

OCENA WIELOLETNIEGO ODDZIAŁYWANIA EMISJI
PRZEMYSŁOWYCH NA GLEBY I ROŚLINY W GRANICACH STREFY
OCHRONNEJ "HUTY KATOWICE"

Sylwia Pomierny, Ryszard Ciepał

Katedra Ekologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Śląski
ul. Bankowa 9, 40-007 Katowice
e-mail: spomierny@o2.pl

Streszczenie. Celem pracy była ocena zawartości Mn, Zn, Cu, Cd i Pb w górnej warstwie (0-30 cm) gleb leśnych oraz zbadanie stopnia akumulacji tych metali w szpilkach i liściach pięciu gatunków roślin z wybranych powierzchni badawczych w zależności od odległości od emitatorów Huty Katowice. Kumulację metali oznaczono metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej aparatem AAS 1-N (CARL ZEISS-JENA). Stwierdzono nagromadzenie się Mn, Zn, Cu, Cd i Pb w wierzchniej warstwie gleby (0-10 cm), a zawartość tych metali w profilu malała wraz ze wzrostem głębokości. W badanych glebach zaobserwowano przekroczenie dopuszczalnych stężeń Cd i Pb. Potwierdzono, że wraz ze wzrostem odległości od emitatora maleje w glebie ilość Zn, Cu i Cd. Analiza materiału roślinnego wykazała istnienie zagrożenia skażenia środowiska Zn, Cd i Pb. Większość gatunków maksymalne ilości Zn, Cd i Pb skumulowała na stanowisku usytuowanym najbliżej emitatora.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, gleba, rośliny, Huta Katowice

WSTĘP

Do czołówki zakładów emitujących największe ilości zanieczyszczeń w województwie śląskim należy Huta Katowice. Rozpoczęła ona swą produkcję w 1976 roku. Głównymi substancjami fitotoksycznymi emitowanymi przez hutę są dwutlenek siarki, tlenki azotu, związki fluoru i pyły. W skład pyłów wchodzi metale ciężkie, a w szczególności duże ilości żelaza, oraz wapń i magnez. W pierwszym dziesięcioleciu działalności zakładu odnotowano systematyczny wzrost emisji zanieczyszczeń. Wprowadzenie w ostatnich latach proekologicznych rozwiązań technologicznych w Hucie Katowice (m. in. urządzenia odpylające gazy i spaliny, elektrofiltry, hermetyzacja procesów produkcji) i w ZK "Przyjaźń" wpłynęło na obniżenie emisji, zarówno pyłowych jak i gazowych. Znajduje to odzwierciedlenie

w stopniowym obniżaniu wielkości emisji rejestrowanych w punktach kontrolnych Wojewódzkiej Stacji Sanitarno – Epidemiologicznej w Katowicach [24] (tab. 1) i placówki badawczej Huty Katowice (tab. 2). W październiku 2001 roku Huta Katowice S.A. otrzymała certyfikat stwierdzający, że w firmie działa system zarządzania środowiskowego zgodny z normą ISO 14001 [1].

Celem niniejszej pracy było prześledzenie kierunku zmian, które zaszły na terenie oddziaływania emisji Huty Katowice w okresie 20 lat i określenie akumulacji wybranych metali w szpilkach i liściach badanych gatunków roślin oraz w górnej warstwie gleb leśnych.

Tabela 1. Opad pyłu i metali ciężkich w obrębie powierzchni badawczych (WSSE 2001) [3,5,6]

Table 1. Fall of dust and heavy metals in the research areas (WSSE) [3,5,6]

Powierzchnia Area	Opad pyłu – Fall of dust				Opad Mn Fall of Mn	Opad Zn – Fall of Zn			
	1980	1981	1984	2000	1999	1981	1984/1987	1999	
Rok Year	t·km ⁻² ·rok ⁻¹ – t km ² ·y ⁻¹				t·m ⁻² ·rok ⁻¹ t m ² ·y ⁻¹	t·m ⁻² ·rok ⁻¹ – t m ² ·y ⁻¹			
Huta Katowice	291,0	333,0	230,0	89,0	44,0	56,0	194,0	231,0	123,0
Okradzionów	144,0	134,0	91,0	103,0	26,0	22,0	96,0	463,0	70,0
Niegowonice	–	–	–	–	40,0	115,0	–	298,0	456,0
Huta Katowice	28,0	15,0	7,0	197,0	54,0	37,0	220,0	5,4	2,10
Okradzionów	14,0	19,5	5,0	57,0	78,0	22,0	110,0	2,7	1,40
Niegowonice	–	22,0	115,0	–	85,3	18,0	–	3,1	0,88

MATERIAŁ I METODY

Materiał do analiz pobrano w drzewostanach sosnowych (*Leucobryo – Pinetum*) rosnących w strefie bezpośredniego oddziaływania Huty Katowice:

- Powierzchnia I “Huta Katowice” – 1 000 m na pn. – wsch. od emitora,
- Powierzchnia II “Okradzionów” – 7 000 m na pn. – wsch. od emitora,
- Powierzchnia III “Niegowonice” – 13 000 m na pn.– wsch. od emitora.

Glebę do analizy pobierano pod koniec sezonu letniego w 2000 i 2001 roku z trzech poziomów metrycznych (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm). Przyjęcie takiej metody poboru próbek umożliwiło przeprowadzenie analizy porównawczej z badaniami prowadzonymi przez innych autorów. Materiał suszono do osiągnięcia powietrz-

nie suchej masy, przesiano przez sito o średnicy oczek 1 mm a następnie 10-gramowe naważki poddano ekstrakcji roztworem 2 mol $\text{HNO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$. W przesączu metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej na aparacie AAS 1-N (CARL ZEISS-JENA) oznaczono zawartość Mn, Zn, Cu, Cd i Pb.

Materiał roślinny stanowią igły *Pinus sylvestris* L., liście *Betula pendula* ROTH, *Vaccinium myrtillus* L., *Vaccinium vitis-idaea* L., *Fragaria vesca* L. zbierane w okresie dwóch sezonów wegetacyjnych – latem 2000 i 2001 roku. Próbki materiału roślinnego myto w wodzie destylowanej, następnie z homogenizowanego i wysuszonego w temperaturze 105°C materiału pobierano 1-gramowe naważki i spalano je w tyglach kwarcowych, w temperaturze 480°C do białości popiołu. Popiół rozpuszczano w 2 mol $\text{HNO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$. W przesączu oznaczono wybrane metale metodą AAS.

WYNIKI I DYSKUSJA

Dane WSSE [1] wskazują, że najbardziej skażona pod względem ilości opadającego pyłu była powierzchnia w Niegowonicach (tab. 2), a najmniej zanieczyszczona powierzchnia "Okradzionów". W znacznym stopniu potwierdzają to wyniki analiz zawartości metali ciężkich zarówno w glebie, jak i w materiale roślinnym pochodzących z tych powierzchni. Zawarte w niniejszej pracy wyniki własne stanowią średnią z analiz z poszczególnych lat, tj. z roku 2000 i 2001.

Analizując zawartość manganu w glebie badanych stanowisk (tab. 3), odnotowano wzrost stężenia manganu w górnym poziomie gleb w miarę oddalania stanowisk od emitora. Potwierdzają ten fakt dane WSSE (tab. 1). Niewielka liczba prac dotyczących badanego terenu uniemożliwia jednoznaczną analizę porównawczą, a istniejące różnią się metodyką prowadzonych badań. Stąd przytoczone dane często nie mogą służyć do bezwzględnego porównania, jak np. te zawarte w pracy Lorek [16]. Gleba z poziomu 0-5 cm zawiera bowiem większą ilość substancji organicznej, co ma zdecydowany wpływ na inne parametry i właściwości badanych gleb. Lorek [16] podaje 210 $\mu\text{g Mn} \cdot \text{g}^{-1}$ w poziomie 0-5 cm. Ciepał [5] natomiast odnotował na terenie Huta Katowice w poziomie gleby 0-10 cm 40 $\mu\text{g Mn} \cdot \text{g}^{-1}$, a na terenie Okradzionów 20 $\mu\text{g Mn} \cdot \text{g}^{-1}$. Mosoń-Kubala [20] odnotowała w tym miejscu 120,5-281 $\mu\text{g Mn} \cdot \text{g}^{-1}$. W głębszych warstwach gleby ilość manganu była znacznie niższa 1,7-4,5 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ i nie wykazywała znacznych różnic w obrębie kolejnych poziomów. Niskie zawartości manganu w poziomie 5-25 cm uzyskała Lorek [16] badając glebę z terenu strefy ochronnej Huty Katowice (26,8 $\mu\text{g Mn} \cdot \text{g}^{-1}$). Ciepał [5] stwierdził brak manganu w tych poziomach gleb. Mosoń-Kubala [20] w tych samych punktach odnotowała ilości manganu kilkakrotnie wyższe (por. tab. 3). Odnotowane wartości stężenia manganu w analizowanych glebach zaliczanych do gleb bielcowych, mieszczą się w przedziale wartości uznanych za normalne dla tego typu gleb, który wynosi 15-1500 $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ s.m. [13].

Tabela 2. Emisja zanieczyszczeń pyłowo-gazowych w latach 1985-2001 (Biuro Ochrony Środowiska – Huta Katowice S.A.)**Table 2.** Emission of dust and gas pollution in 1985-2001 (Department of Environmental Protection – “Katowice” Steelworks)

Lata – Years	Wielkość emisji – Amount of emission					Produkcja stali Production of steel
	Pył – Dust	Pb	Cd	Cu	Zn	
	tys. t-rok ⁻¹ thousand t y ⁻¹	t-rok ⁻¹ t y ⁻¹	t-rok ⁻¹ t y ⁻¹	t-rok ⁻¹ t y ⁻¹	t-rok ⁻¹ t y ⁻¹	mln t-rok ⁻¹ million t y ⁻¹
1985	26 163	–	–	–	–	4 228 278
1990	23 941	59,0	0,7	–	–	4 634 303
1991	14 535	49,0	0,6	–	–	3 698 600
1992	10 118	29,0	0,5	–	–	4 029 654
1993	8 320	41,0	0,7	–	–	3 650 962
1994	10 466	50,0	0,8	–	–	4 254 254
1995	8 335	35,0	0,5	10,4	–	4 591 823
1996	7 171	39,0	0,8	7,1	–	4 264 434
1997	5 113	28,0	1,1	6,3	–	4 869 094
1998	4 148	36,0	1,6	7,3	–	4 139 525
1999	4 058	30,0	2,1	11,9	–	3 777 642
2000	5 132	73,5	1,9	16,4	70,2	4 476 063
2001	4 638	46,1	2,1	14,4	44,8	4 140 947

Obciążenie badanych gleb cynkiem podane w niniejszej pracy jest wyraźnie wyższe od wyników uzyskanych podczas analiz gleb z obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Malczyk [18] podaje dla gleb bielcowych województwa bydgoskiego 20-24 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Graszta i Panek [11] w zewnętrznych warstwach gleb Puszczy Białowieskiej 65-85 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Porównanie uzyskanych wyników z rezultatami badań prowadzonych na tym samym obszarze wskazuje jednak na spadek obciążenia gleb cynkiem okolic Huty Katowice w ostatnich latach. W początkowym okresie działalności emitora gleby zawierały od 100-700 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (0-10 cm) [5]. Lorek [16] podaje z warstwy 0-5 cm na tym samym terenie 430 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Mosoń-Kubała [20]: 362-515 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Wszyscy autorzy potwierdzają wyraźny spadek zawartości cynku w głąb profilu glebowego.

Wyniki ilości miedzi uzyskane dla badanych gleb mieszczą się w zakresie naturalnej zawartości tego pierwiastka w glebach, tj. 2-20 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [9]. Podobnie jak w przypadku cynku, na badanym terenie można prześledzić na przestrzeni lat początkowy stopniowy wzrost ilości miedzi, a następnie spadek.

Tabela 3. Zawartość metali ciężkich ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) poszczególnych warstwach gleb [5,20,22]

Table 3. Content of heavy metals ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) in particular soil layers [5,20,22]

Powierzchnia Area	Warstwa Layer (cm)	Mn				Zn				Cu			
		1978	1982	1996	2000/ 2001	1978	1982	1996	2000/ 2001	1978	1982	1996	2000/ 2001
I „Huta Katowice”	0 – 10	40,0	40,0	281,5	765,1	210,0	700,0	474,0	154,2	5,0	35,0	49,5	12,4
	10 – 20	–	–	26,0	4,5	15,0	40,0	320,0	9,7	–	15,0	31,25	5,4
	20 – 30	–	–	6,75	3,4	–	30,0	229,25	6,7	–	–	19,0	4,4
II „Okradzinów”	0 – 10	20,0	20,0	177,5	973,6	100,0	300,0	515,5	145,1	5,0	25,0	31,25	8,5
	10 – 20	–	–	111,0	1,7	5,0	10,0	59,0	20,1	–	5,0	19,0	4,4
	20 – 30	–	–	40,75	4,5	–	10,0	407,5	7,8	–	śl	13,0	3,7
III „Niegowonice”*	0 – 10	–	–	120,5	1212,3	–	196,0	362,0	142,7	–	67	37,5	11,2
	10 – 20	–	–	26,0	2,8	–	81,0	109,0	1,8	–	31	25,0	3,9
	20 – 30	–	–	31,0	3,4	–	39,0	142,0	3,5	–	5	25,0	5,7

Powierzchnia Area	Warstwa Layer (cm)	Cd				Pb			
		1978	1982	1996	2000/ 2001	1978	1982	1996	2000/ 2001
I „Huta Katowice”	0 – 10	15,0	25,0	9,25	3,6	180,0	180,0	448,0	168,7
	10 – 20	–	–	1,5	0,77	20,0	40,0	169,0	30,0
	20 – 30	–	–	2,0	0,85	–	10,0	–109,5	24,0
II „Okradzinów”	0 – 10	śl	10,0	6,75	3,62	50,0	90,0	428,0	172,7
	10 – 20	–	–	6,25	0,62	10,0	50,0	292,0	31,4
	20 – 30	–	–	0,5	1,0	–	50,0	38,25	9,3
III „Niegowonice”*	0 – 10	–	6,7	2,0	3,6	–	320,0	365,0	121,2
	10 – 20	–	3,0	5,5	0,42	–	79,0	139,2	88,3
	20 – 30	–	–	1,0	0,77	–	48,0	126,0	30,1

*Wartości w kolumnie „1982r” odnoszą się do roku 1987.

*The quantities in the column „1982” refer to 1987.

I tak Lorek [16] w 1977r stwierdziła 0,89-1,41 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., Ciepał [5] w 1978 r. odnotował 5 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w roku 1982 na tym samym obszarze już 25-35 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Lorek [16] w 1986r 2,3-12,0 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ciepał [6] podaje zawartość miedzi w glebie badanych terenów w granicach 5,0-99,0 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., Mosoń-Kubala [20] odnotowała spadek stężenia tego pierwiastka uzyskując wynik 13,0-49,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Wszyscy autorzy odnotowali także spadek ilości tego pierwiastka wraz z powiększaniem się głębokości. Stosunkowo niską zawartość Cu można tłumaczyć antagonizmem w stosunku do cynku [12].

Analiza zawartości kadmu w glebie wskazuje na skażenie badanego obszaru tym pierwiastkiem. Dudka, Sajdak [9] podają naturalną zawartość kadmu w granicach 0,1-0,6 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. W przypadku tego metalu nie można jednoznacznie stwierdzić spadku stężenia wraz z upływem lat. W pierwszym okresie działalności "Huty Katowice" ilość kadmu na obszarze ochronnym zakładu wzrastała, i tak w roku 1977 wynosiła 1,0-1,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. gleby [16], w 1978r wzrosła do 15 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w 1982 do 10-25 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [5]. Jednakże w roku 1986 zmalała do 0,4-3,5 $\mu\text{g Cd}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w latach 1987-1988 sukcesywnie wzrastała do 0,6-6,0 $\mu\text{g Cd}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [16] i do 3,0-17,9 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ciepał [6]. Wyliczone średnie ilości kadmu na poszczególnych stanowiskach wskazują na spadek zawartości tego pierwiastka w glebach terenów położonych w coraz większej odległości od emitora. Zależność taką potwierdzają także cytowani autorzy.

Podobne obserwacje odnotowano w przypadku analizy ilości ołowiu. Gleba badanego obszaru charakteryzuje się podwyższonym stężeniem tego pierwiastka, którego naturalne ilości wahają się w granicach 8-25 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [9]. W minionych latach autorzy wykazywali różne zakresy zawartości ołowiu. I tak Lorek [16] w 1977r od 50 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (0-5 cm) do 40,2 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (5-25 cm). Ciepał [5] od 180 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (0-10 cm) 10 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (10-20 cm), a w roku 1982 już od 180 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (0-10 cm) do 10 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (20-30 cm). Lorek [16] otrzymała wynik 225 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (0-5 cm) do 39 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (5-25 cm). Ciepał [6] od 622 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. do 21 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Natomiast Mosoń-Kubala [20] odnotowała wzrost kumulacji tego metalu i podaje od 448 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (0-10 cm) do 139 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. (10-20cm) i do 38,25 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w poziomie 20-30 cm. Uzyskane przez wszystkich autów ilości ołowiu znajdują odzwierciedlenie w danych B.O.Ś. – Huta Katowice S.A. [2] (tab. 2), bowiem wielkości emisji ołowiu w latach 1985-2001 ulegały bardzo dużym wahaniom. Wszyscy autorzy wskazują na maksymalną koncentrację ołowiu w górnej warstwie gleby i jej spadek wraz ze wzrostem głębokości.

Analiza materiału roślinnego (tab. 3) może wskazywać na niedobór manganu, gdyż zakres optymalnych zawartości manganu w roślinach waha się w szerokich granicach 40-900 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [15]. Potwierdzają to również wyniki analizy gleby, gdzie wystarczające ilości manganu znajdują się jedynie w najbardziej powierz-

chniowej warstwie (0-10 cm), gdzie może być niedostępny dla roślin, których korzenie sięgają głębszych warstw, a w których ilość manganu jest znikoma.

Badając zawartość manganu w szpilkach sosnowych zebranych z terenu Puszczy Białowieskiej, Gasz [10] oznaczył jego poziom w szpilkach jednorocznych na $175 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w dwuletnich na $209 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. W niniejszej pracy wykazano jeszcze niższe ilości tego pierwiastka w szpilkach sosny, mianowicie dla szpilek jednorocznych $45,9\text{-}87,4 \mu\text{g Mn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., dla dwuletnich $42,5\text{-}115,0 \mu\text{g Mn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.

W liściach *Betula pendula* zawartość manganu była nieco wyższa: $128,8\text{-}146,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Podobne wyniki otrzymała Kurtok [14] badając tereny parków miejskich Katowic i Chorzowa: $49\text{-}280 \mu\text{g Mn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ciepał [7] w badaniach brzozy z rezerwatów śląskich wykazał $180\text{-}340 \mu\text{g Mn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Niewiele, od powyższych, różnią się ilości manganu wykazane w liściach roślin runa. Ilości manganu, jakie stwierdzono w liściach borówek i poziomki to $80,4\text{-}142,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ciepał [5] oznaczył w liściach poziomki $30\text{-}50 \mu\text{g Mn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., Lorek [16] w liściach obydwu borówek wykazała $10,62\text{-}147,93 \mu\text{g Mn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. a Mosoń-Kubala [20] podobne wyniki otrzymała na stanowisku "Huta Katowice".

Koncentracja cynku w szpilkach *Pinus sylvestris* badanych terenów jest wyższa niż na terenach wolnych od emisji przemysłowych. W szpilkach sosny zwyczajnej z Puszczy Białowieskiej Gasz [10] określił zawartość cynku na poziomie $70\text{-}85 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ciepał, Rycman [8] oznaczyli na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego przeciętnie $52,8 \mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., lecz i tak relatywnie nieduża w porównaniu z silnie zanieczyszczonymi obszarami kraju, np. okolice huty cynku "Bolesław" – do $856 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [21]. W strefie ochronnej "Huty Katowice" Bartyzel [3] oznaczyła w szpilkach sosny średnio $220\text{-}460 \mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.. Na tym samym terenie Ciepał [6] podaje średnie stężenie cynku w szpilkach jednorocznych w granicach $223\text{-}409 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w dwuletnich $244\text{-}535 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Badania Mosoń-Kubali [20] wykazały średnio $87,37\text{-}128,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. co wskazuje na spadek zawartości tego pierwiastka. W liściach *Betula pendula* obserwuje się stopniowe obniżenie zawartości cynku na przestrzeni lat. Na terenach badanych Bartyzel [3] ustaliła dla tego gatunku ilość $1995\text{-}2021 \mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a Ciepał [6] średnio $1227\text{-}1487 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Obserwuje się więc spadek ilości cynku u tej rośliny. Mimo to obciążenie gatunku cynkiem można uznać za duże.

W liściach roślin runa również zaobserwowano znaczne podwyższenie ilości cynku w stosunku do normalnego jego stężenia: $15\text{-}80 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.. W liściach borówki czarnej średnia zawartość cynku to $85\text{-}107 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., gdy u Mosoń-Kubali [20] wynosiła do $79,12 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a u Lorek [16] w latach 1986-1987 $56,62 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. i w roku 1977 około $35,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Borówka czerwona zawiera stosunkowo mniej tego pierwiastka: $55\text{-}99 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Natomiast pozostali autorzy (por. tab. 4) odnotowali więcej cynku w liściach borówki czerwonej niż borówki czarnej. Granica stężeń w liściach *Fragaria vesca* wynosi $110,3\text{-}116,3 \mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.

W strefie ochronnej "Huty Katowice" Ciepał [5] w 1978 r. odnotował w liściach poziomki 100-140 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w 1980 roku już 290-390 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. W następnych latach autorzy stwierdzili spadek stężenia cynku w tym gatunku, gdyż Bramora [4] wyznaczyła na tym terenie 129,3-146,1 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a Mosoń-Kubala [20]: 126,75-141,25 $\mu\text{g Zn}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. W ostatnim czasie ilość ta uległa obniżeniu, co potwierdzają wyniki analiz własnych liści poziomki. Przeprowadzone badania potwierdzają jednak, że stopień nagromadzenia cynku jest zróżnicowany w zależności od gatunku.

W badaniach ilości miedzi w szpilkach sosny odnotowano niższą zawartość tego pierwiastka w starszych rocznikach szpilek, co można tłumaczyć tym, że miedź jest najintensywniej pobierana przez rośliny młode, a gromadzi się głównie w organach młodych i fizjologicznie aktywnych [12,19]. Ciepał [6] badając na tym terenie poziom miedzi w igłach sosnowych określił jej zawartość na 15,4-20 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. dla szpilek jednorocznych i 15,0-19,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. dla szpilek dwuletnich. Mosoń-Kubala [20] podaje zawartość miedzi w szpilkach *P. sylvestris* 6,37-15,37 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Zaobserwować więc można spadek stężenia miedzi w szpilkach pochodzących z terenu badań na przestrzeni lat. Wśród gatunków runa *Vaccinium myrtillus* i *Fragaria vesca* odznaczają się nieco większą zawartością miedzi niż *Vaccinium vitis-idaea*. Dla borówki czerwonej Lorek [16] podaje 4,9 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w 1977 r., 4,25 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w latach 1986-1988, a Mosoń-Kubala [20] 7,12-9,21 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Dla *V. myrtillus* poziom miedzi mieści się w granicach 8,8-10,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Lorek [16] 2,1 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w roku 1977 i 4,33 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. po dziesięciu latach, a Mosoń-Kubala [20] ponownie ilość większą: 12,37-21,87 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Dla poziomki odnotowano 9,0-10,1 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ciepał [5] dla tego samego gatunku podaje 5-15 $\mu\text{g Cu}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Otrzymane wyniki zawartości miedzi w roślinach nie wskazują na zagrożenie tym metalem, gdyż normalna zawartość miedzi mieści się w granicach 2-20 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [13].

Uzyskane w niniejszej pracy wyniki zawartości kadmu w roślinach mogą świadczyć o zmniejszającym się zagrożeniu skażenia tym pierwiastkiem badanego terenu, gdyż zawartość kadmu w roślinach (zależna od gatunku) terenów nie zanieczyszczonych tym metalem rzadko przekracza 1,0 $\mu\text{g Cd}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Zagrożenie takie ciągle jednak istnieje. Ciepał [6] na badanym obszarze odnotował 5,4-7,2 $\mu\text{g Cd}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w szpilkach jednorocznych i 7,2-8,2 $\mu\text{g Cd}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w szpilkach dwuletnich. Mosoń-Kubala [20] podaje 5,82-8,71 $\mu\text{g Cd}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w szpilkach sosnowych. Kumulacja kadmu w liściach drzew jest podobna do zawartości tego metalu w szpilkach. W niniejszej pracy uzyskane wyniki ilości kadmu w liściach brzozy brodawkowatej są jednak wyższe niż dla szpilek sosny i wynoszą 1,9-2,5 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ciepał [6] na obszarze "Huty Katowice" otrzymał 10,1-11,2 $\mu\text{g Cd}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w liściach brzozy.

Tabela 4. Zawartość pierwiastków śladowych w roślinach badanych powierzchni ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.) [3,5,6,16,20,22,23]

Table 4. Content of trace elements ($\mu\text{g g}^{-1}$) in plants of studied areas. [3,5,6,16,20,22,23]

Gatunek – Species		Powierzchnia I – Area I “Huta Katowice”				Powierzchnia II – Area II “Okradzionów”				Powierzchnia III Area III “Niegowonice”				
		Mn				Mn				Mn				
		1977/ 1978	1987	1996	2000/ 2001	1977/ 1978	1996	2000/ 2001	1996	2000/ 2001				
<i>Pinus sylvestris</i>	szpilki I needles I	375,0	–	91,50	87,4	245	55,75	45,9	40,5	52,8				
	szpilki II needles II	–	–	140,75	115,0	–	115,12	42,5	77,62	73,5				
	<i>Betula pendula</i>	–	–	–	132,3	–	–	128,8	–	146,1				
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	127,5	147,93	158,12	80,4	–	347,87	139,9	333,75	118,5				
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	113,1	110,62	96,62	132,3	–	291,00	139,2	276,25	142,6				
	<i>Fragaria vesca</i>	40,0	–	44,37	83,9	30	72,87	139,2	82,37	139,2				
		Zn				Zn				Zn				
		1977/ 1978	1987	1987 /1989	1996	2000/ 2001	1977/ 1978	1987	1987 /1989	1996	2000/ 2001	1987 /1989	1996	2000/ 2001
<i>Pinus sylvestris</i>	szpilki I needles I	675,0	296	223,0	97,75	95,0	305	220	424	96,50	72,2	409	90,25	72,2
	szpilki II needles II	–	460	244,0	128,87	107,9	–	321	535	114,75	103,8	441	87,37	102,1
	<i>Betula pendula</i>	–	1995	1232,0	–	573,3	–	2021	1487	–	72,2	1227	–	579,7
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	35,3	–	56,62	79,12	107,0	–	–	–	65,70	103,8	–	63,50	85,2
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	66,0	–	96,27	95,62	99,4	–	–	–	101,87	116,8	–	120,62	79,2
	<i>Fragaria vesca</i>	140,0	–	–	126,75	110,3	100	–	–	131,00	72,2	–	141,25	116,3

cd. **Tabela 4.**
 Cont. **Table 4.**

Gatunek – Species	Powierzchnia I – Area I “Huta Katowice”				Powierzchnia II – Area II “Okradzionów”			Powierzchnia III – Area III “Niegowonice”		
	Cu				Cu			Cu		
	1977/ 1978	1987/ 1989	1996	2000/ 2001	1987/ 1989	1996	2000/ 2001	1987/ 1989	1996	2000/ 2001
<i>Pinus</i> szpilki I needles I	–	20,0	6,87	6,2	15,4	6,87	6,8	17,1	6,37	8,4
<i>Pinus sylvestris</i> szpilki II needles II	–	19,5	12,37	5,4	15,0	15,37	6,6	16,6	12,37	5,5
<i>Betula pendula</i>	–	14,5	–	7,5	10,7	–	8,7	11,0	–	8,0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	2,1	4,33	21,87	10,5	–	19,31	9,3	–	12,37	8,8
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	4,9	4,25	7,12	8,8	–	9,21	8,0	–	9,21	8,0
<i>Fragaria vesca</i>	15,0	15,0	14,85	9,1	–	12,37	10,1	–	9,37	9,0

cd. **Tabela 4.**
Cont. **Table 4.**

Gatunek –/ Species	Powierzchnia I – Area I “Huta Katowice”				Powierzchnia II – Area II “Okradzionów”				Powierzchnia III – Area III “Niegowonice”				
	Cd				Cd				Cd				
	1977/ 1978	1987/ 1989	1996	2000/ 2001	1977/ 1978	1987/ 1989	1996	2000/ 2001	1987/ 1989	1996	2000/ 2001		
<i>Pinus sylvestris</i> szpilki I needles I	10,0	5,4	7,31	1,1	5,0	7,2	7,3	0,7	5,8	8,71	1,0		
<i>Pinus sylvestris</i> szpilki II needles II	–	7,1	8,65	1,3	–	8,2	7,2	0,9	8,1	5,82	1,0		
<i>Betula pendula</i>	–	11,2	–	2,4	–	11,1	–	1,9	10,1	–	2,5		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1,9	0,66	1,5	2,1	–	–	1,0	2,6	–	0,87	1,9		
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	0,9	0,41	1,25	1,0	–	–	0,87	1,0	–	0,75	1,0		
<i>Fragaria vesca</i>	5,0	10,0	2,25	2,6	4,0	–	3,25	2,9	–	3,87	2,3		
	Pb				Pb				Pb				
	1977/ 1978	1987	1987/ 1989	1996	2000/ 2001	1977/ 1978	1987	1987/ 1989	1996	2000/ 2001	1987/ 1989	1996	2000/ 2001
<i>Pinus sylvestris</i> szpilki I needles I	365,0	16,0	36,6	2,62	8,9	65,0	–	17,8	2,62	14,8	13,9	1,5	8,9
<i>Pinus sylvestris</i> szpilki II needles II	–	19,0	38,4	5,25	11,1	–	–	24,5	3,75	14,7	24,4	3,0	9,8
<i>Betula pendula</i>	–	41,0	145,0	–	28,7	–	38,0	–	–	23,2	31,2	–	24,6
<i>Vaccinium myrtillus</i>	31,4	–	18,2	14,87	23,3	–	–	40,0	6,95	12,9	–	4,25	18,3
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	25,4	–	12,91	5,75	21,0	–	–	–	4,75	14,7	–	2,62	12,5
<i>Fragaria vesca</i>	40,0	50,0	–	13,37	14,7	40,0	–	–	12,10	18,4	–	11,75	8,9

Uzyskane wyniki mogą świadczyć o wspomnianym już obniżeniu zanieczyszczenia na badanym terenie. Na podstawie badań własnych można wnosić, iż zróżnicowanie kumulacji kadmu przez różne gatunki runa jest znaczne. Dla liści borówki brusznicy Lorek [16] podaje zawartość kadmu na poziomie $0,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w 1977 r. i $0,41 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w 1987 r. i $0,4-0,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w roku następnym. Zawartość kadmu, jaką wyznaczono w niniejszych badaniach w tym gatunku to $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ilość kadmu, jaką skumulowały liście *Vaccinium myrtillus* na obszarze objętym badaniami, waha się w granicach: $1,9-2,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Lorek [16] w roku 1977 dla tego gatunku odnotowała $1,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w roku 1987 $0,66 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.

Dla liści *Fragaria vesca* zbieranych w 2000 i 2001 roku zawartość kadmu mieści się w granicach $2,3-2,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Łukasik [17] podaje $1,0-6,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. na tym samym obszarze, a Ciepał [5] wyznaczył $4-10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Następni autorzy podają stężenia kadmu w liściach poziomki świadczące o spadku zanieczyszczenia tym metalem i tak Bramora [4] podaje $2,95-3,96 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a Mosoń-Kubala [20] $2,25-3,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.

Analizując zawartość ołowiu w roślinach można uznać, że na badanym terenie istnieje zagrożenie skażenia tym metalem, gdyż Ross (cyt. za [7]) podaje, iż zakres ołowiu w roślinach wynosi $0,1-10,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. W szpilkach sosny z terenów nie zanieczyszczonych (Białowieża) Palowski [21] oznaczył $9-22 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., w szpilkach *P. sylvestris* pochodzących z terenów okolicy "Huty Katowice" Bartyzel [3] podaje w szpilkach jednorocznych $13-19 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., Ciepał [6] $13,9-36,6 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a w dwuletnich $24,4-38,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Mosoń-Kubala [20] na tym samym terenie ilość ołowiu w szpilkach sosny określiła na $1,5-5,25 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Wyniki badań własnych nie odbiegają od wymienionych. Zawartość ołowiu w liściach *Betula pendula* z terenów nie zanieczyszczonych wynosi $5,8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. [10]. Na obszarach zanieczyszczonych koncentracja tego pierwiastka znacznie wzrasta. W materiale z okolic "Huty Katowice" Bartyzel [3] wyznaczyła $38-41 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a Ciepał [6] $31,2-145,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Wyniki badań własnych są zbliżone i wynoszą $23,2-28,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Ilość ołowiu w liściach roślin runa kształtuje się bardzo podobnie. Porównując dwa gatunki borówek, więcej ołowiu jest wstanie wchłonać *Vaccinium myrtillus*. Na tym samym obszarze Lorek [16] wyznaczyła $31,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w 1977 r., a dziesięć lat później $18,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Podobne wyniki otrzymała Mosoń-Kubala [20]: $4,25-14,87 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. *Vaccinium vitis-idaea* zawierała $12,5-21,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., Lorek [16] określiła ilość ołowiu w liściach borówki czerwonej na $25,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. w 1977r, a w roku 1987 na $12,91 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. a ilości jakie podaje Mosoń-Kubala [20] to: $2,62-5,75 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. W liściach *Fragaria vesca* odnotowano $8,9-18,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.. Natomiast Łukasik [17] ze strefy ochronnej huty, podaje $4-61 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., a Ciepał [4] $40-50 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Bramora [4] zawartość ołowiu w liściach poziomki określiła na $55,7-56,3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m.

a Mosoń-Kubala [20] w 1996 roku na poziomie 11,75-13,37 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Dla porównania Ciepał, Rycman [8], w liściach tego gatunku, z wolnego od emisji przemysłowych terenu Roztocza stwierdzili 2,1 $\mu\text{g Pb}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m. Tak duże wahania w zakresie stężeń ołowiu w liściach poziomki znajdują potwierdzenie w wielkości emisji ołowiu przez "Hutę Katowice" w poszczególnych latach działalności (tab. 2).

WNIOSKI

1. Obserwuje się postępujący spadek obciążenia gleb cynkiem i miedzią w ciągu ostatnich pięciu lat.
2. Stwierdzono nagromadzenie się metali (Mn, Zn, Cu, Cd, Pb) w wierzchniej warstwie gleby (0-10 cm), co może świadczyć o ich antropogenicznym pochodzeniu. Zawartość tych pierwiastków w profilu malała wraz ze wzrostem głębokości.
3. Powołując się na ilości wskazane przez innych autorów w glebach badanych terenów stwierdzono przekroczenie dopuszczalnych stężeń kadmu i ołowiu. Stężenie cynku, miedzi i manganu mieści się w granicach dopuszczalnych dla gleb.
4. Potwierdzono, że wraz ze wzrostem odległości od emitora maleje ilość w glebie cynku, miedzi i kadmu. Dla manganu odnotowano zależność odwrotną – wzrost stężenia w glebie wraz ze wzrostem odległości od emitora.
5. Zawartość pierwiastków emitowanych przez przemysł jest bardziej zróżnicowana w roślinach niż w glebie, gdyż oprócz rodzaju zanieczyszczenia, na tempo kumulacji ma wpływ gatunek rośliny.
6. Na podstawie analizy materiału roślinnego stwierdzono istnienie zagrożenia skażenia środowiska cynkiem, kadmem i ołowiem.
7. Wytypowano gatunki charakteryzujące się wyższą zdolnością kumulacji zanieczyszczeń: *Betula pendula*, *Vaccinium myrtillus*, *Fragaria vesca*.
8. Dla wszystkich analizowanych pierwiastków, z wyjątkiem miedzi, stwierdzono spadek stężenia wraz z wiekiem szpilek *Pinus sylvestris*.

PIŚMIENNICTWO

1. Anonim: Biuro Informacyjne i Dział Promocji Huty Katowice S.A. [www.hutakatowice.com.pl] marzec, 2002.
2. B.O.Ś. – Huta Katowice 2002: Raport Biura Ochrony Środowiska przy Hucie Katowice S.A.
3. **Bartyzel I.:** Ekofizjologiczne badania *Pinus silvestris* L. i *Betula verrucosa* EHRH. w strefie oddziaływań K. M. Huta Katowice. UŚ Katowice, Praca magisterska, 1988.
4. **Bramora E.:** Wpływ zanieczyszczeń pyłowych na rośliny runa leśnego na przykładzie *Fragaria vesca* L. UŚ, Katowice, Praca magisterska, 1987.
5. **Ciepał R.:** Badania ekologiczne runa boru sosnowego w strefie ochronnej huty "Katowice". UŚ Katowice, Praca doktorska, 1984.

6. **Ciepał R.:** Przenikanie S, Pb, Cd, Zn, Cu, Fe do biomasy oraz gleby ekosystemu leśnego (na przykładzie wschodniej części województwa katowickiego). Znaczenie bioindykacyjne. UŚ. Katowice, 1992.
7. **Ciepał R.:** Kumulacja metali ciężkich i siarki w roślinach wybranych gatunków oraz glebie jako wskaźnik stanu skażenia środowiska terenów chronionych województw śląskiego i małopolskiego. UŚ Katowice, 1999.
8. **Ciepał R., Rycman E.:** Ocena zagrożenia metalami ciężkimi i siarką Roztoczańskiego Parku Narodowego na podstawie analizy chemicznej liści i szpilek wybranych gatunków roślin. Acta Biol. Sil., Katowice 1996, 28 (45), 26-35.
9. **Dudka S., Sajdak G.:** Wstępna ocena zawartości niektórych metali śladowych w glebach województwa katowickiego. Archiwum Ochrony Środowiska, 1992, 1, 125 – 134.
10. **Gasz D.:** Ocena stopnia zagrożenia rezerwatów przyrody "Nieznanowo" (Białowieża) i "Ochojec" (Katowice) przez metale ciężkie i siarkę na podstawie analizy chemicznej liści i szpilek wybranych gatunków. UŚ, Katowice 1996, Praca magisterska.
11. **Greszta J., Panek E.:** Wpływ metali ciężkich na drzewa. [w] Życie drzew w skażonym środowisku. PWN, Warszawa, Poznań, 1989.
12. **John D.A., Leventhal J.S.:** Bioavailability of metals. [w] Preliminary compilation of descriptive geoenvironmental mineral deposit models. Open – File Report 95-831, Denver, Colorado, 1995.
13. **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa, 1999.
14. **Kurtok J.:** Ocena przydatności Wojewódzkiego Parku Kultury i Wypoczynku im. Gen. J. Ziętka w Chorzowie oraz Parku im. Tadeusza Kościuszki w Katowicach dla potrzeb rekreacji w oparciu o analizę chemiczną materiału roślinnego i gleby. UŚ, Katowice, Praca magisterska, 2001.
15. **Lityński T., Jurkowska H.:** Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa, 1982.
16. **Lorek E.:** Kierunek i dynamika zmian procesów degradacji środowiska pod wpływem antropopresji w rejonie Górnego Śląska. AE, Katowice, 1993.
17. **Lukasik W.:** Badania zawartości barwników i metali ciężkich w wybranych gatunkach roślin runa boru świeżego. UŚ, Katowice, Praca magisterska, 1982.
18. **Malczyk P.:** Metale ciężkie w glebach wybranych ekosystemów leśnych. Post. Nauk. Roln. 434, 599-603, 1996.
19. **Mengel K., Kirkby E.A.:** Podstawy żywienia roślin. PWRiL, Warszawa, 1983.
20. **Mosoń-Kubala A.:** Zawartość siarki i metali ciężkich w liściach i szpilkach wybranych gatunków roślin boru sosnowego w strefie oddziaływań emitorów Huty Katowice. UŚ, Katowice, Praca magisterska, 1997.
21. **Pałowski B.:** Concentration of Zn, Pb, Cd and Fe in the biomass, and growth of *Pinus sylvestris* L. in polluted and unpolluted environment. Acta Biol. Siles., 26 (43), 9-13, 1994.
22. **Pomierny S.:** Ocena wieloletniego oddziaływania emisji przemysłowych na gleby i rośliny w granicach strefy ochronnej "Huty Katowice" UŚ Katowice, Praca magisterska, 2002.
23. Sprawozdanie: Zbadanie zmian w składzie fitocenoz i kształtowanie się zbiorowisk zastępczych pod wpływem emisji przemysłowych. Pod kierunkiem K. Rostańskiego i T. Przybylskiego. (Maszynopis) 1980.
24. WSSE: Zanieczyszczenie atmosfery w województwie śląskim w latach 1999-2000. Wojewódzka Stacja Sanitarно-Epidemiologiczna w Katowicach, Katowice, 2001.

ESTIMATE OF LONG-TERM EFFECTS OF INDUSTRIAL EMISSIONS
ON SOILS AND PLANTS IN BOUNDARIES
OF "KATOWICE" STEELWORKS PROTECTIVE ZONE

Sylvia Pomierny, Ryszard Ciepał

Department of Ecology, University of Silesia, ul. Bankowa 9, 40-007 Katowice
e-mail: spomierny@o2.pl

Abstract. The aim of this work was to estimate the content of Mn, Zn, Cu and Pb in upper layer (0-30 cm) of forest soils and to study the accumulation degree of these metals in leaves of five plant species within selected research areas depending on the distance from emitters of "Katowice" Steelworks. The accumulation of the metals was determined by the method of absorption atomic spectrophotometry, using an AAS 1-N apparatus. Accumulation of Mn, Zn, Cu, Cd and Pb was noted in the top layer of the soil (0-10 cm), and the content of these metals in the profile decreased along with increasing depth. In the studied areas, permissible concentration of Cd and Pb was exceeded. It was confirmed that along with the increase of the distance from the emitter, the amount of Zn, Cu and Cd decreases. An analysis of the plant material showed the danger of environment contamination with Zn, Cd and Pb. Most plant species from the stand situated nearest to the emitter accumulated maximum amounts of Zn, Cd and Pb.

Keywords: heavy metals, soil, plants, "Katowice" Steelworks