

**Mateusz Niedbała\*, Beata Smolińska\***

**MONITORING ZANIECZYSZCZENIA GLEB MIEJSKICH MIASTA ŁODZI  
WYBRANYMI PIERWIASTKAMI ŚLADOWYMI W LATACH 2008–2010**

**MONITORING OF URBAN SOILS POLLUTION IN ŁÓDŹ OF THE YEARS  
2008–2010**

**Słowa kluczowe:** monitoring, zanieczyszczenie gleb, pierwiastki śladowe.

**Key words:** monitoring, soils pollution, trace elements.

*Soil plays many different functions in the environment, but its major role is to keep life in good conditions. The basic functions of soil are the biomass production and leading the mineralization and humification processes.*

*As the result of human activity on the urban areas the anthropogenic soils have been formed. According to the Polish Soil Taxonomy these soils are numbered among hortisoils and rigosoils, as well as urban soils. Soils of urban areas are more often polluted, as the result of traffic intensification, industrial establishment and using plant protection products. The anthropogenic transformation of soils are resulting in changes in the soil profiles which lead to the complete elimination of humus level and mechanical concentration of soil levels. These changes conduct to irreversible soil modification and have negative influence on the soil physical and chemical parameters.*

*The aim of this work was to lead the monitoring of heavy metals soil pollution of Lodz area in years 2008–2010. The soil samples were collected from 4 main zones of the city, from 10 different points. The investigations consisted in the determination of concentrations of 7 trace elements in the collected soil samples using AAS method. The results of the study showed that the concentration of lead, cobalt, zinc, chromium, nickel, cadmium and arsenic was on the medium level. The determination of soil pH confirmed that the soils of Lodz city were lightly acidic, but the forest areas kept natural level system with the horizon Olh. Investigated soils characterized disturbed water-air management*

---

\* *Mgr inż. Mateusz Niedbała, dr inż. Beata Smolińska – Politechnika Łódzka, Instytut Podstaw Chemii Żywności, ul. Stefanowskiego 4-10, 90-924 Łódź; tel.: 42 631 34 16; e-mail: mniedbala@tlen.pl, beata.smolinska@p.lodz.pl*

## 1. WPROWADZENIE

Jedną z najmniej poznanych grup gleb w Polsce, dość rzadko poddawaną szczegółowym badaniom, jest grupa gleb antropogenicznych. W dziale tym wyróżnia się rząd gleb kulturoziemnych (hortisole i rigosole) oraz gleby industrio- i urbanoziemne (antropogeniczne o nie wykształconym profilu, antropogeniczne próchniczne, parareńdziny antropogeniczne, słone antropogeniczne).

Powstawanie gleb antropogenicznych warunkuje działalność człowieka – pozytywna i negatywna, przy czym dominującym czynnikiem, wpływającym na powstawanie gleb tej grupy, jest wprowadzanie substancji chemicznych, powodujących nieodwracalne w skutkach przeobrażenia. Konieczny zatem staje się monitoring nie tylko samego zagospodarowania gleb, ale także ich zanieczyszczenia. W większości wszystkie zanieczyszczenia chemiczne przedostające się do gleby wiązane są w kompleksy i przeobrażają się w formy mało rozpuszczalne. Zatem niewielka ich ilość ulega wymywaniu. Niestety, wymywanie w głąb profili glebowych powoduje bezpośrednie zanieczyszczanie cieków podpowierzchniowych i gleb gruntowych [Gambuś 2001, Buczkowski i in. 2002].

Oprócz naturalnych form występowania metali ciężkich, pierwiastków śladowych, a także radionukleoidów [Bem i in. 2002], które bywają niezwykle niebezpieczne, duży wpływ na przedostawanie się do gleb zanieczyszczeń mają czynniki antropopresyjne [Bednarek i in. 2004, Henry i in. 2000].

Najczęstszym źródłem zanieczyszczeń gleb w Polsce są emisje spowodowane spalaniem rud węglowych, kopalnictwem i hutnictwem miedzi, cynku i ołowiu. Znaczne przedostawanie się zanieczyszczeń do gleb obserwuje się także w związku z użytkowaniem farb czy środków ochrony roślin oraz zanieczyszczeniami liniowymi [Adriano i in. 2002].

## 2. CHARAKTERYSTYKA GLEB MIASTA ŁODZI

Gleby regionu łódzkiego, położonego na styku pasa nizin polskich i wyżyn, są interesującym obiektem badawczym. W większości należą do luźnych piaszkowych utworów z okresu czwartorzędu, a także pozostawionych przez lodowiec żwirów fluwioglacjalnych oraz glin i pyłów eolicznych. Znaczne obszary zajmują także łąki zastoiskowe i utwory sedymentacyjne. Około 87% gleb łódzkich należy do gleb bielcowych. Tylko niewielka ich ilość należy do nieco zasobniejszych gleb napływowych (mady rzeczne) i utworów torfowych.

Około 42% powierzchni województwa łódzkiego zajęta jest przez gleby o najgorszych właściwościach użytkowych (kl. V i VI) ulegających szybkiej erozji [Kabata-Pendias i in. 1999a, Gambuś i in. 2001]. Do najwyższych klas bonitacyjnych przyporządkowano w regionie łódzkim jedynie nieco ponad 8% ogółu gleb.

Niepokojące jest to, że w dalszym ciągu w regionie łódzkim zdegradowanych pozostaje około 4500 ha. Stan taki spowodowany jest głównie przemysłem metalurgicznym, nie-

odpowiednią gospodarką odpadami i ściekami przez wiele lat oraz zwiększonym natężeniem ruchu kołowego oraz przemysłu elektrociepłowniczego [Kabata-Pendias i in. 1999b, WIOŚ... 2009].

### 3. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

#### 3.1. Pobór prób

Po przeprowadzonych obserwacjach w obrębie miasta Łodzi dokonano wyboru transektu badawczego, podzielonego na 4 obszary miejskie. Z transektu pobrano w sumie 10 prób glebowych z głębokości 0–30 cm [Namieśnik 2000, 2002]. Miejsca poboru oznaczono kolejno numerami:

- „I”:
  - próba 1 – kwatery, 1 parku im. ks. bp Michała Klepacza;
  - próba 2 – kwatery 2 parku im. ks. bp Michała Klepacza;
  - próba 4 – ul. ks. Skorupki 8 strona północna;
  - próba 6 – ul. ks. Skorupki 8 strona południowa;
- „II”:
  - próba 9 – okolice ZTK „Teofilów” S.A.; Osiedle Teofilów;
  - próba 10 – młodnik w okolicy ZTK „Teofilów” S.A.;
- „III”:
  - próba 3 – kwatery 1; park im. J. Poniatowskiego;
  - próba 5 – kwatery 3; park im. J. Poniatowskiego;
- „IV”:
  - 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 pracy posługiwano się numerami pobranych prób.

#### 3.2. Właściwości fizykochemiczne gleb

W powietrznie suchych próbach glebowych oznaczono:

- 1) odczyn zgodnie z normą PN-ISO 10390:1997 (Jakość gleby. Oznaczanie pH);
- 2) 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).

#### 3.3. Pierwiastki śladowe w glebie

W celu oznaczenia pierwiastków śladowych glebę poddano mineralizacji mikrofalowej w układzie zamkniętym, o stałych parametrach i 5-stopniowym programie rozkładu. Do roztworzenia prób użyto zmodyfikowanej mieszaniny mineralizacyjnej składającej się

z kwasów  $\text{HNO}_3$  i  $\text{HClO}_4$  w stosunku 3:1 otrzymane mineralizaty zostały poddane analizie metodą płomieniowej spektroskopii atomowej (F-AAS), gdzie oznaczono następujące pierwiastki: Pb, Cd, Zn, Cr, Ni, Co, As.

## 4. WYNIKI I Dyskusja

### 4.1. Woda higroskopowa i absolutnie sucha masa

Oznaczenie wody higroskopowej ( $W_h$ ) i absolutnie suchej masy (ASM) przeprowadzono zgodnie 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.

Zawartość wody higroskopowej w próbkach zawiera się w zakresie od 0,31 do 2,18%. 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.

**Tabela 1.** Poziom wilgotności higroskopowej ( $W_h$ ) oraz absolutnie sucha masa (ASM)

**Table 1.** Higrscopic moisture content ( $W_h$ ) and the absolutely dry mass (ASM)

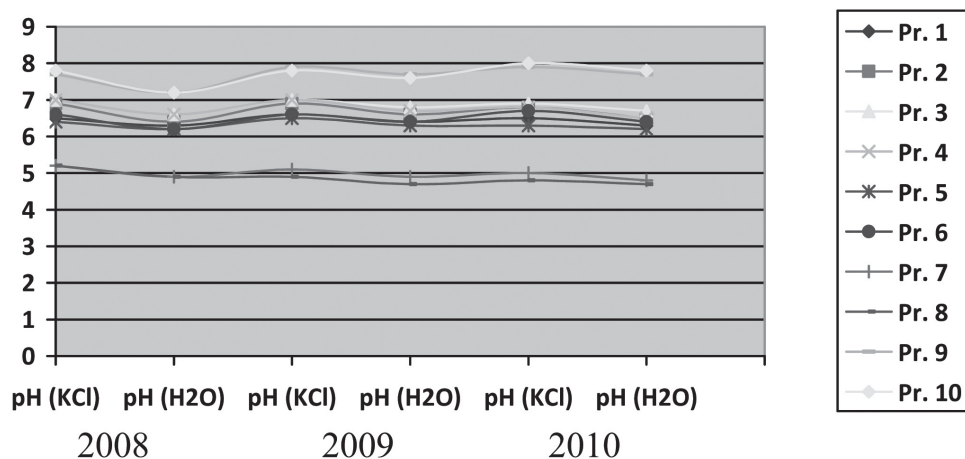
Miejsce poboru prób		Rok pobrania próby					
		2008		2009		2010	
		$W_h$ , %	ASM, %	$W_h$ , %	ASM, %	$W_h$ , %	ASM, %
„I”	1	1,80	98,2	2,07	97,9	2,18	97,8
	2	1,60	98,4	1,79	98,2	2,01	98,0
	4	0,60	99,4	0,78	99,2	0,86	99,1
	6	0,48	99,5	0,68	99,3	0,80	99,2
„II”	9	0,50	99,5	0,70	99,3	0,80	99,2
	10	0,83	99,2	0,91	99,1	0,97	99,0
„III”	3	1,93	98,1	1,78	98,2	1,85	98,1
	5	0,72	99,3	0,66	99,3	0,82	99,1
„IV”	7	0,31	99,7	0,43	99,5	0,24	99,8
	8	0,53	99,5	0,55	99,4	0,40	99,6

### 4.2. Odczyn gleby

Odczyn gleb w roku pomiarowym 2008 w wodzie destylowanej mieścił się w zakresie 6,2–7,6, natomiast w chlorku potasu – 6,4–7,6 (rys.). W roku 2009 badane pH gleby nieznacznie wzrosło, średnio o 0,25 punktu pH, by w kolejnym – 2010 r. wrócić do stanu początkowego. Wahania odczynu, chociaż nieznaczne, spowodowane były znaczną akumu-

lacją opadów atmosferycznych w roku 2009 spowodowanych erupcją islandzkiego wulkanu Eyjafjoell. Stale kwaśne pH charakteryzowało gleby pobrane z terenów leśnych w okolicy osiedla Olechów. Podczas całego okresu monitoringu pH utrzymywało się tam na poziomie gleb kwaśnych i wahało się w granicach 4,8–5,2.

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 dwójakiego rodzaju. Są to jony wodorowe znajdujące się w roztworze glebowym i jony wodorowe będące w kompleksie sorpcyjnym [Meller 2006]. Podczas oznaczania pH w wodzie dokonuje się pomiaru stężenia jonów wodorowych roztworu glebowego. Przy pomiarze odczynu gleby w KCl, odczyn gleby jest sumą jonów  $H^+$  z roztworu glebowego oraz jonów  $H^+$  wypartych z kompleksu sorpcyjnego [Lityński i in. 1976].



**Rys.** Odczyn gleby (pH) w latach 2008–2010

**Fig.** Soil acidity (pH) in years 2008–2010

Pobrane z terenów leśnych próby gleb 7 i 8 charakteryzował odczyn kwaśny. Osiedle Olechów znajduje się bliskim sąsiedztwie lasów i młodników. Wytworzony tam poziom genetyczny Olh zawdzięczamy głównie roślinności acidofilnej, odpowiadającej za zakwaszenie tych gleb [Zawadzki 1999].

Gleby Parku ks. bp Michała Klepacza charakteryzował odczyn lekko kwaśny. Zasiadlane przez starodrzewie i wprowadzone od niedawna krzewy, a także zasilone w 1995 r. częściami gruzowymi w celu wyrównania terenu odznaczają się także niewielką ilością węglanów. Gleby takie odznaczają się stałymi połączeniami metaloorganicznymi.

W rejonie II poboru prób (próba 9) przeważał odczyn zasadowy. W połowym teście burzenia stężonym kwasem HCl zaobserwowano znaczne zasilenie w węglany, najprawdopodobniej magnezu i wapnia jako najczęściej występujących w tych glebach. Proces ten jest uwarunkowany czynnikami antropopresyjnymi.

W badanym obszarze 3 transektu badawczego występowała zmienność pH gleby. Wynikać może to ze znacznej ilości obiektów małej architektury i ciągłą bytnością zwierząt oraz ludzi. Wierzchnia warstwa jest ciągle wzruszana i zasilana ekskrementami.

#### 4.3. Pierwiastki śladowe w glebie

Do oznaczeń pierwiastków śladowych użyto metody F-AAS, po wcześniejszym zmineralizowaniu prób i ich standaryzacji. Uzyskane wyniki oznaczeń zostały przedstawione w tabelach 2–4. Zawarto w nich także umowny poziom N, czyli dopuszczalną wartość danego pierwiastka wskazaną przez stosowne rozporządzenie urzędowe.

Wszystkie próby glebowe poddane analizom charakteryzowała niska koncentracja oznaczanych metali. Stężenia pierwiastków śladowych utrzymywały się poniżej poziomu określonego przez rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi [Rozporządzenie... 2002] dla gleb typu A i B (głębokość poboru prób 30 cm).

Łódź ze względu na położenie geograficzne oraz ustrój architektoniczny należy do rejonu 3 i 4 klasy szorstkości powierzchni, gdzie współczynnik szorstkości  $\alpha$  waha się w granicach 0,8–1,6 [Fenger 1999]. Pomimo zmniejszenia siły wiatrów naturalnych występują jednak charakterystyczne dla tej aglomeracji sztuczne zmiany kierunków wiatrów wynikające z charakterystyki urbanistycznej. Zmniejszony dopływ zawiewań ze strony północnej powoduje łatwiejsze przemieszczanie się strefowych pyłów na niewielkie odległości w granicach miasta lub jego bliskich okolic ze strony południowej w stronę północną, tym samym powodując większe nagromadzenie pierwiastków w rejonach teoretycznie nienarażonych na ich nagromadzenie [Bem i in. 2003].

**Tabela 2.** Zawartości pierwiastków śladowych w glebach w roku 2008, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

**Table 2.** The content of trace elements in soils in 2009, mg·kg<sup>-1</sup> d.m.

Pierwiastek	Poziom N*	Numer próby									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pb	100–600	20,5	25,4	16,6	14,4	23,4	27,4	37,5	30,6	18,3	17,8
Co	20–200	8,5	8,1	6,4	6,7	7,0	7,6	4,1	1,5	3,1	3,4
Zn	300–1000	178,4	188	81,2	119,4	75,8	127,1	25,8	22,2	22,8	22,2
Cr	150–500	33,3	28,3	17,7	28,3	25,8	32,3	18,3	13,1	17,5	17,1
Ni	100–300	22,3	46,1	19,7	22,6	16,7	31,2	17,9	8,1	11,5	9,9
Cd	1–4	1,2	2,2	0,6	1,1	1,0	1,3	0,9	1,0	0,9	0,8
As	20–60	52,5	42,2	40,1	51,8	35,8	33,8	16,6	20,6	18,4	18,9

**Tabela 3.** Zawartości pierwiastków śladowych w glebach w roku 2009, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.**Table 3.** The content of trace elements in soils in 2009, mg·kg<sup>-1</sup> d.m.

Pierwiastek	Poziom N*	Numer próby									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pb	100–600	16,5	22,1	14,8	14,8	20,7	25,4	32,9	28,2	14,1	12,9
Co	20–200	8,0	7,9	6,5	6,6	6,9	7,4	4,0	1,1	3,0	3,1
Zn	300–1000	171,3	180,1	80,0	113,7	73,9	124,6	24,9	20,4	19,9	20,2
Cr	150–500	29,8	27,3	16,9	29,3	24,9	34,9	18,1	13,0	17,0	17,3
Ni	100–300	23,0	43,1	20,9	21,9	18,2	32,4	18,3	8,3	14,6	10,8
Cd	1–4	1,0	1,9	0,2	1,0	1,2	1,1	0,8	0,9	0,9	0,7
As	20–60	50,1	39,9	38,3	50,4	36,0	32,9	16,9	20,3	17,9	17,9

**Tabela 4.** Zawartości pierwiastków śladowych w glebach w roku 2010, mg·kg<sup>-1</sup> s.m.**Table 4.** The content of trace elements in soils in 2010, mg·kg<sup>-1</sup> d.m.

Pierwiastek	Poziom N*	Numer próby									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pb	100–600	18,6	27,2	15,8	13,9	24,6	29,0	42,0	35,5	17,9	16,8
Co	20–200	8,3	8,7	6,3	6,4	6,0	6,8	4,0	1,2	3,0	2,8
Zn	300–1000	183,3	195,1	83,0	115,5	73,8	123,7	26,5	23,0	22,9	22,7
Cr	150–500	33,0	27,4	16,7	22,3	26,8	31,4	19,6	14,0	18,1	16,9
Ni	100–300	21,8	45,4	19,0	28,6	18,2	28,1	16,9	7,5	10,6	9,8
Cd	1–4	1,0	2,0	0,4	1,0	1,0	1,1	0,7	0,9	0,3	0,4
As	20–60	50,5	43,1	39,7	53,0	34,9	34,1	15,9	19,9	18,9	19,2

**Objaśnienia:** \* – Poziom N – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. z 2002 r. Nr 165, poz. 1359)

Najwyższe koncentracje pierwiastków śladowych we wszystkich latach badawczych zaobserwowano w próbach 1, 2, 4 i 6, zatem próby pobrane z obszaru I transektu badawczego (dzielnica Łódź Politechniczna). Powodem, dla którego koncentracja pierwiastków była wyższa, jest złożony problem roślinności zasiedlającej zarówno park, jak i posadowienie architektoniczne.

Obszar I transektu jest położony bowiem w centralnej części dzielnicy, a dodatkowo otoczony dość wysoką zabudową architektoniczną w bliskiej odległości. Takie posadowienie obszaru powoduje zapewne znaczne zmiany kierunków podmuchów lokalnych, napędzanych naturalnymi wiatrami przechodzącymi przez prostopadłościowy układ ulic. W związku z tym zanieczyszczenia lokalne osadzają się na koronach drzew [Duraczyński 2009].

Podobne zależności zachodzą w obszarze III z tym, że główne trakty komunikacyjne zasilające w pierwiastki śladowe znajdują się poniżej poziomu posadowienia obszaru badawczego. W związku z tym zanieczyszczenia lotne najczęściej są przenoszone na obrzeżne partie parku [Duraczyński 2008].

Zawartość kobaltu we wszystkich analizowanych próbach w ciągu trzech lat badawczych utrzymywała się na stałym poziomie – poniżej 10 mg kg<sup>-1</sup> s.m.

Najwyższą koncentracją ołowiu odznaczały się próby glebowe z okolic osiedla Olechów (próba 7 i 8), odpowiednio – 37,5 oraz 30,6 mg·kg<sup>-1</sup> w roku 2008 oraz 42,0 i 35,5 mg·kg<sup>-1</sup> suchej masy w roku 2010.

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 [Rozporządzenie... 2002].

W ciągu 3-letnich badań nie odnotowano znacznych wahań ilości chromu ani arsenu. Wyższa koncentracja arsenu w I obszarze badawczym spowodowana może być użyciem środków chemicznych w walce z pojawiającymi się szkodnikami.

## 5. WNIOSKI

1. Podczas trzyletnich badań monitoringowych gleb miasta Łodzi nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych stężeń badanych pierwiastków śladowych w badanych próbach gleb, a ich stężenie ulegało znikomym wahaniom.
2. Wartości pH dla badanych gleb miasta Łodzi utrzymywały się na stałym poziomie.
3. Niskie wartości wody higroskopowej oraz absolutnie suchej masy wskazują na znaczne przesuszenie badanych gleb miasta Łodzi.
4. Wbrew obiegowej opinii gleby miasta Łodzi należy uznać za nieskażone.

## 6. PODSUMOWANIE

Podczas prowadzenia 3-letnich badań monitoringowych zróżnicowanie w koncentracji badanych pierwiastków śladowych było słabe. Zmienność pH gleby była niewielka, a jej wahania spowodowane były jednostkowymi zdarzeniami klimatyczno-atmosferycznymi. Stwierdzono, że procesy przeobrażeniowe badanych gleb zachodziły powoli i były uzależnione w dużej mierze od panującego mikroklimatu. Wszystkie obszary badawcze oznaczonego transektu charakteryzowało niższe niż dopuszczalne stężenie badanych pierwiastków. Należy zatem stwierdzić, że gleby urbano- i industroziemne Łodzi należą do gleb niezanieczyszczonych chemicznie.

## PIŚMIENNICTWO I AKTY PRAWNE

- ADRIANO D.C., CHLOPECKA A., KAPLAN D.I. 2002. 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.
- BEDNAREK R., DZIADOWIEC H., POKOJSKA U., PRUSINKIEWICZ Z. 2004. Badania ekologiczno-gleboznawcze. Wyd. PWN, Warszawa.



- BEM H., GALLORINI M., KRZEMIŃSKA M. 2003. 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.
- BEM H., WIECZORKOWSKI P., BUDZANOWSKI M. 2002. Evaluation of technologically enhanced natural radiation near the coal-fired power plants in the Lodz region of Poland. *J. Environ. Radioact.* 6: 191–201.
- BUCZKOWSKI R., KONDIELSKI I., SZYMAŃSKI T. 2002. Metody remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Wyd. UMK w Toruniu, Toruń.
- DURACZYŃSKI M. 2008. Badanie oraz ocena zasobów energii wiatru w rejonie miast, Materiały Konferencyjne Krakowskiej Konferencji Młodych Naukowców „ProFuturo”, Wydział Energetyki i Paliw, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- DURACZYŃSKI M. 2009. Badania nad współczynnikiem szorstkości polskich rejonów farm wiatracznych, Wydział Energetyki i Paliw, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- FENGER J. 1999. Urban air quality. *Atmos. Environ.* 33: 4877–4900.
- GAMBUŚ F. 2001. Przeciwdziałanie i łagodzenie skutków zanieczyszczenia gleb. *Aura* 8: 10–12.
- HENRY R.J. 2000. An Overview of the Phytoremediation of Lead and Mercury. U.S. Environmental Protection Agency.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999a. Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999b. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- LITYŃSKI T, JURKOWSKA H, GORLACH E. 1976. Analiza chemiczno-rolnicza” Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MELLER E. 2006. Płytkie gleby organogeniczno – węglanowe na kredzie jeziornej i ich przeobrażenia w wyniku uprawy. *Rozprawy – Akademia Rolnicza w Szczecinie*, 233, Szczecin.
- NAMIEŚNIK J. 2002. Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. PWN, Warszawa.
- NAMIEŚNIK J. 2000. Przygotowanie próbek środowiskowych do analizy. PWN, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi** (Dz.U. z 2002 r. Nr 165, poz. 1359).
- WIOŚ**. 2009. Raport o Stanie Środowiska w Województwie Łódzkim w 2009 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź.
- ZAWADZKI S. 1999. Gleboznawstwo. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 244, Warszawa.