



## Łukasz Wojcieszak

Politechnika Świętokrzyska

# Kwestia podziemnego zgazowania węgla w Polsce

## Wprowadzenie

Problematyka podziemnego zgazowania (gazyfikacji) węgla jest zagadnieniem budzącym coraz większe zainteresowanie zarówno producentów energii i jej odbiorców, jak i środowisk ekologów, czy wreszcie badaczy zajmujących się tym zagadnieniem naukowo. Zasadniczym celem gazyfikacji jest zamiana znajdującego się w złożu węgla na gaz. Wdrożenie tego procesu pociąga za sobą szereg korzyści, jednak istotną przeszkodą są względy ekologiczne. Z uwagi na posiadane zasoby węgla kamiennego kwestia podziemnej gazyfikacji jest szczególnie istotna dla Polski, która mogłaby wygenerować dodatkowe źródło energii.

W toku podziemnego zgazowania węgla, do którego dochodzi w wyniku wypalania pokładów tego paliwa, powstaje gaz syntezowy (syngaz), którego zasadniczym problemem są szkodliwe emisje. Stąd też bardzo wyraźne są głosy sprzeciwu wobec dotychczas stosowanych technologii właśnie ze względu na ich wpływ na środowisko. Kwestią kluczową staje się zatem pogodzenie wykorzystywania węgla ze spełnieniem wymogów związanych z ochroną środowiska, co w przypadku podziemnej gazyfikacji budzi jednak uzasadnione wątpliwości.

W niniejszym artykule ukazane zostaną kluczowe aspekty tytułowego problemu. Celem opracowania jest przedstawienie znaczenia podziemnej gazyfikacji węgla oraz rozwoju tej technologii w Polsce. Konieczne jest zatem zaprezentowanie zarówno korzyści, jakie niesie podziemna gazyfikacja węgla, jak i negatywnych skutków istniejących obecnie technologii. Istotne będzie uzyskanie odpowiedzi na pytanie o zagrożenia, jakie mogą być rezultatem wdrażania tej technologii. Należy także zadać pytanie o perspektywy rozwoju gazyfikacji węgla w Polsce. W artykule dominuje opis; zastosowano także metodę porównawczą i prognostyczną.

## Podziemne zgazowanie węgla na tle współczesnego wykorzystywania surowca

Bardzo prawdopodobne jest to, że w drugiej połowie XXI wieku nastąpi zasadnicza zmiana w światowej strukturze zużycia paliw pierwotnych. Postępować będzie wyczerpywanie się zasobów ropy naftowej i coraz trudniejszy okaże się dostęp do złóż gazu ziemnego. Znaczący wzrost zapotrzebowania na nośniki energii pierwotnej zwiększy rolę węgla kamiennego. Wykorzystywanie tego najbardziej rozpowszechnionego na świecie surowca energetycznego będzie zatem wzrastać, zarówno w charakterze nośnika energii, jak i surowca dla przemysłu chemicznego<sup>1</sup>. Z drugiej jednak strony regulacje wydawane przez Unię Europejską mają na celu daleko idącą dekarbonizację polskiej gospodarki. Dotyczy to także innych państw, w których udział węgla nadal jest wysoki i pozostanie znaczący jeszcze przez dłuższy czas. Państwa te będą musiały ponieść znacznie wyższe koszty, co osłabi konkurencyjność ich gospodarek, ograniczając rozbudowę potencjału przemysłowego<sup>2</sup>.

Podczas energetycznego wykorzystania węgla, m.in. w elektrowniach i elektrociepłowniach, do atmosfery emitowane są cząstki stałe, tlenki azotu i siarki, a przede wszystkim znaczne ilości dwutlenku węgla. W celu eliminacji zagrożeń dla środowiska wprowadzana jest polityka proekologiczna, której wyrazem są coraz bardziej popularne tzw. czyste technologie węglowe. Owe technologie obejmują wszystkie procesy i sposoby wykorzystania węgla, mające na celu minimalizację negatywnego wpływu produktów jego spalania na środowisko. Czyste technologie węglowe są stosowane już na etapie wydobycia surowca poprzez wdrażanie metod pomagających zwiększyć sprawność uzyskiwania urobku węgla. Ich wykorzystywanie było niegdyś ekonomicznie nieopłacalne, natomiast obecnie staje się realną perspektywą. Niezbędne inwestycje finansowe w ich rozwój mogą zaowocować w przyszłości przełomem w energetyce konwencjonalnej<sup>3</sup>. Zdaniem wielu organizacji ekologicznych podziemne zgazowanie węgla nie powinno być jednak zaliczane do czystych technologii węglowych.

Wprowadzenie technologii spalania węgla przyjaznych dla środowiska naturalnego może zapewnić Polsce zarówno zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i dwutlenku węgla, jak również wpłynąć na wzrost efektywności energetycznej. Wspomniane technologie czystego węgla obejmują także sekwestrację (wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla) oraz produkcję paliw płynnych z węgla<sup>4</sup>. Zgazowanie może być realizowane w reaktorach naziemnych lub reaktorach podziemnych, zwanych georeaktorami, przy czym w przypadku tego pierwszego istnieją i są z powodzeniem stosowane liczne technologie<sup>5</sup>. Zgazowanie węgla jest obiecującym kierunkiem energochemicznego przetwórstwa węgla, umożliwiającym wytwarzanie zarówno energii, substytutów gazu ziemnego i ropy naftowej czy chemikaliów<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> T. Chmielniak, S. Stelmach, *Współczesne technologie zgazowania węgla*, „Problemy Ekologii” 2009, vol. 13, nr 2, s. 69.

<sup>2</sup> P. Soroka, *Bezpieczeństwo energetyczne: między teorią a praktyką*, Warszawa 2015, s. 145.

<sup>3</sup> Instytut Energetyki, <https://www.ien.com.pl/czyste-technologie-weglowe> [dostęp: 24.11.2017].

<sup>4</sup> J. Trubalska, *Bezpieczeństwo energetyczne Rzeczypospolitej Polskiej*, Kraków 2015, s. 266–267.

<sup>5</sup> P. Czaja, *Energia z węgla pozyskana na drodze zgazowania*, „Chemik” 2014, nr 12, s. 1026.

<sup>6</sup> S. Porada, P. Grzywacz, G. Czerski, K. Kogut, D. Makowska, *Ocena przydatności polskich węgla do procesu zgazowania*, „Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal” 2014, t. 17, z. 4, s. 100.

Na terenie Polski podejmowane są działania zmierzające do opracowania metody podziemnego zgazowania węgla kamiennego i brunatnego<sup>7</sup>. Prowadzone prace mają na celu przeprowadzenie doświadczeń pilotowych oraz budowę instalacji demonstracyjnych<sup>8</sup>. Zdaniem prof. Marka Ściążko, liczne analizy (zarówno te sprzed wielu lat, jak i niedawne) potwierdzają opłacalność zgazowania węgla na potrzeby przemysłu chemicznego, który ma wykorzystywać uzyskany gaz do produkcji amoniaku oraz metanolu, trafiającego obecnie do Polski z importu. Istnieje zatem nie tylko szansa na zastąpienie importu produkcją krajową, ale przede wszystkim na stworzenie całej gałęzi chemii metanolu. Według badacza, zgazowując węgiel zmniejszamy zapotrzebowanie rynku na importowany gaz ziemny<sup>9</sup>. Naziemne zgazowanie węgla różni się jednak od gazyfikacji podziemnej, która pomimo istotnych zalet budzi zarazem poważne zastrzeżenia.

Pomysłodawcą podziemnego zgazowania węgla był William Simens, który w 1868 roku przedstawił koncepcję podziemnego zgazowania resztkowych pokładów węglowych. Szczegółową koncepcję projektu i działania instalacji do tych procesów zaprezentował w latach 80. XIX w. Dymitr Mendelejew. Patent z zakresu podziemnego zgazowania uzyskał w 1909 roku amerykański wynalazca Anason Betts. Pierwszy udany eksperyment podziemnego zgazowania węgla został przeprowadzony w Lisiczańsku na terenie Ukraińskiej SRR w 1934 roku, natomiast doświadczalne kopalnie zaczęły powstawać w ZSRR i Estonii<sup>10</sup>. Obecnie jednym ze światowych liderów badań w zakresie podziemnego zgazowania węgla jest australijskie przedsiębiorstwo Linc Energy. Technologia wykorzystywana na instalacji Chinchilla w Australii nie może być jeszcze uznana za nadającą się do wykorzystania komercyjnego,

<sup>7</sup> Zob. M. Bałazińska, J. Zuwała, *Analiza zasobów węgla brunatnego w Polsce w kontekście możliwości zastosowania w technologii zgazowania*, „Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal” 2015, t. 18, z. 3, s. 37.

<sup>8</sup> S. Hajdo, J. Klich, K. Polak, *Uwarunkowania podziemnego zgazowania węgla – 100 lat metody*, „Górnictwo i Geoinżynieria” 2010, r. 34, z. 4, s. 234.

<sup>9</sup> Prof. Ściążko: *Zgazowanie węgla szansą na rozwój polskiej chemii*, Energetyka24.pl, 2.05.2017, <http://www.energetyka24.com/589063,prof-sciazko-zgazowanie-wegla-szansa-na-rozwoj-polskiej-chemii> [dostęp: 28.11.2017]. Co istotne, możliwe byłoby zastąpienie nawet w połowie zużywanego przez chemię gazu ziemnego gazem syntezowym. Według eksperta problematyczne jest jednak zgazowanie węgla na potrzeby produkcji energii. Z ekonomicznego punktu widzenia budowa bloku opartego o zgazowanie węgla, jest ekonomicznie co najmniej o 30% mniej opłacalna niż spalanie węgla w energetyce przy parametrach nadkrytycznych. Zgazowanie węgla na potrzeby energetyki może być jednak opłacalne w dalszej przyszłości, kiedy stosowane dziś układy gazowo-parowe zastąpią rozwijane obecnie technologie oparte o ogniwa paliwowe. Stąd też, w polskich warunkach najbardziej racjonalne jest, aby zacząć zgazowanie od instalacji dla przemysłu chemicznego, zaś zdobyte w tej dziedzinie doświadczenia mogą potem przydać się do analiz dotyczących zgazowania na potrzeby energetyczne, zob. *ibidem*. Według założeń do scenariusza referencyjnego, zawartych w *Programie dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce*, przyjętym przez Radę Ministrów 23 stycznia 2018 roku, przewiduje się uruchomienie jednej instalacji zgazowania węgla (najprawdopodobniej w Zakładach Azotowych „Kędzierzyn”), która ma rozpocząć swoją działalność w 2020 roku, zob. *Program dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce*, s. 46, [http://www.me.gov.pl/files/upload/28078/Program%20GWK\\_przyjety%20przez%20RM.pdf](http://www.me.gov.pl/files/upload/28078/Program%20GWK_przyjety%20przez%20RM.pdf) [dostęp: 26.01.2018].

<sup>10</sup> J. Bednorz, *Nowoczesne metody wykorzystywania węgla kamiennego*, [w:] *Bezpieczeństwo energetyczne. Rynki surowców i energii*, red. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, Poznań 2015, s. 558.

zwłaszcza w polskich warunkach geologicznych i hydrogeologicznych, oraz uwarunkowaniach miejscowych<sup>11</sup>.

Podziemne zgazowanie węgla polega na wypalaniu zalegających pod ziemią pokładów surowca, które w wyniku tego przekształcają się w syngaz<sup>12</sup>. Zainteresowanie metodą zgazowania węgla wzrasta, m.in. dzięki prawdopodobnie mniejszej szkodliwości nowych technologii na środowisko naturalne. Należy przy tym zaznaczyć, że naziemne gazowanie węgla jest mało opłacalne, gdyż wymaga stworzenia rozbudowanej i kosztownej infrastruktury. Wykorzystanie tej technologii zależy w dużej mierze od specyficznej budowy geologicznej regionu. Spółki z branży wydobywczej postrzegają technologię podziemnego zgazowania węgla jako alternatywną metodę wydobycia niewielkich pokładów tego surowca zalegających na dużych głębokościach, przy których tradycyjna eksploatacja jest nieopłacalna lub wręcz niewykonalna<sup>13</sup>. Upowszechnienie tej metody umożliwiłoby dostęp do bardzo bogatych złóż surowca znajdujących się w różnych częściach świata.

Badania nad podziemnym zgazowaniem węgla prowadzone są w wielu miejscach na świecie – od Kanady, przez RPA, Uzbekistan i Chiny, aż po Australię oraz Amerykę Południową<sup>14</sup>. Prace związane z budową podziemnych reaktorów zgazowania w Chinach, w złożu Haoqin, prowadzi przedsiębiorstwo Carbon Energy, które w 2014 roku rozpoczęło też budowę w Mulpun w Chile elektrowni 250 MW, zasilanej gazem pochodzącym z podziemnego zgazowania węgla. W Kanadzie prace nad komercjalizacją instalacji pilotowej podziemnego zgazowania węgla zainicjowała firma Synfuels Energy. W 2014 roku w Indiach rozpoczęto realizację dwóch strategicznych projektów mających na celu produkcję gazu procesowego w kopalni Teshgora (w złożu PENCH-KANHAN) oraz w złożu Madhya Pradesh. Złoża te charakteryzują się dużą głębokością i ich tradycyjna eksploatacja jest nieopłacalna<sup>15</sup>.

## Technologia podziemnego zgazowania i jej rezultaty

Podziemne zgazowanie węgla jest stosowane zwykle przy eksploatacji cienkich pokładów węgla oraz w przypadku chęci pozyskania energii bez wydobywania na powierzchnię dużych ilości skały płonnej zanieczyszczającej środowisko. Dzięki zgazowaniu możliwa jest eksploatacja niewydobytých zasobów węgla w kopalniach zlikwidowanych, bez tworzenia od podstaw infrastruktury tradycyjnej kopalni. Zgazowanie podziemne można przeprowadzić dwiema metodami: szybową (z istniejących

<sup>11</sup> K. Kwaśniewski, M. Kopacz i in., *Zgazowanie węgla. Uwarunkowania, efektywność i perspektywy rozwoju*, Kraków 2015, s. 34.

<sup>12</sup> Gaz syntezowy składa się z wodoru, metanu oraz tlenków węgla; może być wykorzystywany do produkcji m.in. paliw płynnych i energii elektrycznej.

<sup>13</sup> NIK o czystych technologiach węglowych, Najwyższa Izba Kontroli, 1.02.2016, <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/nik-o-czystych-technologiach-weglowyc.html> [dostęp: 24.11.2017].

<sup>14</sup> B. Swoczyna, *Piekło na ziemi – podziemne zgazowanie węgla*, ZiemiaNaRozdrozu.pl, 29.03.2014, <http://ziemianarozdrozu.pl/arttykul/2654/pieklo-na-ziemi-%E2%80%93-podziemne-zgazowanie-węgla> [dostęp: 20.11.2017].

<sup>15</sup> K. Kwaśniewski, M. Kopacz i in., *op. cit.* s. 34.

lub nowych wyrobisk kopalnianych) oraz bezszybową (wykonanie odwiertów do złoża węgla z powierzchni)<sup>16</sup>.

Każda z metod podziemnego zgazowania węgla, zarówno proces prowadzony z powierzchni metodą otworową, jak i z chodnika kopalnianego metodą szybową, posiada zalety oraz wady. Zastosowanie danej metody zależy od wielu uwarunkowań, jak: głębokość zalegania pokładów, kąta ich nachylenia, warunki hydrogeologiczne w otoczeniu generatora, a także ciągłość pokładów węgla i ich grubość<sup>17</sup>. Według Krzysztofa Stańczyka z Głównego Instytutu Górniczego, w przypadku zgazowania podziemnego w grę wchodzi głębokości sięgające 1400 m, a więc takie, w przypadku których wydobycie surowca metodami tradycyjnymi jest praktycznie wykluczone ze względu na koszty. Proces, zasadzający się na doprowadzeniu do zapalonego złoża węgla, tzw. czynnika zgazowującego (np. powietrza lub pary wodnej) i odbiorze wytworzonego gazu na powierzchni, jest dość niebezpieczny. Chociaż nakłady kosztów na zgazowanie węgla w kopalniach czynnych są znaczne, to efektywności procesu wciąż pozostaje pod znakiem zapytania<sup>18</sup>.

Gazyfikacja węgla w złożu jest procesem trudnym do kontroli, który łatwo może przekształcić się w pożar pokładu węgla lub produkcję niskiej jakości gazu<sup>19</sup>. Prowadzone w różnych częściach świata prace badawcze dotyczą doskonalenia metod udostępniania złoża do zgazowania i sposobu prowadzenia procesu podziemnego zgazowania, który jest wynikiem budowy geologicznej, parametrów złoża oraz możliwości technicznych. W Polsce celem prowadzonych prac badawczych jest poszukiwanie możliwości wdrażania technologii podziemnego zgazowania węgla w obrębie pokładów i zasobów zalegających na dużej głębokości, które nie mogą być efektywnie ekonomicznie wydobywane metodami tradycyjnymi<sup>20</sup>.

W odniesieniu do metod konwencjonalnych podziemne zgazowanie posiada następujące zalety:

- mniejsze koszty i krótki czas udostępniania, co umożliwi eksploatację złóż pozabilansowych dla konwencjonalnych metod wydobycia;
- mniejszy zakres przekształceń powierzchni terenu;
- brak konieczności wydobywania oraz składowania skał płonnych w postaci odpadów na powierzchni terenu;
- brak konieczności transportu węgla na powierzchnię;

<sup>16</sup> J. Bednorz, *op. cit.*, s. 558.

<sup>17</sup> K. Kwaśniewski, M. Kopacz i in., *op. cit.*, s. 34.

<sup>18</sup> *Eksperci są zgodni – zgazowanie szansą dla polskiego węgla*, <http://nettg.pl/news/131415/eksperci-sa-zgodni-zgazowanie-szansa-dla-polskiego-węgla> [dostęp: 29.12.2017]. Według wiceprezesa grupy Tauron Jarosława Brody, ocena możliwości wykorzystania gazu ze zgazowania węgla do produkcji energii będzie możliwa, jeżeli rozpocznie się już budowa pierwszej instalacji, na potrzeby chemiczne. Jak dodał: „Oczywistym jest, że zgazowanie, które pochłania sporo energii, jest droższe niż spalanie węgla w zwykłych instalacjach”, *Prof. Ściążko: Zgazowanie węgla szansą na rozwój polskiej chemii*, Energetyka24.pl, 2.05.2017, <http://www.energetyka24.com/589063/prof-sciazko-zgazowanie-węgla-szansa-na-rozwoj-polskiej-chemii> [dostęp: 28.11.2017].

<sup>19</sup> J. Palarski, *Pozyskiwanie metodami niekonwencjonalnymi energii z pozabilansowych pokładów węgla z uwzględnieniem ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>*, „Górnictwo i Geologia” 2010, t. 5, z. 1, s. 108–109.

<sup>20</sup> K. Kwaśniewski, M. Kopacz i in., *op. cit.*, s. 34–35.

- brak powierzchniowych instalacji zgazowania;
- pozostawianie produktów spalania pod powierzchnią ziemi<sup>21</sup>.  
Podziemne zgazowanie węgla ma również pewne wady, wśród których należy wymienić w szczególności:
  - brak pełnej kontroli procesu eksploatacji na poziomie podobnym jak w przypadku metod konwencjonalnych bądź zgazowania prowadzonego na powierzchni;
  - wpływ na środowisko naturalne, w tym zwłaszcza zanieczyszczenie warstw wodonośnych produktami spalania, czy osiadanie powierzchni terenu;
  - działanie trujące oraz własności wybuchowe powstających substancji gazowych;
  - ograniczone możliwości reakcji na powstające zagrożenie dla środowiska, wynikające z opóźnionej w czasie kontroli skutków środowiskowych eksploatacji;
  - wahania stabilności procesu podziemnego zgazowania w czasie, powodujące problemy w utrzymaniu stałej jakości produktu końcowego<sup>22</sup>.

## Podziemne zgazowanie węgla w Polsce

W Polsce, państwie posiadającym duże zasoby węgla, technologia podziemnego zgazowania tego paliwa, traktowana jest jako metoda perspektywiczna. W latach 2007–2010 Główny Instytut Górnictwa zrealizował projekt Hüge, w którym uczestniczyli także partnerzy z Holandii, Wielkiej Brytanii, Niemiec, Czech, Belgii i Ukrainy, zaś sam projekt wspierał sektor paliwowo-energetyczny: Kompania Węglowa S.A. oraz BOT Górnictwo i Energetyka S.A. W ramach projektu w kwietniu 2010 roku przeprowadzono próbę podziemnego zgazowania w skali półtechnicznej ok. 30 m pod ziemią w Kopalni Doświadczalnej „Barbara” w Mikołowie. W przeprowadzonej próbie zgazowano ok. 12–15 ton węgla w ciągu 16 dni. W zakresie współpracy naukowej utworzono Konsorcjum Naukowo-Przemysłowe „Zgazowanie węgla”, w ramach którego rozpoczęto realizację projektu „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej”. Podziemną pilotową instalację zlokalizowano w Katowickim Holdingu Węglowym S.A. na terenie kopalni „Wieżczerek”, a proces zgazowania rozpoczęto w marcu 2014 roku<sup>23</sup>.

Wspomniana próba zakończyła się sukcesem; w jej wyniku zgazowano ok. 245 ton węgla, uzyskując ok. 1 mln m<sup>3</sup> syngazu. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju przekazało jednostkom naukowo-badawczym, zaangażowanym w realizację projektów dotyczących podziemnego zgazowania węgla, 78 mln zł, zaś na ten cel przeznaczono w sumie ponad 96 mln zł (z czego 16 mln zł to wkład finansowy lub rzeczowy partnerów przemysłowych)<sup>24</sup>. Jak stwierdził Andrzej Strugała, podstawowym celem

<sup>21</sup> S. Hajdo, J. Klich, K. Polak, *op. cit.*, s. 227–228. Technologia podziemnego zgazowania węgla w porównaniu do innych metod przetwórstwa tego surowca do energii jest bardzo atrakcyjną z punktu widzenia kosztów inwestycyjnych, ponieważ nie wymaga budowania dużych instalacji produkcyjnych. Dodatkowym atutem technologii PZW są aspekty środowiskowe, takie jak brak odpadów stałych (popiół i żużel) oraz mniejsza emisja zanieczyszczeń gazowych do powietrza; zob. J. Bigda, D. Burchart-Korol, S. Porada, *Mapa rozwiązań technologicznych procesów zgazowania węgla*, „Przegląd Górniczy” 2014, t. 70, nr 11, s. 90.

<sup>22</sup> S. Hajdo, J. Klich, K. Polak, *op. cit.*, s. 228.

<sup>23</sup> J. Bednorz, *op. cit.*, s. 559–560.

<sup>24</sup> *NIK o czystych...*, *op. cit.*

projektu na terenie kopalni „Wieczorek” było opracowanie konfiguracji i wytycznych do układu zgazowania węgla, które mają stanowić podstawy do budowy krajowych instalacji demonstracyjnych. Rezultatami projektu było w szczególności opracowanie i pozytywne zweryfikowanie technologii podziemnego zgazowania węgla kamiennego. W wyniku zgazowania węgla uzyskano niskokaloryczny gaz, który docelowo może być wykorzystany dla potrzeb tzw. energetyki rozproszonej, czyli małych jednostek lokalnych. Według naukowca, technologia ta w najbliższych latach będzie miała w Polsce ograniczone znaczenie. Jak stwierdził: „Są bardzo duże utrudnienia dla jej wdrożenia, wynikające przede wszystkim z tego, że u nas górotwór – tam gdzie są pokłady węgla, które można by zgazować – jest naruszony. To grozi poważnymi konsekwencjami”<sup>25</sup>.

Najwyższa Izba Kontroli zauważyła m.in., że w polskich warunkach pokłady nadające się do wykorzystania metodą podziemnego zgazowania są bardzo rozproszone, co stanowi istotną barierę w racjonalnym wykorzystaniu tych zasobów<sup>26</sup>. Ponadto, według oceny Najwyższej Izby Kontroli, choć technologia zgazowania węgla została ujęta w strategicznych dokumentach rządowych, jako czynnik zwiększający konkurencyjność gospodarki, to jednak zabrakło spójnej polityki wymuszającej działania branż górnictwa, energetyki i chemii. Według NIK wskazane zaniedbania mogą skutkować znacznym opóźnieniem wdrożenia podziemnego zgazowania węgla na skalę półprzemysłową, a perspektywa wdrożenia technologii podziemnego zgazowania węgla na skalę przemysłową jest nadal odległa i niepewna. W ocenie NIK najbliższy realny termin to rok 2030<sup>27</sup>.

Obecnie obowiązująca ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku Prawo geologiczne i górnicze<sup>28</sup> nie uznaje technologii podziemnego zgazowania węgla jako jednej z form wydobycia węgla. Wobec tego niemożliwe jest uzyskanie koncesji na wydobycie kopaliny przy zastosowaniu tej metody. W ocenie Ministra Środowiska zmiany w prawie nie są możliwe bez uzyskania pewności, że czyste technologie węglowe są bezpieczne dla środowiska, lecz aby można było to ocenić, konieczne jest wdrożenie wersji demonstracyjnej eksperymentu, co z kolei możliwe jest dopiero w dalszej perspektywie<sup>29</sup>. Na uwagę zasługuje zakończona w czerwcu 2016 roku realizacja projektu o akronimie COGAR – Podziemne zgazowanie węgla w czynnej kopalni i obszarach o wysokim ryzyku, którego koordynatorem był Główny Instytut Górnictwa<sup>30</sup>. Na

<sup>25</sup> J. Kania, *Technologie zgazowania węgla mogą być atrakcyjne ekonomicznie*, 21.12.2015, <https://msp.gov.pl/pl/przekształcenia/serwis-gospodarczy/wiadomosci-gospodarcze/30816,Technologie-zgazowania-węgla-moga-byc-atrakcyjne-ekonomicznie.print> [dostęp: 3.11.2017].

<sup>26</sup> *Alternatywne metody wykorzystania węgla kamiennego do produkcji paliw gazowych i płynnych*, Informacja o wynikach kontroli, Najwyższa Izba Kontroli, 3.02.2016, s. 32, <https://www.nik.gov.pl/kontrola/P/15/016/KGP> [dostęp: 25.01.2018].

<sup>27</sup> *NIK o czystych...*, *op. cit.* W ocenie Najwyższej Izby Kontroli, działania Ministra Gospodarki na rzecz wspierania rozwoju czystych technologii węglowych nie były efektywne. W latach 2010–2015 nie zapewniono w szczególności skutecznego planowania oraz monitorowania projektów badawczych i inwestycyjnych, zob. *ibidem*.

<sup>28</sup> Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze, Dz.U. z 2011, nr 163, poz. 981 z późn. zm.

<sup>29</sup> *NIK o czystych...*, *op. cit.*

<sup>30</sup> Prace skupiały się przede wszystkim na oszacowaniu ryzyka podziemnego zgazowania węgla w warunkach czynnej kopalni. Wieloletnie badania prowadzone przez GIG dowiodły, że podziemne zgazowanie węgla może być realną alternatywą w stosunku do konwencjonalnych systemów eksploatacji

obecnym etapie trudno uznać podziemne zgazowanie węgla za metodę mogącą być powszechnie stosowaną i konkurencyjną wobec dotychczas stosowanych sposobów eksploatacji tego surowca.

Trudno obecnie stwierdzić, czy podziemne zgazowanie węgla w złożu może stać się perspektywnym sposobem wytwarzania energii. Eksploatacja złóż węgla dokonywana dzięki zastosowaniu tej metody wymaga zbudowania oraz przetestowania instalacji demonstracyjnej. Analiza jej funkcjonowania byłaby podstawą dokładniejszej analizy opłacalności całego przedsięwzięcia, jednak pod uwagę należy wziąć zarówno przewidywalne koszty (nawet 100 mln zł), jak i konieczne niezbędne zmiany w prawie. Kluczowe znaczenie ma sposób, w jaki będzie ujmowane podziemne zgazowanie węgla – czy jako forma/technologia wydobycia kopaliny stałej, czy jako przetwarzanie kopaliny w złożu (wydobycie kopaliny gazowej), bądź raczej jako przetwórstwo kopaliny stałej w wyrobisku, produkcja surowca gazowego. Wybór każdej z tych definicji może oznaczać inne wymogi formalne i środowiskowe, jakie będzie należało spełnić, a także konieczność wdrażania nowych technologii (niegdyś chciało to czynić przedsiębiorstwo Linc Energy z Australii)<sup>31</sup>.

## Problem zagrożeń dla środowiska

Na uwagę zasługuje raport organizacji Friends of the Earth International *Fuelling the fire. The chequered history of Underground Coal Gasification and Coal Chemicals around the world*, krytycznie traktujący o gazyfikacji węgla. Ów raport przedstawia m.in. przypadki wykorzystywania technologii podziemnego zgazowania węgla w wybranych państwach świata. Raport wskazuje, że syngaz pochodzący ze zgazowania węgla zawiera szereg substancji toksycznych, jak m.in.: siarka, chlorowódor, amoniak, cyjanowódor, a także rtęć, arsen i selen. Usunięcie toksycznych substancji wymaga zużywania dużych ilości wody, zanieczyszczając w szczególności ścieki. Część z nich poddawana jest recyklingowi, część ulega odparowaniu lub finalnie składowana jest na wysypisku. Pozostałe jednak ścieki, które nie mogą być przetworzone lub oczyszczone wstrzykuje się do przygotowanych otworów, co niezrządkiem jest bardzo kosztowne<sup>32</sup>.

Liczne organizacje ekologiczne akcentują szereg innych zagrożeń wynikających z podziemnej gazyfikacji węgla. Ich zdaniem może być ona przyczyną zanieczyszczeń

---

węgla. Jak wykazano, wdrożenie tej technologii powinno być poprzedzone szczegółowymi analizami, dotyczącym oddziaływania tego procesu nie tylko na górotwór otaczający zgazowywany pokład węgla, lecz także na środowisko, *GIG: zgazowanie węgla w czynnej kopalni*, Nettg.pl, 5.08.2018, <http://nettg.pl/news/137090/gig-zgazowanie-węgla-w-czynnej-kopalni> [dostęp: 23.11.2017].

<sup>31</sup> NIK bije w resort gospodarki w sprawie gazowania węgla. „Zmarnowanie potencjału innowacyjności”, 1.02.2016, Dziennik.pl, <http://gospodarka.dziennik.pl/news/artykuly/512071,raport-nik-najwyzsza-izba-kontroli-wegiel-slask-gaz-gazowanie-węgla-piechocinski.html> [dostęp: 12.01.2018]. W australijskim stanie Queensland podziemne zgazowanie węgla zostało zakazane. Stało się tak ze względu na protesty ekologów, będących zdania, że podziemne zgazowanie węgla pociąga za sobą bardzo szkodliwe następstwa dla środowiska.

<sup>32</sup> F. Monk (i in.), *Fuelling the fire. The chequered history of Underground Coal Gasification and Coal Chemicals around the world*, Amsterdam 2016, s. 24, [http://zielonasiec.pl/wp-content/uploads/FoE\\_Fuelling\\_the\\_Fire\\_July2016\\_FinalReport\\_ISBN.pdf](http://zielonasiec.pl/wp-content/uploads/FoE_Fuelling_the_Fire_July2016_FinalReport_ISBN.pdf) [dostęp: 5.01.2018].



wód gruntowych oraz wiąże się z niebezpieczeństwem osadzania się gruntu<sup>33</sup>. Upowszechnienie gazyfikacji w złożu miałyby też doprowadzić do zwiększenia emisji CO<sub>2</sub> i w konsekwencji do wzrostu globalnego ocieplenia. Według raportu *Fuelling the Fire* szczególnie wysokie mają być emisje CO<sub>2</sub> związane z produkcją prądu przy wykorzystaniu podziemnego zgazowania węgla. Podczas gazyfikacji węgla emitowane są aerozole atmosferyczne o wielkości cząstek do 2,5 mikrometra, a także amoniak, tlenki azotu i dwutlenek siarki powodujące problemy z funkcjonowaniem układu oddechowego. Wdychanie wspomnianych emisji grozi również powstaniem problemów sercowo-naczyniowych, a także szeregu innych chorób. Normy dotyczące średniego rocznego stężenia w powietrzu wspomnianych aerozoli, zalecane przez Światową Organizację Zdrowia, były stale łamane przez przedsiębiorstwa znajdujące się w różnych częściach świata<sup>34</sup>. Przywołany raport ukazuje szkody powstałe w wybranych państwach, a zdaniem jego autorów – podziemne zgazowanie węgla nie powinno być zaliczane do czystych technologii węglowych.

W Polsce krytykę gazyfikacji zawiera raport Najwyższej Izby Kontroli. NIK zauważył, że monitorowanie realizacji projektów badawczych i inwestycyjnych związanych z podziemnym zgazowaniem węgla było utrudnione w związku z nieefektywnym systemem monitorowania projektów, przyjętym przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Prawo geologiczne i górnicze nie uznaje technologii podziemnego zgazowania węgla jako jednej z form wydobycia węgla<sup>35</sup>, w związku z czym niemożliwe jest uzyskanie koncesji na wydobycie kopaliny tą metodą. W ocenie Ministra Środowiska zmiany w prawie nie są możliwe bez uzyskania pewności, że czyste technologie węglowe są bezpieczne dla środowiska. NIK zauważył, że monitorowanie realizacji projektów badawczych i inwestycyjnych związanych z podziemnym zgazowaniem węgla było utrudnione z uwagi na nieefektywny system monitorowania projektów, przyjęty przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Według NIK system ten był nieskuteczny i nie pozwalał na ocenę postępu prac w stosunku do założonych celów<sup>36</sup>.

## Podsumowanie

Problem podziemnego zgazowania węgla budzi sprzeczne emocje zarówno w Polsce, jak i w innych państwach świata. W Polsce możliwość gazyfikacji tego surowca cieszy się dużym zainteresowaniem, gdyż otwiera drogę do dalszego korzystania z bogatych złóż węgla oraz generowania rodzimego gazu. Kwestia zgazowania

<sup>33</sup> *Dla ekologów to też jest...nieekologiczne*, 6.08.2016, <http://nettg.pl/news/137110/dla-ekologow-to-tez-jest-nieekologiczne> [dostęp: 23.11.2017].

<sup>34</sup> *Ibidem*.

<sup>35</sup> Minister Gospodarki od drugiej połowy 2013 roku kilkakrotnie zwracał się do Ministra Środowiska o wszczęcie postępowania legislacyjnego w celu uregulowania kwestii związanych z podziemnym zgazowaniem węgla w instalacjach przemysłowych. Chociaż swój wniosek uzasadniał dużym zainteresowaniem polskich i zagranicznych przedsiębiorców górniczych budową instalacji do podziemnego zgazowania węgla na zasadach biznesowych, to zainteresowanie zastosowaniem tej metody na skalę przemysłową wyraziła tylko wspomniana już australijska spółka, *Alternatywne metody...*, *op. cit.* s. 19.

<sup>36</sup> *NIK o czystych...*, *op. cit.*

węgla wpisuje się w szerszy problem związany z wykorzystywaniem węgla i postulowaną przez niektóre środowiska dekarbonizacją polskiej gospodarki. Zgazowanie węgla należy uznać w warunkach polskich za dobry sposób na jego wykorzystanie, umożliwiający pozyskiwanie surowca z pokładów trudnych do eksploatacji (np. z uwagi na dużą głębokość). Istotnym atutem są również stosunkowo niskie koszty stosowanych technologii.

Jak wskazano, obecnie wykorzystywane technologie podziemnej gazyfikacji budzą poważne zastrzeżenia, gdyż, zdaniem ekspertów, szkodzą one środowisku, powodując przy tym problemy zdrowotne u ludzi. W krytyce podziemnego zgazowania węgla bardzo poważną rolę odegrał raport ekologów z organizacji Friends of the Earth International, uznający zastosowaną technologię za niebezpieczną. Być może zagrożenia płynące z zastosowanej technologii w przyszłości mogą zostać zmniejszone, jednak w Polsce obecnie wysiłki koncentrują się na naziemnej gazyfikacji węgla, czego przykładem jest uruchomienie instalacji w Kędzierzynie-Koźlu.

Na uwadze należy mieć w szczególności fakt, że sama technologia podziemnego zgazowania węgla w złożu nadal jest w fazie rozwoju, toteż wraz z postępem technicznym możliwe będzie zmniejszenie negatywnych konsekwencji dla środowiska. Podziemne zgazowanie węgla może okazać się zatem przyszłościową metodą, opartą na bogatych złożach węgla znajdujących się na obszarze Polski. Można założyć, że wdrożenie technologii gazyfikacji surowca w złożu i jej stosowanie na szeroką skalę jest nadal dość odległą i niepewną perspektywą (co zaakcentował NIK). Pomimo tego istotne jest kontynuowanie działań na rzecz rozwoju technologii podziemnej gazyfikacji opartej o bardziej korzystne dla środowiska metody, podobnie jak ważny jest dalszy rozwój niekonwencjonalnych metod pozyskiwania energii.

### *Kwestia podziemnego zgazowania węgla w Polsce* *Streszczenie*

Problematyka podziemnego zgazowania węgla jest zagadnieniem budzącym coraz większe zainteresowanie zarówno producentów energii i jej odbiorców, jak też środowisk ekologów, czy wreszcie badaczy zajmujących się tym zagadnieniem przede wszystkim naukowo. Z uwagi na posiadane zasoby surowca kwestia podziemnej gazyfikacji jest szczególnie istotna dla Polski, która mogłaby wygenerować dodatkowe źródło energii. Celem opracowania jest ukazanie znaczenia podziemnej gazyfikacji węgla oraz rozwoju tej technologii w Polsce. W artykule przedstawiono zarówno pozytywne, jak i negatywne skutki, jaka niesie gazyfikacja węgla w złożu, w szczególności zaś zagrożenia dla środowiska, które wystąpiły w różnych częściach świata. Zagrożenia te sprawiają, że wykorzystywanie podziemnej gazyfikacji węgla na skalę przemysłową będzie możliwe zapewne w dość odległej perspektywie.

**Słowa kluczowe:** podziemna gazyfikacja, węgiel, Polska

### *Underground coal gasification in Poland* *Abstract*

Energy producers and its recipients, as well as environmentalists and researchers are more and more interested in underground coal gasification. Poland has significant coal

resources which makes the issue particular important for the country as coal gasification could become an additional source of energy. The purpose of the paper is to show the significance of underground coal gasification and the development of this technology in Poland. The article presents both positive and negative effects of coal gasification, in particular environmental risks that have occurred in various parts of the world. These problems make it impossible to use underground coal gasification on an industrial scale in a close future.

**Key words:** underground gasification, coal, Poland

## *Проблемы подземной газификации угля в Польше*

### *Резюме*

Проблематика подземной газификации угля является вопросом, вызывающим растущий интерес производителей энергии и ее потребителей, экологов, а также ученых и исследователей, занимающихся этой проблемой. Учитывая имеющиеся ресурсы этого сырья, вопросы о подземной газификации имеют особенное значение для Польши, которая могла бы иметь дополнительный источник энергии. Целью исследования является показать значение подземной газификации угля и развития этой технологии в Польши. В статье приведены положительные и отрицательные последствия подземной газификации угля, в частности, угрозы для окружающей среды, которые имели место в разных частях мира. Эти угрозы являются причиной того, что использование подземной газификации угля в промышленных масштабах откладывается на очень отдаленную перспективу.

**Ключевые слова:** подземная газификация, уголь, Польша