



Jan MACUDA*, Anita STARZYCKA**

Problematyka zagospodarowania odpadów wydobywczych powstających przy poszukiwaniu gazu ze złóż niekonwencjonalnych w aspekcie ochrony środowiska

Streszczenie: W artykule przedstawione zostały najważniejsze uwarunkowania związane z odpadami wydobywczymi wytwarzanymi podczas prac poszukiwawczych i rozpoznawczych węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych (w tym gazu z łupków). Uwzględnione zostały odpady wydobywcze powstające podczas różnych etapów poszukiwania: etapu wiercenia otworu, jak również odpady generowane w trakcie późniejszych prac wykonywanych w otworze (np. zabiegów stymulacji złoża – w tym szczelinowania hydraulicznego, testów produkcyjnych itp.). W pracy podsumowano stan prac poszukiwawczych gazu ze złóż niekonwencjonalnych w Polsce – według stanu na dzień 2 września 2013 r. wykonano 48 otworów rozpoznawczych za gazem z łupków, a cztery kolejne znajdowały się w fazie wiercenia. Przedstawiona została ilościowa i jakościowa charakterystyka tych odpadów, z uwzględnieniem parametrów determinujących sposób ich zagospodarowania. W skali kraju ilość odpadów wytworzonych podczas poszukiwania węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych stanowi niespełna 0,1% wszystkich wytwarzanych w danym roku odpadów. Zarówno ilości, jak i właściwości odpadów wytwarzanych podczas prac poszukiwawczo-rozpoznawczych za gazem z łupków są zmienne dla każdego odwiertu i zależą zarówno od czynników geologicznych, jak też technologii wiercenia i późniejszych prac w otworze. W kolejnych latach powstać może rocznie około 105 000 Mg odpadów wydobywczych z podgrupy 0105 związanych z poszukiwaniem i wydobywaniem gazu z łupków. W pracy omówiono możliwe sposoby zagospodarowania odpadów wydobywczych powstających przy poszukiwaniu i rozpoznawaniu węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych oraz związane z tym problemy i wyzwania na przyszłość. Cechą utrudniającą zagospodarowanie omawianych odpadów jest wysoka zawartość wody i związana z tym konsystencja (kolidalno-szlamista w przypadku odpadów wiertniczych i płynna w przypadku płynu zwrotnego). Utrudnieniem jest także zmienny oraz trudny do przewidzenia skład chemiczny odpadów.

Słowa kluczowe: gaz ze złóż niekonwencjonalnych, gaz z łupków, odpady wydobywcze, gospodarka odpadami

* Dr inż. hab., AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; e-mail: macuda@agh.edu.pl

** Mgr., Państwowy Instytut Geologiczny–Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa;
e-mail: anita.starzycka@pgi.gov.pl

Problems of extractive waste produced when prospecting unconventional gas deposit in environment protection aspect

Abstract: The article presents the most important factors related to the management of extractive waste produced during exploration and prospecting of hydrocarbons from unconventional sources (including shale gas). Extractive waste generated during various stages of the exploration: drilling stage, as well as waste generated in the course of the subsequent borehole work (e.g. deposit stimulation treatments – including hydraulic fracturing, production tests, etc.) were included. This paper summarizes the state of unconventional gas exploration in Poland. As of September 2, 2013, 48 exploratory boreholes for shale gas were drilled, and four more were in the drilling phase. The quantitative and qualitative characteristics of the waste were presented, including the parameters that determine the method of their development. Nationally, the amount of waste generated during the exploration of hydrocarbons from unconventional sources is less than 0.1% of the total generated waste in a given year. Both the quantity and characteristics of the waste generated during shale gas exploration work vary for each borehole and depend on both geological factors as well as the drilling technology and subsequent borehole work. In subsequent years approximately 105,000 tons of mining waste of the 0105 subgroup relating to the exploration and extraction of shale gas may be created annually. The paper discusses possible ways of management of mining waste resulting from the exploration and prospecting of hydrocarbons from unconventional sources and the associated problems and challenges for the future. What makes the management of these wastes difficult is the high water content and the resulting consistency (colloid slurry in case of drilling waste and fluid in case of flowback). The variable and difficult to predict chemical composition of waste is also a hindrance.

Key words: unconventional gas, shale gas, extractive wastes, waste management

Wprowadzenie

Eksploracja gazu ziemnego ze złóż konwencjonalnych, prowadzona na skalę przemysłową od dziesięcioków lat, nie budziła dotąd znaczącego sprzeciwu jako potencjalne źródło degradacji środowiska naturalnego, a gaz ziemny postrzegany był jako najmniej uciążliwe dla środowiska paliwo kopalne. Jednakże, wraz z rozwojem poszukiwań węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych (szczególnie tzw. gazu z łupków) trwa dyskusja nad potencjalnym wpływem prowadzenia tego typu prac na środowisko.

Technologie wiertnicze służące wydobywaniu gazu ze skał łupkowych zasadniczo nie różnią się od poszukiwań i eksploatacji konwencjonalnych złóż gazu (rys. 1), z wyjątkiem konieczności stosowania zabiegów stymulacji hydraulicznej oraz powstającej w wyniku tych prac ilości odpadów. Istotną różnicę, która budzi obawy w aspekcie środowiskowym, stanowi także konieczna do uzyskania efektu ekonomicznego skala przedsięwzięcia oraz zagęszczenie siatki wierceń (Macuda 2010).

W ciągu ostatnich trzech lat rozpoczęto w Polsce intensywne poszukiwania gazu z niekonwencjonalnych złóż – według stanu na dzień 2 września 2013 r. wykonano 48 otworów rozpoznawczych za gazem z łupków, a cztery kolejne znajdują się w trakcie wiercenia. W otworach wykonano 20 zabiegów szczelinowania, w tym 13 zabiegów przeprowadzono w otworach pionowych, a 7 w otworach krzywionych – poziomych (www.lupki.mos.gov.pl). Obszar poszukiwań ograniczony był do tej pory do ośmiu województw: pomorskiego (22 wiercenia), lubelskiego (14 wierceń), mazowieckiego (6 wierceń), warmińsko-mazurskiego (4 wiercenia), świętokrzyskiego i lubuskiego (po dwa wiercenia) oraz dolnośląskiego i kujawsko-pomorskiego (po jednym wierceniu).

Udostępnianie złóż gazu ziemnego ze skał łupkowych prowadzi się najczęściej wielodennymi otworami wiertniczymi o głębokości do kilku tysięcy metrów, a dla uzyskania dopływu gazu do otworu wykonuje się w ich poziomych odcinkach od kilku do kilkunastu zabiegów hydraulicznego szczelinowania. Powoduje to powstawanie dużej ilości odpadów, których zagospodarowanie stanowi problem logistyczny, techniczny i środowiskowy (Anthony 2010).



Rys. 1. Wieża wiertnicza podczas wiercenia otworu za gazem z łupków (fot. A Starzycka)

Fig. 1. Drilling rig during operation for shale gas

2. Powstające odpady

Podczas prac związanych z poszukiwaniem i rozpoznawaniem gazu ze złóż niekonwencjonalnych wytwarzane są dwa podstawowe typy odpadów:

- odpady związane z pracami wiertniczymi, zabiegami intensyfikującymi i testami próbnymi złożeń. Odpady te nazywane są „odpadami wydobywczymi” lub „odpadami wiertniczymi”. Są to zużyte płuczki zawierające drobnoziarniste fragmenty skał (zwierciny) odseparowane na sitach wibracyjnych lub innych urządzeniach, płyn zwrotny (tzw. *flowback*) i wody złożowe oraz odpady stałe powstałe podczas oczyszczania płynu zwrotnego (np. szlamy z separatorów lub ze zbiorników, proppant zwrotny, odpady ze zwiercania korków itp., rys. 2) – te ostatnie wytwarzane w niewielkiej ilości w porównaniu z powyżej wymienionymi rodzajami odpadów;
- odpady powstające w związku z funkcjonowaniem wiertni, przebywaniem na niej pracowników, prowadzeniem prac pomocniczych itp., takie jak: tworzywa sztuczne, opakowania, filtry, sorbenty, złom metali, zużyte oleje i smary, odpady komunalne itp. Właściwości tych odpadów są dobrze rozpoznane, a sposób postępowania z nimi został określony przez szereg aktów prawnych. W związku z tym nie będą one przedmiotem dalszych rozważań.

Wiercenie otworów poszukiwawczych o głębokości od 1800 do 4500 m wymaga w większości przypadków stosowania od dwóch do trzech rodzajów płuczek wiertniczych, które zapewniają bezpieczne wykonanie zarówno ich pionowych, jak i poziomych odcinków. Najczęściej do wiercenia pionowych odcinków otworów stosuje się płuczkę bento-



Rys. 2. Instalacja do oczyszczania płuczki na wiertni (fot. A. Starzycka)

Fig. 2. Purification system for drilling mud

nitową i polimerowo-potasową o właściwościach ograniczających hydratację utworów ilastych, a do przewiercania odcinków poziomych w skałach łupkowych płuczki charakteryzujące się właściwościami inhibitacyjnymi. Decyzję o doborze rodzaju płuczki podejmuje się każdorazowo przy uwzględnieniu warunków geologicznych, złożowych i techniczno-technologicznych wiercenia otworu.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206), powstające podczas głębiania otworu poszukiwawczego odpady wydobywcze (rys. 3) można zakwalifikować jako:

- 010505* – płuczki i odpady wiertnicze zawierające ropę naftową,
- 010506* – płuczki i odpady wiertnicze zawierające substancje niebezpieczne,
- 010507 – płuczki wiertnicze zawierające baryt i odpady inne niż wymienione w 010505 i 010506,
- 010508 – płuczki wiertnicze zawierające chlorki i odpady inne niż wymienione w 010505 i 010506,

Należy podkreślić, że w dalszym ciągu nie zostało jednoznacznie ustalone, czy i w którym momencie płyn zwrotny staje się odpadem. Panuje przekonanie, że ciecze pozabiegowe pozostające w obiegu technologicznym (także, gdy są podczyszczane lub magazynowane na wiertni), nie są kwalifikowane jako odpad. Dotyczy to także płuczek wiertniczych. Natomiast płyn zwrotny opuszczający obieg technologiczny (rys. 4) traktuje się jak odpad wydobywczy z podgrupy 0105.



Rys. 3. Odpady wiertnicze – zwierciny (fot. A. Starzycka)

Fig. 3. Drilling waste – cuttings

* Odpady niebezpieczne.

Ilość odpadów wytwarzanych podczas prac poszukiwawczo-rozpoznawczych za gazem z łupków jest zmienna dla każdego odwiertu i zależy przede wszystkim od:

- głębokości i konstrukcji otworu,
- rodzaju przewiercanych formacji skalnych,
- technologii wiercenia i sposobu gospodarowania płuczką,
- wykonanych zabiegów (np. szczelinowania hydraulicznego),
- sposobu zagospodarowania odpadów (np. podjęciu decyzji o podczyszczaniu i powtórnych użyciu płynu zwrotnego).

W skali całego kraju ilość odpadów wytworzonych podczas poszukiwania gazu ze złóż niekonwencjonalnych nie jest duża – stanowi niespełna 0,1% wszystkich wytwarzanych w danym roku odpadów. Także liczba wytwórców odpadów wydobywczych powstających podczas poszukiwania takiego gazu jest niewielka – w 2012 r. było to jedynie 19 firm.



Rys. 4. Płyn zwrotny po zabiegu szczelinowania hydraulicznego (fot. A. Starzycka)

Fig. 4. The flowback after procedure of hydraulic fracturing

W 2012 roku na terenie siedmiu województw, gdzie prowadzono prace poszukiwawczo-rozpoznawcze za gazem z łupków, wytworzono łącznie 50 797,2 Mg odpadów wydobywczych zakwalifikowanych do podgrupy 0105. W 2011 roku analogiczne prace prowadzono na terenie czterech województw i wytworzono łącznie 33 984,4 Mg odpadów, a w 2010 roku – 10 470,2 Mg odpadów (prace wykonywane były na terenie dwóch województw). W 2012 roku na jeden wykonany otwór poszukiwawczy za gazem z łupków przypadało średnio 2 116 Mg wytworzonych odpadów wydobywczych, w 2011 roku – 2 832 Mg, a w 2010 roku – 3 490 Mg. Średnia dla okresu lat 2010–2012 wynosi 2 442 Mg odpadów wytworzonych na jeden otwór poszukiwawczy. Ilości odpadów wydobywczych wytworzonych w województwach, gdzie w latach 2010–2012 trwały prace poszukiwawcze za gazem z łupków przedstawia tabela 1.

TABELA 1. Ilości wytworzonych odpadów wydobywczych (z podgrupy 0105) w Polsce w latach 2010–2012 w województwach, gdzie trwały poszukiwania gazu z łupków

TABLE 1. Extractive waste (from subgroup 0105) generated in Poland in the years 2010–2012 in the voivodships where prospecting of deposit of shale gas took place

Województwo	Ilość wytworzonych odpadów w latach [Mg]		
	2010	2011	2012
Dolnośląskie	–	–	44,6
Kujawsko-Pomorskie	–	–	5 191,3
Lubelskie	–	7 738,8	12 811,7
Lubuskie	–	–	7 835,8
Mazowieckie	1 981,7	8 315,3	3 344,6
Pomorskie	8 488,5	16 986,4	15 569,2
Świętokrzyskie	–	943,9	–
Warmińsko-Mazurskie	–	–	6 000*
Razem	10 470,2	33 984,4	50 797,2

Uwzględniono wszystkie odpady z podgrupy 01 05 wytwarzane w danym województwie, bez możliwości wydzielenia odpadów wytwarzanych w związku z poszukiwaniem gazu z łupków.

* Brak danych, wartość szacowana na podstawie liczby wykonanych otworów i ich głębokości.

Źródło: Raporty wojewódzkie gospodarki odpadami z lat 2010–2012.

Trudno prognozować, jakie ilości odpadów w skali kraju wytwarzane będą podczas samego wiercenia, a ile ich powstanie w wyniku wykonywania zabiegów stymulacji złoża (np. szczelinowania, testów złożowych). Decyduje o tym bowiem zmienność wielu parametrów oraz uwarunkowania techniczne i logistyczne, a przede wszystkim:

- liczba i rodzaj wykonanych w otworze zabiegów,
- ilość i właściwości płynów użytych do zabiegów,
- rodzaj skały poddanej zabiegom,
- procent płynu, jaki powraca na powierzchnię,
- obecność wód złożowych,

- sposób oczyszczania płynu zwrotnego,
- możliwość powtórnego użycia płynu zwrotnego podczas kolejnych zabiegów.

Powoduje to, że ilość odpadów powstających podczas zabiegów szczelinowania i testów złożowych może kształtować się dla poszczególnych otworów w bardzo szerokich granicach – od kilkuset do nawet kilkunastu tysięcy m³. Doświadczenia z terenu USA i Polski wskazują, że na powierzchnię wraca 10–60% zatłoczonych płynów (średnio 40–60% dla otworów pionowych i 10–30% dla otworów poziomych), najwięcej w pierwszych dniach po zabiegu (Veil J.A. 2010, Raport końcowy... 2011).

Prognozowanie ilości odpadów wydobywczych powstających podczas poszukiwania i rozpoznawania węglowodorów ze złóż niekonwencjonalnych jest trudne ze względu na fakt, że nieznana jest liczba otworów, jakie zostaną wykonane w poszczególnych latach. Wstępne szacunki mówiły, że do 2021 roku wykonanych zostanie ponad 300 otworów za gazem z łupków, a w samym 2013 roku – około 70 otworów. Jednakże, w ciągu dziewięciu miesięcy 2013 roku wykonano zaledwie 12 otworów, a kolejne 4 są w trakcie realizacji. Zakładając jednak, że plan wierceń zostanie zrealizowany, rocznie powstawać będzie około 105 000 Mg odpadów wydobywczych z podgrupy 0105 związanych z poszukiwaniem i wydobywaniem gazu z łupków.

W skład odpadów wydobywczych powstałych podczas wiercenia otworów wchodzi (w zależności od rodzaju użytej płuczki): środki chemiczne używane do sporządzania i regulacji parametrów technologicznych płuczek wiertniczych, biocydy, substancje ropopochodne, inhibitory korozji, środki powierzchniowo czynne, produkty rozpadu składników płuczek, środki chemiczne stosowane do dowiercania złóż i stymulacji dopływu węglowodorów oraz płyny złożowe w postaci solanki i ropy naftowej (Macuda 2010; Macuda, Zawisza 2007). Ponadto, w trakcie wiercenia otworu, jego orurowania, cementowania kolumn rur okładzinowych i wykonywania zabiegów kwasowania i szczelinowania skał produktywnych powstają dodatkowe ilości innych rodzajów odpadów, takich jak resztki zaczynów cementowych i płyny poreakcyjne po zabiegach stymulacyjnych. W płynie zwrotnym oprócz wcześniej dodanych substancji chemicznych mogą znajdować się też składniki wylugowane ze skały poddanej zabiegom stymulacji, takie jak metale ciężkie, chlorki, siarczany, bromki, pierwiastki promieniotwórcze (np. rad, tor, uran) i węglowodory (np. benzen) (Macuda i in. 2011).

Z badań odpadów wiertniczych (Śliwa i in. 2003; Macuda, Zawisza 2007, Macuda i in. 2011) wynika, że mobilnymi w środowisku substancjami są głównie jony soli (sodowe i chlorkowe). W przypadku odpadów niezasolonych zagrożenia środowiska są niewielkie, natomiast w przypadku odpadów zasolonych (występują one tam, gdzie przewiercane są złoża soli cechsztyńskich) ładunki zanieczyszczeń są znaczne i powinny być brane pod uwagę przy końcowym zagospodarowaniu odpadów. Zawartość chlorków dochodziła w zbadanych dotychczas odpadach do 100 000 mg/dm³, a siarczanów – do 25 000 mg/dm³. Bardzo wysokie było także pH odpadów – nawet do 11,4. Zawartość substancji rozpuszczonych wynosiła do 200 000 mg/kg. Zawartość węglowodorów w odpadach jest niewielka, a metale ciężkie obecne są najczęściej w postaci trudno rozpuszczalnych związków i nie przechodzą w dużych ilościach do ekstraktów wodnych.

Skład chemiczny płynów zwrotnych jest zmienny i zależy głównie od właściwości użytych cieczy zabiegowych, warunków geologicznych odwiertu, reakcji chemicznych zachodzących pomiędzy skałą a użytymi płynami oraz czasem przebywania płynów pod

ziemią. Na terenie Polski wykonano dotychczas zaledwie kilkanaście zabiegów szczelinowania hydraulicznego, w tym kilka w odcinkach poziomych otworów. Informacje o właściwościach chemicznych płynów zwrotnych nie zostały udostępnione, z wyjątkiem otworu Łebień LE-2H. Płyn zwrotny z tej lokalizacji charakteryzował się dość zmiennym składem chemicznym (w zależności od czasu, w jakim powrócił na powierzchnię), a wartości wybranych parametrów w poszczególnych przebadanych partiach płynu wahały się w bardzo szerokich granicach (Raport końcowy... 2011):

- odczyn pH: 5,73–6,35,
- ogólny węgiel organiczny (OWO): 34–129 mg/l,
- indeks fenolowy: 6–20 mg/l,
- substancje powierzchniowo czynne anionowo (SPCA): 0,5–31 mg/l,
- chlorki (Cl): 4 100–48 000 mg/l,
- siarczany (SO₄): >5–52 mg/l,
- wapń (Ca): 318–7 568 mg/l,
- azot amonowy (NH₄): 9–159 mg/l,
- bor (B): 2,5–40,1 mg/l,
- bar (Ba): 5,3–217,9 mg/l,
- potas (K): 82–536 mg/l,
- sód (Na): 2 118–22 596 mg/l,
- żelazo (Fe): 11,7–23,4 mg/l,

Generalnie, pierwsze partie płynu zwrotnego charakteryzowały się niższym stężeniem poszczególnych składników. Im dłużej płyn przebywał w otworze, tym zawartość elementów chemicznych była większa, nawet kilkanaście–kilkadziesiąt razy. Z tego powodu przed skierowaniem płynu zwrotnego do zagospodarowania konieczne jest wykonywanie każdorazowo badań jego właściwości fizykochemicznych.

Z kolei, w pierwszych dniach wracała przeważająca (do 95%) ilość płynu zwrotnego. Wypływ cieczy pozabiegowych z otworu może trwać nawet kilkanaście tygodni, ale wraz z upływem czasu jego natężenie maleje.

3. Zagospodarowanie odpadów

Sposób zagospodarowania odpadów wydobywczych powstających w wyniku poszukiwania i rozpoznawania gazu z łupków uzależniony jest od właściwości fizykochemicznych odpadów, uwarunkowań środowiskowych i technicznych (dozwolone prawnie metody, dostępne instalacje do odzysku lub unieszkodliwiania) i logistycznych (opłacalny transport odpadów do tych instalacji). Bez względu na rodzaj wytworzonych odpadów wydobywczych, dalszy sposób ich zagospodarowania powinien odbywać się zgodnie z decyzją zatwierdzającą program gospodarowania odpadami wydobywczymi, wydaną zgodnie z ustawą z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (Dz.U. z 2008 r. Nr 138 poz. 865 z późn. zm.).

Główną cechą, która utrudnia dalsze wykorzystanie odpadów wydobywczych, jest wysoka zawartość wody i związana z tym konsystencja odpadów (koloidalno-szlamista w przypadku odpadów wiertniczych i płynna w przypadku płynu zwrotnego). Utrudnieniem jest także zmienny oraz trudny do przewidzenia skład chemiczny odpadów (np. wysokie

i zmienne zawartości metali ciężkich i soli niektórych pierwiastków alkalicznych (zazwyczaj K i Na) w postaci chlorków, siarczanów czy wodorowęglanów).

Zgodnie z hierarchią gospodarki odpadami podstawowym działaniem powinno być zapobieganie powstawaniu odpadów, minimalizacja ich ilości i ograniczenie negatywnego oddziaływania. W tym celu stosowane są różne działania, np. używanie podczas wiercenia otworu urządzeń oczyszczających płuczkę – sit wibracyjnych oraz wirówek, komponowanie płuczek wiertniczych i cieczy zabiegowych z materiałów wywierających jak najmniejszy wpływ na środowisko, oszczędna gospodarka cieczami i materiałami zabiegowymi, stosowanie obiegów zamkniętych itp.

Drugi etap stanowi właściwe – zgodne z prawem i bezpieczne dla środowiska – zagospodarowanie odpadów, czyli zastosowanie procesów odzysku lub unieszkodliwiania. Nieprzetworzone odpady z podgrupy 0105 nie mogą być poddawane procesom odzysku lub unieszkodliwiania poza instalacjami. Dostępne i dozwolone są liczne metody służące do tego celu, np.:

- metody fizykochemiczne – zestalanie i stabilizacja odpadów z użyciem wybranych komponentów i metod (np. z użyciem cementu, bentonitu, wapna lub popiołów lotnych), neutralizacja, strącanie metali ciężkich, wymywanie z odpadów substancji utrudniających ich zagospodarowanie (np. ekstrakcja chlorków),
- recykling – wykorzystanie odpadów np. jako substytutów materiałów budowlanych, używanych przykładowo w budownictwie komunikacyjnym,



Rys. 5. Rekultywacja składowiska odpadów z użyciem odpadów wiertniczych (fot. A. Starzycka)

Fig. 5. Reclamation of waste landfill using the drilling waste

- spalanie i termiczne przekształcanie odpadów (dotyczy to jedynie odpadów zawierających węglowodory),
- bioremediacja – możliwa do zastosowania także jedynie w przypadku odpadów zawierających węglowodory,
- składowanie: zatłaczanie odpadów do górotworu, deponowanie w obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych lub na składowiskach odpadów przemysłowych i komunalnych.

Na dzień dzisiejszy najczęściej stosowaną w Polsce metodą zagospodarowania odpadów wytwarzanych podczas fazy wiercenia (głównie dotyczy to zwiercin) jest użycie ich jako komponentu mieszanki (przykładowo: z cementem, bentonitem, wapnem) i zastosowanie do rekultywacji składowisk odpadów (rys. 5). Jest to metoda budząca wiele kontrowersji (szczególnie, jeśli chodzi o jej wpływ na środowisko) i nie jest przesądzone, czy będzie ona w dalszym ciągu akceptowana.

Płyn zwrotny jest odpadem trudnym do zagospodarowania, głównie ze względu na skład chemiczny i jego nieprzewidywalną zmienność. Stosowanych może być tu kilka metod odzysku lub unieszkodliwiania cieczy pozabiegowych, m.in.:

- użycie linii oczyszczających (także mobilnych), umożliwiających osiągnięcie określonych parametrów cieczy pozabiegowych, a następnie ponowne ich wykorzystanie podczas kolejnego zabiegu intensyfikacyjnego,
- podczyszczenie wstępne płynu zwrotnego (np. usunięcie cząstek stałych, odgazowanie, usunięcie substancji ropopochodnych) do takiego stanu, w jakim możliwe jest przyjęcie go przez oczyszczalnię ścieków (komunalnych lub przemysłowych) lub przez inną wyspecjalizowaną instalację, mogącą dokonać unieszkodliwienia (oczyszczalnia ścieków musi mieć decyzję zezwalającą na prowadzenie odzysku lub unieszkodliwienia odpadów z podgrupy 0105),
- podziemne składowanie (stosowane w Polsce w wyeksploatowanym złożu gazu ziemnego Borzęcin, pełniącym funkcję bezzbiornikowego podziemnego składowiska odpadów na podstawie posiadanej koncesji).

Podkreślić należy, że z przepisów dyrektywy 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego nie wynika obowiązek uiszczania opłat środowiskowych za składowanie odpadów wydobywczych w obiektach unieszkodliwiania odpadów wydobywczych. Podobne rozwiązania w tym zakresie zastosowano dotychczas w polskim prawie, z wyjątkiem uiszczania opłat za składowanie odpadów wydobywczych niebezpiecznych.

W przypadku deponowania odpadów wydobywczych na składowiskach komunalnych lub przemysłowych należy uwzględnić, że zakazane jest składowanie odpadów występujących w postaci ciekłej, w tym odpadów zawierających wodę w ilości powyżej 95% masy całkowitej, z wyłączeniem szlamów, a także zakazane jest rozcieńczanie lub sporządzanie mieszanin odpadów ze sobą lub z innymi substancjami lub przedmiotami w celu spełnienia kryteriów dopuszczenia odpadów do składowania na składowisku odpadów.

Obecnie na terenie Polski funkcjonuje około 40 instalacji, które posiadają decyzje na odzysk lub unieszkodliwienie odpadów z podgrupy 0105 i teoretycznie mogą przyjmować odpady wydobywcze, w tym płyn zwrotny. Są to instalacje stosujące metody fizyczno-chemiczne, instalacje do produkcji paliw alternatywnych, cementownie, instalacje do produkcji materiałów budowlanych, spalarnie odpadów, oczyszczalnie ścieków, obiekty

unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, podziemne składowiska odpadów, inne składowiska odpadów. Na podstawie posiadanych decyzji można oszacować przepustowość instalacji mogących zagospodarować odpady z poszukiwania gazu z łupków na około 1,5 mln Mg/rok. Jednakże większość z tych instalacji służy nie tylko do zagospodarowania odpadów wydobywczych, ale również odpadów z innych grup. W wielu przypadkach ilość, rodzaj i jakość odpadów przyjmowanych do przerobu przez daną instalację są uzależnione od zapotrzebowania na konkretny produkt końcowy (np. materiał budowlany, paliwo alternatywne) i musi spełniać ściśle określone warunki i parametry. W praktyce ilość odpadów wydobywczych możliwa do przyjęcia i przetworzenia w istniejących instalacjach jest znacznie mniejsza od deklarowanej przez właścicieli instalacji.

Podstawowym problemem jest także logistyczne niedopasowanie istniejących instalacji do odzysku lub unieszkodliwiania odpadów (zlokalizowanych głównie na południu i zachodzie kraju) do lokalizacji terenów, gdzie występuje intensyfikacja poszukiwań gazu z łupków (północna, centralna i wschodnia część Polski). Wytworzone np. na północy kraju odpady musiałyby zostać przetransportowane do miejsca zagospodarowania na bardzo duże odległości (sięgające nawet 600 km), co generowałoby ogromne koszty transportu i tym samym uczyniłoby taką operację nieopłacalną.

Ponadto, podstawowym działaniem związanym z zagospodarowaniem odpadów wydobywczych jest także ich przekształcenie, które doprowadzi do obniżenia zawartości wody i zmiany konsystencji, umożliwiając ich transport do miejsc odzysku lub unieszkodliwiania oraz skuteczną przeróbkę.

Podsumowanie

Właściwości odpadów wydobywczych pochodzących z poszukiwania i rozpoznawania gazu ze złóż niekonwencjonalnych w Polsce są wciąż bardzo słabo poznane – dotyczy to zwłaszcza odpadów powstających w wyniku zabiegów stymulacji złoża (np. szczelinowania hydraulicznego). Brak jest spójnej metodyki badań odpadów wydobywczych. W dalszym ciągu nie jest jasny status płynu zwrotnego – powszechną praktyką jest traktowanie go jako odpadu wydobywczego, jednakże z braku dedykowanego w katalogu odpadów kodu, przypisuje mu się obecnie kod 010599 „Inne nie wymienione odpady”. W chwili obecnej ilość wytwarzanych odpadów nie jest duża i ich zagospodarowanie przebiega w większości prawidłowo, natomiast przy realizacji założonego do 2021 roku planu wierceń poszukiwawczych (a następnie uruchomieniu wydobycia gazu z łupków) powstające ilości odpadów wydobywczych będą stwarzały problemy z zagospodarowaniem, głównie ze względu na brak dedykowanych instalacji w sąsiedztwie planowanych lokalizacji wierceń.

Literatura

- Anthony B., 2010 – Resources Pipelines Resources, Pipelines, and Hydraulic Fracturing – What will be the Future Natural Gas Mix in New England? NECPUC Symposium 18.05.2010 r., Brewster, Massachusetts.
Katalog odpadów – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 roku w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. Nr 112, poz. 1206).

- Macuda J., Hadro J., Łukańko Ł., 2011 – Środowiskowe implikacje gazu łupkowego. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie* nr 6, s. 3–11.
- Macuda J., Zawisza L., 2007 – Ocena zagrożeń dla środowiska naturalnego występujących przy poszukiwaniu i rozpoznawaniu oraz podczas eksploatacji złóż węglowodorów. Praca niepublikowana. Centralne Archiwum Geologiczne PIG-PIB, Warszawa.
- Macuda J., 2010 – Środowiskowe aspekty produkcji gazu ziemnego z niekonwencjonalnych złóż. *Przegląd Geologiczny* t. 58, nr 3, s. 266–270.
- PIG-PIB, 2011 – Badania aspektów środowiskowych procesu szczelinowania hydraulicznego wykonanego w otworze Lebień LE-2H – Raport końcowy (<http://www.pgi.gov.pl/pl/institut-geologiczny-informacje-prasowe/4091-raport-z-lebienia-materia-prasowe.html>).
- Śliwa E. i in., 2003 – Skład i właściwości biologiczne odpadów wiertniczych. [W:] *Technologie odolejania gruntów, odpadów, ścieków. Inżynieria Ekologiczna* nr 8, s. 27–34.
- Ustawa z dnia 10 lipca o odpadach wydobywczych (Dz.U. z 2008 r. Nr 138 poz. 865 z późn. zm.).
- Veil J. A., 2010 – Water management practices in the Marcellus shale – SPE National Capital Section meeting Arlington, Va.
- www.lupki.mos.gov.pl/gaz-z-lupkow/stan-prac-w-polsce
strona internetowa Ministerstwa Środowiska „Porozmawiajmy o łupkach”.

