

Józef SADOWSKI<sup>1</sup>  
Jacek PIETKUN<sup>2</sup>

### **BEZPIECZEŃSTWO TRANSPORTU MORSKIEGO LNG**

*W artykule przedstawiono genezę transportu gazu drogą morską oraz podstawowe problemy związane z jego transportem do terminalu gazowego w Świnoujściu. Scharakteryzowano statki służące do transportu skroplonego gazu. Przedstawiono właściwości LNG i LPG w kategoriach ładunku niebezpiecznego. Przedstawiono problemy związane z bezpieczeństwem transportu morskiego, jego rozładunku i magazynowania w gazoporcie.*

### **SECURITY OF MARITIME TRANSPORT LNG**

*The article presents the genesis of gas transport by sea and the main problems associated with transport to the gas terminal in Swinoujście. Characterized ships for carrying liquefied gas. Presents the characteristics of LNG and LPG in categories of dangerous cargo. Presents security problems of maritime transport, the unloading and storage gashaven.*

## **1. WSTĘP**

Historia skroplonego gazu naturalnego sięga roku 1855, kiedy to Karol von Linde otrzymał patent na sposób jego skraplania. Jednakże pierwsza instalacja skraplania gazu ziemnego na skalę przemysłową została wybudowana dopiero w roku 1941 w Spring (USA). Pierwszy dalekomorski transport skroplonego gazu ziemnego odbył się w roku 1959 z ładunkiem LNG 5 000 m<sup>3</sup>. Statek „Methane Pionier” przebył dystans z portu północnoamerykańskiego Lake Charles do Anglii. W ten sposób zapoczątkowano nie tyle nowy sposób masowego transportu LNG, jak możliwość powszechnego wykorzystania trudnodostępnych źródeł energii zlokalizowanych w różnych częściach świata.

Mimo występujących trudności z eksploatacją oraz zniszczeniu tej instalacji wskutek wybuchu, prac nad udoskonaleniem instalacji skroplonego gazu naturalnego nie zaprzestano. Były rozwijane oraz prowadzone równoległe we Francji i Anglii.

Działalnością potwierdzającą rozwój technologii transportu LNG była oddana do eksploatacji w roku 1960 instalacja gazu skroplonego w Algierii o wydajności 15 m<sup>3</sup>/dzień

---

<sup>1</sup> dr hab. Józef Sadowski, prof. ndzw. AMW, Akademia Marynarki Wojennej, jozefsadowski@op.pl

<sup>2</sup> mgr inż. Jacek Pietkun, DKiSW, j.pietkun@wp.pl

wraz ze zbiornikiem magazynowym o pojemności 500 m<sup>3</sup>. Zbudowany w owym czasie specjalnie dla transportu LNG tankowiec „Juliusz Verne” przewiózł po raz pierwszy skroplony gaz naturalny z Algierii do portu Le Havre we Francji. W 1969 roku gazowce typu membranowego o pojemności 71 500 m<sup>3</sup> typu Polar Alaska i Arctic Tokio rozpoczęły regularny rejsy z Alaski do Tokio.

Pierwszy gazowiec z pojemnikami kulistymi LNG o pojemności 88 000 m<sup>3</sup>, który zapoczątkował rozwój floty gazowców typu Moss spherical został zbudowany przez firmę Kawerner w 1971 roku.

## **2. TRANSPORT SKROPLONEGO GAZU**

### **2.1. Rozwój transportu LNG**

Metoda transportu skroplonego gazu ziemnego (LNG) drogą morską rozwinęła się na świecie w latach 60. i dzisiaj stanowi jeden ze standardowych sposobów jego importu. Ilość przewożonego LNG wzrosła z 84 mln ton w roku 1997 do 197 mln ton zakontraktowanych na rok 2007. Import tego surowca energetycznego odbywa się na statkach zaprojektowanych i budowanych według bardzo rygorystycznych regulacji prawnych i przepisów. Transport morski LNG charakteryzuje się bardzo wysokim poziomem bezpieczeństwa. Na przestrzeni wielu lat w ww. sektorze nie nastąpił żaden wypadek utraty ładunku, ani też żaden tragiczny wypadek żeglugowy, przy czym należy pamiętać, że obecna światowa flota LNG, zatrudniająca około 9 000 oficerów i marynarzy, pokonuje regularnie najbardziej uczęszczane szlaki żeglugowe.

Technologia transportu polega na przewożeniu gazu pod normalnym ciśnieniem, w bardzo niskiej temperaturze (-163<sup>0</sup>C). Terminale eksportowe LNG położone są w różnych rejonach świata. Rozważając rozkład istniejących obecnie terminali eksportowych na świecie, Polska może wziąć pod uwagę import LNG z takich rejonów, jak: Zatoka Perska (około 15 dni żeglugi), Afryka Południowa (około 7 dni żeglugi), Afryka Zachodnia (około 12 dni żeglugi), Ameryka Środkowa (około 11 dni żeglugi), Norwegia (około 3 dni żeglugi) oraz ewentualnie Północna Rosja, jednakże ze względu na obecną strukturę dostaw energii do Polski ten ostatni kierunek nie spełnia podstawowego warunku, a mianowicie dywersyfikacji źródeł energii. Również eksporterzy z Dalekiego Wschodu stanowią potencjalne źródło importu, jednakże ze względu na odległość od Polski (ponad 25 dni żeglugi) koszty importu LNG z tego rejonu stają się znacząco wyższe w porównaniu z pozostałymi regionami.

### **2.2. Charakterystyka statków do przewozu LNG**

Obecnie użytkowane są następujące typy statków do przewozu LNG:

Statki posiadające zbiorniki kuliste wykonane w technologii norweskiej firmy Kvaerner – Moss. Zbiorniki te nie są częścią konstrukcji kadłuba statku. Ustawiane są i mocowane do specjalnych elementów przytwierdzonych do kadłuba wewnętrznego. Wewnętrzna warstwa zbiornika zbudowana jest z aluminium lub jego stopu, obłożona jest zewnątrz warstwą izolacji zamkniętej w stalowej sferycznej skorupie. Pomiędzy tą kulą a burtami znajdują się zbiorniki balastowe. W 2003 r. 51% całego tonażu gazowców wykonana była w tej technologii.

Statki posiadające zbiorniki membranowe wykonane wg francuskiej technologii nazwanej Gas Transport, Technigas. Wewnętrzna ściana zbiornika jest cienką membraną wykonaną z niskowęglowej stali nierdzewnej lub stopu (inwar) z wysoką zawartością niklu

spoczywającą na mocnej izolacji, która oparta jest z kolei na konstrukcji statku. Różnice w tej technologii polegają przede wszystkim na sposobie łączenia z kadłubem oraz strukturze podwójnych okładzin izolacyjnych z membranami:

- dla systemu Gas Transport zwanego też GT No 96 Membrane Containment - System są to segmenty (ang. boxes) posiadające membranę z inwaru o grubości 0.7 mm oraz izolowane szkłem wulkanicznym (ang. Perlite);
- dla systemu Technigas TG Mark III Membrane Containment System są to panele (ang. panels) posiadające membranę ze stali nierdzewnej, triplex'u oraz tworzywa izolującego ciepłnie.

Statki posiadają zbiorniki systemu IHI (ang. prismatic tank), CS1 (nowy system łączący rozwiązania powyższych GT i TG) – technologie japońskie. System IHI bazuje na patencie amerykańskim zastosowanym na pierwszych gazowcach Methane Progress oraz Methane Princess.

Zbiorniki na ciekły gaz muszą zachować swoją szczelność, mieć niską rozszerzalność cieplną, chronić przewożony ładunek przed nagrzewaniem oraz zachowywać odpowiednią wytrzymałość w bardzo niskich temperaturach.

W związku z tym, że zbudowanie gazowca jest dużym wyzwaniem technicznym, stąd niewiele (dziesięć) krajów posiada odpowiednie technologie, bazę i doświadczenie. Zaliczają się do nich: Finlandia (stocznia – Kvaerner Masa), Francja (Atlantique, Dunkerque, La Ciotat, La Seine, Le Trait), Niemcy (HDW), Włochy (Italcantieri Genoa, Italcantieri Sistri), Japonia (IHI Chita, Imabari Higaki, Imamura, Kawasaki Sakaide, Kawasaki Kobe, Mitsubishi Nagasaki, Mitsubishi Chiba, NKK Tsu), Korea Południowa (Daewoo Hanjin, Hyundai, Samsung), Holandia (Bijlsma), Norwegia (Moss Moss, Moss Stavanger), Hiszpania (Astano, IZAR Puerto Real, IZAR Sestao), USA (GD Quincy, Newport News). Technologie wytwarzania odpowiednich materiałów, konstrukcji statków stały się przedmiotem patentów.

Wszystkie ww. rodzaje statków różnią się między sobą konstrukcją zbiorników ładunkowych, przy czym – ze względów technicznych i ekonomicznych – typem zapewniającym najwyższą elastyczność operacyjną i tym samym możliwość dowolnego dywersyfikowania kierunku importu LNG do Polski, jest gazowiec membranowy. Ten typ statku przeważa (ponad 50%) w obecnej flocie gazowców LNG i jest on projektowany oraz budowany na bazie dobrze znanych i sprawdzonych standardów. Z jednej strony daje się zauważyć wzrost pojemności ładunkowej zamawianych statków i wyrażane są opinie, że ekonomiczne uzasadniany statek powinien wziąć od 175 000 m<sup>3</sup> do 250 000 m<sup>3</sup> skroplonego gazu. Z drugiej strony rozwijane są znacznie mniejsze jednostki do obsługi krótkich, przybrzeżnych tras transportu gazu. Kwestia wielkości statku, jak i rozmiaru floty zależy w głównej mierze od takich czynników, jak ilość importowanego gazu oraz kierunek importu, ale również należy uwzględnić zagadnienia długofalowego bezpieczeństwa dostaw tego surowca, tj. oprócz import LNG na takim typie statku, który pozwoli swobodnie dostosowywać się do różnych kierunków dostaw. Stąd też, biorąc pod uwagę obecnie istniejące źródła eksportowe LNG, jak również te, które powstają lub są planowane z uwzględnieniem udokumentowanych złóż gazu naturalnego, wydaje się celowe zbudowanie floty na bazie gazowców membranowych o pojemności ładunkowej pomiędzy 150 000 m<sup>3</sup> – 215 000 m<sup>3</sup>. Biorąc pod uwagę zapotrzebowanie roczne (w pierwszym, początkowym etapie dostaw) na import gazu do Polski drogą morską na poziomie 5 mld m<sup>3</sup> oraz typową konfigurację terminalu odbiorczego, liczba statków wahać

się może od 5 - dla importu z rejonu Zatoki Perskiej, poprzez 4 statki dla Afryki Zachodniej i Ameryki Środkowej, 2 statki dla Afryki Północnej i Norwegii. Są to oszacowania zgrubne, lecz pozwalające na wstępne ilościowe opisanie modelu importu LNG do Polski. Żeby zdać sobie sprawę ze skali finansowej budowy takiej floty, trzeba wziąć pod uwagę fakt, że obecnie cena za statek wielkości 150 000 m<sup>3</sup> wynosi około 240 mln USD, a za statek o pojemności 215 000 m<sup>3</sup> – około 275 mln USD. Jest to więc spore wyzwanie inwestycyjne ze strony potencjalnego armatora. Dzienny koszt użytkowania statku o pojemności 150 000 m<sup>3</sup> oscyluje na poziomie 75 000 USD plus koszty paliwa (obecnie stawka frachtowa waha się od 60 000 USD do nawet 90 000 USD dla tej wielkości statków tego typu). Uruchomienie środków finansowych niezbędnych do budowy floty gazowców uwarunkowane jest takimi elementami ogólnego projektu importu LNG, jak: długoterminowe zapotrzebowanie na gaz, inwestycje w terminal odbiorczy, stację regazyfikacji, system dystrybucji gazu, aspekty prawne i ochrony środowiska w zakresie budowy terminalu oraz bezpiecznego dostępu do terminalu przez statek, a także umowy pomiędzy wszystkimi stronami uczestniczącymi w całym łańcuchu dostaw. Dopiero uwzględniając te czynniki, można przystąpić do optymalizacji projektu statku (z założeniem minimalizacji kosztów operacyjnych i maksymalizacji ilości dostarczonego ładunku). Choć ciężar finansowania budowy dedykowanej floty statków ponosi z reguły armator, teoretycznym alternatywnym rozwiązaniem jest użycie gazowców z tzw. spot charteru, czyli tych, które nie zdołały zapewnić sobie długoterminowych czarterów i oczekują na kotwicy na pojedyncze ładunki. Jednakże opierając import na statkach z sektora spot charter trudno mówić o bezpieczeństwie energetycznym kraju, biorąc pod uwagę fakt, że przeważającą część światowego transportu LNG odbywa się w wyniku długoterminowych kontraktów (typowo na 25–30 lat), oraz nieprzewidywalność rynku spot charteru (dostępność statków, cena czarteru, jakość usług). Budowa gazowców, mimo że kosztowna, jest tylko jednym z elementów importu LNG. **Środek ciężkości projektu importu LNG leży raczej w infrastrukturze lądowej, tj. terminalu odbiorczym i sieci przesyłowej i do nich to właśnie jest dopasowywana flota statków dostarczająca gaz.** Dlatego też rozwiązanie kwestii budowy gazowców musi być umiejscowione w ramach całego projektu importu LNG do Polski, zarówno w sferze technicznej, jak i ramach czasowych. Budowa floty gazowców LNG stanowi dużą szansę dla rozwoju sektora morskiego w Polsce. W realizacji projektu importu LNG do Polski może uczestniczyć nie tylko stocznia. Budowa gazowca wymaga kooperacji w zakresie projektowania i budowy statku z wieloma innymi firmami i instytucjami sektora gospodarki morskiej, co może stanowić interesującą szansę jego uaktywnienia i rozwoju. Należy podkreślić, że morskie ośrodki badawcze, szkoleniowe i akademickie mogą mieć swój znaczący udział w projekcie budowy i późniejszym operowaniu flotą, wspierając stocznię w kontaktach z armatorem, towarzystwem klasyfikacyjnym czy dostawcami poszczególnych urządzeń i systemów. Następnym istotnym czynnikiem stanowiącym o atrakcyjności tego rodzaju projektu w kraju jest transfer nowoczesnej technologii związanej z budową gazowca LNG. Budowa statku LNG jest szansą opanowania nowoczesnych zaawansowanych technologii, zarówno od strony izolacji zbiorników, jak i siłowni okrętowej. Tankowców LNG napędzane są turbinami parowymi, silnikami dwupaliwowymi (na paliwo gazowe lub ciekłe), a także układami z napędami elektrycznymi. Trzeba wspomnieć, że największe i najnowocześniejsze koncerny turbinowe, takie jak General Electric czy Rolls-Royce, oferują już na tego typu statki napędy z turbinami gazowymi, także w wysokosprawnym

systemie kombinowanym z turbiną parową. Może się okazać, że ta propozycja będzie konkurencyjna dla większych tankowców LNG, a tym samym stać się dla nas okazją oswojenia najbardziej zaawansowanych, wywodzących się z techniki lotniczej, rozwiązań.

### 2.3. Charakterystyka przewożonych ładunków

Statkami morskimi przewożone są tylko dwa rodzaje skroplonego gazu: LNG i LPG.

**LNG** – naturalny gaz ziemny przygotowany do transportu i dalszej dystrybucji poprzez usunięcie niepożądanych zanieczyszczeń oraz skroplenie. Substancjami balastowymi i szkodliwymi są: dwutlenek węgla, azot, siarkowodór, dwusiarczek węgla oraz woda w postaci pary. Przeciętny skład procentowy LNG przedstawia się następująco: 91-92% metanu, 6-7% propanu, do 2% wyższych frakcji węglowodorowych. W normalnym ciśnieniu mieszanina ta wrze w temperaturze  $-163^{\circ}\text{C}$  i w takich warunkach jest transportowana. Z regazyfikacji  $1\text{ m}^3$  LNG otrzymuje się  $600\text{ m}^3$  bezwonnego gazu lżejszego od powietrza. Granica wybuchowości tego gazu wynosi od 5 do 15% w powietrzu, gaz w postaci cieczy nie jest palny.

**LPG** – mieszanina płynnego propanu i butanu uzyskiwanego podczas tzw. odgazolinowania gazu ziemnego mokrego (wydobywanego z pól naftowych) zawierającego około 1/5 wyższych węglowodorów. Gaz ten otrzymuje się również w rafineriach podczas przetwarzania ropy naftowej. Mieszanina ta, w zależności od stosunku propanu i butanu, wrze w temperaturze od  $-42^{\circ}\text{C}$  do  $+6^{\circ}\text{C}$ , daje się również skroplić w temperaturze normalnej pod ciśnieniem od 2,2 do 4 atm, jest cięższa od powietrza i ma wyczuwalny zapach. Granica wybuchowości w powietrzu wynosi od 1,5 do 13,5%. Jako gaz LPG uznawane są także skroplone, jednorodnie propan lub butan oraz transportowany drogą morską etylen lub etan.

#### Rodzaje gazowców oraz ich konstrukcja

Gazowce są statkami bardzo złożonymi, na których mają zastosowanie najnowsze osiągnięcia inżynierii materiałowej, okrętownictwa, informatyki i elektroniki. Priorytetem jest tutaj zachowanie bezpieczeństwa jednostki, jak i otoczenia w promieniu wielu kilometrów, dopiero na drugim miejscu stawiane są wymogi prowadzenia ekonomicznej żeglugi. Przyczyniają się do tego również bardzo restrykcyjne przepisy towarzystw klasyfikacyjnych oraz międzynarodowe przepisy morskie m.in. SOLAS. Wymienione powyżej charakterystyki skroplonych gazów wymuszają naturalny podział gazowców na dwie klasy: LNG i LPG.

#### Gazowce LNG

Cechą wspólną wszystkich gazowców LNG jest posiadanie własnych instalacji wyładunkowych wyposażonych w wysokowydajne pompy. Umożliwiają one przetłaczanie płynnego gazu w ilościach do  $10\ 000\text{ m}^3/\text{godzinę}$ . Każdy gazowiec musi posiadać wspomagane komputerowo instalacje balastowe, pozwalające zachować odpowiednią stateczność podczas za- i wyładunku. W razie najmniejszego odchylenia automatycznie zatrzymywane są pompy. Koszt produkcji gazowców zwiększa konieczność instalacji skomplikowanej aparatury pomiarowej i alarmowej, nie mówiąc o elektronice w maszynowni czy na mostku. Dotychczas najpopularniejszym silnikiem głównym stosowanym na zbiornikowcu kriogenicznym była turbina parowa. Stałe wrzący ładunek (ang. BOG – Boil Off Gas) dostarczał nadmiaru par metanu, który nie był poddawany ponownemu skropleniu. Logicznym zastosowaniem BOG stało się napędzanie tego typu tankowca. Specyfika przewozu, polegająca na stałej utracie ładunku podczas podróży

morskiej, wymuszała skrócenia jej czasu do minimum. Należało więc wyposażyć frachtowiec w napęd o dużej mocy gwarantujący wysoką prędkość. Te dwie przesłanki spowodowały, że idealnym rozwiązaniem w tym przypadku stała się siłownia turboparowa, dodatkowym jej atutem jest możliwość spalania w trakcie podróży bez ładunku taniego oleju opałowego. Najnowsze osiągnięcia technologiczne umożliwiły stosunkowo proste i niezawodne skraplanie BOG. Z tego też powodu zaczęto rozważać zastosowanie bardziej ekonomicznego napędu od stosowanych dotychczas turbin. Trudno tu zastosować klasyczne wolnoobrotowe silniki okrętowe, ponieważ to rozwiązanie przyczynia się do wydłużenia czasu transportu. Alternatywą może stać się wykorzystanie średnioobrotowych silników okrętowych, do zasilania których można zastosować BOG jak i olej napędowy o gorszych charakterystykach (tzw. średni). Ostatnią teoretyczną możliwością jest zastosowanie siłowni okrętowej kombinowanej paro-gazowej (ang. COGAS).

#### **Gazowce LPG**

Właściwości fizyczne LPG powodują, że gazowce tego typu nie są tak trudne do skonstruowania i zbudowania jak gazowce LNG. Jednostki te mogą być przeznaczone tylko do przewozu LPG, niektóre z nich pełnią rolę też tzw. produkto-chemikaliowców. Wszystkie wyposażone są w instalacje do ponownego skraplania parującego ładunku. Z tego też powodu uważa się, że ich eksploatacja jest bardziej skomplikowana od zbiornikowców kriogenicznych. Regułą jest również, że napędzane są przez ekonomiczne siłownie spalinywe tłokowe. Także i w tym przypadku można rozróżnić wśród nich klasy:

1. Zbiornikowce przewożące skroplony gaz przy niewielkim nadciśnieniu (0,1 MPa) w temperaturach od  $-5^{\circ}\text{C}$  do  $-104^{\circ}\text{C}$ . W tym przypadku stosowane są zbiorniki membranowe podobne do stosowanych na gazowcach LNG. Również one są wsparte wraz z otaczającą izolacją na konstrukcji wewnętrznej kadłuba. Jako izolację stosuje się w tym przypadku spieniony twardy poliuretan, zbiorniki są wykonywane z aluminium (stopy) lub stali wysokoniklowej (5-9% Ni).
2. Zbiornikowce przewożące skroplony gaz w zbiornikach ciśnieniowych (do 8 MPa). W tym przypadku wstawiane są i mocowane do specjalnych elementów przytwierdzonych do kadłuba wewnętrznego.

### **3. BEZPIECZEŃSTWO TRANSPORTU LNG**

#### **3.1. Zagrożenia asymetryczne**

Statek morski, zwłaszcza zaś statek transportujący ładunek niebezpieczny jest „atrakcyjnym” obiektem oddziaływania rozmaitych grup zbrojnych (terrorystycznych, specjalnych) zarówno działających autonomicznie (możliwe jest wystąpienie tego rodzaju akcji w czasie pokoju) jak i realizujących zadania postawione przez państwo (prawdopodobieństwo posłużenia się przez państwo sposobami działań typowymi dla terroryzmu rośnie w okresie kryzysu międzynarodowego). Atrakcyjność gazowca i zbiornikowca, jako obiektu działań grup terrorystycznych lub sił specjalnych wynika z następstw ekonomicznych, społecznych i politycznych, jakie akcja tego rodzaju może za sobą pociągnąć. Podkreślić trzeba, że o ile zniszczenie zbiornikowca z ropą oznaczałoby gigantyczną katastrofę ekologiczną, o tyle skuteczny atak na gazowiec mógłby doprowadzić do następstw podobnych do spowodowanych użyciem broni jądrowej. O skali zagrożenia świadczą ekspertyzy niezależnych instytucji amerykańskich. Mówią one przykładowo, że atak terrorystyczny i wywołana nim eksplozja zbiornikowca LNG i infrastruktury składowej w obrębie terminalu w mieście Oxnard w Kaliforni mogłaby

w skrajnym przypadku doprowadzić do strat w zabitych i rannych szacowanych na 70 000 osób. Autorzy innych ekspertyz twierdzą, że strefa całkowitego zniszczenia wypadku eksplozji zbiornikowca LNG o pojemności 130 000 m<sup>3</sup> wynosiłaby nie mniej niż 5 600 m, a ludzie doznawaliby rozległych oparzeń jeszcze w odległości 10 000 m od epicentrum. Nie mniej zaznaczyć trzeba, że pół wieku doświadczeń w eksploatacji gazowców wskazuje, że transport ciekłych paliw gazowych jest jak dotąd przedsięwzięciem bezpiecznym. Do roku 2006 nie zanotowano żadnych poważniejszych wypadków czy katastrof spowodowanych przez ten typ statków. Zaznaczyć jednocześnie trzeba, że Richard Clarke, były doradca administracji prezydenta Busha do praw terroryzmu publicznie ujawnił, że członkowie Al-Kaidy przeprowadzali rozpoznanie terminalu przeładunkowego LNG w Bostonie, według niego, w celu przygotowania akcji ukierunkowanej na opanowanie i zdetonowanie gazowca płynącego z Algierii (wypowiedź ta została co prawda później zdezwuowana przez FBI). Zagrożenie ma więc wymiar realny. Nie można wszak zapominać, że pod względem energii eksplozji gazowców o pojemności 125 000 m<sup>3</sup> jest ekwiwalentem 700 000 ton trotylu (lub około 40 bomb atomowych zrzuconych na Hiroszimę). Z powyższych względów ochrona komunikacji surowcowej w czasie pokoju i kryzysu jawi się jako jedno z najważniejszych zadań Marynarki Wojennej i Morskiego Oddziału Straży Granicznej. W jego realizacji obie wymienione służby państwowe dysponować muszą pełnym wsparciem ze strony administracji morskiej. Ochronę gazowców i zbiornikowców należałoby realizować na trasie od strefy przedcieśninowej do portu docelowego.

W ocenie Krzysztofa Kubiaka<sup>3</sup>, do realizacji tego zadania siły morskie potrzebowały by dwie-trzy morskie grupy eskortowe. Każdą z nich tworzyć powinny:

- trzy uniwersalne okręty nawodne (korwety wielozadaniowe) dysponujące środkami obserwacji przestrzeni powietrznej, nawodnej i toni morskiej oraz środkami rażenia umożliwiającymi skuteczne zwalczanie celów powietrznych, nawodnych i podwodnych;
- dwa okręty przeciwminowe (trałowce/niszczyciele min) wyposażone w hydroakustyczne środki obserwacji przeciwminowej oraz środki zwalczania min (zarówno trały jak i pojazdy podwodne);
- okręt ratowniczy;
- z siłami okrętowymi powinien współdziałać morski samolot patrolowy, a w przypadku zaistnienia takiej potrzeby również śmigłowce zwalczania okrętów podwodnych.

W ocenie ww. MW RP nie jest w stanie podjąć tak sformułowanym zadaniom. Ze względu na znaczenie importu gazu i ropy drogą morską oraz możliwe konsekwencje jego zakłócenia, rozbudowa sił eskortowych oraz systemu ochrony i obrony polskiej strefy brzegowej (Zatoki Pomorskiej) zdolnych do realizacji powyższych zadań winna być uwzględniona w planach rozwoju MW RP.

### 3.2. Przewóz gazów skroplonych w ujęciu prawnym

Pierwsze próby uregulowań prawnych powstały już w latach 50. XX w., wprowadzono je sukcesywnie w USA (1965), Włoszech, Norwegii, Wielkiej Brytanii oraz Japonii (1968). W 1976 IMO opracowała wspólne normy nazwane Kodem Gazowców (IGC) włączone

<sup>3</sup> Historyk wojskowości, dr hab., komandor porucznik rezerwy. Pracownik naukowy Dolnośląskiej Szkoły Wyższej Edukacji TWP we Wrocławiu i Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni. Znaczący współczesnych konfliktów zbrojnych - terroryzmu.

następnie w skład konwencji SOLAS w 1983. Przewoźnicy gazu oraz właściciele terminali gazowych zrzeszyli się w organizacje takie jak SIGTTO, OCIMF wydające własne dodatkowe przepisy. Na podstawie tych przepisów, obecnie tego typu statki muszą legitymować się dokumentami stwierdzającymi:

- stan techniczny statku i jego instalacji – m.in. ustalenie przez towarzystwa klasyfikacyjne: wymagań dla kadłuba, napędu i wyposażenia, które są sprawdzane podczas budowy jednostki oraz cyklicznie w trakcie jej eksploatacji;
- dostosowanie do przewozu określonego ładunku – wg przepisów USA m.in. odporność kadłuba na niskie temperatury, wytrzymałość zbiorników na ciśnienie gazu, system pomiaru ciśnienia i temperatury;
- dostosowanie do żeglugi w określonych rejonach – autoryzowani klasyfikatorzy sprawdzają czy statek jest zaprojektowany, zbudowany i użytkowany zgodnie z międzynarodowymi i narodowymi przepisami bezpieczeństwa;
- kwalifikacje załogi;
- stan wdrożenia procedur użytkowania statku.  
Dokumenty te kontrolowane są przez:
- morskie administracje państw rejestrujących i dopuszczających do żeglugi po własnych wodach terytorialnych,
- władze portów i terminali czarterujących statki oraz właściciele ładunku;
- instytucje ubezpieczeniowe.

### **3.3. Szkolenie załóg na statki do przewozu skroplonego LNG**

Na bazie współpracy Politechniki Gdańskiej, Akademii Morskiej w Gdyni, Fundacji Bezpieczeństwa Żeglugi i Ochrony Środowiska, Baltic Marine Gdynia i Dorchester Maritime stworzono system szkoleń kadry, oficerów i marynarzy do obsługi i zarządzania statkami do przewozu skroplonych gazów, spełniający najostrzejsze wymagania międzynarodowe. System wdrożony w roku 2004 skutecznie kształci kadry do bezpiecznej eksploatacji i zarządzania gazowcami. Jednym z atrakcyjnych elementów tego systemu jest możliwość modelowania przez Fundację Bezpieczeństwa Żeglugi i Ochrony Środowiska dowolnych torów podejściowych i portów, co w połączeniu ze zbudowanym we współpracy z Baltic Marine Gdynia i Dorchester Maritime sterowalnym modelem statku LNG pozwala na unikatową możliwość symulacji dowolnych manewrów, ćwiczenia scenariuszy operacyjnych oraz szkolenia pilotów.

### **3.4. Działania podejmowane przez władze portowe oraz państwowe**

Działania podejmowane przez władze portowe oraz państwowe mają na celu opracowanie procedur lokalizacji instalacji portowych oraz ochrony przed największym zagrożeniem jakim jest celowe działanie ludzi starających się zagrozić bezpieczeństwu. Wejście do portu gazowca poprzedzone jest kontrolą przedstawicieli administracji morskiej na redzie i odbywa się zawsze w asyście od 4 do 5 holowników. Wstrzymuje się ruch statków w rejonie manewrów tego specyficznego zbiornikowca oraz rejonu jego przeładunku lub wręcz opróżnia tą część portu ze zbędnych jednostek pływających. Statek cumuje zawsze skierowany dziobem do wyjścia z portu, gotowe do użycia są wszystkie instalacje przeciwpożarowe jednostki i terminala portowego. W niektórych państwach prace przeładunkowe mogą odbywać się wyłącznie w porze dziennej z załogą skompletowaną w stanie co najmniej 3/4 pełnej obsady. Wszystkie służby państwowe na



przyległym terenie, a przede wszystkim sama ochrona terminala gazowego, postawione są w stan gotowości. Procedury te przypominają prace ładunkowe z amunicją. Jednak ten stan pogotowia trwa krótko, bo dzięki wydajnym urządzeniom 150 000 m<sup>3</sup> LNG zostaje rozładowane w czasie od 10 - 12 godzin. Podstawowe znaczenie ma tu lokalizacja terminala. Zazwyczaj instalacje tego typu umiejscawiane są na odludziu. Możliwe jest również wykorzystanie adaptowanego gazowca (FSRU – Floating Storage and Regasification Unit) na cele jednostki magazynująco-przeładunkowej zakotwiczonej w morzu będącej jednocześnie końcówką odbiorczą systemu dystrybucji gazu. Drugą możliwością jest eksploatacja nowego rodzaju gazowca nazywanego LNGRV (LNG regasification vessel), który w dużej odległości od brzegu dokonuje regazyfikacji LNG i przez kilkadziesiąt dni włącza gaz do podmorskiego rurociągu. Sam ruch gazowców na morzu terytorialnym oraz w rejonie cieśnin jest stale monitorowany przez stacje brzegowe. Wyznacza się też w tych rejonach specjalne trasy przeznaczone wyłącznie dla nich. Do ich ochrony państwa morskie wyznaczają też okręty do konwojowania w newralgicznych miejscach.

#### 4. ZAKOŃCZENIE

Według prognoz gaz ziemny będzie odgrywał najważniejszą rolę wśród podstawowych źródeł energii. Corocznie obserwuje się przyrost zapotrzebowania na ten surowiec o około 2%. Ograniczone możliwości zastosowania rurociągów do jego przesyłu wymusza rozwój technologii masowego 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. Obecnie gazowce LNG stanowią 2,31%, a gazowce LPG 1,32% światowego tonażu statków. O ile w przypadku tych drugich sytuacja jest stabilna, to w przypadku zbiornikowców kriogenicznych obserwuje się wzrost zainteresowania ich zakupem. W 2005 światowa flota tych jednostek liczyła 192 sztuki, a szacowane zamówienia na kolejne lata ocenia była na 127. Większość tych statków (157) to jednostki duże o pojemności przekraczającej 100 000 m<sup>3</sup> LNG, dochodzące do 200 000 m<sup>3</sup> LNG. Spada również ich cena z 270 mln USD w 1991 (za zbiornikowiec o pojemności 125 000 m<sup>3</sup> LNG) do 160 mln USD w 2004. Planuje się również budowę dużej liczby terminali gazowych w wielu państwach. Sytuacja ta została nawet nazwana boomem na budowę gazoportów. Na krótkie dystanse dochodzące do 1000 km, np. pomiędzy platformami wydobywczymi zlokalizowanymi na szelfie, a stałym lądem najbardziej ekonomiczne w eksploatacji będą gazowce typu PNG (CNG). Pierwsze projekty tego typu statków zostaną oddane do realizacji od 2007 r. Pionierem tej technologii jest kanadyjska firma Coselle.

3 stycznia 2006 Rząd Polski podjął decyzję o rozpatrzeniu możliwości budowy portu gazowego w celu dywersyfikacji kierunku dostaw. Przyczynę do takich rozważań dało rosnące uzależnienie od jednego importera (Rosji) oraz możliwość wykorzystania tej sytuacji przez ten kraj do realizacji szantażu gospodarczego, co miało miejsce m.in. w konflikcie gazowym z krajami tzw. bliskiej zagranicy Ukrainą i Białorusią. 15 grudnia 2006 r. zarząd Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo ogłosił, że do 2011 r. gazoport powstanie w Świnoujściu. Planowany koszt tej inwestycji wyniósłby od 350 do 600 mln

euro. Początkowa zdolność przeładunkowa wynosiłaby 2,5-3 mld m<sup>3</sup> gazu. Docelowo do Polski trafiać ma drogą morską 5 – 7,5 mld m<sup>3</sup>.

Samo posiadanie terminala gazowego nie wystarczy jednak do zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego państwa. Jednym z jego warunków jest również posiadanie własnej floty umożliwiającej przewóz LNG. W przypadku jej braku państwo może się stać również zakładnikiem obcych firm żeglugowych, szczególnie w sytuacjach ekstremalnych (konflikt z dominującym dostawcą, konflikt zbrojny, drastyczny niedobór surowca na rynku wewnętrznym). Gazoport wraz z gazowcami stanowi w naszym wypadku jeden układ funkcjonalny. W przypadku Polski największymi jednostkami mogłyby być statki o pojemności do 130 000 m<sup>3</sup> umożliwiające swobodną żeglugę przez Cieśniny Duńskie (tzw. Baltimax) oraz swobodne wejście do polskich portów (Świnoujście, Gdańsk – Port Północny). Szacowana ilość jednostek zależałaby od rejonu z jakiego gaz byłby sprowadzany:

- Morze Północne – 1 jednostka o pojemności 130 000 m<sup>3</sup> i druga 75 000 m<sup>3</sup> lub 3 po 75 000 m<sup>3</sup>;
- Algieria – 3 jednostki o pojemności 130 000 m<sup>3</sup>;
- rejon Zatoki Perskiej – 6 jednostek o pojemności 130 000 m<sup>3</sup>.

Pierwszy krok w kierunku zdobycia doświadczenia w budowie tych specyficznych jednostek został uczyniony 18 lipca 2006. W tym dniu Gdańska Stocznia Remontowa podpisała kontrakt z holenderskim armatorem, na budowę gazowca LNG/LPG o nazwie Coral Methane przeznaczonego do regionalnej dystrybucji skroplonych gazów ziemnego i ropopochodnych w północnej Europie. Statek posiada pojemność 7 500 m<sup>3</sup> płynnego gazu przy nośności ok. 6 000 DWT. Zwodowano go 7 maja 2008 rok. Wydaje się, że nie byłoby problemu ze skompletowaniem załóg polskich gazowców. Z 30 tysięcznej liczby polskich marynarzy pływających pod obcymi banderami możliwy byłby wybór odpowiedniej obsady. Istotne jest również istnienie na polskim wybrzeżu dwóch szkół morskich.

Dnia 17 stycznia 2007 minister gospodarki Piotr Grzegorz Woźniak oraz minister energii i górnictwa Algierii Chakib Khelil podpisali Memorandum o współpracy gospodarczej, w którym m in. znalazł się zapis: "Strony wyraziły gotowość do dalszych, szczegółowych rozmów na temat możliwości zaopatrywania Polski od 2010/2011 r. w gaz ziemny w postaci skroplonej (LNG). W tej sprawie powołana zostanie wspólna grupa robocza, której celem będzie kontynuowanie rozmów. Rozważany jest również udział firmy Sonatrach w projekcie dotyczącym dostaw gazu ziemnego poprzez terminal odbiorczy LNG w Polsce." Zauważyć należy, że koncern Sonatrach od dłuższego czasu eksploatuje gazowce LNG (budowane dla niego w Japonii) oraz w ostatnich latach kupował na rynku używane duże gazowce. Wobec powyższego sprawa zapewnienia gestii transportowej dla naszego kraju wydaje się coraz mniej realna.

17 kwietnia 2007 Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo zawiązało spółkę Polskie LNG (PLNG), która ma wybudować i eksploatować terminal do importu i przerabiania gazu skroplonego w Świnoujściu.

W marcu 2010 umowy na finansowanie budowy terminala LNG zostały podpisane Spółka Polskie LNG podpisała list intencyjny z Europejskim Bankiem Odbudowy i Rozwoju oraz umowy z 11 bankami komercyjnymi na finansowanie budowy terminalu na [http://biznes.onet.pl/gaz,18528,52,1,tagi-lista\\_gaz\\_s\\_kroplony\\_LNG\\_w\\_Swinoujsciu](http://biznes.onet.pl/gaz,18528,52,1,tagi-lista_gaz_s_kroplony_LNG_w_Swinoujsciu). W połowie roku spółka ma wybrać konsorcjum, które zbuduje terminal.

Terminal LNG w Świnoujściu ma zostać uruchomiony 30 czerwca 2014 r.; pozwoli na odbiór do 5 mld m<sup>3</sup> gazu rocznie, z możliwością rozbudowy do 7,5 mld m<sup>3</sup>. Dotąd Polska podpisała kontrakt z Katarzem na 1,5 mld m<sup>3</sup> gazu rocznie.

#### 5. BIBLIOGRAFIA:

- [1] Trzop S., *Hossa na nowe technologie w transporcie i magazynowaniu gazu ziemnego*. Kwartalnik Nowoczesne Gazownictwo nr 3/2005 str. 39-45.
- [2] Kubiak K.: Ucieczka przed gazowym szantażem. Bałtycki szlak transportu surowców energetycznych (pol.). [dostęp 2006-07-19,2010-02-18].
- [3] Kubiak K., Romanowski Cz. *Polskie zbiornikowce LNG* . Miesięcznik Nasze Morze 3/2006.
- [4] Stareńczak P. B. *Gaz drogą morską*. Dwutygodnik Namiary na Morze i Handel nr 18/661 2005.
- [5] Znyk J. *A może FSRU* . Miesięcznik Nasze Morze 3/2006.
- [6] Stareńczak P. B. *Skąd i jak popłynie gaz*. Miesięcznik Nasze Morze 1/2007.