

Narażenie środowiskowe dzieci na metale ciężkie zawarte w glebach z placów zabaw, boisk, piaskownic i terenów przedszkoli z obszaru Górnego Śląska

Children's exposure to heavy metals in the soils of playgrounds, sports fields, sandpits and kindergarten grounds in the region of Upper Silesia

Streszczenie:

Wstęp

Dzieci to grupa populacyjna szczególnego ryzyka, u których podstawowym źródłem narażenia na metale ciężkie jest droga pozazywieniowa. Połykanie cząsteczek pyłów unoszących się w powietrzu, czy wprowadzonych do ust razem z zabrudzonymi rękami czy zabawkami ma miejsce najczęściej podczas gier ruchowych na placach zabaw, boiskach lub zabaw w piaskownicach. W przypadku Górnego Śląska problem zanieczyszczenia gleb dotyczy obecnie oprócz miejsc, na których prowadzona jest lub była działalność przemysłowa, także obszarów zielonych, jak parki i zieleńce, czy place zabaw, co może stanowić istotne źródło narażenia dzieci zarówno drogą pozazywieniową, jak i oddechową.

Celem pracy była ocena zawartości metali ciężkich, takich jak: kadm, ołów i cynk, w glebach z placów zabaw, boisk, piaskownic i przedszkoli z terenu Górnego Śląska.

Materiał i metody

Analizie poddano 103 próby; 91 z nich stanowiły próby gleby, pochodzące z placów zabaw, boisk osiedlowych i szkolnych oraz z terenów przedszkoli miejskich, pozostałych 12 prób stanowił piasek z piaskownic osiedlowych. Zawartość metali ciężkich (Cd, Pb i Zn) oznaczono metodą optycznej spektrometrii emisyjnej z indukcyjnie sprzężoną plazmą (ICP OES).

Wyniki

Przekroczenia wartości normatywnych oznaczanych pierwiastków wystąpiły w zdecydowanej większości analizowanych prób. Najwyższe stężenia metali oznaczono w glebach pobranych z boisk szkolnych i osiedlowych oraz placów zabaw (Bukowno, Siemianowce). W przypadku gleb z terenów przedszkoli, najbardziej zanieczyszczone były próby pobrane w Radzionkowie, Bytomiu Szombierkach oraz Piekarach Śląskich. Najmniejszy stopień skażenia metalami ciężkim wykazano dla piaskownic.

Wnioski

Badania wykazały, że gleba z analizowanych placów zabaw, boisk szkolnych i osiedlowych, a także z terenów przedszkoli, ze względu na wysoką zawartość metali ciężkich, stanowi istotne źródło narażenia dzieci na metale ciężkie i zwiększa ryzyko zdrowotne z tym związane. Na terenie Górnego Śląska istnieje potrzeba wprowadzenia stałego monitoringu zawartości metali w glebach, a także stosowania działań profilaktycznych, polegających m.in. na okresowej wymianie piasku z piaskownic, czy pokryciu boisk odpowiednim materiałem zabezpieczającym przed pyleniem, a także edukacji w zakresie metod ograniczenia indywidualnego ryzyka zdrowotnego (mycie rąk po zabawie na dworze, zmiana ubrań itd.). Zastosowanie powyższych przykładów działań profilaktycznych może stanowić istotną formę zmniejszenia ryzyka zdrowotnego dzieci, wynikającego z narażenia na metale ciężkie.

Abstract:

Introduction

Children are a group at special risk when the primary source of exposure to heavy metals is by way of means beyond nutrition. Children put their dirty hands and toys into their mouths while playing outdoors and breathe polluted air while playing on grounds with contaminated soil. In the case of Upper Silesia, the problem of soil pollution not only concerns brownfields and places of ongoing industrial activities, but also recreational areas, such as parks, gardens, and playgrounds, which can be a significant source of heavy metal exposure to children, beyond nutrition and breathing. The aim of this study was to evaluate the content of heavy metals such as cadmium, lead and zinc in soils from playgrounds, sports fields, sandpits and kindergarten grounds in Upper Silesia.

Material and methods

Ninety-one soil samples from playgrounds, kindergarten grounds and sport fields located close to schools and in neighbourhoods were analyzed; twelve samples were of sand from sandpits. The content of heavy metals (Cd, Pb and Zn) were determined by optical emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP OES).

Results

The standards value for Cd, Pb and Zn were exceeded in most of the analyzed samples. The highest metal concentrations were determined in soils collected from sport fields located in the vicinity of schools and in neighbourhoods (Bukowno, Siemianowice). In the case of the kindergarten grounds, most of the contaminated soil samples were collected in Radzionków, Bytom-Szombierki and Piekary Śląskie. The smallest concentration of heavy metals were indicated in the samples collected from the sandpits.

Conclusions

This study shows that due to the high content of heavy metals in the soil samples collected from the playgrounds, kindergarten grounds and sport fields located close to schools and in neighbourhoods, these places are a major source of children's exposure to heavy metals and increase the health risks associated with it. There is a need in Upper Silesia for the constant monitoring of heavy metals in soils, and the use of preventive measures such as covering playing fields with suitable material for protection against dust accumulation, as well as education on how to reduce individual health risks (washing hands after playing outdoors, changing clothes, etc.). Application of the above examples of preventive measures can be an important form of reducing the health risk to children resulting from exposure to heavy metals.

Słowa kluczowe: narażenie dzieci, place zabaw, metale ciężkie, Górny Śląsk

Keywords: children's exposure, playgrounds, heavy metals, Upper Silesia

Wstęp

Problem zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi na terenie Polski, a w szczególności Górnego Śląska, mimo zmian technologicznych w zakładach przemysłowych ograniczających emisję zanieczyszczeń, nadal pozostaje jednym z priorytetowych zagadnień zdrowia środowiskowego.

Kadm, ołów, cynk to pierwiastki, które w naturalny sposób występują w glebie, natomiast ich wysokie stężenia, osiągające nawet poziom toksyczny, wiążą się wyłącznie z działalnością człowieka. Potencjalnymi źródłami skażenia gleb mogą być: składowiska odpadów (zwłaszcza przemysłowych), hałdy górnicze, ścieki przemysłowe i komunalne, pestycydy, zawierające w swym składzie jako czynnik aktywny metale [1].

Intensywnie prowadzona gospodarka wydobywczo-przetwórcza, zwłaszcza rud metali nieżelaznych, na terenie Górnego Śląska doprowadziła do rozproszenia w środowisku ogromnej ilości metali ciężkich. Pierwiastki te nie ulegają biodegradacji, krążą pomiędzy poszczególnymi elementami środowiska, kumulują się w organizmach żywych i glebie [2].

Jak podaje raport „Stan środowiska w województwie śląskim w 2010 r.”, z zakładów przemysłowych tego regionu zostało wyemitowanych blisko 13,5 tys. ton zanieczyszczeń pyłowych i prawie 45 mln ton zanieczyszczeń gazowych. Zanieczyszczenia te spowodowały nie tylko skażenie powietrza, ale także wody i gleby, trafiając do tych elementów środowiska wraz opadami atmosferycznymi [3].

Oprócz przemysłowych źródeł emisji metali ciężkich, na szczególną uwagę zasługują także źródła komunalne, gdzie węgiel stanowi główny nośnik energii. Jakkolwiek sam węgiel zawiera bardzo małe ilości metali ciężkich, jednak przy spalaniu ogromnej ilości tego surowca do atmosfery w postaci pyłów uwalniane są znaczące ilości tych pierwiastków.

Metale ciężkie to pierwiastki wysoce toksyczne dla organizmów żywych. Narażenie na nie może stanowić podłoże wielu chorób, m.in.: układu sercowo-naczyniowego, chorób wątroby, nerek, krwi, czy układu nerwowego oraz kostno-stawowego; wiele z nich to także uznane kancerogeny [4, 5, 6].

Problemy zdrowotne związane z narażeniem środowiskowym na metale ciężkie mogą być efektem narażenia na te pierwiastki nie tylko drogą oddechową (pył metalo-nośny), ale przede wszystkim drogą pokarmową. Wraz z przyjmowanym jedzeniem i wodą do organizmu człowieka może trafiać do 80% całkowitej dziennej dawki tych toksycznych pierwiastków [7, 8, 9]. W przypadku małych dzieci na szczególną uwagę zasługuje również narażenie pozażywieniowe – połykanie cząsteczek pyłów unoszących się w powietrzu, czy wprowadzonych do ust razem z zabrudzonymi rękami czy zabawkami.

Pierwsze systematycznie badania nad wpływem ołowiu występującego w środowisku na zdrowie dzieci, zaczęto prowadzić w latach 60. dwudziestego wieku. Wykazano że u dzieci, u których oznaczono stężenie ołowiu we krwi na poziomie powyżej 10 µg/dl, występują zaburzenia neuro-behawioralne i nefrologiczne, upośledzenia słuchu oraz

obniżenie ilorazu inteligencji (IQ). Obserwowano również problemy z koncentracją, opóźniony rozwój, gorsze wyniki w nauce, czy częstsze przypadki agresji [10, 11, 12]. Ołów, silnie toksyczny pierwiastek, którego każda ilość w organizmie stanowi zagrożenie, w zależności od wielkości narażenia może powodować wielonarządowe uszkodzenia o różnym stopniu nasilenia, od przejściowych zmian funkcjonalnych, aż po trwałe zmiany organiczne, do śmierci włącznie [13].

Kadm to pierwiastek całkowicie zbędny dla organizmu człowieka. Oznacza się dużą mobilnością, a jego toksyczność przejawia się głównie w uszkodzaniu czynności nerek, zaburzeniami metabolizmu wapnia oraz witaminy D (doprowadzającymi do osteoporozy i osteomalacji kości). W przewlekłym narażeniu może spowodować skutki neurotoksyczne, rakotwórcze i teratogenne. Kadm może być również przyczyną niedoborów żelaza, miedzi i cynku w organizmie, chorób sercowo-naczyniowych, nadciśnienia, anemii, uszkodzenia wątroby, zaburzenia funkcjonowania gruczołów płciowych, układu immunologicznego. Kumuluje się on w organizmie, szczególnie w części korowej nerek i w wątrobie. Wegetarianie, dzieci oraz osoby mieszkające na terenie o wysokim zanieczyszczeniu środowiska kadmem mogą pobierać nawet ok. 5 µg kadmu/kg masy ciała/tydzień. Długi biologiczny okres półtrwania dla kadmu powoduje, że pierwiastek ten może osiągać poziomy toksyczne w organizmach żywych nawet przy narażeniu na relatywnie niskie poziomy, występujące np.: w żywności [14].

Cynk należy do tej grupy pierwiastków, których zarówno zbyt mała, jak i zbyt duża ilość w organizmie może być przyczyną pojawienia się negatywnych skutków zdrowotnych. Wchodzi on w skład ponad 200 enzymów, niezbędnych do metabolizmu białek i węglowodanów, a także syntezy insuliny i utrzymania równowagi kwasowo-zasadowej organizmu. Jego nadwyżka powoduje jednak spadek poziomu miedzi, co w efekcie prowadzi do zniszczenia komórek. Badania wykazały, że nadmierne spożycie cynku może doprowadzić do supresji szpiku kostnego, czy polineuropatii, a jego nadmiar jest odkładany w wątrobie, w formie kompleksów z białkami. W narażeniu drogą wziewną cynk działa uczulająco i podrażniająco na układ oddechowy [15, 16].

Związek pomiędzy narażeniem na m.in.: ołów, kadm, czy inne zanieczyszczenia powietrza a zdrowiem dzieci, stanowi przedmiot wielu prac naukowych [17, 18]. Ekspozycja na czynniki środowiskowe jest przyczyną występowania nie tylko bezpośrednich skutków zdrowotnych. Istnieje wiele przykładów, gdzie prenatalne narażenie na ksenobiotyki spowodowało negatywne efekty zdrowotne u płodu, a środowiskowe narażenie w wieku dziecięcym wywołało skutki zdrowotne widoczne dopiero w okresie dojrzewania, czy dorosłości [19].

Metale ciężkie obecne w powietrzu w postaci pyłu zawieszonego powracają do gleby wraz z opadami atmosferycznymi. Zdeponowane w powierzchniowych warstwach gruntu stanowią źródło narażenia w postaci pylenia wtórnego. Na zagrożenia zdrowotne związane z tym ostatnim zjawiskiem szczególnie narażone są dzieci [20].

Przebywając dużą część dnia na placach zabaw, boiskach, w piaskownicach, pozostają narażone na wdychanie wzbudzanych w czasie gier ruchowych cząstek kurzu, zawierających w swym składzie także metale ciężkie. Dzieci to grupa populacyjna tzw. szczególnego ryzyka – często wkładają do ust brudne ręce czy zabawki, stwarzając tym samym ryzyko połknięcia wielu toksycznych substancji [21].

Dzieci są bardziej narażone niż dorośli na działanie ksenobiotyków w takich samych warunkach zanieczyszczenia, nie tylko ze względu na inne zachowania w środowisku, ale również ze względu na większe pobieranie pokarmów i napojów, w przeliczeniu na jednostkę masy ciała. Szybki wzrost i rozwój całego organizmu wymusza dostarczania większej ilości składników odżywczych, a tym samym dowolny ksenobiotyk zawarty w danym produkcie żywnościowym będzie przyjmowany w większej ilości. Występuje u nich także większe narażenie drogą oddechową – ze względu na większą częstotliwość oddechów na minutę. Posiadają one także nie w pełni wykształcone systemy: immunologiczny, nerwowy, także pozostałe układy są w trakcie rozwoju. Dzieci ze względu na swój niski wzrost, zostają narażone na przyjmowanie większych dawek toksycznych substancji – emitowanych np.: z rur wydechowych samochodów, czy cząsteczek kurzu wzbudzonych w powietrzu w trakcie zabaw na dworze. U najmłodszej grupy populacyjnej występują także różnice w metabolizmie i biotransformacji ksenobiotyków, które zostały już pobrane do organizmu. Dzieci posiadają inne niż dorośli pH w żołądku, a wiele enzymów jest jeszcze nieaktywnych, co może ułatwiać wchłanianie toksyn przez organizm [22, 23].

Zdrowe społeczeństwo to zdrowe dzieci. Te ostatnie, jako szczególnie wrażliwe na zagrożenia ze strony środowiska, znajdują się w centrum zainteresowania Unii Europejskiej. W Europie co siódme dziecko cierpi z powodu astmy, a choroby układu oddechowego stanowią główną przyczynę hospitalizacji [24, 25].

W celu osiągnięcia jak najlepszych efektów w redukcji obciążenia chorobami uwarunkowanymi środowiskowo, podejmowana jest cała gama inicjatyw i strategii. Jedną z nich jest inicjatywa SCALE, której głównym zadaniem jest zintegrowanie informacji i badań naukowych na temat stanu środowiska naturalnego oraz zdrowia człowieka (ze szczególnym uwzględnieniem wpływu czynników środowiskowych na zdrowie dzieci). Ma to pozwolić na lepsze zrozumienie i rozpoznanie problemów środowiskowych,

a przez to umożliwić wdrażanie skutecznych instrumentów legislacyjnych oraz podejmowanie działań dla ochrony zdrowia. Cytując Komisarz UE ds. Środowiska, Margot Wallstrom: „...podejmowane działania powinny łączyć wysiłki na rzecz ochrony naszych dzieci i nas samych przed szkodliwym oddziaływaniem środowiskowych czynników ryzyka (...), gdyż „wszystko co jest szkodliwe dla dzieci jest złe dla każdego. I odwrotnie, to co jest dobre dla naszych dzieci jest również dobre dla nas wszystkich i dla przyszłych pokoleń.” [26].

Cel przedstawianej pracy wpisuje się w inicjatywę SCALE, a uzyskane wyniki dostarczają informacji na temat powszechnie występujących w środowisku Górnego Śląska metali ciężkich i wielkości narażenia na nie dzieci w miejscach zabaw.

Material i metody

Próby gleby oraz piasku pobrano w okresie od czerwca do września 2012 r., z placów zabaw, boisk szkolnych i osiedlowych, piaskownic, a także z terenów przedszkoli miejskich. Obszarem poboru prób była aglomeracja śląska oraz jedno miasto – Bukowno, położone w województwie małopolskim (blisko granicy z województwem śląskim).

Dokonano dokładnego opisu miejsc poboru: ich lokalizacji, charakteru użytkowania terenu oraz jego otoczenia. Łącznie analizie poddano 103 próby; 48 prób pochodziło z placów zabaw mieszczących się na osiedlach mieszkaniowych i w parkach miejskich, 21 prób zostało pobranych z boisk osiedlowych i szkolnych; 20 prób z terenu przedszkoli miejskich oraz 12 z piaskownic osiedlowych. Dodatkowo 1 próba została pobrana z terenu prywatnego domowego żłobka oraz 1 próba ze ścieżki do lekkoatletyki Stadionu Miejskiego.

W przypadku każdego stanowiska najpierw zebrano odrębnych 15-20 prób (z górnej wierzchniej warstwy gleby) w kwadracie 1 m², które następnie wymieszano ze sobą. Z tak przygotowanego materiału odważono 0,5 kg gleby, który poddano dalszemu postępowaniu.

Pobrane próby gleby rozdrobniono, przesiano, wysuszono i zmielono, aby tworzyły jednorodną masę. Z tak przygotowanej próby gleby zważono 0,5 g i poddano mineralizacji w mineralizatorze mikrofalowym Magnum II w układzie zamkniętym.

Zakres badań obejmował oznaczenie w glebach Cd, Pb, Zn. Stężenia metali ciężkich określono metodą optycznej spektrometrii emisyjnej z indukcyjnie sprzężoną plazmą (ICP OES) model Integra XL. Oznaczenia dokonano przy następujących długościach fal: dla kadmu 228,802 nm, dla ołowiu 220,353 nm, dla cynku 213,856 nm oraz zastosowano dynamiczną korekcję tła. Dla każdego oznaczenia wykonano trzy powtórzenia. Średni współczynnik zmienności dla każdej próby wynosił: dla Pb <2%, dla Cd <3%,

Tab. 1. Zawartość metali ciężkich w glebach pochodzących z placów zabaw w parkach i osiedlach

Miejscowość	Cd mg/kg s.m.	Pb mg/kg s.m.	Zn mg/kg s.m.
Bytom Stroszek	6,11	248,90	1414,57
Bytom Stroszek	0,23	3,38	17,91
Bytom Stroszek	2,87	143,64	367,00
Bytom Stroszek	1,17	44,51	186,71
Bytom Stroszek	1,66	94,43	266,90
Bytom Stroszek	< 0,11	0,46	14,46
Bytom Stroszek	0,11	1,43	16,71
Bytom Stroszek	0,15	3,45	17,80
Bytom Stroszek	2,91	90,93	366,07
Bytom Stroszek	0,81	91,04	114,71
Bytom Stroszek	1,49	281,51	183,70
Bytom Stroszek	2,66	104,66	202,78
Bytom Stroszek	0,65	36,85	184,23
Bytom Szombierki	< 0,11	62,03	183,64
Dąbrowa Górnicza Strzemieszyce Małe	2,60	79,56	286,10
Dąbrowa Górnicza Lęka	4,18	116,38	657,27
Dąbrowa Górnicza Okradzionów	7,59	291,36	1659,26
Siemianowice	3,99	137,65	492,74
Siemianowice	6,52	256,93	756,22
Siemianowice	5,61	168,55	660,62
Siemianowice	4,80	217,47	656,70
Siemianowice	3,81	149,09	596,21
Siemianowice	< 0,11	18,53	67,86
Siemianowice	< 0,11	124,88	698,37
Siemianowice	11,85	342,8	1826,17
Siemianowice	3,91	109,82	510,67
Siemianowice	18,79	392,43	1928,17
Siemianowice	4,58	146,64	619,09
Ruda Śląska	< 0,11	38,14	101,72
Ruda Śląska	< 0,11	28,98	174,44
Ruda Śląska	2,20	46,04	239,35
Ruda Śląska	< 0,11	15,30	33,20
Ruda Śląska	< 0,11	22,74	86,60
Sosnowiec	7,22	277,73	937,90
Sosnowiec Klimontów	3,44	254,59	522,11
Sosnowiec Klimontów	< 0,11	47,17	215,78
Sosnowiec Klimontów	< 0,11	22,73	100,02
Sosnowiec Klimontów	7,70	89,16	451,03
Bukowno	13,36	455,08	3180,59
Bukowno	10,33	408,42	1523,31
Bukowno	5,96	243,14	853,53
Bukowno	36,02	789,13	5636,89
Bukowno	10,13	427,74	1706,93
Tarnowskie Góry	< 0,11	13,04	54,00
Tarnowskie Góry	< 0,11	39,01	74,74
Tarnowskie Góry	0,50	314,60	860,62
Tarnowskie Góry	5,76	279,35	987,87

*Autorzy dysponują dokładnymi opisami miejsc poboru prób

dla Zn <1%. Oceny poprawności uzyskanych wyników dokonano poprzez zastosowanie analitycznego materiału odniesienia: Gleba S-1 (sporządzona przez Wydział Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie). Wartości otrzymane dla kadmu, ołowiu i cynku były zgodne z danymi zawartymi w certyfikacie.

Wyniki

Z placów zabaw mieszczących się na osiedlach mieszkaniowych i w parkach zostało pobranych łącznie 48 prób gleby. Przekroczenia wartości normatywnych oznaczanych pierwiastków wystąpiły w przypadku: 14 prób dla kadmu, 25 prób dla ołowiu oraz 25 dla cynku. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. (Dz. U. 2002 r., Nr 165, poz. 1359) w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi, norma zawartości kadmu w gruntach grupy B wynosi 4 mg/kg s.m., w przypadku ołowiu 100 mg/kg s.m., a dla cynku 300 mg/kg s.m.

Najwyższe stężenia kadmu odnotowano w Bukownie – 36,02 mg/kg s.m. oraz w Siemianowicach – 18,79 mg/kg s.m., a najniższe w Bytomiu Szombierkach, Bytomiu Stroszku, Rudzie Śląskiej i Tarnowskich Górach – wartości poniżej 0,11 mg/kg s.m. Podobnie kształtują się wyniki dla ołowiu – również najwyższe zawartości oznaczono w Bukownie – 789,13 mg/kg s.m. oraz Siemianowicach – 392,43 mg/kg s.m. Także zawartości cynku najwyższe były w Bukownie – 5636,89 mg/kg s.m. i Siemianowicach – 1928,17 mg/kg s.m.; wysokie wartości odnotowano również w Dąbrowie Górniczej Okradzionowie – 1659,26 mg/kg s.m.

Najwięcej placów zabaw, gdzie wartości normatywne nie były przekroczone mieściło się w niektórych dzielnicach, takich miast jak: Bytom, Ruda Śląska oraz Sosnowiec Klimontów. Zawartości metali ciężkich we wszystkich pobranych próbach przedstawiono w tabeli [Tab.1.].

W ramach prowadzonych badań analizowano także piasek z osiedlowych piaskownic. Jedynie w próbkach pobranych z Sosnowca (Klimontów), Bukowna oraz Katowic Szopieniec wartości normatywne były przekroczone. W Sosnowcu i Bukownie odnotowano podwyższone wartości dla cynku (odpowiednio 521,97 mg/kg s.m. i 363,87 mg/kg s.m.), natomiast w Katowicach przekroczone była norma dla ołowiu – 115,39 mg/kg s.m. [Tab.2.].

Kolejnymi badanymi obiektami były przedszkola miejskie. Jedynie w przypadku trzech przedszkoli: PM nr 26 w Chorzowie, PM nr 19 w Zabrze oraz PM nr 4 w Tarnowskich Górach wartości dopuszczalne dla każdego z analizowanych pierwiastków nie były przekroczone [Tab.3.].

Tab. 2. Zawartość metali ciężkich w piasku z osiedlowych piaskownic

Miejscowość	Cd mg/kg s.m.	Pb mg/kg	Zn mg/kg s.m.
Bytom Stroszek	0,51	6,15	29,24
Bytom Stroszek	0,15	2,78	11,61
Bytom Stroszek	0,41	2,71	51,33
Bytom Stroszek	0,11	1,69	38,89
Bytom Stroszek	0,65	19,24	81,35
Bytom Stroszek	0,18	< 0,46	6,12
Bytom Stroszek	< 0,11	< 0,46	21,38
Bytom Stroszek	< 0,11	2,62	12,97
Bytom Stroszek	0,69	1,82	32,95
Katowice Szopienice	0,18	115,39	246,00
Sosnowiec Klimontów	3,22	96,95	521,97
Bukowno	2,37	77,56	363,87

*Autorzy dysponują dokładnymi opisami miejsc poboru prób

Tab. 3. Zawartość metali ciężkich w glebach pochodzących z terenów przedszkoli

Miejscowość	Cd mg/kg s.m.	Pb mg/kg s.m.	Zn mg/kg s.m.
Bytom Stroszek	6,33	137,18	690,36
Bytom Wzgórze	5,85	223,42	865,49
Bytom Łagiewniki	4,79	275,35	1007,27
Bytom Centrum	9,31	363,51	1421,30
Bytom Szombierki	20,74	420,35	3951,08
Radzionków	25,31	2007,59	4931,67
Radzionków	4,64	189,97	706,11
Chorzów	≤0,50	74,67	253,45
Chorzów-Stary	5,29	140,46	642,29
Zabrze	≤0,50	63,75	295,46
Zabrze	6,50	383,15	948,15
Sosnowiec Klimontów	2,38	103,67	396,37
Sosnowiec Klimontów	5,14	116,91	504,86
Bukowno	3,46	167,49	580,25
Bukowno	6,82	220,92	1317,16
Tarnowskie Góry	≤0,50	59,59	286,47
Tarnowskie Góry Miasteczko Śląskie	7,60	244,53	1104,80
Tarnowskie Góry Bobrowniki	7,10	445,81	1250,29
Tarnowskie Góry Orzech	5,29	209,96	883,14
Tarnowskie Góry	2,70	312,77	583,03
Piekary Śląskie Brzozowice-Kamień	8,46	1042,75	772,86

*Autorzy dysponują dokładnymi opisami miejsc poboru prób

Najbardziej niepokojące wyniki otrzymano dla prób gleby z przedszkoli w Radzionkowie (PM nr 3), Bytomiu Szombierkach (PM nr 39) oraz w Piekarach Śląskich Brzozowicach-Kamieniu (PM nr 15). Dla kadmu najwyższe wartości oznaczono w Radzionkowie – 25,31 mg/kg s.m. oraz Bytomiu Szombierkach – 20,74 mg/kg s.m. Przeszło 20-krotnie (2007,59 mg/kg s.m.) była przekroczona norma zawartości ołowiu dla gleb pobranych z Radzionkowa (PM nr 3) i przeszło 10-krotnie w przypadku przedszkola w Piekarach Śląskich (1042,75 mg/kg s.m.) [Tab.3.].

Najwyższe przekroczenia zawartości cynku odnotowano również w tych samych przedszkolach (przeszło 16-krotne dla przedszkola w Radzionkowie - 4931,67 mg/kg s.m. oraz 13-krotne dla przedszkola w Bytomiu-Szombierkach – 3951,08 mg/kg s.m.). [Tab.3.]

W glebach pobranych z boisk osiedlowych i szkolnych odnotowano największe przekroczenia wartości normatywnych w porównaniu do wszystkich biorących udział w badaniu obiektów.

Tab. 4. Zawartość metali ciężkich w glebach pochodzących z boisk szkolnych i osiedlowych

Miejscowość	Cd mg/kg s.m.	Pb mg/kg s.m.	Zn mg/kg s.m.
Bytom Stroszek	1,31	57,84	201,99
Bytom Stroszek	1,73	42,77	196,05
Bytom Stroszek	0,69	29,80	89,07
Bytom Stroszek	5,44	226,61	800,78
Dąbrowa Górnicza	≤0,50	24,06	60,42
Siemianowice	5,65	266,26	905,49
Siemianowice	5,50	608,78	3732,82
Siemianowice	12,52	563,54	2712,71
Ruda Śląska	0,51	156,25	307,11
Katowice Szopienice	9,81	479,77	1643,01
Sosnowiec Klimontów	2,78	148,26	573,22
Sosnowiec Klimontów	≤0,50	65,12	369,02
Sosnowiec Klimontów	≤0,50	47,17	215,78
Sosnowiec Klimontów	≤0,50	26,67	144,57
Sosnowiec Klimontów	5,39	369,60	615,51
Sosnowiec Klimontów	≤0,50	4,49	39,93
Bukowno	44,17	1322,96	11772,60
Bukowno	16,80	184,18	2949,37
Bukowno	9,48	280,01	1279,67
Bukowno	10,38	310,82	1566,67
Bukowno	10,29	1412,87	23,18

* Autorzy dysponują dokładnymi opisami miejsc poboru prób

Najwyższe zawartości kadmu oznaczono w próbach z Bukowna (44,17 mg/kg s.m) i Siemianowic (12,52 mg/kg s.m.); w tych samych miejscowościach oznaczono także najwyższe stężenia ołowiu (1412,87 mg/kg s.m.– Bukowno, 563,54 mg/kg s.m.– Siemianowice). Blisko 40-krotne przekroczenie wartości dopuszczalnych wykazano dla cynku z próby pobranej w Bukownie (11772,6 mg/kg s.m.). Bardzo wysokie zawartości cynku zawierały także próby z Siemianowic (3732,82 mg/kg s.m., 2712,71 mg/kg s.m.). Szczegółowe wyniki zamieszczono w tabeli. [Tab.4.]

Dyskusja

Gleba stanowi element środowiska, który w istotnym stopniu wpływa na wielkość narażenia populacji generalnej na metale ciężkie, zarówno w sposób pośredni (zanieczyszczenie roślin jadalnych – droga pokarmowa), jak i bezpośredni (pylenie wtórne). W stosunku do najmłodszej grupy społecznej – dzieci, bezpośredni sposób jest jednym z najważniejszych i podstawowych źródeł narażenia na te pierwiastki. Przekroczenia wartości normatywnych występują już obecnie nie tylko w glebach z terenów przemysłowych, użytków kopalnych czy terenów wzdłuż szlaków komunikacyjnych, ale także na obszarach wykorzystywanych w celach rekreacyjnych, na co wskazują wyniki przeprowadzonych pomiarów.

Zgodnie z cytowanym Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., glebę uznaje się za zanieczyszczoną, gdy stężenie co najmniej jednej substancji (metal ciężkiego) przekracza wartość dopuszczalną. W przypadku kadmu, ołowiu i cynku normy dla gleb grupy B (dla głębokości 0-30cm) kształtują się następująco [27]:

- kadm: 4 mg/kg suchej masy,
- ołów: 100 mg/kg suchej masy,
- cynk: 300 mg/kg suchej masy.

W przeprowadzonych badaniach przekroczenia wartości normatywnych oznaczanych pierwiastków wystąpiły w zdecydowanej większości analizowanych prób. Najwyższe poziomy metali otrzymano w glebach pobranych z boisk szkolnych i osiedlowych oraz z placów zabaw. Wielokrotne przekroczenia wartości normatywnych wykazano również w próbach pobranych z terenów przyprzedszkolnych.

W przypadku zawartości cynku w glebach z placu zabaw wartości dopuszczalne były przekroczone nawet 19-krotnie (Bukowno – zawartość cynku: 5636,89 mg/kg s.m.), a w glebach z boisk nawet 39-krotnie (Bukowno – zawartość cynku: 11772,6 mg/kg s.m.). Bardzo wysokie poziomy zostały oznaczone także dla ołowiu – w jednej z prób pobranych z przedszkola w Radzionkowie (2007,59 mg/kg s.m.) uzyskano wartości 20-krotnie przekraczające wartość normatywną, a dla próby pobranej z przedszkola w Piekarach Śląskich: 10-krotnie (1042,75 mg/kg s.m.).

Zawartości kadmu w próbach gleby z placów zabaw sięgały 9-krotnych (Bukowno: 36,02 mg/kg s.m.) i 5-krotnych (Siemianowice: 18,79 mg/kg s.m.) przekroczeń wartości normatywnych. W próbach pobranych z boisk wartości te były jeszcze wyższe (11-krotne przekroczenie: Bukowno – 44,17 mg/kg s.m.; 3-krotne przekroczenie: Siemianowice – 12,52 mg/kg s.m.).

Porównanie wyników otrzymanych w przeprowadzonym badaniu z danymi w innych pracach naukowych jest trudne do realizacji ze względu na niewielką ilość badań zajmującą się tą tematyką. W jednym z raportów: „Informator o stanie środowiska Wrocławia 2002”, znajdują się dane o zawartości metali w glebach parku miejskiego we Wrocławiu: ołów: 60–435 mg/kg, cynk: 170–720 mg/kg; kadm: 0,05–4,5 mg/kg, które to wartości mieszczą się w granicach dopuszczalnych lub przekraczają je 2 lub 4-krotnie [28].

Problem zanieczyszczenia gleb terenów zurbanizowanych dotyczy oprócz miejsc, na których prowadzona jest lub była działalność przemysłowa, także obszarów zielonych, jak parki i zieleńce, czy place zabaw. Biorąc pod uwagę istotne funkcje, jakie pełnią te tereny w miastach, należy dążyć do zmniejszenia poziomu substancji toksycznych w nich obecnych, wykorzystując m.in. zabiegi fitostabilizacyjne [29].

Na obszarach zanieczyszczonych istotne znaczenie w narażeniu dzieci na substancje toksyczne, a zwłaszcza na ołów i kadm, ma miejsce zamieszkania, lokalizacja przedszkola i placu zabaw oraz charakterystyczne dla wieku dziecięcego zachowania, jak wkładanie do ust brudnych rąk i zabawek, czy nie w pełni przyswojony nawyk przestrzegania higieny osobistej [22]. Wśród dzieci może także występować spaczone łaknienie (Pica) – zaburzenie polegające na zjadaniu substancji niebędących żywnością, takich jak ziemia, kreda, węgiel, tynk [30].

Skutki oddziaływania ołowiu i kadmu na organizm dziecka przejawiają się głównie w powstawaniu zaburzeń wielu procesów metabolicznych, a także działaniu toksycznym w szczególności na układy – krwiotwórczy i nerwowy. Bardzo często ujawniają się w postaci zaburzeń rozwoju umysłowego, a więc mogą rzutować na całe przyszłe życie.

W doniesieniach naukowych podaje się, że główną drogą wprowadzania metali do organizmu dziecka jest przewód pokarmowy, a największy udział w ich pobieraniu mają tzw. źródła pozażywnościowe, do których zalicza się: glebę, piasek w piaskownicach, pył zalegający na powierzchni ziemi, kurz w pomieszczeniach mieszkalnych oraz brud na rękach. Ze źródeł tych może pochodzić nawet 50–70% ołowiu i kadmu dostających się do organizmu dziecka [22].

W związku z powyższym, zanieczyszczenie placów zabaw, boisk i miejsc rekreacyjnych w stopniu wykazanym

w niniejszej pracy stanowi poważne zagrożenie zdrowia dzieci śląskich. Zagrożenie to może w sposób relatywnie prosty ulec znacznemu zmniejszeniu poprzez okresową wymianę piasku z piaskownic dla dzieci, utwardzenie bądź pokrycie odpowiednim materiałem zabezpieczającym przed pyleniem powierzchni boisk szkolnych oraz wykorzystanie tych metod na terenach przedszkoli.

Monitorowanie zawartości metali ciężkich w glebach miejskich, zwłaszcza z terenów rekreacyjnych, jest niezwykle istotne dla określenia ryzyka zdrowotnego, wynikającego z narażenia na te pierwiastki. Celowość powyższych działań jest szczególnie ważna w odniesieniu do dzieci, grupy populacyjnej o zwiększonej wrażliwości na toksyczne działanie ksenobiotyków.

Wnioski

- Gleba z analizowanych placów zabaw, boisk szkolnych i osiedlowych, a także z terenów przedszkoli, ze względu na wysoką zawartość metali ciężkich, stanowi istotne źródło narażenia dzieci na metale ciężkie i zwiększa ryzyko zdrowotne z tym związane.
- Zwraca się uwagę na potrzebę wprowadzenia systemu kontroli i monitorowania stanu gleb, zwłaszcza na terenach wykorzystywanych do celów rekreacyjnych oraz podjęcia działań, mających na celu zmniejszenie zagrożenia na metale ciężkie w miejscach zabaw dzieci i młodzieży.
- Istotnym elementem w ograniczeniu narażenia dzieci na metale ciężkie jest prowadzenie działań profilaktycznych, polegających na edukacji w zakresie metod ograniczenia indywidualnego ryzyka zdrowotnego (mycie rąk po zabawie na dworze, zmiana ubrań itd.).

LITERATURA

- [1] Heavy metal soil contamination, Soil quality – urban technical note no. 3, United States Department Of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, September, 2000.
- [2] Dmochowski D., Prędecka A., Mazurek M., Pawlak A.: Ocena zagrożeń związanych z emisją metali ciężkich w aspekcie bezpieczeństwa ekologicznego na przykładzie ogródków działkowych w aglomeracji miejskiej. *Polski przegląd medycyny i psychologii lotniczej*. 2011; 3 (17): 257-265.
- [3] Raport: Stan środowiska w województwie śląskim w 2010r., <http://www.katowice.pios.gov.pl/monitoring/raporty/2010/raport2010.pdf>.
- [4] Jarup, L. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 2003; 68, 167–182.
- [5] Poręba R., Gać P., Poręba M. i wsp.: Związek między przewlekłym narażeniem na ołów, kadm i mangan a wartością ciśnienia tętniczego oraz występowaniem nadciśnienia tętniczego. *Medycyna Pracy* 2010; 61 (1): 5-14.
- [6] Diatta J.B., Chudzińska E., Wirth S.: Assessment of heavy metal contamination of soils impacted by a zinc smelter activity. *J Elementol* 2008; 13 (1): 5-16.

- [7] Oliver M. A.: Soil and human health: A review. *European Journal of Soil Science* 1997, 48, 573–592.
- [8] Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., Brulińska-Ostrowska E. i wsp.: Ocena zanieczyszczenia żywności pierwiastkami szkodliwymi dla zdrowia. *Bromatol Chem Toksykol* 2008; 41 (3): 468-474.
- [9] Contaminated Soil in Gardens, How to avoid the harmful effects, Programme for Nutrition Policy, Infant Feeding and Food Security, World Health Organization. Regional Office for Europe. Copenhagen, Denmark 1999.
- [10] Kapka L., Wdowiak L., Woźnica I., Perzyło K., Kwapiński J.: Środowiskowa ekspozycja na ołów jako problem zdrowotny. *Medycyna Ogólna*. 2009; 15 (2) s.219- 228.
- [11] Kasznia-Kocot J., Dumieński M., Czech E.: Zagadnienia zdrowia środowiskowego dzieci na Polskim Forum Pediatrycznym. *Medycyna Środowiskowa*. 2009. vol 12 Numer 2.
- [12] Lanphear B.: Low Levels of Lead and IQ Deficits. NIEHS – National Institute of Environmental Health Sciences. 2003,
- [13] Dumieński M. Narażenie na ołów. Broszura dla pracowników wykonujących pracę w narażeniu na ołów. Miasteczko Śląskie. 2008.
- [14] Wojciechowska-Mazurek M., Mania M., Starska K., Opoka M., Kadm w środkach spożywczych – celowość obniżenia limitów. *Bezpieczeństwo zdrowotne*. 2010. Tom 64.
- [15] Siemiński M.: Środowiskowe zagrożenia zdrowia. PWN. Warszawa 2007.
- [16] Crown L.A., May J.A.: Zinc toxicity: denture adhesives, bone marrow failure and polyneuropathy. *Journal of the Tennessee Medical Association* 105:2. 2012. Feb 39-40, 42.
- [17] Needleman H., Bellinger D.: Low-level lead exposure and the IQ of children: a meta-analysis of modern studies. *JAMA*.1990.263: 673-678.
- [18] Corbo G., Forastiere F., Dell'Orco V., Pistelli R., Agabiti N.: Effects of environment on atopic status and respiratory disorders in children. *J Allergy Clin Immunol* 1993. 92:6164623.
- [19] Goldman L.: Case studies of environmental risks to children. *Future Child* 1995.5(2):27-33.
- [20] Children's Special Vulnerability to Environmental Health Risks. *Healthy Generations*. Volume 4: Issue 3. February 2004. University of Minnesota. www.epi.umn.edu/mch.
- [21] Zhuang P., Zou B., Li N. Y., Li Z. A.: Heavy metal contamination in soils and food crops around Dabaoshan mine in Guangdong, China: implication for human health, *Environ Geochem Health* .2009. 31:707–715.
- [22] Kulka E.: Ocena narażenia na ołów i kadm dzieci uczęszczających do przedszkoli w Olkuszu. Program wieloletni Środowisko a Zdrowie, Instytut Ekologii Terenów Przemysłowych. e-biuletyn Nr 6 październik 2004r. http://www.srodowiskoazdrowie.pl/wpr/Dokumenty/e-biuletyn/e-biuletyn_numer6.pdf
- [23] Fitzgerald E.F., Schell L. M., Marshall E.G., Carpenter D.O., Suk W.A., Zejda J.E.: Environmental Pollution and Child Health in Central and Eastern Europe, *Environmental Health Perspectives*, June 1998. Volume 106, Number 6, 307-301.
- [24] Chemical Safety and Children's Health Protecting the world's children from harmful chemical exposures: a global guide to resources, Intergovernmental Forum on Chemical Safety (IFCS) Children and Chemical Safety Working Group, October 2005. http://www.who.int/ifcs/champions/booklet_web_en.pdf
- [25] Prüss-Üstün A., Corvalán C.: Preventing Disease through Healthy Environments. WHO. Geneva 2006. http://www.who.int/quantifying_chemimpacts/publications/preventingdisease.pdf.
- [26] Marchwińska-Wyrwał E., Madej M., Rusin M.: Środowisko i zdrowie w Unii Europejskiej. *Zdrowie Środowiskowe*. Warszawa 2011.
- [27] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Na podstawie art. 105 ust. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony Środowiska (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 627 i Nr 115, poz. 1229 oraz z 2002 r. Nr 74, poz. 676, Nr 113, poz. 984 i Nr 153, poz. 1271).
- [28] Informator o stanie środowiska Wrocławia 2002, Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Wrocław 2002, ISBN 83-916884-2-9.
- [29] Karczewska A., Kabała C.: Gleby zanieczyszczone metalami ciężkimi i arsenem na Dolnym Śląsku – potrzeby i metody rekultywacji, *Zesz. Nauk. UP Wroc., Rol., XCVI*, 2010. Nr 576, 59–80.
- [30] U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2002. Child-specific exposure factors handbook. National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/P-00/002B., <http://www.epa.gov/ncea>.

Kalendarium

1 kwietnia	Międzynarodowy Dzień Ptaków
1-7 kwietnia	Tydzień Czystości Wód
2 kwietnia	Światowy Dzień Autyzmu
7 kwietnia	Światowy Dzień Zdrowia
10 kwietnia	Dzień Służby Zdrowia
11 kwietnia	Światowy Dzień Chorych na Chorobę Parkinsona
15 kwietnia	Dzień Trzeźwości
17-24 kwietnia	Tydzień dla Serca
22 kwietnia	Dzień Ziemi
23-29 kwietnia	Światowy Tydzień Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego
25 kwietnia	Międzynarodowy Dzień Świadomości Zagrożenia Hałasem
3 maja	Międzynarodowy Dzień Astmy i Alergii
5 maja	Światowy Dzień Ochrony Środowiska Naturalnego, Leśnika i Drzewiarza
5 maja	Dzień Godności Osób Niepełnosprawnych Intellektualnie
5-12 maja	Tydzień PCK
8 maja	Światowy Dzień Czerwonego Krzyża i Czerwonego Półksiężyca
12 maja	Światowy Dzień Ptaków Wędrownych
12 maja	Międzynarodowy Dzień Pielęgniarek (<i>Międzynarodowy Dzień Pielęgniarek i Położnych</i>)
15 maja	Dzień Akcji Klimatycznej