

Paweł Mundała¹, Artur Szwalec¹, Agnieszka Petryk¹

ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH W GLEBACH POŁOŻONYCH W SĄSIEDZTWIE KOMBINATU METALURGICZNEGO W NOWEJ HUCIE

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości kadmu ołowiu i cynku w glebach użytków ornyczych położonych w sąsiedztwie Kombinatu Metalurgicznego w Krakowie Nowej Hucie. Próby gleby pobrano jesienią 2009 roku z warstwy 0–20 cm użytków ornyczych położonych w odległości od około 1 km do 8,5 km w kierunku wschodnim od Kombinatu Metalurgicznego w Nowej Hucie. Wybrany teren charakteryzował się wysokim stanem kultury rolnej, gdzie dominowała uprawa warzyw, głównie kapustnych. Stwierdzono, że badane gleby nie zostały zanieczyszczone metalami ciężkimi. Wszystkie pobrane próby spełniły wymogi wg. Rozporządzenia Ministra Środowiska [2002], a w ocenie IUNG-u [1993], zaobserwowano jedynie zawartości podwyższone 60% dla Zn oraz 13% dla Cd. W miarę oddalania się od Kombinatu zawartości badanych metali malały.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, gleba, kombinat metalurgiczny.

WSTĘP

Po II wojnie światowej zbudowano pod Krakowem nowe robotnicze miasto, Nową Hutę. Jego częścią miała być systematycznie rozbudowywana huta żelaza. Od początku swojej działalności ten kombinat metalurgiczny był znaczącym emitorem różnych zanieczyszczeń, w tym metali ciężkich. W szczytowym okresie produkcji (połowa lat 70-tych) huta emitowała rocznie około 100 tys. ton pyłów. Na początku lat osiemdziesiątych zaczęto mierzyć wielkość emisji ołowiu i kadmu, które w 1983 roku wynosiły 39 t Pb i 2 t kadmu [Materiały HTS 1997]. W tym okresie opisywany kombinat zyskał miano truciciela, w szerszym znaczeniu, oddziaływania przemysłu na środowisko. Ten negatywny wpływ potęgowała błędna lokalizacja huty. Zbudowano ją na niezwykle żyznych glebach (czarnoziemach i glebach brunatnych), w terenie o wysokiej kulturze rolnej i bardzo długiej historii osadnictwa rolnego, najczęściej związanego z Kościołem Katolickim. Na omawianym obszarze dominuje uprawa warzyw. Są to głównie wczesne odmiany kapusty i kalafiora, w tunelach foliowych: papryka, pomidor, sałata, rzodkiewka [Curzydło i wsp. 1997]. Warzywa kapustne zbierane są na tym terenie nawet dwa razy w roku.

¹ Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie.

Celem pracy była ocena zawartości kadmu ołowiu i cynku w glebach użytków ornych położonych w sąsiedztwie Kombinatu Metalurgicznego w Krakowie Nowej Hucie. W pracy założono, że w miarę oddalania się od Kombinatu zawartość badanych pierwiastków w glebach (w ich warstwie ornej) będzie malała, tj. wartości wskaźników nagromadzenia dla poszczególnych metali będą dążyły do wartości jeden.

METODYKA

Późną jesienią 2009 roku pobrano próbki gleb z użytków ornych położonych w sąsiedztwie Kombinatu Metalurgicznego w Krakowie-Nowej Hucie. Próbki zostały pobierane w transekcie o układzie równoleżnikowym wschód-zachód (zgodnie z kierunkiem dominujących wiatrów). Wyznaczony transekt miał szerokość kilkudziesięciu metrów (ok. 70 m), oraz długość 7,5 km. Zaczynał się on około 5 km na zachód od ogrodzenia Kombinatu, w pobliżu skrzyżowania ulic Benedykta Dybowskiego i Kuśnierskiej, kończył w sołectwie Wawrzeńczyce na wysokości skrzyżowania ulic Kolonia Luborzyczna i drogi nr 79. Wyznaczone w ramach transektu punkty badawcze zlokalizowano w odległościach 500 m (odległość mierzono taśmą mierniczą o długości 100 m). Aby zminimalizować wpływ zanieczyszczeń komunikacyjnych na badany materiał glebowy, punkty badawcze lokalizowano w odległości większej niż 50 m od drogi lokalnej (gminnej) i przynajmniej 150 m od drogi krajowej nr 79. W wyznaczonych punktach badawczych (każdy o pow. około 25 m kwadratowych), z warstwy gleby 0-0,2 m przy pomocy świdra glebowego pobierano po pięć próbek pierwotnych, które po zhomogenizowaniu tworzyły próbkę uśrednioną o masie ok. 500 g. Zebrany materiał glebowy mineralizowano na mokro w mieszaninie stężonych kwasów (azotowego V i chlorowego VII), do ekstrakcji kationów Zn, Pb i Cd użyto chlorowodoru [Ostrowska i wsp. 1991]. Oznaczenia zawartości w/w pierwiastków śladowych wykonano metodą FAAS-a na spektrofotometrze Absorpcji Atomowej Solaar M6. Skład granulometryczny gleb oznaczono metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Zawartość substancji organicznej wykonano metodą Tiurina [Ostrowska i wsp. 1991]. Mineralizację, oznaczenia zawartości badanych pierwiastków śladowych, analizy towarzyszące wykonano w laboratorium Katedry Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza UR w Krakowie.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Jedną z podstawowych funkcji gleby w środowisku jest stworzenie zasobu składników odżywczych i ich stopniowe udostępnianie roślinom stosownie do ich potrzeb. Zasób ten zależy od: skały macierzystej, ilości i jakości substancji organicznej, właściwości fizyko-chemicznych i mikrobiologicznych gleby. W przypadku gleb użytków rolnych ważnym czynnikiem determinującym ten zasób będzie kultura rolna danego gospodarstwa. Może się jednak zdarzyć, że w wyniku emisji związanych

Tabela 1. Zawartości Cd, Pb i Zn oraz podstawowe właściwości fizykochemiczne badanych gleb**Table 1.** Contents of Cd, Pb and Zn and the basic physical and chemical properties of the soils

Lokalizacja	Odległość [m]	Zawartość w $\mu\gamma * \gamma^{1-} \sigma.\mu.$			pH w KCl'u	zaw. cz. spl. [%]	zaw. sub. org. [%]
		Cd	Pb	Zn			
A	4500	0,70	33,14	144,05	8,63	40,00	3,23
B	5000	0,55	28,57	132,18	6,55	42,00	3,11
C	5500	0,65	32,40	128,10	6,56	37,00	3,03
D	6000	0,42	23,24	80,15	5,34	30,00	3,15
E	6500	0,69	24,18	142,96	5,02	32,00	3,58
F	7000	0,50	22,44	123,23	5,52	35,00	2,93
G	7500	0,58	22,76	91,49	6,84	44,00	3,65
H	8000	0,37	28,48	84,90	6,43	40,00	3,29
I	8500	0,54	26,08	100,45	6,23	34,00	3,11
J	9000	0,68	21,51	83,65	5,67	37,00	3,02
K	9500	0,50	20,10	73,91	5,22	31,00	3,68
L	10000	0,23	22,55	80,08	5,51	40,00	2,91
M	10500	0,41	19,97	81,52	4,95	38,00	3,56
N	11000	0,35	21,69	82,40	7,01	42,00	3,62
O	11500	0,35	17,27	73,82	6,38	44,00	3,53

Tabela 2. Wyniki oceny zawartości metali ciężkich w badanych glebach według metody Kabaty-Pendias i wsp. [1993]**Table 2.** Results of the evaluation of heavy metal contents in the soils by the method of Kabaty-Pendias et al [1993]

Lokalizacja	Grupa	Cd	Pb	Zn
A	c-g	0	0	I
B	c-g	0	0	I
C	c-g	0	0	I
D	b-g	0	0	I
E	b-g	I	0	I
F	b-g	I	0	I
G	c-g	0	0	0
H	c-g	0	0	0
I	c-g	0	0	I
J	c-g	0	0	0
K	b-g	0	0	I
L	c-g	0	0	0
M	b-g	0	0	I
N	c-g	0	0	0
O	c-g	0	0	0

z przemysłem, transportem, błędów w agrotechnice i innych czynników do gleby wprowadzone zostaną substancje zanieczyszczające, w tym metale ciężkie [Kabata-Pendias i Pendias 1999, Allowey i Ayers 1999]. Problem zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi występuje w Polsce lokalnie i dotyczy przede wszystkim obszarów uprzemysłowionych, jednak w niektórych rejonach, w sąsiedztwie dawnych lub obecnych źródeł emisji, gleby wykazują niekiedy znaczny stopień zanieczyszczenia [Kaszubkiewicz i Kawałko 2009].

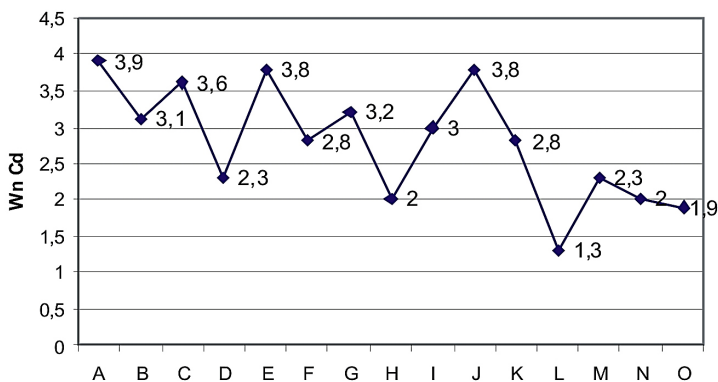
Wykorzystując do oceny uzyskanych wyników badań metodę Kabaty-Pendias i wsp. [1993], (tab. 2) należy zauważyć że wszystkie próbki gleb charakteryzowały się naturalną zawartością ołowiu, (0 stopień). Jedynie dwie próby (pobrane 6 i 6,5 km od kombinatu) cechowały się zawartością podwyższoną (I stopień), zaś pozostałe charakteryzowały się naturalną zawartością kadmu. W przypadku cynku aż 9 prób, przede wszystkim pobieranych w punktach badawczych zlokalizowanych blisko kombinatu, (4,5–7 km) oraz w punktach położonych w odległościach 8,5 km, 9,5 km i 10,5 km, wykazywało zawartość podwyższoną, pozostałe cechowały się naturalnym stężeniem tego pierwiastka. Podobne wyniki badań uzyskali Gambuś i współpracownicy [1995], oceniali oni zawartość kadmu, ołowiu i cynku w glebach położonych w najbliższym sąsiedztwie Kombinatu. Jak wynika z ich pracy w badanym materiale przeważała zawartość podwyższona omawianych metali, a tylko pojedyncze próbki gleb były słabo zanieczyszczone kadmem i cynkiem. Na zanieczyszczenie cynkiem w stopniu słabym gleb położonych w bezpośrednim sąsiedztwie kombinatu zwracają uwagę również Szwałec i wsp [2005].

Również wyznaczone przez Ministra Środowiska standardy jakości gleb (Dz.U. 2002, Nr 165, poz. 1359) dla grupy B (tj. użytków rolnych) nie zostały przekroczone w żadnym z możliwych przypadków tj. metalu lub lokalizacji.. Biorąc powyższe za podstawę można stwierdzić (uwzględniając fakt, że badany rejon jest „krakowskim zagłębieniem warzywnym”), iż stan gleb w sąsiedztwie kombinatu pod względem zawartości badanych pierwiastków jest dobry. Należy, bowiem pamiętać, że o biodostępności metali ciężkich dla uprawianych w tym rejonie warzyw w znacznej mierze decydują właściwości fizykochemiczne analizowanych gleb (tab. 1). W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wysokie wartości pH w KCl-u. (śr. artm. - 6,12, przy wartości min. -4,95). Badane gleby cechowały się również wysoką zawartością części spławianych (śr. artm. prawie 38%, przy wartości min. -30%) oraz wysokiej zawartości substancji organicznej (śr. artm. prawie 3,3%, przy wartości min. -2,91%). Drugim czynnikiem wpływającym na korzystną ocenę badanych gleb jest właściwy/wysoki poziom kultury rolnej w rejonie objętym badaniami. Zabiegi agrotechniczne jak: orka, kultywatorowanie, bronowanie oraz właściwe nawożenie (wapnowanie), powodowały i powodują „rozcieńczenie” wprowadzanych do gleby metali w znacznie większej jej objętości. Wapnowanie pozwala na utrzymanie typowego dla czarnoziemów pH, które zmniejsza zagrożenie wynikłe z nagromadzonego w glebie ładunku metali. Kolejnym „pozytywnym” czynnikiem jest stosunkowo krótki okres działania omawianego kombinatu. Budowę Huty wtedy nazwanej Lenina rozpoczęto w 1950 roku. Produk-

cja stali ruszyła w maju 1953 roku. Przez kolejne lata kombinat rozbudowywano, proces ten trwał do początku lat siedemdziesiątych XX wieku. Lata osiemdziesiąte to zmniejszenie produkcji wynikłe z panującego wtedy kryzysu. Zmiany systemowe z 1989 roku pogłębiły spadek produkcji a co za tym idzie emisji zanieczyszczeń. Równocześnie podjęto szereg działań pośrednich jak i bezpośrednich, których celem była poprawa wizerunku tego zakładu [Szulc i wsp. 2011, Materiały HTS 1997, POŚ 2005]. Zmiany te w znacznym stopniu zmniejszyły emisje (w tym metali ciężkich) do powietrza z kombinatu metalurgicznego w Nowej Hucie. Jednak nałożyły się one na cały system zmian emisji z innych krakowskich źródeł. Wszystkie te emisje, kierowane były przez dominujące w Krakowie wiatry zachodnie i południowo-zachodnie na omawiany obszar i deponowane w glebach. Te różne źródła należało by powiązać z omawianymi w tej pracy: cynkiem, ołowiem i kadmem. Należy pamiętać, że omawiane pierwiastki migrują w glebie bardzo wolno [Kabata Pendias i Pendias 1999] stąd też jeszcze przez wiele (czasem nawet setek) lat lokalnie może występować zagrożenie tj. wtórne źródło metali ciężkich.

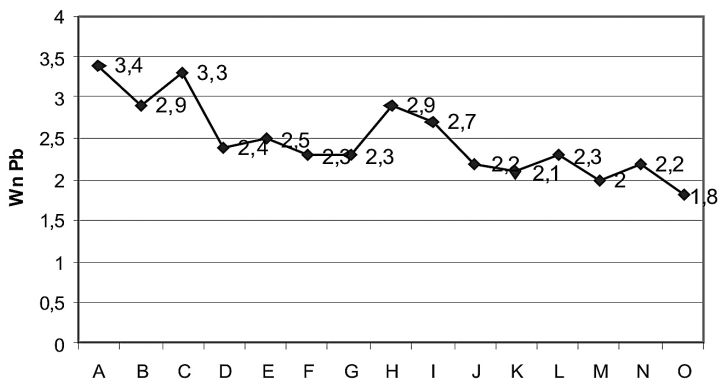
Dla zweryfikowania założenia, że wraz ze wzrastającą odległością od kombinatu zawartości badanych pierwiastków będą malały w pracy wykorzystano również opracowany przez Czarnowską [1996] wskaźnik nagromadzenia W_n . Uwzględniając podawane przez wymienioną autorkę jak również Baran i współpracowników [2007] wartości tła geochemiczne dla badanych metali przyjęto wartość uśrednioną dla całej Polski: Cd $0,18 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m., Pb $9,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m, Zn $30 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ s.m.

Wartości wskaźnika nagromadzenia dla kadmu, ołowiu i cynku mieściły się w przedziale 1,3 (dla Cd) do 4,8 (dla Zn). Maksima wystąpiły w lokalizacjach A i E. Minima w lokalizacji L. Wartości wskaźnika nagromadzenia dla kadmu wahały się skokowo w przedziale od 1,3 (pkt. L – 10 km) do 3,9 (pkt. A – 4,5 km). Lokalne maksima wystąpiły w punktach badawczych C (5,5 km), E (6,5 km), G (7,5 km), J (9 km) i M (10,5 km) (rys. 1a). Iloraz pomiędzy wartością W_n Cd w punkcie A a wartością W_n Cd w punkcie O (początek i koniec transektu) wyniósł ok. 2,05. Wartości wskaźnika nagromadzenia dla ołowiu W_n Pb (rys. 2) zmieniały się w zakresie 3,4 (pkt. A) do 1,8 (pkt. O). Wahania wskaźnika nagromadzenia dla tego pierwiastka były mniejsze niż dla kadmu. Lokalne maksima zaobserwowano w lokalizacjach: C, H, L, i N. Iloraz między wartością tego wskaźnika na początku (W_n Pb A) a końcu transektu (W_n Pb O) wyniósł 1,88. Wartości wskaźnika nagromadzenia dla cynku W_n Zn (rys. 1c) zmieniały się w zakresie 4,8 (A i E) do 2,5 (K i O). Lokalne maksima wystąpiły w punktach E (4,8) oraz I (3,3). Minimalne wartości dla tego pierwiastka mieściły się w przedziale 2,5 do 2,8 i wystąpiły w punktach: D, H, J, K, L, M, N, O. Iloraz pomiędzy wartością na początku (W_n Zn A) a końcu (W_n Zn O) transektu wyniósł 1,92. Średnie wartości wskaźników nagromadzenia w badanych glebach układały się w następujący szereg Zn > Cd > Pb. Uzyskane wyniki świadczą o wzbogaceniu wierzchnich warstw gleb w analizowane pierwiastki w stosunku do naturalnego poziomu skały macierzystej dla Zn 334 %, Cd o 279% oraz Pb średnio o 249%. Są to jednak wartości niższe niż podawane dla gleb miasta Krakowa, położonych w sąsiedztwie stacji paliw przez



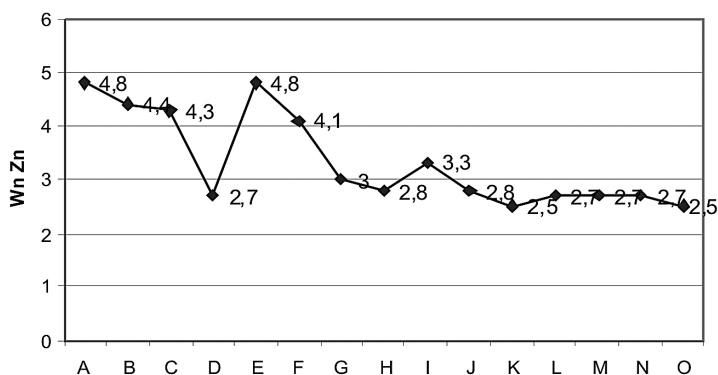
Rys. 1. Zmiana wartości wskaźnika nagromadzenia dla kadmu, ołowiu i cynku w miarę oddalania się od Kombinatu

Fig. 1. Variability of the cadmium, lead and zinc accumulation indexes as function of growing distance from the Steel Plant



Rys. 2. Wartość wskaźnika nagromadzenia dla ołowiu Wn Pb

Fig. 2. The value of the accumulation rate for zinc-acid Wn



Rys. 3. Wartość wskaźnika nagromadzenia dla cynku Wn Zn

Fig. 3. The value of the accumulation rate for lead-acid Wn

Baran i wsp. [2007], wynoszące odpowiednio 5,2 dla Zn, 4,6 dla Pb oraz 4,05 dla Cd. Również Szwałec i Mundała [2012], badając gleby Parków Miasta Krakowa wykazali wartości dwu a nawet trzykrotnie wyższe dla gleb Parków Krakowskiego, Jordana, Żeromskiego i Strzeleckiego.

Analiza przyczyn zróżnicowania zawartości badanych pierwiastków, jak również zmian ich wskaźników nagromadzenia jest bardzo trudna, a być może nawet niemożliwa. Można jednak podjąć się analizy potencjalnych przyczyn uzyskanego zróżnicowania. Program ochrony środowiska dla miasta Krakowa podkreśla wzrost znaczenia niskiej emisji oraz zanieczyszczeń motoryzacyjnych w latach dziewięćdziesiątych XX wieku [Program 2005]. Obszar badawczy znajduje się w zasięgu jedynie lokalnych tj. gminnych dróg. Próby gleb pobierano w odległości ponad 50 m od tych dróg, co właściwie wyklucza (znacząco minimalizuje) wpływ zanieczyszczeń motoryzacyjnych na badany materiał. Niska emisja może być jednak przyczyną (nawet główną), lokalnego zróżnicowania zawartości badanych metali. Wszystkie bowiem osiedla na wschód od Kombinatu ogrzewane są z domowych palenisk [Strategia 2007]. Niską emisję na tym obszarze dodatkowo zwiększają domy budowane w latach 70 i 80 tych XX wieku, a więc w systemach z dużymi stratami ciepła i dużym nadmetrażem. Dodatkowo zapotrzebowanie na ciepło zwiększają szklarnie i mnożarki do przygotowania rozsady warzyw (głównie kapustnych) do wiosennych nasadzeń. Rosnące koszty produkcji warzyw (w tym paliw) oraz częste zmiany koniunktury (szczególnie tzw. dołki) mogą powodować zakup gorszych gatunków węgla, czyli generować wyższą niską emisję. W gminie Igołomia-Wawrzeńczyce, obejmującej omawiany obszar, aż 79% ciepła uzyskiwane było ze spalania węgla w kotłowniach domowych [Strategia 2007]. Drugim ważnym lokalnym źródłem metali w glebach omawianego obszaru mogą być pestycydy i nawozy. Oczekiwania masowego konsumenta wymuszają uprawy głównie kapusty wczesnej i kalafiora. Rośliny te uprawia się dwa razy w roku. W związku z tym, zmianowanie na omawianym terenie praktycznie nie istnieje [Gambuś i wsp. 1995, Strategia 2007] i wymusza stosowanie więcej niż przeciętnych ilości środków ochrony roślin w prowadzonych tu uprawach. Pestycydy te mogą być lokalnym źródłem wzrostu metali, szczególnie stężeń cynku w badanych glebach. Zróżnicowanie zawartości omawianych pierwiastków może być związane także ze stosowaniem do nawożenia wapna po flotacji rud cynku i ołowiu. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych XX w. wykorzystanie takiego wapna znajdowało się w zaleceniach rolniczych. W ramach działań naprawczych, za wyrządzone szkody w rolniczej przestrzeni produkcyjnej sąsiadującej z Kombinatem, huta kupowała i dostarczała wapno. Istnieje ryzyko, że mogło to być wapno z Bukowna tj. po flotacji rud cynku i ołowiu.

Podstawowe źródło ocenianych pierwiastków, czyli opad pyłów metalonośnych, związany jest nie tylko z emisją Huty i innych zakładów miasta, także Skawiny czy nawet Górnego Śląska. zależy jest również od lokalnych warunków meteorologicznych oraz aerodynamicznej szorstkości terenu [Dz.U. 2002 Nr 1, poz. 12]. Omawiany teren charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu. Stanowi bowiem

krawędź tarasu nadwiślańskiego, którym wyżyna Małopolska przechodzi w Kotlinę Sandomierską [Strategia 2007]. Opisywana krawędź mierzy kilkadziesiąt metrów wysokości i ma głównie południową, południowo-wschodnią i południowo zachodnią ekspozycję. Współczynnik lesistości dla gminy Igołomia Wawrzeńczyce wynosi zero, a w strukturze użytkowania gruntów tego rejonu lasów się go nie wymienia [Strategia 2007]. W tak wylesionym terenie nawet grupa drzew będzie wpływała na siłę wiatru, wilgotność powietrza, nagrzewanie się gleby i powietrza, przez co będzie tworzyła lokalne i bardzo zróżnicowane warunki dla opadu pyłów metalonośnych. Przenosząc powyższe rozważania na badany transekt można powiedzieć, że maksymalna zawartość kadmu towarzyszą zabudowie gospodarstw rolnych z cieplarniami mnożarkami, licznymi tunelami foliowymi oraz pojedynczymi drzewami rosnącymi przy domach. Lokalnemu maksimum w punkcie C nie towarzyszyły gospodarstwa rolne, lecz duża jak na ten teren liczba drzew i zabudowa mieszkaniowa. Natomiast punkty o najmniejszej zawartości kadmu (L, M, N, O) były położone wśród pól, bez zabudowy i bez drzew. Dla kadmu jak i dla cynku interesująca jest różnica pomiędzy punktami D i E, gdzie lokalne minima zmieniają się na lokalne maksima. Punkt E położony jest w środku osady rolniczej z dużą ilością domów, szklarni, tunelów foliowych oraz nielicznymi drzewami. Lokalizacja D to osada rolnicza składająca się z czterech gospodarstw (szklarnie, tunele). Dla cynku już właściwe od lokalizacji J zaczyna się względnie niska zawartość tego metalu, charakteryzująca się niewielkim zróżnicowaniem (W_n 2,8 – 2,5). Należy zaznaczyć, że na gruntach ornych przeznaczonych do uprawy warzyw zawartość obrazowana wskaźnikiem nagromadzenia zbliżonym do 2 jest zalecanym poziomem tego mikroelementu w glebach [Kabata Pendias i Pendias 1999].

WNIOSKI

1. Badane gleby należy uznać za niezanieczyszczone Cd, Pb i Zn. Wszystkie pobrane próby spełniły wymogi Rozporządzenia Ministra Środowiska [2002], a zgodnie z metodą IUNG-u [1993], stwierdzono jedynie zawartości podwyższone dla Zn w 60% prób oraz dla Cd w 13% prób.
2. W miarę oddalania się od Kombinatoru zawartości badanych metali w glebach zmniejszają się.
3. Uzyskane wyniki badań świadczą o wzbogaceniu wierzchnich warstw gleb w analizowane pierwiastki w stosunku do naturalnego poziomu skały macierzystej dla Zn o 334%, Cd o 279% oraz Pb średnio o 249%. Średnie wartości wskaźników nagromadzenia dla tych metali układają się w następujący szereg $Zn > Cd > Pb$.

LITERATURA

1. Alloway B.J. Ayres D.C. 1999. Chemiczne postawy zanieczyszczenia środowiska PWN, Warszawa.
2. Baran A., Spałek I. 2007. Jasiewicz J. Zawartość metali ciężkich w roślinach i gruntach przylegających do wybranych stacji paliw w Krakowie. Konferencja młodych uczonych 2007
3. Czarnowska K. 1999. Metale ciężkie w glebach zielenców. Warszawy. Roczniki Gleboznawcze 50, 1/2: 31-39.
4. Czarnowska K., Kozanecka T. 2003. Akumulacja Zn, Pb, Cu i Cd w glebach antropogenicznych Warszawy. Roczniki Gleboznawcze 54, 4: 77-81.
5. Czarnowska K. 1996. Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych jako tło geochemiczne gleb. Roczniki Gleboznawcze T.XLVII supl.: 43-50.
6. Curzydło J., Gambuś F., Mundała P., Szwalec A. 1997. Zmiany zawartości metali ciężkich w roślinach uprawianych w latach 1983-1994 w sąsiedztwie Kombinatu Metalurgicznego w Nowej Hucie. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rolnictwo nr 34.
7. Gambuś F., Curzydło J., Mundała P. 1995. Zmiany zawartości metali ciężkich w gruntach ornym w sąsiedztwie Huty Sendzimir w latach 1987-1994. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, zeszyt 421a: 39-45.
8. Kabata-Pendias A., Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1999.
9. Kabata-Pendias A., Motowiecka-Terelak T., Piotrowska M. Terlak H., Witek T. 1993. Ocena Stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. IUNG Puławy.
10. Kaszubkiewicz J. Kawałko D. 2009. Zawartość wybranych metali ciężkich w glebach i roślinach na terenie powiatu Jeleniogórskiego. Ochrona środowiska i zasobów Naturalnych nr 40, 177-189.
11. Materiały Biura Ochrony Środowiska Huty im. Tadeusza Sendzimir 1994.
12. Program ochrony środowiska i stanowiący jego element plan gospodarki odpadami dla miasta Krakowa plan na lata 2005-2007 z uwzględnieniem zdań zrealizowanych w 2004 roku oraz perspektywa na lata 2008-2011. Załącznik do uchwały Nr LXXV/737/05 Rady Miasta Krakowa z dnia 13 kwietnia 2005 r.
13. Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Wydawnictwo IOŚ, Warszawa.
14. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziem (Dz. U. Nr 165, poz. 1359 z dnia 4 października 2002 r.).
15. Strategia zrównoważonego rozwoju gminy Igołomia-Wawrzeńczyce na lata 2007-2015. http://www.igwa.pl/old_igwa/strategia.pdf.
16. Szwalec A., Mundała P., Lasoń B., Wójcik R. 2005. Zawartość metali ciężkich (Cd, Pb, Zn) w glebach wybranych rejonów południowej Polski poddanych w różnym stopniu antropopresji. Zesz.Nauk.AR-Inż.Środ. zesz nr 26 str.405-416 r.
17. Szulc W., Garbarz B., Paduch J. 2011. Przebieg i wyniki restrukturyzacji przemysłu stalowego w Polsce. Prace Instytutu Metalurgii Żelaza. Gliwice. 40-51.

TRACE ELEMENT CONTENTS IN TOPSOIL LOCATED NEAR STEEL PLANT IN KRAKOW-NOWA HUTA

Summary

The paper presents the results of cadmium, lead and zinc contents in topsoils of arable land located in vicinity Steel Plant in Krakow-Nowa Huta. Soil samples were collected in autumn 2007 from the 0-20 cm layer placed in a west-east transect of 7,5 km length. It started approximately 5km east from the border of the steel plant. Sampled area is characterized by high level of agriculture, where the dominant crops have been vegetables, mainly cabbage and cauliflower. It was found, the soil was not contaminated with heavy metals. All samples met the requirements of the Polish Minister of the Environment. Also the assessment according to Institute of Soil Science and Plant Cultivation method showed only increased content 60% in case of zinc and only 13% for Cd. Any levels of pollution were not observed. There also decreasing trend of accumulation were stated as a function of growing distance from the steel plant.

Keywords: heavy metals, soil, steel plant.