

darczego na skalę światową. Należy przy tym pamiętać, że bezpieczeństwo ekonomiczne jest powiązane z takimi czynnikami jak bezpieczeństwo militarne, energetyczne, gazowe, paliwowe itd., i które ma ogromny wpływ na prawidłowe funkcjonowanie gospodarki i jej prawidłowy rozwój.

REFERENCES

- Barcik J., (2008) Europejska Polityka Bezpieczeństwa i Obrony, Aspekty prawne i polityczne, Bydgoszcz-Katowice.
- Koziej S., (2010) Wstęp do Teorii i Historii Bezpieczeństwa, Warszawa, (skrypt internetowy) na www.koziej.pl dostęp: 10.08.2013.
- Niedziółka I., (2012) Bezpieczeństwo konsumentów europejskich w świetle działania Europejskich Centrów Konsumentkich, [w:] Journal of Modern Science 2/13/2012, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide De Gasperi w Józefowie.
- Oleksiuk A., Vashchenko M., (2010) Międzynarodowe stosunki ekonomiczne. Gospodarcze wyzwania XXI wieku, Wydawnictwo Key Text Warszawa.
- Sitek B., (2009) Bezpieczeństwo prawne. Nowy poziom bezpieczeństwa narodowego, [w:] Bezpieczeństwo wewnętrzne Rzeczypospolitej Polskiej na tle innych państw Unii Europejskiej. Stan obecny oraz perspektywy zmian, Józefów.
- Sitek M., (1997) Problemy ekologii w polityce prawnej i prawie Wspólnoty Europejskiej. Wkład do europejskiej kultury prawnej, Toruń.
- Sitek, M. (2008) Bezpieczeństwo żywności w świetle polityki Unii Europejskiej, [w:] Zarządzanie bezpieczeństwem w Unii Europejskiej wobec globalnych zagrożeń, Józefów.
- Szejeniuk A., (2012) Kontrola instrumentem bezpieczeństwa”. Journal of Modern Science – nr 2/13/2012.
- Żukrowska K., (2011) Bezpieczeństwo ekonomiczne, [w] Problemy współczesnego wymiaru bezpieczeństwa, Instytut Lecha Wałęsy, Warszawa.

PERSPECTIVE OF SHALE GAS EXTRACTION ON THE TERRITORY OF REPUBLIC OF POLAND ON THE BASIS OF PRACTICE OF THE EUROPEAN COUNTRIES AND THE USA
PERSPEKTYWA WYDOBYCIA GAZU ŁUPKOWEGO NA TERYTORIUM RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ NA PODSTAWIE PRAKTYKI KRAJÓW EUROPEJSKICH I STANÓW ZJEDNOCZONYCH

Wojciech Niklas

Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej
im. Alcide De Gasperi w Józefowie
wojtekniklas@gmail.com

ABSTRACTS

Growing demand for the gas, and the depletion of conventional gas resources have contributed to the growing interest in unconventional gas, and the rapid development of modern technology has allowed access to such resources of gas, which was once a mining unprofitable. In the United States shale gas sector boomed, leading to an extremely profound changes taking place in the energy market . At the beginning of the twenty-first century gas from shale accounted for only one percent of the supply of gas, its share is now almost twenty percent and still growing. Many experts on the topic analyzed claims that shale boom may be potworzyć on Polish territory, where, according to preliminary analyzes can be about 30 % of European shale deposits . Polish government recognizes the extraction of gas from shale as a unique chance to boost the economy and increase the level of Polish energy security. Strategic decisions in this regard must , however, be preceded by performing accurate analyzes in terms of benefits and costs. Start the extraction of shale on a commercial scale requires, inter alia, the availability of adequate for this purpose land for drilling, significant water resources and energy that are necessary to conduct this kind of work, availability of infrastructure that will enable transportation of extracted raw materials, as well as the appropriate market outlets.

Rosnące zapotrzebowanie dotyczące gazu oraz wyczerpywania się zasobów gazu konwencjonalnego przyczyniły się do wzrostu zainteresowania niekonwencjonalnymi złożami gazu, natomiast szybki rozwój nowocze-

snych technologii pozwolił na dostęp do takich zasobów gazu, których wydobywanie niegdyś było nieopłacalne. W Stanach Zjednoczonych rozkwitł sektor gazu łupkowego, co doprowadziło do niezwykle głębokich przemian zachodzących na rynku energetycznym. Na początku dwudziestego pierwszego wieku gaz pochodzący z łupków stanowił zaledwie jeden procent podaży gazu, obecnie jego udział stanowi już niemal 20% i wciąż rośnie. Wielu ekspertów z zakresu analizowanego tematu twierdzi, że łupkowy boom może się potworzyć na terenie Polski, gdzie zgodnie z wstępnymi analizami znajdować się może około 30% europejskich złóż łupków. Polski rząd uznaje wydobywanie gazu pochodzącego z łupków jako swoistą szansę na zdynamizowanie gospodarki oraz podniesienie poziomu bezpieczeństwa energetycznego Polski. Strategiczne decyzje w tym zakresie muszą być jednakże poprzedzone wykonaniem rzetelnych analiz pod względem korzyści i kosztów. Rozpoczęcie wydobywania z łupków na skalę przemysłową wymaga między innymi udostępnienia odpowiednich do tego celu terenów pod odwierty, znaczne zasoby wody oraz energii, które są niezbędne do prowadzenia tego rodzaju prac, dostępności infrastruktury, która umożliwi transport wydobywanego surowca, a także odpowiedniego rynku zbytu.

KEY WORDS:

Gas, geology, shale gas, technology, environment

Gaz, geologia, gaz łupkowy, technologia, środowisko

GAZ ŁUPKOWY – ZAGADNIENIA WPROWADZAJĄCE

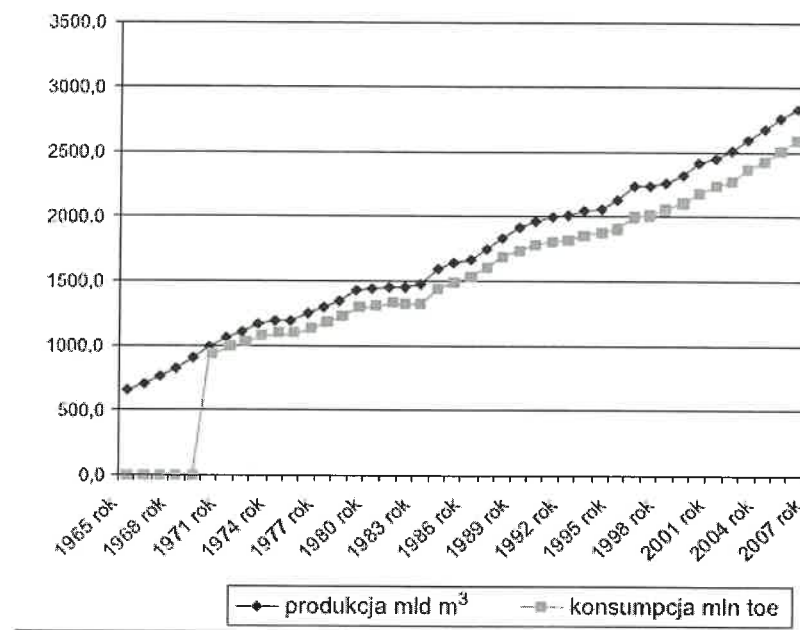
Gaz ziemny stanowi surowiec mineralny, które występuje w skorupie ziemskiej jak złoża. Stanowi ono naturalne paliwo, mieszaninę gazów oraz par. Jego głównym składnikiem jest metan, a także inne gazy palne oraz związki niepalne. Skład gazu zależy od miejsca jego występowania oraz technologii zgazowywania. W efekcie różnych procesów chemicznych, w tym (Lechtenbohmer, S., 2011, s. 12):

- Technologicznego wzbogacenia gazu ziemnego, które polega na wyeliminowaniu z jego składu cząstek stałych, pary wodnej, związków siarki, a także innych substancji niepożądanych:
- Proces zamiany gazu w LNG.

Skład gazu podlega wówczas zmianom, a końcowy produkt stanowi gaz ziemny, który jest przystosowany do transportu siecią gazociągów bądź

tankowcami oraz do użytkowania w różnorodnych urządzeniach oraz procesach przemysłowych. Złoża gazów ziemnych często znajdują się razem ze złożami ropy naftowej – taka forma gazu nazywana jest gazem mokrym. Gaz ziemny może także występować w złożach czysto gazowych, które są naturalnymi zbiornikami i wówczas określa się je mianem gazu suchego (Lechtenbohmer, S., 2011, s. 14). Początków wykorzystywania gazu ziemnego upatrywać można w dziewiętnastym wieku. Pierwotnie wykorzystywano go celem oświetlenia pomieszczeń oraz ulic. Jego właściwości wpłynęły na jego późniejsze zastosowanie jako paliwa energetycznego, po czym jako surowca w produkcji przemysłowej. Największy wzrost zainteresowania gazem tego rodzaju miały miejsce w drugiej połowie dwudziestego wieku, co miało niebagatelny wpływ na intensywny proces rozwoju gospodarczego państw leżących na terenie Europy Zachodniej oraz Stanów Zjednoczonych. Wzrost popytu na gaz ziemny miał miejsce również w czasie kryzysu energetycznego w latach siedemdziesiątych dwudziestego wieku.

Rysunek 1. Światowa produkcja i konsumpcja gazu ziemnego



Źródło: Opracowanie na podstawie danych BP: pozyskano (20.05.2012) z www.bp.com

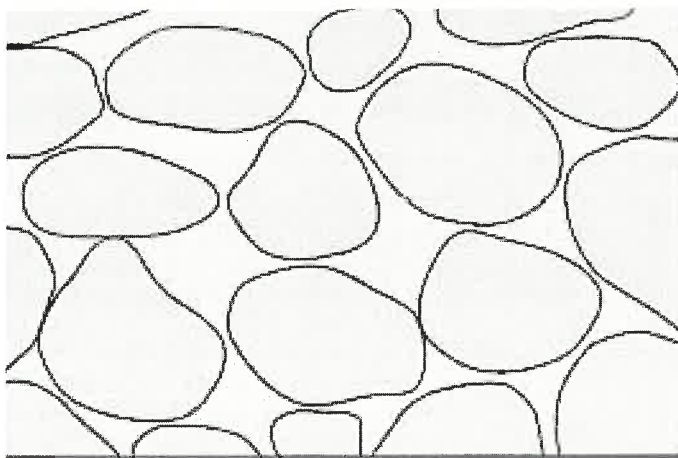
Dzisiaj gaz ziemny jest stosowany między innymi w (Niedziółka, D., 2010, s. 176):

- rolnictwie,
- ogrzewnictwie,
- klimatyzacji,
- energetyce,
- przemyśle chemicznym,
- przemyśle spożywczym,
- hutnictwie.

Przewiduje się, że w najbliższych latach zapotrzebowanie na gaz ziemny będzie rosło.

Konwencjonalne złoża gazu ziemnego migrują w skałach oraz gromadzą się na obszarach relatywnie łatwo eksploatowanych, z kolei gaz łupkowy występuje w zamkniętych strukturach skalnych.

Rysunek 2. Konwencjonalne złożo gazu ziemnego



Źródło: (Lechtenbohmer, S., 2011, s. 15)

Geologiczne formacje węglowodorowe powstają w ściśle określonych warunkach, które pochodzą z ograniczonych związków znajdujących się w osadach morskich. Standardowa ropa oraz gaz tworzyły się w efekcie

termiczno-chemicznego rozkładu materii organicznej, która znajduje się w skałach osadowych, inaczej zwanych skałami macierzystymi. W miarę zapadania się pod innymi skałami formacje tego rodzaju ulegały stopniowemu ogrzewaniu – średnio około 30 stopni na jeden kilometr – materia organiczna rozkładała się na ropę wraz z osiągnięciem temperatury około 60 stopni C, po czym na gaz. Głębokość, temperatura oraz czas wystawiania na ekspozycję stanowiły o stopniu rozkładu (Lechtenbohmer, S., 2011, s. 15)

Zależnie od formacji geologicznej, powstałe tam węglowodory płynne bądź gazowe były uwalniane ze skał macierzystych, po czym przesuwaly się w górę do porowatej oraz przepuszczalnej warstwy, ta natomiast musiała znajdować się pod skałami nieprzepuszczalnymi, czyli uszczelnianiem, aby móc pozwolić im na nagromadzenie węglowodoru. Taki nagromadzony węglowodór tworzył następnie złoża konwencjonalnej ropy oraz konwencjonalnych gazów. Stosunkowo wysoka zawartość ropy, położenie w odpowiedniej odległości równej kilku kilometrów od powierzchni, a także stosunkowo łatwy dostęp na lądzie powodują, że łatwo jest je wydobywać metodą odwiertową.

Złoża węglowodorów, które znajdują się również w skałach zbiornikowych z niewielką porowatością oraz przepuszczalnością, nazywa się ropą zamkniętą bądź gazem zamkniętym. Węglowodory mogą być także zgazynowane w znacznie większych ilościach w skałach nie będących skałami zbiornikowymi. Są to łupki lub też inne bardzo drobnoziarniste skały oraz wyjątkowo małe pory.

Nie można wprowadzić wyraźnego podziału pomiędzy konwencjonalnymi oraz niekonwencjonalnymi złożami gazu bądź ropy. Trudno jest również wyznaczyć granice pomiędzy produkcją gazu konwencjonalnego a ropy konwencjonalnej pochodzącej ze złóż mających wysoką zawartość zamkniętego gazu, o dużej porowatości oraz przepuszczalności (Lechtenbohmer, S., 2011, s. 16).

ZASOBY GAZU ŁUPKOWEGO W POLSCE I W EUROPIE

Wielkość złóż gazu łupkowego na terenie Polski szacuje się na 1,5 bln m³ nawet do 3 bln m³. Taka ocena została dokonana przez amerykańskie firmy konsultingowe na podstawie przeprowadzonego porównania warunków geologicznych polskich oraz amerykańskich. Jest to bardzo dużo przede wszystkim z uwagi na polskie zasoby gazu konwencjonalnego. Jednakże te wielkości będą mogły zostać potwierdzone najwcześniej dopiero

za kilka lat, po przeprowadzeniu licznych odwiertów oraz badań geologicznych. Obecnie Polska znajduje się w grupie najbardziej perspektywicznych państwa świata, dlatego też można odczuć silne zainteresowanie firm amerykańskich poszukiwaniami tutaj gazu łupkowego.

Rysunek 3. Obszary poszukiwań w Polsce gazu konwencjonalnego i niekonwencjonalnego.



Źródło: (Grzeszczak, A., 2010, 22 maja)

W Polsce – na razie za pośrednictwem Ministra Środowisk – wydanych zostało 58 koncesji na poszukiwanie takiego rodzaju złóż. Poza Lane Energy koncesje przyznano:

- Exxon Mobil,

- Chevron,
- Maraton,
- Polskiemu Górnictwu Naftowemu,
- Gazownictwu,
- PKN Orlen (Niedziółka, D., 2010, s. 176).

Pierwsze odwierty miały miejsce w Polsce w czerwcu 2010 roku i zostały przeprowadzone przez Lane Energy, kanadyjską firmę poszukiwawczo-wydobywczą w okolicach wsi Łeba. Z kolei amerykański koncern Conoco Phillips zamierzał w 2010 roku rozpocząć pod Gdańskiem kolejne odwierty, które miały być wykonywane w zakresie programu wydobycia gazu łupkowego, a jesienią tego samego roku PGNiG podjął prace przede wszystkim w rejonie Lubelszczyzny, Mazowsza, Pomorza oraz na Dolnym Śląsku (Łakoma, A., 2010, 10 czerwca, ss. 2-5).

Z uwagi na bardzo wysokie koszty prowadzenia odwiertów oraz konieczność wykorzystywania odpowiednich technologii rodzime firmy są zmuszone wchodzić w aliansy strategiczne z ogromnymi koncernami naftowo-gazowymi, celem wspólnego inwestowania w poszukiwanie oraz wydobywanie surowca na terenie Polski.

Tabela 1. Technicznie wydobywane zasoby gazu łupkowego w Europie według oceny EIA

	Technicznie wydobywalne zasoby gazu łupkowego (bln m ³)
Dania	0,65
Francja	5,09
Holandia	0,48
Litwa	0,11
Niemcy	0,23
Norwegia	2,35

Polska	5,29
Szwecja	1,16
Turcja	0,42
Ukraina	1,19
Wielka Brytania	0,57
Inne	0,54

Źródło: (EIA, 2012, s. 1) U.S. Energy Information Administration Report on World Gas Resources, Pozyskano (28.02.2013) z www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas

Choć wstępne sygnały są pozytywne, jest jeszcze za wcześnie na to, by mówić o udokumentowanych złożach gazu łupkowego. Dlatego Ministerstwo Środowiska wstrzymuje się z przedstawieniem własnych szacunków tych zasobów zaznaczając, że na wiarygodne dane trzeba poczekać do czasu wykonania wierceń przewidzianych udzielonymi koncesjami poszukiwawczymi. Proces zbierania tych danych może potrwać nawet kilka lat. Natomiast do końca bieżącego roku studium poświęcone oszacowaniu potencjalnych krajowych zasobów gazu łupkowego ma przygotować Państwowy Instytut Geologiczny. Na razie można jedynie w przybliżeniu zidentyfikować strefę występowania paleozoicznych łupków, w których mogą znajdować się złoża gazu. Trzy najważniejsze regiony gazonośne to: bałtycki (sięgający aż do Warszawy), lubelski i podlaski (Niedziółka, D., 2010, s. 179).

Rysunek 4. Rozmieszczenie zasobów gazu łupkowego na terenie Europy



Źródło: (Zasoby gazu i ropy ze złóż niekonwencjonalnych – Zarys stanu prac poszukiwawczo-wydobywczych, perspektywy rozwoju i możliwe implikacje międzynarodowe, sierpień/wrzesień 2012, s. 5, Pozyskano (28.02.2013) <http://www.msz.gov.pl>)

Prawdopodobny wzrost wielkości wydobycia gazu pochodzących z globalnych niekonwencjonalnych źródeł może w sposób bezpośredni oraz pośredni wpłynąć na europejski rynek gazu. Prawdopodobne rozpoczęcie procesu wydobywania europejskich zasobów gazu pochodzących z łupków na skalę przemysłową może niemal całkowicie zmienić ramy dla polityki energetycznej zarówno całej Europy, jak i poszczególnych krajów. (Zasoby gazu i ropy ze złóż niekonwencjonalnych, sierpień/wrzesień 2012, s. 5, Pozyskano (28.02.2013) <http://www.msz.gov.pl>)

Niedawno opublikowany raport Cambridge Energy Research Associates szacuje złoża gazu łupkowego na poziomie 173 bilionów m³. Łatwo zatem stwierdzić, że dzięki temu zostałyby rozwiązane problemy w zakresie bezpieczeństwa energetycznego starego kontynentu. Potrzebne jest jedynie rozwinięcie proces wydobywania własnych złóż, aby państwa człon-

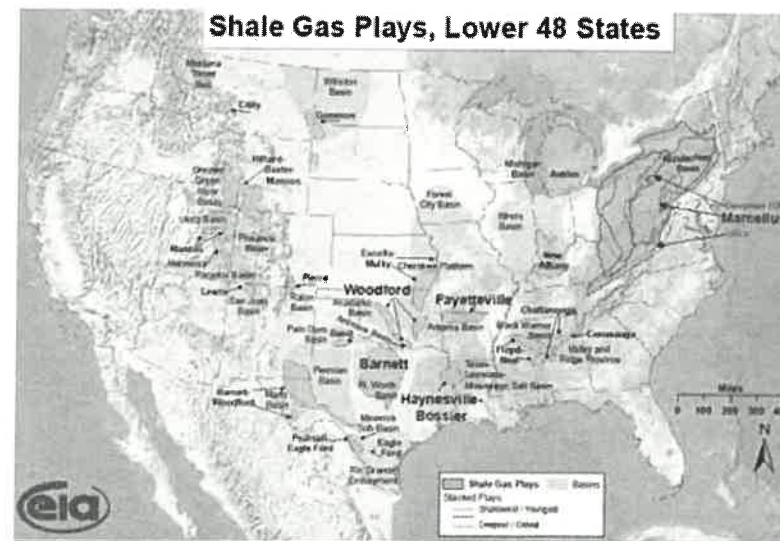
kowskie UE mogły cieszyć się niekończącymi się dostawami gazu. Problemy dotyczące zależności energetycznej od Gazpromu, przerwy w zakresie dostaw gazu, a także jego wysokie ceny przestaną być kłopotliwe. W rzeczywistości trzeba jednak pohamować entuzjazm. Głównie dlatego, że wysokie dane związane z wydobyciem i zasobami gazu dotyczą zasobów łupków, nie gotowych już komercyjnych złóż, które można szacować na dużo mniejsze. Jednakże możliwości wydobywania zaledwie jednej dziesiątej szacowanych zasobów, stanowiłyby dla Unii ogromny wkład w proces zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Po drugie, wymienić należy znaczącą ilość przeszkód, o naturze innej niż geologiczna, które związane są ze skalą usług w zakresie sektora budowlanego, a które są niezbędne do rozwijania wydobywania gazu łupkowego, aż po licencjonowanie wydobycia, jego koszty, a także zagadnienia związanych z ochroną środowiska (Riley, A., 2011, s. 89).

WYDOBYCIE GAZU ŁUPKOWEGO W USA

Stany Zjednoczone stały się liderem w produkcji alternatywnych źródeł energii, a gaz z łupków całkowicie zrewolucjonizował rynek gazowy w Stanach Zjednoczonych i na świecie. W roku 2009 Stany Zjednoczone stały się największym światowym producentem – gaz ziemny stanowi około 50% produkcji, przy czym tightgas stanowi około 27%, a shalegas około 10% całkowitej produkcji gazu ziemnego, a coalbedmethane 9%. Do 2020 roku udział gazu niekonwencjonalnego ma wzrosnąć do 64% (ENERDYNAMICS, 2007, s. 1). W 1996 roku udział gazu łupkowego wynosił zaledwie 1,6% całkowitej produkcji gazu, ale w 2006 roku już 5,9% (APG, 2008, s. 1).

W 2009 roku produkcja ze źródeł shale gas wynosiła 57,25 mld m³, co dało ponad 70% wzrostu w stosunku do roku poprzedniego. Stany Zjednoczone nie stały się jeszcze w pełni samowystarczalne w zakresie zaspokojenia zapotrzebowania na gaz ziemny, jednak dzięki technologii shalegas znacznie ograniczyły import LNG. Amerykańskie zasoby gazu z łupków przy bieżącym poziomie konsumpcji wystarczyłyby na najbliższe 116 lat. Największe wydobywanie gazu niekonwencjonalnego odbywa się w Teksasie, ale także w Oklahomie, Alabamie, Kolorado i Arkansas (Olechowski, J., 2010, 9 kwietnia, ss. 1-5).

Rysunek 5. Produkcja gazu ziemnego ze źródeł, USA



Źródło: (ENERDYNAMICS, 2007, ss. 1-10).

Zmiany te niosą istotne implikacje o zasięgu globalnym dla światowych producentów gazu ziemnego. W przyszłości zwiększenie udziału gazu ziemnego kosztem ropy naftowej w światowej gospodarce może osłabić zyski i pozycje krajów OPEC na arenie międzynarodowej.

Obawy już rosną wśród czołowych producentów i eksporterów. Na przykład rosyjski GAZPROM przyznał, że wzrost wydobycia gazu z niekonwencjonalnych złóż w Stanach Zjednoczonych może radykalnie zmienić cały światowy rynek gazowy. Tym bardziej, że podobną do amerykańskiej budowę geologiczną umożliwiającą produkcję gazu łupkowego mają i inne państwa, takie jak Chiny, czy Australia. Stany Zjednoczone i Chiny już w listopadzie 2009 roku ogłosiły pakiet wspólnych działań w tym zakresie. Prezydent Barack Obama zgodził się udostępnić technologię wydobycia gazu łupkowego. Stany Zjednoczone zwróciły się również do kilkunastu krajów z propozycją oszacowania ich zasobów gazu łupkowego (CIEA, 2010, s. 1). W ten sposób Amerykanie zabezpieczyliby interesy krajowych koncernów, które dysponują odpowiednią technologią pozwalającą na wydobycie gazu łupkowego na skalę przemysłową (FORSAL, 2010, 3 lipca, s. 1).

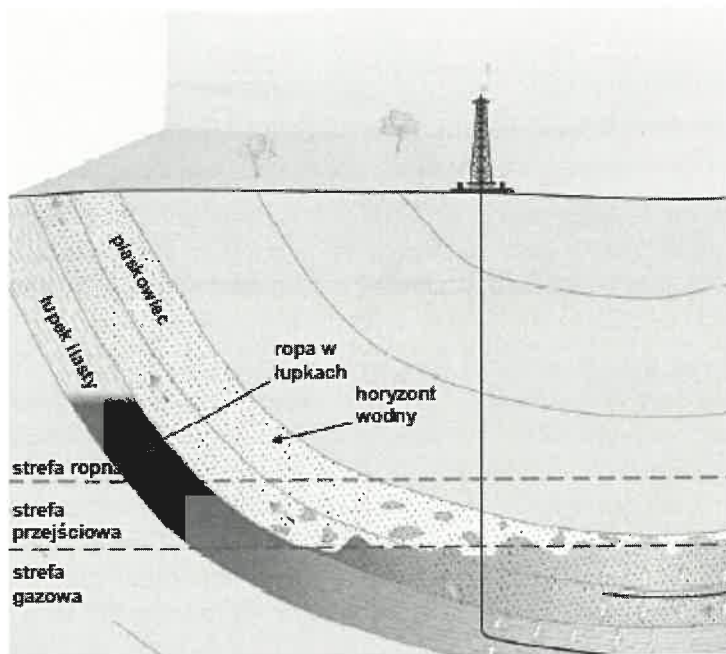
WYDOBYCIE GAZU ŁUPKOWEGO W POLSCE

Rozwój form wydobywania gazu łupkowego jest możliwy dzięki bardzo innowacyjnym technologiom eksploatacyjnym. Wykorzystanie na szerszą skalę odwiertów poziomych, a także udoskonalenie technologii z zakresie szczelinowania hydraulicznego pozwoliły na udostępnienie na skalę przemysłową złóż surowca, który jest uwięziony w skałach macierzystych.

Wymienić można kilka technologii wydobywania gazu łupkowego, w tym (Krawiec, J., 2010, s. 17):

- wykonywania odwiertów poziomych,
- szczelinowania hydraulicznego.

Rysunek 6. Schemat odwiertu poziomego



Źródło: (Krawiec, J., 2010, s. 17)

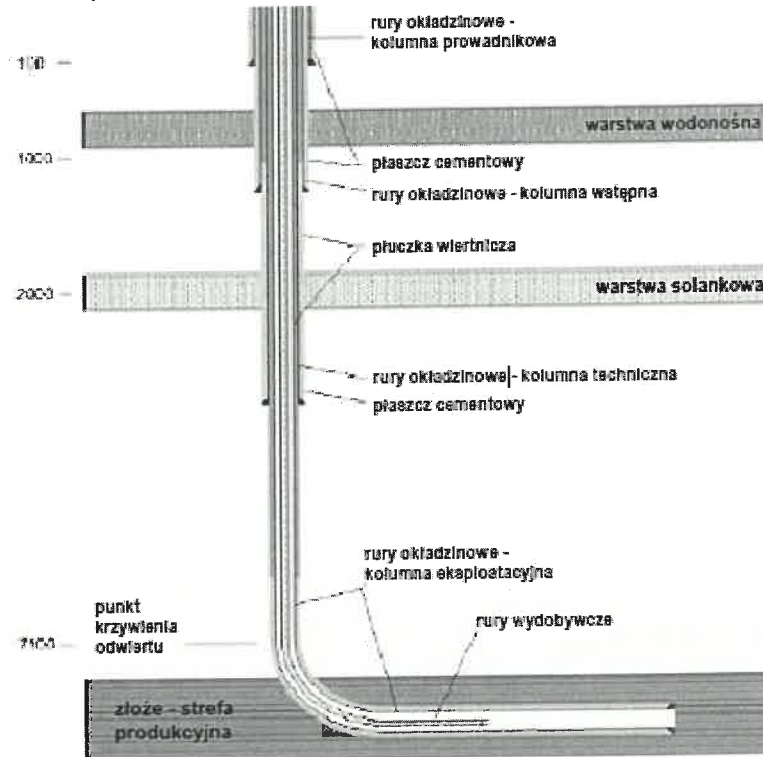
Pierwsze z nich jeszcze dwadzieścia lat temu uznawano za bardzo duży wyczyn techniczny. W połowie lat dziewięćdziesiątych zaczęto je stosować w celu zwiększenia wydobycia z standardowych złóż gazu oraz ropy, co miało wpływ na masowe rozpowszechnienie oraz udoskonalenie tego rodzaju technologii.

Technika odwiertu poziomego polega przede wszystkim na początkowym odwierceniu pionowych otworów wiertniczych, po czym po osiągnięciu odpowiedniego poziomu głębokości, skrzywieniu oraz stopniowym przejściu do odcinków poziomych, aby przewiercić docelową warstwę skalną także na odległość od jednego aż do więcej niż trzech kilometrów od pionowego szybu. Ściany otworów zostają następnie zamurowywane, natomiast rury cementowane w przestrzeniach pomiędzy rurami a przewiercanymi skałami, w celu uzyskania stabilności i wytrzymałości otworów, a także po to, by móc odizolować otwór od kontaktów z warstwami wodonośnymi czy też warstwami, które zawierają inne niepożądane kopaliny (Krawiec, J., 2010, s. 19).

Środowisko przedmiotowe bardzo szybko zorientowało się jednak, że odwiert poziomy – dzięki możliwościom czerpania z o wiele większych przestrzeni złoża w stosunku do tradycyjnych odwiertów pionowych – znajdują zastosowanie także w eksploatacji ciemnych łupków, których wydobywanie uważano wcześniej za zupełnie nieopłacalne. Dzisiaj technologia pozwala na pionowe wiercenie na głębokość większą niż siedem kilometrów, a także na odcinki poziome, które przekraczają trzy kilometry. Rekord w tym zakresie pobił MaerskOil, wynosił on około 11 kilometrów (Krawiec J., 2010, s. 20).

Odwierty poziome pozwalają na znacznie bardziej efektywne eksploataowanie udokumentowanych zasobów poza otworem pionowym. Osiem otworów poziomych, które rozchodzą się z jednej lokalizacji umożliwiających dostęp do złoża w zakresie klasycznej eksploatacji wymagałyby odwiercenia szesnastu otworów pionowych. Należy natomiast w tym miejscu zauważyć, że z uwagi na bardzo niską przepuszczalność skał ilaro-łupkowych, odwierty tego rodzaju muszą być wykonywane z znacznie większym zagęszczeniem na powierzchni niż w zakresie eksploatacji złóż gazu konwencjonalnego. Standardowe rozmieszczenie otworów tego rodzaju na jednostkę powierzchni kształtuje się w zakresie 4-8 na 2,6 km (NETL, 2009, kwiecień, ss. 2-20; por. Breński i Oleksiuk, 2008).

Rysunek 7. Schemat zarurowania otworu wiertniczego

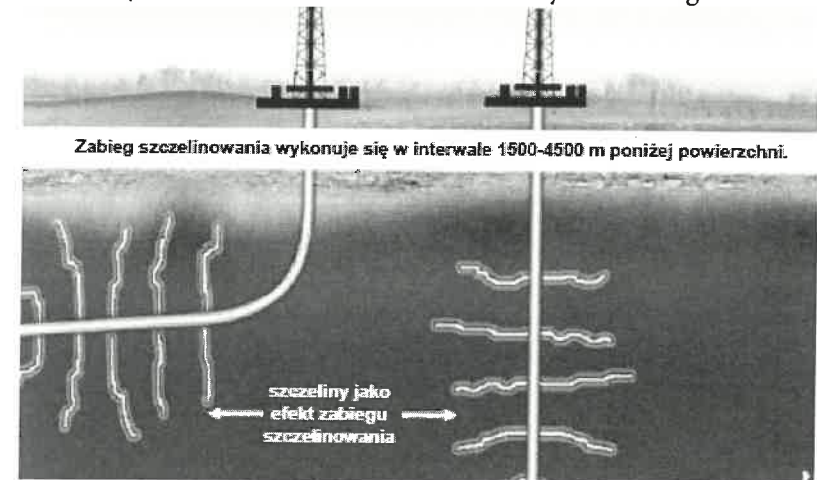


Źródło: (Krawiec J., 2010, ss. 5-7)

Średnie koszty wykonania jednego otworu pionowego na głębokość jednego kilometra razem z uzbrojeniem na rynku USA kształtuje się na poziomie około 0,8 mln dolarów, z kolei wiercenie otworu poziomego do jednego kilometra to koszt rzędu 2,5 miliona dolarów. Sama omawiana technologia nie jest wystarczająca do efektywnej eksploatacji niekonwencjonalnych złóż gazu. Aby umożliwić wydobycie surowca na znacznie większą skalę, powinna być wykonana w odcinku poziomym otworu wiertniczego sieć sztucznych szczelin, a następnym krokiem powinno być wypełnienie ich piaskiem z odpowiednią granulacją, by w ten sposób stworzyć nowe drogi komunikacji. Taki efekt jest możliwy dzięki wykorzystaniu technologii szczelinowania hydraulicznego (NETL, 2009, kwiecień, ss. 2-20).

W 1981 roku inżynier G.T. Mitchell eksperymentował z różnorodnymi metodami związanymi z pozyskiwaniem gazu ziemnego z łupków. On jako pierwszy postanowił wykorzystać omawianą metodę, która polegała na włoczeniu pod wysokim ciśnieniem płynu szczelinującego do zdefiniowanych odcinków otworów wiertniczych celem tworzenia oraz powiększania istniejących już szczelin w strukturach skał łupkowych. Powyższa technologia była opatentowana przez jego firmę Mitchell Energy&Development z końcem lat dziewięćdziesiątych, która w roku 2002 roku została przejęta przez Devon Energy (Pozyskano (28.02.2013), z www.devonenergy.com).

Rysunek 8. Schemat szczelinowania hydraulicznego



Źródło: Krawiec, J., 2010, s. 22)

Nowoczesna metoda szczelinowania hydraulicznego stanowi całkowicie kontrolowany proces, przetestowany w laboratoriach oraz na dziesiątkach tysięcy otworów, który jest oparty na wiedzy naukowców oraz praktyków. Stanowi on jednak dosyć kosztowny zabieg – może sięgać aż ¼ kosztów wykonywania odwiartu. W podstawowych wersjach do otworów tłoczony jest tak zwany płyn szczelinujący wprowadzany pod ciśnieniem, które dochodzi aż do 600 barów. Gdy w danej strefie wytworzona jest już odpowiednia ilość szczelin, tłoczy się razem z wodą piasek o odpowiednim poziomie granulacji, wciskany w wytworzone wcześniej szczeliny oraz uniemożliwia się ich zamknięcie, tworząc tym samym drogi komunika-

cji dla gazów dopływających do otworu. Rozróżnić można bardzo dużą liczbę wariantów zabiegów szczelinowania. Do płynów szczelinujących, które charakteryzują się regulowanymi parametrami lepkości, wilgotności, ciężaru właściwego, dodawane są w niewielkich ilościach substancje chemiczne, które umożliwią poprawne wykonanie danego zabiegu. Jako materiałem podsadzkowym, zamiast piasku, stosuje się także materiały o pochodzeniu (Krawiec, J., 2010, s. 20):

- ceramicznym,
- metalowym,
- plastikowe kulki,
- płyny polimerowe.

Jakość wykonywania szczelin kontrolowana jest poprzez metody mikrosejsmiki otworowej. Głównie jednak przed podejmowaniem kosztownych prac badane są próbki skał, celem określenia ich własności geomechanicznych oraz naprężeń w górotworze. Pod odpowiednim kątem dobierane są płyny, ciśnienie oraz czas trwania konkretnych etapów zabiegu szczelinowania, natomiast cały zabieg jest wcześniej symulowany cyfrowo. Etapy laboratoryjne są niestety bardzo żmudne oraz kosztowne, jednakże przynoszą efekty – w łupkach uzyskuje się precyzyjnie rozłożenie, koncentryczne strefy poszczególnych spękań o promieniu aż 900 metrów (Rutkowski, M., 2009, 24 lutego, s. 1).

Gdy proces zostaje zakończony, z otworu odbierany jest płyn szczelinujący oraz wykonywany zostaje test produkcyjny. Poza gazem ziemnym z odwiertu przez jakiś czas pobiera się także płyn poreakcyjny, który jest wynikiem zabiegu szczelinowania. Kolejnym aspektem jest wykorzystywanie wody do procesu szczelinowania hydraulicznego – do jednego z otworów w czasie szczelinowania wtłaczane jest od 7,5 do 11 m³ mln litrów wody, a także około 450-680 ton piasku (Arthur, D., Bohm, B., Coughlin, B. i Layne, M., 2010, ss. 1-10).

Zasoby wody, jakie są niezbędne w czasie pozyskiwania gazu łupkowego, przechowuje się przeważnie w sztucznie stworzonych zbiornikach bądź w zbiornikach mobilnych, które są zlokalizowane blisko otworu wiertniczego, z którym są połączone w czasie zabiegu. W celu wcześniejszego pozyskania wody, drąży się miejscowo studnie bądź woda jest dowożona ze źródła. Całość takiej instalacji tworzy obieg zamknięty, w zakresie którego woda na bieżąco poddawana jest odpowiednim procesom oczyszczania oraz wykorzystywana do różnych funkcji w czasie wiercenia otworów oraz

szczelinowania hydraulicznego w zakresie otworów wykonywanych w takiej samej czy innej lokalizacji. Cześć może także być używana w innych rodzajach procesach wydobywczych (Arthur, D., Bohm, B., Coughlin, B. i Layne, M., 2010, ss. 12-19).

KOSZTY DOWIERCANIA I EKSPLOATACJI ORAZ MOŻLIWOŚCI ICH OPTYMALIZACJI

Dotychczas przeprowadzone ilościowe doświadczenia płynące z pozyskiwania gazu ziemnego z amerykańskich basenów łupkowych pozwalają stwierdzić i opowiedzieć się za przyjęciem średniej wartości szacowanych całkowitych kosztów wydobycia z pojedynczych odwiertów w warunkach polskich basenów wielkości kilkunastu milionów m³ gazu w czasie jego całkowitego życia. Stanowi to wartość ponad dziesięć razy niższą niż ogólne wydobycie z pojedynczych odwiertów pochodzących ze złóż typu konwencjonalnego w warunkach polskich. Jako porównanie należy podać, że całościowe wydobycie z otworu dla złóż konwencjonalnych na terenie Polski zazwyczaj przekracza wielkości rzędu 100-150 mln m³ gazu (Raport na temat uwarunkowania rozwoju wydobycia gazu z polskich formacji łupkowych (FE, 2012, 29 listopada, s. 1)

Przyjmowanie jak najbardziej prawdopodobnych wartości SCW na poziomie ponad 11,3 mln m³ oznacza, że z jednego odwiertu – jego koszt celem przypomnienia kształtuje się na poziomie około 30-50 mln – można uzyskać 11,3 mln m³ gazu. Koszty jednostkowe wydobywania gazu mogą przekroczyć w związku z powyższym wartość rzędu 2,6 - 4,4/m³, nie uwzględniając kosztów infrastruktury napowierzchniowej oraz przesyłowej. W związku z tym dla zapewnienia jak największej konkurencyjności wydobywanego gazu z formacji łupkowych w zakresie importu może ona zostać radykalnie obniżona za pomocą zmniejszenia kosztów odwiertów (por. Pachuca-Smulska, 2010). Zagadnienie powyższe jest trudne z uwagi na znaczną głębokość zalegania łupów na terenie Polski na głębokości rzędu 1-3,5 km, niemniej technicznie są one możliwe do wykonania. Bardzo ważne w zakresie optymalizowania kosztów odwiertów jest podkreślenie (NETL, 2009, kwiecień, s. 1):

- Możliwości wykonywania większej ilości odwiertów z jednej platformy wykorzystując przy tym jedno urządzenie wiertnicze oraz tworzenie klastrów;
- Uproszczenia w zależności od panujących dookoła warunków

geologicznych konstrukcji odwiertów z ewentualnymi możliwościami ograniczania interwałów cementowania;

- Optymalizowania kosztów udostępniania z zastosowaniem odpowiednio dobranych cieczy zabiegowych.

Powinno się także wykorzystywać doświadczenia Stanów Zjednoczonych w zakresie zagospodarowania powierzchniowego z wykorzystaniem modułów technologicznych, które są łatwe do ponownego wykorzystania ich w zakresie innych lokalizacji.

W stosunku do kolejnych założeń, dla wydobywania określonych w Raporcie PIG zasobów 767 mld metrów sześciennych gazu, z założeniem 11,3 mln m³ z jednego odwiertu należy wykonać blisko 68 tysięcy odwiertów, natomiast ich gęstość dla rozpatrywanych przez PIG obszaru 41 135 km² wynosiłaby średnio jeden odwiert na powierzchni 0,6 km², uwzględniając w tym obszary zabudowane. Przy założeniu odwiercenia od sześciu do siedmiu odwiertów eksploatacyjnych z jednej platformy, liczba tego rodzaju miejsc koncentracji otworów wynosi wówczas około 10 tysięcy ze średnią gęstością 1 na powierzchni około 4 km². Wartości powyższe mogą się okazać znacznie korzystniejszymi pod warunkiem, że odkryte zostaną tzw. sweet-spots, czyli miejsca o znacznie większym nasyceniu łupków gazem w stosunku do wartości średnich. Odkrywanie możliwie dużej ilości tego rodzaju zwiększonych koncentracji gazu może być jednym z podstawowych czynników, które będą decydować o sukcesie polskiego programu poszukiwania gazu w formacjach łupków (NETL, 2009, kwiecień, s. 1).

W związku z powyższym, wybrana technologia oraz zrozumienie, czym jest złożo łupków, stanowią klucz do jak najbardziej opłacalnej eksploatacji. Wiąże się to z prowadzeniem kompleksowych badań złoża oraz planowania i optymalizacji rozwiązań technologicznych z udostępnieniem oraz eksploatacją, przy czym te technologiczne muszą być odpowiednio tanie i równocześnie skuteczne, natomiast nie supernowoczesne oraz drogie.

Wynikiem wszelkich badań, tak samo odwiertowych, jak i laboratoryjnych, może być opracowanie modelu złoża, na podstawie którego powinno się (Niedziółka, D., 2010, s. 180):

- zoptymalizować ilość niezbędnych do odwiercenia otworów, następnie ustalać się na jakich poziomach oraz w jakich kierunkach prowadzi się otwory horyzontalne, wyznacza się także interwały do szczelinowania;
- ograniczyć liczbę badań, jakie są konieczne do przeprowadzania

na otworach eksploatacyjnych;

- oszacować w miarę dokładnie koszty operacji, potencjalny poziom produkcji, przeprowadzić rachunek ekonomiczny.

Należy także wspomnieć o aspektach ochrony środowiska naturalnego oraz jego remediacji po procesie wiercenia. Taka ochrona jest niezwykle krytycznym elementem wierceń, z uwagi na liczbę odwiertów, jakie są niezbędne do osiągnięcia odpowiedniej wielkości produkcji, która jest wiele razy większa niż w przypadku złóż konwencjonalnych.

REFERENCES

- Adamczyk, M. i Zaręba, Z. (2010). Zarządzanie zasobami ludzkimi organizacji w okresie transformacji. Bielsko-Biała: Wydawnictwo Nowa Nauka Polska.
- Arthur, D. i Bohm, B. i Coughlin, B. i Layne, M. (2011). Hydraulic Fracturing Considerations for Natural Gas. USA: All Consulting
- Breński, W., Oleksiuk, A. (2008) Strategiczne szanse polskiej gospodarki w kontekście globalizacji, Warszawa: Wydawnictwo Difin.
- FE (2012, 29 listopada). Raport na temat uwarunkowania rozwoju wydobycia gazu z polskich formacji łupkowych. Sopot: Forum Energetyczne.
- Grzeszczak, A. (2010, 22 maja). Łupanie gazu. Polityka, ss. 3-5.
- Krawiec, J. (2010). Gaz łupkowy. Podstawowe informacje. Warszawa: Orlen.
- Lechtenbohmer, S. i Altman, M. i Sofia, C. i Matra, Z. i Weindorf, W. i Zittel, W. (2011). Wpływ wydobycia gazu łupkowego i ropy łupkowej na środowisko naturalne i zdrowie ludzi. Ekspertyza. Bruksela: Dyrekcja Generalna ds. polityki wewnętrznej Unii Europejskiej.
- Łakoma A., (2010, 10 czerwca). PGNiG bardziej zaangażuje się w łupki. Rzeczpospolita.
- NETL (2009, kwiecień). Shale Gas Development in the United States: A primer. US Department of Energy.
- Niedziółka, D. (2010). Znaczenie gazu łupkowego. Zeszyty Naukowe. Warszawa: Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.
- Pachuca-Smulska, B. (2010) Nadużywanie pozycji dominującej na rynku energetycznym w świetle wybranych decyzji Prezesa UOKiK [w:] Sittek, B., Trzaskalik, R. [red.] Zarządzanie informacją i energią w syste-

- mie bezpieczeństwa Unii Europejskiej. Józefów: Wydawnictwo WSGE.
- Riley, A. (2011). Europejskie złoża gazu konwencjonalnego jako alternatywa wobec gazowej zależności od Rosji, w: Gaz niekonwencjonalny – szansa dla Polski i Europy? Analiza i rekomendacje. Kraków: Instytut Kościuszki.
- Wójcicka, M. (2013) Prawno-organizacyjne ramy wsparcia i promocji wykorzystywania odnawialnych źródeł energii w Polsce w świetle polityki energetycznej Polski do 2030 r. oraz Krajowego planu działania w zakresie energii odnawialnej. Journal of Modern Science 1/16/2013. Józefów: Wydawnictwo WSGE

ŹRÓDŁA INTERNETOWE

- APG (2008). Prices, Technology Make Shales Hot, American Association of Petroleum Geologists, Pozyskano (28.02.2013) z www.apg.org/explorer/2008/07jul/shales.cfm.
- Forsal (2010, 3 lipca). Gaz łupkowy: Polska przystąpiła do globalnej inicjatywy ws. Wydobycia gazu łupkowego, Pozyskano (28.02.2013), z www.forsal.pl/artykuly/433628.
- CIEA (2010). Global Shale Gas Initiative. US, Pozyskano (28.02.2013) z www.State.gov/s/ciea/gsgi/index.htm.
- Olechowski, J. (2010, 9 kwietnia). Dorwać gaz, Pozyskano (28.02.2013), z www.Newsweek.pl/artykuly/sekcje/biznes/dorwac-gaz,54629,2.
- Rutkowski, M. (2009, 24 lutego). Wyciskanie gazu. Polityka.pl.
- ENERDYNAMICS (2007). The Rise of Unconventional Gas, Pozyskano (28.02.2013) z www.enerdynamics.com/documents/Insider91807_000.pdf.
- EIA (2013) U.S. Energy Information Administration Report on World Gas Resources, Pozyskano (28.02.2013) z www.eia.gov/analysis/studies/world-shalegas.
- MSZ (2012, sierpień i wrzesień). Zasoby gazu i ropy ze złóż niekonwencjonalnych – Zarys stanu prac poszukiwawczo-wydobywczych, perspektywy rozwoju i możliwe implikacje międzynarodowe, s. 5, Pozyskano (28.02.2013) <http://www.msz.gov.pl/resource/feec2fc6-b64d-4a16-8104-020f23765052:JCR>. Pozyskano (28.02.2013), z www.devonenergy.com.
- https://www.facebook.com/RozmowyNaTarasie/app_771212902930387

3

AKTYWNOŚĆ SŁUŻB W ZAKRESIE KSZTAŁTOWANIA BEZPIECZEŃSTWA