

Problem zagospodarowania odpadów z palenisk domowych

Ryszard Wasielewski^{1*}, Tomasz Radko¹

¹ Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, ul. Zamkowa 1, 41-803 Zabrze

* Autor do korespondencji: rwasielewski@ichpw.pl

STRESZCZENIE

Przedstawiono problemy związane z zagospodarowaniem odpadów z palenisk domowych opalanych paliwem stałym, a głównie węglem kamiennym. Odpady z palenisk domowych zaliczono do grupy odpadów komunalnych innych niż niebezpieczne i zaklasyfikowano pod kodem ex 20 01 99. Ilość tych odpadów w postaci żużli i popiołów w Polsce przekracza poziom 2,5 miliona ton w skali roku. Odpady paleniskowe stanowią problem techniczny dla instalacji sortowniczych odpadów komunalnych. Przedstawiono wyniki badań próbek odpadów paleniskowych z kilku rodzajów urządzeń grzewczych stosowanych w gospodarce komunalnej. W próbkach stwierdzono wysoką zawartość niespalonego węgla tzw. niedopału, szczególnie we frakcjach o grubszym uziarnieniu, co utrudnia możliwość ich składowania, a także gospodarczego wykorzystania. Odpady paleniskowe nie spełniają również wymagań dla odpadów obojętnych. Dokonano przeglądu aktualnych kierunków zagospodarowania odpadów z palenisk domowych i zaproponowano zmiany legislacyjne umożliwiające ich składowanie lub gospodarcze wykorzystanie.

Słowa kluczowe: odpady z palenisk domowych, właściwości fizykochemiczne, odzysk i unieszkodliwianie odpadów.

The problem of household furnace waste management

ABSTRACT

The issues related to the management of waste from household furnaces fired with solid fuels, in particular hard coal, are presented in the paper. The waste from household furnaces is classified as non-hazardous municipal waste and is classified under the code ex 20 01 99. The amount of this waste in the form of slags and ashes in Poland exceeds 2.5 million tons per year. The furnace waste from households is a technical problem for municipal mixed wastes sorting installations. The paper presents the results pertaining to testing of furnace waste samples from several types of heating devices used in the households. The content of a large amount of unburned coal was found in the tested samples, especially in coarse fractions. This feature hinders the possibility of storing household waste as well as their economic use. Moreover, furnace waste does not meet the requirements for inert waste. The analysis of current opportunities of waste management/proceeding from household furnaces was made and legislative changes were proposed to facilitate their storage or economic use.

Keywords: waste from household furnaces; physicochemical properties; recovery and utilization/disposal of waste

WSTĘP

Odpady powstające w paleniskach domowych stanowią istotny problem ekologiczny. Szacuje się, że w Polsce liczba gospodarstw domowych ogrzewanych paliwami stałymi przekracza 3 miliony. W kotłach i piecach tych gospodarstw spalanych jest 10–13 milionów ton paliw stałych, w tym różnych gatunków i sortymentów węgla oraz biomasy w formie

drewna opałowego i peletów [Błachowicz 2017, GUS 2017a]

Efektem takiego sposobu ogrzewania jest powstawanie odpadów w postaci żużli i popiołów w ilości przekraczającej 2,5 miliona ton w skali roku, co stanowi w łącznej ilości wytwarzanych odpadów komunalnych (ok. 11 mln/rok) ok. 22% udziału tego odpadu. Obecnie odpady te trafiają w znakomitej większości do zmieszanych odpadów komunalnych.

Odpady paleniskowe jako balast stanowią problem techniczny dla instalacji sortowniczych eksploatowanych przez regionalne instalacje przetwarzania odpadów komunalnych (RIPOK), powodując zwiększoną erozję wykorzystywanych w nich urządzeń, a także problem środowiskowy poprzez zwiększone zapylenie w halach, w których zlokalizowano linie do sortowania odpadów komunalnych. Istnieje również problem zwiększonego zanieczyszczenia pyłem, a co za tym idzie obniżenia jakości, odzyskiwanych frakcji metali, papieru, tworzyw sztucznych i szkła [Błachowicz 2017]. Dlatego w ostatnich latach część gmin, widząc skalę problemu popiołów w odpadach komunalnych, wprowadziła system ich selektywnego zbierania. W konsekwencji powstał problem odpowiedniej klasyfikacji tego strumienia odpadów [Dziuk, Wojciechowski 2017]. Dotychczas duża część odpadów z palenisk domowych była klasyfikowana w podgrupie 10 01 – Odpady z elektrowni i innych zakładów energetycznego spalania paliw (z wyłączeniem grupy 19), co rodziło konsekwencje finansowe w zakresie wysokości opłat za ich składowanie i ułatwiało możliwości ich gospodarczego wykorzystania. Jednak w roku 2017 Ministerstwo Środowiska zwróciło uwagę na niewłaściwość tej klasyfikacji [Mazurek 2017].

Popiół paleniskowy powstający w gospodarstwie domowym w związku z ogrzewaniem budynku jednorodzinnego lub przygotowywaniem ciepłej wody jest odpadem komunalnym, zgodnie z definicją odpadu komunalnego zawartą w ustawie z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach [Dz.U. 2016, poz. 1987]. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów [Dz.U. 2014, poz. 1923] tego rodzaju odpady powinny zostać zaklasyfikowane w grupie 20 - Odpady komunalne łącznie z frakcjami gromadzonymi selektywnie.

W zależności od tego, czy odpady zbierane są w sposób selektywny, czy jako odpady zmieszane, należy zakwalifikować je odpowiednio pod kodem 20 01 99 – Inne niewymienione frakcje zbierane w sposób selektywny lub 20 03 01 – Niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne.

Klasyfikowanie popiołów z palenisk domowych w podgrupie 10 01 jest niewłaściwe, gdyż podgrupa ta jest dedykowana odpadom z elektrowni i innych zakładów energetycznego spalania paliw. Zatem popioły z palenisk domowych nie powinny być zaliczane do tego rodzaju odpadów. Natomiast w celu właściwej klasyfikacji tego

rodzaju odpadów istnieje możliwość zastosowania kodu z oznaczeniem ex (z łaciny tłumaczone jest jako „z” – w rozumieniu „część z całości”) ex 20 01 99 – Popioły z gospodarstw domowych. Uściślenie przez Ministerstwo Środowiska zasad klasyfikacji popiołów z palenisk domowych zrodziło wiele kontrowersji np. w kwestii podwyższonej opłaty za ich składowanie, która od roku 2018 wynosi 170 zł/Mg, a w kolejnych latach wzrastać będzie odpowiednio do 220 i 270 zł/Mg [Dz. U. 2017, poz. 723]. Ponadto okazuje się, że w kraju brak jest podmiotów gospodarczych posiadających decyzje na odzysk lub unieszkodliwienie odpadów pod kodem ex 20 01 99.

Powyższa sytuacja sprawiła, że wnikliwa analiza oraz określenie możliwości zagospodarowania popiołów z palenisk domowych stało się bardzo ważnym zagadnieniem. Należy zaznaczyć, że problem zarządzania popiołami z palenisk domowych z przeważającym udziałem popiołów z węgla kamiennego nie występuje w innych krajach europejskich. Wynika to ze specyficznej struktury zużycia energii w krajowych gospodarstwach domowych na tle innych krajów Unii Europejskiej, co przedstawiono na rysunku 1.

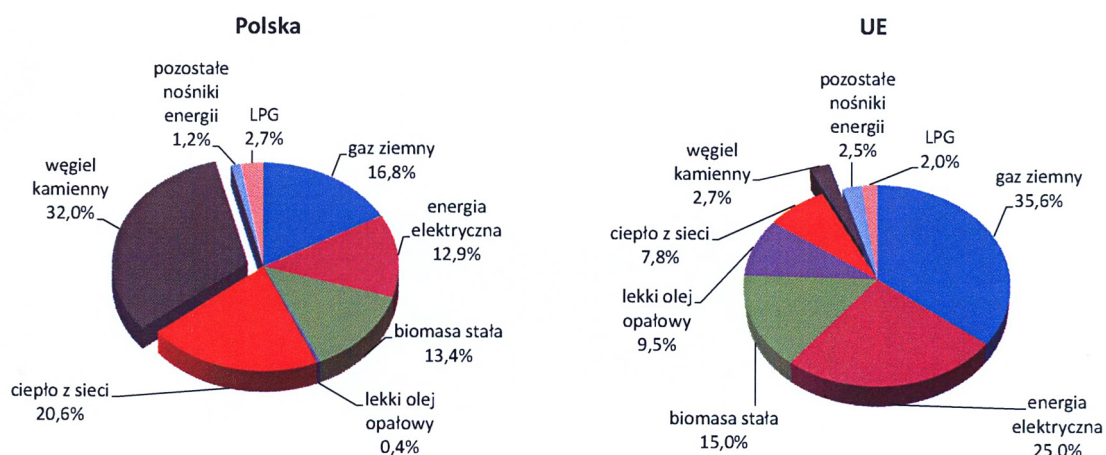
Zdominowana przez węgiel struktura zużycia energii w krajowych gospodarstwach domowych powoduje, że ponad 80% węgla spalanego w gospodarstwach domowych państw europejskich przypada na Polskę (rys. 2).

Zatem w żadnym z krajów europejskich nie występuje problemem, w tak dużej skali jak w Polsce, zarządzania popiołami powstającymi w wyniku spalania węgla w paleniskach domowych.

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE ODPADÓW PALENISKOWYCH Z PALENISK DOMOWYCH

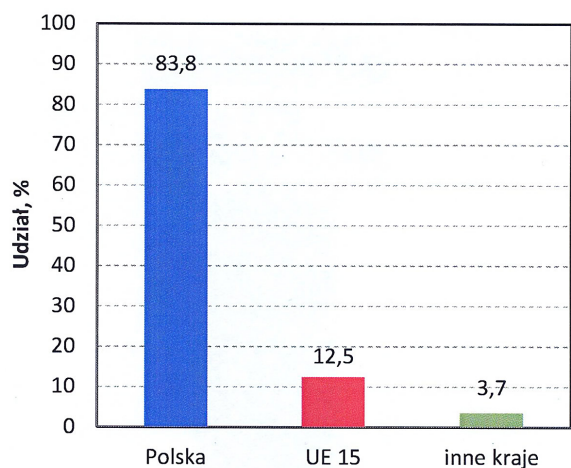
Odpady paleniskowe stanowią mieszaniny popiołów i żużli, których właściwości fizykochemiczne zależą w głównej mierze od rodzaju stosowanego paliwa oraz parametrów technologicznych procesu spalania. Najczęściej stosowanymi urządzeniami grzewczymi w gospodarstwach domowych są paleniska i kotły rusztowe z ręcznym podawaniem paliwa oraz kotły rusztowe lub retortowe z automatycznym podawaniem paliwa.

Przedmiotem badań prowadzonych w Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla były próbki odpadów paleniskowych ze spalania węgla ka-



Rys. 1. Struktura zużycia energii w gospodarstwach domowych w Polsce i Unii Europejskiej w 2015a r. (na podstawie [GUS, 2017b])

Fig. 1. Structure of household energy consumption in Poland and in the European Union (acc. [GUS, 2017b])



Rys. 2. Udział Polski, UE15 i pozostałych krajów UE w zużyciu energii z węgla kamiennego w gospodarstwach domowych w roku 2014 (na podstawie [GUS, 2017a])

Fig. 2. Consumption of energy from hard coal in households in Poland, UE15 and other EU in 2014 (acc. [GUS, 2017a])

miennego pobrane z różnego typu komunalnych urządzeń grzewczych (kod odpadu ex 20 01 99):

- odpad 1 – z paleniska rusztowego (piecokuchnia),
- odpad 2 – z kotła rusztowego z ręcznym załadunkiem i dolnym spalaniem paliwa,
- odpad 3 – z kotła retortowego z automatycznym podawaniem paliwa,
- odpad 4 – z kotła retortowego z automatycznym podawaniem paliwa,
- odpad 5 – z pieca rusztowego (piec kaflowy).

Zakres przeprowadzonych badań obejmował: skład chemiczny popiołu, zawartość części pal-

nych (niedopał) i straty prażenia, zawartości metali ciężkich oraz wymywalność zanieczyszczeń. W tabeli 1 przedstawiono wyniki analizy składu chemicznego badanych próbek popiołów.

Głównymi składnikami badanych odpadów paleniskowych są tlenki krzemu (SiO_2) i glinu (Al_2O_3), a następnie tlenki żelaza (Fe_2O_3), wapnia (CaO) oraz magnezu (MgO). Skład chemiczny wszystkich badanych próbek popiołów jest podobny, oprócz odpadu paleniskowego 5. W próbce odpadu nr 5 stwierdzono znacznie wyższą zawartość tlenku wapnia (CaO), w porównaniu do pozostałych próbek. Może to wynikać z większej różnorodności rodzajów paliwa stosowanego w paleniskach domowych, w tym również w urządzeniu, z którego pobrano próbkę nr 5. W paleniskach domowych zużywa się do celów rozpalowych drewna i papieru (zawierającego wypełniacz gipsowy, o czym świadczy zarówno duża zawartość CaO jak i SO_3), co może wpłynąć na uśredniony skład pobranej próbki popiołu.

Produkty spalania węgla kamiennego w typowych rusztowych paleniskach domowych zazwyczaj nie są w pełni dopalone, o czym świadczą wysokie straty przy prażeniu. W tabeli 2 przedstawiono wyniki oznaczeń straty przy prażeniu dla badanych próbek odpadów z palenisk domowych. Straty przy prażeniu oznaczane poprzez ogrzewanie badanej próbki do stałej masy w piecu muflowym w temperaturze $600\text{ }^\circ\text{C}$ w atmosferze utleniającej praktycznie odpowiadają zawartości części palnych w takiej próbce.

W przypadku trzech badanych próbek stwierdzono wysokie i bardzo wysokie straty przy prażeniu. Znacznie lepsze dopalenie odnotowano dla odpadów z palenisk domowych wyposażonych

Tabela 1. Skład chemiczny odpadów paleniskowych (popiołów) ze spalania węgla kamiennego w paleniskach domowych, % m/m**Table 1.** Chemical composition of household furnaces wastes (ashes) from hard coal combustion, wt.%

Składnik	Odpad 1	Odpad 2	Odpad 3	Odpad 4	Odpad 5
SiO ₂	42,34	43,95	50,62	54,10	22,94
Al ₂ O ₃	28,40	28,88	23,11	21,69	14,58
Fe ₂ O ₃	11,62	11,02	9,66	9,59	17,69
CaO	5,82	5,21	6,88	5,97	22,83
MgO	2,31	2,29	3,56	3,01	12,96
P ₄ O ₁₀	2,52	2,16	0,61	0,69	0,06
SO ₃	1,78	1,30	0,60	0,35	4,33
Mn ₃ O ₄	0,12	0,13	0,11	0,09	0,45
TiO ₂	1,14	1,09	0,93	0,84	0,83
BaO	0,47	0,42	0,25	0,28	0,11
SrO	0,42	0,38	0,23	0,28	0,11
Na ₂ O	1,44	1,33	1,50	1,25	1,08
K ₂ O	0,95	0,94	1,54	1,51	0,66

Tabela 2. Straty przy prażeniu badanych próbek odpadów z palenisk domowych, % m/m**Table 2.** Loss on ignition of household furnaces wastes from hard coal combustion, wt.%

Nazwa oznaczenia	Odpad 1	Odpad 2	Odpad 3	Odpad 4	Odpad 5
Strata przy prażeniu, X ^a , 600 °C	46,8	55,9	9,4	6,7	21,6

w palniki retortowe, z regulowaną podażą paliwa. Nowoczesne urządzenia grzewcze wyraźnie efektywniej wykorzystują energię chemiczną zawartą w spalonym paliwie.

Należy również zauważyć, że ze względu na wartości straty przy prażeniu odpady z palenisk domowych (odpad 1, odpad 2 oraz odpad 5) z całą pewnością nie spełniają kryteriów dopuszczania do składowania na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne określonych dla odpadów z grupy 20 w załączniku nr 4 Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach [Dz. U. 2015, poz. 1277].

W tabeli 3 przedstawiono zawartości metali ciężkich wyniki oznaczone w próbkach odpadów z palenisk domowych.

Analizując dane przedstawione w tabeli 3 można zauważyć pewne zróżnicowanie poziomów zawartości metali ciężkich, które jednak nie wykazuje bardzo dużego rozproszenia, przekraczającego 2–3 krotnie poziom wartości średnich. Porównując przedstawione dane do wielkości obserwowanych dla wielu grup odpadów, w tym również odpadów komunalnych, zebranych w bazie danych Instytutu Chemicznej Przeróbki Węgla można stwierdzić, że poziom zawartości metali ciężkich w produktach

Tabela 3. Zawartość metali ciężkich w badanych próbkach odpadów z palenisk domowych, mg/kg s.m.**Table 3.** Heavy metals concentration in household furnaces wastes from hard coal combustion, mg/kg d.m.

Składnik	Odpad 1	Odpad 2	Odpad 3	Odpad 4	Odpad 5
Ołów, Pb	67,6	48,5	24,4	19,5	55,8
Kadm, Cd	3,29	4,58	3,49	1,09	6,11
Miedź, Cu	79,8	63,4	74,2	133,0	121,0
Chrom całkowity, Cr	57,3	52,6	75,5	73,6	42,4
Nikiel, Ni	132,0	120,0	118,0	116,0	85,7
Antymon, Sb	2,66	4,04	1,77	2,18	0,98
Molibden, Mo	10,7	10,7	8,72	9,56	9,13
Arsen, As	9,68	13,7	13,0	11,0	13,6

spalania węgla kamiennego w paleniskach komunalnych jest stosunkowo niski. Z punktu widzenia zagrożeń środowiskowych bardziej istotne znaczenie ma wymywanie zanieczyszczeń z odpadów będących pozostałością po spalaniu węgla.

Podstawową oceny zagrożenia ze strony odpadu jest w tym przypadku wykonanie tzw. „testu wymywalności” przeprowadzone zgodnie z procedurą zamieszczoną w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach [Dz.U. 2015, poz. 1277] w zakresie określonym w załącz-

nikach nr 2 i 3. Wyniki badań wymywalności dla 5 próbek odpadów ze spalania węgla w paleniskach domowych przedstawiono w tabeli 4.

Przedstawione w tabeli 4 wynik badań wskazują, że wszystkie badane odpady z palenisk domowych są odpadami innymi niż niebezpieczne. Natomiast żaden z badanych odpadów nie spełnia kryteriów dla odpadu obojętnego, głównie ze względu na wymywalność siarczanów, antymonu, molibdenu, stałych związków rozpuszczalnych (TDS), ogólnego węgla organicznego (TOC) oraz benzenu, etylobenzenu, toluenu i ksylenu (BTEX).

Tabela 4. Zawartość wybranych składników w wyciągach wodnych z odpadów ze spalania węgla kamiennego w paleniskach domowych (Test zgodności wg Dz.U. 2015 poz. 1277 zał. 2 i 3), mg/kg s.m.

Table 4. Concentration of selected compounds in water extract of household furnaces wastes from hard coal combustion (Compliance test according to OJ 2015, item 1277, Appendix 2 and 3), mg/kg d.m.

Zakres badań	Odpad 1	Odpad 2	Odpad 3	Odpad 4	Odpad 5	Wartość dopuszczalna	
						Zał. 2	Zał. 3
Arsen, As	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,5	2
Bar, Ba	1,65	2,00	6,06	9,58	2,37	20	100
Kadm, Cd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	1
Chrom całkow., Cr	<0,01	<0,01	0,03	0,03	<0,01	0,5	10
Miedź, Cu	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	2	50
Rtęć, Hg	<0,0001	0,0003	0,0004	0,0004	<0,0001	0,01	0,2
Molibden, Mo	0,47	0,75	0,59	0,52	1,30	0,5	10
Nikiel, Ni	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,4	10
Ołów, Pb	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	0,5	10
Antymon, Sb	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,06	0,7
Selen, Se	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,5
Cynk, Zn	0,03	<0,01	0,13	0,09	0,70	4	50
Chlorki, Cl ⁻	63,2	104	105	15,7	57,6	800	15000
Fluorki, F ⁻	5,8	12,5	<2,0	10,0	<2,0	10	150
Siarczany, SO ₄ ⁻	2290	3490	2610	1210	15430	1000	20000
Rozpuszczony węgiel org. (DOC)	13,2	13,6	31,6	42,8	66,6	500	800
Stale zw. rozpuszcz. (TDS)	3680	5760	10690	11290	43900	4000	60000
Wskaźnik fenolowy	<0,02	<0,02	<0,02	0,06	0,21	1	-
Ogólny węgiel organiczny (TOC)	510400	474700	101400	80300	221300	3000	-
Benzen, etylobenzen, toluen i ksyleny (BTEX)	38,9	92,0	180	46,8	297	6	-
Olej mineralny (C1 do C40)	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	500	-
Suma wielopierśc. węglowodorów aromatycznych (WWA)	<0,10	0,25	0,18	<0,10	0,53	1	-
Polichlorowane bifenylo, (PCB)	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	<0,0010	1	-

SYTUACJA PRAWNA ODPADÓW Z PALENISK DOMOWYCH A MOŻLIWOŚCI ICH GOSPODARCZEGO WYKORZYSTANIA

Jak wspomniano powyżej żuźle i popioły z palenisk domowych zbierane selektywnie stanowią odpad inny niż niebezpieczny, któremu przyporządkowano oznaczenie kodowe ex 20 01 99 wg katalogu odpadów [Dz.U. 2014, poz. 1923].

Przeprowadzona analiza aktualnych (stan na 1 stycznia 2018 r.) aktów prawnych skłania do następujących refleksji:

- W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów [Dz.U. 2014, poz. 1923] nie wyodrębniono grupy odpadów stałych z palenisk domowych. W tym sensie zaklasyfikowanie ich jako ex 20 01 99 (przy założeniu selektywnej zbiórki) jest w zaistniałej sytuacji uzasadnione.
- W rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów [Dz.U. 2013, poz. 523], występuje zapis umożliwiający wykorzystania odpadów obojętnych jako warstw izolacyjno-przespawnych. Badane próbki odpadów z palenisk domowych nie spełniają kryteriów przyjętych dla takich warstw.
- Przeprowadzone badania popiołów z palenisk domowych pokazują, że w dużej mierze nie spełniają one kryteriów dopuszczenia do składowania na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne określonych dla odpadów z grupy 20 w załączniku nr 4 rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach [Dz.U. 2015, poz. 1277].
- W rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 16 stycznia 2015 r. w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane na składowisku odpadów w sposób nieselektywny [Dz.U. 2015, poz. 110] brak jest odpadu o kodzie ex 20 01 99 w załączniku wymieniającym rodzaje odpadów, które mogą być składowane nieselektywnie.
- W rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 6 marca 2017 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska [Dz.U. 2017, poz. 723] stawki opłat za składowanie odpadów o kodzie ex 20 01 99 są ponad dziesięciokrotnie wyższe w stosunku do odpadów z grupy 10 01.

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 maja 2015 r. w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami [Dz.U. 2015, poz. 796], nie zawiera w żadnej pozycji odpadu o kodzie ex 20 01 99.

W świetle aktualnego stanu prawnego (stan na 1 stycznia 2018 r.) wykorzystanie odpadów o kodzie ex 20 01 99 w celach gospodarczych, jak również ich składowanie, bez dodatkowej przeróbki jest problematyczne.

OCENA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW Z PALENISK DOMOWYCH

Uboczne produkty spalania (UPS), tj. żuźle i popioły lotne pochodzące z instalacji przemysłowych i energetyki zawodowej, w znaczącej części są zagospodarowywane, a w wielu przypadkach funkcjonują jako normalne produkty rynkowe [Borowski 2010; Galos, Uliasz-Bocheńczyk 2005; Hycnar i in. 2014]. Możliwości zagospodarowania UPS są bardzo szerokie, przy czym głównie wykorzystywane są one jako komponenty do produkcji wyrobów budowlanych – kruszyw i materiałów wiążących. Przeniesienie doświadczeń technologicznych zagospodarowania UPS-ów z przemysłowych instalacji spalania paliw stałych na pozostałości paleniskowe pochodzące z palenisk domowych nie jest jednak możliwe. Wynika to z następujących przesłanek.

- Nieporównywalność warunków spalania. Temperatura spalania paliw w paleniskach domowych jest zdecydowanie niższa niż w kotłach przemysłowych. Spalanie w temperaturze 850–950 °C, wystarcza do rozkładu związków organicznych, ale nie zapewnia stabilizacji związków nieorganicznych (np. związki węglanowe rozkładają się do postaci tlenków, które są bardziej reaktywne w kontakcie z wodą).
- Zróżnicowanie parametrów spalanych paliw. Jak wspomniano wcześniej paliwem w gospodarstwach domowych są głównie różne gatunki i sortymenty węgla kamiennego oraz biomasa - głównie drewno opałowe, ale również pelety zawierające słomę czy zrębki drewna. Skutkiem tego jest trudny do przewidzenia skład mineralny pozostałości paleniskowych z palenisk domowych.

- Wysoka zawartość tzw. niedopału. Mianem niedopału określa się niedopaloną substancję palną stanowiącą zazwyczaj formę odgazowanego karbonizatu. Niedopał jest konsekwencją nieprawidłowo przebiegającego procesu spalania, a wynikać może ze złej jakości paliwa, niedostosowania parametrów paliwa do typu kotła/paleniska oraz nieumiejętnej bądź niezgodnej z instrukcją eksploatacją kotła.
- Sezonowość. Powstawanie pozostałości paleniskowych z palenisk domowych związane jest głównie z ogrzewaniem pomieszczeń. Zatem wielkość strumienia tych pozostałości jest ściśle uzależniona od pory roku oraz od warunków pogodowych.

Wymienione powyżej przesłanki uniemożliwiają uzyskiwanie stabilnego w czasie strumienia pozostałości paleniskowych o przewidywalnych średnich parametrach fizykochemicznych, umożliwiając wskazanie technologii jego potencjalnego zagospodarowania. Biorąc pod uwagę wielkość strumienia pozostałości paleniskowych z palenisk domowych kierowanych na wysypiska należałoby podjąć szeroko zakrojone badania nad rozwiązaniem tego problemu.

Pozostałość paleniskowa ze spalania węgla kamiennego w paleniskach domowych praktycznie nie nadaje się do zagospodarowania bez dodatkowych zabiegów. Spalanie węgla w stosunkowo niskich temperaturach jakie panują w paleniskach domowych powoduje, że uzyskiwany popiół w większości nie wykazuje odpowiedniej dla

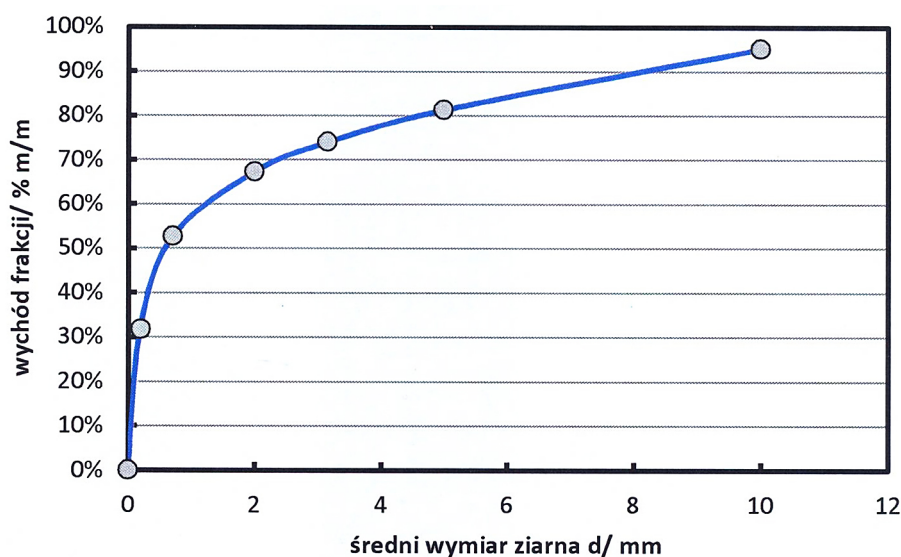
kruszywa granulacji, wytrzymałości mechanicznej oraz składu. Bardzo wysoka zawartość niedopału (tabela 2) oraz związków rozpuszczalnych w wodzie, w tym siarczanów (tabela 4), wykluczają wykorzystanie takich odpadów jako wypełniaczy czy kruszyw w pracach niwelacyjnych.

Należałoby również rozważyć możliwość odzysku niedopału (niedopalonego paliwa) z tego strumienia pozostałości paleniskowych. Na rysunku 3 oraz w tabeli 5 przedstawiono rozkład uziarnienia oraz wielkości strat przy prażeniu (w stanie powietrzno-suchym) dla poszczególnych klas ziarnowych popiołów z palenisk domowych. Badania te wykonano w IChPW dla próbki pobranej z partii zebranych selektywnie popiołów z palenisk domowych, na terenie RIPOK eksploatowanej przez firmę SEGO Sp. z o.o. w Rybniku.

Tabela 5. Straty przy prażeniu dla różnych klas ziarnowych popiołu z palenisk domowych

Table 5. Loss on ignition of various grain grades of household furnaces waste

Klasa ziarnowa, mm	Straty przy prażeniu, w 815 °C, % m/m
< 0,2	20,90
0,2-0,71	22,30
0,71-3,15	19,30
3,15-5,0	25,10
5,0-10,0	26,90
> 10,0	32,90



Rys. 3. Rozkład ziarnowy próbki popiołu z palenisk domowych (SEGO Sp. z o.o., Rybnik)
Fig. 3. Household furnaces waste grain size distribution (SEGO Sp. z o.o., Rybnik)

Wyniki przeprowadzonych badań wyraźnie wskazują na większy niedopał we frakcjach o grubszym uziarnieniu. Zakładając, że pozostałość ze spalania węgla w paleniskach domowych będzie stanowiła ok. 1,5 mln Mg rocznie i przyjmując zawartość niedopału średnio na poziomie 25% można odzyskać ok. 350 tys. Mg wysokokalorycznego paliwa. Odzyskane paliwo mogłoby z kolei zostać wykorzystane do termicznej obróbki pozostałego już „czystego” popiołu. Wydzielenie ze strumienia pozostałości paleniskowej niedopału oraz obróbka termiczna pozostałego popiołu może ustabilizować jego parametry w takim stopniu, aby mógł być on wykorzystany, np. jako warstwa przesypowa składowisk odpadów. W optymistycznym wariacie popiół mógłby również stanowić komponent do produkcji kruszyw lekkich czyli produktu handlowego.

Firma EKO M. Golik, J. Konsek, A. Serwotka Sp. J. w Rybniku opracowała interesującą technologię odzysku selektywnie zbieranych popiołów z palenisk domowych oraz osadów z oczyszczalni ścieków komunalnych w procesie wytwarzania materiału glebotwórczego, możliwego do zastosowania jako materiał do rekultywacji terenów przemysłowych/zdegradowanych (ze szczególnym uwzględnieniem hałd pogórnich). Wytworzony w procesie recyklingu (R3 i R5) materiał utracił status odpadowy i nosi cechy produktu o nazwie handlowej EkoRecykl^{FIX}.

Wytwarzanie podłoża rekultywacyjnego polega na wymieszaniu popiołu z osadem ściekowym na płycie betonowej przy pomocy przrzućki do kompostu w odpowiednich proporcjach wagowych. Możliwe jest również alternatywne (zamiast osadów ściekowych) dodawanie do mieszanki kompostu nieodpowiadającego wymaganiom. Proporcje poszczególnych składników dobierane są poprzez wykorzystanie wytarowanej łyżki załadowniczej ładowarki.

Badania wykonane w Instytucie Ekologii Terenów Przemysłowych w Katowicach oraz Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu wykazały, że tak przygotowane podłoże rekultywacyjne w pełni wykazuje parametry zarówno fizyczne jak i chemiczne pozwalające na bezpieczne zastosowanie na cele rekultywacyjne [Diatta J, 2016, Sieja L, Kalisz M. 2016]. Instalacja wytwórcza firmy EKO M. Golik, J. Konsek, A. Serwotka Sp. J. w Rybniku, o potencjalnej zdolności przerobowej popiołów paleniskowych ok. 10 000 Mg/rok, posiada decyzję administracyjną zezwalającą na produkcję materiału handlowego o nazwie EkoRecykl^{FIX}.

Przedstawiona powyżej technologia stanowi przykład, że możliwe jest gospodarcze wykorzystanie popiołów z palenisk domowych przy zastosowaniu ich selektywnej zbiórki i odpowiedniej homogenizacji. Należy jednak zaznaczyć, że prowadzony proces recyklingu wymaga rzetelnej kontroli jakości substratów i produktu podczas procesu technologicznego.

Opracowanie innych, alternatywnych technologii zagospodarowania pozostałości paleniskowych z palenisk domowych wymaga jednak przeprowadzenia gruntownych badań poprzedzonych wnikliwą oceną ilościowo-jakościową możliwych do pozyskania strumieni tych pozostałości.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Przeprowadzone badania próbek odpadów z palenisk domowych i ocena uzyskanych wyników oraz analiza aktualnych uwarunkowań prawnych związanych z tą grupą odpadów prowadzi do następujących wniosków.

1. Żużle i popioły paleniskowe stanowią istotny strumień odpadów komunalnych, jednak ze względu na ich negatywny wpływ na procesy technologiczne realizowane w regionalnych instalacjach przetwarzania odpadów komunalnych powinny one być zbierane selektywnie. Umożliwi to uśrednienie właściwości fizykochemicznych tych odpadów, konieczne dla opracowania technologii ich gospodarczego wykorzystania. Opracowanie takiej technologii wymaga znacznie szerszego zakresu ilościowego poboru prób i badań ich właściwości, w stosunku do badań przeprowadzonych w ramach niniejszego opracowania.
2. Żużle i popioły z palenisk domowych nie są odpadem obojętnym. Są one również materiałem niejednorodnym ze względu na mnogość stosowanych paliw stałych jak i zróżnicowanie konstrukcji palenisk domowych. W większości analizowanych próbek obserwuje się duży niedopał i charakteryzują się one podwyższoną wymywalnością zanieczyszczeń, przede wszystkim takich jak: siarczany, stałe substancje rozpuszczalne (TDS), WWA i BETEX. Odpady te nie spełniają kryteriów dla materiałów nadających się na warstwy izolacyjno-przesypowe składowisk odpadów w myśl aktualnie obowiązujących przepisów. Należy również zauważyć, że odpady wymienione w załączniku nr 1 do rozporządzenia Mi-

- nistra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów [Dz.U. 2013, poz. 523] nie zawsze spełniają kryteria dla odpadów obojętnych. Aktualnie zdecydowana większość składowisk odpadów jest wyposażona w skuteczny system drenażu i oczyszczania odcieków. Dlatego można rozważać dopisanie odpadów o kodzie ex 20 01 99 (popioły z palenisk domowych) do listy odpadów wymienionych w tym załączniku.
3. Należy dokonać zmian legislacyjnych umożliwiających nieselektywne składowanie tych odpadów na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, które posiadają system oczyszczania powstających odcieków.
 4. Koszty składowania żużli i popiołów ze spalania paliw stałych w paleniskach domowych oraz kotłach przemysłowych powinny być ujednolicone.
 5. Należy wprowadzić legislacyjną możliwość odzysku odpadu ex 20 10 99 (popioły z palenisk domowych) do wytwarzania podłoża rekultywacyjnego implementując istniejące rozwiązania.
 6. Ze względu na stosunkowo duży strumień odpadów o kodzie ex 20 01 99 – powinny zostać podjęte szerokie badania na szczeblu krajowym nad opracowaniem również innych technologii zagospodarowania tej grupy odpadów.
 5. Galos K., Uliasz-Bocheńczyk A. 2005. Źródła i użytkowanie popiołów lotnych ze spalania węgla w Polsce. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 21, 1, 23-42.
 6. Główny Urząd Statystyczny. 2017a. Zużycie energii w gospodarstwach domowych w 2015 r. ZWS Warszawa.
 7. Główny Urząd Statystyczny. 2017b. Energia, Warszawa.
 8. Hycnar J.J., Szczygielski T., Lysek N., Rajczyk K. 2014. Kierunki optymalizacji zagospodarowania ubocznych produktów spalania węgla. *Pieczę Przemysłowe & Kotły*, 5-6, 16-27.
 9. Mazurek S. 2017, Odpowiedź Ministra Środowiska z dnia 11.05.2017 r. (znak DGO-I.070.13.2017. AT363931.958576.737033) na interpelację poselską.
 10. Dz. U. 2017, poz. 723. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 marca 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska.
 11. Sieja L., Kalisz M. 2016. Odzysk popiołów oraz osadów ściekowych w technologii wytwarzania podłoża do rekultywacji terenów poprzemysłowych. Instytut Ekologii i Terenów Uprzemysłowionych, Katowice, niepublikowane.
 12. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2016, poz. 1987).
 13. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2014, poz. 1923).
 14. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 marca 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska (Dz. U. 2017, poz. 723).
 15. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz. U. 2015, poz. 1277).
 16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. 2013, poz. 523).
 17. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 stycznia 2015 r. w sprawie rodzajów odpadów, które mogą być składowane na składowisku odpadów w sposób nieselektywny (Dz.U. 2015, poz.110).
 18. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 maja 2015 r. w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz.U. 2015, poz. 796).

BIBLIOGRAFIA

1. Błachowicz K. 2017. Zapomniane popioły. *Przegląd Komunalny*, 4, 48-51.
2. Borowski G. 2010. Możliwości wykorzystania odpadów z energetyki do budowy dróg. *Inżynieria Ekologiczna*, 22, 52-62.
3. Diatta J. 2016. Ocena przydatności rekultywacyjnej (odnowy warstwy glebowej) podłoża RecyklFix powstałego na bazie komunalnych osadów ściekowych i popiołów paleniskowych z gospodarstw domowych. Katedra Chemii Rolnej i Biochemii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Poznań, niepublikowane.
4. Dziuk B., Wojciechowski G. 2017. Interpelacja poselska nr 11834 z dnia 07.04.2017 r.