



Ocena podstawowych właściwości paliwowych odpadów remontowo-budowlanych z sektora komunalnego

Monika Czop, Małgorzata Kajda-Szcześniak
Politechnika Śląska, Gliwice

1. Wstęp

Intensywny rozwój przemysłu budowlanego obserwowano pod koniec lat dziewięćdziesiątych. Po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku również dotacje unijne miały wpływ na intensyfikację prac budowlanych. Obecnie jednak można zaobserwować tendencję do spadku i stagnacji w branży budowlanej [18]. Wg prognoz [18], w najbliższych latach nastąpi kolejny wzrost produkcji w budownictwie, który przełoży się również na zwiększoną ilość generowanych odpadów remontowo-budowlanych. Do wzrostu wytwarzanych odpadów przyczynią się m. in. inwestycje budowlane i drogowe, budowa osiedli domów jednorodzinnych i wielorodzinnych, obiektów usługowo-handlowych oraz demontaż obiektów budowlanych pod infrastrukturę drogową, czy zmiany związane z zagospodarowaniem przestrzennym miast [18].

W roku 2010 powstało ogółem około 3705,5 tys. Mg odpadów remontowo-budowlanych, wg przewidywań ich ilość do roku 2022 wzrośnie o około 1894,5 tys. Mg [5, 18].

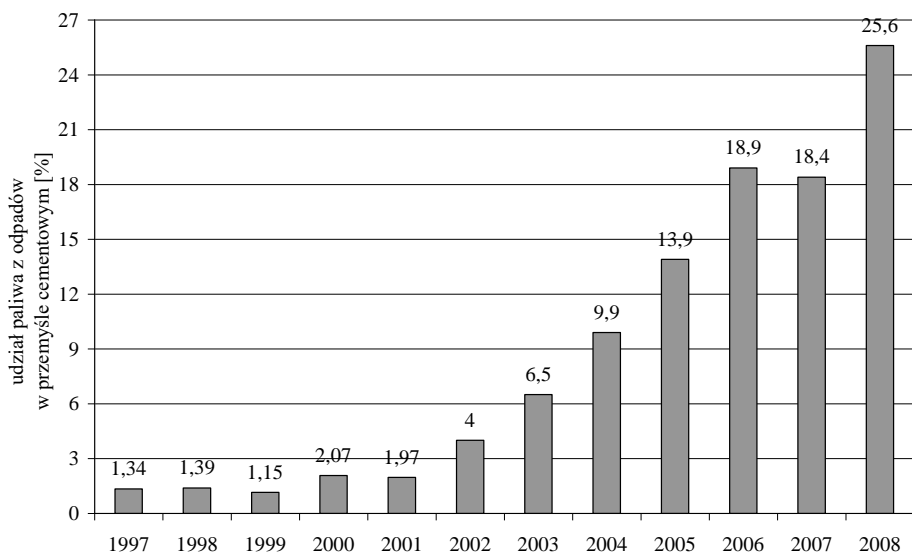
Tematykę artykułu poświęcono tym odpadom występującym w strumieniu odpadów remontowo-budowlanych, które ze względu na swoje właściwości mogą znaleźć zastosowanie jako paliwo. Należy nadmienić, że wytwarzanie i wykorzystywanie paliw z odpadów jest procesem korzystnym, przyczynia się m. in. do zmniejszenia strumienia odpadów kierowanych na składowisko, do mniejszego wykorzystania paliw

naturalnych oraz niesie za sobą korzyści ekonomiczne w postaci niższych cen paliw z odpadów w porównaniu do cen paliw kopalnych. Ponadto współspalanie paliw z odpadów wpływa na zmniejszenie emitowanych gazów cieplarnianych [19, 20].

Paliwa z odpadów mogą pochodzić zarówno ze zmieszanych, jak i wysegregowanych strumieni odpadów, które stanowią cenny surowiec energetyczny, i które nie muszą być spalane w specjalnie do tego celu przystosowanych instalacjach [20]. Wykorzystanie paliw z odpadów może mieć miejsce zarówno w energetyce, przemyśle cementowym, papierniczo-celulozowym, jak i metalurgicznym, chemicznym, czy materiałów budowlanych [20]. Jak podaje [19, 20] wg prognoz programu badawczego QUO VADIS paliwa stałe z odpadów w krajach Unii Europejskiej (UE-15) mogą znaleźć zastosowanie zarówno w przemyśle cementowym (3,5–7 mln Mg/rok, co stanowi substytucję około 15–30% paliwa kopalnego), w produkcji energii elektrycznej (6,5–13 mln Mg/rok, co stanowi substytucję około 2–4% paliwa kopalnego), w produkcji energii elektrycznej i ciepła w skojarzeniu (17 mln Mg/rok, co stanowi substytucję około 12% paliwa kopalnego). Niestety w Polsce zastosowanie paliw z odpadów do produkcji energii elektrycznej czy ciepła jest jeszcze stosunkowo niewielkie, jednakże obserwuje się ciągły wzrost wykorzystania paliw z odpadów w przemyśle cementowym (rys. 1) [9, 19]. W roku 1997 było to zaledwie 1,34%, natomiast w roku 2008 wykorzystanie paliw na bazie z odpadów w przemyśle cementowym wzrosło do 25,6% [9].

2. Bilans ilościowy odpadów remontowo-budowlanych

W roku 2010 światowa produkcja tworzyw sztucznych wzrosła w stosunku do roku 2009 o 15 mln Mg (6%) osiągając wielkość 265 mln Mg. W 2010 roku produkcja tworzyw sztucznych w Europie osiągnęła 57 mln ton – 22% światowej produkcji – a Chiny wyprzedziły kontynent europejski stając się największym producentem tworzyw z udziałem na poziomie 23,5% [3, 4, 17].



Rys. 1. Stopień wykorzystania paliw z odpadów w przemyśle cementowym w Polsce w latach 1997–2008 [9]

Fig. 1. Degree of use of fuels from wastes in cement industry in Poland in 1997–2008 [9]

W 2011 roku branża tworzyw sztucznych w krajach UE-27 odnotowała dalszy wzrost rozpoczęty w roku 2010. Obroty producentów tworzyw zwiększyły się o 0,3% i przekroczyły poziom 89 miliardów euro. Przetwórcy odnotowali lepsze wskaźniki – w ich przypadku wzrost wyniósł 1,9%, a obroty sięgnęły 194 miliardów euro.

Do tak zwanej „wielkiej piątki” polimerów, które odznaczają się największymi udziałami rynkowymi, należą:

- polietylen – w tym polietylen małej gęstości (PE-LD), liniowy polietylen małej gęstości (PE-LLD) oraz polietylen dużej gęstości (PE-HD),
- polipropylen (PP),
- polichlorek winylu (PVC),
- polistyren (stały i spieniony),
- politereftalan etylenu (PET) [3, 4, 17].

Trzy główne grupy polimerów w rozbiciu na udziały rynkowe to: polietylen (29%), polipropylen (19%) oraz polichlorek winylu (12%). Łącznie na powyższe polimery przypada około 60% całego zapotrzebowania na tworzywa sztuczne w Europie [3, 4, 17].

Duża produkcja i olbrzymie zastosowanie polimerów powoduje, że znaczna ilość odpadów i zużytych materiałów trafia na składowiska. Największe ilości odpadów polimerowych dostarcza przemysł opakowaniowy, budownictwo, elektrotechnika, przemysł motoryzacyjny i rolnictwo. Szacuje się, że na składowiska w dalszym ciągu trafiają tworzywa sztuczne w ilości od 3 do 10% całkowitej masy odpadów, co stanowi aż 30% objętościowych składowiska [14, 15].

Czynnikiem mającym znaczący wpływ na rozwój przemysłu płyt drewnopochodnych jest rozwój budownictwa mieszkaniowego. Taki stan rzeczy związany jest z dużym zapotrzebowaniem na materiały drewnopochodne w branżach budowlanej i meblarskiej, które zużywają 90% płyt drewnopochodnych w Polsce i w Europie [11]. Jak podaje [6, 7] w roku 2011 powstało 4917,5 tys. m³ płyt wiórowych i podobnych płyt z drewna lub materiałów drewnopochodnych, a do listopada 2012 roku powstało 4036 tys. m³ tychże wyrobów. Z kolei ilość wyprodukowanych płyt pilśniowych z drewna lub materiałów drewnopochodnych w roku 2011 kształtowała się na poziomie 491632 tys. m², a do listopada 2012 roku produkcja wyniosła 416700 tys. m² [6, 7].

W związku ze znacznym wykorzystaniem materiałów drzewnych i drewnopochodnych, w Polsce powstaje rocznie około 3 mln m³ drewna użytkowego m. in. w wyniku działalności remontowo-budowlanej polegającej na wymianie stolarki drzwiowej, okiennej oraz wymianie mebli [2].

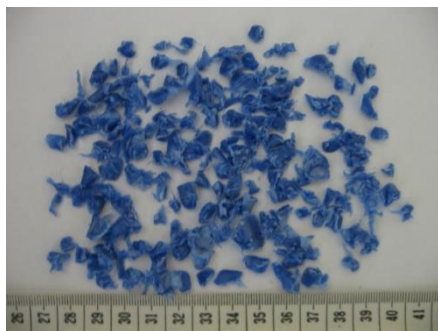
3. Materiał badawczy

Wstępnymi badaniami pod kątem energetycznego wykorzystania objęto następujące odpady z sektora remontowo-budowlanego:

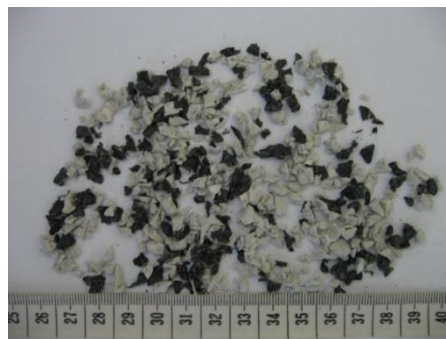
- PE – przemiał z rur do wody pitnej i ścieków, (rys. 2),
- PP – przemiał z rur do instalacji wewnętrznych ciepłej i zimnej wody, (rys. 2),
- PVC1 – przemiał z rur kanalizacyjnych, (rys. 2),
- PVC2 – przemiał z popularnych paneli ściennych, stosowanych wewnątrz mieszkań, (rys. 2),

- D1 – zmielone odpadowe skrzydło drzwiowe wykonane na ramie z płyty MDF, której wypełnienie stanowi tektura kształtem przypominająca „plaster miodu”, z zewnątrz pokryte lakierem, (rys. 3),
- D2 – zmielone odpadowe skrzydło drzwiowe wykonane w całości z płyty MDF, z zewnątrz pokryte okleiną, (rys. 3),
- P1 – zmielone odpadowe panele podłogowe wykonane z płyty drewnopodobnej o klasie ścieralności AC3, (rys. 3),
- P2 – zmielone odpadowe panele podłogowe wykonane z płyty drewnopodobnej o klasie ścieralności AC5, (rys. 3).

PE



PP



PVC1



PVC2



Rys. 2. Odpady polimerowe wysegregowane ze strumienia komunalnego (fot. M. Czop)

Fig. 2. Polymer wastes selected from the stream of municipal wastes (foto M. Czop)

Odpady płyt drewnopochodnych w około 90% składają się z drewna, pozostałość stanowią dodatki w postaci żywic (mocznikowo-formaldehydowych, melaninowo-formaldehydowych, fenolowo-formaldehydowych), klejów, parafiny, lakierów, oklein, folii itp. [2, 8, 13, 16, 21].

D1



D2



P1



P2



Rys. 3. Odpady stolarki budowlanej wysegregowane ze strumienia komunalnego (fot. M. Kajda-Szcześniak)

Fig. 3. Wastes from building carpentry segregated from the stream of municipal wastes (foto M. Kajda-Szcześniak)

4. Wyniki badań i ich dyskusja

W badanych odpadach określono podstawowe właściwości paliwowe, oznaczono: wilgotność, zawartość popiołu, zawartość części palnych, zawartość substancji lotnych, temperaturę zapłonu oraz ciepło spalania i obliczono wartość opałową. Uzyskane rezultaty badań zestawiono w tabeli 1 oraz na rys. 4–5.

Tabela 1. Charakterystyka podstawowych właściwości paliwowych wybranych odpadów remontowo-budowlanych

Table 1. Characteristics of basic fueling properties of selected renovation and construction wastes

Właściwość	Jedn.	<i>Odpady polimerowe</i>			
		PE	PP	PVC1	PVC2
Wilgotność	%	0,13	0,09	0,04	0,03
Części lotne	%	94,24	98,78	76,55	70,20
Temperatura zapłonu	°C	318	270	318	283
Ciepło spalania	MJ/kg	46,87	46,79	17,95	17,28
Wartość opałowa	MJ/kg	43,37	43,33	17,87	16,54
Właściwość	Jedn.	<i>Odpady stolarki budowlanej</i>			
		D1	D2	P1	P2
Wilgotność	%	5,54	7,17	4,69	5,01
Części lotne	%	74,08	74,41	75,83	74,86
Temperatura zapłonu	°C	205	229	203	216
Ciepło spalania	MJ/kg	15,24	15,26	17,26	20,71
Wartość opałowa	MJ/kg	14,30	14,10	15,90	19,73

Wilgoć w paliwach stałych zawiera się w dość szerokich granicach: od 5–30% dla węgla kamiennego, do 60% dla węgla brunatnego i do 90% dla torfu (świeżo wydobytego). Duża wilgotność jest wadą paliwa ponieważ utrudnia zapłon oraz obniża wartość opałową [12].

Badane odpady polimerowe charakteryzują się niską zawartością wilgotności, jest to wartość poniżej 1%. Odpady tworzyw drzewnych również charakteryzuje stosunkowo niska wilgotność w przedziale 4,69–7,17%.

Z energetycznego punktu widzenia zawartość popiołu zmniejsza jakość paliwa, rozpatrując to zagadnienie z punktu widzenia ekologicznego zawartość popiołu jest istotnym elementem gdyż w jego składzie mogą znajdować się metale ciężkie, które w wyniku deponowania mogą z kolei przedostawać się do poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego. Badane odpady polimerowe charakteryzują się stosunkowo niską zawartością popiołu gdyż dla poliolefin (PE, PP) jest to wielkość

rzędu 0,57–1,13%, natomiast dla odpadowego polichlorku winylu wielkość ta wynosi 12,88–25,30%. Przebadane odpady płyt drewnopochodnych, podobnie jak odpady z grupy poliolefin, cechują się również niską zawartością popiołu poniżej 1,14% (rys. 4–5).

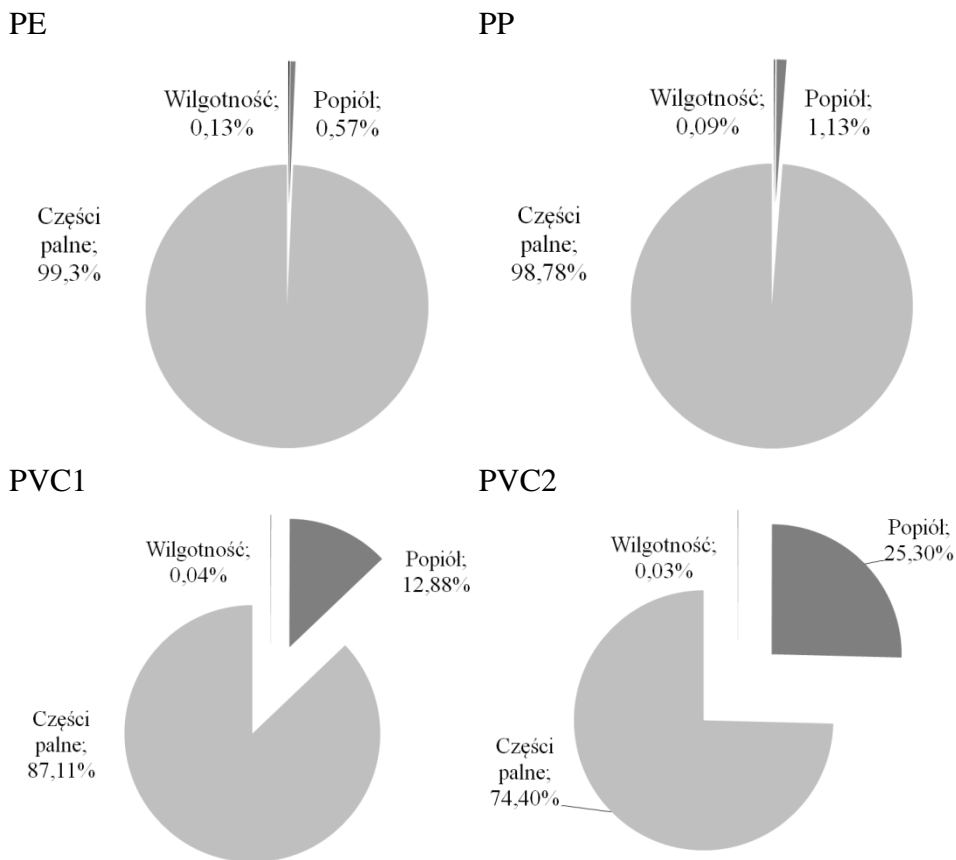
Zawartość części lotnych należy do bardzo charakterystycznych cech paliw stałych. Części lotne złożone są z produktów gazowych i par smołowych, tworzących się wskutek termicznego rozkładu paliwa stałego bez dostępu powietrza. Ich ilość maleje ze wzrostem stopnia uwęglenia paliwa stałego [1]. Paliwa o dużej ilości części lotnych dają podczas spalania długi płomień oraz wymagają doprowadzenia dodatkowych ilości powietrza w celu zupełnego bezdymnego spalania [1]. Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że badane odpady polimerowe charakteryzują się wysoką zawartością części lotnych, dla PE jest to wielkość rzędu 94,24%, dla PP jest to 98,78%, natomiast odpady PVC charakteryzują się zawartością części lotnych rzędu 70%. Z kolei w przypadku wszystkich przebadanych odpadów drewnopochodnych odnotowano niewielkie różnice w zawartości części lotnych. Stwierdzono, że cechują się one wysoką zawartością części lotnych, mieszczącą się w przedziale 74,08–75,83%.

Aby wywołać proces spalania, trzeba paliwo doprowadzić do temperatury przy której nastąpi zapłon. Temperatura zapłonu zależy przede wszystkim od zawartości części lotnych w paliwie. Analizowane odpady polimerowe, w trakcie oznaczania temperatury zapłonu, topią się, a następnie rozkładają z wytworzeniem lotnych produktów o niskim ciężarze cząsteczkowym. Ciepło doprowadzane z zewnętrznego źródła przekazywane do tworzywa stopniowo podnosi jego temperaturę. Najniższą temperaturę zapłonu odnotowano dla PP, była ona rzędu 270°C, natomiast polietylen i PVC1 charakteryzują się taką samą temperaturą zapłonu, rzędu 318°C. Uzyskane wartości temperatury zapłonu dla odpadów tworzyw drzewnych okazały się dużo niższe aniżeli dla odpadów polimerowych, najniższą temperaturę zapłonu odnotowano dla odpadowych paneli P1 na poziomie 203°C, a najwyższą wynoszącą 229°C dla odpadowego skrzydła drzwiowego D2.

Wartość opałowa to ciepło spalania, pomniejszone o ciepło parowania wody wydzielonej i powstałej podczas spalania próbki paliwa, jest to wartość obliczana na podstawie ciepła spalania [12]. Wybrane odpady polimerowe w szczególności PE i PP cechują się wysoką wartością opałową, rzędu 43,3 MJ/kg. Natomiast odpady PVC charakteryzują się war-

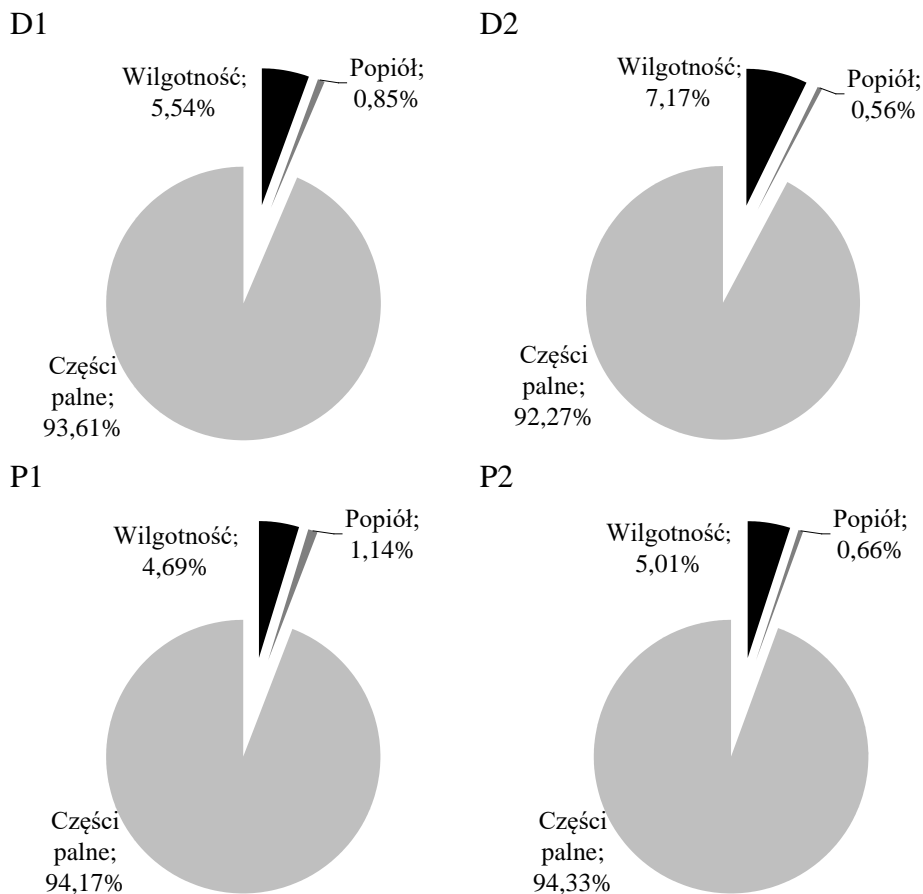
tością opałową na poziomie 16,54–17,87 MJ/kg. Spośród przebadanych odpadów stolarki drzwiowej i podłogowej najniższą wartość opałową stwierdzono dla odpadu D2 na poziomie 14,10 MJ/kg, a największą dla odpadu P2 na poziomie 19,73 MJ/kg.

Na rysunkach 4 i 5 pokazano jak kształtuje się zawartość substancji palnej w wybranych odpadach polimerowych i odpadach stolarki budowlanej.



Rys. 4. Analiza stanu roboczego odpadów polimerowych jako potencjalnego paliwa dla cementowni

Fig.4. Analysis of working conditions of polymer wastes as potential fuel for cement plants



Rys. 5. Analiza stanu roboczego odpadów stolarki budowlanej jako potencjalnego paliwa dla cementowni

Fig. 5. Analysis of working conditions of the wastes from building carpentry as potential fuel for cement plants

Po przeprowadzeniu badań pod kątem właściwości paliwowych odnotowano, że wszystkie odpady płyt drewnopochodnych wykazują duże podobieństwo. Ponadto porównując uzyskane wyniki z wartościami dla drewna, stwierdzono również znaczne podobieństwo [10, 21].

Na wybranych odpadach tworzyw sztucznych i tworzyw drzewnych przeprowadzono również analizę zawartości metali ciężkich (Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Co, Cr, Hg). Oznaczenie zawartości metali ciężkich

przeprowadzono w Instytucie PAN w Zabrze. Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w wybranych odpadach remontowo-budowlanych

Table 2. Content of heavy metals in the selected renovation and construction wastes

Analityt	Jedn.	PE	PP	PVC1	PVC2	D1	D2	P1	P2
Co	mg/kg	10,60	<1,00	<1,00	93,18	1,00	0,34	1,36	1,44
Ni	mg/kg	10,60	<1,00	<1,00	966,70	0,24	1,33	1,02	0,21
Cu	mg/kg	5,00	<1,00	<1,00	221,46	3,33	2,35	1,37	3,10
Cd	mg/kg	1,10	<0,20	<0,10	1,22	0,15	0,18	0,16	0,13
Pb	mg/kg	9,90	<1,00	212,00	43,29	0,89	0,32	0,87	1,26
Cr	mg/kg	11,30	<1,00	<1,00	11,30	1,69	1,36	1,41	2,07
Zn	mg/kg	1,10	2,00	<1,00	822,40	12,38	14,02	25,01	31,57
Hg	mg/kg	–	–	–	–	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Największą zawartość cynku posiadają odpady z paneli ściennych poziom cynku jest powyżej 822 mg/kg. Obecność cynku w tych polimerach może pochodzić między innymi ze stabilizatorów termicznych, które stosuje się w czasie przetwarzania polimerów wykazujących tendencje do rozkładu w temperaturach przetwarzania. Dodatkowo jego zawartość można przypisać modyfikatorom palności, a dokładnie mówiąc środkiem przeciwdymnym, których zadaniem jest zmniejszenie ilości dymu i szkodliwych produktów lotnych w czasie palenia. W przypadku PVC efektywnym środkiem przeciwdymnym i dodatkowo zmniejszającym palność jest mieszanina boranów metali (np. boran cynku). Zawartość cynku w odpadach PP, PE i PVC1 jest ok. 800 razy mniejsza.

W odpadzie z rur PVC odnotowano zawartość ołowiu na poziomie 212 mg/kg, natomiast odpady z paneli ściennych charakteryzowały się zawartością ołowiu rzędu 43,29 mg/kg. W odpadzie z polietylenu zawartość tego metalu jest rzędu 9,90 mg/kg, natomiast w odpadach z polipropylenu była poniżej granicy oznaczalności.

Zawartości kadmu w badanych odpadach były rzędu 1 mg/kg. Kadm może być dodawany do produktów z tworzyw sztucznych jako barwnik w postaci metaloorganicznych związków. Podstawowe zastososo-

wanie kadmu dotyczy produkcji czerwonych, pomarańczowych i żółtych pigmentów, które są stosowane do produktów wytworzonych z polimerów.

Zawartość chromu w odpadach z polietylenu oraz w przemiale z paneli ściennych, jest na poziomie 11,30 mg/kg, w odpadzie z polipropylenu i przemiale z rur PCV zawartość chromu jest poniżej progu oznaczalności.

Największą zawartością miedzi charakteryzował się przemiał z paneli ściennych (221,46 mg/kg), w odpadzie z polietylenu zawartość tego metalu odnotowano na poziomie 5,00 mg/kg. Natomiast w odpadzie polipropylenu i rur PVC zawartość miedzi jest poniżej progu oznaczalności.

Największą zawartość niklu odnotowano dla przemiału z paneli ściennych (PVC2) rzędu 966,70 mg/kg. W odpadzie z polietylenu zawartość tego pierwiastka jest rzędu 10,60 mg/kg, natomiast zawartość Ni w odpadzie polipropylenu i rur PVC jest poniżej progu oznaczalności.

Największą zawartość kobaltu odnotowano dla przemiału z paneli ściennych (PVC2) rzędu 93,18 mg/kg. W odpadzie z polietylenu zawartość tego pierwiastka jest rzędu 10,60 mg/kg, natomiast zawartość Ni w odpadzie polipropylenu i rur PVC jest poniżej progu oznaczalności.

Analiza zawartości metali ciężkich w odpadach płyt drewnopochodnych wykazała stosunkowo niewielkie różnice pomiędzy badanymi odpadami. Zawartość poszczególnych metali w odpadach układała się w podobnych szeregach malejących wartości:

D1: Zn>Cu>Cr>Co>Pb>Ni>Cd>Hg,

D2: Zn>Cu>Cr>Ni>Co>Pb>Cd>Hg,

P1: Zn>Cr>Cu>Co>Ni>Pb>Cd>Hg,

P2: Zn>Cu>Cr>Co>Pb>Ni>Cd>Hg.

W analizowanych odpadach drewnopochodnych odnotowano najwięcej zawartości cynku w zakresie 12,38–31,57 mg/kg, a najmniej rtęci poniżej progu oznaczalności. Zawartości pozostałych oznaczonych metali tj. Cu, Cr, Ni, Co, Pb, Cd kształtowały się na stosunkowo niskim poziomie i nie przekroczyły 3,5 mg/kg.

Uzyskane wyniki zawartości metali ciężkich oznaczone dla odpadowych płyt drewnopochodnych porównane z wartościami dla drewna, wykazują podobny rząd wielkości [10, 21].

5. Wnioski

Zaprezentowane w artykule wyniki badań pokazują, iż odpady polimerowe jak i odpady stolarki budowlanej pod kątem określonych właściwości paliwowych mogą stanowić cenny surowiec energetyczny np. dla cementowni.

Wybrane odpady remontowo-budowlane charakteryzują się niską zawartością wilgoci oraz wysoką zawartością substancji palnej. Analizowane odpady cechuje bardzo niska zawartość popiołu, co jest korzystne z energetycznego punktu widzenia. Uzyskane wyniki pozwalają wstępnie zdecydować, czy odpady mogą być wykorzystane jako jeden z surowców w produkcji paliwa, dają również podstawę do zaplanowania dalszego eksperymentu we wskazanym wyżej kierunku.

Dalsze badania wybranych odpadów będą obejmowały m.in. wyznaczenie składu elementarnego, analizę termiczną oraz analizę emisyjno-energetyczną.

Możliwość wykorzystania omówionych w artykule odpadów remontowo-budowlanych jako potencjalnego surowca przyszłego paliwa byłaby niewątpliwie procesem pozytywnym zarówno ze względu na ograniczenie ilości odpadów kierowanych na składowisko jak i na odzysk energii poprzez spalanie w instalacjach przemysłowych.

Literatura

1. *Analiza techniczna węgla i biomasy*, http://polymer-carbon.ch.pwr.wroc.pl/instrukcje/SNE_techniczna.pdf, z dnia 23.12.2012.
2. **Cichy W., Wróblewska H.:** *Paliwa drzewne z odpadów użytkowych – potencjał, właściwości, zagrożenia*. Praca zbiorowa pod red. Janusza W. Wandrasza i Krzysztofa Piekonia, *Paliwa z odpadów*. Tom IV. Wyd. Helion, Gliwice, 125–130 (2003).
3. **Czop M., Biegańska J.:** *Impact of selected chemical substances on the degradation of the polyolefin materials*. CHEMIK, 66,4, 307–314 (2012).
4. **Czop M., Kozielska B.:** *Właściwości fizykochemiczne mieszanek odpadów z grupy poliolefin*. *Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska*, VOL. 12 nr 1, 47–56 (2010).
5. GUS. *Ochrona środowiska 2012*.
6. GUS. *Produkcja wyrobów przemysłowych w 2011 r.*
7. GUS. *Produkcja ważniejszych wyrobów przemysłowych (X 2012 r.)*.

8. **Hikiert M. A.:** *Problemy ze spalaniem odpadów płyt.* <http://www.plytameblowa.pl/rozmowy>. Odczyt z dnia 05.09.2012.
9. **Hryb W.:** *Odpady jako cenny surowiec energetyczny.* I Problemowa Konferencja Komunalna „Gospodarka odpadami w gminie”. Stalowa Wola 14 czerwca 2011 r. 39–48.
10. **Kaltschmitt M., Hartmann H.:** *Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.* Springer, Berlin 2001.
11. **Kaputa V.:** *Rynek materiałów drewnianych w Polsce.* Intercathedra, nr 20, 74–78 (2004).
12. **Kotlicki T.:** *Oznaczanie ciepła spalania węgla za pomocą kalorymetru. Instrukcja do ćwiczenia laboratoryjnego.* http://www.i15.p.lodz.pl/strony/elektronie/spalanie_wegla.pdf, z dnia 22. 12.2012.
13. **Nicewicz D.:** *Phyty pilśniowe MDF.* Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2006.
14. **Piecuch T., Dąbrowski J., Dąbrowski T.:** *Laboratory Investigations on Possibility of Thermal Utilisation of Post-production Waste Polyester.* Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection), 11, 87–101 (2009).
15. *Polimery a środowisko naturalne,* <http://polimerowe.blogspot.com/2009/09/polimery-srodowisko-naturalne.html>, z dnia 23.12.2012.
16. **Roffael E., Schneider T., Dix B., Buchholz T.:** *Zur Hydrophobierung von mitteldichten Faserplatten (MDF) mit Paraffinen Teil 1: Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Paraffins und des Emulgatortyps auf die Hydrophobierung von MDF.* Holz als Roh- und Werkstoff. nr 63, 192–203 (2005).
17. *Tworzywa sztuczne – fakty 2011. Analiza produkcji, zapotrzebowania oraz odzysku tworzyw sztucznych w Europie w roku 2010,* http://www.plasticseurope.org/documents/document/20111114105347-fakty2011_final.pdf
18. Uchwała nr 217 Rady Ministrów z dnia 24 grudnia 2010 r. w sprawie „Krajowego planu gospodarki odpadami 2014” (MP nr 101, poz. 1183).
19. **Wasielewski R., Tora B.:** *Bariery stosowania paliw alternatywnych w energetyce.* Polityka Energetyczna, Zeszyt 2, Tom 11, 129–137 (2008).
20. **Wasielewski R., Sobolewski A.:** *Stale paliwa wtórne - jako element systemu odzysku energii z odpadów.* Nowa Energia – dodatek tematyczny Termiczne Przekształcanie Odpadów Komunalnych, nr 1, 28–33 (2009).
21. **Wasilewski R., Hrycko P.:** *Efekty energetyczno-emisyjne spalania odpadów z przeróbki płyt drewnopochodnych w kotle małej mocy.* Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska, vol. 12, nr 1, 27–34 (2010).

Evaluation of Basic Fuel Properties of Waste from Renovation and Construction Selected from Municipal Wastes

Abstract

The article presents a research issue related to the use as fuels of selected renovation and construction wastes from the municipal wastes. Production of fuels from wastes implies many positive aspects manifested in the decrease of the stream of wastes directed to landfills, increase of the level of wastes recovery, decrease of emission of greenhouse gases, saving of natural fuels and financial profit consisting on lower prices of fuels from wastes in comparison to the prices of fossil fuels. The article collects and discusses results of my own tests of basic fueling properties such as: moisture content, ash content, content of flammable elements, content of volatile substances, temperature of ignition, calorific value and content of heavy metals (Zn, Pb, Cd, Cu, Ni, Co, Cr, Hg). Tests covered selected renovation and construction wastes separated from the stream of municipal wastes, i.e. polymer wastes in the form of wall panels, water pipes, heating pipes made of polyethylene, polyvinyl chloride as well as wastes from the construction carpentry in the form of two types of door wings and two types of floor panels of various abrasibility grade. Analysed wastes are a precious source of energy thanks to their properties. Test results achieved help decide preliminarily whether the wastes may be used for the production of fuels or not. At the same time they set a base to plan further analysis to determine their optimal transformation.