

**Jan Macuda\***

## **BADANIE JAKOŚCI WÓD PODZIEMNYCH W REJONIE SKŁADOWISKA ODPADÓW „ZA BIAŁĄ”\*\***

### **1. WSTĘP**

Przemysł chemiczny, a zwłaszcza zakłady azotowe produkują bardzo wiele różnego rodzaju substancji i produktów. Duże zróżnicowanie asortymentu produkcji związane jest również z powstawaniem bardzo wielu rodzajów odpadów, które w istotnym stopniu różnią się między sobą składem chemicznym i wynikającą z tego różną toksycznością, zwłaszcza dla środowiska gruntowo-wodnego. Ze względu na prawny zakaz mieszania różnego rodzaju odpadów między sobą i istniejące różnice ich właściwości, zachodzi konieczność ich składowania w specjalnie do tego celu wydzielonych kwaterach na składowisku odpadów. Taki sposób gospodarki odpadami na składowisku powoduje również konieczność stosowania różnych technologii ich składowania.

Aktualnie budowane składowiska odpadów muszą mieć odpowiednie zabezpieczenia dna i skarp przed infiltracją odcieków do gruntu i wód podziemnych. W zależności od rodzaju i wielkości składowiska oraz budowy geologicznej podłoża uszczelnienia te wykonywane są przy wykorzystaniu materiałów mineralnych bądź syntetycznych w postaci geomembran.

W Polsce starsze składowiska nie posiadają jednak tego rodzaju zabezpieczeń, a wręcz zlokalizowane są w większości przypadków w wyrobiskach po eksploatacji kruszyw mineralnych. Takie lokalizacje są bardzo niebezpieczne dla środowiska wodnego ze względu na łatwe rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń infiltrujących ze złoża odpadów do wód podziemnych.

W celu kontroli stopnia degradacji jakości wód podziemnych odpływających z rejonu składowisk przemysłowych należy prowadzić monitoring wód podziemnych. Prawdłowo prowadzony monitoring pozwala na śledzenie zmian jakości wód podziemnych w obrębie składowiska i podjęcie szybkich działań ograniczających migrację zanieczyszczeń. Do tego celu mogą być wykorzystane ekrany przeciwfiltracyjne, które buduje się z różnego rodzaju nieprzepuszczalnych tworzyw mineralnych lub syntetycznych.

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

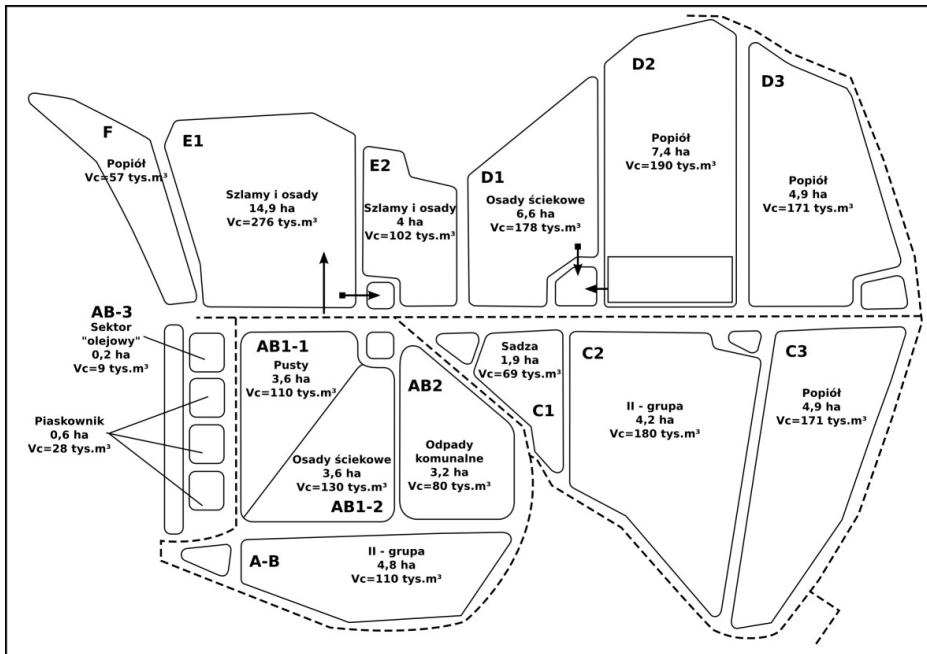
\*\* Praca wykonana w ramach badań własnych WWNiG AGH

## 2. CHARAKTERYSTYKA SKŁADOWISKA

Składowisko za rzeką Białą zostało zbudowane w latach 50. XX w. w starym meandrze Białej, który stanowił naturalną nieckę obniżoną o 3,5÷4,0 m. względem otaczającego terenu. Pod to składowisko przejęto także przyległe tereny po eksploatacji kruszywa [3, 4]. W pierwszej fazie eksploatacji składowiska odpady deponowano w wyrobiskach poeksploatacyjnych, a pod koniec lat 50. i na początku lat 60. składowano tu głównie popioły i żużel z elektrociepłowni oraz wapno po produkcji karbidu.

Rozbudowa istniejących zakładów azotowych pociągnęła za sobą wzrost ilości i zróżnicowanie jakościowe odpadów, co wymusiło powiększenie pojemności składowiska. Dodatkową pojemność składowania uzyskiwano poprzez stopniowe zwiększenie wysokości składowiska i jego powierzchni. Obecnie korona grobli zewnętrznych, zbudowanych z deponowanych tu wcześniej popiołów, wynosi od 195,80 do 197,35 i jest wyniesiona w stosunku do sąsiadujących terenów o około 4,0÷7,0 m.

Duże zróżnicowanie asortymentu składowanych odpadów spowodowało konieczność wydzielenia w obrębie składowiska większej liczby sektorów, w których deponowane są odpady o różnym składzie i konsystencji. Składowisko „Za Białą” podzielone jest na 15 sektorów i składowane są w nich, m.in. takie odpady jak: popioły z elektrociepłowni, odpady materiałów ceramicznych i budowlanych, szlamy i skratki z oczyszczalni ścieków, szlamy i odpady po oczyszczeniu solanki, odpad sadzy, popioły po regeneracji rtęci, części nierozpuszczalne z produkcji acetylenu, odpady z produkcji katalizatorów oraz odpady komunalne [3, 4]. Plan składowiska z podziałem na sektory przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Rozmieszczenie sektorów w składowisku odpadów „Za Białą”

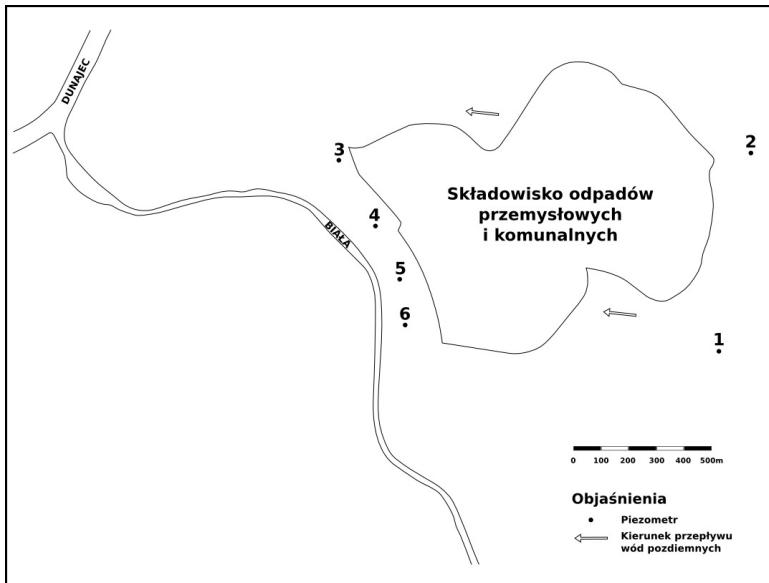
### 3. ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ I WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Obszar obejmujący tereny składowiska za rzeką Białą charakteryzuje się prostym typem budowy geologicznej. Nieprzepuszczalne utwory miocenijskie, występujące na głębokości 5÷12 m p.p.t., wykształcone są w postaci ilów, ilowców lub mułowców. Powierzchnia stropowa tych utworów wykazuje deniwelacje, być może związane z przebiegiem kopalnym starorzeczy Dunajca i Białej. W granicach istniejącego składowiska deniwelacje te ograniczają się do około 3 m.

W zalegających bezpośrednio na nieprzepuszczalnych ilach miocenijskich utworach czwartorzędowych wyróżnia się wyraźnie dwudzielność. Występują tu dwa kompleksy utworów. Na dolną część czwartorzędu o miąższości od 3 do 9,0 m składają się żwiry z otoczkami i piaskiem. Natomiast w stropie czwartorzędu występują spoiście gliny, gliny pylaste i piaszczyste oraz warstwa gleby i miejscami nasypy. Miąższość tych utworów wynosi od 0,3 do 2,8 m [3].

Powyższy układ warstw biorących udział w budowie geologicznej warunkuje występowanie jednego poziomu wodonośnego. Na przeważającej części terenu poziom ten ma charakter swobodny, a tylko lokalnie zwierciadło wody może mieć charakter naporowy. Przepływ wody odbywa się w utworach żwirowo-piaszczystych, których miąższość zamyka się w przedziale od 4 do 10 m.

Czwartorzędowy poziom wodonośny zasilany jest w wodę na drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych. Ogólny przepływ wód podziemnych odbywa się ze wschodu na zachód. Zwierciadło wody występujące na głębokości od 1 do 6 m p.p.t. ulega wahaniom i lokalnym zaburzeniom w zależności od stanów wody w Dunajcu i Białej oraz infiltracji opadów atmosferycznych. Przepływy wód podziemnych odbywa się w kierunku ww. rzek, które mają charakter drenujący (rys. 2).



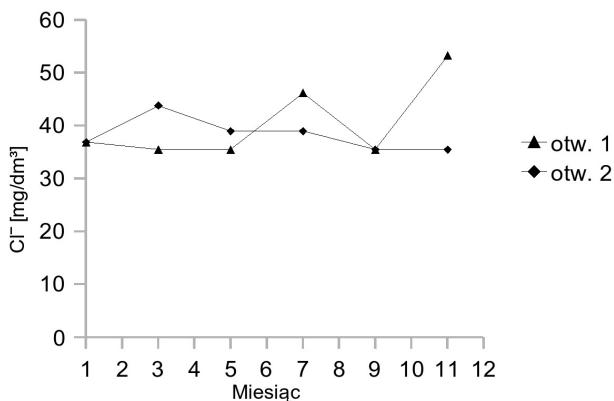
Rys. 2. Lokalizacja otworów monitoringowych w rejonie składowiska „Za Białą”

Prędkość przepływu wód podziemnych w rejonie składowiska, oceniona w trakcie realizacji pracy [3], dla terenów zlokalizowanych pomiędzy rzeką Białą a składowiskiem wynosi  $k = 2,89 \times 10^{-5}$  m/s, a pomiędzy Dunajcem i składowiskiem  $k = 1,27 \times 10^{-5}$  m/s. Różnica prędkości wynika z różnych spadków hydraulicznych na drodze przepływu wód podziemnych pomiędzy składowiskiem a obiema rzekami. Czas przepływu wód z rejonu składowiska do rzeki Biała wynosi około 80 dni, a do Dunajca około 1350 dni.

#### 4. ZMIANY CHEMIZMU WÓD PODZIEMNYCH ODPLYWAJĄCYCH Z REJONU SKŁADOWISKA

W celu określenia zakresu i wielkości negatywnego oddziaływania składowiska „Za Białą” na wody podziemne wykonano kilka prac badawczych [3]. Ich rezultatem było ustalenie głównych składników zanieczyszczeń w wodach podziemnych, które infiltrują z omawianego składowiska. Za najważniejsze uznano pH, ChZT, chlorki, siarczany, amoniak i azotany [3, 5].

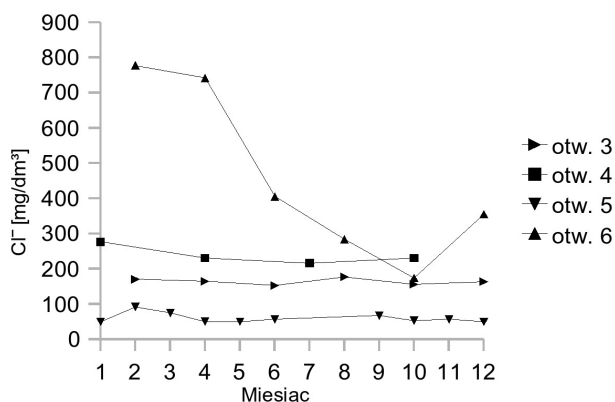
Do oceny jakości wód podziemnych w rejonie składowiska wytypowano sześć otworów obserwacyjnych, z których dwa są zlokalizowane na kierunku dopływu wód w rejon składowiska (otw. 1 i 2) a pozostałe cztery na kierunku ich odpływu (otw. 3÷6) (rys. 2). Analizę trendów zmian jakości wód podziemnych w roku 2006 wykonano opierając się na trzech najbardziej charakterystycznych wskaźnikach, tj: chlorkach, siarczanach i ChZT. Trendy ich zmian w wodach podziemnych w rejonie ocenianego składowiska przedstawiono na wykresach (rys. 3–8).



**Rys. 3.** Wykres zmian koncentracji chlorków w wodach dopływających w rejonu składowiska w roku 2006

Z analizy wykresów zmian koncentracji chlorków w wodach podziemnych, przedstawionych na rysunkach 3 i 4 wynika, że w ocenianym okresie występowały istotne różnice ich zawartości w badanych próbkach wód podziemnych dopływających do składowiska odpadów i odpływających z ocenianego obszaru. W wodach dopływających do składowiska koncentracje chlorków zawierały się w przedziale od 36,3 do 52,8 mg/dm<sup>3</sup>, a w wodach odpływających od 47,2 do 768,4 mg/dm<sup>3</sup>. Porównując otrzymane koncentracje chlorków

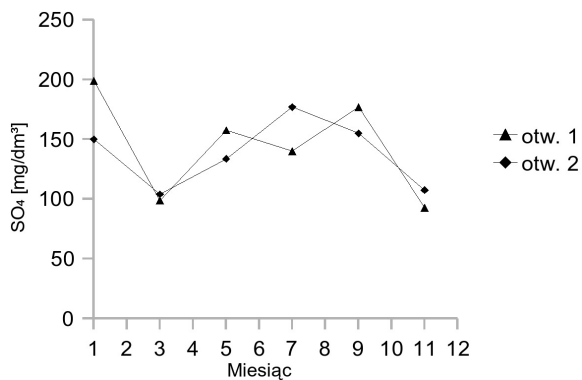
ze standardami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód [6], wody dopływające do składowiska należy zakwalifikować do wód II klasy (wody dobrej jakości), a wody odpływające z tego terenu do III i IV klasy, tj. wody zadowalającej jakości oraz wody o niezadowalającej jakości. W związku z tym, że ww. rozporządzenie straciło moc prawną 1 stycznia 2005 roku, a prace legislacyjne dotyczące projektu rozporządzenia z art. 38a ust. 1 znowelizowanej ustawy Prawo wodne w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych nie zostały jeszcze zakończone. Główny Inspektor Ochrony Środowiska w wytycznych z dnia 19.02.2007 r. ustalił, że ocena stanu wód podziemnych może być dokonana na podstawie poprzednio obowiązującego rozporządzenia, a po wejściu w życie nowego aktu prawnego powinna zostać dokonana reinterpretacja wyników badań.



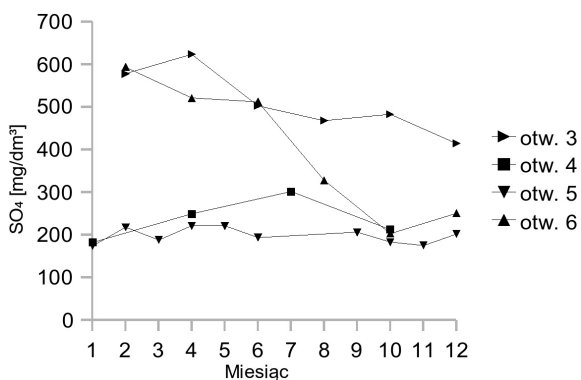
**Rys. 4.** Wykres zmian koncentracji chlorków w wodach odpływających z rejonu składowiska w roku 2006

Rozpatrując koncentracje siarczanów w wodach podziemnych (rys. 5 i 6), również stwierdza się ich istotny wzrost w wodach odpływających z rejonu składowiska odpadów w porównaniu z wodami dopływającymi. W wodach dopływających do składowiska koncentracje siarczanów zawierały się w przedziale od 86,5 do 194,4 mg/dm<sup>3</sup>, a w wodach odpływających od 187,1 do 618,3 mg/dm<sup>3</sup>. Oceniając jakość wód na podstawie zawartości w nich siarczanów, wody dopływające do składowiska należy zaliczyć do II klasy, a odpływające z badanego rejonu do IV i V klasy (wody złej jakości).

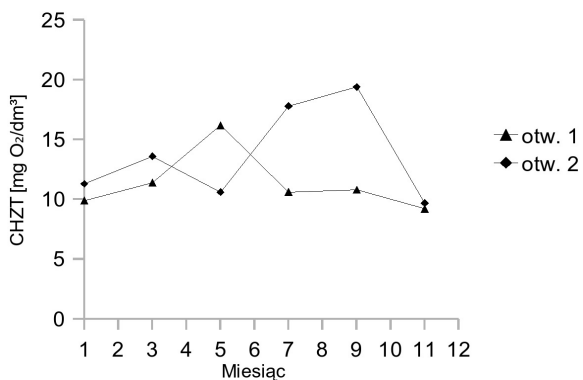
Wody podziemne pobrane do analizy chemicznej z piezometrów zlokalizowanych za składowiskiem również charakteryzowały się wyższymi wartościami wskaźnika ChZT<sub>Mn</sub> w porównaniu z wodami dopływającymi do składowiska (rys. 7 i 8). Wartości wskaźnika ChZT<sub>Mn</sub> w wodach dopływających do składowiska wahały się w przedziale od 9,6 do 19,2 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>, a w wodach odpływających z rejonu składowiska od 6,5 do 57,7 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>. Wskazuje to na infiltrację ze składowiska do wód podziemnych odcieków zanieczyszczonych głównie substancjami organicznymi. Tak znaczny wzrost może być wynikiem uszkodzenia uszczelnienia w niektórych kwaterach, w których gromadzone są szlamy i osady z oczyszczalni ścieków oraz odpady komunalne.



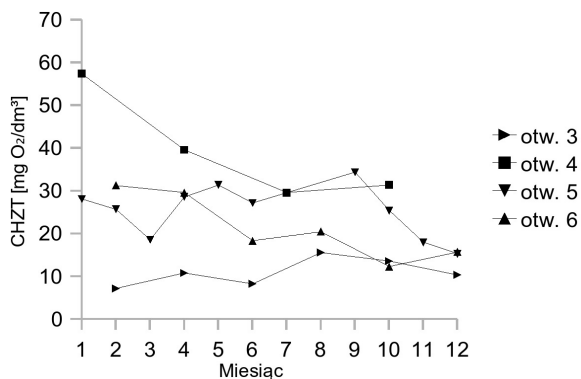
**Rys. 5.** Wykres zmian koncentracji siarczanów w wodach dopływających w rejonu składowiska w roku 2006



**Rys. 6.** Wykres zmian koncentracji siarczanów w wodach odpływających z rejonu składowiska w roku 2006



**Rys. 7.** Wykres zmian wartości wskaźnika ChZT<sub>Mn</sub> w wodach dopływających w rejonu składowiska w roku 2006



**Rys. 8.** Wykres zmian wartości wskaźnika  $ChZT_{Mn}$  w wodach odpływających z rejonu składowiska w roku 2006

## 5. PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy koncentracji chlorków i siarczanów oraz wartości wskaźnika  $ChZT_{Mn}$  w wodach podziemnych w rejonie składowiska „Za Białą” można jednoznacznie stwierdzić, że wpływa ono w istotnym stopniu na degradację wód podziemnych odpływających w kierunku Białej. Najbardziej zanieczyszczone wody występują w rejonie otworów obserwacyjnych nr 3 i 4.

Na wzrost koncentracji chlorków w wodach podziemnych największy wpływ mają odcieki infiltrujące ze zdeponowanych na składowisku szlamów i odpadów po oczyszczeniu solanki, natomiast na podwyższenie zawartości siarczanów wpływają pozostawione resztki wapna po produkcji karbidu. Wzrost wskaźnika  $ChZT_{Mn}$  w wodach odpływających z rejonu składowiska wskazuje na infiltrację ze składowiska zanieczyszczeń organicznych, pochodzących głównie ze składowanych szlamów i osadów z oczyszczalni ścieków oraz odpadów komunalnych.

W celu zmniejszenia negatywnego wpływu składowiska na wody podziemne należy rozważyć możliwość wykonania ekranu przeciwnieinfiltracyjnego na kierunku odpływu wód do Białej oraz w krótkim przedziale czasu podjąć prace rekultywacyjne w kwaterach w których kończy się składowanie odpadów.

## LITERATURA

- [1] Macuda J.: *Badanie zmian chemizmu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów przemysłowych*. Wiertnictwo Nafta Gaz (rocznik AGH), 22/1, 2005
- [2] Macuda J.: *Ocena zmian chemizmu wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów chemicznych*. Wiertnictwo Nafta Gaz (półrocznik AGH), t 24, z 1, 2007
- [3] Macuda J., Duda R.: *Ocena zmian jakości wód podziemnych wokół składowiska „Za Białą” w roku 2003*. Kraków, PBU „GEOFIX”, 2003

- [4] Materiały źródłowe udostępnione przez Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach S.A.
- [5] Macioszczyk A., Dobrzyński D.: *Hydrogeochemia*. Warszawa, Wyd. PWN 2002
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. z 2004, Nr 32, poz. 284