

Wojciech Drewek¹

Zagrożenia i problemy w transporcie gazu ziemnego drogą morską

Wstęp

Gaz ziemny (LNG - liquefied natural gas), jest po ropie naftowej drugim, co do wielkości zużycia światowym paliwem. Dane napływające z gospodarek światowych prognozują wzrost zużycia tego paliwa. Dlatego należy planować z dużym wyprzedzeniem rozbudowę istniejącej i nowej infrastruktury przesyłowej, magazynowej, obejmującej cały ciąg łańcucha logistycznego dostaw tego surowca. Obecnie około 75% gazu ziemnego transportowane jest przy użyciu gazociągów, pozostałe 25% stanowią dostawy gazu skroplonego, którego to rynek odnotowuje największy wzrost w światowym sektorze gazowym², ze względu na położenie źródeł wydobycia - odwiertów.

LNG jest skroploną mieszaniną gazów węglowodorowych z niewielkimi domieszkami azotu, etanu i propanu, głównym składnikiem jest metan (około 95%). W rezultacie skraplania otrzymuje się ciecz o zmniejszonej objętości (około 600 razy), bezbarwną, nietoksyczną, trudno palną oraz nie wybuchową, nie posiadającą właściwości korozyjnych, charakteryzującą się gęstością dwa razy mniejszą od wody, o liczbie oktanowej bliskiej 130. Przy ciśnieniu atmosferycznym skroplony gaz ziemny pozostaje w temperaturze 111⁰ K³ i w tej temperaturze jest on zazwyczaj przechowywany oraz transportowany metanowcami. Temperatura krytyczna metanu wynosi 190⁰ K. Wynika z tego, że zakres temperatury, w którym gaz ziemny występuje w postaci ciekłej zawiera się w przedziale od 111⁰-190⁰ K.

Największe na świecie zasoby gazu naturalnego znajdują się w Rosji, wynoszą one przeszło 27 proc. globalnych rezerw, ocenianych na 6 188 bilionów stóp⁴. Dwaj inni gazowi potentaci to Iran i Katar, które mają – odpowiednio – po 15,3 proc. i 14,6 proc. światowych rezerw. Pozostałe 50 proc. to głównie rezerwy gazu w krajach Półwyspu

Arabskiego, USA, Algierii, Wenezueli, Nigerii, Iraku, a w Europie w Norwegii i Holandii. Rosja dominuje również na rynku producentów. Przypada na nią jedna piąta światowego wydobycia, które w 2005 roku wynosiło 101,9 bln stóp sześć. Według raportu przygotowanego przez amerykańską administrację (US EIA) na producentów nie należących do OECD w latach 2005-2030 przypadnie 90 proc. ogólnego wzrostu wydobycia gazu naturalnego na świecie. Produkcja ta rośnie w tempie 2,5 proc. rocznie i w latach 2005-2030 zwiększy się niemal dwukrotnie – z 63 bln stóp sześć. do 116 bln stóp sześć. W tym samym okresie wydobycie w krajach OECD wzrośnie zaledwie o 0,3 proc., z 39 do 42 bln stóp sześć⁵.

Zapotrzebowanie i źródła dostaw gazu ziemnego w Polsce

W Polsce, wzrasta zapotrzebowanie na gaz LNG, związane jest to ze stopniowym ograniczaniem emisji CO₂. Według informacji podanych przez PAP zapotrzebowanie na ten surowiec będzie w 2015 r. wynosiło 15,5 mld m³. Wicepremier, Minister Gospodarki Waldemar Pawlak w opracowaniu pt.: „Polityka energetyczna do 2030 r”, zapowiedział „w 2015 r. 4 mld m³ gazu powinno być zaspokajane przez wydobycie krajowe, 10 mld m³ pochodziłoby z importu, a 1,5 mld m³ stanowił by gaz LNG importowany przez terminal w Świnoujściu”⁶. Dodatkowe dostawy będą potrzebne również z tego powodu, że od początku 2009 r. spółka rosyjsko-ukraińska Rus-UkrEnergo nie realizuje kontraktu na dostawy 2,3 mld m³ gazu rocznie. Należy stwierdzić, że ilość gazu posiadanego przez PGNiG może od 2015 r. być większa niż zapotrzebowanie na polskim rynku⁷.

¹ mgr inż. Wojciech Drewek, Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich.

² Filin S., Zakrzewski B., Światowy handel skroplonym gazem ziemnym (LNG) - stan obecny i kierunki rozwoju, „Energetyka”, 2006, Nr 11 (629);

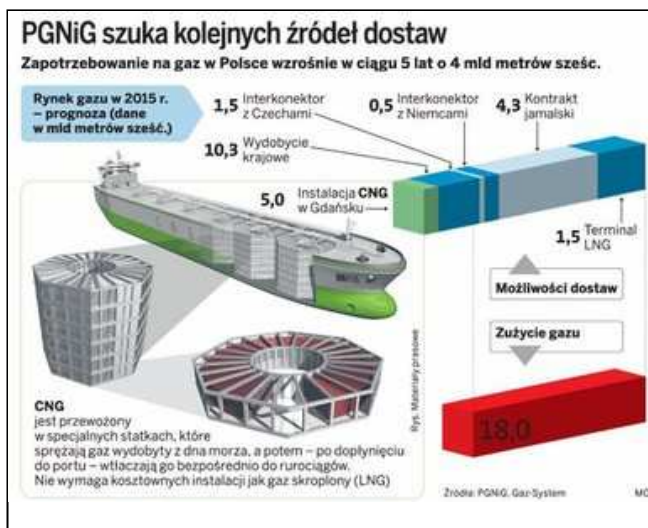
³ 1⁰ Kelwin (K) = -272,15 stopnia Celsjusza (T = t + 273,15 K⁰)

⁴ stopa sześcienna cu ft) = 0,028316846592 m³

⁵ Oil & Gas Journal

⁶ Polityka energetyczna do 2030 r, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, wrzesień 2007 r.

⁷ Agnieszka Subda, PGNiG myśli, co zrobić z gazem, Rzeczpospolita 18.12.2009



Rys. 1. Źródła dostaw gazu przez PGNiG
Źródło: PGNiG, Gaz - System

Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo w 2010⁸ r sprzedało rekordową ilość ok. 14,4 mld m³ gazu ziemnego w wobec 13,3 mld. m³ w 2009r. W czwartym kwartale 2010 r. sprzedaż gazu wyniosła ok. 4,4 mld. m³, wobec 4 mld. m³ w analogicznym okresie ubiegłego roku. W 2010 r. PGNiG zwiększyło również poziom wydobycia gazu ziemnego o ok. 100 mln. m³ z 4,1 mld. m³ w 2009 r. W czwartym kwartale 2010 r. wydobycie było podobne do poziomu z czwartego kwartału 2009 r., ok. 1,1 mld. m³ Import gazu ziemnego wyniósł ok. 10,1 mld m sześć. w 2010 r. w porównaniu do 9,13 mld. m³ w 2009 r. W czwartym kwartale 2010 r. import gazu był na poziomie ok. 2,8 mld. m³. PGNiG planuje wzrost krajowego wydobycia gazu ziemnego z obecnych 4,1-4,2 mld. m³ do 4,4-4,5 mld. m³ w 2015 r. (w przeliczeniu na gaz wysokometanowy). Spółka planuje, że wydobycie krajowe i zagraniczne gazu wzrośnie do 6,2 mld. m³ w 2015 r.

Polski system gazowniczy to około 17,2 tys. km sieci przesyłowej gazociągów wysokiego ciśnienia i około 87,5 tys. km sieci dystrybucyjnej. System ten zasila łącznie około 4000 miejscowości (w tym 530 miast), w których z gazu korzysta 6,6 mln odbiorców, w tym 6 mln w miastach i 0,6 mln na wsi. Oprócz klientów indywidualnych gaz kupuje także 164 tys. firm, a 291 z nich to wielkie zakłady, które zużywają ogromne ilości gazu i mają największy wpływ na jego krajowe zużycie. Wśród nich jest wielka piątka zakładów chemicznych: Azoty Puławy, Azoty Kędzierzyn, Mościce Tarnów, Police Szczecin i Anwil Włocławek⁹.

Obecnie Polska posiada 260 złóż o łącznych zasobach około 151 mln m³ gazu, przy czym roczne wydobycie tego surowca rzędu 5,3 mln m³ pokrywa 43,2 proc. krajowego zapotrzebowania. Złóża gazu ziemnego w Polsce występują głównie na Niziu Polskim, na Pomorzu Zachodnim, na przedgórzu Karpackim i w Karpatach. Ponadto, niewielkie zasoby gazu występują w małych złóżach polskiej strefy ekonomicznej Bałtyku. Gaz ze złóż na Niziu jest niskiej jakości, zawiera zbyt duże ilości azotu i siarki, wymaga oczyszczenia przed użytkowaniem¹⁰.

Innym źródłem pozyskiwania gazu w Polsce jest gaz łupkowy. Po informacji, że Polska posiada duże zasoby gazu łupkowego, niektórzy politycy i dziennikarze zaczęli głośno mówić, że Polska w ciągu najbliższych lat może stać się drugim Katarrem. Pojawiły się też wątpliwości, co do posunięć polskiej administracji, której zaczęto zarzucać działanie na szkodę skarbu państwa oraz rozdawnictwo narodowego majątku. Prawda jest nieco inna, wydobycie, na skalę przemysłową może nastąpić za kilka, a może i nawet za kilkanaście lat, niektórzy eksperci szacują że za 10-12 lat, mimo że na Pomorzu, lada chwila zapali się świeczka na odwiercie technicznym PGNiG w Lubocinie.



Rys. 2. Lubocino, 29.08.2011. Miejsce odwiertu gazu łupkowego w Lubocinie (Pomorskie). Odwierty prowadzi Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo. W najbliższych dniach ma się rozpocząć eksploatacja techniczna złoża.

Źródło: Fot. PAP/Adam Warszawa

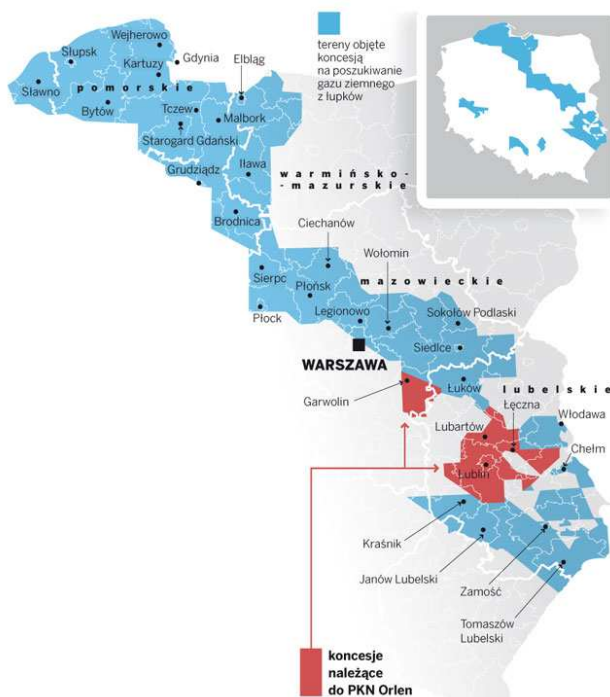
Najwcześniej za dwa lata będziemy w stanie ocenić wielkość zasobów gazu łupkowego w Polsce, a jeśli wyniki poszukiwań będą obiecujące, to za około 10 lat mogłoby ruszyć jego wydobycie - uważa przewodniczący Rady Nadzorczej PGNiG prof. Stanisław Rychlicki. Do kosztów odwiertów należy też doliczyć prognozowane koszty tylko budowy sieci potrzebnej do dystrybucji gazu łupkowego to 4-5 mld zł., a prognozowana wartość całej inwesty-

⁸ Mały Rocznik Statystyczny Polski 2011. Główny Urząd Statystyczny W-wa 2011

⁹ J. Płaczek Gospodarka gazem ziemnym w Polsce a bezpieczeństwo energetyczne, AON, Warszawa1996,s.18.

¹⁰ <http://www.pgi.gov.pl/>.

cji w system przesyłowy do 2014 roku wyliczana jest na 8 mld zł.



Rys. 3. Mapa terenów w Polsce, gdzie znajdują się złoża gazu z łupków Według szacunków, w Polsce możemy mieć nawet 1,4 bln metrów sześciennym gazu łupkowego.

Źródło: PGNiG 2011-05-29

Kolejnym źródłem pozyskiwania gazu będzie terminal LNG Świnoujście - przedsięwzięcie polegające na budowie na brzegu Bałtyku terminalu do odbioru skroplonego gazu ziemnego (LNG), wstępny koszt budowy terminalu o przepustowości 5 mld m³ i zakupu floty metanowców wyniósłby 3.2 mld zł, spółka Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo ustaliła lokalizację terminalu w Świnoujściu i wraz z konsorcjum doradczym opracowała studium wykonalności¹¹. Terminal LNG w Świnoujściu wraz z infrastrukturą do przesyłu gazu i połączeniami międzysystemowymi z innymi krajami tworzy ważny element zintegrowanej infrastruktury przesyłowej w tej części Europy. Inwestycja ta ma, więc nie tylko wymiar krajowy. Drogą morską będziemy mogli praktycznie z dowolnego kierunku na świecie sprowadzać do Polski gaz ziemny, a może w przyszłości go eksportować, co umożliwi nam realną dywersyfikację dostaw tego surowca. Ta inwestycja trwale zmieni sytuację na rynku gazu ziemnego w Polsce, „wzmocni bezpieczeństwo energetyczne oraz przyczyni się do wzrostu konkurencyjności gospodarki” - powiedział Grad w dn.

¹¹ <http://portzewnetrzny.pl/informacje>.

2011-07-26 podczas wizyty na budowie gazoportu, cytowany w komunikacie spółki Gaz-System¹².

Ponad to, Gaz-System wybuduje do 2014 r. ponad 1 tys. km nowych gazociągów przesyłowych. Najważniejsze z nich powstaną w północno-zachodniej i środkowej Polsce (Szczecin-Lwówek, Świnoujście - Szczecin, Szczecin - Gdańsk, Włocławek - Gdynia, Rembelszczyzna - Gustorzyn, Gustorzyn - Odolanów) oraz na Dolnym Śląsku. Rozbudowa sieć gazociągów w Polsce może stanowić ważny element gazowego Korytarza Północ - Południe łączącego terminal LNG w Świnoujściu z planowanym terminalem Adria LNG za pomocą wewnętrznej infrastruktury przesyłowej krajów Europy Środkowej.

Przez ostatnie kilka lat pojawiało się wiele koncepcji dywersyfikacji dostaw gazu do Polski. Wiązały się one głównie z planowanymi i projektowanymi gazociągami, które wraz ze zmianami ekip rządzących i wpływem czasu ulegały zapomnieniu, lub pod ostrzałem krytyki zostawały odrzucane. Wśród rozważanych projektów gazociągów należy wymienić następujące:

- gazociąg Norweski - Polska miała odbierać tą drogą 5 mld m³ gazu rocznie z 8 mld m³ całkowitej przepustowości¹³;
- gazociąg Nabucco - Polska miała otrzymywać 3 mld m³ / rok¹⁴;
- gazociąg Bernau-Szczecin - dla Polski przeznaczono 1,5 mld m³¹⁵;
- gazociąg Ustiług-Zosin-Moroczyn - na początku miał sprowadzać 17,5 mln m³ gazu, w drugim etapie do 200 mln m³, a po dalszej rozbudowie do 0,8 mld m³¹⁶;
- gazociąg Amber - dla Polski przeznaczono około 2 mld m³ z 30 mld m³/rok całkowitej przepustowości¹⁷;
- gazociąg Jamał II - dla Polski 7 mld m³/rok¹⁸;
- gazociąg BalticPipe - miał przesyłać: I etap 2 mld m³ gazu z Danii, a w II 5 mld m³ z Norwegii - dla Polski od 2 do 5 mld m³/rok¹⁹;
- gazociąg Bałtycki (nazwa: North European Gas Pipeline - dla Polski 5-8 mld m³/rok²⁰;

Polska, jako członek Unii Europejskiej, zobowiązana jest do posiadania stałych zapasów ropy

¹² Gaz-System jest strategiczną spółką polskiej gospodarki, odpowiedzialną za przesył gazu ziemnego na terenie Polski. Firma zarządza majątkiem wartości ok. 5 mld zł, na który składają się głównie elementy systemu przesyłowego, m.in. ponad 9,7 tys. km gazociągów wysokiego ciśnienia, 14 tłoczni, 56 węzłów oraz 970 punktów wyjścia. Spółka zatrudnia ponad 2 tys. osób - <http://www.gaz-system.pl/>

¹³ <http://info.gospodarka.gazeta.pl/szukaj/gospodarka/Gaz-z-Norwegii>

¹⁴ <http://pl.wikipedia.org/wiki/Nabucco>

¹⁵ <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/5,43182.html>

¹⁶ http://wapedia.mobi/pl/Bezpiecze_energetyczne

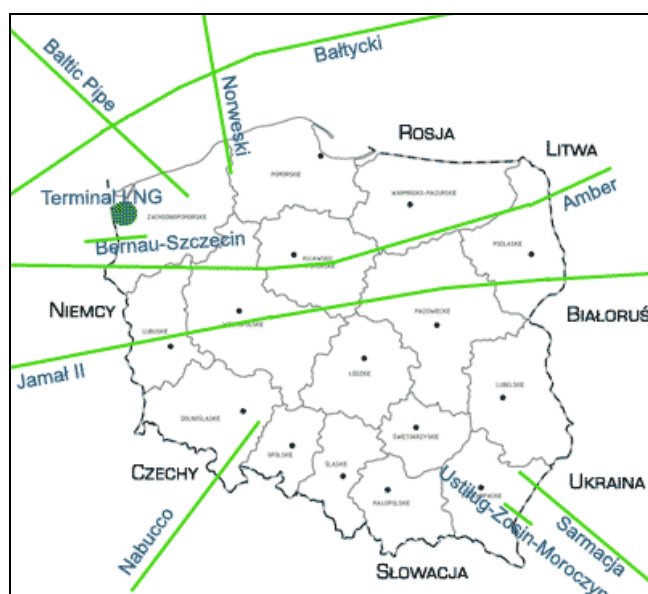
¹⁷ <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/1,33181.html>

¹⁸ <http://www.wnp.pl/wiadomosci/gazociag-jamal-II-niepotrzebny>

¹⁹ http://pl.wikipedia.org/wiki/Baltic_Pipe

²⁰ <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/8,33188.html>

i paliw, w ilości odpowiadającej co najmniej 90-dniowemu zapotrzebowaniu na te produkty w roku poprzednim²¹. W Polsce funkcjonuje jeden duży magazyn na wysadzie solnym Mogilno koło Inowrocławia. Tworzy go 8 kavern o wysokości po około 250 m każda i łącznej pojemności ok. 416 mln m³, planuje się jego rozbudowę do 20 kavern, które łącznie pomieściłyby ok. 1,15 mld m³ gazu²². Mniejsze magazyny rozmieszczone są w: Wierzchowicach na 4 098 mln m³, Strachocinie na 122 mln m³, Husowie na 373 mln m³, Jaśninie Północnej na 92 mln m³, Rzeźnicy na 46 mln m³, Swarzowie na 29 mln m³, są to magazyny, które mogą jedynie równoważyć sezonowe wahania zużycia gazu. Planuje się uruchomienie nowych w: Kossakowie, Brzostowie, Bonikowie i Daszewie²³.



Rys. 4. Projekty dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego do Polski

Źródło: Jak sprowadzać więcej gazu do Polski, „Świat Energii”.

Środki transportu i morskie porty LNG

Morskie środki transportu LNG

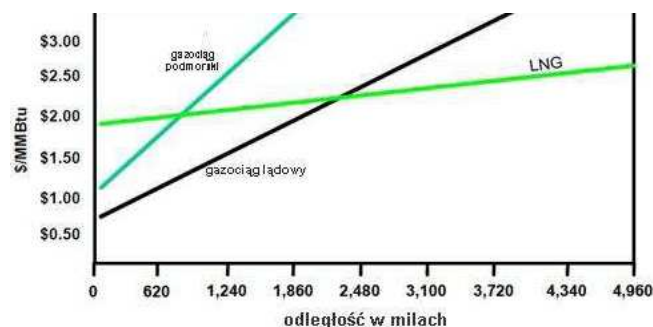
Znaczne zwiększenie światowego zużycia gazu LNG, wymusza rozwój technologii masowego

²¹ W zamkniętym w 2001 r. stanowisku negocyjnym w obszarze „energia” rząd polski przyjął obowiązek stosowania dyrektywy dotyczącej utrzymywania rezerw paliwowych. Wynegocjowano jednak okres przejściowy na dochodzenie do poziomu 90-dniowych zapasów do 31 grudnia 2008 r. Mówi o tym ustawa z 6.09.2001 r. o zmianie ustawy o rezerwach państwowych oraz zapasach obowiązkowych paliw, Dz. U. 2001, nr 129, poz. 1442. Dochodzenie do wyznaczonego pułapu odbywa się według szczegółowego harmonogramu zawartego w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z 19.12.2005 r., Dz. U. nr 266, poz. 2240, które określa dokładnie wymaganą wielkość zapasów tych surowców na każdy rok do czasu wyznaczonego www.ustawie.

²² <http://www.racjonalista.pl/index.php/s>,

²³ <http://www.gazoprojekt.pl/>

transportu w postaci ciekłej lub sprężonej. Analizy przeprowadzone przez Gas de France oraz Statoil wykazują, że transport gazu ziemnego na dystansach przekraczających 2500 km jest bardziej opłacalny za pomocą gazowców LNG niż transport sprężonego gazu rurociągami.



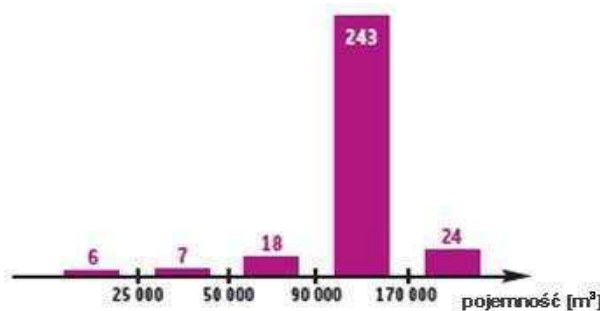
Rys. 5. Koszt transportu gazu ziemnego w zależności od przyjętego sposobu przesyłu i odległości.

Źródło: U.S. Institute of Gas Technology

Transport LNG drogą morską obejmuje szereg przedsięwzięć, na które składa

się cały łańcuch logistyczny LNG. Proces ten rozpoczyna się od wydobycia gazu ziemnego, dostarczeniu go rurociągami do terminali gdzie jest oczyszczany, osuszany i skraplany. Kolejną operacją jest załadunek skroplonego gazu na metanowiec i transport do portu docelowego, po dotarciu do miejsca przeznaczenia zostaje rozładowany i poddany regazyfikacji, by ostatecznie trafić do odbiorców końcowych.

Gazowce LNG stanowią około 2,4% światowej floty handlowej, ze stałą tendencją wzrostową. W 2005 światowa flota gazowców liczyła 192 sztuki, a szacowane zamówienia na następne lata ocenia się na 127 jednostek.



Rys. 6. Podział światowej floty metanowców pod względem pojemności zbiorników

Gazowce, to statki charakteryzujące się wysokim stopniem skomplikowanej konstrukcji i eksploatacji, na których zastosowano najnowsze osiągnięcia inżynierii materiałowej, informatyki i elektroniki. Podczas ich eksploatacji, priorytetem jest zachowanie bezpieczeństwa jednostki, jak i otoczenia w promieniu wielu kilometrów, dopiero

na drugim miejscu stawiane są wymogi prowadzenia ekonomicznej żeglugi. Przyczyniają się do tego bardzo restrykcyjne przepisy towarzystw klasyfikacyjnych oraz międzynarodowe przepisy morskie m.in. SOLAS.²⁴ Z tego powodu charakteryzują się one wysoką ceną (dwu - trzykrotnie wyższą niż zbiornikowce do przewozu ropy naftowej). Światowa flota gazowców LNG składa się głównie ze statków o pojemności od 90 000 m³ do 170 000 m³.

Ładownie gazowców to olbrzymie termosy na wrzącą ciecz o temperaturze -163°C, zachowujące szczelność w każdych warunkach klimatycznych, posiadające niską rozszerzalność cieplną, chroniące przewożony ładunek przed nagrzewaniem się oraz zachowujące odpowiednią wytrzymałość w bardzo niskich temperaturach. Cechą wspólną wszystkich gazowców LNG są instalacje wyładunkowe wyposażone w wysokowydajne pompy, umożliwiające przetłaczanie płynnego gazu w ilościach do 10 000 m³/godzinę. Ponadto to każdy gazowiec zgodnie z wymogami posiada:

- komputerowo wspomagane instalacje balastowe, pozwalające zachować odpowiednią stateczność podczas załadunku i wyładunku (w razie najmniejszego odchylenia automatycznie zatrzymywane są pompy);
- aparaturę pomiarową i alarmową rozmieszczoną na całym statku;
- standartowo wyposażony mostek i maszynownię w elektronikę, wykazującą najmniejsze odchyły od normy eksploatacyjnej jednostki;
- silnik główny pozwalający na rozwijanie dużych prędkości przejść z portu załadunku do portu wyładunku (skrócenie czasu do minimum), ze względu na specyfikę przewozu, polegającą na stałej utracie ładunku podczas podróży morskiej - z reguły stosuje się turbinę parową.

Konstrukcja metanowca jest dużym wyzwaniem technologicznym, stąd też tylko dziesięć krajów posiada odpowiednie technologie, doświadczenie i zaplecze techniczne umożliwiające ich budowę. Zaliczają się do nich: Finlandia (stocznia - Kvaerner Mass), Francja (Atlantique, Dunkerque, La Ciotat, La Seine, Le Trait), Niemcy (HDW), Włochy (Italcantieri Genoa, Italcantieri Sistri), Japonia (IHI Chitaazowców, Imabari Higaki, Imamura, Kawasaki Sakaide, Kawasaki Kobe, Mitsubishi Nagasaki, Mitsubishi Chiba, NKK Tsu), Korea Południowa (Daewoo Hanjin, Hyundai, Samsung), Holandia (Bijlsma), Norwegia (Moss Stavanger), Hiszpania (Astano, IZAR Puerto Real, IZAR Sestao), USA (GD Quincy, Newport News).

Rozróżnia się trzy rodzaje gazowców, których podział dokonany jest ze względu na system i budowę zbiornika:²⁵

- Ze zbiornikami kulistymi, wykonanymi w technologii norweskiej firmy Kvaerner - Mass. Zbiorniki te nie są częścią konstrukcji kadłuba statku. Ustawiane są i mocowane do specjalnych elementów przytwierdzonych do kadłuba wewnętrznego.
- Ze zbiornikami membranowymi wykonanymi wg francuskiej technologii nazwanej: Gas Transport, Technigas. Wewnętrzna ściana zbiornika jest cienką membraną. Różnice w tej technologii polegają przede wszystkim na sposobie łączenia z kadłubem oraz strukturze podwójnych okładzin izolacyjnych z membranami:
- Ze zbiornikami systemu IHI (ang. prismatic tank), CS1 (nowy system łączący rozwiązania powyższych systemów) - technologie japońskie. System IHI bazuje na patencie amerykańskim.



Rys. 7. Gazowiec LNG ze zbiornikami kulistym Le LNG RIVERS
Źródło: www.examiner.com



Rys. 8. Rys.7. Gazowiec LNG typu membranowego Le LNG BONNY
Źródło: www.examiner.com

²⁴ Bruno Salcewicz: "Pływałem na Gazie" artykuł z Kuriera Szczecińskiego (pol.). w Portalu Morskim. [dostęp 2006-07-22].

²⁵ Tusiani M. D., Shearer G., LNG: A Nontechnical Guide, PennWell Corporation, 2007, USA, str. 145-148.

Specyfika nadzoru nad statkami do przewozu skroplonego gazu ziemnego (LNG)

PRS prowadząc nadzór klasyfikacyjny nad metanowcami, oprócz egzekwowania ogólnych wymagań wg. „Przepisów klasyfikacji i budowy statków”²⁶ egzekwuje również spełnienie wymagań technicznych „Międzynarodowego kodeksu budowy i wyposażenia statków przewożących skroplone gazy luzem”, w skrócie nazywanego Kodeksem IGC.

Warunkiem wydania wymaganego przez Kodeks IGC Międzynarodowego certyfikatu zdolności do przewozu skroplonych gazów luzem, oraz nadania w symbolu klasy statku znaku dodatkowego LIQUEFIED GAS TANKER jest spełnienie przez statek wymagań technicznych Kodeksu IGC, a także dodatkowych wymagań PRS dotyczących metalowców zawartych w Publikacji Przepisowej nr 48/P²⁷. Sprawdzenie spełnienia tych wymagań PRS dokonuje w czasie przeprowadzania przeglądu zasadniczego, gdy statek budowany jest jako nowy lub przeglądu odnowieniowego, gdy statek jest w czasie eksploatacji.

Specyfiką nadzoru gazowców jest nadzór nad produkcją zbiorników ładunkowych oraz specjalnymi instalacjami, do których zaliczamy:

- system kontroli ciśnienia ładunku w zbiornikach – którego zadaniem jest utrzymywanie ciśnienia w zbiornikach poniżej maksymalnego dopuszczalnego ciśnienia (tzw. MARVS);
- systemy odpowietrzenia zbiorników ładunkowych – których zadaniem jest zabezpieczenie zbiorników przed przekroczeniem ciśnienia projektowego;
- dodatkowy system rozładowania ciśnienia zabezpieczający zbiornik przed całkowitym wypełnieniem się cieczą w warunkach pożaru, składający się z jednego lub więcej zaworów nadmiarowych;
- instalacje odgazowania i przedmuchiwanie zbiorników oraz instalacje służące do zubożenia atmosfery w zbiornikach oraz w przestrzeniach wokół nich;
- instalacje służące do schładzania zbiorników przed rozpoczęciem załadunku;
- systemy do pomiaru poziomu, ciśnienia i temperatury ładunku w zbiornikach oraz do wykrywania przecieków ładunku przez barierę pierwotną;
- instalacje alarmowe wysokiego poziomu cieczy w zbiornikach oraz automatycznego odcinania dopływu ładunku do zbiorników.

Specyfika tego nadzoru polega na ciągłym, bezpośrednim nadzorem nad produkcją, zastrzonym zakresem badań nieniszczących i niszczących kompozycji materiałowych oraz wszelkiego rodzaju złączy, a także nad rozszerzonym zakresem prób szczelności i wytrzymałości.

Poniżej wymieniono niektóre materiały i urządzenia techniczne metalowców podlegające klasyfikacji, które są ujęte w Przepisach PRS:

- materiały na zbiorniki i ich spawy;
- zbiorniki ładunkowe, technologiczne i bariery wtórne;
- izolacja zbiorników ładunkowych;
- instalacje i systemy dla statków LNG;
- instalacje elektryczne i automatyka;
- przyrządy pomiarowe i monitorujące w obszarach zagrożonych wybuchem.

Terminale LNG na świecie

Na koniec 2008 roku na świecie funkcjonowały 23 terminale eksportowe LNG, z 82 ciągami technologicznymi, o możliwościach produkcyjnych 443,6 mln m³ (201,8 mln t) skroplonego gazu ziemnego. Wykorzystanie ciągów technologicznych wynosiło 85% ich możliwości produkcyjnych, a całkowite zdolności magazynowe (71 zbiorników) wynosiło 6,96 mln m³ LNG. We wrześniu 2009 roku liczba terminali eksportowych LNG zwiększyła się do 26, a w budowie znajdowało się kolejnych 7²⁸:

- Jemen (Yemen LNG Plant): wydajność 3,45 mln ton/rok, w Balhaf, uruchomienie produkcji w 2009 roku²⁹;
- Katar (Qatargas III, IV LNG Plant): dwa ciągi technologiczne o wydajności po 7,8 mln ton/rok, w Ras Laffan, uruchomienie produkcji w 2009-2010 roku³⁰;
- Australia (Pluto LNG Plant): wydajność 4,3 mln ton/rok, w Burrup, uruchomienie produkcji w 2010 roku³¹;
- Peru (Peru LNG Plant): wydajność 4,4 mln ton/rok, w Pampa Melchorita, uruchomienie produkcji 2010 roku³²;
- Norwegia (Nordic LNG Plant): wydajność 300 tys. ton/rok, w Risavika, uruchomienie produkcji w 2010 roku³³;
- Iran (Iran LNG Plant): wydajność 10 mln ton/rok, w Tombak Port, uruchomienie produkcji w 2011 roku³⁴;

²⁸ *World's LNG Plants and Terminals as of September 2009*, www.globallnginfo.com/;

²⁹ <http://www.yemenlng.com/>.

³⁰ <http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/qatargas/>;

³¹ <http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/plutolng/>;

³² <http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/peru-lng/>;

³³ <http://www.nordiclng.com/>;

³⁴ <http://www.iranoilgas.com/news/>;

²⁶ Przepisy i Publikacje PRS S.A., Biuletyn Informacyjny PRS S.A." w wersji elektronicznej. Źródło <http://www.prs.pl/>

²⁷ http://www.prs.pl/pages/rules/pdf/P-48P_2007

– Angola (Angola LNG Plant): wydajność 5,2 mln ton/rok, w Soyo, uruchomienie produkcji w 2012 roku³⁵;

W najbliższych latach planowane jest uruchomienie 23 nowych terminali eksportowych (Indonezja - 2, Australia - 12, Nigeria - 2, Wenezuela - 1, Kanada - 1, Papua Nowa Gwinea - 2, Iran - 2, Rosja - 1), co w konsekwencji spowoduje podwojenie ich liczby na całym świecie i jednocześnie pozwoli zaspokoić rosnący popyt na te paliwo.

Terminali importowych (regazyfikujących) LNG na koniec 2008 roku funkcjonowało 63, o zdolności produkcyjnej 641 mld m³/rok i łącznej pojemności magazynowej 31,7 mln m³ LNG (312 zbiorników magazynowych). W roku 2009 roku liczba tych terminali zwiększyła się do 69, a w budowie znajduje się 19 (Włochy - 2, Szwecja - 1, Indie - 2, Chiny - 4, Hiszpania - 1, Francja - 1, Holandia - 1, USA - 2, Meksyk - 1, Chile - 1, Japonia - 2, Tajlandia - 1), natomiast planowane są kolejne 43.

Terminal gazu skroplonego LNG w Świnoujściu

W dniu 19 sierpnia 2008 r. Rada Ministrów RP podjęła uchwałę, w której budowa terminalu LNG uznana została za inwestycję strategiczną dla interesu naszego kraju, zgodną z planami dywersyfikacji źródeł i dróg dostaw gazu ziemnego oraz zagwarantowania bezpieczeństwa energetycznego Polski. Jednym ze źródeł dywersyfikacji gazu jest długo terminowa umowa z Katarzem. Minister Skarbu Aleksander Grad³⁶ wyjaśnił, że została zawarta na 20 lat, która ma obowiązywać od 2014 r. do 2034 r. Przewiduje dostarczanie 1,5 mld m³ gazu LNG rocznie. Poinformował, że "średnia wartość tej umowy to około 500 mln dolarów rocznie". Minister Skarbu skarbu wyjaśnił, że katarski gaz będzie transportowany do Polski statkami klasy Q-Flex, o pojemności 216 tys. m³. Nie wykluczył zwiększenia ilości dostaw LNG w krótko- lub średnioterminowych kontraktach. Zapowiedział, że umowa przewiduje klauzulę, która zobowiązuje stronę polską do zapłaty za każdą nieodebraną dostawę gazu. Surowiec z Kataru będzie dostarczany do gazoportu, który ma być zbudowany do 2014 r. Za realizację inwestycji odpowiedzialna jest spółka Polskie LNG, której właścicielem jest należący do Skarbu Państwa Operator Gazociągów Przesyłowych Gaz-System.

Terminal gazu skroplonego to pierwsza tego typu inwestycja, nie tylko w Polsce, ale i w naszej części Europy. Prace nad projektem technicznym terminalu zostały zakończone w 2009r. Terminal LNG został zaprojektowany przez konsorcjum pod

kierunkiem firmy kanadyjskiej – zgodnie z normami europejskimi i przy uwzględnieniu najnowszych rozwiązań technologicznych. Dzięki temu będzie tak samo bezpieczny jak pozostałe terminale na świecie. Na świecie funkcjonuje obecnie 67 terminali LNG. Najwięcej jest ich w Japonii – 24. W Europie znajduje się 19 terminali LNG. Liderem pod tym względem jest Hiszpania - 6. W budowie jest już 18 kolejnych obiektów tego typu – 5 w Europie, w tym 1 w Polsce. Powstanie polskiego terminalu LNG umożliwi odbiór skroplonego gazu ziemnego praktycznie z dowolnego kierunku na świecie. Zróżnicowanie źródeł dostaw przyczyni się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego kraju.

O wyborze Świnoujścia zdecydowały następujące czynniki:

- uregulowana sytuacja prawna gruntów pod budowę terminalu (tereny są własnością portu, gminy i nadleśnictwa oraz są wolne od praw osób trzecich),
- niższe koszty,
- krótsza droga transportu LNG,
- większe zapotrzebowanie na gaz w regionie północno-zachodnim kraju.

Terminal LNG powstanie na prawym brzegu Świny na terenie, który od dawna przeznaczony jest pod rozwój portu. Stanowisko przeładunkowe dla statków zlokalizowane będzie na akwenu Morza Bałtyckiego, w odległości ok. 1100 m na wschód od istniejącego falochronu wschodniego ujścia Świny i w odległości ok. 450 m od brzegu morza. Stanowisko to zostanie podłączone rurociągami z lądową częścią terminalu, której północna granica znajduje się w odległości ok. 750 m na południe od linii brzegowej. Instalacja rozładunkowa będzie przystosowana do przyjmowania metanowców o pojemności od 50 000 do 216 000 m³. Terminal będzie wyposażony w instalację do rozładunku skroplonego gazu ziemnego o różnym składzie. Z analizy nawigacyjnej budowy stanowiska rozładunku LNG w porcie zewnętrznym w Świnoujściu wynika jednak, że „minimalnym statkiem” optymalnie eksploatowanym przy planowanym nabrzeżu będzie tankowiec o pojemności ładunkowej rzędu 120 000 m³. Na potrzeby inwestycji zostaną zbudowane rurociągi do odbioru gazu skroplonego ze statków, zbiorniki LNG oraz instalacje do regazyfikacji. W pierwszym etapie zdolność eksploatacyjna terminalu LNG pozwoli na odbiór 5 mld m³/rok gazu ziemnego.

W kolejnym etapie, w zależności od wzrostu zapotrzebowania na gaz, możliwe będzie zwiększenie zdolności odbioru do 7,5 mld m³, bez konieczności powiększania terenu, na którym powstanie terminal. W terminalu LNG w Świnoujściu planowana jest budowa dwóch zbiorników o pojemności 160 000 m³ w technologii "full-containment" - "zbiornik w zbiorniku", takie zbiorniki LNG powstały w terminalach w Barcelonie (Hiszpania), Zeebrugge

³⁵ <http://www.angolalng.com/project>;

³⁶ PAP 2009-06-29 g.12:17

(Belgia) czy w Bostonie (USA). Inwestorem projektu jest Polskie LNG - spółka powołana dla budowy i eksploatacji terminalu regazyfikacyjnego skroplonego gazu ziemnego. Spółka rozpoczęła działalność w maju 2007 roku, a jej właścicielem jest Operator Gazociągów Przesyłowych GAZ-SYSTEM S.

Zagrożeniem dla terminalu może być gazociąg North European Gas Pipeline (Gazociąg Północnoeuropejski), ponieważ Rosyjsko-Niemieckie konsorcjum postanowiło swoją rurę ułożyć w poprzek toru wodnego do portów w Szczecinie i Świnoujściu, bezpośrednio na dnie. Tor wodny ma głębokość 14,3 m, a średnica rury wynosi 1,4 m. Po ułożeniu rury na dnie - głębokość toru skurczy się do 12,9 m.

Gaz z Kataru będzie transportowany do Polski statkami klasy Q-Flex - czytamy w komunikatach PGNiG i Qatargas. To statki gazowce nowej generacji, które przewożą dwa razy więcej gazu niż używane dotąd jednostki. Katar pierwszy w świecie zamówił flotę 40 takich statków w koreańskich stocznicach. 14,3 m to wymagana głębokość toru dla bezpiecznej żeglugi gazowców Q-Flex o zanurzeniu 12,5 m przy pełnym załadunku - poinformowała nas Ewa Wieczorek, rzecznik Urzędu Morskiego w Szczecinie³⁷

Innym zagrożeniem dla terminalu jest brak linii przesyłowych w głąb kraju, co stwarza konieczność opracowania optymalnego sposobu dalszego transportu tego gazu do odbiorców. Jest to tym ważniejsze, że w rejonie wybranej lokalizacji terminalu znajdują się końcowe odcinki krajowego systemu przesyłowego i odbiór gazu z terminalu

będzie wymagał przebudowy tej części systemu przesyłowego. Transport gazu do odbiorców może być realizowany:

- rurociągami w fazie gazowej po uprzedniej gazyfikacji LNG i sprężeniu otrzymanego gazu na terenie terminalu;
- w fazie ciekłej rurociągami lub transportem kołowym (auto-cysternami lub cysternami kołowymi), a następnie po gazyfikacji LNG w lokalnych instalacjach do sieci gazociągów rozdzielczych.

Alternatywą dla Terminalu Świnoujście może być zastosowanie nowych technologii tzw. pływającego terminalu regazyfikującego LNG na pokładzie statku (metanowca), a nie w porcie. Według ekspertów ta metoda jest co najmniej sześć-, siedmiokrotnie tańszą opcją. Ponadto budowa infrastruktury do odbioru gazu tą drogą byłaby znacznie łatwiejsza niż w przypadku lądowego terminalu. Według Andrzeja Piwowarskiego, eksperta ds. przemysłu gazowniczego, istnieją metody dostaw gazu ziemnego drogą morską mniej uciążliwe pod wzglę-

dem administracyjnym, szybsze do wdrożenia i bardziej przyjazne dla środowiska³⁸.

Zagrożenia w transporcie LNG

Ryzyko w łańcuchu dostaw skroplonego LNG

Ryzyko, należy definiować³⁹, jako prawdopodobieństwo poniesienia strat przez podmiot gospodarczy w następstwie podjęcia określonej decyzji, jest kategorią objętą w przedsiębiorstwach procesem zarządzania. Zarządzanie ryzykiem obejmuje cztery fazy postępowania:

- identyfikacja ryzyka - określenie rodzajów ryzyka dla danego zjawiska;
- kwantyfikacja ryzyka - oszacowanie ilościowe poziomu ryzyka;
- określenie sposobów reagowania na ryzyko - zdefiniowanie możliwości sposobów reagowania na występujące zagrożenia;
- kontrola reakcji na ryzyko.

Łańcuch dostaw skroplonego gazu ziemnego można opisać, jako sieć współpracujących ze sobą firm posiadających licencję na wydobycie gazu ziemnego ze złóż podmorskich i lądowych, korporacji tworzących spółki typu "joint ventures" operujących terminalami produkcyjnymi gazu LNG (skraplające gaz ziemny), armatorów posiadających różnego rodzaju specjalistyczne statki do przewozu gazu LNG, przedsiębiorstw operujących terminalami odbiorczymi gazu LNG (terminale regazyfikacji) oraz klientów ostatecznych kupujących gaz ziemny, czyli przedsiębiorstw różnych sektorów gospodarki oraz gospodarstw domowych.

Ryzyko w łańcuchach dostaw LNG podzielić można na ryzyko zewnętrzne i ryzyko wewnętrzne.

Ryzyko zewnętrzne obejmuje:

- ryzyko ekonomiczne;
- ryzyko polityczne;
- ryzyko związane z bezpieczeństwem;
- ryzyko związane z siłami przyrody.

Ryzyko wewnętrzne w łańcuchu dostaw LNG dotyczy:

- przepływów strumieni zasobów (surowca);
- przepływów strumieni informacji;
- przepływów strumieni finansów;
- ryzyka związanego z działalnością gospodarczą w poszczególnych przedsiębiorstwach należących do łańcucha dostaw (determinowanego przez posiadane przez przedsiębiorstwa zasoby techniczne, technologiczne, społeczno-organizacyjne, informacyjne, finansowe).

³⁷ <http://jaron.salon24.pl/tag/17737,tor-wodny-statki-klasy-q-flex>

³⁸ Gazeta polska Alternatywa dla Świnoujścia, artykuł z dn.2009.04.15

³⁹ Brdulak H., Zarządzanie ryzykiem a zarządzanie wiedzą w sieci dostaw, Gospodarka Materiałowa i Logistyka nr 11. 2007r.

Zarządzanie ryzykiem w łańcuchach dostaw LNG jest bardzo ważne. W praktyce dotyczy ono przede wszystkim aspektów technicznych, po to by zapobiec zagrożeniom związanym z pożarami i eksplozjami w zakładach produkcyjnych i na statkach w celu ochrony życia ludzkiego, środowiska i infrastruktury przed skutkami katastrof. Ryzyko awarii na platformach, zakładach produkcyjnych, regazyfikacyjnych czy podczas transportu warunkuje możliwość przepływu strumienia surowca LNG w całym łańcuchu dostaw. Szczególną uwagę w łańcuchach dostaw LNG zwraca się także na bezpieczeństwo zewnętrzne łańcucha dostaw, czyli ochronę łańcucha przed atakami terrorystycznymi i pirackimi.

Zagrożenia ze strony terminalu gazowego

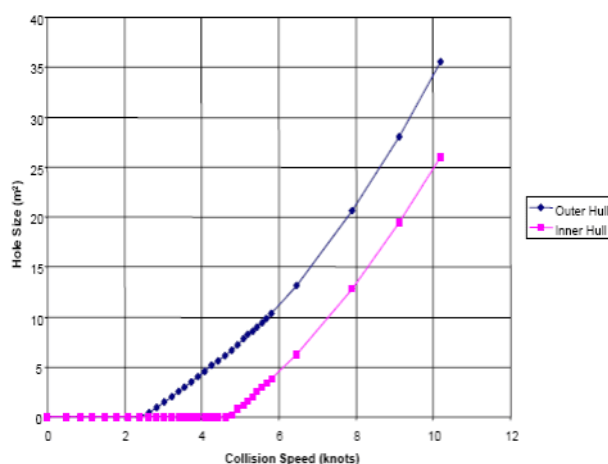
Terminal LNG musi być przygotowany na zagrożenia związane z przeładunkiem LNG, które muszą być rozpoznane i zneutralizowane w zarodku.

Do potencjalnych zagrożeń, które mogą powstać w trakcie eksploatacji nabrzeży terminalu LNG możemy zaliczyć:

- zagrożenia eksploatacyjne związane z ryzykiem manewrowania statkiem, podczas podejścia do nabrzeża, to jest:
 - wgniecenie kadłuba zewnętrznego - brak przebicia (wynikające z kąta nachylenia skarp toru wodnego, jak i rodzaju gruntu), wskutek czego nastąpi czasowe zablokowanie toru wodnego (akcja sprowadzania gazowca z mielizny);
 - przebicie poszycia kadłuba statku w wyniku kolizji z budowlą hydrotechniczną, co spowoduje rozszczelnienie zbiorników i w rezultacie wstrzymanie ruchu nie tylko statków w porcie, ale w całej strefieprzyporowej, ze względu na możliwość wybuchu (uzależnione jest to od wielkości, rodzaju gazowca i wielkości przebicia). Z analizy charakterystyk wynika:
 - do prędkości 2.2 węzła dla poszycia zewnętrznego oraz 4.8 węzła dla poszycia wewnętrznego nie zanotowano przebicia (poszycie wewnętrzne będzie nosiło ślady wgniecenia);
 - gdy statek porusza się z prędkością 4.2 węzła nastąpi przebicie wielkości 5 m² w poszyciu zewnętrznym, w poszyciu wewnętrznym nastąpi poważne wgniecenie;
 - gdy statek porusza się z prędkością 6.2 węzła, wystąpi przebicie wielkości około 5m² w poszyciu wewnętrznym, które może doprowadzić do skażenia środowiska i ewentualnego wybuchu gazu. W celu ograniczenia ww. katastrofy statki LNG wchodzące w główki portu, według założeń nie mogą przekraczać 5.5 węzła, co w wypadku kolizji

pod kątem prostym z dziobem innego statku może spowodować przebicie wielkości nie większą niż 3 m². Na podejściu do portu zdarzenie takie teoretycznie nie powinno mieć miejsca, ze względu na niedopuszczalny ruch dwukierunkowy podczas wprowadzania gazowca LNG. Niemniej zakładając możliwość kolizji z budowlą hydrotechniczną np. główkami poczyniono następujące założenia - prędkość gazowca LNG w momencie kolizji 5 węzłów (w rzeczywistości jednak gazowiec nie jest w stanie uderzyć z taką prędkością w główkę, gdyż nie porusza się prostopadle do niej) wielkość otworu w poszyciu wewnętrznym kadłuba nie powinno przekroczyć 2 m².

- zagrożenia związane z technologią przeładunku.



Rys. 9. Strefy rażenia będące wynikiem kolizji zbiornikowca LNG 200 podczas cumowania

Do głównych zagrożeń wynikających z operacji przeładunkowych możemy zaliczyć:

- nieszczelność powstałą na skutek awarii lub błędu operatora, w systemie rur, zaworów służących do przeładunku LNG, zarówno po stronie statku, jak i terminalu;
- uszkodzenia rurociągu przeładunkowego na skutek nie utrzymania stabilnej pozycji statku przy nabrzeżu, np. w wyniku zerwania cum, nagłego załamania pogody;
- uderzenia innego statku w gazowiec, na którym prowadzony jest przeładunek;
- celowego działania np. wskutek ataku terrorystycznego (z ładunku, wody, powietrza).

Skutkiem prawie każdej z wyżej wymienionych sytuacji jest wyciek gazu uzależniony od wielkości otworu, przez który wydobywa się gaz i panujących warunków atmosferycznych przez co :

- może nastąpić na gazowcu zapłon wydobywających się oparów gazu;
- wydobywające się opary mogą utworzyć wybuchową chmurę z LNG, która może się

przemieszczać na znaczne odległości, zależnie od czynników zewnętrznych;

- mogą nastąpić odmrożenia lub oparzenia członków załogi statku w wyniku kontaktu z ciekłym gazem,
- duszenie się obsługi terminalu lub załogi poprzez nagromadzenie w powietrzu dużej ilości oparów gazu,
- nagromadzenie się ciekłego LNG między elementami konstrukcyjnymi statku lub terminalu doprowadzi do dużego schłodzenia elementów konstrukcji metalowych i połączeń spawanych, zmieniają się właściwości wytrzymałościowe konstrukcji. W rezultacie spowoduje to efekt domina, doprowadzając do zagłady statku lub instalacji terminalu.

Zagrożenia ze strony środka transportowego

Zagrożenia ze strony środka transportowego można podzielić na:

- awarie techniczne, eksploatacyjne;
- celowe działanie człowieka (terroryzm i piractwo).

Ze względu na specyfikę przewożonego ładunku zbiornikowiec do przewozu płynnego gazu ziemnego podczas eksploatacji narażony jest na:

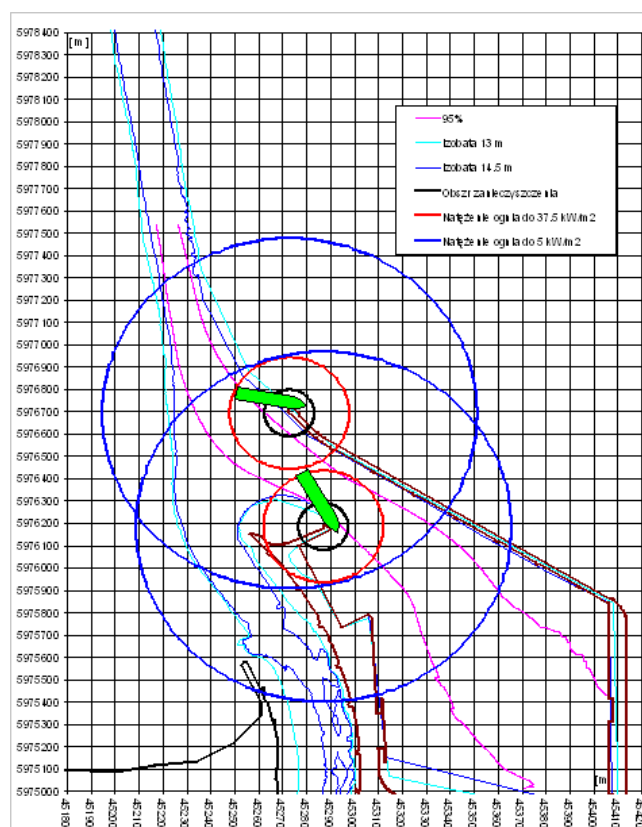
- niezamierzone naruszenie szczelności zbiornika z LNG, np. wskutek kolizji z innym statkiem, zderzenie ze stałym obiektem (zderzenie wtórne związane z ruchem statku),
- na awarię zbiorników lub instalacji gazowej do obsługi ładunku (awaria techniczna spowodowana błędem technologicznym),
- błąd człowieka z obsługi instalacji rozładunkowej lub odzyskującej opary;
- działanie warunków atmosferycznych.

Głównymi zagrożeniami ze strony człowieka jest terroryzm i piractwo morskie. Czynnikiem odróżniającym te dwie grupy społeczne jest stosunek sprawców do problemu, ich zachowanie. Terrorystom chodzi o rozgłos, a piratom o anonimowość, piraci starają się unikać pozostawiania śladów i świadków, a wręcz je zacierają, terroryści przeciwnie im więcej hałasu wokół wydarzenia tym lepiej, celem ich jest zdobycie zainteresowania mediów poprzez wygłaszanie oświadczeń, odezw i apeli.

Do podstawowych form przemocy wymierzonych w żeglugę i obiekty morskie możemy zaliczyć:

- zamachy bombowe na statki i obiekty morskie przy użyciu materiału wybuchowych dostarczonych na statek wraz z ładunkiem;
- uprowadzenia statków np.: w celu zatrzymania pasażerów i członków załóg w charakterze zakładników lub zdobycia ładunku;

- uprowadzenie statku z ładunkiem niebezpiecznym np. gazowa, w celu przekształcenia go w pływającą bombę;
- działanie prowadzone przy użyciu broni mi-nowej;
- ostrzał z brzegu statku manewrującego w rejonach przybrzeżnych lub na torach wodnych;
- ostrzał statku z innych jednostek pływających, głównie szybkich łodzi motorowych.



Rys. 10. Strefy rażenia zbiornikowca LNG200, działanie inne niż kolizja, dla otwór przebicia 5 m²

Ataki terrorystyczne wymierzone w obiekty morskie stanowią tylko 2 % wszystkich incydentów terrorystycznych, do jakich dotąd dochodziło na świecie w przeciągu ostatnich 30 lat. Informacje uzyskiwane przez światowych znawców tematu, analityków badających terroryzm, agencje wywiadowcze oraz służby specjalne, mówią, że w najbliższym czasie może dojść do ataków terrorystycznych wymierzonych w obiekty morskie. Coraz więcej organizacji terrorystycznych posiada doświadczenie bojowe związane z przeprowadzeniem tego typu ataków. Rozmiar zniszczeń, ofiar ludzkiej, strat ekonomicznych oraz wydzźwięk polityczny i propagandowy przeprowadzonych dotychczas ataków terrorystycznych na obiekty morskie, pokazują jak skuteczną bronią są one w rękach terrorystów, a szczególnie na statki przewożące ładunki

niebezpieczne i obiekty morskie zajmujące się tymi ładunkami.⁴⁰

Przykładem, najgłośniejszych ataków terrorystycznych na jednostki i obiekty morskie było⁴¹:

- Zamach bombowy na jacht motorowy Lorda Mountbattena w 1979 roku zrealizowany przez członków PIRA (Tymczasowej Irlandzkiej Armii Republikańskiej). W wyniku eksplozji razem z członkiem rodziny królewskiej zginęły 4 osoby;
- Porwanie Achille Lauro w 1985 roku przez Palestyński Front Ludowy w czasie którego zginął zastrzelony i wyrzucony później za burtę turysta amerykański żydowskiego pochodzenia Leon Klinghoffer.
- Porwanie tureckiego promu pasażerskiego na Morzu Czarnym w 1996 roku, kiedy to 9 uzbrojonych rebeliantów czeczeńskich przetrzymywało przez 2 dni 255 pasażerów, zwracając uwagę świata na problem czeczeński.
- Atak samobójczy na USS Cole w 2000 roku, kiedy to dwóch terrorystów uderzyło „koniem trojańskim” łodzią przypominającą tabor portowy wypełnioną blisko 270kg materiału wybuchowego C4 w okręt amerykański manewrujący na redzie portu Yemeni w Adenie. W wyniku ataku terrorystycznego do którego przyznała się Al Kaida zginęło oprócz dwóch „morskich szahidów” 19 marynarzy amerykańskich, a 39 innych zostało rannych.
- Atak samobójczy na supertankowiec MV Limburg w 2002 roku, kiedy to w wyniku podobnego „konia trojańskiego” przewożącego na swoim pokładzie ok. 100- 200 kg TNT zaatakowano na redzie portu Yemen tankowiec wiozący około 297 000 baryłek ropy. W wyniku ataku doszło do przebicia podwójnego kadłuba tankowca i oprócz pożaru, który zajął jednostkę 50 000 baryłek ropy znalazło się w morzu. W ataku zginęło oprócz terrorysty zamachowcy dwóch członków załogi. Odpowiedzialność za atak przyjęła tak jak w przypadku ataku na USS Cole Al Kaida.
- Atak na terminale naftowe Khor al-Amaya (KAAOT) i Al Basra (ABOT) w Iraku w 2004 roku. Atak przeprowadzono przy użyciu małej łodzi wypełnionej materiałem wybuchowym kierowanej przez szahida (podobnie jak przy ataku na (USS Cole i MV Limburg). Akcja terrorystyczna była jedną z części planu destabilizacji Iraku w wyniku której zginęły 3 osoby, a koszty związane z zatrzymaniem pracy terminali przez 2 dni oszacowano na około 40 mi-

lionów USD. Do przeprowadzenia zamachów przyznały się dwie organizacje terrorystów islamskich: Jamaat al – Tawhid i Walczący Dżihad.

- Atak bombowy na filipiński prom Superferry 14 w 2004 roku. Członkowie grupy Abu Sayafa poprzez eksplozję 5 kg ładunku TNT wniesionego na pokład w sprzęcie fotograficznym spowodowali śmierć 119 pasażerów i członków załogi, a ranili 300 osób.
- Atak samobójczy w porcie Ashod w 2004 roku w Izraelu. Dwóch szahidów przemyciło na teren portu w zamkniętym kontenerze materiały wybuchowe na 4 godziny przed rozpoczęciem ataku. Następnie po odzyskaniu materiałów wybuchowych i nałożeniu ich na siebie zdetonowali się wśród pasażerów portu zabijając 10 osób pochodzenia izraelskiego. Do ataku przyznały się Hamas i Brygady Męczenników Al-Aksa.
- Ostrzelanie 3 rakietami typu Katiusha amerykańskiego okrętu USS Ashland w porcie Aqaba w Jordanie w 2005 roku. W wyniku ataku raketowego zostały ostrzelane 2 okręty amerykańskie, rakiety jednak nie trafiły celu, a trzecia wylądowała niedaleko portu lotniczego Eliat. W wyniku ataku raketowego zginęła jedna przypadkowa osoba. Do organizacji i przeprowadzenia ataku przyznała się Al Kaida. Po ataku w internecie organizacja ta na swoich stronach umieściła przesłanie.

Piractwo na morzu w wielu osobom kojarzy się z czymś melancholijnym, abstrakcyjnym i nierealnym. Rzeczywistość jest jednak zupełnie inna. Wzmógł się ruch po morzach i oceanach zrodził nowe pokolenie piratów. Nie są to już piraci, jakich znamy z książek i kinematografii np.: „Piratów z Karaibów”, czy „Wyspy skarbów”, z przepaską na oku i papugą na ramieniu. Mamy XXI wiek, a piraci nie istnieją już tylko hollywoodzkich ekranizacjach hollywoodzkich filmów, czy w naszej wyobraźni.

Współcześni piraci wyglądają jak terroryści. Wyposażeni w GPS i inne elektroniczne systemy namierzania statków. Uzbrojeni już nie są w noże i pałki, lecz w kałasznikowy i naramienne wyrzutnie granatów (RPG).

W rozumieniu Konwencji o prawie morza z 1982 r. piractwem jest (zgodnie z art. 101) każdy bezprawny akt gwałtu, zatrzymania lub grabieży prywatnego statku lub samolotu każdy bezprawny akt skierowany:

- na morzu otwartym przeciwko innemu statkowi morskiemu lub powietrznemu, przeciwko osobom lub mieniu znajdującym się na pokładzie takiego statku morskiego lub powietrznego;

⁴⁰ Kubiak K. „Piractwo i terroryzm morski. nowe wyzwania dla bezpieczeństwa międzynarodowego” <http://www.wns.dsw.edu.pl/>

⁴¹ Kubiak K. Przemoc na oceanach. Współczesne piractwo i terroryzm morski Iuris Prudentia Księgarnia Prawnicza, W-wa 2009r

- przeciwko statkowi morskiemu lub powietrznemu, osobom lub mieniu nie podlegającym jurysdykcji żadnego państwa.

Piratom udało się do trzeciego kwartału 2010 r. porwać 11 statków, w porównaniu z całym rokiem 2009 - 16 jednostek. Listę przetrzymywanych statków w 2010 r. przedstawiono w Tabeli 1, można na niej zauważyć że około 50% stanowią jednostki z ładunkami niebezpiecznymi.

Nazwa jednostki	Data incydentu	Bandera	Liczba załogi	Typ
RAK AFRICANA	11.04.2010	Saint Vincent i Grenadyny	26	Drobnicowiec
SAHMO DREAM	07.04.2010	Wyspy Marshalla	24	Tankowiec
ICEBERG 1	29.03.2010	Panama	24	RO RO
FRIGIA	23.03.2010	Malta	21	Masowiec
TALCA	23.03.2010	Bermudy	25	Chłodnicowiec
SAKOBA	9.03.2010	Kenia	16	Trawler
UBT OCEAN	5.03.2010	Wyspy Marshalla	21	Chemikaliowiec
AL NISR AL SAUDI	1.03.2010	Arabia Saudyjska	14	Tankowiec
RIM	3.02.2010	Północna Korea	17	Drobnicowiec
ASIAN GLORY	2.01.2010	Zjednoczone Królestwo	25	Samochodowiec
ST JAMES PARK	28.12.2009	Zjednoczone Królestwo	26	Chemikaliowiec
AL MAHMOUD 2	18.12.2009	Jemen	16	Dhow
NEFEYA	18.12.2009	Indie	13	Dhow

Źródło: <http://www.sas-marine.org/pl>

Współczesne zjawisko piractwa zaczęło rozwijać się od początku lat 90 XX wieku. Od tego momentu moryscy przestępcy zaczęli tworzyć bardzo dobrze zorganizowane struktury na kształt małych armii. Powstawały quasi-militarne grupy. Działają z dużo większą brutalnością i skutecznością niż przed 1990 r. Dzisiaj piractwo morskie oddziałuje głównie na przebieg kluczowych szlaków handlowych. Ataki na tzw. super statki, wiozące ropę naftową gaz i inne ładunki niebezpieczne potęgują zagrożenie wystąpienia katastrofy. Według monitorującego zjawisko piractwa International Maritime Bureau Piracy Reporting Center liczba ataków na statki wykazuje stałą tendencję wzrostową.

W skali globalnej jego wzrost wyniósł 11% w stosunku rocznym, ale np.: w Wschodniej Afryce aż 200% w samym tylko 2008 r. (doszło do 49 udanych porwań statków, z czego 42 miały miejsce na somalijskim wybrzeżu, a na wybrzeżu nigeryjskim 5 ataków), aczkolwiek zakłada się, że duża ich liczba ataków i porwań nie została zgłoszona, ze względu na bezpieczeństwo załogi i ładunków lub też szybkim zapłaceniu okupu. Szacuje się, że w 2010 r. siły międzynarodowe rozbiły, blisko 30 tzw. PAG – Pirate Action Group, czyli grup pirackich składających się ze statku matki i skiffów. Aresztowano przy tym ponad 140 piratów i zniszczono wiele pirackich łodzi.

Przykładowe wypadki podczas transportu LNG

Jednym z pierwszych przypadków związanych z pożarem i wybuchem LNG, jaki odnotowano w światowej literaturze oraz pozostałych źródłach wiedzy, jest wybuch chmury LNG w miejscowości Cleveland w USA w październiku 1944r. W jednym z zakładów przemysłowych, zajmujących się energią elektryczną (tzw. elektrownia szczytowa), doszło do uszkodzenia zbiornika z LNG i w konsekwencji wycieku gazu. Rozprzestrzeniająca się chmura LNG uległa zapłonowi i w następstwie powstał wybuch, który zabrał życie 128 ludziom.

Głośno również było w mediach o wybuchu chmury LNG w miejscowości Ghislenghien w Belgii w lipcu 2004r., gdzie w wyniku uszkodzenia rurociągu transportującego gaz, doszło do uwolnienia się dużej objętości chmury LNG oraz jej zapłonu. Wówczas 23 osoby poniosły śmierć, a wielu zostało rannych.

Potencjalne zagrożenie pożarowo-wybuchowe związane z transportem, magazynowaniem, czy też stosowaniem LNG wynikają głównie z trzech właściwości tej substancji, a w szczególności, w ciśnieniu atmosferycznym, w zależności od składu, LNG ma temperaturę wrzenia około -160°C. W tej temperaturze pary LNG są znacznie cięższe od

powietrza. Niewielkie ilości fazy ciekłej LNG ulegają przemianie w chmurę gazu o dużej objętości. Przykładowo jedna jednostka objętościowa fazy ciekłej LNG wytwarza około 600 jednostek objętościowych gazu. Gaz ziemny, podobnie jak inne gazy węglowodorowe jest skrajnie łatwopalny.

Zakończenie

Polska wkrótce dołączy do grupy państw posiadających własny terminal gazowy i problem transportu, regazyfikacji skroplonego gazu też ją dotknie, dlatego też należy zawczasu podjąć odpowiednie kroki w zakresie zarządzania ryzykiem w łańcuchu dostaw LNG. W praktyce dotyczy ono przede wszystkim aspektów technicznych, po to by zapobiec zagrożeniom związanym z pożarami czy eksplozjami w portach i na statkach, w celu ochrony życia ludzkiego, środowiska i infrastruktury przed skutkami katastrof. Ryzyko awarii na platformach, zakładach produkcyjnych, regazyfikacyjnych czy podczas transportu jest bardzo duże w przypadku zaniedbań, przyjęcia nieodpowiednich procedur. Szczególną uwagę w łańcuchach dostaw LNG należy też zawrócić na bezpieczeństwo zewnętrzne łańcucha dostaw, czyli ochronę łańcucha przed atakami terrorystycznymi i pirackimi.

Streszczenie

Warunkiem gospodarczej stabilności każdego państwa jest zapewnienie dostaw surowców energetycznych, w tym gazu ziemnego. Jest on drugim, co do wielkości zużycia światowym paliwem, stanowiącym ważną gałąź przemysłu każdego kraju świata. W referacie przedstawiono rozwój tzw. logistycznego łańcucha dostaw LNG oraz zagrożenia i problemy związane ze specyfiką tego ładunku.

Abstract

The precondition of economic stability of each state is to ensure energy supplies, including natural gas. Nowadays, the natural gas in an extremely important segment of the state's economy. The paper presents the development of, so called, LNG supply chain, and the problems associated with the specificity of that cargo.

Literatura

1. Brdulak H., *Zarządzanie ryzykiem a zarządzanie wiedzą w sieci dostaw*, Gospodarka Materiałowa i Logistyka nr 11. 2007r
2. Chądzyński W., *Zagrożenia i zapewnienie bezpieczeństwa terminalu LNG*, materiały z Sympozjum "Lokalizacja Gazoportu LNG w Świnoujściu", zorganizowanego przez Urząd Morski w Szczecinie, Wydział Techniki Morskiej Politechniki Szczecińskiej i Zespół Techniki Morskiej Sekcji Technicznych Środków Transportu Komitetu Transportu PAN, Szczecin, 2006.
3. Filin S., Zakrzewski B., *Światowy handel skroplonym gazem ziemnym (LNG) - stan obecny i kierunki rozwoju*, „Energetyka”, 2006, Nr 11 (629);
4. Kubiak K., *Piractwo i terroryzm morski. nowe wyzwania dla bezpieczeństwa międzynarodowego*, <http://www.wns.dsw.edu.pl/>
5. Kubiak K., *Przemoc na oceanach. Współczesne piractwo i terroryzm morski*, Iuris Prudentia Księgarnia Prawnicza, W-wa 2009r
6. *Mały Rocznik Statystyczny Polski*, Główny Urząd Statystyczny Warszawa 2011.
7. Tusiani M. D., Shearer G., *LNG: A Nontechnical Guide*, PennWell Corporation, 2007.
8. Oil & Gas Journal
9. *Polityka energetyczna do 2030 r*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, wrzesień 2007 r.
10. Płaczek J., *Gospodarka gazem ziemnym w Polsce a bezpieczeństwo energetyczne*, AON, Warszawa 1996, s.18.
11. Salcewicz B., *Pływałem na Gazie*, Kurier Szczeciński.
12. Subda A., *PGNiG myśli, co zrobić z gazem*, Rzeczpospolita 18.12.2009
13. Tusiani M. D., Shearer G., *LNG: A Nontechnical Guide*, PennWell Corporation, 2007, USA.
14. *World's LNG Plants and Terminals as of September 2009*, www.globallnginfo.com;
15. <http://portalmorski.pl/Kolejny-amerykanski-gazoport-bazujacy>
16. <http://info.gospodarka.gazeta.pl/szukaj/gospodarka/Gaz-z-Norwegii>
17. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Nabucco>
18. <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/>
19. <http://wapedia.mobi/pl/Bezpieczenstwoenergetyczne>
20. <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/>
21. <http://www.wnp.pl/wiadomosci/gazociag-jamal-II-niepotrzebny>
22. http://pl.wikipedia.org/wiki/Baltic_Pipe
23. <http://gospodarka.gazeta.pl/gospodarka/>
24. <http://portzewnetrzny.pl/informacje>.
25. <http://www.pgi.gov.pl/>.
26. <http://www.racionalista.pl/index.php/s>,
27. <http://www.gazoprojekt.pl/>
28. <http://www.yemenlng.com>.
29. <http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/qatargas>;
30. <http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/plutolng>;

31. <http://www.hydrocarbons-technology.com/projects/peru-lng>;
32. <http://www.nordiclng.com>;
33. <http://www.iranoilgas.com/news>;
34. <http://www.angolalng.com/project>;
35. <http://jaron.salon24.pl/tag/>
36. <http://www.prs.pl/>