



Rewolucja łupkowa a bezpieczeństwo energetyczne USA w latach 2007-2015

Honorata Nyga-Łukaszewska

ABSTRAKT

Cel artykułu: Celem opracowania jest ocena wydobycia gazu łupkowego i jego oddziaływania na bezpieczeństwo energetyczne USA w latach 2007-2015.

Metodyka badań: Analiza obejmuje lata 2007-2015, natomiast zjawisko tam, gdzie to możliwe, pokazane jest w szerszym horyzoncie czasowym: 1970-2040, przy czym do 2016 roku ma ona charakter historyczny, zaś od 2017 – prognostyczny. Źródłem danych były amerykańska Energy Information Administration oraz bazy danych uznanych organizacji międzynarodowych (Bank Światowy) czy branżowych (BP).

Wyniki: Z przeprowadzonej oceny bezpieczeństwa energetycznego USA wynika, że bezpieczeństwo energetyczne USA w okresie 2007-2015 znacząco poprawiło się. Podobny trend widać na przestrzeni lat 1970-2040 z wyjątkiem okresów kryzysów naftowych lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku oraz gwałtownego wzrostu cen ropy w pierwszej dekadzie nowego stulecia. Rok 2016 jest również jednym z punktów szeregu czasowego dla USA, w którym zanotowano jeden z najniższych poziomów wskaźnika, co oznacza jedną z najwyższych ocen bezpieczeństwa energetycznego tego kraju. Niewątpliwie jednym z czynników, które istotnie wpłynęły na ten fakt jest wydobycie gazu z łupków w USA. Produkcja tego węgłowodoru niekonwencjonalnego poza samym zwiększeniem podaży na rynku krajowym ma również istotny wymiar w skali światowej.

Wkład i wartość dodana: W opracowaniu podejmuje się problematykę relatywnie nową zarówno z punktu widzenia horyzontu czasowego badań, jak i jej znaczenia w badaniach ekonomicznych.

Typ artykułu: oryginalny artykuł badawczy

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo energetyczne; gaz łupkowy; węgłowodory niekonwencjonalne; wydobycie krajowe; rewolucja łupkowa

Kody JEL: Q33, Q42

Artykuł nadesłano: 5 grudnia 2017

Artykuł zaakceptowano: 15 lutego 2018

Sugerowane cytowanie:

Nyga-Łukaszewska, H. (2018). Rewolucja łupkowa a bezpieczeństwo energetyczne USA w latach 2007-2015. *International Entrepreneurship Review* (previously published as *Przedsiębiorczość Międzynarodowa*), 4(1), 23-37. <https://doi.org/10.15678/PM.2018.0401.02>

WPROWADZENIE

Bezpieczeństwo energetyczne stanowi jedno z najważniejszych wyzwań współczesnego świata. Wiąże się to ze znaczeniem, jakie energia ma dla gospodarek nie tylko w sensie makroekonomicznym jako element zrównoważonego rozwoju gospodarczego, ale również w sensie mikroekonomicznym jako podstawa procesów wytwórczych w przedsiębiorstwie.

Wraz z upowszechnieniem technologii szczelinowania hydraulicznego wzrosła dostępność nowych, znanych jedynie z punktu widzenia geologicznego, surowców energetycznych. Należy do nich m.in. gaz łupkowy. Zwiększone wydobycie tego surowca zachwiało dotychczasową równowagę na światowych rynkach energii, ale również na rynkach krajów producentów.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie wydobycia gazu łupkowego w USA i ocena jego oddziaływania na bezpieczeństwo energetyczne USA. Stany Zjednoczone zostały wybrane jako przedmiot analizy z uwagi na poziom zaawansowania wydobycia tego surowca. Analiza obejmuje lata 2007-2015, natomiast zjawisko tam, gdzie to możliwe, pokazane jest w szerszym horyzoncie czasowym: 1970-2040. Dane do 2016 roku mają charakter historyczny, zaś od 2017 – prognostyczny. Źródłem danych były amerykańska Energy Information Administration oraz bazy uznanych organizacji międzynarodowych (Bank Światowy) czy branżowych (BP). W toku badań wykorzystano przegląd literatury związanej z bezpieczeństwem energetycznym. W części empirycznej przytoczono statystyki na bazie danych wtórnych.

Tekst podzielony jest na kilka części. Po wprowadzeniu, zaprezentowano postępy w wydobyciu gazu łupkowego i, szerzej węglowodorów niekonwencjonalnych, w najbardziej zaawansowanych w tym zakresie państwach świata. Dalej omówiono syntetycznie problematykę bezpieczeństwa energetycznego i sposobów jego mierzenia, tak aby w kolejnej części dokonać oceny zjawiska w USA. Opracowanie kończą wnioski stanowiące podsumowanie zawartej w tekście analizy.

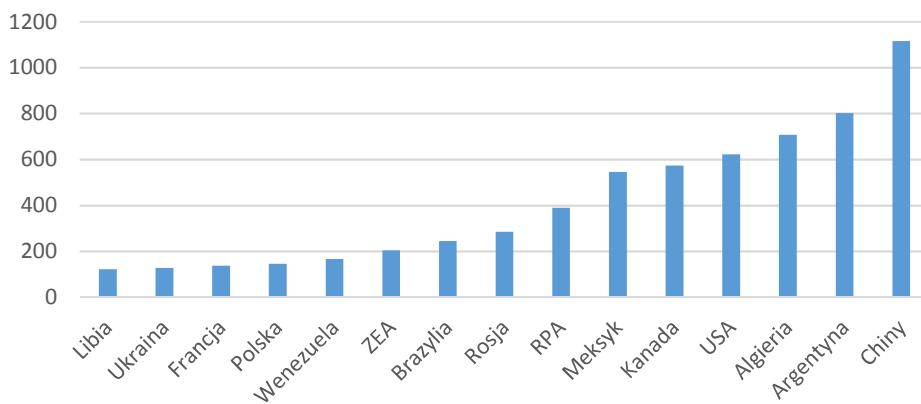
WYDOBYCIE GAZU ŁUPKOWEGO NA ŚWIECIE

Wśród węglowodorów niekonwencjonalnych można wyróżnić zarówno zasoby gazu, jak i ropy. Chodzi głównie o gaz zamknięty (ang. *tight gas*), metan z pokładów węgla (ang. *coal bed methane*) czy gaz łupkowy (ang. *shale gas*) (Państwowy Instytut Geologiczny [PIG], 2016), gaz z piasków roponośnych (ang. *tight gas sands*), ale również ropę ciężką (ang. *heavy oil*), złoża piasków bitumicznych (ang. *tar sand*) oraz złoża ropy naftowej uwięzione w strukturach skalnych (ang. *shale oil* i *tight oil*) (Jędrzejczak, Rychlicki, 2016). Znaczące zasoby gazu łupkowego¹ znajdują się m.in.: w Chinach, Argentynie, Algierii, USA, Kanadzie, Meksyku, RPA, Rosji, Brazylii, Zjednoczonych Emiratach Arabskich, Wenezueli, Polsce, Francji, Ukrainie czy też Libii (rysunek 1).

Pomimo iż zasoby tych węglowodorów występują w wielu krajach świata, to produkcja gazu (głównie łupkowego) na skalę komercyjną została uruchomiona głównie w krajach Ameryki Północnej: USA i Kanadzie. Poza kontynentem północnoamerykańskim wydoby-

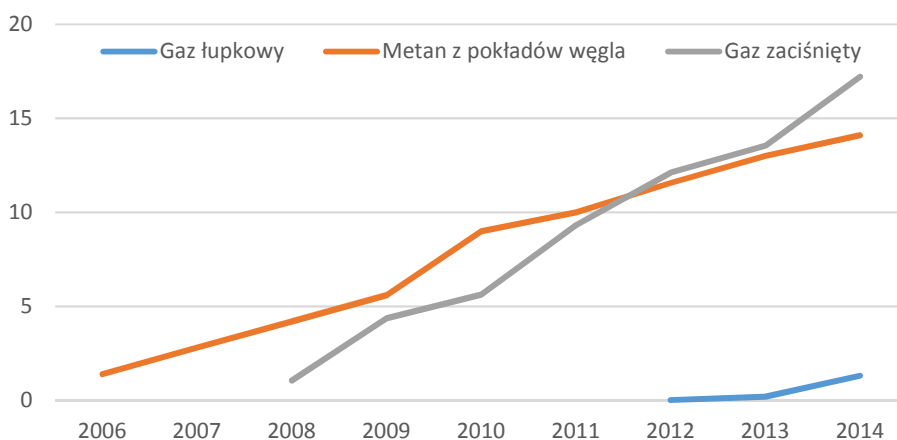
¹ Nieuodokumentowane, czyli wynikające jedynie z wiedzy o budowie geologicznej skorupy ziemskiej. Pod pojęciem „znaczące” autorka rozumie zasoby powyżej 100 tcf.

cie gazu łąpkowego upowszechniło się również w Chinach i Argentynie (EIA, 2017a). Wydobycie gazu niekonwencjonalnego w Chinach wiąże się nie tylko z wydobyciem gazu łąpkowego, ale również gazu zaciśniętego czy też metanu z pokładów węgla (rysunek 2). Dwa ostatnie typy tego surowca wydobywa się już, odpowiednio, od 2008 i 2006 roku. Wydobycie gazu łąpkowego na skalę komercyjną rozpoczęło się w Chinach około roku 2012. Do 2015 roku wykonano ponad 700 odwiertów za gazem łąpkowym na terenie tego kraju. Ponad 89% zasobów tego surowca jest na terenie Chin zlokalizowanych w złożach Sichuan, Tarim i Yangtze. Zgodnie z 13-tym planem pięcioletnim, Chiny do 2020 roku zamierzają produkować około 1,06 tcf gazu łąpkowego rocznie (Melodie, 2017).



Rysunek 1. Zasoby gazu łąpkowego (shale gas) na świecie na koniec 2015 roku (tcf=bilion stóp sześciennych)

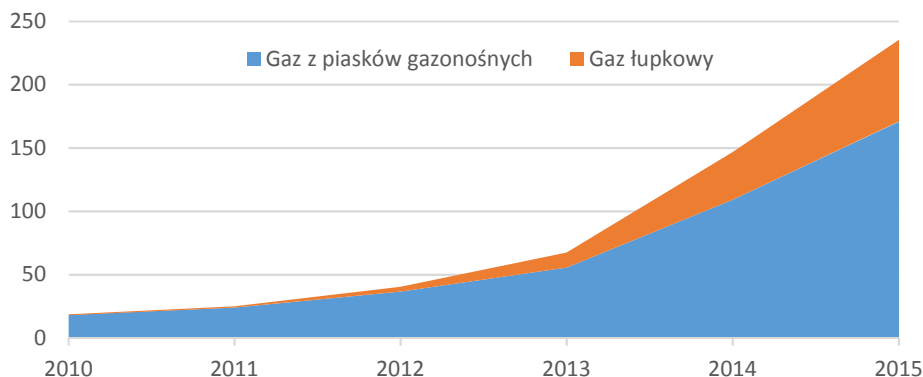
Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Energy Information Administration [EIA], 2015).



Rysunek 2. Wydobycie gazu niekonwencjonalnego (shale gas, tight gas, CBM) w Chinach (bctf= miliardy stóp sześciennych) w latach 2006-2014

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (International Energy Agency [IEA], 2017).

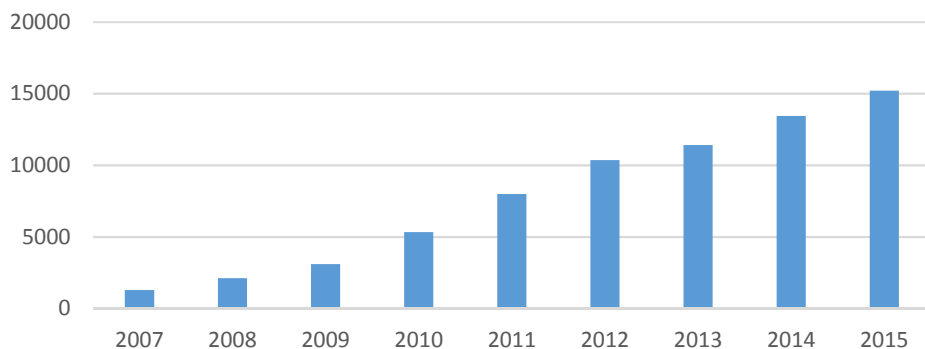
W Argentynie produkcja gazu niekonwencjonalnego wiąże się głównie z gazem z piasków gazonośnych, którego wydobycie (170,9 bcf) w 2015 roku znacząco przewyższało wydobycie gazu łupkowego (64,6 bcf). Do końca 2015 roku, w Argentynie, wykonano około 673 odwiertów w formacjach łupkowych (za gazem i ropą) (Gomes, Brandt, 2016). Najbardziej perspektywnym rejonem występowania zasobów łupkowych jest złoże Vaca Muerte.



Rysunek 3. Wydobycie gazu niekonwencjonalnego (shale gas, tight gas sands) w Argentynie (bcf) w latach 2010-2015

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Gomes, Brandt, 2016).

Najbardziej zaawansowanym regionem świata w produkcji gazu łupkowego jest jednak Ameryka Północna z USA i Kanadą na czele. Według amerykańskiej *Energy Information Administration* (EIA, 2017a) produkcja gazu łupkowego w 2014 roku stanowiła ok. 48% całkowitego wydobycia tego surowca w USA. W Kanadzie, w 2011 roku, ten udział był mniejszy i wyniósł ok. 5% (Gomes, 2015). Oba te kraje są głównymi producentami gazu łupkowego w skali światowej. W 2015 roku 87% światowej produkcji gazu z łupków pochodziło z USA, zaś 13% z Kanady. W tym samym roku z 13,5 tcf gazu ziemnego wydobytogo w USA 45% stanowił gaz łupkowy (wobec 10% w 2007 roku), w Kanadzie produkcja tego surowca oscylowała wokół 1,40 tcf (Melodie, 2017).

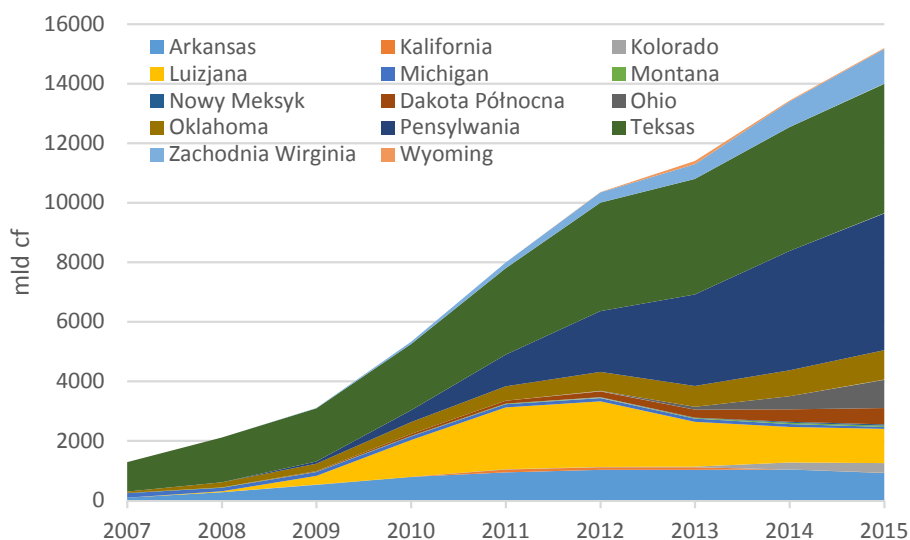


Rysunek 4. Wydobycie gazu łupkowego (shale gas) w USA w latach 2007-2015 (bcf)

* Wydobycie gazu łupkowego jako odrębna kategoria pojawia się w amerykańskich statystykach około roku 2007. Z tego powodu dostępny szereg czasowy danych jest ograniczony.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Energy Information Administration [EIA], 2017b).

Wydobycie gazu łupkowego w USA pokrywa się z regionami jego występowania. Są to pokłady zalegające w następujących stanach: Teksas, Pensylwania, Luizjana, Arkansas, Wirginia Zachodnia i Oklahoma (rysunek 6). Obejmują one m.in. złoża: Barnett, na którym przeprowadzono pionierskie prace związane z technologią szczelinowania hydraulicznego oraz złoża: Eagle Ford, Woodford, Haynesville, Fayetteville, Marcellus czy Bakken. W Kentucky (5 bcf-2009), Mississippi (5 bcf – 2013) i Kansas (5 bcf – 2013) produkcja jest znikoma², zaś na Alasce i w Alabamie nie ma jej wcale (EIA, 2017c).



Rysunek 5. Wydobywanie gazu łupkowego (shale gas) w USA w latach 2007-2015 (bcf) według stanów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Energy Information Administration [EIA], 2017c).

PRZEGLĄD LITERATURY

Bezpieczeństwo energetyczne jest jedną z nieprecyzyjnie zdefiniowanych (ang. *blurred concept*) koncepcji naukowych (Loeschel, Moslener, Ruebelke, 2010). W badaniach naukowych bezpieczeństwo energetyczne analizuje się m. in. w odniesieniu do efektów zewnętrznych generowanych przez branżę energetyczną, ale również w nawiązaniu do makroekonomicznych efektów zmian cen surowców energetycznych (m.in.: Davis, Piontkivsky, Pindyuk, Ostojic, 2005; Huntington, 2004; Sauter, Awerbuch, 2003). Poddaje się w nich szczegółowym badaniom: dynamikę PKB, stopę inflacji, stopę bezrobocia czy saldo bilansu płatniczego (Constantini, Gracceva, 2004). Popularna w ostatnich latach dominacja nurtu badań związanego z ochroną środowiska/klimatu jest widoczna m.in. w pracach: Frei'a (2004), Turtona i Barreto (2006) czy Sovacoola i Mukherjee (2011).

Mnogość definicji bezpieczeństwa energetycznego powoduje, że istnieje również duża podaż prac empirycznych, których celem jest ilościowa ocena bezpieczeństwa energetycz-

² Przedstawiono najwyższy poziom produkcji w latach 2010-2015.

nego. Z uwagi na brak jednej powszechnie obowiązującej definicji, badacze konstruuja modele lub wskaźniki, które mogłyby odzwierciedlić złożoność badanego zjawiska. Miary te w zależności od zakresu analitycznego zjawiska odwołują się do zmiennych, które wiążą się z:

- produkcją energii z krajowych zasobów paliw, która uwidacznia się pod postacią samowystarczalności energetycznej m.in. w pracy Erdala (2015),
- importem energii ze źródeł zagranicznych m.in. w formie: udziału importowanej energii w całości energii pierwotnej zużywanej w danym kraju (REES, ang. Risky External Energy Supply) (Coq, Paltseva, 2009; Markandya, Gracceva, Constantini, Vicini, 2007; Stirling, 1999, 2010), stabilności geopolitycznej eksportera (również w REES, ang. Risky External Energy Supply) (Coq, Paltseva, 2009; Neumann 2004),
- oddziaływaniem produkcji i konsumpcji energii na środowisko naturalne, które uwidacznia się pod postacią: poziomu emisji CO₂ czy też efektywności energetycznej analizowanej gospodarki (Sovacool, Mukherjee, 2011),
- cenami energii, które można odnaleźć m.in. w pracach: Mansson, Johansson, Nilsson (2014) czy też Erdala (2015).

Ponadto, zjawisko w sposób ilościowy ocenia się również za pomocą złożonych miar/wskaźników stanowiących kombinację wymienionych wyżej miar. Jednym z takich sposobów oceny zjawiska jest indeks bezpieczeństwa energetycznego (Energy Security Risk Index).

METODYKA BADAWCZA

Ocena bezpieczeństwa energetycznego USA zostanie przeprowadzona na bazie syntetycznego wskaźnika Energy Security Risk Index. Z kolei ocena wpływu wydobycia gazu łupkowego na bezpieczeństwo energetyczne USA będzie zilustrowana statystykami porównującymi wydobycie, bezpieczeństwo energetyczne oraz eksport energii. Analiza obejmuje dane z lat 1970-2016 wraz z prognozą do 2040. Zarówno początkową, jak i końcową datę wyznacza dostępność danych statystycznych.

Energy Security Risk Index opracowuje Globalny Instytut Energii (ang. *Global Energy Institute*) we współpracy z amerykańską izbą handlową. Wskaźnik, w uproszczeniu, nazywany będzie wskaźnikiem bezpieczeństwa energetycznego, mimo iż w dosłownym tłumaczeniu ocenia on ryzyko dla bezpieczeństwa energetycznego. Stosowanie pozytywnej nomenklatury upraszcza interpretację indeksu i ułatwia jego zrozumienie.

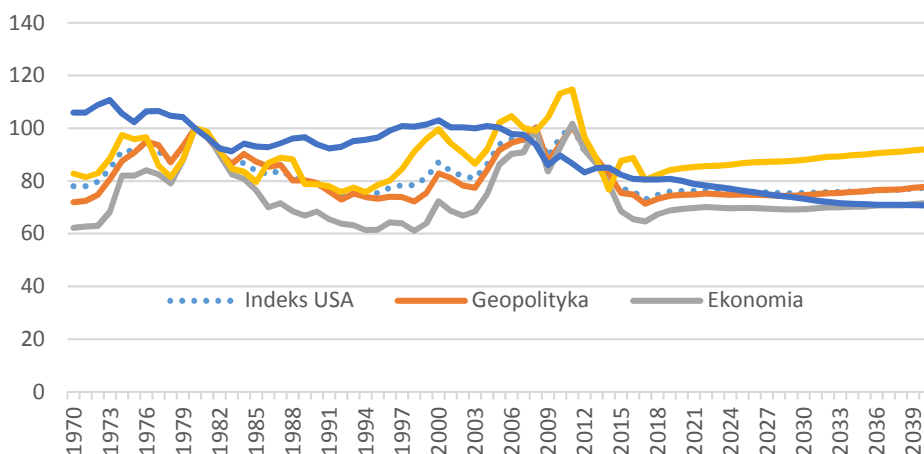
Indeks stanowi kompleksowy sposób oceny zjawiska uwzględniający 37 różnych miar, zgrupowanych w 9 kategorii, które tworzą sub-indeksy składające się na ostateczną miarę. Bazę indeksu stanowi rok 1980 (=100). Wszystkie jego wartości poniżej 100 oznaczają wyższy poziom bezpieczeństwa energetycznego, zaś powyżej 100 – niższy poziom bezpieczeństwa energetycznego. Indeks obejmuje dane na lata 1970-2040. Dane do 2016 roku mają charakter historyczny, od 2017 roku – prognostyczny. Informacje będące podstawą budowy indeksu pochodziły z amerykańskiej Energy Information Administration (EIA), Departamentu Handlu i Departamentu Transportu, jak również m.in. z: American Petroleum Institute (API), BP Statistical Review of World Energy, International Energy Agency (IEA), North American Electric Reliability Council. Prognoza 2017-2040 została przygotowana w oparciu o Annual Energy Outlook 2017 autorstwa EIA.

Sub-indeks „geopolityka” stanowi miarę bezpieczeństwa dostaw ropy, gazu czy węgla i związaną z tym odporność gospodarki amerykańskiej na taki szok. Sub-indeks „eko-

nomia” pokazuje wpływ cen energii na bezpieczeństwo energetyczne, zaś sub-indeks „niezawodność” ilustruje m.in. relację pomiędzy produkcją energii a jej zapasami. Ostatni komponent „środowisko” mierzy efektywność gospodarki w zakresie wykorzystywanych paliw, ale również emisji CO₂. Indeks podzielony jest również na dziewięć kategorii. Każda z nich opisuje inny aspekt związany z gospodarowaniem energią. Znajdują się w nim zarówno elementy opisujące podaż energii, jak i popyt na nią. Do pierwszych zaliczyć można globalne zasoby energii pierwotnej (ropa, gaz, węgiel) oraz jej import (m.in w relacji do PKB), jak również energii wtórnej (moce produkcyjne energii elektrycznej). W przypadkach obu typów energii, elementem dodatkowym są ich ceny i związana z nimi dynamika rynku energii. Popyt na energię opisany jest w indeksie poprzez kategorie ilustrujące konsumpcję energii w różnych grupach odbiorców (gospodarstwa domowe, przemysł), jak również wykorzystanie paliw w transporcie. Szczegółowe informacje na temat kompozycji poszczególnych kategorii przedstawia tabela 1.

Ocena bezpieczeństwa energetycznego USA

Analiza bezpieczeństwa energetycznego USA pokazuje, iż w latach 1970-2040 indeks oscylował wokół wartości ok. 80. W okresie prognostycznym 2017-2040 bezpieczeństwo energetyczne USA kształtuje się na średnim poziomie ok. 76. Oznacza to relatywnie wysoki poziom bezpieczeństwa energetycznego. Wyjątkiem były lata 1975-1984 oraz 2005-2012. W pierwszym z tych okresów indeks wzrósł do poziomu 96,6 w 1981 roku. Jest to bezpośrednio związane z efektami kryzysów naftowych lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku, które odcisnęły swoje piętno nie tylko na gospodarce amerykańskiej. Drugi z okresów, w którym zanotowano pogorszenie bezpieczeństwa energetycznego, był efektem wzrastających cen ropy na świecie z rekordowym poziomem 140 USD za baryłkę w 2008 roku. Jednocześnie jest to rok, w którym (obok 2011) zanotowano najniższy wynik USA w zakresie bezpieczeństwa energetycznego. Indeks wyniósł wtedy 100,4. Oznacza to, że w porównaniu z kryzysami naftowymi lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku, wzrost cen ropy naftowej z początku XXI wieku w znacznie większym stopniu przyczynił się do pogorszenia bezpieczeństwa energetycznego USA.



Rysunek 6. Indeks bezpieczeństwa energetycznego USA w latach 1970-2040

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Global Energy Institute [GEI], 2017).

Tabela 1. Konstrukcja wskaźnika bezpieczeństwa energetycznego

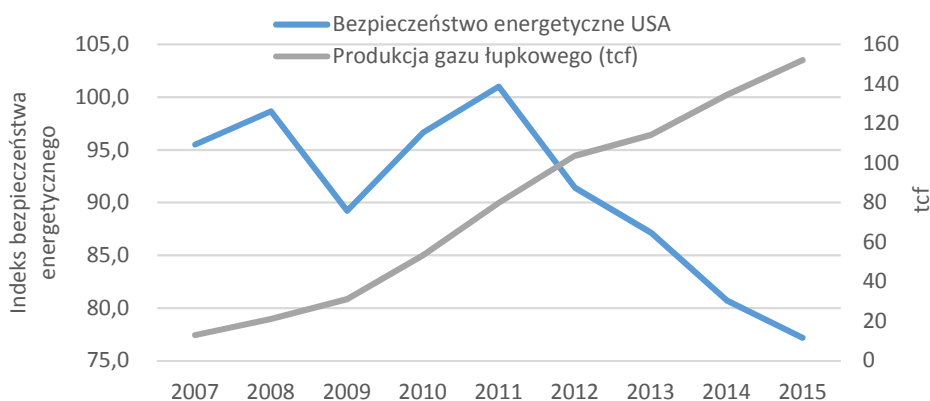
Indeks	30% sub-indeks „geopolityka”; 30% sub-indeks „ekonomia”; 20% sub-indeks „niezawodność”; 20% sub-indeks „środowisko”	
Kategorie	1. Zasoby globalne	- Światowe zasoby/produkcja ropy naftowej; - Światowe zasoby/produkcja gazu ziemnego; - Światowe zasoby/produkcja węgla.
	2. Import paliw	- Import produktów naftowych do USA; - Import gazu ziemnego do USA; - Wydatki na import ropy naftowej i gazu ziemnego; - Wydatki na import ropy naftowej i gazu ziemnego w stosunku do PKB.
	3. Wydatki na energię	- Wydatki na energię w stosunku do PKB; - Wydatki na energię na gospodarstwo domowe; - Ceny energii elektrycznej; - Ceny ropy naftowej.
	4. Dynamika rynku i cen paliw	- Zmienność cen ropy naftowej; - Zmienność wydatków na energię; - Światowe wykorzystanie mocy rafineryjnych; - Zapasy paliw.
	5. Konsumpcja energii	- Konsumpcja energii per capita; - Efektywność energetyczna; - Efektywność wykorzystania paliw; - Efektywność energetyczna w gospodarstwach domowych; - Efektywność energetyczna u odbiorców komercyjnych; - Efektywność energetyczna przemysłu.
	6. Energia elektryczna	- Zróżnicowanie mocy produkcyjnych energii elektrycznej; - Zapas wolnych mocy produkcji energii elektrycznej; - Linie przesyłowe.
	7. Transport	- Efektywność energetyczna transportu (przejechany dystans /galon paliwa); - Przejechany dystans na każdego USD PKB; - Nie-naftowe paliwa w transporcie.
	8. Środowisko	- Emisje CO ₂ związane z działalnością branży energetycznej; - Emisje CO ₂ związane z działalnością branży energetycznej per capita; - Emisje CO ₂ związane z działalnością branży energetycznej (w stosunku do produkcji); - Udział nieemisyjnych źródeł energii w produkcji energii elektrycznej.
	9. Badania i rozwój (B+R)	- Wydatki przemysłu na B+R w branży energetycznej; - Wydatki państwa na B+R w branży energetycznej; - Stopnie naukowe.

Source: Opracowanie własne na podstawie (Global Energy Institute [GEI], 2017).

W całym analizowanym okresie głównym elementem negatywnie wpływającym na bezpieczeństwo energetyczne jest komponent związany z niezawodnością. Główne problemy odpowiadające za relatywnie wysoki sub-indeks „niezawodność” związane są z nie-

wielkimi wolnymi mocami produkcji energii elektrycznej. Ten trend utrzymuje się również w prognozie do roku 2040. W przypadku sub-indeksu „geopolityka” widać, że w ostatnich latach (2000-2016) pokrywa on się z wartością ogólnego indeksu bezpieczeństwa energetycznego USA. W 2016 roku niskie ryzyko geopolityczne związane było ze stabilnym importem ropy naftowej i gazu ziemnego. W przyszłości, zgodnie z prognozą, sub-indeks pogorszy się ze względu na oczekiwany wzrost popytu na paliwa ze strony gospodarek rozwijających się takich jak: Chiny, Indie czy Brazylia, ale również możliwą destabilizację polityczną w regionie Bliskiego Wschodu. Najkorzystniejsze wartości w analizowanym okresie (poza latami 1978-1984; 2008-2014) przyjmował sub-indeks „ekonomia”. Oznacza to, że wzrost cen importowanych paliw nie stanowi wyzwania dla gospodarki amerykańskiej. W ostatnich latach za poprawę indeksu odpowiadał spadek udziału wydatków na importowane paliwa w PKB. W przyszłości prognozuje się niewielki wzrost tego indeksu, ze względu na wzrost cen surowców i ich udziału w PKB. Sub-indeks, który w całym analizowanym okresie odbiegał swoim przebiegiem od pozostałych sub-indeksów jest „środowisko”. Z uwagi na stały trend ograniczania emisji CO₂ i poprawy efektywności energetycznej obserwuje się stałe jego zmniejszanie. Ten trend ma utrzymać się we wszystkich sektorach gospodarki do 2040 roku, kiedy wartość sub-indeksu osiągnie poziom 70,7, a emisje CO₂ będą o 2,4% mniejsze niż w 2016 roku.

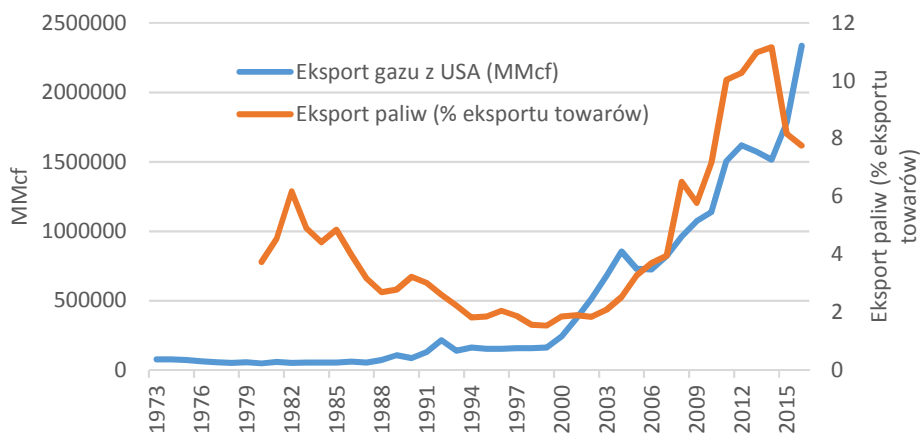
W ocenie Globalnego Instytutu Energii głównym powodem poprawy bezpieczeństwa energetycznego USA po 2011 roku jest wydobycie węglowodorów niekonwencjonalnych. Do 2010 roku indeks bezpieczeństwa energetycznego USA kształtował się na poziomie zbliżonym do wartości w czasach kryzysów naftowych. Następnie pomimo kryzysu finansowego w 2008 roku i wzrastających cen ropy naftowej, bezpieczeństwo energetyczne USA po 2011 roku zaczęło się poprawiać tak, aby w 2016 roku zanotować jeden z najlepszych wyników w historii USA od 1970 roku (=76). Upowszechnienie technologii szczelinowania hydraulicznego, poziomych wierceń, zaawansowanych badań sejsmicznych umożliwiło wydobycie zasobów gazu łąpkowego (jak również ropy łąpkowej). Po 2011 roku (rysunek 7) zaobserwować można postępujące zwiększanie wydobycia gazu z łąpków w USA i poprawę bezpieczeństwa energetycznego tego kraju.



Rysunek 7. Bezpieczeństwo energetyczne USA i produkcja gazu łąpkowego w latach 2007-2015

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Energy Information Administration [EIA], 2017b; Global Energy Institute [GEI], 2017).

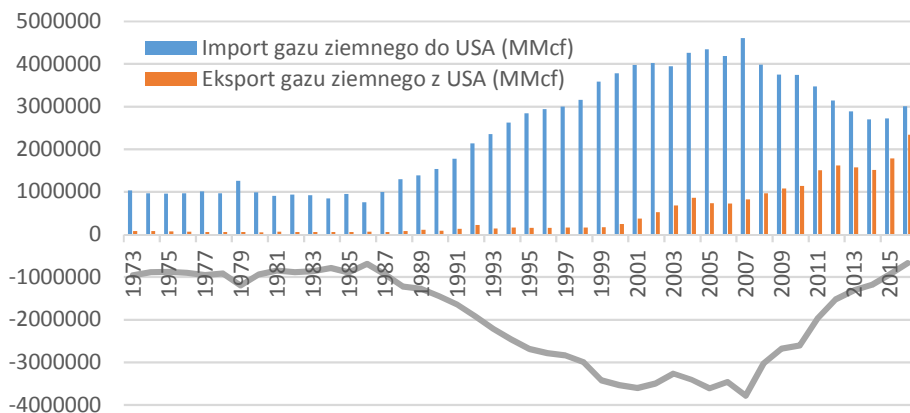
Dzięki wydobyciu tego surowca USA stały się nie tylko bardziej samowystarczalne energetycznie, ale również zmniejszyły obciążenie z tytułu wydatków na importowane paliwa. W kontekście zmiany pozycji USA na światowych rynkach energii, ważny jest również fakt, iż kraj ten dzięki nadwyżce podaży gazu ziemnego zwiększył w ostatnich latach (rysunek 8) eksport gazu ziemnego na rynki światowe.



Rysunek 8. Eksport gazu z USA w latach 1973-2016 (MMcf=milion stóp sześciennych) i udział eksportu paliw z USA w eksporcie towarów tego kraju w latach 1980-2016 (%)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (EIA, 2017d; Bank Światowy [BŚ], 2017).

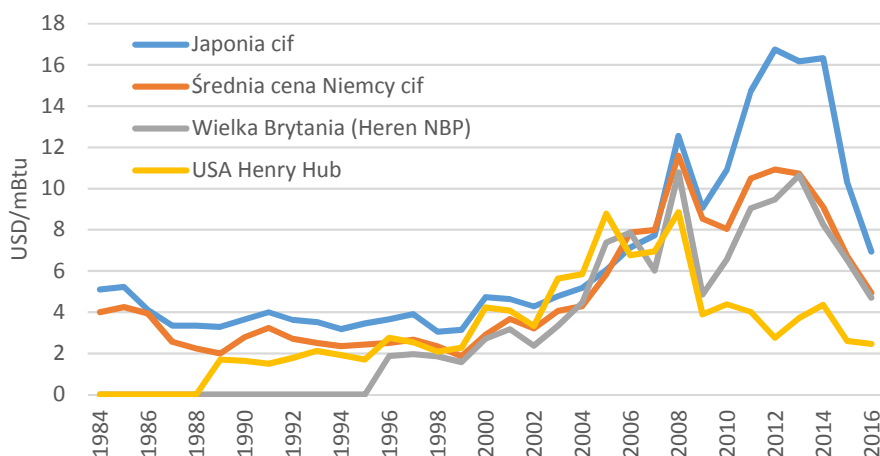
Tę zmianę pozycji USA wyraźnie widać w udziale eksportu paliw ogółem w eksporcie towarów z USA (rysunek 8). Od początku XXI wieku udział ten rósł, znacząco wzrastając w drugiej dekadzie nowego stulecia (po 2011 roku). Co więcej, w tym samym okresie pozycja USA netto w handlu gazem ziemnym znacząco zmieniła się (rysunek 9). Wyraźnie widać, że w ostatnich latach eksport gazu ziemnego z USA w ujęciu bezwzględnym zrównuje się z importem, przez co pozycja netto USA poprawia się.



Rysunek 9. Eksport, import gazu z USA w latach 1973-2016 (MMcf=milion stóp sześciennych) i pozycja netto w handlu gazem USA

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (Energy Information Administration [EIA], 2017e).

W opinii Globalnego Instytutu Energii, USA zmieniły swoją pozycję na rynku energii z cenobiorcy (ang. *pricetaker*) na kraj, który zmienił ceny światowe (ang. *pricebreaker*). Wyraźnie widać (rysunek 10), że po 2009 roku ceny gazu ziemnego na rynkach światowych znacząco spadły. Najniższy ich poziom zanotowano w Henry Hub w USA, który jest wyznacznikiem cen gazu eksportowanego z USA. Nagły wzrost cen gazu ziemnego w Japonii w 2011 roku był efektem katastrofy w elektrowni jądrowej Fukushima Daiichi, przez co kraj ten wyłączył wszystkie reaktory atomowe na swoim terenie i rozpoczął produkcję energii elektrycznej w oparciu o gaz ziemny. Z uwagi na brak własnych zasobów tego surowca, Japonia zmuszona była pokryć deficyt zapotrzebowania importem. Ceny importowanego gazu ziemnego w Europie są wyższe niż te w USA, ale niższe niż ceny dla Japonii. Wynika to z faktu, iż większość kontraktów na gaz ziemny dostarczanych przez rurociągi, indeksowana jest w oparciu o ceny ropy naftowej, które po 2013 roku zaczęły spadać.



Rysunek 10. Ceny gazu ziemnego latach 1984-2016 (USD/mBtu) w wybranych regionach świata

Źródło: Opracowanie własne na podstawie (BP Statistical Review of World Energy [BP], 2017).

WNIOSKI

Gaz łupkowy należy do grupy węglowodorów niekonwencjonalnych. Dzięki upowszechnieniu technologii szczelinowania hydraulicznego zwiększyła się podaż surowców nie tylko na rynkach ich producentów, ale również na rynkach globalnych.

Gaz łupkowy wydobywany jest obecnie na skalę przemysłową w krajach Ameryki Północnej, Chinach i Argentynie. W tych dwóch ostatnich państwach jest on, obok odpowiednio, metanu z pokładów węgla i gazu z piasków gazonośnych, jednym z wydobywanych węglowodorów niekonwencjonalnych. Z uwagi na krótką historię jego wydobycia (około roku 2012) w obu tych krajach produkcja nie jest tak zaawansowana jak w USA czy Kanadzie.

Ocena bezpieczeństwa energetycznego USA przeprowadzona została w oparciu o złożony wskaźnik, który uwzględnia szerokie spektrum wyzwań stojących przed branżą energetyczną. Z przeprowadzonej analizy wynika, że bezpieczeństwo energetyczne USA w okresie 2007-2015 poprawiło się. Podobnie jak i w latach 1970-2040. Wyjątkiem były okresy kryzysów naftowych lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX wieku oraz gwałtownego

wzrostu cen ropy w pierwszej dekadzie nowego stulecia. W 2016 roku zanotowano w USA jeden z najniższych poziomów wskaźnika, co oznacza jedną z najwyższych ocen bezpieczeństwa energetycznego tego kraju. Niewątpliwie jednym z czynników, które istotnie wpłynęły na ten fakt jest wydobycie gazu z łupków w USA. Produkcja tego węgłowoduru niekonwencjonalnego poza samym zwiększeniem podaży na rynku krajowym ma również istotny wymiar w skali światowej. Dotyczy on nie tylko zmiany kierunków dotychczasowych strumieni handlowych, ale również pogłębiającej się dysproporcji cenowej. Na przykładzie USA widać, że przeznaczona na eksport nadwyżka gazu łupkowego istotnie zmienia pozycję USA (netto) w handlu tym surowcem w skali światowej. Od 2007 roku obserwuje się w USA ciągły wzrost eksportu i spadek importu. Zwiększenie podaży amerykańskiego gazu na rynkach światowych nastąpiło w drodze eksportu tankowcami LNG (na gaz skroplony). Umożliwiło to USA dotarcie do odległych geograficznie rynków. Rekordowy pod tym względem był rok 2016. W gronie nabywców amerykańskiego gazu pojawiły się kraje takie jak: Egipt, Indie, Jordania, Kuwejt, Portugalia, Hiszpania, Turcja i Zjednoczone Emiraty Arabskie (EIA, 2018). Rozszerzenie rynków zbytu prowadzi do wzrostu presji konkurencyjnej z obecnymi już graczami na rynku LNG. Należy do nich m.in. Katar. Zarówno USA, jak i Katar konkurują w tym samych regionach geograficznych: Azji i Europie. Przewagą konkurencyjną Kataru jest niska cena wydobywanego surowca, zaś USA elastyczność w zakresie kształtowania warunków kontraktów na sprzedaż LNG (Fattouh, Rogers, Stewart 2015). Efekt zwiększonego wydobycia gazu z łupków jest również widoczny w stale rosnącym względnym udziale eksportu paliw w eksporcie amerykańskich towarów na rynki światowe. Z kolei wytworzona na rynku gazu ziemnego presja cenowa stanowi istotny czynnik, który w przyszłości umożliwi konwergencję cen gazu ziemnego w skali światowej.

Przedstawiona w opracowaniu analiza z uwagi na swój zakres, metodę badawczą i źródła danych ma swoje naturalne ograniczenia. Uwzględnienie perspektywy Chin w zakresie wpływu wydobycia gazu łupkowego na bezpieczeństwo energetyczne tego kraju mogłoby przynieść inne wnioski. W szczególności dotyczyłyby one nie zmiany kierunku w relacjach handlowych (importer-eksporter), tylko przesunięcia dotychczasowych strumieni handlowych w inne miejsca. Badanie na danych wtórnych może być uzupełnione badaniem umożliwiającym zebranie danych pierwotnych, dzięki czemu poprawi się wiarygodność otrzymanych wyników. Badanie nie obejmuje również analizy w ujęciu wartościowym, która pokazałaby skalę zjawiska w sensie finansowym. Tekst pomija też implikacje wydobycia gazu łupkowego w USA dla gospodarki Polski, ponieważ w ocenie autorki, z uwagi na istotne różnice m.in. o charakterze geologicznym i regulacyjnym, zasługuje ono na odrębną, pogłębianą analizę.

LITERATURA

- Bank Światowy (2017). World Bank Database. *Fuel export as % of merchandise export*. Pobrane z: <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.FUEL.ZS.UN?view=chart> w dniu 20.11.2017.
- BP (2017). *BP Statistical Review of World Energy*. Pobrane z: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/natural-gas/natural-gas-prices.html> w dniu 28.11.2017.
- Constantini, V., & Gracceva, F. (2004). Social Costs and Energy Disruption. *INDES Working Paper, 6*. Brussels: Centre for European Policy Studies. Pobrane z: <https://www.files.ethz.ch/isn/20167/006.pdf> w dniu 20.05.2015.

- Coq, Ch., & Paltseva, E. (2009). Measuring the Security of External Energy Supply in the European Union. *SITE Working Paper*, 2. Stockholm: Stockholm Institute for Transition Economies.
- Davis, M., Piontkivsky, R., Pindyuk, O., & Ostojic, D. (2005). Ukraine – The impact of higher natural gas and oil prices. Washington, DC: World Bank. Pobrane z: <http://documents.worldbank.org/curated/en/796741468309269171/Ukraine-The-impact-of-higher-natural-gas-and-oil-prices> w dniu 27.06.2014.
- EIA (2015). *World Shale Resource Assessments*. Pobrane z: <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/> w dniu 21.11.2017.
- EIA (2016). Today in Energy. Pobrane z: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27512> w dniu 20.06.2016.
- EIA (2017a). *How much shale gas is produced in the United States?* Pobrane z: <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=907&t=8> w dniu 20.11.2017.
- EIA (2017b). *Natural gas. US shale production*. Pobrane z: https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/res_epg0_r5302_nus_bcfa.htm w dniu 12.08.2017.
- EIA (2017c). *Natural gas. Shale gas production*. Pobrane z: https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_prod_shalegas_s1_a.htm w dniu 20.11.2017.
- EIA (2017d). *US natural gas export*. Pobrane z: <https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9130us2a.htm> w dniu 20.11.2017.
- EIA (2017e). *US natural gas import and export by state*. Pobrane z: https://www.eia.gov/dnav/ng/NG_MOVE_STATE_DCU_NUS_A.htm w dniu 20.11.2017.
- EIA (2018). *U.S. Natural Gas Exports and Re-Exports by Country*. Pobrane z: https://www.eia.gov/dnav/ng/ng_move_expc_s1_a.htm w dniu 23.01.2018.
- Erdal, L. (2015). Determinants of Energy Supply Security: An Econometric Analysis for Turkey, *EGE Academic Review*, 15, 153-163.
- Fattouh, B., Rogers, H., & Stewart, P. (2015). *The US Shale Gas Revolution And Its Impact On Qatar's Position In Gas Markets*. New York: Columbia/SIPA. Pobrane z: https://gallery.mailchimp.com/20fec43d5e4f6bc717201530a/files/The_US_Shale_Gas_Revolution_and_Its_Impact_on_Qatar_s_Position_in_Gas_Markets_March_2015.pdf w dniu 23.01.2018.
- Frei, C. (2004). The Kyoto Protocol: a victim of supply security?, *Energy Policy*, 32, 1253-1256. Jędrzejczak, A., & Rychlicki, S. (2016). Rodzaje niekonwencjonalnych złóż ropy naftowej i ich charakterystyka. Pobrane z: http://nafta.wnp.pl/rodzaje-niekonwencjonalnych-zloz-ropy-naftowej-i-ich-charakterystyka,241885_2_0_0.html w dniu 20.04.2016.
- Global Energy Institute (2017). *Index Of U.S. Energy Security Risk*. Pobrane z: <https://www.globalenergyinstitute.org/sites/default/files/USIndexFinal2PDF.pdf> w dniu 20.11. 2017.
- Gomes, I. (2015). Natural gas in Canada: what are the options of going forward? *OIES Paper*, 98. Oxford: Oxford Institute for Energy Studies. Pobrane z: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2015/05/NG-98.pdf> w dniu 20.06.2016.
- Gomes, I., & Brandt, R. (2016). Unconventional Gas in Argentina: Will it become a Game Changer? *OIES Paper*, 113. Oxford: Oxford Institute for Energy Studies. Pobrane z: <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2016/10/Unconventional-Gas-in-Argentina-Will-it-become-a-Game-Changer-NG-113.pdf> w dniu 29.11.2017.
- Huntington, H. G. (2004). Shares, gaps and the economy's response to oil disruptions, *Energy Economics*, 26(3), 415-424.
- IEA (2017). *China production*. Pobrane z: <https://www.iea.org/ugforum/ugd/china/> w dniu 27.11.2017.
- Loeschel, A., Moslener, U., & Ruebbelke, D. T. G. (2010). Indicators of energy security in industrialised countries, *Energy Policy*, 38, 1665-1671.

- Mansson, A., Johansson, B., & Nilsson, L. J. (2014). Assessing energy security: An overview of commonly used methodologies, *Energy*, 73, 1-14.
- Markandya, A., Gracceva, F., Constantini, V., & Vicini, G. (2007). Security of energy supply. Scenarios from the European Perspective, *Energy Policy*, 35, 210-226.
- Melodie, M. (2017). *Shale gas production costs: historical developments and outlook*. Rapid Response Energy Brief January 2017). Bruksela: Insight-e. Pobrane z: http://www.insightenergy.org/system/publication_files/files/000/000/067/original/RREB_Shale_Gas_fi-nal_20170315_published.pdf?1494419889 w dniu 20.11.2017.
- Neumann, A. (2004). *Security of Supply in Liberalised European Gas Markets*. Diplomarbeit. Frankfurt: Viadrina Universitaet.
- PIG (2016). Państwowy Instytut Geologiczny, Pobrane z: <http://www.pgi.gov.pl/instytut-geologiczny-surowce-mineralne/4059-gaz-upkowy-1-co-kryje-si-pod-terminem-niekonwencjonalnego-gazu> w dniu 20.04.2016.
- Sauter, R., & Awerbuch, S. (2003). *Oil price volatility and economic activity: A survey and literature review*, Paris: IEA.
- Sovacool, B., & Mukherjee, I. (2011). Conceptualizing and measuring energy security: A synthesized approach, *Energy Policy*, 36, 5343-5355.
- Stirling, A. (1999). On the Economics and Analysis of Diversity. *SPRU Electronic Working Paper Series*, 28. Sussex: University of Sussex. Pobrane z: <https://www.sussex.ac.uk/webteam/gateway/file.php?name=sewp28&site=25> w dniu 20.06.2015.
- Stirling, A. (2010). Multicriteria diversity analysis. A novel heuristic approach for appraising energy portfolios, *Energy Policy*, 38, 1622-1634.
- Turton, H., & Barreto, L. (2006). Long-term security of energy supply and climate change, *Energy Policy*, 34, 2232-2250.

Cytowanie jako rozdział w monografii (w okresie przejściowym):

Nyga-Łukaszewska, H. (2018). Rewolucja łąpkowa a bezpieczeństwo energetyczne USA w latach 2007-2015 (s. 39-48). W: A. Michalik & M. Maciejewski (red.), *Współczesne wyzwania dla gospodarki globalnej* („Przedsiębiorczość Międzynarodowa”, vol. 4, nr 1). Kraków: Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie.

Tytuł i abstrakt po angielsku**The shale revolution and the US energy security in the years 2007-2015**

The aim of the study is to assess shale gas extraction and its impact on US energy security in 2007-2015. The analysis covers the years 2007-2015, the phenomenon where possible is shown in a wider time horizon: 1970-2040, while by 2016 it has a historical character, and from 2017 – a prognostic one. The source of data was the American Energy Information Administration and databases of recognized international organizations (World Bank) or industry (BP). In the course of the research, a literature review related to energy security was used. In the empirical part, statistics based on secondary data were quoted. The US energy security assessment shows that the US energy security in the period 2007-2015 has significantly improved. A similar trend can be seen in the years 1970-2040, with the exception of periods of oil crises in the 1970s and 1980s, and a sharp rise in oil prices in the first decade of the new century. Year 2016 is also one of the points of the time series for the USA, in which one of the lowest levels of the index was recorded, which means one of the highest energy security assessments in this country. Undoubtedly one of the factors that significantly contributed to this fact is shale gas extraction in the USA. The production of this unconventional hydrocarbon, apart from increasing the supply on the domestic market, also has an important dimension on a global scale.

Keywords: energy security; shale gas production; energy import

JEL codes: Q40,F10,F52

Autor**Honorata Nyga-Łukaszewska**

Adiunkt w Instytucie Ekonomii Międzynarodowej w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie. Zainteresowania badawcze koncentrują się wokół ekonomii międzynarodowej, handlu energią oraz rynków surowcowych. Specjalizuje się w badaniach dotyczących bezpieczeństwa energetycznego. Wykładowca w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie – prowadzi m.in. zajęcia z ekonomii międzynarodowej.

Adres do korespondencji: Dr Honorata Nyga-Łukaszewska, Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Instytut Ekonomii Międzynarodowej, ul. Madalińskiego 6/8, 02-513 Warszawa, e-mail: hlukas@sgh.waw.pl

Podziękowania i finansowanie

Autorka dziękuje dwóm anonimowym recenzentom, których uwagi pozwoliły podnieść jakość niniejszej publikacji.

Prawa autorskie

Ten artykuł został opublikowany na warunkach Creative Commons
Uznanie autorstwa – Bez utworów zależnych (CC BY-ND 4.0 License)
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

