

STANISŁAW DUDA

**Zawartość wybranych metali ciężkich  
w igliwiu sosny pospolitej  
(*Pinus silvestris* L.)  
w rejonie  
oddziaływania emisji huty miedzi**

Содержание выбранных тяжелых металлов в хвое сосны обыкновенной  
(*Pinus silvestris* L.) в районе воздействия эмиссий металлургического комбината

Content of selected heavy metals in the foliage of Scots pine (*Pinus silvestris* L.)  
in the region situated within the impact of emissions from a copper mill

Intensywny w latach siedemdziesiątych rozwój przemysłu miedziowego w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym (LGOM) spowodował sporo istotnych zakłóceń w środowisku przyrodniczym tego regionu. Poza zajęciem na cele inwestycji dużych obszarów gruntów, w tym ok. 2000 ha lasów, nastąpiło osuszenie terenów wskutek prac górniczych jak również lokalne podtopienie lasów wodami ze zbiorników osadów poflotacyjnych. Jednak dla obszarów leśnych największe znaczenie miał gwałtowny wzrost ilości i zasięgu emisji szkodliwych gazów i pyłów z zakładów przemysłu miedziowego.

Spośród licznych zakładów LGOM najbardziej uciążliwymi dla środowiska są huty miedzi, głównie HM Głogów, na którą przypada ponad 50% udziału w emisjach całego okręgu miedziowego (14). Szkodliwość emisji tego zakładu spowodowana jest stosowaną technologią procesu produkcji miedzi, niedoskonałością urządzeń ochronnych jak i wysokością emitorów, wynoszącą 150—180 m. Szczególnie dotkliwe szkody powodują emisje awaryjne, stanowiące ponad 25% całości emisji huty (8). Skład emisji tworzą w ponad połowie substancje gazowe, głównie tlenki siarki, a w pozostałej części pyły zawierające miedź, cynk, ołów, srebro i kadm.

Już w kilka lat po uruchomieniu huty w Głogowie w drzewostanach sosnowych, położonych na kierunku panującym w tym rejonie wiatrów zachodnich, stwierdzono uszkodzenia aparatu asymilacyjnego drzew i jego częściową redukcję oraz wzmożone wydzielanie się posuszu. Dokonana przez BULiGL w 1974 r. inwentaryzacja szkód w lasach ówczesnego OZLP Zielona Góra wykazała, że obszar zagrożenia wynosi ponad 20 tys. ha, a szkody występują w odległości do 30 km od źródła emisji w kierunku północno-wschodnim. Wyniki weryfikacji stref zagrożenia w połowie 1978 r. dowodzą powiększania się zasięgu uszkodzeń drzewostanów, któ-

rych objawy zaewidencjonowano w odległości ok. 40 km. od huty na kierunku panujących wiatrów.

Uszkodzenia drzewostanów sosnowych w omawianym rejonie są przede wszystkim skutkiem działania emitowanych do atmosfery gazów, zawierających od 30 do 60% tlenków siarki oraz 15—20% tlenku węgla (8). Natomiast nierozpoznany jest wpływ na drzewostany pyłów zawierających znaczne ilości metali ciężkich. Ostatnie badania nad szkodliwością wspomnianych metali dla roślin jednoznacznie wskazują, że zwiększona ich zawartość w tkankach powoduje różnorakie zakłócenia procesów fizjologicznych i wynikające z nich uszkodzenia roślin (11). Nie wyklucza się też synergistycznego działania tlenków siarki i metali ciężkich zawartych w glebie, silnie zwiększającego szkodliwość emisji dla roślin (5). W aspekcie dalszego rozwoju przemysłu miedziowego sprawy te wymagają wnikliwych badań.

### CEL I METODYKA BADAŃ

Celem badań przeprowadzonych w latach 1975—1977 było stwierdzenie poziomu zawartości miedzi, ołowiu i cynku w aparacie asymilacyjnym drzewostanów sosnowych, znajdujących się w zasięgu oddziaływania emisji HM Głogów, jak również ilościowych zmian tych metali w zależności od odległości od źródła emisji, warunków atmosferycznych i wieku igieł.

Powierzchnie poboru prób igliwia do badań laboratoryjnych zlokalizowano w nadl. Głogówko, obecnie OZLP Wrocław, w odległości ponad 8 km na północny wschód od huty miedzi. Próby kontrolne pobierano z powierzchni położonej na terenie nadl. Nowa Sól w odległości ok. 35 km na północny zachód od źródła emisji zakładając, że leży ona poza zasięgiem emisji huty.

Wszystkie powierzchnie poboru prób stanowiły młodniki sosnowe w wieku 9—12 lat z sadzenia na siedlisku Bśw. Dla poszczególnych powierzchni przyjęto następujące oznakowania:

- A — obręb Głogówko, oddz. 166d, odległość od emitora 9 km na NE;
- B — obręb Głogówko, oddz. 220i, odległość od emitora 12 km na NE;
- C — obręb Głogówko, oddz. 196b, odległość od emitora 15 km na NE;
- K (kontrolna) — obręb Otyń, oddz. 273d, odległość od emitora 35 km na NW.

Próby pobierano co ok. 2,5 miesiąca, oddzielnie dla igieł tegorocznych i ubiegłorocznych z kilku drzew (próby mieszane), zawsze w kilka dni po opadach deszczu lub śniegu. W laboratorium oznaczano zawartość metali metodą kolorymetryczną, a wynik podawany w mg/kg suchej masy stanowi średnią z dwu oznaczeń. Materiał przed badaniem nie był poddawany płukaniu wodą.

Dane odnośnie udziału kierunków wiatru w okresie badań uzyskano ze stacji parowania wód IMGW w Radzynie k. Sławy Śląskiej, leżącej w pobliżu rejonu badań, natomiast wielkości miesięczne opadów z posterunku PIHM w Bogomicach, położonego w sąsiedztwie HM Głogów. Prezentowane wyniki badań pochodzą ze 156 oznaczeń metali dla igieł jednorocznych i tyłuż dla igieł od 1- do 2-letnich. Względy organizacyjne zdecydowały o czasie trwania badań, stąd nie obejmują one pełnego 3-letniego okresu.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Badane metale są podstawowymi składnikami pyłów emitowanych do atmosfery przez HM Głogów. Roznoszone drogą powietrzną pyły osiadają na powierzchni wód, gleb i roślin. Ilość pyłu zatrzymywanego przez korony drzew zależy od gatunku, budowy liści, ich ekspozycji na zanieczyszczone powietrze i odległości od emitora, co wynika z dotychczasowych badań nad tym zagadnieniem (4, 10, 13).

Zakładając jednorodność morfologiczną igieł sosny na wszystkich powierzchniach badawczych i stałą odległość powierzchni od źródła emisji, zróżnicowanie ilościowe metali w pobranych próbach igliwia w przyjętych przedziałach czasowych powinno być uzależnione od natężenia emisji oraz istniejących w badanych okresach warunków atmosferycznych, tj. ilości opadów i częstotliwości wiatrów przenoszących pyły od emitora na poszczególne powierzchnie. Jednakże analiza danych odnośnie sumarycznej zawartości badanych metali w igliwiu sosny na poszczególnych powierzchniach (tab. 1) jak i zawartości poszczególnych metali w kolejnych latach (tab. 2) w porównaniu z wielkościami opadów i udziałem wiatrów z odpowiednich kierunków w zasadzie nie potwierdza powyższej tezy.

Tabela 1

### Sumaryczna zawartość 3 metali w igłach sosny

w kolejnych latach na poszczególnych powierzchniach (dane przeciętne w mg/kg s.m.)

Rok	Powierzchnia				% wiatrów z kierun. SW + W	Śr. mies. suma opadów w mm
	A	B	C	K		
1975	21,43	23,99	25,05	15,45	34,8	33,6
1976	31,82	37,41	28,63	22,21	39,0	35,4
1977	47,08	25,72	25,81	20,46	35,1	37,2

Tabela 2

### Przeciętna zawartość badanych metali w igliwiu sosny

na poszczególnych powierzchniach

w kolejnych latach w mg/kg s.m.

Rok	Cu				Pb				Zn				Il. prób z 1 pow. w r.
	powierzchnia próbna				powierzchnia próbna				powierzchnia próbna				
	A	B	C	K	A	B	C	K	A	B	C	K	
1975	17,66	25,24	23,84	4,66	10,16	18,03	15,22	4,87	36,34	28,71	38,99	37,16	8
1976	21,59	30,34	15,56	5,44	24,21	28,49	16,36	5,78	49,63	53,43	53,82	53,85	10
1977	46,52	23,10	18,62	8,87	49,68	20,92	18,77	6,72	48,91	33,14	39,55	42,58	8
śr.	28,59	26,22	19,34	6,32	28,01	22,48	16,78	5,79	44,96	38,42	44,12	44,53	

Braku bezpośredniej zależności poziomu oznaczanych metali w igłach od ww. czynników atmosferycznych w przyjętych przedziałach czasowych (tab. 3) dowodzą również obliczone wartości współczynnika korelacji ( $r$ ), zestawione w tab. 4 dla powierzchni położonych w strefie zagrożenia.

Tabela 3

**Przeciętny poziom zawartości poszczególnych metali  
w igliwiu sosny w mg/kg s.m.  
dla przeciętnych przedziałów czasowych**

Rok	Miesiące	Powierzchnie A+B+C /śr./			Powierzchnia kontrolna /k/		
		Cu	Pb	Zn	Cu	Pb	Zn
1975	V	20,79	5,61	13,98	4,08	0,71	29,95
	VIII	22,15	7,93	22,58	3,50	2,12	27,26
	X	16,72	15,26	58,07	3,59	6,78	52,80
	XII	29,33	25,17	44,12	7,49	8,49	38,56
1976	III	21,41	16,92	42,21	6,83	4,84	50,46
	V	16,46	23,19	54,98	4,04	12,62	58,67
	VIII	19,90	10,40	31,11	5,10	4,32	33,52
	X	33,57	10,38	96,54	10,51	5,07	91,00
	XII	16,39	54,36	36,66	5,09	9,79	35,65
1977	III	35,74	32,74	42,13	8,74	6,66	47,07
	V	24,08	27,89	36,94	4,37	5,31	31,19
	VIII	19,37	24,51	33,73	12,07	5,67	52,46
	X	34,88	30,71	47,08	9,69	8,78	39,63

Tabela 4

**Obliczona wartość współczynnika korelacji ( $r$ )  
pomiędzy przeciętnym poziomem zawartości metali  
w igłach sosny w strefie zagrożenia  
a wybranymi czynnikami klimatycznymi**

Rok	Cu		Pb		Zn		Cu+Pb+Zn	
	opady	wiatry	opady	wiatry	opady	wiatry	opady	wiatry
1975	-0,29	0,98	-0,28	0,52	0,0	-0,11	-0,05	0,06
1976	0,80	-0,87	-0,19	0,39	0,61	-1,00	0,50	-0,81
1977	0,47	-0,29	-0,34	-0,27	-0,38	-0,49	-0,23	-0,19

Wynika z nich, że pomiędzy przeciętnym poziomem zawartości miedzi w igłach pochodzących ze wszystkich powierzchni badawczych w strefie zagrożenia a udziałem procentowym wiatrów wiejących od emitora w kierunku tych powierzchni w 1975 r. zależność była bardzo duża ( $r = 0,98$ ) w sensie dodatnim, podczas gdy w 1976 r. odwrotna ( $r = -0,87$ ), co oznacza, że większemu udziałowi wiatru przenoszącego emisje z huty na badane powierzchnie w 1976 r. odpowiadała mniejsza zawartość miedzi w igłach sosny. Z kolei jedynie w 1975 r. większe opady atmosferyczne

wpłynęły w niewielkim stopniu ( $r = -0,29$ ) na obniżenie zawartości miedzi w igłach, zaś w pozostałych dwu latach większej ilości opadów towarzyszył wzrost zawartości tego metalu.

Podobne rozbieżności stwierdzamy statystycznie pomiędzy przeciętną zawartością wszystkich trzech badanych metali w igłach a omawianymi czynnikami meteorologicznymi (tab. 4). W większości przypadków obliczenia statystyczne uniemożliwiają logiczną interpretację uzyskanych w tym zakresie wyników. Prawdopodobnie dowodzi to znacznie większej złożoności zjawiska pochłaniania metali przez aparat asymilacyjny drzew niż można było przewidzieć przed rozpoczęciem badań. Być może, że przyczyną tego stanu są emisje awaryjne, prawie niemożliwe do statystycznego uchwycenia w przyjętych przedziałach czasowych poboru prób. Nie można też wykluczyć wpływu specyficznego układu warunków wilgotnościowo-termicznych, których nie uwzględniono w przeprowadzonych badaniach.

Niewątpliwie natomiast stwierdzona zawartość poszczególnych metali w igłach sosny jest wynikiem nie tylko mechanicznego osadzania się pyłów metalonośnych w koronach, lecz również aktywnego pobierania ich z roztworu glebowego przez korzenie drzew. Na zjawisko to zwracają uwagę wyniki badań krajowych i zagranicznych, dowodzące dużej ruchliwości jonów metali ciężkich, głównie miedzi i cynku, w glebach o kwaśnym odczynie (2, 3, 9). W tym środowisku omawiane metale tworzą łatwo rozpuszczalne siarczany, chlorany i azotany, wchodzące w mineralne i organiczne związki kompleksowe, migrujące w profilu glebowym (6). Gleby leśne o kwaśnym odczynie w rejonie oddziaływania huty miedzi zawierają 5—10 razy więcej metali ciężkich niż gleby nieskażone (4), zatem stanowią one dostępny dla drzew rezerwuar tych pierwiastków.

Tezę tę potwierdzają wyniki analiz z rejonu HM Głogów, wskazujące na wzrost poziomu zawartości, głównie miedzi i ołowiu, w igłach sosny na poszczególnych powierzchniach w kolejnych latach badań (tab. 2). Bowiem, jeśli przyjąć za wiarygodne doniesienia specjalistów odnośnie do systematycznej poprawy w ograniczaniu ilości i szkodliwości emisji huty (1), to wzrastająca zawartość imitowanych metali w igłach sosny w rejonie oddziaływania tego zakładu można tłumaczyć jedynie pobieraniem ich przez korzenie drzew z gleby.

Prezentowane wyniki potwierdzają jednoznacznie, że procentowy udział poszczególnych metali w igłach sosny na wszystkich powierzchniach (tab. 5) odpowiada udziałowi tych pierwiastków w pyłach emitowanych

Tabela 5

**Udział badanych metali w igłach sosny na poszczególnych powierzchniach (w % ogólnej zawartości)**

Powierzchnia	Symbol metalu		
	Cu	Pb	Zn
A	28,20	28,00	43,90
B	30,10	25,80	44,10
C	24,10	20,91	54,98
K	11,13	10,22	78,61

przez hutę miedzi (najmniej ołowiu, najwięcej cynku). Identyczny jak dla powierzchni w strefie zagrożenia (A, B, C) udział badanych metali w igłach pochodzących z powierzchni przyjętej jako kontrolną (K) stanowi dowód, że wbrew przyjętym założeniom metodycznym powierzchnia ta również znalazła się w strefie oddziaływania huty miedzi. Znacząco wyższy udział cynku w igliwiu pochodzącym z tej powierzchni w stosunku do pozostałych wyjaśnić można wpływem emisji niewielkiego zakładu opakowań cynkowych, znajdującego się w odległości ok. 18 km od wspomnianej powierzchni.

Wyniki analiz dowodzą w sposób bezsporny, że poziom zawartości badanych metali w igłach sosny zależy od odległości od źródła emisji. Świadczy o tym porównanie przeciętnej zawartości metali w igłach na poszczególnych powierzchniach w strefie zagrożenia i na powierzchni kontrolnej (tab. 2). Współczynnik korelacji obliczony dla przeciętnej zawartości miedzi w całym okresie badań i odległości kolejnych powierzchni od emitora ( $r = -0,84$ ) dowodzi, że ze wzrostem odległości zawartość tego metalu w igłach wyraźnie maleje (13).

Analizując dane odnośnie zawartości metali w igłach różniących się długością okresu przebywania na pędach (tab. 6) można stwierdzić, że

Tabela 6

Zawartość metali w zależności od wieku igieł sosny  
(dane przeciętne dla 13 oznaczeń w mg/kg s.m.)

Wiek igieł	Cu				Pb				Zn			
	powierzchnia próbna				powierzchnia próbna				powierzchnia próbna			
	A	B	C	K	A	B	C	K	A	B	C	K
do												
1 roku	25,94	26,40	19,41	7,57	25,53	24,18	15,49	5,67	37,67	34,77	39,19	37,02
1—2 lat	30,17	25,93	18,46	4,94	27,87	21,70	16,13	6,83	52,97	42,01	50,56	53,49

jedynie zawartość cynku jest w większości przypadków znacząco wyższa w igłach starszego rocznika, podczas gdy miedzi i ołowiu nie zależy od wieku igieł. Prawdopodobnie cynk wykazuje skłonność do akumulacji w aparacie asymilacyjnym, na co zwracają uwagę również inni autorzy (3, 7, 12), a malejąca zawartość tego pierwiastka w glebach leśnych rejonu huty miedzi (4) zdaje się potwierdzać łatwość jego pobierania przez korzenie drzew.

Opierając się na uzyskanych wynikach trudno jednoznacznie wykazać zależność poziomu zawartości badanych metali w igłach od pory roku. Jedynie przeciętna łączna zawartość 3 metali w igłach na poszczególnych powierzchniach jest w zasadzie najmniejsza w próbach pobieranych w sierpniu, a wzrasta w miesiącach jesienno-zimowych (tab. 7). Z kolei najwyższy poziom zawartości cynku wykazuje większość prób pobieranych w październiku, podczas gdy ołowiu w próbach z grudnia (tab. 3). Stosunkowo krótki okres badań i brak jednoznacznych prawidłowości w tym zakresie nie pozwala na formułowanie ostatecznych wniosków.

Zgodnie z obecnym stanem wiedzy o występowaniu omawianych metali w roślinach należy przyjąć, że w roślinach nieskażonych emisjami ołów nie występuje, natomiast miedź w śladowych ilościach (kilka ppm), a cynk — przy dużych wahaniami zawartości — w większej ilości niż

**Łączna zawartość badanych metali w igłach sosny  
z poszczególnych powierzchni  
(dane przeciętne w mg/kg s.m.)**

Rok	Miesiąc poboru prób	Powierzchnia			
		A	B	C	K
1975	V	12,63	11,09	16,68	11,59
	VIII	13,86	20,23	18,57	10,96
	X	33,49	21,28	35,28	21,09
	XII	25,76	43,37	29,67	18,19
1976	III	23,39	35,28	21,93	20,71
	V	28,60	27,30	28,73	25,11
	VIII	21,40	19,30	20,71	14,55
	X	43,80	56,58	40,41	33,87
	XII	41,91	38,93	31,37	16,85
1977	III	58,08	30,99	25,05	21,13
	V	43,50	24,96	24,07	13,63
	VIII	29,05	18,96	27,67	27,72
	X	57,70	28,00	26,48	19,37

miedź. W tym świetle przedstawione wyniki oznaczeń wymienionych metali w igłach sosny świadczą o poważnym skażeniu ekosystemu leśnego przez emisje huty miedzi i to w dużych odległościach od tego zakładu. Doświadczenia innych krajów w zakresie szczególnej szkodliwości przemysłu miedziowego dla środowiska przyrodniczego wskazują, że istnieje konieczność wnikliwej obserwacji wzrastającego zagrożenia lasów w rejonie LGOM.

Przedstawione wyniki badań nasuwają następujące uogólnienia:

- emisje huty miedzi w stosunkowo krótkim okresie czasu spowodowały na znacznym obszarze duży wzrost poziomu zawartości metali ciężkich w aparacie asymilacyjnym drzewostanów sosnowych;
- poziom zawartości badanych metali w igliwii sosny uzależniony jest od odległości od źródła emisji;
- przeciętny poziom pochłaniania metali ciężkich wykazuje tendencję wzrostową w miarę upływu czasu;
- źródłem skażenia igieł sosny są nie tylko osadzone w koronach pyły metalonośne, lecz również pobierane metale przez korzenie drzew ze skażonych gleb (głównie Cu i Zn);
- nie stwierdzono prostej zależności poziomu pochłaniania metali przez igły sosny od ilości opadów atmosferycznych i udziału kierunku wiatrów przenoszących emisje;
- w odróżnieniu od miedzi i ołowiu cynk wykazuje skłonność do akumulacji w starszych igłach sosny;
- procentowy udział poszczególnych metali zawartych w igłach sosny odpowiada stwierdzonemu składowi emitowanych przez hutę miedzi pyłów metalonośnych;

— nie stwierdzono w igłach określonych prawidłowości poziomu pochłaniania metali w zależności od pory roku, a zatem stanu fizjologicznego drzew;

— skomplikowany charakter mechanizmu pochłaniania metali przez drzewa wymaga bardziej wnikliwych badań.

#### LITERATURA

1. Babisz T., Franasik K.: Problemy inżynierii ochrony środowiska na tle rozwoju przemysłu miedziowego w Polsce. Cuprum 1977 nr 2.
2. Edroma E. L.: Copper pollution in Rwenzori National Park, Uganda. J. Appl. Ecol. 1974 Vol. 11 Nr 3.
3. Fabiszewski J., Brej T.: Pobieranie przez liście i korzenie metali ciężkich zawartych w pyłach huty miedzi. Mater. Kraj. Konf. Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi na przyrodnicze warunki rolnictwa. Puławy: IUNG 1978.
4. Greszta J.: Oddziaływanie zakładów górniczo-hutniczych miedzi w LGOM. Maszynop. Kraków: PAN 1975.
5. Jordan J. M.: Effects of zinc smelter emissions and fire on a chestnut-oak woodland. Ecology 1975 Vol. 56 No. 1.
6. Kowalkowski A.: Wpływ zanieczyszczeń powietrza na gleby leśne. Las Pol. 1977 R. 51 nr 10.
7. Lagerwerff J. V.: Uptake of Cadmium, Lead and Zinc by radish from soil and air. Soil. Sci. 1971 Vol. 111 No. 2.
8. Nowakowski H. i in.: Odpadowe gazy gardzielowe w hutnictwie miedzi źródłem zanieczyszczeń atmosfery. Ochr. Pow. 1976 nr 1.
9. Piotrowska M.: Pobieranie niektórych metali ciężkich przez rośliny z gleb zanieczyszczonych pyłami huty miedzi. Mater. Kraj. Konf. (jak poz. 3). Puławy: IUNG 1978.
10. Roszyk E.: Wpływ hutnictwa miedzi na zanieczyszczenia gleb i roślin uprawnych. Mat. Konf. Wrocław: PAN 1974.
11. Świeboda M.: Wpływ zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na rośliny i ich wartość użytkową. W: Ochr. i Kszt. Środ. Przynr. Warszawa: PWN 1978.
12. Świeboda M.: Zawartość siarki, cynku i ołowiu w glebie oraz igliwiu sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) znajdujących się w zasięgu oddziaływania emisji huty „Bolesław” k. Olkusza. Acta Agr. Silv. Ser. Silv. 1977 Vol. 17.
13. Szerszeń L. i in.: Zagadnienie pierwiastków śladowych w roślinach uprawianych w różnej odległości od huty miedzi. Mat. Kraj. Konf. (jak poz. 3). Puławy: IUNG 1978.
14. Podstawowe problemy ochrony środowiska leśnego LGOM. Stan aktualny i prognoza. Wrocław: Cuprum 1975.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 17 marca 1980 r.

#### Краткое содержание

Автор представляет результаты исследований содержания выбранных тяжелых металлов (Cu, Pb, Zn) в хвое сосны, происходящей из района воздействия эмиссий медеплавильного комбината Глогув в Легницко-Глоговском медедобывающем округе.



Констатировано значительно увеличенное содержание исследуемых металлов в хвое по сравнению с незараженными территориями. Уровень содержания металлов зависит от расстояния данной территории от источника эмиссии и проявляет тенденцию роста с течением времени. Результаты исследований не показали зависимости содержания металла от возраста хвои, за исключением цинка, и физиологического состояния деревьев в отдельные поры года. Статистические расчеты не подтвердили простой зависимости уровня поглощения от количества атмосферных осадков и участия соответствующих направлений ветра приносящего эмиссии. Этот факт показывает, что содержание металлов в иглах сосны зависит в какой-то степени от поглощения их корнями деревьев из зараженной почвы. Сложность явления поглощения металлов деревьями требует более внимательных исследований.

### Summary

Author presents results of studies on the content of selected heavy metals (Cu, Pb, Zn) in pine needles coming from the region situated within the impact of emission from the Głogów copper mill in the Legnica—Głogów copper district.

The content of the metals studied was found to be considerably increased when compared to unpolluted areas. The level of metal content depends upon the distance of definite area from the source of emission and reveals an increase trend with the lapse of time. Research results failed to indicate any relationship between metal content and the age of needles, except of zinc, nor the physiological state of trees during individual seasons of year. Statistical calculations did not confirm the straight relationship between absorption level and the amount of atmospheric precipitation nor upon the proportion of directions of wind transporting emissions. This fact indicates that the content of metals in needles of pine depends to some extent upon their uptake by tree roots from the polluted soil. The complicated nature of the absorption of metals by trees requires more in-depth research.

## Z LITERATURY

**František Štary, Václav Jirásek — ROŚLINY LECZNICZE.** Atlas. PWRiL, 1979 r., wydanie drugie, 248 s., cena 100 zł.

Przełożona z czeskiego książka zawiera barwne tablice roślin leczniczych i krótkie informacje o właściwościach leczniczych, zastosowa-

niu, metodach zbioru i przechowywania oraz sporządzania naparu.

**Józef Rostański, Olga Seidl — PRZEWODNIK DO OZNACZANIA ROŚLIN.** PWRiL, 1979 r., wydanie 21, s. 444, cena 60 zł.

Przewodnik zawiera klucze do