

Gliwice, 22.01.2022 r.

Recenzja

pracy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Niedbalskiej pt.:
**„ PROGNOZOWANIE HYDRODYNAMICZNYCH SKUTKÓW
LIKWIDACJI WYROBISKA ODKRYWKOWEGO NA
PRZYKŁADZIE CTL MACZKI-BÓR”**

Praca doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Niedbalskiej jest obszernym i wielowątkowym opracowaniem dotyczącym przewidywania hydrogeologicznych efektów likwidacji wielkoobszarowych wyrobisk odkrywkowych. Rozwiązanie tego zagadnienia przedstawiła Autorka na przykładzie kopalni piasku Maczki-Bór, opierając się na wykorzystaniu połączonych metod polowych, laboratoryjnych oraz symulacjach numerycznych. Podsumowaniem prac jest koncepcja monitoringu wód podziemnych, pozwalającego na weryfikację efektywności zaproponowanych działań rekultywacji analizowanego wyrobiska.

Uwagi wstępne

Autorka podjęła skomplikowany i ważny, zarówno z punktu widzenia naukowego jak i praktycznego, temat metodyki prognozowania skutków likwidacji wyrobisk odkrywkowych, w aspekcie przekształceń pola hydrodynamicznego wód podziemnych. Przewidywanie i kontrolowanie tych zmian pozwala bowiem na ograniczenie ich negatywnych skutków względem środowiska wód podziemnych i powierzchniowych.

Przeprowadzone przez Doktorantkę studium literaturowe pozwoliło na sformułowanie złożonej tezy niniejszej pracy:

- Hydrodynamiczne konsekwencje rekultywacji wyrobisk rzutują na możliwości ich późniejszego zagospodarowania.
- Od sposobu ich wypełnienia, a przede wszystkim od właściwości hydrogeologicznych, geomechanicznych i geochemicznych materiału wypełniającego, zależy zasięg oddziaływania obiektu na wody podziemne i powierzchnię terenu w granicach wyrobiska i jego sąsiedztwie.
- Ocena skutków hydrodynamicznych wypełnienia wyrobisk odkrywkowych skałą płonną jest możliwa dzięki wykorzystaniu połączonych badań terenowych, laboratoryjnych i symulacji numerycznych.

Za cele pracy Autorka przyjęła opracowanie kompleksowej metodyki oceny, badań i doboru sposobów zarządzania wodami podziemnymi w bezpośrednim sąsiedztwie rekultywowanej odkrywki, dla zabezpieczenia powierzchni terenu przed wystąpieniem negatywnych, hydrodynamicznych skutków, wynikających z jej likwidacji. Dla weryfikacji tezy i realizacji celów pracy Autorka wykorzystwała logicznie zaplanowany zestaw prac, rozpoczynając od opartej na oznaczeniach terenowych i badaniach laboratoryjnych charakterystyki materiału skalnego, stosowanego do rekultywacji wyrobiska oraz jego

wpływu na wody podziemne. Następnie sporządziła model hydrodynamiczny odzwierciedlający wszystkie istotne elementy analizowanego obszaru. Model ten wykorzystano dalej w symulacjach mających na celu prognozę zmian warunków filtracji dla kilku wariantów likwidacji i rekultywacji odkrywki, oraz do oceny rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w wodach podziemnych. Wykorzystując rezultaty opisanych powyżej działań, Autorka opracowała koncepcję monitoringu wód podziemnych, pozwalającą na weryfikację skuteczności zaproponowanych metod rekultywacji.

Układ recenzowanej rozprawy

Dysertacja liczy 191 stron i zawiera 74 figury oraz 11 tabel. Zamieszczona na końcu pracy bibliografia obejmuje 15 norm i 166 pozycji literaturowych, z czego 11 to prace, w których Doktorantka jest autorką albo współautorką. Treść pracy została podzielona na 10 rozdziałów:

- W części wprowadzającej Autorka przedstawia uzasadnienie podjęcia tematu, powołując się na dotychczasowy brak zintegrowanej metodyki oceny zmian warunków hydrodynamicznych i ich skutków, jako podstawy do wyboru sposobu rekultywacji i zabezpieczenia powierzchni w rejonie wyrobiska odkrywkowego. Uzasadnienie to poprzedza krótka charakterystyka górnictwa odkrywkowego w Polsce oraz założeń rekultywacji odkrywkowych zakładów górniczych. Znalazło się tu także spostrzeżenie, mające konsekwencje dla przyjętego w pracy toku badawczego, iż wpływ rekultywowanego wyrobiska na środowisko zależy głównie od stosowanej technologii jego wypełniania, a także od rodzaju zastosowanego materiału.
- Rozdział 2 obejmuje krótki przegląd opracowań dotyczących rekultywacji terenów pogórnicznych, z uwypukleniem metod wykorzystujących składowanie odpadów. W rozdziale tym Autorka podaje także wyjaśnienie najważniejszych pojęć stosowanych w dysertacji, opisuje kierunki rekultywacji obszarów po działalności górnictwa, materiały w tym celu stosowane oraz ich wpływ na środowisko, a także przedstawia zastosowanie metod modelowania numerycznego na potrzeby rekultywacji wyrobisk.
- W rozdziale 3 przedstawiono cel naukowy, którym było opracowanie algorytmu badawczego nadającego się do zastosowania na podobnych obiektach górnictwa odkrywkowego, a także weryfikacja kompleksu metod badawczych zastosowanych w pracy i wdrożenie ich wyników na numerycznym modelu hydrodynamicznym dla rekultywowanego wyrobiska i jego otoczenia. Nakreślono także zakres pracy, obejmujący: opracowanie danych archiwalnych, prace terenowe, utworzenie modelu numerycznego warunków krążenia wód podziemnych, obliczenia numeryczne dla wybranych kierunków zabezpieczania powierzchni terenu, weryfikację modelu, opracowanie systemu monitoringu wód podziemnych. Ponadto scharakteryzowano specyfikę poligonu badawczego, którym jest kopalnia piasku podsadzkiowego Maczki-Bór
- Rozdział 4 zawiera charakterystykę fizjograficzną obszaru badań oraz opis działalności górniczej i przebiegu rekultywacji w obszarze CTL Maczki-Bór S.A.
- Rozdział 5 rozpoczyna zasadniczą część dysertacji, poświęconą badaniom i symulacjom numerycznym wykonanym przez Autorkę. Jego treść stanowi opracowany na podstawie prac terenowych i własnych analiz, opis własności fizykomechanicznych i hydrogeologicznych materiału skalnego stosowanego do rekultywacji oraz charakterystyka procesów ługowania zanieczyszczeń z materiału stosowanego w rekultywacji.
- W rozdziale 6 przedstawiono ogólne założenia badań modelowych dynamiki wód podziemnych w rejonie analizowanego wyrobiska. Ponadto opisano model koncepcyjny i sposób schematyzacji warunków środowiska, przedstawiono założenia do modelu numerycznego dla stanu aktualnego i docelowej koncepcji rekultywacji wyrobiska i zaprezentowano rezultaty weryfikacji modelu hydrodynamicznego. Efekty modelowania zawierają parametry ciśnienia wód podziemnych oraz

bilanse krążenia wód dla aktualnego stanu zagospodarowania oraz dla dwóch wariantów jego rekultywacji.

- Rozdział 7 zawiera interpretację efektów modelowania, w odniesieniu do zmian warunków filtracji oraz wykorzystanie tych wyników dla znalezienia optymalnego sposobu likwidacji i rekultywacji odkrywki. Pośród różnych technologii zabezpieczania powierzchni terenu przed jej zawodnieniem rozważano barierę studzienną, drenaż opaskowy udrożnienie koryt cieków powierzchniowych, sztuczne formowanie dróg filtracji i metody kombinowane.
- Rozdział 8 dotyczy modelowania migracji zanieczyszczeń w warstwie wodonośnej w warunkach funkcjonowania kopalni i podczas jej likwidacji. Podstawą dla przeprowadzonych prac stały się wyniki badań monitoringowych chemizmu wód podziemnych i powierzchniowych. Dla symulacji numerycznych wykonywanych dla różnych konfiguracji studni i drenów wykonano obliczenia zmian stężeń jonów siarczanowych (potraktowanych jako znacznik konserwatywny) w wodach podziemnych dla różnych, założonych arbitralnie, koncentracji początkowych, emitowanych z bryły odpadów wypełniających wyrobisko.
- Kolejny, 9 rozdział obejmuje omówienie opracowanej przez Autorkę koncepcji monitoringu wód podziemnych, mającego posłużyć weryfikacji skuteczności proponowanych metod zabezpieczania powierzchni terenu.
- Rozdział 10 zawiera podsumowanie pracy oraz zestawienie wniosków, sformułowanych na podstawie przeprowadzonych badań symulacyjnych i obliczeń.

Praca przedstawiona przez Panią mgr inż. Katarzynę Niedbalską ma odpowiedni układ i jest napisana w sposób zrozumiały, z zastosowaniem dobrze użytej terminologii specjalistycznej. Prawdłowo opracowana jest też warstwa ilustracyjna pracy, na którą składają się m.in. diagramy, schematy, przekroje oraz mapy.

Uwagi krytyczne i dyskusyjne

W analizowanej rozprawie nie dopatrzyłem się błędów lub uchybień natury merytorycznej czy formalnej, które znacząco wpływałyby na jej ostateczną ocenę. Poniżej, w kolejności zgodnej z tekstem, zamieściłem spostrzeżenia i komentarze oraz sformułowałem nieliczne wątpliwości, dotyczące fragmentów pracy. Niektóre z uwag mogą być przydatne przy przygotowywaniu tekstu do publikacji.

- Tekst streszczenia w języku angielskim jest zrozumiały, aczkolwiek składnia i niektóre określenia wymagałyby poprawy. Na przykład zdanie: „Based on the simulation, the probable impact of pollutants on groundwater and the range of the stream of pollutants migrating with the groundwater after finishing the excavation’s drainage was indicated” można zastąpić następującym: “Simulation tests allowed to assess the possible impact of pollutants on the groundwater and the extent of the contamination plume after the completion of drainage of the open pit”.
- Strona 13 Jest: „...wydobycie kopalin systemem odkrywkowym kształtuje się na poziomie około 340 – 350 mln ton, z czego ponad 80% stanowią złóża surowców skalnych...”; powinno być: wydobycie kopalin systemem odkrywkowym kształtuje się na poziomie około 340 – 350 mln ton, z czego ponad 80% stanowią surowce skalne...”
- Strona 16 Jest: „Prace te dotyczyły szczególnie możliwości zalesiania hałd i zwalówisk odpadów pogórnich pochodzących z udostępniania i eksploatacji złóż oraz innych nieużytków przemysłowych”; powinno być: „Prace te dotyczyły szczególnie możliwości zalesiania nieużytków przemysłowych, w tym hałd i zwalówisk odpadów pogórnich, pochodzących z udostępniania i eksploatacji złóż.”

- Strona 25 – Wzór na promień lejki depresji powinien mieć postać: $R = 575 \times S\sqrt{H \times k}$
- Strona 25 – W tekście należało zaznaczyć, że podano wzór na promień zastępczy dla wyrobiska o kształcie zbliżonym do koła lub kwadratu.
- Strona 26 – Posługując się wnioskami wysuniętymi w pracy Gammons et al., 2009, stwierdzono, że zależność między natężeniem dopływu wód podziemnych, a spadkiem hydraulicznym skutkuje obniżaniem się tempa napełniania zbiornika wodnego. Proces ten, w początkowej fazie likwidacji odkrywki, kompensowany jest jednak przez rosnącą powierzchnię filtracji, wraz ze wzrostem pojemności zbiornika wodnego. Czy identyczne zależności obowiązują dla odkrywki o kształcie mniej wyidealizowanym – zbliżonym do rozpatrywanego w pracy Autorki?
- Strona 32 – Nie jest jasne jakie parametry miała Autorka na myśli pisząc o mniejszych modyfikacjach parametrów, w wyniku wpływu działalności górnictwa odkrywkowego, w porównaniu z górnictwem podziemnym.
- Strona 54 – Zarys budowy geologicznej przedstawiono w nietypowej kolejności. Opis budowy geologicznej rozpoczyna się zwyczajowo od utworów najstarszych. W przypadku opisu warunków hydrogeologicznych jest odwrotnie.
- Strona 55 – Przy opisie tektoniki podłoża analizowanego obszaru zabrakło odpowiedniego przekroju geologicznego.
- Strona 56 – W podpisie pod rysunkiem 4.5. nie podano źródła, z którego jest on zaczerpnięty.
- Strona 67 – Dlaczego na rys 4.13 występują równocześnie określenia adwekcja i konwekcja. Terminy te, wg. Słownika Hydrogeologicznego, są synonimami. W tekście przydałoby się też omówienie procesów zachodzących w zwałowisku, zaznaczonych na wspomnianym rysunku.
- Strona 73 – Opis pod rysunkiem sugeruje, że zarówno pobór próbek do badań jak i wykonanie odwiertów były zrealizowane przez przedsiębiorcę.
- Strona 87 – Wspomniano tu, że „Zaobserwowano, że we wszystkich próbkach każdy następny etap nasycania i odwodnienia odpadów powodował uruchomienie części wód kapilarnych, które nie uległy odsączeniu po zakończeniu etapu wcześniejszego”. Pojawia się pytanie, w jaki sposób przeprowadzono wspomniane obserwacje.
- Strona 103 – Postawiono tezę, że: „W przypadku odpadów najmłodszych niskie koncentracje chlorków świadczą o tym, że proces wymywania nie osiągnął jeszcze maksimum intensywności, co widoczne jest np. w odpadach 5-letnich”. Wydaje się jednak, że gdy wymywalność z danych odpadów jest wyższa, to oznacza, że zawierają one więcej substancji rozpuszczalnych w danych warunkach (np. w trakcie badania zgodnie z PN-EN 12457-4:2006) a nie, że proces wymywania osiągnął wyższą intensywność. Proszę o komentarz.
- Strona 113 – Czy dla pierwszej od powierzchni warstwy modelowej przyjęto taki sam zakres wartości współczynników filtracji (od 1,0 do 18,0 m/d) jak dla warstwy drugiej?
- Strona 113 – Czym Autorka uzasadnia założenie, że „W warunkach filtracji wód w skałach okrucowych (materiał, z którego zbudowany jest zwał w granicach odkrywki) zróżnicowanie filtracji pionowej i poziomej nie ma istotnego znaczenia”. *Nota bene* przeczyłaby temu sytuacja geologiczna ukazana na Rys 4.13.
- Strona 145 – Dlaczego jako znacznik migracji zanieczyszczeń wybrano siarczany, które mogą ulegać redukcji, zamiast chlorków, których konserwatywne zachowanie w analizowanym środowisku nie ulega wątpliwości.
- Strona 163 – Stwierdzono tutaj, że: „ładunek siarczanów odprowadzany z wodami ze studni powinien się mieścić w przedziale od 750 do 3 104 kg/d, a łącznie z wodami zrzucanymi przez układy trzech drenów od 1 172 do 3 104 kg/d. Jaka jest przyczyna, dla której maksymalny ładunek w obydwu tych wariantach jest identyczny?

- Strona 172 – Wniosek 2, dotyczący niepewności oznaczeń właściwości filtracyjnych nie wpływa z rezultatów pracy i nie został w niej potwierdzony
- Strona 172 – Wniosek 3, o zmienności parametrów hydrogeologicznych jest w rzeczywistości założeniem i także nie wpływa z rezultatów pracy
- Strona 174 – Wniosek 13 jest *de facto* zaleceniem wydanym przez Autorkę i nie wpływa z rozumowania naukowego przeprowadzonego w pracy. Brak jest uzasadnienia dla czego „Połączenie modelowania hydrodynamicznego i hydrogeochemicznego” powinno być „stałym narzędziem” itd.
- Strona 174 – Wniosek 14 bez uzasadnienia ma charakter spekulatywny

W swojej dysertacji, dotyczącej opracowania kompleksowej metodyki oceny, badań i doboru sposobów zarządzania wodami podziemnymi w rejonie rekultywowanej odkrywki Autorka skupiła się na ocenie hydrodynamicznych efektów likwidacji wyrobiska odkrywkowego Maczki-Bór. Model pola przepływu wód podziemnych stanowił następnie punkt wyjścia dla oszacowania wpływu deponowanych odpadów na chemizm wód podziemnych, w otoczeniu analizowanego obiektu.

Najbardziej istotne walory rozprawy mają charakter metodyczny i wynikają głównie z rezultatów uzyskanych w trakcie badań modelowych. Wykazano bowiem, że model rekultywowanego wyrobiska oraz otaczających je struktury wodonośnych, skonstruowany przy użyciu danych zebranych w trakcie prac terenowych i oznaczeń laboratoryjnych, może z powodzeniem służyć do wielowariantowej analizy metod rekultywacji oraz oceny jej następstw.

Dobór danych hydrogeologicznych oraz szczegółowo zaplanowane i przeprowadzone badania polowe i analizy laboratoryjne potwierdzają, że Autorka w przemyślany i dojrzały sposób podeszła do rozwiązania postawionego przed sobą zadania naukowego. Symulacje numeryczne zostały dobrze przygotowane i rzetelnie przeprowadzone, a wnioski wyciągnięte na ich podstawie są dobrze ugruntowane, co potwierdza znaczne umiejętności Autorki w tej materii.

W podsumowaniu pragnę podkreślić, że recenzowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Katarzyny Niedbalskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i posiada znaczną wartość merytoryczną. Autorka dowiodła umiejętności pozyskiwania danych, analizowania faktów, planowania i przeprowadzania badań terenowych i symulacji numerycznych a także krytycznej i wnikliwej interpretacji ich rezultatów, w celu prognozowania hydrodynamicznych i hydrochemicznych skutków likwidacji wyrobisk odkrywkowych. Wszystko to potwierdza, iż Doktorantka prezentuje znaczną wiedzę teoretyczną oraz posiadała umiejętności samodzielnego organizowania i prowadzenia badań naukowych.

Konkluzja

Recenzowana praca doktorska pt.: „PROGNOZOWANIE HYDRODYNAMICZNYCH SKUTKÓW LIKWIDACJI WYROBISKA ODKRYWKOWEGO NA PRZYKŁADZIE CTL MACZKI-BÓR” spełnia wszystkie warunki stawiane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Wobec powyższego stawiam wniosek do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o dopuszczenie Pani mgr inż. Katarzyny Niedbalskiej do dalszego toku przewodu doktorskiego.

