

*Justyna CHUDECKA*

## ZAWARTOŚĆ Zn, Cu, Pb ORAZ ZASOLENIE GLEB TERENÓW ZIELENI ZLOKALIZOWANYCH W CENTRUM SZCZECINA

## THE CONTENT OF Zn, Cu, Pb AND SALINITY OF SOILS OF GREEN AREAS LOCATED IN THE CENTER OF SZCZECIN

Zakład Rekultywacji i Chemii Środowiska, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny  
w Szczecinie

**Abstract.** In work were presented of total content of Zn, Cu, Pb and salinity (measured as electric conductivity) of soil humus horizon (0–30 cm) of green areas from the city of Szczecin. Soil properties were analyzed according to distance from busy Słowackiego and Wojska Polskiego Streets. It was found that salinity and content of metals in soils decreased with increasing distance from roadway. Road deposits caused a clear increase of salinity in the soil located to 12 m from road edge but it was not achieve the level of  $2 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$ , considered as serious salinity. The investigated soils were most contaminated by lead. In the zone up to 7 m from road, content of this metal shown medium pollution (III<sup>o</sup>) and amount more than permissible acc. polish legislation. Zinc and copper were accumulated on the levels of increased content (I<sup>o</sup>) and weak pollution (II<sup>o</sup>) but not having exceeded acceptable levels. Among studied urban green areas, the most saline and polluted by metals was the object surrounded by four busy streets, which resulted in the cumulative impact of transport deposits.

**Słowa kluczowe:** gleby miejskie, metale ciężkie, miejskie tereny zieleni, zasolenie.

**Key words:** heavy metals, salinity, urban green areas, urban soils.

### WSTĘP

Pod wpływem oddziaływań urbanizacyjnych środowisko miejskie, w tym również gleby, ulega negatywnym przekształceniom, odznaczając się chemizmem znacznie odbiegającym od parametrów charakteryzujących warunki naturalne i skutkując pogorszeniem jakości życia ludzi w miastach (Czarnowska 1999, Greinert 2003, Wójcikowska-Kapusta 2004, Lis i Pasieczna 2005, Bieniek i Bieniek 2008, Dąbkowska-Naskręt i Różański 2009). Aglomeracje miejskie, ze względu na duże zagęszczenie ludności i skupienie na stosunkowo niewielkim obszarze zakładów przemysłowych oraz środków transportu są miejscem, gdzie występujące gleby charakteryzuje zwiększona zawartość metali ciężkich i soli (Dąbkowska-Naskręt i Różański 2009).

Celem pracy była ocena całkowitej zawartości Zn, Cu i Pb oraz zasolenia gleb terenów zieleni miejskiej, zlokalizowanych w śródmiejskiej dzielnicy Szczecina. Właściwości gleb analizowano w zależności od dystansu od ruchliwych ulic Juliusza Słowackiego i Wojska Polskiego.

## MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano trzy następujące tereny zieleni miejskiej zlokalizowane w centrum Szczecina:

- Ogród Dendrologiczny im. Stefana Kownasa, stanowiący gęsto zalesiony park o pow. około 16 ha, utworzony na obszarze byłego niemieckiego cmentarza pomiędzy ulicami Niemierzyńską, Żupańskiego, Juliusza Słowackiego i Papieża Pawła VI;
- Skwer im. Telesfora Badetki – gęsto zalesiony park zlokalizowany przy ul. Wojska Polskiego niedaleko skrzyżowania z ul. Zaleskiego;
- Park im. Konstantego Ildefonsa Gałczyńskiego – zieleniec z trawnikami i rzadkim porostem krzewów i drzew, umiejscowiony wzdłuż ul. Wojska Polskiego niedaleko skrzyżowania z ul. Piotra Skargi.

Materiałem badawczym było 15 zbiorczych próbek glebowych (po 5 z każdego terenu zieleni) pobranych w 2008 roku łaską Egnera z poziomu próchnicznego gleb (0–30 cm). Na jedną próbkę zbiorczą składał się materiał pobrany z 15–20 nakłuć łaską. Pobór materiału do analiz następował wzdłuż linii prostej prostopadłej do ulic Słowackiego (Ogród Dendrologiczny im. S. Kownasa) i Wojska Polskiego (Skwer im. T. Badetki, Park im. K.I. Gałczyńskiego), a zapoczątkowany został za chodnikiem przyulicznym o szerokości około 2 m. Kolejne próbki pobierano jako zbiorcze, oddalając się od ulicy w głąb terenów zielonych co 5 m, aż do dystansu 22 m od krawędzi jezdni.

W materiale glebowym oznaczono:

- uziarnienie metodą areometryczną Boycoussa-Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego; podział na frakcje i grupy granulometryczne ustalono zarówno według PTG (1989), jak i PTG (2008). Oznaczenie uziarnienia według PTG (1989) było niezbędne w celu oceny zawartości metali ciężkich w glebach z wykorzystaniem zaleceń Kabaty-Pendias i in. (1995);
- straty materiału na żarzeniu w temperaturze 550°C – przyjęte za zawartość materii organicznej;
- zawartość węgla organicznego (Corg.) metodą Tiurina – na podstawie, której obliczono zawartość próchnicy stosując przelicznik  $Corg. \cdot 1,724$ ;
- pH potencjometrycznie w roztworze chlorku potasu o stężeniu 1 mol  $KCl \cdot dm^{-3}$ ;
- przewodnictwo elektryczne (EC) metodą konduktometryczną w zawiesinie wodno-glebowej o stosunku wagowym gleba/woda 1 : 2,5. Właściwość tą przyjęto za miarę zasolenia;
- ogólną zawartość Zn, Cu, Pb metodą ASA po wcześniejszej mineralizacji jednogramowej naważki w mieszaninie (1:1) stężonych kwasów azotowego i nadchlorowego.
- Współczynniki korelacji dwuczynnikowej Pearsona obliczono z użyciem programu Excel.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Poziom próchniczny (0–30 cm) gleb terenów zieleni z dzielnicy śródmiejskiej Szczecina charakteryzował się zróżnicowanym uziarnieniem (tab. 1). W przypadku Ogrodu Dendrologicznego im. S. Kownasa były to utwory luźne o składzie piasków słabogliniastych i piasków gliniastych. Materiał próchniczny z terenów zieleni zlokalizowanych przy ul. Wojska Polskiego był znacznie zwięźlejszy – często wykazywał uziarnienie gliny piaszczystej. Zróżnicowanie uziarnienia wynika tak z warunków geologicznych, jak i oddziaływań ludzkich.

Tabela 1. Uziarnienie i chemiczne właściwości gleb (0–30 cm) terenów zieleni zlokalizowanych w centrum Szczecina  
 Table 1. The grain composition and chemical properties of soils (0–30 cm) of green areas located in the center of Szczecin

Odległość od krawędzi jezdni Distance from road edge	Zawartość frakcji <0,02 mm (%) według PTG (1989) Content of fraction <0,02 mm (%) acc. PTG (1989)	Grupa granulometryczna według PTG (2008) Granulometric group acc. PTG (2008)	pH w KCl pH in KCl	Zawartość Content of (g · kg <sup>-1</sup> gleby)		EC (μS · cm <sup>-1</sup> )
				materii org. organic matter	próchnicy humus	
OGRÓD DENDROLOGICZNY IM. S. KOWNASA – DENDROLOGICAL GARDEN OF S. KOWNAS						
2 m	9,5	ps	7,3	138,0	107,0	177,3
7 m	9,4	ps	7,4	100,0	65,0	188,8
12 m	10,7	pg	7,4	72,0	42,0	130,5
17 m	8,0	ps	7,4	69,0	41,0	142,5
22 m	12,5	pg	7,4	91,0	63,0	110,0
SKWER IM. T. BADETKI – SQUARE OF T. BADETKO						
2 m	15,5	gp	7,2	63,0	58,0	112,3
7 m	15,5	gp	7,0	38,0	30,0	71,9
12 m	18,0	gp	5,1	43,0	39,0	41,7
17 m	25,5	gp	6,6	53,0	47,0	54,2
22 m	24,0	gp	5,4	54,0	50,0	47,6
PARK IM. K. I. GAŁCZYŃSKIEGO – PARK OF K.I. GAŁCZYŃSKI						
2 m	8,0	ps	7,3	100,0	70,0	135,3
7 m	19,0	gp	6,7	84,0	76,0	228,6
12 m	21,0	gp	7,3	69,0	59,0	97,4
17 m	27,0	gp	7,3	82,0	69,0	86,7
22 m	26,0	gp	7,3	83,0	61,0	92,8
WARTOŚCI ŚREDNIE – MEDIUM VALUES						
2 m	11,0	pg	7,3	100,0	78,0	141,6
7 m	14,6	pg	7,1	74,0	57,0	163,1
12 m	16,5	gp	7,2	61,0	47,0	89,9
17 m	20,2	gp	7,2	68,0	52,0	94,4
22 m	20,8	gp	7,2	76,0	58,0	83,5

Objaśnienia – Explanations: EC – przewodnictwo elektryczne – electric conductivity, ps – piasek słabogliniasty – sand, pg – piasek gliniasty – loamy sand, glina piaszczysta – sandy loam.

Charakterystyczne jest, że w obszarze bliższym jezdni materiał glebowy charakteryzował się mniejszą zawartością frakcji o średnicy 0,02 mm w stosunku do zalegającego dalej od drogi. Może mieć to związek ze stosowaniem piasku jako materiału podsypkowego pod budowę ciągów komunikacyjnych i chodników, ale także z używaniem tego materiału do zwalczania śliskości śniegowej na chodnikach.

Uzyskane wartości pH w KCl (tab. 1) wskazywały przeważnie na obojętny i lekko zasadowy odczyn gleb. Jest to cecha charakterystyczna, często notowana na obszarach zurbanizowanych, w tym nawet na zadrzewionych terenach zieleni miejskiej (Czarnowska i Nowakowski 2006, Dąbkowska-Naskręt i Różański 2009). Alkaliczność gleb w miastach związana jest przede wszystkim z nagromadzeniem w nich odpadów budowlanych, opadem pyłów zasadowych, a także stosowaniem środków do odśnieżania ulic (Greinert 2003, Gąsiorek i Niemyska-Łukaszuk 2004, Lis i Pasieczna 2005).

Poziom próchniczny badanych gleb odznaczał się znaczną zasobnością w materię organiczną ( $38,0\text{--}138,0\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), w tym próchnicę ( $30,0\text{--}107,0\text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  – tabela 1). Jest to rezultat stosowania nawozów organicznych (torfów, kompostów) oraz wzbogacania gleb z opadu roślinnego, nie w pełni zgrabianego i wynoszonego poza obszar terenów zieleni. Wyższe ilości tych składników notowano często w obszarze bliższym jezdni, co ma przypuszczalnie związek z gęstszym zakrzewieniem i zadarnieniem tej przestrzeni.

Przewodnictwo elektryczne (EC), przyjęte za zasolenie, wyraźnie zmniejszało się wraz z oddaleniem od jezdni (tab. 1). W glebie usytuowanej najdalej od jej krawędzi (22 m) jego wartość była od dwu do trzykrotnie niższa niż w zlokalizowanej najbliżej niej (2 m). To potwierdza, że na kształtowanie się tej właściwości dominujący wpływ mają substancje chemiczne stosowane do odśnieżania dróg. Dane uzyskane z poszczególnych terenów zieleni, jak i wartości średnie wskazują, że gleby położone w odległości 12 m i większej od krawędzi jezdni wykazywały dość porównywalne, ustabilizowane już wartości zasolenia. Biorąc pod uwagę kryteria oceny EC przedstawiane w literaturze (Baran 2000), badane gleby należy uznać za mało zasolone. Na brak toksycznej dla roślin kumulacji soli ma wpływ piaszczyste uziarnienie gleb sprzyjające wymywaniu tych związków, jak w przypadku Ogrodu Dendrologicznego im. S. Kownasa, ale również zwiększona przez obecność drzew i krzewów filtracja wód opadowych.

Czarnowska (1997) twierdzi, że zawartość metali ciężkich bardzo różnicuje się w glebach przestrzeni miejskiej, co jest typowe i wynika z odmiennego usytuowania ich względem zakładów przemysłowych i tras o zróżnicowanym natężeniu ruchu kołowego.

Maksymalne zawartości Zn, Cu i Pb notowano w poziomie próchnicznym (0–30 cm) gleb usytuowanych najbliżej jezdni (2 m) – tabela 2. W miarę oddalania się od ulicy zawartość metali na ogół malała, co najwyraźniej zaobserwowano w przypadku Cu. Zmniejszanie się zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi wraz ze wzrostem odległości od ruchliwych tras odnotowali również: Czarnowska (1999), Madrid i in. (2002), Czarnowska i Kozanecka (2003), Dąbkowska-Naskręt i Różański (2009). W glebach szczecińskich terenów zieleni cynk i miedź zakumulowały się w stopniu podwyższonym oraz wskazującym na słabe zanieczyszczenie (I° i II°). W przypadku terenów zieleni zlokalizowanych przy ul. Wojska Polskiego (Skwer im. T. Badetki i Park im. K.I. Gałczyńskiego) strefa wyższej od naturalnej zawartości metali w glebach wystąpiła w odległości 7 m od jezdni dla Zn i 2 m dla Cu. W przypadku Ogrodu Dendrologicznego im. Kownasa, jeszcze gleby oddalone 22 m od ul. Juliusza Słowackiego zawierały podwyższone ilości tych metali. Jest to związane z nakładaniem się depozytów komunikacyjnych pochodzących z czterech ruchliwych ulic okalających ten teren zieleni. Zawartość Zn i Cu w żadnym z terenów zieleni i badanych stref nie przekroczyła dopuszczalnych koncentracji, podanych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (2002). Poziom próchniczny gleb najsilniej zanieczyścił ołów. Zawartość tego metalu wskazywała na ilość podwyższoną (I°), słabe zanieczyszczenie (II°), a w strefie 2 m od jezdni nawet na średnie zanieczyszczenie (III°). Ilość tego pierwiastka przekroczyła w strefie gleb oddalonych do 7 m od jezdni zawartość dopuszczalną w świetle Rozporządzenia Ministra Środowiska (2002).

Istotne i wysoce istotne zależności, obrazowane przez współczynniki korelacji zamieszczone w tabeli 3, potwierdzają, że gleby najbardziej zasolone są jednocześnie glebami najbardziej zanieczyszczonymi przez metale ciężkie i ma to dodatni związek z ich zasobnością w materię organiczną.

Tabela 2. Ogólna zawartość Zn, Cu i Pb oraz stopień zanieczyszczenia nimi gleb (0–30 cm) terenów zieleni zlokalizowanych w centrum Szczecina  
 Table 2. The total content of Zn, Cu, Pb and degrees of metal contamination of soils (0–30 cm) of green areas located in the center of Szczecin

Odległość od krawędzi jezdni Distance from road edge	Ogólna zawartość metalu Total content of metal (mg · kg <sup>-1</sup> gleby)			Stopień zanieczyszczenia gleb metalami według Kabaty-Pendias i in. (1995) Degree of metal contamination acc. Kabata-Pendias et al. (1995)		
	Zn	Cu	Pb	Zn	Cu	Pb
OGRÓD DENDROLOGICZNY IM. S. KOWNASA – DENDROLOGICAL GARDEN OF S. KOWNAS						
2 m	167,3	33,0	139,3*	II	II	III
7 m	97,5	18,0	93,5	I	I	II
12 m	73,8	13,3	71,0	I	0	I
17 m	89,8	12,5	72,0	I	I	II
22 m	73,0	12,0	76,8	I	I	II
SKWER IM. T. BADETKI – SQUARE OF T. BADETKO						
2 m	126,8	30,0	55,1	I	I	I
7 m	55,2	6,5	55,5	0	0	I
12 m	44,3	6,0	40,5	0	0	I
17 m	67,0	6,3	38,9	0	0	0
22 m	56,4	4,8	46,8	0	0	I
PARK IM. K. I. GAŁCZYŃSKIEGO – PARK OF K.I. GAŁCZYŃSKI						
2 m	120,5	12,0	132,0*	II	I	III
7 m	118,3	10,0	101,5*	I	0	II
12 m	70,7	5,5	48,5	0	0	0
17 m	66,9	8,0	73,5	0	0	I
22 m	64,8	4,5	79,0	0	0	I
WARTOŚCI ŚREDNIE – MEDIUM VALUES						
2 m	138,2	25,0	108,8*	I	I	II
7 m	90,3	11,5	83,5	I	0	I
12 m	62,9	8,3	53,3	0	0	I
17 m	74,6	8,9	61,5	0	0	I
22 m	64,7	7,1	67,5	0	0	I

Objaśnienia – Explanations: stopnie zanieczyszczenia wg Kabaty-Pendias i in. (1995) – degrees of contamination acc. Kabata-Pendias et al. (1995): 0° – zawartość naturalna - natural content, I° – zawartość podwyższona – increased content, II° – słabe zanieczyszczenie – weak pollution, III° – średnie zanieczyszczenie – medium pollution, \* – zawartość wyższa od dopuszczalnej wg Rozp. Min. Środ. (2002) – content above the permissible limits acc. polish legislation (2002).

Tabela 3. Współczynniki korelacji między właściwościami gleb (0–30 cm) terenów zieleni zlokalizowanych w centrum Szczecina  
 Table 3. The correlation coefficients among the properties of soils (0–30 cm) of green areas located in the center of Szczecin

Zmienna – Variable	Zn	Cu	Pb	EC
Frakcja < 0,02 mm Fraction < 0.02 mm	-0,56*	-0,60*	-0,57*	-0,57*
Materia organiczna Organic matter	0,77**	0,62*	0,90**	0,68**
EC	0,73**	0,53*	0,75**	–

Objaśnienia – Explanations: EC – przewodnictwo elektryczne – electric conductivity  
 \* – zależność istotna ( $\alpha = 0,05$ ) – significant dependence ( $\alpha = 0.05$ );  
 \*\* – zależność wysoce istotna ( $\alpha = 0,01$ ) – high significant dependence ( $\alpha = 0.01$ )

Wielu autorów potwierdza zanieczyszczenie gleb miejskich terenów zielonych Europy i innych kontynentów głównie przez Pb, Zn, Cu, czasem też Cd (Lind i Karro 1995, Madrid i in. 2002, Manta i in. 2002, Chen i in. 2005, Lee i in. 2006, Xia i in. 2011), przy czym stopień ich zanieczyszczenia pozostaje dużo niższy niż w przypadku miejskich terenów zabudowanych. Badacze podkreślają, że zwiększone ilości metali pochodzą ze źródeł antropogenicznych, głównie pyłów, gazów i aerozoli drogowych dostających się do gleb z opadem suchym i mokrym. Szerokość pasa gleb przydrożnych zanieczyszczonych metalami wynosi co najmniej 6 m. Pierwiastki te gromadzone są w glebie, ale gdy jej zdolność sorpcyjna zostanie przekroczona ulegają migracji do wód i biosfery (Lind i Karro 1995). Na możliwość wystąpienia cynku, miedzi i ołowiu w ilościach przekraczających zdolności sorpcyjne badanego materiału próchnicznego wskazują istotne ale ujemne współczynniki korelacji między zawartością tych metali a ilością frakcji o średnicy  $< 0,02$  mm (tab. 3). Podkreśla się też często, że gleby terenów zielonych z centrum miast i obszarów starszych historycznie są silniej zanieczyszczone metalami niż z młodszych dzielnic miast i przedmieść (Madrid i in. 2002, Manta i in. 2002, Chen i in. 2005, Lee i in. 2006, Xia i in. 2011).

Poziom próchniczny (0–20 cm) gleb z parku z centrum Łodzi zawierał średnio (w  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ): Zn – 180,2; Pb – 53,8 i Cu – 25,4 (Czarnowska 1997). W glebach parku (0–10 cm) z centrum Warszawy tuż przy ulicy często notowano ilości metali przekraczające poziomy (w  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ): 300 dla Zn, 200 dla Pb oraz 60–70 dla Cu (Czarnowska i Kozanecka 2003). Dąbkowska-Naskręt i Różański (2009) stwierdzili, że zawartość Zn i Pb w poziomie próchnicznym gleb Parku Ludowego im. W. Witosa, usytuowanego wzdłuż głównej trasy komunikacyjnej Bydgoszczy wskazywała na ilość podwyższoną i słabe zanieczyszczenie tymi metalami (I° i II°). Bieniek i Bieniek (2008) w glebach trawników przyulicznych, usytuowanych 1,5 m od głównych arterii komunikacyjnych Olszyna notowali słabe zanieczyszczenie Zn i Pb (II°) oraz podwyższoną zawartość Cu (I°). Kiryluk (2008) stwierdził, że poziom próchniczny gleb (0–15 cm) zieleńców i trawników aglomeracji białostockiej, oddalonych 1–4 m od jezdni, jest zanieczyszczony w największym stopniu ołowiem, mniejszym – cynkiem i miedzią. Poziom tego zanieczyszczenia nie przekroczył jednak ilości dopuszczalnych w świetle Rozporządzenia Ministra Środowiska (2002). Na tej podstawie można uznać, że gleby terenów zieleni z centrum Warszawy i Łodzi są silniej zanieczyszczone opisywanymi metalami, a gleby olsztyńskie, bydgoskie i białostockie słabiej niż szczecińskie.

## WNIOSKI

1. Poziomy próchniczne gleb (0–30 cm) terenów zieleni z centrum Szczecina należy uznać za zasolone w niewielkim stopniu. Poziom przewodnictwa elektrycznego zmniejszał się w miarę wzrostu odległości od ulic, ale tylko do dystansu 12 m. Depozyty drogowe nie zwiększyły poziomu zasolenia w glebach usytuowanych dalej.

2. Całkowita zawartość Zn, Pb i Cu zmniejszała się w glebach wraz ze wzrostem odległości od jezdni. Gleby najsilniej zanieczyścił ołów, którego zawartość w strefie do 7 m od drogi wskazywała na średnie zanieczyszczenie (III°) i ilość wyższą od dopuszczalnej w świetle przepisów prawnych. Cynk i miedź zakumulowały się w stopniu podwyższonym i wskazującym na słabe zanieczyszczenie (I° i II°), nie wykazując przekroczenia poziomów dopuszczalnych.

3. Spośród gleb badanych terenów zieleni najbardziej zasolone i zanieczyszczone metalami były gleby Ogrodu Dendrologicznego im. S. Kownasa, co związane jest z kumulacją na jego obszarze depozytów komunikacyjnych pochodzących z czterech ruchliwych ulic okalających ten teren.

## PIŚMIENNICTWO

- Baran S.** 2000. Ocena stanu degradacji i rekultywacji gleb. Wydaw. AR, Lublin.
- Bieniek A., Bieniek B.** 2008. Metale ciężkie w glebach wzdłuż arterii komunikacyjnych Olsztyna. *Rocz. Glebozn.* 59, 3/4, 23–30.
- Chen T., Zheng Y., Lei M., Huang Z., Wu H., Chen H., Fan K., Yu K., Wu X., Tian Q.** 2005. Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China.
- Czarnowska K.** 1997. Poziom niektórych metali ciężkich w glebach i liściach drzew miasta Łodzi. *Rocz. Glebozn.* 48, 3/4, 49–61.
- Czarnowska K.** 1999. Metale ciężkie w glebach zieleńców Warszawy. *Rocz. Glebozn.* 50, 1/2, 31–39.
- Czarnowska K., Kozanecka T.** 2003. Akumulacja Zn, Pb, Cu i Cd w glebach antropogenicznych Warszawy. *Rocz. Glebozn.* 54, 4, 77–81.
- Czarnowska K., Nowakowski W.** 2006. Zmiany zawartości Fe, Mn, Zn, Cu, Pb w trawach zieleńców Warszawy. *Rocz. Glebozn.* 57, 3/4, 13–17.
- Dąbkowska-Naskręt H., Różański S.** 2009. Formy połączeń Pb i Zn w glebach urbanoziemnych miasta Bydgoszczy. *Ochr. Śr. Zas. Nat.* 41, 489–496.
- Gąsiorek M., Niemyska-Lukaszuk J.** 2004. Kadm i ołów w glebach antropogenicznych ogrodów klasztornych Krakowa. *Rocz. Glebozn.* 55, 1, 127–134.
- Greinert A.** 2003. Studia nad glebami obszaru zurbanizowanego Zielonej Góry. Oficyna Wydawnicza Uniw. Zielonogór., Zielona Góra.
- Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Maliszewska-Kordybach B., Filipiak K., Krakowiak A., Pietruch C.** 1995. Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb. Metale ciężkie, siarka i WWA. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Kiryłuk A.** 2008. Zawartość metali ciężkich w glebie i wybranych roślinach trawników przyulicznych aglomeracji białostockiej. *Rocz. Glebozn.* 59, 3/4, 128–133.
- Lee C.S., Li X., Shi W., Cheung S.Ch., Thornton I.** 2006. Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics.
- Lind B.B., Karro E.** 1995. Stormwater infiltration and accumulation of heavy metals in roadside green areas in Göteborg, Sweden. *Ecol. Engineer.* 5, 533–539.
- Lis J., Pasieczna A.** 2005. Badania geochemiczne w Poznaniu i okolicach. *Prz. Geol.* 53, 6, 470–474.
- Madrid L., Díaz-Barrientos E., Madrid F.** 2002. Distribution of heavy metal contents of urban soils in parks of Seville. *Chemosphere* 49, 1301–1308.
- Manta D.S., Angelone M., Bellanca A., Neri R., Sprovieri M.** 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. *The Science of the Total Environment* 300, 229–243.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi.** DzU z dnia 23 września 2002 r., nr 165, poz. 1359.
- PTG.** 1989. Systematyka gleb Polski. *Rocz. Glebozn.* 40, 3/4.
- PTG.** 2008. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych. 2009. *Rocz. Glebozn.* 60, 2, 5–16.
- Wójcikowska-Kapusta A.** 2004. Zawartość miedzi i cynku w glebach i wiechlinie rocznej (*Poa annua*) wybranych zieleńców Lublina. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk. Rol.* 502, 1069–1074.
- Xia X., Chen X., R. Liu, H. Liu.** 2011. Heavy metals in urban soils with various types of land use in Beijing, China. *J. Hazard. Mater.* 186, 2043–2050.

