

Streszczenie rozprawy doktorskiej, pt.

BADANIE STANU ŚRODOWISKA GRUNTOWO-WODNEGO W OTOCZENIU SKŁADOWISK
ODPADÓW HUTNICZYCH PRZY POMOCY METOD GEOELEKTRYCZNYCH

Składowiska odpadów stanowią bezpośrednie zagrożenie dla otaczającego je środowiska gruntowo-wodnego. Przykładami takich składowisk są hałdy i stawy osadowe związane z działalnością zakładów hutniczych. Gromadzone lub powstające w obrębie tego typu składowisk odcieki mogą przedostawać się do wód gruntowych i dalej rozprzestrzeniać w obrębie warstw wodonośnych. Odcieki takie zazwyczaj powodują zwiększenie mineralizacji wody, co równoznaczne jest z obniżeniem jej oporności właściwej. Metodami geofizycznymi wrażliwymi na zmiany oporności właściwej w ośrodku są metody geoelektryczne. Tak więc, metody te są predystynowane do badania (pośredniego) zarówno stopnia skażenia środowiska hydrogeologicznego, jak i jego zasięgu przestrzennego. Efektywne zastosowanie metod geoelektrycznych w takiej problematyce nie jest łatwe ze względu na trudności w doborze odpowiedniej metodyki pomiarowej i skomplikowaną interpretację otrzymywanych wyników.

Celem przedstawianej pracy jest wskazanie możliwości i ograniczeń, a także zasad efektywnego stosowania, metod elektrooporowych w problematyce badania skażeń ośrodka gruntowo-wodnego. Wymagało to od autora wykonania szeregu prac terenowych, eksperymentów w skali laboratoryjnej oraz modelowań numerycznych.

W badaniach terenowych, do oceny wpływu wybranych składowisk odpadów hutniczych (związanych z krakowską Hutą ArcelorMittal) na otaczające je środowisko gruntowo-wodne, wykorzystano sondowania i tomografię elektrooporową oraz geoelektryczne badania penetracyjne. Kompleksowe zastosowanie tych metod pozwoliło na ocenę, w skali makro, stopnia skażenia badanego ośrodka. Dostarczyły

one również istotnych informacji na temat charakterystyki geoelektrycznej analizowanego obszaru badań oraz określiły zasięg strefy występowania skażeń generowanych przez składowiska odpadów hutniczych. Do dokładniejszego, w skali mikro, rozpoznania stopnia i charakteru skażeń wykorzystano geoelektryczne badania penetracyjne, zarówno w wariancie terenowym, jak i laboratoryjnym. Ich zaletą jest możliwość wykonywania, oprócz standardowego wyznaczania oporności, pomiarów zmian potencjału elektrycznego wraz z jej dynamiką oraz tzw. „efektów elektrodowych”. Zastosowanie geoelektrycznych badań penetracyjnych stwarza znaczące możliwości zbierania, korelowania i analizowania danych o różnym charakterze. Wariant terenowy takich pomiarów pozwolił, dzięki zbadaniu rozkładu potencjału elektrycznego i oporności ośrodka, określić głębokościowe zróżnicowanie warstw odpadów deponowanych w badanym stawie osadowym („Kujawy”).

W ramach prac laboratoryjnych, zaprojektowano i zbudowano oryginalne stanowisko badawcze służące do symulacji skażonego ośrodka gruntowo-wodnego i jego analizy z zastosowaniem tomografii elektrooporowej i geoelektrycznych badań penetracyjnych. W przedstawionych w pracy modelach odpady generujące skażenia stanowiły materiał antropogeniczny pobrany z jednego ze stawów osadowych. W eksperymentach zastosowano (w odpowiedniej skali) metodę badań penetracyjnych, z wykorzystaniem specjalnej sondy geoelektrycznej oraz nietypowy, oryginalny wariant metody tomografii elektrooporowej. Wyniki przeprowadzonych badań laboratoryjnych poszerzono o analizy składu chemicznego i mineralogicznego materiału antropogenicznego wykorzystanego w eksperymentach. Badania laboratoryjne pozwoliły, m. in. na zbadanie „efektów elektrodowych” i dynamiki zmian potencjału elektrycznego dla różnych próbek skażonego materiału. Otrzymane wyniki wskazały na obecność specyficznych i dobrze mierzalnych efektów „elektrycznych”, jednak ich geneza (i interpretacja) jest skomplikowana. Wymaga to podjęcia badań w dużo większym zakresie, niemniej jednak dotychczasowe wyniki mogą przyczynić się do opracowania oryginalnej metody charakteryzowania różnego rodzaju skażeń już na etapie pomiarów terenowych.

W pracy przedstawiono także możliwości i ograniczenia metody tomografii elektrooporowej do „śledzenia” jezora zanieczyszczeń występującego w obrębie warstwy wodonośnej. W tym celu wykorzystano numeryczną analizę odpowiednich modeli dwuwymiarowych (2D) i trójwymiarowych (3D) (zbudowanych w nawiązaniu do wyników badań terenowych). Otrzymane na drodze inwersji rozkłady oporności wyinterpretowanych posłużyły do analizy różnic pomiędzy wynikami uzyskiwanymi metodą tomografii elektrooporowej w wariancie 2D i 3D. Ponadto, rezultaty

modelowań numerycznych wskazują na możliwości jakie niosą ze sobą badania w wariacie 3D, a które obecnie, ze względu na wiele ograniczeń technicznych, wykonywane są stosunkowo rzadko. Dodatkowo wykazano, że modelowanie trójwymiarowe może/powinno stanowić uzupełniający element podczas interpretacji wyników badań elektrooporowych.

Wyniki przeprowadzonych badań geoelektrycznych, zarówno terenowych, jak i laboratoryjnych dostarczyły istotnych informacji na temat skażeń ośrodka gruntowo-wodnego. W powiązaniu z dostępnymi informacjami geomorfologicznymi i hydrogeologicznymi pozwoliły one na sformułowanie hipotez odnośnie przedostawania się zanieczyszczeń ze składowisk odpadów hutniczych do warstwy wodonośnej i wskazanie możliwych dróg dalszego transportu tych zanieczyszczeń. Przedstawione przykłady modelowania numerycznego, zarówno 2D jak i 3D, umożliwiają natomiast opracowywanie efektywnej metodyki badań dla tomografii elektrooporowej. Zaproponowany sposób wykonywania pomiarów laboratoryjnych może zostać wykorzystany do opracowania nowatorskiej metody określania właściwości skażonego ośrodka zarówno *in situ*, jak i na podstawie próbek materiału antropogenicznego.