

Katarzyna Bojarska¹, Zbigniew Bzowski¹, Andrzej Dawidowski¹

ZANIECZYSZCZENIA METALAMI GLEB PARKÓW UZDROWISK JAKO ELEMENT OCENY ICH FUNKCJI REKREACYJNEJ

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczących zanieczyszczenia metalami gleb w parkach zdrojowych polskich wybranych uzdrowisk. Dla realizacji pracy pobrano 16 próbek gleb w ośmiu uzdrowiskach. W pozyskanych próbkach oznaczono zawartości 13 pierwiastków oraz pH wyciągu wodnego. Uzyskane wyniki porównano do dopuszczalnych wartości dla gleb zaliczanych do grupy A zgodne z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi.

Słowa kluczowe: gleby, uzdrowiska, zanieczyszczenia metalami.

WSTĘP

Uzdrowiska wraz z otaczającymi je strefami ochronnymi zaliczone zostały do obszarów objętych szczególną ochroną prawną. Pełnią niezwykle ważną rolę w turystyce, a „turystyka uzdrowiskowa” stanowi element kontaktu człowieka ze środowiskiem. Istota poprawy stanu zdrowie ludzi powinna dotyczyć turystyki uzdrowiskowej obejmującej tylko pobytu w uznanych czyli posiadających statut uzdrowiskach [Kicińska 2008]. Działalność uzdrowisk reguluje Ustawa z dnia 28 lipca 2005 roku o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz gminach uzdrowiskowych (Dz. U. Nr 167, poz. 1399, z późniejszymi zmianami). Zgodnie z art. 34 wymienionej Ustawy jednym z warunków jakie musi spełniać miejscowość, aby uzyskać status uzdrowiska jest spełnienie określonych w przepisach o ochronie środowiska wymagań w stosunku do środowiska. W Polsce na liście uzdrowisk spełniających wymagania cytowanej Ustawy znajduje się 44 miejscowości uzdrowiskowych [www.mz.gov.pl/wwwmz].

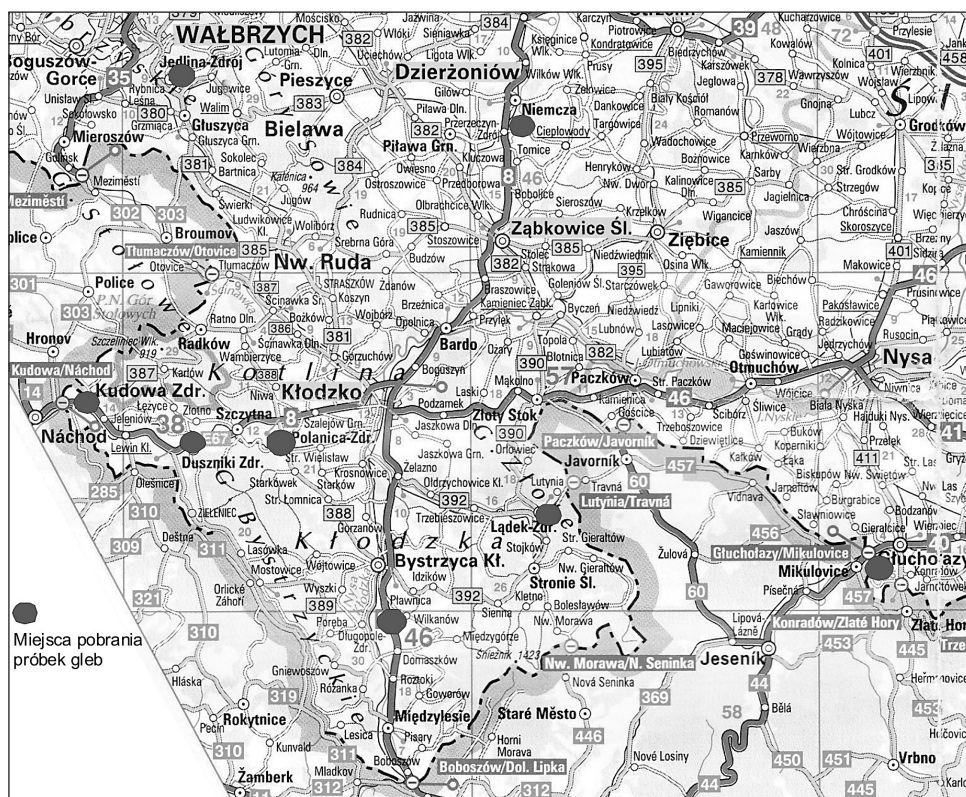
Warunkiem skuteczności prowadzonej kuracji uzdrowiskowych jest stan środowiska gdyż istnieje nierozzerwalny związek między elementami środowiska przyrodniczego a jakością terapii uzdrowiskowej. Stan środowiska wpływa na jakość surowców leczniczych (czystość wód leczniczych, czystość powietrza) jak i komfort przebywania w miejscowości uzdrowiskowej. Elementami środowiska, które były przedmiotem zainteresowania to przede wszystkim wody podziemne i powierzch-

¹ Zakład Monitoringu Środowiska, Główny Instytut Górnictwa, Pl. Gwarków 1, 40-166 Katowice. e-mail: k.bojarska@gig.eu; e-mail: z.bzowski@gig.eu; e-mail: a.dawidowski@gig.eu

niowe, jakość powietrza oraz hałas. Te elementy środowiska są najczęściej objęte monitoringiem. W przypadku obszarów uzdrowiskowych celem monitoringu jest zagwarantowanie jakości elementów środowiska lub pojęcie działań naprawczych doprowadzających stan środowiska do zastrzonych, surowych norm obowiązujących na tych obszarach. Natomiast dotychczasowe zainteresowanie glebami w Parkach Zdrojowych było umiarkowane [Dradrach i in. 2006, Ocena 2008, Krzyżaniak-Sitarz 2008, 2011, Meinhardt 2010, Lipińska 2012], a niniejsza praca częściowo uzupełnia informacje o tym elemencie środowiska.

METODY BADAŃ I MATERIAŁ BADAWCZY

Materiał badawczy stanowiło szesnaście próbek gleb pobranych w Parkach Zdrojowych wybranych ośmiu uzdrowisk. Lokalizację tych uzdrowisk pokazano na rysunku 1. Opis miejsc pobrania oraz opis próbek prezentuje tabela 1.



Rys. 1. Lokalizacja wybranych uzdrowisk i Parków Zdrojowych, w których pobrano próbki gleb do badań

Tabela 1. Miejsce i charakterystyka pobranych próbek gleb w wybranych Parkach Zdrojowych

Park Zdrojowy	Symbol próbki	Miejsce pobrania/drzewostan	Opis próbki
Jedlina Zdrój	JZ-1	świerk > 120 lat	glina piaszczysta na łupkach krystalicznych
	JZ-2	buk > 120 lat	glina piaszczysta z humusem na melafirach
Przerzeczyn Zdrój	PR-1	w części NE; świerk > 100 lat	glina pylasta (zwietrzelinowa?)
	PR-2	w części W; dąb > 50 lat	glina piaszczysta, zwietrzelinowa z ciemnymi łupkami krystalicznymi
Kudowa Zdrój	KU-1	dąb >120 lat i klon > 60 lat	piasek gliniasty zwietrzelinowy na skałach krystalicznych
	KU-2	świerk i buk > 120 lat	piasek ze żwirem, okruchy granitu
	KU-3	modrzew >120 lat	piasek z drobnym żwirem
Duszniki Zdrój	DU-1	przy muszli koncertowej, klon i lipa >120 lat	piasek pylasty – zwietrzelinowa łupków krystalicznych
Polanica Zdrój	PO-1	modrzew, świerk i sosna > 120 lat	piasek ze żwirem i okruchami piaskowca
	PO-2	klon, lipa i dąb > 90 lat	piasek gliniasty
	PO-3	klon i lipa > 90 lat	piasek pylasty (z piaskowca?)
Długopole Zdrój	DL-1	świerk >120 lat.	piasek drobnoziarnisty
	DL-2	świerk >120 lat i lipa (?)	piasek ze żwirem
Lądek Zdrój	LA-1	buk >150 lat	piasek ze żwirem łupków krystalicznych
Głuchołazy Zdrój	GL-1	przy muszli koncertowej, buk > 150 lat	glina pylasta z humusem
	GL-2	świerk > 120 lat	pył piaszczysty z humusem

W pobranych próbkach gleb wybranych Parków Zdrojowych wykonano oznaczenia:

- pH wyciągu wodnego 1:10 metodą potencjometryczną zgodnie z normą PN-90/C-04540.01,
- zawartości arsenu, baru, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, manganu, molibdenu, niklu, ołowiu, antymonu, selenu, cynku i cyny metodą emisyjnej spektrometrii atomowej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES) wykorzystując spektrometr Optima 5300 DV Perkin Elmer według opracowanej procedury badawczej [Bzowski, Dawidowski 2000, Bzowski, Bojarska 2003].

Wszystkie oznaczenia wykonano w Laboratorium Analiz Odpadów Stałych Zakładu Monitoringu Środowiska Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach

WYNIKI BADAŃ

Pobrane próbki gleb z Parków Zdrojowych wykazywały bardzo zróżnicowany odczyn w wodzie, od kwaśnego (pH 4,45 i 4,73) do zasadowego (pH 7,96). Wśród próbek

gleb pobranych z wybranych parków zdrojowych jedna (1) wykazywała pH powyżej 7,0; dwie (2) w przedziale wartości pH 7,0–6,5; cztery (4) w przedziale pH 6,5–6,0; cztery (4) w przedziale 6,0–5,5; trzy (3) w przedziale 5,5–5,0 oraz dwie (2) charakteryzowały się pH poniżej 5,0 (tab. 2).

Tabela 2. pH pobranych gleb w wybranych Parkach Zdrojowych

Symbol próbki	pH w H ₂ O	Starodrzew
JZ-1	6,44	świerk
JZ-2	4,45	buczyna kwaśna
PR-1	5,92	świerk
PR-2	5,86	dąb
KU-1	6,15	dąb i klon
KU-2	5,97	świerk i buk
KU-3	5,33	modrzew
DU-1	6,87	klon i lipa
PO-1	6,39	modrzew, świerk i sosna
PO-2	6,32	dąb, klon i lipa
PO-3	7,96	klon i lipa
DL-1	5,41	świerk
DL-2	5,67	świerk i lipa
LA-1	5,33	buk
GL-1	4,73	buczyna kwaśna
GL-2	6,54	świerk

Szczególnie wysokie pH (powyżej 6,5) wykazują trzy próbki gleb: PO-3 z Polanicy Zdroju, DU-1 z Dusznik Zdroju oraz GL-2 z Głuchołaz Zdroju. Natomiast cztery próbki badanych gleb wykazują pH w przedziale wartości 6,0-6,5 (JZ-1, KU-1, PO-1, PO-2). Odczyn taki wskazuje na możliwość koncentracji w tych glebach metali ciężkich, ponieważ zasadowość pozwala uniknąć uwalniania metali ciężkich w środowisku wodnym [Bojakowska 1994, Alloway 1995]. Zawartości oznaczonych metali w pobranych próbkach gleb wybranych Parków Zdrojowych zaprezentowano w tabeli 3.

Z zestawienia w tabeli 3 wynika, że badane gleby o charakterze gliniastym z Parków Zdrojowych w Jedlinie Zdroju, Przerzeczynie Zdroju i Głuchołazach Zdroju wykazują cztery ponadnormatywne wartości w porównaniu do dopuszczalnych dla gleb zaliczanych do grupy A zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165, poz. 1359).

Tabela 3. Zawartości zanieczyszczeń metalami w glebach wybranych Parków Zdrojowych

Symbol próbki	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	Zn
	mg/kg s.m. (ppm)												
gleby o charakterze gliniastym													
JZ-1	12	97	< 1	5	13	18	444	2	12	68	4	3	110
JZ-2	9	<5	< 1	< 2	7	6	31	2	5	35	< 2	4	23
PR-1	9	64	< 1	8	31	17	491	< 2	39	29	< 2	4	61
PR-2	8	70	< 1	10	44	16	473	< 2	48	23	2	2	68
GL-1	12	35	< 1	6	21	14	260	< 2	11	77	< 2	2	29
gleby o charakterze piaszczystym i pylastym													
KU-1	34	30	< 1	4	20	10	115	< 2	12	51	2	< 2	55
KU-2	32	35	< 1	6	24	16	334	< 2	17	52	3	3	70
KU-3	49	77	1	6	30	16	426	< 2	16	59	3	3	99
DU-1	72	173	1	9	38	43	529	< 2	32	90	3	6	238
PO-1	33	54	< 1	3	10	9	524	2	7	32	< 2	< 2	40
PO-2	99	174	1	12	21	12	1709	< 2	29	33	< 2	2	72
PO-3	42	670	< 1	8	26	24	670	< 2	19	20	< 2	< 2	52
DL-1	13	134	< 1	7	23	16	328	< 2	17	35	2	2	96
DL-2	16	105	< 1	7	21	12	526	< 2	13	39	< 2	2	70
LA-1	17	34	< 1	6	26	15	282	2	17	66	< 2	3	64
GL-2	12	86	< 1	7	37	43	310	< 2	22	42	2	11	63
Dop. A*	20	200	1	20	50	30	-	10	35	50	-	20	100

Dop. A* – wartości dopuszczalne w glebach zaliczanych do grupy A zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165, poz. 1359).

Pogrubieniem zaznaczono przekroczenia wartości dopuszczanej.

W przypadku próbek gleb JZ-1 i GL-1 zanieczyszczenia ołowiem i cynkiem uznać należy za antropogeniczne związane z działalnością ludzi. Natomiast ponadnormatywne ilości niklu w próbkach PR-1 i PR-2 wynikają z naturalnie wysokiej zawartości tego składnika w skałach metamorficznych, serpentynitach, amfibolitach i niektórych łupkach krystalicznych obecnych w rejonie Przerzeczyna Zdroju. Ilości niklu w tych glebach, zgodnie z interpretacją cytowanego Rozporządzenia nie należy traktować jako zanieczyszczenie.

W badanych glebach o charakterze piaszczystym i pylastym pobranych z wybranych Parków Zdrojowych występują ponadnormatywne ilości zanieczyszczenia arsenem (7 próbek), ołowiem (5 próbek), miedzią (2 próbki), barem (1 próbka) i cynkiem (1 próbka) w odniesieniu do dopuszczalnych wartości dla gleb zaliczanych do grupy A zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002r., w sprawie stan-

dardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165, poz. 1359). Znaczące zanieczyszczenie wykazuje próbka gleby DU-1 (Duszniki Zdrój), w której stwierdzono najwyższe zawartości wśród badanych próbek, miedzi (43 mg/kg), ołowiu (90 mg/kg) i cynku (238 mg/kg) oraz 72 mg As/kg (tab. 3). Duże zawartości arsenu występują w badanych glebach Parków Zdrojowych w Kudowie Zdrój, Dusznikach Zdrój i Polanicy Zdrój. W części tych samych gleb występują duże ilości ołowiu (KU-1, KU-2, KU-3, DU-1). Jest to prawdopodobnie efekt wykorzystywania pestycydów i/lub herbicydów oraz nawożenia mineralnego w czasie prowadzonych rewaloryzacji i rewitalizacji tych parków. Stosowanie pestycydów nieorganicznych w postaci insektycydów arsenowych (np. $PbHAsO_4$) może prowadzić do obecności arsenu w glebach w ilości 100-200 mg/kg [Alloway 1995] oraz, co wynika z formy chemicznej również znacznej ilości ołowiu [Bojakowska 1994]. Natomiast gleby Parku Zdrojowego w Polanicy Zdroju zawierają znaczne ilości arsenu, a zawartości ołowiu są mniejsze od dopuszczalnych. Może to być wynikiem stosowania innych insektycydów arsenowych w formach organiczno-mineralnych, do których jako najpopularniejszy należy zieleń paryska ($Cu[CH_3COO]_2Cu[AsO_3]_2$), [Praca zbiorowa 2001]. Ponadto źródłem arsenu w badanych glebach mogą być pozostałości po nawożeniu mineralnym, w szczególności nawozami fosforowymi, które mogą zawierać do 1200 ppm arsenu [Bojakowska 1994].

Wynika z tego, że po przeprowadzonych rewitalizacjach Parków Zdrojowych należy przeprowadzić badania zawartości substancji stosowanych do pielęgnacji i nawożenia upraw oraz zwalczania szkodników lub ich pozostałości (hydratów, hydrosoli, itp) w wodach, osadach i glebach. Dotyczy to przede wszystkim wód i osadów dennych zbiorników, stawów i jezior, do których spływają wody opadowe z terenów Parków Zdrojowych oraz gleb w miejscach potencjalnych kumulacji zanieczyszczeń (obniżenia, strefy pod skarpami, miejsca osłonięte od wód opadowych itp.). Rozważyć należy wprowadzenie monitoringu gleb Parków Zdrojowych uzdrowisk w zakresie zanieczyszczeń wynikających z ich nawożenia i opryskiwania środkami ochrony roślin.

Ekstremalnie duża zawartość baru (670 mg/kg) w próbce gleby PO-3 prawdopodobnie związana jest z wapnowaniem prowadzonym w czasie rewitalizacji na co wskazuje również jej zasadowy odczyn ($pH = 7,96$). Zanieczyszczenia ołowiem gleb w parku Kudowy Zdroju oraz ołowiem i cynkiem gleby w parku Dusznik Zdroju podobnie jak arsenem uznać należy za antropogeniczne. Natomiast trudno jest jednoznacznie ocenić pochodzenie miedzi i ołowiu w próbkach gleb GL-1, GL-2 i LA-1, ponieważ ilości te mogą być związane zarówno z działalnością człowieka jak i z występowaniem kruszców tych metali (np. PbS, CuS) w okruskach zwierzęcych łupków krystalicznych obecnych w glebach.

Najmniejsze zanieczyszczenie ze wszystkich badanych gleb wybranych Parków Zdrojowych wykazuje gleba pobrana w Jedlinie Zdrój na terenie występowania starodrzewu kwaśnej buczyny, gdzie prawdopodobnie ograniczono prace porządkowe i nie używano środków ochrony roślin.

W badanych glebach wybranych Parków Zdrojowych nie stwierdzono ponadnormatywnego występowania tak szkodliwych metali jak kadm, kobalt, chrom, molibden i cyna (tab. 3).

Analizując otrzymane wyniki zawartości zanieczyszczeń metalami w badanych glebach wybranych Parków Zdrojowych ($n = 16$) stwierdzono istotne zależności pomiędzy ilościami niklu i chromu ($r = 0,81$; $\alpha = 0,001$) oraz niklu i kobaltu ($r = 0,79$; $\alpha = 0,001$). Geochemiczne zależności zawartości tych metali obserwowane są w skałach krystalicznych, a szczególnie zasadowych skałach magmowych [Polański, Smulikowski 1969]. Gleby związane z takimi skałami podłoża w zależności od genezy i warunków powstania, mogą, ale nie muszą wykazywać podobnych zależności. Większość badanych gleb wykazuje charakter inicjalny, w postaci zwietrzliny *in situ*, niekiedy zmienionej działalnością ludzką. Jednak stwierdzone zależności w odniesieniu do zawartości niklu, kobaltu i chromu w badanych glebach wskazują, że oddziaływanie nie dotyczy zachwiania równowagi geochemicznej pomiędzy tymi metalami.

Pośrednio potwierdzają to wyliczenia zależności pomiędzy zawartościami tych metali w glebach występujących pod drzewami iglastymi i liściastymi. W glebach pod drzewami iglastymi gdzie występuje zwiększona ilość węgla organicznego i substancji humusowych dla ośmiu próbek ($n = 8$) nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy ilościami niklu i chromu ($r = 0,69$; $\alpha = 0,058$) oraz słabą istotną zależność pomiędzy zawartościami niklu i kobaltu ($r = 0,76$; $\alpha = 0,029$). Natomiast w przypadku gleb występujących pod drzewami liściastymi, gdzie corocznie usuwane są opadające liście dla ośmiu próbek ($n = 8$) stwierdzono istotne zależności pomiędzy ilościami niklu i chromu ($r = 0,88$; $\alpha = 0,003$) oraz niklu i kobaltu ($r = 0,81$; $\alpha = 0,015$). Ponadto wynika z tego, że zmiany geochemiczne zachodzące w glebach pod drzewami liściastymi Parków Zdrojowych zachodzą wolniej w porównaniu do gleb pod drzewami iglastymi. Tłumaczy to częściowo możliwość długotrwałego zanieczyszczenia gleb pod drzewami liściastymi arsenem i ołowiem dostarczonym do środowiska na skutek stosowania pestycydów nieorganicznych.

PODSUMOWANIE

Badane próbki gleb z Parków Zdrojowych wybranych uzdrowisk wykazywały bardzo zróżnicowany odczyn w wodzie, od kwaśnego (pH 4,45 i 4,73) do zasadowego (pH 7,96).

Dwie próbki gleb o charakterze gliniastym z Parków Zdrojowych w Jedlinie Zdroju i Głuchołazach Zdroju wykazują ponadnormatywne zawartości ołowiu i cynku. Natomiast stwierdzone ponadnormatywne ilości niklu w próbkach gleb z Przerzeczyna Zdroju wynikają z naturalnie wysokiej zawartości tego składnika.

W badanych glebach o charakterze piaszczystym i pylastym pobranych z wybranych Parków Zdrojowych występują ponadnormatywne ilości zanieczyszczeń arsenem (7 próbek), ołowiem (5 próbek), miedzią (2 próbki), barem (1 próbka)

i cynkiem (1 próbka). Duże zawartości arsenu występują w badanych glebach Parków Zdrojowych w Kudowie Zdrój, Dusznikach Zdrój i Polanicy Zdrój. W części tych samych gleb występują duże ilości ołowiu. Jest to prawdopodobnie efekt wykorzystywania pestycydów i/lub herbicydów oraz nawożenia mineralnego w czasie prowadzonych rewaloryzacji i rewitalizacji tych parków. W związku z tym, po przeprowadzonych pracach rewitalizacyjnych Parków Zdrojowych należy przeprowadzić badania zawartości substancji stosowanych do pielęgnacji i nawożenia upraw oraz zwalczania szkodników lub ich pozostałości w wodach, osadach i glebach. Rozważyć należy wprowadzenie monitoringu gleb Parków Zdrojowych uzdrowisk w zakresie zanieczyszczeń wynikających z ich nawożenia i opryskiwania środkami ochrony roślin.

Najmniejsze zanieczyszczenie ze wszystkich badanych gleb wybranych Parków Zdrojowych wykazuje gleba pobrana w Jedlinie Zdrój na terenie występowania starodrzewu kwaśnej buczyny, gdzie prawdopodobnie ograniczono prace porządkowe i nie używano środków ochrony roślin. W badanych glebach wybranych Parków Zdrojowych nie stwierdzono ponadnormatywnego występowania tak szkodliwych metali jak kadm, kobalt, chrom, molibden i cyna.

LITERATURA

1. Alloway B.J. 1995. Heavy Metals in Soils. Glasgow UK, Blackie Ac. & Chapman & Hall.
2. Bojakowska K. 1994. Wpływ czynnika antropogenicznego na procesy geochemiczne w powierzchniowych warstwach litosfery. *PIG* nr 53, Warszawa.
3. Bzowski Z., Bojarska K. 2003. XRD-XRF-ICP-GC/MS Analytical system in ecochemical assessment for utilisation of carboniferous wastes from Silesian Coal Basin (Poland). In Proc. 12th Symp. „Mine Planning & Equipment Selection”, Kalgoorlie WA, Australia; 497-500.
4. Bzowski Z., Dawidowski A. 2000. XRD-XRF-ICP Analytic system in ecochemical assessment of industrial soil. In Proc. 1st Conf. „Soils of Urban, Industrial, Traffic and Mining Areas” (SUITMA). Essen, Germany, vol.1; 189-193.
5. Dradrach A., Gierula A., Szymura M., Sokolska D. 2006. Ocena nawierzchni trawnikowych Parku Zdrojowego w Polanicy Zdroju. *Zesz. Nauk. UP Wrocław, Rolnictwo*, nr 545; 65-69
6. Kicińska A. 2008. Wykorzystanie walorów przyrody nieożywionej w turystyce uzdrowskiej na przykładzie uzdrowisk Beskidu Sądeckiego. W: *Uwarunkowania ekorozwoju turystyki i rekreacji*. PTIE Lublin 2008; 81-89.
7. Krzyżaniak-Sitarz M. 2008. Wpływ antropopresji na właściwości fizykochemiczne gleb w Parku Zdrojowym w Inowrocławiu. *Ekol. Tech.* Nr 16 (4); 181-189.
8. Krzyżaniak-Sitarz M. 2011. Wpływ tężni na wartości średnioroczne stężenia kationów w kompleksie sorpcyjnym i roztworze glebowym czarnych ziem w Inowrocławiu. *Proc. EC Opole* vol. 5, nr 1; 263-268
9. Lipińska E. 2012. Zanieczyszczenie substancjami węglowodorowymi wód mineralnych i gleb w Iwoniczu-Zdroju. *Management Systems in Production Engineering* No 2 (6); 1-10.
10. Meinhardt B. 2010. Badania skażenia gleb i gruntów rolnych metalami ciężkimi na terenie powiatu lubańskiego. Wrocław (opinia niepublikowane).

11. Ocena 2008. Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb w województwie dolnośląskim w 2007 roku. WIOŚ Wrocław 2008.
12. Polański A., Smulikowski K. 1969. Geochemia. Wyd. Geol. Warszawa.
13. Praca zbiorowa 2001. Pestycydy. Występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie. Pod red. M. Biziuka. WNT Warszawa 2001.

HEAVY METALS CONTAMINATION OF SOILS IN HEALTH RESORT PARKS AS THE ELEMENT OF EVALUATION OF THEIR RECREATION FUNCTION

Abstract

Results of heavy metals contamination of soils in health resort parks are presented in the paper. 16 soils from eight polish health resorts were sampled to perform the work. In collected samples concentration of 13 elements and pH value were determined. Results were compared to the limit values according to the polish law.

Key words: soils, health resort, heavy metals.