

IDENTYFIKACJA ŹRÓDEŁ POZAŻYWIENIOWEGO NARAŻENIA DZIECI NA WYBRANE METALE CIĘŻKIE W SOSNOWCU

Klaudia Gut^{1*}, Monika Pająk², Grażyna Kosmalska-Staroń¹

¹ Katedra Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

² Doktorantka w Katedrze Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytetu Medycznego w Katowicach

* Autor do korespondencji: kgut@sum.edu.pl

STRESZCZENIE

Celem pracy była identyfikacja miejsc, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia dzieci, z powodu dużej koncentracji metali ciężkich w wierzchniej warstwie gleby, na której czynnie spędzają czas. Analizie poddano próbki gleby pobrane z placów zabaw oraz boisk w Sosnowcu. W zmineralizowanych próbach, metodą optycznej spektrometrii emisyjnej oznaczono zawartość ołowiu, kadmu i cynku. Zanieczyszczenie gleb na badanych terenach rekreacyjnych jest bardzo zróżnicowane. Spośród badanych obiektów rekreacyjnych, ponad 70% charakteryzuje się zawartością metali ciężkich w stężeniach przekraczających wartości dopuszczalne, regulowane Rozporządzeniem Ministra Środowiska. Najwyższe oznaczone stężenia Cd, Pb i Zn odnotowano na poziomie o ponad 2000% wyższym od wartości dopuszczalnych prawnie. Wyniki badań wskazują na konieczność kontroli chemicznej podłoża, lub materiału, który ma być użyty pod budowę miejsca rekreacji, w celu zmniejszenia narażenia dzieci i młodzieży korzystających z placów zabaw i boisk na metale ciężkie zagrażające ich zdrowiu.

Słowa kluczowe: dzieci, metale ciężkie, droga pozażywiieniowa, narażenie, Sosnowiec.

IDENTIFICATION OF SOURCES OF NON-DIETARY EXPOSURE OF CHILDREN TO SELECTED HEAVY METALS IN SOSNOWIEC

ABSTRACT

The aim of study was to identify places that may pose a threat to children's health, due to the high concentration of heavy metals in the top layer of soil on which they spend their time actively. The analysis covered soil samples taken from playgrounds and sports fields in Sosnowiec. In the mineralized samples, the content of lead, cadmium and zinc was determined using optical emission spectrometry. Soil contamination in the studied recreation areas is very diverse. From among selected recreational facilities, over 70% is characterized by heavy metals in concentrations exceeding the limit values, regulated by the Regulation of the Minister of the Environment. The highest concentrations of Cd, Pb and Zn were recorded at the level more than 2000% higher than the permitted values. The research showed the necessity of chemical control of the materials used in the construction of recreational places in order to reduce the exposure of children and teenagers using playgrounds and sport fields to heavy metals in non-dietary way.

Keywords: children, heavy metals, non-dietary way, threat, Sosnowiec.

WSTĘP

Górny Śląsk jest obszarem bardzo zurbanizowanym, charakteryzującym się wysokim stopniem uprzemysłowienia, głównie o profilu przetwórczo-wydobywczym. Województwo śląskie

cechuje najwyższa w Polsce gęstość zaludnienia mieszkańców, wynosząca 370 osób/1 km², a odsetek osób zamieszkujących tereny miejskie stanowi 77% [GUS 2019]. Górny Śląsk jest obszarem nie tylko w największym stopniu zanieczyszczonym w skali całego kraju, ale i jednym z najbardziej za-

nieczyszczonych terenów Europy [WHO 2016]. W ramach dążenia do poprawy jakości środowiska na tym terenie, w 2015 roku przyjęto Program Ochrony Środowiska dla Województwa Śląskiego do roku 2019 z uwzględnieniem perspektywy do roku 2024. Cele i główne zadania Programu opierają się na najważniejszych zidentyfikowanych problemach środowiskowych w poszczególnych miastach Województwa, takich jak np.: zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, niedostateczna jakość wód powierzchniowych i podziemnych oraz zanieczyszczenie gleb [Program Ochrony Środowiska 2015].

W ramach Programu opracowywane są także programy lokalne dotyczące poszczególnych miast, w tym dla Sosnowca, będącego pod względem ludności trzecim największym miastem w województwie i zaliczanego do centralnych ośrodków konurbacji górnośląskiej. Przez wiele lat Sosnowiec był ośrodkiem przemysłu ciężkiego, głównie wydobywczego, hutniczego i maszynowego. Na terenie miasta zlokalizowane są huty, liczne zakłady przetwórcze, wydobywcze i produkcyjne oraz hałdy i składowiska służące do deponowania odpadów, które istotnie wpływają na jakość środowiska i stopień zanieczyszczenia metalami ciężkimi poszczególnych jego elementów [Program Ochrony Środowiska 2015, Lokalny Program Rewitalizacji 2017, Program Ochrony Środowiska 2017]. Emisje pyłów pochodzące z zakładów je produkujących znacząco wpływają na stopień obciążenia środowiska toksycznymi pierwiastkami, a ich stężenia – często wielokrotnie przekraczające poziomy ustalony prawnie – stanowią aktualne zagrożenie dla zdrowia mieszkańców konurbacji [Program Ochrony Środowiska 2017].

Program ochrony Środowiska dla Miasta Sosnowca stanowi dokument planowania strategicznego określający ogólne działania z zakresu ochrony środowiska, w tym zawiera kwestie dotyczące zanieczyszczenia gleb, będące istotnym czynnikiem ryzyka zdrowia, w szczególności dzieci. W wyniku kilkunastu przekształceń, na terenie miasta doszło do znacznej degradacji gleb, szczególnie w miejscach deponowania znacznych ilości odpadów, głównie pochodzących z przeróbki węgla kamiennego. Przeważającą część powierzchni miasta pokrywają grunty antropogeniczne, które zlokalizowane są w obrębach budynków mieszkalnych, skwerów i parków oraz innych terenów rekreacyjnych, użytkowanych najczęściej przez osoby młode i dzieci [Program Ochrony Środowiska 2017].

Dzieci i młodzież stanowią ok. 14,4% mieszkańców Sosnowca [GUS 2019]. Szczególne zachowania związane z młodym wiekiem, jak i niewykształcone w pełni nawyki higieniczne, związane np. z wkładaniem do ust brudnych rąk i zabawek, a także cechy fizjologiczne (np. nierozwinięte mechanizmy obronne organizmu, odmienny metabolizm ksenobiotyków) powodują, że populacja dzieci i młodzieży jest grupą szczególnie wrażliwą na szkodliwe dla zdrowia oddziaływanie zanieczyszczeń środowiskowych, w tym metali ciężkich. Ponadto, z uwagi na znaczną część czasu, który najmłodszy spędzają na zewnątrz pomieszczeń oraz niski wzrost sprzyjający większemu pobraniu zanieczyszczeń, które podczas intensywnych zabaw ruchowych są wtórnie wniecane do atmosfery, pozażywnościowe narażenie na metale ciężkie (tj. kadm, ołów i cynk) wskazuje się jako wiodące źródło przedostawania się toksycznych pierwiastków do organizmu dzieci [EPA 2007, WHO 2005, Ljung 2006].

Skutki zdrowotne regularnej ekspozycji na nawet śladowe ilości tych pierwiastków, posiadających zdolność kumulowania się w organizmie człowieka, mogą ujawnić się dopiero po wielu latach. Do najbardziej toksycznych pierwiastków, których nawet najmniejsza ilość w organizmie jest niepożądana, zaliczamy m.in. ołów oraz kancerogeny kadm. W przypadku cynku, który jest mikroelementem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmu, zagrożenie zdrowotne stanowi ekspozycja na stężenia przekraczające ustalone bezpieczne wartości [Ljung 2006, Su 2014, Massas et al. 2010].

W Sosnowcu, jak i w pozostałych miastach Górnego Śląska, zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi jest wciąż aktualnym problemem, stąd też istotna jest identyfikacja miejsc, które mogą być źródłem narażenia na toksyczne pierwiastki. Ponadto, biorąc pod uwagę narażenie na metale ciężkie w wyniku wtórej emisji oraz przypadkowe spożycie przez dzieci zanieczyszczonej gleby i piasku, na szczególną uwagę zasługują miejsca rekreacji, w których dzieci i młodzież aktywnie spędzają czas [Róžański i inni 2018, Dziubanek i inni 2012, Nieć i inni 2013, Kicińska 2016].

W pracy założono, że źródła pozażywnościowego narażenia dzieci na Pb, Cd, Zn w konurbacji górnośląskiej, w skład której wchodzi miasto Sosnowiec, mogą stanowić istotny problem zdrowotny, ze względu na występowanie na tym obszarze gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Celem pracy była identyfikacja

miejsc, które mogłyby stanowić zagrożenie dla zdrowia dzieci, z powodu dużej koncentracji metali ciężkich w wierzchniej warstwie gleby, na której czynnie spędzają czas.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły próbki gleby pobrane z losowo wybranych powierzchni boisk i placów zabaw, stanowiących miejsca rekreacji najmłodszych mieszkańców Sosnowca (rys. 1). W każdej lokalizacji, przy pomocy metalowej łopaty dokonano poboru kilkunastu próbek wierzchniej warstwy gleby, które następnie dokładnie wymieszano. Materiał do badania pobierano w miejscach, w których następuje intensywne, wtórne wzniesienie pyłów, czyli przede wszystkim przy huśtawkach, zjeżdżalniach, piaskownicach oraz bramkach sportowych. Do badania zgromadzono łącznie 50 próbek gleby (boiska szkolne: $n = 18$; place zabaw: $n = 32$).

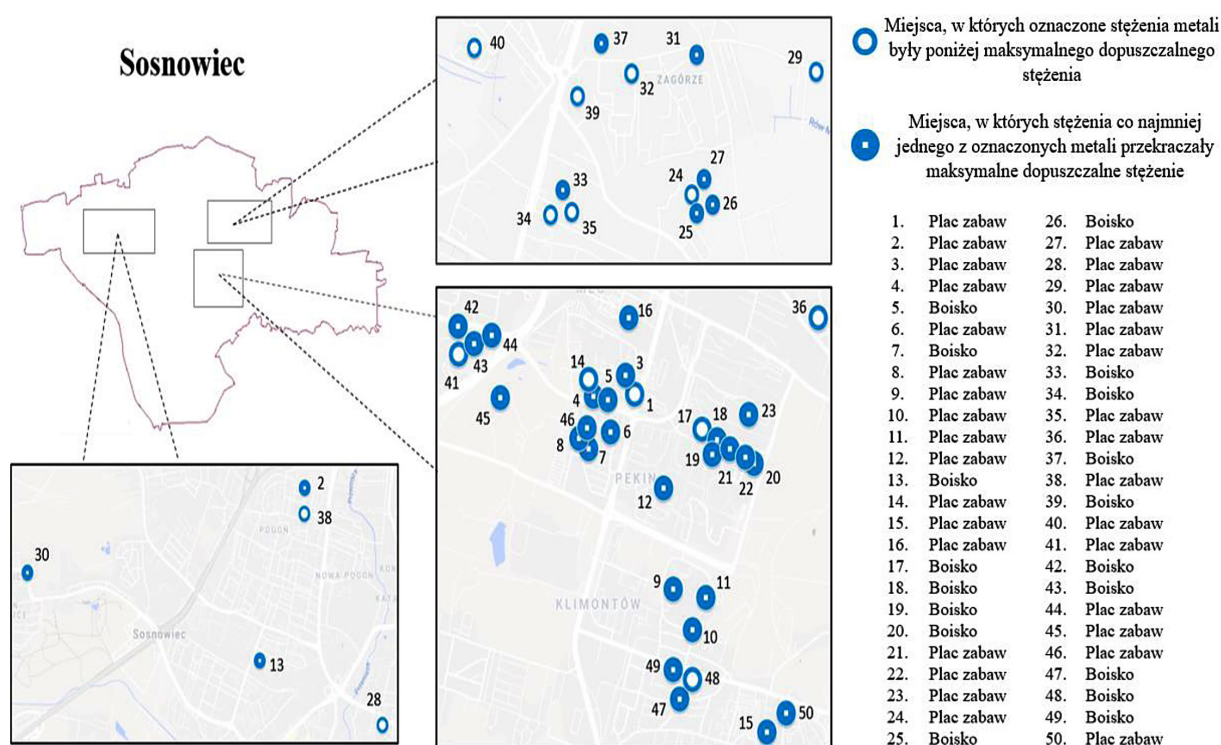
Każdą próbę oczyszczono z kamieni lub pozostałości roślinnych, przesiano przez sito o średnicy oczek 1,25 mm oraz wysuszono w temperaturze 105 °C. Przygotowane naważki potraktowano spektralnie czystym kwasem azotowym (V) i zmineralizowano w reaktorach mikrofalowych Magnum II (czas mineralizacji: 10 minut, 100%

mocy, ciśnienie: 45–42 bar, czas chłodzenia: 10 min). Do oznaczenia zawartości metali ciężkich, tj. kadmu (Cd), ołowiu (Pb) i cynku (Zn) wykorzystano technikę atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej – ICP-OES.

WYNIKI

Zgodnie z regulacjami określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi [Dz.U. z 2016, poz. 1395], oznaczone w próbkach stężenia kadmu, ołowiu i cynku porównano z najwyższymi dopuszczalnymi stężeniami (NDS) tych pierwiastków w glebach z terenów rekreacyjno-wypoczynkowych. NDS dla poszczególnych metali ciężkich ustalono na poziomie: 2 mg/kg s.m. dla kadmu, 200 mg/kg s.m. dla ołowiu oraz 500 mg/kg s.m. dla cynku [Rozporządzenie Ministra Środowiska 2016].

Zanieczyszczenie gleb na badanych terenach rekreacyjnych jest bardzo zróżnicowane. Zakres oznaczonych stężeń mieścił się w następujących przedziałach: kadm – 0,10–58,97 mg/kg s.m., ołów – 20,0–4482,18 mg/kg s.m. oraz cynk – 33,73–14698,11 mg/kg s.m., natomiast obliczone



Rysunek 1. Lokalizacja miejsc poboru próbek

wartości średniej geometrycznej dla tych pierwiastków to: 1,22 mg/kg s.m. (Cd), 136,33 mg/kg s.m. (Pb) oraz 417,27 mg/kg s.m. (Zn).

Na 50 badanych obiektów rekreacyjnych, aż 36 charakteryzuje się zawartością metali ciężkich w stężeniach przekraczających wartości dopuszczalne, regulowane Rozporządzeniem Ministra Środowiska. Biorąc pod uwagę wszystkie trzy analizowane pierwiastki, przekroczenia maksymalnych dopuszczalnych stężeń Cd, Pb i Zn odnotowano w 20% próbek. Parametry statystyczne opisujące rozkład stężenia Cd, Pb i Zn w analizowanych próbkach przedstawiono w tabeli 1.

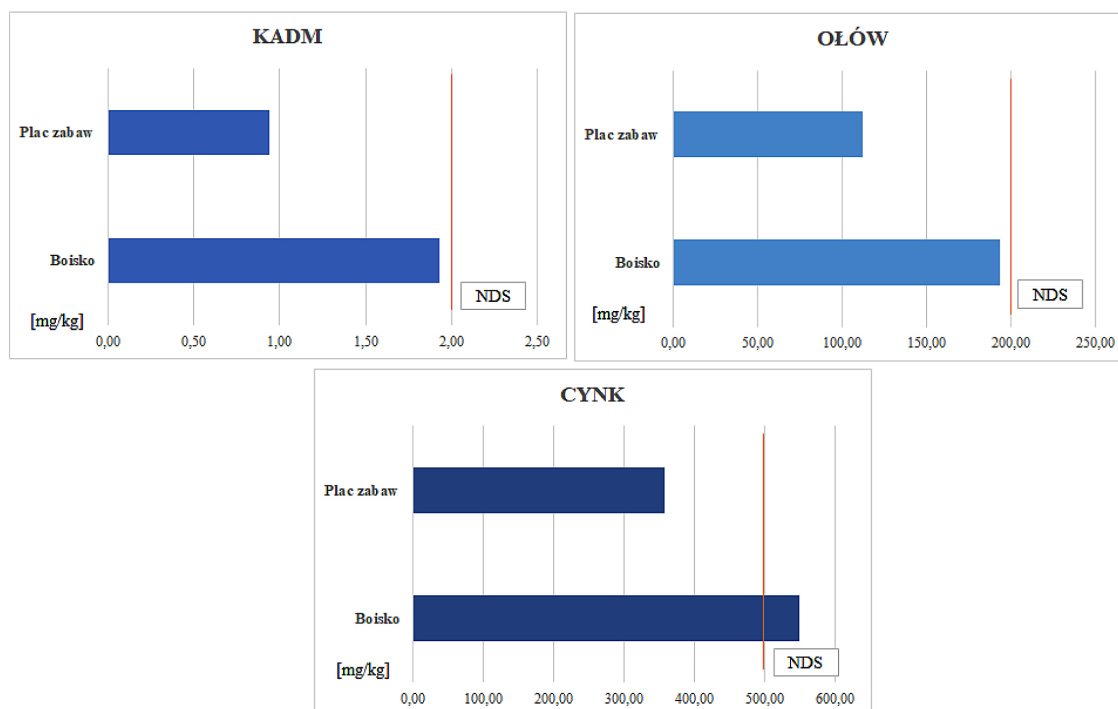
Uwzględniając podział na place zabaw oraz boiska, średnie stężenia Cd, Pb oraz Zn przedstawiono na rysunku 2.

Spośród wszystkich próbek pobranych z terenu placów zabaw dla dzieci, najwyższą koncentrację kadmu oznaczono na poziomie 34,58 mg/kg s.m, co oznacza ponad 17-krotne przekroczenie NDS tego pierwiastka. W przypadku ołowiu i cynku, najwyższe wartości przekraczały wartość ustaloną w Rozporządzeniu ponad 20 razy dla Pb (4140,53 mg/kg s.m) oraz ponad 28 razy dla Zn (14149,19 mg/kg s.m).

W porównaniu do próbek z placów zabaw, gleba pobrana z terenu boisk charakteryzowała się wyższą zawartością metali ciężkich. Zdecydowana większość próbek (ponad 72%) charakteryzowała się stężeniem wyższym niż NDS, odnotowanym w badanych próbkach przynajmniej dla jednego z trzech analizowanych pier-

Tabela 1. Parametry statystyczne opisujące rozkład stężenia Cd, Pb i Zn w próbkach z placów zabaw i boisk w Sosnowcu

| Parametry statystyczne | Kadm [mg/kg s.m] | Ołów [mg/kg s.m] | Cynk [mg/kg s.m] |
|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Minimum | <0,10 | <20,00 | 33,73 |
| Maximum | 58,97 | 4482,18 | 14698,11 |
| Dolny kwartyl (Q1) | 0,10 | 58,53 | 203,90 |
| Mediana | 2,51 | 117,94 | 347,89 |
| Górny kwartyl (Q3) | 4,12 | 235,37 | 617,45 |
| Średnia geometryczna | 1,22 | 136,33 | 417,27 |
| Odchylenie standardowe | 9,87 | 924,77 | 3223,68 |



Rysunek 2. Średnie stężenia Cd, Pb i Zn w próbkach pobranych na terenie placów zabaw i boisk w Sosnowcu

wiastków. Biorąc pod uwagę kadm, najwyższe odnotowane w pracy stężenie, oznaczone na poziomie 58,97 mg/kg s.m blisko 30-krotnie przekraczało najwyższe stężenie pierwiastka, ustalone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska. Stężenie dwóch pozostałych pierwiastków – ołowiu i cynku – przekraczało NDS ponad 22- i 29-krotnie (4482,18 mg/kg s.m – Pb i 14698,11 mg/kg s.m – Zn).

DYSKUSJA

Udowodniona zależność pomiędzy stanem środowiska a negatywnymi konsekwencjami zdrowotnymi jest przedmiotem wielu prac i prowadzonych badań [Prüss-Üstün, Corvalán 2006, WHO 2017]. Do najbardziej powszechnych zanieczyszczeń, które mogą kumulować się we wszystkich elementach środowiska należą metale ciężkie. Nadmierne stężenie toksycznych pierwiastków i związane z tym ryzyko wystąpienia niekorzystnych skutków zdrowotnych jest szczególnie duże wśród osób zamieszkujących tereny zurbanizowane, takie jak Górny Śląsk [Różański i inni 2018, Nieć i inni 2013]. W wykonanych badaniach tylko w 32% losowo wybranych miejsc poboru gleb w Sosnowcu nie odnotowano przekroczenia najwyższego dopuszczalnego stężenia żadnego z monitorowanych metali ciężkich.

Obserwowany w ostatnich dziesięcioleciach globalny wzrost liczby ludności miejskiej sprawił, iż na obszarach silnie zurbanizowanych ważną rolę odgrywa przestrzeń zielona. Coraz większe znaczenie dla mieszkańców tych obszarów mają tereny zielone i powierzchnie rekreacyjne, spełniające funkcje wypoczynkowe i zdrowotne [Korwel-Lejkowska i inni 2017]. Tereny przestrzeni zielonej, do której zaliczają się parki, obiekty sportowe, skwery oraz ogrody przydomowe i działkowe są cennym elementem Sosnowca i według danych GUS zajmują 458,07 ha² powierzchni miasta [GUS 2019]. Na szczególną uwagę zasługują miejsca przeznaczone do użytku przez dzieci – boiska sportowe oraz place zabaw. W przypadku tych obiektów, aktywne spędzanie na nich czasu może być wiodącym źródłem narażenia na metale ciężkie dzieci i młodzieży, co związane jest głównie z pyleniem powierzchni oraz przypadkowym spożyciem gleby. Dla realizacji założonego w pracy celu, z losowo wybranych powierzchni boisk i placów zabaw, stanowiących miejsca rekreacji i wypoczynku

najmłodszych mieszkańców miasta Sosnowca, pobrano i dokonano analizy prób podłoża (gleby) na zawartość kadmu, ołowiu i cynku, a oznaczone ilości metali porównano z obowiązującymi wartościami normatywnymi. Zróżnicowane zawartości metali ciężkich oznaczone w glebach pobranych z terenów aktywnie użytkowanych przez dzieci i młodzież, potwierdzają prowadzone w tym zakresie badania [Ljung 2006, Massas et al. 2010, Różański i inni 2018, Dziubanek i inni 2012, Nieć i inni 2013, Kicińska 2016, Korwel-Lejkowska i inni 2017].

Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi placów zabaw i boiska sportowych budzi niepokój ze względu na brak spójnych działań, mogących zniwelować zagrożenie zdrowotne wynikające z pozażywnieniowego narażenia na toksyczne pierwiastki. Normy odnoszące się do zapewnienia bezpieczeństwa na placach zabaw w głównej mierze dotyczą wymagań z zakresu technicznego stanu urządzeń oraz bezpieczeństwa sanitarnego, nierzadko będących tylko wytycznymi dla Inspektorów kontrolujący stan jakościowy obiektów sportowych i placów zabaw [Urząd ochrony konkurencji i konsumentów 2008]. Po wycofaniu w 2003 roku krajowej normy dotyczącej placów zabaw (PN-N-97050 – Wyposażenie terenów rekreacyjno-sportowych. Wymagania bezpieczeństwa i badania.), aktualnie obowiązującą w Polsce jest norma europejska PN-EN 1176. Obowiązujący dokument zawiera aspekty dotyczące m.in. wymagań bezpieczeństwa poszczególnych urządzeń, kwestii kontroli placów zabaw pod kątem jej częstotliwości i sposobu przeprowadzania, a także bezpieczeństwa zastosowanej nawierzchni, które powinien zapewnić właściciel obiektu [Rawska-Skotniczny i inni 2017, Urząd ochrony konkurencji i konsumentów 2008].

W świetle przeprowadzanych badań, jednoznacznie potwierdzających wysokie ryzyko zdrowotne związane z wysoką zawartością metali ciężkich w glebach Górnego Śląska i narażeniem na pierwiastki toksyczne drogą pozażywnieniową warto zauważyć, iż z punktu prawnego, bezpieczeństwo nawierzchni na placach zabaw odnosi się tylko do stopnia amortyzacji, związanej z niebezpieczeństwem upadku dziecka. Pomimo tego, iż na placach zabaw i boiskach najczęściej spotykana jest nawierzchnia sypka, w świetle obowiązujących norm właściciel nie ma obowiązku przeprowadzania badań materiału zastosowanego jako nawierzchnia oraz badań podłoża, na którym planowana jest budowa obiektu rekreacyjnego

pod kątem zanieczyszczenia metalami ciężkimi [Rawska-Skotniczny i inni 2017, Urząd ochrony konkurencji i konsumentów 2008]. Biorąc pod uwagę najwyższe oznaczone w pracy stężenia Cd, Pb i Zn, wyższe o ponad 2000% od wartości dopuszczalnych prawnie, istnieje wysokie prawdopodobieństwo użycia do niwelacji terenu (w czasie prac przygotowawczych pod budowę miejsca rekreacji) materiałów odpadowych z pobliskich hałd po hutniczych. Brak kontroli pod kątem zanieczyszczenia metali ciężkimi gleb oraz materiałów wykorzystanych do budowy terenów rekreacyjnych, na którym często dochodzi do wtórnej emisji zanieczyszczeń jest uzasadnioną podstawą do niepokoju. Miejsca, które ze swojego przeznaczenia mają służyć zabawie i prawidłowemu rozwojowi dzieci i młodzieży, bez zabezpieczenia podłoża przed pyleniem i wprowadzenia odpowiednich narzędzi kontroli, wciąż będą stanowić istotne pozażywieniowe źródło narażenia na metale ciężkie w populacji najmłodszych mieszkańców, których zdrowiu przypisuje się wartość priorytetową.

WNIOSKI

- Gleba z większości badanych placów zabaw i boisk sportowych w Sosnowcu wykazuje duże zanieczyszczenie metalami ciężkimi przekraczające, w przypadkach skrajnych, prawie 30-krotnie wartości dopuszczalne stanowiąc, ze względu na narażenie pozażywieniowe, istotny czynnik ryzyka zdrowia dzieci.
- Konieczne wydaje się zabezpieczenie powierzchni rekreacyjnych przed pyleniem, jak również badanie zawartości metali ciężkich w miejscach zabaw najmłodszych, co pozwoli na zminimalizowanie pozażywieniowego, negatywnego wpływu zagrożeń środowiskowych na zdrowie dzieci i młodzieży.
- Badania wskazują na konieczność kontroli chemicznej podłoża lub materiału, który ma być użyty pod budowę miejsca rekreacji, w celu zmniejszenia narażenia dzieci i młodzieży korzystających z placów zabaw i boisk na metale ciężkie zagrożające ich zdrowiu.
- Istotnym czynnikiem minimalizującym środowiskowe zagrożenia zdrowia dzieci drogą pozażywieniową są działania prewencyjne, takie jak: realizacja kampanii edukacyjnych skierowanych do rodziców w kwestii bezpie-

czeństwa środowiskowego dzieci, utrwalanie u dzieci prawidłowych wzorców zachowań: dbałość o higienę, nawyk mycia rąk po powrocie do domu i przed spożywaniem posiłków, zmiana odzieży po zabawie na dworze. Znaczenie ma też mycie zabawek, którymi dziecko bawiło się na placu zabaw.

PIŚMIENNICTWO

- Dziubanek G., Baranowska R., Oleksiuk K. Metale ciężkie w glebach Górnego Śląska – problem przeszłości czy aktualne zagrożenie? *J Ecol Health* 2012; 16(4): 169-176.
- Environmental Protection Agency. A Decade of Children's Environmental Health Research. Highlights from EPA's Science to Achieve Results Program. Summary Report. U.S. Environmental Protection Agency Office of Research and Development; EPA/600/S-07/038; 2007.
- Główny Urząd Statystyczny: Bank Danych Lokalnych, 2019.
- Kicińska A. Health risk to children exposed to Zn, Pb, and Fe in selected urban parks of the Silesian agglomeration. *Human and Ecological Risk Assessment*. 2016; 22(8): 1687-1695.
- Korwel-Lejkowska B., Czochoński J. Stan, znaczenie i zagrożenia terenów zieleni w metropolii i jej otoczeniu. *Metropolitan. Przegląd Naukowy* 2017; 2 (8).
- Ljung K. Metals in Urban Playground Soils. Distribution and Bioaccessibility. Doctoral thesis - Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala 2006.
- Lokalny Program Rewitalizacji Miasta Sosnowca na lata 2016-2023. Załącznik do Uchwały Nr 539/XLI/2017 Rady Miejskiej w Sosnowcu z dnia 16 lutego 2017 r.
- Marjanović M., Vukčević M., Antonović D. et al. Heavy metals concentration in soils from parks and green areas in Belgrade. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 2009; 74(6): 697-706.
- Massas I., Ehaliotis C., Kalivas D., Panagopoulou G. Concentrations and availability indicators of soil heavy metals; the case of children's playgrounds in the city of Athens (Greece). *Water Air Soil Pollut* 2010; 212(1-4): 51-63.
- Nieć J., Baranowska R., Dziubanek G. et al. Narażenie środowiskowe dzieci na metale ciężkie zawarte w glebach z placów zabaw, boisk, piaskownic i terenów przedszkoli z obszaru Górnego Śląska. *Journal of Ecology and Health*, 2013; 17(2): 55-62.
- Program Ochrony Środowiska dla Miasta Sosnow-

- ca na lata 2017-2020 z perspektywą na lata 2021-2024. Sosnowiec, 2017.
12. Program Ochrony Środowiska dla Województwa Śląskiego do roku 2019 z uwzględnieniem perspektywy do roku 2024. Katowice, 2015.
 13. Prüss-Üstün A., Corvalán C. Preventing disease through healthy environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2006.
 14. Rawska-Skotniczny A., Bajno D., Puziewicz-Krzemienowska M.. O bezpieczeństwie urządzeń na placach zabaw w kontekście norm europejskich. Przegląd Budowlany, 2017: 88.
 15. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. (Dz.U. 2016 r. poz. 1395).
 16. Różański S., Kwasowski W., Castejon J.M.P., Hardy A. Heavy metal content and mobility in urban soils of public playgrounds and sport facility areas, Poland. Chemosphere, 2018, 212: 456-466.
 17. Su C. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques. Environmental Skeptics and Critics, 2014; 3(2): 24-38.
 18. Urząd ochrony konkurencji i konsumentów. Bezpieczny plac zabaw - poradnik dla administratorów i właścicieli. Warszawa, 2008.
 19. World Health Organization. Don't pollute my future! The Impact of the Environment on Children's Health, 2017.
 20. World Health Organization. Intergovernmental Forum on Chemical Safety. Children and Chemical Safety Working Group: Chemical Safety and Children's Health. Protecting the world's children from harmful chemical exposures: a global guide to resources. WHO; 2005. http://www.who.int/ifcs/champions/booklet_web_en.pdf.
 21. World Health Organization. WHO's Urban Ambient Air Pollution database - Update. 2016. URL: (http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_database_summary_results_2016_v02.pdf)