

Maria KICIŃSKA¹, Zenon KOZŁOWSKI², Adam WOLSKI³

DYWERSYFIKACJA DOSTAW GAZU ZIEMNEGO DO POLSKI

Streszczenie. W artykule przedstawiono dwie koncepcje budowy portu przeładunkowego skroplonego gazu ziemnego (LNG) w Świnoujściu lub Zatoce Gdańskiej dla dywersyfikacji jego dostaw do Polski. Jednocześnie omówiono problematykę transportu LNG w gospodarce światowej.

THE DIVERSIFICATION OF NATURAL GAS SUPPLIES TO POLAND

Summary. Two concepts of the construction of an LNG terminal are presented, in Świnoujście or in Zatoka Gdańska (Gulf of Gdańsk). The new port is thought of as a way of diversifying gas delivery sources to Poland. Besides, problems of LNG transport in the global economy are discussed.

1. WPROWADZENIE

Gaz ziemny stał się trzecim źródłem energii w gospodarce światowej po ropie naftowej i węglu. Jego zasoby na koniec 2004 roku szacowano na 179,54 biliony m³. Udziały poszczególnych rejonów świata w złożach tego surowca wynoszą odpowiednio:

– Bliski Wschód	40,5%
– Europa i Euroazja	35,7%
– Azja i Pacyfik	7,9%
– Afryka	7,8%
– Ameryka Płn.	4,1%
– Ameryka Płd. i Środk.	4,0%

100,0%

Transport gazu ziemnego odbywa się dwoma sposobami:

- rurociągami w postaci gazowej tzw. natural gas,
- statkami po skropleniu w temperaturze -163°C .

W 2004 roku rurociągami przesłano 502,06 mld m³ gazu ziemnego. Największymi eksporterami byli:

– Rosja	148,44 mld m ³	(29,6%)
– Norwegia	74,86 mld m ³	(14,9%)
– Holandia	49,20 mld m ³	(9,8%)

¹ Instytut Inżynierii Transportu, Akademia Morska w Szczecinie, ul. H. Pobożnego 11, 70-500 Szczecin, tel. (+48 91) 4809648, maria@am.szczecin.pl

² Instytut Nawigacji Morskiej, Akademia Morska w Szczecinie, ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin, tel. (+48 91) 4809572, kozlowski@am.szczecin.pl

³ Instytut Nawigacji Morskiej, Akademia Morska w Szczecinie, ul. Wały Chrobrego 1-2, 70-500 Szczecin, tel. (+48 91) 4809416, wolski@am.szczecin.pl

– Algeria 35,12 mld m³ (7,0%)
 Natomiast gazu ziemnego w postaci skroplonej LNG przewieziono w 2004 roku 177,95 mld m³. Największymi eksporterami byli:

- Indonezja 33,49 mld m³ (18,8%)
- Malezja 27,68 mld m³ (15,6%)
- Algeria 25,75 mld m³ (14,4%)
- Katar 24,06 mld m³ (13,5%)
- Trynidad&Tobago 13,99 mld m³ (7,9%)

Do największych importerów gazu LNG należeli:

- Japonia 76,95 mld m³ (42,2%)
- Korea Płd. 29,89 mld m³ (16,8%)
- USA 18,47 mld m³ (10,4%)
- Hiszpania 17,51 mld m³ (9,8%)

Długookresowe prognozy International Gas Union wskazują na znaczny wzrost zapotrzebowania gospodarki światowej na gaz ziemny. Przewiduje się, że w 2030 roku wielkość światowych obrotów gazem LNG będzie wyższa niż przesyłanymi magistralami gazowymi i wyniesie 340 – 600 mld m³ (gazociągami od 340 – 390 mld m³).

Polska zużywa rocznie ok. 13 mld m³ gazu, z tego:

- 6,0 mld m³ gaz rosyjski,
- 4,0 mld m³ wydobycie krajowe,
- 2,0 mld m³ z krajów azjatyckich,
- 1,0 mld m³ gaz norweski i niemiecki.

Planowana dywersyfikacja dostaw gazu do Polski zakłada przywóz 3 – 5 mld m³ LNG drogą morską, co wymaga budowy wyspecjalizowanego terminalu portowego w Gdańsku lub Świnoujściu.

2. CHARAKTERYSTYKA ŁADUNKU

Gaz ziemny występuje zwykle w postaci gazowej pod ciśnieniem w warstwach porowatych skał osadowych. Często towarzyszy złożom ropy naftowej, w której jest częściowo rozpuszczony, lub tworzy odrębną fazę gazową. Występuje również w postaci samodzielnych złóż.

Gaz ziemny jest głównie mieszaniną węglowodorów parafinowych z dużą przewagą metanu. Zawiera zwykle również niewielkie domieszki azotu, tlenu, siarkowodoru, dwutlenku węgla, gazów szlachetnych (głównie helu). Skład chemiczny tego surowca jest silnie zróżnicowany i zależy od miejsca występowania. Główny składnik gazu ziemnego to metan (CH₄), którego udział zawarty jest w granicach od około 70% do prawie 100%. Kolejne węglowodory występujące w jego składzie w niewielkich ilościach to związki gazowe: etan (C₂H₆), propan (C₃H₈) i butany (C₄H₁₀) i ciekłe: pentany (C₅H₁₂), heksany (C₆H₁₄) i heptany (C₇H₁₆). Gazy ziemne zawierające większe ilości par węglowodorów ciekłych noszą nazwę „mokrych”, w odróżnieniu od gazów „suchych”, praktycznie pozbawionych pentanów, heksanów i heptanów. Gaz „mokry” poddawany jest przeróbce, której celem jest uzyskanie gazu „suchego” oraz produktu ciekłego o dużej lotności nazywanego gazoliną.

Gaz ziemny, transportuje się drogą morską jako gaz skroplony LNG (Liquefied Natural Gas). Przed skropleniem usuwa się z ładunku naturalne zanieczyszczenia nieorganiczne: dwutlenek węgla siarkowodor, azot i parę wodną, ponieważ:

- dwutlenek węgla w temperaturze ciekłego gazu została się blokując elementy aparatury,
- siarkowodor posiada silne właściwości korodujące,
- azot rozpuszcza się bardzo dobrze w ciekłym metanie.

Typowy skład LNG w procentach objętościowych jest następujący: metan 91 - 92%, etan 6 - 7%, propan i wyższe węglowodory 2%.

Istotne w transporcie ważniejsze parametry fizyczne ciekłego metanu mają wartości: temperatura wrzenia: -161°C , temperatura krzepnięcia: -182°C , gęstość par względem powietrza: 0,55.

3. STATKI DO PRZEWOZU GAZU ZIEMNEGO LNG

Statki do transportu LNG/metanu są dużymi jednostkami z czterema do sześciu zbiornikami o całkowitej pojemności ładunkowej 40 000 do 150 000 m³. Przewożą gaz w postaci płynnej pod ciśnieniem atmosferycznym i w temperaturze -163°C . Należą one do najbardziej skomplikowanych jednostek używanych w transporcie morskim. Ich konstruktorzy i użytkownicy muszą uwzględnić kriogeniczny charakter ładunku. Stawia on wymóg, aby wszystkie powierzchnie, które mogą stykać się z ładunkiem, były zbudowane z materiałów zdolnych wytrzymać temperatury -163°C . Do takich materiałów należą:

aluminium, niskoprocentowa stal niklowa (9%), stal chromowo-niklowa (18% Cr, 10% Ni) lub invar (stal z dużą domieszką niklu – do 36%) spawane specjalną techniką.

Drugą unikalną cechą gazowców LNG jest parowanie ładunku, wynikające z naturalnego odparowywania, gdyż żadna izolacja nie jest sprawna w stu procentach. Statki nie posiadają instalacji wtórnego skraplania par ładunku odprowadzanego ze zbiorników w celu niedopuszczenia w nich do wzrostu ciśnienia. Ilość powstającego w ten sposób gazu wynosi maksymalnie 0,15% objętości ładunku na dobę i jest on zużywany jako paliwo w systemie napędowym statku. Zbiornikowce LNG przy wyładunku zatrzymują kilka procent ładunku, aby schłodzić zbiorniki przed przybyciem do portu załadunku.

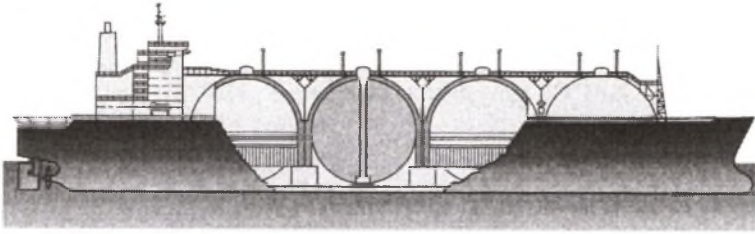
Są dwa zasadnicze typy zbiornikowców LNG ze względu na rodzaj zbiorników ładunkowych:

- Moss (kuliste),
- membranowe.

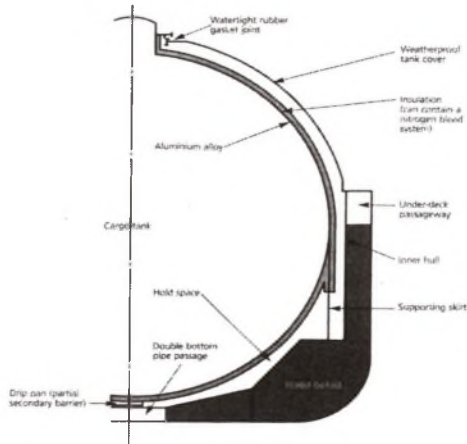
Statki typu Moss (rys.1) mają charakterystyczną sylwetkę z dużymi kulistymi zbiornikami ładunkowymi wykonanymi z aluminium i nie zawierającymi żadnych wewnętrznych elementów konstrukcyjnych czy grodzi. Zbiorniki są wolno stojące, samonośne i nie wchodzi w skład konstrukcji kadłuba, a ich mocowanie pozwala im swobodnie rozszerzać się i kurczyć. Kula zbiornika (rys. 2) pokryta jest izolacją i ochronną powłoką z folii aluminiowej. Przestrzeń izolacyjna jest w sposób ciągły przepłukiwana azotem i wyposażona w detektory gazu.

Statki ze zbiornikami membranowymi (rys. 3) posiadają pomieszczenia ładunkowe wykonane z dwóch elastycznych stalowych membran o grubości około 1 mm (pierwotnej i wtórnej) rozdzielonych izolacją. Cały zbiornik jest otoczony dodatkową izolacją i umieszczony w kadłubie statku. Obie przestrzenie izolacyjne są przepłukiwane azotem i kontrolowane na obecność gazu oraz zmian temperatury. Istnieją dwa podstawowe typy konstrukcji zbiorników membranowych: system GazTransport, który charakteryzuje się membranami pierwotnymi z invaru w postaci płaskich paneli oraz Technigaz, w których stosuje się falistą membranę ze stali nierdzewnej.

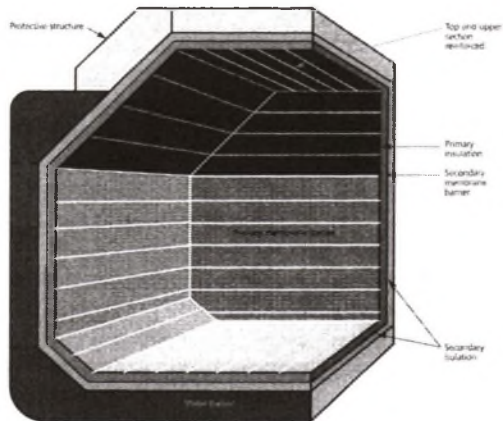
Obecnie światowa flota zbiornikowców LNG liczy 200 statków w połowie typu Moss i połowie membranowe. Jednak 70% nowo budowanych jednostek to statki membranowe.



Rys. 1. Zbiornikowiec LNG typu Moss (zbiorniki kuliste)
Fig. 1. Moss LNG vessel



Rys. 2. Zbiornikowiec LNG - zbiornik kulisty
Fig. 2. Spherical free standing tank



Rys. 3. Zbiornikowiec LNG - zbiornik membranowy
Fig. 3. Membrane tank

4. TERMINAL LNG W ŚWINOUJŚCIU

Port morski w Świnoujściu położony jest na wyspach Wolin i Uznam, na zachodnim i wschodnim brzegu Świny. Dostęp do portu prowadzi z morza torem podejściowym o głębokości technicznej 14,5 m. Nabrzeża portu handlowego zlokalizowane są po wschodniej stronie rzeki Świny i mogą przyjmować statki o zanurzeniu $T=13,2$ m, długości całkowitej $L=270$ m i szerokości $B=42$ m.

Położenie geograficzne portu sprawia, że jest on najbliższym dużym portem u wejścia na Bałtyk od strony cieśnin duńskich, posiada dogodne połączenia komunikacyjne i jest uznawany za całoroczny. Nie występuje tu zjawisko pływów, a obszar jest asejsmiczny. Szczególnie istotny dla bezpieczeństwa żeglugi jest fakt, że gazowce płynące do Świnoujścia ominą szlak żeglugowy o największym nasileniu ruchu statków leżący na północ od wyspy Bornholm. Dodatkowo, położenie geograficzne Świnoujścia predystynuje ten port do stworzenia w nim węzła logistycznego odbioru i przesyłu gazu dla regionu północno-zachodniej Polski z możliwością powiązań z obecnie istniejącą i planowaną w przyszłości europejską i krajową siecią rurociągów: siecią Wielkopolską, rurociągiem Bernau – Szczecin, gazociągiem podmorskim Rosja – Niemcy w Greiswaldzie.

Koncepcja portu zewnętrznego daje możliwość obsługi statków bez ograniczeń co do długości i szerokości jednostki, a także nie zakłóci działalności przeładunkowej portu handlowego i ruchu statków na torze wodnym Szczecin-Świnoujście (rys. 4).

Teren pod część lądową terminalu LNG ma powierzchnię ok. 65 ha i leży w granicach portu i miasta Świnoujście. Jego położenie z dala od terenów zamieszkałych gwarantuje znikome ryzyko zagrożenia dla okolicznych mieszkańców. Lokalizacja w terenie mało uczęszczanym przez ludzi będzie sprzyjała tworzeniu i realizacji standardów ochronnych.

5. TERMINAL LNG W ZATOCE GDAŃSKIEJ

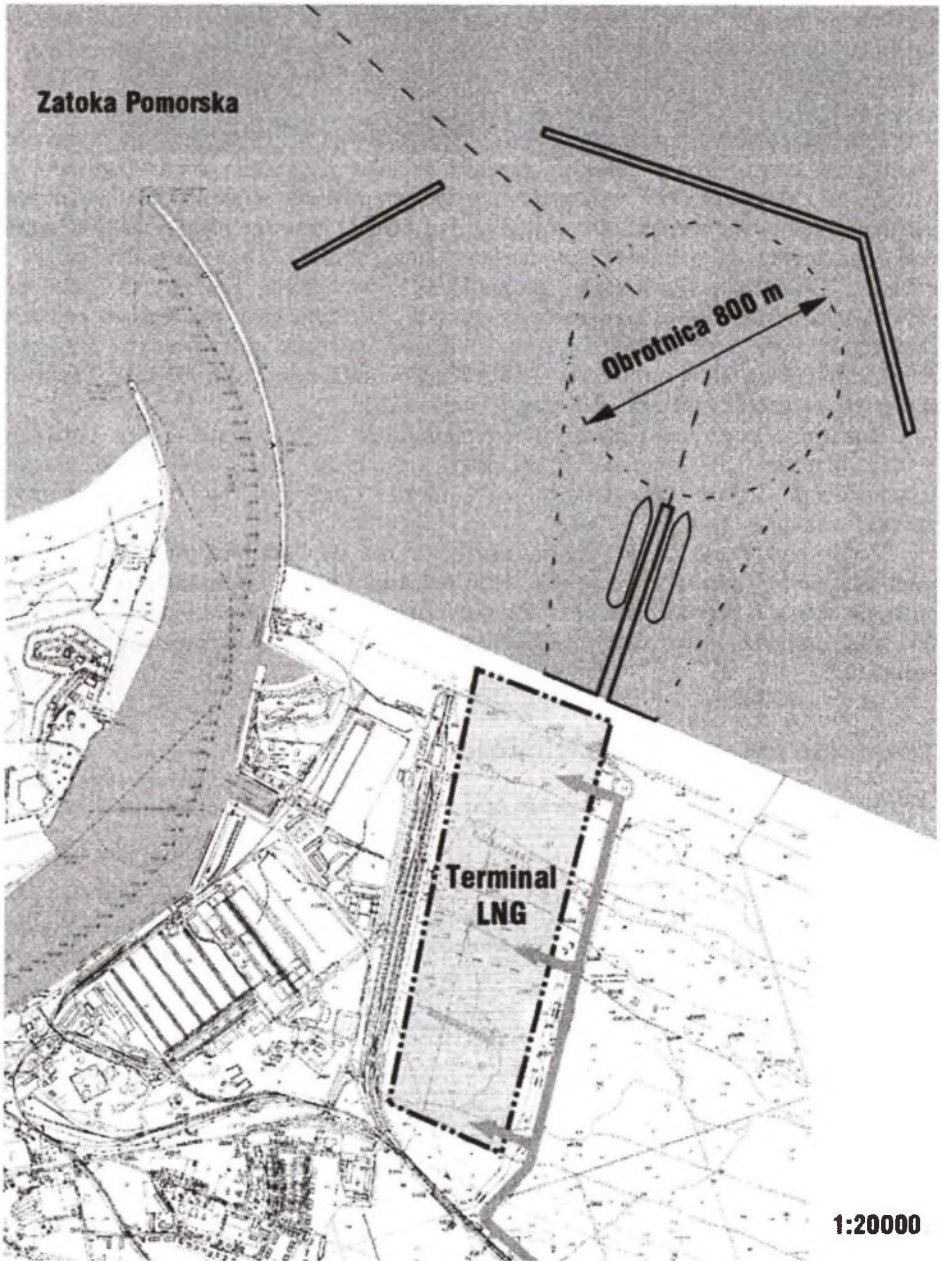
W rejonie Zatoki Gdańskiej istnieje możliwość lokalizacji gazoportu LNG w dwóch wariantach:

- Port Północny – na przedłużeniu Falochronu Północnego (rys. 5),
- Mechelinek – sztuczna wyspa na Zatoce Puckiej pomiędzy Gdynią i Rewą (rys. 6).

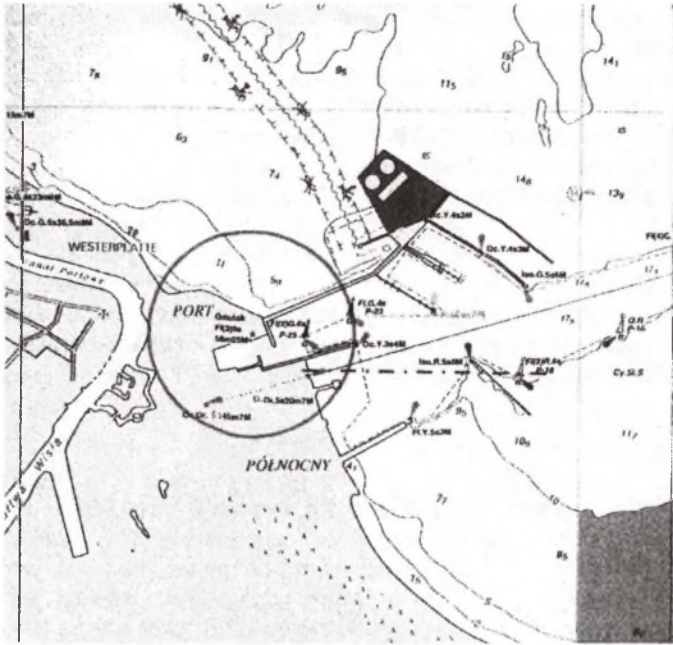
Rejon Zatoki Gdańskiej posiada dobre powiązania z Krajowym Systemem Gazowniczym. Równoległe do istniejącego gazociągu wysokiego ciśnienia o średnicy 400 mm na trasie Włocławek-Gdynia realizowany jest drugi gazociąg magistralny o średnicy 500 mm. Jednym z tych gazociągów poprzez węzeł „Pszczółki” będzie można tłoczył gaz z terminalu LNG do Krajowego Systemu Gazowniczego w kierunku południowym do węzła „Gustorzyn” w rejonie Włocławka, a nadwyżki skierować do istniejącego podziemnego magazynu gazu „Mogilno” w woj. kujawsko-pomorskim o docelowej pojemności do 300 mln Nm^3 . W perspektywie przez węzeł „Pszczółki” będzie można kierować gaz do planowanego podziemnego magazynu gazu „Kosakowo” o etapowej pojemności do 300 mln Nm^3 , z możliwością nawet podwojenia jego zdolności magazynowej.

Lokalizacja terminalu LNG na wodach przyległych do Falochronu Północnego w Porcie Północnym w Gdańsku ma następujące zalety:

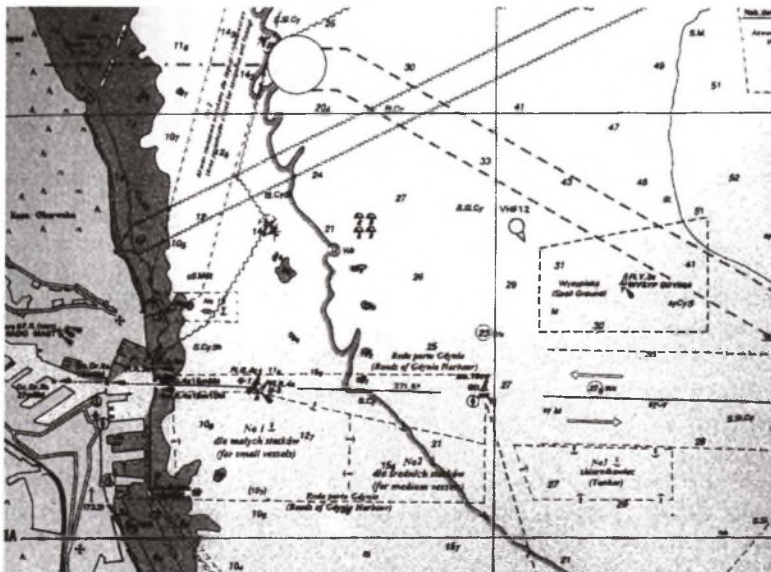
- istniejący tor wodny o głębokości 17,0 m,
- lokalizacja na sztucznej wyspie, która umożliwi jej stałą rozbudowę,
- połączenia rurociągiem podmorskim przez Zatokę Gdańską z podziemnym magazynem gazu „Kosakowo” i następnie z Krajowym Systemem Gazowniczym,



Rys. 4. Propozycja lokalizacji terminalu LNG w porcie w Świnoujściu
Fig. 4. Proposed location of an LNG terminal in Świnoujście



Rys. 5. Propozycja lokalizacji terminalu LNG w Gdańsku-Port Północny
 Fig. 5. Proposed location of an LNG terminal in Gdańsk, at Port Północny



Rys. 6. Propozycja lokalizacji terminalu LNG na Zatoce Puckiej - Mecheliniek
 Fig. 6. Proposed location of an LNG terminal in Puck Bay, at Mecheliniek

- możliwość wykorzystania zaplecza portu, doświadczenia w obsłudze i nadzorze zbiornikowców.

Lokalizacja terminalu LNG w Zatoce Puckiej w rejonie Mechelinek charakteryzuje się korzystnymi warunkami ze względu na:

- stosunkowo osłonięty akwen (niższe koszty robót hydrotechnicznych),
- najkrótszą trasę włączenia w system rurociągów lądowych,
- eliminację kosztów transportu rurociągiem podmorskim przez Zatokę Gdańską z Portu Północnego.

Rozważane lokalizacje terminalu w rejonie Zatoki Gdańskiej (Port Północny i Mechelinki) tworzą optymalną możliwość zaprojektowania punktów dostaw gazu skroplonego drogą morską z wykorzystaniem istniejącej infrastruktury związanej z transportem morskim oraz w warunkach najmniejszych konfliktów z obszarami objętymi obowiązującymi formami ochrony przyrody.

6. PODSUMOWANIE

Obecna sytuacja geopolityczna w Europie wymaga dywersyfikacji dostaw surowców energetycznych do Polski, a jednym z nich jest gaz ziemny. Niemożność wybudowania rurociągu podmorskiego z Norwegii, ze względu na postępujące prace nad rurociągiem Rosja – Niemcy, powoduje konieczność dostaw gazu wykorzystując drogę morską. Brak terminalu zdolnego odbierać skroplony gaz ziemny (LPG) wymusza jego wybudowanie na polskim wybrzeżu.

Przedstawiono dwie koncepcje takiego terminalu: Świnoujście i Zatoka Gdańska. Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo przygotowuje studium wykonalności i założenia techniczno-ekonomiczne projektowanego portu do przeładunków gazu skroplonego (LNG), które rozstrzygnie o jego lokalizacji uwzględniając kryteria ekonomiczne, techniczne i ekologiczne.

Literatura

1. BP Statistical Review of World Energy, June 2005.
2. Kabaciński J., Kicińska M., Wolski A.: Eksploatacja statków do przewozu gazów skroplonych. WSM Szczecin, Szczecin 1993.
3. Materiały Urzędu Morskiego w Gdyni.
4. Tanker Safety Guide. Liquefied Gas. ICS, London 1995.
5. Trojnar M. z zespołem: Koncepcja lokalizacji gazoportu w Świnoujściu dla dywersyfikacji dostaw gazu. Szczecin 2006.
6. Urbański P.: Paliwa i smary. WSM Gdynia, Gdynia 1999.