

Sebastian STEFANIAK, Irena TWARDOWSKA
Polska Akademia Nauk, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska, Zabrze

ZMIANY W PROFILU PIONOWYM ANTROPOGENICZNEJ STREFY AERACJI W WYNIKU REESKPLOATAJI I REDEPONOWANIA ODPADÓW GÓRNICTWA WĘGLOWEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono mechanizm zmian zachodzących w bryle składowiska odpadów górnictwa węglowego w wyniku procesów technologicznych związanych z reeksploatacją i ponownym deponowaniem odpadów na przykładzie składowiska KWK „Anna” w Bukowie.

ALTERATION IN THE VERTICAL PROFILE OF ANTHROPOGENIC VADOSE ZONE RESULTED FROM THE RE-EXTRACTION AND RE- DISPOSAL OF COAL MINING WASTE

Summary. In the paper, the mechanism of hydrogeochemical transformations of pore solution along vertical profiles of a coal mining waste dump, which resulted from technological processes of coal re-extraction and re-disposal by physico-chemical method, was exemplified in the Bukow coal mining waste dump.

1. Wprowadzenie

W 2003 roku na obszarze Śląska wykorzystano 38 088 800 ton odpadów górnictwa węglowego (blisko 96% odpadów wytwarzanych), z reguły z istniejących składowisk. Podczas tych prac warstwy odpadów na składowiskach zostają naruszone, a usunięty materiał jest przemieszczany, ulega wymieszaniu, a następnie jest redeponowany w miejscu wykorzystania. Przy odzysku węgla skała zostaje dodatkowo rozdrabniana, przesiewana, przepłukiwana, a następnie redeponowana na składowisku. Sposób wykorzystania odpadów powoduje, że naruszone warstwy odpadów w każdym przypadku zostają wyeksponowane na

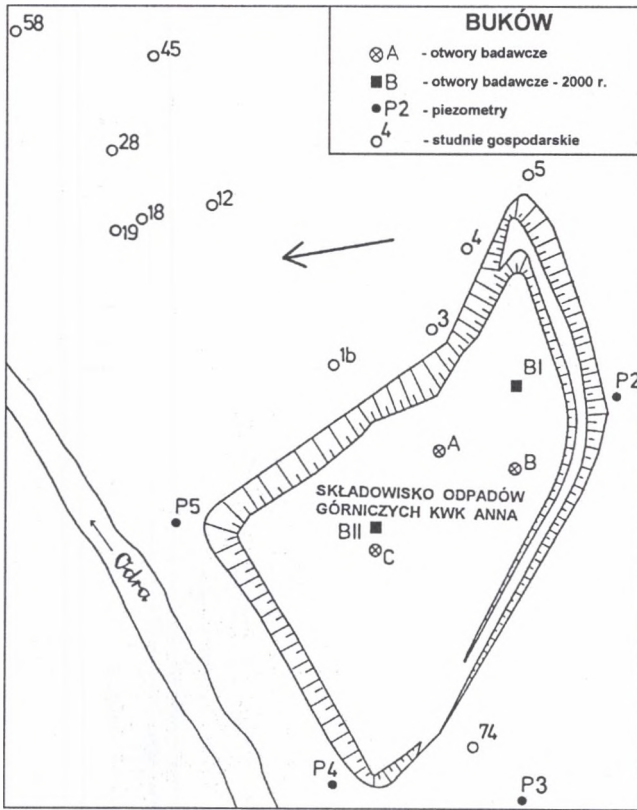
działanie warunków atmosferycznych, w tym powietrza i wody. Skład chemiczny roztworów porowych kształtowany jest w bryle składowiska przez generację i uwalnianie składników rozpuszczalnych w wyniku procesów wietrzeniowych. Głównymi czynnikami decydującymi o skali zagrożenia ze strony tych odpadów są: zawartość i rodzaj składników rozpuszczalnych, zawartość siarki siarczkowej w odpadach, reaktywność siarczków, zdolność buforująca opadów, stopień zbuforowania, a także warunki krążenia wody, penetracji powietrza i stopnia rozdrobnienia odpadów.

Celem naukowym artykułu jest przedstawienie zmian zachodzących w bryle składowiska w wyniku procesów technologicznych związanych z reeksploracją i ponownym deponowaniem odpadów górnictwa węglowego na przykładzie składowiska odpadów górnictwa węglowego KWK „Anna” w Bukowie.

2. Charakterystyka obiektu

Składowisko odpadów powęglowych KWK „Anna” w Bukowie jest zlokalizowane na południowy wschód od wsi Buków, na terenie gminy Lubomia, na prawym brzegu rzeki Odry. Składowisko, o powierzchni 44,8 ha i rzędnej 209 m (18 m n.p.t.), znajduje się na obszarze wyeksploatowanego, zalanego wodą wyrobiska poźwirowego. Na składowisku od 1976 roku deponowane były odpady przerobcze z KWK „Anna” eksploatującej pokłady z warstw porębskich (gr. 600) i jakłowieckich (gr. 700), należących do serii paralicznej. W ich strukturze przeważają gruboziarniste odpady przerobcze (93.7%), które są materiałem związłym, 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 wynoszącej 2.37.

Od końca 1998 roku w bezpośrednim sąsiedztwie składowiska Buków istnieje Zakład Odzysku Węgla odzyskujący domieszki węgla kamiennego występujące w ilości ok. 10% w deponowanych odpadach. Technologia odzysku węgla ze składowiska polega na ponownym urabianiu zdeponowanego materiału, jego przemieszczaniu, transportowaniu, kilkakrotnym przesiewaniu na sitach wstrząsowych o różnej grubości oczek, dalej płukaniu, odmulaniu i wzbogacaniu w cieczach ciężkich (magnetytowych) oraz w efekcie końcowym na ponownym składowaniu przerobionego materiału. W wyniku procesów technologicznych odpady zostają naruszone oraz wyekspozowane na działanie warunków atmosferycznych (w tym wody i powietrza), a następnie redeponowane na składowisku.



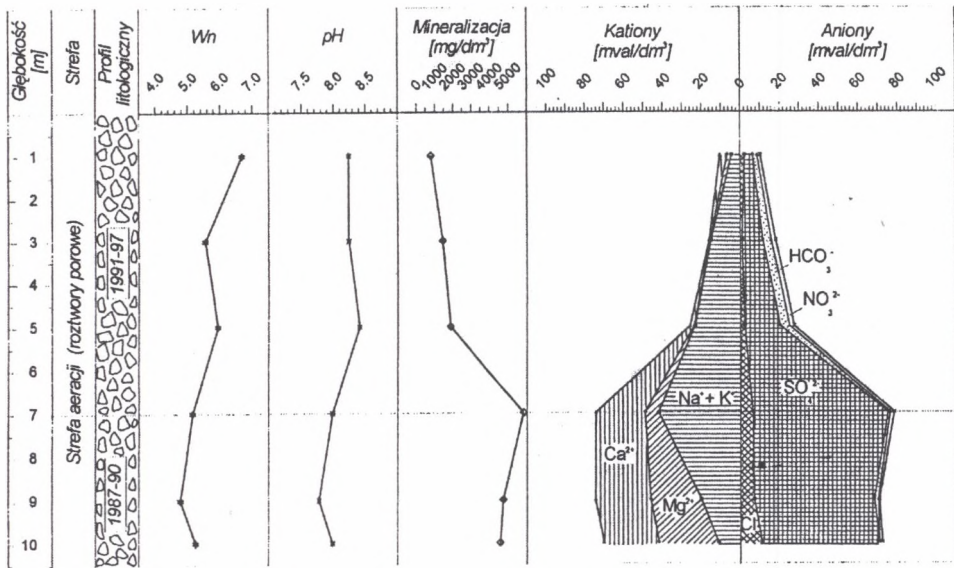
Rys. 1. Składowisko odpadów górnictwa węglowego KWK „Anna” w Bukowie
Fig. 1. Buków coal-mining waste dump

3. Metodyka badań

W celu określenia wybranych parametrów odpadów, składu chemicznego roztworów porowych, ich zmienności w profilu pionowym, a także transformacji pod wpływem przemian wietrzeniowych, jak również zmian związanych z gospodarką odpadami, a wpływających na stopień ich potencjalnego oddziaływania na środowisko, na składowisku wykonano dwa otwory badawcze oznaczone symbolami: B.I i B.II. Otwór B.II zlokalizowany został na wierzchołku składowiska i przewiercił 16 m odpadów. Drugi otwór oznaczony symbolem B.I znajdujący się na jednej z półek reeksploatacyjnych osiągnął głębokość 12 m, nawiercając grunt rodzimy. Wykorzystano również wyniki własnych, archiwalnych badań odpadów i roztworów porowych w trzech profilach składowiska (A,B,C), reprezentujących odpady o wieku od 1 do 10 lat z okresu przed rozpoczęciem działalności Zakładu Odzysku Węgla.

4. Wyniki

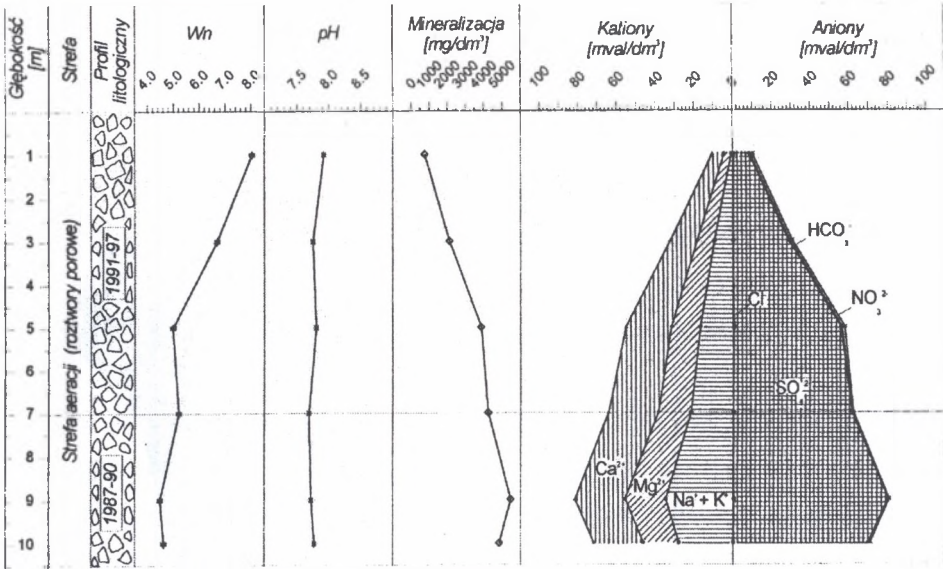
Określenie zmian zachodzących w bryle składowiska pod wpływem reeksploracji odpadów wymagało wcześniejszego określenia tła, w którym przeciętna wilgotność naturalna odpadów wynosiła 5.5%. Wielkość współczynników filtracji klasyfikowała



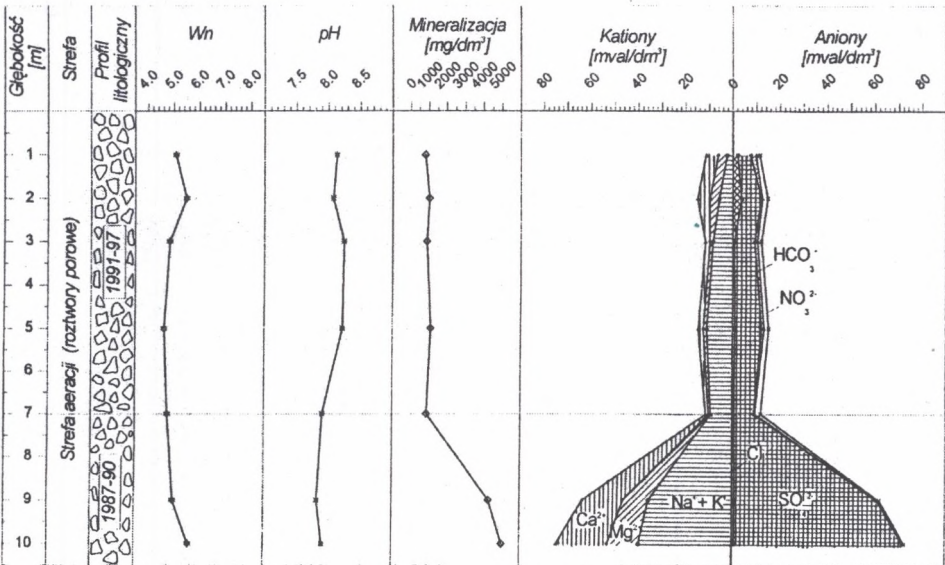
Rys. 2. Profil hydrogeochemiczny Otworu A (Składowisko odpadów górniczych KWK „Anna” w Bukowie)
 Fig. 2. Hydrogeochemical profile of the borehole A (Buków coal mining waste dump)

odpady jako bardzo dobrze przepuszczalne. Były to utwory praktycznie nie izolujące, które w całości przejmują wydatek strumienia wód infiltracyjnych. W profilach składowiska obserwowano też bardzo wyraźne pionowe przegrupowanie ładunków składników rozpuszczonych w roztworach porowych.

Typ hydrochemiczny roztworów porowych zmieniał się od SO₄-Na-Ca w górnej części profilu do SO₄-Ca-Na-Mg, SO₄-Na-Ca-Mg lub SO₄-Mg-Na-Ca. Zawartość chlorków była niska, wskazująca na dobre przemycie. Odczyn w granicach pH 7-8 świadczy o zbuforowaniu. Stężenia SO₄²⁻ max do 3823 mg/dm³ wynikają z równowagi siarczanowo-wapniowej. Uwalnianie metali niskie; w największych stężeniach występował Sr - do 4 mg/dm³ i Mn - do 3.52 mg/dm³, ponadto w roztworach były obecne Fe, Zn, Cu i Li w stężeniach w granicach dopuszczalnych.

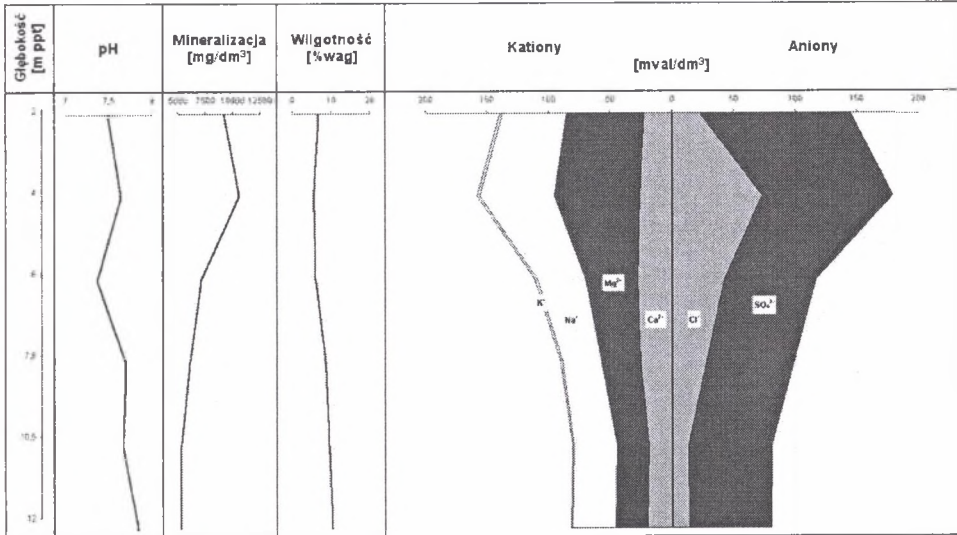


Rys. 3. Profil hydrogeochemiczny Otworu B (Składowisko odpadów górniczych KWK „Anna” w Bukowie)
 Fig. 3. Hydrogeochemical profile along the borehole B (Buków coal mining waste dump)

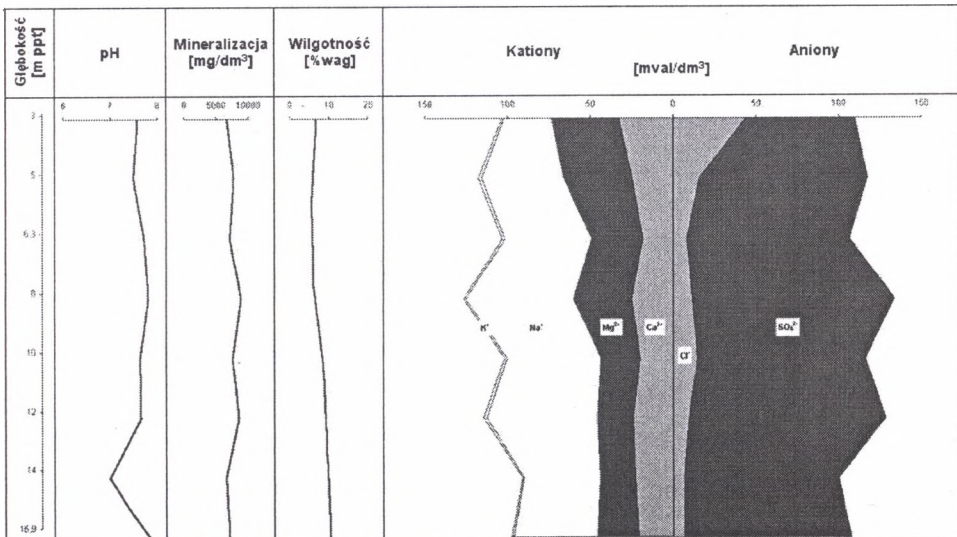


Rys. 4. Profil hydrogeochemiczny Otworu C (Składowisko odpadów górniczych KWK „Anna” w Bukowie)
 Fig. 4. Hydrogeochemical profile along the borehole C (Buków coal mining waste dump)

Badania przeprowadzone w otworach BI i BII wykazały bardzo istotny wpływ reeksploatacji na warunki hydrogeochemiczne w bryle składowiska determinujące uwalnianie się zanieczyszczeń z odpadów.



Rys. 5. Profil hydrogeochemiczny Otworu B.I (Składowisko odpadów górniczych KWK „Anna” w Bukowie)
 Fig. 5. Hydrogeochemical profile along the borehole B.I (Buków coal-mining waste dump)



Rys. 6. Profil hydrogeochemiczny Otworu B.II (Składowisko odpadów górniczych KWK „Anna” w Bukowie)
 Fig. 6. Hydrogeochemical profile along the borehole B.II (Buków coal-mining waste dump)

W porównaniu do odpadów niereeksploatowanych stwierdzono wzrost współczynnika filtracji, porowatości i wskaźnika porowatości oraz wzrost gęstości objętościowej materiału. W profilach reeksploatowanych zanotowano również znaczny wzrost wilgotności, a więc natężenia strumienia infiltracyjnego, najwyższego po redepozycji na etapie odwadniania (rys. 5 i 6). Stwierdzono również zasadnicze zmiany wykazujące ponowne „uaktywnienie” (intensyfikację generacji i wymywania zanieczyszczeń z odpadów starszych, głównie siarczanów, ale również chlorków w następstwie technologicznego procesu odzysku węgla). Poza istotnym wzrostem stężeń i ładunków zanieczyszczeń w wodach porowych odpadów po redepozycji wystąpiło również naruszenie pierwotnego układu pionowego przegrupowania ładunków w dół profilu. Odpady redeponowane wykazują układ odwrotny, tj. występowanie najwyższych stężeń składników mineralizacji w górnej partii profilu (rys. 5 i 6) lub też zasadniczo wyrównane stężenia składników mineralizacji w całym profilu. Ze względu na zbuforowanie odpadów i słabo alkaliczny odczyn roztworów metale śladowe uwalniają się słabo, tym niemniej w wodach porowych odpadów reeksploatowanych zaobserwowano występowanie niektórych pierwiastków śladowych w wyższych ilościach, w tym ponadnormatywnych dla wody do picia (Ni). W znaczniejszych ilościach stwierdzono Sr, Tl, Li, Ba, Al, Mn oraz ruchliwe toksyczne pierwiastki w postaci anionowej (B, Mo).

5. Wnioski

Obserwacja zmian zachodzących w profilu pionowym składowiska odpadów górnictwa węglowego pod wpływem reeksploatacji i redeponowania odpadów wykazała istotne zmiany parametrów jakościowych w bryle składowiska. Reeksploatacja odpadów najsilniej wpływa na wzrost współczynnika filtracji, porowatości i wskaźnika porowatości oraz wzrost gęstości objętościowej materiału. W wyniku tych zmian stwierdzono ponowne uaktywnienie oraz intensyfikację generacji i wymywania zanieczyszczeń z odpadów starszych. W wyniku naruszenia pierwotnego układu wystąpiło również pionowe przegrupowania ładunków w dół profilu. Odpady redeponowane wykazują układ odwrotny, tj. występowanie najwyższych stężeń składników mineralizacji w górnej partii profilu. Odpady te wykazują silną wrażliwość na oddziaływanie zarówno czynników naturalnych, jak i antropogenicznych, należy zatem uwzględnić to niekorzystne oddziaływanie przy wykorzystywaniu tych odpadów do budowy inżynierskich.

LITERATURA

1. Twardowska I., Szczepańska J.: Składowisko odpadów skał karbońskich jako długotrwałe ognisko zanieczyszczeń wód podziemnych: Badania monitoringowe. Współczesne Problemy Hydrogeologii, Tom VII cz. 1, Kraków – Krynica 1995, str. 475-483.
2. Twardowska I., Szczepańska J., Witeczak S.: Wpływ odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko wodne. Ocena zagrożenia, prognozowanie, zapobieganie. Wydawnictwo PAN, Wrocław Warszawa Kraków Gdańsk Łódź 1988, s. 251.

Recenzent: Dr hab. inż. Bronisława Hanak, prof. Politechniki Śl.