

MATEUSZ NIEDBAŁA
BEATA SMOLIŃSKA
KATARZYNA KRÓL

Instytut Podstaw Chemii Żywności
Politechnika Łódzka

ZANIECZYSZCZENIA GLEB MIEJSKICH MIASTA ŁODZI WYBRANYMI PIERWIASTKAMI ŚLADOWYMI

Opiniodawca: **dr inż. Joanna Leszczyńska**

Praca zawiera wyniki oznaczeń i zawartość jonów pierwiastków śladowych w glebach antropogenicznych miasta Łodzi. Badania laboratoryjne wykonano dla dziewięciu próbek glebowych pobranych w różnych miejscach miasta Łodzi. W próbach oznaczono stężenia Pb, Co, Zn, Cr, Ni, Cd, As metodą absorpcyjnej spektroskopii atomowej. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że koncentracje wymienionych jonów w glebach Łodzi utrzymują się na niskim poziomie, zatem badane gleby urbano- i industroziemne można zaliczyć do gleb niezanieczyszczonych.

Wstęp

Intensywny rozwój przemysłu oraz wzrost różnorodnej aktywności gospodarczej człowieka, obserwowany w ciągu ostatnich dwustu lat spowodował powstanie bardzo niekorzystnych zmian w naszym środowisku.

Na skutek emisji związków toksycznych do środowiska, postępowała degradacja poszczególnych ekosystemów.

Gleba jest najbardziej obciążona gromadzeniem zanieczyszczeń, w tym pierwiastków śladowych, substancji ropopochodnych i pestycydów. Pierwiastki śladowe stanowią podstawowy problem, ponieważ nie mogą być usunięte poprzez degradację. Niekorzystne zmiany (np. nadmierne gromadzenie się metali ciężkich w rejonach, gdzie prowadzone było lub jest wydobywanie rud metalonośnych) wywołane działalnością człowieka mogą prowadzić do powstania nietypowych dla danych siedlisk warunków, a tym samym wymuszają reakcje adaptacyjne na organizmach zasiedlających takie rejonu.

Wymienione zjawiska (stale wzrastające zanieczyszczenie gleby, powietrza i wód, wynikające z działalności przemysłu, niskiej wydajności metod pozyskiwania metali, chemizacja rolnictwa itp.) stanowią zagrożenie dla zdrowia człowieka i otaczającej go przyrody, wymuszają na człowieku podjęcie działań zmierzających do ciągłego monitorowania poziomu substancji toksycznych zawartych w glebach [1]. Jednym z takich działań może być badanie zawartości pierwiastków śladowych oraz metali ciężkich w glebach z wykorzystaniem dostępnych technik analitycznych [2].

Celem niniejszej pracy było wyznaczenie wstępnych transektów badawczych oraz rozpoczęcie monitorowania zanieczyszczenia gleb miejskich na terenie występowania gleb industrio- i urbanoziemnych.

Zanieczyszczenie gleb miejskich

Gleby miejskie stanowią najmniej poznaną grupę gleb na terenie Polski. W systematyce zostały sklasyfikowane jako dział gleb antropogenicznych, powstałych na skutek pozytywnej i negatywnej działalności człowieka. Wśród tych gleb wyróżnić można rząd gleb kulturoziemnych, z takimi typami jak hortisole i rigosole, a także rząd gleb industrio- i urbanoziemnych, z następującymi typami gleb:

- 1) antropogenicznym o niewykształconym profilu,
- 2) antropogenicznym próchnicznym,
- 3) pararędzin antropogenicznych,
- 4) słonych antropogenicznych.

Gleby antropogeniczne powstają w wyniku intensywnej działalności człowieka zmierzającej zarówno do wzbogacenia ich w próchnicę, a tym samym podniesienia ich walorów produkcyjnych, jak również ich dewastacji, w wyniku np. nieumiejętnego stosowania nawozów.

Ochrona gleb przed zanieczyszczeniem pierwiastkami śladowymi jest bardzo istotna ze względu na długotrwałość ich szkodliwego oddziaływania na różne elementy środowiska. Pierwiastki śladowe, gdy dostaną się do gleby wchodzi w różnorakie reakcje i akumulują się, przechodząc w formy słabo rozpuszczalne. W wyniku tego tylko niewielkie ich ilości są wymywane. Okres połowicznego zaniku metalu w glebie wynosi setki, a nawet tysiące lat, a zatem konieczne jest podjęcie środków mających za zadanie przeciwdziałanie szkodliwemu zanieczyszczeniu gleb [3, 4].

Pierwiastki śladowe przedostające się do gleby pochodzą z wielu źródeł. Zmianę miejsca występowania metali ciężkich w środowisku, warunkują takie procesy naturalne jak:

- magmowe i pomagmowe,
- metamorficzne (przemiany skał osadowych lub magmowych pod wpływem wzrostu temperatury, ciśnienia i in.),
- hipergeniczne (np. wietrzenie skał, sedymentacja).

Pierwiastki śladowe ulegają rozproszeniu w środowisku i z zanieczyszczonych gleb, wody i powietrza, bezpośrednio lub poprzez rośliny, dostają się do organizmów zwierząt i człowieka [5, 6].

Wśród antropogenicznych źródeł zanieczyszczeń najważniejszą pozycję stanowią emisje pyłowe pochodzące z operacji przemysłowych, energetyki i transportu. Spośród innych źródeł wyróżnić można procesy spalania w gospodarce komunalnej, wysypiska odpadów, nawozy i odpady stosowane do nawożenia.

Pod względem ilości emitowanych metali ciężkich największe zagrożenie dla środowiska w Polsce stwarza energetyka oparta na spalaniu węgla kamiennego i brunatnego. Kopalnictwo rud i hutnictwo metali nieżelaznych (miedzi, cynku, ołowiu) przyczyniają się do silnego zanieczyszczenia gleb w sąsiedztwie, lecz na mniejszym obszarze w porównaniu z rozproszonym działaniem energetyki. Do znacznego zanieczyszczenia gleb i roślin pierwiastkami śladowymi dochodzi wzdłuż szlaków komunikacyjnych. Odnosi się to przede wszystkim do ołowiu, który występuje w spalinach samochodowych oraz kadmu i chromu, z którymi mamy do czynienia w czasie ścierania się opon i innych części pojazdów. Z innych źródeł należy jeszcze wymienić różnego rodzaju materiały zawierające metale ciężkie, znajdujące się w użytkowaniu człowieka, takie jak wyroby z tworzyw sztucznych stopów metali, powłoki ochronne, farby oraz lakiery [3, 7].

Najbardziej powszechnymi i niebezpiecznymi pierwiastkami śladowymi występującymi w glebie nadmiernie są: ołów (Pb), rtęć (Hg), kadm (Cd), chrom (Cr), miedź (Cu), nikiel (Ni) i cynk (Zn). Zawartość metali ciężkich w glebach zależy od poziomu adsorpcji, na którą wpływ ma: obecność związków humusowych i innych składników gleby, odczyn pH gleby, potencjał red-ox i inne [7].

Ogólna charakterystyka miasta Łodzi

Badania terenowe zostały przeprowadzone w obrębie miasta Łodzi. Łódź jest miastem rozpoznawanym jako jedno z tych, gdzie obserwuje się duże zanieczyszczenie powietrza. Zajmuje ono obszar o powierzchni 400 km², gęsto zaludniony, na którym znajdują się cztery duże elektrownie i wiele mniejszych, w których często problem ograniczania emisji pyłów do atmosfery nie jest prawidłowo rozwiązany [8]. Ponadto stwierdzono, że ponad 50% gospodarstw domowych w centrum miasta nadal posiada własne systemy ogrzewania, które w żaden sposób nie ograniczają emisji zanieczyszczeń do atmosfery [8].

Pomimo faktu, że w ostatnich latach emisja pyłów z zakładów przemysłowych zmniejszyła się, to rola innych antropogenicznych źródeł zanieczyszczeń lotnych, wliczając w to ruch uliczny, cały czas rośnie [8, 9, 10]. Stwierdzono, że w 1999 roku całkowita ilość zanieczyszczeń pochodzących z procesów spalania w mieście Łodzi i okolicach wyniosła 5000 Mg/rok [8, 11].

W 2004 roku zanieczyszczenia te stanowiły 3100 Mg/rok, z czego 59% stanowiły źródła powierzchniowe, 39% źródła punktowe (takie jak energetyka i spalanie węgla), a 2% zanieczyszczenia pochodzące z transportu (emisje liniowe) [8, 12].

Łódź jest miastem znajdującym się w centralnej części Polski, w pobliżu którego krzyżują się główne autostrady (A1 i A2) łączące południe z północą oraz zachód ze wschodem kraju. Dlatego też nie bez znaczenia pozostaje wpływ emisji liniowych. W wielu polskich miastach zaprezentowano i opisano badania nad skażeniem środowiska i gleb. Natomiast wyniki badań z różnych części miasta, nad zawartością pierwiastków śladowych w łódzkich glebach nie były dotąd nigdzie publikowane [6, 7, 8].

Charakterystyka gleb miasta Łodzi

Skały macierzyste gleb Niziny Mazowieckiej stanowią przede wszystkim utwory czwartorzędowe, takie jak piaski i żwiry fluwioglacjalne, piaski i gliny zwałowe, żwiry, pyły eoliczne wraz z piaskami, mułki i ropy zastoiskowe oraz utwory sedymentacyjne. Gleby regionu łódzkiego są mało zróżnicowane, dominują przede wszystkim gleby bielcowe, które stanowią ok. 85% powierzchni województwa. Pozostałe to gleby bagienne i torfowe, brunatne, rędziny, mady oraz czarne ziemie. Około 46% powierzchni województwa łódzkiego zajęta jest przez gleby o najgorszych właściwościach użytkowych (kl. V i VI) [12]. Z tego około 4000 ha przypada na grunty zdegradowane i zniszczone przez przemysł metalurgiczny, budownictwo, transport miejski oraz przez nieodpowiednią gospodarkę odpadami i ściekami. Tylko 9% powierzchni województwa stanowią gleby dobre i bardzo dobre (I-III klasy bonitacyjnej) [7,8].

Część doświadczalna

Pobór prób

W wyniku przeprowadzonych badań terenowych w obrębie miasta Łodzi dokonano poboru 9 prób gleby z czterech różnych obszarów. Każdą z prób pobrano w trzech powtórzeniach na głębokości 0-30 cm [13, 14]. Obszary poboru oznaczono na mapie (rys.1) kolejno numerami:

- „1”:
 - próba 1 – okolice dębu szypułkowego (*Quercus robus* L.) „Fabrykant”, kwatery 1 parku im. ks. bp. Michała Klepacza
 - próba 2 – park im. ks. bp. [Michała Klepacza](#), kwatery 2;
 - próba 4 – ul. ks. Skorupki 8;
 - próba 6 – skwer wozowni Rektoratu Politechniki Łódzkiej;
- „2”:
 - próba 9 – ul. Szparagowa, okolice ZTK „Teofilów” S.A.;
- „3”:
 - próba 3 – park im. J. Poniatowskiego, kwatery 1;
 - próba 5 – park im. J. Poniatowskiego, kwatery 3;
- „4”:
 - próba 7 – tereny znajdujące się w bliskim sąsiedztwie osiedla Olechów (strona północna);
 - próba 8 – tereny leśne znajdujące się w bliskim sąsiedztwie osiedla Olechów (strona południowa);

W dalszej części pracy posługiwano się numerami prób.

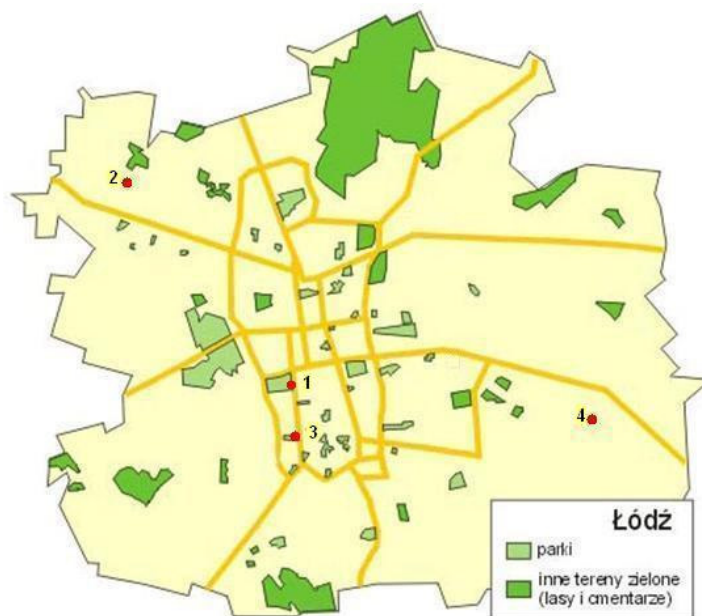
Oznaczenie podstawowych właściwości fizyko-chemicznych gleb

W powietrznie suchych próbach glebowych oznaczono:

- odczyn zgodnie z normą PN-ISO 10390:1997 (Jakość gleby. Oznaczanie pH.),
- zawartość wody higroskopijnej i absolutnie suchej masy zgodnie z normą PN-ISO 11465:1999 (Jakość gleby. Oznaczanie zawartości suchej masy gleby i wody w glebie w przeliczeniu na suchą masę gleby. Metoda wagowa).

Oznaczenie pierwiastków śladowych w glebie

W celu oznaczenia pierwiastków śladowych, glebę poddano mineralizacji mikrofalowej w mieszaninie kwasów HNO_3 i HClO_4 w stosunku 1:3. W otrzymanym mineralizacie oznaczono ołów (Pb), kadm (Cd), cynk (Zn), chrom (Cr), nikiel (Ni), kobalt (Co), arsen (As), metodą płomieniową absorpcyjnej spektroskopii atomowej (F-AAS).



Rys. 1. Mapa poboru próbek glebowych

Wyniki i dyskusja

Odczyn gleby

Pierwszy etap prac polegał na oznaczeniu odczynu każdej z pobranych próbek glebowych. Wyniki oznaczeń przedstawiono w tabeli 1. Odczyn gleb w wodzie destylowanej mieścił się w zakresie 6,5-8,1, natomiast w chlorku potasu wynosił

6,2-7,8, wyłączając kwaśne gleby pobrane z terenów leśnych w okolicy osiedla Olechów. Oznaczone pH gleby w 1M chlorku potasu dały niższe wartości od pomiaru w wodzie destylowanej. Wynika to z faktu, że kwasowość gleby warunkowana jest przez jony wodorowe dwojakiego rodzaju. Są to jony wodorowe znajdujące się w roztworze glebowym i jony wodorowe będące w kompleksie sorpcyjnym. Podczas oznaczania pH w wodzie dokonuje się pomiaru stężenia jonów wodorowych roztworu glebowego. W przypadku pomiaru odczynu gleby w KCl, odczyn gleby jest sumą jonów H^+ z roztworu glebowego oraz jonów H^+ wypartych z kompleksu sorpcyjnego [15].

Tabela 1

Odczyn pH badanych gleb

Miejsce poboru prób	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Odczyn	
„1”	1	6,5	6,2	lekko kwaśny
	2	6,9	6,4	lekko kwaśny
	4	7,0	6,6	obojętny
	6	6,6	6,2	lekko kwaśny
„2”	9	8,7	7,2	zasadowy
„3”	3	7,0	6,7	obojętny
	5	6,4	6,2	lekko kwaśny
„4”	7	5,2	4,8	kwaśny
	8	5,2	4,9	kwaśny

Pobrane z terenów leśnych próby gleb 7 i 8 charakteryzowały się odczynem kwaśnym. Obrzeża osiedla Olechów oraz okalające go lasy porastają drzewa acydofilne, takie jak świerki i brzozy, które współtworzą wierzchni poziom morfologiczny Olh odpowiedzialny za zakwaszenie tych gleb [16].

Próby glebowe 1, 2 i 6 pochodzące z Parku im. ks. Bp. Michała Klepacza charakteryzowały się odczynem lekko kwaśnym. Obfity drzewostan parkowy i pomniejsze krzewy stale zasilają poziom próchniczny tej gleby, tworząc charakterystyczny wierzchni poziom organiczny. Potwierdza to niewielka ilość węglanów. W glebach takich kompleksy połączeń metaloorganicznych odznaczają się wysoką trwałością.

Obszar ulicy Szparagowej (Próba 9) odznaczał się odczynem zasadowym gleby. Duża ilość węglanów wapnia oraz węglanów magnezu i sodu potwierdzona połowym testem „burzenia” stężonym kwasem HCl, alkalizuje podłoże glebowe. Do procesu alkalizacji gleb przyczynić się może także działalność człowieka, a przede wszystkim nawożenie i helatyżacja.

Odczyn gleby w obszarze „3” (Próby 3 i 5) oscylował w granicach odczynu lekko kwaśnego i obojętnego. Powodem zmienności glebowej, a także i samego odczynu gleby może być duża ilość obiektów małej architektury z wodotryskami (OMA).

Woda higroskopowa i absolutnie sucha masa

Oznaczenie wody higroskopowej (W_h) i absolutnie suchej masy (ASM) przeprowadzono zgodnie z normą PN-ISO 11465:1999 (Jakość gleby. Oznaczanie zawartości suchej masy gleby i wody w glebie w przeliczeniu na suchą masę gleby. Metoda wagowa.). Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2
Poziom wilgotności higroskopowej [%] (W_h)
oraz absolutnie sucha masa [%] (ASM)

Miejsce poboru prób		W_h	ASM
„1”	1	1,80	98,2
	2	1,60	98,4
	4	0,60	99,4
	6	0,48	99,5
„2”	9	0,50	99,5
„3”	3	1,93	98,1
	5	0,72	99,3
„4”	7	0,31	99,7
	8	0,53	99,5

Zawartość wody higroskopowej w próbkach zawiera się w zakresie od 0,31% do 1,93%. Otrzymane wartości są niskie, co świadczy o dużym stopniu przesuszenia. Oznaczenie zawartości wody higroskopowej ma istotny wpływ na badania nad gospodarką wodną gleb i daje pogląd na temat stosunków wodnych w niej panujących. Oznaczenie ASM wykorzystano do obliczenia stężeń poszczególnych pierwiastków w glebie.

Pierwiastki śladowe w glebie

Oznaczenia pierwiastków śladowych w próbach glebowych wykonano metodą AAS po wcześniejszej mineralizacji mikrofalowej. Wyniki oznaczeń przedstawiono w tabeli 3 razem z poziomem N, czyli zalecanymi granicznymi stężeniami pierwiastków śladowych.

Wszystkie próby glebowe poddane analizom charakteryzowały się niską koncentracją oznaczanych metali. Stężenia pierwiastków śladowych utrzymywały się poniżej poziomu określonego przez Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. z dnia 4 października 2002 r.) dla gleb typu A i B (głębokość poboru prób 30 cm).

Ukształtowanie wzniesień łódzkich w mieście ma decydujący wpływ na klimat, a co za tym idzie na zawartość pierwiastków w glebie. Wzniesienia te chronią miasto przez wpływem wiatrów wiejących z północy. Ponadto zwiększony

współczynnik szorstkości podłoża modyfikuje kierunki wiatrów, zmniejszając ich prędkość i redukując tym samym możliwość przenoszenia zanieczyszczeń. Stężenie oznaczanych metali we wszystkich analizowanych próbach glebowych jest wynikiem warunków klimatycznych panujących na terenie miasta Łodzi.

Tabela 3

Zawartości pierwiastków śladowych w glebach ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.)

Pierwiastek	Poziom N*	Numer próby								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pb	100 - 600	20,5	25,4	16,6	14,4	23,4	27,4	37,5	30,6	18,3
Co	20 - 200	8,5	8,1	6,4	6,7	7,0	7,6	4,1	1,5	3,1
Zn	300 - 1000	178,4	188	81,2	119,4	75,8	127,1	25,8	22,2	22,8
Cr	150 - 500	33,3	28,3	17,7	28,3	25,8	32,3	18,3	13,1	17,5
Ni	100 - 300	22,3	46,1	19,7	22,6	16,7	31,2	17,9	8,1	11,5
Cd	1 - 4	1,2	2,2	0,6	1,1	1,0	1,3	0,9	1,0	0,9
As	20 - 60	52,5	42,2	40,1	51,8	35,8	33,8	16,6	20,6	18,4

* – Poziom N – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. z dnia 4 października 2002 r.).

Najwyższymi stężeniami metali ciężkich i pierwiastków śladowych charakteryzowały się próby glebowe 1, 2, 4 i 6, zatem próby pobrane z Parku im. ks. bp. Michała Klepacza. Ze względu na lokalizację parku w ścisłym centrum miasta, nadziemne części roślinności tam występującej asymilują duże ilości pyłu, a w momencie zrzucania liści przenoszą je do gleby.

Park otoczony jest budynkami, które zmieniają kierunki wiatrów lokalnych i powodują nanoszenie dużych ilości zanieczyszczeń pochodzących ze szlaków komunikacyjnych leżących w pobliżu. Podobnie jest w przypadku prób gleby pobranych z parku im. Józefa Poniatowskiego. Tu również mamy do czynienia z obszarem o bogatej roślinności, otoczonym zabudową miejską. Ponadto próby glebowe pobrano w pobliżu ruchliwych ulic Piłsudskiego oraz Alei Politechniki, z których na tereny parku nanoszone są duże ilości zanieczyszczeń. Niższą zawartością pierwiastków charakteryzują się próby pobrane z osiedla Olechów. W tym przypadku decydujący był fakt poboru prób z terenu w pobliżu drogi łączącej osiedle z Andrzejowem, który narażony jest na zapylenie pochodzące z ruchu kołowego.

W żadnej z badanych prób gleby nie stwierdzono podwyższonych zawartości ołowiu. Najwyższą koncentracją charakteryzowały się próby glebowe z okolic osiedla Olechów (próba 7 i 8), odpowiednio 37,5 oraz 30,6 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ suchej masy.

Zawartość kobaltu we wszystkich analizowanych próbach utrzymywała się na stałym poziomie (ok. 10 mg kg⁻¹ s.m.)

Najwięcej cynku zawierały próby gleby pobrane do analizy z ulicy Szparagowej w sąsiedztwie zakładu ZTK „Teofilów” S.A. oraz z terenów leśnych w pobliżu osiedla Olechów [17].

Najwyższą koncentracją chromu charakteryzowały się próby glebowe pobrane w parku im. Ks. Bp Michała Klepacza i jego okolicach i wynosiły one około 33 mg kg⁻¹ s.m. Stosowanie środków ochrony roślin, m.in. opryskiwanie i szczepienie drzew mogło mieć wpływ na zaskakująco duże stężenie arsenu w próbach glebowych pobranych w tych okolicach. Niemniej jednak koncentracja tego metalu w żadnym z przypadków nie przekroczyła 60 mg kg⁻¹ s.m.

Koncentracje niklu we wszystkich próbach glebowych utrzymywały się na niskim poziomie.

Podsumowanie

Zawartość pierwiastków w badanych próbach glebowych była zróżnicowana. Bez względu na miejsce poboru, próby charakteryzowały się niższym niż dopuszczalne stężeniem Pb, Co, Zn, Cr, Ni, Cd i As. Obserwacje terenu oraz analizy laboratoryjne pozwalają stwierdzić, że pomimo obiegowej opinii o silnym zanieczyszczeniu miasta Łodzi, stan gleb zgodny jest z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Środowiska [17].

Literatura

- [1] **Kondzielski I., Buczkowski R.:** Fitoremediacja – nowa, obiecująca metoda stosowana w ochronie środowiska. *Ekologia Technika*, 7, 79-84, 1999.
- [2] **Adriano D.C., Chlopecka A., Kaplan D.I.:** Role of Soil Chemistry in Soil Remediation and Ecosystem Conservation. *Soil Chemistry and Ecosystem Health. Special Publication 52: Soil Science Society of America, Madison, USA, 2002.*
- [3] **Gambuś F.:** Przeciwdziałanie i łagodzenie skutków zanieczyszczenia gleb. *Aura* 8/2001, 10-12, 2001.
- [4] **Kiepa-Kokot A., Fudali E., Karasiewicz B.:** Fitoremediacja gleby – nadzieje, możliwości, zastosowanie, kontrowersje. *Aura* 8/2000, 4-5, 2000.
- [5] **Bojanowska I.,** Bioremediacja metali ciężkich i innych zanieczyszczeń z gleby. Materiały Wykładowe – Zakład Inżynierii Środowiska Wydziału Chemicznego Uniwersytetu Gdańskiego: www.chem.univ.gda.pl/~bojirka/Bio-w.pdf 2007.
- [6] **Henry R.J.:** An Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury. U.S. Environmental Protection Agency, 2000.
- [7] **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1999.
- [8] **WIOŚ Raport 2007:** Raport o Stanie Środowiska w Województwie Łódzkim w 2006 roku, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź, 2006.

- [9] **Bem H., Gallorini M., Krzemińska M.:** Comparative studies of the concentrations of some trace elements in the urban air particulate matter in Lodz City of Poland and in Milan, Italy. *Environ. Intern.*, **29**, 2003.
- [10] **Fenger J.:** Urban air quality. *Atmos. Environ.*, **33**, 4877-4900, 1999.
- [11] **Bem H., Wieczorkowski P., Budzanowski M.:** Evaluation of technologically enhanced natural radiation near the coal-fired power plants in the Lodz region of Poland. *J. Environ. Radioact.* **6**, 191-201, 2002.
- [12] **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa, 1999.
- [13] **Namieśnik J.:** *Pobieranie próbek środowiskowych do analizy*. PWN, Warszawa 2002.
- [14] **Namieśnik J.:** *Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy*. PWN, Warszawa 2000.
- [15] **Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E.:** *Analiza chemiczno-rolnicza*. PWN, Warszawa 1976.
- [16] **Zawadzki S.:** *Gleboznawstwo*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 244, Warszawa, 1999.
- [17] **Rozporządzenie Ministra Środowiska** z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby i jakości ziemi (Dz. U. z dnia 4 października 2002 r.)

TRACE ELEMENTS AS POLLUTANTS OF URBAN SOILS OF LODZ

Summary

This paper presents the analysis of trace elements in anthropogenic soils of Lodz. The laboratory investigations were carried out on the nine soil samples, which were representative for different parts of the city. The concentrations of Pb, Co, Zn, Cr, Ni, Cd and As were determined by F-AAS method.

The results of the study show that concentrations of investigated elements in soils of Lodz were low. The urban and industrial soils of Lodz city can be defined as non polluted.