

Działalność przemysłu naftowego zarówno w fazie inwestycyjnej, jak i w cyklu produkcyjnym, nie pozostaje bez wpływu na środowisko. Prowadzone inwestycje związane z poszukiwaniem złóż węglowodorów, budowy kopalń ropy i gazu, eksploatacja złóż i transport wydobytych surowców stwarza zagrożenie zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego szerokim spektrum substancji. W niniejszej rozprawie, poświęconej elementom oceny i metodom ograniczania ryzyka środowiskowego związanego z działalnością przemysłu naftowego omówiono tylko kilka aspektów, tj. kwestie metod identyfikacji zanieczyszczeń, gospodarkę odpadami (wody złożowe, płyny generowane w zabiegach hydraulicznego szczelinowania formacji łupkowych) oraz oczyszczanie gleb, tzw. szkód środowiskowych – zanieczyszczone tereny po gazowniach klasycznych oraz składowiska odpadów wiertniczych wytworzonych podczas eksploatacji otworów wydobywczych karpackiej ropy naftowej. Odpady wiertnicze na podstawie badań fizykochemicznych, analiz chromatograficznych zanieczyszczeń ropopochodnych i analiz mineralogicznych oraz przeglądu archiwalnych danych z wierceń, został zakwalifikowany jako gleba i ziemia zanieczyszczona substancjami ropopochodnymi.

Rozprawa przedstawia interdyscyplinarne podejście do zagadnień związanych z działalnością przemysłu naftowego, obejmujące problematykę z wielu dziedzin: wiertnictwa, inżynierii środowiska, analityki chemicznej, mikrobiologii, ekotoksykologii oraz obowiązującego ustawodawstwa związanego z ochroną środowiska.

Szacowanie ryzyka środowiskowego stanowi narzędzie prawne do oceny stanu zanieczyszczenia gleb. Dopuszczalny poziom zanieczyszczenia określa Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U 2016, poz. 1395), z uwzględnieniem ich funkcji aktualnej i planowanej na terenach szczególnie chronionych, gruntów rolnych i leśnych, terenów przemysłowych. Ustawa ta stanowi wytyczną do oceny stanu zanieczyszczenia gleb różnicując ich właściwości.

Opracowana w oparciu o przeprowadzone szczegółowe badania własne, całościowo znormalizowana metodyka umożliwiająca identyfikację i ilościowe oznaczenie TPH i WWA w glebie pozwala na precyzyjną ocenę stanu zanieczyszczenia i ekotoksyczności gleb na terenach potencjalnie skażonych w związku z działalnością przemysłu naftowego. Opracowaną metodykę oznaczenia TPH i WWA przetestowano w badaniach modelowych,

podczas analizy gleby zanieczyszczonej substancjami ropopochodnymi oraz w trakcie analiz próbek środowiskowych, co pozwoliło na wyselekcjonowanie najlepszych i dających powtarzalne wyniki procedur identyfikacji i ilościowego oznaczenia TPH i WWA w glebie. Z przeprowadzonych badań wynika, że na ocenę stopnia biodegradacji węglowodorów słabo degradowalnych z grupy izoprenoidów (pristan i fitan) w zanieczyszczonych glebach pozwala określenie wartości wskaźników  $n\text{-C}_{17}/\text{Pr}$  i  $n\text{-C}_{18}/\text{F}$ . Wykazano również, że opracowana metodyka oznaczania zawartości TPH i WWA jest przydatna w monitorowaniu postępu biodegradacji zanieczyszczeń węglowodorowych w glebie i może być wykorzystywana do oceny skuteczności zastosowanej technologii rekultywacji gruntów na danym terenie. Kolejnym ważnym elementem oceny realnego ekotoksykologicznego zagrożenia w kontekście działalności przemysłu naftowego jest opracowana metodyka wykorzystania chromatografii jonowej do identyfikacji i ilościowego oznaczania zanieczyszczeń nieorganicznych wprowadzanych do środowiska na poszczególnych etapach pozyskiwania węglowodorów.

Przeprowadzone badania w zakresie bezpiecznego zagospodarowania odpadowych wód złożowych z kopalń, wykazały, że metoda polegająca na zatłaczaniu wód eksploatacyjnych do horyzontów chłonnych jest bezpieczna dla środowiska pod warunkiem stałego kontrolowania procesu mieszania wód zatłaczanych z wodami złożowymi i modyfikacji wybranych parametrów określających właściwości fizykochemiczne zatłaczanych wód.

W badaniach własnych wykazano, że zastosowanie zintegrowanych analiz chemicznych i toksykologicznych pozwala na precyzyjną identyfikację ekotoksyczności odpadowych cieczy pozabiegowych (płynów szczelinujących i cieczy z wypływu zwrotnego) generowanych w procesie pozyskiwania gazu ziemnego z formacji łupkowych. Przeprowadzone badania oparte na wykorzystaniu analityki chemicznej i testów biologicznych umożliwiły wytypowanie skutecznych fitoremediantów, co świadczy, że istnieje możliwość oczyszczania gleb zanieczyszczonych substancjami ropopochodnymi i metalami ciężkimi metodą fitoremediacji. Wykazano także przydatność testu respirometrycznego do oceny intensywności samoistnej i wspomaganej biodegradacji tlenowej substancji ropopochodnych w gruncie o różnym stopniu skażenia i zawartości substancji biogennych.

Przeprowadzone badania wykazały, że naukowo zaprojektowany, wiarygodny ciągły monitoring terenów potencjalnie zagrożonych działalnością przemysłu naftowego, obejmujący zintegrowany system analiz chemicznych, toksykologicznych i ekologicznych, pozwala na identyfikację faktycznego poziomu ryzyka środowiskowego. Uzyskane wyniki badań powinny być wykorzystane w planowaniu i realizacji działań prewencyjnych, ochronnych i naprawczych.