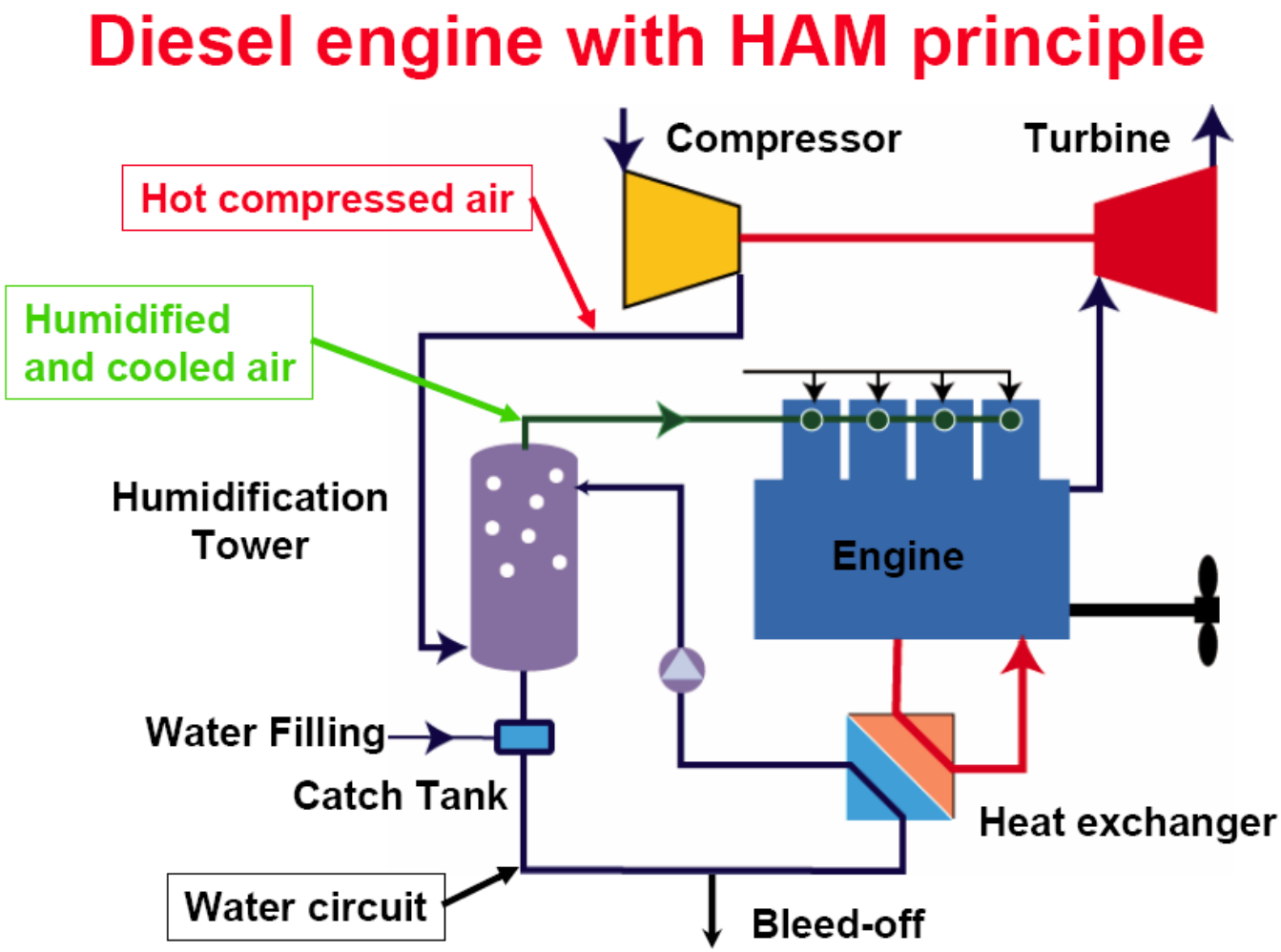
HAM influence on NO_x formation

Humidfication of scavenge air increases heat capacity and lower the O_2 content

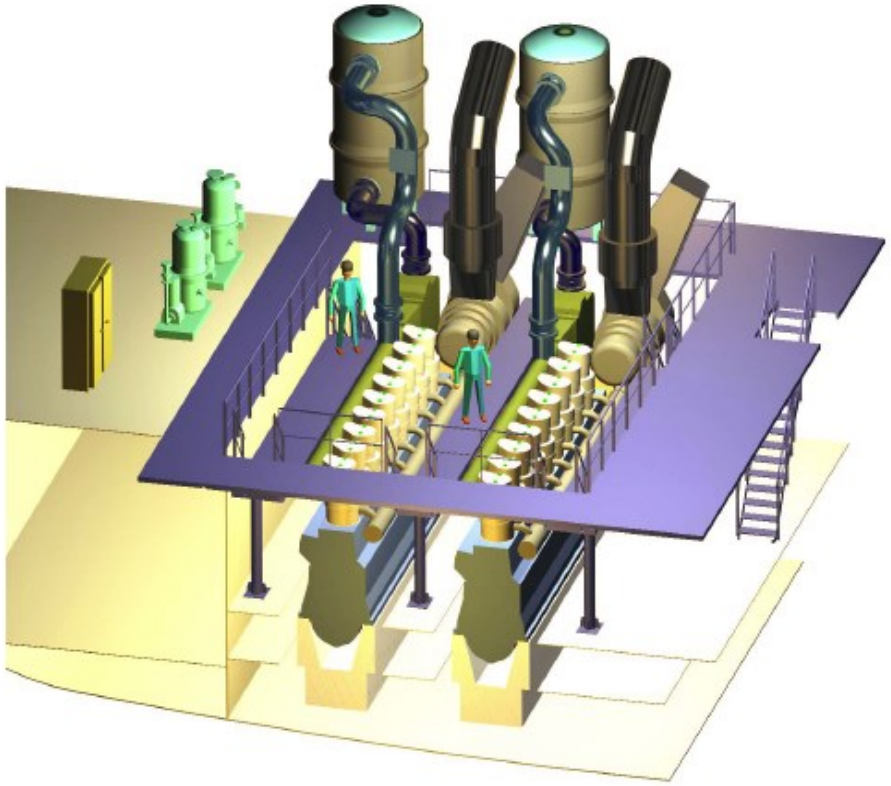
High heat capacity and low O_2 in scavenge air give low combustion temperatures

Low combustion temperatures give low NO_x

Humid Air Motor system



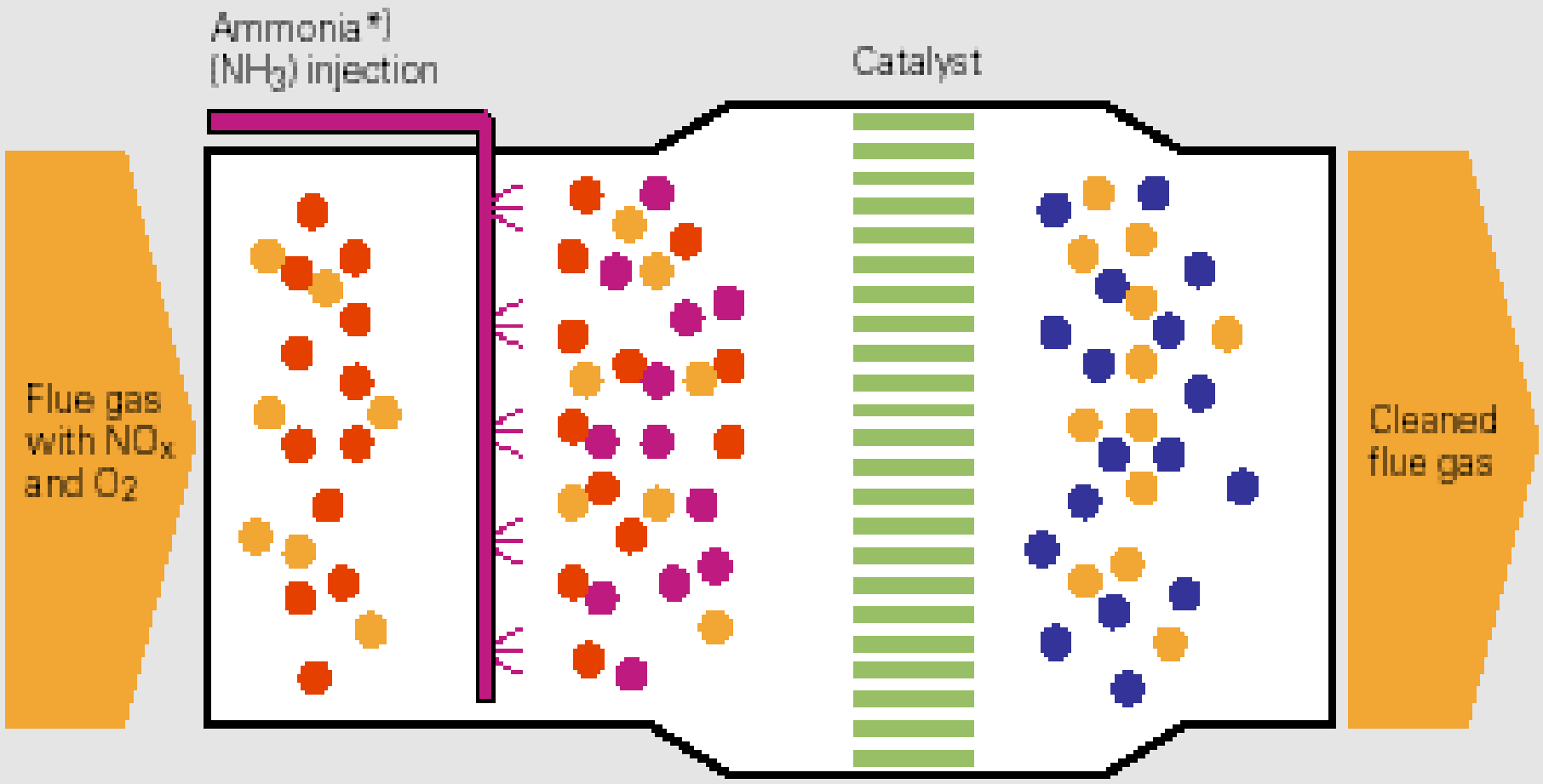
H.A.M. system Arrangement for Engine Room



SCR

Polega na wbudowaniu w układ odlotowy silnika urządzenia filtrującego spaliny drogą katalitycznej redukcji chemicznej. W urządzeniu następuje zamiana tlenków azotu na parę wodną i azot. Proces redukcji przeprowadza się w temperaturze około 275 °C, w obecności katalizatora (metale szlachetne - Pt, Rh, Pd, obecnie tlenki V_2O_5, TiO_2, MoO_3) wykonanego najczęściej w formie „plastra miodu”. Możliwa jest redukcję NO_X o 90 lub więcej procent. Wadą tej metody jest stosowanie amoniaku (mocznika) jako reduktora (ilość amoniaku jest ściśle uzależniona od aktualnej zawartości NO_X w spalinach), wymagany wąski zakres temperatury spalin doprowadzanych do reaktora (powoduje to mniejszą skuteczność metody przy niskich obciążeniach silnika) oraz stosunkowo wysokie koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

Selective Catalytic Reduction (SCR) Process



*) Ammonia source can be:
Ammonia in gaseous form or as aqueous solution; Urea as granules or as aqueous solution

SCR System

1 SCR reactor

2 Turbocharger bypass

3 Temperature sensor after SCR

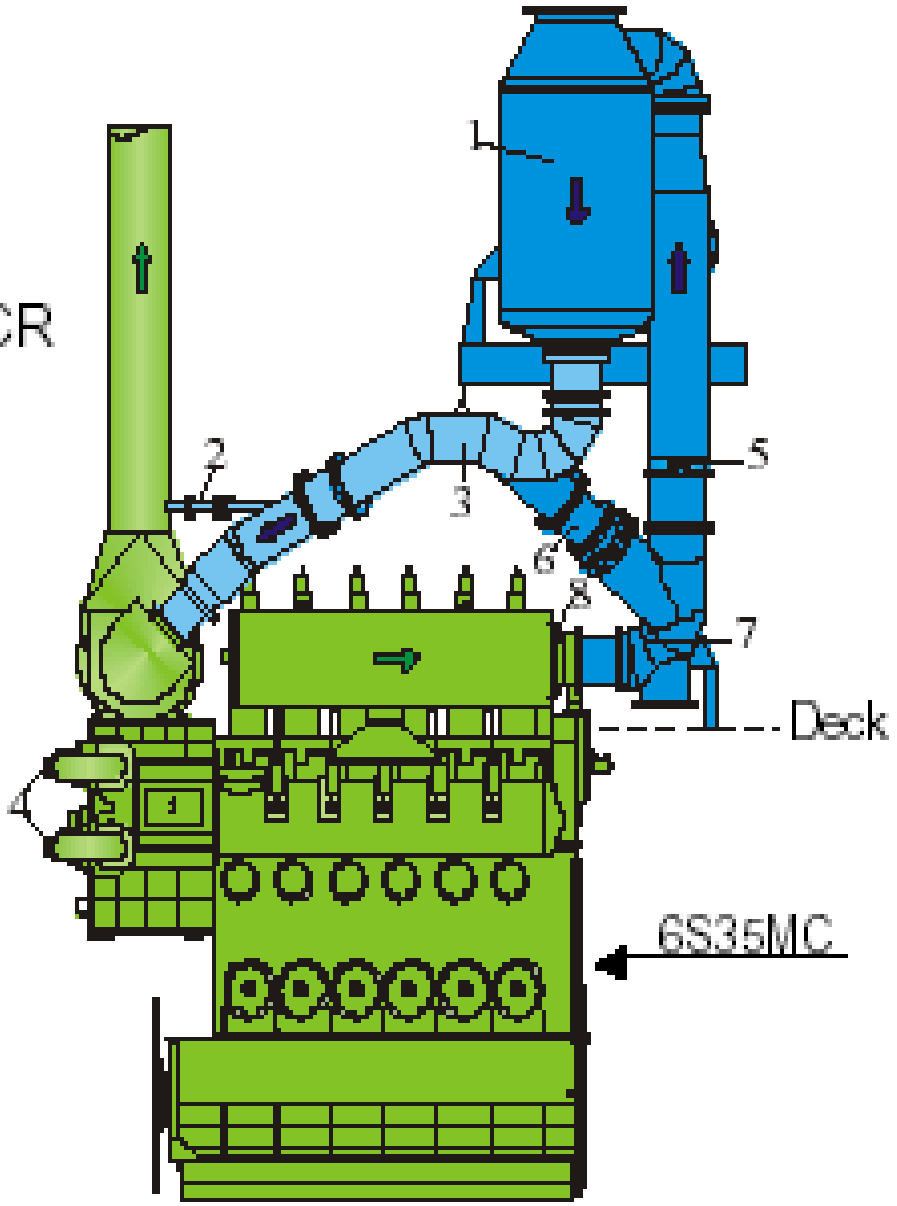
4 Large motors for auxiliary blowers

5 Urea injector

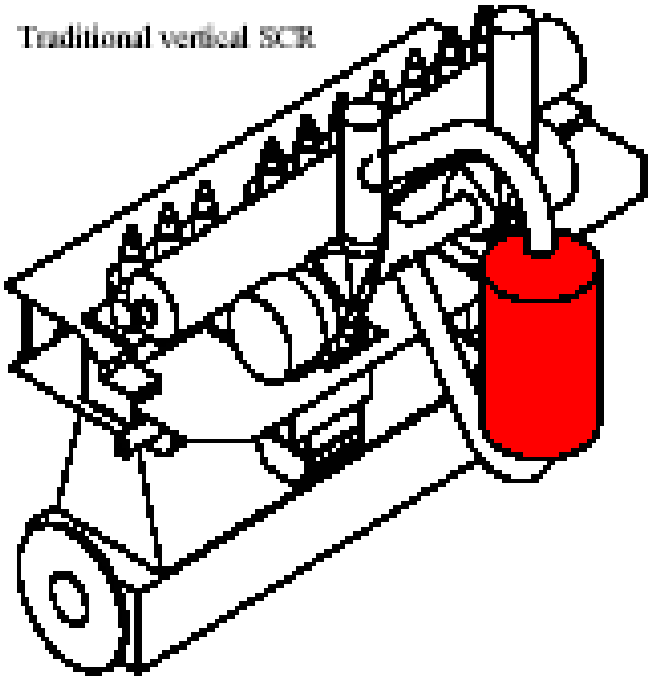
6 SCR bypass

7 Temperature sensor before SCR

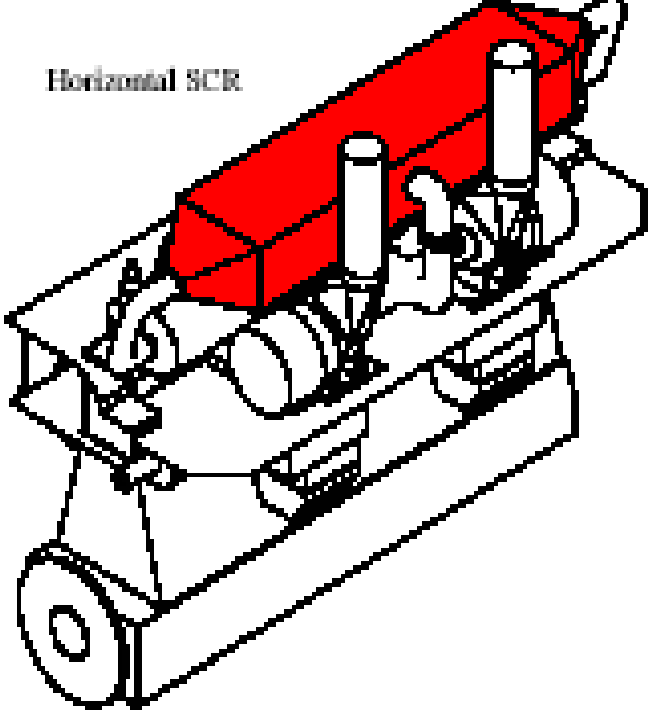
8 Additional flange in exhaust gas receiver



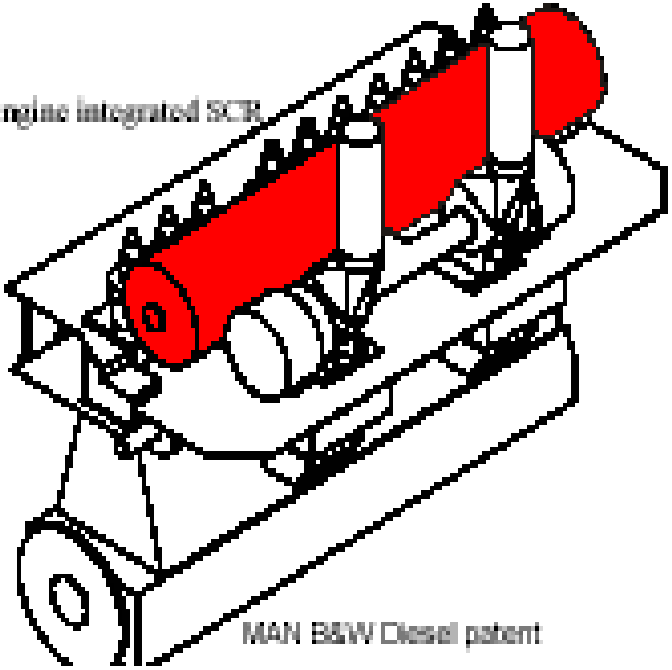
Traditional vertical SCR



Horizontal SCR

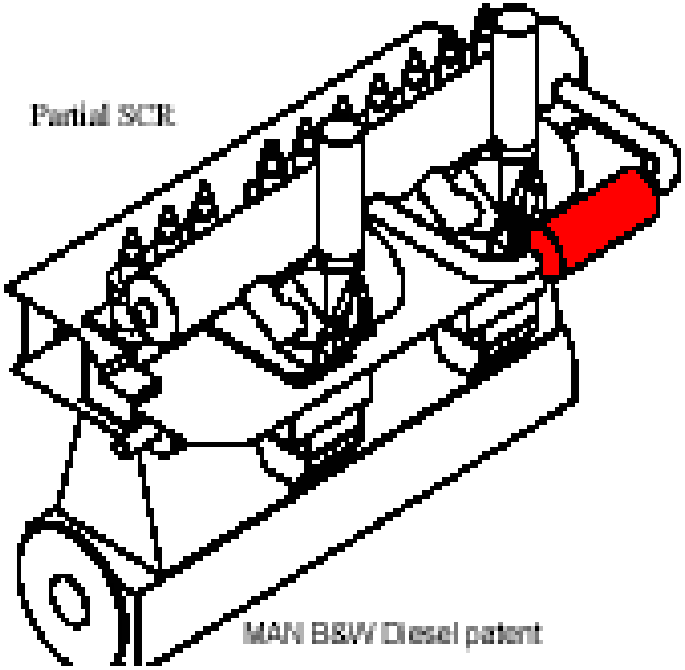


Engine integrated SCR



MAN B&W Diesel patent

Partial SCR



MAN B&W Diesel patent

Maritime Working Group Meeting

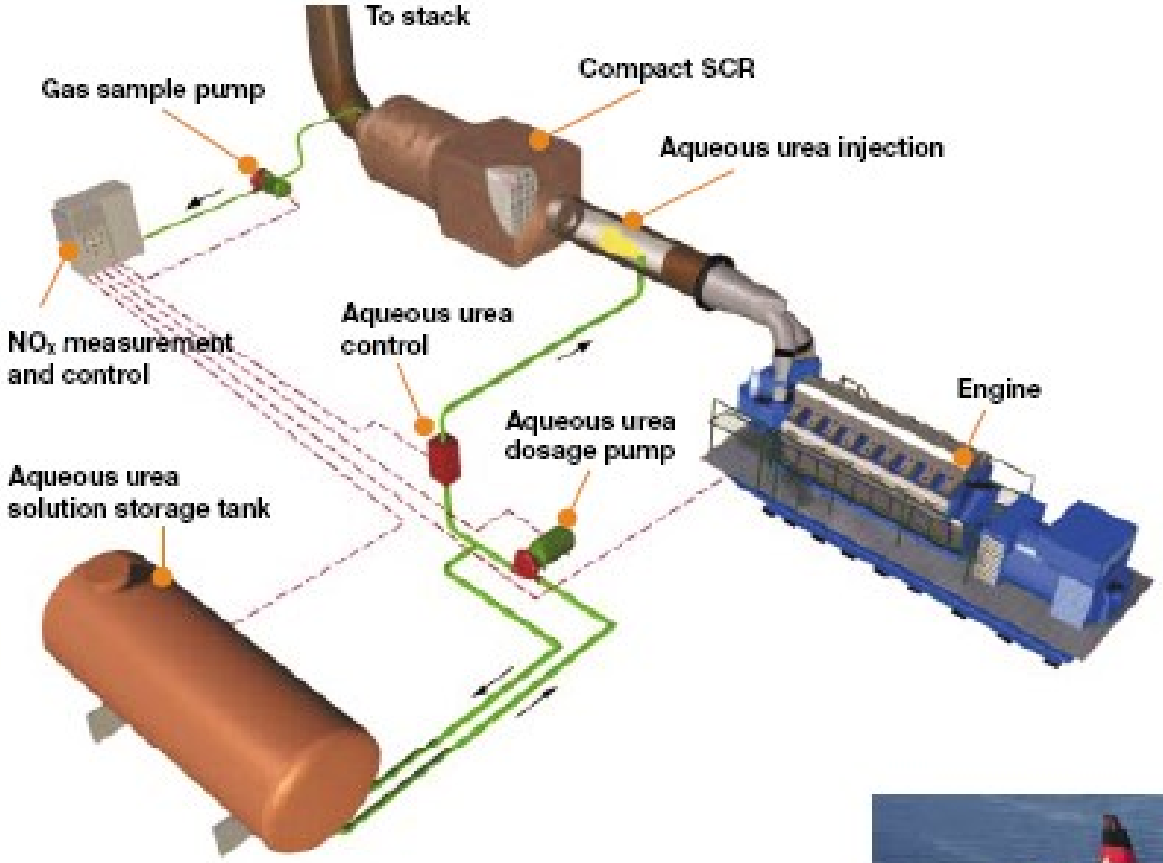
July 26th, 2002 Oakland, CA

Exhaust gas flow:	31,830 lbs/h
temperature:	806°F
NOx -reduction:	< 1.5 g/bhp-hr
urea consumption:	10 gal/h
catalysts:	SW 35
back pressure:	3.0 in W.C.
fuel:	Diesel / MDO

(all given data are typical per line)



Compact SCR concept for medium-speed engine installations



The Gabriella is equipped with one SCR unit that reduces NO_x emissions from one of the three Wartsila Vasa 6R32 auxiliary engines.



SINOx SCR Figures Marine

Performance	NOx Reduction	90 - 99 % at MCR
	HC/CO Reduction	80 - 90 % at MCR
	Soot Reduction	30 - 40 % at MCR
	Noise Reduction	30 - 35 dB(A)
Operation	Temperature Span	250 - 530 C
	Fuel	MDO/HFO
Installation	Weight	Silencer +30 - 60 %
	Volume	Silencer +/- 20 %
Consumables	Urea Solution (40%)	15 - 20 l/h (per MW)
	Catalyst Life Span	10,000 - 40,000 h
Cost for SINOx	Investment Cost	40 - 70 USD/kW
	Operation Cost	3 - 4 USD/MWh
	NOx Cost	0.35 USD/kg NOx

POLITECHNIKA GDAŃSKA

WYDZIAŁ OCEANOTECHNIKI I OKRĘTOWNICTWA

KATEDRA SIŁOWNI OKRĘTOWYCH

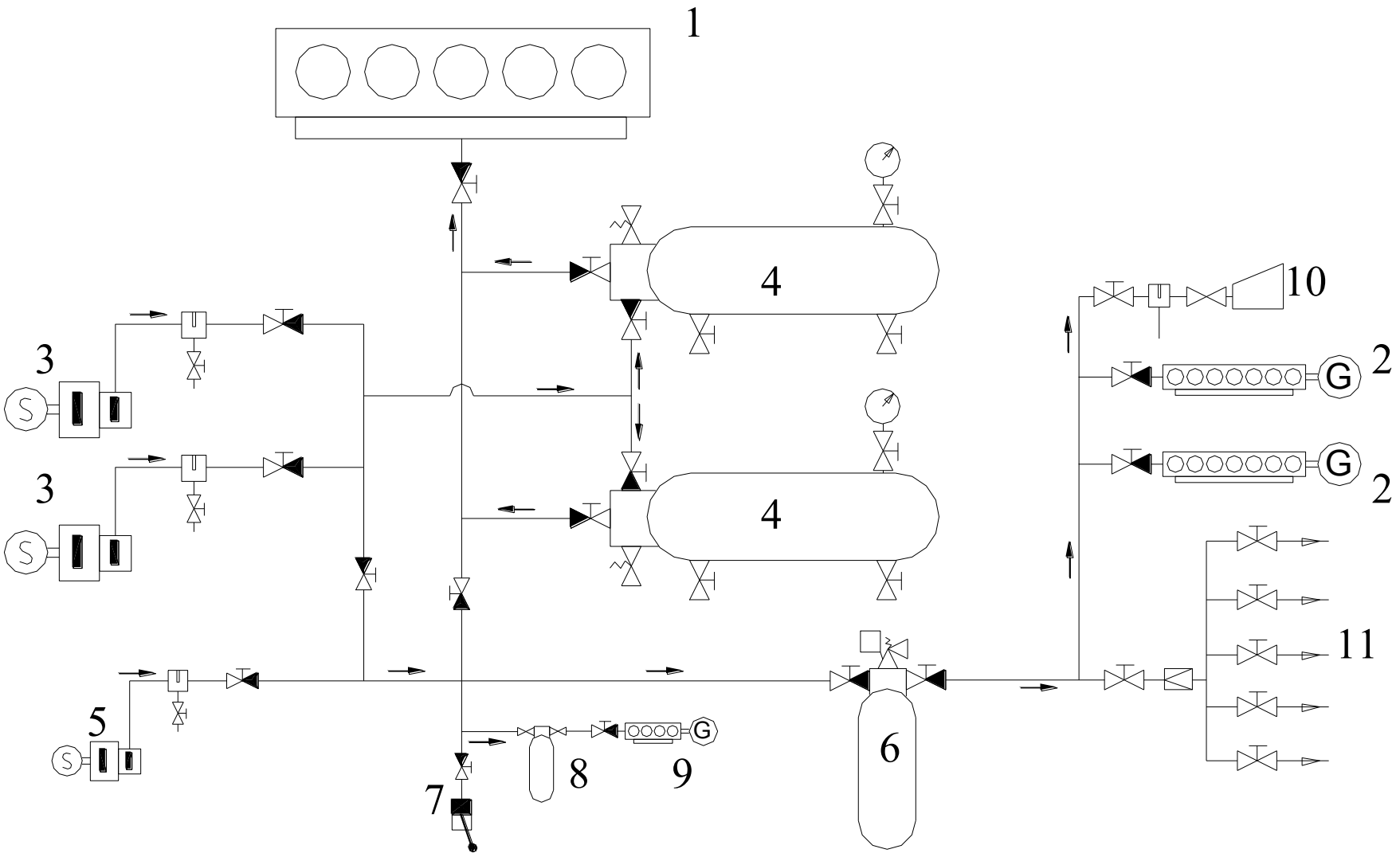
dr inż. Paweł Szymański

WYBRANE INSTALACJE STATKÓW TRANSPORTOWYCH

Zagadnienia

- Instalacje sprężonego powietrza
  - Zadania instalacji.
  - Zapotrzebowanie na sprężone powietrze.
  - Podstawowe elementy instalacji – ogólny opis.
  - Armatura i osprzęt.
- Parowe instalacje grzewcze
  - Zadania instalacji - zastosowanie pary na statkach z napędem spalinowym.
  - Ogólna budowa instalacji – opis podstawowych elementów

Sprężone powietrze stosowane jest na statku przede wszystkim do rozruchu spalinowych silników tłokowych głównych i pomocniczych, również do hamowania dużych silników. Poza tym używane jest do celów pomocniczych jak np. przedmuchiwanie (czyszczenie) filtrów, skrzyń kingstonowych, do wytwarzania i odnawiania poduszek powietrza w zbiornikach ciśnieniowych (hydrofory wody słodkiej i sanitarnej), zdmuchiwanie sadzy w kotłach pomocniczych, tyfon, układy automatyki i sterowania, na cele warsztatowe i gospodarcze - np. napęd narzędzi pneumatycznych.



1- silnik główny, 2- silniki pomocnicze niezależnych zespołów prądotwórczych, 3- sprężarki główne, 4- zbiorniki rozruchowe główne, 5- sprężarka pomocnicza , 6- zbiornik rozruchowy silników pomocniczych, 7- sprężarka awaryjna, 8- zbiornik rozruchowy zespołu awaryjnego, 9- zespół awaryjny, 10- tyfon, 11- sprężone powietrze o zredukowanym ciśnieniu na cele pomocnicze

Do sprężania powietrza stosowane są sprężarki tłokowe z chłodnicą międzystopniową i chłodnicą końcową. Ponieważ powietrze zostaje zanieczyszczone olejem (smarowanie cylindrów sprężarki) oraz jest schładzane, na odlocie instaluje się separator wody i oleju. Na rurociągu za sprężarką instaluje się zawór zaporowo-zwrotny oraz zawór bezpieczeństwa. Musi być również zainstalowany zawór odciążający i zawór odwadniający (w najniższym punkcie instalacji). Powietrze jest przechowywane w zbiornikach (butlach).

Zbiorniki główne sprężonego powietrza

Zadaniem tych zbiorników jest magazynowanie odpowiedniej ilości sprężonego powietrza, przede wszystkim przeznaczonego do rozruchów silnika głównego. Objętość zbiorników rozruchowych określa się na podstawie przepisów towarzystw klasyfikacyjnych, ustalających minimalną liczbę rozruchów, jaką można wykonać bez uzupełniania w nich powietrza.

Obliczenia i dobór zbiorników głównych sprężonego powietrza

16.1.2 Zapas sprężonego powietrza do rozruchu silników głównych i działania ich układów sterowania powinien być przechowywany w co najmniej dwóch zbiornikach lub grupach zbiorników, zainstalowanych tak, aby mogły być użytkowane niezależnie. W każdym z tych dwóch zbiorników lub w każdej ich grupie powinien być przechowywany zapas powietrza rozruchowego nie mniejszy niż połowa zapasu wymaganego odpowiednio w 16.1.3 i 16.1.4.

16.1.3 Zapas sprężonego powietrza we wszystkich zbiornikach przeznaczony do rozruchu i nawrotu silników głównych powinien zapewniać wykonanie co najmniej 12 rozruchów, na przemian naprzód i wstecz, każdego silnika przygotowanego do ruchu.

16.1.4 Zapas sprężonego powietrza do rozruchu głównych silników nienawrotnych, napędzających śruby o skoku nastawnym lub połączonych z innymi mechanizmami, umożliwiającymi rozruch silników bez obciążenia, powinien zapewniać wykonanie przez silnik przygotowany do ruchu co najmniej:

- 6 rozruchów w instalacji z jednym silnikiem,
- 3 rozruchy każdego silnika w instalacji z dwoma i więcej silnikami.

Obliczenia i dobór zbiorników głównych sprężonego powietrza

Pt.4 Ch.6 Sec.5 I

Table I1 Capacity for number of starts	
Duty of engines	*Number of starts*
Propulsion engines, reversible	12 starts
Propulsion engines, non-reversible	6 starts
Engines for driving electric generators and emergency generators, and engines for other purposes	3 starts each

Pt.4 Ch.6 Sec.5 I

304 For multi-engine propulsion plants the capacity of the starting air receivers shall be sufficient for 3 starts per engine. However, the total capacity shall not be less than 12 starts and need not exceed 18 starts.

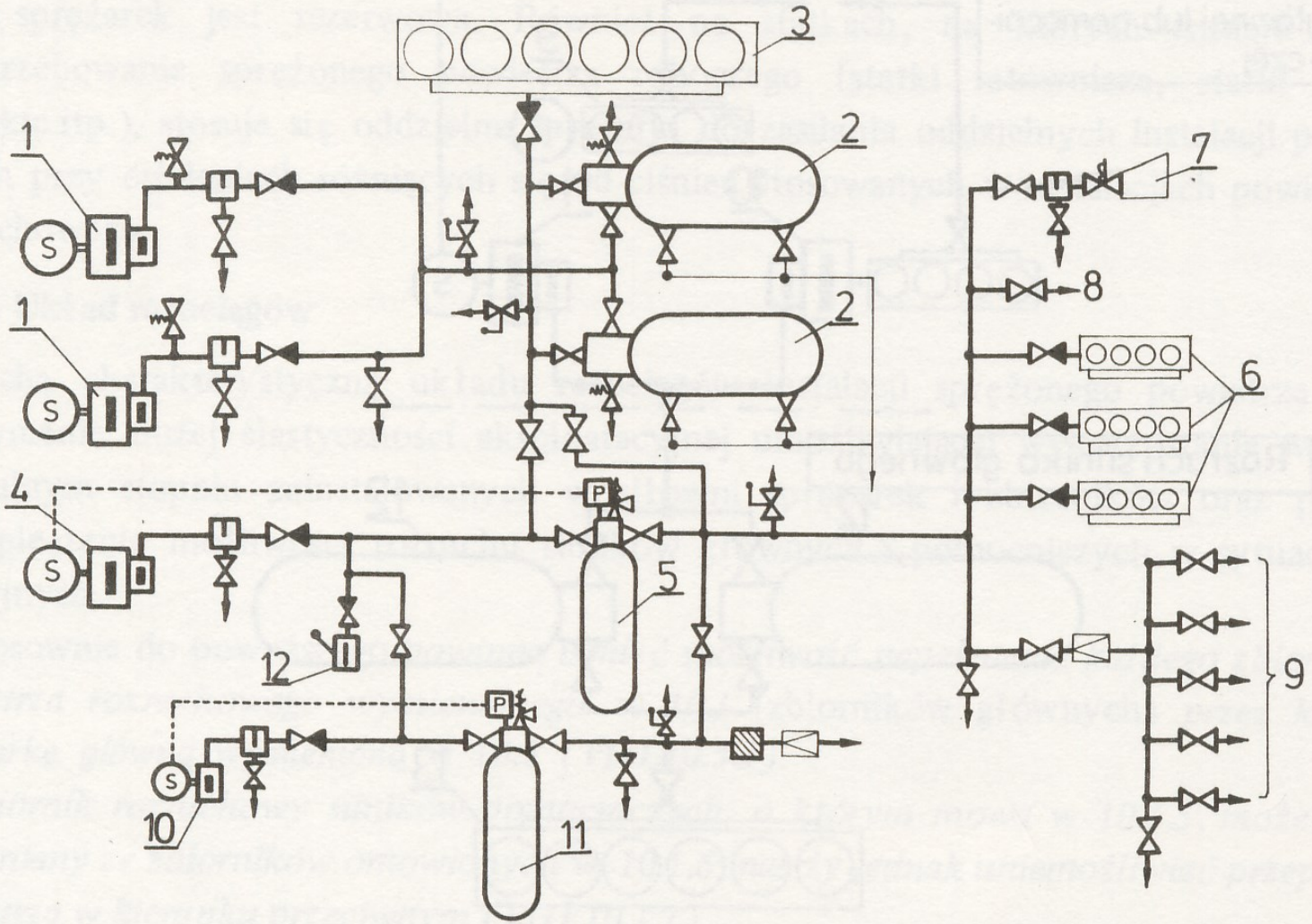
Zbiorniki sprężonego powietrza silników pomocniczych

16.1.5 Do rozruchu silników pomocniczych należy przewidzieć oddzielny zbiornik sprężonego powietrza, o pojemności wystarczającej do wykonania 6 rozruchów największego z silników przygotowanych do ruchu. Dodatkowo należy:

- przewidzieć możliwość uruchamiania silników pomocniczych z jednego ze zbiorników rozruchowych silników głównych,
  lub
- wymaganą ilość sprężonego powietrza pomieścić w dwóch zbiornikach o pojemności każdego wystarczającej dla 3 rozruchów.

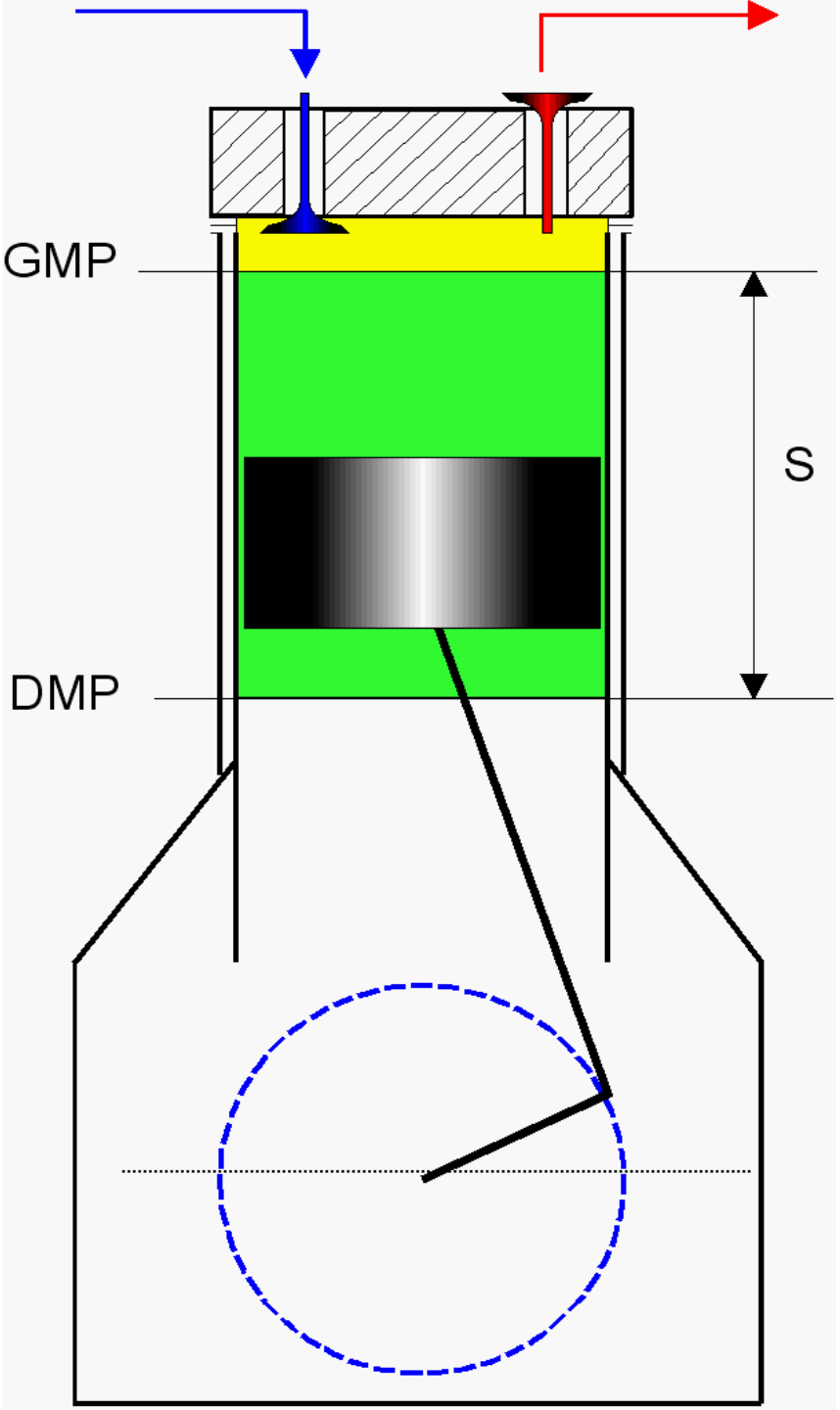
PRS może zrezygnować z wymagania instalowania oddzielnego zbiornika do rozruchu silników pomocniczych, jeżeli będzie spełnione wymaganie 16.1.6.

16.1.7 Zbiornik rozruchowy silników pomocniczych, o którym mowa w 16.1.5, może być dopełniany ze zbiorników omówionych w 16.1.6, należy jednak uniemożliwić przepływ powietrza w przeciwnym kierunku.

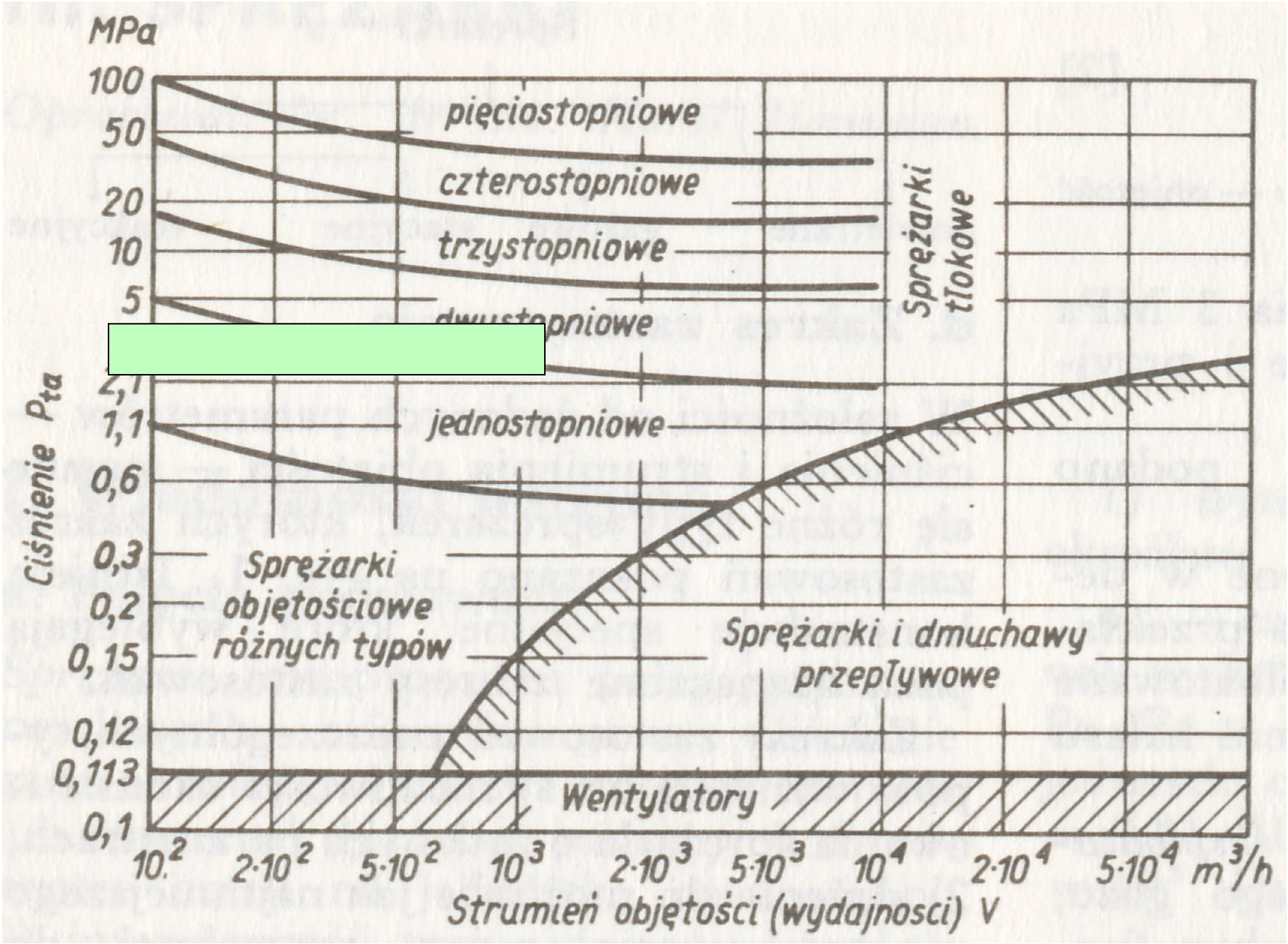


Rys. 5.12. Schemat rurociągów sprężonego powietrza 1 – sprężarki główne; 2 – zbiorniki główne; 3 – silnik główny; 4. sprężarka z rozruchem automatycznym; 5 – zbiornik pomocniczy; 6 – zespoły prądotwórcze; 7 – tyfon; 8 – do instalacji CO_2; 9 – cele pomocnicze; 10 – sprężarka układu automatyki; 11 – zbiornik układu automatyki pneumatycznej; 12 – sprężarka ręczna.

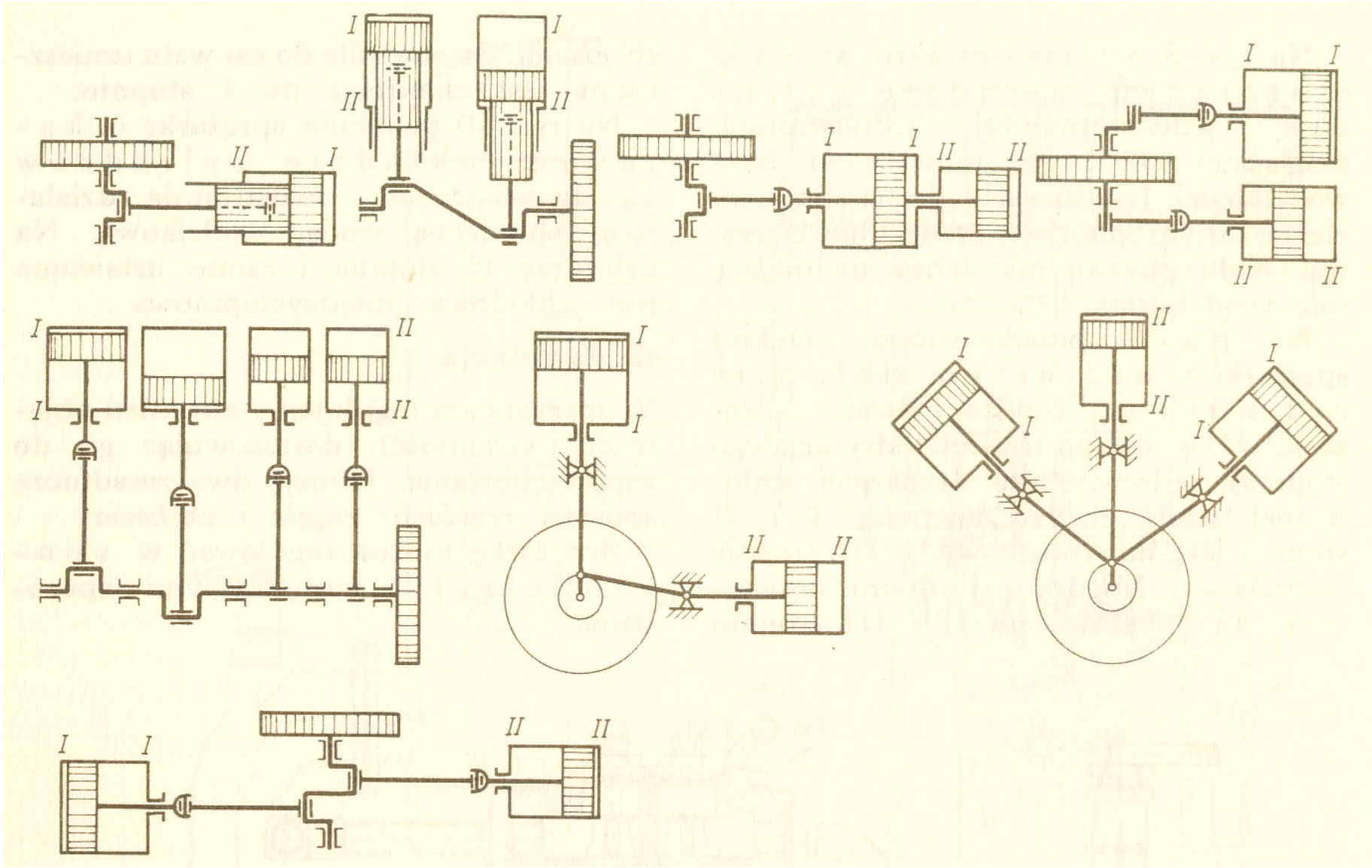
Sprężarka tłokowa



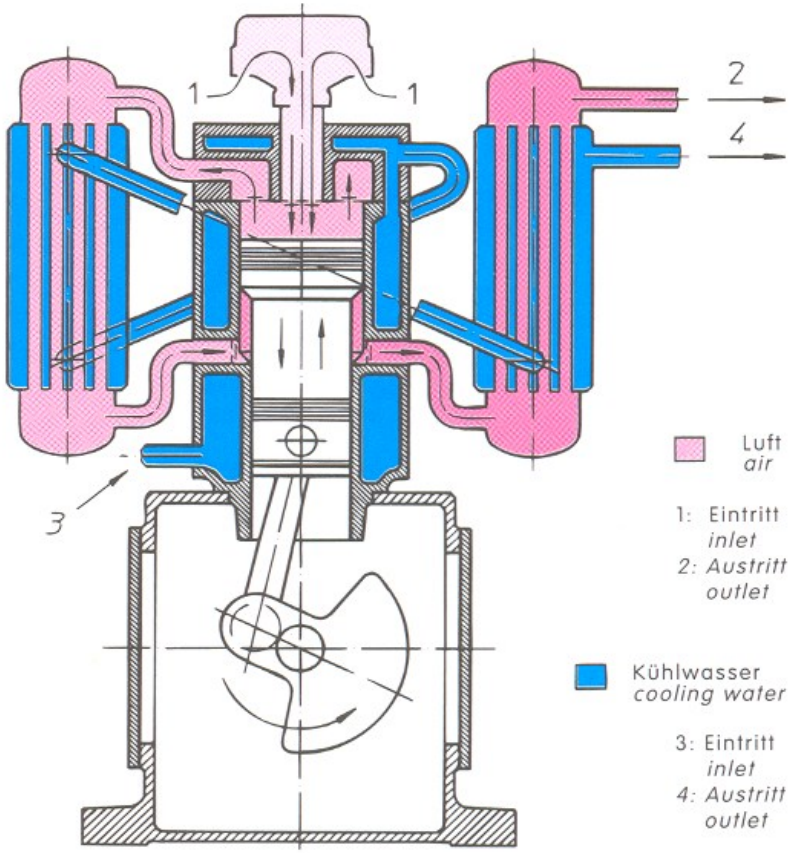
Sprężarki

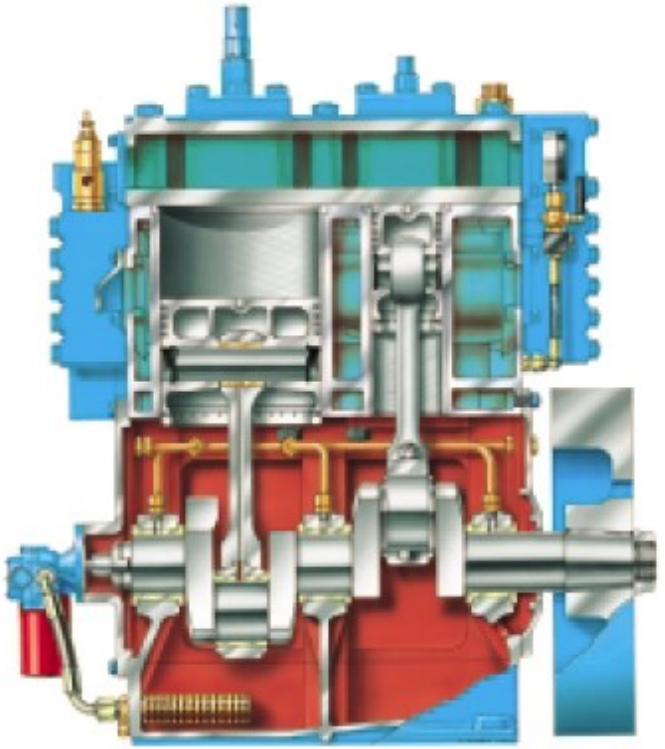

MPa
100
50
20
10
5
2,1
1,1
0,6
0,3
0,2
0,15
0,12
0,113
0,1
Ciśnienie Pta
pięciostopniowe
czterostopniowe
trzystopniowe
dwustopniowe
jednostopniowe
Sprężarki tłokowe
Sprężarki objętościowe różnych typów
Sprężarki i dmuchawy przepływowe
Wentylatory
10^2
2·10^2
5·10^2
10^3
2·10^3
5·10^3
10^4
2·10^4
5·10^4
m^3/h
Strumień objętości (wydajnosci) V

Sprężarki dwustopniowe

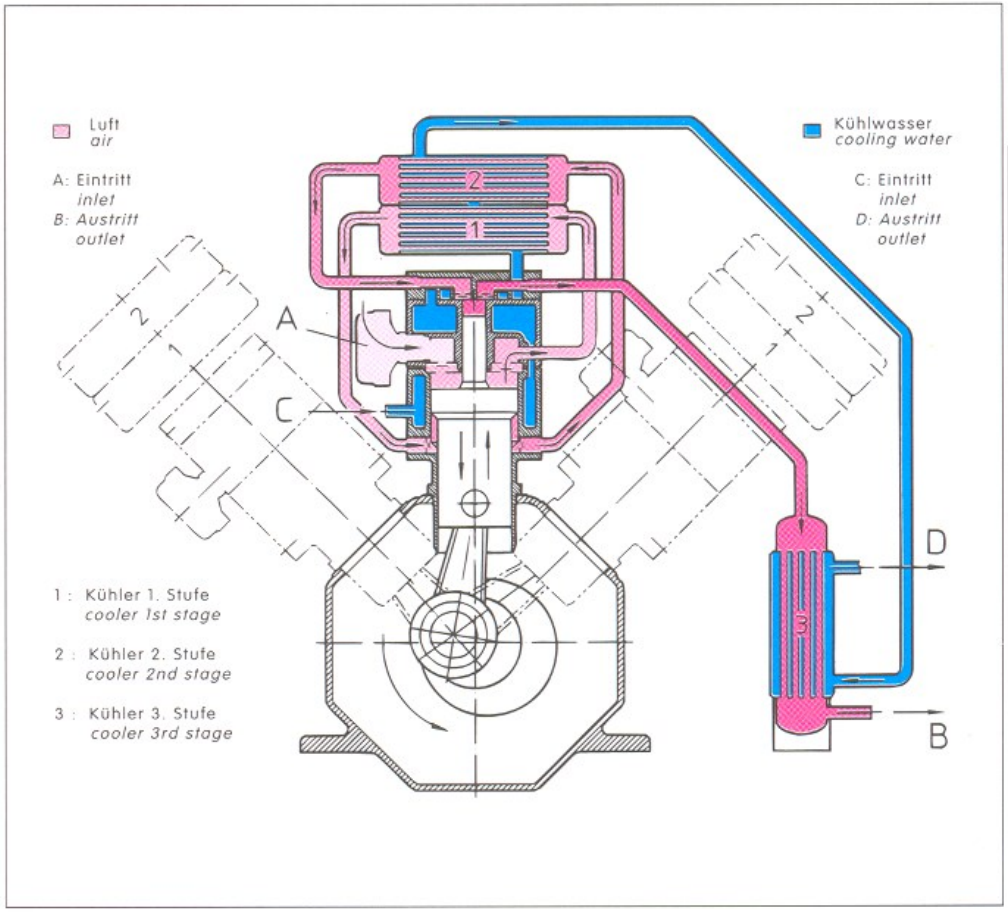


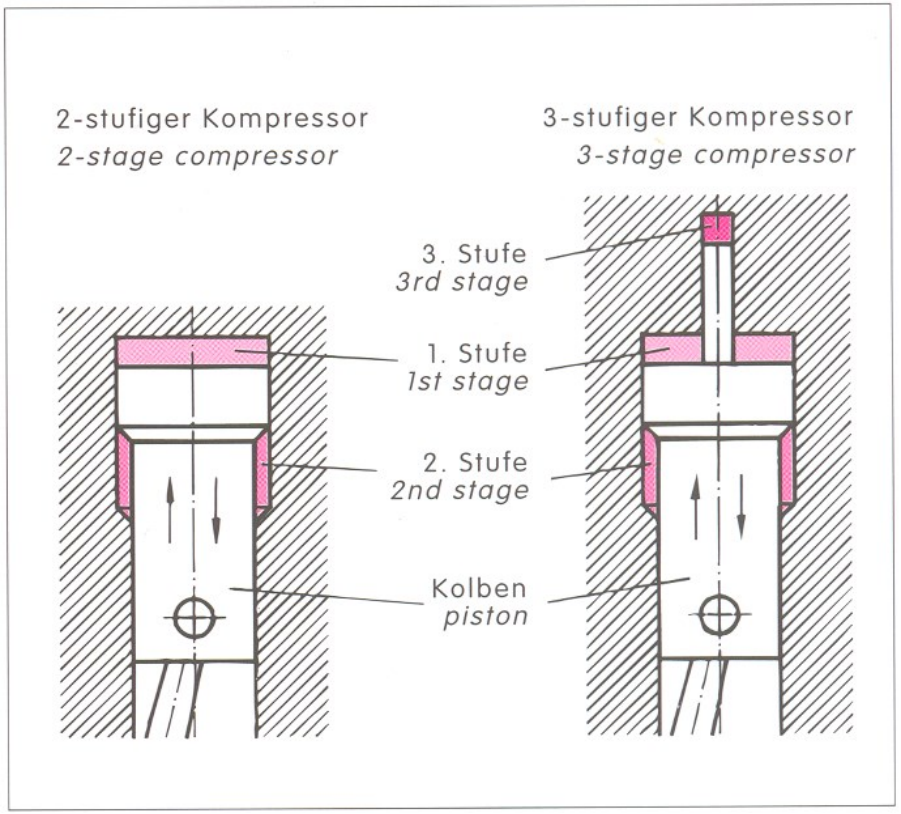
Sprężarki


1
1
2
4
3
Luft
air
1: Eintritt
inlet
2: Austritt
outlet
Kühlwasser
cooling water
3: Eintritt
inlet
4: Austritt
outlet



Sprężarki


Luft
air
A: Eintritt
inlet
B: Austritt
outlet
Kühlwasser
cooling water
C: Eintritt
inlet
D: Austritt
outlet
A
C
D
B
1 : Kühler 1. Stufe
cooler 1st stage
2 : Kühler 2. Stufe
cooler 2nd stage
3 : Kühler 3. Stufe
cooler 3rd stage


2-stufiger Kompressor
2-stage compressor
3-stufiger Kompressor
3-stage compressor
3. Stufe
3rd stage
1. Stufe
1st stage
2. Stufe
2nd stage
Kolben
piston

Sprężarki

H. Cegielski **Sprężarki typu SF i SFV**



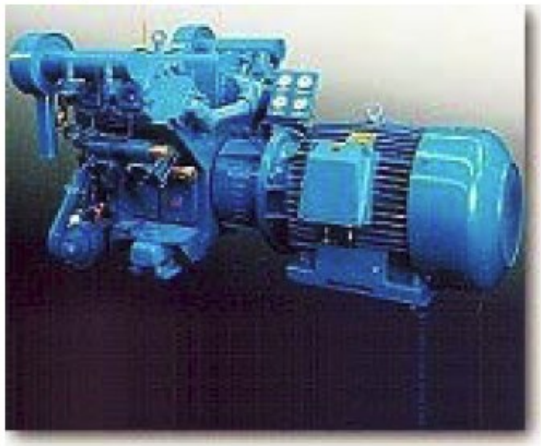
Sprężarka SF2-125

Q=108-180 m^3/h



Sprężarka SF3-125

Q=162-270 m^3/h



Sprężarka SFV4-125

Q=216-360 m^3/h

Sprężarki chłodzone wodą typu SF i SFV są maszynami tłokowymi, o dwóch stopniach sprężania, z tłokami różnicowymi, z koncentrycznymi zaworami samoczynnymi. Budowane są w wersji rzędowej jedno-, dwu- i trzycylindrowej oraz w wersji widlastej cztero- i sześciocylindrowej przy różnych wariantach prędkości obrotowej w granicach od 750 do 1500 obrotów na minutę. Pozwala to w szerokim zakresie spełniać oczekiwania klientów odnośnie wymaganej wydajności i ciśnienia (zakres wydajności od 45 do 720 m3/h, zakres ciśnień od 5 do 40 barów).

Sprężarki

Typ	Obroty [obr/min]	Wydajność [m^3/h] przy ciśnieniu p [bar]			Moc na wale [kW] przy ciśnieniu p [bar]			Zasilanie [V/Hz]	Masa zespołu kg
		p=10	p=30	p=40	p=10	p=30	p=40		
SF1-125	750	52	47	45	7,0	9,0	10,0	3x380/50	750
	900	62	56	54	8,0	10,5	12,0	3x440/60	750
	1000	72	65	60	9,5	12,5	14,0	3x380/50	750
	1200	85	76	72	12,0	15,0	16,5	3x440/60	750
	1500	106	95	90	15,5	18,5	20,5	3x380/50	750
SF2-125	900	127	114	108	16,5	22,0	24,5	3x440/60	1140
	1000	142	127	120	18,5	24,5	27,5	3x380/50	1140
	1200	170	152	144	23,5	29,5	32,5	3x440/60	1140
	1500	212	190	180	32,0	37,0	41,0	3x380/50	1140
SF3-125	900	190	170	162	24,0	33,0	36,5	3x440/60	1495
	1000	212	190	180	28,0	37,0	41,0	3x380/50	1495
	1200	252	226	216	34,0	43,0	47,5	3x440/60	1495
	1500	318	285	270	47,0	55,0	60,5	3x380/50	1495
SFV4-125	900	288	240	216	32,5	44,0	48,5	3x440/60	1600
	1000	319	266	240	36,0	49,0	54,0	3x380/50	1600
	1200	383	319	288	43,5	59,0	65,0	3x440/60	1600
	1500	480	400	360	58,5	74,0	87,0	3x380/50	1600
SFV6-125	900	390	360	-	49,0	66,0	-	3x440/60	2100
	1000	433	400	-	54,0	73,0	-	3x380/50	2100
	1200	520	480	-	65,5	88,5	-	3x440/60	2100
	1500	650	600	-	82,0	111,0	-	3x380/50	2100

Starting air *3)	at design pressure	bar	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30
Two bottles	capacity each	m^3	9.9	8.5	11.5	9.9	13.4	11.5	14.9	12.9	16.5	14.2	18.1	15.5	19.7	16.8
Two air compressors	capacity each	m^3/h	250	260	290	300	340	350	380	390	420	430	460	470	500	510

Sprężarki główne powietrza rozruchowego

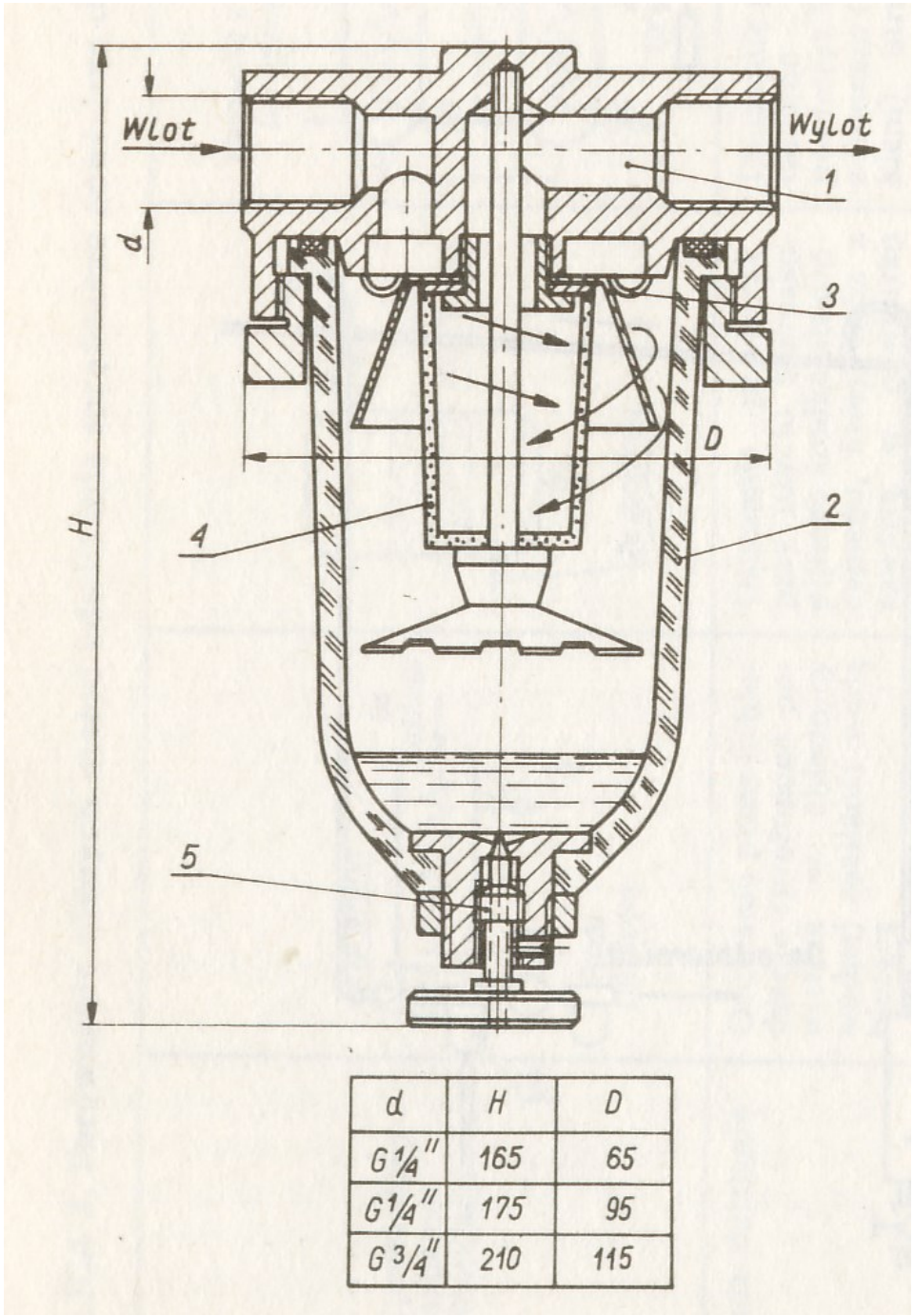
16.2.1 Liczba sprężarek głównych nie powinna być mniejsza od dwóch, przy czym jedna z nich może być sprężarką zawieszoną. Całkowita wydajność sprężarek głównych powinna być wystarczająca do napełnienia w ciągu 1 godziny zbiorników sprężonego powietrza silników głównych od ciśnienia atmosferycznego do ciśnienia niezbędnego do wykonania określonej w 16.1.3 lub 16.1.4 liczby rozruchów i nawrotów.

Wydajność poszczególnych sprężarek głównych powinna być jednakowa. Wydajność sprężarek z napędem niezależnym nie powinna być mniejsza niż 0,5 wydajności wymaganej dla wszystkich sprężarek głównych.

Pt.4 Ch.6 Sec.5 I

305 Two or more compressors shall be installed with a total capacity sufficient for charging the air receivers from atmospheric to full pressure in the course of one (1) hour.

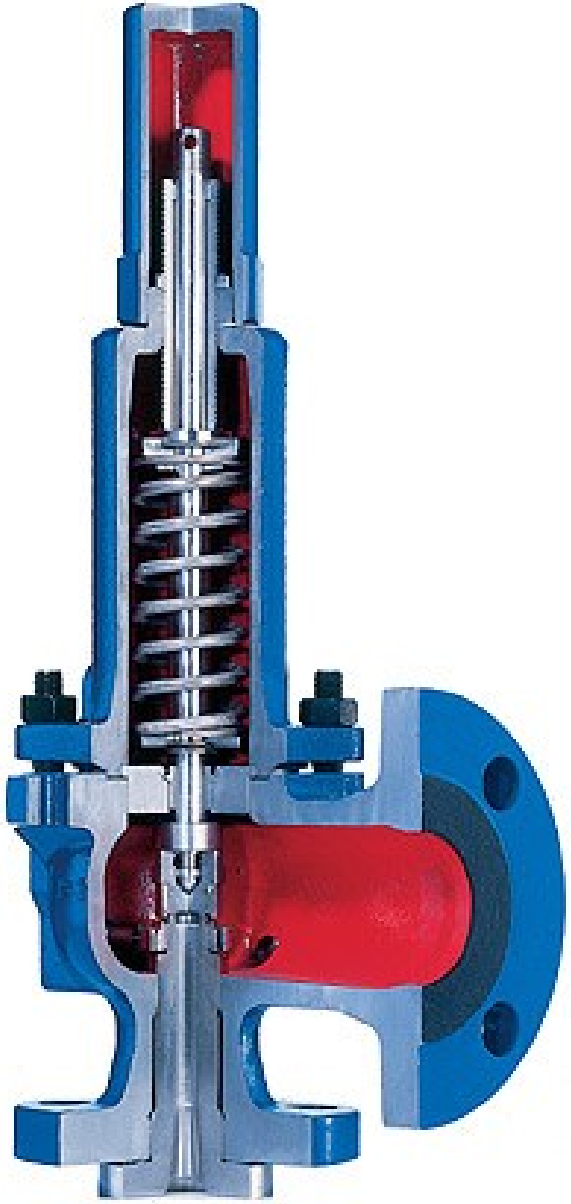
The capacity shall be approximately equally shared between the compressors. At least one of the compressors shall be independently driven.

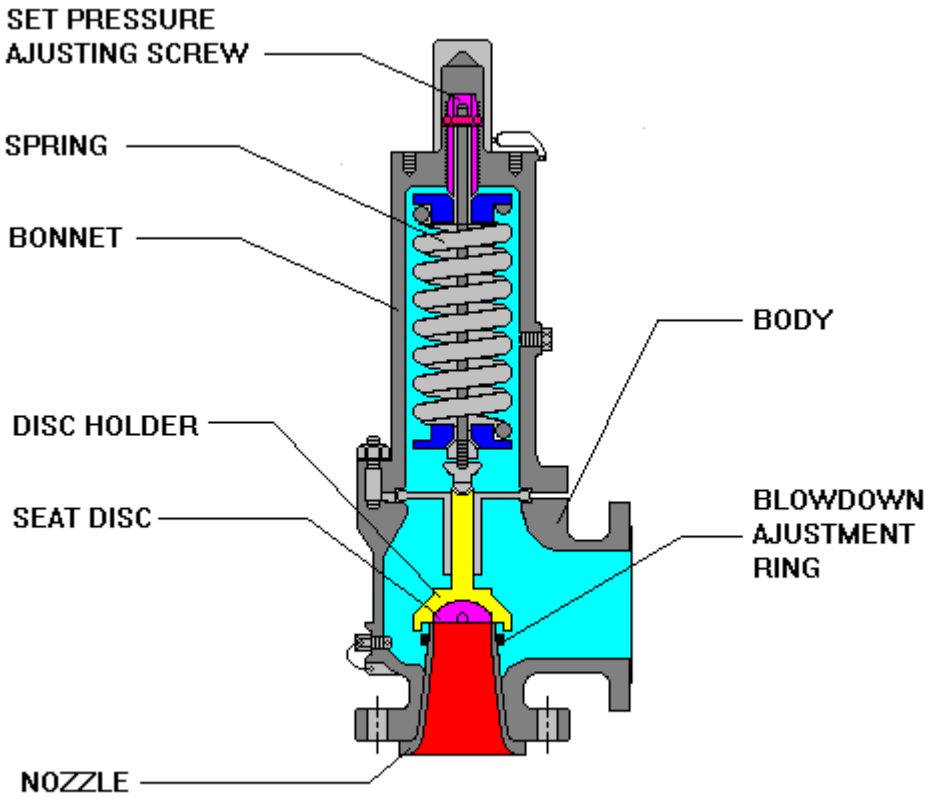


d	H	D
G 1/4"	165	65
G 1/4"	175	95
G 3/4"	210	115

Armatura i osprzęt

Armatura i osprzęt





Parowe instalacje grzewcze

Zapotrzebowanie energii cieplnej jest wypadkową szeregu czynników zarówno konstrukcyjnych jak i eksploatacyjnych. Potrzeby te uzależnione są od następujących czynników:

- typ i wielkość statku, rodzaj przewożonego ładunku,
- linia żeglugowa (strefa klimatyczna), pora roku i doby,
- typ i moc głównego silnika napędowego oraz rodzaj paliwa,
- rozpatrywany, charakterystyczny dla danego statku stan (stany) eksploatacji.

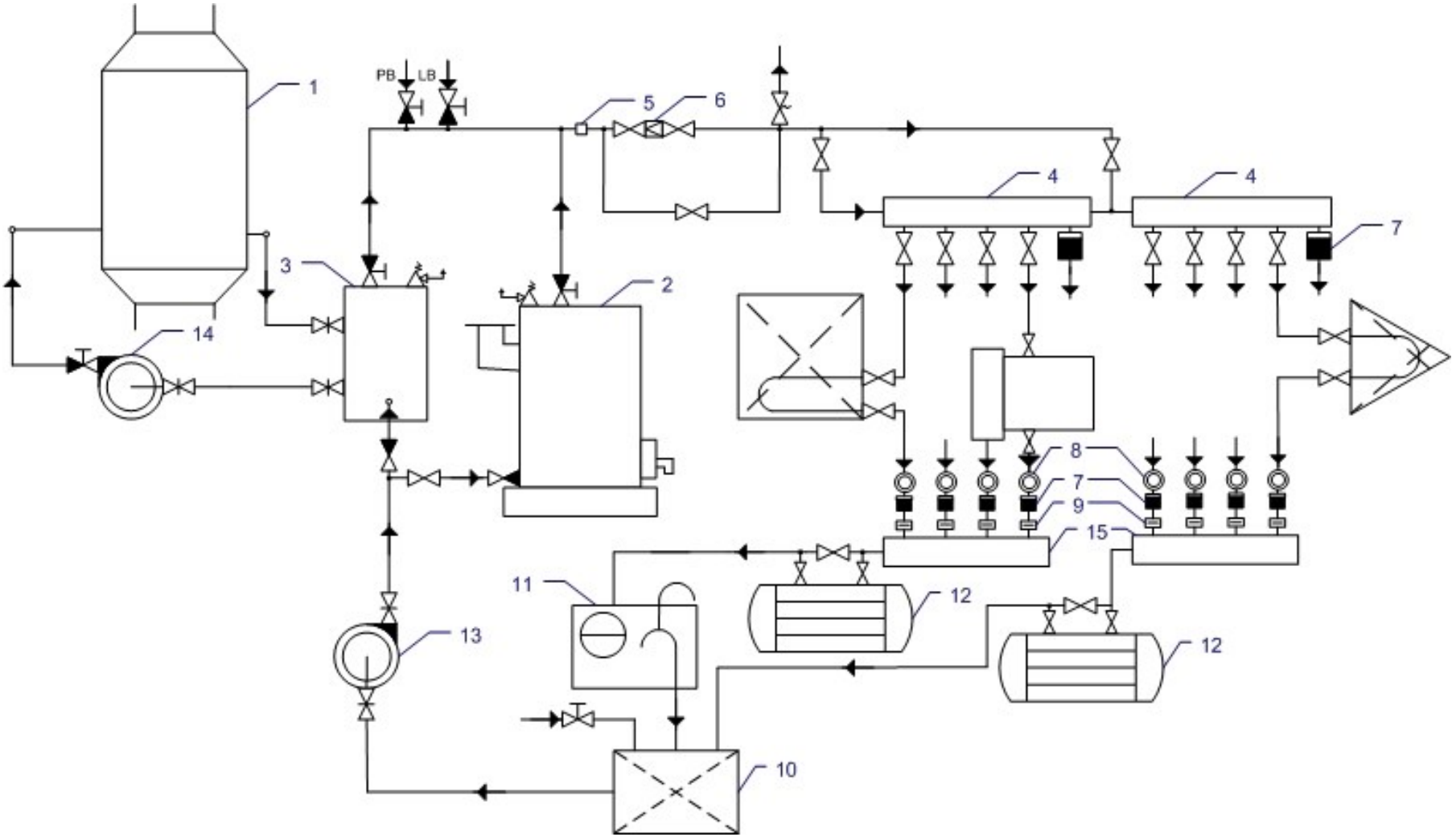
Energia cieplna stosowana jest do:

- podgrzewania paliwa ciężkiego (w zbiornikach zapasowych, osadowych, rozchodowych, podgrzewacz przed wirówkami i przed silnikiem, przewody paliwa ciężkiego),
- podgrzewania oleju smarowego przed wirowaniem,
- podgrzewania wody słodkiej dodawanej w procesie wirowania paliw i olejów smarowych,
- podgrzewania czynników roboczych przed uruchomieniem silników ze stanu „zimnego”,
- celów pomocniczych: przedmuch kingstonów, zdmuchiwacze sadzy
- ewentualnego zasilania wyparowników produkujących wodę słodką,
- ogrzewania pomieszczeń w siłowni i poza siłownią i zasilania instalacji klimatyzacyjnej,
- zaspokojenia potrzeb hotelowych (podgrzewanie wody sanitarnej),
- osuszania lub podgrzewania ładunku itp.

Do celów grzewczych stosowana jest para nasycona o ciśnieniach 0.4÷0.8 MPa. Odpowiadające tym ciśnieniom temperatury nasycenia wynoszą odpowiednio 144 ÷170 ^{o}C. Wyjątkowo na zbiornikowcach ciśnienia pary grzewczej dochodzą do 1.2 MPa (temperatura nasycenia 188°C). Powodem wyboru wyższych ciśnień są między innymi:

- duże spadki ciśnienia pary w długich rurociągach,
- możliwość zmniejszenia średnic rurociągów doprowadzających parę,
- zmniejszenie powierzchni wymiany ciepła wynikające z większej różnicy temperatury.

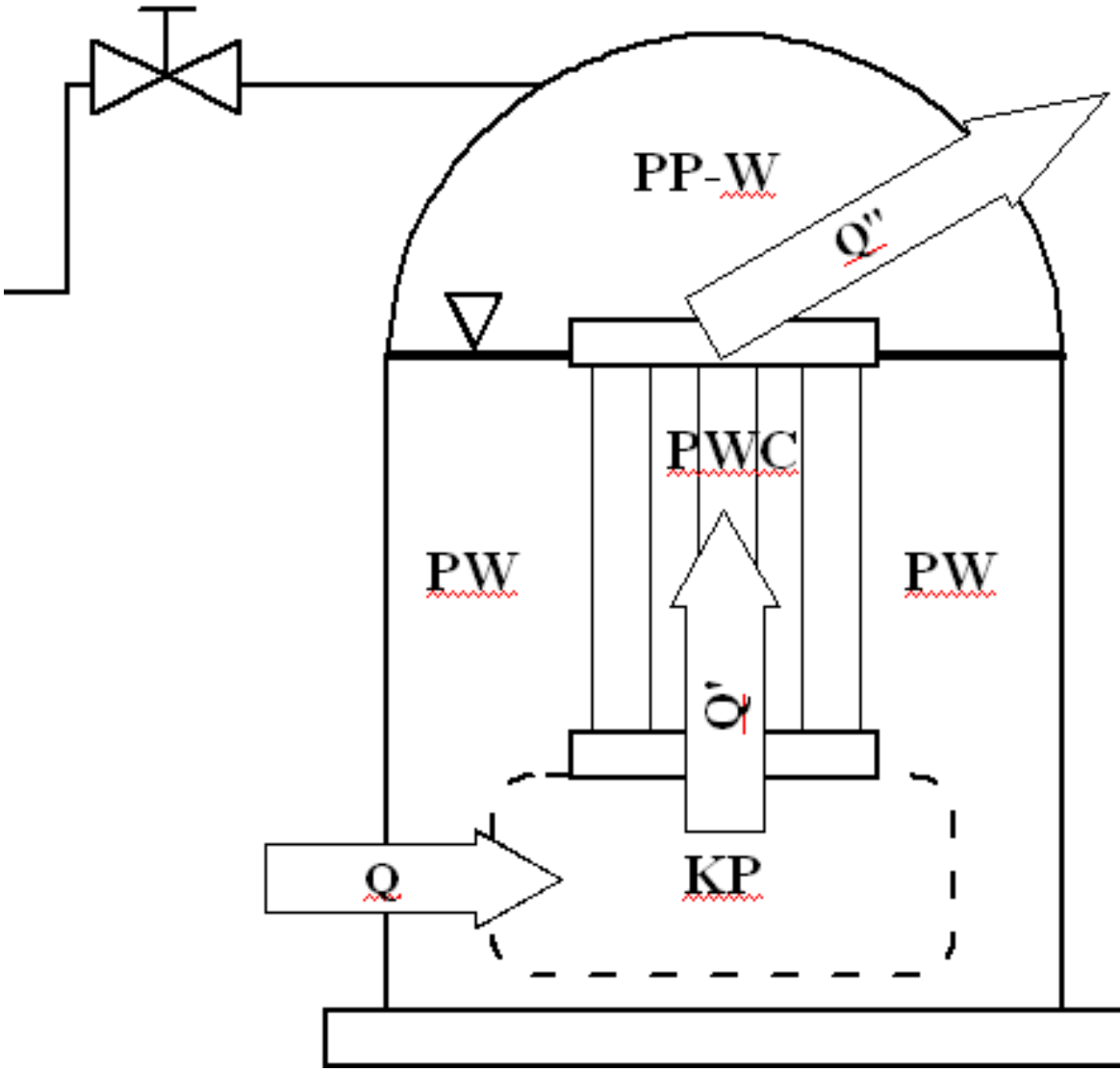
Schemat ideowy instalacji parowej grzewczej.



1-kociol utylizacyjny; 2-kocioł opalany paliwem płynnym; 3-zbiornik pary i wody kotła utylizacyjnego; 4-kolektor pary dolotowej; 5- odwadniacz; 6- zawór redukcyjny; 7-zawory odwadniające; 8-waposkopy; 9-zawory zwrotne płytkowe; 10-zbiornik skroplin; 11-zbiornik obserwacyjny skroplin; 12-chłodnice skroplin; 13-pompa zasilająca; 14-pompa obiegowa kotła utylizacyjnego; 15-kolektor spalin.

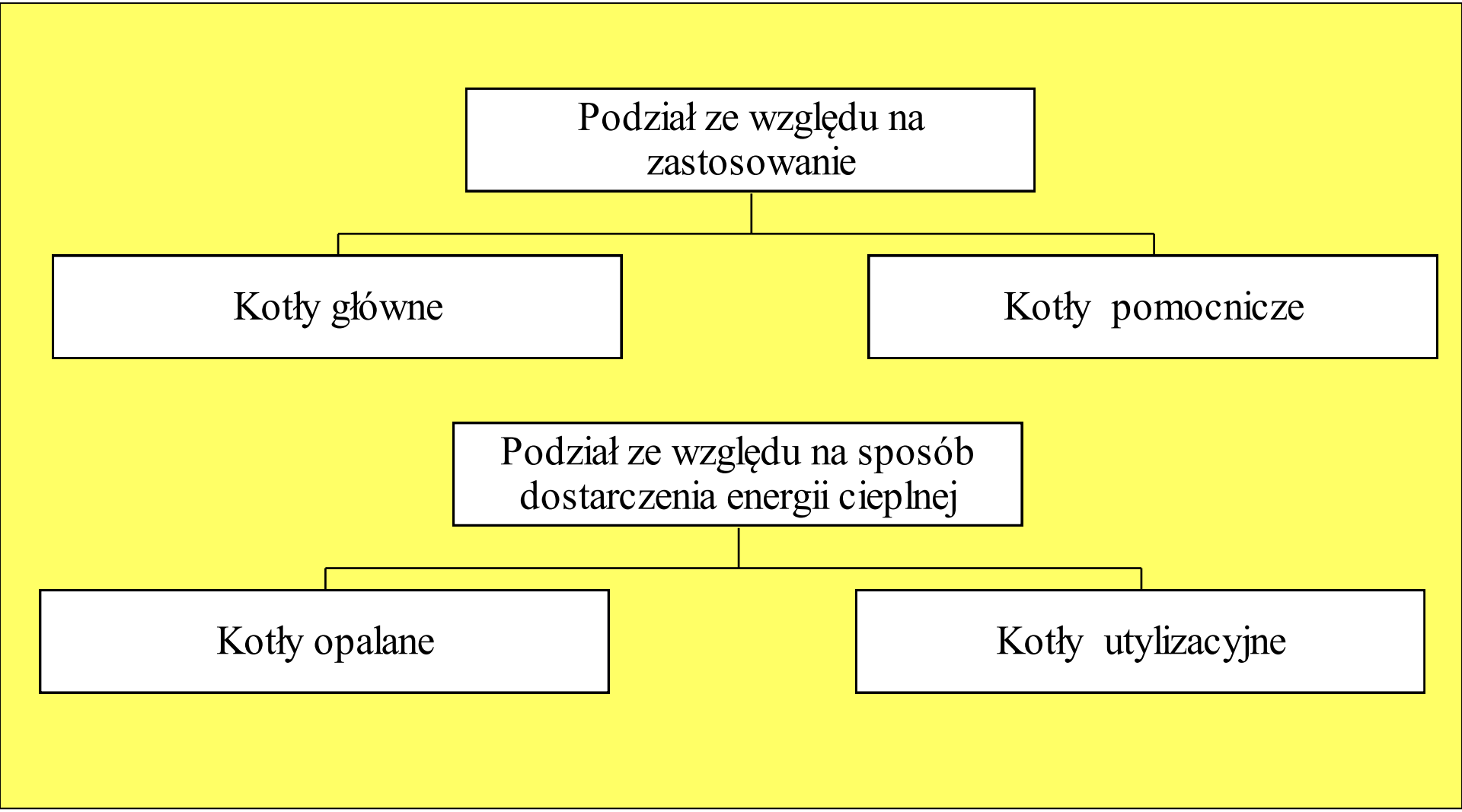
Kotły parowe

Ogólny schemat kotła parowego

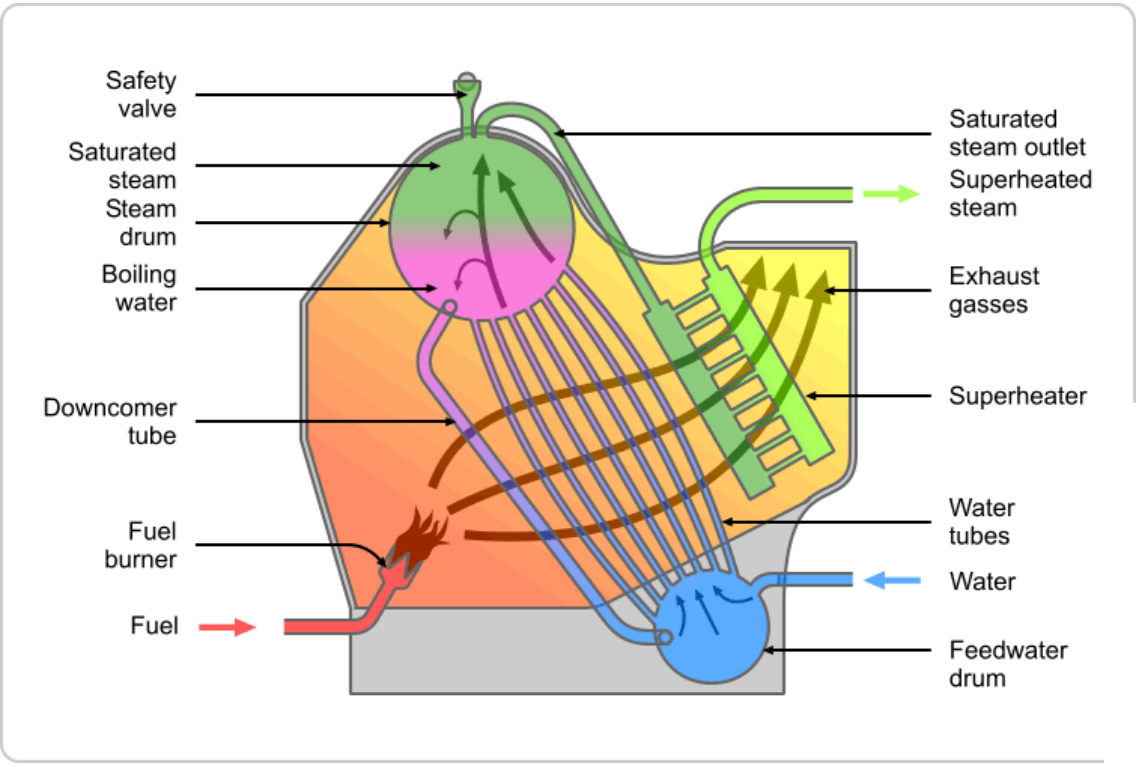


Kocioł parowy jest zespołem urządzeń o budowie naczynia zamkniętego, w którym wytwarzana jest para wodna o określonym ciśnieniu i temperaturze, użytkowana na zewnątrz kotła.

Klasyfikacja kotłów



Kotły parowe opalane opłomkowe



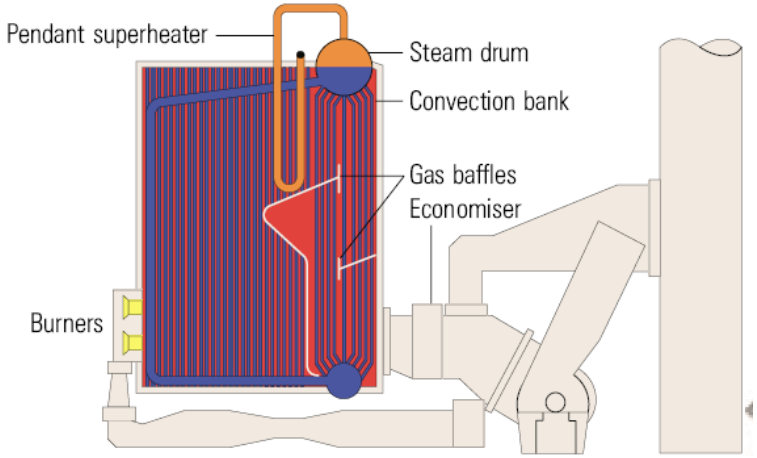
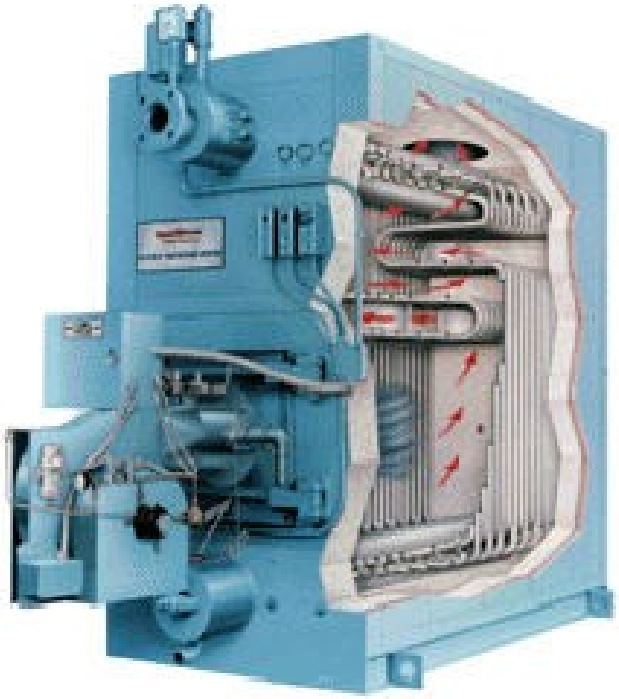
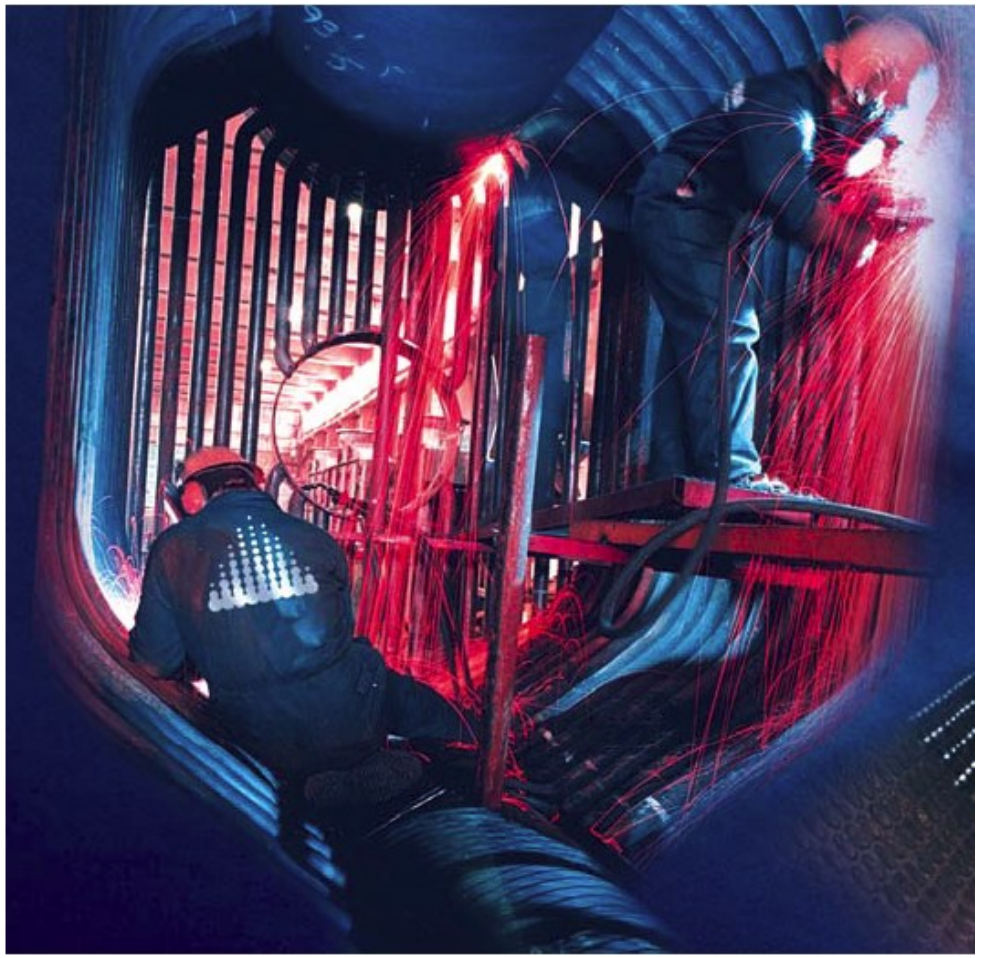


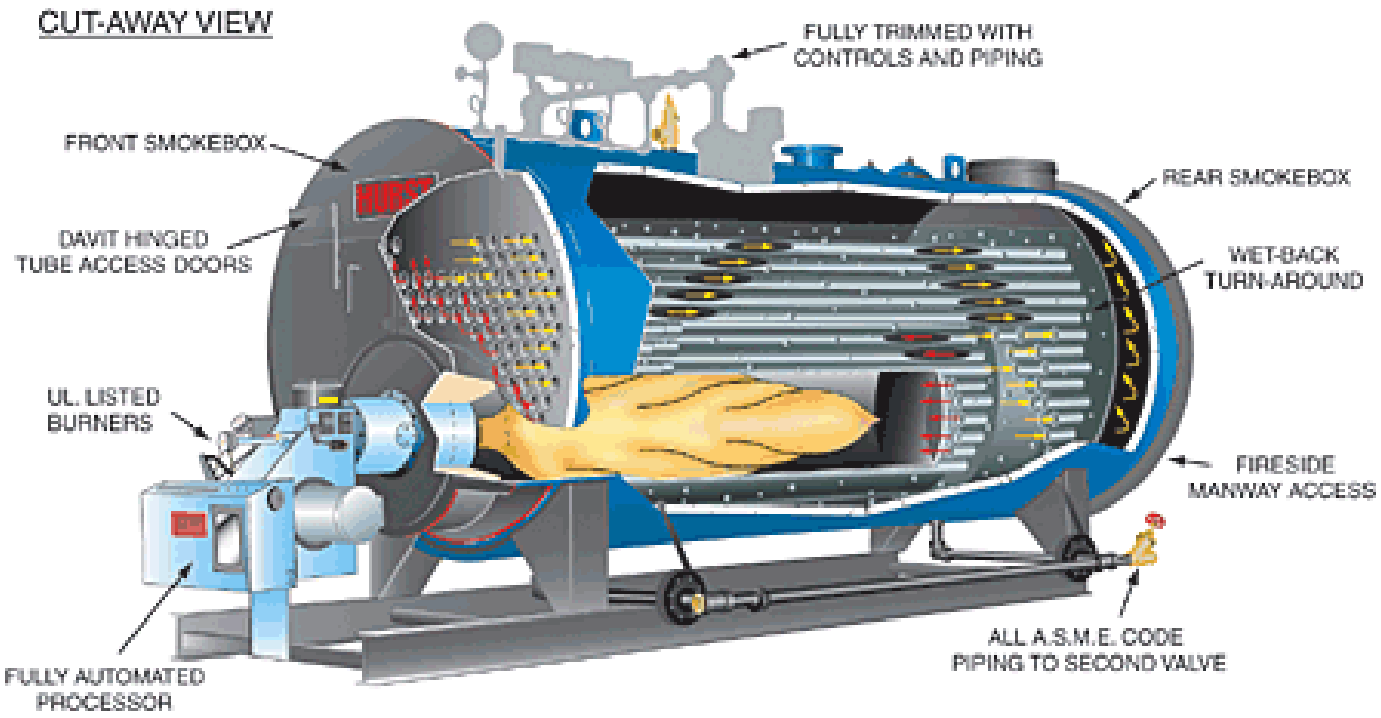
Fig. 3.3.1 Water-tube boiler

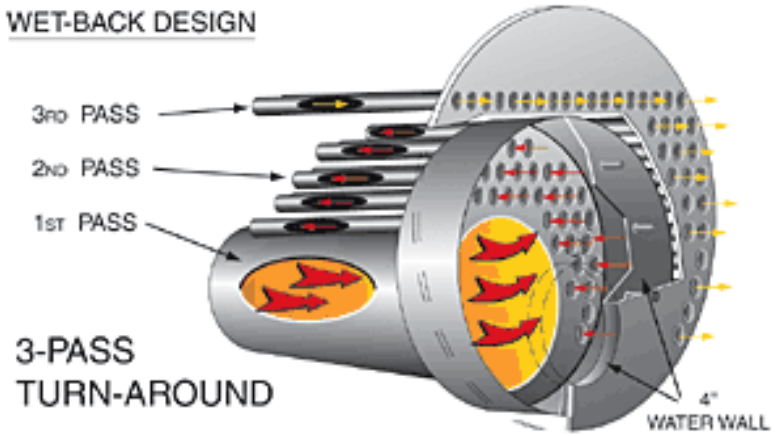
Kotły parowe opalane opłomkowe





Kotły parowe opalane płomieniówkowe



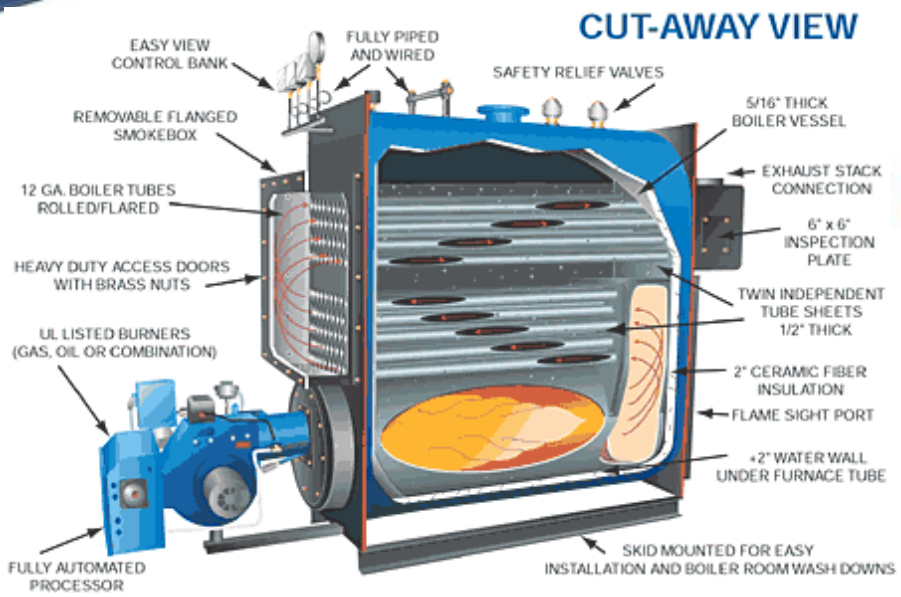


Kotły parowe opalane płomieniówkowe

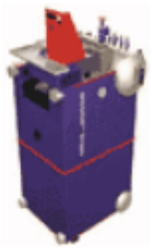




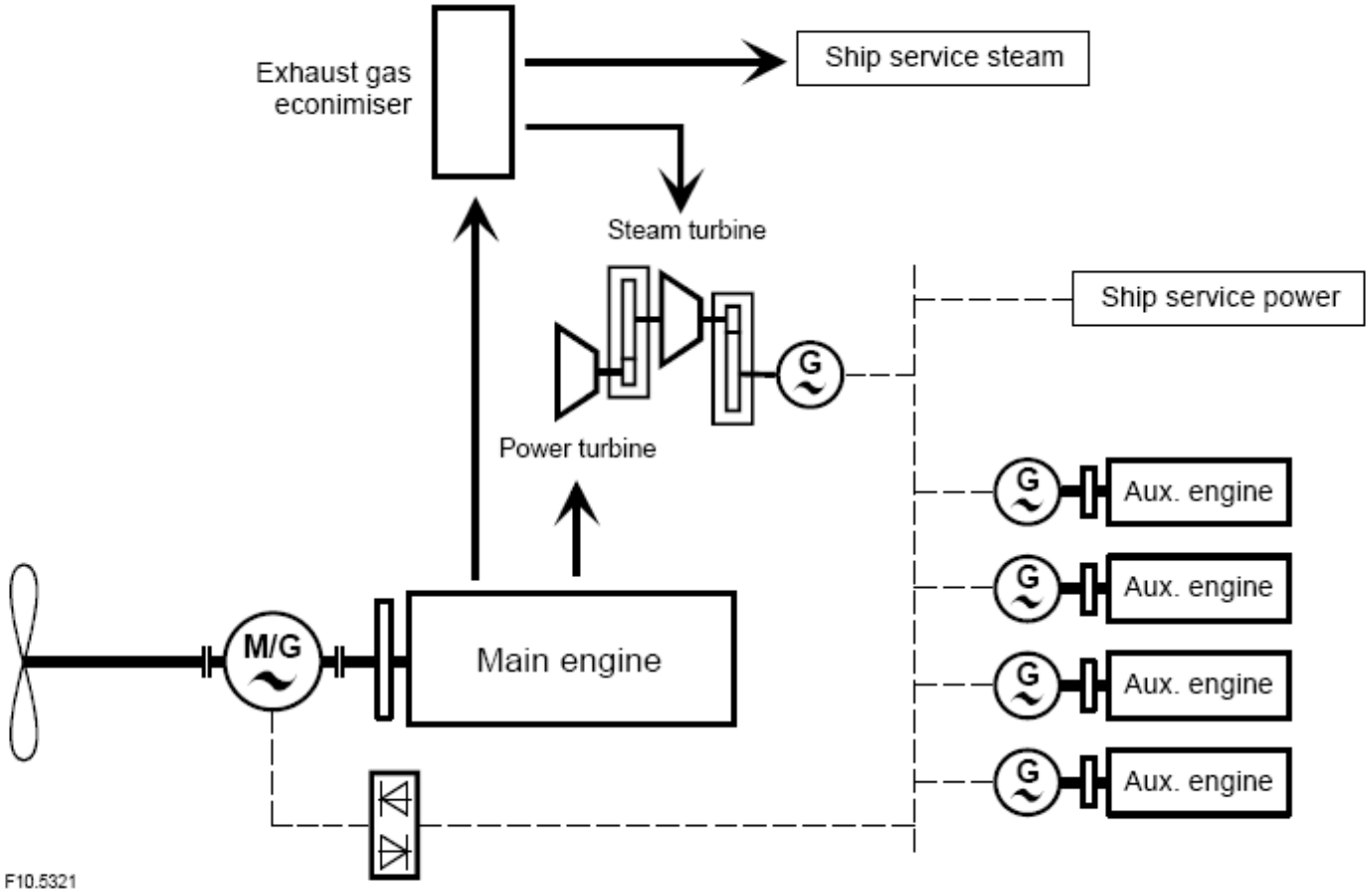




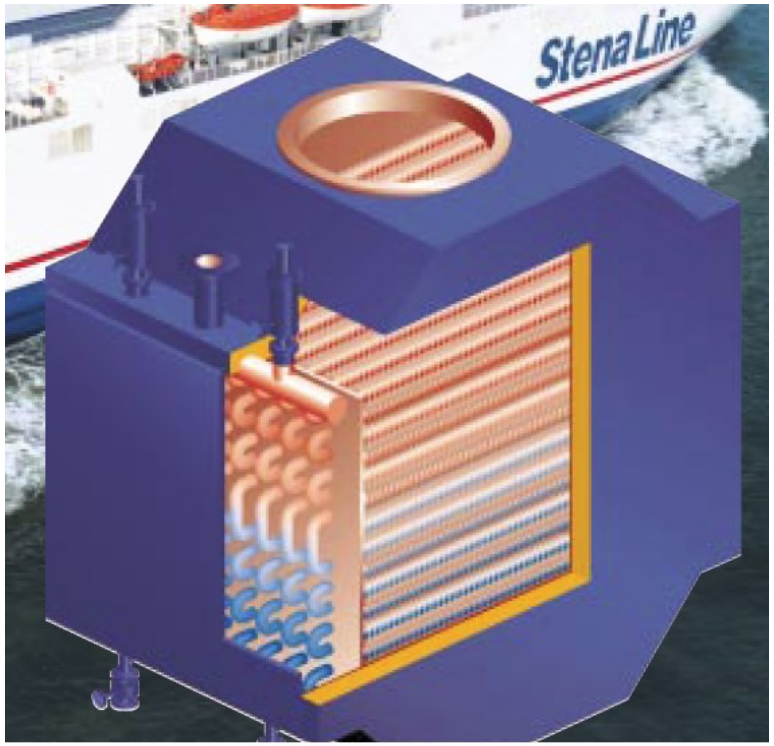
Kotły parowe opalane

	MISSION™ OC	MISSION™ OS	MISSION™ OM	MISSION™ OL (patent pending)	MISSION™ D-type	AQ-10/12W UNEX™ CHB	
							
Type	Oil-fired steam/ exhaust gas Composite	Oil-fired steam Small	Oil-fired steam Medium	Oil-fired steam Large	Oil-fired steam D-type	Oil-fired steam Waste oil fired	Oil-fired steam Waste oil fired
Design	■ Cylindrical ■ Vertical ■ Smoke and pin tubes	■ Cylindrical ■ Vertical ■ Pin tubes	■ Cylindrical ■ Vertical ■ Pin tubes	■ Cylindrical ■ Vertical ■ Pin tubes	■ Two-drum ■ Pin tubes or bare water tubes	■ Cylindrical ■ Vertical ■ Bare water tubes	■ Cylindrical ■ Vertical ■ Bare tubes
Capacity	■ 0.75-5.0 t/h	■ 0.75-6.5 t/h	■ 8-20 t/h ■ 14-45 t/h	■ 12.5-55 t/h	■ 25-120 t/h	■ 0.6-6.3 t/h	■ 0.75-15 t/h
Design pressure	■ 9 bar (g)	■ 10 bar (g)	■ 11 bar (g) ■ 18 bar (g)	■ 18 bar (g)	■ 16 bar (g) ■ 18-45 bar (g)	■ 10 bar (g)	■ 10 bar (g) ■ 16 bar (g)
Burner	■ Monobloc press. jet (KBO) ■ Rotary cup (KB)	■ Monobloc press. jet (KBO) ■ Rotary cup (KB)	■ Rotary cup (KB) ■ Steam atom. (KBSA)	■ Steam atom. (KBSD)	■ Steam atom. (KBSD)	■ Rotary cup (KB)	■ Rotary cup (KB) ■ Steam atom. (KBSA) ■ Press. jet (KBO)
Control panel (Burner management system)	■ Processor-based control system ■ Relay system	■ Processor-based control system ■ Relay system	■ Processor-based control system	■ Processor-based control system	■ Processor-based control system	■ Relay system	■ Processor-based control system ■ Relay system

Utylizacja energii

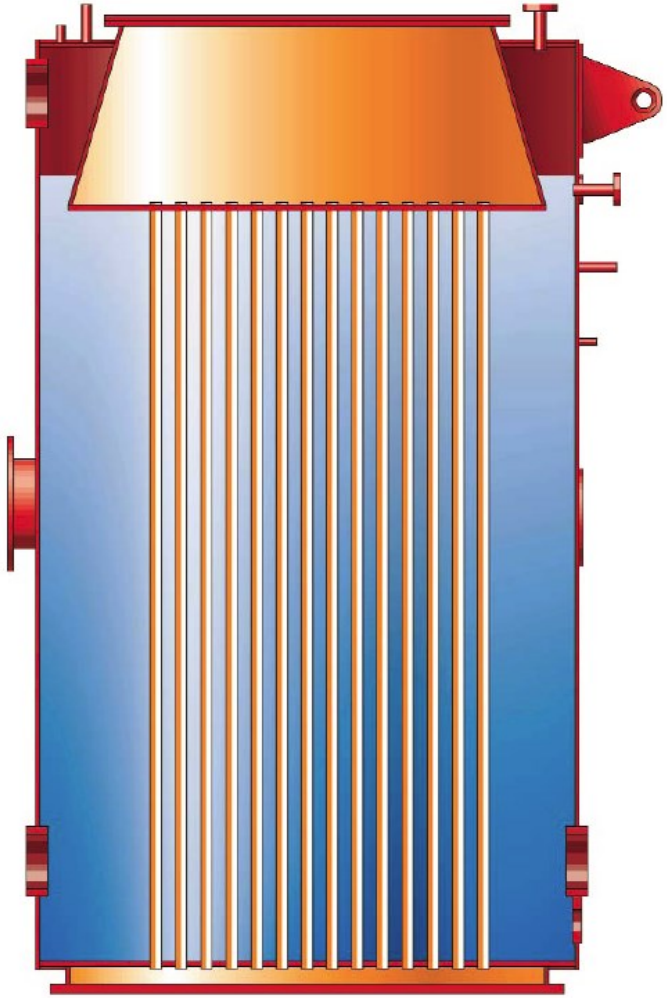


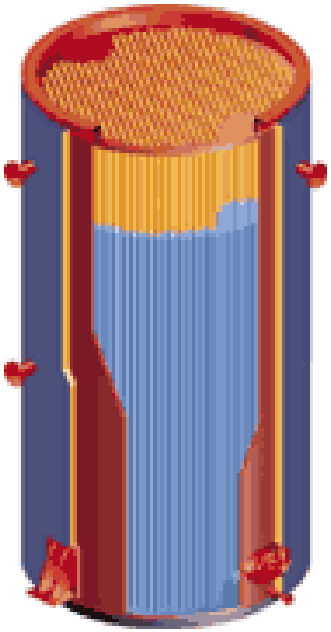
Kotły utylizacyjne





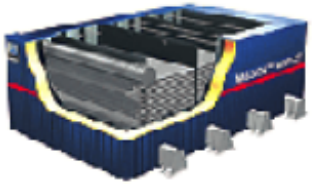
Kotły utylizacyjne



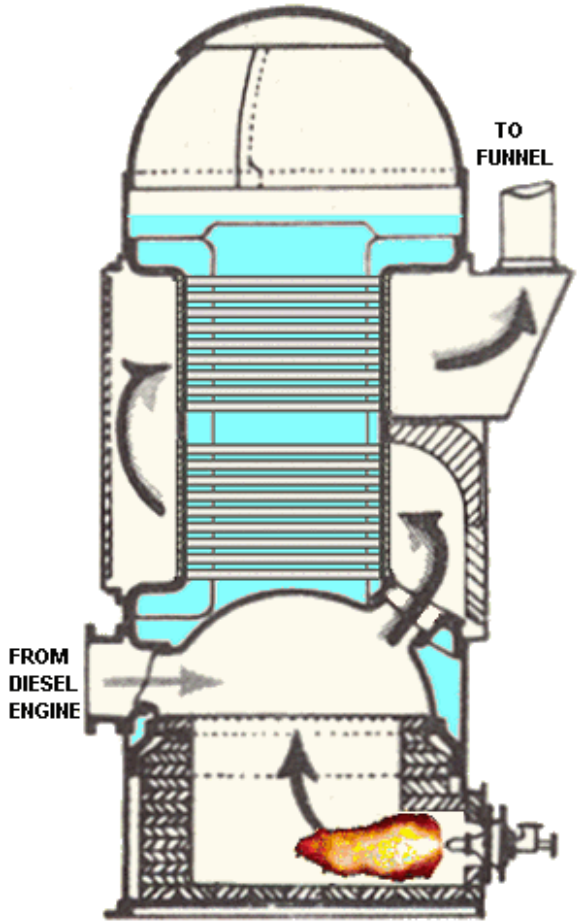


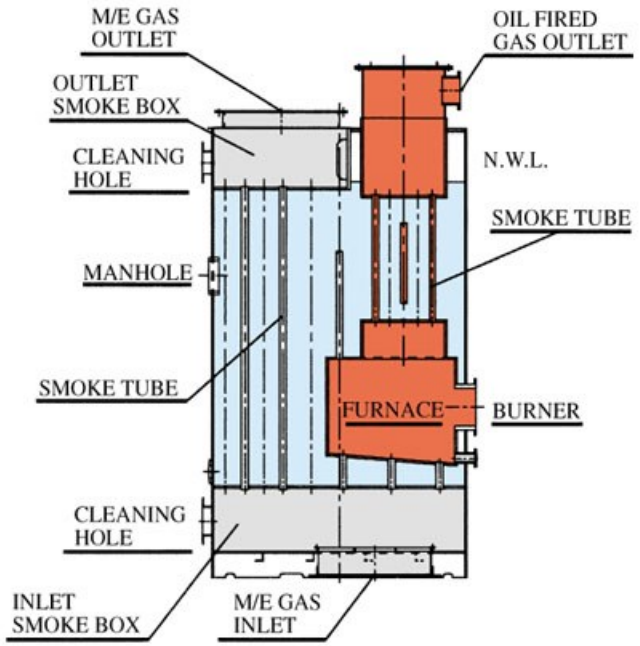


Kotły parowe utylizacyjne

	UNEX™ G	UNEX™ P	MISSIONXS (AQ-2/AQ-7)	MISSION™ XC (AV-9)	MISSION™ XW (AV-6N)	MISSION™ WHR-GT
						
Type	Water tube	Water tube	Smoke tube	Water tube coils	Water tube	Water tube
Design	■ Forced circ. ■ Gilled tubes	■ Forced circ. ■ Plain tubes	■ With/without steam space	■ Forced circ. ■ Plain tubes	■ Forced circ. ■ Gilled tubes	■ Forced circ. ■ Serrated spiral fin tubes
Capacity	■ 0.5-5.0 t/h	■ 0.5-5.0 t/h	■ 0.5-5.0 t/h	■ 0.5-7.0 t/h	■ 0.2-17.0 t/h	■ 10-50 t/h
Design pressure	■ 10 bar (g) ■ 16 bar (g)	■ 10 bar (g) ■ 16 bar (g)	■ 10 bar (g)	■ 18 bar (g) ■ 24 bar (g)	■ 18 bar (g) ■ 24 bar (g)	■ 10 bar (g) ■ 40 bar (g)

Kotły kombinowane

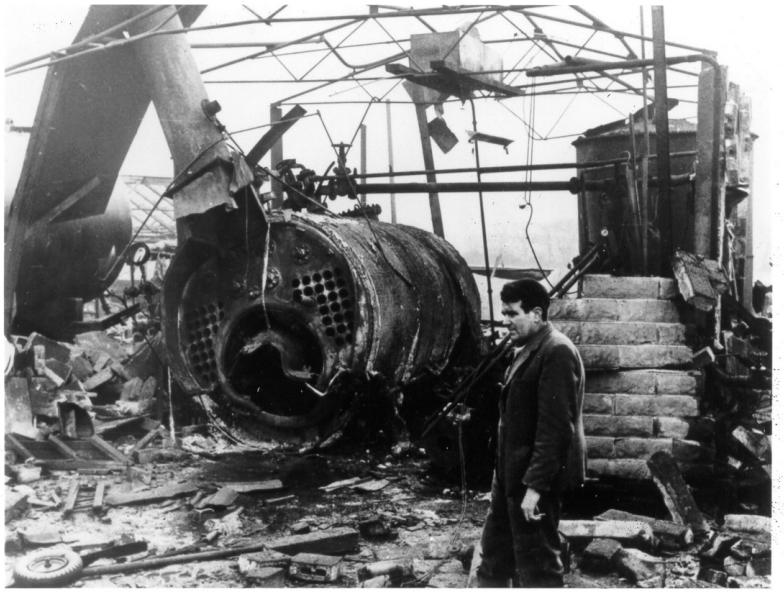




Kotły parowe – przepisy tow. kl.

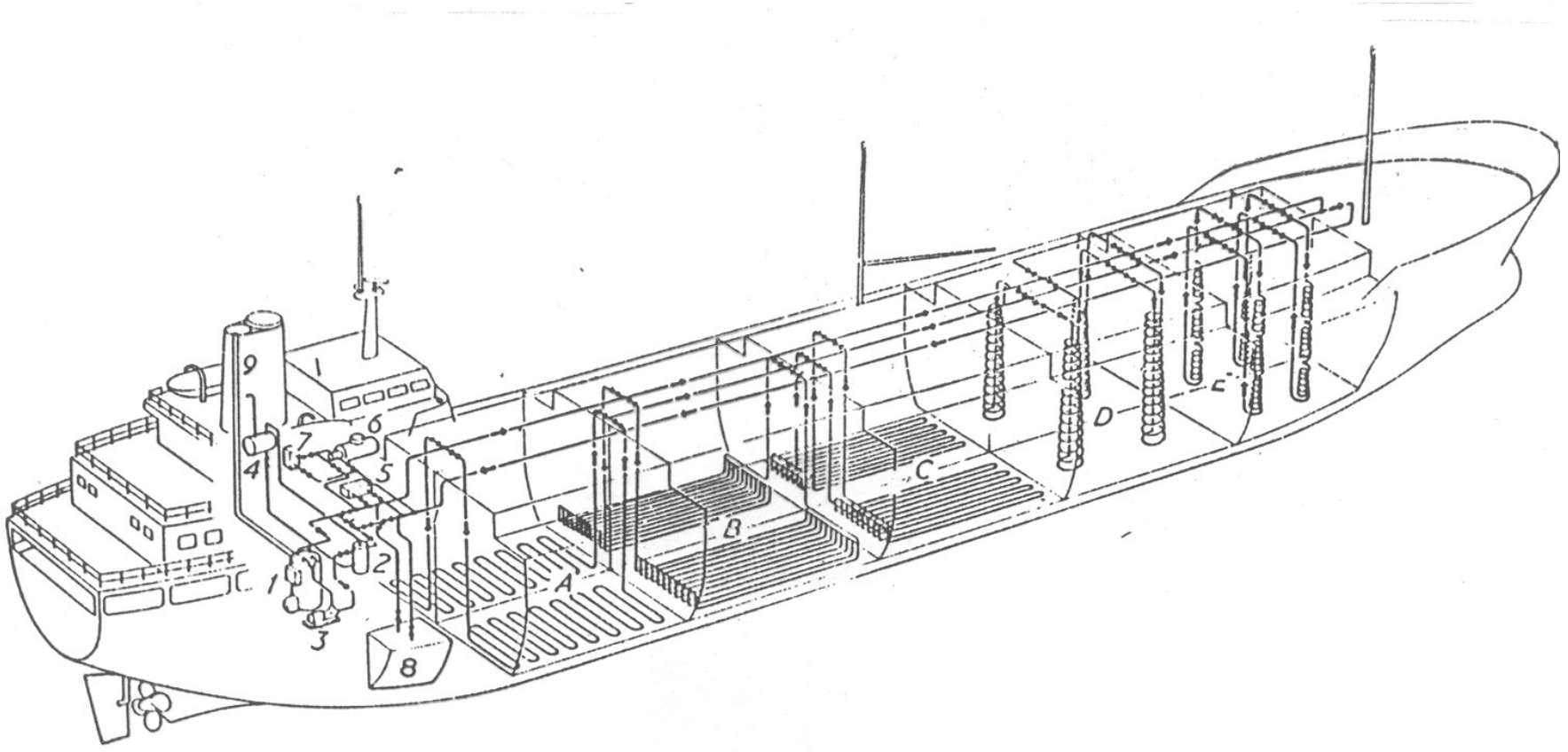
Rodzaj urządzenia	Klasa I	Klasa II	Klasa III
Kotły parowe, w tym utylizacyjne, kotły wodne o temperaturze wody powyżej 115 °C, przegrzewacze pary i zbiorniki pary, kotły oleju grzewczego	$p > 0{,}35$	$p \leq 0{,}35$	–
Wytwornice pary ogrzewane parą	$p > 1{,}6$	$p \leq 1{,}6$	–
Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła	$p > 4{,}0$ lub $t > 350$ lub $s > 35$	$1{,}6 < p \leq 4{,}0$ lub $120 < t \leq 350$ lub $16 < s \leq 35$	$p \leq 1{,}6$ i $t \leq 120$ i $s \leq 16$
Zbiorniki ciśnieniowe i wymienniki ciepła z zawartością czynników toksycznych, palnych lub wybuchowych	niezależnie od parametrów	–	

p – ciśnienie obliczeniowe*, [MPa];
t – temperatura obliczeniowa ścianki, [°C];
s – grubość ścianki, [mm].



Ogrzewanie zbiorników

Ogrzewanie zbiorników



Zapotrzebowanie pary do podgrzewania zbiorników

$$\dot{D}_{pary} = \frac{V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t}{r \cdot \tau} \quad \left[kg/h \right]$$

V - objętość ogrzewanego zbiornika, [m^3]
ρ - gęstość czynnika w zbiorniku, [kg/m^3]
c- ciepło właściwe czynnika w zbiorniku, [kJ/kgK]
Δt- przyrost temperatury w zbiorniku [°C]
r - ciepło skraplania pary wodnej,
τ - czas grzania zbiornika, [h]

Instalacja grzewcza ciekłego ładunku musi przede wszystkim kompensować straty ciepła traconego przez ścianki zbiornika oraz dostarczać ciepło w przypadku konieczności podwyższenia temperatury ładunku.

Warunki otoczenia (SHELL)

warunki zimowe

ładunek podgrzewany jest od 44°C do 66°C w ciągu 96 godzin, przy temperaturze powietrza 2°C i temperaturze wody 5°C,

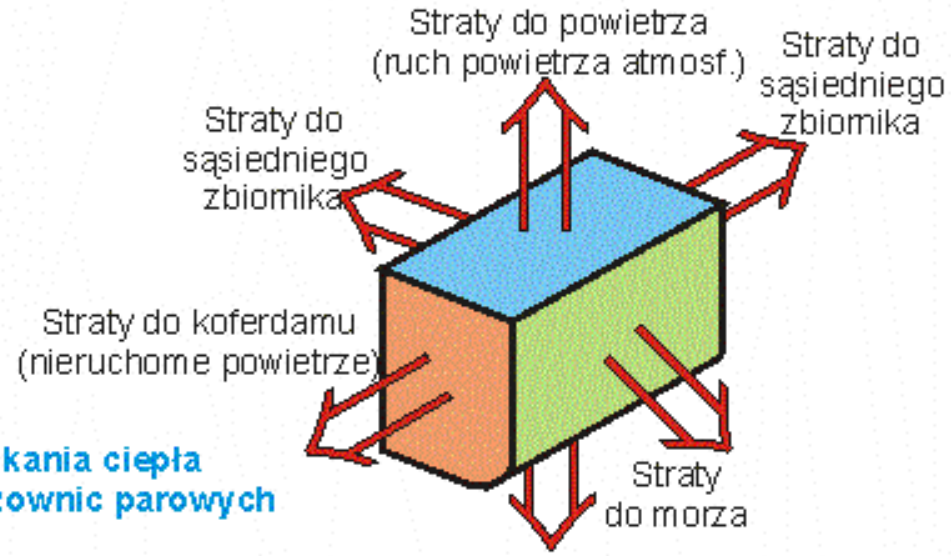
warunki letnie

ładunek podgrzewany jest od 44°C do 66°C w ciągu 96 godzin, przy temperaturze powietrza 40°C i temperaturze wody 32°C.

Straty cieplne

$$Q = k \cdot F \cdot (t_2 - t_1)$$

k - współczynnik przenikania ciepła
F - powierzchnia wymiany ciepła
t_2 - temperatura w zbiorniku
t_1 - temperatura otoczenia (morze / powietrze)



Burty omywane wodą.

Oleje o dużej lepkości

$k = 5.5 \div 8.5$ W/(m^2·K)

Oleje o małej lepkości

$k = 17 \div 28$ W/(m^2·K)

Współczynnik przenikania do powietrza:

$k = 8.5$ W/(m^2·K)

Koferdamy/puste zbiorniki:

$k = 5.5$ W/(m^2·K)

Współczynniki przenikania ciepła dla zanurzonych wężownic parowych

w W/(m^2·K)

konwekcja naturalna

oleje lekkie	170
oleje ciężkie	85÷113
tłuszcze	28÷ 57

konwekcja wymuszona

oleje lekkie (30 cSt/50°C)	568
oleje średnie (110 cSt/50°C)	341
oleje ciężkie (340 cSt/50°C)	170
melasa (900 cSt/50°C)	85

Podgrzewanie zbiornika

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta t_{czas}$$

m - masa ładunku

c_p - ciepło właściwe {dla celów projektowych c_p = 2.1 kJ/(kg·K)}

Δt_{czas} :

2.5 ÷ 5.5 K/24h przy podgrzewaniu zbiorników ładunkowych,

do 1 K/h przy podgrzewaniu zbiorników paliwa

2K/h dla zbiorników przelewowych

Współczynnik przenikania

$$k = \frac{\dot{Q}}{S \cdot \Delta T} \qquad \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

Q – strumień wymienianego ciepła [J/s]

S – pole powierzchni wymiany [m^2]

ΔT – różnica temperatur [K]

Współczynnik przenikania

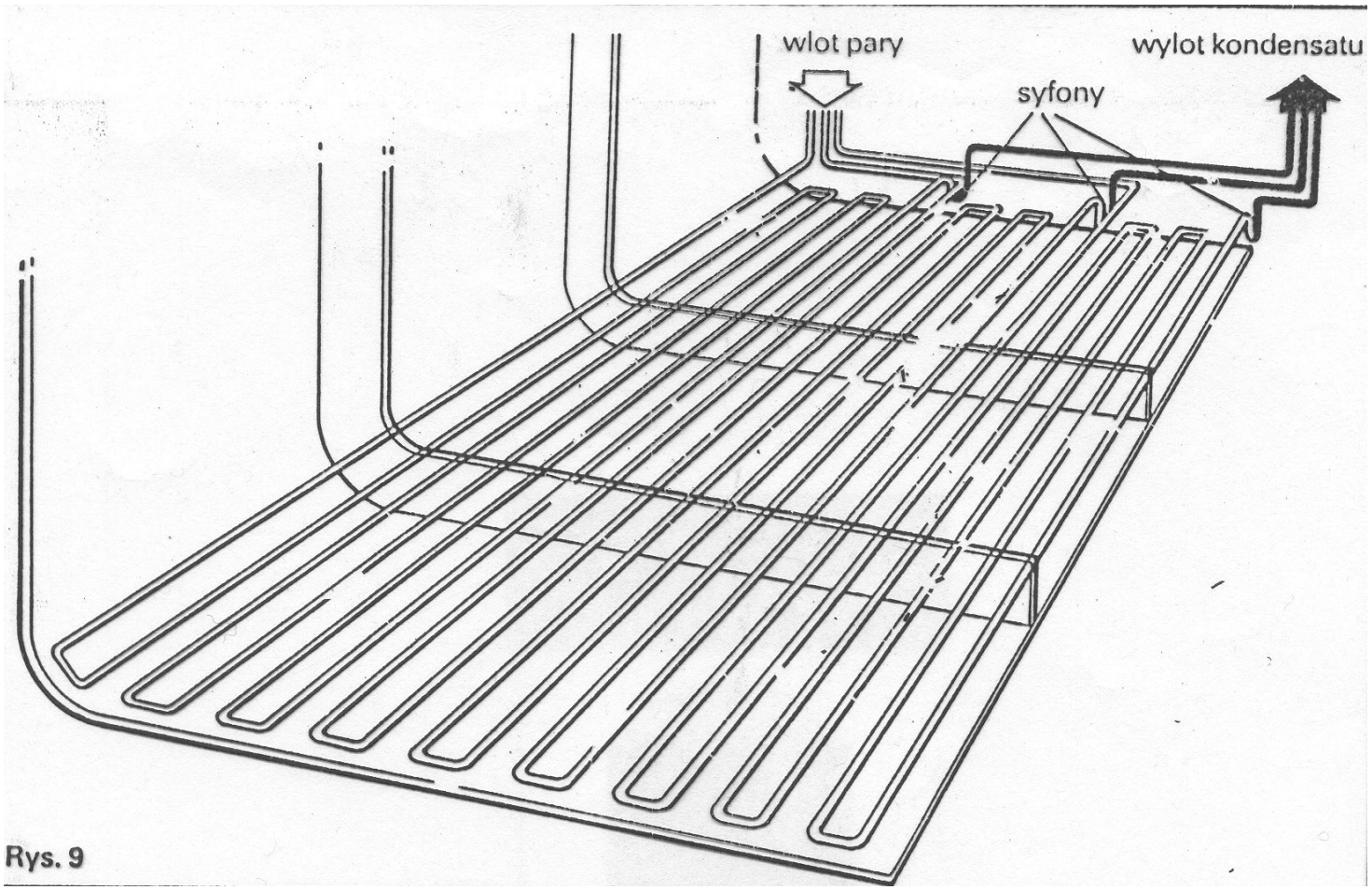
$$\dot{Q} = k \cdot S \cdot \Delta T \qquad \left[\frac{J}{s}\right]$$

$$S = \frac{\dot{Q}}{k \cdot \Delta T}$$

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta t_{czas} \qquad \left[\frac{J}{s}\right]$$

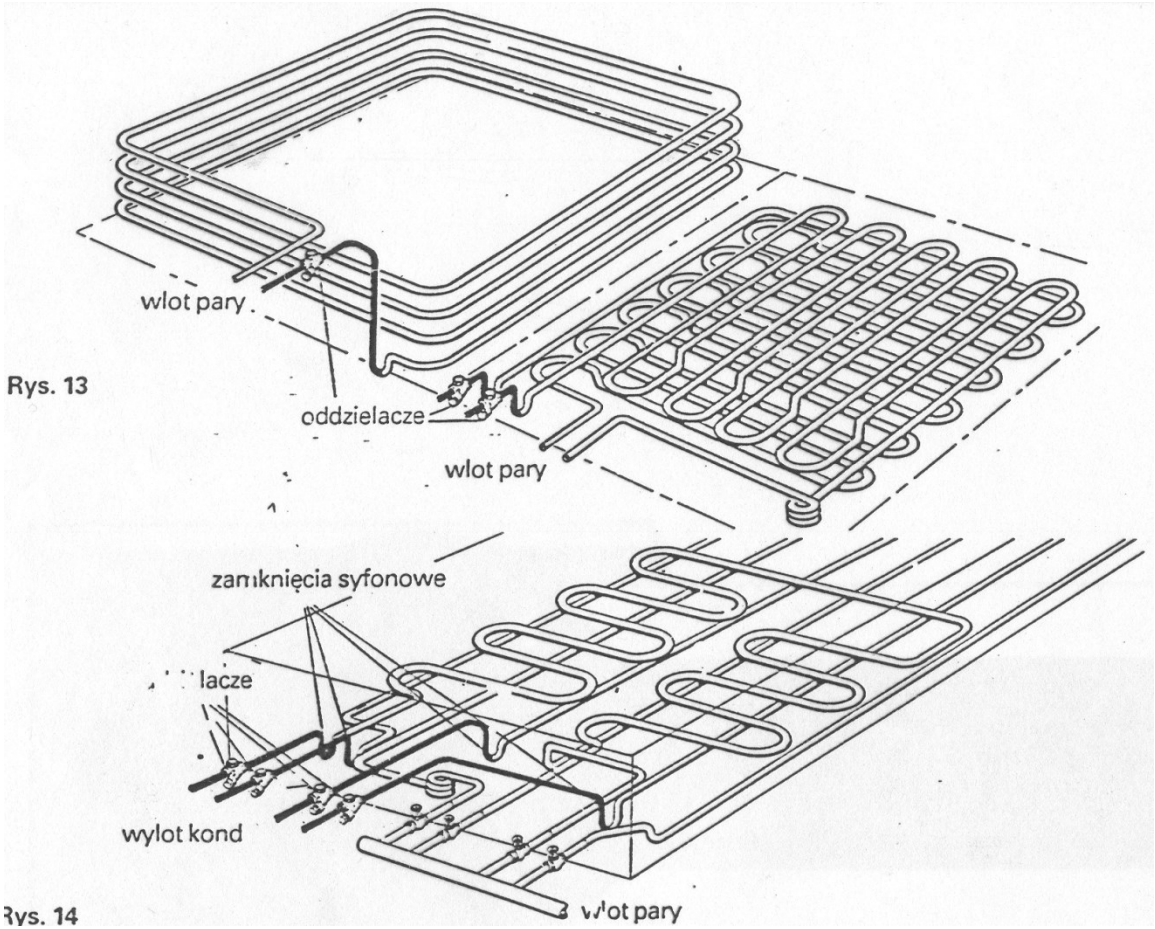
Δt_{czas} – prędkość wzrostu temperatury [K/24h, K/h]

Ogrzewanie zbiorników



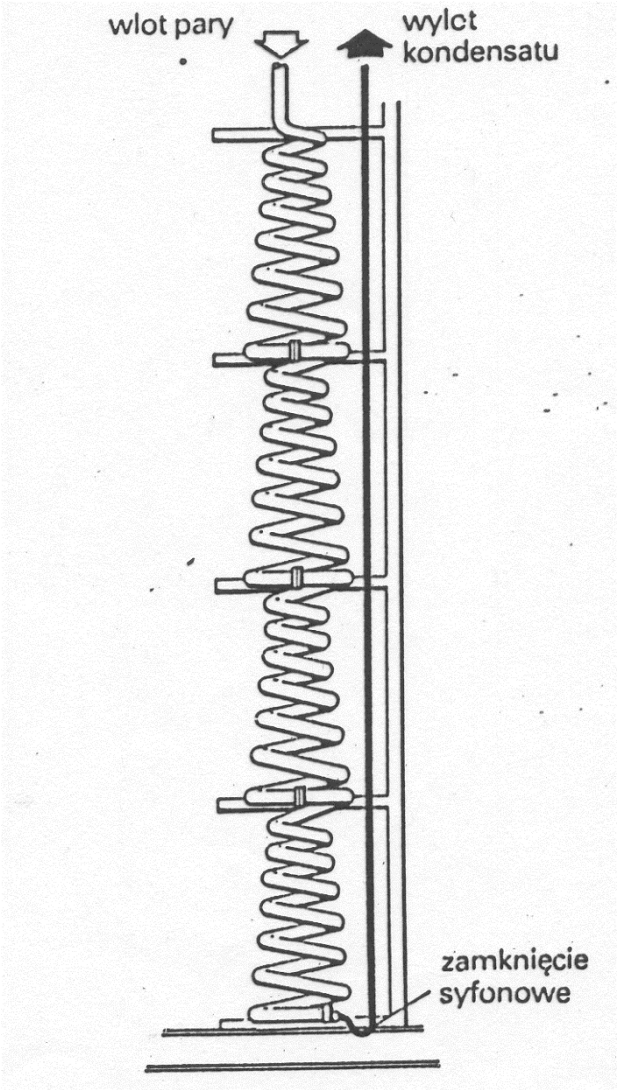
Rys. 9

Ogrzewanie zbiorników



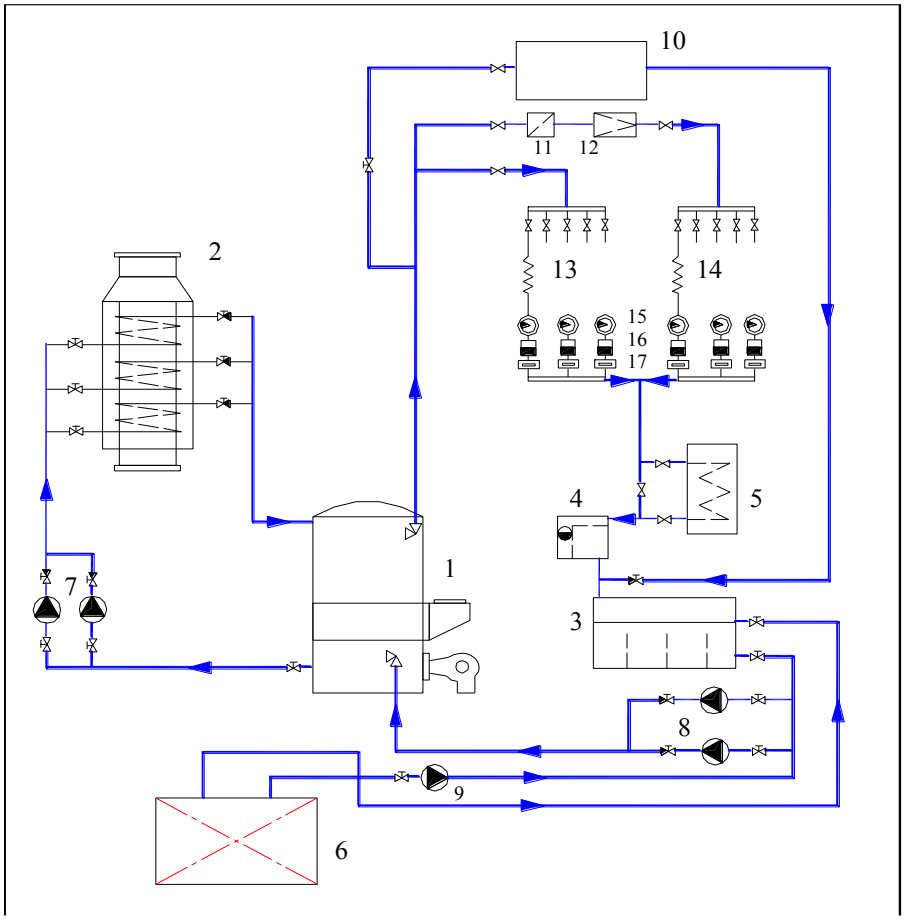
Rys. 13

Rys. 14

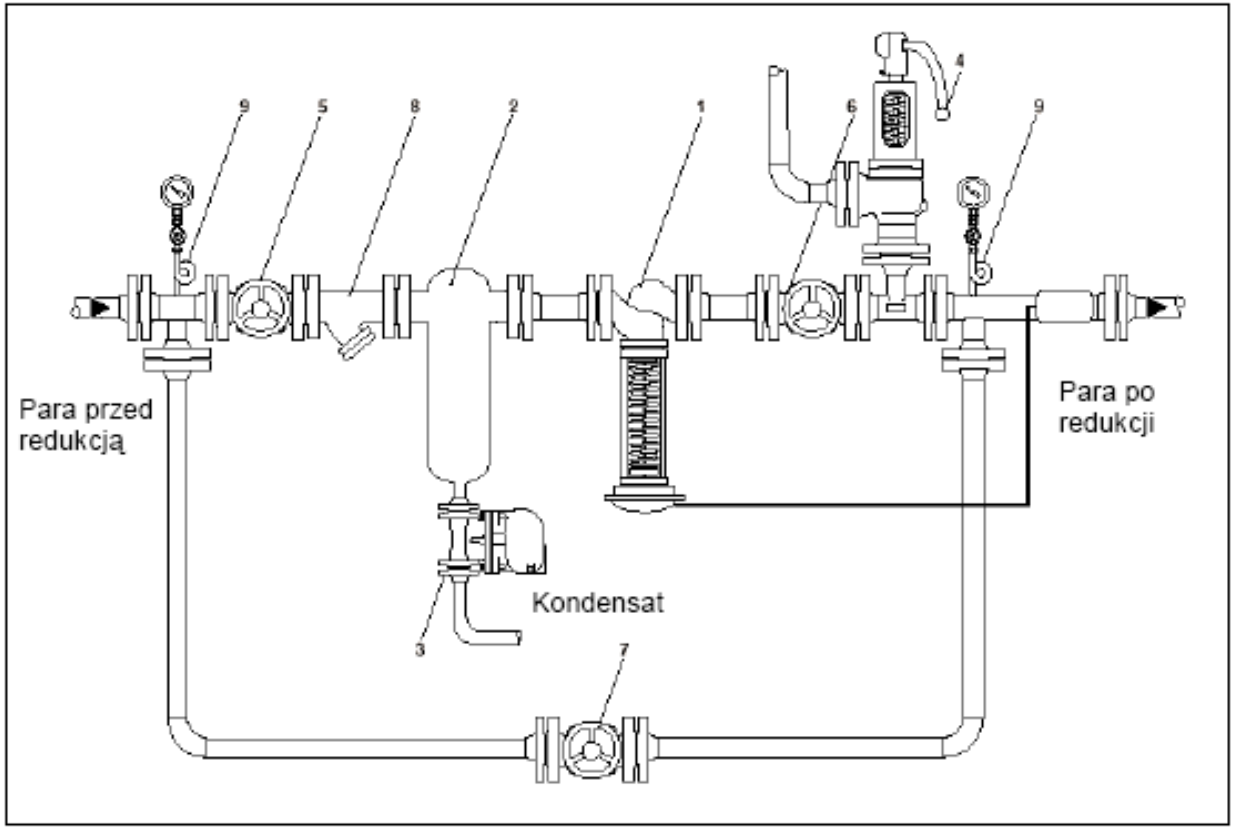


Skraplacz nadmiarowy

Zadaniem skraplacza nadmiarowego jest skroplenie nadmiernej ilości pary wyprodukowanej przez kocioł utylizacyjny w sytuacjach, gdy istnieje zmniejszone zapotrzebowanie na parę grzewczą. Z analizy bilansów pary większości statków towarowych oraz doświadczeń eksploatacyjnych armatorów wynika, iż taka nadwyżka pary występuje głównie w okresie letnim, w szczególności w warunkach tropikalnych .



Stacja redukcyjna

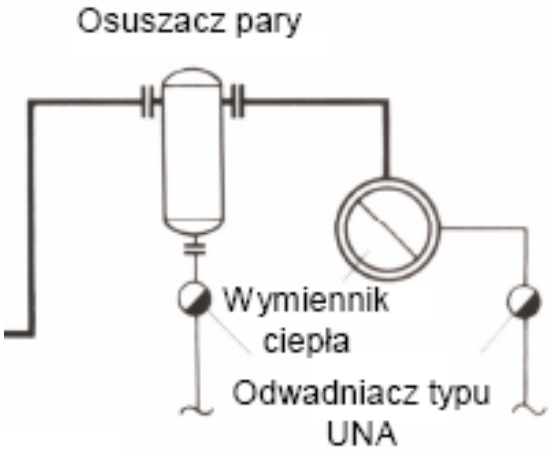


Rysunek 23. Stacja redukcyjna.

1 Zawór redukcyjny bezp. działania
2 Osuszacz pary
3 Osadnik zanieczyszczeń
4 Zawór bezpieczeństwa
5 Zawór odcinający
6 Zawór odcinający
7 Zawór odcinająco - regulacyjny
8 Osadnik zanieczyszczeń
9 Manometr

Stacja redukcyjna – osuszacz pary

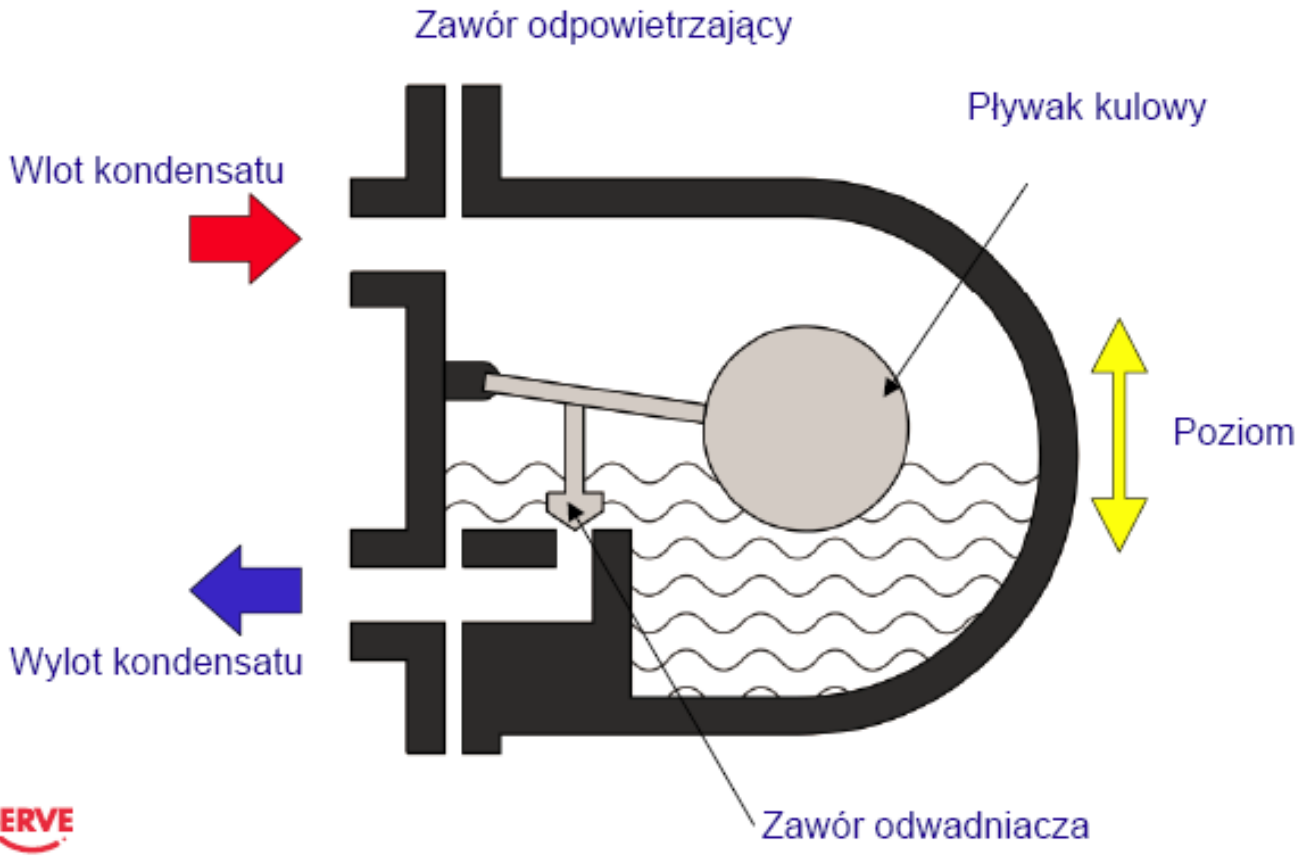




Osuszacz nie posiada żadnych elementów ruchomych. Kierownica pary w postaci podwójnej spirali jest przyspawana do korpusu. Zawilgocona i zanieczyszczona para dopływa do osuszacza, przepływa w dół, a kierownica nadaje jej prędkości obrotowej. Powyżej płaszczyzny zbierająco - okrywającej następuje zmiana kierunku przepływu o 180°; para przepływa w kierunku wylotu. Siły odśrodkowe, jak również bezwładności powodują oddzielenie cząsteczek o większej gęstości, takich jak kondensat, zawiesiny, szlam kotłowy, brud itp. Oddzielone cząsteczki zbierane są w dolnej części osuszacza. Nagła zmiana kierunku przepływu pary z jednej spirali w drugą zabezpiecza przed wtórnym porywaniem oddzielonych cząstek.

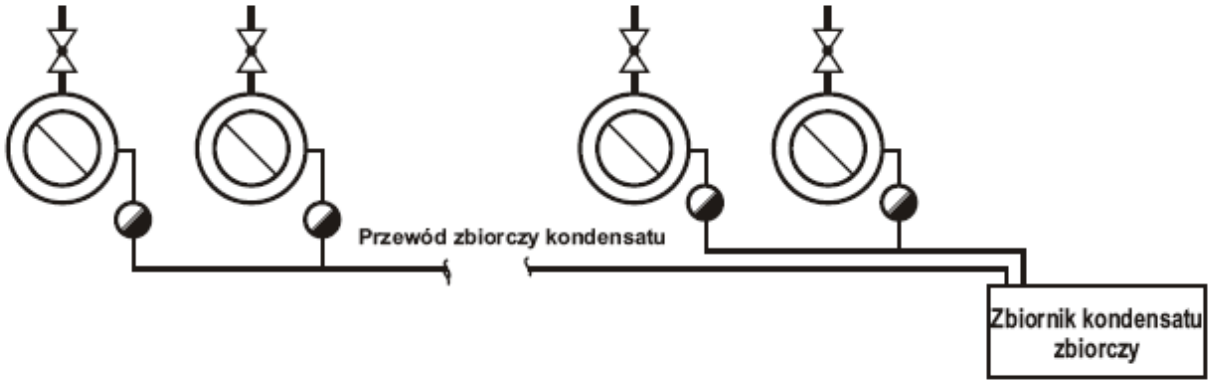
Odwadniacze

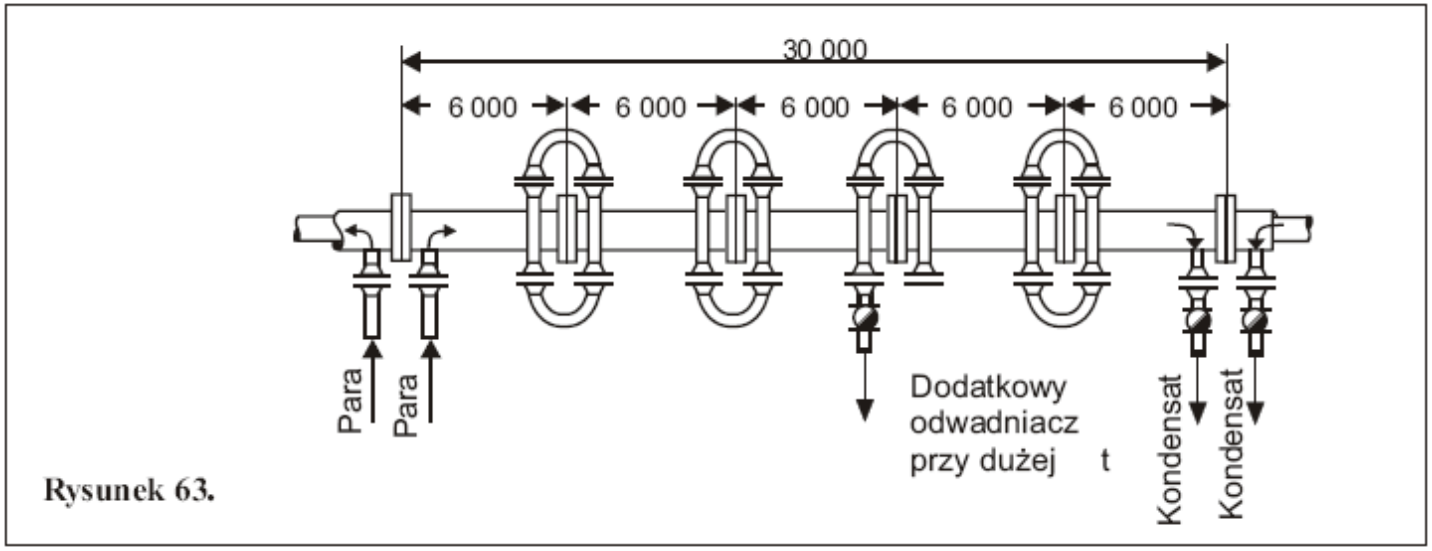
Zasada działania odwadniacza pływakowego



FLOWSERVE
Flow Control Division

Odwadniacze



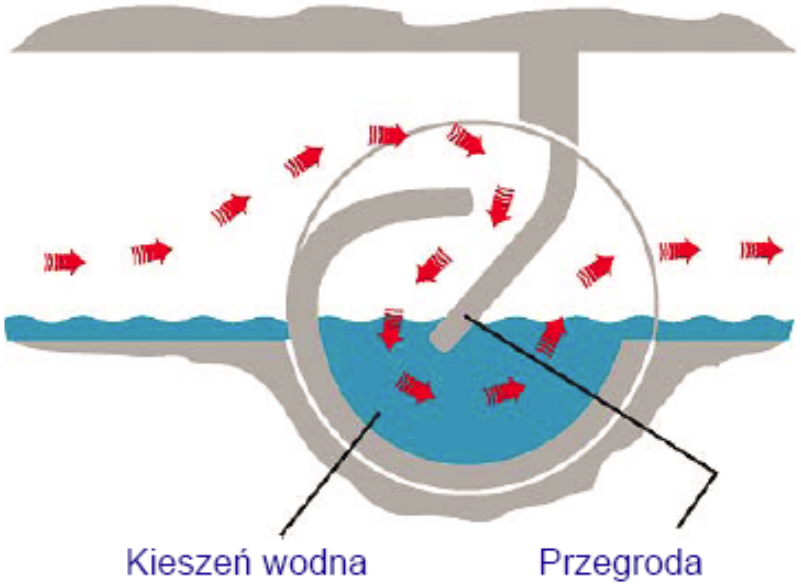


Rysunek 63.

Waposkopy

VAPOSKOP (wziernik)
Urządzenia do kontroli odwadniaczy





FLOWSERVE
Flow Control Division

Waposkopy

VAPOSKOP (wziernik) – zasada działania

Normalna praca



Końcówka przegrody jest zanurzona w wodzie.

Prawidłowe odwadnianie instalacji.

Przebicie pary



Przepływająca para obniża lustro wody poniżej przegrody.

Silne zmieszanie pary i kondensatu prowadzi do tworzenia się pęcherzy i zawirowań.

Przyczyna: przebicie pary – niesprawny lub zabrudzony odwadniacz.

Spiętrzenie kondensatu



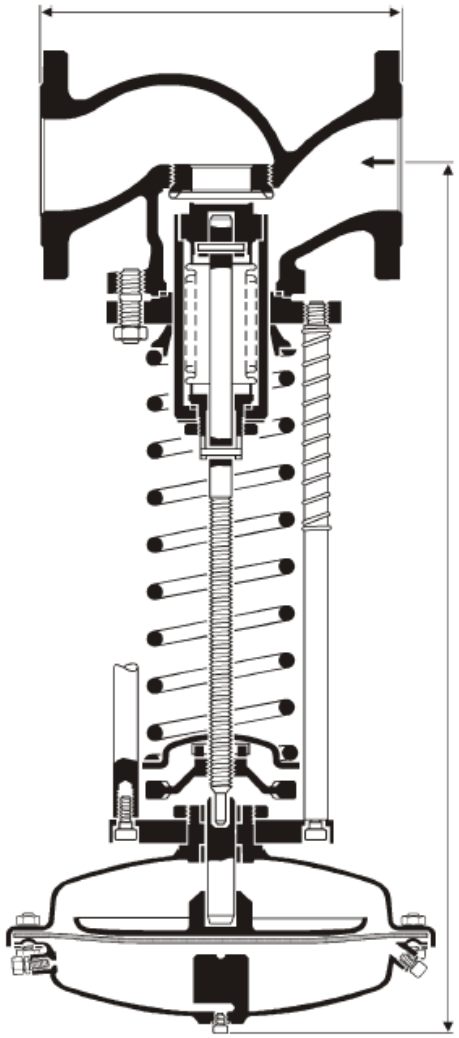
Wziernik wypełniony wodą

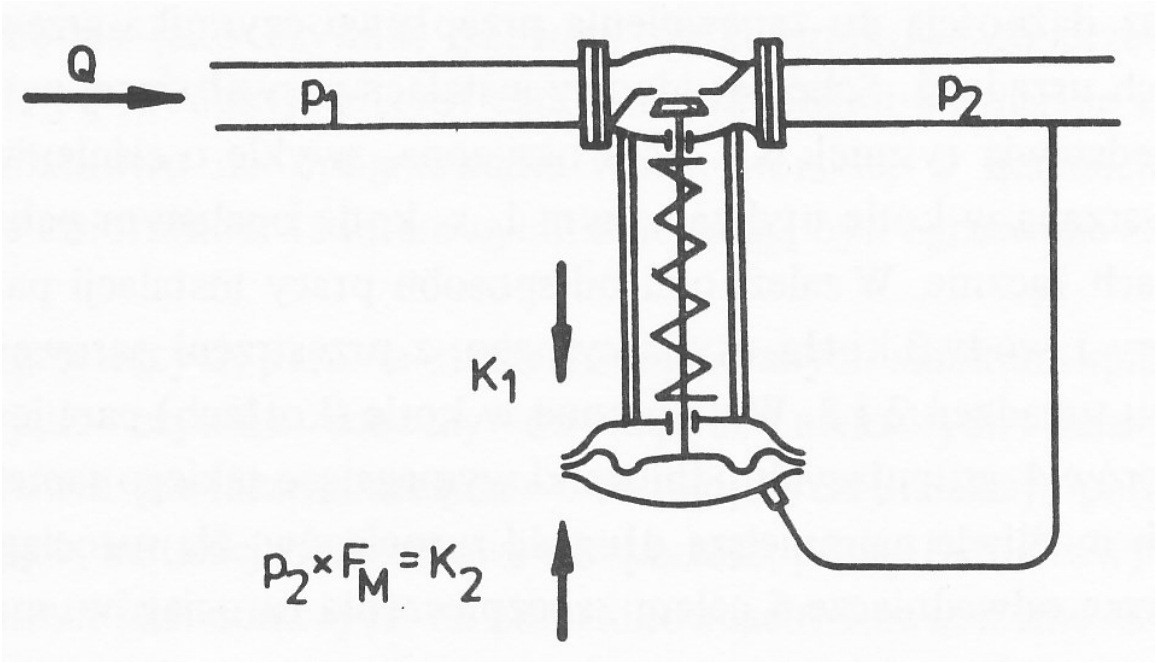
Przy zabudowie wziernika bezpośrednio za wymiennikiem trzeba się liczyć ze spiętrzeniem kondensatu do wysokości jak we wzierniku.

Możliwe przyczyny: rozruch, odwadniacz uszkodzony lub brudny, odwadniacz zbyt mały, zmienione warunki pracy

FLOWSERVE
Flow Control Division

Zawory redukcyjne





Skrzynie cieplne

