

TECHNOLOGICZNE ASPEKTY ROLNICZEJ PRZYDATNOŚCI OSADÓW W WYBRANYCH OCZYSZCZALNIACH ŚCIEKÓW W POLSCE

Wykorzystanie osadów do rekultywacji zdegradowanych terenów lub stosowanie do użyznienia ubogich gleb, a także w indywidualnych gospodarstwach rolniczych i warzywniczych było tradycyjną metodą utylizacji osadów ściekowych. Taka praktyka była stosowana zarówno w krajach rozwiniętych i uprzemysłowionych, jak i mniej zagospodarowanych. W Polsce zdecydowana większość projektów budowy oczyszczalni ścieków bazowała na tym założeniu, że zagospodarowanie osadów nie stanowi żadnego problemu dla oczyszczalni i będzie rozwiązane bezinwestycyjnie prawie w każdym przypadku. Z uwagi na znaczny wzrost ilości osadów, upowszechnianie się nawozów mineralnych oraz zaostrzenie się wymogów sanitarnych zdezaktualizowały się tradycyjne formy niezorganizowanego odbioru osadów. Na pogorszenie się tej sytuacji wpłynęło ponadto zrodzenie się wielu, nie zawsze uzasadnionych wątpliwości co do jakości osadów, których skład w coraz większym stopniu zależy od zanieczyszczeń przemysłowych.

Jednym więc z istotnych elementów, warunkujących stworzenie właściwego rozwiązania problemu rolniczego unieszkodliwiania osadów jest pełne poznanie ich charakterystyki i rodzaju oddziaływania na środowisko. W stosunku do techniczno-ekonomicznych aspektów, technologiczne posiadają znaczenie priorytetowe.

Rolnicza przydatność osadów zależna jest od wielu czynników, ale za decydujące kryterium uznano, w oparciu o dotychczasowe, wieloletnie wyniki badań [1, 2], obecność elementów śladowych z uwagi na potencjalną możliwość stworzenia przez te substancje dużego zagrożenia dla człowieka i jego środowiska: Przeprowadzone w ostatnich latach badania [2] pozwoliły na sformułowanie generalnego wniosku, że osady pochodzące z miejskich oczyszczalni ścieków w Polsce mogą być unieszkodliwiane poprzez rolnicze ich wykorzystanie.

Na obecnym etapie rozpoznania składu fizykochemicznego obecność głównych elementów śladowych (CYNK, CHROM, MIEDŹ, NIKIEL i KADM) nie stwarza zagrożenia dla środowiska, pod warunkiem jednak zachowania określonych zasad postępowania; przestrzeganie kultury rolnej i właściwego zrozumienia sensu ochrony środowiska.

Powyższe wnioski, o wyraźnie pozytywnym charakterze, opracowano na podstawie uogólnienia wyników badań, które przeprowadzono w 42 miejskich oczyszczalniach ścieków w Polsce.

Uśrednione wyniki pozwoliły nawet na zasugerowanie tolerowanych poziomów stężeń elementów śladowych w osadach, kierowanych do wykorzystania rolniczego.

W niniejszej publikacji przedstawiono wyniki bardziej szczegółowej analizy występowania elementów śladowych, w osadach, w odniesieniu do każdej indywidualnej oczyszczalni ścieków, która była badana w ramach szerszego programu [2].

Charakterystyka technologiczna badanych oczyszczalni ścieków

Liczba wytypowanych do badań oczyszczalni ścieków stanowi nieco ponad 10% istniejących i sprawnych obiektów w Polsce [4]. Zgodnie z założeniami programowymi typowanie nie polegało na wyborze tylko najsprawniejszych i najlepiej rozwiązanych oczyszczalni, ale chodziło o to, by w badaniach oprzeć się na obiektach technologicznie sprawnych i odzwierciedlających średnio dobry poziom rozwiązań projektowych i eksploatacyjnych (tab. 1).

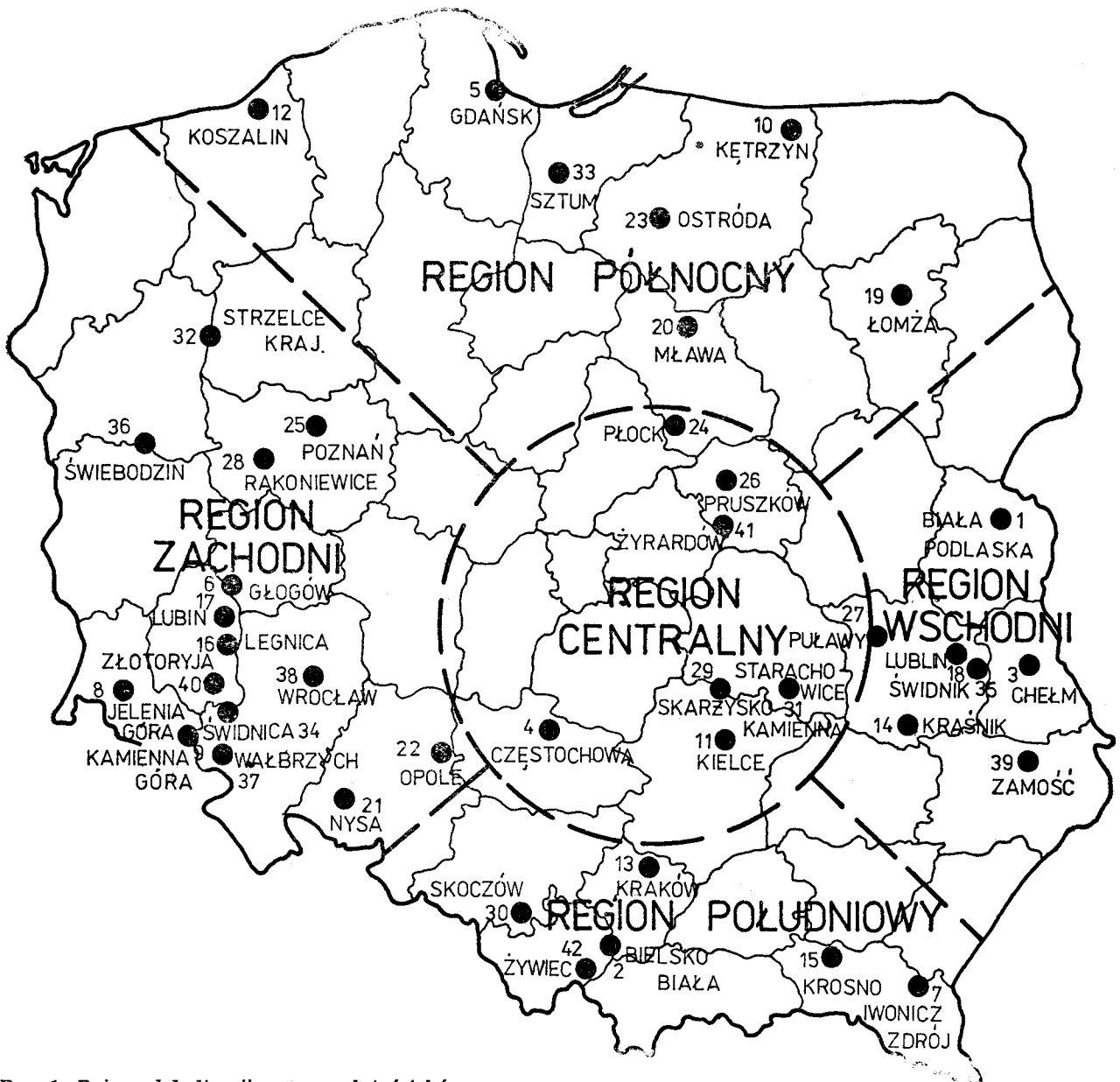
Tabela 1
ZESTAWIENIE BADANYCH OCZYSZCZALNI

Lp.	Nazwa oczyszczalni	Przepustowość (m ³ /d)	Lp.	Nazwa oczyszczalni	Przepustowość (m ³ /d)
1.	Biała Podlaska	6 800	22.	Opole	44 000
2.	Bielsko-Biala	58 000	23.	Ostróda	5 500
3.	Chelm	13 000	24.	Plock	32 000
4.	Częstochowa	77 500	25.	Poznań	60 000
5.	Gdańsk	50 000	26.	Pruszków	29 000
6.	Głogów	12 000	27.	Puławy	10 000
7.	Iwonicz Zdrój	1 300	28.	Rakoniewice	800
8.	Jelenia Góra	13 800	29.	skarżysko-Kamienna	10 000
9.	Kamienna Góra	8 000	30.	Skoczów	7 000
10.	Kętrzyn	9 100	31.	Starachowice	15 500
11.	Kielce-Sitkówka	40 700	32.	Strzelce Krajeńskie	1 800
12.	Koszalin	36 500	33.	Sztum Pole	3 000
13.	Kraków	107 500	34.	Świdnica	19 000
14.	Kraśnik	10 000	35.	Świdnik	5 300
15.	Krosno	12 000	36.	Świebodzin	5 300
16.	Legnica	25 000	37.	Wałbrzych	40 000
17.	Lublin	18 600	38.	Wrocław	170 000
18.	Lublin	49 000	39.	Zamość	13 000
19.	Łomża	14 400	40.	Złotoryja	4 000
20.	Mława	29 000	41.	Zyraudów	20 000
21.	Nysa	13 500	42.	Zywiec	15 000

W opisie metodyki badań podano informacje o metodzie typowania oczyszczalni, które miały dać odpowiedź o zależności charakterystyki osadów od czynników zewnętrznych, które wyrażone są w wielkości oczyszczalni, jej podstawowym schemacie technologicznym oraz miejscu jej lokalizacji (rys. 1).

METODY PRZERÓBKI OSADÓW W BADANYCH OCZYSZCZALNIACH ŚCIEKÓW

L.p	Metoda przeróbki	Oczyszczanie mech.-biolog. z osadem czynnym		Oczyszczanie mech.-biolog. ze złożami biologicznymi		Oczyszczanie mechaniczne		Razem				
		Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%			
1.	OSADNIKI IMHOFFA	Świdnik	1	2,38	Biała Podlaska, Kraśnik, Iwonicz, Mława, Skoczów, Świebodzin	6	14,28	Strzelce Krajeń. Sztum Pole	2	4,76	9	21,4
2.	WKF (OGRZEWANE)	Kraków, Pruszków, Żyrardów, Żywiec, Częstochowa, Plock	6	14,28	Kętrzyn, Krosno	2	4,76	Lublin Zamość, Jelenia Góra, Poznań	4	9,52	12	28,6
3.	WKF (NIEOGRZEW.)	Bielsko-Biała Gdańsk, Kielce, Koszalin, Opole, Puławy, Świdnica	7	16,66	Chełm, Lubin, Skarżysko-Kam., Starachowice, Złotoryja	5	11,90	Głogów, Kam. Góra, Łomża, Nysa	4	9,52	16	38,1
4.	TLENOWA STABILIZACJA	Rakoniewice	1	2,38	—	—	—	—	—	1	2,4	
5.	INNE	Wałbrzych	1	2,38	—	—	Wrocław, Legnica, Ostróda	3	7,14	4	9,5	
Razem:			16	38,1		13	30,95		13	30,95	42	100,0



Rys. 1. Rejony lokalizacji oczyszczalni ścieków

Wytypowane oczyszczalnie (tab. 2) są w większości oczyszczalniami mechaniczno-biologicznymi (69%). W zdecydowanej liczbie są to nowe obiekty wybudowane w okresie ostatnich 10—15 lat, z założeniem na ogół dalszej ich rozbudowy, zarówno jeśli chodzi o przepustowość jak i technologię oczyszczania. W zakresie rozbudowy dąży się do wprowadzenia stopnia biologicznego, opartego w zasadzie na metodzie osadu czynnego; dąży się również do zamiany złóż biologicznych na osad czynny. W tym momencie stwierdzić należy, że w zakresie technologii oczyszczania, działania zainteresowanych są aktywniejsze i skuteczniejsze aniżeli w przypadku gospodarki osadowej.

Z przeprowadzonego rozpoznania wynika, że prawie wszystkie badane oczyszczalnie posiadają urządzenia do gromadzenia i przeróbki osadów, jednakże w większości są one nie w pełni wystarczające z punktu widzenia wymaganej technologii.

Za właściwą i wystarczającą uznaje się przeróbkę tylko w ogrzewanych komorach fermentacyjnych (eksploatowanych oczywiście, zgodnie z wymogami technologicznymi), które pozwalają na otrzymanie osadów bezpiecznych pod względem sanitarnym, a jednocześnie o wyższym stopniu przydatności do celów rolniczych; takich oczyszczalni jest tylko ok. 30%. Większość badanych oczyszczalni (ok. 40%) posiada nieogrzewane WKF, które pełnią w zasadzie funkcje magazynów osadów. Ten stan jest wynikiem w zasadzie nie ukończonego procesu inwestycyjnego, który zakładał w większości komory ogrzewane.

W perspektywie przewiduje się znaczne zwiększenie liczby oczyszczalni z ogrzewanymi ko-

morami fermentacyjnymi. Konieczność takiego kierunku rozwiązań i zwiększenie jego tempa posiada ścisły związek z sugerowaną koncepcją rolniczej utylizacji osadów i jest w zasadzie głównym warunkiem jej realizacji.

Występowanie elementów śladowych w badanych osadach

Jak podkreślono we wstępie analizę obecności elementów śladowych ograniczono do 6-ciu głównych składników, które stanowią, jak udowodniono w badaniach [2], podstawową grupę składników w ocenie przydatności osadów i w określeniu poziomu nawożenia gleb.

Na rys. 2—7 przedstawiono zasadniczo pełną informację, która stanowi istotę niniejszej publikacji. Linie ciągłe reprezentują uśredniony poziom i zakres zmian stężeń w badanych osadach ściekowych. Są one syntezą wyników analitycznych, uzyskanych z uwzględnienia wszystkich próbek osadów z badanych 42 oczyszczalni ścieków. Przedstawiają one zatem uśrednioną charakterystykę osadów, która posłużyła do wyciągnięcia wniosków ogólnych.

Porównanie tych uśrednionych wyników z zakresami koncentracji elementów śladowych, występujących w innych składnikach środowiska jak: rośliny, gleby czy nawozy naturalne (tab. 3) pozwoliło na wyciągnięcie wielu pozytywnych wniosków, akceptujących rolnicze systemy utylizacji osadów ściekowych w Polsce [2].

Indywidualna analiza poszczególnych oczyszczalni wskazuje, że występuje niekiedy dość znaczna rozbieżność od tych uśrednionych warunków, a zatem nie w każdym indywidualnym

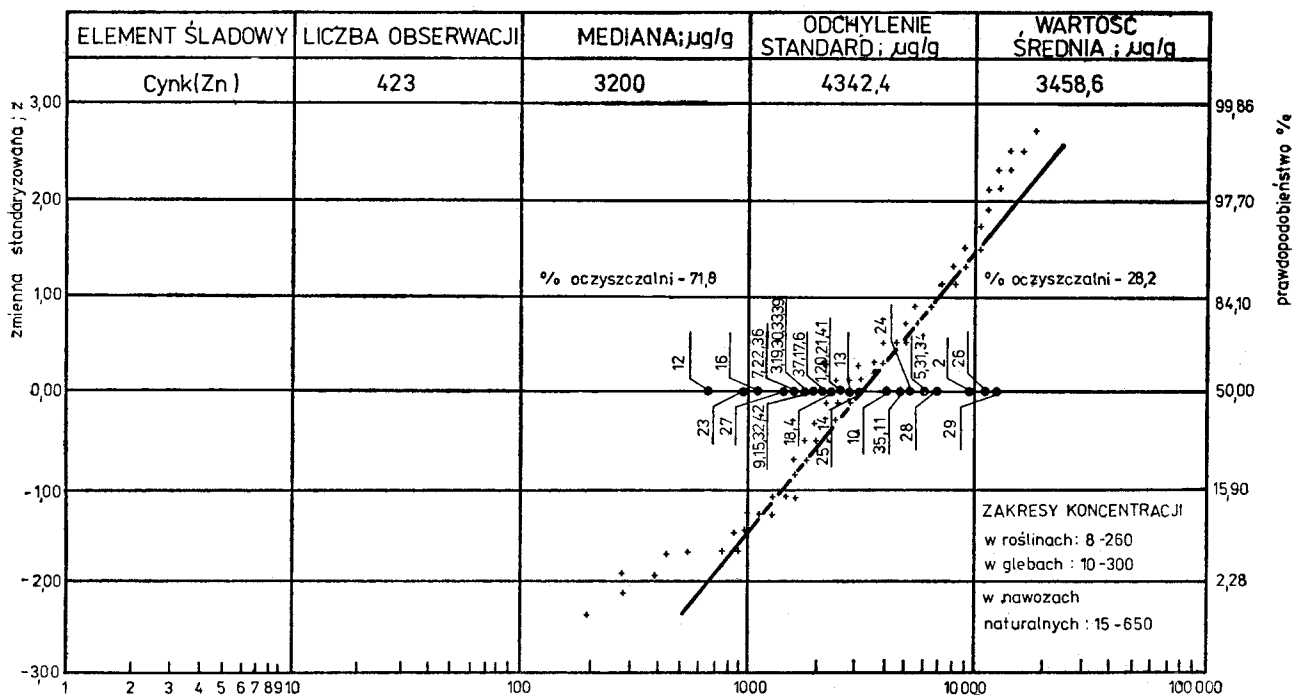
ZAKRESY STĘŻEŃ ELEMENTÓW ŚLADOWYCH,
WYSTĘPUJĄCYCH W ROŚLINACH, GLEBACH
I OSADACH ŚCIEKOWYCH *)

Tabela 3

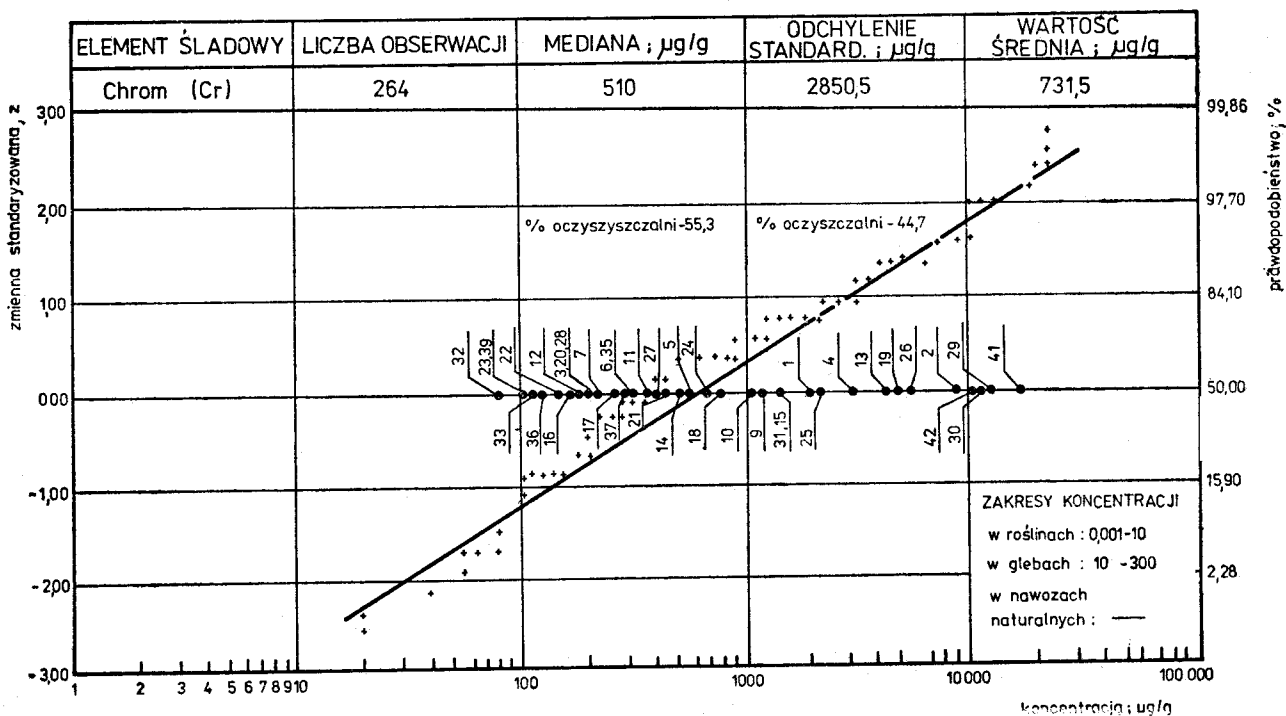
*) wg Cebula, 1980

(w $\mu\text{g/g}$)

Lp.	Element śladowy	W roślinach	W glebach nienawożonych osadami	W nawozach org.	W osadach ściekowych wg literatury zagranicznej	Zalecany poziom wyst. el. ślad. w glebach uprawnych	Tolerowany poziom wyst. el. ślad. w osadach
1.	Krzem	1—1000	gl.	—	—	—	—
2.	Glin	200	gl.	—	—	—	—
3.	Wapń	10 000—100 000	1 000—34 000	—	—	—	—
4.	Żelazo	20—1 300	1 000—100 000	40—2830	120—26 000	—	—
5.	Sód	10 000—100 000	400—26 000	—	—	—	—
6.	Magnez	1000—100 000	2 000—20 000	—	—	—	500
7.	Lit	1—100	10—40	—	—	—	—
8.	Bor	6—300	70—3000	270	150—4000	—	—
9.	Chrom	0,001—1,0	30—100	—	20—30 000	100	200—1000
10.	Tytan	1—10	1000—8000	—	<1000—4500	—	—
11.	Mangan	15—150	100—2100	3,5—868	73—3860	—	—
12.	Ołów	0,3—3,5	4—200	15	4,4—26 000	8—100	300—1000
13.	Wolfram	0,7—3,5	10—2500	—	—	—	—
14.	Fosfor	10—100	500—1800	—	—	—	—
15.	Cynk	8—260	10—300	15—650	72—50 000	5—300	1500—3000
16.	Bor	0,3—75	2—100	0,3—60	15—1000	25—100	100
17.	Stront	9—660	12—52	80	—	—	—
18.	Wanad	0,01—10	20—500	48	20—400	50	—
19.	Antymon	0,06—38	2—10	—	—	5	—
20.	Nikiel	0,1—10	7—65	30	5,9—8000	48—100	100—200
21.	Bizmut	0,06	10—15	—	<12—100	—	—
22.	Kadm	0,05—18	0,01—7	0,8	2—1500	0,06—5	10—50
23.	Miedź	1—100	2—100	1,4—62,0	33—17 000	1—100	500—1500
24.	Gał	0,01—1	1—30	—	1—20	—	—
25.	Srebro	0,5	0,1—0,5	—	5—150	—	—
26.	Tor	—	—	—	—	—	—
27.	Cyna	0,5—2,7	0,5—1	3,8	40—700	50	—
28.	Kobalt	0,01—1,9	1—40	0,038—6,0	2—2000	50	20—100
29.	Beryl	—	—	—	—	10	—
30.	Molibden	0,1—10	1,5—5	0,05—5,50	2—30	5—10	20—50



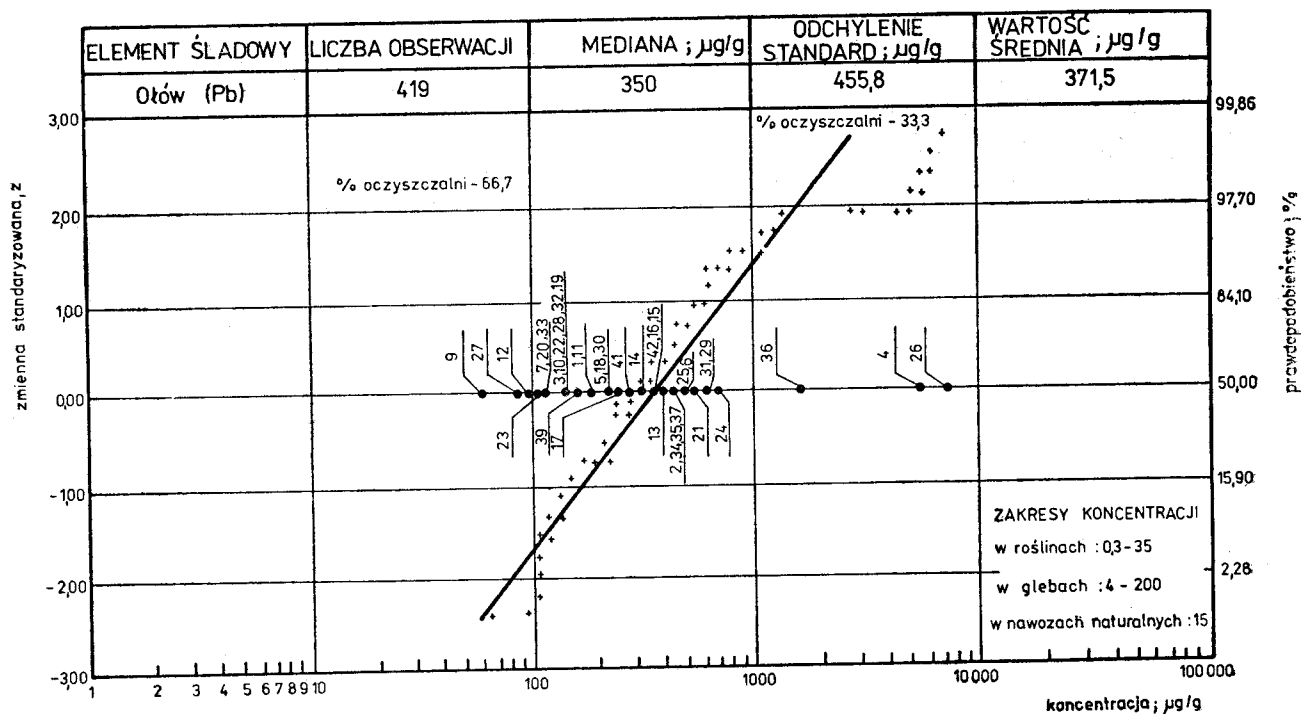
Rys. 2. Występowanie cynku w osadach ściekowych



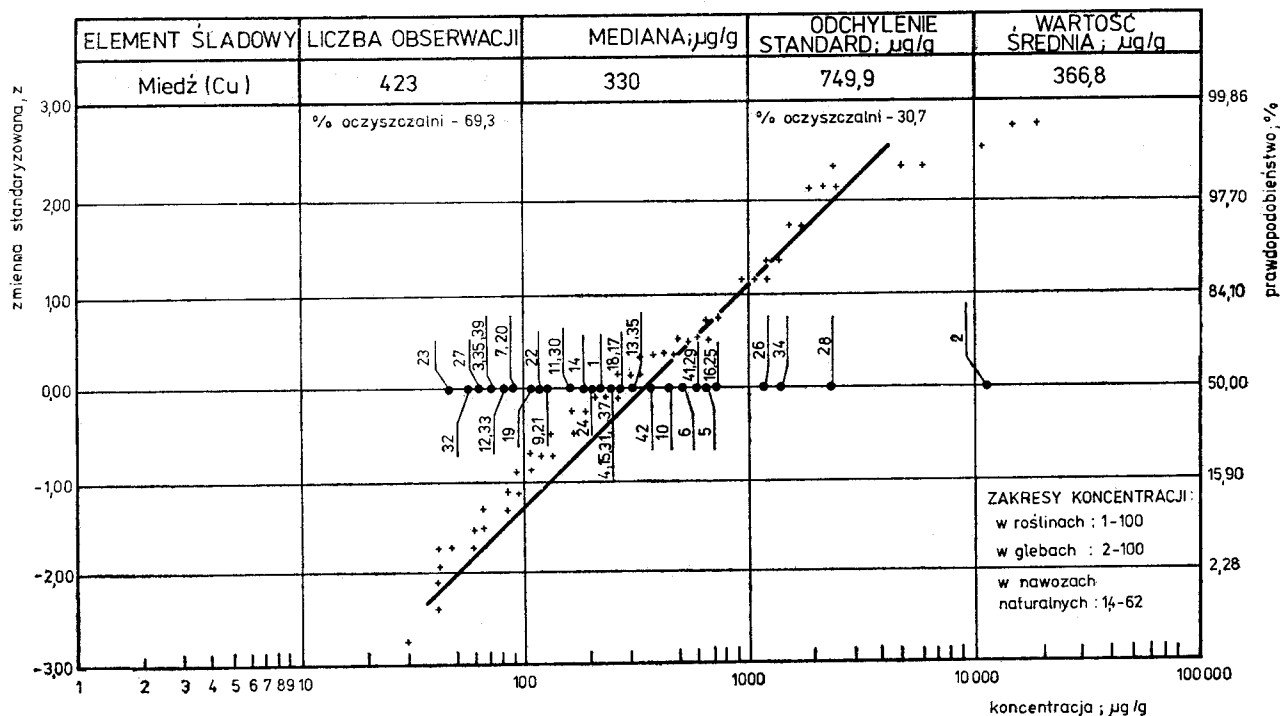
Rys. 3. Występowanie chromu w osadach ściekowych

przypadku wnioski pozytywne się sprawdzają. Mówiąc o kryteriach rolniczej przydatności osadów ściekowych [2] zasugerowano, aby ustalone, średnie wartości stężeń 6-ciu wytypowanych elementów śladowych w osadach z krajowych oczyszczalni ścieków uznać za tolerowane górne poziomy stężeń. Osady kierowane do rolniczego wykorzystania nie powinny wykazywać wyższych stężeń; określając to ściślej — średnie wartości stężeń analizowanych elemen-

tów śladowych w określonej partii osadów, kierowanych na pola nie powinny przekraczać tolerowanych poziomów. Wartości średnie z kolei obliczane być powinny z jak największej liczby próbek, nie mniejszej jednak niż 10. Zasugerowane górne poziomy stężeń dla warunków krajowych odbiegają od tych wartości, jakie podają niektóre źródła literaturowe (p. tab. 3); są one zasadniczo niższe za wyjątkiem cynku, ale, odzwierciedlając aktualną



Rys. 4. Występowanie ołowiu w osadach ściekowych

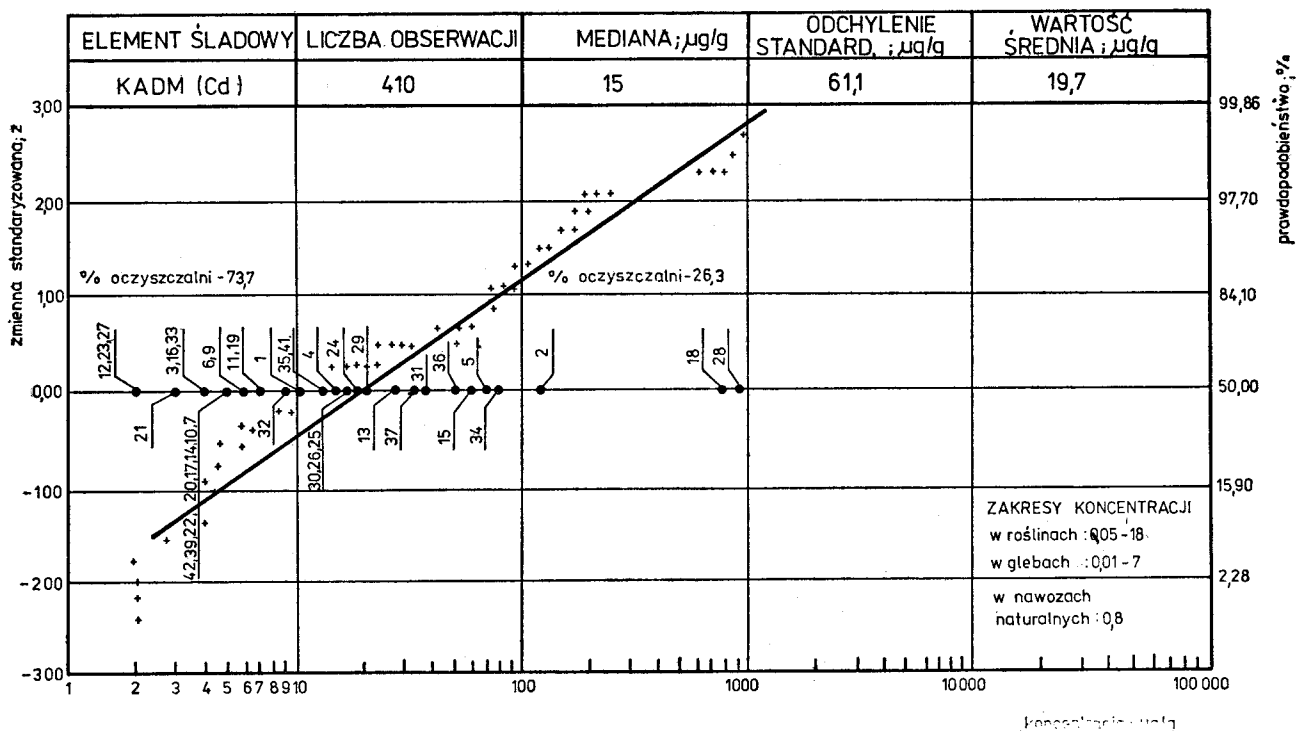


Rys. 5. Występowanie miedzi w osadach ściekowych

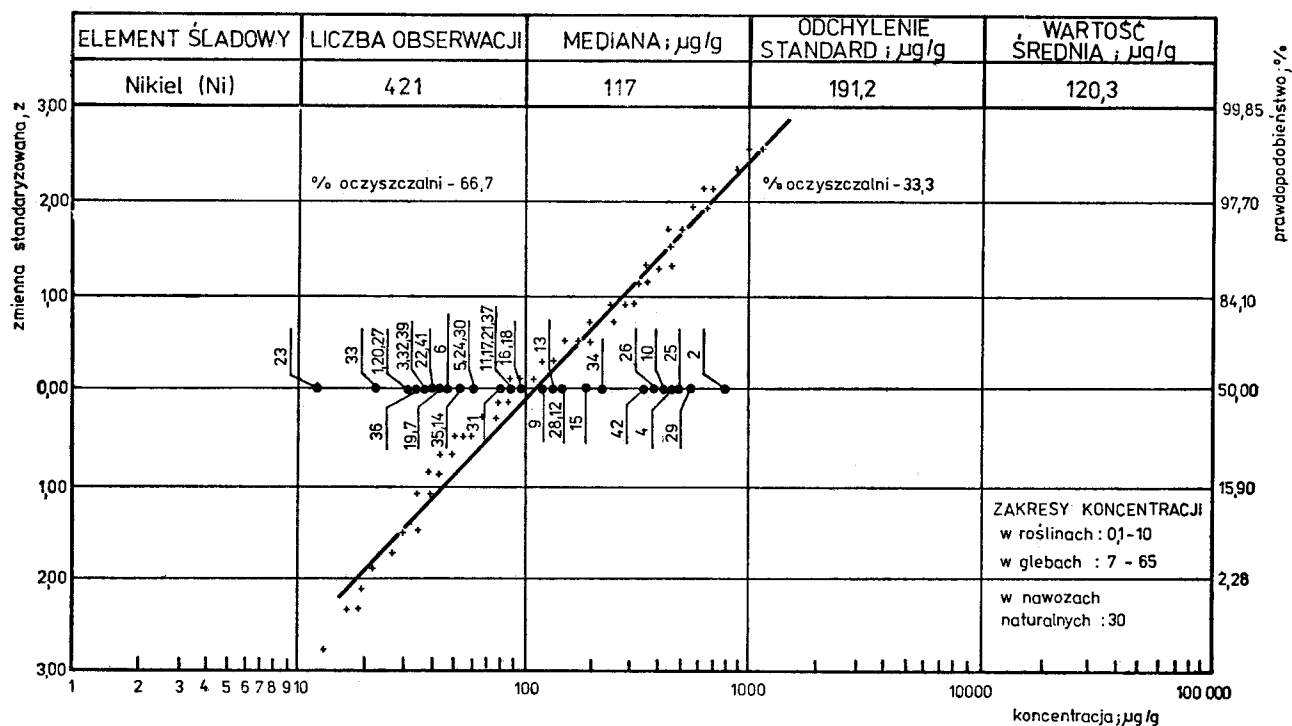
i rzeczywistą charakterystykę osadów ściekowych, zawierają określony współczynnik bezpieczeństwa w stosunku do środowiska.

Jak wynika z rys. 2—7 w zdecydowanej większości badanych oczyszczalni (a proporcjonalnie odnieść to można do całego kraju) rzeczywiste stężenia poszczególnych elementów układają się poniżej zalecanego poziomu lub w bezpośrednim jego sąsiedztwie.

W pozostałych przypadkach (oczyszczalnie położone po prawej stronie linii ciągłej) zastosować należy działania korekcyjne w kierunku zmniejszenia ładunku metali, zrzuconych do kanalizacji z określonych źródeł przemysłowych. Takie postępowanie dotyczyć musi w każdym indywidualnym przypadku analizowanych 6-ciu głównych elementów śladowych. Średnie stężenia wszystkich tych 6-ciu elemen-



Rys. 6. Występowanie niklu w osadach ściekowych.



Rys. 7. Występowanie kadmu w osadach ściekowych

tów nie mogą przekraczać tolerowanych poziomów w każdym indywidualnym przypadku rozwiązania gospodarki osadowej.

LITERATURA

1. J. CEBULA: Unieszkodliwianie osadów ściekowych wspólnie z odpadkami stałymi w rejonach podlegających szczególnej ochronie. Prace Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Nr 11. W-wa, 1976.

- J. CEBULA: Ustalenie kryterium przydatności osadów ściekowych w rolniczym ich wykorzystaniu. IMGW, W-w, 1980 (maszynopis).
- J. CEBULA: Kryteria przydatności osadów ściekowych do celów rolniczych. IMGW. W-w, 1980 (artykuł przygotowywany do druku).
- L. PAWŁOWSKA i inni: Badania ilościowe i jakościowe osadów ściekowych wraz z opracowaniem koncepcji gospodarki osadami w kraju. Etap I. Ocena aktualnego stanu gospodarki osadami ściekowymi w kraju. Inst. Kszt. Środ. Zakład Przyrodniczych Podstaw Kształtowania Środowiska. Warszawa, 1979 (maszynopis).