

Ryszard TURSKI, Anna WÓJCIKOWSKA-KAPUSTA

**Zanieczyszczenie wód opadowych Puław w latach 1978–1984
niektórymi pierwiastkami***

Загрязнение дождевой воды некоторыми химическими элементами на территории г. Пулавы
в 1978–1984 годы

The Contamination of Rain Water in Puławy with Some Elements Between 1978 and 1984

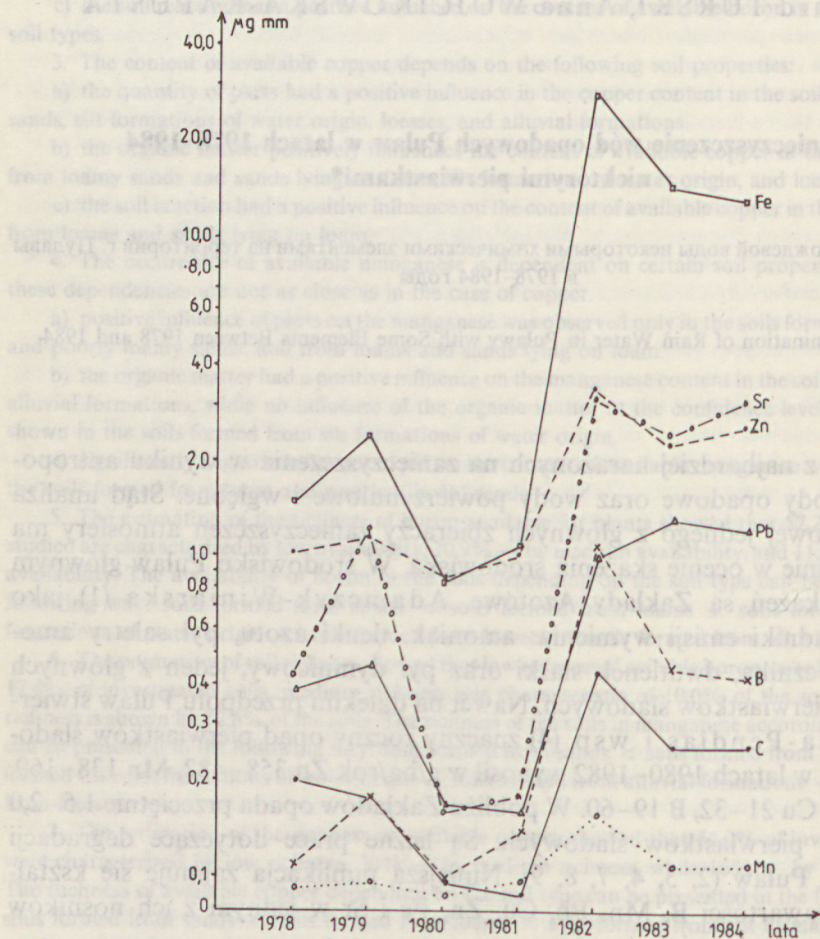
Jednym z najbardziej narażonych na zanieczyszczenia w wyniku antropopresji są wody opadowe oraz wody powierzchniowe i wgłębne. Stąd analiza wody opadowej jednego z głównych zbieraczy zanieczyszczeń atmosfery ma duże znaczenie w ocenie skażenia środowiska. W środowisku Puław głównym emitorem skażeń są Zakłady Azotowe. Adamczyk-Winiarska (1) jako główne składniki emisji wymienia: amoniak, tlenki azotu, pył saletry amonowej i mocznika, dwutlenek siarki oraz pył dymnicowy, jeden z głównych nośników pierwiastków śladowych. Nawet na dalekim przedpolu Puław stwierdza Kabata-Pendias i wsp. (4) znaczny roczny opad pierwiastków śladowych, który w latach 1980–1982 wynosił w g/ha/rok Zn 358–482, Mn 138–169, Pb 77–194, Cu 21–32, B 19–60. W pobliżu Zakładów opada przeciętnie 1,5–2,0 razy więcej pierwiastków śladowych. Są liczne prace dotyczące degradacji środowiska Puław (2, 3, 4, 7, 8, 9). Niniejsza publikacja zajmuje się kształtowaniem zawartości B, Mn, Pb, Cu, Zn, Fe i Sr w jednym z ich nośników — w wodzie opadowej.

METODYKA BADAŃ

Próbki wód deszczowych pobierano z czterech otwartych deszczomierzy winidurowych ustawionych w pobliżu doświadczeń lizymetrycznych IUNG w Puławach w latach 1978–1984. Próby do analiz pobierano w odstępach miesięcznych, a przy większej ilości opadów częściej. Zawartość boru, manganu, ołowiu, miedzi, cynku, żelaza i strontu oznaczano metodą spektro-

* Praca wykonana w ramach problemu 09.4. cel P-2.01 finansowanego przez IUNG w Puławach.

graficzną. Próby wody opadowej odparowywano do sucha w wyparce próżniowej, następnie rozpuszczano w 0,1 n HCl + 1 ppm Pd tak, aby zateżnienie było 100-krotne. Przygotowane roztwory nakraplano mikropipetą po 0,1 ml na każdą zaimpregnowaną elektrodę węglową i wzbudzano na spektrografie PGS-2 z generatorem. Dokładny opis metody przedstawiono w osobnej pracy (5). Wyniki przeprowadzonych analiz zestawiono w tabelach 1–2. Przeliczono również ilości analizowanych pierwiastków na 1 mm opadu. Pozwoliło to na porównywanie zanieczyszczenia tymi pierwiastkami mimo różnej ilości opadów. Wyniki tych przeliczeń przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1. Stężenie badanych pierwiastków w 1 mm opadu rocznego
The concentration of the investigated elements in 1 mm of the yearly rainfall

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

W latach 1978–1981 średnia zawartość boru wynosiła 86,7 µg l. Najwyższe stężenie boru w wodach opadowych (204–710 µg l) stwierdzono w 1982 r. (tab. 1). W roku tym odnotowano również najniższe opady (426 mm). W następnych

Tab. 1. Zawartość pierwiastków w wodach opadowych z Puław w latach 1978–1984 oraz procent zanieczyszczenia w stosunku do roku 1978
The content of elements in the rain water from Puławy between 1978 and 1984, and the proportion of contamination in relation to 1978

Lata badań	Suma roczna opadów mm	µg/l										mg/l			
		B		Mn		Pb		Cu		Zn		Fe		Sr	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1978	670	22–129	100	śl–70	100	10–1260	100	8–320	100	160–1820	100	0,37–3,5	100	0,1–2	100
		71,3		45,3		261,6		137,3		696,7		1,04		0,29	
1979	528	4–209	135	1–70	97	10–1950	95	4–320	69	43–2000	147	0,37–4,9	124	0,05–4,27	228
		96,3		44,1		247,5		95,4		1027,5		1,29		0,66	
1980	786	10–234	115	16–70	90	12–389	52	8–269	44	186–2000	100	0,37–2,34	63	0,05–0,28	45
		81,9		40,6		135,0		60,7		695,3		0,66		0,13	
1981	707	31–240	135	13–70	125	12–251	42	17–120	25	219–2000	113	0,37–2,34	75	0,05–0,31	45
		96,3		56,6		110,0		34,6		788,4		0,78		0,13	
1982	426	204–710	660	70	154	53–592	170	112–316	138	955–2000	210	1,35–25	1162	0,38–4,47	586
		471		70		443,6		189,9		1466		12,08		1,70	
1983	588	62–710	383	22–70	141	148–2000	310	25–320	112	234–2000	201	0,55–25	824	0,43–5,75	586
		273		64,1		812,2		153,6		1399		8,57		1,70	
1984	578	42–710	352	7–70	145	214–2000	284	40–320	110	427–2000	215	0,44–25	766	0,74–6,76	614
		251,1		65,5		743,4		150,7		1497		7,97		1,78	

a – zawartość pierwiastków w wodach opadowych; licznik – zakres stężeń od–do; mianownik – średnie stężenie pierwiastka z całego roku z czterech deszczomierzy
b – % zanieczyszczenia w stosunku do roku 1978

latach 1983–1985 koncentracja boru zdecydowanie zmalała, ale nadal była wyższa niż w latach 1978–1981. Podobnie przedstawia się zanieczyszczenie gleb borem wnoszonym przez opady (tab. 2). Największe ilości, bo aż 200 mg/m² opadło tego pierwiastka w 1982 r.

Tab. 2. Zanieczyszczenie gleb wodą opadową
Contamination of the soil with rain water

Rok badań	mg · m ⁻² · rok ⁻¹						
	B	Mn	Pb	Cu	Zn	Fe	Sr
1978	47,8	30,4	175,3	92,0	466,8	696,8	194,3
1979	50,8	23,3	130,7	50,4	542,5	681,1	348,5
1980	64,4	31,9	106,1	47,7	546,5	518,8	102,2
1981	68,1	40,0	77,8	24,5	557,4	551,5	91,9
1982	200,6	29,8	188,9	80,9	624,5	5146,1	724,2
1983	160,8	37,7	477,6	90,3	822,6	5039,2	999,6
1984	145,1	37,8	429,7	87,1	865,3	4606,6	1028,8

W przypadku manganu, najwyższe koncentracje tego pierwiastka w deszczówkach stwierdzono również w 1982 r. Stężenie Mn w wodach opadowych w latach 1983 i 1984 maleje, ale jest wyższe niż w poprzednich latach. Ogólnie stężenie tego pierwiastka w wodach deszczowych w porównaniu do danych z literatury (6, 10) jest niskie i leży w dolnych granicach przeciętnie spotykanych zawartości. Zanieczyszczenie gleb manganem w okresie 7 lat badań było podobne i utrzymywało się przeciętnie w granicach 30–40 mg/m²/rok.

W latach 1978–81 koncentracja ołowiu w wodach opadowych była wysoka, a średnie stężenia (110–261,6 µg/l) utrzymywały się w górnych granicach przeciętnych zawartości tego pierwiastka w opadach (6, 10). Natomiast w roku 1982 bardzo wzrosło stężenie ołowiu w opadach, w porównaniu do najniższych średnich stężeń nawet ośmiokrotnie. Jeżeli np. w 1981 roku z opadami opadło na glebę 77,6 mg/m² to w 1983 roku 477,6 mg/m² (tab. 2).

Również wysokie (do 320 µg/l) i niespotykane w literaturze (6, 10) stężenie miedzi stwierdzono w wodach opadowych Puław. Zmiany koncentracji tego pierwiastka w poszczególnych latach przedstawiają się podobnie jak boru i manganu.

Tendencje wzrostu stężenia cynku w wodach opadowych w poszczególnych latach, jak również zanieczyszczenie tym pierwiastkiem gleb są podobne do tendencji wcześniej omawianych pierwiastków. Zawartość cynku w deszczówkach z Puław jest wysoka, ale nie przekracza najczęściej spotykanej w innych rejonach Polski (6, 10).

Zawartość żelaza w wodach do 1981 roku była zbliżona do spotykanej w innych rejonach Polski (6). Średnie zawartości żelaza w latach wahały się od 0,66 do 1,29 mg/l. W roku 1982 stwierdzono 12-krotnie wyższą średnią

Tab. 3. Zawartość pierwiastków w wodach opadowych z różnych miejscowości o różnym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego na podstawie literatury
The content of elements in the rain water from different localities with differentiated pollution of the atmospheric air, on the basis of literature

Autor	Miejscowość	Pb	Mn	Cu	Zn	Fe
		µg/l				
Reczyńska-Dudka	Kozłowa Góra	13,0–420	12,5–166	3,00–72,90	129,2–6375	30–2209
	Goczałkowice	4,8– 63	11,0–169	3,3 –24,6	92– 966,9	53– 989,6
K. i P. Szeferowie	Gdynia	22,2–141	11,0–266	2,34–30,8	520 –1540	
	Świnoujście	17,1–258	18,0–213	1,60– 7,42	270 –1400	

zawartość wynoszącą 12,08 mg/l, w pozostałych latach stężenie żelaza w deszczówkach spadło, ale nadal utrzymywało się w granicach 7–8 mg/l. Obciążenie gleb tym pierwiastkiem również znacznie się podwyższyło.

Zmienność zawartości strontu, i wcześniej omawianych pierwiastków, do 1982 r. była mała. Od tego terminu obserwuje się 3 do 5-krotny wzrost zawartości tego pierwiastka.

PODSUMOWANIE

W ciągu siedmiu lat badań stężenia analizowanych pierwiastków uległy dużym zmianom, wykazując w ostatnich latach wyraźny wzrost koncentracji. Potwierdza to procent wzrostu zanieczyszczenia policzony w stosunku do 1978 r. — pierwszego roku badań (tab. 1). Procentowe zanieczyszczenie żelazem, strontem i borem szczególnie wzrosło od 1982 r. W latach 1982–1984 występują wprawdzie wahania w zanieczyszczeniu tymi pierwiastkami, ale procent zanieczyszczenia jest nadal wysoki i przekracza 350% dla B, 700% dla Fe i 580% dla Sr.

Potwierdzeniem tak wysokiego zanieczyszczenia opadów metalami ciężkimi jest przeliczona zawartość analizowanych pierwiastków na 1 mm opadu (rys. 1). Już w 1979 r. stwierdzono wysokie stężenie cynku, żelaza i strontu w porównaniu do innych pierwiastków, co jest oczywiste ze względu na trzynastoletnią pracę Zakładów w pełnym rozruchu. Następnie w 1980 i 1981 r. nastąpił gwałtowny spadek ich zawartości, by ponownie wzrosnąć w 1982 r. Wysokie stężenia tych pierwiastków utrzymują się nadal. Pozostałe pierwiastki, jak cynk, żelazo, stront z wyjątkiem manganu, u którego zaznaczył się jedynie niewielki wzrost stężenia w r. 1982, wykazują podobny przebieg koncentracji w poszczególnych latach.

Przedstawione dane wskazują na zdecydowany wpływ Zakładów Azotowych w zanieczyszczaniu Puław. Świadczą o tym dane z lat 1980, 1981, kiedy wystą-

piło zmniejszenie tempa produkcji. Radykalna poprawa stwierdzonego stanu nie będzie więc możliwa bez nowych „czystych” technologii. W przeciwnym razie przyrodnicy będą mogli jedynie wskazywać na wzrastające tempo zanieczyszczenia bez możliwości wskazania sposobów rekultywacji. Każda metoda przyrodnicza będzie zawodzić w sytuacji pogłębiającego się zanieczyszczenia.

1. W analizowanych wodach opadowych od 1982 r. nastąpił wzrost zanieczyszczeń wszystkimi badanymi pierwiastkami a szczególnie borem, ołowiem, cynkiem i strontem. Nie stwierdzono istotnych zmian w zawartości manganu w analizowanym okresie.

2. Podstawowym źródłem zanieczyszczeń opadów w Puławach są Zakłady Azotowe, co wyraźnie ujawnia się w paralelizacji zanieczyszczeń z wysokością produkcji wymienionych Zakładów.

PIŚMIENNICTWO

1. Adamczyk-Winiarska Z.: Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez Zakłady Azotowe w Puławach na chemiczne właściwości gleb. Wyd. IUNG, r (154) Puławy 1980.
2. Górski T., Adamczyk-Winiarska Z.: Zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego w rejonie Puław. Mat. na konferencję Komitetu Badań Rejonów Uprzemysłowionych PAN w Puławach. Puławy 1971.
3. Górski T., Jakubczak Z.: Zmiany warunków ekologicznych w strefie oddziaływania przemysłu azotowego. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG „Ochrona środowiska glebowego” Katowice-Kraków 1972.
4. Kabata-Pendias A., Tarłowski P., Dudka S.: Opad pierwiastków śladowych z atmosfery na powierzchnię gleb. Roczn. Glebozn. t. XXXVI, 1, 1985.
5. Magierski J., Wójcikowska-Kapusta A.: Oznaczanie mikroelementów w wodach opadowych, rzecznych i w przeciekach lizymetrycznych metodą spektrograficzną. Mat. 120 Konwersatorium spektrometrii atomowej emisyjnej i spektrometrii mas. Lublin 1983.
6. Reczyńska-Dudka M.: Heavy metals in rain water collected over the reservoirs at Kozłowa Góra and Goćzałkowie. Ekologia Polska 32, 4, 1984.
7. Siuta J., Adamczyk-Winiarska Z., Król M.: Wpływ przemysłu azotowego na chemiczne i biologiczne właściwości gleb w rejonie Puław. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy „Ochrona środowiska glebowego”, Katowice-Kraków 1972.
8. Siuta J.: Metodyka i zakres badań wpływu przemysłu azotowego na środowisko przyrodnicze w rejonie Puław. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG „Ochrona środowiska glebowego”, Katowice-Kraków 1972.
9. Siuta J.: Ochrona i rekultywacja środowiska biologicznego w strefie oddziaływania przemysłu azotowego. XIX Ogólnopolski Zjazd Naukowy PTG „Ochrona środowiska glebowego”, Katowice-Kraków 1972.
10. Szafer K., Szafer P.: Występowanie niektórych pierwiastków w wodzie opadowej i pyłach atmosferycznych w przybrzeżnych rejonach Bałtyku. Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi i siarką na przyrodnicze warunki rolnictwa. Mat. II Krajowej Konf., Cz. II, Puławy 1980.

РЕЗЮМЕ

В годы 1978–1984 анализировались пробы дождевой воды, взятые из четырех открытых дождемеров, размещенных вблизи лизиметрических опытных установок. Пробы брались каждый месяц, а в случаях значительного количества осадков – чаще.

Анализы проводились с использованием спектрографического метода. Содержание бора в дождевой воде колебалась в пределах 10–710 г/л, марганца – 10 мкг/л, свинца – 10–2000 мкг/л, меди – 4–320 мкг/л, цинка – 43–2000 мкг/л, железа – 0,37–25 мг/л и стронтия – 0,05–6,76 мг/л. В анализируемых водах по сравнению с 1982 годом наблюдается рост загрязнения всеми исследуемыми элементами, в особенности бором, свинцом, цинком и стронтием.

SUMMARY

Between 1978 and 1984 the samples of rain water were collected for the analysis from four open plastic pluviometers located in the vicinity of lysimetric experiments. The samples were taken in the intervals of one month or more often in the case of greater rainfalls.

The analyses were conducted with the use of a spectrographic method. The content of boron in the rain water was between 10–710 µg/l, trace manganese – 10 µg/l; lead 10–2000 µg/l; copper 4–2000 µg/l, zinc 43–2000 µg/l; iron 0,37–25 mg/l and strontium 0,05–6,76 mg/l. Beginning with 1982 in the rain water which was analyzed one could observe the increase of the contamination with all the studied elements, especially boron, lead, zinc and strontium.