

DEVELOPMENT TRENDS IN CONTEMPORARY CONTAINER VESSELS DESIGNS

Adam Charchalis, Jerzy Krefft

Gdynia Maritime University
Faculty of Marine Engineering
Morska Street 83, 81-225 Gdynia, Poland
tel.: +48 58 6901347, fax: +48 58 6901399
e-mail: achar@am.gdynia.pl

Abstract

Permanent growth of sea trade demand has contributed to strong expansion of container carriers. The capacity of the worlds container fleet was about 3400 vessels in March 2005 and only one year later it reached the number of about 3800 ships. What is more, there are over 1000 container carriers in the worlds order book. The number of the biggest capacity container carriers is growing along with the number of container vessels at sea. The increasing demand for small feeders and feeders with higher trade capacity, meaning more TEU on board and higher en route speed resulting from higher number of large capacity container carriers that will call at a few main seaports, is predictable. These small feeders and feeders will trade between big container terminals and smaller ports as suppliers.

Contemporary container vessels have a load carrying capacity of up to 14 000 TEU and it is foreseen that the capacity will reach 18 000 TEU with voyage speed amounting to 28 knots. It causes the necessity of using diesel engines whose output power is even 100000 kW with an efficiency of about 50% as the main ship propulsion.

The container vessel fleet classification based on TEU number and trading area as well as configurations of marine power plants for the contemporary container vessels regarding main propulsion, electric power and boiler plants have been shown in the article. Moreover, the trends of ship hulls and marine power plants are discussed.

Keywords: shipbuilding, container vessels, TEU, marine power plants, diesel engines

TENDENCJE ROZWOJOWE W PROJEKTACH WSPÓLCZESNYCH STATKÓW – KONTENEROWCÓW

Streszczenie

Stały wzrost zapotrzebowania na handel morski spowodował silny rozwój floty kontenerowców. Wielkość światowej floty kontenerowców wynosiła 3400 jednostek w marcu 2005 a zaledwie rok później osiągnęła ona wartość około 3800 jednostek. Co więcej, światowa lista zamówień na kontenerowce zawiera ponad 1000 jednostek. Liczba największych kontenerowców rośnie zgodnie z liczbą pływających po morzu kontenerowców. Przewidywalny jest wzrost zapotrzebowania na małe statki dostawcze i statki dostawcze z większą pojemnością handlową, oznaczającą większą liczbę TEU na pokładzie i większą prędkością rejsową, wzrost wynikający z większej liczby kontenerowców o dużych pojemnościach zawijających do kilku głównych portów morskich.

Te małe statki dostawcze i statki dostawcze zapewnią handel pomiędzy dużymi terminalami kontenerowymi i małymi portami spełniając funkcje zaopatrzeniowe.

Współczesne statki kontenerowe mają pojemność ładunku dochodzącą do 14 000 TEU i przewiduje się że pojemność ta osiągnie wartość 18 000 TEU z prędkością podróżną wynoszącą 28 węzłów. Powoduje to konieczność wykorzystania jako głównych silników statków silników Diesla o mocach wyjściowych dochodzących do 100 000 kW ze sprawnością około 50%.

Artykuł zawiera klasyfikację floty kontenerowców opartą na liczbie TEU i obszarze żegludowym, jak również zawiera opisy konfiguracji morskich siłowni dla współczesnych kontenerowców, z uwzględnieniem napędu głównego, siłowni elektrycznych i parowych. Ponadto, omówione zostały współczesne trendy w budowie kadłubów okrętowych i morskich siłowni.

Słowa kluczowe: okrętownictwo, kontenerowce, TEU, morskie siłownie, silniki wysokoprężne

1. Wprowadzenie

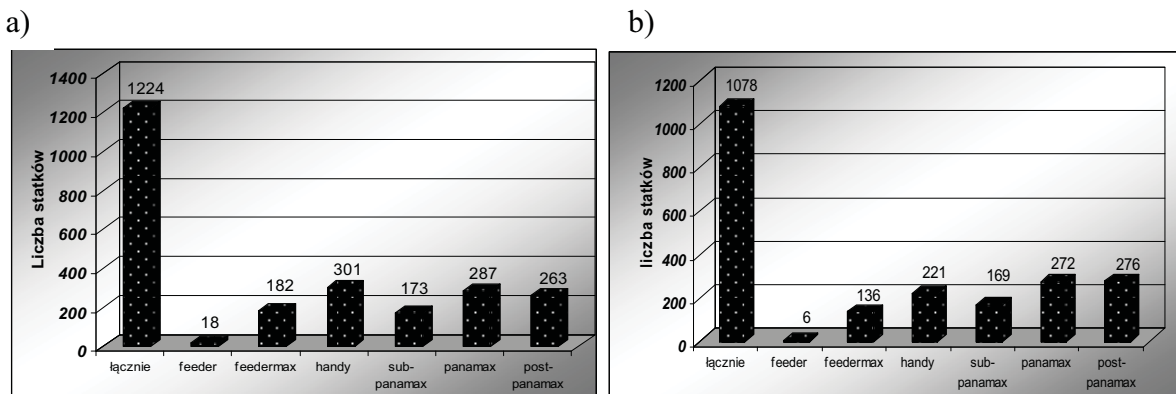
Unifikacja transportu wyrobów gotowych w postaci kontenerów oraz dostępność transportu lądowego tj. kolei i ciągników siodłowych spowodowały rozwój branży morskiej w kierunku budowy statków kontenerowych. Główną zaletą transportu kontenerów jest ich intermodalność. Sukces rozwoju tej branży tkwi w zintegrowanym transporcie na dużą skalę, przy jednoczesnym braku potrzeby przepakowywania ładunku przy zmianie środka transportu oraz zabezpieczeniu ładunku przed uszkodzeniem czy wręcz zawłasczeniem.

Różnorodność rozwiązań konstrukcyjnych kontenerów sprawiła, że praktycznie można w nich przewieźć każdy rodzaj ładunku, w tym samochody. Przez zastosowanie kontenerów skrócono nie tylko czas przeładunku, ale osiągnięto również znaczną redukcję kosztów operacji ładunkowych.

2. Rozwój rynku kontenerowego

Z analizy rynku żeglugowego [2] wynika, że popyt na transport morski ładunków skonteneryzowanych (przewożących zarówno drobnicę jak i towary masowe) będzie stale rósł. Wśród nowych zamówień złożonych w stoczniach światowych w okresie pierwszego kwartału 2005 roku kontenerowce zajmowały drugie miejsce po zbiornikowcach [5].

W celu zobrazowania znaczenia rynku statków kontenerowych, na Rys. 1 zamieszczono światowy portfel zamówień tych jednostek odpowiednio na koniec marca 2005 roku i koniec czerwca 2006 roku.



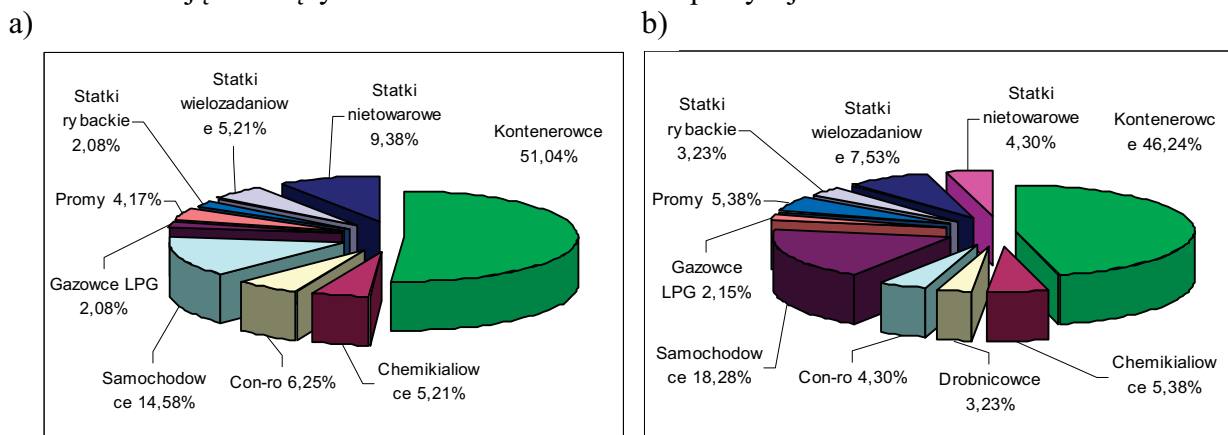
Rys. 1. Światowa lista zamówień na kontenerowce względem liczby statków [2,5] a) koniec marca 2005 b) koniec czerwca 2006

Fig. 1. Container vessels world order book according to number of ships [2,5] a) end of March 2005 b) end of June 2006

W okresie tym portfel zamówień na nowe statki kontenerowe wzrósł o ponad 11% z 1078 do 1224. Wzrost ten dotyczył nie tylko jednostek o mniejszej zdolności przewozowej, lecz również największych statków w klasie panamax i powyżej o zdolności przewozowej przekraczającej 5000 kontenerów TEU. Analizując portfel zamówień europejskich stoczni obserwuje się, podobnie jak na rynku światowym, tendencję wzrostu popytu na budowę nowych statków kontenerowych. W budowie tego typu jednostek specjalizują się między innymi polskie stocznie. W zamieszczonej na rysunku 2 strukturze portfela zamówień polskich stoczni (Stocznia Szczecińska Nowa oraz Grupa Stocznia Gdynia) z podziałem na poszczególne typy statków wyraźnie widać, że największy udział w tej strukturze mają statki kontenerowe. W portfelu tym, pod względem liczby statków, kontenerowce zdecydowanie dominują odpowiednio z 46,24% i 51,04% udziałem w latach 2004 i 2005. W przeciągu ponad roku światowa flota kontenerowców zwiększyła się o 355 statków przy coraz wyższym udziale statków o dużej pojemności kontenerowej.

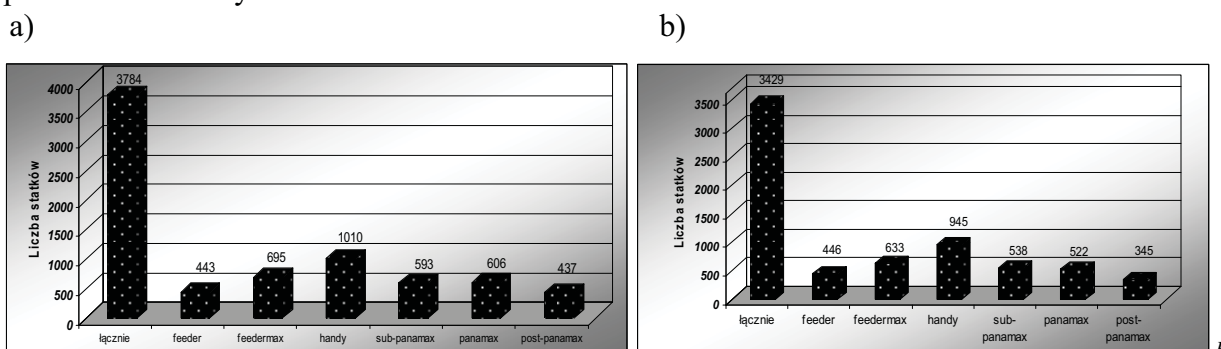
Z przedstawionych informacji wynika, że zarówno liczba światowej floty statków kontenerowych się powiększa jak i światowy portfel zamówień na nowe kontenerowce odnotowuje wzrost. Najwięcej statków kontenerowych jest w klasie do 2500 TEU (stan na koniec września 2004 roku). Jednak analizując portfel zamówień oraz liczbę statków nowych oddanych do eksploatacji na koniec września 2004 roku, rośnie bardzo silnie popyt na jednostki powyżej

2500 TEU. Budowa tych największych kontenerowców w klasie post-panamax i powyżej jest w portfelach zamówień stoczni azjatyckich, a głównie Korei Południowej. Stocznie te z roku na rok odnotowują znaczący wzrost zamówień na statki powyżej 5000 TEU.



Rys. 2. Struktura zamówień Polskich stoczni względem liczby statków [2, 5]
 a) koniec września 2004 b) koniec marca 2005
 Fig. 2. Order book structure of Polish shipyards regards number of ships [2, 5]
 a) end of September 2004 b) end of March 2005

Na koniec marca 2005 roku światowa flota eksploatowanych statków kontenerowych osiągnęła poziom 3429 jednostek, by rok później uzyskać wartość 3784 co zostało przedstawione na Rys. 3 z podziałem na klasy.



Rys. 3. Światowa flota kontenerowców względem liczby statków [2, 5] a) koniec marca 2005 b) koniec czerwca 2006
 Fig. 3. The container vessels world fleet regards to number of ships [2, 5] a) end of March 2005 b) end of June 2006

3. Podział statków na klasy

W procesie projektowania i budowy dużych statków kontenerowych istotne ograniczenie stanowią wymiary śluz, kanałów, położenia mostów i inne "wąskie" przejścia. W Tab. 1 zestawiono wybrane przejścia żeglugowe stanowiące ograniczenia wymiarów kadłubów obiektów pływających oraz określające klasę statków kontenerowych.

Tab. 1. Wybrane ograniczenia w głównych wymiarach statków L, B, T [3, 4, 6]
 Tab. 1. Selected restrictions of ship main dimensions L, B, T [3, 4, 6]

| | B | T | L |
|---------------------|------|-------|-------|
| Kanał Kiloński | 40 | 9,5 | 315 |
| St. Lawrence Seaway | 23 | 7,6 | 222 |
| Cieśnina Malacca | - | 21 | - |
| Kanał Panamski | 32,2 | 12,04 | 289,5 |
| Kanał Sueski | 55 | 18,29 | - |

Wymiary B, T, L zostały podane w metrach i stanowią maksymalne wartości, odpowiednio szerokości, zanurzenia i długości, jakie można przypisać obiektom pływającym. Głównym ograniczeniem jest dopuszczalne zanurzenie statku oraz jego szerokość. Projektując kontenerowce o coraz większej pojemności kontenerowej TEU projektanci muszą uwzględniać dopuszczalne zanurzenie, rzadziej szerokość, kosztem zwiększenia innych wymiarów głównych.

Ekspansja i różnorodność zdolności przewozowej statków kontenerowych stworzyły konieczność wprowadzenia wewnętrznego podziału na klasy, którego kryterium stanowi liczba przewożonych kontenerów dwudziestostopowych TEU oraz przedstawione w tabeli 1 ograniczenia wymiarowe szlaków żeglugowych.

Najpopularniejsze w transporcie morskim są tzw. kontenery uniwersalne ogólnego przeznaczenia, a wśród nich kontenery dwudziestostopowe TEU (klasa 1C) posiadające około 6 metrów długości. Biorąc pod uwagę liczbę kontenerów TEU, wymiary kadłuba obiektu pływającego, trasę oraz przeznaczenie, ukształtował się podział statków kontenerowych, którego klasyfikację przedstawiono w Tab. 2.

Tab. 2. Azjatycka klasyfikacja kontenerowców [4]

Tab. 2. Asiatic classification of container vessels [4]

| Klasa statku | Wymiary | Liczba kontenerów |
|------------------------------|-------------|------------------------|
| Small Feeder | max. | <1 000 TEU |
| szerokość statku | 23,0 m | |
| Feeder | | 1 000-2 500 TEU |
| szerokość statku | 23-30 m | |
| Panamax | max. | 2 500-4 500/5 000 TEU |
| szerokość statku | 32,3 m | |
| zanurzenie statku | 12,0 m | |
| całkowita długość statku | 294,1 m | |
| Post-Panamax | | 4 500/5 000-10 000 TEU |
| szerokość statku większa niż | 32,3 m | |
| Suezmax | max. | 10 000-12 000 TEU |
| szerokość statku | 70 m | |
| zanurzenie statku | 21,3 m | |
| całkowita długość statku | do 500 m | |
| Post-Suezmax | brak danych | >12 000 TEU |

Warunki żeglugowo-transportowe rynku azjatyckiego są zdecydowanie inne od europejskiego, głównie ze względu na odległości pomiędzy portami. W Europie statek dowozowy może mieć mniejszą pojemność TEU, a także prędkość od jednostki dowozowej w Azji, która musi pokonywać jednorazowo znacznie większe odległości dochodzące do 1500 mil morskich [1]. Stąd w Tab. 3 przedstawiono podział, którego struktura wynika z potrzeb europejskiego rynku transportowego.

Z uwagi na prowadzone prace związane z powiększaniem wymiarów kanału Sueskiego i plany władz administracji morskiej względem kanału Panamskiego podział na klasy przedstawiony w Tab. 1-2 może w najbliższych latach ulec zmianie na ten zaproponowany w Tab. 4. Jeśli dojdzie do pogłębienia kanału Sueskiego to klasa suezmax i post-suezmax zostanie zastąpiona odpowiednio klasą New Panamax lub klasą VLCC - Very Large Container Carrier i klasą ULCC - Ultra Large Container Carrier. Z uwagi na ograniczoną głębokość w cieśninie Malacca,

najważniejszym kanale tranzytowym łączącym Ocean Indyjski z Oceanem Spokojnym, w [7] wprowadzono dla statków kontenerowych klasę Malaccamax z dopuszczalnym zanurzeniem 21 m.

Przedstawione w Tab. 2-4 jednostki pływające w klasie Small Feeder jak i Feeder mogą obsługiwać połączenia między dużym terminalem kontenerowym, a portami regionalnymi. Statki dowozowe tzw. Small Feeder są klasą najmniejszych jednostek kontenerowych wykorzystywane na krótkich szlakach morskich. Większe od nich kontenerowce w klasie Feeder znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie zapotrzebowanie na jeszcze większe kontenerowce, czyli w klasie Panamax i powyżej jest zbyt małe by było ekonomicznie uzasadnione.

Tab. 3. Klasyfikacja kontenerowców [1-2]
Tab. 3. Classification of container vessels [1-2]

| Klasa statku | Liczba kontenerów TEU |
|--------------|-----------------------|
| Feeder | <500 |
| Feedermax | 500 - 1 000 |
| Handy | 1 000 - 2 000 |
| Sub-Panamax | 2 000 - 3 000 |
| Panamax | 3 000 - 4 000 |
| Post-Panamax | >4 000 |

Tab. 4. Klasyfikacja kontenerowców
Tab. 4. Classification of container vessels

| Klasa statku | Liczba kontenerów TEU |
|--------------|-----------------------|
| Small Feeder | <1 000 |
| Feeder | 1 000 - 2 500 |
| Panamax | 2 500 - 5 000 |
| Post-Panamax | 5 000 - 10 000 |
| VLCC | 10 000 - 12 000 |
| ULCC | >12 000 |

Wszystkie statki, które mają wymiary zbliżone do wartości określonych śluzami kanału Panamskiego zostały ujęte w klasie Panamax. Praktycznie do roku 1988 wymiary kadłuba statków kontenerowych nie przekraczały wartości granicznych dla kanału Panamskiego, podczas gdy już w 2004 roku oddano do eksploatacji największy wówczas kontenerowiec świata zaliczany do klasy Post-Panamax mogący przewieźć jednorazowo do 9600 kontenerów TEU. Statki klasy Post-Panamax, ze względu na szerokość kadłuba, są w stanie pomieścić większą liczbę kontenerów, co w efekcie prowadzi do lepszego wykorzystania nośności jednostki. Budując coraz to większe statki kontenerowe w sierpniu 2006 roku duńska stocznia oddała do eksploatacji największy kontenerowiec świata o zdolności przewozowej 11 000 TEU. Jest to największy do tej pory statek kontenerowy w swojej klasie. Jednak wszystko wskazuje na to, że budowa jeszcze większej jednostki mogącej przewieźć jednorazowo do 18 000 TEU jest kwestią najbliższych kilku lat. Obecnie budowane jednostki z klasy panamax i powyżej są przeznaczone głównie do szybkich podróży po całym globie z niewielką liczbą portów węzłowych (3-4 porty).

4. Parametry eksploatacyjne statków kontenerowych

Wraz ze wzrostem liczby przewożonych kontenerów TEU, roczna liczba wykonanych rejsów dla danego statku maleje ze względu na ogólny wzrost czasu przeładunku statku. W tej sytuacji dla zrekompensowania czasu spędzonego w porcie dla przeładunku, prędkość kontenerowców musi być zwiększana proporcjonalnie do ogólnej liczby przewożonych kontenerów.

W zależności od klasy statku, w Tab. 5 podano zakresy prędkości eksploatacyjnych współczesnych statków kontenerowych.

Wzrost prędkości obiektów pływających powoduje wzrost oporów hydrodynamicznych poruszającego się obiektu i jest ściśle związany ze zwiększonym zapotrzebowaniem na moc napędu głównego, którego wartości przedstawiono w Tab. 6. Moc ta rozumiana jest jako maksymalna moc ciągła, dla której dopuszcza się 10% przeciążenie przez 1 godzinę w ciągu 12 godzin pracy silnika.

Tab. 5. Zakres prędkości statków kontenerowych
Tab. 5. Speed range of container vessels

| Klasa statku | Prędkość eksploatacyjna |
|--------------|-------------------------|
| Small Feeder | 11,5 - 20 w |
| Feeder | 16 - 23 w |
| Panamax | 19 - 25 w |
| Post-panamax | 23 - 26 w |
| Suezmax | 26 w |
| Post-suezmax | 28 w - prognoza |

Tab. 6. Zakres mocy wyjściowej napędu głównego statków kontenerowych
Tab. 6. Main engine output range of container vessels

| Klasa statku | Moc napędu głównego statku |
|--------------|----------------------------|
| Small Feeder | 1 000 - 9 500 kW |
| Feeder | 7 000 - 22 000 kW |
| Panamax | 20 000 - 50 000 kW |
| Post-panamax | 40 000 - 70 000 kW |
| Suezmax | 80 000 kW |
| Post-suezmax | 140 000 kW prognoza |

Wartości prędkości serwisowej i maksymalnej mocy ciągłej napędu głównego przedstawione w Tab. 5-6 dotyczą współczesnych statków kontenerowych oddanych do eksploatacji w latach 1996-2006. Na podstawie tych danych można zauważyć, że im większa pojemność kontenerowa statku, tym większa prędkość przewozowa. W przyszłości prawdopodobny wydaje się wzrost prędkości statku do 28 węzłów, statków w klasie Post-Panamax i powyżej.

4.1. Układy energetyczne siłowni okrętowych

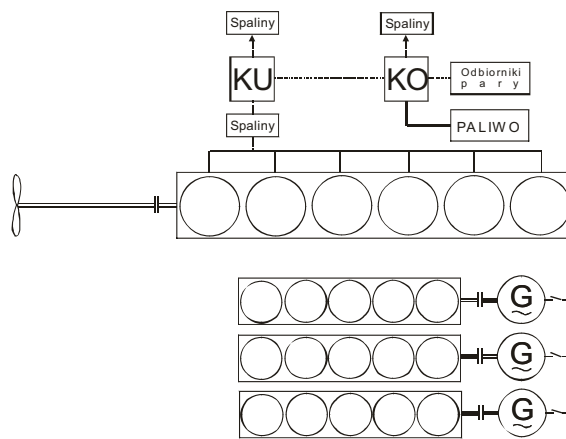
Napęd główny statków kontenerowych stanowią tłokowe silniki spalinowe. Przy czym dominują statki z jednym dwusuwowym, wolnoobrotowym silnikiem wozdżikowym dużej mocy napędzającym śrubę o stałym skoku. Najczęściej statki kontenerowe wyposażone są w silniki takich producentów jak firma MAN, Wartsila, MaK oraz Caterpillar. Z uwagi na ograniczoną wysokość siłowni na statkach małej pojemności kontenerowej, tzw. klasa dowozowców, stosowane są układy napędowe, w których napęd główny stanowią silniki średnioobrotowe

napędzające, poprzez przekładnię, śrubę o zmiennym skoku. W rozwiązaniach tych dominują silniki spalinowe dwóch producentów tj. MaK i Caterpillar.

Układ energetyczny statku zależy od jego wielkości, mocy napędu głównego, rodzaju zastosowanego paliwa, liczby kontenerów chłodzonych, liczby i mocy sterów strumieniowych i in. W siłowniach statków kontenerowych jest od 2 do 4 zespołów prądotwórczych. Niekiedy dla produkcji energii elektrycznej stosuje się prądnice wałowe.

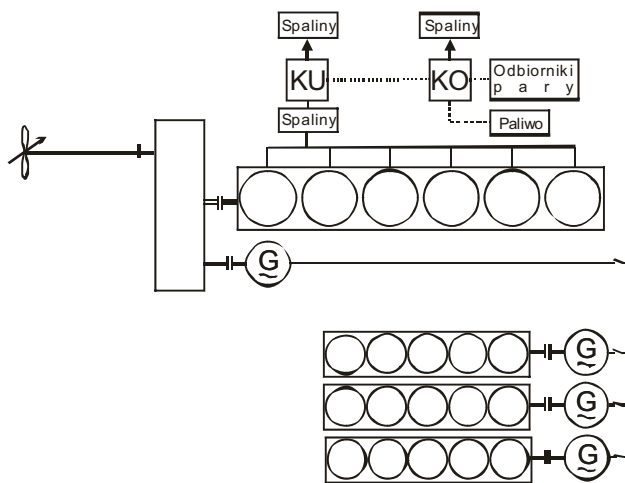
Na Rys. 4-5 zaprezentowano dwa najczęściej spotykane rozwiązania układów energetycznych współczesnych statków kontenerowych.

Zaletą zastosowania silników wolnoobrotowych do napędu głównego jest ich niskie jednostkowe zużycie paliwa w porównaniu z innymi rozwiązaniami układów napędowych obiektów pływających.



Rys. 4. Schemat morskiej siłowni ze śrubą o stałym skoku napędzaną dwusuwowym wolnoobrotowym silnikiem głównym

Fig. 4. Marine power plant diagram with fixed pitch propeller driven by two stroke low-speed main engine



Rys. 5. Schemat morskiej siłowni z generatorem na wale i śrubą o zmiennym skoku napędzaną średniobrotowym silnikiem głównym

Fig.5. Marine power plant diagram with shaft generator and controllable pitch propeller driven by medium-speed main engine

Podstawą doboru układu energetycznego statku jest oszacowanie wartości mocy napędu głównego dla zadanych założeń armatorskich. Założenia te z reguły sprowadzają się do liczby kontenerów TEU, prędkości statku v i proponowanego rejonu pływania, co ma szczególne znaczenie dla statków o wyższej pojemności ładunkowej TEU.

Moc napędu głównego ma wpływ na wielkość energii cieplnej i elektrycznej oraz na możliwość wyboru wariantu wytworzenia tych dwóch form energii.

Ciepło spalin wylotowych i ewentualnie ciepło z chłodzenia powietrza doładowanego jest wykorzystywane do produkcji pary. Stosowanie coraz gorszych gatunków paliw oraz silników

dużej mocy o coraz niższej temperaturze spalin wymaga dodatkowego zapotrzebowania na ciepło niezbędne do przygotowania technologicznego paliwa. Coraz powszechniej stosuje się tzw. kotły kombinowane. Są one zaprojektowane w ten sposób, że w czasie podróży statku, gdy pracuje silnik główny kocioł ten pełni funkcję kotła utylizacyjnego. Podczas postoju statku w porcie lub w rejonach niskich temperatur, gdy zapotrzebowanie na parę przewyższa wydajność kotła utylizacyjnego pracuje on jako kocioł opalany zwany pomocniczym.

5. Prognozy rynku kontenerowego

Efektywna obsługa statków o największej pojemności kontenerowej wymaga przygotowania zarówno infrastruktury morskiej jak i lądowej. Ważnym elementem przy budowie nowych i rozbudowie istniejących już terminali jest zwiększenie przepustowości nabrzeży. Dla zdecydowanej większości istniejących portów poważną przeszkodą w dalszym rozwoju jest ograniczona powierzchnia składowa oraz przepustowość systemu transportowego z i do portu. W tej sytuacji dalszy rozwój portów przeładunkowych będzie realizowany w dwóch kierunkach. Pierwszy wynikający z ograniczonych możliwości dostosowania akwenów podejściowych portów położonych w głębi lądu oraz samych kanałów i basenów portowych. Dla wielu portów stanowi to warunek dalszej egzystencji i skłania do szukania innych rozwiązań w kierunku specjalizacji w obsłudze na przykład statków średniej wielkości typu ro-ro, ładunków mrożonych, drewna jak ma to miejsce w przypadku portu Baltimore [1]. Druga grupa portów, która ma możliwość dalszej rozbudowy swojej infrastruktury lądowej i morskiej będzie prowadzi prace w zakresie zwiększania powierzchni składowej kontenerów, inwestowania w dźwigi przeładunkowe, rozwijania przy współpracy z lokalnymi władzami sieci dróg, taboru kolejowego, powiększania wejść do portów itp.

Budując duże jednostki kontenerowe o zasięgu oceanicznym, trzeba zdawać sobie sprawę, że silnym ograniczeniem, oprócz głębokości i przestrzeni manewrowej, jest wyposażenie portów w dźwigi o odpowiednim zasięgu. Nowe rozwiązania technologiczne dźwigów przeładunkowych powinny umożliwiać zwiększenie wydajności tak, by tempo obsługi dużych statków kontenerowych nie było mniejsze niż średniej wielkości kontenerowca. Na przykład, by dźwig wyposażony w trzy wózki mógł osiągać wydajność nawet do 60 kontenerów na godzinę.

Rozwój portu w Hamburgu odzwierciedla tendencje całej branży kontenerowej w najbliższych latach. W roku 2000 przeładowano tam 4,0 mln TEU a do 2010 roku planuje się zwiększenie obrotów aż do 8 mln TEU. Jeszcze do niedawna słabo rozwinięta Europa Wschodnia i Środkowa ma obecnie szansę stać się poważnym partnerem w wymianie towarów dostarczanych statkami kontenerowymi. Nowe terminale powstają tam, gdzie spodziewany jest znaczny wzrost przewozów. Bardzo intensywnie rozwija się port w Konstancji w Rumunii, rozbudowano terminal Burgas w Bułgarii, w październiku 2007 oddano do eksploatacji nowy terminal kontenerowy w Gdańsku z nabrzeżem o długości 650 m i głębokości do 16,5 metra planując jego dalszą rozbudowę.

6. Podsumowanie

W sytuacji wzrostu liczby dużych jednostek kontenerowych, które będą wpływać tylko do kilku kontenerowych portów węzłowych przewiduje się wzrost zapotrzebowania na tzw. szybkie dowozowe jednostki kontenerowe o większych możliwościach przewozowych [5]. Przy dużej częstotliwości zawinięć do portów to one będą dostarczać i odbierać kontenery z portów bazowych największych statków kontenerowych czyniąc te operacje bardziej efektywne [1]. Czas, jaki jest potrzebny na manewry i operacje przeładunkowe największych kontenerowców skłaniają do wzrostu prędkości eksploatacyjnej oraz do ograniczenia portów węzłowych nawet do 4.

Fakt dużego popytu na statki kontenerowe, w tym na największe jednostki, powoduje silną potrzebę prowadzenia działań badawczo-rozwojowych w zakresie projektowania i budowy tego typu jednostek z uwagi na zmianę wymagań stawianych tym statkom.

Literatura

- [1] Grzybowski, L., Łączyński, B., Narodzonek, A., Puchalski, J., Kontenery w transporcie morskim, Trademar, Gdynia 1997.
- [2] Informacja rynkowa gospodarki morskiej Nr 4, OSSiNT, Centrum Techniki Okrętowej S.A., Grudzień 2004.
- [3] Jensen, G., Kraus, A., Deeper draughts for optimum mega container liners?, The Naval architect, March 2004.
- [4] MAN B&W Diesel A/S: Propulsion Trends in Container Vessels, www.manbw.com, Denmark 2005.
- [5] Raport o stanie światowego rynku morskiego i okrętowego Nr 2(25), OSSiNT, Centrum Techniki Okrętowej S.A., Czerwiec 2005.
- [6] Schneekluth, H., Bertram, V., Ship design for efficiency and economy, Butterworth Heinemann, Oxford 1998.
- [7] Wijnolst, T., et al., Malacca-max. The Ultimate Container Carrier, Delft University 1999.

