Bilans zasobów niekonwencjonalnych (i innych) złóż gazu w Polsce

Adam Wójcicki[1]

Assessment of unconventional gas resources in Poland. Prz. Geol., 63: 1215–1219.

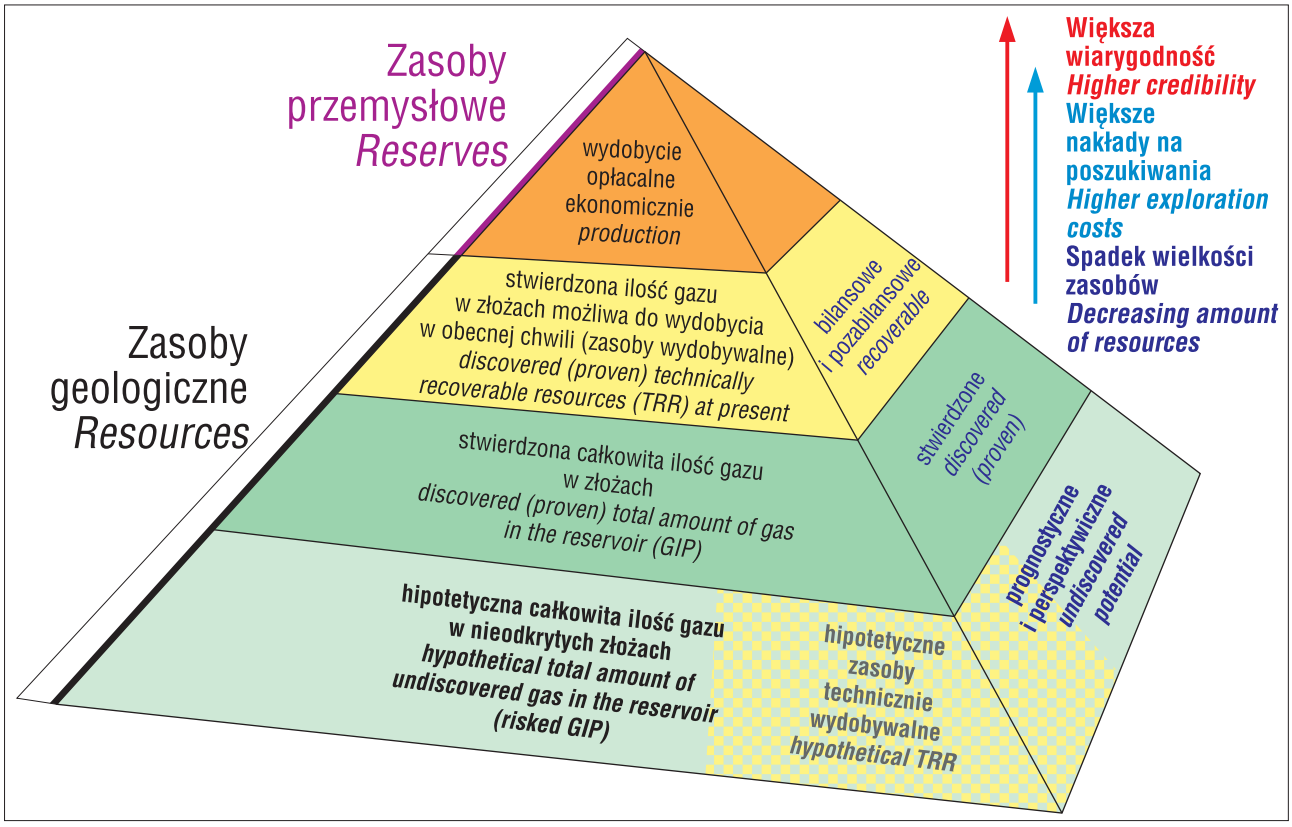
A b s t r a c t. The paper summarizes information on gas resources in Poland, especially unconventionals. There are proven, though not very large, resources of conventional hydrocarbons and coalbed methane – the inventory is carried out by Polish Geological Survey. Recently undiscovered shale gas and tight gas resources have been assessed by Polish Geological Survey and other organizations. In previous decade undiscovered coal bed methane resources have been estimated as well. There were a number of studies on undiscovered conventional gas resources carried out in previous decades providing ever higher estimations of the undiscovered gas potential. These studies were also targeted on an intermediate category of gas resources – deep gas and/or tight gas resources in conventional traps. Putting all together, it seems the undiscovered potential of gas resources (both unconventional and conventional) in Poland is a quite impressive and various types of hydrocarbon resources coexist in respective hydrocarbon basins.

Keywords: *unconventional gas resources, tight gas, shale gas, coal bed methane, deep gas*

Określenie „zasoby gazu ziemnego" zawiera w sobie szereg pojęć, które nie zawsze są prawidłowo rozumiane przez dziennikarzy lub polityków. Podobnie jak w przypadku innych kopalin wyróżniamy szereg kategorii zasobów, począwszy od nieodkrytych (prognostycznych, perspektywicznych) aż po udokumentowane, których eksploatacja jest aktualnie możliwa i opłacalna (Wołkowicz i in., 2011). Istnieje szereg klasyfikacji międzynarodowych zasobów złóż węglowodorów, które nie zawsze dokładnie odpowiadają klasyfikacji stosowanej aktualnie w Polsce (Wołkowicz i in., 2011; Kiersnowski i Dyrka, 2013; Nieć, 2014), zwłaszcza w przypadku złóż niekonwencjonalnych.

Dla geologa najistotniejsze jest rozróżnienie kolejnych etapów poszukiwania, rozpoznawania i dokumentowania złóż, dających coraz to bardziej wiarygodne oszacowania zasobów (ryc. 1).

Pierwszy etap analiz geologicznych obejmuje prognozy oparte zwykle na skromnych informacjach, odnoszące



Ryc. 1. Orientacyjna klasyfikacja złóż gazu (w szczególności niekonwencjonalnych)
Fig. 1. A simplified classification framework of gas resources (especially unconventionals)

[1] Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; adam.wojcicki@pgi.gov.pl

się do hipotetycznej całkowitej ilości gazu w nieodkrytych złożach (ang. *risked Gas in Place*) lub ilości hipotetycznie możliwej do wydobycia (dół piramidy na ryc. 1). Te ostatnie to właśnie wielkości podawane przez raporty amerykańskie i raport krajowy na temat zasobów gazu w łupkach (*shale gas*) w Polsce (Raport PIG-PIB, 2012; Kiersnowski & Dyrka, 2013) oraz zasobów gazu zamkniętego (*tight gas*) w nieprzepuszczalnych piaskowcach (Wójcicki i in., 2014), a także szacunki nieodkrytego potencjału konwencjonalnych złóż gazu i metanu pokładów węgla (Wołkowicz i in., 2011). W przypadku gazu w łupkach stwierdzono, że w Polsce są formacje skalne podobne do takich, w których np. w Stanach Zjednoczonych występują złoża gazu,. W wyniku analiz laboratoryjnych stwierdzono faktycznie obecność gazu w tych skałach. Podobnie postąpiono w przypadku analiz zasobów gazu zamkniętego, przy czym dodatkowo wykorzystano informacje z kilku nowych otworów poszukiwawczych.

Kolejne szczeble piramidy to stwierdzona całkowita ilość gazu w złożach (*Gas in Place* – GIP) oraz ilość gazu w złożach możliwa do wydobycia w chwili obecnej, przy zastosowaniu aktualnie dostępnej technologii (tzw. zasoby wydobywalne – Nieć, 2014). Są to wielkości, które mogą być określone dopiero po szczegółowym rozpoznaniu i udokumentowaniu złóż, na podstawie rzetelnych danych produkcyjnych z nowych otworów. W przypadku zasobów wydobywalnych wyróżniamy jeszcze zasoby bilansowe i pozabilansowe, tzn. spełniające lub nie graniczne wartości parametrów definiujących złoże. Wielkości te są określone dla udokumentowanych konwencjonalnych złóż gazu ziemnego i metanu pokładów węgla – MPW. Natomiast w przypadku złóż niekonwencjonalnych (*shale gas, tight gas*) nie określono jeszcze dla nich wielkości zasobów bilansowych i pozabilansowych, tzn. prowadzono do tej pory prace poszukiwawcze i rozpoznawcze, ale nie powstały jeszcze dokumentacje złożowe, takie jak dla złóż konwencjonalnych i MPW. Należy przy tym nadmienić, że zasoby wydobywalne – stwierdzona ilość gazu w złożach możliwa do wydobycia w obecnej chwili, przy zastosowaniu aktualnie dostępnej technologii, to nie jest to samo co ilości gazu hipotetycznie możliwe do wydobycia podawane w raportach „łupkowych" (*Technically Recoverable Resources* – TRR; Kiersnowski & Dyrka, 2013).

Powyższe rodzaje zasobów to tzw. zasoby geologiczne (Wołkowicz i in., 2011).

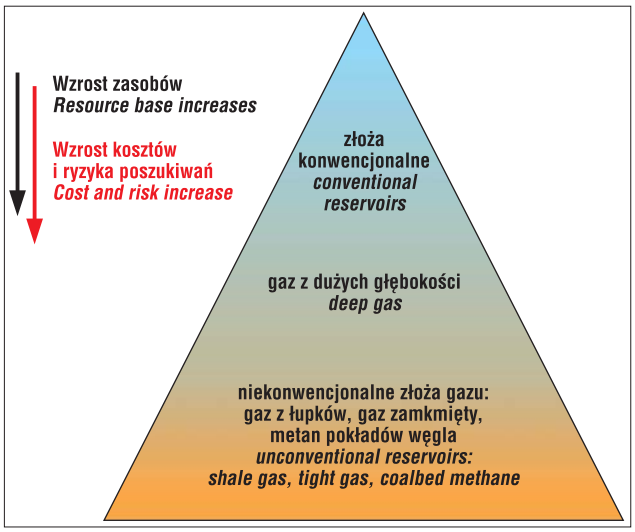
Ostatni, najwyższy szczebel piramidy (ryc. 1) to zasoby przemysłowe, które mogą być przedmiotem uzasadnionej technicznie i ekonomicznie eksploatacji przy spełnieniu wymagań określonych w przepisach prawa, w tym wymagań dotyczących ochrony środowiska. Zasoby te są na razie tylko określone dla udokumentowanych konwencjonalnych złóż gazu ziemnego i metanu pokładów węgla.

TYPY ZŁÓŻ GAZU ZIEMNEGO WYSTĘPUJĄCYCH W POLSCE

Podział złóż gazu na złoża konwencjonalne i niekonwencjonalne jest oparty raczej na kryteriach techniczno-ekonomicznych niż geologicznych (Hadro, 2010). Złoża niekonwencjonalne są to więc nagromadzenia gazu ziemnego, które są trudniejsze w eksploatacji niż złoża konwencjonalne i na ogół ich eksploatacja jest mniej opłacalna. Stąd w miarę postępu technologicznego różnica pomiędzy tak zdefiniowanymi złożami konwencjonalnymi i niekonwencjonalnymi będzie się zacierać (Hadro, 2010). W praktyce przyjmuje się kryterium braku samoistnego przypływu gazu do otworu w ilościach uzasadniających eksploatację (Wołkowicz i in., 2011), z czego wynika konieczność wykonywania zabiegów stymulacji przypływu gazu, tzn. szczelinowania hydraulicznego.

Z geologicznego punktu widzenia różnice zawierają się w tym, że złoża konwencjonalne występują w pułapkach strukturalnych lub stratygraficznych, a niekonwencjonalne mogą występować na znacznych obszarach, niezależnie od pułapek (Hadro, 2010) i charakteryzują się niższą porowatością, w szczególności przepuszczalnością, w porównaniu ze złożami konwencjonalnymi. Ponadto gaz z łupków, a także metan pokładów węgla występują w utworach, które mogą pełnić funkcję zarówno skały zbiornikowej, jak i macierzystej. Natomiast gaz zamknięty może występować w skałach tego samego typu co złoża konwencjonalne (Wołkowicz i in., 2011).

Na rycinie 2 przedstawiono typy złóż gazu występujących w Polsce. W zasadzie zasoby niekonwencjonalnych złóż gazu są znacząco większe od konwencjonalnych, w szczególności jeśli chodzi o całkowitą ilość gazu w złożach (EIA, 2013). W przypadku niekonwencjonalnych złóż gazu, zwłaszcza gazu w łupkach, aktualnie dostępna technologia pozwala (w tej chwili) wydobyć niewielką część gazu zawartego w złożach (EIA, 2013; Wójcicki i in., 2014), w przeciwieństwie do złóż konwencjonalnych, gdzie zwykle można wydobyć większość występującego tam gazu (Karnkowski, 1999). Stosunek ilości gazu aktualnie możliwego do wydobycia do całkowitej ilości gazu zawartego w złożu nazywamy współczynnikiem wydobycia. Na razie jeszcze nie zostały udokumentowane (stwierdzone) zasoby złóż gazu z łupków czy też gazu zamkniętego, ale na podstawie najbardziej wiarygodnych szacunków, wykorzystujących relatywnie bogate i wiarygodne informacje geologiczne (Raport PIG-PIB, 2012; Wójcicki i in., 2014) można sugerować, że hipotetyczne zasoby wydobywalne dla tych typów złóż gazu mogą być w sumie kilkakrotnie większe od udokumentowanych zasobów wydobywalnych



Ryc. 2. Typy złóż gazu występujących w Polsce (na podstawie Hadro, 2010)
Fig. 2. Types of gas reservoirs in Poland (based on Hadro, 2010)

złóż konwencjonalnych (patrz też tab. 1). Z kolei zasoby prognostyczne (wydobywalne) złóż metanu pokładów węgla są tego rzędu wielkości jak w przypadku złóż konwencjonalnych, a zasoby udokumentowane są nieco mniejsze.

Kategorię pośrednią stanowi gaz ziemny z dużych głębokości (*deep gas*), którego złoża charakteryzują się relatywnie słabymi właściwościami zbiornikowymi i najprawdopodobniej są związane z pułapkami strukturalnymi i stratygraficznymi. W ciągu ostatnich trzech dziesięcioleci dokonano szeregu szacunków zasobów prognostycznych i perspektywicznych (nieodkrytego potencjału) gazu ziemnego występującego w złożach konwencjonalnych w basenie permskim oraz innych basenach naftowych Polski (Wołkowicz i in., 2011). Co ciekawe szacunki są coraz wyższe z dekady na dekadę, o rząd wielkości większe od analogicznych zasobów konwencjonalnych złóż gazu. Przedmiotem analiz były tam, przynajmniej w ostatnich latach, głównie prognozy występowania nieodkrytych złoża gazu z dużych głębokości, analogicznych do rozpoznanych, ale dotąd nieudokumentowanych, złóż w pułapkach konwencjonalnych – Siekierki–Trzek (Kiersnowski i in., 2010) i Pniewy. Szacunki te mogły też odnosić się częściowo do zasobów niekonwencjonalnych złóż gazu zamkniętego (Wójcicki i in., 2014).

Tab. 1. Orientacyjne zestawienie zasobów złóż gazu w Polsce (Wołkowicz i in., 2011; prezentacja PGNiG S.A. z konferencji Parlamentarnego Zespołu Surowców i Energii, 19.11.2013; raport PIG-PIB, 2012; Wójcicki i in., 2014; Szuflicki i in., 2015)
Table 1. A summary of natural gas resources in Poland (Wołkowicz et al., 2011; POGC presentation – The Conference of Parliamentary Group on Mineral Resources and Energy, 19.11.2013; PGI-NRI report, 2012; Wójcicki et al., 2014; Szuflicki et al., 2015)

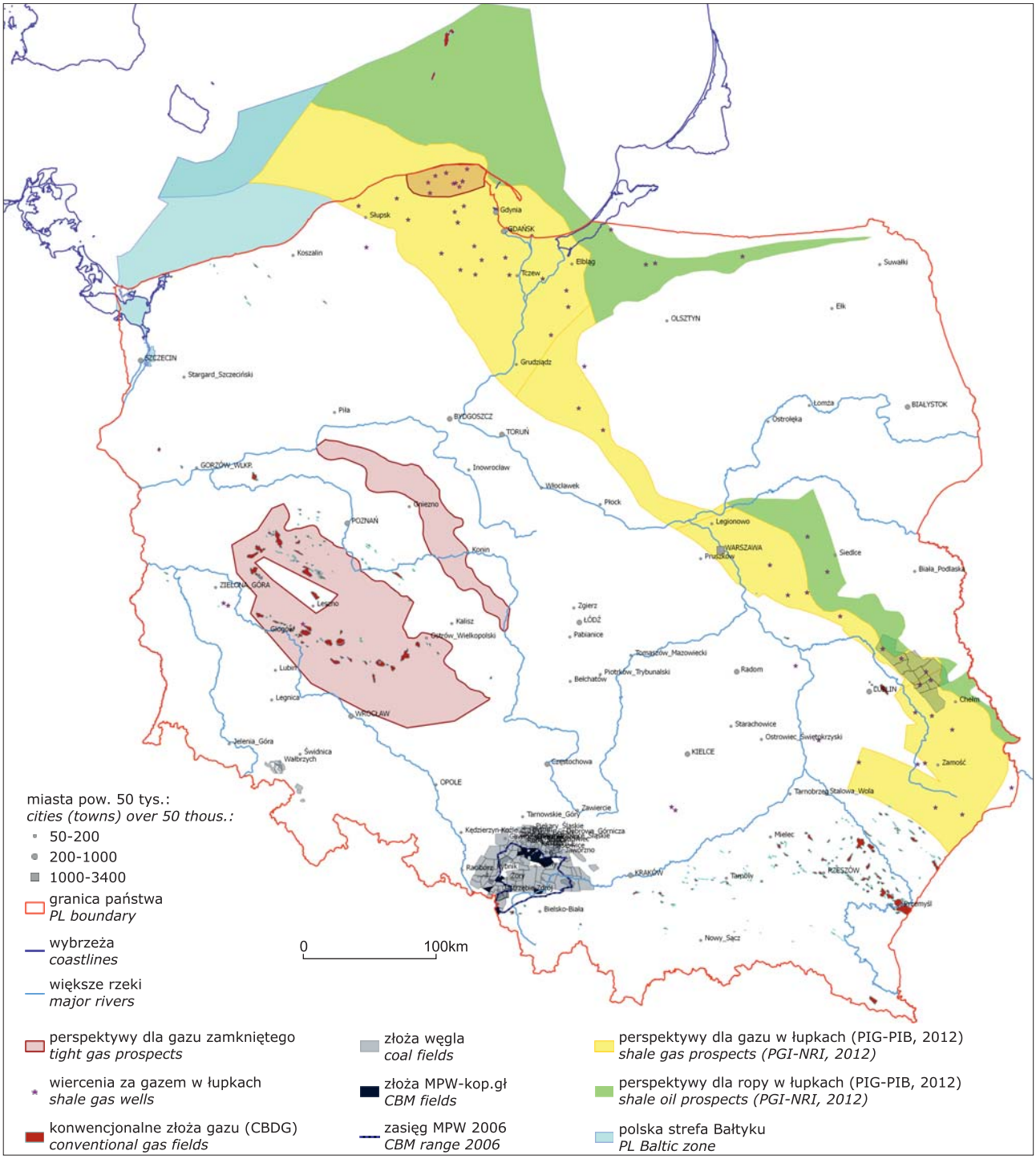
Zasoby złóż węglowodorów w Polsce ***Hydrocarbon resources in Poland***	**Gaz ziemny [mld m^3]** ***Natural gas [Bcm]***	
	Całkowita ilość gazu w złożu ***Gas in Place (GIP)***	**Zasoby wydobywalne** ***Technically Recoverable Resorces (TRR)***
Złoża konwencjonalne – udokumentowane *Conventional fields – proven*	**250**	**130**
Prognostyczne i perspektywiczne dla złóż konwencjonalnych – obszar lądowy *Undiscovered potential for conventional fields – onshore*	2297	*1150?*
Prognostyczne i perspektywiczne dla formacji łupkowych dolnego paleozoiku, wraz z obszarem szelfowym *Undiscovered potential for Lower Paleozoic shales, onshore and offshore*	*8000–11 000?*	768
Prognostyczne i perspektywiczne dla zwięzłych skał zbiornikowych (*tight reservoirs*) *Undiscovered potential for tight reservoirs*	1528–1995	153–200
Prognostyczne dla metanu pokładów węgla *Undiscovered potential for coalbed methane*	210	124
Udokumentowane dla metanu pokładów węgla *Proven coalbed methane*	**186**	**98**

BILANS ZASOBÓW GAZU W POLSCE – PRACE PAŃSTWOWEJ SŁUŻBY GEOLOGICZNEJ (PSG)

PSG prowadzi, obok prac obejmujących inwentaryzację zasobów kopalin w tym konwencjonalnych złóż gazu ziemnego w publikowanym corocznie Bilansie zasobów kopalin w Polsce, szereg projektów badawczych dotyczących oceny potencjału występowania niekonwencjonalnych złóż węglowodorów w Polsce.

Jednym z tych przedsięwzięć jest projekt badawczy „Szacowanie zasobów złóż węglowodorów – zadanie ciągłe PSG", realizowany na zlecenie Ministerstwa Środowiska i finansowany ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. W ramach projektu opracowano dotąd raport dotyczący zasobów prognostycznych i perspektywicznych gazu zamkniętego (*tight gas*) w wybranych zwięzłych formacjach zbiornikowych Polski, najbardziej perspektywicznych w świetle aktualnego stanu wiedzy i dostępnych informacji (Wójcicki i in., 2014). Obecnie trwają prace nad aktualizacją raportu PIG-PIB (2012) dotyczącego prognoz zasobów gazu i ropy w łupkach (*shale gas & oil*) w dolnopaleozoicznym basenie bałtycko-podlasko-lubelskim. Z dotąd otrzymanych wyników wypływa wniosek, że nie należy się spodziewać drastycznych różnic w stosunku do poprzedniego raportu (PIG-PIB, 2012), poza znanym z najnowszych publikacji (Makos, 2014; Spaw & Hlawa, 2014; Karcz & Goldbach, 2015) faktem, że obszar występowania złóż ropy w obrębie rozpatrywanego basenu jest nieco większy, a obszar perspektywiczny złóż gazu trochę mniejszy. Projekt obejmuje także przedstawienie udokumentowanych oraz prognostycznych i perspektywicznych zasobów konwencjonalnych złóż węglowodorów i metanu pokładów węgla. Docelowo, obok raportów tematycznych (jak raport *tight gas*; *shale gas & oil*) wynikiem projektu będzie przedstawienie lokalizacji i podstawowych parametrów dla wszystkich znanych złóż i obszarów perspektywicznych w formie interaktywnego atlasu dostępnego na stronie PIG-PIB (patrz ryc. 3).

W związku z powyższym w tabeli 1 przedstawiono bilans zasobów geologicznych dla wszystkich typów złóż gazu w Polsce, udokumentowanych oraz prognostycznych i perspektywicznych, zależnie od aktualnego stanu wiedzy. Zasoby wydobywalnych (bilansowych i pozabilansowych) dla złóż konwencjonalnych przyjęto za najnowszym bilansem złóż kopalin (Szuflicki i in., 2015), zaś całkowita ilość gazu w złożach GIP oraz zasoby prognostyczne i perspektywiczne dla złóż konwencjonalnych na lądzie (GIP) przyjęto za prezentacją PGNiG S.A. (2013). Zasoby (hipotetycznie) wydobywalne oszacowano, przyjmując hipotetyczny współczynnik wydobycia 50%. Za najbardziej wiarygodne oszacowanie (hipotetycznych = prognostycznych i perspektywicznych) zasobów wydobywalnych gazu z łupków przyjęto raport PIG-PIB (2012). Ponieważ raport ten nie obejmuje oszacowania zasobów GIP założono, że współczynnik wydobycia jest tu średnio taki jak dla



Ryc. 3. Złoża gazu i obszary perspektywiczne w Polsce
Fig. 3. Gas fields and prospective areas in Poland

„słabych" basenów łupkowych (EIA, 2013), tzn. 7–10%. Zasoby gazu zamkniętego podano za ostatnim raportem PIG-PIB (Wójcicki i in., 2014). Zasoby prognostyczne i udokumentowane metanu pokładów węgla podano odpowiednio za bilansem zasobów perspektywicznych (Wołkowicz i in., 2011) i najnowszym bilansem złóż kopalin (Szuflicki i in., 2015).

Aktualnie zasoby gazu w Polsce są udokumentowane jedynie w przypadku złóż konwencjonalnych i metanu pokładów węgla, zaś w przypadku pozostałych kategorii można mówić jedynie o szacunkach nieodkrytego potencjału, obarczonych znacznym błędem. Co ciekawe, zasoby wydobywalne – nieodkryty potencjał złóż konwencjonalnych (prawdopodobnie dotyczy to *deep gas*, czyli kategorii pośredniej, omówionej w poprzednim rozdziale) – odpowiadają prawdopodobnie nieodkrytemu potencjałowi dla złóż niekonwencjonalnych (tab. 1 – w obu przypadkach jest to ponad 1blm m^3).

Na rycinie 3 zestawiono lokalizację znanych konwencjonalnych złóż gazu i obszarów perspektywicznych. Na ogół złoża konwencjonalne występują w obrębie basenu permskiego (Polska zachodnia i północno-zachodnia),

obszaru Karpat i zapadliska przedkarpackiego oraz wschodniej części polskiej strefy ekonomicznej Bałtyku wraz z przyległym lądem, Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i Lubelszczyzny. Podobne perspektywy i ranking przyjmuje się dla nieodkrytego potencjału złóż konwencjonalnych (*deep gas*) (Wołkowicz i in., 2011). W przypadku złóż niekonwencjonalnych zaznaczono obszary perspektywiczne dla gazu zamkniętego (Wójcicki, 2014) oraz dla gazu i ropy z łupków za Raportem PIG-PIB (2012), który jest obecnie aktualizowany. Udokumentowane złoża i perspektywy dla metanu pokładów węgla występują w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, w mniejszym stopniu Lubelskim Zagłębiu Węglowym i marginalnym – Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym.

PODSUMOWANIE

Przekaz medialny utożsamia często słowa „gaz ziemny" z gazem z łupków. Należy podkreślić, że jest to jedno z szeregu typów złóż gazu, trudniejszych w eksploatacji niż złoża konwencjonalne. Co prawda bilans zasobów wydobywalnych udokumentowanych konwencjonalnych złóż gazu i metanu pokładów węgla dla Polski nie przedstawia się imponująco, w porównaniu z potentatami światowymi, to jednak nieodkryty potencjał różnych typów gazu to wartość najprawdopodobniej o rząd wielkości większa. Gaz z łupków jest w tym przypadku jednym z komponentów. Ponadto zasoby mogą zależeć od tego jak definiujemy złoże, tzn. jak głęboko możemy sięgać, żeby warto było eksploatować kopalinę, jak grube (czy cienkie) pokłady możemy eksploatować – trudno przewidzieć jaki będzie postęp technologiczny w zakresie technik wydobywczych za 10, 20 czy 30 lat. Stąd odpowiedź na pytanie „ile mamy gazu?" jest niejednoznaczna, można jedynie powiedzieć, że gaz mamy i będziemy go mieli coraz więcej.

Autor dziękuje Recenzentowi oraz Redaktorowi Naczelnemu Przeglądu Geologicznego za życzliwe uwagi dotyczące tekstu. Artykuł powstał w ramach projektu „Wsparcie działań informacyjnych i analityczno-wdrożeniowych nt. węglowodorów z formacji łupkowych na rzecz bezpieczeństwa energetycznego Polski i ochrony środowiska, w tym udziału społeczeństwa w procesie udzielania koncesji" finansowanego ze środków NFOŚiGW.

LITERATURA

EIA (U.S. Energy Information Administration) 2013 – Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States. June 2013. Washington DC.

HADRO J. 2010 – Strategia poszukiwań złóż gazu ziemnego w łupkach. Prz. Geol., 58 (3): 250–258.

KARCZ P. & GOLDBACH M. 2015 – Petroleum system modeling in the Baltic basin. In Tethys-Atlantic Interaction Along the European-Iberian-African Plate Boundaries – AAPG European Regional conference and exhibition.

KARNKOWSKI P. 1999 – Oil and gas deposits in Poland. GEOS, Kraków.

KIERSNOWSKI H., BUNIAK A., KUBERSKA M. & SROKOWSKA-OKOŃSKA A. 2010 – Występowanie gazu ziemnego zamkniętego w piaskowcach czerwonego spągowca Polski. Prz. Geol., 58 (4): 335–346.

KIERSNOWSKI H. & DYRKA I. 2013 – Potencjał złożowy ordowicko-sylurskich łupków gazonośnych w Polsce: omówienie dotychczasowych raportów i propozycje udoskonalenia metodyki oceny zasobów gazu w raporcie w 2014 r. Prz. Geol., 61 (6): 354–373.

MAKOS M. 2014 – Activities of PGNiG in exploration of unconventional hydrocarbon resources in Poland. Science for Industry: Necessity is the mother of invention: Third Networking Event dedicated to the Polish experience in the field of shale gas exploration, 25–27.06.2014. ING PAN, Warszawa.

NIEĆ M. 2014 – Podstawy metodyki poszukiwań, rozpoznawania i dokumentowania zasobów złóż w odniesieniu do złóż gazu ziemnego w łupkach gazonośnych. Prz. Geol., 62 (8): 403–413.

PGNiG S.A. 2013 – Potencjał zasobowy Polski w zakresie gazu i ropy naftowej z punktu widzenia działalności poszukiwawczej PGNiG S.A. Prezentacja PGNiG S.A. z konferencji Parlamentarnego Zespołu Surowców i Energii, 19.11.2013, Warszawa.

RAPORT PIG-PIB 2012 – Ocena zasobów wydobywalnych gazu ziemnego i ropy naftowej w formacjach łupkowych dolnego paleozoiku w Polsce (basen bałtycko-podlasko-lubelski), Raport pierwszy, 2012.

SPAW J.M. & HLAVA K.S. 2014 – Mudstone lithofacies evaluation for play fairway analysis: characterization of the Paleozoic shales of Poland. Search and Discovery Article #10674 (2014) Posted November 24, 2014.

SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.) 2015 – Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2014. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.

WOŁKOWICZ S., SMAKOWSKI T., SPECZIK S. (red.) 2011 – Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski wg stanu na 31 XII 2009. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.

WÓJCICKI A., KIERSNOWSKI H., DYRKA I., ADAMCZAK-BIAŁY T., BECKER A., GŁUSZYŃSKI A., JANAS M., KOZŁOWSKA A., KRZEMIŃSKI L., KUBERSKA M., PACZEŚNA J., PODHALAŃSKA T., ROMAN M., SKOWROŃSKI L. & WAKSMUNDZKA M.I. 2014 – Prognostyczne zasoby gazu ziemnego w wybranych zwięzłych skałach zbiornikowych Polski. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Badaw., Warszawa.