

Arkadiusz BAUERERK*, Michał GWOŹDZIEWICZ*, Barbara SOWA**

*Główny Instytut Górnictwa, Zakład Monitoringu Środowiska, Katowice

**Stalexport Autostrada Małopolska, S.A. Mysłowice

STREFOWE ZMIANY KONCENTRACJI KADMU, OŁOWIU I CYNKU W GLEBACH SĄSIADUJĄCYCH Z AUTOSTRADĄ A 4 KATOWICE – KRAKÓW

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki badań zawartości kadmu (Cd), ołowiu (Pb) i cynku (Zn) w glebach pobranych przy autostradzie A-4 Katowice – Kraków. Stwierdzono, że koncentracje metali mają związek z występowaniem na badanym obszarze dodatniej anomalii geochemicznej zawartości Cd, Pb i Zn w glebach oraz alkalizacją gleb znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie autostrady. Pierwotnie naturalne gleby występujące w bezpośredniej bliskości autostrady stopniowo ulegają alkalizacji, intensywniej kumulując metale ciężkie pochodzące z różnorodnych źródeł zanieczyszczeń.

CONCENTRATIONS ZONE CHANGES OF CADMIUM, LEAD AND ZINC IN SOILS SITUATED IN THE SURROUNDINGS OF MOTORWAY A 4 KATOWICE - CRACOW

Summary. The results the examination of cadmium, zinc and lead contents in soils taken by motorway A 4 Katowice – Cracow are presented in this paper. It was found that metals concentrations are related to positive geochemical anomaly of Cd, Pb and Zn in soil and the increase of pH value of soil situated near the surface of the motorway. Primary natural soils which occur in the close distance from the motorway undergo gradual alkalization process cumulating heavy metals coming from various contamination sources.

1. Wstęp

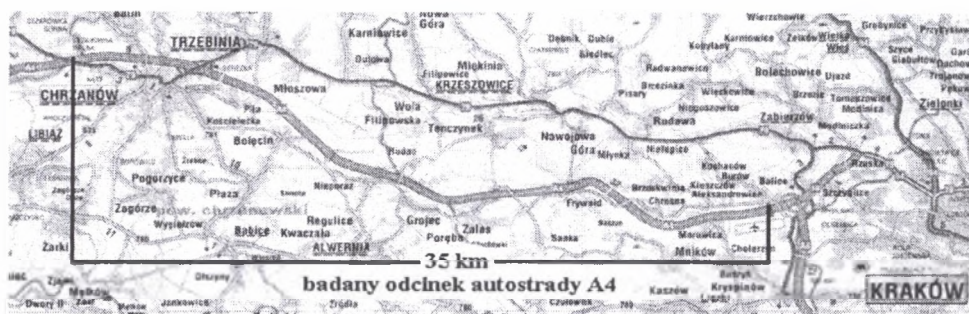
Badania nad koncentracjami kadmu, ołowiu i cynku w glebach z otoczenia autostrady A 4 na odcinku pomiędzy Chrzanowem i Krakowem prowadzono w Zakładzie Monitoringu

Środowiska GIG w Katowicach w 2004 roku. Zleceniodawcą badań środowiskowych był koncesjonariusz autostrady - Stalexport Autostrada Małopolska SA.

Eksploatacja dróg, także poprzez zmiany chemizmu gleb zalegających w bezpośrednim ich sąsiedztwie, może wpływać pośrednio na koncentrację w tych glebach metali ciężkich, pochodzących z różnorodnych źródeł zanieczyszczeń. Przykładem takiego zjawiska jest kumulacja kadmu, cynku i ołowiu w glebach znajdujących się przy badanym odcinku autostrady A4, przebiegającym w swej zachodniej części przez obszary z rozwiniętym górnictwem oraz hutnictwem cynku i ołowiu. Obecność wymienionych metali oraz kadmu w badanych glebach związana jest głównie z emisją zanieczyszczeń przemysłowych, a oddziaływanie zanieczyszczeń komunikacyjnych pochodzących z eksploatowanej autostrady ma podrzędne znaczenie.

2. Lokalizacja oraz warunki geologiczno – glebowe obszaru badań

Odcinek autostrady A4 Katowice-Kraków, przy którym pobierano gleby, ma długość 35 km. Zlokalizowany jest on w zachodniej części województwa małopolskiego pomiędzy Chrzanowem i Krakowem (rys. 1). Badany odcinek autostrady zarządzany jest przez Stalexport Autostrada Małopolska SA.



Rys. 1. Lokalizacja badanego odcinka autostrady A 4 Katowice – Kraków
Fig. 1. Situation of examined section of motorway A 4 Katowice – Cracow

Analiza materiałów archiwalnych wykazała, że w podłożu autostrady występują utwory karbonu, permu, triasu, jury, trzeciorzędu i czwartorzędu [3].

Pokrywa glebowa występująca wzdłuż badanego odcinka autostrady wytworzona została głównie na osadach czwartorzędu, jury górnej i triasu środkowego. Gleby powstałe z osadów czwartorzędowych reprezentowane są głównie przez bielice i gleby brunatne. Gleby

bielicowe występują w części zachodniej badanego terenu, gdzie zalegają piaski akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej zlodowacenia środkowopolskiego oraz piaski pochodzenia eolicznego. Osady te wypełniają rozległe obniżenia Rowu Krzeszowickiego. W części wschodniej (od Brzoskwini do Balic) dominują gleby brunatne wytworzone na pokrywach lessowych powstałych w czasie zlodowacenia północnopolskiego.

W środkowej i skrajnie zachodniej części badanego terenu, gdzie autostrada przecina wyniesienia zbudowane ze skał węglanowych jury górnej i triasu środkowego dominują rędziny. Osady górnourajskie wykształcone jako jasne wapienie płytowe oraz margle tworzą wychodnie pomiędzy Grojcem i Rudnem, w rejonie Zalasu oraz w okolicach Krzemionek, Chrosnej i Morawicy. Na zachód od Chrzanowa na powierzchni terenu odsłaniają się środkowotriasowe wapienie i margle, a dolomity kruszconośne budują wierzchwinowe partie wzniesień.

3. Metodyka i zakres badań

Uwzględniając liniowy charakter badanego obiektu, pobrano 35 próbek gleb w odległościach od 3 do 10 m od krawędzi nawierzchni autostrady. Punkty poboru rozlokowane były równomiernie wzdłuż całego badanego odcinka - co 1,0 km. Dla określenia tła geochemicznego badanych wskaźników pobrano 12 porównawczych próbek gleb z punktów rozlokowanych równomiernie po obu stronach autostrady, w odległościach od 1000 do 2500 m. Dla właściwej oceny zawartości metali ciężkich oraz pH próbki gleb pobrano z poziomu akumulacji próchnicznej, z głębokości od 5 - 20 cm.

Odczyn gleb (pH w KCl) zmierzono metodą elektrometryczną, natomiast zawartości Cd, Pb i Zn oznaczono metodą spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP) po mineralizowaniu próbek w wodzie królewskiej i kwasie fluorowodorowym.

4. Omówienie wyników badań

Wpływ eksploatacji dróg na wzrost wartości pH gleb znajdujących się w ich bezpośrednim sąsiedztwie związany jest głównie z wykorzystaniem środków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg [1]. Chlorki używane do likwidacji śniegu i lodu z nawierzchni asfaltowej, takie jak NaCl, CaCl₂ oraz MgCl₂ naruszają równowagę

jonową w środowisku, prowadzącą do alkalizacji gleb w odległości do kilkunastu metrów od krawędzi drogi.

Proces stopniowej alkalizacji gleb zaobserwowano przy badanym odcinku autostrady A 4 Katowice-Kraków. Średnie wartości pH gleb pobranych w odległości od 3 do 10 m od autostrady i pochodzących z nieużytków oraz terenów leśnych wynosiły 7,25 przy wartościach zawierających się w przedziale od 5,19 do 8,24. Natomiast średni odczyn gleb reprezentowanych próbkami porównawczymi nie objętymi oddziaływaniem środków chemicznych wykorzystywanych do odładzania dróg wynosił 5,47 przy notowanym zakresie wartości od 4,00 do 7,74. Zgodnie z podziałem zaproponowanym przez Siutę większość gleb pobranych przy autostradzie charakteryzuje się odczynami: alkalicznym, średnio alkalicznym lub słabo alkalicznym [6]. Natomiast 9 z 12 pobranych gleb reprezentujących tło charakteryzuje się odczynami kwaśnym, średnio kwaśnym i słabo kwaśnym. Przedstawione wyniki wskazują, że po obu stronach autostrady zalega pas gleb charakteryzujących się podwyższonymi wartościami pH w stosunku do gleb reprezentujących tło geochemiczne.

Przenoszenie związków chemicznych alkalizujących gleby odbywa się poprzez:

- rozsiewanie bezpośrednio ziaren mineralnych w formie stałej,
- rozpryskiwanie solanki przez jadące pojazdy,
- unoszenie przez wiatr rozpylonej solanki.

Zachodnia część badanego odcinka autostrady A4 o długości ok. 11 km (od Chrzanowa do miejscowości Bolęciny) leży na obszarze dodatniej anomalii geochemicznej zawartości kadmu, ołowiu i cynku w glebach [4]. Anomalia przejawiająca się występowaniem podwyższonych zawartości wymienionych metali ciężkich związana jest z górnictwem i hutnictwem rud cynku i ołowiu w rejonie Chrzanowa. Anomalne ilości kadmu, cynku i ołowiu w glebach mogą mieć także pochodzenie naturalne związane z występowaniem w profilu glebowym dolomitów kruszczośnych jako skały macierzystej.

Analiza wyników badań próbek gleb pobranych przy autostradzie oraz próbek reprezentujących tło geochemiczne wykazała istnienie dwukierunkowej zmienności zawartości kadmu, ołowiu i cynku w glebach badanego rejonu. Uśrednione wyniki badań zestawiono w tabeli 1.

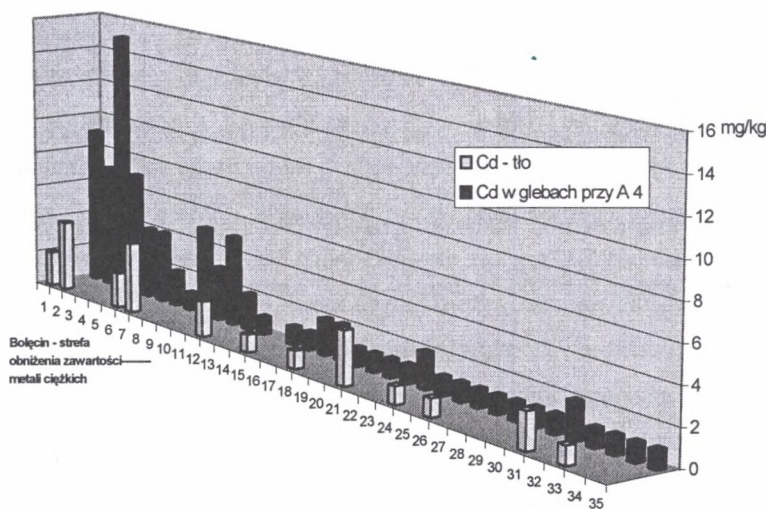
Tabela 1

Zawartości metali ciężkich i wartość pH w próbkach gleb pobranych z odcinka autostrady A4 pomiędzy Chrzanowem i Krakowem

Miejsce pobrania próbek	Wskaźnik		Rejon zachodni Chrzanów - Bołęcín		Rejon centralny i wschodni Bołęcín - Kraków		
			zakres	średnia	zakres	średnia	
Gleby pobrane przy autostradzie	pH _{KCl}		5,31 - 8,21	7,65	5,19 - 8,02	6,86	
	Cd	mg/kg	1 - 15	5,3	< 1 - 2	1,2	
			Pb	50 - 1035	366,0	17 - 86	40,6
			Zn	113 - 1667	553,9	15 - 224	80,1
Gleby reprezentujące tło geochemiczne	pH _{KCl}		4,21 - 7,34	5,60	4,0 - 7,74	5,35	
	Cd	mg/kg	2 - 4	2,8	< 1 - 3	1,4	
			Pb	37 - 147	103,2	31 - 90	54,7
			Zn	30 - 281	170,0	14 - 215	82,7

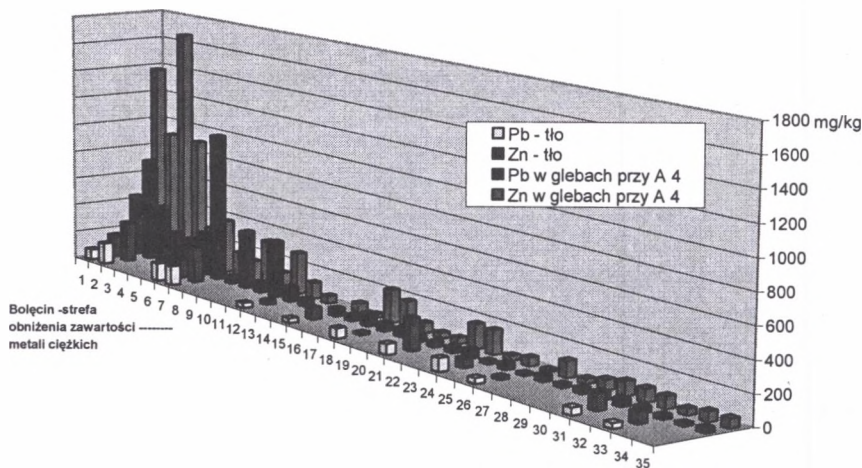
W przedstawionym zestawieniu wyraźny jest równoleżnikowy kierunek zmian zawartości metali ciężkich. Obserwowane koncentracje Cd, Pb i Zn w glebach pobranych przy autostradzie oraz reprezentujących tło wzdłuż zachodniej części badanego odcinka (pomiędzy Chrzanowem i Bołęcínem) przewyższają kilkakrotnie średnie zawartości tych metali dla gleb Górnego Śląska. Zawartości te wynoszą: dla kadmu 1,4 mg/kg, dla ołowiu 53 mg/kg i dla cynku 121 mg/kg [5].

Ilości kadmu, ołowiu i cynku zarówno w glebach pobranych w odległości od 3 do 10 m od autostrady, jak i w glebach pochodzących z terenów odległych od niej o 1000 do 2500 m gwałtownie spadają na wschód od Bołęcína (rys. 1 i rys.2).



Rys. 2. Zawartości kadmu w glebach reprezentujących tło geochemiczne oraz pobranych z bezpośredniego otoczenia autostrady

Fig. 2. Cadmium contents in soil representing geochemical background taken in motorway surrounding



Rys. 3. Zawartości ołowiu i cynku w glebach reprezentujących tło geochemiczne oraz pobranych z bezpośredniego otoczenia autostrady

Fig. 3. Lead and zinc contents in soil representing geochemical background taken in motorway surrounding

Lokalizacja strefy zmniejszenia zawartości Cd, Pb i Zn w glebach położona jest ok. 6 km na wschód od potencjalnych źródeł emisji metali ciężkich w rejonie Chrzanowa i Trzebini oraz wschodni dolomitów kruszonośnych. Średnie zawartości kadmu i ołowiu w glebach pobranych przy autostradzie i reprezentujących tło wzdłuż odcinka Bołęciny – Kraków są zbliżone do wartości średnich dla gleb Górnego Śląska. Natomiast obliczona średnia zawartość cynku w glebach tego rejonu jest niższa od średniej ilości tego metalu w górnośląskich glebach.

W zachodniej części badanego odcinka autostrady stwierdzono również występowanie strefowej zmienności zawartości metali ciężkich w gruntach z otoczenia autostrady o kierunku południkowym. Przy podwyższonych wartościach pH (średnio 7,65) w glebach zalegających bezpośrednio przy autostradzie obserwowane są wysokie koncentracje kadmu (średnio 5,33 mg/kg), ołowiu (średnio 366 mg/kg) i cynku (średnio 553,9 mg/kg) – tabela 1. Średnie wartości wymienionych metali są znacznie wyższe od średnich ilości tych metali obserwowanych w próbkach gleb reprezentujących tło geochemiczne i pobranych na północ oraz na południe od autostrady. Obserwowane koncentracje Cd, Pb i Zn w glebach przy autostradzie mają prawdopodobnie związek z ich wtórną alkalizacją. Badane metale są unieruchamiane w glebach, których pH przekracza wartości wahające się od 5,5 do 6,5 [2]. Strefa ich koncentrowania może mieć szerokość kilkunastu metrów od autostrady. Opisywany wzrost pH związany jest ze stosowaniem chlorku sodu oraz w mniejszej ilości chlorku wapnia przy zimowym utrzymaniu bezpiecznego stanu nawierzchni na autostradzie.

Wzdłuż odcinka środkowego i wschodniego autostrady, w bezpośrednim jej sąsiedztwie nie zaobserwowano koncentrowania się metali ciężkich pomimo stwierdzenia alkalizacji gleb. Prawdopodobnie jest to związane z faktem, że na obszarze pomiędzy Bołęcinem i Krakowem presja zanieczyszczeń przemysłowych na gleby jest znacznie mniejsza, a wpływ autostrady funkcjonującej od połowy lat osiemdziesiątych w zakresie Cd, Pb i Zn nie zaznacza się.

5. Podsumowanie

Badaniami wykonanymi w 2004 roku wykazano występowanie strefowych zmian zawartości kadmu, ołowiu i cynku w glebach występujących wzdłuż autostrady A 4 pomiędzy Chrzanowem i Krakowem. Stwierdzono, że obecności wysokich zawartości badanych metali ciężkich w glebach przy zachodniej części badanego odcinka związane są z występowaniem w rejonie Chrzanowa dodatniej anomalii geochemicznej zawartości kadmu, ołowiu i cynku. Zaobserwowano również wtórną alkalizację gleb w bezpośrednim sąsiedztwie autostrady - co może skutkować stopniową koncentracją kadmu, ołowiu i cynku przy podwyższonym pH gleb. Wzrost pH gleb związany jest ze stosowaniem środków chemicznych przy zimowym utrzymaniu drogi. Obserwowane zawartości metali ciężkich w glebach występujących przy autostradzie związane są głównie z emisją zanieczyszczeń przemysłowych.

LITERATURA

1. Dobierska K., Waszkiewicz S.: Wpływ środków chemicznych stosowanych w zimowym utrzymaniu dróg na środowisko gruntowe i szatę roślinną. Międzynarodowa Konferencja Naukowo – Techniczna, Krzyżowa 17 – 19 listopada 2004.
2. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1999.
3. Kaziuk H.: Mapa geologiczna Polski w skali 1: 200 000 arkusz Kraków. Wyd. Geol., Warszawa 1980.
4. Lis J., Pasieczna A.: Atlas geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000. Państw. Inst Geol., Warszawa 1995.
5. Lis J., Pasieczna A.: Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst Geol., Warszawa 1995.
6. Siuta J.: Gleba diagnozowanie stanu i zagrożenia, Instytut Ochrony Środowiska. Warszawa 1995.