

## **Streszczenie pracy doktorskiej pt.:**

### **Wykorzystanie systemów informacji geograficznej (GIS) w modelowaniu oddziaływania wybranych obiektów gospodarowania odpadami komunalnymi na środowisko naturalne.**

Autor: mgr inż. Józef Ciuła

Promotor: dr hab. inż. Jolanta Biegańska, prof. nzw. w Pol. Śl.

Wytwarzanie odpadów jest nieodłączną cechą aktywności gospodarczej człowieka na przestrzeni wieków, natomiast ich zagospodarowanie staje się dużym problemem wszystkich społeczeństw i gospodarek. Istnieje więc wymóg, aby w tym procesie nie powodować szkód w środowisku naturalnym. Funkcjonowanie obiektów unieszkodliwiania odpadów komunalnych stwarza potencjalne zagrożenie dla środowiska naturalnego.

Celem rozprawy doktorskiej było określenie zakresu i rodzaju potencjalnego oddziaływania wybranych obiektów unieszkodliwiania odpadów komunalnych tj. składowiska odpadów komunalnych i instalacji termicznego przekształcania odpadów na środowisko naturalne, oraz wybór optymalnej lokalizacji nowego obiektu unieszkodliwiania odpadów. W tym celu zastosowano zastosowanie modelowania matematycznego, Systemów Informacji Geograficznej GIS, oraz oprogramowania komputerowego do przeprowadzenia modelowania oddziaływania obiektów unieszkodliwiania opadów na środowisko naturalne w układzie przestrzennych map numerycznych.

W pracy analizowano dwa wybrane obiekty, które wykorzystują dwie różne technologie unieszkodliwiania odpadów, wymagają odmiennych uwarunkowań pod względem wyboru miejsca ich lokalizacji i zdecydowanie w różny sposób oddziałują na środowisko naturalne. Wykonano pobadania stanu wód podziemnych i powierzchniowych w obrębie czynnego składowiska odpadów komunalnych. Narzędziem które zostało wykorzystanie pracy jest modelowanie matematyczne, wykorzystujące systemy informacji geograficznej (GIS) w postaci map sozologicznych zastosowanych do rozkładu zanieczyszczeń w powietrzu, które stanowią cenne źródło informacji o stanie środowiska naturalnego w analizowanych lokalizacjach obiektów.

Jakość wód podziemnych w rejonie składowiska odpadów określono na podstawie badania próbek pobranych z piezometrów kontrolnych, natomiast parametry fizykochemiczne wód powierzchniowych zostały pobrane w punktach na cieku wodnym w rejonie składowiska odpadów. Przeprowadzone badania i analiza wyników badań wód powierzchniowych i podziemnych wskazują na dobry stan tych wód w obrębie składowiska, co pozwala przypuszczać że uszczelnienie podstawy składowiska spełnia założone funkcje.

Wykorzystując program Visual ModFlow Pro ver. 4.2. zbudowano koncepcyjny model hydrodynamiczny składowiska odpadów komunalnych, umożliwiający modelowanie migracji zanieczyszczeń w wodach podziemnych i gruntowych w przypadku uszkodzenia izolacji podłoża składowiska. Zbudowany model hydrodynamiczny jest modelem dwuwarstwowym, dynamicznym, przestrzennym i ma znaczenie wskaźnikowe tzn. pozwala określić tendencję oraz oszacować prędkość propagacji zanieczyszczeń w warstwie wodonośnej.

Wyniki przeprowadzonego modelowania migracji zanieczyszczeń w wodach gruntowych w przypadku uszkodzenia izolacji podłoża składowiska wykazują, że praktycznie niemożliwa jest migracja zanieczyszczeń w naturalnych kierunkach spływu wód, z uwagi na ograniczoną możliwość infiltracji zanieczyszczeń. Taka sytuacja jest spowodowana dwoma czynnikami: po pierwsze z bezpośrednim występowaniem na powierzchni terenu warstwy nieprzepuszczalnych – glin piaszczystych, po drugie - w przypadku ujmowania odcieków ze składowiska w systemie drenażowym, nie ma możliwości przedostania się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych. W obrębie składowiska warstwa wodonośna występuje stosunkowo głęboko co dodatkowo ogranicza tempo i możliwości migracji zanieczyszczeń.

Potencjalna możliwość zaistnienia migracji zanieczyszczeń do wód podziemnych pojawia się dopiero w sytuacji naruszenia – uszkodzenia warstwy izolującej podłoża składowiska. W takim przypadku infiltracja pionowa będzie zachodziła w strefie aeracji przez stosunkowo długi okres – powyżej 17 lat. Natomiast migracja zanieczyszczeń już w strefie saturacji (nawodnionej) będzie odbywała się z dużą prędkością. Po 50 dobach od osiągnięcia poziomu wodonośnego, zanieczyszczenia docierają do głównego cieką drenującego analizowany obszar, w konsekwencji następuje ich bardzo szybkie rozcieńczenie.

Wykorzystanie modelowania w celu określenia migracji zanieczyszczeń do środowiska wodno-gruntowego na etapie funkcjonowania obiektu, na przykładzie składowiska odpadów, daje możliwość weryfikacji wyników modelowania z wynikami otrzymanych badań i pozwala na zastosowanie ewentualnych działań naprawczych lub kompensujących w przypadku uszkodzenia warstwy izolacyjnej składowiska i przedostaniu się zanieczyszczeń do środowiska wodno-gruntowego.

Praca podejmuje także zagadnienie wyboru lokalizacji obiektu jakim jest instalacja termicznego przekształcania odpadów komunalnych szczególnie pod względem środowiskowym. Tego typu rozwiązania w najbliższych latach będą priorytetowe dla projektowania, budowy i funkcjonowania tego typu obiektów. Zaproponowane rozwiązanie polegające na modelowaniu rozkładu zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego, wykorzystuje Systemy Informacji Geograficznej (GIS) już na etapie opracowywania planów lokalizacji i budowy obiektu unieszkodliwiania odpadów komunalnych. Wykorzystanie Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS) jest niezbędne w celu zdefiniowania właściwego środowiska przyrodniczego występującego w rejonie lokalizacji obiektu i określenia potencjalnego oddziaływania obiektu na środowisko.

Przeprowadzono analizę symulacji rozkładu zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym dla wybranych lokalizacji instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych, która pozwoliła ustalić optymalną (pod względem środowiskowym) lokalizację obiektu gospodarowania odpadami komunalnymi jakim jest instalacja termicznego przekształcania odpadów.

Zaproponowano wyznaczenie modelu matematycznego opracowanego na potrzeby wyznaczania wskaźnika jakości środowiska, obejmującego zespół struktur danych (parametrów) jednoznacznie identyfikujących dany proces dyspersji zanieczyszczeń oraz metody (algorytmy) przetwarzania tych danych. Pojęcie wskaźnika jakości środowiska naturalnego, zostało oparte na modelu matematycznym, którym jest model dyskretny, deterministyczny, oparty na analizie

rozkładu stężeń substancji zanieczyszczającej w poszczególnych komponentach środowiska naturalnego. Struktura danych modelu wskaźnika jakości środowiska oparta jest na zespołach parametrów opisujących proces dyspersji zanieczyszczeń w środowisku naturalnym.

Wyznaczony wskaźnik jakości środowiska dotyczy danego obiektu zawierającego zespół źródeł zanieczyszczających w odniesieniu do danego pokrycia zbiorów (pokrycia wierzchołkowego w grafie). Takie rozwiązanie stanowi funkcjonalny moduł globalnego modelu aplikacji, pozwalającego na przeprowadzenie symulacji oddziaływania poszczególnych procesów elementarnych na środowisko naturalne w wielokryterialnych analizach wariantowych rozwiązania zintegrowanych systemów gospodarki odpadami. Wartości składowych macierzy reprezentującej dany wskaźnik determinują wybór optymalnego rozwiązania wariantu systemu przy uwzględnieniu skumulowanego oddziaływania zespołu źródeł na wybrane komponenty środowiska naturalnego (powietrze atmosferyczne).

Wprowadzenie wskaźnika jakości środowiska może stanowić rozwiązanie wspomagające proces decyzyjny w zakresie wyboru lokalizacji obiektu unieszkodliwiania odpadów komunalnych pod względem oddziaływania obiektu na poszczególne elementy środowiska naturalnego. Takie rozwiązanie stanowi zatem funkcjonalny moduł globalnego modelu aplikacji, pozwalającego na przeprowadzenie symulacji oddziaływania poszczególnych procesów elementarnych na środowisko naturalne w analizowanych wariantach rozwiązań. Wskaźnik jakości środowiska ma charakter jakościowy w zagadnieniach optymalizacji lokalizacji obiektów, mogących negatywnie oddziaływać na środowisko naturalne.

Zaproponowane rozwiązanie polegające na wykorzystaniu GIS w analizach oddziaływania obiektów gospodarki odpadami komunalnymi na środowisko naturalne, stwarza nowe możliwości w zakresie oceny wpływu zaproponowanej inwestycji na środowisko. Praktyczne zastosowanie takiego rozwiązania będzie niezbędne w procesie decyzyjnym dotyczącym wyboru miejsca lokalizacji nowej inwestycji oraz w zakresie oszacowania potencjalnego oddziaływania obiektów unieszkodliwiania odpadów komunalnych w trakcie ich eksploatacji.