

Maciej Kaliski

*Departament Ropy i Gazu, Ministerstwo Gospodarki oraz Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH*

Piotr Janusz

*Departament Ropy i Gazu, Ministerstwo Gospodarki*

Adam Szurlej

*Departament Ropy i Gazu, Ministerstwo Gospodarki oraz Wydział Energetyki i Paliw AGH*

## Podziemne magazyny gazu jako element krajowego systemu gazowego

### Wprowadzenie

Jednym z elementów zapewniających stały i stabilny rozwój państw i społeczeństw jest dostęp do nośników energii. Bezpieczeństwo energetyczne w zakresie sektora gazowego zostało zdefiniowane zarówno na poziomie krajowym – przez poszczególne państwa, jak i przez organizacje ponadnarodowe. Zgodnie z definicją przyjętą przez Dyrekcję Generalną ds. Energii i Transportu Komisji Europejskiej, bezpieczeństwo energetyczne należy rozumieć jako zdolność gazowego systemu przesyłowego do zapewnienia ciągłych i niezawodnych dostaw gazu do odbiorców na zasadach ekonomicznych oraz zdolność do stawiania czoła przerwom w dostawach gazu ziemnego [6]. Bezpieczeństwo energetyczne można rozpatrywać w kilku aspektach, jako [5]:

- bezpieczeństwo krótkookresowe (operacyjne), aktualne w czasie bieżącym,
- bezpieczeństwo sezonowe (taktyczne), planowane i przewidywane na określony sezon,
- bezpieczeństwo średniookresowe, planowane i przewidywane na najbliższe kilka lat,
- bezpieczeństwo długookresowe (strategiczne), planowane i przewidywane na dalsze lata.

Działania organów państwa powinny zmierzać zarówno do zapewnienia bezpieczeństwa krótkookresowego,

sezonowego, jak i do bezpieczeństwa długookresowego. Pozytywna ocena analizy stanu bezpieczeństwa energetycznego w każdym z wymienionych aspektów pozwala na stwierdzenie, że państwo jest bezpieczne pod względem dostępu do surowców energetycznych.

W dalszej części niniejszego artykułu zostaną przeanalizowane działania państwa podejmowane w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego krótkookresowego i sezonowego. Decydujący wpływ na te aspekty bezpieczeństwa w sektorze gazowym odgrywa infrastruktura, a szczególnie podziemne magazyny gazu.

Biorąc pod uwagę nierównomierności w zużyciu gazu ziemnego spowodowane wahaniami sezonowymi (okresy wiosna-lato oraz jesień-zima), niezbędne stało się gromadzenie nadwyżek gazu w okresach, kiedy jego zużycie malało (wiosna-lato), aby móc pokryć jego wzrost w okresach charakteryzujących się zwiększonym zapotrzebowaniem na ten surowiec (jesień-zima). Należy podkreślić, że nasz kraj ma bogate doświadczenie w obszarze podziemnego magazynowania gazu ziemnego; pierwszy PMG w Europie powstał w 1954 roku w Polsce – PMG Roztoki. Był to magazyn w szczypanym złożu gazu ziemnego. Natomiast w 1956 roku we Francji powstał pierwszy w Europie PMG w strukturze zawodnionej [10].

## Charakterystyka PMG

Każdy PMG charakteryzowany jest przez następujące parametry techniczne:

- pojemność czynną – ilość gazu jaka jest możliwa do zatłoczenia do magazynu pomiędzy minimalnym, a maksymalnym ciśnieniem pracy. Pojemność ta jest możliwa do odbioru w czasie eksploatacji magazynu,
- pojemność buforową – ilość gazu, która przez cały czas istnienia magazynu znajduje się w nim. Wielkość pojemności buforowej uwarunkowana jest tym, aby w stanie gdy magazyn jest „pusty” woda złożowa znajdowała się w bezpiecznej odległości od systemu odwiertów. Pojemność buforowa jest zależna od rodzaju PMG,
- pojemność całkowitą – tj. sumę pojemności czynnej i buforowej,
- maksymalne i minimalne ciśnienie pracy – w przypadku podziemnych magazynów w szcerpanych złożach wartość maksymalnego ciśnienia pracy jest uwarunkowana początkowym ciśnieniem złożowym. Przyjmuje się, że maksymalne ciśnienie nie powinno przekraczać ciśnienia początkowego. W przypadku pozostałych typów magazynów ciśnienie to nie powinno przekraczać wytrzymałości skały złożowej. Wartość ciśnienia minimalnego jest uwarunkowana ciśnieniem odbioru gazu, z uwzględnieniem spadku ciśnienia na przygotowanie gazu do transportu,
- maksymalne natężenie poboru gazu – maksymalną ilość gazu jaką można odebrać z magazynu w jednostce czasu. Maksymalne natężenie poboru określane jest w zależności od rodzaju magazynu oraz od parametrów skały zbiornikowej [4].

Podziemne magazyny gazu można podzielić na następujące rodzaje obiektów [8, 10, 11]:

- w szcerpanych złożach gazu ziemnego lub ropy naftowej,
- w warstwach wodonośnych (*aquifer*),
- w kawernach solnych lub grotach skalnych,
- w wyeksploatowanych kopalniach węgla kamiennego lub soli kamiennej.

**PMG w szcerpanych złożach gazu.** Jest to najbardziej rozpowszechniony – w kraju i na świecie – rodzaj PMG. Spowodowane jest to tym, że szcerpane złoża gazu na ogół posiada przygotowaną infrastrukturę zarówno do zatłaczania gazu, jak i do jego odbioru: siatkę odwiertów oraz system przygotowania gazu do transportu. Utworzenie tego typu magazynu wymaga stosunkowo najmniejszych nakładów [8, 10, 11].

**PMG w warstwach wodonośnych.** Możliwość utworzenia podziemnego magazynu gazu ziemnego w warstwie wodonośnej (*aquifer*) istnieje tylko wówczas, gdy są spełnione dwa podstawowe warunki geologiczne:

- warstwa, do której będzie się wtłaczać gaz, jest zbudowana ze skał o dużej porowatości (piasku, piaskowca);
- nad warstwą porowatą znajduje się nieprzepuszczalny nadkład, zapobiegający „ucieczkom” magazynowanego gazu.

Objętość gazu, jaką można maksymalnie zmagazynować zależy od objętości i porowatości warstwy oraz od temperatury i średniego ciśnienia, pod którym gaz ma być magazynowany (ciśnienie zmienia się zarówno podczas wtłaczania, jak i odbioru gazu). Warstwy wodonośne posiadają jeden z niepodważalnych walorów; poziom magazynowy posiada doskonałe własności zbiornikowe oraz obiekty te dość często znajdują się w bliskim sąsiedztwie dużych odbiorców lub dużych miast i aglomeracji miejskich [8, 10, 11].

**PMG w kawernach solnych.** Magazynowanie gazu ziemnego w tego typu magazynach odbywa się w kawernach (komorach) wykonanych w złożu soli. Wyługowanie kawern magazynowych na gaz ziemny w złożu soli kamiennej nie zawsze jest możliwe – złożo w tym celu powinno spełniać określone warunki geologiczne, posiadać odpowiednią formę, wielkość i głębokość zalegania oraz sól powinna posiadać odpowiedni skład. Niezmiernie istotnym uwarunkowaniem jest również usytuowanie innych warstw w złożu i otaczającym górotworze.

Ze względu na swoją specyfikę, magazyny gazu w kawernach solnych charakteryzują się znacznie większymi natężeniami odbioru gazu niż wyżej wymienione typy PMG oraz posiadają jeden z niepodważalnych walorów – mogą spełniać rolę szczytowych magazynów gazu. Ponadto ważną zaletą tego typu magazynów jest to, że umożliwiają uzyskanie dużych pojemności magazynowych przy zajęciu niewielkich powierzchni terenu. Kawerny solne są bardzo dyspozycyjne, można do nich wielokrotnie w ciągu roku zatłaczać i odbierać gaz, i mogą być uzupełnieniem dla innych typów PMG. Są to istotne czynniki wpływające na budowę kawernowych PMG (KPMG).

KPMG mogą służyć do pokrywania krótkotrwałych, bardzo dużych deficytów gazu (możliwych np. w razie awarii systemu gazociągów przesyłowych). Potrzebna jest wtedy odpowiednia dyspozycyjność PMG, tj. możliwość łatwego uzyskania bardzo dużego natężenia odbioru gazu z magazynu. Warunki takie spełniają podziemne maga-

zyny gazu w kawernach. Magazyny tego rodzaju można również dostosować do pracy rewersyjnej w krótkich cyklach [8, 10, 11].

**PMG w wyrobiskach górniczych.** Podziemne magazyny gazu ziemnego są również (jednak bardzo rzadko) budowane w wyeksploatowanych wyrobiskach górniczych i w tzw. pustkach skalnych. W przypadku tego rodzaju PMG zasadnicze znaczenie ma szczelność i organizacja stałej jej kontroli [8, 10, 11].

PMG odgrywają ważną rolę zarówno w zapewnieniu ciągłości dostaw gazu w normalnych warunkach (pobory szczytowe lub sezonowe), jak też w wyjątkowych i kryzysowych sytuacjach, spowodowanych przerwami w dostawach lub okresowym brakiem gazu na rynku. Magazyny gazu stanowią istotną część systemu gazowniczego praktycznie w każdym kraju. Ponadto w wielu krajach podziemne magazyny gazu ziemnego są eksploatowane jako rezerwa strategiczna, zabezpieczająca przed ewentualną niepewnością dostaw gazu z importu.

O bardzo istotnej roli PMG w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego krótkookresowego i sezonowego można się było przekonać w czasie trwania rosyjsko-ukraińskiego kryzysu gazowego z początku 2009 roku. Warto podkreślić, że przez terytorium Ukrainy przesyłane jest około 80% eksportu rosyjskiego gazu ziemnego do państw europejskich (około 120 mld m<sup>3</sup> gazu). W czasie trwania tego kryzysu dostawy gazu ziemnego z Rosji do wielu odbiorców europejskich w okresie od 7 do 21 stycznia 2009 roku zostały całkowicie wstrzymane. Przerwami dostaw gazu w różnym stopniu dotkniętych zostało 15 państw. Warto zaznaczyć, że do grona tych państw nie należała strona konfliktu – Ukraina, dzięki posiadanej, dobrze rozwiniętej bazie PMG – 13 magazynów o pojemności czynnej 34,5 mld m<sup>3</sup> i maksymalnej dobowej wydajności odbioru na poziomie 250 mln m<sup>3</sup>. Przeciwdziałanie skutkom w czasie kryzysu możliwe było między innymi dzięki posiadanym, przez państwa dotknięte kryzysem, zasobom gazu zgromadzonym w podziemnych magazynach [7, 15].

Tablica 1. Liczba i rodzaje podziemnych magazynów gazu zlokalizowanych w wybranych krajach europejskich (źródło: opracowanie własne na podstawie [3])

Kraj	PMG w szערpanych złożach gazu	PMG w warstwie wodonośnej	PMG w kawernach solnych	PMG w wyrobiskach górniczych	PMG w grocie skalnej	LNG	SUMA	Łączna pojemność czynna [mln m <sup>3</sup> ]
Austria	7						7	4249
Belgia		1	1				2	655
Dania		1	1				2	1001
Francja		12	3				15	12 142
Niemcy	15	9	21	1			46	19 866
Włochy	12						12	12 870
Łotwa		1					1	2300
Norwegia	3					1	4	5078
Hiszpania	3						3	2726
Szwecja					1		1	9
Wielka Brytania	2		3		1		6	4523
Bułgaria	1						1	350
Chorwacja	1						1	550
Czechy	5		1		1		7	2501
Węgry	5						5	4190
Irlandia	1						1	198
Polska	5		1				6	1660
Portugalia			1				1	124
Rumunia	1						1	3162
Serbia	1						1	50
Słowacja	1						1	2770
<b>SUMA</b>	<b>63</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>124</b>	<b>80 974</b>

W chwili obecnej na świecie eksploatowanych jest 630 podziemnych magazynów gazu, o łącznej pojemności czynnej około 352 mld m<sup>3</sup> [4].

W tabelicy 1 przedstawiono liczbę i rodzaje podziemnych magazynów gazu zlokalizowanych w wybranych krajach europejskich. Na uwagę zasługuje fakt, że obok scharakteryzowanych na wstępie typów podziemnych magazynów gazu, do pokrywania szczytowych zapotrzebowań na ten surowiec stosowany jest gaz ziemny w formie skroplonej (*Liquefied Natural Gas*). Istniejące obecnie instalacje do regazyfikacji gazu skroplonego służą między innymi do pokrywania szczytowego czy też sezonowego wzrostu zapotrzebowania na ten surowiec. W tabelicy 2 przedstawiono wielkość pokrycia rocznego zapotrzebowania na gaz w wybranych krajach europejskich, przez gaz zgromadzony w PMG będących w posiadaniu tych państw.

Analizując informacje zawarte w tabelicy 2 należy mieć na uwadze kierunki dostaw gazu ziemnego do poszczególnych państw. Kraje takie jak: Łotwa, Słowacja, Austria, Węgry, Czechy i Francja posiadają pojemności magazynowe, które pozwalają im na pokrycie od 27% do 48% rocznego zużycia gazu (wyjątkiem jest tutaj Łotwa, która z posiadanych pojemności magazynowych może pokryć ponad roczne zapotrzebowanie na gaz). Wszystkie z wy-

mienionych państw nie posiadają krajowego wydobycia gazu, a ich głównym dostawcą błękitnego paliwa jest Rosja. Wyjątkiem w tej grupie jest Francja, która posiada 6-ciu dostawców gazu ziemnego dostarczanego gazociągami, przy czym udział największego dostawcy nie przekracza 45%. Warto podkreślić, że do Francji realizowane są także dostawy gazu w formie LNG. Kolejną grupą krajów, które pomimo zdywersyfikowania źródeł dostaw gazu ziemnego lub posiadania własnego wydobycia tego surowca posiadają znaczące pojemności PMG, pozwalające na pokrycie od 13% do 24% rocznego zapotrzebowania na gaz, są:

- Niemcy – 15% rocznego zużycia gazu pochodzi z wydobycia własnego, a pozostała ilość jest dostarczana przez 5-ciu dostawców, przy czym udział największego w rocznym zużyciu wynosi ok. 45%,
- Rumunia – około 80% rocznego zużycia pochodzi z wydobycia własnego,
- Dania, Holandia – wydobycie własne pokrywa całość rocznego zapotrzebowania na gaz, a nadwyżki są eksportowane,
- Włochy – około 10% rocznego zużycia pochodzi z własnego wydobycia, a pozostała wielkość jest dostarczana przez 5-ciu dostawców, przy czym udział największego (Rosji) nie przekracza 45% rocznego zużycia.

Tabela 2. Możliwość pokrycia rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny przez podziemne magazyny gazu w wybranych krajach europejskich [%] (źródło: opracowanie własne na podstawie [1, 3])

Kraj	Rok								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Łotwa	112,20	112,20	112,20	112,20	112,20	112,20	112,20	112,20	112,20
Słowacja	41,08	39,71	42,15	43,49	44,92	41,52	45,67	45,61	48,60
Austria	34,81	32,79	35,53	32,13	29,68	28,20	30,31	46,06	44,73
Węgry	29,72	27,65	28,31	25,61	26,00	25,37	27,56	31,83	34,92
Czechy	24,66	23,13	23,67	25,11	24,67	23,80	24,57	27,20	28,75
Francja	26,42	25,16	25,90	24,94	24,27	23,58	24,49	25,41	27,47
Niemcy	23,34	23,04	22,80	22,86	22,04	21,97	21,95	23,09	24,23
Rumunia	4,91	9,45	11,70	13,66	17,17	21,50	20,41	22,94	21,81
Dania	16,53	15,88	13,73	13,46	14,62	16,20	16,47	16,52	21,76
Włochy	19,64	19,61	19,73	17,90	17,24	16,17	17,12	16,58	16,56
Holandia	6,35	6,20	6,23	6,20	6,06	6,31	6,50	6,70	13,16
Polska	10,81	10,91	13,04	15,31	13,09	13,20	12,06	12,72	11,94
Bułgaria	6,06	6,67	18,52	19,64	19,64	13,23	15,69	18,18	10,61
Hiszpania	7,54	7,77	6,80	8,99	7,74	7,30	7,02	6,74	6,99
Wielka Brytania	3,69	3,76	3,83	3,77	3,68	3,97	4,84	4,80	4,82
Irlandia								4,13	3,96
Belgia	4,78	4,88	4,30	3,98	3,85	3,95	3,74	3,88	3,85
Portugalia								3,19	2,70

Do trzeciej grupy krajów, które posiadają najmniejsze pojemność PMG należą: Polska, Bułgaria, Hiszpania, Irlandia, Belgia i Portugalia. Należy zaznaczyć, że Hiszpania i Portugalia posiadają terminale do odbioru LNG, dzięki którym pokrywają odpowiednio około 75% i około 56% rocznego zapotrzebowania na gaz. W przypadku Polski i Bułgarii PMG pozwalają na pokrycie około 11% rocznego zapotrzebowania na gaz. Głównym dostawcą gazu do Polski jest Rosja, natomiast w przypadku Bułgarii

– jest ona jedynym dostawcą [4]. Analizując dane zawarte w tabelicy 2 można zauważyć, że w większości przypadków, w wybranych krajach europejskich w latach 2000–2008 następował stopniowy wzrost możliwości pokrycia rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny przez podziemne magazyny gazu. W przypadku Rumunii wzrost ten był na poziomie 445%, a Holandii – 207%. Wzrost ten dowodzi jak ważnym elementem bezpieczeństwa energetycznego są PMG.

### Krajowy rynek gazu ziemnego

Zużycie gazu ziemnego w kraju w ostatnich latach kształtuje się na poziomie około 13,5 mld m<sup>3</sup>. Około 70% rocznego zużycia tego surowca jest importowane do Polski (tabela 3). Kierunek dostaw gazu ziemnego jest zdeterminowany istniejącą siecią przesyłową, przystosowaną do przesyłu znaczących ilości gazu z kierunku wschodniego na zachód (rysunek 1). Istnieją możliwości dostaw gazu z kierunku zachodniego, jednak w porównaniu do rocznego zapotrzebowania na ten surowiec są to ilości stosunkowo niewielkie.

Udział poszczególnych kierunków w dostawach do systemu krajowego:

- z zachodu:
  - Lasów – 8%,
- ze wschodu:
  - Drozdowicze – 45%,
  - Wysokoje – 19%,
  - Włocławek, Lwówek (punkt wejścia do systemu gazowego – Kondratki) – 27%,
  - Inne – 1% [9].

Obecnie w Polsce eksploatowanych jest 7 podziemnych magazynów gazu, z czego 6 zostało wybudowanych



Rys. 1. Kierunki dostaw gazu ziemnego do Polski (źródło: [9])

w szcerpanych złożach gazu, a 1 w kawernie solnej. W tabelicy 4 przedstawiono podstawowe parametry eksploatowanych i projektowanych w Polsce PMG.

Tabela 3. Struktura dostaw gazu ziemnego do Polski w latach 2003–2009 [mln m<sup>3</sup>] (źródło: opracowanie własne na podstawie [12])

Źródło	Rok						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Wydobycie krajowe	4058,5	4326,7	4318,1	4277,1	4276,0	4073,9	4078,6
Import gazu, w tym:	8622,7	9304,0	9690,6	10 028,4	9286,6	10 264,1	9485,3
Rosja	6754,9	5757,6	6340,3	6839,7	6219,2	7056,7	7739,9
Niemcy	417,6	386,2	330,6	477,5	783,6	825,4	1072,8
Norwegia	487,5	480,0	485,1	360,1	0,0	0,0	0,0
Czechy	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,0	0,3
Kraje Azji Środkowej	962,4	2679,9	2533,1	2346,9	2279,3	2377,2	667,5
Ukraina	0,0	0,0	1,2	3,9	4,2	4,8	4,8
<b>SUMA</b>	<b>12 681,2</b>	<b>13 630,7</b>	<b>14 008,7</b>	<b>14 305,5</b>	<b>13 562,6</b>	<b>14 338,0</b>	<b>13 563,9</b>

Tablica 4. Charakterystyka podziemnych magazynów gazu ziemnego eksploatowanych i projektowanych w Polsce  
(źródło: opracowanie własne na podstawie [2, 12])

Magazyn	Typ magazynu:	Pojemność czynna [mln m <sup>3</sup> ]	Maksymalna wydajność odbioru [mln m <sup>3</sup> /dobę]	Pojemność czynna po rozbudowie [mln m <sup>3</sup> ]
KPMG Mogilno	w kawernach solnych	370	20,6	800
PMG Wierzchowice	w szcerpanym złożu gazu zaazotowanego	575	4,8	1200
PMG Husów	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	350	5,76	500
PMG Strachocina	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	150	1,5	330
PMG Swarzędów	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	90	1	90
PMG Brzeźnica	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	65	0,93	65
PMG Daszewo	w szcerpanym złożu gazu zaazotowanego	30	---	30
KPMG Kosakowo	w kawernach solnych	---	---	250
PMG Bonikowo	w szcerpanym złożu gazu zaazotowanego	---	---	200
<b>Suma</b>		<b>1630</b>	<b>34,59</b>	<b>3465</b>

Minister Gospodarki, jako naczelny organ administracji rządowej właściwy w sprawach polityki energetycznej Polski, mając na uwadze znaczenie podziemnych magazynów gazu dla krajowego sektora gazowniczego, a szczególnie dla bezpieczeństwa energetycznego kraju, kładzie istotny nacisk na rozbudowę pojemności magazynowych. W opracowanej przez Ministerstwo Gospodarki, a przyjętej przez Radę Ministrów w dniu 10 listopada 2009 roku *Polityce energetycznej Polski do roku 2030* położono szczególny nacisk na zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju poprzez dywersyfikację źródeł i kierunków dostaw gazu ziemnego. Zgodnie z przyjętą *Polityką*, realizacja tego celu nastąpi między innymi poprzez zwiększenie pojemności magazynowych gazu ziemnego. Ponadto *Polityka dla przemysłu gazu ziemnego* z dnia 20 marca 2007 roku uznaje zwiększenie pojemności czynnych podziemnych magazynów gazu jako jedno z bardziej istotnych zadań ze względu na poprawę bezpieczeństwa energetycznego kraju.

W przyjętej w dniu 13 listopada 2008 roku przez Zarząd Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa S.A. *Strategii Grupy Kapitalowej PGNiG w perspektywie roku 2015*, rozbudowa i budowa pojemności magazynowych została zaliczona do sześciu filarów rozwoju spółki [2].

Wnioskując z powyższych dokumentów, w najbliższych latach planowana jest rozbudowa istniejących magazynów oraz przewiduje się budowę nowych magazynów na gaz zaazotowany. W wyniku tych działań pojemności magazynowe mają wzrosnąć do 3,4 mld m<sup>3</sup>. Na rysunku 2 przedstawiono prognozowany przyrost pojemności czynnej PMG na tle zapasów obowiązkowych, zgodnych z ustawą z dnia 16 lutego 2007 r. o *zapasach ropy nafto-*

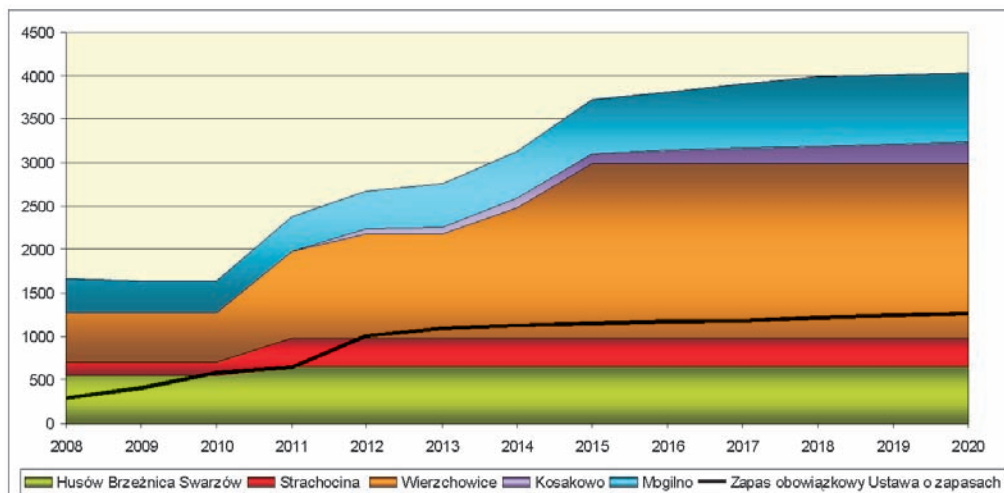
*wej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakłóceń na rynku naftowym* (Dz.U. z dnia 23.03.2007 r.). Zgodnie z wyżej wymienioną ustawą, obecny poziom zapasów obowiązkowych gazu ziemnego odpowiada 15-stu dniom średniego dziennego przywozu realizowanego przez przedsiębiorstwo energetyczne wykonujące działalność gospodarczą w zakresie obrotu gazem ziemnym lub podmiot dokonujący przywozu gazu ziemnego, co obecnie odpowiada 417 mln m<sup>3</sup> gazu ziemnego [14].

W wyniku podjętych działań, w PGNiG S.A. opracowano plany rozbudowy istniejących i budowę nowych pojemności magazynowych. W ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko na lata 2007–2013 Priorytet 10 *Bezpieczeństwo energetyczne, w tym dywersyfikacja źródeł energii*, na listę projektów indywidualnych wpisano następujące projekty budowy bądź rozbudowy magazynów gazu:

- PMG Strachocina – szacunkowa kwota wsparcia 88,70 mln zł,
- PMG Wierzchowice – szacunkowa kwota wsparcia 437,50 mln zł,
- KPMG Kosakowo – szacunkowa kwota wsparcia 112,13 mln zł,
- KPMG Mogilno – szacunkowa kwota wsparcia 35,16 mln zł.

Sumaryczna szacunkowa kwota wsparcia dla inwestycji w PMG to 673,5 mln zł [12].

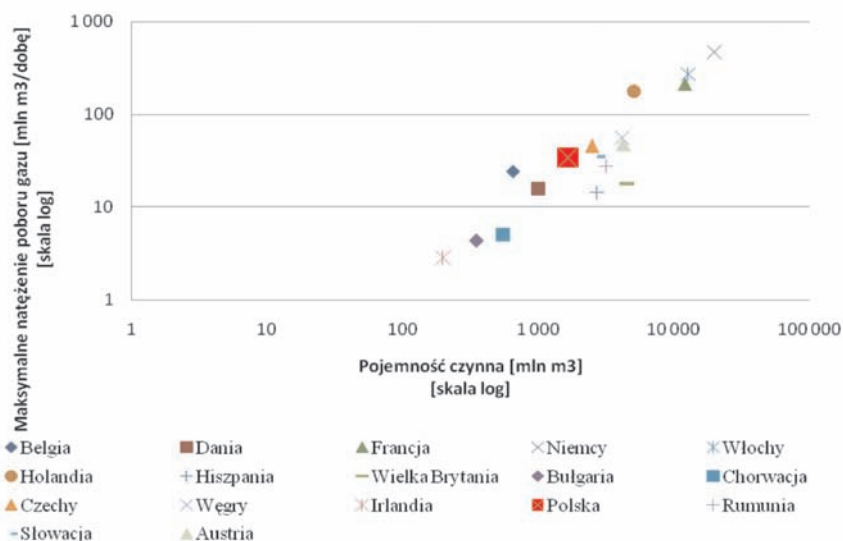
Jak wspomniano na wstępie, każdy z PMG jest charakteryzowany przez określone parametry techniczne. Decydujący wpływ na eksploatację magazynu oraz wpływ na zapewnienie bezpieczeństwa krótkookresowego i se-



Rys. 2. Planowany przyrost pojemności czynnej w magazynach gazu wysokometanowego (źródło: [13])

zonowego posiadają następujące parametry techniczne: pojemność czynna i maksymalne natężenie poboru.

Od wielkości tych parametrów uzależnione jest to, w jakim stopniu gaz z PMG może pokrywać dobowe zapotrzebowanie oraz jak długo PMG może uzupełniać dostawy gazu. Na rysunku 3 przedstawiono korelacje wymienionych parametrów w istniejących magazynach – wynika z niego, że najlepszą charakterystykę techniczną posiadają PMG zlokalizowane w Niemczech, Włoszech, Francji i Holandii.



Rys. 3. Zależność pomiędzy pojemnością czynną PMG oraz maksymalnym natężeniem odbioru gazu z PMG (źródło: opracowanie własne na podstawie [3])

## Podsumowanie

Mając na uwadze zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego w krótkim okresie, należy dążyć do posiadania jak największych, uzasadnionych ekonomicznie pojemności magazynowych. O roli podziemnych magazynów gazu w zapewnieniu ciągłości dostaw tego surowca można się było przekonać podczas rosyjsko-ukraińskiego kryzysu gazowego na początku 2009 roku, kiedy to dostawy rosyjskiego gazu przesyłanego do wielu odbiorców europejskich zostały wstrzymane na okres 14 dni. W tym czasie pokrycie brakujących ilości gazu następowało głównie z rezerw zgromadzonych w PMG. Z przeprowadzonej analizy wynika, że jednym z elementów zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego kraju – obok zdywersyfikowania źródeł i kierun-

ków dostaw – jest zapewnienie ciągłości dostaw gazu; na wypadek przerw w dostawach lub awarii sieci przesyłowej, z magazynów podziemnych. Potwierdzeniem tego są kraje takie jak Niemcy, Francja czy Włochy, które pomimo tego, że posiadają zróżnicowane źródła i kierunki dostaw gazu, bądź znaczące wydobywanie własne tego surowca, posiadają również znaczne pojemności magazynowe, pozwalające na minimalizację ryzyka związanego z przerwami dostaw błękitnego paliwa. Rozważając budowę bądź rozbudowę pojemności magazynowych należy mieć na uwadze, że bardzo istotnym elementem z punktu widzenia zapewnienia ciągłości dostaw jest nie tylko wielkość pojemności roboczej PMG, ale także możliwość odbioru gazu z PMG

w jak najkrótszym czasie. O tym jak jest to ważne dla prawidłowego funkcjonowania krajowego systemu przesyłu gazu ziemnego można się było przekonać tej zimy, kiedy utrzymywały się bardzo niskie temperatury. Warto podkreślić, że w dniu 26 stycznia 2010 r. odnotowano rekordowe, niespotykane w historii krajowego gazownictwa dobowe zapotrzebowanie na gaz – na poziomie przekraczającym 68 mln m<sup>3</sup>. Dzięki PMG, a zwłaszcza KPMG Mogilno, system gazowy był w stanie sprostać temu rekordowemu zapotrzebowaniu.

Biorąc pod uwagę minimalny przyrost pojemności czynnej krajowych PMG w ostatnich latach oraz niski

– w porównaniu do krajów europejskich, a zwłaszcza sąsiednich – poziom możliwości pokrycia rocznego zapotrzebowania na gaz ziemny przez podziemne magazyny gazu w kraju, a także: zapisy Ustawy o zapasach, dotyczące poziomu zapasów obowiązkowych gazu ziemnego i prognozowany wzrost zapotrzebowania na gaz w najbliższych latach – należy bezwzględnie dążyć do realizacji, zgodnie z przyjętym harmonogramem, inwestycji w zakresie rozbudowy krajowej bazy PMG. Także obecność w UE i możliwość wykorzystania środków unijnych do rozbudowy bazy PMG to dodatkowa szansa na zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego Polski.

Artykuł nadesłano do Redakcji 13.04.2010 r. Przyjęto do druku 19.04.2010 r.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Froński

## Literatura

- [1] BP 2009: *BP Statistical Review of World Energy*. www.bp.com
- [2] <http://www.pgnig.pl/>
- [3] International Energy Agency – *Natural Gas Information 2000–2009*.
- [4] Kaliski M., Janusz P., Szurlej A.: *Podziemne magazyny jako element zapewniający ciągłość dostaw gazu ziemnego*. Wiertnictwo, Nafta, Gaz, 2010.
- [5] Kaliski M., Staśko D.: *Bezpieczeństwo energetyczne w gospodarce paliwowej Polski*. Studia, Rozprawy, Monografie nr 138, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków 2006.
- [6] Kaliski M., Szurlej A., Janusz P.: *Kryzys gazowy rosyjsko-ukraiński z początku 2009 roku: geneza-przebieg-skutki*. Konferencja „Marketing w gazownictwie”, Zakopane, czerwiec 2009.
- [7] Kaliski M., Szurlej A., Janusz P.: *Wpływ kryzysu gazowego rosyjsko-ukraińskiego z początku 2009 r. na rynek gazu ziemnego w Polsce*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 7-8, s. 2–5, 2009.
- [8] Kidybiński A., Siemek J.: *Podziemne magazyny gazu w zaniechanych kopalniach węgla*. Główny Instytut Górnictwa, Katowice 2006.
- [9] Kowalski W., Wittmann R.: *Rozwój sieci transportowej (przesyłowej) Polski i połączeń międzysystemowych*. Materiały z konferencji „Polskie gazownictwo – perspektywy”, Kielce, 22–23.04.2009.
- [10] Michałowski W.S., Trzop S.: *Rurociągi dalekiego zasięgu*. Wydawnictwo Odyssseum, Wydanie V (zmienione i rozszerzone), Warszawa 2006.
- [11] Molenda J.: *Gaz ziemny, paliwo i surowiec*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Wydanie trzecie uzupełnione, 1996.
- [12] Niepublikowane materiały Ministerstwa Gospodarki.
- [13] Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo S.A. prezentacja pt.: *Infrastruktura podziemnych magazynów gazu PGNiG S.A.*, 2010.
- [14] Ustawa z dnia 16 lutego 2007 r. o zapasach ropy naftowej, produktów naftowych i gazu ziemnego oraz zasadach postępowania w sytuacjach zagrożenia bezpieczeństwa paliwowego państwa i zakładów na rynku naftowym (Dz.U. z dnia 23.03.2007).
- [15] Национальная акционерная компания “Нафтогаз Украины”: [www.naftogaz.com](http://www.naftogaz.com)



Mgr inż. Piotr JANUSZ – absolwent Wydziału Wiertnictwa, Nafty i Gazu oraz Wydziału Zarządzania AGH w Krakowie. Od stycznia 2008 r. pracownik Departamentu Ropy i Gazu w Ministerstwie Gospodarki. Zajmuje się przygotowaniem i opiniowaniem aktów prawnych z zakresu gazownictwa. Liczba publikacji: 13.



Prof. dr hab. inż. Maciej KALISKI – pracownik naukowo-dydaktyczny AGH w Krakowie, specjalizacje: górnictwo i geologia inżynierska, ekonomika przedsiębiorstw, organizacja i zarządzanie. Profesor nadzwyczajny AGH na Wydziale Wiertnictwa Nafty i Gazu, Dyrektor Departamentu Ropy i Gazu w Ministerstwie Gospodarki. Liczba publikacji: 160, w tym książek – 15; liczba patentów – 8.



Dr inż. Adam SZURLEJ – pracownik naukowo-dydaktyczny Katedry Zrównoważonego Rozwoju Energetycznego na Wydziale Energetyki i Paliw AGH w Krakowie i od stycznia 2009 r. pracownik Departamentu Ropy i Gazu w Ministerstwie Gospodarki. Tematyka zainteresowań naukowych jest związana z rynkiem gazu ziemnego. Liczba publikacji: 59, w tym książek – 2.