

DEVELOPMENT TRENDS OF LNG GAS CARRIERS

Mariusz Giernalczyk, Zygmunt Górski

Akademia Morska w Gdyni
Katedra Siłowni Okrętowych
ul. Morska 83, 81-225 Gdynia, Polska
tel.: +48 58 6109307,
e-mail: magier@am.gdynia.pl

Abstract

This paper describes development trends of LNG carriers. The growing capacity of such vessels above 200000 cm is observed in population. The analysis contains the biggest ships of this class Q-Max and Q-Flex. A new type of LNG carries named LNG RV (Liquefied Natural Gas - regasification vessel), which perform regasification of cargo in discharge place. This kind of vessel discharge can last in several days. LNG in gas form is directly pumped into receiver piping system. Liquefied Natural Gas is the natural prepared earth gas to the transport and the further distribution through the removal of undesirable impurities and the condensation. The dynamic development gas ships and tendencies to enlarging their carrying capacities will lead in the short time to the rising of ships having the loading-volume of 300000.m³ and even exceeding this value.

In Particular, the LNG carrier with the spherical (Moss) type tanks, the inside of a spherical tank of LNG carrier, the LNG carrier prismatic type tank during a assembly, membrane type LNG carrier, distribution in containment systems on LNG fleet distribution of existing LNG carriers in service and on order (number of ships), distribution of propulsion systems of LNG fleet on order

Keywords: LNG carriers, Q-Max, Q-Flex, LNG RV carriers

TENDENCJE ROZWOJOWE GAZOWCÓW LNG

Streszczenie

W pracy przedstawiono tendencje rozwojowe grupy statków do przewozu gazu naturalnego w formie skroplonej, nazywanych gazowcami LNG (ang. Liquefied Natural Gas). Zwrócono uwagę na wciąż powiększającą się zdolność przewozową tych statków, przekraczającą obecnie objętość 200 tys. m³. Analiza obejmuje największe statki tej klasy Q-Max oraz Q-Flex. Przedstawiono też zupełnie nowy profil zamówień na rynku morskiego transportu gazu naturalnego, który stanowią statki LNG RV (ang. Liquefied Natural Gas - Regasification Vessel), które dokonują odparowania (regazyfikacji) LNG w miejscu jego wyladunku i przez kilkanaście dni włączają gaz do podmorskiego rurociągu. Dynamiczny rozwój gazowców oraz tendencje do zwiększania ich zdolności przewozowych doprowadzą w krótkim czasie do powstania statków mających objętość ładunkową 300 tys.m³ a nawet przekraczających tę wartość.

W szczególności Gazowiec LNG ze zbiornikami kulistymi, wewnątrz zbiornika gazowca ze zbiornikami kulistymi, montaż zbiornika pryzmatycznego typu IHS na gazowcu LNG, gazowiec LNG typu membranowego, struktura floty gazowców LNG pod względem konstrukcji zbiorników oraz perspektywy ich rozwoju w najbliższych latach, struktura udziału gazowców różnej wielkości w światowej flocie oraz perspektywy ich rozwoju, struktura udziału różnych typów napędów głównych na zamówionych gazowcach LNG są prezentowane w artykule.

Słowa kluczowe: gazowce LNG, gazowce Q-Max oraz Q-Flex, gazowce LNG RV

1. Wstęp

LNG (ang. Liquefied Natural Gas) to naturalny gaz ziemny przygotowany do transportu i dalszej dystrybucji poprzez usunięcie niepożądanych zanieczyszczeń oraz skroplenie. Niepożądanymi składnikami LNG są: dwutlenek węgla, azot, siarkowodór, dwusiarczek węgla oraz woda w postaci pary. Przeciętny skład procentowy LNG przedstawia się następująco: 91-92% metanu, 6-7% propanu, do 2% wyższych frakcji węglowodorowych. Przy normalnym ciśnieniu atmosferycznym mieszanina ta wrze w temperaturze -163°C i w takich warunkach jest transportowana. Z regazyfikacji 1 m³ LNG

otrzymuje się 630 m³ bezwonnego gazu lżejszego od powietrza.

Do przewozu skroplonego naturalnego gazu ziemnego drogą morską wykorzystuje się statki nazywane gazowcami LNG, zwane też zbiornikowcami kriogenicznymi. Obecnie transport skroplonego gazu ziemnego drogą morską rośnie szybciej niż przesyłanie gazociągami. W formie ciekłej przewozi się obecnie ok. 158,5 mln t gazu rocznie. Długookresowe prognozy wskazują na wyraźny wzrost tego typu transportu i według przewidywań Międzynarodowej Unii Gazowniczej (IGU) w 2010 r. objętość gazu przesyłanego gazociągami wyniesie od 205 do 225 mld m³, natomiast przewożonego drogą morską w postaci LNG 195-265 mld m³. Jednak już w 2030 r. transport morski LNG może być porównywalny, a nawet większy niż gazu przesyłanym rurociągami i osiągnie poziom od 340 do 600 mld m³ (gazociągami od 340 do 390 mld m³) [3]. Powoduje to niezwykle dynamiczny rozwój floty gazowców LNG, zarówno pod względem ilości jak i zdolności przewozowej jednostki.

2. Klasyfikacja gazowców

Zgodnie z zaleceniami IMO IGC Code (International Gas Code) przyjęto dwie kategorie gazowców LNG pod względem konstrukcji zbiorników ładunkowych:

- ze zbiornikami samonośnymi typu B,
- zbiorniki membranowe.

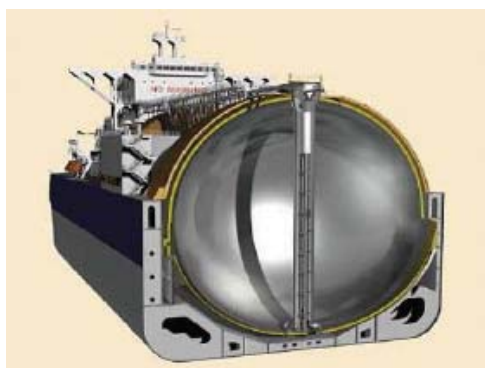
Gazowce LNG ze zbiornikami niezależnymi typu B obejmują:

1. Statki ze zbiornikami kulistymi będącymi niezależną konstrukcją wytrzymałościową. Zbiorniki te nie są częścią konstrukcji kadłuba statku. Ustawiane są i mocowane do specjalnych elementów przytwierdzonych do kadłuba wewnętrznego. Wewnętrzna warstwa zbiornika zbudowana jest z aluminium lub jego stopu, pokryta z zewnątrz warstwą izolacji. Pomiędzy zbiornikami a kadłubem statku znajdują się zbiorniki balastowe. Do tego typu konstrukcji zalicza się gazowce posiadające zbiorniki wykonane w technologii norweskiej firmy Kvaerner-Moss. Widok gazowca ze zbiornikami kulistymi pokazuje Rys. 1, a przekrój konstrukcji Rys. 2.



Rys. 1. Gazowiec LNG ze zbiornikami kulistymi [źródło: Wikipedia]

Fig. 1. The LNG carrier with the spherical (Moss) type tanks



Rys. 2. Wnętrze zbiornika gazowca ze zbiornikami kulistym [źródło: Wikipedia]

Fig. 2. The inside of a spherical tank of LNG carrier

2. Gazowce posiadające zbiorniki pryzmatyczne będące niezależną konstrukcją wytrzymałościową, wykonane z blachy duraluminiowej o grubości 12-25 mm i wstawione w całości do kadłuba statku, uprzednio wyłożonego izolacją. Wypełniają one prawie całą objętość kadłuba. Gazowce LNG ze zbiornikami pryzmatycznymi systemu IHS SPB (Rys. 3) (ang. *Self supporting Prismatic shape*), bazują na amerykańskim patencie zastosowanym na pierwszych gazowcach *Methane Progress* oraz *Methane Princess*.



Rys. 3. Montaż zbiornika pryzmatycznego typu IHS na gazowcu LNG [źródło: Wikipedia]
Fig. 3. The LNG carrier prismatic type tank during a assembly

Gazowce ze zbiornikami membranowymi

Gazowce posiadające zbiorniki, których wewnętrzna ściana jest cienką membraną wykonaną z niskowęglowej stali nierdzewnej lub stopu (inwar) z wysoką zawartością niklu, spoczywającą na mocnej izolacji, która oparta jest z kolei na konstrukcji statku. Różnice w tej technologii polegają przede wszystkim na sposobie łączenia z kadłubem oraz strukturze podwójnych okładzin izolacyjnych z membranami:

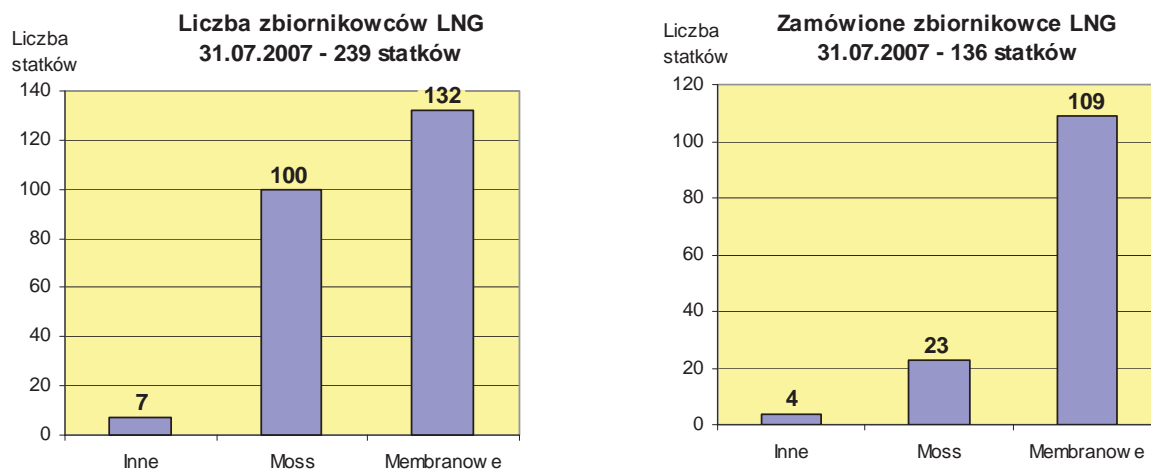
1. Dla systemu Gas Transport posiadające membranę z inwaru o grubości 0,7 mm oraz izolowane szkłem wulkanicznym,
2. Dla systemu Technigas są to panele posiadające membranę ze stali nierdzewnej, triplex'u oraz tworzywa izolującego cieplnie.

Przykład gazowca typu membranowego pokazuje Rys. 4.



Rys. 4. Gazowiec LNG typu membranowego [źródło: Wikipedia]
Fig. 4. Membrane type LNG carrier

Obecną strukturę floty gazowców LNG pod względem konstrukcji zbiorników oraz perspektywę ich rozwoju w najbliższych latach pokazuje Rys. 5.



Rys. 5. Struktura floty gazowców LNG pod względem konstrukcji zbiorników oraz perspektywy ich rozwoju w najbliższych latach [4]

Fig. 5. Distribution in containment systems on LNG fleet (ref: LNG World Shipping Journal Sept./Oct. 2007 [4])

Pod względem zdolności przewozowej (objętości ładunku) gazowce LNG dzielą się na:

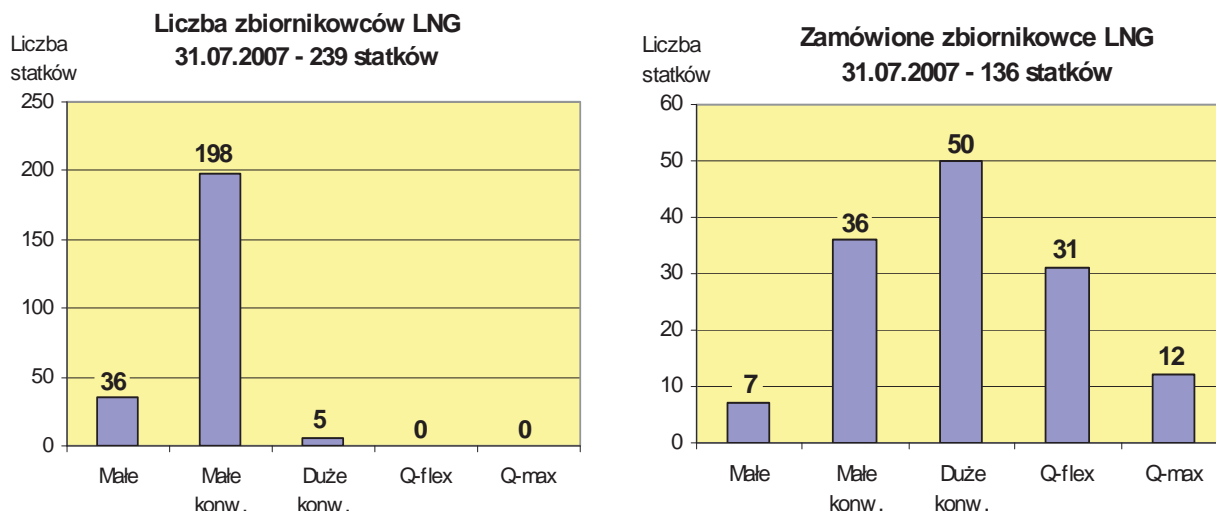
- małe o objętości przewożonego ładunku do 90000 m³,
- małe-konwencjonalne o zdolności przewozowej 120000-149999 m³,
- duże-konwencjonalne o zdolności przewozowej 150000-180000 m³,
- Q-flex o zdolności przewozowej 200000-220000 m³,
- Q-max o zdolności przewozowej powyżej 260000m³ (skrót pochodzi od nazwy Qatar oraz max-wymiarów statku, umożliwiających zawinięcie do portu Ras Laffan w Emiracie Katar).

Zestawienie podstawowych parametrów gazowców sklasyfikowanych pod względem zdolności przewozowej wg [4] przedstawia Tab. 1.

Tab. 1. Klasyfikacja gazowców LNG pod względem zdolności przewozowej
Tabl. 1. LNG carrier classes

Klasa gazowców LNG	Wymiary		Objętość ładunkowa
Małe	Szerokość: Długość całkowita:	do 40m do 250 m	do 90.000 m ³
Małe-konwencjonalne	Szerokość: Długość całkowita:	41-49 m 270-298 m	120.000-149.999 m ³
Duże-konwencjonalne	Zanurzenie: Szerokość: Długość całkowita:	do 12 m 43-46 m 285-295 m	150.000-180.000 m ³
Q-flex	Zanurzenie: Szerokość: Długość całkowita:	do 12 m ok. 50 m ok.315 m	200.000-220.000 m ³
Q-max	Zanurzenie: Szerokość: Długość całkowita:	do 12 m 53-55 m ok.345 m	powyżej 260.000m ³
Podklasy:			
- Med.-max (klasa śródziemnomorska) ok.75000 m ³ ,			
- Atlantic-max (klasa atlantycka) ok.165000 m ³ .			

Strukturę udziału gazowców LNG różnej wielkości w światowej flocie oraz perspektywy ich rozwoju w postaci „portfela zamówień” na najbliższe lata przedstawia Rys. 6.



Rys. 6. Struktura udziału gazowców różnej wielkości w światowej flocie oraz perspektywy ich rozwoju[4]
Fig. 6. Distribution of existing LNG carriers in service and on order (number of ships)[4]

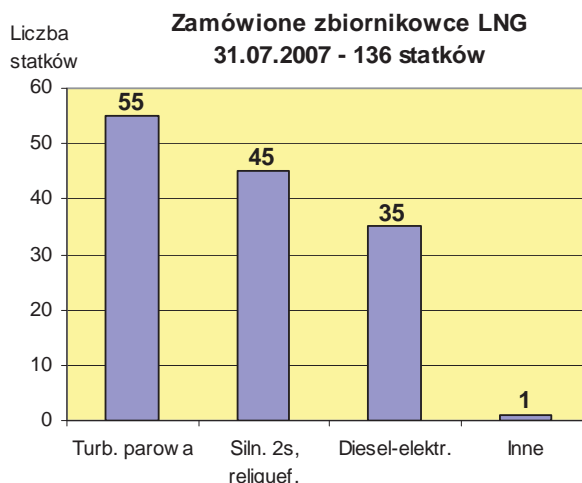
3. Tendencje i perspektywy rozwoju gazowców LNG

Obserwowany jest znaczący wzrost ilości oraz zdolności przewozowej gazowców LNG. O ile największe z dotąd eksploatowanych jednostek mają pojemność nie przekraczającą 180000 m³, to w portfelu zamówień na najbliższe lata pojawiły się kontrakty na dostawę 31 jednostek klasy Q-max oraz 12 jednostek Q-flex dla programu Qatargas i Rasgas. Statki te zalicza się do klasy capesize, z uwagi na sposób odbywania podróży (wokół przylądków) oraz ich wielkość. Jednostki te budowane są w koreańskich stocznicach Samsung Heavy Industries (SHI) oraz Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering (DSME) dla armatora Qatargas. Wyposażone są w instalacje do ponownego skraplania gazu odparowującego podczas podróży [1]. Napędy tych gazowców stanowią dwa wolnoobrotowe silniki wysokoprężne, każdy o mocy 21770 kW, przekazujące moc na dwie niezależne śruby. Do roku 2010 będą to największe i najdroższe (ok.300 mln. USD) gazowce na świecie.

Należy zwrócić uwagę na dokonującą się zmianę rodzaju napędu głównego gazowców LNG. Na zbudowanych dotąd gazowcach dominowały turbiny parowe jako napędy główne. Wynikało to z faktu, że odparowany z ładunku gaz, którego wartość przyjmuje się przeciętnie jako równą 0,15% dziennie, najłatwiej można było spalać w kotłach, a wyprodukowaną parę wykorzystać do napędu turbin. Jednak ilość odparowanego gazu w trakcie miesięcznej podróży morskiej osiąga przeciętnie poziom ok. 5% całości ładunku i uznano, że jest to zbyt duży ubytek. Dlatego też zdecydowano na zainstalowanie na wszystkich zamówionych jednostkach klasy Q-max oraz Q-flex systemów ponownego skraplania odparowanego gazu. W tej sytuacji, wobec braku konieczności wykorzystania odparowanego gazu do napędów głównych, zdecydowano na zastąpienie turbin parowych, a także średnioobrotowych tłokowych silników spalinowych pracujących w układach diesel-elektrycznych, bardziej sprawnymi silnikami dwusuwowymi wraz z systemami ponownego skraplania gazu [2]. Jednak w portfelu zamówień na najbliższe lata (Rys. 7) dominują nadal statki z napędem turbiną parową. Jest to związane z dużymi doświadczeniami eksploatacyjnymi: możliwością spalania zarówno odparowanego gazu (BOG *ang. boil off gas*) jak i paliwa ciężkiego w kotłach oraz możliwościami wykorzystania pary do celów grzewczych, w tym regazyfikacji. Rozważana jest bowiem możliwość eksploatacji nowego

rodzaju gazowców, nazywanych LNG RV (ang. Liquefied Natural Gas-Regasification Vessel), które dokonują odparowania (regazyfikacji) LNG w miejscu jego wyładunku i przez kilkanaście dni włączają gaz do rurociągu odbiorcy.

Strukturę udziału różnych typów napędów głównych na zamówionych gazowcach LNG pokazuje Rys. 7.



Rys. 7. Struktura udziału różnych typów napędów głównych na zamówionych gazowcach LNG [4]
Fig. 7. Distribution of propulsion systems of LNG fleet on order [4]

4. Podsumowanie

Rosnące wciąż zapotrzebowanie na przewóz naturalnego gazu drogą morską powoduje wzrost zainteresowania tego typu transportem, co wiąże się ze zwiększeniem portfela zamówień na gazowce LNG. Z drugiej strony rośnie zdolność przewozowa jednostek, co zaowocowało powstaniem nowej grupy statków przewyższających objętością ładunkową największe z dotychczas eksploatowanych. Są to statki klasy Q-max oraz Q-flex. Należy się spodziewać, że dynamiczny rozwój gazowców oraz tendencje do zwiększania ich zdolności przewozowych doprowadzą w krótkim czasie do powstania statków posiadających objętość ładunkową 300 tys.m³ a nawet przekraczających tę wartość.

Literatura

- [1] Giernalczyk, M., *Analysis possibilities of cost reduction related to boil-off fuel gas being carried on LNG Gas Carriers (Analiza możliwości redukcji kosztów związanych z odparowaniem przewożonego ładunku na gazowcach typu LNG)*, PAN Journal of KONES Powertrain and Transport, European Science Society of Powertrain and Transport Publication, Warsaw 2007.
- [2] Giernalczyk, M., *Analysis possibilities of cost reduction related to boil-off fuel gas being carried on LNG gas carriers (Analiza możliwości redukcji kosztów związanych z odparowaniem przewożonego ładunku na gazowcach typu LNG)*, PAN Journal of KONES Powertrain and Transport, European Science Society of Powertrain and Transport Publication, Warsaw 2008.
- [3] Seklecki, P., Staręga, P., *LNG - ile to kosztuje?* - referat Departamentu Integracji Europejskiej i Studiów Porównawczych URE, 2006.
- [4] *Two-stroke Propulsion Trends in LNG Carriers-MAN Diesel A/S*, Copenhagen, Denmark.