

MARTA PRZEWOCKA*, JANUSZ ROSADA**

**OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA GLEB
NA POGRANICZU BYLEJ STREFY OCHRONNEJ
HUTY MIEDZI „GŁOGÓW”**

Streszczenie

Realizowane od szeregu lat przez Hutę Miedzi Głogów działania proekologiczne przyczyniły się do znacznego ograniczenia większości negatywnych skutków oddziaływania zakładu na środowisko. Modernizacja technologii produkcji miedzi i wprowadzenie skutecznych instalacji oczyszczających doprowadziły do wyraźnej poprawy stanu agrocenoz sąsiadujących z Hutą. Ograniczenie emisji pyłowej przyczyniło się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi. Niemal całkowicie wyeliminowana została emisja SO₂ do atmosfery. Dzięki temu wyraźnie zmniejszył się stopień zakwaszenia gleb. Z tego względu 31 grudnia 2005 roku Minister Środowiska zdecydował o całkowitej likwidacji strefy ochronnej wokół Huty Miedzi Głogów. Mimo obserwowanej poprawy stanu środowiska na omawianym terenie, nadal wymagany jest stały i konsekwentnie prowadzony jego monitoring. Dotyczy to zwłaszcza gleb, które w początkowych latach działania zakładu nagromadziły duże ilości metali ciężkich, głównie Cu i Pb. Ksenobiotyki te uległy w glebach bioakumulacji.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, Huta Miedzi Głogów, środowisko, gleba

WSTĘP

Naturalna zawartość pierwiastków śladowych w glebach, uzależniona od składu chemicznego skały macierzystej, procesów geologicznych oraz glebotwórczych, nie stanowi potencjalnego zagrożenia dla organizmów żywych [Baran i Turski 1996]. Jednak w warunkach nadmiernej degradacji środowiska

* doktorantka kierunku inżynieria środowiska; Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska

** Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska

naturalnego dochodzi do nagromadzenia pierwiastków śladowych w glebach. Po przekroczeniu ponadnormatywnej zawartości w glebie, pierwiastki te mogą stwarzać istotne zagrożenie dla organizmów żywych, przenikając do poszczególnych elementów łańcucha troficznego. Metale ciężkie są głównie akumulowane w poziomach wierzchnich gleby, skąd poprzez rośliny trafiają do łańcucha pokarmowego i często w nadmiernym stężeniu prowadzą do procesów mutacji i kancerogennych [Mocek i Mocek 2010].

Degradacja chemiczna gleb, w wyniku długotrwałej emisji przemysłowej z udziałem SO_2 i pyłów metalonośnych, polega na zakwaszeniu oraz skażeniu metalami ciężkimi. Nadmierna ilość metali ciężkich w rejonach silnie uprzemysłowionych lub zurbanizowanych przy jednoczesnym występowaniu kilku z nich w środowisku gruntowo-wodnym prowadzi do niekorzystnych zmian we właściwościach i funkcjonowaniu gleb [Kwiatkowska 2007].

Rzeczywista zawartość metali ciężkich w glebach stanowi miarodajną wielkość wyznaczającą poziom antropopresji terenu na którym występuje. Wielkość ta stanowi wiarygodną informację na temat intensywności emitowanych zanieczyszczeń, a także jest podstawą do wszczęcia prac rekultywacyjnych na obszarach zanieczyszczonych [Cuske i in. 2013].

Silne zanieczyszczenie terenów rolniczych metalami ciężkimi może w skrajnych przypadkach doprowadzić do nieodwracalnych zmian w glebie, ponieważ metale, w przeciwieństwie do substancji organicznych, nie ulegają rozkładowi mikrobiologicznemu [Kabata-Pendias i Pendias 1999].

Wspomniane zagrożenia mają głównie charakter lokalny i dotyczą przede wszystkim rejonów silnie uprzemysłowionych, w których występują emisje zakładów hutniczych. Jednym z takich przykładów są zakłady Kombinatu Górniczo-Hutniczego Miedzi, Polska Miedź S.A w rejonie legnicko-głogowskim. Huta Miedzi GŁOGÓW jest największym krajowym zakładem hutniczym składającym się z dwóch kompleksów metalurgicznych, w których na skutek procesów pirometalurgicznych wytwarzane są rudy miedzi.

Lokalizacja zakładu w regionie aglomeracji miejskich oraz w pobliżu obszarów rolniczych dodatkowo zwiększa skutki zagrożeń środowiskowych. Na terenach tych uprawia się zboża, głównie pszenicę oraz rośliny okopowe takie jak ziemniaki i buraki cukrowe. Huta od szeregu lat postrzegana jest jako poważne zagrożenie ekologiczne dla tego rejonu. Jeszcze kilkanaście lat temu tereny zlokalizowane w bliskim sąsiedztwie Huty uznawane były za rejon kłęski ekologicznej, ponieważ ilości emitowanych do atmosfery pyłów metalonośnych i gazów kilkakrotnie przekraczały dopuszczalne normy. Jednak w ostatnim dziesięcioleciu stan środowiska wokół zakładu uległ znacznej poprawie, dzięki prowadzonej na szeroką skalę działalności proekologicznej. Wprowadzenie nowoczesnych instalacji oczyszczających, modernizacja procesów technologicznych, a przez to radykalne zmniejszenie emisji pyłów i gazów metalono-

śnych znacznie ograniczyły uciążliwość Huty dla omawianego środowiska [Rosada 2007, 2008].

Mimo pozytywnych zmian obserwowanych ostatnio w środowisku sąsiadującym z Hutą nadal istnieje konieczność corocznej, systematycznej kontroli poziomu metali ciężkich w glebach. Proekologiczne działania nie są bowiem zabiegiem jednorazowym, który na trwałe rozwiązuje problem niepożądanych dla środowiska skutków działalności przemysłowej. Zawsze należy pamiętać o tym, że każde środowisko przyrodnicze, nawet gdy wydaje się być stabilne, w gruncie rzeczy jest systemem dynamicznym, podlegającym oddziaływaniu różnych czynników: biologicznych, klimatycznych, a także technologicznych. Wpływ tych czynników na środowisko często doprowadza do zmian, których przebieg jest trudny do przewidzenia. Poza tym należy uwzględnić dynamikę zanieczyszczenia środowiska objętego emisjami przemysłowymi wynikającą ze specyfiki produkcyjnej zakładu [Rosada 2008].

OBIEKT BADAŃ

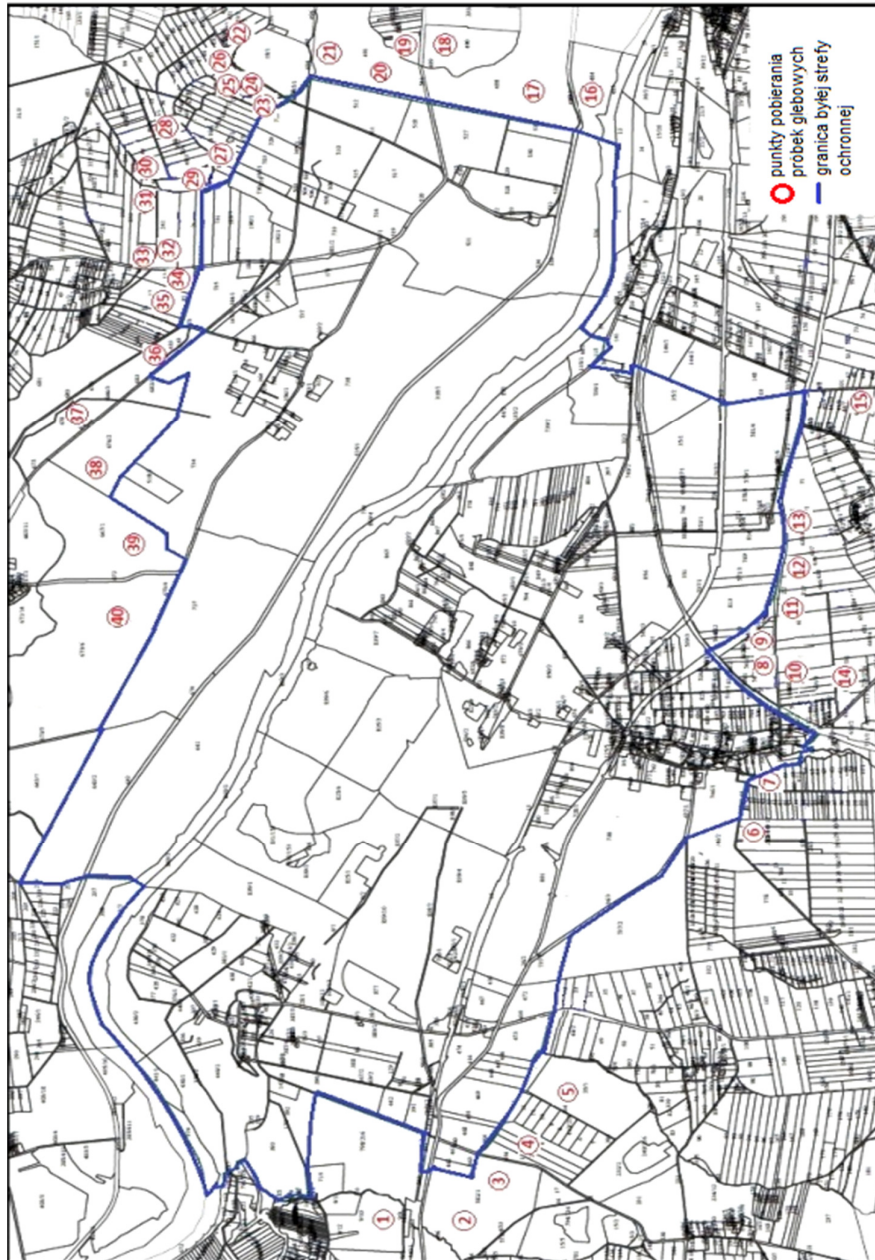
Badania wykonywane były na terenach rolniczych sąsiadujących z Hutą Miedzi GŁOGÓW, na lewo- i prawobrzeżnej stronie rzeki Odry. Obszar badawczy obejmował była strefę ochronną oraz tereny przyległe, zlokalizowane na pograniczu strefy – rysunek 1. Z obszaru tego pobierano próbki glebowe do oznaczeń zawartości miedzi (Cu), ołowiu (Pb), kadmu (Cd), oraz odczynu badanych gleb (pH).

METODYKA BADAŃ

Próbki gleb pobierano w latach 2012–2013 w okresie wiosennym z poziomu orno-próchnicznego (0-30 cm) stosując specjalistyczny świder mechaniczny. Łącznie do oznaczeń pH oraz całkowitej zawartości analizowanych pierwiastków pobierano corocznie 40 próbek glebowych. Lokalizację punktów poboru gleb wyznaczano za pomocą GPS. Z każdego punktu pobierano 30 próbek pojedynczych, które po zmieszaniu traktowano jako próbkę średnią.

Przed analizą próbki glebowe wysuszono w temperaturze pokojowej, następnie utarto w moździerzu i przesiano przez sito plastikowe o średnicy oczek 2 mm, w celu oddzielenia części szkieletowych od ziemistych. Po przesianiu, każdą próbkę gleby dokładnie wymieszano, aby uzyskać wysoki stopień homogeniczności materiału.

pH badanych gleb oznaczono w 1-molowym KCl metodą potencjometryczną [Siebielec 2012].



Rys. 1. Mapa lokalizacji poboru próbek glebowych z rejonu Huty Miedzi GŁOGÓW
Fig. 1. Sampling location map of area surrounding Huta Miedzi GŁOGÓW

Ujednolicony materiał glebowy zmielono na młynku mikroplanetarnym Pulverisette 7 z kulami agatowymi w celu precyzyjniejszego rozdrobnienia gleby. Tak przygotowany materiał badawczy poddano procesowi mineralizacji umieszczając 0,5 g badanej gleby w naczyniu mineralizacyjnym i przez 30 minut macerowano w roztworze 10 cm³ kwasu azotowego V. Po upływie tego czasu badaną próbkę umieszczono w piecu mikrofalowym Mars Express firmy CEM, mineralizowano przy użyciu odpowiedniego programu. Wykonano także „próby ślepe”. Zmineralizowany materiał przeniesiono ilościowo do kolbek miarowych (50 cm³) i uzupełniono wodą dejonizowaną.

Oznaczeń badanych pierwiastków dokonano za pomocą systemu spektrometrów absorpcji atomowej Varian AA 240FS/24OZ.

Ocenę jakości gleb pod względem zawartości miedzi (Cu), ołowiu (Pb) i kadmu (Cd) dokonano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. Nr 165, Poz.1359).

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Analizowane utwory należą do czterech kategorii agronomicznych tj. gleb bardzo lekkich, lekkich, średnich i ciężkich. Gleby występujące w badanym rejonie odznaczają się dużym zróżnicowaniem pod względem uziarnienia. Zgodnie z podziałem według Polskiej Normy PN-R-04033 badane gleby należą do trzech grup granulometrycznych (piaski, gliny, pyły). Przeważającymi utworami są tu pyły zlokalizowane na lewobrzeżnym terenie Odry, natomiast na prawobrzeżnej stronie występują mniej liczne utwory piaszczyste i gliniaste. Zawartość węgla organicznego mieści się w granicach 0,57-2,11%, próchnicy od 0,98 do 3,64%, natomiast azotu ogólnego w przedziale 0,07-0,23 [Rosada 2008]. Całkowita zawartość metali ciężkich oraz pH w badanych glebach została przedstawiona w tabeli 1.

Celem badań odczynu gleb była kontrola skuteczności zabiegów wapnowania prowadzonych przez miejscowych rolników i propagowanych przez Dział Ochrony Środowiska Huty Miedzi GŁOGÓW. Odczyn gleb uważany jest za jeden ze znaczących czynników wpływających na formę, w jakiej metale ciężkie występują w środowisku glebowym. Obniżenie odczynu gleby do lekko kwaśnego i kwaśnego wpływa na wzrost stężenia w roztworze glebowym, dostępnych dla roślin, ruchomych form metali ciężkich oraz powoduje podwyższenie wskaźnika ich akumulacji. Spowodowane jest to wzrostem rozpuszczalności chemicznych połączeń metali ciężkich, jak również zmniejszeniem ich absorpcji na koloidach glebowych, co związane jest z niskim pH [Czech i in. 2014].

Z tego względu od szeregu lat do planowanych działań proekologicznych Huty, oprócz stałej modernizacji procesów technologicznych, należy również

propagowanie zabiegów wapnowania. Akcję wapnowania gleb Huta rozpoczęła już w latach 80-tych. W okresie tym wszystkie grunty należące do byłej strefy ochronnej poddano zabiegowi detoksykacji stosując wapno tlenkowe, dolomitowe oraz defekacyjne. Natomiast, najbardziej intensywne działania przeprowadzono w latach 90-tych. Wapnowanie gleb jako stały element działalności proekologicznej prowadzone było do 2000 roku.

Badania odczynu gleb prowadzone w latach 2012-2013 wykazały duże zróżnicowanie odczynu w obrębie analizowanych próbek. W roku 2012 wykazano, iż gleby o odczynie kwaśnym stanowiły 5%, lekko kwaśne 67,5%, obojętnym 15% i zasadowym 12,5%. Natomiast w roku 2013 pH gleb kształtowało się następująco: gleby o pH silnie kwaśnym 2,5%, kwaśnym 7,5%, lekko kwaśnym 55%, obojętnym 25% oraz zasadowym 10%.

Taki stan rzeczy może być związany z zaprzestaniem finansowania zabiegów wapnowania od roku 2000 przez Hutę Miedzi GŁOGÓW. Stabilizacja odczynu gleb w wyniku procesu wapnowania została potwierdzona w badaniach prowadzonych na tym terenie w latach 2002–2006 [Rosada 2008]. Badania te wykazały, iż w wyniku wapnowania udział gleb o odczynie zasadowym, obojętnym i lekko kwaśnym wynosił 88%, a tylko 12% stanowiły gleby kwaśne i bardzo kwaśne.

Wyniki badań dotyczące udziału Cu, Pb i Cd w glebach objętych oddziaływaniem Huty Miedzi GŁOGÓW wykazały, iż ich zawartość w dużej mierze uzależniona jest od lokalizacji punktów badawczych względem emitora zanieczyszczeń. Wyniki przeprowadzonych badań odnoszące się do miedzi i ołowiu, których znaczne ilości emitowane były od momentu uruchomienia Huty wykazały, że największe zawartości tych pierwiastków występowały na terenach ówczesnej strefy ochronnej. Stwierdzono również, iż na zawartość miedzi i ołowiu w poszczególnych punktach badawczych położonych w równych odległościach od zakładu, lecz na różnych kierunkach geograficznych, mogą mieć wpływ wiejące w tym rejonie wiatry. Większe zawartości Cu i Pb wykazują gleby występujące na kierunku północno-wschodnim i wschodnim czyli na prawobrzeżnych terenach Odry.

W punktach badawczych znajdujących się na prawobrzeżnej stronie Odry występowały zdecydowanie wyższe wartości badanych pierwiastków niż na lewobrzeżnej stronie Odry.

Najwyższą, przekraczającą dopuszczalną normę zawartość miedzi stwierdzono w roku 2012 w punktach badawczych nr 4, 8, 12, 13, 29, 31, 32, 34, 37 natomiast w roku 2013 w punktach nr 5, 8, 9, 11, 28, 34, 36.

W przypadku ołowiu wszystkie badane próbki mieściły się w granicach dopuszczalnej normy, jednak w 2012 roku w punkcie nr 29 oraz w 2013 roku w punkcie nr 28 wartości te były bardzo wysokie.

Zawartość kadmu w całym okresie badań była znacznie niższa od dopuszczalnej normy.

Tab.1. Całkowita zawartość metali ciężkich i pH w badanych glebach

Tab.1. Total content of heavy metals and pH in analyzed soils

Nr próbki gleby	pH gleby w 1 MKCl	Zawartość badanych pierwiastków			pH gleby w 1 MKCl	Zawartość badanych pierwiastków		
		w mg·kg ⁻¹ suchej masy (2012)				w mg·kg ⁻¹ suchej masy (2013)		
		Cu	Pb	Cd		Cu	Pb	Cd
1	5,3	83,72	34,73	0,12	5,3	97	35,40	0,14
2	5,9	90,04	37,46	0,13	6,7	115	38,2	0,22
3	7,3	121,31	50,66	0,20	7,1	141	52	0,30
4	6,6	150,09	62,99	0,22	5,0	130	52	0,18
5	6,4	135,47	55,25	0,19	7,3	156	66	0,23
6	6,4	105,17	46,81	0,23	6,4	132	46	0,26
7	6,3	103,45	44,33	0,24	6,0	116	41	0,30
8	7	159,71	61,1	0,28	6,6	157	55	0,34
9	7,3	90,93	36,27	0,23	7,2	178	62	0,33
10	7,4	92,64	39,51	0,21	5,8	135	50	0,29
11	6,3	144,42	57,72	0,28	7,1	157	59	0,38
12	6,2	165,55	61,71	0,34	5,8	148	59	0,39
13	7,2	156,75	56,55	0,30	6,2	139	51	0,27
14	6,4	99,63	48,71	0,22	6,3	131	57	0,47
15	7,2	84,05	47,64	0,22	5,6	128	64	0,34
16	7,1	145,43	61,52	0,27	7,3	107	39,1	0,20
17	6,3	139,08	51,51	0,21	7,3	137	52	0,33
18	6,1	80,1	40,26	0,21	6,1	108	56	0,35
19	5,7	99,79	49,71	0,27	5,6	116	52	0,33
20	6,1	109,74	44,46	0,26	6,3	128	52	0,31
21	6,5	96,91	45,03	0,31	6,4	97	41,9	0,25
22	5,8	93,41	40,7	0,15	5,6	109	53	0,24
23	5,7	99,84	40,42	0,17	6,3	108	41	0,26
24	5,9	120,28	48,31	0,18	6,2	107	44	0,23
25	6,1	105,65	43,96	0,20	6,0	93	45	0,29
26	6,2	133,22	49,98	0,21	6,3	123	53	0,30
27	6,1	145,44	57,35	0,25	5,5	125	53	0,24
28	5,3	129,55	50,11	0,20	4,4	181	79	0,26
29	5,9	165,71	80,07	0,25	6,1	123	57	0,24
30	6,4	118,27	44,78	0,20	7,3	120	52	0,26
31	6,3	151,17	65,82	0,27	6,2	124	54	0,29
32	6,8	187,24	76,77	0,33	7,2	144	60	0,31
33	6,1	141,62	55,03	0,22	6,3	113	51	0,21
34	7,3	184,62	65,23	0,22	6,2	163	67	0,32
35	5,8	149,59	55,23	0,22	6,0	140	55	0,21
36	5,6	118,92	46,72	0,21	6,4	168	70	0,25

37	6,2	166	58,7	0,18	7,1	134	56	0,21
38	7,5	141,98	52,64	0,38	6,7	86	45	0,60
39	7,4	128,11	46,38	0,18	6,2	112	51	0,29
40	5,9	97,1	35,94	0,24	6,7	86	45	0,6

W przeprowadzonych analizach gleb nie stwierdzono różnic w zawartości metali ciężkich pomiędzy poszczególnymi latami badań. Wskazuje to, iż obecne emisje pyłów metalonośnych pochodzące z zakładu nie wpływają na zmianę zawartości Cu, Pb i Cd w warstwie ornej badanych gleb. Radykalnie obniżone zostały także emisje gazowe, które w znacznym stopniu wpływają na zmianę pH gleb na tym obszarze.

WNIOSKI

- Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że zawartość analizowanych metali ciężkich w glebach jest wynikiem znacznej akumulacji tych pierwiastków pochodzących z okresu wzmożonej emisji zakładu. Przeprowadzone badania zawartość metali ciężkich w glebach stanowią miarodajną wielkość wyznaczającą poziom antropopresji tego rejonu.
- Na zawartość badanych pierwiastków w poszczególnych glebach istotny wpływ mają czynniki klimatyczne (dominujące na tym obszarze wiatry) oraz rodzaj użytkowania terenu. Większe wartości badanych metali ciężkich wykazują gleby położone na prawobrzeżnej stronie rzeki Odry.
- Głównymi pierwiastkami powodującymi największe zanieczyszczenie gleb w środowisku rolniczym sąsiadującym z Hutą Miedzi GŁOGÓW są miedź i ołów.
- Przeprowadzone badania wykazały duże zróżnicowanie wartości pH w obrębie badanych próbek. Większość z nich wykazała odczyn kwaśny, lekko kwaśny i obojętny, co związane jest z zaprzestaniem finansowania zakupu wapna przez Hutę od 2000 roku oraz wzrastającymi cenami wapna nawozowego.

LITERATURA

1. BARAN S. TURSKI R., 1996. Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb. Wyd. AR w Lublinie, Lublin.
2. CZECH T, BARAN A., WIECZOREK J., 2014. Zawartość metali ciężkich w glebach i roślinach z terenu Gminy Borzęcin (Województwo Małopolskie). Inżynieria Ekologiczna nr 34, 89-98.
3. CUSKE M, MARCINKIEWICZ M, SZOPKA K, KARCZEWSKA A,

- PORA E., 2013. Oddziaływanie Huty Cynku Oława na środowisko glebowe terenów przyległych, w świetle całkowitej zawartości metali ciężkich w poziomach powierzchniowych gleb miasta Oława, Zeszyty Naukowe nr 149, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra.
4. KABATA-PENDIAS A, PENDIAS H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa.
 5. KWIATKOWSKA J., 2007. Ocena możliwości wykorzystania węgla brunatnego jako efektywnego źródła materii organicznej w gruntach przekształconych antropogenicznie. Inżynieria i Ochrona Środowiska, Politechnika Warszawska, t. 10 nr 1, 71-85.
 6. MOCEK A, MOCEK-PLÓCINIĄK A., 2010. Ksenobiotyki w środowisku glebowym Polski. Nauka Przyroda Technologia, tom 4, zeszyt 6, Poznań.
 7. ROSADA J., 2007. Ekologiczne aspekty wykorzystania obszarów objętych oddziaływaniem emisji hut miedzi do upraw rolniczych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 47 (1): 119-127.
 8. ROSADA J., 2008. Stan środowiska rolniczego w rejonie oddziaływania emisji Huty Miedzi „GŁOGÓW”. Rozprawy Naukowe Instytutu Ochrony Roślin Państwowego Instytutu Badawczego, Zeszyt 19, Poznań.
 9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziem, Dz.U. Nr 165, Poz.1359.
 10. SIEBIELEC G. (kier.), 2012. Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2010-2012. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Puławy.

ASSESSMENT OF SOILS' POLLUTION LEVEL ON PERIPHERIES OF THE FORMER PROTECTIVE ZONE OF THE COPPER SMELTER "GŁOGÓW"

S u m m a r y

The environmental friendly activities carried on for many years by the Copper Smelter GŁOGÓW contributed to a significant reduction of the majority of negative effects of factory's influence on the environment. A modernization of the copper production technology and introduction of effective purification systems led to a substantial improvement of the agrocenoses surrounding the Smelter. A considerable reduction in the dust emissions lowered the heavy metals' pollutions to the environment. The emission of SO₂ to the atmosphere was nearly completely eliminated. For this reason the level of soil acidification was considerably reduced. Therefore, on December 31, 2005 the Environment Minister decided to completely eliminate the protective zone surrounding the Copper Smelter

GŁOGÓW. Despite of the observed environment improvement in the investigated area, there is a need of their constant and consistent monitoring. It mainly relates to soils, with a large amount of heavy metals accumulated in the early years of factory's operation, mostly Cu and Pb. Those xenobiotics have been bioaccumulated in soils.

Key words: heavy metals, Copper Smelter GŁOGÓW, environment, soil