

# ANALIZA EKONOMICZNA WYKORZYSTANIA PALIWA NISKOSIARKOWEGO W TRANSPORTIE MORSKIM

Celem artykułu jest przedstawienie czytelnikowi wpływu ograniczeń Dyrektywy Siarkowej na użytkowników obszarów objętych ścisłą kontrolą emisji siarki. Wymóg dostosowania się do nowych uregulowań prawnych wymusił na armatorach jednostek morskich stosowanie paliw alternatywnych. W celu spełnienia przepisów IMO dotyczących emisji zanieczyszczeń na obszarach ECA armatorzy jako paliwo żegludowe wykorzystują skroplony gaz ziemny (LNG).

W rozdziale pierwszym publikacji przedstawiono ogólne informacje z zakresu wprowadzonych zmian związanych z Dyrektywą Siarkową. Kolejno, poruszono aspekt zastosowania LNG jako paliwa napędowego jednostek morskich i scharakteryzowano ogniwa uproszczonego łańcucha dostaw LNG. W rozdziale trzecim dokonano analizy ekonomicznej cen LNG względem cen ropy naftowej.

## WSTĘP

Nowy rynek zbytu LNG otwiera się poprzez wprowadzenie w życie restrykcyjnych norm ochrony środowiska na obszarach morskich (Konwencja MARPOL wprowadzona przez IMO). Rozporządzenie to jest jednym z najważniejszych międzynarodowych uzgodnień regulujących emisję zanieczyszczeń w strefach ECA (ang. Emission Control Area). Ustanawia ona obowiązek obniżenia limitu zawartości – między innymi siarki, w paliwach żegludowych. Regulacja prawna doprowadziła do zmiany stosowanego paliwa napędowego przez armatorów jednostek morskich, które świadczą usługi na akwenach objętych ścisłą kontrolą emisji siarki. Alternatywnym paliwem jest skroplony gaz ziemny w postaci LNG (ang. Liquefied Natural Gas).

Paliwa alternatywne odgrywają szczególną rolę w rozwoju sektora transportowego na całej kuli ziemskiej. Zjawisko to, spowodowane jest wprowadzaniem co raz to bardziej rygorystycznych norm dotyczącymi emisji szkodliwych substancji i zanieczyszczeń do środowiska naturalnego. Związane jest to również, ze zwiększeniem zapotrzebowania i wzrostem cen olei napędowych. Czynniki te, doprowadziły do poszukiwania rozwiązań, które spełnią wymogi prawne a przede wszystkim będą bezpieczne, ekonomiczne przyjazne środowisku naturalnemu. Jedną z korzystnych alternatyw jest zastosowanie LNG – gazu ziemnego (98% metanu – CH<sub>4</sub>) w ciekłym stanie skupienia. Technologia ta, jest powszechnie stosowana, gdyż skroplenie ułatwia magazynowanie oraz transport do miejsc poza zasięgiem sieci gazowych.

Jedną z zalet skroplonego gazu ziemnego jest możliwość transportu na dalekie odległości. Płynny gaz transportuje się w specjalnych zbiornikach kriogenicznych, które stale utrzymują niskie temperatury paliwa (poniżej -162°C), pod niskim ciśnieniem (między 0,35 a 1,05 MPa). Objętość skroplonego gazu ziemnego jest zmniejszona 600 razy niż w postaci lotnej. Transport następuje drogą lądową cysternami samochodowymi lub drogą morską z wykorzystaniem przeznaczonych do tego celu jednostek morskich jakimi są metanowce.

Proces skroplenia powoduje oczyszczenie gazu z substancji szkodliwych takich jak: dwutlenek węgla, azotu i cięższych węglowodorów. Zmniejsza to, koszty związane z instalacją specjalnych systemów służących do oczyszczania spalin, tj.: separatorów czy katalizatorów. Pomaga to, efektywnie spełniać rygorystyczne normy środowiskowe. LNG ma szereg zalet związanych z jego właściwościami np. jest bezwonny, bezbarwny, nietoksyczny oraz odporny na korozję. Do tego jest bezpiecznym gazem, gdyż nie wybuchą, odparowuje i rozcieńcza się w powietrzu. W porównaniu z ropą naftową, ma dwie podstawowe zalety, jakimi są: wysoka wydajność oraz mniejszy negatywny wpływ na środowisko.

## 1. DYREKTYWA SIARKOWA

### 1.1. LNG w żegludzie morskiej

Konieczność poprawy jakości powietrza oraz ograniczenie emisji szkodliwych związków doprowadziły do powstania uregulowań prawnych dotyczących zawartości siarki w olejach napędowych określone w dyrektywie Komisji Europejskiej. Według unijnej dyrektywy 2012/23/UE odnoszącej się do poziomu zawartości siarki w paliwach żegludowych od początku 2015 roku maksymalna zawartość siarki w paliwach stosowanych przez statki pływające po obszarach objętych ścisłą kontrolą siarki może wynosić maksymalnie 0,1% (do 2015 roku stosowano paliwa o zawartości siarki na poziomie 1%). [3]

Na poniższej mapie (rys. 1) kolor błękitny odzwierciedla akweny mające prawdopodobnie wejść w skład obszarów ECA. Natomiast kolorem granatowym zostały oznaczone obszary wchodzące w skład obszarów kontrolowanych, do których należą:

- Morze Bałtyckie – SO<sub>x</sub>,
- Morze Północne – SO<sub>x</sub>,
- kanał La Manche – SO<sub>x</sub>,
- Morze Karaibskie i obszary wzdłuż wybrzeża Ameryki Północnej – SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, PM.

Wody wybrzeża Ameryki Północnej są największą strefą podlegającą kontroli na świecie (obejmują wody terytorialne Stanów Zjednoczonych oraz Kanady – w tym Wielkich Jezior).



Rys. 1. Obszary ECA [11]

Istotną kwestią dla armatorów jest dostępność terminali LNG (rys. 2). W 2017 r. w krajach europejskich sprawnie funkcjonowało 29 terminali importowych, w tym dwa terminale pływające, FSRU (ang. Floating Storage Regasification Unit). Hiszpania posiada siedem obiektów dystrybucji LNG o łącznej przepustowości 70 mld/m<sup>3</sup> LNG rocznie. Co daje jej największe możliwości w Europie w zakresie przyjmowania dostaw LNG. Drugie miejsce zajmuje Wielka Brytania, która dysponuje trzema terminalami LNG o łącznej przepustowości 48,1 mld/m<sup>3</sup> rocznie. Francja z czterema terminalami LNG o łącznej przepustowości 34,25 mld/m<sup>3</sup> rocznie znajduje się na trzecim miejscu. [2]

Inne państwa, na które należy zwrócić uwagę to:

- Włochy – trzy terminale LNG,
- Turcja, Szwecja, Norwegia – dwa terminale LNG,
- Portugalia, Litwa, Holandia, Grecja, Finlandii, Belgia – jeden terminal LNG.

Polska z jednym terminalem LNG w Świnoujściu zajmuje 10 miejsce w Europie pod względem przepustowości – 5 mld/m<sup>3</sup>

rocznie. Import LNG stanowi dotychczas jedynie tylko 10 % zapotrzebowania na skroplony gaz ziemny w Europie (tab. 1).

Tab. 1. Wydobycie, zapotrzebowanie i import gazu ziemnego w Europie [6]

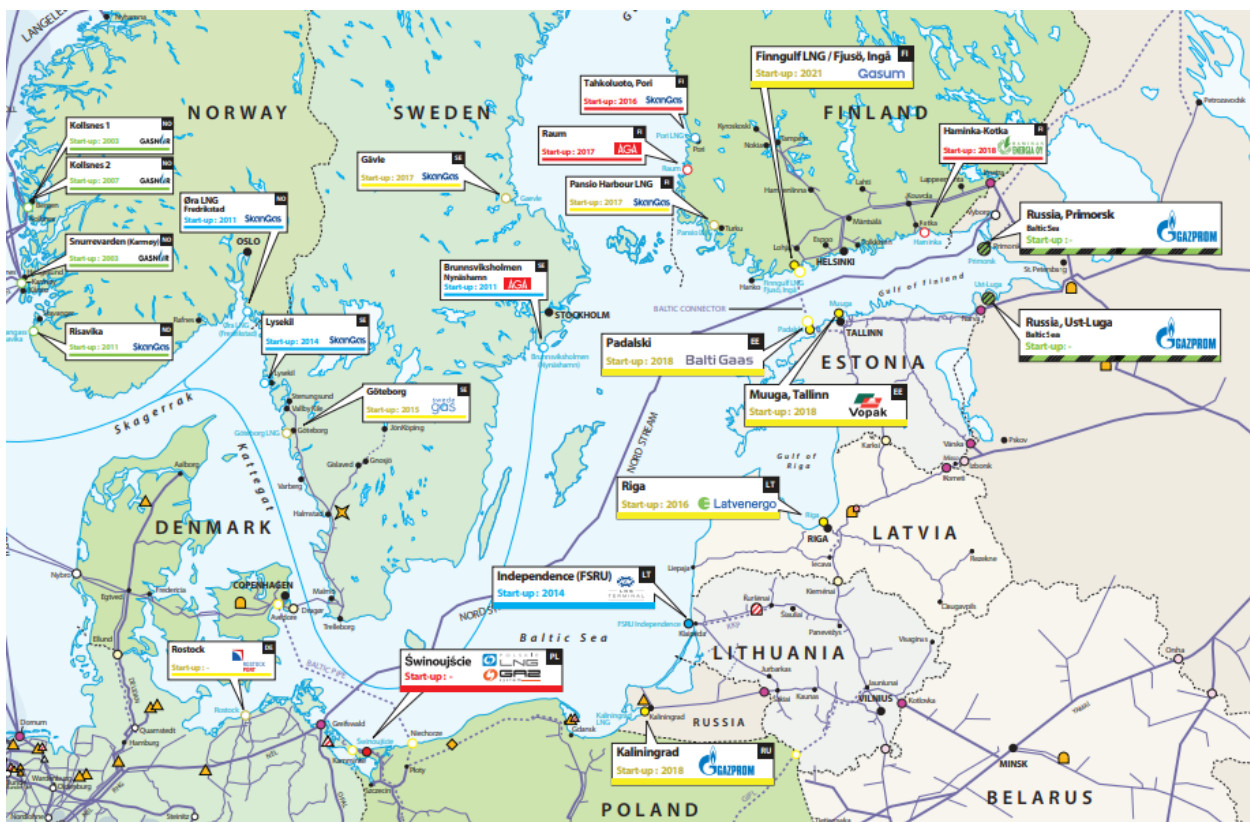
WYSZCZEGÓLNIENIE	2000 [mld/m <sup>3</sup> ]	2010 [mld/m <sup>3</sup> ]	2020 [mld/m <sup>3</sup> ]	2030 [mld/m <sup>3</sup> ]
wydobycie własne	262	266	202	163
zapotrzebowanie	482	650	767	815
import	221	385	565	652

Obecnie naturalny gaz w postaci skroplonej transportowany jest drogą morską z wykorzystaniem statków (metanowców) wyposażonych w odpowiednio izolowane zbiorniki kriogeniczne oraz droga lądową z zastosowaniem samochodów- cystern.

Upowszechnienie LNG, jako paliwa statkowego wiąże się z problemami dotyczącymi operacji bunkrowania – brak dostępności instalacji przeznaczonej do tego celu wzdłuż całej linii brzegowej obszarów ECA. Dotychczas stosowanymi metodami bunkrowania jednostek morskich napędzanych LNG jest wykorzystanie (rys. 3):

- instalacji nadbrzeżnych,
- kriogenicznych cystern samochodowych,
- z relacji statek – statek,
- kontenerów.

W pierwszym przypadku statek jest bunkrowany przy nabrzeżu z instalacji nabrzeżnej, która składa się ze zbiorników LNG oraz systemu rur. Szybkość procesu ładowania to ok. 100 m<sup>3</sup>/h. Bunkrowanie z wykorzystaniem kriogenicznych cystern samochodowych jest procesem, który można przeprowadzić w dowolnej lokalizacji na lądzie (w tym przypadku czas bunkrowania surowca znacznie się zwiększa). Pojemność cysterny to ok. 55 m<sup>3</sup> i trwa ok. 1,5 h. Bunkrowanie metodą statek – statek ma dwie główne zalety: [5]



Rys. 2. Terminale LNG w Europie [2]

- może odbywać się w różnych miejscach (wzdłuż nabrzeża, na kotwicy, na morzu),
- pojemność jednostki morskiej jest znacznie większa w stosunku do kriogenicznych cystern samochodowych od 1 000 m<sup>3</sup> do 10 000 m<sup>3</sup>.

Paliwem alternatywnym dla paliwa o niskiej zawartości siarki jest skroplony gaz ziemny, który posiada szereg zalet oraz niedogodności związanych z zastosowaniem go jako paliwo napędowe jednostek morskich (tab. 2).

**Tab. 2. Wady i zalety stosowania LNG**

ZALETY	WADY
zmniejszenie emisji spalin; bezpieczne i czyste paliwo (przyjazne środowisku naturalnemu)	ograniczona przestrzeń na zbiorniki paliwowe
mniejszy koszt paliwa	większy koszt budowy statku
mniejszy koszt związany z dłuższą żywotnością silników	brak odpowiedniej infrastruktury do operacji bunkrowania
łatwość dostosowania silników dla wszystkich typów statków	zagrożenie wyciekami metanu
wysoka wydajność	brak możliwości całkowitej rezygnacji z tradycyjnych paliw

Wykorzystanie LNG do napędu jednostek morskich okazało się pierwszym krokiem rozwoju LNG – było to przełomowym elementem spełnienia wymagań Dyrektywy Siarkowej. Istotną rolę mającą wpływ na rozwój gałęzi sektorów morskich odgrywa dystrybucja skroplonego gazu ziemnego, którego znaczenie permanentnie wzrasta. Dostępność paliwa i ograniczenia nowych regulacji prawnych skutkują stałym wzrostem zapotrzebowania na LNG co doprowadziło do dynamicznego rozwoju gospodarki morskiej z zakresu wykorzystania paliw alternatywnych.

## 2. ŁAŃCUCH DOSTAW LNG

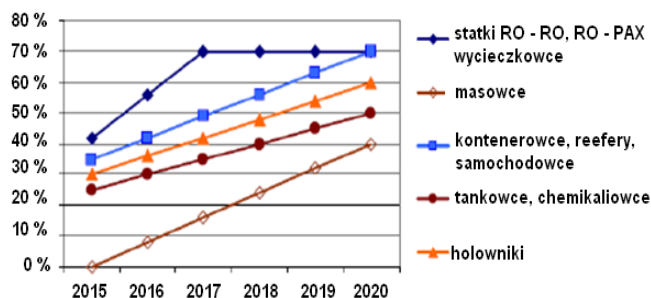
### 2.1. Zapotrzebowanie na LNG

Światowe zużycie LNG ciągle rośnie ze względu na ekonomicz-

ną cenę tego paliwa oraz jego energetyczne i ekologiczne właściwości. Podstawowym składnikiem LNG jest metan, w związku z czym podczas spalania powstaje głównie woda i CO<sub>2</sub> (w ilościach wyraźnie mniejszych niż przy spalaniu ropy naftowej bądź węgla) oraz niewielkie ilości innych uciążliwych dla środowiska zanieczyszczeń.

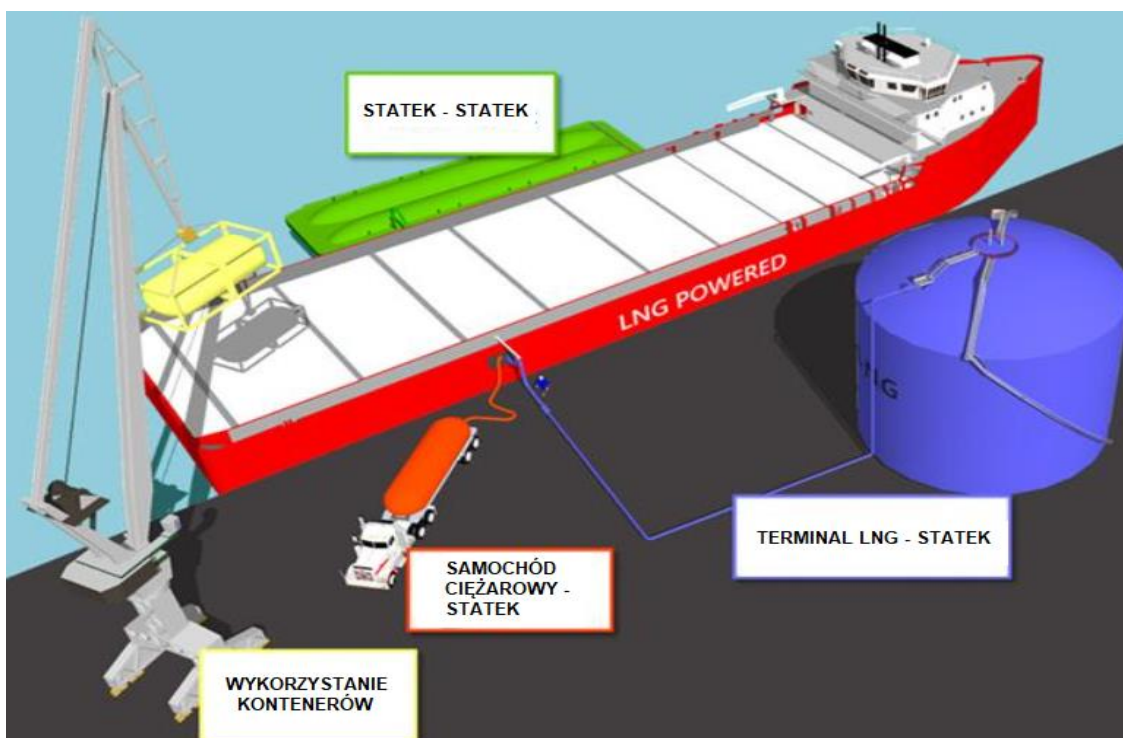
Stale i dynamicznie rozwijający się rynek paliwa niskosiarkowego umożliwia rozwój wielu sektorów towarzyszących, mających pośredni udział w łańcuchu dostaw LNG. Wpływ na rozwój sektorów transportu morskiego ma coraz to szersze wykorzystanie tego surowca w różnych dyscyplinach światowych gospodarek. Znaczącą rolę w tym procesie odgrywa dystrybucja skroplonego gazu ziemnego, której znaczenie wzrasta poprzez wprowadzenie tego paliwa na akweny ECA (rys. 4).

W związku z powyższym zauważa się zjawisko permanentnego wzrostu wykorzystania paliwa niskosiarkowego jako paliwo bunkrowe. Szacuje się, wykorzystanie 15 mln ton LNG przez sektory gospodarki morskiej na przełomie od 5 do 7 lat. Poziom ten będzie wzrastał do 2030 roku i osiągnie maksymalną wartość jaką jest 30 mln ton. Dane statystyczne z 2017 roku przedstawiają ok. 100 jednostek morskich, które jako paliwo żeglugowe wykorzystują LNG. Prognozuje się, że ich liczba wzrośnie o ok. 1 000 do 2020 roku. [8]



**Rys. 4. Tempo wprowadzenia LNG na akwenach morskich dla poszczególnych typów jednostek napędzanych LNG [1]**

Łańcuch dostaw LNG obejmujący wydobycie gazu ziemnego,



**Rys. 3. Metody bunkrowania LNG [9]**

produkcję LNG, transport, regazyfikację i użytkowanie związane jest z zastosowaniem różnych technologii, z których każda ma określony wpływ na środowisko i bezpieczeństwo. Pierwszym ogniwem łańcucha dostaw LNG są prace poszukiwawcze, wydobywanie gazu oraz transport do zakładu produkcji LNG (instalacji skroplenia). Kolejnym jest skroplenie gazu, magazynowanie i przekazanie na statek (załadunek w terminalach eksportowych). Rozładunek i regazyfikacja LNG odbywa się w terminalach importowych, skąd gaz dostarczany jest do końcowego odbiorcy systemem rurociągów lub cysternami samochodowymi.

Globalny, uproszczony łańcuch dostaw LNG składa się z kilku głównych elementów jakimi są: produkcja, proces skroplenia, transport oraz regazyfikacja i magazynowanie. Etap produkcji jest bardzo istotnym elementem łańcucha. Koszt badań, poszukiwań i wydobywania maleje z powodu rozwoju technologii, takich jak np. maszyny sejsmiczne 3-D, efektywniejsze budowle czy wiercenia.

Wymagania techniczne dotyczące transportu dużych ilości gazu płynnego, przechowywanego w bardzo niskich temperaturach są znaczące. W szczególności restrykcja dotyczy izolacji zapobiegającej nagrzewaniu się gazu płynnego oraz ochrony konstrukcji zewnętrznej przed przechłodzeniem.

Koszt regazyfikacji zależy od wielkości całego łańcucha. Miejsce terminalu regazyfikacyjnego musi spełniać szereg kryteriów, które obejmują:

- zapewnienie bezpieczeństwa,
- dostępność do morza,
- bliskość sieci dystrybucyjnych gazu i konsumentów.

Analiza kosztów dla każdego elementu łańcucha jest złożonym procesem i nieodłącznym elementem każdego projektu, wymaganym przez przepisy lokalne i międzynarodowe. Formalny proces analizy kosztów składa się z kilku podstawowych etapów.

Do całkowitego kosztu skroplonego gazu ziemnego zaliczają się czynniki wchodzące w skład łańcucha dostaw LNG. Uproszczony łańcuch dostaw paliwa składa się z czterech głównych ogniw, do których należą takie koszty jak:

- koszty eksploatacji paliwa ze źródła,
- koszty związane z operacją skroplenia,
- koszty transportu,
- koszty regazyfikacji i magazynowania.

$$f(c_{f,s,t,r}) = \sum_{f=1}^F \sum_{s=1}^S \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R c_f c_s c_t c_r$$

gdzie:

F – ilość LNG

S – ilość surowca poddanego operacji skroplenia,  
 T – ilość surowca przeznaczanego do transportu,  
 R – ilość surowca poddanego operacji regazyfikacji,  
 $c_f$  – koszty eksploatacji LNG,  
 $c_s$  – koszty operacji skroplenia,  
 $c_t$  – koszty transportu,  
 $c_r$  – koszty regazyfikacji i magazynowania.

Różnice w kosztach paliw o niskiej zawartości siarki (0,1%), w porównaniu z obecnie stosowanymi w strefie ECA paliwami o 1% zawartości siarki, wynoszą w przybliżeniu 60%. Stanowi to ok. 300 USD za tonę. Ze względów ekonomicznych oraz ekologicznych, wielu armatorów zamawia lub planuje przebudowę posiadanych jednostek na jednostki napędzane LNG. Na ostateczną cenę LNG największy wpływ ma odległość złóż od terminalu LNG oraz związane z tym koszty transportu gazu ziemnego i wybudowanie niezbędnej infrastruktury (rys. 5). [10]

Kolejne różnice związane z całościowym kosztem LNG związane są z kosztami wydobywania surowca. Dotyczą one wielkości kosztów wydobywania gazu – koszty różnią się w zależności od złoża geologicznego oraz kosztów pracy.

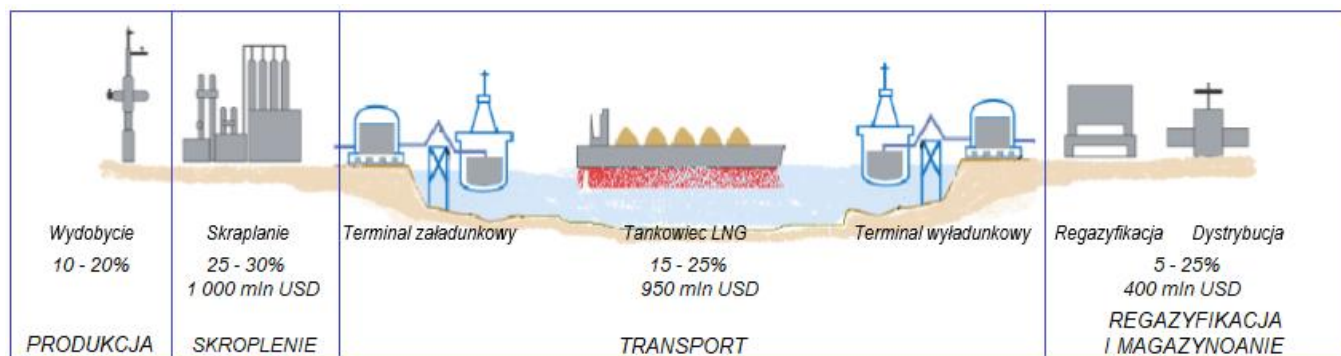
Różnice cenowe, na które składa się wiele czynników wynikających z poszczególnych ogniw łańcucha dostaw nie są przeszkodą w zastosowaniu LNG jako paliwa alternatywnego. Pomimo tego całkowity koszt skroplonego gazu ziemnego jest mniejszy niż cena ropy naftowej.

### 3. ASPEKTY EKONOMICZNE

#### 3.1. Cena LNG

Skroplony gaz ziemny jest paliwem szeroko stosowanym, którego znaczenie stale wzrasta. Długoterminowe prognozy nie są korzystne dla ciężkiego oleju opałowego. Zarówno z powodu uzależnienia od ropy naftowej, jak i poziomu szkodliwych emisji. Rezerwy gazu są szacowane na znacznie większe niż ropy. Różnice cen ropy i gazu, jako paliw, będą systematycznie rosły w ciągu najbliższych 30 lat. Ropa naftowa może osiągnąć cenę trzykrotnie wyższą, niż gaz ziemny i ok. 40% droższą niż LNG.

Według Amerykańskiego Departamentu Energii, DOE cena gazu ziemnego w Sabine Pass, pierwszy transport amerykańskiego LNG do litewskiego terminalu LNG w Kłajpedzie wynosi ok. 146,42 USD/1 000 m<sup>3</sup> (rys. 6). Stanowi to o ok 0,13 USD/mmBtu mniej niż PGNiG zapłacił za pierwszą dostawę surowca do Polski (ok. 151,29 USD/1 000 m<sup>3</sup>). [7]



Rys. 5. Koszty ogniw łańcucha dostaw LNG [opracowanie własne na podstawie 10]

LNG produkowane i rozprowadzane w niewielkich ilościach można nabyć za cenę porównywalną z ceną ropy naftowej, podczas gdy w przypadku długoterminowych umów międzynarodowych, jego cena jest prawie o połowę niższa (tab. 3).

**Tab. 3.** Cena ropy naftowej umów długoterminowych

cena ropy naftowej	66,23 USD/bbl
cena LNG	39,00 USD/bbl

Na cenę LNG wpływają również odkrycia nowych złóż gazu łupkowego czy też duża liczba budowanych na całym świecie terminali LNG. Proces ten, jest szczególnie istotny dla armatorów, gdyż koszty paliwa stanowią średnio 30% kosztów eksploatacji statku (szacuje się, że będą sięgały 50-60%, w zależności od typu statku i regionu w którym pływa). Jednostki napędzane LNG mają mniejsze koszty operacyjne. Wynika to, z instalacji systemów odzysku ciepła odpadowego (możliwość zaoszczędzenia do 50% energii). Wykorzystanie LNG jako napęd jednostek morskich jest równoznaczne ze zmniejszeniem emisji: CO<sub>2</sub> (ok 25%), NO<sub>x</sub> (ok. 85%), SO<sub>x</sub> (90-100%). Cena statku napędzanego LNG jest o 10-15% większa niż cena jednostek napędzanych tradycyjnym paliwem. [4]

Aspekty bezpieczeństwa i ryzyka specyficzne dla LNG, związane są z dużymi ilościami transportowanego i przechowywanego gazu oraz niebezpieczeństwem wybuchu w razie uwolnienia do środowiska. W przypadku wycieku LNG, paruje i miesza się z powietrzem, a następnie ulega zapaleniu, gdy stężenie mieszaniny znajduje się w zakresie między dolną i górną granicą wybuchowości.

W związku z powyższym LNG jako paliwo podstawowe, będzie wykorzystywane przede wszystkim przez jednostki morskie, które mają możliwość częstego bunkrowania (np. w żegludze krótkiego zasięgu – promy, holowniki, statki rybackie, itp.). Istniejące i dotychczas stosowane metody bunkrowania LNG nie są wystarczające

do zaspokojenia całego zapotrzebowania. Wykorzystanie LNG zostanie ograniczone do poszczególnych tras z możliwościami poboru LNG.

Armatorzy coraz częściej inwestują w jednostki z napędem LNG (szczególnie przewoźnicy promowi). Przykładem może być Polska Żegluga Morska. Szczeciński przewoźnik zamierza wybudować dwa napędzane LNG promy samochodowo – pasażerskie, które będą eksploatowane na linii Świnoujście – Szwecja.

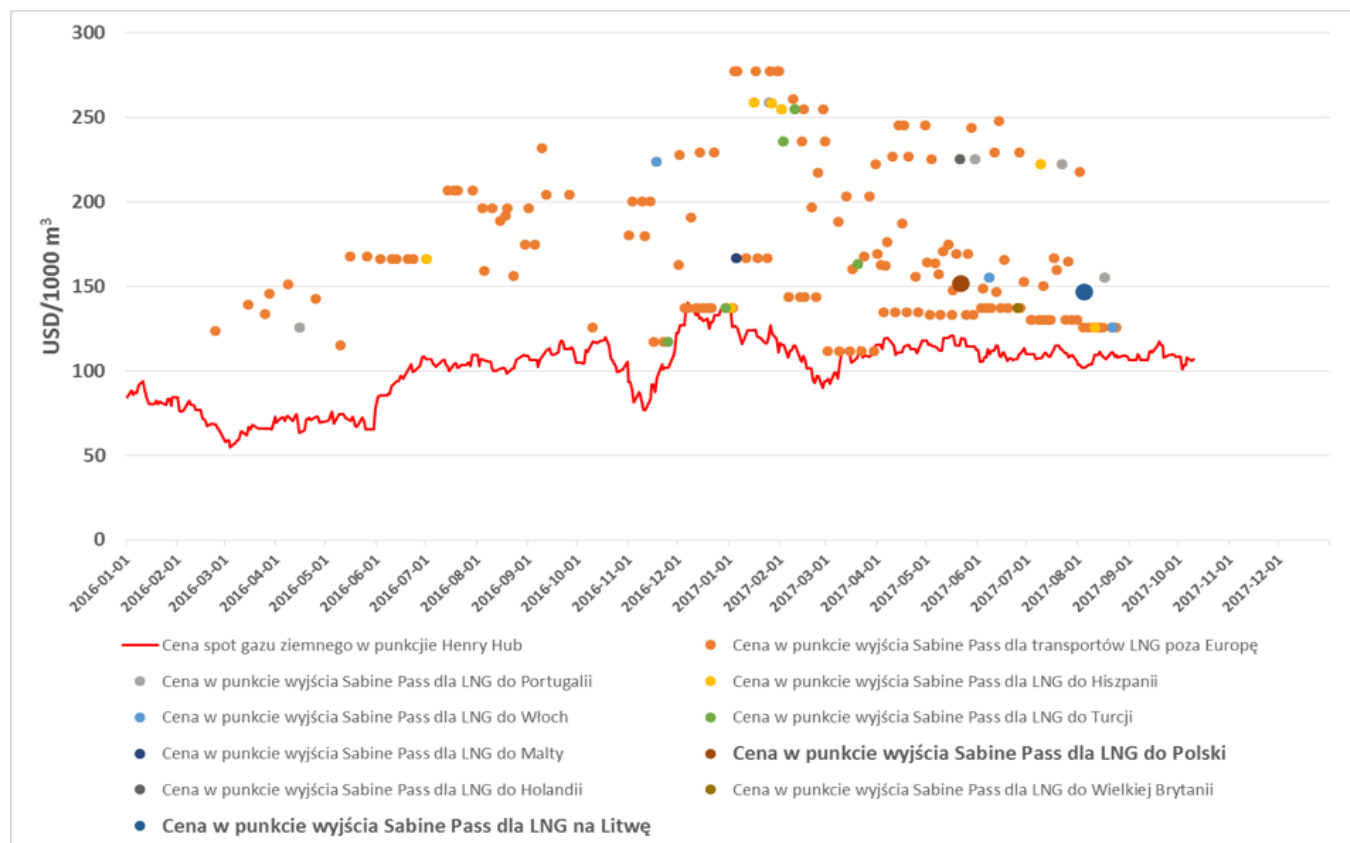
Kontenerowce 3100 TEU Marlin (o wartości 350 mln USD i długości 764 m), które są aktualnie w budowie w stoczni NASSCO w San Diego dla TOTE Shipholdings będą największymi kontenerowcami napędzanymi LNG. Statki te, są przeznaczone do transportu towarów (o 60% większy niż dotychczas) z Florydy do Łż San Juan, Puerto Rico.

Bezpieczeństwo dla człowieka i środowiska jest priorytetem na każdym etapie dostarczania LNG do odbiorców finalnych. Odpowiednie zarządzanie dla uzyskania zamierzonych rezultatów w praktyce sprowadza się do aspektów technicznych. Przede wszystkim ma to na celu zapobieganie zagrożeniom związanym z zastosowaniem skroplonego gazu ziemnego w ramach całego łańcucha dostaw.

## PODSUMOWANIE

Światowe zużycie LNG ciągle rośnie ze względu na interesującą ekonomicznie cenę oraz energetyczne i ekologiczne właściwości. Podstawowym składnikiem LNG jest metan, w związku z czym podczas spalania powstaje głównie woda i CO<sub>2</sub>, w ilościach wyraźnie mniejszych niż przy spalaniu ropy naftowej czy węgla oraz niewielkie ilości innych uciążliwych dla środowiska zanieczyszczeń.

LNG jako ekologiczne paliwo oraz tańsze niż tradycyjne paliwa bunkrowe cieszy się coraz większym zainteresowaniem wśród armatorów, których statki operują na obszarach objętych obostrzonymi przepisami dotyczącymi redukcji emisji tlenków siarki. Jednak



**Rys. 6.** Ceny w eksporcie gazu LNG z USA w podziale na kraj dostawy w okresie od 01.01.2016 do 01.10.2017 [7]

że, zastosowanie LNG na szeroką skalę w układach napędowych statków nie jest oczywiste. Można przypuszczać, że z powodu dość dużej przestrzeni wymaganej na zbiorniki paliwowe, LNG jako paliwo będzie wykorzystywane przede wszystkim przez statki operujące na krótkich dystansach. Ze względu, na ograniczoną objętość zbiorników, statki zasilane LNG będą wymagały częstego bunkrowania. Konieczne jest zatem powstanie sieci stacji bunkrowych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dane DNV GL, 2018
2. Dane Gas Infrastructure Europe – mapa LNG, 2018.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/33/UE z dnia 21 listopada 2012 r.
4. Gas in focus, 2017
5. Herdzik J.: „Możliwości rozwoju sieci bunkrowania skroplonego gazu naturalnego LNG jako paliwa dla statków w portach Morza Bałtyckiego”, Logistyka, nr 3, str. 2342—2350, 2014.
6. Kaliski M., Nagy S., Rychlicki S., Siemek J., Szurlej A.: „Gaz ziemny w Polsce – wydobywanie, zużycie i import do 2030 roku”, Górnictwo i Geologia, tom 5, zeszyt 3, 2010.
7. [www.biznesalert.pl](http://www.biznesalert.pl)
8. [www.cttm.am.szczecin.pl](http://www.cttm.am.szczecin.pl)
9. [www.docplayer.pl](http://www.docplayer.pl)
10. [www.mcilvainecompany.com](http://www.mcilvainecompany.com)
11. [www.meproduction.dk](http://www.meproduction.dk)

*The purpose of the article is to present to the reader the impact of the restrictions of the Sulfur Directive on users of areas under strict sulfur emission control. The requirement to adapt to the new legal regulations has forced naval units shipowners to use alternative fuels. In order to fulfil the IMO regulations concerning the release of pollutants in areas ECA shipowners as navigational fuel are using the liquefied natural gas (LNG).*

*The first chapter of the publication presents general information about the introduced changes related to the Sulfur Directive. Furthermore, the aspect of the use of LNG as the fuel for marine units was discussed and the cells of the simplified LNG supply chain were characterized. The third chapter analyzes the economic price of LNG against oil prices.*

Autorzy:

Alexander Autzen – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny

mgr inż. **Ewelina Chłopińska** – Akademia Morska w Szczecinie, Wydział Nawigacyjny, Instytut Nawigacji Morskiej, Zakład Ratownictwa i Ochrony Żegluga

JEL: Q01DOI: 10.24136/atest.2018.268

Data zgłoszenia: 2018-05-29 Data akceptacji: 2018.06.15