

Arkadiusz Gromada, Marcin Wysokiński

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Organizacja łańcucha dostaw LNG jako przykład logistyki nośników energii

Organization of the LNG supply chain as an example of energy logistics

Synopsis. Artykuł dotyczy łańcucha dostaw skroplonego gazu ziemnego oraz poszczególnych jego ogniw. W pierwszej części opracowania przedstawiono dane dotyczące terminali skraplających oraz terminali regazyfikacyjnych, funkcjonujących na rynku skroplonego gazu ziemnego na świecie. W dalszej części pracy zaprezentowano stan floty przeznaczonej do transportu morskiego LNG oraz szlaki transportowe wykorzystywane na rynku LNG. Stwierdzono m.in. wzrost liczby terminali, zarówno skraplających, jak i regazyfikacyjnych, a także zwiększanie się pojemności statków wykorzystywanych w transporcie.

Słowa kluczowe: skroplony gaz ziemny, terminal skraplający, terminal regazyfikacyjny, metanowiec, energia, logistyka nośników energii

Abstract. The paper refers to supply chain of liquefied natural gas. The first part of the study concerns to quantity status of liquefaction plants and regasification terminals operating on the market of liquefied gas in the world. Second part of the paper focuses on the quantity status of LNG carriers and LNG transport routes. Results of surveys shows increase in the number of regasification terminals and liquefaction plants and increasing the capacity of ships used in transport.

Key words: liquefied natural gas, liquefaction plant, regasification terminal, LNG carrier, energy, energy logistics

Wstęp

Transport gazu ziemnego z miejsca wydobycia do miejsca wykorzystania odbywa się trzema różnymi sposobami: sieciami gazowymi (rurociąg podmorski, rurociąg lądowy), transportem lądowym LNG oraz transportem morskim LNG z wykorzystaniem metanowców. Analizy wykonane przez Gas de France oraz Statoil dotyczące przesyłu gazu ziemnego wyżej wymienionymi sposobami wykazały, że transport standardowymi ruro-

ciągami sprężonego gazu ziemnego jest opłacalny tylko na odległości nieprzekraczające 2500 km. Powyżej tej odległości korzystniejsze jest korzystanie z tankowców LNG przewożących skroplony gaz ziemny [Drewek 2011].

Rosnący popyt na skroplony gaz ziemny wymaga zapewnienia jak największej jego dostępności w ilościach, które zaspokoją zapotrzebowanie na ten surowiec w określonym miejscu i czasie. Kraje importujące LNG zobowiązane są więc do posiadania odpowiedniej infrastruktury, takiej jak terminale regazyfikacyjne. Z kolei kraje eksportujące gaz ziemny w postaci skroplonej muszą mieć należyte zaplecze techniczne w postaci terminali skraplających oraz floty statków przystosowanych do transportu gazu ziemnego, zwanych metanowcami.

Początki morskiego przewozu LNG sięgają 1959 roku, kiedy to metanowiec Methane Pioneer wypłynął z Zatoki Meksykańskiej w celu dostarczenia ok. 5000 m³ skroplonego gazu ziemnego do jednego z portów w Wielkiej Brytanii. Był to pierwszy międzynarodowy przewóz LNG drogą morską. Realizacja tego przedsięwzięcia w znacznym stopniu przyczyniła się do rozwoju tego sposobu transportowania gazu.

System morskich dostaw LNG składa się z trzech etapów: czynności wykonywanych przez eksportera gazu, transportu morskiego z wykorzystaniem metanowców oraz czynności wykonywanych przez importera gazu. Po wydobyciu gazu ze złóż zlokalizowanych na szelfie bądź ze złóż lądowych eksporter dostarcza surowiec z wykorzystaniem rurociągów do zlokalizowanych na wybrzeżu terminali. W tych miejscach gaz jest oczyszczany i osuszany, a następnie skraplany oraz załadowywany na metanowiec. Drugi etap dostawy LNG to transport morski z wykorzystaniem specjalnie skonstruowanych do tego celu statków. Po zakończeniu tego etapu, czyli po wpłynięciu metanowca do portu w kraju importera, gaz jest rozładowywany, a dalej magazynowany w zbiornikach LNG. Później trafia do instalacji regazyfikacyjnych, a następnie do sieci rozprowadzania gazu. Inną opcją jest transport LNG cysternami samochodowymi lub kolejowymi do satelitarnych magazynów LNG i regazyfikacja gazu dopiero w tych punktach [Ficoń i Sokołowski 2012].

Cel i metodyka badań

Celem głównym artykułu była charakterystyka łańcucha dostaw skroplonego gazu ziemnego jako jednego z elementów światowej logistyki nośników energii. W pracy wykorzystano materiały o charakterze wtórnym – literaturę przedmiotu oraz dane GIIGNL (*Groupe International des Importateurs de Gaz Naturel Liquéfié* – Międzynarodowa Grupa Importerów Skroplonego Gazu Ziemnego). Dane wykorzystane w badaniach dotyczyły lat 2004–2016.

Celem szczegółowym było przedstawienie zmian stanu ilościowego terminali regazyfikacyjnych oraz terminali skraplających na świecie, a także statków przeznaczonych do transportu LNG drogą morską.

W pracy zastosowano metodę studiów literatury – polskiej i zagranicznej literatury branżowej oraz czasopism. Ponadto wykorzystano analizę opisową oraz analizę porównawczą jako metody przetwarzania danych. Do prezentacji wyników badań przyjęto metody opisową, tabelaryczną i graficzną.

Wyniki badań

W 2004 roku na świecie działało 15 terminali skraplających w 12 krajach. Najwięcej, po 2 terminale, zlokalizowanych było na terenie Algierii, Kataru oraz Indonezji. Możliwości skraplające wszystkich tych terminali wynosiły 144,8 mln ton rocznie. Najwięcej instalacji zlokalizowanych było w terminalach w Algierii oraz Indonezji. Było to odpowiednio 18 i 12 tego typu urządzeń. Te dwa kraje oraz Katar i Malezja miały także największe możliwości skraplania gazu. Dwa terminale w Algierii pozwalały na wytworzenie 19,7 mln ton LNG rocznie, dwa w Katarze – 20,1 mln ton, dwa w Indonezji – 29 mln ton, z kolei jeden w Malezji – 22,2 mln ton. Oprócz instalacji do skraplania w terminalach skraplających znajdują się zbiorniki, które pozwalają magazynować gaz przed oraz po transformacji z jednego stanu w drugi. Podobnie jak w przypadku możliwości regazyfikacyjnych, również pod względem potencjału magazynowania gazu liderem była Indonezja, mająca 11 zbiorników o łącznej pojemności 1 267,5 tys. m³, 15 zbiorników w Algierii pozwalało na składowanie 979 tys. m³ surowca. Całkowita pojemność wszystkich 61 zbiorników, które działały w 2004 roku, wyniosła 5 049,3 tys. m³ (tab. 1).

Liczba terminali skraplających w 2016 roku w porównaniu z 2004 rokiem się podwoiła. Do grona krajów mających terminal skraplający dołączyły: Angola, Egipt, Gwinea Równikowa, Jemen, Norwegia, Papua-Nowa Gwinea, Peru oraz Rosja. W tym samym czasie tylko jeden z krajów – Libia – zaprzestał korzystania z terminala. Największy wzrost w liczbie terminali w 2016 roku w porównaniu z 2004 rokiem zanotowano w Australii – powstało tam 6 nowych tego typu portów. Liczba tych instalacji zmniejszyła się jedynie w Katarze, jednak jest to związane z rozbudową mocy skraplających i połączeniem dwóch istniejących wcześniej terminali w jeden (tab. 1).

Począwszy od 2004 roku w terminalach na świecie powstało 27 nowych instalacji do skraplania gazu, które pozwoliły zwiększyć moce skraplające o blisko 200 mln ton rocznie. Wszystkie kraje w 2016 roku, oprócz Indonezji (spadek z 29 do 21,1 mln ton rocznie), miały większe możliwości niż miało to miejsce w 2004 roku. Największy, ponadpięciokrotny przyrost dotyczył terminali położonych w Australii – z 11,7 mln ton rocznie w 2004 do 61,1 mln ton w 2016 roku. Równie dużym przyrost miał miejsce w Katarze – z 20,1 do 77 mln ton rocznie, co dawało niemal czterokrotny przyrost.

W badanym okresie (13 lat) ponaddwukrotnie zwiększyły się możliwości magazynowania gazu ziemnego w terminalach skraplających na świecie. Możliwości te w 2016 roku wynosiły 11 713,8 tys. m³. Na pojemność tę składało się 98 zbiorników (o 37 więcej niż w 2004 roku). Podobnie jak w przypadku możliwości skraplających, również w tym przypadku liderami były Australia (1808 tys. m³ w 2016 roku, niemal 7 razy więcej niż w 2004 roku) oraz Katar (2340 tys. m³ w 2016 roku, blisko 4 razy więcej niż w 2004 roku). Kraje te miały również największą liczbę zbiorników – odpowiednio 15 oraz 18. Największy, ponadośmiokrotny przyrost pojemności zbiorników dotyczył Stanów Zjednoczonych – ze 108 do 908 tys. m³. Dwa kraje – Algieria oraz Indonezja – zmniejszyły liczbę zbiorników (odpowiednio o 6 i 2 zbiorniki), jednak tylko w przypadku drugiego z tych krajów zmniejszyła się także całkowita pojemność zbiorników, jaką dysponował terminal skraplający (tab. 1).

Tabela 1. Terminale skraplające w 2004 i 2016 roku na świecie
 Table 1. Liquefaction plants in the world in 2004 and 2016

Kraj	Liczba terminali skraplających		Skraplanie				Magazynowanie			
			liczba instalacji do skraplania gazu		możliwości skraplające (w mln ton rocznie)		liczba zbiorników		całkowita pojemność (w tys. m ³)	
	2004	2016	2004	2016	2004	2016	2004	2016	2004	2016
Algieria	2	2	18	14	19,7	25,3	15	9	979	1 070
Australia	1	7	4	15	11,7	61,1	4	15	260	1 808
Brunei	1	1	5	5	7,2	7,2	3	3	180	195
Indonezja	2	3	12	7	29	21,1	11	9	1 267,5	1 140
Katar	2	1	6	14	20,1	77	6	18	620	2 340
Libia	1	0	3	–	0,6	–	2	–	96	–
Malezja	1	1	8	9	22,2	29,3	6	6	445	390
Nigeria	1	1	3	6	10,1	21,9	3	4	253,8	336,8
Oman	1	1	2	3	7	10,8	2	2	240	240
Trynidad i Tobago	1	1	3	4	10,2	15,3	3	4	360	524
USA	1	2	2	3	1,4	10,5	3	8	108	908
ZEA	1	1	3	3	5,6	5,8	3	3	240	240
Angola	0	1	–	1	–	5,2	–	1	–	360
Egipt	0	2	–	3	–	12,2	–	4	–	580
Gwinea Równikowa	0	1	–	1	–	3,7	–	2	–	272
Jemen	0	1	–	2	–	7,2	–	2	–	280
Norwegia	0	1	–	1	–	4,2	–	2	–	250
Papua-Nowa Gwinea	0	1	–	2	–	6,9	–	2	–	320
Peru	0	1	–	1	–	4,5	–	2	–	260
Rosja	0	1	–	2	–	10,8	–	2	–	200
RAZEM	15	30	69	96	144,8	340	61	98	5 049,3	11 713,8

Źródło: opracowanie własne na podstawie GIIGNL [2004, 2017].

Na świecie w 2004 roku było 47 terminali regazyfikacyjnych w 14 krajach. Całkowite możliwości regazyfikacyjne tych terminali wynosiły 436,11 mld m³ rocznie – 248 zbiorników znajdujących się w tego rodzaju portach pozwalało na magazynowanie 22,67 mln m³ LNG. Najwięcej gazoportów mających możliwość regazyfikacji LNG znajdowało się w Japonii. W 25 terminalach w tym kraju znajdowało się 166 zbiorników przeznaczonych do magazynowania gazu, których całkowita pojemność wyniosła 13 923 tys. m³. W japońskich terminalach istniała możliwość zmiany gazu z postaci skroplonej na gazową na poziomie blisko 228 mld m³ rocznie. Japonia w 2004 roku liderowała w sferze terminali regazyfikacyjnych w każdej kategorii, z ogromną przewagą nad pozostałymi krajami. Na jej terenie znajdowało się 53% wszystkich terminali oraz 67% wszystkich zbiorników. Dysponowała ona 61,5% całkowitej pojemności zbiorników oraz 52% światowych moż-

liwości regazyfikacyjnych. Obok Japonii, największymi możliwościami regazyfikacyjnymi dysponowały Korea Południowa (75,1 mld m³ rocznie), Hiszpania (29,64 mld m³ rocznie) oraz Stany Zjednoczone (29,5 mld m³ rocznie) (tab. 2).

W 2016 roku w porównaniu do 2004 roku na świecie było prawie trzy razy więcej terminali regazyfikacyjnych. Ich liczebność wyniosła 132, z czego 24 terminale były terminalami typu FSRU¹. Liczba krajów mających terminal regazyfikacyjny wzrosła z 14 do 39. Liczba zbiorników przeznaczonych do magazynowania LNG podwoiła się i w 2016 roku wynosiła 509 obiektów. Powstałe w ciągu 12 lat obiekty pozwoliły na zwiększenie całkowitej pojemności zbiorników na świecie o ponad 38 000 tys. m³. Możliwości regazyfikacyjne krajów świata wzrosły w porównaniu z 2004 rokiem o 157% i wyniosły w 2016 roku 1120,2 mld m³ gazu rocznie. Podobnie jak w 2004 roku liderem pod względem liczby terminali (34), zbiorników znajdujących się w terminalach (189), pojemności tych zbiorników (18 581,2 tys. m³) oraz możliwości regazyfikacyjnych (275 mld m³ rocznie) była Japonia. Kraj ten w 2016 roku nie był już jednak hegemonem na rynku regazyfikacji gazu. Duże możliwości regazyfikacyjne miały także Stany Zjednoczone (178,6 mld m³ rocznie – ponad sześciokrotny wzrost w porównaniu z 2004 rokiem) oraz Korea Południowa (163,8 mld m³). Spośród krajów, które nie funkcjonowały na rynku regazyfikacji gazu w 2004 roku, największymi możliwościami dysponują Chiny (67,1 mld m³) oraz Wielka Brytania 52,3 mld m³ (tab. 2). Począwszy od 2016 roku na rynku tym działa również Polska, mająca w Świnoujściu terminal LNG im. Prezydenta Lecha Kaczyńskiego. Częścią tego gazoportu są dwa zbiorniki o łącznej pojemności 320 tys. m³. Terminal pozwala na regazyfikację 5 mld m³ gazu rocznie (ok. 20–25% rocznego zapotrzebowania na ten surowiec). Planowana jest rozbudowa terminala o kolejny zbiornik o pojemności 160 tys. m³, dzięki czemu możliwa będzie regazyfikacja 7,5 mld m³ gazu rocznie [EY 2013].

Transport LNG jest kluczowym elementem w całym łańcuchu dostaw skroplonego gazu ziemnego. Metanowce, wykorzystywane jako środki transportu, to statki zaawansowane pod względem konstrukcyjnym oraz technologicznym. Specjalna konstrukcja tych środków transportu oraz technologie wykorzystywane na ich pokładzie w znacznym stopniu wpływają na ich możliwości eksploatacyjne. Średni czas eksploatacji metanowca to 40–50 lat. Okres eksploatacji metanowców jest średnio dwukrotnie dłuższy niż wykorzystywanych do transportu ropy naftowej tankowców. Wcześniej wymienione czynniki wpływają również na ich cenę, której wysokość to nawet trzykrotność ceny tankowca [Filin i Zakrzewski 2006].

Na koniec 2016 roku flota metanowców liczyła 478 statków, wliczając w to 24 statki typu FSRU oraz 30 statków o pojemności mniejszej niż 50 000 m³. Ich całkowita pojemność wynosiła 64 700 000 m³, z czego wynika, że średnia pojemność jednego metanowca to ok. 135 000 m³. W 2016 roku dwa metanowce zostały zniszczone, a kolejne cztery wycofano z użytku. W tym samym roku do użytku oddano aż 31 nowych jednostek, których średnia pojemność wyniosła ponad 171 000 m³ [Gromada 2017].

¹ FSRU – (Floating LNG Storage and Regasification Vessel – pływający magazyn LNG wyposażony w instalację do regazyfikacji) – terminale w wielu aspektach podobne do stacjonarnych terminali. Budową przypominają statki do transportu gazu ziemnego, jednak na swoim pokładzie posiadają urządzenia umożliwiające regazyfikację gazu ziemnego i jego dostawę dzięki wykorzystaniu umiejscowionych w pobliżu brzegu obiektów przyjmujących.

Tabela 2. Terminale regazyfikujące w 2004 roku i w 2016 roku na świecie
 Table 2. Regasification terminals in the world in 2004 and 2016

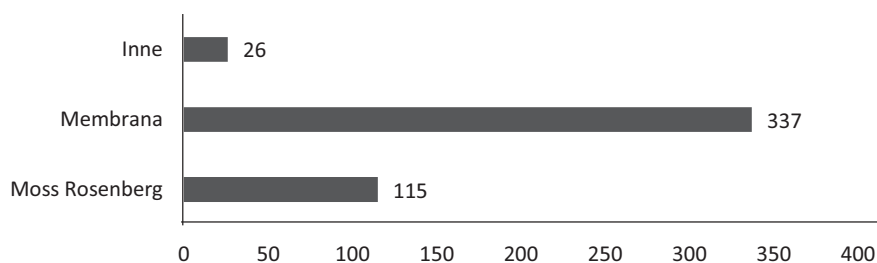
Kraj	Liczba terminali		Liczba zbiorników		Całkowita pojemność zbiorników (w tys. m ³)		Możliwości regazyfikacyjne (w mld m ³ /rok)	
	2004	2016	2004	2016	2004	2016	2004	2016
Belgia	1	1	3	4	261	380	5,26	9
Dominikana	1	1	1	1	160	160	2,32	2,3
Francja	2	4	6	12	510	1 340	15,5	34,3
Grecja	1	1	2	2	130	130	2,33	5
Hiszpania	4	7	11	27	1010	3 616,5	29,64	69
Indie	1	4	2	12	320	1 940	7	34,2
Japonia	25	34	166	189	13 923	18 581,2	227,99	275
Korea Południowa	3	6	33	77	4180	11 590	75,1	163,8
Portoryko	1	1	1	1	160	160	3,75	2,1
Portugalia	1	1	2	3	240	390	5,2	7,6
Tajwan	1	2	3	9	300	1170	23	13,7
Turcja	1	3 (1 FSRU)	3	9	255	680,13	6,2	17,2
USA	4	11 (1 FSRU)	13	35	1 115,8	4661	29,5	178,6
Włochy	1	3 (1 FSRU)	2	7	100	437,5	3,32	15,1
Argentyna	–	2 (2 FSRU)	–	–	–	302	–	12,2
Brazylia	–	3 (3 FSRU)	–	–	–	439,4	–	15,8
Chile	–	2 (1 FSRU)	–	4	–	509	–	7,5
Chiny	–	14 (1 FSRU)	–	47	–	6 400,13	–	67,1
Egipt	–	2 (2 FSRU)	–	4	–	340	–	13
Finlandia	–	1	–	1	–	30	–	0,1
Holandia	–	1	–	3	–	540	–	12
Indonezja	–	4 (3 FSRU)	–	12	–	515,016	–	9
Izrael	–	1 (1 FSRU)	–	–	–	138	–	4,8
Jamajka	–	1 (1 FSRU)	–	–	–	140,6	–	0,5
Jordania	–	1 (1 FSRU)	–	–	–	160	–	5,2
Kanada	–	1	–	3	–	480	–	10
Kolumbia	–	1 (1 FSRU)	–	4	–	170	–	4
Kuwejt	–	1 (1 FSRU)	–	–	–	170	–	7,9
Litwa	–	1 (1 FSRU)	–	4	–	170	–	4
Malezja	–	1	–	–	–	260	–	5,2
Meksyk	–	3	–	6	–	920	–	23,3
Norwegia	–	1	–	9	–	6,4	–	0,1
Pakistan	–	1 (1 FSRU)	–	–	–	150,9	–	5,2
Polska	–	1	–	2	–	320	–	5
Singapur	–	1	–	3	–	540	–	7,8
Szwecja	–	2	–	2	–	50	–	0,6
Tajlandia	–	1	–	2	–	320	–	7,3
Wielka Brytania	–	4	–	15	–	2 233	–	52,3
ZEA	–	2 (2 FSRU)	–	-	–	288,9	–	13,4
RAZEM	47	132 (24 FSRU)	248	509	22665	60 829,676	436,11	1 120,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GIIGNL 2004, 2017].

Ze względu na system i budowę zbiornika wyróżnia się trzy rodzaje gazowców [Tusiani i Shearer 2007]:

- zbiorniki kuliste (KM), które nie są częścią kadłuba statku, przez co są one mocowane do kadłuba statku za pomocą specjalnych elementów. Wykonywane są przez norweską firmę Kvaerner-Moss,
- zbiorniki membranowe (TZM, GT), wbudowane w kadłub statku. Wykonywane według francuskiej technologii GazTransport i Technigaz,
- zbiorniki systemu IHI oraz CS1 – technologie japońskie.

Najczęściej stosowanym typem zbiorników były zbiorniki membranowe, ze względu na większą pojemność od pozostałych typów zbiorników. Tylko w 2015 roku wybudowano 25 statków ze zbiornikami TZM lub GT, co stanowi ponad 80% całej floty oddanej do użytku w tym roku (rys. 1).



Rysunek 1. Podział światowej floty metanowców w zależności od zastosowanych typów zbiorników (stan na 31.12.2016)

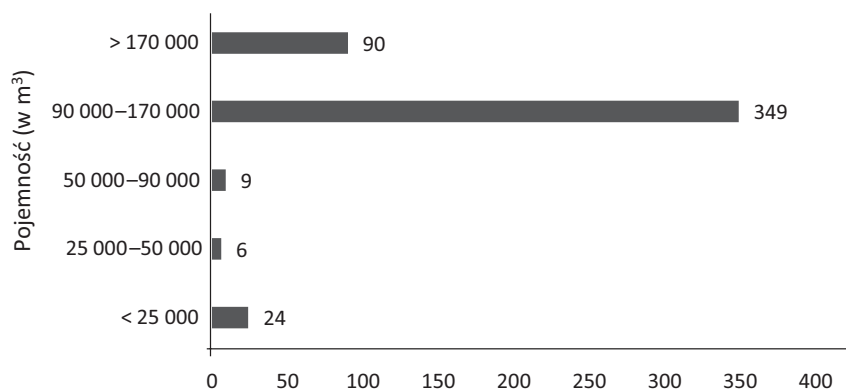
Figure 1. Breakdown of the global LNG carrier fleet depending on the type of tanks used (as of 31.12.2016)

Źródło: opracowanie własne na podstawie GIIGNL [2017].

Możliwości transportowe metanowców z roku na rok się zwiększają. Jeszcze w latach 60. XX wieku średnia zdolność przewozowa wynosiła 27 500 m³, z kolei obecnie jest to prawie 145 000 m³. Spowodowane jest to tym, że do użytku trafiają coraz to większe jednostki, wśród nich takie, których pojemność to nawet 265 000 m³. W 2016 roku tylko dwa spośród 31 wybudowanych zbiornikowców miało pojemność mniejszą niż 150 000 m³. Konieczność wykonywania przewozów LNG na coraz dalsze odległości oraz zapewnienie efektywności kosztowej tych przewozów w znacznym stopniu wpływa na zwiększenie pojemności jednostek wykorzystywanych do transportu morskiego LNG (rys. 2).

Niemal 60% całej floty metanowców na świecie to jednostki nie starsze niż 10 lat. Wynika to ze wzrostu zapotrzebowania na dostawy do wielu miejsc na świecie oraz konieczności zapewnienia niezbędnej sprawności łańcucha dostaw gazu ziemnego (rys. 3). Eksporterzy tego surowca dostrzegają korzyści wynikające z posiadania nowoczesnej i licznej floty, nawet biorąc pod uwagę to, że koszt budowy metanowca o pojemności 155 000 m³ to około 220 mln USD [Ficoń i Sokołowski 2012].

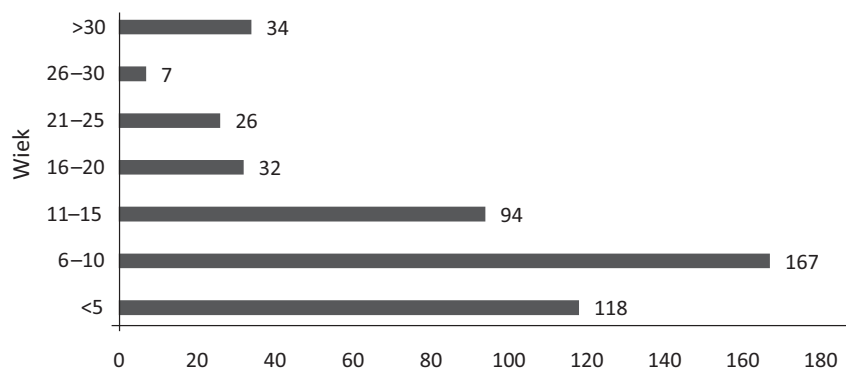
Liczba morskich przewozów w 2016 roku była równa 4246 i wzrosła o prawie 5% w porównaniu z 2015 rokiem (rys. 4). Wpływ na to miało zwiększenie możliwości skraplania gazu ziemnego na świecie oraz wzrost znaczenia krajów Afryki oraz Bliskiego Wschodu jako importerów LNG. Transport był wykonywany zazwyczaj wzdłuż stałych



Rysunek 2. Podział światowej floty metanowców w zależności od pojemności zbiorników (stan na 31.12.2016)

Figure 2. Breakdown of the global LNG carrier fleet according to tank capacity (as of 31.12.2016)

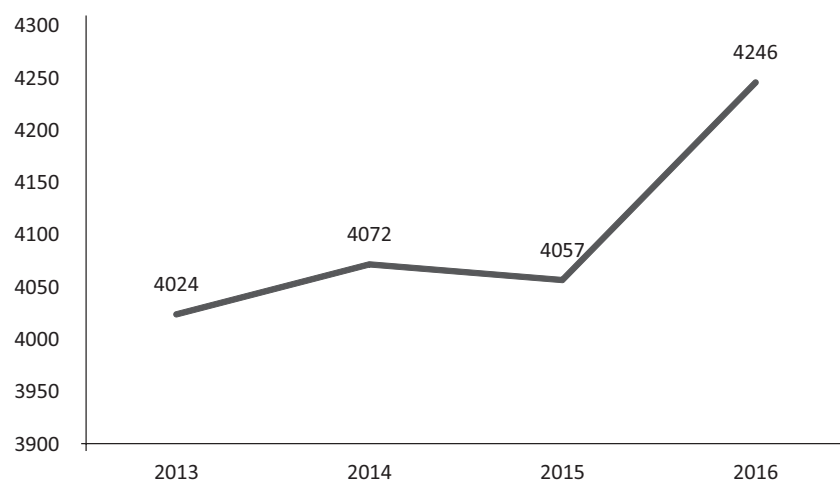
Źródło: opracowanie własne na podstawie GIIGNL [2017].



Rysunek 3. Struktura wiekowa światowej floty metanowców (stan na 31.12.2016)

Figure 3. Age structure of the world's LNG carrier fleet (as of 31.12.2016)

Źródło: opracowanie własne na podstawie GIIGNL [2017].



Rysunek 4. Liczba morskich przewozów LNG w latach 2013–2016

Figure 4. The number of marine transportation of LNG in the years 2013–2016

Źródło: opracowanie własne na podstawie International Gas Union [2015, 2016, 2017].

tras ustalonych w długoterminowych kontraktach, jednak gwałtowny rozwój handlu LNG w ostatnich latach przyczynił się do dywersyfikacji szlaków handlowych.

W związku z regionalizacją handlu LNG w 2016 roku średnia długość przewozu zmniejszyła się i wyniosła 7640 mil morskich (14 149 km). Dzięki rozbudowie Kanału Panamskiego długość szlaku od wybrzeża Stanów Zjednoczonych do Japonii została skrócona z 14 400 (26 743 km) do 9500 mil morskich (17 594 km). Pomimo to, realizacja tej inwestycji nie została wykorzystana w takim zakresie, jak przewidywano.

Najdłuższym szlakiem handlowym LNG w 2016 roku była trasa Norwegia – Chiny o długości 12 280 mil morskich (22 742 km), najkrótszym zaś trasa Algieria – Hiszpania o długości 130 mil morskich (241 km). Najczęściej uczęszczanymi szlakami transportowymi w 2016 roku były trasy pomiędzy Australią a Japonią. Trasami tymi zrealizowano 386 transportów, o 29% więcej niż w roku poprzednim [International Gas Union 2017].

Podsumowanie i wnioski

1. W latach 2004–2016 zwiększyła się liczba terminali, zarówno tych przeznaczonych do skraplania gazu, jak i do regazyfikacji gazu. Liczba terminali skraplających podwoiła się i w 2016 roku wynosiła 30 obiektów. Z kolei liczba terminali regazyfikacyjnych wzrosła niemal trzykrotnie i w 2016 roku wynosiła 132 obiekty (z czego 24 obiekty to jednostki FSRU). Jeden z gazoportów znajdował się w Polsce – terminal w Świnoujściu funkcjonuje od 2016 roku i pozwala na regazyfikację 5 mld m³ gazu rocznie.
2. Wraz ze zwiększeniem się liczby terminali regazyfikacyjnych zwiększyły się także możliwości regazyfikacyjne krajów świata. W 2016 roku wyniosły one 1120,2 mld m³ rocznie i były większe od możliwości z 2004 roku o prawie 700 mld m³.
3. Możliwości transportowe metanowców w badanym okresie także się zwiększały. Obecnie w transporcie skroplonego gazu ziemnego wykorzystywane są głównie metanowce o pojemności powyżej 90 tys. m³. Ponad 70% tego typu statków wyposażonych jest w zbiorniki typu membranowego. Eksporterzy gazu ziemnego, niezrażeni dużymi kosztami budowy metanowców, coraz częściej skłonni są inwestować w powiększanie floty statków. W 2016 roku wybudowanych zostało 31 nowych metanowców.
4. Obowiązującym trendem na rynku LNG jest zwiększanie się liczby morskich przewozów LNG na coraz krótszych trasach. Wpływ na to mają przede wszystkim korzyści finansowe oraz regionalizacja handlu LNG.
5. Organizacja łańcucha dostaw LNG to przykład logistyki nośników energii na świecie.

Literatura

- Drewek W., 2011: Zagrożenia i problemy w transporcie gazu ziemnego drogą morską, *Logistyka* 5.
- EY, 2013: Wpływ terminalu LNG na rozwój społeczno-gospodarczy w Polsce i w województwie zachodniopomorskim.
- Ficoń K., Sokołowski W., 2012: Środki transportu morskiego w zapewnieniu bezpieczeństwa dostaw gazu ziemnego, *Logistyka* 5.
- Filin S., Zakrzewski B., 2006: Światowy handel skroplonym gazem ziemnym (LNG) – stan obecny i kierunki rozwoju, *Energetyka* 11.

- Gromada A., 2017: Terminal gazowy w Świnoujściu i jego znaczenie w bezpieczeństwie energetycznym kraju, praca magisterska, SGGW Warszawa (materiał nieopublikowany).
Groupe International des Importateurs de Gaz Naturel Liquéfié, 2004, 2017: The LNG industry. GIIGNL Annual Report.
International Gas Union, 2015, 2016, 2017: World LNG Report.
Tusiani M.D., Shearer G., 2007: LNG: A Nontechnical Guide, PennWell Corporation, Tulsa 2007.

Adres do korespondencji:

dr Marcin Wysokiński

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk Ekonomicznych

Katedra Logistyki

Zakład Ekonomiki i Inżynierii Logistyki

ul. Nowoursynowska 166,

02-787 Warszawa

tel.: (+48) 22 593 42 61

e-mail: marcin_wysokiński@sggw.pl

mgr Arkadiusz Gromada

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wydział Nauk Ekonomicznych

Katedra logistyki

ul. Nowoursynowska 166,

02-787 Warszawa

tel.: (+48) 22 593 42 61

e-mail: arkadiusz_gromada@sggw.pl