

WPLYW PYŁÓW EMITOWANYCH PRZEZ HUTY MIEDZI NA SKAŻENIE GLEB I WÓD

Intensywny rozwój przemysłu, motoryzacji, a także aglomeracji miejskich jest powodem gwałtownego wzrostu zanieczyszczeń, występujących w naturalnym środowisku człowieka. Powietrze, gleba i woda stają się „akumulatorami” ubocznych produktów, wytwarzanych w rozlicznych procesach technologicznych. Na terenie oddziaływania huty miedzi najbardziej toksyczne zanieczyszczenia stanowią pyły, które zawierają znaczne ilości Cu, Zn, Pb, Cd. Metale ciężkie znajdujące się w opadach atmosferycznych oraz w pyłach w atmosferze przedostają się na części nadziemne roślin i na powierzchnię gleb (wód). Spotykane wartości stężeń Cu, Zn, Pb, Cd w glebach, w sąsiedztwie huty miedzi w Głogowie, kilka do kilkunastokrotnie przewyższają normalne zawartości tych pierwiastków na terenie niezanieczyszczonym. Średnie stężenia układają się w szeregu malejącym wraz z odległością od emitora

zanieczyszczeń. Funkcję tę przedstawiono na rys. 1 (linia pozioma określa wartości normalnie występujące w glebach).

Z roku na rok kumulacja metali w gruncie nasila się. W drugim roku pracy huty zauważono widoczne zmiany w wierzchniej warstwie gleby w pasie do 3 km; wartości Cu przewyższały dwukrotnie ilości w glebach niezapyłonych. W czwartym roku pracy stwierdzono w odległości do 4 km wartości cztero—pięciokrotnie wyższe [1].

Można założyć, że zawartości metali w glebie w n -tym roku po uruchomieniu huty wynoszą:

$$Z_{Me,n} = Z_{Me,0} + n\Delta I_{Me} \quad (1)$$

gdzie:

$Z_{Me,0}$ — całkowita zawartość metalu w glebie w chwili uruchomienia zakładu (poziom tła),

- n — ilość lat pracy zakładu,
 ΔI_{Me} — przyrost zawartości metalu w ciągu roku w wyniku opadu pyłu.

ΔI_{Me} można wyrazić następującą zależnością:

$$\Delta I_{Me} = O_c \cdot n_{Me} \cdot a_{Me} / d \cdot \rho \quad (2)$$

gdzie:

- O_c — całkowity opad pyłu,
 n_{Me} — zawartość metalu w pyłe opadowym,
 a_{Me} — współczynnik akumulacji metali w glebie,
 d — grubość powierzchniowej warstwy gleby (dla gleb uprawnych $d=0,20$ m, dla nieuprawnych $d=0,03$ m),
 ρ — gęstość gleby.

Zawartość Cu, Zn, Pb, Cd w opadzie pyłu w różnych odległościach od huty podaje tabela 1.

Tabela 1

**ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH Cu, Zn, Pb, Cd
W PYLE OPADOWYM W SĄSIĘDZTWIE HUTY MIEDZI**

	odległość x , m					
	$x \leq 1000$		$1000 < x \leq 5000$		$5000 < x \leq 15000$	
	wartość średnia	przedział ufości	wartość średnia	przedział ufości	wartość średnia	przedział ufości
Cu %	3,20	1,46—4,94	0,68	0,44—0,92	0,23	0,21—0,52
Zn %	0,67	0,40—1,05	0,51	0,44—1,30	0,56	0,21—0,87
Pb %	0,87	0,62—1,12	0,73	0,45—1,11	0,62	0,40—0,84
Cd %	0,026	0,020—0,042	0,009	0,002—0,012	0,010	0,001—0,012

Współczynnik akumulacji wyznaczono na podstawie pomiarów po 8 latach pracy huty i obliczono według wzoru:

$$a_{Me} = (Z_{Me,8} - Z_{Me,0}) \frac{d \cdot \rho}{O_c \cdot n_{Me}} \quad (3)$$

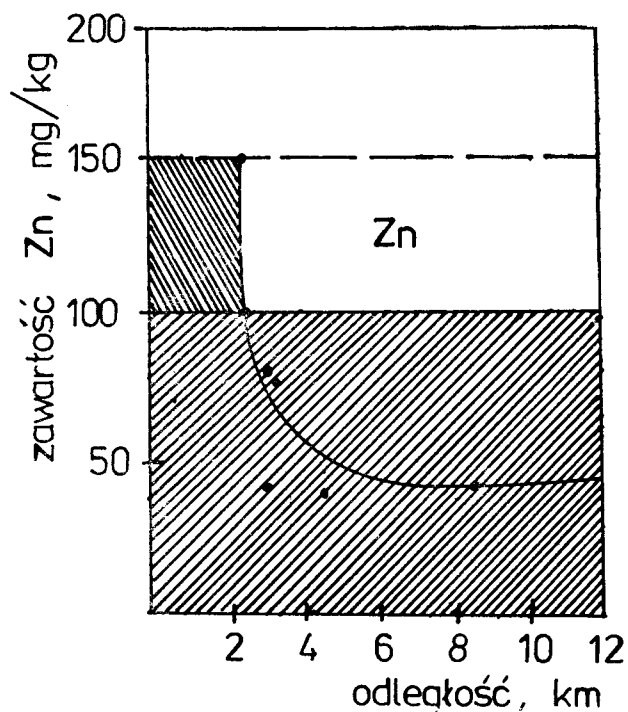
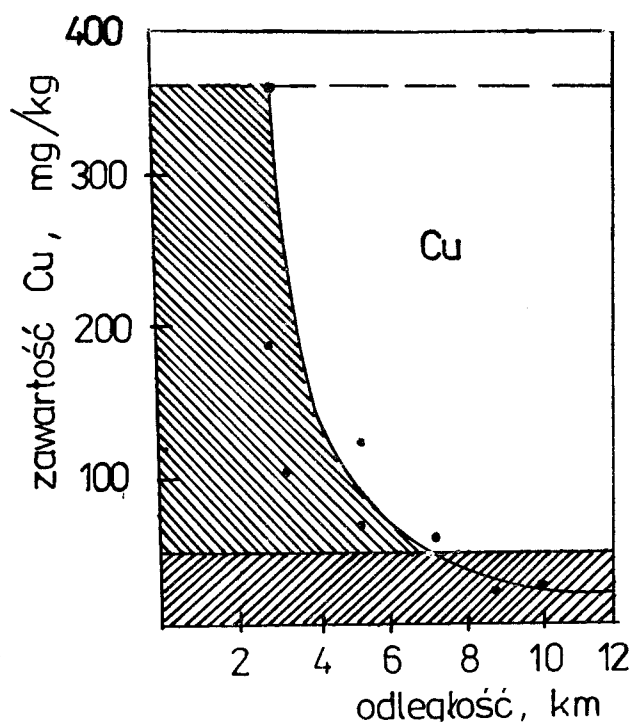
Okazało się, że dla Cu i Pb współczynniki akumulacji wynoszą: $a_{Cu} = 0,95$, $a_{Pb} = 0,92$; natomiast dla Zn i Cd odpowiednio 0,56 i 0,38. Wynika z tego, że Cd i Zn mają największe możliwości przemieszczania się w glebie. Cu i Pb są silnie sorbowane przez materiał glebowy i w związku z tym zalegają w wierzchnich warstwach gruntu. Podobne wnioski można było wyciągnąć na podstawie badań laboratoryjnych nad sorpcją metali w glebach. Ponadto wiadomo jest, że Zn i Cd przeważają w cząstkach małych, mikronowych, co ułatwia mechaniczne przemieszczanie w głąb profilu glebowego.

W podobny sposób można określić wielkość dopływu rozpuszczalnych form metali ciężkich z powietrza do wód. Roczny przyrost metali w formie zdysocjowanej, ΔI_{Me^+} , wynosi:

$$\Delta I_{Me^+} = \frac{O_c \cdot m_{Me} + (1-b)}{h \cdot \rho} \quad (4)$$

gdzie:

- O_c — opad całkowity pyłu,
 m_{Me^+} — zawartość metalu w formie rozpuszczalnej w wodzie,

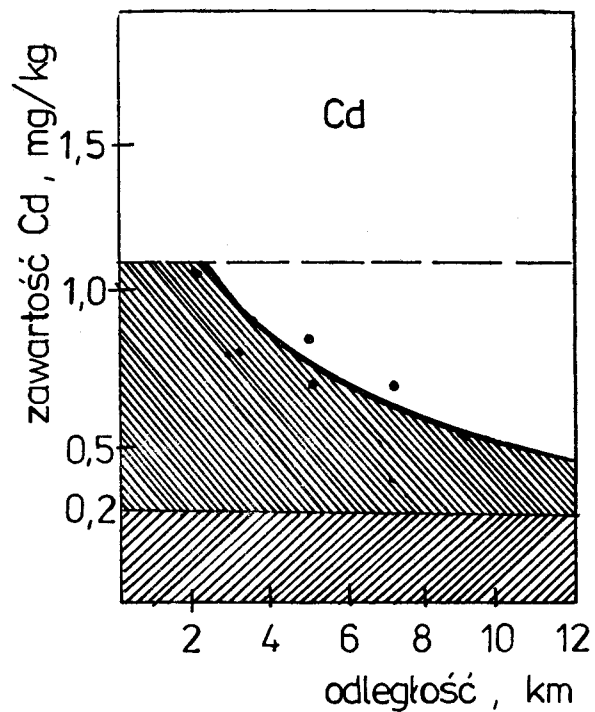
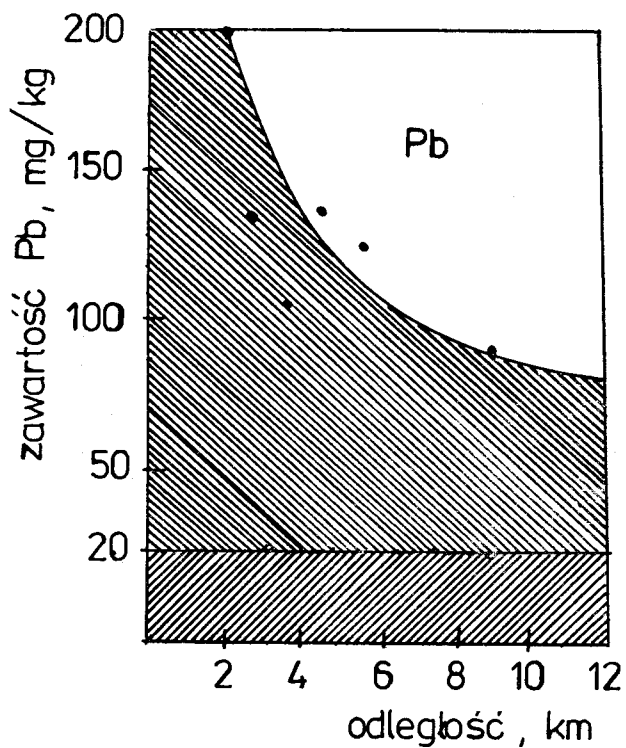


Rys. 1 Zawartości Cu i Zn w glebie w różnych odległościach od huty miedzi

- b — współczynnik strącania,
- h — głębokość zbiornika,
- ρ — gęstość cieczy.

Przeciętne zawartości form rozpuszczalnych w wodzie w opadzie pyłu wynoszą dla: Cu — 18⁰/₀, Zn — 44⁰/₀, Pb — 8⁰/₀, Cd — 0,4⁰/₀.

Najwyższe współczynniki strącania uzyskano dla Cu i Pb (rzędu 0,2), natomiast dla Zn $b=0,1$. W przypadku Cd stężenie tego metalu w wodach powierzchniowych było wyższe niż wynikało z zawartości form rozpuszczalnych w wodzie w całkowitym opadzie pyłu.



Rys. 2 Zawartości Pb i Cd w glebie w różnych odległościach od huty miedzi

Znacznie bardziej skomplikowane wydaje się określenie wpływu opadu pyłu na zanieczyszczenie metalami ciężkimi wód płynących. Załóżmy, że na odcinku Δx wartość opadu pyłu O_{Me} jest stała. Rzeka przepływa przez ten obszar z prędkością u .

Każdy element powierzchni rzeki ΔF w czasie Δt znajduje się w strefie opadu pyłu O_{Me} , czyli przyjmuje ilość pyłu:

$$O_{Me} \Delta F \Delta t \quad (5)$$

Przyrost ilości zanieczyszczeń ΔI_{Me} w jednostce objętości elementu cieczy wynosi:

$$\Delta I_{Me} = \frac{O_{Me} \Delta F \Delta t}{\Delta F \cdot h} = \frac{O_{Me} \cdot \Delta x}{h \cdot u} \quad (6)$$

Jeżeli rzeka znajduje się na odcinku x_1 — x_2 w strefie oddziaływania huty, to jednostka objętości wody po wyjściu ze strefy powinna zawierać:

$$I_{Me} = \sum_{i=1}^n \frac{O_{Mei} \Delta x_i}{h \cdot u} \quad (7)$$

gdzie:

n — ilość przedziałów na jakie został podzielony odcinek x_1 — x_2 oraz dla każdego x_i O_{Mei} ma stałą wartość

Jeżeli na odcinku, np. 20 m przyjmimy wartość opadu pyłu Cu 25 t/km² rok, głębokość $h=2$ m, prędkość $u=2$ m/s, to 1 m³ wody rzecznej pochłonie około 0,04 mg pyłu Cu, z tego około 0,007 mg będzie w formie zdysocjowanej. Jest to wartość bardzo mała. W przypadku większych prędkości rzek i głębokości, udział atmosfery w skażeniu wód płynących jest pomijalny. Kumulacja zanieczyszczeń może więc wystąpić tylko w osadach dennych rzek.

Wnioski

Metale ciężkie znajdujące się w opadach atmosferycznych oraz w pyłach w atmosferze przedostają się na części nadziemne roślin i na powierzchnię gleb oraz wód. Średnie stężenie Cu, Zn, Pb, Cd w glebie w okolicy huty miedzi układają się w szeregu malejącym wraz z odległością od emitera zanieczyszczeń.

Po skorelowaniu aktualnych stężeń metali w glebie z przewidywanymi przyrostami zawartości metali w ciągu 8 lat pracy huty, w wyniku opadu pyłu, okazało się, że powyżej 90% Cu i Pb zalega w wierzchnich warstwach gruntu. Natomiast Zn i Cd mają większe możliwości przemieszczania się w glebie.

Najwyższe współczynniki strącania metali w wodzie uzyskano dla Cu i Pb (rzędu 20%). Stężenie Cd w wodach powierzchniowych jest wyższe niż wynika z zawartości form rozpuszczalnych w całkowitym opadzie pyłu. Natomiast udział atmosfery w skażeniu wód płynących jest bardzo mały i można go pominąć. Kumulacja zanieczyszczeń może występować tylko w osadach dennych rzek.

LITERATURA

1. E. Roszyk, S. Roszyk: Rocznik Gleb., T. XXVII, z. 4, s. 57, 1976.