

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2016), 25 (4), 463–471
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2016), 25 (4)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2016), 25 (4), 463–471
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2016), 25 (4)
<http://iks.pn.sggw.pl>

Kamila MIZERNA, Arkadiusz GUŻDA

Katedra Inżynierii Środowiska, Politechnika Opolska
Department of Environmental Engineering, Opole University of Technology

Ocena zanieczyszczeń emitowanych podczas eksploatacji systemu grzewczego domu jednorodzinnego wraz z analizą zawartości metali ciężkich w pobliskich glebach

Assessment of pollutants emitted during operation of the heating system of detached house with analysis of heavy metals content in surrounding soils

Słowa kluczowe: analiza ekologiczna, emisja zanieczyszczeń, metale ciężkie, gleby, popiół paleniskowy

Key words: ecological analysis, pollutant emission, heavy metals, soils, furnace ash

Wprowadzenie

Spalaniu paliw kopalnych towarzyszy nieodłącznie proces emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Wielkość i skład emisji zanieczyszczeń zależy od rodzaju paliwa oraz sposobu prowadzenia procesu spalania. Podstawowym produktem całkowitego spalania jest dwutlenek węgla. Podczas niedoboru tlenu w procesie spalania wytwarzany jest dodatkowo tlenek węgla. Obecność w paliwach niepożądanych domieszek oraz występowanie procesów utleniania podczas spalania może powodować powstawanie

dotychczasowych zanieczyszczeń, takich jak tlenki siarki oraz tlenki azotu. Produkty spalania paliw stanowią problem z uwagi na uciążliwość dla środowiska. Mogą przyczyniać się do powstawania efektu cieplarnianego, a ich duże nagromadzenie w powietrzu negatywnie wpływa na jakość życia ludzi. Z tego powodu w ostatnich latach na całym świecie dąży się do ograniczania wpływu negatywnych skutków spalania paliw poprzez stosowanie czystych technologii oraz modyfikacje samego procesu spalania (Rataj, 2014).

Osobną grupę zanieczyszczeń stanowią metale ciężkie. Pierwiastki te w glebach mogą występować jako pochodna składu chemicznego skały macierzystej oraz rud metali czy procesów geologicznych i glebotwórczych. W większości gleb występują w ilościach śladowych.

Naturalna zawartość pierwiastków śladowych w glebach na ogół nie stwarza zagrożenia dla organizmów żywych (Baran i Turski, 1996; Smolińska i Król, 2011). Skutki zdrowotne wywołane spożywaniem nawet niewielkich ilości metali ciężkich mogą jednakże pojawić się po upływie kilku lat. Pierwiastki te stanowią bardzo specyficzną grupę zanieczyszczeń, gdyż nie podlegają biodegradacji i rozkładowi do związków prostych. Obecnie obserwuje się wzrost stężeń metali ciężkich w glebach w wyniku rozwoju przemysłu oraz intensyfikacji rolnictwa, a nawet w niektórych rejonach silne skażenie gleb tego rodzaju zanieczyszczeniami (Grześ i Klimek, 2008; Smolińska i Król, 2011). Na terenach wiejskich, zlokalizowanych z dala od dużych ośrodków przemysłowych, do zwiększenia zawartości metali ciężkich w glebach może przyczynić się nieprawidłowa gospodarka odpadami: stosowanie zanieczyszczonych nawozów, w tym nawozów mineralnych oraz pochodzenia organicznego. Pyły powstające podczas spalania odpadów niebezpiecznych w przydomowych piecach mogą również powodować zanieczyszczenie okolicznych gleb. Metale ciężkie mogą być także zawarte w popiołach paleniskowych. Poziom ich zanieczyszczenia może być różny w zależności od rodzaju i jakości stosowanego paliwa. Do wzrostu zawartości zanieczyszczeń w popiele może jednakże przyczynić się nieprawidłowe unieszkodliwianie odpadów komunalnych poprzez spalanie ich w przydomowych piecach. Popioły paleniskowe powinny być przed właściwym zagospodarowaniem przebadane pod kątem oddziaływania na środowisko, w tym również w zakresie zawartości lub

wymywalności metali ciężkich (Kajda-Szcześniak, 2014). Zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami, zawartą w ustawie o odpadach (Dz.U. 2013, poz. 21), powinno dążyć się do ponownego wykorzystania odpadów w różnych gałęziach przemysłu lub rolnictwie. Odpady paleniskowe mogą być wykorzystane do rekultywacji i niwelacji terenu lub do uszczelnienia dna składowiska, ponadto mogą znaleźć zastosowanie w rolnictwie, ogrodnictwie, górnictwie i budownictwie (Kajda-Szcześniak, 2014).

W pracy przedstawiono analizę ekologiczną źródła ciepła dla istniejącego domu jednorodzinnego znajdującego się na terenie wiejskim w gminie Łambinowice, w województwie opolskim, zgodnie ze standardami Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami – KOBiZE. Analizę wykonano dla używanego systemu grzewczego budynku: kotła wodnego przystosowanego do współspalania węgla kamiennego i drewna. Analiza ekologiczna ma na celu szacunkowe określenie wielkości emisji związków, takich jak: dwutlenku węgla, tlenku węgla, dwutlenku siarki, dwutlenku azotu, benzo(a)pirenu czy też pyłów. Emisja tych związków związana jest ze spalaniem paliw potrzebnych na zaspokojenie potrzeb ogrzania budynku oraz przygotowywania ciepłej wody użytkowej. Dodatkowo w pracy dokonano analizy gleb znajdujących się w sąsiedztwie omawianego budynku jednorodzinnego. Oznaczono całkowitą zawartość metali ciężkich w gruntach użytkowanych rolniczo w celu oceny potencjalnego wpływu działalności człowieka na stopień zanieczyszczenia gleb. Dokonano także analizy stężeń metali ciężkich w popiele pochodzącym ze spalania

tradycyjnej mieszanki paliwowej stosowanej do ogrzewania analizowanego domu jednorodzinnego.

Material i metody

Obiektem badań jest budynek mieszkalny jednorodzinny, murowany, dwukondygnacyjny, z dachem dwuspadowym, oddany do użytku w 2009 roku. Znajduje się on w trzeciej strefie klimatycznej Polski (PN-EN 12831:2006). Jego ściany zewnętrzne wykonano z pustaków ceramicznych typu Porotherm, styropianu i tynku. Całkowita powierzchnia pomieszczeń ogrzewanych obiektu wynosi 238,5 m².

Analiza ekologiczna polegała na określeniu emisji poszczególnych związków emitowanych do atmosfery podczas eksploatacji systemu grzewczego budynku. Założono, że zapotrzebowanie na energię końcową dla urządzeń pomocniczych systemu grzewczego pokrywane jest przez konwencjonalnie produkowaną energię elektryczną. Analizę ekologiczną przeprowadzono przy użyciu specjalistycznego programu firmy SANKOM – Audytor EKO 1.0, na licencji komercyjnej. Zużycie nośników energii dla analizowanego budynku odniesiono do ostatniego sezonu grzewczego i kształtuje się ono następująco: energia elektryczna – 704 kWh, węgiel kamienny – 2,83 Mg, drewno – 5,02 m³. Należy zaznaczyć, iż w przypadku zużycia energii elektrycznej wzięto pod uwagę jedynie energię potrzebną do zasilenia urządzeń pomocniczych systemu grzewczego, tj. pomp obiegowych i cyrkulacyjnych.

Badaniem objęto również glebę użytkowaną rolniczo znajdującą się w pobliżu analizowanego domu jedno-

rodzinnego. Na terenie gminy Łambinowice gleby wytworzone są z utworów aluwialnych wypełniających doliny rzek oraz z utworów akumulacji wodnolodowcowej, reprezentowanych przez piaski oraz gliny różnych grup mechanicznych, wśród których przeważają gliny lekkie i średnie. Typologicznie największy procent gleb zajmują bielice i pseudobielice, a następnie gleby brunatne oraz mady (Program... 2005). Do badań wyznaczono pięć miejsc w odległości 43–130 m od budynku, w tym 50 m (próba 1), 58 m (próba 2), 43 m (próba 3), 130 m (próba 4) oraz 118 m (próba 5), z których następnie pobrano próbki gleby do analizy (rys. 1). O wyborze punktów pobierania próbek zdecydowała lokalizacja budynku. Od strony północnej dom otoczony jest pasem zieleni (modrzewie, brzozy, sosny) o szerokości 7 m, a następnie polami uprawnymi. Od strony zachodniej otoczony jest również glebą użytkowaną rolniczo. Od wschodu i południa sąsiaduje z innymi gospodarstwami domowymi. W celu oceny wpływu transportu drogowego na zawartość metali w glebie próbki 4 i 5 wytypowano w bliskim sąsiedztwie drogi wojewódzkiej.

Do badań pobrano po sześć pojedynczych próbek gleby z obszaru o powierzchni 1 m² w każdym z pięciu wyznaczonych punktów. Glebę pobrano w okresie wczesnowiosennym (marzec) przy użyciu laski glebowej. Probki pojedyncze zmieszano ze sobą i pobrano po 0,5 kg próbek uśrednionych (ogólnych). Badaniem objęto wierzchnią, 10 centymetrową warstwę gleby. Pobrane materiały wysuszono, przesiano przez sito o rozmiarze oczek 1 mm i następnie poddano analizom chemicznym



RYSUNEK 1. Lokalizacja punktów pobierania próbek gleb (źródło: <http://www.viamichelin.pl>)
 FIGURE 1. Location of the sampling points of soils (source: <http://www.viamichelin.pl>)

pod kątem zawartości metali ciężkich (PN-R-04031:1997). Dodatkowo zbadano popiół powstający ze spalania mieszanki paliwowej: węgla kamiennego i drewna w kotle węglowym. W próbkach gleby i popiołu oznaczono zawartość form całkowitych metali ciężkich (Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr ogólny) metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, po roztworzeniu prób w mieszaninie kwasu solnego i kwasu azotowego(V) techniką mikrofalową (PN-ISO 11047:2001).

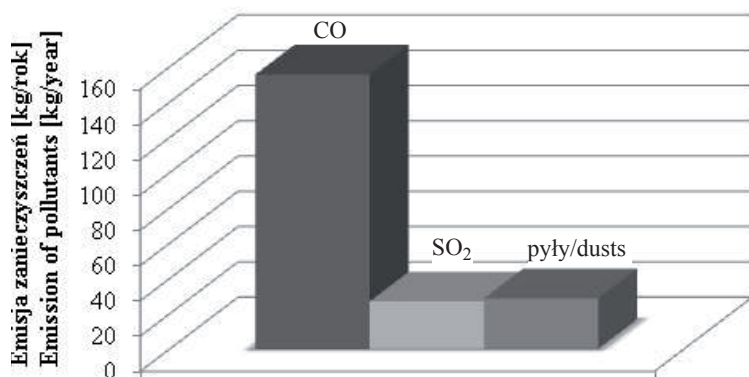
Wyniki i ich dyskusja

W badaniach stwierdzono, że emisja szkodliwych zanieczyszczeń: dwutlenku

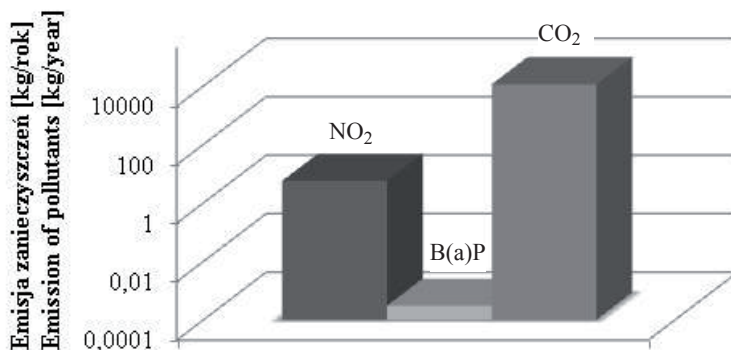
węgla (CO_2), dwutlenku siarki (SO_2), dwutlenku azotu (NO_2), tlenku węgla (CO), pyłów i benzo(a)pirenu (BaP) wytwarzanych przez kocioł grzewczy budynku jest zróżnicowana.

Emisja tlenku węgla wynosi ponad $155 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$, a wartość emisji dwutlenku siarki nie przekracza $27 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$. Emisja pyłów wynosi około $29 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$. Można stwierdzić, że największym emitentem spośród wyżej wymienionych związków (rys. 2) jest tlenek węgla, jego emisja blisko sześciokrotnie jest większa od emisji dwutlenku siarki i pyłów.

Emisja dwutlenku azotu wynosi około $6 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$, a emisja benzo(a)pirenu kształtuje się na poziomie $0,0003 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$. Stwierdza się, iż spośród wszystkich substancji (rys. 3) największym uwalnianiem do atmosfery charakteryzuje się dwutlenek węgla ($11\,357 \text{ kg} \cdot \text{rok}^{-1}$). W celu zmniejszenia emisji szkodliwych substancji do atmosfery można zaproponować modernizację źródła ciepła, na przykład na niskoemisyjny kocioł na biomase, kocioł gazowy kondensacyjny lub pompę ciepła. Wyniki badań emisji zanieczyszczeń w zależności od stosowanego paliwa lub zużycia energii elektrycznej wskazują, że w badanym domu jednorodzinnym największa emisja zanieczyszczeń [tj. SO_2 , CO_2 , pyłów i B(a)P] pochodzi z węgla kamiennego, w przypadku CO i NO_2 najwyższe stężenie tych związków uwalniane jest podczas spalania drewna (tab. 1). Spalaniu tego paliwa nie towarzyszy natomiast emisja dwutlenku siarki. Z analizy wynika również, iż emisja pochodząca ze zużycia energii elektrycznej charakteryzuje się najniższymi stężeniami w zakresie omawianych zanieczyszczeń.



RYSUNEK 2. Emisja tlenku węgla, dwutlenku siarki i pyłów
 FIGURE 2. Emission of carbon monoxide, sulfur dioxide and dusts



RYSUNEK 3. Emisja dwutlenku azotu, benzo(a)pirenu i dwutlenku węgla
 FIGURE 3. Emission of nitrogen dioxide, benzo(a)pyrene and carbon dioxide

TABELA 1. Emisja zanieczyszczeń z podziałem na źródło wytwarzania
 TABLE 1. Emission of pollutants divided into the source of generation

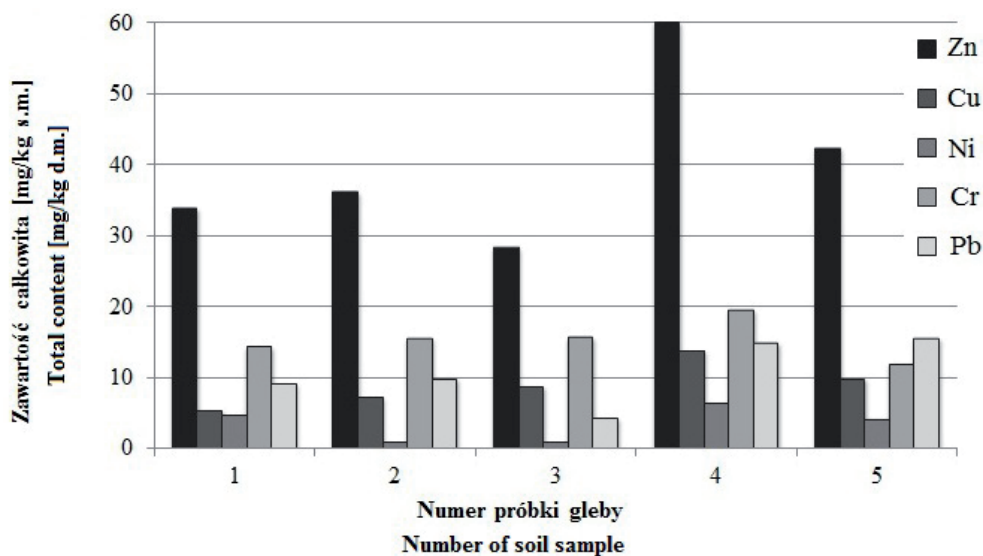
Wyszczególnienie Specification	Emisja zanieczyszczeń [kg·rok ⁻¹] Emission of pollutants [kg·year ⁻¹]					
	SO ₂	NO ₂	CO	CO ₂	pyły/dusts	B(a)P
Drewno Wood	–	3,26	84,80	3 914	3,18	–
Energia elektryczna Electricity	2,01	0,948	0,023	754	0,032	–
Węgiel kamienny Coal	24,94	1,42	70,86	6 689	25,51	0,0003
Suma Sum	26,95	5,63	156	11 357	28,72	0,0003

Wyniki analizy metali ciężkich w uśrednionych próbkach gleb wykazały największą zawartość cynku, w zakresie 28–60 mg·kg s.m.⁻¹ (rys. 4). We wszystkich badanych glebach kadm występuje poniżej granicy oznaczalności (<0,5 mg·kg s.m.⁻¹). Dlatego też zawartości tego pierwiastka nie uwzględniono w analizie. Wartości stężeń metali ciężkich kształtują się w następującym szeregu malejącym:

- w próbkach gleb 1, 2, 4: Zn > Cr > Pb > Cu > Ni > Cd,
- w próbkach gleby 3: Zn > Cr > Cu > Pb > Ni > Cd,
- w próbkach gleby 5: Zn > Pb > Cr > Cu > Ni > Cd.

W próbkach gleb 2 i 3 Ni występuje w śladowych ilościach (stężenia oznaczono na poziomie <1 mg·kg s.m.⁻¹).

Zestawione wartości dopuszczalne metali ciężkich dla gruntów grupy B (grunty zaliczane do użytków rolnych) zawarte w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. 2002 nr 165, poz. 1359) wskazują, że stężenia metali ciężkich w badanych próbkach nie przekraczają standardów jakości gleby określonych w rozporządzeniu (tab. 2). Świadczy to o braku zanieczyszczenia gleb rolnych metalami ciężkimi, a tym samym o braku wpływu



RYSUNEK 4. Całkowite stężenia metali ciężkich w glebach użytkowanych rolniczo
 FIGURE 4. Total concentrations of heavy metals in agricultural soils

TABELA 2. Wartości dopuszczalne metali ciężkich w gruntach zaliczanych do użytków rolnych
 TABLE 2. Limit values of heavy metals in soils classified as agricultural land

Wartości [mg·kg s.m. ⁻¹] Values [mg·kg d.m. ⁻¹]	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
	300	150	100	150	100	4

działalności człowieka w okolicach badanych gleb.

Większe zawartości Zn, Cu, Pb w glebach 4 i 5 niż w pozostałych mogą wynikać z lokalizacji tych użytków rolnych, w pobliżu szlaku komunikacyjnego. Jednak według Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – IUNG (Kabata-Pendias i in. 1993) naturalne stężenia Zn, Cu, Pb oraz Ni i Cd w glebach, w zależności od odczynu i zawartości frakcji spławialnej, wynoszą [$\text{mg}\cdot\text{kg s.m.}^{-1}$]: 50–100 Zn, 15–40 Cu, 30–70 Pb, 10–50 Ni i 0,3–1 Cd. Zatem z porównania oznaczonych stężeń metali ciężkich z cytowanymi danymi wynika, że badane gleby zawierały te pierwiastki w ilościach naturalnych. W celu bardziej precyzyjnego rozpoznania ewentualnego zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi należy oznaczać ich formy rozpuszczalne, przyswajalne czy biologicznie czynne, zwane również biodostępnymi. W tym celu wykorzystuje się metody analityki specyjnej (ekstrakcję jednoetapową lub sekwencyjną), co może stanowić dalszy przedmiot badań.

Popiół ze spalania mieszanki paliwowej w przydomowym piecu węglowym charakteryzuje się największą zawartością cynku rzędu $345 \text{ mg}\cdot\text{kg s.m.}^{-1}$, następnie miedzi $185 \text{ mg}\cdot\text{kg s.m.}^{-1}$ oraz niklu $126 \text{ mg}\cdot\text{kg s.m.}^{-1}$ (tab. 3).

Poszukując sposobu zagospodarowania tego typu odpadu, należy postępować

zgodnie z zasadami określonymi w ustawie o odpadach (Dz.U. 2013, poz. 21). Zgodnie z wytycznymi zawartymi w ustawie powstałe odpady powinny być w jak najwyższym stopniu poddawane procesom odzysku, a ostatecznie powinny być one unieszkodliwiane z uwzględnieniem wymogów ochrony środowiska. Jednym ze sposobów ponownego wykorzystania popiołów ze spalania paliw jest proces R10 – „Rozprowadzanie na powierzchni ziemi w celu nawożenia lub ulepszenia gleby” (Dz.U. 2013, poz. 21). W celu sprawdzenia przydatności analizowanego popiołu jako nawozu mineralnego lub środka wspomagającego uprawę roślin wyniki zawartości poszczególnych metali ciężkich porównano z wytycznymi zawartymi w rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie wykonywania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2008 nr 119, poz. 765). W przypadku zawartości ołowiu oraz kadmu wartości dopuszczalne wyniosły odpowiednio: 140 i $50 \text{ mg}\cdot\text{kg s.m. nawozu}^{-1}$. Badanie stężeń pozostałych metali ciężkich analizowanych przez autorów nie jest wymagane w rozporządzeniu. W związku z powyższym stężenia ołowiu oraz kadmu nie przekroczyły wartości dopuszczalnych, dlatego też odpad ten mógłby być wykorzystany w celach rolniczych.

TABELA 3. Zawartość metali ciężkich w popiele ze spalania węgla kamiennego z dodatkiem drewna
TABLE 3. Content of heavy metals in ash from combustion of coal with the addition of wood

Zawartość [$\text{mg}\cdot\text{kg s.m.}^{-1}$] Content [$\text{mg}\cdot\text{kg d.m.}^{-1}$]	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb	Cd
	345	185	126	27,1	19,2	<0,5

Wnioski

W pracy prowadzono analizę ekologiczną źródła ciepła dla istniejącego domu jednorodzinnego znajdującego się w gminie Łambinowice, w województwie opolskim. W budynku zainstalowany jest kocioł wodny przystosowany do współspalania węgla kamiennego i drewna. Analizę ekologiczną wykonano zgodnie z standardami Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE). Wnioski z przeprowadzonej analizy w przypadku emisji zanieczyszczeń są następujące:

- CO₂ – źródło ciepła wyemitowało 11 357 kg·rok⁻¹ (z czego 3914 pochodzi ze spalania drewna, 754 z energii elektrycznej wyprodukowanej w elektrowni, opalanej w sposób konwencjonalny i 6689 pochodzi ze spalania węgla kamiennego),
- SO₂ – źródło ciepła wyemitowało 26,95 kg·rok⁻¹ (z czego kolejno 24,94 i 2,01 pochodzi ze spalania węgla kamiennego i zużycia energii elektrycznej),
- NO₂ – emisja wyniosła 5,63 kg·rok⁻¹ (z czego 3,26; 0,948 i 1,42 pochodzi odpowiednio z drewna, energii elektrycznej i węgla kamiennego),
- CO – emisja wyniosła 156 kg·rok⁻¹ (w tym przypadku 85 pochodzi ze spalania drewna, 0,023 w wyniku zużycia energii elektrycznej i 70,86 wynika ze spalania węgla kamiennego),
- pyłów – źródło ciepła wyemitowało 28,72 kg·rok⁻¹ (z czego kolejno 3,18; 0,032; 25,51 pochodzi z drewna, zużycia energii elektrycznej i węgla kamiennego),
- B(a)P – emisja nastąpiła tylko i wyłącznie w wyniku spalania węgla kamiennego, wyniosła 0,0003 kg·rok⁻¹.

Badane gleby charakteryzują się małą zawartością metali ciężkich. Uzyskane wyniki pozwalają zaklasyfikować je do gleb „czystych”, o naturalnej zawartości danego pierwiastka. Jednakże ze względu na to, iż są to gleby użytkowane rolniczo w celach produkcji roślin spożywczych, należy mieć świadomość potencjalnego zagrożenia włączenia się metali ciężkich do łańcucha pokarmowego w przypadku wzrostu zawartości metali ciężkich. Wzrost ten mógłby być spowodowany stosowaniem niewłaściwych nawozów organicznych lub mineralnych. Stwierdzono brak oddziaływania działalności człowieka na zawartość zanieczyszczeń w glebie. Analiza zawartości metali ciężkich w popiele paleniskowym wykazała, iż odpad ten nie stwarza potencjalnego zagrożenia dla środowiska i mógłby być stosowany przykładowo do nawożenia gleb.

Literatura

- Baran, S. i Turski, R. (1996). *Degradacja, ochrona i rekultywacja gleb*. Lublin: Wydawnictwo Akademii Rolniczej.
- Grześ, I. i Klimek, B. (2008). Jak metale ciężkie zaburzają biologiczne funkcjonowanie gleby? *AURA*, 01/08, 13-14.
- Kabata-Pendias, A., Motowicka-Terelak, T. i Piotrkowska, M. (1993). *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa*. Puławy: IUNG.
- Kajda-Szcześniak, M. (2014). Charakterystyka popiołu z paleniska kominkowego. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, 16 (3), 73-78.
- PN-EN 12831:2006. Instalacje ogrzewcze w budynkach. Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego.
- PN-R-04031:1997. Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Pobieranie próbek.

- PN-ISO 11047:2001. Jakość gleby. Oznaczanie kadmu, chromu, kobaltu, miedzi, ołowiu, manganu, niklu i cynku w ekstraktach gleby wodą królewską. Metody płomieniowej i elektrotermicznej absorpcyjnej spektrometrii atomowej. Warszawa: PKN.
- Program Ochrony Środowiska. Plan Gospodarki Odpadami w Gminie Łambinowice na lata 2005–2015 (2005). Pobrane z lokalizacji http://bip.lambinowice.pl/zalaczniki/2573/Program_ochrony_srodowiska.pdf [dostęp: 04.05.2016].
- Rataj, M. (2014). Wymagania w analizie zawartości pyłów w spalinach z kominków i wkładów kominkowych. *Nafta-Gaz*, 6, 70, 370-374.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 w sprawie wykonywania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2008 nr 119, poz. 765).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. 2002 nr 165, poz. 1359).
- Smolińska, B. i Król, K. (2011). Wymywalność niklu z prób glebowych aglomeracji łódzkiej. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 49, 228-239.
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013, poz. 21).

Streszczenie

Ocena zanieczyszczeń emitowanych podczas eksploatacji systemu grzewczego domu jednorodzinnego wraz z analizą zawartości metali ciężkich w pobliskich glebach. W pracy przedstawiono wyniki analizy ekologicznej domu jednorodzinnego wraz z oceną zawartości metali ciężkich w glebach rolniczych znajdujących się w promieniu 43–130 m od analizowanego budynku. Dodatkowo przeprowadzono badanie zawartości metali ciężkich w popiele paleniskowym pochodzącym ze spalania mieszanki paliwowej: węgla kamiennego i drewna, stosowanej do ogrzewania omawianego domu jednorodzinnego. Analiza ekologiczna wykazała emisję dwutlenku węgla, tlenku węgla, dwu-

tlenku azotu, dwutlenku siarki oraz pyłów do atmosfery w wyniku spalania paliw oraz zużycia energii elektrycznej. Badane gleby rolne charakteryzują się natomiast brakiem zanieczyszczenia metalami ciężkimi. Analiza zawartości tych pierwiastków w popiele paleniskowym wykazała, iż odpad ten nie stwarza potencjalnego zagrożenia dla środowiska i może być wykorzystany w celach rolniczych.

Summary

Assessment of pollutants emitted during operation of the heating system of detached house with analysis of heavy metals content in surrounding soils. The paper presents the results of ecological analysis for detached house with assessment of heavy metals content in agricultural soils located within 43–130 m from the analyzed house. Additionally, the study of heavy metals content in the furnace ash coming from the combustion of mixture of fuel: coal and wood, used for heating of this house was carried out. Ecological analysis revealed the emission of carbon dioxide, carbon monoxide, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and dust into the atmosphere as a result of combustion of fuel as well as electricity consumption. Whereas the tested soils are characterized by the deficiency of heavy metals. Analysis of the content of these elements in the furnace ash revealed that the waste does not pose a potential risk to the environment and can be used for agricultural purposes.

Authors' address:

Kamila Mizerna, Arkadiusz Guźda
Politechnika Opolska
Wydział Mechaniczny
Katedra Inżynierii Środowiska
45-271 Opole, ul. St. Mikołajczyka 5
Poland
e-mail: mizerna.kamila@gmail.com
arkadiusz.guzda@gmail.com