

Piotr KIJEWSKI*

WYSTĘPOWANIE METALI CIĘŻKICH NA OBSZARZE ŚRODKOWEGO NADODRZA W STREFIE ODDZIAŁYWANIA PRZEMYSŁU MIEDZIOWEGO

Na obszarze wydobywania i metalurgii miedzi LGOM zaszły procesy przeobrażeń – a lokalnie także degradacji środowiska. Te niekorzystne zjawiska, powodowane głównie koncentrowaniem się miedzi, ołowiu oraz arsenu w glebach są związane z wpływem działalności przemysłu miedziowego. Dla obiektywnej oceny wielkości zmian w środowisku porównano je z tłem geochemicznym tego obszaru. Stwierdzono, że pogląd o degradacji środowiska w całym obszarze Legnicko-Głogowskim jest nadmiernie wyeksponowany, a jego uogólnienie regionalne – dyskusyjne.

WSTĘP

Obszar LGOM jest powszechnie uznawany za jeden z tych regionów naszego kraju, w którym zaszły intensywne procesy przeobrażeń – a lokalnie także degradacji środowiska. Obecność dużych zakładów, związanych z górnictwem i hutnictwem miedzi, oraz rozwój infrastruktury miejskiej stanowią o źródłach skażenia.

Szerokie spektrum pierwiastków zawartych w rudzie jest nie tylko bazą pozyskiwania miedzi, srebra i metali szlachetnych, ale także wielu pierwiastków, które stanowią szkodliwą domieszkę dla przebiegu procesów technologicznych, a uwalniane wraz z pyłami i gazami oddziałują na środowisko. Niezależnie od postępów w technologii, głównie hutniczej, przemysł miedziowy pozostawia ślad swojej obecności w środowisku, pozostaje natomiast do obiektywnej oceny skala zachodzących zmian. Pogląd o degradacji środowiska w całym obszarze Legnicko-Głogowskim jest nadmiernie eksponowany, a jego uogólnianie regionalne – dyskusyjne.

TŁO GEOCHEMICZNE

Przystępując do analizy wyników badań nad występowaniem i rozkładem zawartości metali ciężkich w rejonie oddziaływania przemysłu miedziowego należy podjąć próbę wyznaczenia tła geochemicznego. Jest to zagadnienie złożone, albo-

*CBPM Cuprum, pl.1 Maja 1/2, 50-136 Wrocław.

wiem naturalna obecność pierwiastków metali ciężkich, czyli tła geochemiczne, jest uwarunkowana szeregiem czynników geologicznych i przyrodniczych. W tym przypadku poważnym utrudnieniem jest także brak kompleksowych badań z okresu poprzedzającego górnictwo, przeróbkę i hutnictwo rud miedzi. Także w pierwszym okresie po uruchomieniu huty miedzi w Głogowie, kiedy wpływ hutnictwa na zawartość metali ciężkich był w fazie początkowej, badania ograniczono do miedzi, ołowiu i cynku (Roszyk, Roszyk 1975). Wynikało to zapewne z zainteresowań badaczy – rolników oraz niedoceniań faktu, na ile szerokie spektrum pierwiastków występujących w złożu może oddziaływać na otoczenie.

Określone wówczas zawartości kształtowały się na poziomie 10–50 ppm Cu i Pb oraz 90–240 ppm Zn.

Podstawowe znaczenie dla poziomu zawartości metali ciężkich w glebie ma mineralizacja podłoża, czynniki klimatyczne, fizyczno-chemiczne i biochemiczne sprzyjające lub ograniczające migrację pierwiastków w obiegu przyrodniczym. W przypadku skażenia gleb metalami ciężkimi dowiedziono także, że ich źródła są liczne i związane nie tylko z emisją pyłów i gazów przemysłowych oraz komunikacyjnych, ale także z wieloma innymi czynnikami działalności człowieka (Kabata-Pendias, Pendias 1993). Z tych powodów, wobec nakładania się oddziaływań przyrodniczych i antropogenicznych wyznaczenia tła geochemicznego dla danego obszaru jako punktu odniesienia do określenia stopnia skażenia powierzchni jest złożone i nie zawsze jednoznaczne.

Dla obszaru Środkowego Nadodrza, o powierzchni 2500 km², będącego przedmiotem badań, jako wyjściowe do wyznaczenia tła geochemicznego przyjęto:

Tabela 1. Zestawienie zawartości metali ciężkich w glebach stanowiące podstawy do wyznaczania tła geochemicznego

Pierwiastki	Zawartość w ppm				Poziom dopuszczalny w glebach naturalnych	
	Obszar LGOM z wyłąc. rejonu Hut Miedzi Głogów – tło geochemiczne	Klark w skałach osadowych	Najczęściej w rejonach nieskażonych	W rejonie Suwałk		
					lekkich	średnich
Cu	25	45	5–15	2,8–6,2	50	75
Pb	20	7–20	20–25	7,1–20,6	50	75
Zn	37,0	16–95	37–70	24–44	200	250
As	7,0	1–13	2–13	bd	10	15
Cd	0,3	0,3	0,05–0,4	0,09–0,29	3	3
Hg	0,1	0,03–0,4	0,02–0,2	0,0–0,9	1	1,5
Ni	5,3	2–68	8–18	4–10,9	30	40
Co	3,5	0,3–19	3–8	1,4–5,6	30	65
Cr	13,0	35–90	bd	bd	bd	bd

- średnią zawartość metali w skałach osadowych, łupkach i piaskowcach (Mason 1966),
- zawartość w glebach nieskażonych w Polsce (Kabata-Pendias et al. 1993) oraz w rejonie Suwałk (Ciećko 1992),
- średnią zawartość w badanym obszarze z wyłączeniem sąsiadujących z głównymi źródłami emisji,
- zawartość przyjęta za dopuszczalną w glebach naturalnych.

Porównanie wyników (tab. 1) z tak różnych źródeł prowadzi do wniosku, że średnia zawartość metali z badanego obszaru, przy wyłączeniu stref niewątpliwego wpływu hutnictwa i górnictwa miedzi, stanowi poziom, który można przyjąć za tło geochemiczne (Kijewski 1994). Mając tło geochemiczne oraz dopuszczalny dla poszczególnych metali poziom zanieczyszczeń w glebach naturalnych opracowany przez JUNIG w Puławach (Kabata-Pendias et al. 1993) można wyodrębnić obszary skażone, o podwyższonej zawartości metali i obszary tła geochemicznego.

WYNIKI BADAŃ

Podstawą do oceny skali skażenia warstwy powierzchniowej – gleby – metalami ciężkimi jest mapa geochemiczna opracowana w skali 1:50 000. Obejmuje ona środkową i północną część województwa legnickiego i przylegających do niego fragmentów SE części zielonogórskiego i SW części leszczyńskiego o łącznej powierzchni 2500 km². W obszarze tym skupiają się zakłady wydobywcze, rudy

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w rejonie oddziaływania Hut miedzi Głogów I i II

Pierwiastki	Zawartość [ppm]			Odchylenie standardowe
	minimalna	maksymalna	średnia	
Cu	15,6	2241	111,12	142,386
Pb	10,6	1090	57,07	85,49
Zn	11,0	602	54,41	41,98
Hg	0,01	0,564	0,10	0,109
Cd	0,1	3,6	0,48	0,35
As	1,0	99,5	11,55	9,39
Fe	2350	28893,0	13924,7	7459,98
Cr	4,0	45,5	18,78	8,84
Mn	17,7	1173,0	506,4	326,02
Ni	4,1	32,3	10,92	7,33
Co	1,4	11,7	6,27	3,02

miedzi, zakłady wzbogacania rud, suszarnie koncentratu, huty miedzi *Głogów I* i *Głogów II*, elektrociepłownie zakładowe i miejskie, wytwórnia ksantogenu, zbiorniki odpadów poflotacyjnych *Gilów* (nieczynny) i *Żelazny Most*.

Mapa geochemiczna tego obszaru, określanego mianem Środkowego Nadodrza, wzoruje się po części na opracowaniu *Mapa geochemiczna okolic Warszawy* (Lis, 1993) i przedstawia rozkład zawartości Cu, Pb, Zn, As, Cd, Hg, Co, Ni, Fe oraz pH w warstwie powierzchniowej.

Podstawą do opracowania mapy są wyniki analiz próbek gleby z 20 cm warstwy powierzchniowej. Próbki pobierano zgodnie z odpowiednią normą stosowaną dla celów gleboznawczych. Analizy chemiczne wykonano w Stacji Chemiczno-Rolniczej we Wrocławiu z zastosowaniem do oznaczeń pierwiastków metodą ASA i wykorzystaniem przystawki MHS-10 do określenia zawartości arsenu i rtęci.

Analiza wyników prowadzi do wniosku, że najbardziej rozprzestrzenione o wysokich zawartościach, przekraczające wielokrotnie zarówno tło geochemiczne, jak i stężenie dla gleb użytkowanych rolniczo, są Cu, Pb i As. Pierwiastki te stwierdzono w wysokiej koncentracji w strefie oddziaływania hut miedzi *Głogów I* i *Głogów II*. Zaznacza się tu także zwiększona obecność, głównie w odniesieniu do zawartości maksymalnej, także innych pierwiastków, jak Hg, Cd, Cr, Zn, Co, Ni (tab. 2). Zasięg oddziaływania hut związany jest z kierunkami wiatru i wynosi do 14 km na E, 12 na W oraz około 8 km na N i S. Huty miedzi, stanowią w stosunku do innych obiektów przemysłu miedziowego zasadnicze źródło skażenia metalami ciężkimi.

Poza szeroką strefą oddziaływania hut miedzi, podwyższona zawartość Cu i Pb występuje w obszarze od Lubina do Polkowic, w rejonie miejscowości Rudna, a także w kilku lokalnych punktach w dolinie Odry.

Tabela 3. Zawartość metali ciężkich w obszarach górniczych kopalń rud miedzi

Pierwiastki	Zawartość [ppm]			Odchylenie standardowe
	minimalna	maksymalna	średnia	
Cu	5,75	477	47,57	79,015
Pb	4,9	525	24,9	43,66
Zn	6,0	137,75	30,78	13,98
Hg	0,009	0,087	0,04	0,023
Cd	0,02	0,6	0,25	0,1367
As	0,5	25,0	5,99	2,82
Fe	822,0	13750,0	5937,4	2739,9
Cr	6,1	15,6	11,25	2,67
Mn	98,0	450,8	211,7	84,19
Ni	1,3	14	5,55	3,71
Co	0,61	7,9	3,29	2,36

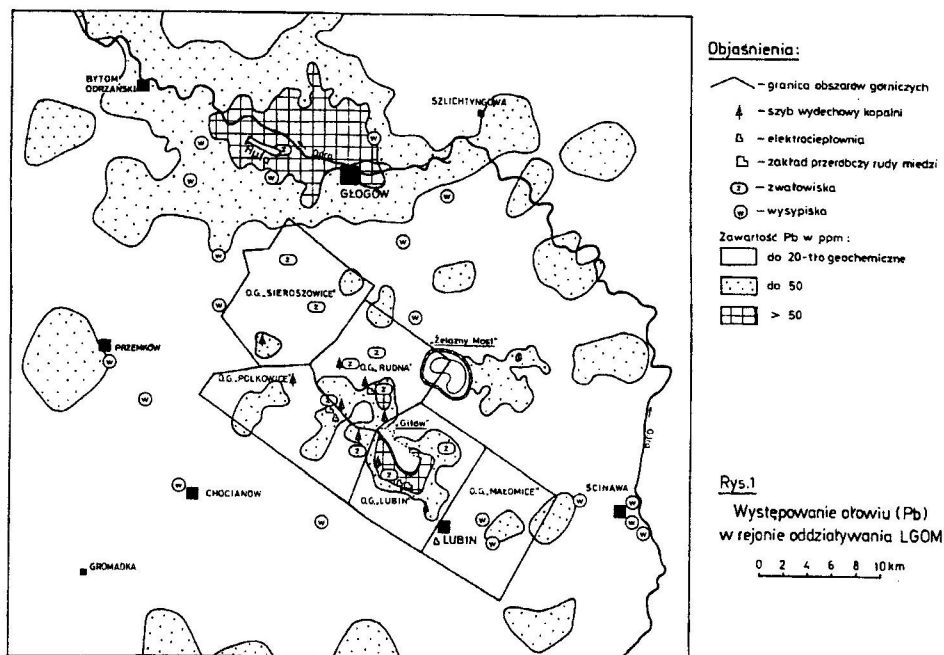
Tabela 4. Zawartość metali ciężkich w otoczeniu zbiornika *Żelazny Most*

Pierwiastki	Zawartość [ppm]			Odchylenie standardowe
	minimalna	maksymalna	średnia	
Cu	6,5	57	19,80	11,71
Pb	4,9	144,6	22,57	15,32
Zn	6,0	115,8	32,75	17,15
Hg	0,01	0,08	0,048	0,024
Cd	0,05	3,1	0,34	0,33
As	1,8	9,25	5,02	1,89
Fe	4020	13750	6921,8	3627,66
Cr	6,2	17,8	10,65	3,96
Mn	176,3	600,0	344,37	149,164
Ni	2,6	11,6	5,89	3,3
Co	1,43	7,5	4,29	2,6

Z górnictwem miedziowym wiąże się strefa skażona ze względu na zawartość w glebie Cu i Pb w południowej i południowo-zachodniej części przylegającej do zbiornika *Gilów*. Strefa, gdzie następuje przekroczenie tła geochemicznego, występuje w obszarze górniczym kopalni *Lubin* oraz południowej części obszaru kopalni *Rudna* i północno-wschodniej części kopalni *Polkowice*. Zlokalizowane są tu szyby wydechowe, zakłady wzbogacania rud i lokalne elektrociepłownie. W obszarach górniczych średnia zawartości metali ciężkich (tab. 3) kształtuje się na poziomie kilkakrotnie niższym niż w otoczeniu hut, a poza miedzią i ołowiem inne pierwiastki występują na poziomie tła geochemicznego i nie sięgają poziomu dopuszczalnego dla gleb naturalnych, lekkich. Wyraźne przekroczenie tła geochemicznego zachodzi natomiast w odniesieniu do wartości maksymalnych.

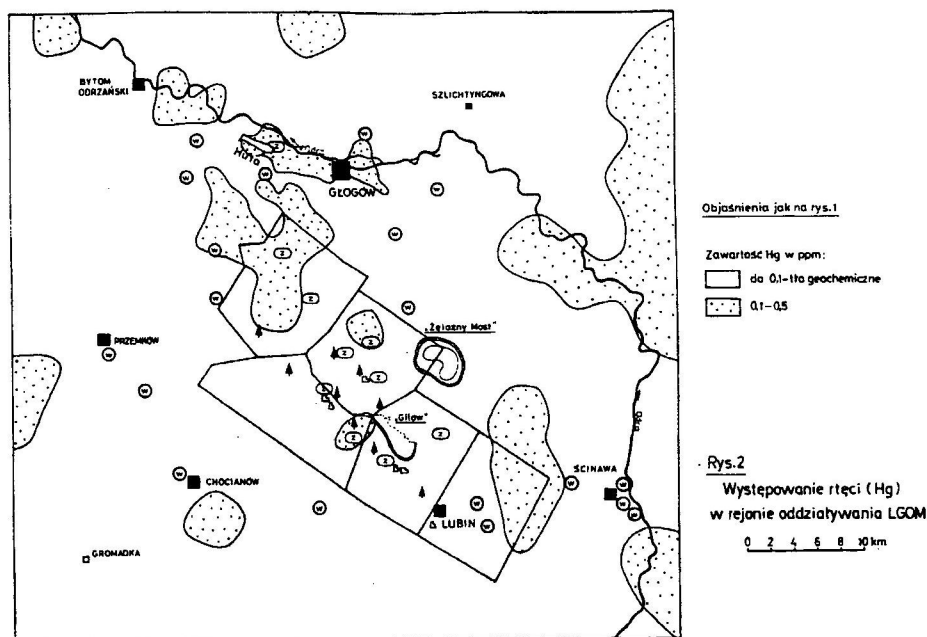
Jako szczególny obiekt, ze względu na potencjalne zagrożenie środowiska uznawany jest zbiornik odpadów po flotacyjnych *Żelazny Most*. Nie wnikając w inne, wielopłaszczyznowe aspekty tego obiektu hydrotechnicznego i jego oddziaływanie na środowisko (infiltracja wód słonych, pylenie), należy stwierdzić, że koncentracja metali ciężkich w otoczeniu zbiornika nie jest czynnikiem wpływającym w zasadniczy sposób na jego uciążliwość dla środowiska. Występują tu lokalne podwyższenia Cu i Pb w kierunku na północ i wschód od zbiornika, podczas gdy wartości średnie jak i maksymalne (tab. 4) kształtują się na zdecydowanie niższym poziomie niż w obszarach górniczych, nie wspominając o rejonie hut. Pozwala to na stwierdzenie, że ze względu na koncentrację metali ciężkich, tylko w części położonej na wschód od zbiornika *Żelazny Most* nastąpiło wyraźne przekroczenie tła geochemicznego, zwłaszcza ołowiu (rys. 1).

Rozpatrując wpływ osadnika *Żelazny Most* na koncentrację metali w glebie należy zwrócić uwagę na źródło potencjalnego zagrożenia – deponowane odpady



poftotacyjne. W odpadach tych koncentracja metali ciężkich w stosunku do przeciętnej zawartości w skorupie ziemskiej jest znamienna. Cynk, wanad, nikiel i kobalt występują śladowo i stanowią 0,3–0,8 przeciętnej zawartości w skorupie ziemskiej, a rtęć na poziomie zbliżonym do przeciętnej. Wzbogacony w niewielkim stopniu jest arsen i kadm (6-krotnie), natomiast wyraźnie koncentrują się ołów i miedź (ponad 30-krotnie). Oznacza to, że z wyjątkiem Pb i Cu, potencjalne możliwości skażenia środowiska są niewielkie, a jego źródło stosunkowo ubogie. Ograniczenie pylenia ze zbiornika, zwłaszcza w okresie silnego wiatru ma podstawowe znaczenie dla zahamowania procesu przenikania Pb i Cu do środowiska glebowego.

Rozkład zawartości metali ciężkich w obszarze Środkowego Nadodrza, ze względu na ograniczenia objętości artykułu, zilustrowano na przykładzie ołowiu (rys. 1) i rtęci (rys. 2). Rysunki te przedstawiono w pewnym uproszczeniu, obrazując skalę zanieczyszczeń warstwy powierzchniowej i związki z obiektami przemysłu miedziowego.



WNIOSKI

Analiza wyników badań nad rozprzestrzenieniem metali ciężkich w obszarze Środkowego Nadodrza, między Lubinem, Chocianowem, Bytomiem Odrzańskim a Szlichtyngową, pozwala z innej perspektywy spojrzeć na oddziaływanie przemysłu miedziowego na poziom skażenia metalami ciężkimi. Dotychczasowe prace, prowadzone przez różne jednostki badawcze, skupiają się bowiem na poszczególnych źródłach – głównie hutach miedzi – co wydatnie ogranicza wnioskowanie o rozległości obszarów skażonych poszczególnymi metalami. Odnosząc wyniki badań do poziomu tła geochemicznego i dopuszczalnej zawartości metali ciężkich w glebach naturalnych można ocenić skalę zmian i skażenia środowiska.

W stosunku do obszaru badań, powierzchnia skażona miedzią, ołowiem i arsenem jest znaczna i stanowi od 10 do 15%. Obszary skażone, a nawet zdegradowane, związane są z oddziaływaniem hut miedzi *Głogów*.

W obszarach górniczych kopalni zjawisko to występuje w ograniczonej skali, szeroko zaznacza się natomiast przekroczenie tła geochemicznego Cu, Pb i As. W odniesieniu do innych metali, jak Zn, Cd, Hg, Co, Ni, stwierdza się natomiast przekroczenie tła geochemicznego, przy czym wartości średnie mieszczą się na poziomie przyjętym za dopuszczalny dla gleb naturalnych.

Uznając niekorzystne, a nawet degradujące oddziaływanie przemysłu miedziowego na środowisko, w tym koncentrację metali ciężkich w warstwie powierzch-

niowej, należy dążyć do obiektywnej oceny procesów zachodzących w środowisku, uznanie natomiast „an mass” obszaru Legnicko-Głogowskiego za zagrożony ekologicznie wydaje się jednostronne a kryteria oceny niejednoznaczne.

LITERATURA

- CIEĆKO Z. (1992), *Badania nad zawartością mikroelementów w glebie woj. suwalskiego*, VII Sympozjum – mikroelementy w rolnictwie, Wrocław.
- KABATA-PENDIAS A, PENDIAS H. (1993), *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, Warszawa, PWN.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., WITEK T. (1993), *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa*, Puławy, IUNG.
- KJEWski P. (red.), (1994), *Atlas geochemiczny obszaru górnictwa rud miedzi*, praca niepublikowana, CBPM Cuprum.
- LIS J. (1993), *Atlas geochemiczny okolic Warszawy, skala 1:100 000*, Warszawa, Państwowy Instytut Geologiczny.
- MASON B. (1966), *Principles of geochemistry*, New York, London, Sydney.
- ROSZYK E., ROSZYK S. (1975), *Wpływ hutnictwa miedzi na niektóre właściwości gleb i skład chemiczny roślin uprawnych*, Roczn. Gleboznaw., t. 26, z. 3.

Kjewski P., (1995), Occurrence of heavy metals in the Middle Oder Region in the zone of copper industry influence, *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, 29, 47–54 (Polish text)

In the area of Polish copper mining and metallurgy activity, intensive transformation of the local environment has taken place resulting in increased concentration of Cu, Pb, and As in the soil. An objective evaluation of the magnitude of changes was done by comparing the concentration of these metals in the soil with the geochemical background. It was shown that a general opinion suggesting total environmental destruction of the Legnica-Głogów Region is unfounded and controversial.