



Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK\*, Janusz MAZUREK\*\*

***Uwarunkowania prawne i środowiskowe  
rekultywacji wyrobisk odkrywkowych  
z wykorzystaniem odpadów górnictwa węgla kamiennego  
lub produktów na bazie skały płonnej***

Streszczenie: Rekultywacja to szereg działań mających przywrócić obszarom zdegradowanym lub zdewastowanym wartości użytkowe lub przyrodnicze. Kierunek i termin wykonania rekultywacji gruntów określają decyzje w sprawach rekultywacji i zagospodarowania. Wypełnianie różnorodnych wyrobisk górnictwa odkrywkowego odpadami wydobywczymi z górnictwa węgla kamiennego lub innym materiałem skalnym powinno się odbywać z uwzględnieniem wymogów zapobiegania zanieczyszczeniu środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem gleb, wód powierzchniowych i podziemnych. Odpowiednie przepisy prawne podają wartości graniczne parametrów fizykochemicznych, jakimi powinny się charakteryzować odpady wydobywcze uznawane za obojętne dla środowiska. Jednak w odniesieniu do surowców, będących ubocznym efektem produkcji węgla kamiennego (skała płonna jako produkt w postaci kruszywa), które mogą znaleźć zastosowanie do wypełniania wyrobisk odkrywkowych brak jest jednoznacznych przepisów prawnych dotyczących określania ich bezpieczeństwa dla środowiska. Z tego względu autorzy proponują zastosowanie analizy porównawczej parametrów takich surowców do wymagań prawnych stosowanych do odpadów uznawanych za obojętne i jednocześnie do wymagań prawnych stosowanych dla zapobiegania zanieczyszczeniu środowiska wód podziemnych i powierzchniowych. W pracy poddano analizie jakość przykładowych odpadów wydobywczych „świeżych” (czyli bezpośrednio z produkcji) górnictwa węgla kamiennego. Wyniki uzyskanych analiz zestawiono w odniesieniu do wymagań prawnych, zawartych w aktach wykonawczych, a stosowanych zarówno do odpadów, jak też do jakości środowiska gruntowo-wodnego. Analizy przeprowadzone w pracy dla 3 próbek odpadów oraz analiza danych archiwalnych dla odpadów wydobywczych pokazują złożoność tematu i konieczność stosowania analizy porównawczej jednocześnie do szeregu wartości granicznych stawianych w różnych rozporządzeniach. Zastosowanie jedynie wybranych rozporządzeń może być niewystarczające dla oceny potencjalnego oddziaływania odpadów lub produktów na bazie skały płonnej na środowisko. Przykładem tego jest ocena zawartości formy wymywalnej siarki oraz metali, która wykazała brak przekroczeń stężeń określonych w aktach wykonawczych do ustawy Prawo wodne ponadto pozwala zaliczyć analizowany materiał do odpadów obojętnych możliwych do składowania na składowiskach odpadów obojętnych. Jednak analiza formy całkowitej wskazuje na potencjalne zagrożenie dla środowiska, ponieważ stwierdzane są częste przekroczenia dopuszczalnej zawartości siarki i innych pierwiastków

\* Dr inż., \*\* Mgr inż. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków;  
e-mail: beatakk@min-pan.krakow.pl; jan@min-pan.krakow.pl

w odpadach i kruszywach. Dlatego ocena przedsięwzięcia, jakim jest rekultywacja z wykorzystaniem odpadów wydobywczych lub skały płonnej jako produktu powinna być wykonana z uwzględnieniem wszystkich norm i rozporządzeń w zakresie ochrony środowiska, właściwych dla warunków naturalnych w rejonie prowadzonej rekultywacji w celu udowodnienia, że materiały wykorzystane do wypełnienia wyrobiska będą bezpieczne dla środowiska w odpowiednio długim okresie czasu po zakończeniu prac, z uwzględnieniem dynamiki procesu wymywania zanieczyszczeń z bryły obiektu.

Słowa kluczowe: górnictwo węgla kamiennego, odpady wydobywcze, skała płonna, wyrobiska odkrywkowe, rekultywacja

### ***Legal and environmental conditions for the reclamation of opencast mines using coal mining waste or gangue-based raw materials***

Abstract: Land reclamation means giving or restoring degraded or devastated land its utility or natural value. The method and deadlines for land reclamation are governed by decisions on land reclaim and development. Backfilling of diverse open cast mine pits with mining waste from coal mining or other raw material consisting of gangue should be carried out taking into account the requirements of contamination prevention, with particular emphasis on soil, surface water and groundwater contamination. The relevant legal regulations provide limits for mining waste which may be considered neutral to the environment. However, with respect to raw materials which are a by-product of coal mining (gangue as aggregates) and which may be used in the process of open-pit backfilling there are no clear legal regulations on environmental safety. For this reason, the authors suggest using in this case comparative analysis of legal requirements for waste which is neutral to the environment and of legal requirements applicable in the prevention of groundwater and surface water contamination. In the study the quality of "fresh" mining waste samples (i.e. directly from production) from coal mining. The results of the obtained analyses were listed in comparison to the legal requirements in secondary legislation regarding both waste, as well as the quality of soil and water environment. The analyses carried out in the work for 3 samples of waste and archival data analysis for mining waste show the complexity of the subject and the need for comparative analysis of a series of threshold values in a variety of regulations. Application of only selected regulations may produce an image which is insufficient for assessing the potential impact of waste or gangue material on the environment. An indication of such mode of conduct is an assessment of the content of leachable forms of sulphur and various metals, which showed no exceedences in relation to the requirements in the regulations pursuant to the Water Act and also generally allows to consider the analysed material as waste deposited in inert waste landfills. However, an analysis of the total form gives a different picture of the potential threats. Frequent exceedences of threshold values for sulphur as well as other elements in the various areas, especially protected ones, are analysed in each case. It is important to qualify a project such as reclamation using mining waste or gangue material from the point of view of meeting a series of standards and regulations on environmental protection in reclaimed sites in order to prove that the materials used for reclamation involving backfilling will be safe for the environment over a sufficiently long period of time, taking into account the dynamics of the process of soil leaching with a object after completion of the work.

Keywords: coal mining, mining waste, gangue, opencast, reclamation

### ***Wprowadzenie***

Analiza możliwości wykorzystania odpadów wydobywczych z produkcji węgla kamiennego lub produktów wytwarzanych na bazie skały płonnej do celów rekultywacyjnych jest zagadnieniem złożonym zarówno w sferze przepisów odnoszących się do jakości środowiska gruntowo-wodnego, jak i w zakresie uwarunkowań lokalizacyjnych. Obserwowane są częste zmiany uregulowań prawnych w dziedzinie gospodarowania odpadami i ochronie środowiska (m.in. Góralczyk i Baic 2009; Baic i Witkowska-Kita 2011; Góralczyk red. 2011;

Korban 2011). Utrudnia to działanie podmiotom chcącym prowadzić rekultywację z zastosowaniem odpadów wydobywczych lub produkowanych kruszyw czy innych surowców. Stosowanie wszelkich materiałów skalnych do wypełniania rekultywowanych wyrobisk wymaga dotrzymania wartości granicznych szeregu parametrów, w zakresie możliwości uwalniania potencjalnych zanieczyszczeń i jest ograniczone do niektórych grup materiałów.

Zgodnie z zapisami ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (t.j. Dz.U. z 2015 r. poz. 196 ze zm.) do rekultywacji gruntów po działalności górniczej stosuje się odpowiednio przepisy ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 1205 ze zm.). Kierunki i terminy wykonania rekultywacji gruntów określają decyzje w sprawach rekultywacji i zagospodarowania. Decyzje te wydawane są przez starostę, na wniosek przedsiębiorcy, po zasięgnięciu opinii: dyrektora właściwego terenowo Okręgowego Urzędu Górniczego (w odniesieniu do działalności górniczej), dyrektora Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych lub dyrektora parku narodowego (w odniesieniu do gruntów o projektowanym leśnym kierunku rekultywacji) oraz wójta/burmistrza/prezydenta miasta.

Wypełnianie różnych wyrobisk górnictwa odkrywkowego odpadami wydobywczymi lub innym materiałem surowcowym na bazie skały płonnej, powinno się odbywać zgodnie z wymogami zapobiegania zanieczyszczeniu środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem gleb, wód powierzchniowych i podziemnych. Odpowiednie przepisy prawne podają wartości graniczne parametrów fizykochemicznych dla odpadów wydobywczych, po spełnieniu których mogą zostać uznane za obojętne dla środowiska. Jednak w odniesieniu do skały płonnej jako produktu w postaci kruszywa – będącego ubocznym efektem produkcji węgla kamiennego – które może znaleźć zastosowanie w procesie wypełniania różnych wyrobisk odkrywkowych brak jest jednoznacznych przepisów prawnych dotyczących określania ich bezpieczeństwa dla środowiska. W związku z powyższym, autorzy proponują zastosowanie metody polegającej na analizie porównawczej parametrów kruszyw lub innych surowców do wymagań prawnych przypisanych dla odpadów uznawanych za obojętne dla środowiska przyrodniczego oraz jednocześnie do wymagań prawnych stosowanych dla zapobiegania zanieczyszczeniu środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem gleb, wód powierzchniowych i podziemnych, zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 1232 ze zm.) oraz ustawą z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (t.j. Dz.U. z 2015 r. poz. 469 ze zm.). W pracy poddano analizie jakość przykładowych odpadów wydobywczych „świeżych” (czyli bezpośrednio z produkcji) górnictwa węgla kamiennego, które mogą jednocześnie stanowić materiał do produkcji kruszyw. Wyniki uzyskanych analiz porównano do wymagań prawnych, zawartych w aktach wykonawczych do wymienionych ustaw, odnoszących się zarówno do parametrów odpadów, jak też do jakości środowiska gruntowo-wodnego.

### **1. Uwarunkowania prawne procesu rekultywacji z wykorzystaniem odpadów lub innych surowców**

Odpady wydobywcze górnictwa węgla kamiennego to głównie skały płonne usuwane na etapie przygotowania złoża oraz odpady związane z wydobyciem i przeróbką tego surowca

a zaklasyfikowane do grupy 01 (m.in. Góralczyk red. 2011; Bojarska i Bzowski 2012). Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. z 2014 r. poz. 1923) odpady powstające w trakcie robót górniczych i przygotowawczych to głównie odpady o kodzie 01 01 02 – *odpady z wydobywania kopalni innych niż rudy metali*, natomiast odpady z przeróbki mechanicznej węgla to odpady o kodzie 01 04 12 – *odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopalni inne niż wymienione w 010407 i 010411* oraz o kodzie 01 04 81 – *odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla*. Do rekultywacji i zagospodarowania wyrobisk odkrywkowych z zastosowaniem odpadów (w procesie odzysku) stosuje się przepisy ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21 ze zm.) oraz ustawy z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 865 ze zm.). Zgodnie z ustawą o odpadach, w przypadku poddawania odpadów procesowi odzysku polegającemu na wypełnianiu terenów niekorzystnie przekształconych, konieczne jest uzyskanie zezwolenia na przetwarzanie odpadów. Zezwolenie na zbieranie odpadów i zezwolenie na przetwarzanie odpadów wydaje, w drodze decyzji, organ właściwy odpowiednio ze względu na miejsce zbierania lub przetwarzania odpadów. Organem właściwym jest: starosta lub marszałek województwa (dla odpadów innych niż niebezpieczne poddawanych odzyskowi w procesie odzysku polegającym na wypełnianiu terenów niekorzystnie przekształconych, jeżeli ilość umieszczanych w wyrobisku lub zapadlisku odpadów jest nie mniejsza niż 10 Mg na dobę lub całkowita pojemność wyrobiska lub zapadliska jest nie mniejsza niż 25 000 Mg). Do wniosku o wydanie zezwolenia na przetwarzanie odpadów dołącza się decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach przedsięwzięcia, o ile jest wymagana. Uzyskanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach jest lub może być wymagane dla planowanych przedsięwzięć mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko oraz dla planowanych przedsięwzięć mogących potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko. Należy rozważyć i uzgodnić z odpowiednimi organami, czy rekultywacja wyrobiska (wypełnianie wyrobiska) z wykorzystaniem odpadów z przemysłu górniczego lub skały płonnej jako produktu wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach, przed uzyskaniem decyzji o pozwoleniu na budowę, decyzji o zatwierdzeniu projektu budowlanego, decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu czy też decyzji zezwalającej na przetwarzanie odpadów. Dla umożliwienia rekultywacji wyrobisk z wykorzystaniem surowców obcych oraz odpadów, istotne znaczenie ma także ustalony kierunek rekultywacji oraz stosowne zapisy w zatwierdzonej dokumentacji rekultywacyjnej. W przypadku braku odpowiednich zapisów wymagana jest zmiana i/lub uzgodnienie nowych warunków rekultywacji. Wypełnianie wyrobiska poeksploatacyjnego materiałem obcym stanowi podstawowy etap fazy technicznej procesu rekultywacji w kopalniach górnictwa skalnego (Strzałkowski i Kaźmierczak 2014; Poros i Sobczyk 2014).

Aktualne akty wykonawcze dotyczące procesu odzysku odpadów związanego z rekultywacją obszarów czy wyrobisk to rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 maja 2015 r. w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz.U. z 2015 r. poz. 796) oraz rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. z 2015 r. poz. 132). Dla rekultywacji wyrobisk odkrywkowych (m.in. górnictwa skalnego) odpadami wydobywczymi podstawowe znaczenie posiada proces odzysku R5 (recykling lub odzysk innych materiałów nieorganicznych). Spośród grup odpadów dopuszczonych do odzysku w tym procesie, najszersze zastosowanie w rekultywacji wyrobisk odkrywkowych mogą mieć odpady o kodzie 01 01 02 oraz 01 04 12.

Natomiast wyselekcjonowane kruszywo może nie być odpadem, a produktem powstałym z przerobu skały płonnej. Produkt ten może charakteryzować się parametrami mechanicznymi oraz fizykochemicznymi, które będą wystarczające dla zapewnienia ochrony środowiska gruntowo-wodnego zgodnie z obowiązującymi wartościami granicznymi, wynikającymi z odpowiednich aktów wykonawczych do ustaw Prawo ochrony środowiska i Prawo wodne. Wypełnianie terenów niekorzystnie przekształconych materiałem obcym lub własnym jest możliwe pod warunkiem, że planowane działanie jest określone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego albo w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy albo jest zgodne z decyzją o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu, albo jest określone w decyzji w sprawie rekultywacji i zagospodarowania gruntów rolnych lub leśnych oraz planowane działanie nie spowoduje bezpośredniego zagrożenia szkodą w środowisku lub szkody w środowisku.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami, odpady grupy 01 01 02 oraz 01 04 12 mogą być poddane odzyskowi poprzez wypełnianie terenów niekorzystnie przekształconych (takich jak zapadliska, nieeksploatowane odkrywkowe wyrobiska lub wyeksploatowane części tych wyrobisk), oczywiście pod odpowiednimi warunkami, w procesie R5. W załączniku do cytowanego rozporządzenia Ministra Środowiska podano jedynie ogólne warunki prowadzenia odzysku. Najważniejszym z nich, stawianym dla wypełniania wyrobisk odpadami jest zapewnienie, że planowane działanie nie spowoduje bezpośredniego zagrożenia szkodą w środowisku. Tak skonstruowany warunek nakłada praktycznie na rekultywującego obowiązek samodzielnego zakwalifikowania przedsięwzięcia jakim jest rekultywacja z wykorzystaniem odpadów górniczych pod kątem spełnienia szeregu norm i rozporządzeń w zakresie ochrony środowiska, głównie gruntowo-wodnego, w rejonie prowadzonej rekultywacji w celu udowodnienia, że materiały wykorzystane do rekultywacji będą bezpieczne dla środowiska w odpowiednio długim okresie czasu. W praktyce oznacza to, że zanieczyszczenia wymywane z bryły obiektu po zakończonym wypełnianiu i rekultywacji (takie jak chlorki, siarczany, metale ciężkie) powinny być uwalniane w tempie niezagrażającym środowisku, w ilościach dopuszczonych dla danego środowiska gruntowego lub wodnego.

Analizowana sytuacja formalno-prawna może i niejednokrotnie prowadzi do powstania wątpliwości, co do zasadności i możliwości wykorzystania odpadów wydobywczych oraz produktów na bazie skały płonnej do rekultywacji niektórych wyrobisk odkrywkowych, szczególnie tych zlokalizowanych w obrębie struktur geologicznych o bardziej skomplikowanej budowie stratygraficznej, tektonicznej czy hydrogeologicznej. Prowadzi to często do powstania trudności formalnych i/lub prawnych na etapie uzyskiwania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach inwestycji oraz następnie decyzji zatwierdzającej techniczny sposób rekultywacji wyrobiska. Mając powyższe na uwadze, niektóre organy opiniujące różnego szczebla podejmują działania o charakterze informacyjnym skierowane do jednostek samorządu terytorialnego, apelujące o zachowanie szczególnej ostrożności przy wydawaniu decyzji na rekultywację poeksploatacyjnych wyrobisk odkrywkowych oraz decyzji na odzysk odpadów poza instalacjami i niewydawanie zezwoleń na rekultywację wyrobisk poeksploatacyjnych, zlokalizowanych szczególnie na terenach wrażliwych, bez przeprowadzenia szczegółowej oceny zagrożeń środowiska.

## 2. Analiza badań zawartości całkowitej siarki oraz metali

Zgodnie z ustawą Prawo ochrony środowiska, gleba i ziemia używane do prac ziemnych nie mogą przekraczać standardów jakości, określonych w przepisach dla gleb i ziemi w miejscu zagospodarowania. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. z 2002 r. Nr 165, poz. 1359) pozwala na zaklasyfikowanie gleby lub ziemi do zanieczyszczonych lub nie, z uwzględnieniem ich funkcji aktualnej lub planowanej. W rozporządzeniu tym brak jest jednak wymagań stawianych dla zawartości siarki całkowitej. W przypadku produktów lub odpadów wydobywczych z górnictwa węgla kamiennego zawartość siarki ma duże znaczenie dla przewidywania potencjalnego oddziaływania na środowisko gruntowo-wodne, co znalazło odzwierciedlenie w rozporządzeniu, które pozwala zaklasyfikować odpady wydobywcze do odpadów obojętnych. Zaklasyfikowanie materiałów odpadowych do obojętnych ułatwia podjęcie wniosku o bezpieczeństwie ich deponowania w środowisku gruntowo-wodnym. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 lipca 2011 r. w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych (Dz.U. z 2011r. Nr 175, poz. 1048) określa maksymalną zawartość siarki siarczkowej w odpadach wydobywczych, która pozwala na zaliczenie ich lub nie do odpadów obojętnych.

W ogólnie dostępnej literaturze istnieje szereg doniesień dotyczących możliwości utleniania siarczków i w konsekwencji uruchamiania siarczanów ze składowisk odpadów górniczych, gdzie deponowanym odpadem były odpady górnictwa węgla kamiennego (m.in. Twardowska i in. 1988; Witczak i Postawa 1993; Szczepańska i Krawczyk 1993; Kłojzy-Karczmarczyk 2003; Kłojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2014). Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonych w pracy analiz dla przykładowych odpadów „świeżych” (skała płonna bezpośrednio z produkcji, z której mogą być produkowane także kruszywa) można stwierdzić, że charakteryzują się one znaczną zmiennością zawartości siarki siarczkowej (tab. 1). Dane literaturowe wskazują na zdecydowaną zmienność wartości tego parametru w odpadach wydobywczych (m.in. Mucha i Wasilewska 2005; Góralczyk i Baic 2009; Kokesz 2010; Góralczyk red. 2011; Korban 2011; Rosik-Dulewska 2012; Kłojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2014). Można przyjąć, że materiałem perspektywnym do rekultywacji są odpady wydobywcze lub surowce na bazie skały płonnej (kruszywa), dla których zawartość siarki całkowitej jest niższa od 1%. Taką wartość graniczną dla obojętnych odpadów wydo-

TABELA 1. Badania zawartości siarki całkowitej w odpadach wydobywczych „świeżych” z górnictwa węgla kamiennego w odniesieniu do kryteriów stawianych dla odpadów wydobywczych

TABLE 1. Research on total sulphur content in the „fresh” mining waste from coal mining in relation to the criteria for mining waste

Wskaźnik	Próbka 1		Próbka 2		Próbka 3		a
	mg/kg s.m.	%	mg/kg s.m.	%	mg/kg s.m.	%	
Zawartość siarki	119673,3	<b>11,96</b>	27191,36	<b>2,72</b>	12222,29	<b>1,22</b>	0,1% lub 1%

a – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 lipca 2011 r. w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych (Dz.U. z 2011 r. Nr 175, poz. 1048).

TABELA 2. Zestawienie wyników zawartości całkowitej poszczególnych pierwiastków w odpadach wydobywczyczych „świeżych” w odniesieniu do standardów jakości gleb i ziemi  
 TABLE 2. Comparison of the results of the total content of individual elements in the „fresh” coal mining waste in relation to soil quality standards

Wskaźniki* mg/kg s.m.	Nr próbki i przyjęta wodoprzepuszczalność materia- tu ( $k > 1 \cdot 10^{-7}$ m/s			b grupa A	b grupa B			b grupa C
	próbka 1	próbka 2	próbka 3		0-0,3 m ppt	0,3-1,5 m ppt	0-2 m ppt	
Arsen	12,90	1,62	0,62	20	20	20/25	60	25/100
Kadm	1,97	1,52	0,06	1	4	5/6	15	6/20
Kobalt	14,72	11,34	8,80	20	20	30/60	200	50/300
Chrom	53,54	107,03	96,39	50	150	150/190	500	150/800
Miedź	88,92	55,06	77,65	30	150	100/100	600	200/1000
Rtęć	0,36	0,10	0,01	0,5	2	3/5	30	4/50
Molibden	1,94	2,21	1,05	10	10	10/40	250	30/200
Nikiel	55,85	42,99	38,90	35	100	50/100	300	70/500
Ołów	3 215,15	58,3	10,36	50	100	100/200	600	200/1000
Wanad	47,69	78,03	67,29	-	-	-	-	-
Cynk	867,05	2 102,29	122,65	100	300	350/300	1 000	300/3000

b – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. z 2002r. Nr 165, poz. 1359); Grupy gruntów A, B, C, – zgodnie z rozp. MŚ.

bywczym można przyjąć, jeżeli dla konkretnych prób wskaźnik potencjału neutralizacji jest większy niż 3. Wyniki prezentowane w tabeli 1 nie pozwalają na zaliczenie analizowanych odpadów wydobywczych do obojętnych ze względu na zawartość siarki całkowitej.

Odmienne kształtują się wyniki zawartości całkowitej metali (tab. 2). Analizowane wskaźniki zostały wybrane z uwzględnieniem wymagań rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych. Natomiast wyniki oznaczenia zawartości całkowitej poszczególnych pierwiastków w próbkach porównano z wartościami dopuszczalnymi określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Analiza danych wykazała, że ilości analizowanych zanieczyszczeń zasadniczo nie przekraczają wartości dopuszczalnych dla grupy C oraz dla grupy B. Należy podkreślić, że podawane wartości odnoszą się do zawartości całkowitej poszczególnych pierwiastków w badanym materiale.

### **3. Analiza badań wymywalności zanieczyszczeń**

Zagrożenie dla środowiska wodnego można określać na podstawie formy wymywalnej poszczególnych zanieczyszczeń. Dla przykładowych analizowanych odpadów „świeżych” (bezpośrednio z produkcji) wykonano zatem klasyczne testy wymywalności – metodą wyciągów wodnych 1:10 (odpady/woda dejonizowana). Forma wymywalna jest najczęściej oznaczana w warunkach laboratoryjnych i analizowana w odniesieniu do dynamicznych warunków hydrogeochemicznych panujących w środowisku w miejscu przeznaczonym do rekultywacji. Wyniki uzyskanych analiz zestawiono w odniesieniu do przepisów podawanych w różnych aktach wykonawczych, wynikających głównie z ustawy Prawo wodne (tab. 3).

Zgodnie z ustawą Prawo wodne należy zapewnić, aby wody, w zależności od potrzeb, nadawały się do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia. Wyniki analiz wyciągów wodnych porównano zatem z wartościami dopuszczalnymi rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 27 listopada 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody powierzchniowe wykorzystywane do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia (Dz.U. z 2002 r. Nr 204, poz. 1728) dla kategorii A1. W odniesieniu do tych wymagań, wykonane badania przykładowych odpadów wskazują, że generalnie wyciągi wodne spełniają warunki dopuszczalne stawiane dla wód przeznaczonych do spożycia. Przyjęto ponadto, że jakość wyciągów wodnych powinna odpowiadać dobremu stanowi chemicznemu wód podziemnych, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U. z 2008 r. Nr 143, poz. 896). Jako parametry graniczne przyjęto, zatem parametry dla III klasy jakości wód podziemnych. W odniesieniu do tych wymagań wyciągi wodne na bazie odpadów także spełniają wartości dopuszczalne. Analizy wyciągów wodnych wykonane dla potrzeb pracy wykazały także, że wskaźniki zanieczyszczeń oznaczone w uzyskanych roztworach, spełniają wymagania dotyczące ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi (Dz.U. z 2006 r. Nr 137 poz. 984; Dz.U. z 2009 r. Nr 27 poz. 169). Analogiczne efekty badań odpadów wydobywczych górnictwa węgla kamiennego metodą wyciągów wodnych podaje praca Bojarskiej i Bzowskiego (2012).

W odniesieniu do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 8 stycznia 2013 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku danego



typu (Dz.U. z 2013r. poz. 38), wielkość wymywanych zanieczyszczeń z analizowanych odpadów (tab. 3) spełnia wymagania rozporządzenia, za wyjątkiem pojedynczych oznaczeń dla siarczanów i molibdenu, w zakresie możliwości składowania takiego materiału na składowiskach odpadów obojętnych.

TABELA 3. Zestawienie badań wyciągów wodnych 1:10 z odpadów wydobywczych „świeżych” w odniesieniu do wymagań stawianych dla środowiska wodnego i składowania na składowiskach odpadów obojętnych

TABLE 3. Comparison of leaching test 1:10 from the „fresh” coal mining waste with respect to the requirements for water environment and for waste deposited in inert waste landfills

Wskaźnik mg/dm <sup>3</sup>	Test 1:10			c [mg/dm <sup>3</sup> ]	d Klasa III [mg/dm <sup>3</sup> ]	e [mg/kg]
	próbka 1	próbka 2	próbka 3			
Arsen	0,008	0,006	0,006	0,1	0,05	0,5
Bor	0,85	0,45	0,78	1	1	–
Bar	0,011	0,006	0,003	3	0,1	20
Kadm	0,00024	0,00005	<0,00002	0,4	0,005	0,04
Chrom	0,0059	0,0038	0,0042	1	0,05	0,5
Miedź	0,0190	0,0180	0,0055	0,05	0,05	2
Rtęć	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,06	0,001	0,01
Molibden	0,0630	0,0280	0,0140	1	–	0,5
Nikiel	0,0009	0,0006	0,0007	0,5	0,005	0,4
Ołów	0,0008	0,0020	0,0046	0,5	0,05	0,5
Antymon	0,0029	0,0043	0,0047	0,3	–	0,06
Selen	<0,01	<0,01	<0,01	1	0,01	0,1
Cynk	<0,002	<0,002	<0,002	2	3	4
Siarczany	143,50	61,20	29,10	500	250	1000

c – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. z 2006 r. Nr 137 poz. 984), rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 28 stycznia 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzeniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego (Dz.U. z 2009 r. Nr 27 poz. 169).

d – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych (Dz.U. z 2008 r. Nr 143 poz. 896).

e – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 stycznia 2013 r. w sprawie kryteriów oraz procedur dopuszczania odpadów do składowania na składowisku danego typu (Dz.U. z 2013r. poz. 38) – zał. 2.

Brak negatywnego oddziaływania na środowisko wykazany jedynie na podstawie statycznych testów wymywalności nie daje całkowitego obrazu zagrożenia dla środowiska ze strony materiałów pochodzących z sektora wydobywczego. W dużym przedziale czasowym

możliwy jest rozkład siarczków, co generuje powstawanie siarczanów, które jako łatwo rozpuszczalne mogą stanowić zagrożenie dla środowiska wodnego. Stąd istotna jest niska zawartość siarczków w materiale podstawowym, przeznaczonym do rekultywacji poprzez wypełnianie nim wyrobiska, co określane może być na podstawie badań zawartości całkowitej poszczególnych elementów. Wyniki badań wyciągów wodnych uzyskane metodą statyczną nie odzwierciedlają całkowitej zawartości danego składnika w materiale (kruszywach, odpadach), mogącego ulec uruchomieniu w środowisku naturalnym (Kłojzy-Karczmarczyk 2003; Rosik-Dulewska i Karwaczyńska 2008). Pozwalają one jednak na uzyskanie przybliżonej oceny potencjalnego zagrożenia (zgodnie z wymogami aktualnych rozporządzeń), jakie stwarza dla środowiska w danym czasie konkretny odpad.

## **Wnioski**

Wypełnianie różnorodnych wyrobisk górnictwa odkrywkowego odpadami wydobywczymi górnictwa węgla kamiennego lub produktami na bazie skały płonnej (np. w postaci kruszywa), powinno się odbywać z uwzględnieniem konieczności ochrony przed zanieczyszczeniem środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem gleb, wód powierzchniowych i podziemnych. Istotne jest zakwalifikowanie przedsięwzięcia, jakim jest rekultywacja z wykorzystaniem odpadów wydobywczych lub kruszyw czy innych surowców skalnych pod kątem spełnienia szeregu norm i rozporządzeń w zakresie ochrony środowiska, właściwych dla rejonu prowadzonej rekultywacji.

Odpowiednie przepisy prawne podają wartości graniczne parametrów fizykochemicznych dla odpadów wydobywczych, po spełnieniu których mogą zostać uznane za obojętne dla środowiska. W odniesieniu do produktu na bazie skały płonnej, będącego ubocznym efektem produkcji węgla kamiennego, który może także mieć zastosowanie w procesie wypełniania wyrobisk odkrywkowych, można zastosować analizę porównawczą do wymagań prawnych przypisanych dla odpadów obojętnych dla środowiska oraz jednocześnie do wymagań prawnych stosowanych dla zapewnienia bezpieczeństwa dla środowiska gruntowo-wodnego.

Analizy przeprowadzone w pracy dla przykładowych próbek odpadów wydobywczych „świeżych” górnictwa węgla kamiennego (pochodzących bezpośrednio z produkcji) oraz analiza danych literaturowych i archiwalnych pokazują złożoność tematu i konieczność stosowania analizy porównawczej do szeregu wartości granicznych określonych w różnych rozporządzeniach. Zastosowanie jedynie zapisów wybranych rozporządzeń może dawać obraz niewystarczający dla oceny potencjalnego oddziaływania odpadów lub skały płonnej na środowisko. Przykładem tego jest ocena zawartości formy wymywalnej siarki oraz metali, która wykazała brak przekroczeń stężeń określonych w rozporządzeniach do ustawy Prawo wodne, a ponadto pozwala zaliczyć analizowany materiał do odpadów obojętnych możliwych do składowania na składowiskach odpadów obojętnych. Jednak analiza formy całkowitej wskazuje na potencjalne zagrożenie dla środowiska, ponieważ stwierdzane są częste przekroczenia dopuszczalnej zawartości siarki i innych pierwiastków w odpadach. Dlatego ocena przedsięwzięcia, jakim jest rekultywacja z wykorzystaniem odpadów wydobywczych lub innych surowców powinna być wykonana z uwzględnieniem wszystkich norm i rozporządzeń w zakresie ochrony środowiska, właściwych dla warunków naturalnych w rejonie prowadzonej rekultywacji w celu wykazania, że materiały wykorzystane do wypełnienia

wyrobiska będą bezpieczne dla środowiska w odpowiednio długim okresie czasu po zakończeniu prac, z uwzględnieniem dynamiki procesu wymywania zanieczyszczeń z bryły obiektu.

Publikacja zrealizowana w ramach badań statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

## Literatura

- Baic, I. i Witkowska-Kita, B. 2011. Technologie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego – diagnoza stanu aktualnego, ocena innowacyjności i analiza SWOT. *Rocznik Ochrona Środowiska – Annual Set The Environment Protection* t. 13, s. 1315–1326.
- Bojarska, K. i Bzowski, Z. 2012. Wyniki badań wyciągów wodnych odpadów wydobywczych z kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w aspekcie wpływu na środowisko. *Górnictwo i Geologia* t. 7, z. 2, s. 101–113. Dz.U. z 2014 r. poz. 1923; Dz.U. z 2015 r. poz. 796; Dz.U. z 2015 r. poz. 132; Dz.U. z 2002 r. Nr 165, poz. 1359; Dz.U. z 2011 r. Nr 175, poz. 1048; Dz.U. z 2002 r. Nr 204, poz. 1728; Dz.U. z 2008 r. Nr 143, poz. 896; Dz.U. z 2006 r. Nr 137 poz. 984; Dz.U. z 2009 r. Nr 27 poz. 169; Dz.U. z 2013 r. poz. 38 – rozporządzenia Ministra Środowiska, akty wykonawcze do wymienionych w pracy ustaw.
- Góralczyk, S. i Baic, I. 2009. Odpady z górnictwa węgla kamiennego i możliwości ich gospodarczego wykorzystania. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 12, z. 2/2, s. 145–157.
- Góralczyk, S. red. 2011. *Gospodarka surowcami odpadowymi z węgla kamiennego*. IMBiGS Warszawa, 327 s.
- Klojzy-Karczmarczyk, B. 2003. Zastosowanie odpadów energetycznych w ograniczaniu transportu zanieczyszczeń ze składowisk odpadów górniczych. *Studia, Rozprawy, Monografie* Nr 117, IGSMiE PAN, Kraków.
- Klojzy-Karczmarczyk, B. i Mazurek, J. 2014. Badania zawartości rtęci i siarki w odpadach z obszaru nieczynnej haldy odpadów górnictwa węgla kamiennego. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 17, z. 4, s. 289–302.
- Kokesz, Z. 2010. Geostatystyczna analiza zmienności zawartości siarki w wybranych pokładach węgla GZW. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 26, z. 3, s. 95–110.
- Korban, Z. 2011. Problem odpadów wydobywczych i oddziaływania ich na środowisko, na przykładzie zwałowiska Nr 5A/W-1 KWK „X”. *Górnictwo i Geologia* t. 6, z. 1, s. 109–120.
- Mucha, J. i Wasilewska, M. 2005. Dokładność interpolacji zawartości siarki i popiołu w wybranych pokładach węgla kamiennego GZW. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 21, z. 1, s. 5–21.
- Poros, M. i Sobczyk, W. 2014. Kierunki rekultywacji terenów pogórnicznych obszaru częcińskiego-kieleckiego w kontekście ich wykorzystywania w aktywnej edukacji geologicznej. *Rocznik Ochrona Środowiska – Annual Set the Environment Protection* t. 16, s. 386–403.
- Rosik-Dulewska, C. i Karwaczyńska, U. 2008. Metody ługowania zanieczyszczeń z odpadów mineralnych w aspekcie ich zastosowania w budownictwie hydrotechnicznym. *Rocznik Ochrona Środowiska – Annual Set The Environment Protection* t. 10, s. 205–219.
- Rosik-Dulewska, C. 2012. *Podstawy gospodarki odpadami*. Wyd. V, Wydawnictwo Naukowe PWN, 379 s.
- Strzałkowski, P. i Kaźmierczak, U. 2014. Zakres prac rolnego i leśnego kierunku rekultywacji w kopalniach górnictwa skalnego. *Mining Science – Mineral Aggregates* vol. 21(1), s. 203–213.
- Szczepańska, J. i Krawczyk, J. 1993. Zanieczyszczenie środowiska wodnego siarczanami tworzącymi się na składowiskach odpadów górnictwa węgla kamiennego. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* t. 9, z. 3.
- Twardowska i in. 1988 – Twardowska, I., Szczepańska, J. i Witczak, S. 1988. Wpływ odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko wodne. Ocena zagrożenia, prognozowanie, zapobieganie. *Prace i Studia* 35, IPiS PAN.
- Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 1136 ze zm.).
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz. U. z 2013 r. poz. 21 ze zm.).
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (t.j. Dz.U. z 2015 r. poz. 469 ze zm.).
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 1232 ze zm.).
- Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (t.j. Dz.U. z 2013 r. poz. 1205 ze zm.).
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (t.j. Dz.U. z 2015 r. poz. 196 ze zm.).

Witczak, S. i Postawa A. 1993. The kinetics of sulphides oxidation in the coal mine spoils of the Upper Silesian Coal Basin. Proceedings of the Fourth International Symposium on the Reclamation, Treatment and Utilization of Coal Mining Wastes.