

Sebastian STEFANIAK, Irena TWARDOWSKA
Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze

ZAGROŻENIA WÓD PODZIEMNYCH ZWIĄZANE Z WYKORZYSTANIEM ODPADÓW GÓRNICTWA WĘGLOWEGO W BUDOWNICTWIE INŻYNIERYJNYM

Streszczenie. Na przykładzie budowy „Polderu Buków” w ramach ochrony przeciwpowodziowej w zlewni rzeki Odry wykazano, że budowle inżynierskie wykonane z materiału pochodzącego ze składowisk odpadów górnictwa węglowego wywierają silnie ujemne oddziaływanie na wody podziemne z uwagi na wysoką mineralizację siarczanową, a wśród metali również wysoką koncentrację manganu i żelaza, co jest charakterystyczną cechą odpadów skał karbońskich GZW.

HAZARDOUS IMPACTS ON GROUNDWATER ASSOCIATED WITH COAL MINING WASTE REUSE IN ENGINEERING CONSTRUCTION WORKS

Summary. An example of the "Polder Bukow" construction in a framework of the anti-flood protection project in the Odra River drainage basin shows that engineering constructions made of the coal mining waste material exert strong negative impact on the groundwater due to high sulfate mineralization, and among metals also of iron and manganese, is a characteristic feature of coal mining wastes in the USCBA (Upper Silesia coal basin).

1. Wprowadzenie

Dynamicznie rozwijający się w ostatnich latach sektor budownictwa drogowego powoduje duże zapotrzebowanie na kruszywo budowlane. Doskonale nadające się do tego celu pod względem mechanicznym odpady górnictwa węglowego, wcześniej traktowane jako

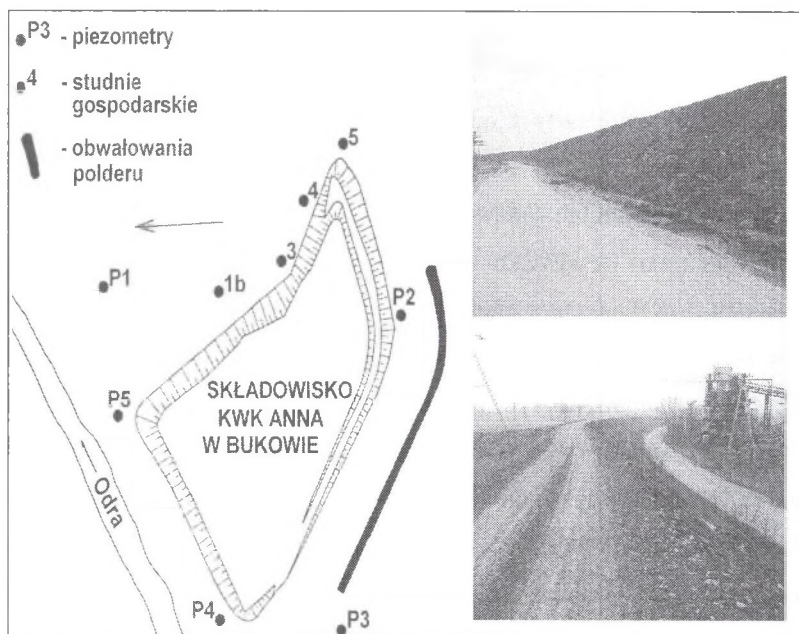
niepotrzebny i kosztowny odpad trafiający na hałdę, stał się nagle cennym materiałem budowlanym. Tylko w ubiegłym roku w kraju poddano odzyskowi ponad 32 miliony ton odpadów górnictwa węgla kamiennego (GUS, 2007). Wykorzystanie odpadów pochodzących z istniejących składowisk powoduje konieczność ich przerobienia na pełnowartościowe kruszywo nadające się do wykorzystania w budownictwie. Wiąże się to z naruszeniem pierwotnej bryły składowiska oraz wyeksponowaniem odpadów na działanie warunków atmosferycznych, w tym powietrza i wody. Budowle inżynieryjne wykonane z tych odpadów ze względu na swój charakter są częstokroć narażone również na działanie warunków ekstremalnych, np. powódź. Stopień wpływu odpadów skał karbońskich na środowisko wodne przy ich wykorzystywaniu do budowli inżynieryjnych w dużej mierze zależy zarówno od właściwości materiału, jak też od czynników przyrodniczych i antropogenicznych, pod wpływem których ten materiał znajdował się na składowisku, zanim został użyty. (Twardowska i in., 1988; Twardowska i Szczepańska, 1995).

W Unii Europejskiej wykorzystywanie odpadów przemysłowych (pochodzących między innymi z istniejących składowisk odpadów) w budownictwie inżynieryjnym pod względem technicznym zawsze było znormalizowane i ustandaryzowane (np. brytyjskie standardy BS882, 1992; BS3797, 1990; BS 1047, 1983; BS6543, 1985; BS 5328, 1991, BS 3892, 1982; BS12, 1991; BS146, 1991; BS4246, 1991; niemieckie BAST-E9,1971; FGSV 616/2, 1984; holenderskie WKE-N-78163,1965; WKE-R-78156, 1982, SVC Normen en Proefvoorschriften 1992, Bouwstoffenbesluit, Staatscourant 1991). Aktualnie dysponujemy już ujednoliconym aktem prawnym, nową dyrektywą Unii Europejskiej w sprawie gospodarowania odpadami z przemysłu wydobywczego (2006/21/WE), która z jednej strony, w kontekście dyrektywy 2006/118/WE w sprawie ochrony wód podziemnych nakłada na właściciela składowiska dodatkowe koszty, z drugiej zaś skłania do szukania rozwiązań ograniczających je poprzez eliminacje lub istotną redukcję ujemnego wpływu na środowisko. Według prawodawstwa UE odpady górnictwa węglowego nie są zaliczane do niebezpiecznych, ale nie są one również dla środowiska obojętne z uwagi na zawartość i rodzaj składników rozpuszczalnych, a przede wszystkim na zawartość niestabilnych geochemicznie siarczków i ich reaktywność. Na stopień oddziaływania tych odpadów na środowisko mają wpływ również takie czynniki, jak: zdolność buforująca odpadów, stopień ich zbuforowania, a także warunki krążenia wody, penetracji powietrza i stopień

rozdrobienia. Przy wykorzystywaniu odpadów górnictwa węglowego najważniejszym problemem jest trudność wiarygodnego określenia oddziaływania na środowisko związanego z uwalnianiem zanieczyszczeń z tych odpadów w wieloletniej skali czasowej oraz prognozy ryzyka stwarzanego przez odpady w specyficznych warunkach ich zastosowania, np. do budowy nasypów kolejowych lub wałów i polderów przeciwpowodziowych. Długoterminowa ocena oddziaływania na środowisko stała się podstawowym kryterium gospodarczego wykorzystania odpadów w tych warunkach (Stefaniak i Twardowska, 2005 a, b). Celem naukowym badań było wyjaśnienie zmian zachodzących w bryle składowiska odpadów górnictwa węglowego w wyniku procesów technologicznych związanych z odzyskiem węgla (reeksplatacja), transportem i ponownym zdeponowaniem odpadów w miejscu przeznaczenia (nasyp kolejowy, podkład drogowy, niwelacja terenu) na przykładzie nasypu hydrotechnicznego w ramach budowy przeciwpowodziowego polderu Buków w dolinie rzeki Odry, wykonanego z redeponowanych odpadów po odzysku węgla ze składowiska KWK „Anna” w Bukowie.

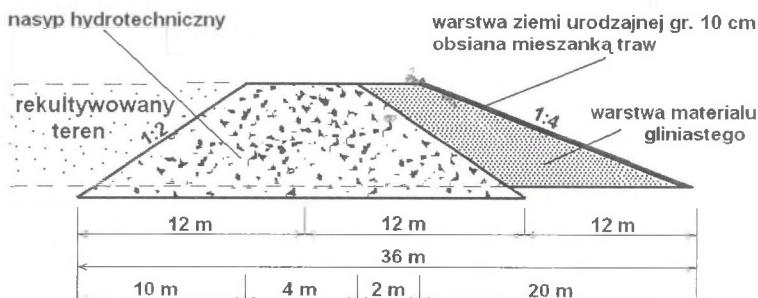
2. Charakterystyka obiektu badań

Nasyp hydrotechniczny w ramach budowy obwałowań przeciwpowodziowych dla rzeki Odry w Bukowie usytuowany jest po stronie E od reeksplatuwanego składowiska Buków na kierunku napływu wód. Wewnętrzną bryłę obwałowania zbudowano z odpadów powęglowych KWK „Anna” po ich przerobieniu w procesie technologicznym odzysku węgla. Były to odpady przeróbcze z eksploatacji pokładów z warstw porębskich (gr. 600) i jakłowieckich (gr. 700) należących do serii paralicznej. W strukturze przeważają gruboziarniste odpady przeróbcze (93.7%), które są materiałem zwięzłym, odpornym na działanie wody i innych czynników atmosferycznych. Odpady te cechują się miernym zasoleniem chlorkowym (na poziomie 0.01%) i dość wysokim stopniem zbuforowania, nieco poniżej bezpiecznej granicy stosunku czynników buforujących do zakwaszających, wynoszącej 2.37.



Rys. 1. Lokalizacja nasypu hydrotechnicznego w ramach budowy przeciwpowodziowego polderu Buków w dolinie rzeki Odry

Fig. 1. Location of hydrotechnical embankment within the confines of Buków polder construction



Rys. 2. Schemat bryły nasypu hydrotechnicznego dla polderu Buków
 Fig. 2. Scheme of hydrotechnical embankment for Buków polder

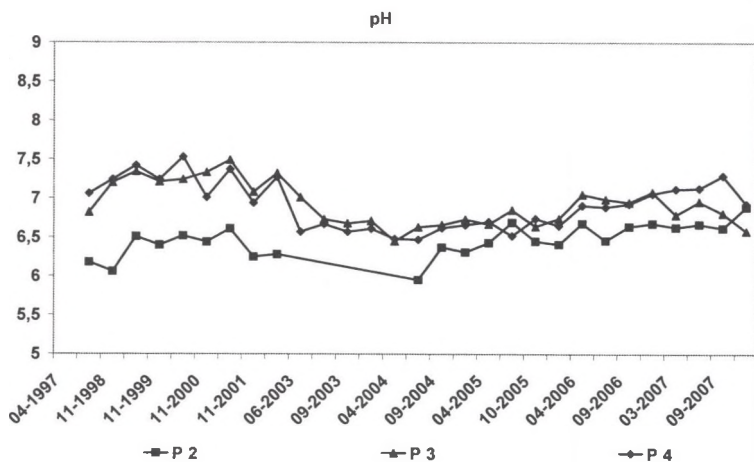
Całkowita ilość wykorzystanych do tego celu reeksploatowanych odpadów użytych do budowy bryły obwałowania wyniosła 61 tys. m³, długość obwałowania 750 m (docelowa długość 1400 m), wysokość ok. 5 m. npt. (rys. 2). Materiał ten, dla zabezpieczenia przed generowaniem i wymywaniem zanieczyszczeń z odpadów, ma zostać przykryty warstwą materiału ziemnego o słabej przepuszczalności dla wody. Na kierunku spływu wód podziemnych od obwałowania do składowiska Buków jest usytuowany piezometr P-2 sieci

monitoringu lokalnego, przeznaczony wraz z piezometrem P-3 do kontroli jakości wód tła w poziomie czwartorzędowym w gruntach żwirowych. (od strony E napływu wód do składowiska), (rys. 1).

3. Wyniki

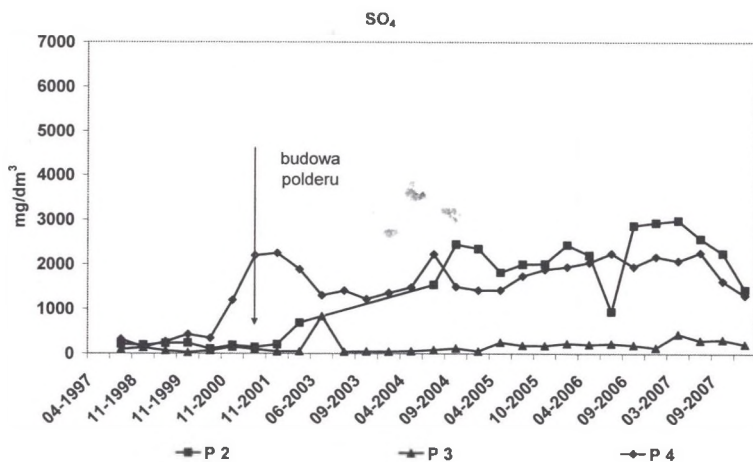
Zmiany jakości wód obserwowane w sieci lokalnego monitoringu wód podziemnych wokół obiektu obrazują zmiany zachodzące w wodach w rejonie obwałowań polderu. Wykorzystanie odpadów do odzysku węgla, a następnie do budowy polderu, a co za tym idzie naruszenie ich pierwotnego usytuowania w bryle, wymieszanie, rozdrobnienie oraz ponowne wyeksponowanie na warunki atmosferyczne powoduje wzrost poziomu mineralizacji siarczanowej z uwagi na „uaktywnienie” procesu rozkładu siarczków w procesie technologicznym. Intensyfikacja generacji i wymywania składników rozpuszczalnych z odpadów prowadzi do wielokrotnego wzrostu w wodach podziemnych stężeń substancji rozpuszczonych (przewodności el.), siarczanów, chlorków jak również metali, głównie żelaza i manganu (Twardowska i in., 1998-2007).

Budowa nasypu praktycznie natychmiast spowodowała obniżenie pH oraz postępujący wzrost mineralizacji siarczanowej wód spowodowany utlenieniem siarczków i infiltracją powstających ładunków siarczanów do wód podziemnych (rys. 3, 4). Podobnie intensywny wzrost wykazały chlorki z uwagi na udostępnienie ich ładunków uwieczonych w materiale w następstwie rozdrobnienia oraz podwyższoną zawartość w krążącej w obiegu wodzie technologicznej (rys. 5).



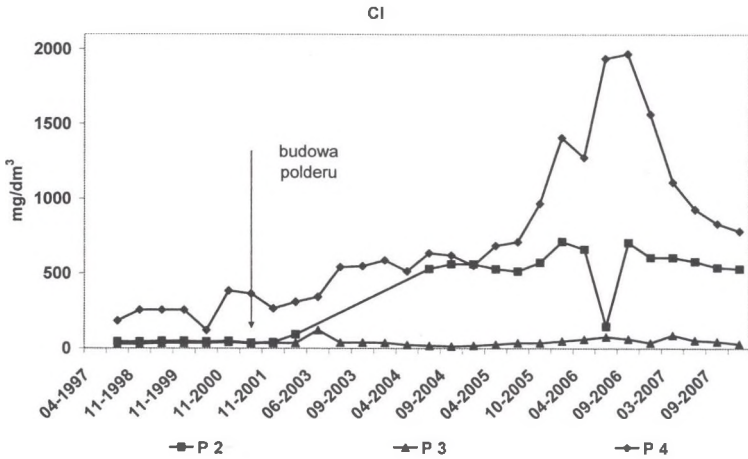
Rys. 3. Zmiany wartości pH w wodach podziemnych tła (P3), wodach napływu od strony E składowiska (pomiędzy składowiskiem a polderem) oraz wzdłuż SW obrzeża składowiska na kierunku odpływu z rejonu składowiska do rzeki Odra (P4)

Fig. 3. pH distribution in groundwater in the vicinity of Bukow Polder, background (P3), inflow from east (P2) and inflow along the south-west side of coal mining waste dump into the Odra river (P4)



Rys. 4. Zmiany stężeń jonów SO_4 w wodach podziemnych tła (P3), wodach napływu od strony E składowiska (pomiędzy składowiskiem a polderem) oraz wzdłuż SW obrzeża składowiska na kierunku odpływu z rejonu składowiska do rzeki Odra (P4)

Fig. 4. SO_4 distribution in groundwater in the vicinity of Bukow Polder, background (P3), inflow from east (P2), and inflow along the south-west side of coal mining waste dump into the Odra river (P4)



Rys. 5. Zmiany stężeń jonów Cl w wodach podziemnych tła (P3), wodach napływu od strony E składowiska (pomiędzy składowiskiem a polderem) oraz wzdłuż SW obrzeża składowiska na kierunku odpływu z rejonu składowiska do rzeki Odry (P4)

Fig. 5. Cl distribution in groundwater in the vicinity of Bukow Polder, background (P3), inflow from east (P2), and inflow along the south-west side of coal mining waste dump into the Odra river (P4)

Obecnie, mimo około 2-krotnego rozcieńczenia wód infiltracyjnych w strumieniu wód podziemnych, wody podziemne poniżej obwałowania wykazują parametry jakościowe wód złej jakości w odniesieniu do siarczanów, chlorków, sodu, żelaza i manganu oraz wielokrotne przekroczenia dolnych wartości granicznych dla wód podziemnych V klasy jakości [2].

4. Wnioski

Wysoki poziom wykorzystywania odpadów górnictwa węglowego w kraju (89% w 2006 r.), głównie w budownictwie inżynieryjnym oraz do odzysku węgla metodami fizycznymi, wiąże się z reeksplatacją istniejących składowisk oraz z redeponowaniem materiału skalnego w innych, zmienionych warunkach. Może to znacząco wpływać na procesy generacji, uwalniania i migracji zanieczyszczeń w odpadach oraz na ich oddziaływanie na środowisko wodne, szczególnie na wody podziemne. Budowle inżynieryjne wykonane z materiału redeponowanego wykazały silnie ujemne oddziaływanie na wody podziemne z uwagi na wysoką mineralizację siarczanową. Przedstawiony charakter ujemnego oddziaływania zasadniczo dwóch głównych składników, jakimi są siarczany i chlorki, oraz

żelaza i manganu jako produktów rozkładu siarczków jest charakterystyczną cechą odpadów skał karbońskich GZW, w szczególności słabo zbuforowanych i ulegających silnemu zakwaszeniu. Proces wymywania chlorków jest stosunkowo krótkotrwały, natomiast proces rozkładu siarczków jest procesem wieloletnim determinowanym kinetyką rozkładu siarczków.

Stopień degradacji wód spowodowany intensyfikacją rozkładu siarczków okazał się być bardzo znaczny, natomiast wieloletni charakter trwania tego zjawiska stwarza szczególne problemy dla środowiska i powinien być brany pod uwagę przy gospodarczym wykorzystywaniu odpadów.

BIBLIOGRAFIA

1. GUS, Ochrona Środowiska. Informacje i Opracowania Statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2007, p.508.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz.U. Nr. 32, poz. 284 z dnia 11 lutego 2004 r.
3. Twardowska I., Szczepańska J.: Składowisko odpadów skał karbońskich jako długotrwałe ognisko zanieczyszczeń wód podziemnych: Badania monitoringowe. Współczesne Problemy Hydrogeologii, Tom VII cz. 1, str. 475-483, Kraków – Krynica, 1995.
4. Twardowska I., Szczepańska J., Witczak S.: Wpływ odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko wodne. Ocena zagrożenia, prognozowanie, zapobieganie. Wydawnictwo PAN, s. 251, Wrocław Warszawa Kraków Gdańsk Łódź, 1988.
5. Twardowska I. i zespół.: Monitoring Jakości Wód Podziemnych i Powierzchniowych w Rejonie Składowiska Odpadów Powęglowych KWK „Anna” w Bukowie w związku z działalnością Zakładu Odzysku Węgla Gwarex-Polska, 1998-2007.
6. Stefaniak, S., Twardowska, I.: Zmiany jakości wód podziemnych w wyniku reeksploatacji i redeponowania odpadów górnictwa węglowego. Współczesne Problemy Hydrogeologii. Tom XII, Wydawnictwo Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń, ss. 859-862, 2005a.
7. Stefaniak, S., Twardowska, I.: Zmiany w profilu pionowym antropogenicznej strefy aeracji w wyniku reeksploatacji i redeponowania odpadów górnictwa węglowego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo z. 267, Gliwice, ss. 269-276, 2005b.

Recenzent: Dr hab. inż. Stanisław Witczak
Profesor AGH

