

**ELŻBIETA MUSZTYFAGA, MATEUSZ CUSKE, EWA PORA,
KATARZYNA SZOPKA***

**WPLYW DZIAŁALNOŚCI ZAKŁADÓW CHEMICZNYCH
„ZŁOTNIKI” WE WROCŁAWIU NA ŚRODOWISKO GLEBOWE
TERENÓW PRZYLEGLYCH W ŚWIETLE CAŁKOWITEJ
ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH**

Streszczenie

Artykuł porusza zagadnienia związane z oddziaływaniem Zakładów Chemicznych „Złotniki” S.A. we Wrocławiu na środowisko glebowe obszarów znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie. Z przeprowadzonych analiz wynika, iż działalność obiektu wpływa istotnie na poziom wzbogacenia gleb w pierwiastki metaliczne na terenach przyległych. Stwierdzono nadmierne wzbogacenie gleb w miedź i cynk.

Słowa kluczowe: gleby zanieczyszczone, metale ciężkie, Zakłady Chemiczne Złotniki

WSTĘP

Gleba jest ważną częścią środowiska, będącą biologicznie czynną powierzchnią warstwy skorupy ziemskiej. W skład gleby wchodzi części mineralne, materia organiczna, woda, powietrze oraz organizmy żywe. Stanowi ona zwarty układ tworzący się w skutek interakcji między procesami wietrzenia, a procesami biologicznymi i mikrobiologicznymi. Gleba to istotne źródło składników mineralnych, które dzięki reakcją z wodą, powietrzem oraz energią umożliwia rozwój przede wszystkim ekosystemów lądowych [Kabata-Pendias i in. 1999].

Intensywne oddziaływanie zanieczyszczeń przemysłowych może powodować znaczne zmiany chemiczne i biologiczne w środowisku glebowym. Główną przyczyną skażenia gleb metalami ciężkimi jest emisja zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego [Alloway 1995]. Całkowita zawartość metali ciężkich w glebie jest to rzetelna wielkość przedstawiająca faktyczny wymiar antropopresji. Stanowi również wiarygodną informację na temat skali emisji zanie-

* Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

czyszczeń do środowiska, ponadto jest podstawą do planowania prac rekultywacyjnych na obszarach wykazujących przekroczenia standardów jakości gleb i stan i standardów jakości ziemi [Dz. U. Nr165, poz. 1359].

Ważna jest także odpowiednia interpretacja uzyskanych wyników, ponieważ na całkowitą zawartość metali ciężkich w środowisku glebowym składa się nie tylko taki czynnik jak emisja antropogeniczna, ale także ciąg innych – pobocznych związanych z lokalnym zanieczyszczeniem, a także wartość tła geochemicznego gleby [Kabata-Pendias i in. 1999, Karczewska 2002, Karczewska 2008, Wolak i in. 1995].

Mimo to, że całkowita zawartość metali ciężkich w glebie nie zawsze definiuje realne zagrożenie ekologiczne i zdrowotne, jednak element ten powinien być brany pod uwagę jako jeden z najistotniejszych czynników decydujących o zagrożeniu, które może zaistnieć lub też nie [Alloway 1995, Karczewska 2008, Karczewska i in. 2010].

Niektóre obszary przyległe do emitorów zanieczyszczeń stanowią pewien problem w określeniu faktycznego wpływu emisji, ponieważ znajdują się one w bezpośrednim sąsiedztwie terenów zurbanizowanych, które są także dużymi barierami w planowaniu procesów rekultywacyjnych. Zatem istotne jest zapobieganie powstawania zanieczyszczeń już na etapie produkcji [Greinert 2000, McBride 1994].

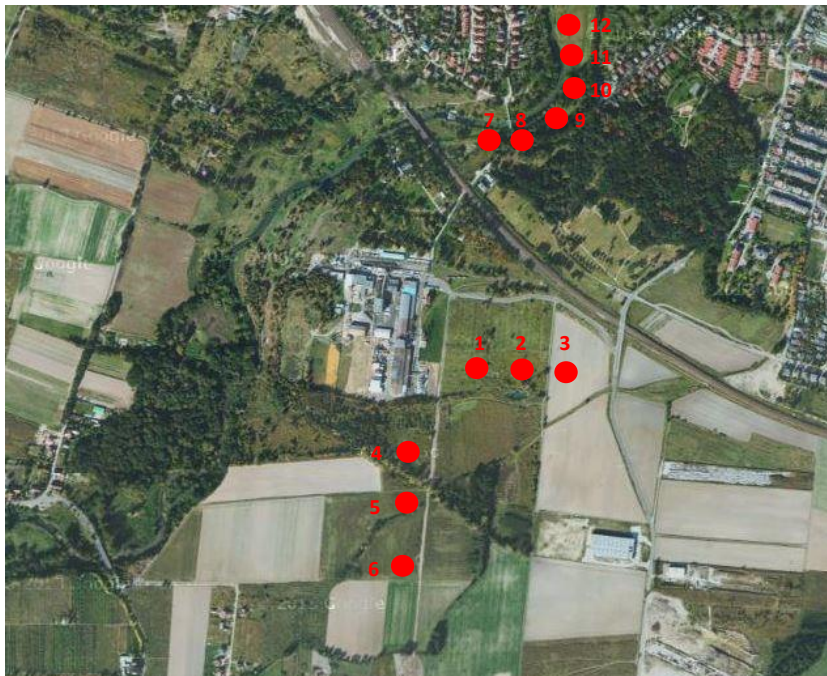
OBIEKT BADAŃ ORAZ ZASTOSOWANA METODA

Obiekt badań stanowią obszary przyległe do Zakładów Chemicznych „Złotniki” znajdujące się w północno-zachodniej części Wrocławia na terenie dzielnic Złotniki i Leśnica, po wschodniej stronie rzeki Bystrzycy. Wspomniane zakłady zajmują się produkcją siarczanu magnezu, azotanu magnezu, saletry wapniowej oraz azotanu wapnia. Z obszaru tego pobrano 12 próbek glebowych. Czynnikiem różnicującym pobór prób były charakterystyczne kierunki wiatrów występujące na analizowanym obszarze. Wykonano oznaczenia wybranych właściwości fizycznych, fizykochemicznych i chemicznych.

Lokalizację poboru próbek zaprezentowano na rys. 1. Próbki zostały pobrane z poziomów powierzchniowych gleb (0-20 cm). Pobrany materiał glebowy wysuszone, a następnie roztarto i przesiano na sitach.

W częściach ziemistych oznaczono skład granulometryczny metodą areometryczną Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego z rozdzielaniem podfrakcji piasków na sitach o wymiarach oczek: 1, 0,5, 0,25 i 0,1 mm, odczyn w H₂O i 1M KCl metodą potencjometryczną, procentową zawartość węgla organicznego metodą Tiurina, kwasowość hydrolityczną metodą Kappena, sumę kationów o charakterze zasadowym metodą Pallmanna, a także całkowitą zawartość wybranych pierwiastków śladowych (Zn, Cu, Pb) po uprzedniej

mineralizacji kwasem nachlorowym HClO_4 metodą atomowej spektroskopii absorpcyjnej AAS [Ostrowska 1991].



Rys. 1. Lokalizacja poboru próbek glebowych
Fig. 1. Sampling location

WYNIKI I DYSKUSJA

Wybrane właściwości fizykochemiczne prezentuje tab. 1. Badane gleby to utwory bardzo lekkie, lekkie, średnie i ciężkie. Najcięższy skład granulometryczny prezentuje gleba znajdująca się na południe od emitora (próbka nr 4). Uziarnienie utworów mieści się w przedziale od piasków luźnych do glin ilastych. Procentowa zawartość frakcji $\leq 0,002$ mm waha się od 3% (próbka nr 12) do 38% (próbka nr 4). Gleby znajdujące się w bezpośrednim sąsiedztwie Zakładów Chemicznych „Złotniki” (próbki nr od 1 do 6) posiadają zbliżone uziarnienie co jest bezpośrednim skutkiem budowy geologicznej analizowanego terenu.

Odczyn badanych gleb jest silnie kwaśny, kwaśny i lekko kwaśny. Najniższą wartość pH (4,1) prezentuje gleba zlokalizowana na północy (próbka nr 12), natomiast najwyższą wartość (6,5) punkt znajdujący się na wschód od obiektu

(próbka nr 3). Tak duże zróżnicowanie odczynu jest charakterystyczne dla gleb miejskich [Włodarczyk 2007].

Kwasowość hydrolityczna badanych gleb kształtuje się w przedziale od 0,72 mmol(+) \cdot 100 g⁻¹ (próbka nr 6) do 4,61 mmol(+) \cdot 100 g⁻¹ (próbka nr 3). Najwyższą kwasowością charakteryzuje się gleba znajdująca się na wschód od zakładu.

Procentowa zawartość węgla organicznego w analizowanych glebach wynosi od 0,9 % (próbka nr 1) do 4,0% (próbka nr 10). Największe zawartości węgla organicznego prezentują próbki pobrane z terenów zlokalizowanych na północ od obiektu. Najniższe zawartości węgla organicznego skonstatowano na obszarach zlokalizowanych na wschód od zakładu.

Pojemność sorpcyjna badanych gleb waha się w zakresie od 2,65 cmol(+) \cdot kg⁻¹ (próbka nr 12) do 13,87 cmol(+) \cdot kg⁻¹ (próbka nr 8). Najwyższą pojemność sorpcyjną posiadają gleby znajdujące się na północ od obiektu.

Tab. 1. Wybrane właściwości fizyczne i fizykochemiczne pobranych próbek
Tab. 1. Selected physical and physico-chemical properties of samples

Nr	Zawartość frakcji \leq 0,002 mm [%]	Grupa granulometryczna	pH w 1 M KCl	H _h [mmol(+) \cdot 100 g ⁻¹]	C _{org} [%]	Pojemność sorpcyjna [cmol(+) \cdot kg ⁻¹]
1	17	pg	4,9	2,08	0,9	3,89
2	20	gl	5,5	2,00	2,7	10,67
3	20	gl	6,5	4,61	1,1	11,85
4	38	gi	6,0	1,44	1,5	12,05
5	20	gl	5,6	3,12	3,2	8,44
6	19	gl	4,5	0,72	2,2	5,29
7	6	ps	5,7	1,61	3,6	10,91
8	5	pl	5,5	1,62	3,5	13,87
9	16	gl	5,3	1,82	2,6	11,65
10	8	gl	6,0	1,23	4,0	13,36
11	5	pg	5,8	1,44	3,7	13,47
12	3	ps	4,1	3,22	2,3	2,65

Tabela 2 przedstawia całkowitą zawartość wybranych metali ciężkich (Cu, Zn, Pb) w badanych glebach. Kolorem szarym zaznaczono przypadki przekroczenia standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi [Dz. U. Nr165, poz. 1359].

Całkowita zawartość miedzi w badanych glebach kształtuje się w przedziale od 18 mg Cu \cdot kg⁻¹ (próbka nr 9) do 350 mg Cu \cdot kg⁻¹ (próbka nr 3). Najwyższą zawartością charakteryzują się próbki gleby pobrane z miejsc zlokalizowanych na wschód i południe od Zakładów Chemicznych „Złotniki”. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002r. w sprawie standar-

dów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi [Dz. U. Nr165, poz. 1359] w punktach tych została przekroczona zawartość graniczna dla miedzi. Jest to skutek tego, iż punkty te znajdują się najbliżej emitora. Najniższe zawartości miedzi prezentują próbki pobrane z obszarów zlokalizowanych najdalej. Są to punkty 7, 8, 9, 10, 11 i 12. Uzyskane zawartości miedzi są zbliżone do wartości skonstruowanych przez WIOŚ w okolicach Wrocławskiego Parku Przemysłowego, które mieszczą się w zakresie $60 \text{ mg Cu}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $275 \text{ mg Cu}\cdot\text{kg}^{-1}$ [Meinhart B. i in. 2012].

Tab. 2. Całkowita zawartość wybranych metali ciężkich w badanych glebach

Tab. 2. Total content of selected heavy metals in analyzed soils

Nr	Grupa sozologiczna, wg Dz. U. Nr165, poz. 1359	Zawartość całkowita		
		Cu	Zn	Pb
		mg·kg ⁻¹		
1	B	150	330	20
2		200	305	25
3		350	640	42
4		290	425	32
5		195	340	24
6		325	340	31
7		44	367	30
8		51	322	36
9		18	217	29
10		50	132	37
11		26	100	15
12		46	79	45

Całkowita zawartość cynku w analizowanych glebach mieści się w przedziale od $79 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ (próbka nr 12) do $640 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ (próbka nr 3). Analogicznie gleby znajdujące się najbliżej Zakładów Chemicznych „Złotniki” charakteryzują się największą zawartością tego pierwiastka. W miejscu tych (numery próbek od 1 do 8) stwierdzono przekroczenie wartości określanych w standardach jakości ziemi i gleb [Dz. U. Nr165, poz. 1359]. Najniższe zawartości odnotowano w punktach usytuowanych najdalej od zakładów. Są to próbki nr 9, 10, 11, 12, zlokalizowane na północy. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości cynku jest analogiczne, jak w przypadku miedzi. Przyczyną takiego układu zanieczyszczeń na badanym terenie są warunki klimatyczne panujące w tym rejonie, gdzie przeważającymi wiatrami są wiatry zachodnie. Określone zawartości cynku są zbliżone do wartości określonych przez WIOŚ w okolicach PCC ROKITA S.A. w Brzegu Dolnym, które mieszczą się w zakresie $24 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ do $457 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$ [Meinhart B. i in. 2009]. Świadczy to niewątpliwie o wpływie

działalności Zakładów w Złotnikach na zawartość metali ciężkich w powierzchniowych warstwach gleb obszarów sąsiadujących.

Całkowita zawartość ołowiu w badanych glebach kształtuje się w przedziale od 15 mg Pb·kg⁻¹ (próbka nr 11) do 45 mg Pb·kg⁻¹ (próbka nr 12). Analizowane gleby według Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002r. w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi [Dz. U. Nr165, poz. 1359] nie przekraczają zawartości granicznej dla ołowiu. Zawartości ołowiu w badanych punktach są znacznie niższe do wartości skonstatowanych przez WIOŚ w okolicach PCC ROKITA S.A. w Brzegu Dolnym, które wahają się w zakresie 10,2 mg Pb·kg⁻¹ do 569 mg Pb·kg⁻¹ [Meinhart B. i in. 2012]. Wynika to z charakteru działalności prowadzonej przez zakład.

WNIOSKI

- Zakłady Chemiczne „Złotniki” we Wrocławiu istotnie wpływają na środowisko glebowe terenów występujących w bezpośrednim sąsiedztwie.
- Przestrzenne rozmieszczenie całkowitej zawartości metali ciężkich w analizowanych glebach jest modyfikowane czynnikami klimatycznymi.
- Przestrzenne rozmieszczenie miedzi na analizowanych obszarach jest bardzo proporcjonalne do rozmieszczenia cynku.
- Jedynie miedź i cynk występują w ponadnormatywnych ilościach w glebach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie zakładów. Jest to skutkiem charakteru prowadzonej działalności.

LITERATURA

1. ALLOWAY B.; 1995. Heavy metals in soil. Blackie Academic and Professional. Glasgow.
2. GREINERT A.; 2008. Normy zawartości metali ciężkich w glebach w Polsce i UE w kontekście ich mobilności w warunkach presji urbanistycznej [W:] Ekotoksykologia w ochronie środowiska. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników sanitarnych. Oddział Dolnośląski, s. 121-128.
3. GREINERT A.; 2000. Ochrona i rekultywacja terenów zurbanizowanych. Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej. s. 216.
4. KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H.; 1999: Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa.
5. KARCZEWSKA A.; 2002. Metale ciężkie w glebach zanieczyszczonych emisjami hut miedzi – formy i rozpuszczalność. Rozprawa habilitacyjna. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Rozprawy CLXXXIV, 432. Wrocław.

6. KARCZEWSKA A.; 2008. Ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych. Wydawnictwo UWP, Wrocław.
7. KARCZEWSKA A., KABAŁA C.; 2010. Gleby zanieczyszczone metalami ciężkimi i arsenem na Dolnym Śląsku – potrzeby i metody rekultywacji. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Rolnictwo, XCVI, Nr 576, 59-79.
8. MCBRIDE M.; 1994. Environmental chemistry of soils. Oxford University Press. New York.
9. MEINHART B., KUBACKA L., STRZELEC Ł., DANIELSKA I., HANULA P.; 2012. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb w województwie dolnośląskim w 2012 roku. Obszary bezpośrednio zagrożone zanieczyszczeniem. WIOŚ, Wrocław.
10. MEINHART B., DANIELSKA I., KUBACKA L., HANULA P.; 2012. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb w województwie dolnośląskim w 2009 roku. Obszary bezpośrednio zagrożone zanieczyszczeniem. WIOŚ, Wrocław.
11. OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z.; 1991. Metody analiz i właściwości gleb i roślin – katalog. Wydawnictwo IOŚ, Warszawa.
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr165, poz. 1359)
13. WŁADYCZKA W.; 2007. Badania jakości gleb na terenie powiatu oławskiego w 2007 roku. Ars Vitae, Wrocław
14. WOLAK W., LEBODA R., HUBISKI Z.; 1995. Metale ciężkie w środowisku i ich analiza. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Chełm.

**IMPACT ACTIVITY OF THE CHEMICAL WORKS
"ZŁOTNIKI" IN WROCLAW ON SOIL ENVIRONMENTAL
OF ADJECT AREAS IN THE LIGHT OF TOTAL
CONTENT OF HEAVY METALS**

S u m m a r y

The article discusses issues related to the impact of the Chemical Works "Złotniki" SA in Wrocław on soil conditions of areas in the immediate vicinity. Analyses show that the activity of the object significantly affect of the level of enrichment metallic elements in adjacent areas. It was over-enrichment of copper and zinc I analyzed soils

Key words: contaminated soils, heavy metals, Chemical Works Złotniki