

Izabela JONEK-KOWALSKA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
izabela.jonek-kowalska@polsl.pl

EKONOMICZNE I SPOŁECZNE UWARUNKOWANIA IMPLEMENTACJI NOWYCH TECHNOLOGII W GÓRNICTWIE WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. Głównym celem artykułu jest identyfikacja społecznych i ekonomicznych uwarunkowań wdrażania nowych technologii w górnictwie węgla kamiennego przeprowadzona z perspektywy polskich przedsiębiorstw górniczych. Artykuł ma charakter teoretyczno-przeglądowy i został opracowany na podstawie studiów literaturowych oraz analizy uwarunkowań rynkowych i ogólnogospodarczych funkcjonowania branży górniczej w Polsce.

Słowa kluczowe: ocena technologii, ekonomiczne i społeczne uwarunkowania implementacji technologii, górnictwo węgla kamiennego

ECONOMIC AND SOCIAL CONDITIONS OF THE IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES IN COAL MINING INDUSTRY

Abstract. The main aim of this article is to identify economic and social conditions of the implementation of new technologies in coal mining industry carried out from the perspective of coal mining enterprises. Article is of theoretical and reviewing character and was developed on the basis of literature studies and analysis of market and economic conditions of the coal mining sector in Poland.

Keywords: technology assessment, economic and social conditions of technology implementation, coal mining industry

1. Wprowadzenie

Górnictwo węgla kamiennego to przemysł tradycyjny w wielu współczesnych gospodarkach – szczególnie europejskich – traktowany jako branża o charakterze schyłkowym z

uwagi na wysoką szkodliwość dla środowiska oraz generowanie zagrożeń dla zdrowia i życia ludzkiego. W Polsce górnictwo węgla kamiennego wciąż jest istotną gałęzią gospodarki zapewniającą zatrudnienie ponad stu tysiącom mieszkańców Górnego Śląska oraz stanowiącą gwarancję państwowego bezpieczeństwa energetycznego. Niemniej jednak, w związku z pogarszającą się sytuacją finansową, branży trudno podejmować nowe wyzwania technologiczne i implementować czyste technologie węglowe, których wykorzystanie mogłoby poprawić wizerunek górnictwa węgla kamiennego oraz umożliwiłoby przynajmniej częściowo sprostanie aktualnym wymaganiom środowiskowym.

Mając na uwadze powyższe okoliczności, głównym celem niniejszego artykułu jest identyfikacja społecznych i ekonomicznych uwarunkowań wdrażania nowych technologii w górnictwie węgla kamiennego przeprowadzona z perspektywy polskich przedsiębiorstw górniczych. By tak postawiony cel zrealizować, w pierwszej części artykułu dokonano charakterystyki innowacyjnych technologii znajdujących zastosowanie w górnictwie węgla kamiennego, następnie przedstawiono sytuację inwestycyjno-finansową w polskiej branży wydobywczej. Na podstawie wniosków z przeprowadzonej identyfikacji i analizy podjęto próbę określenia społecznych i ekonomicznych uwarunkowań wdrażania nowych technologii w polskim górnictwie węgla kamiennego. Artykuł ma charakter teoretyczno-przeglądowy i został opracowany na podstawie studiów literaturowych oraz analizy uwarunkowań rynkowych i ogólnogospodarczych funkcjonowania branży górniczej w Polsce. Wykorzystano w nim materiały statystyczne Ministerstwa Energii dotyczące funkcjonowania górnictwa węgla kamiennego w Polsce.

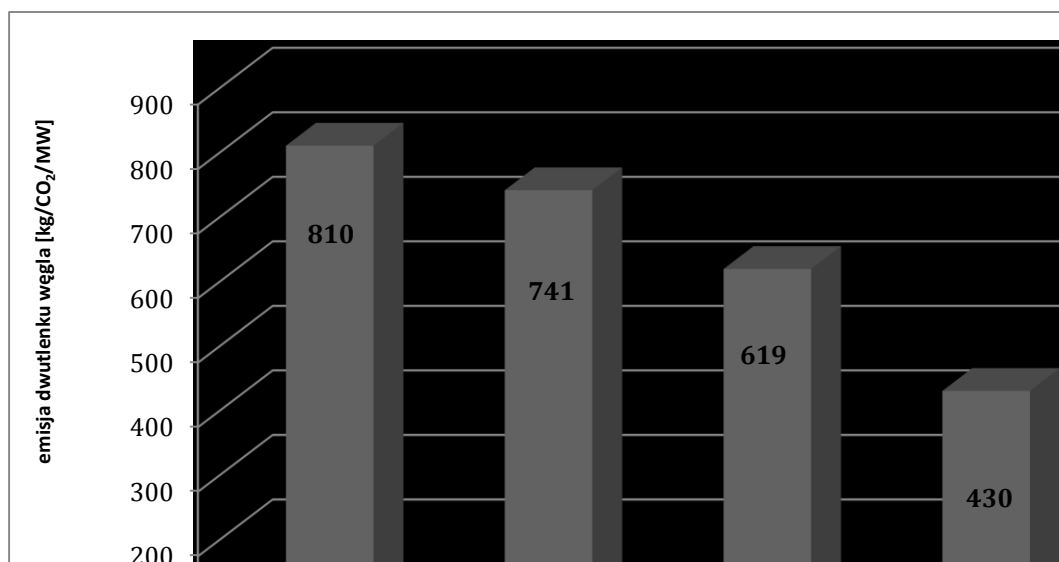
2. Nowe technologie w górnictwie węgla kamiennego

Zasadniczym czynnikiem determinującym funkcjonowanie górnictwa w Polsce jest obecnie konieczność wypełniania zobowiązań, wynikających z regulacji Unii Europejskiej zawartych w Pakiecie Energetycznym. Przy czym szczególne znaczenie ma postulat odnoszący się do emisji dwutlenku węgla¹.

Zastosowanie w tym zakresie dla Polski okresu przejściowego miało za zadanie zapobiec eliminacji węgla z portfela paliw pierwotnych, co wpłynęłoby na osłabienie bezpieczeństwa energetycznego. Niemniej jednak przedstawione uregulowania wymuszają jednocześnie podejmowanie działań polegających na znaczącej redukcji emisji gazów cieplarnianych. Działania takie wiążą się z wprowadzeniem kompleksowych technologii usuwania dwutlenku węgla ze strumienia paliw, transportu do miejsc zdeponowania oraz składowania.

¹ Turek M.: Understanding Technology And Technological Change, Vol. I. „World Coal”, No. 10, 2008, p. 15-20; Turek M.: Węgiel kamienny na rynku energetycznym w Polsce, [w:] Pyka J. (red.): Szanse i zagrożenia rozwoju rynku energetycznego w Europie i Polsce. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2007, s. 27-42.

Technologie te są określane mianem CO₂ Capture and Storage, w skrócie CCS. Od wprowadzenia innowacji w tym zakresie zależeć będzie w przyszłości zapotrzebowanie na węgiel kamienny w energetyce. Należy bowiem podkreślić, że emisja dwutlenku węgla w procesie spalania węgla kamiennego w grupie dostępnych paliw jest jedną z najwyższych (rys. 1).



Rys. 1. Zależność emisji dwutlenku węgla od rodzaju paliwa i technologii spalania [kg CO₂/MW]
Źródło: Leading Options for the Capture of CO₂ Emissions at Power Stations. EA GHG, IEA Greenhouse GasR&D Programme, Report Nr PH3/14, 2000.

Wśród nowych technologii prym wiodzie kogeneracja, czyli skojarzona gospodarka ciepłno-energetyczna (NGCC – *Natural Gas Combined Cycle*), która znacząco obniża emisję CO₂ wskutek dużej sprawności wytwarzania energii użytecznej. Zwiększona sprawność wytwarzania energii w zintegrowanym układzie parowo-gazowym ze zgazowaniem węgla (IGCC – *Integrated Gasification Combined Cycle*) przynosi pewną redukcję emisji dwutlenku węgla, natomiast podstawowa korzyść w tych układach wynika z efektywniejszego usuwania dwutlenku węgla w porównaniu do układów spalania².

Największym problemem technologicznym w procesie ograniczania emisji dwutlenku węgla jest obecnie system usuwania i magazynowania CO₂. Wymaga on podjęcia poważnych prac badawczo-rozwojowych. Aktualnie większość technik opiera się na usuwaniu dwutlenku węgla bezpośrednio ze spalin. Proces ten umożliwia wydzielenie, sprężenie i schłodzenie dwutlenku węgla, co powoduje jego kondensację, umożliwiającą transport i podziemne

² Dubiński J., Stańczyk K.: Podziemne zgazowanie węgla – doświadczenia światowe i eksperymenty prowadzone w KD Barbara, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2010, s. 2-15; Ściążko M., Dreszer K., Chmielniak T.: Skutki techniczno-ekonomiczne usuwania i składowania dwutlenku węgla dla wytwarzania energii elektrycznej, [w:] Ściążko M.: Uwarunkowania wdrożenia zero-emisyjnych technologii węglowych w energetyce. Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zabrze 2007, s. 39.

składowanie³. Możliwe jest także usuwanie dwutlenku węgla przed spalaniem. Wówczas węgiel zgazowuje się, a otrzymany gaz palny poddaje reformingowi, w wyniku czego powstaje paliwo gazowe bogate w wodór. Następnie dwutlenek węgla jest usuwany metodą absorpcji wysokociśnieniowej, a pozostały gaz spalany w turbinie gazowej.

Trzecią metodą usuwania dwutlenku węgla jest proces spalania w tlenie, który polega na doprowadzeniu tlenu wydzielonego z powietrza bezpośrednio do kotła. Tlen jest tam mieszany z recykulowanym dwutlenkiem węgla w celu regulacji temperatury spalania. Wskutek podjętych działań powstają spaliny zawierające głównie dwutlenek węgla oraz parę wodną, którą można skondensować i otrzymać strumień gazu o bardzo dużej koncentracji, gotowy do transportu i magazynowania⁴.

Aktualnie technologie wytwarzania energii elektrycznej i separacji dwutlenku węgla są rozwijane. Optymalizuje się także koncepcje elektrowni z i bez separacji dwutlenku węgla. Pyłowe boki nadkrytyczne, zasilane paliwem węglowym, obiegi zintegrowane ze zgazowaniem węgla (IGCC) oraz kombinatowe układy parowo-gazowe (NGCC) są rozwijane w kierunku wyższych sprawności energetycznych oraz niższych jednostkowych nakładów inwestycyjnych. Pilne jest również geologiczne rozpoznanie struktur odpowiednich do długoterminowego i bezpiecznego składowania dwutlenku węgla⁵.

W ramach nowoczesnych technologii węglowych opracowuje się także rozwiązania polegające na wykorzystywaniu synergii węglowo-jądrowej. Kogeneracja jądrowa to jednoczesna produkcja energii elektrycznej i użytkowej energii cieplnej przy wykorzystaniu reaktorów jądrowych. Jednakże typowe reaktory jądrowe wytwarzają ciepło o temperaturze nie przekraczającej 3000°C, co ogranicza możliwości wykorzystania ciepła do generowania elektryczności i nielicznych zastosowań niskotemperaturowych. Dopiero zastosowanie reaktorów typu HTR (*High Temperature Reactors*) bazujących na wykorzystaniu węgla kamiennego otworzy możliwości zasilania wielu procesów technologicznych wysokotemperaturowym ciepłem procesowym. Nowe bezemisyjne źródło ciepła nie tylko ograniczy emisję dwutlenku węgla, ale także zmniejszy zużycie gazu ziemnego i ropy naftowej. Ponadto zwiększy również możliwości przetwarzania węgla w procesach chemicznych⁶.

Poza przedstawionymi powyżej uwarunkowaniami implikowanymi przepisami Unii Europejskiej w górnictwie węgla kamiennego trwają także prace nad wzbogacaniem technik

³ W praktyce wyróżnia się trzy sposoby usuwania dwutlenku węgla ze spalin: po spalaniu (*post-combustion*), przed spalaniem (*pre-combustion*) oraz spalanie tlenowe (*oxy-combustion*).

⁴ Ściążko M., Dreszer K., Chmielniak T.: Skutki..., op.cit., s. 42.

⁵ Szerzej: Ściążko M., Chmielniak T., Zero-emisyjny kompleks energio-chemiczny – unikalny przykład działania proekologicznego wykorzystującego węgiel kamienny, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2010, s. 36-50.

⁶ Szerzej: Pieńkowski L.: Reaktory jądrowe typu HTR jako skondensowane źródło ciepła. W stronę synergii węglowo-jądrowej, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2010, s. 33-36. Zob. też: Taczanowski S.: Wykorzystanie węgla w symbiozie z energią jądrową, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2010, s. 73-86.

i technologii eksploatacji złóż⁷. W procesach zarządczych, podstawowych i wspomagających wprowadzanie innowacji ukierunkowane jest przede wszystkim na obniżenie kosztów wydobycia, co umożliwi ewentualne obniżenie ceny węgla. Obecnie odbywa się to przede wszystkim poprzez automatyzację i komputeryzację procesów technologicznych. Duże znaczenie dla wprowadzenia nowych technologii w procesach zarządczych mają programy wspomagające zarządzanie przedsiębiorstwem⁸.

Wdrażanie innowacji w przedsiębiorstwie górniczym w procesach pozyskiwania i wykorzystania surowców polega przede wszystkim na podejmowaniu działań zmierzających do podniesienia jakości wydobywanego węgla. Jest to dla przedsiębiorstw górniczych duże wyzwanie, w którym jednym z największych problemów jest obniżenie cen oferowanego węgla przy jednoczesnym podnoszeniu jego jakości. Źródła innowacyjności produktowej tkwią w tym przypadku w możliwościach kształtowania podstawowych parametrów węgla kamiennego, takich jak: wartość opałowa, wilgoć całkowita oraz zawartość popiołu i siarki. Stosowanie odpowiedniej technologii wzbogacania umożliwia produkcję określonych sortymentów węgla o jakości wymaganej przez odbiorcę. Niemniej jednak należy pamiętać, że jakość sortymentów handlowych węgla uzależniona jest także od właściwości węgla w pokładach oraz stosowanego systemu eksploatacji. Jest zatem silnie zdeterminowana przez uwarunkowania naturalne i geologiczno-górnice, co znacząco determinuje potencjał innowacyjny przedsiębiorstw górniczych⁹.

Najpoważniejszym zagrożeniem dla opisanych procesów innowacyjnych w polskiej branży górniczej jest ograniczoność źródeł finansowania. Brak dostępu do kapitału wynika przede wszystkim z trudnej sytuacji finansowej przedsiębiorstw górniczych¹⁰. Nie bez znaczenia dla sytuacji finansowej i wprowadzania nowych technologii jest także stan bazy materiałowo-technicznej przedsiębiorstw górniczych, która w wielu kopalniach wymaga modernizacji lub wymiany. W związku z powyższym bez dokapitalizowania przedsiębiorstw górniczych wprowadzenie innowacji warunkujących ich istnienie stanie się niemożliwe. Przy czym dokapitalizowanie to powinno nastąpić przede wszystkim w drodze poprawy wyników finansowych przedsiębiorstw górniczych.

⁷ Szerzej: Magda R., Woźny T., Głodzik S., Jasiewicz J.: Innowacyjne planowanie i projektowanie dla potrzeb zarządzania produkcją górniczą. „Przegląd Górniczy”, nr 9, 2010, s. 34-37. Zob. też: Głodzik S., Jasiewicz J., Magda R., Woźny T.: Dane dotyczące górniczych robót korytarzowych dla systemu informatycznego ułatwiającego gospodarkę środkami technicznymi. „Przegląd Górniczy”, nr 9, 2010, s. 170-173.

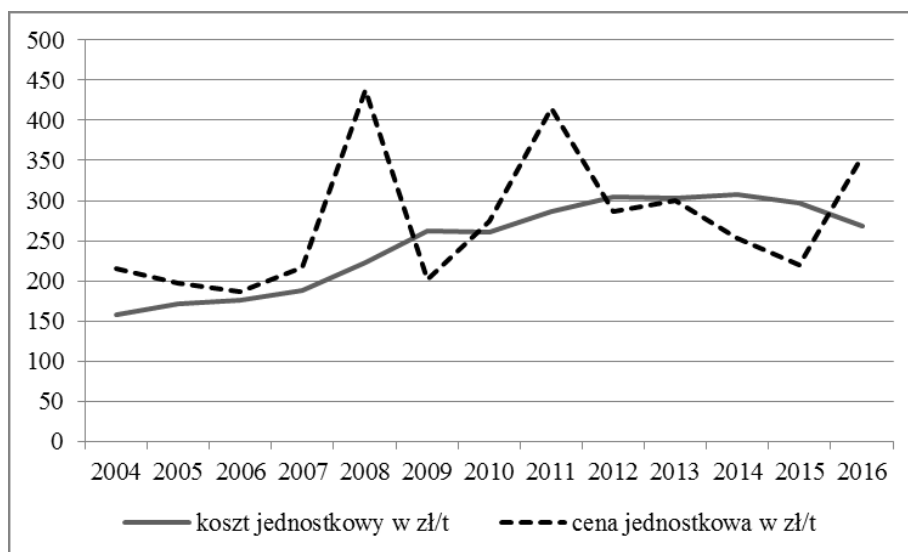
⁸ Szerzej: Gawor M.: Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do wyznaczania powierzchni przekroju wyrobiska kopalnianego, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2010, s. 131-140.

⁹ Jonek-Kowalska I.: Środowiskowe i technologiczne czynniki ryzyka operacyjnego, [w:] Jonek-Kowalska I., Turek M. (red.): Zarządzanie ryzykiem operacyjnym w przedsiębiorstwie górniczym. PWN, Warszawa 2010, s. 120-130.

¹⁰ Bąk P.: Characteristic of the capital gaining sources and financing the activity of coal mine enterprises. Part 1: Sources of the own capital. „Gospodarka Surowcami Mineralnymi”, Vol. 23, Iss. 1, 2007, s. 93-108; Sierpińska M., Bąk P.: The role of corporate bonds in financing mining sector companies during an economic downturn. „Gospodarka Surowcami Mineralnymi”, Vol. 23, Iss. 1, 2007, s. 141-155.

3. Ekonomiczne uwarunkowania wdrażania nowych technologii w górnictwie węgla kamiennego

Jak już wspomniano, najpoważniejszym ograniczeniem wdrażania nowych technologii w polskim górnictwie węgla kamiennego jest trudna sytuacja finansowa, która w ostatnich latach uległa wyraźnemu pogorszeniu z uwagi na spadek cen węgla na rynku światowym, któremu nie towarzyszyła wystarczająca redukcja jednostkowego kosztu produkcji (rys. 2)¹¹.

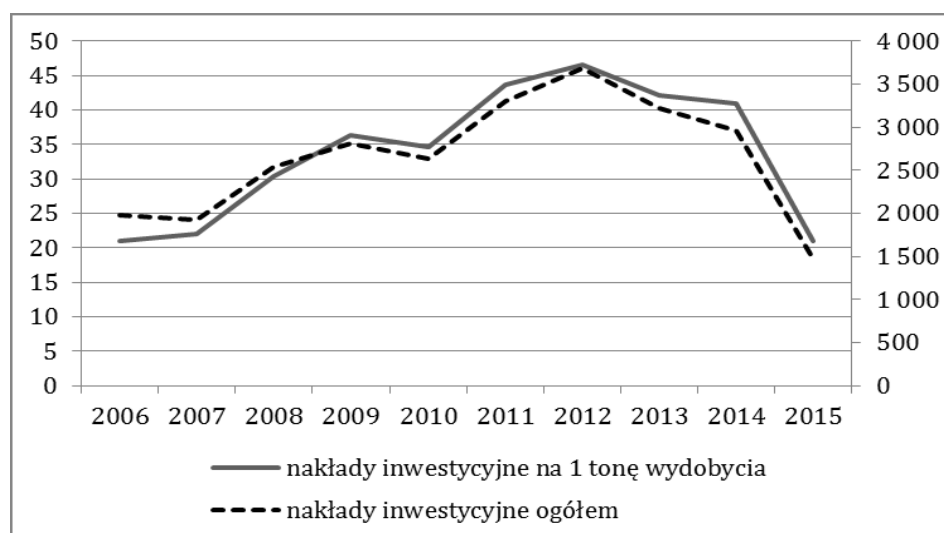


Rys. 2. Cena jednostkowa CIF ARA oraz koszt jednostkowy w polskim górnictwie węgla kamiennego w latach 2004-2016

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Energii.

Pogorszenie efektywności operacyjnej przełożyło się na znaczący spadek nakładów inwestycyjnych w latach 2014-2015 (rys. 3). W przeliczeniu na tonę wydobycia nakłady te w latach 2006-2015 wahały się od 20,90 zł/tonę w 2006 r. do 46,60 zł/tonę w 2012 r. – szczyt dobrej koniunktury w branży. W 2013 roku rozpoczęło się ich drastyczne ograniczanie i w 2015 roku na tonę przypadło zaledwie 21 zł środków inwestycyjnych.

¹¹ Jonek-Kowalska I., Wolny M., Sojda A.: Analiza harmoniczna szeregów czasowych cen węgla. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 74, 2014, s. 171-184; Jonek-Kowalska I., Wolny M., Sojda A.: Analiza trendów i korelacji cen węgla kamiennego na rynkach międzynarodowych w erze dekarbonizacji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 74, 2014, s. 185-197; Michalak A.: The cost of capital in the effectiveness assessment of financial management in a company. „Oeconomia Copernicana”, Vol. 7, Iss. 2, 2016, s. 317-329; Michalak A., Turek M.: A method of pricing an asset lost in a mining catastrophe. “Archives of Mining Sciences”, Vol. 57, No. 3, 2012, s. 799-814.



Rys. 3. Nakłady inwestycyjne na tonę wydobywania [w zł/tonę] oraz ogółem [w mln zł]

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Energii.

Warto także zwrócić uwagę na to, że w polskim górnictwie węgla kamiennego nakłady inwestycyjne praktycznie w całości dotyczą działalności operacyjnej i nie obejmują w szerokim zakresie aktywności badawczo-rozwojowej, w tym rozwoju i wdrażania nowoczesnych technologii (tabela 1).

Tabela 1

Struktura nakładów inwestycyjnych w polskim górnictwie węgla kamiennego w latach 2006-2015

Rodzaj	Lata									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
wyrobiska górnicze	33,53%	32,29%	29,55%	31,67%	36,44%	29,77%	26,74%	42,20%	38,39%	45,47%
zakłady wzbogacania węgla	4,55%	4,06%	4,25%	2,78%	5,43%	6,88%	4,60%	4,62%	6,75%	4,40%
ochrona środowiska	2,43%	3,80%	1,57%	0,80%	0,99%	1,06%	1,18%	0,85%	1,44%	0,65%
zakupy maszyn i urządzeń	47,23%	43,47%	45,71%	47,71%	35,94%	45,81%	47,18%	34,82%	27,87%	33,68%
pozostałe inwestycje	12,26%	16,37%	18,92%	17,04%	21,20%	16,48%	20,30%	17,51%	25,56%	15,80%

Źródło: Opracowanie własne.

W strukturze nakładów inwestycyjnych dominują wyrobiska górnicze, których przygotowanie i uruchomienie jest warunkiem utrzymania ciągłości wydobywania. Ich znaczącym uzupełnieniem są nakłady na zakup środków trwałych niezbędnych do prowadzenia eksploatacji. Bardzo niewielka część nakładów przeznaczana jest na ochronę środowiska. W związku z powyższym inwestycje te można uznać za klasycznie odtworzeniowe, a więc nie wpływające na zwiększenie strategicznego potencjału rozwojowego.

4. Społeczne uwarunkowania wdrażania nowych technologii w górnictwie węgla kamiennego

Górnictwo węgla kamiennego to przemysł, którego wizerunek społeczny nie jest pozytywny. Główną przyczyną takiego spojrzenia na branżę wydobywczą jest wyjątkowo niekorzystny wpływ eksploatacji górniczej na środowisko naturalne, przejawiający się w degradacji wszystkich elementów ekosystemu. W toku działalności operacyjnej przedsiębiorstw górniczych dochodzi bowiem do zanieczyszczenia powietrza, deformacji terenu, składowania szkodliwych odpadów górniczych oraz zakłócenia równowagi hydrogeologicznej¹². W Polsce dodatkowo wizerunek górnictwa węgla kamiennego pogarsza wieloletnie dotowanie działalności tej branży przez państwo z funduszy publicznych. Mimo wszystko należy jednak pamiętać o tym, że w Polsce przemysł górniczy jest od wielu lat jednym z największych pracodawców oraz stanowi gwarancję bezpieczeństwa energetycznego Polski, ponieważ węgiel kamienny jest kluczowym źródłem energii w polskim bilansie energetycznym.

Implementacja czystych technologii w górnictwie węgla kamiennego w Polsce mogłaby – w kontekście społecznym – poprawić wizerunek branży, gdyż technologie te przyczyniają się do zmniejszenia negatywnego oddziaływania eksploatacji górniczej na środowisko naturalne oraz zdrowie i życie człowieka. Niemniej jednak, finansowanie ich wdrożenia musiałoby odbywać się przy wykorzystaniu własnych środków przedsiębiorstw górniczych, z uwagi na obowiązujący aktualnie w Unii Europejskiej zakaz wspierania produkcji górniczej ze środków publicznych oraz brak akceptacji społecznej dla tego typu dotacji.

Brak poparcia społecznego jest też istotnym uwarunkowaniem potencjalnego wdrożenia w polskim górnictwie węgla kamiennego synergii węglowo-jądrowej. Rezygnacja

¹² Hąbek P., Wolniak R.: Assessing the quality of corporate social responsibility reports: the case of reporting practices in selected European Union member states. "Quality and Quantity", Vol. 50, Iss. 1, 2016, p. 399-420; Szwajca D., Nawrocki T.: Możliwości oceny zaangażowania przedsiębiorstw w działania społecznie odpowiedzialne a ich polityka informacyjna w zakresie CSR. "Przegląd Organizacji", nr 4, 2016, s. 44-52; Kuzior A., Knosala B.: Changes in perception and implementation of CSR in the Polish enterprises. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 81, 2015, s. 119-129; Li F.: Documenting accountability: environmental impact assessment in a Peruvian mining project. "Political and Legal Anthropology Review", No. 32(2), 2009, p. 218-236; Macintyre M., Mee W., Solomon F.: Evaluating social performance in the context of an 'audit culture': a pilot social review of a gold mine in Papua New Guinea. "Corporate Social Responsibility and Environmental Management", No. 15(2), 2008, p. 100-110; Mayes W. M., Gozzard E., Potter H.A.B., Jarvis A.P.: Quantifying the importance of diffuse minewater pollution in a historically heavily coal mined catchment. "Environmental Pollution", No. 151, 2008, s. 165-175; Hilson G.: Corporate Social Responsibility in the extractive industries. Experiences from developing countries. "Resources Policy", No. 37, 2012, s. 131-137; Hilson G., Yakovelva N.: Strained relations. a critical analysis of the mining conflict in Prestea Ghana. "Political Geography", No. 26(1), 2007, s. 98-119; Mutti D., Yakovleva N., DiegoVazquez-Brust D., Di Marco M.H.: Corporate social responsibility in the mining industry: Perspectives from stakeholder groups in Argentina. "Resources Policy", No. 37, 2012, p. 212-222; Onkila T.: Multiple forms of stakeholder interaction in environmental management: business arguments regarding differences in stakeholder relationships. "Business Strategy and the Environment", No. 20(6), 2011, s. 379-393; Szlązak J.: Wpływ zagrożeń naturalnych na bezpieczeństwo pracy w kopalniach. "Górnictwo i Geologia", nr 8(1), 2013, s. 113-123.

z wykorzystania energii jądrowej do produkcji energii elektrycznej w Polsce oraz w Niemczech przekreśla szanse na implementację tej technologii w polskim przemyśle wydobywczym. Przy czym niechęć społeczna do została w tym przypadku wyraźnie wzmocniona przez awarię elektrowni atomowej w Fukusimie.

Mimo barier ekonomicznych i społecznych polskie górnictwo węgla kamiennego musi poszukiwać metod i środków na implementację nowoczesnych technologii, by zapewnić branży przetrwanie oraz zminimalizować skutki społeczne likwidacji branży, do których niewątpliwie należeć będzie zwiększenie bezrobocia i pauperyzacja regionu górnośląskiego. Pewnym osiągnięciem w tym zakresie są także starania dotyczące wdrażania mniej znaczących – niż opisane w artykule – zmian technologicznych, takich jak: wykorzystanie kotłów węglowych do współspalania węgla i biomasy, przemysłowe wykorzystanie odpadów górniczych czy modernizacje zakładów przerobczych w celu podniesienia jakości produkowanego surowca.

5. Podsumowanie

Przedstawione w artykule nowoczesne technologie w polskim górnictwie węgla kamiennego nie są obecnie stosowane w produkcji przemysłowej, nie tylko z uwagi na bariery technologiczne, ale przede wszystkim finansowe. Ich wdrożenie i wykorzystanie wymaga ogromnych długoterminowych nakładów inwestycyjnych, na które w obecnej sytuacji nie stać polskiego górnictwa. Za pionierski w tym zakresie należy uznać eksperymentalny projekt naukowo-badawczy dotyczący podziemnego zgazowania węgla realizowany przez Główny Instytut Górnictwa. Można jednak założyć, że konsolidacja i skuteczna restrukturyzacja polskiego górnictwa węgla kamiennego umożliwi poprawę sytuacji finansowej sektora, a tym samym zwiększenie nakładów na B+R i rozwój czystych technologii węglowych. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że jest to perspektywa długoterminowa obejmująca z pewnością okres dłuższy niż 15-20 lat. Warto też dodać, że pełna realizacja pożytków przedstawionych czystych technologii węglowych wymaga ścisłej współpracy zarówno górnictwa, energetyki, sektora chemicznego, nauki oraz państwa w popieraniu ich dalszego rozwoju i zastosowania. Jest to warunek konieczny wdrażania CCS, a tym samym utrzymania konkurencyjnej pozycji węgla kamiennego jako surowca pokrywającego w gospodarce część zapotrzebowania na energię.

Bibliografia

1. Documenting accountability: environmental impact assessment in a Peruvian mining project. "Political and Legal Anthropology Review", No. 32(2), 2009.
2. Dubiński J., Stańczyk K.: Podziemne zgazowanie węgla – doświadczenia światowe i eksperymenty prowadzone w KD Barbara, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2010.
3. Gawor M.: Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do wyznaczania powierzchni przekroju wyrobiska kopalnianego, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2010.
4. Głodzik S., Jasiewicz J., Magda R., Woźny T.: Dane dotyczące górniczych robót korytarzowych dla systemu informatycznego ułatwiającego gospodarkę środkami technicznymi. „Przegląd Górniczy”, nr 9, 2010.
5. Hąbek P., Wolniak R.: Assessing the quality of corporate social responsibility reports: the case of reporting practices in selected European Union member states. "Quality and Quantity", Vol. 50, Iss. 1, 2016.
6. Hilson G., Yakovelva N.: Strained relations. a critical analysis of the mining conflict in Prestea Ghana. "Political Geography", No. 26(1), 2007.
7. Hilson G.: Corporate Social Responsibility in the extractive industries. Experiences from developing countries. "Resources Policy", No. 37, 2012.
8. Jonek-Kowalska I.: Środowiskowe i technologiczne czynniki ryzyka operacyjnego, [w:] Jonek-Kowalska I., Turek M. (red.): Zarządzanie ryzykiem operacyjnym w przedsiębiorstwie górniczym. PWN, Warszawa 2010.
9. Jonek-Kowalska I., Wolny M., Sojda A.: Analiza harmoniczna szeregów czasowych cen węgla. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 74. Gliwice 2014.
10. Jonek-Kowalska I., Wolny M., Sojda A.: Analiza trendów i korelacji cen węgla kamiennego na rynkach międzynarodowych w erze dekarbonizacji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 74. Gliwice 2014.
11. Kuzior A., Knosala B.: Changes in perception and implementation of CSR in the Polish enterprises. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 81. Gliwice 2015.
12. Macintyre M., Mee W., Solomon F.: Evaluating social performance in the context of an 'audit culture': a pilot social review of a gold mine in Papua New Guinea. "Corporate Social Responsibility and Environmental Management", No. 15(2), 2008.
13. Magda R., Woźny T., Głodzik S., Jasiewicz J.: Innowacyjne planowanie i projektowanie dla potrzeb zarządzania produkcją górniczą. „Przegląd Górniczy”, nr 9, 2010.

14. Mayes W.M., Gozzard E., Potter H.A.B., Jarvis A.P.: Quantifying the importance of diffuse minewater pollution in a historically heavily coal mined catchment. "Environmental Pollution", No. 151, 2008.
15. Michalak A., Turek M.: A method of pricing an asset lost in a mining catastrophe. "Archives of Mining Sciences", Vol. 57, No 3, 2012.
16. Michalak A.: The cost of capital in the effectiveness assessment of financial management in a company. "Oeconomia Copernicana", Vol. 7, Iss. 2, 2016.
17. Mutti D., Yakovleva N., DiegoVazquez-Brust D., Di Marco M.H.: Corporate social responsibility in the mining industry: Perspectives from stakeholder groups in Argentina. "Resources Policy", No. 37, 2012.
18. Onkila T.: Multiple forms of stakeholder interaction in environmental management: business arguments regarding differences in stakeholder relationships. "Business Strategy and the Environment", No. 20(6), 2011.
19. Pieńkowski L: Reaktory jądrowe typu HTR jako skondensowane źródło ciepła. W stronę synergii węglowo-jądrowej, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2010.
20. Szlązak J.: Wpływ zagrożeń naturalnych na bezpieczeństwo pracy w kopalniach. „Górnictwo i Geologia”, nr 8(1), 2013.
21. Sz wajca D., Nawrocki T.: Możliwości oceny zaangażowania przedsiębiorstw w działania społecznie odpowiedzialne a ich polityka informacyjna w zakresie CSR. „Przegląd Organizacji”, nr 4, 2016.
22. Ściążko M., Chmielniak T., Zero-emisyjny kompleks energio-chemiczny – unikalny przykład działania proekologicznego wykorzystującego węgiel kamienny, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2010.
23. Ściążko M., Dreszer K., Chmielniak T.: Skutki techniczno-ekonomiczne usuwania i składowania dwutlenku węgla dla wytwarzania energii elektrycznej, [w:] Ściążko M.: Uwarunkowania wdrożenia zero-emisyjnych technologii węglowych w energetyce. Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zabrze 2007.
24. Taczanowski S.: Wykorzystanie węgla w symbiozie z energią jądrową, [w:] Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2010.
25. Turek M.: Understanding Technology and Technological Change, Vol. I. „World Coal”, No. 10, 2008
26. Turek M.: Węgiel kamienny na rynku energetycznym w Polsce, [w:] Pyka J. (red.): Szanse i zagrożenia rozwoju rynku energetycznego w Europie i Polsce. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Katowice 2007.