

ADAM MATKOWSKI^{1*}
PIOTR MUSIAŁ²

¹Biuro Studiów i Projektów Gazownictwa
Gazoprojekt S.A.
Wrocław

¹Control Process S.A.
Kraków

Systemowe magazyny gazu w Polsce

Niniejszy artykuł porusza kwestie związane z podziemnym magazynowaniem gazu, w ujęciu ich systemowego wykorzystania. Przedstawia aktualną sytuację pojemności magazynowych w Polsce oraz prezentuje punkt widzenia autorów na dalszy rozwój systemowych pojemności magazynowych, w aspekcie pojawiających się zmian na rynku gazu związanych z rozwojem energetyki gazowej, liberalizacją rynku gazu i rozwojem wydobycia gazu z łupków.

1 Wstęp

Gwałtowny rozwój gazownictwa na przełomie XIX i XX wieku, przesyłanie gazu ziemnego na coraz większe odległości i do coraz większej liczby odbiorców, rosnąca różnorodność zapotrzebowania na gaz, a tym samym zwiększająca się nierównomierność rozbioru gazu doprowadziły do konieczności podziemnego magazynowania gazu. Pierwsze podziemne magazyny gazu (PMG) powstały już w latach 1915–16 na kontynencie amerykańskim, gdzie te procesy następowały najszybciej. Były to magazyny w szcerpanych złożach gazu w Kanadzie, w Welland County – Ontario oraz w USA w rejonie Nowego Jorku – PMG Zoar-Erie. Europa, gdzie gazownictwo rozwijało się bardziej w oparciu o tzw. gaz świetlny produkowany w gazowniach lokalizowanych bezpośrednio w sąsiedztwie odbiorców i wyposażanych w zbiorniki gazu. Podziemne magazynowanie rozpoczęło się dopiero w drugiej połowie XX wieku. Za to możemy w tej części świata poszczycić się palmą pierwszeństwa — pierwszy podziemny magazyn gazu w Europie, to PMG Roztoki o pojemności czynnej 3 mln m³, który powstał w roku 1954 [1].

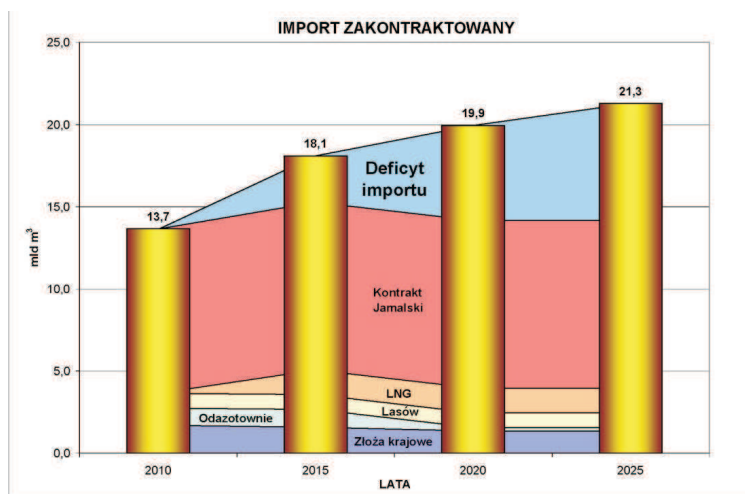
*E-mail: a.matkowski@gazoprojekt.com.p

Coraz większe powiązanie polskiego systemu gazowniczego z systemem europejskim, budowa terminalu do odbioru skroplonego gazu (LNG, ang. *liquefied natural gas*) stanowiącego alternatywne źródło zaopatrzenia w gaz, a także dopuszczenie możliwości magazynowania gazu poza Polską, wymagają kreatywnej analizy i nowego spojrzenia problem dalszej rozbudowy pojemności magazynowych w Polsce. Aby na nie odpowiedzieć należy zastanowić się nad następującymi zagadnieniami:

- prognozą bilansu gazu i rozwoju systemu gazowniczego,
- funkcjami jakie pełnią PMG, szczególnie w zakresie bezpieczeństwa dostaw,
- aktualną sytuacją PMG w Polsce,
- strategią i planowaniem rozbudowy PMG dla regulacji pracy systemu przesyłowego i tworzenia obowiązkowych zapasów,
- potencjalnych możliwości budowy pojemności strategicznych oraz euromagazynów.

2 Prognoza bilansu gazu i rozwoju systemu gazowniczego

Porównując prognozowane zapotrzebowanie na gaz (prognoza na podstawie Polityki Energetycznej Polski do 2030 roku [2]) a przewidywanymi dostawami gazu realizowanymi poprzez import do polskiego systemu gazowniczego (kontrakty jamański i katarski), poprzez węzeł Lasów i poprzez źródła krajowe (przewidywane wydobyte ze złóż krajowych z uwzględnieniem odazotowania gazu zaazotowanego), należy zauważyć narastający deficyt strony popytowej w ilości od 2,8 mld m³ w roku 2015 do 7,1 mld m³ w roku 2025, co przedstawiono na rys. 1. Deficyt ten będzie mógł być pokrywany poprzez nowe połączenia międzysystemowe z Czechami (w rejonie Cieszyna wybudowane w 2011 r.), Niemcami (w rejonie Szczecina), Słowacją (w trakcie analiz), rewers wirtualny systemem gazociągów tranzytowych, zwiększenie wykorzystania terminalu LNG w Świnoujściu bądź też rozbudowę istniejących interkonektorów (Lasów, Cieszyn). Przynajmniej część z nich wykorzystywana będzie zamiennie, a dostawy realizowane będą w oparciu o kontrakty krótkoterminowe. Doprowadzenie tak zakontraktowanych dostaw gazu wymagać będzie istotnego zwiększenia możliwości przesyłowych systemu gazowniczego, z odpowiednią rezerwą przepustowości, a tym samym realizację znacznego zakresu inwestycyjnego. Najważniejszym podmiotem realizującym te działania jest Operator Systemu Przesyłowego Gaz System S.A., który program rozbudowy systemu przesyłowego obejmujący ok. 1000 km gazociągów rozpoczął



Rysunek 1. Prognoza zbilansowania dostaw gazu do system



Rysunek 2. Wymagana rozbudowa sieci przesyłowej

już kilka lat temu. Do tej pory zrealizowano m.in. połączenie polskiego i czeskiego systemu gazowniczego, gazociągi w południowo-zachodniej części kraju: Taczałin-Radakowice-Gałów i Jeleniów-Dziwiszów; w północnej Polsce: Włocławek-Gdynia (dokończenie inwestycji), Żeg-Żarnowiec, czy też tłocznie Goleniów i Jarosław. W przygotowaniu jest, albo już rozpoczęła się budowa wielu innych (rys. 2).

3 Podziemne magazyny gazu jako instrument bezpieczeństwa dostaw gazu

Instrumenty służące do zapewnienia bezpieczeństwa dostaw gazu zostały określone w Dyrektywie Rady Unii Europejskiej 2004/67/EC z dnia 24 kwietnia 2004 r., dotyczącej bezpieczeństwa dostaw gazu [3]. Dokument ten w wykazie dostępnych instrumentów na pierwszych miejscach wskazuje:

- możliwości składowania zapasów operacyjnych gazu,
- możliwości składowania nadwyżek gazu.

W 2010 roku Dyrektywa została uchylona rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 994/2010 w sprawie środków zapewniających bezpieczeństwo dostaw gazu ziemnego i uchylenia dyrektywy Rady 2004/67/WE [4]. Rozporządzenie dzieli środki zapewniające bezpieczeństwo dostaw gazu ziemnego na rynkowe i nierynkowe oraz podażowe i popytowe. Magazynowanie gazu wymieniane jest zarówno w zakresie instrumentów rynkowych: „komercyjne składowanie gazu– zdolność odbioru i ilość zmagazynowanego gazu, jak i nierynkowych: „wykorzystywanie rezerw strategicznych gazu, [...] obowiązkowy odbiór z instalacji magazynowych. Powyższe instrumenty można przełożyć na następujące funkcje, jakie mają pełnić instalacje magazynowe w zakresie bezpieczeństwa dostaw, a także można wyszczególnić dodatkowe korzyści z ich stosowania [5]

- zapewnienie bezpieczeństwa zaopatrzenia w gaz w perspektywie krótkoterminowej (zapasy handlowe), jak i długoterminowej (rezerwy strategiczne w dyspozycji Ministra Gospodarki),
- kompensacji sezonowej nierównomierności poboru,
- stabilizację cen gazu,
- zwiększenie i wyrównanie wydobycia ze złóż krajowych i zapewnienie stabilnych warunków pracy odazotowni (umożliwienie odbioru gazu produkowanego w okresie letnim),
- wsparcie przesyłu i ograniczenie potrzeb inwestycyjnych w zakresie sieci przesyłowej.

Stopień zapewnienia bezpieczeństwa dostaw gazu przez podziemne magazyny gazu można określić odnosząc wielkość roboczych pojemności magazynowych do rocznego zużycia gazu w danym kraju, a także przeliczając ilość zmagazynowanego gazu na ilość dni średniego poboru gazu jaka może zostać zapewniona przez PMG. Im wyższe są te wskaźniki, tym stopień bezpieczeństwa dostaw jest większy, chyba że niewielkie pojemności magazynowe są rekompensowane własnymi złożami (Holandia, Wielka Brytania) lub terminalami LNG (Hiszpania, Grecja, Belgia) – tab. 1.

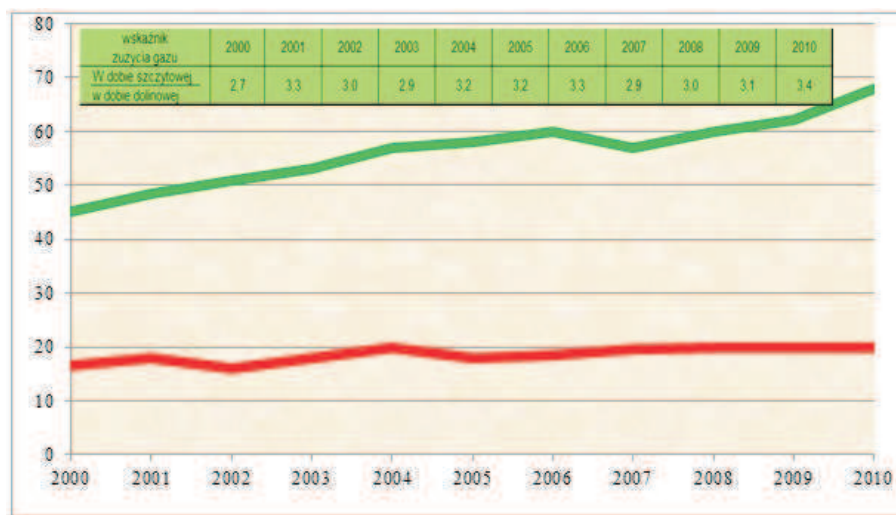
Tabela 1. Pojemności magazynowe w wybranych krajach UE w 2000r.

KRAJ	ZUŻYCIE		POJEMNOŚCI PMG		Czas średniego poboru z PMG [dni]
	roczne (mld m ³)	dobowe (mln m ³ /dobę)	robocza (mld m ³)	udział w rocznym zużyciu [%]	
Austria	7,3	24,0	2,3	31,6	116
Dania	4,5	25,0	0,8	17,6	64
Francja	42,4	180,0	11,1	26,2	96
Niemcy	83,2	425,0	18,6	22,3	81
Włochy	68,6	265,0	15,1	22,0	80
Holandia	41,0	145,0	2,5	6,1	22
Hiszpania	18,2	8,0	1,0	5,5	20
Wielka Brytania	96,7	137,0	3,6	3,7	13
POLSKA	11,2	32,0	1,3	11,6	41
UE 15 + POLSKA	403,2	1265,0	57,0	14,1	45

4 Aktualna sytuacja PMG w Polsce

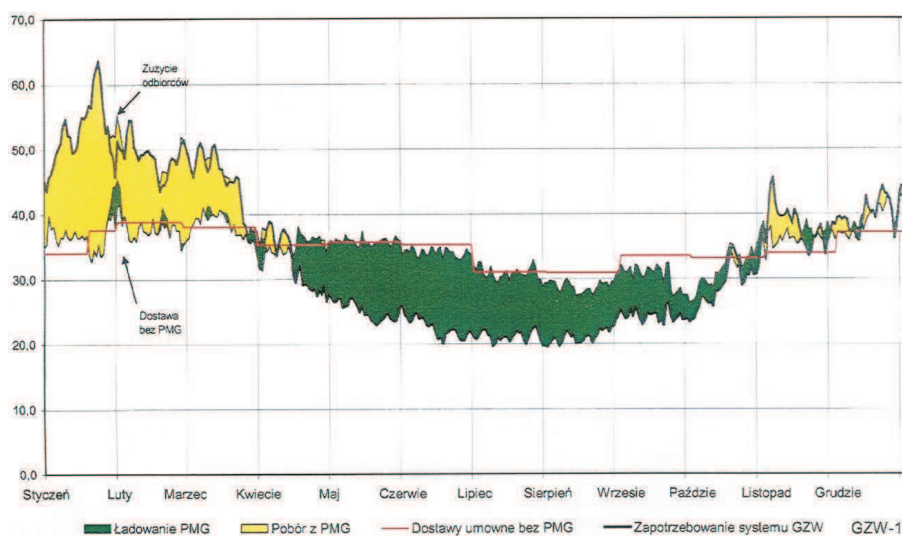
Od początku XXI wieku mamy do czynienia z rosnącym szczytowym zapotrzebowaniem na gaz (za wyjątkiem obniżenia zapotrzebowania w okresie kryzysu 2007–2008 r.) od ok. 4 mln nm³/d w roku 2000 do blisko 70 mln nm³/d w roku 2010 i ponad 72 nm³/d w roku 2011 (z uwzględnieniem wprowadzonych ograniczeń dla dużych odbiorców przemysłowych zapotrzebowanie wynosiło ponad 8 nm³/d) oraz stabilnym zapotrzebowaniem dolinowym (na poziomie ok.

17–20 nm³/d). Tak sytuacja powoduje występowanie wysokiego wskaźnika nierównomierności zużycia gazu (od 2,7 w 2000 r. do 3,4 w 2010 r.), definiowanego jako stosunek zużycia gazu w ciągu doby o maksymalnym zapotrzebowaniu do zużycia gazu w ciągu doby o minimalnym zapotrzebowaniu. Tendencje zmian wskaźnika przedstawiono na rys. 3.



Rysunek 3. Tendencja zmian sezonowej nierównomierności poboru gazu

Z drugiej strony należy zdawać sobie sprawę z uwarunkowań długoterminowych kontraktów na import gazu, dopuszczających maksymalnie kilkunastoprocentowe procentowe wahania wolumenu odbieranego do systemu gazu, które nie mają istotnego znaczenia w dostosowaniu dostaw do dużej nierównomierności zapotrzebowania na gaz oraz potrzeby zapewnienia stabilnego wydobycia, zapewniającego optymalne wykorzystanie złóż w źródłach krajowych. Najbardziej efektywnym instrumentem w tym zakresie wydają się być podziemne magazyny gazu – odbierające nadwyżki gazu zakontraktowanego i wydobywanego w kraju, w stosunku do zużywanego przez odbiorców w okresie letnim, natomiast w okresie zimowym stanowiącego uzupełniające źródło dostaw, pokrywające różnice pomiędzy zapotrzebowaniem na gaz przez odbiorców, a mocami dyspozycyjnymi dostępnych źródeł (kontrakty importowe i wydobycie krajowe). Proces ten zobrazowano na rys. 4. Zasadność wykorzystywania tego instrumentu dostrzegana jest we wszystkich krajach UE (tab. 2), gdzie w ostatnich latach następuje istotny, bo o ponad 19% przyrost pojemności magazynowych. W niektórych krajach takich jak Austria, Holandia czy też Hiszpania nastąpił przyrost o ponad 100%.



Rysunek 4. Przebieg zapotrzebowania i dostaw gazu ziemnego wysokometanowego w 2006 roku

Tabela 2. Zmiana pojemności magazynowych w wybranych krajach UE, (oprac. własne na podstawie [6])

Kraj	Pojemności magazynowe [mld m ³]		Przyrost pojemności	
	do 2000 r.	2011 r	[mld m ³]	[%]
Austria	2,3	4,7	2,4	106,3
Dania	0,8	1,0	0,2	27,5
Francja	11,1	11,9	0,8	7,2
Niemcy	18,6	21,3	2,7	14,5
Włochy	15,1	14,7	-0,4	-2,3
Holandia	2,5	5,0	2,5	100,0
Hiszpani	1,0	2,4	1,4	136,7
Wlk. Brytani	3,6	4,4	0,8	20,8
Polska	1,3	1,6	0,3	26,2
Belgia		0,6		
Finlandia		0,		
Grecja		0,		
Irlandia		0,		
Luksemburg		0,		
Portugalia		0,		
Szwecja	0,7	0,0	0,3	42,6
Razem UE 15+Polska	57,0	68,1	11,1	19,4
Pozostałe kraje UE		17,9		
UE27		85,9		

W Polsce w systemie gazu wysokometanowego funkcjonuje obecnie 6 podziemnych magazynów gazu, przy czym aż 4 z nich są rozbudowywane. Dodatkowo budowany jest kawernowy podziemny magazyn gazu w Kosakowie, którego budowa powinna zostać zakończona w 2013 roku. Oprócz magazynów gazu wysokometanowego w ostatnich latach wybudowano w Polsce magazyny gazu zaazotowanego PMG Bonikowo i PMG Daszewo o łącznej pojemności roboczej 0,16 mld m³. Dodatkowo rozpatruje się kilka innych lokalizacji, dla których prowadzone są lub prowadzono prace studialne, bądź koncepcyjne (rys. 5).



Rysunek 5. Lokalizacja istniejących i rozbudowywanych podziemnych magazynów gazu w Polsce

W tabeli 3 zestawiono parametry techniczne pracy podziemnych magazynów gazu, którymi w sezonie 2012/2013 dysponuje operator systemu magazynowego, na którego Prezes Urzędu Regulacji Energetyki wyznaczył PGNiG S.A. w Warszawie. Zestawienie powyższe wskazuje na dalszy wzrost pojemności magazynowych, jak i zdolności zatłaczania, odbioru gazu w instalacjach magazynowych zlokalizowanych na terenie Polski.

Tabela 3. Parametry techniczne pracy podziemnych magazynów gazu w sezonie 2012/2013 [7]

Parametry techniczne pracy PMG w sezonie 2012/2013				
Magazyn	Typ magazynu:	Pojemność czynna:	Max. wydajność załaczania:	Max. wydajność odbioru:
KPMG Mogilno	w kavernach solnych	411,89 mln m ³	9,60 mln m ³ /dobę	20,64 mln m ³ /dobę
PMG Wierzchowice	w szcerpanym złożu gazu zaazotowanego	575,00 mln m ³	3,60 mln m ³ /dobę	4,80 mln m ³ /dobę
PMG Husów	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	350,00 mln m ³	2,80 mln m ³ /dobę	5,76 mln m ³ /dobę
PMG Strachocina	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	330,00 mln m ³	2,4 mln m ³ /dobę	3,36 mln m ³ /dobę
PMG Swarzędów	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	90,00 mln m ³	1,00 mln m ³ /dobę	1,00 mln m ³ /dobę
PMG Brzeźnica	w szcerpanym złożu gazu wysokometanowego	65,00 mln m ³	1,10 mln m ³ /dobę	0,93 mln m ³ /dobę
		1821,89 mln m ³	20,50 mln m ³ /dobę	36,49 mln m ³ /dobę

5 Strategia i plany rozbudowy podziemnych magazynów gazu dla regulacji pracy systemu przesyłowego i tworzenia obowiązkowych zapasów

Rozbudowa systemu magazynowania musi być ściśle dostosowana do przewidywanego wzrostu zapotrzebowania na gaz, charakterystyki odbiorów, szczególnie w zakresie nierównomierności, a także przewidywanych źródeł dostawy gazu i dopuszczalnej zmienności parametrów. Przewidywany obecnie znaczny rozwój mocy energetycznych w oparciu o paliwo gazowe, spowoduje w tym sektorze znaczny wzrost zapotrzebowania – np. PGE przewiduje w swoim zakresie wzrost zużycia gazu z 600 mln nm³, do 2,3–2,5 ml nm³ już po 2017r.! Podobne plany ma Tauron Polska Energia, który za kilka lat zamierza odbierać ok 2,5 ml nm³ [8]. Biorąc pod uwagę elastyczność pracy elektrowni, czy elektrociepłowni gazowych, należy spodziewać się, że znaczna część z nowobudowanych gazowych bloków elektroenergetycznych pracować będzie z dużą zmiennością zapotrzebowania, bądź też nawet wyłącznie w sytuacji szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną, albo też zastępując moce zainstalowane w elektrowniach wiatrowych.

Na wielkość zapotrzebowania pojemności magazynowych może mieć wpływ również budowa terminalu LNG w Świnoujściu [13] i liberalizacja rynku gazu,

w konsekwencji możliwość powstania w rejonie Świnoujścia rzeczywistego *hubu* gazowego (miejsce, gdzie zbiega się wiele gazociągów i tras przesyłu surowca z różnych kierunków) [9,10], który dla zapewnienia odpowiedniej płynności i pewności obrotu gazem, może także wymagać nowych pojemności magazynowych. Kolejnym czynnikiem, który należy rozważyć jest ewentualne odkrycie i zagospodarowanie znacznych złóż gazu z łupków. Częściowo na ww. kwestie daje odpowiedź sytuacja na kontynencie amerykańskim, gdzie ze względu na brak wystarczającej infrastruktury przesyłowej [11], występują przypadki spalania wydobywanego gazu, pomimo iż Stany Zjednoczone posiadają największe pojemności magazynowe na świecie [12]. Należy spodziewać się, że gdyby występowały możliwości zmagazynowania tych nadwyżek gazu to zostałby on zmagazynowany. Wynika stąd, iż w okresie najbliższych lat wystąpi dalszy wzrost nierównomierności zapotrzebowania na gaz, a tym samym wzrośnie znaczenie i potrzeby magazynowania gazu. Rozwój pojemności magazynowych musi być ściśle skorelowany z rozbudową systemu przesyłowego, tak aby wybrać optymalne warianty rozbudowy systemu przesyłowego i instalacji magazynowych. Wobec zajmowania się tymi zagadnieniami dwóch odrębnych podmiotów – tzn. operatora systemu przesyłowego Gaz System S.A. w zakresie systemu przesyłowego oraz Polskiego Górnictwa Naftowego i Gazownictwa S.A. w zakresie systemu magazynowego – zachodzi potrzeba ścisłego współdziałania tych podmiotów, a biorąc pod uwagę zachodzące obecnie i przewidywane zmiany na rynku gazu także konieczne jest opracowanie szerokiego programu dalszej rozbudowy systemu magazynowego.

6 Potencjalne możliwości budowy pojemności strategicznych oraz euromagazynów

Warunki geologiczne w Polsce umożliwiają lokalizowanie na jej obszarze znacznych pojemności magazynowych. Biorąc pod uwagę położenie Polski na drodze transportu gazu z Rosji, tzn. największego producenta gazu do Unii Europejskiej (nawet uwzględniając omijające Polskę układy przesyłowe, z którymi łatwo możemy się powiązać), jesteśmy predystynowani do wykorzystania występujących struktur jako pojemności magazynowych na potrzeby krajów Unii. Przewidywany rozwój wydobywania gazu z łupków będzie z tym korelował. Lokalizacja struktur podziemnych dla budowy ewentualnych pojemności strategicznych oraz potencjalnych euromagazynów została przedstawiona na rys. 6.



Rysunek 6. Lokalizacja struktur podziemnych dla budowy ewentualnych pojemności strategicznych oraz potencjalnych euromagazynów

7 Wniosek końcowy

Jak wynika z przedstawionej analizy nowych czynników wpływających na problematykę podziemnego magazynowania gazu, należy stwierdzić, iż istnieje potrzeba i uzasadniona jest dalsza rozbudowa pojemności magazynowych. Jeśli założyć, że cena gazu równomiernie importowanego, bądź kupowanego w okresie letnim jest tylko kilka procent niższa od ceny gazu w szczycie zapotrzebowania [13] (obecne warunki cenowe gazu importowanego z Rosji należy uznać za wynikające z nierynkowej sytuacji wymagające zmiany, co PGNiG stara się realizować), to nakłady ponoszone na budowę podziemnych magazynów gazu, powinny przynieść satysfakcjonujące stopy zwrotu nawet w okresie kilkuletnim. Inne zalety usługi jakie mogą zostać zapewnione przez PMG będą dodatkową, bezdyskusyjną korzyścią. Ważne jest zatem kontynuowanie szczegółowych analiz i prac koncepcyjnych, w celu doprecyzowania wymaganych parametrów PMG, ich lokalizacji, funkcji i sposobu współpracy z systemem przesyłowym oraz systematyczna rozbudowa pojemności magazynowych.

Praca wpłynęła do redakcji w czerwcu 2012r.

Literatura

- [1] Reinisch R.: *Wybrane istotne aspekty podziemnych magazynów gazu (u progu XXI wieku)*. Wyd. PLJ, Warszawa 2000.
- [2] *Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2009 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2030 r.* Monitor Polski z dnia 14 stycznia 2010 r.
- [3] *Dyrektywa Rady 2004/67/WE z dnia 26 kwietnia 2004 r. dotycząca środków zapewniających bezpieczeństwo dostaw gazu ziemnego.* Dz.U.UE L z dnia 29 kwietnia 2004 r.
- [4] *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 994/2010 z dnia 20 października 2010 r. w sprawie środków zapewniających bezpieczeństwo dostaw gazu ziemnego i uchYLENIA dyrektywy Rady 2004/67/WE.* Dz.U.UE L z dnia 12 listopada 2010 r.
- [5] Musiał P.: *Podziemne magazynowanie gazu – funkcje, rodzaje, optymalizacja parametrów i aspekty ekonomiczne na przykładzie PMG Wierzchowice*. Mat. 51 Konferencji Naukowej Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, „Krynica 2005”, Gdańsk-Krynica 12–17.09.2005.
- [6] *EuroGas Statistical Report 2011*.
- [7] Operator Systemu Magazynowania: <http://www.osm.pgnig.pl/osm/magazyny/parametry>
- [8] Malinowski D.: *Kto zużywa najwięcej gazu?* artykuł z 21.05.2012, http://www.wnp.pl/drukuj/170500_1.html
- [9] Kiełbik A., Musiał P.: *Zmiany w infrastrukturze przesyłowej, a proces liberalizacji rynku gazu w Polsce*. Mat. konf., Liberalizacja Rynku Gazu w Polsce, Warszawa, 14–15.11.2011
- [10] Matkowski A.: *Rozwój infrastruktury gazowniczej czynnikiem bezpieczeństwa energetycznego i liberalizacji rynku gazu*. Mat. konf. Gazterm, Międzyzdroje 14–16.05.2012.
- [11] Ciastoń S.: *Teksas spala gaz bo brakuje rurociągów do jego przesyłu*. www.cire.pl, 16.05.2012.
- [12] *2006-2009 Triennium, Work Report, October 2009*. Mat. konf. 24th World Gas Conference, Argentina 2009.
- [13] Wardziński R.: *Chcemy zarabiać na LNG*. Rzeczpospolita, z dnia 23.05.2012, B16.

Underground gas storages in Polish gas system

S u m m a r y

This paper discusses issues related to underground gas storage in terms of its system use. Paper presents the current state of storage facilities in Poland and highlights of the views of authors on the further development of system storage capacity in terms of changes occurring in the gas associated with the development of gas energy, gas market liberalization, the development of shale gas production.