

Bernardeta DĘBSKA¹
Karolina GÓRSKA²

OCENA MOŻLIWOŚCI ZAGOSPODAROWANIA ODPADÓW W SEKTORZE BUDOWLANYM

Ogromne ilości powstających odpadów stały się jednym z najważniejszych problemów środowiskowych. Zwiększona aktywność w dziedzinie budownictwa sprawia, że dużą część odpadów stałych stanowią odpady budowlane i rozbiórkowe. Konieczność zrównoważonego wykorzystania naturalnych zasobów i negatywne skutki niewłaściwej utylizacji odpadów, sprawiają, że możliwość zagospodarowania odpadów jest przedmiotem rosnącego zainteresowania wielu ośrodków badawczych na świecie. Korzystne i coraz częściej proponowane rozwiązania sugerują konieczność użycia materiałów odpadowych podczas produkcji wyrobów budowlanych przeznaczonych na budowę domów, dróg oraz innych elementów infrastruktury. Praktyka ta umożliwia zmniejszenie objętości odpadów składowanych na wysypiskach, jednocześnie ograniczając wykorzystanie naturalnie wydobywanych surowców, a tym samym przyczynia się do zmniejszenia emisji szkodliwych gazów cieplarnianych i wpływu przemysłu budowlanego na środowisko naturalne. Eksperymenty opisane w literaturze potwierdzają możliwość otrzymania materiałów budowlanych z wykorzystaniem różnego typu odpadów. Liczne publikacje powstałe na ten temat skłaniają jednak do postawienia pytania o możliwość realizacji takich działań w warunkach rzeczywistych. W ramach niniejszego artykułu opisano wyniki ankiety przeprowadzonej wśród firm produkujących materiały budowlane z terenu całej Polski. Ankieta ta przyjęła postać aplikacji internetowej udostępnionej na podstawie licencji opensource. Zawierała ona 10 pytań dotyczących realnego wykorzystywania odpadów w produkcji materiałów budowlanych oraz ponownego wykorzystania materiałów budowlanych i elementów konstrukcyjnych. Na ankietę odpowiedziały 22 firmy, z których połowa potwierdziła fakt wykorzystywania odpadów w produkcji materiałów budowlanych. Wśród najczęściej wymienianych odpadów znalazł się gruz betonowy i odpady powstałe w elektrowniach, co jest zgodne ze stanem przedstawionym w literaturze.

Słowa kluczowe: zagospodarowanie odpadów, materiały budowlane, ankieta, recykling, reusing

¹ Autor do korespondencji / corresponding author: Bernardeta Dębska, Politechnika Rzeszowska, Zakład Budownictwa Ogólnego, ul. Poznańska 2, 35-959 Rzeszów; tel. 178651323; bdebska@prz.edu.pl

² Karolina Górka, studentka Politechniki Rzeszowskiej

1. Wprowadzenie

Budownictwo powoduje duże zużycie zasobów naturalnych i energii, co stawia nowe wyzwania przed producentami materiałów budowlanych. Zasadniczą potrzebą stała się ochrona środowiska naturalnego i ograniczenie ilości odpadów. Jest to możliwe dzięki racjonalnej gospodarce odpadami, która sprowadza się głównie do takich procesów, jak:

- recykling - wykorzystanie odpadów jako surowca do produkcji nowych materiałów,
- reusing - ponowne wykorzystanie materiałów bądź elementów, które nadają się do powtórnego użycia.

Naprzeciw tym problemom wychodzi idea budownictwa zrównoważonego, które w ostatnich latach stało się powszechnie obowiązującym standardem. Zrównoważony rozwój rozpatrywany jest w trzech głównych aspektach: ekologicznym, ekonomicznym i ergonomicznym (socjalno-kulturowym). Aspekt ekologiczny realizuje się m.in. przez ograniczenie ilości odpadów i recykling materiałów budowlanych, szczególnie ważne jest również powtarne wykorzystanie elementów konstrukcyjnych, które nadają się do ponownego użytku [1]. Podczas rozbudowy, nadbudowy czy modernizacji obiektów wskazane jest zachowanie istniejących ścian, podłóg czy dachu. Ponowne wykorzystanie istniejących elementów budynku pozwala znacząco ograniczyć powstawanie odpadów. Z kolei w nowych inwestycjach pożądane są materiały, które zawierają w sobie odpady, np. beton zawierający kruszywa z recyklingu lub inne produkty odpadowe, wełna szklana czy szkło okienne, w których produkcji używana jest stłuczka szklana a także płyty gipsowo-kartonowe (gdy karton wykonano z makulatury) oraz stal zawierająca złom dodawany do surowki podczas wytopu [2].

Ośrodki naukowe prowadzą liczne badania na temat wykorzystania odpadów, o czym świadczy wiele doniesień literaturowych na ten temat i ciągłe pojawianie się nowych artykułów poświęconych temu zagadnieniu. Sektor budownictwa i produkcji materiałów budowlanych odgrywa w tej kwestii ogromną rolę. Wielu naukowców potwierdziło w swoich badaniach możliwość produkcji betonu z wykorzystaniem kruszywa z recyklingu, pochodzącego m.in. z odpadów budowlanych i rozbiórek [3], z rozdrobnionych odpadów betonowych [4], odpadów prefabrykowanych elementów konstrukcyjnych [5]. Kompozyt taki można otrzymywać także dodając popiół osadów ściekowych [6]. Betony i zaprawy odgrywają również istotną rolę w procesie recyklingu odpadów tworzyw sztucznych, m.in. poli(tereftalanu etylenu) (PET) [7-12], polietylenu (PE) i polistyrenu (PS) [13], a także polipropylenu (PP) [14]. Produkcja ceramiki też stwarza duże możliwości utylizacji odpadów. Dane literaturowe wskazują na pozytywne efekty modyfikacji tego materiału za pomocą osadów ściekowych [15], popiołów lotnych [16] i odpadów szklanych [17]. Odpadami modyfikowano także spoiwa [15], kleje [18], materiały izolacyjne [19] i bitumiczne [20] oraz otrzymywano z nich nowe materiały [21].

Przedstawione możliwości wykorzystania odpadów w produkcji materiałów budowlanych, potwierdzone w skali laboratoryjnej, zrodziły pytanie, czy i w jakim zakresie problem recyklingu jest rozwiązywany również w rzeczywistych warunkach. Wśród firm produkujących materiały budowlane i firm budowlanych z terenu całej Polski, przeprowadzono ankietę, w której pytano o wykorzystywanie odpadów w produkcji materiałów budowlanych oraz o ponowne użycie materiałów budowlanych. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki tego badania ankietowego.

2. Metodyka i wyniki badań

Do badań ankietowych wykorzystano program o nazwie Interankiety [22], udostępniany jako aplikacja internetowa na podstawie licencji opensource. W przypadku korzystania z rozbudowanej postaci ankiety, program ten jest płatny. Dla podstawowych funkcji można jednak stworzyć taką ankietę bezpłatnie. Wybór tego typu aplikacji pozwolił na przeprowadzenie badań ankietowych w Internecie, co obecnie uznaje się za standardowe rozwiązanie. W kwestionariuszu pojawiają się pytania zamknięte. Zaplanowano także pytania otwarte, w ramach których ankietowani mogli wpisać odpowiedzi tekstowe. Ankieta zawierała 10 pytań, z możliwością pominięcia wybranych z nich. Wyniki ankiety mogą pomóc w ocenie rzeczywistych możliwości wykorzystania odpadów na terenie Polski. Ankieta umożliwiła porównanie stanu opisanego w literaturze z sytuacją rzeczywistą. Na rysunkach 1a-1c pokazano, w jakiej postaci wyświetlała się ankieta na komputerze osoby ankietowanej.

1. Czy wykorzystują Państwo odpady w produkcji materiałów budowlanych?
(Przy zaznaczeniu opcji "Nie" proszę przejść do pytania nr 8)

Tak

Nie

2. Jakiego typu odpady są wykorzystywane w produkcji materiałów budowlanych?

Odpady komunalne

Gruz betonowy

Gruz asfaltowy

Gruz ceglany

Zużyte opony, odpady gumowe

Odpady zwierzęce

Osady ściekowe z oczyszczalni ścieków komunalnych i przemysłowych

Odpady powstałe w elektrowniach

Odpady budowlane

Odpady z przemysłu tekstylnego

Odpady z przetwórstwa drewna

Rozpuszczalniki

Inne:

Rys. 1a. Wzór ankiety

Fig. 1a. Example of the survey

3. Czy do produkcji materiałów budowlanych wykorzystują Państwo któryś z poniższych typów odpadów z tworzyw sztucznych?

- LDPE
- HDPE
- PP
- PVC
- PS
- PET
- PUR
- Nie stosuje się

Inne:

4. W jakiej postaci wykorzystywane są odpady?

- Proszek
- Włókna
- Agregaty
- Roztwór

Inne:

5. Czy dodatek odpadu zmienia właściwości produktu?

- Tak, na korzyść
- Tak, niekorzystnie
- Nie
- Znacznie
- Nieznacznie

6. W jaki sposób dodawane są odpady?

- Substytut
- Dodatkowy składnik

Inne:

7. Na zmianę jakich parametrów materiały wpływa zastosowanie odpadów?

- Wytrzymałościowe
- Nasiąkliwość
- Izolacyjność termiczna
- Izolacyjność akustyczna
- Zmiana koloru
- Zmiana struktury
- Dynamiczne
- Nie zmienia ale możliwa jest jego bezpieczna utylizacja

Inne:

8. Czy stosują Państwo ponownie przydatne konstrukcyjnie elementy/materiały budowlane?

- Tak
- Nie

Rys. 1b. Wzór ankiety cd

Fig. 1b. Example of the survey cont

9. Jakie elementy konstrukcyjne/materiały budowlane są wykorzystywane ponownie?

- Wyroby wibroprasowane
- Stropy
- Dachówka
- Dźwigary stalowe, drewniane
- Okna i drzwi
- Parapety
- Panele
- Ceramika
- Cegły
- Styropian

Inne:

10. Jakiej funkcji pełnią?

- Element dekoracyjny
- Pierwotne przeznaczenie
- Produkcja innych elementów/materiałów

Inne:

Rys. 1c. Wzór ankiety cd

Fig. 1c. Example of the survey cont

3. Analiza wyników

Serwis Interankiety umożliwia w łatwy sposób stworzenie ankiety, a następnie zebranie wyników i ich analizę. Osoba tworząca ankietę ma dostęp do wyników ankiety przedstawionych w postaci wykresów oraz zestawień procentowych, które generują się automatycznie po wypełnieniu ankiety. Ankieter ma również możliwość obejrzenia odpowiedzi wybranego respondenta, a także sprawdzenia liczby osób ankietowanych.

W przeprowadzonej ankiecie udział wzięło dwadzieścia dwie firmy działające na terenie całej Polski. Firmy te zajmują się m.in. produkcją: ceramiki, kruszyw, materiałów bitumicznych, betonu i materiałów izolacyjnych. Na podstawie wyników ankiety można stwierdzić, że badania na temat możliwości recyklingu odpadów, prowadzone przez różne ośrodki naukowe, znajdują zastosowanie w praktyce. Dokładnie połowa ankietowanych firm potwierdziła fakt użycia odpadów w produkcji materiałów budowlanych i ich wykorzystania jako substytut lub dodatkowy składnik (po 6 odpowiedzi). Jedna z ankietowanych firm wykorzystuje odpady jako materiał energetyczny wprowadzany do instalacji.

12 firm podało jakiego typu odpady wykorzystuje w produkcji materiałów budowlanych. Najwięcej (5 głosów) dotyczyło gruzu betonowego, natomiast 4 respondentów wymieniło odpady powstałe w elektrowniach. Spośród wy-

szczególnością w pytaniu ankietowym typów odpadów nie wymieniono jedynie odpadów zwierzęcych. Dodatkowo przedstawiciele firm zadeklarowali wykorzystanie takich odpadów jak: zużle i odpady z produkcji kruszyw, styropian, opakowania po klejach epoksydowych i kilkadziesiąt innych rodzajów odpadów zgodnie z pozwoleniem zintegrowanym.

10 firm deklaruje stosowanie odpadów tworzyw sztucznych, głównie polietylenu, PVC i PUR. Odpady wykorzystywane są głównie w postaci proszku (5 odpowiedzi), włókien (2 głosy) i agregatów (2 głosy). Wymieniono również: granulaty i kruszywo oraz płyny.

Wśród 10 ankietowanych, którzy udzielili odpowiedzi na pytanie, czy dodatek odpadu zmienia właściwości produktu, połowa potwierdziła, że ten wpływ jest korzystny. Firmy potwierdzają, że modyfikacja odpadami powoduje poprawę głównie właściwości wytrzymałościowych i izolacyjnych, a także możliwa jest ich bezpieczna utylizacja, przy jednoczesnym zachowaniu pierwotnych właściwości materiału.

Przedsiębiorstwa budowlane potwierdzają również możliwość ponownego użycia materiałów i elementów konstrukcyjnych (11 pozytywnych odpowiedzi). Elementami o największym stopniu wykorzystania okazały się cegły oraz stolarka okienna i drzwiowa. Są one wykorzystywane zarówno w pierwotnej formie, jak i do produkcji nowych elementów. Pełnią także funkcję dekoracyjną lub stanowią podbudowę dróg.

4. Podsumowanie

Opisane w artykule przykłady badań oraz wyniki przeprowadzonej ankiety potwierdzają możliwość zagospodarowania odpadów w sektorze budowlanym. Materiały budowlane stają się coraz droższe, wzrastają również koszty transportu. Dodatkowo wiele obiektów wymaga rewaloryzacji, co pociąga za sobą dodatkowe koszty zagospodarowania lub utylizacji materiałów rozbiórkowych. Ogromna ilość odpadów zalegająca na wysypiskach zmusza do podjęcia dalszych badań prowadzących do zminimalizowania ich ilości w sposób ekologiczny, a zarazem ekonomiczny. Przeprowadzenie badań ankietowych pozwoliło na ustalenie listy zakładów produkujących materiały budowlane z wykorzystaniem materiałów odpadowych. Pozyskana w ten sposób wiedza może zostać wykorzystana podczas przygotowywania wspólnych projektów dofinansowanych ze środków Unii Europejskiej, o które może się ubiegać uczelnia i przedsiębiorcy.

Literatura

- [1] <http://www.inteligentnybudynek.eu/artykul/article/budownictwo-zrownowazone-powszechnie-obowiazujacy-standard/> {dostęp 16.05.2016 r.}
- [2] http://www.muratorplus.pl/technika/zrownowazony-rozwoj/materiały-budowlane-w-zgodzie-z-idea-zrownowazonego-rozwoju_69787.html {dostęp 16.05.2016 r.}

- [3] Özalp F., Dilşad Yılmaz H., Kara M., Kaya Ö., Şahin A.: Effects of recycled aggregates from construction and demolition wastes on mechanical and permeability properties of paving stone, kerb and concrete pipes, *Construction and Building Materials*, vol. 110, 2016, pp. 17–23.
- [4] Fan Ch-Ch., Huang R., Hwang H., Chao S-J.: Properties of concrete incorporating fine recycled aggregates from crushed concrete wastes, *Construction and Building Materials*, vol. 112, 2016, pp. 708–715.
- [5] Thomas C., Setién J., Polanco J.A.: Structural recycled aggregate concrete made with precast wastes, *Construction and Building Materials*, vol. 114, 2016, pp. 536–546.
- [6] Paris J.M., Roessler J.G., Ferraro Ch.C., DeFord H.D., Townsend T.G.: A review of waste products utilized as supplements to Portland cement in concrete, *Journal of Cleaner Production*, vol. 121, 2016, pp. 1-18.
- [7] Jo B.W., Park S.K., Kim C.H.: Mechanical properties of polyester polymer concrete using recycled polyethylene terephthalate, *ACI Structural Journal*, vol. 103, 2006, pp. 219–225.
- [8] Marzouk O.Y., Dheilily R.M., Queneudec M.: Valorization of post-consumer waste plastic in cementitious concrete composites, *Waste Management*, vol. 27, 2007, pp. 310–318.
- [9] Dębska, B., Lichołai, L.: The selected mechanical properties of epoxy mortar containing PET waste, *Construction and Building Materials*, vol. 94, 2015, pp. 579–588.
- [10] Lichołai, L., Dębska, B.: A study of the effect of corrosive solutions on selected physical properties of modified epoxy mortars, *Construction and Building Materials*, vol. 65, 2014, pp. 604–611.
- [11] Dębska, B., Lichołai, L.: Resin Composites with High Chemical Resistance for Application in Civil Engineering, *Periodica Polytechnica civil Engineering*, DOI: 10.3311/PPci.7744.
- [12] Dębska, B.: Modification of Polymer Composites by Polyethylene Terephthalate Waste, *Poly(ethylene Terephthalate) Based Blends, Composites and Nanocomposites (Book)*, Visakh P.M., Liang M. red., Elsevier, Inc., 2015, pp.195–212.
- [13] Ismail Z.Z., Al-Hashmi E.A.: Use of waste plastic in concrete mixture as aggregate replacement, *Waste Management*, vol. 28, 2008, pp. 2041–2047.
- [14] Langier B., Werner K., Baranowski W.: Modyfikacje betonu dodatkiem rozdrobnionego polipropylenu, *Przetwórstwo tworzyw*, nr 4, 2014, s. 299-304.
- [15] Latosińska J., Żygadło M.: Gospodarka odpadami a produkcja materiałów budowlanych, *Materiały z VII Międzynarodowego Forum Gospodarki Odpadami – Efektywne zarządzanie gospodarką odpadami*, Kalisz-Poznań 2007, s. 563–572.
- [16] Monteiro R.C.C., Lima M.M.R.A., Aloes S.: Mechanical characteristics of clay structural ceramics containing coal fly ash, *International Journal of Mechanics and Materials in Design*, vol. 4, 2008, pp. 213–220.
- [17] Leshina V.A., Pivnev A.L.: Ceramic wall materials using glass waste, *Glass and Ceramics*, vol. 59, 2002, pp. 356–358.
- [18] Dębska B., Lichołai L.: Badania nad wykorzystaniem modyfikowanych żywic epoksydowych jako głównego składnika klejów stosowanych w budownictwie. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowi-*

- ska i Architektury - Journal of Civil Engineering, Environment And Architecture. JCEEA”, t. XXXI, z. 61 (3/II/14) 2014, s. 113-120, DOI: 10.7862/rb.2014.79.
- [19] Thormark C.: Conservation of energy and natural resources by recycling building waste, *Resources, Conservation & Recycling*, vol. 33, 2001, pp. 113–130.
- [20] García-Morales M., Partal P., Nawarro F.J., Martínez-Boza F., Gallegos C., González N., González O., Munoz M.E.: Viscous properties and microstructure of recycled EVA modified bitumen, *Fuel*, vol. 83, 2004, pp. 31–38.
- [21] Turgut P.: Limestone dust and glass powder wastes as new brick material, *Materials and Structures*, vol. 41, 2008, pp. 805–813.
- [22] <https://www.interankiety.pl/> {dostęp 16.05.2016 r.}.

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF WASTE MANAGEMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Summary

A huge amount of generated waste have become one of the most important environmental problems. Increased activity in the construction sector makes a large part of solid waste are a construction and demolition waste. The need for sustainable use of natural resources and the negative effects of improper waste disposal, make the possibility of waste management is a subject of growing interest to many research centers in the world. The preferred and more often proposed solutions suggest the need for the use of waste materials in the production of building products for the construction of houses, roads and other infrastructure. This practice allows you to reduce the volume of waste deposited in landfills, while reducing the use of naturally extracted materials, and thus contributes to the reduction of emissions of greenhouse gases and the impact of the construction industry on the environment. The experiments described in the literature confirm the possibility of obtaining building materials using different types of waste. Numerous publications produced on the subject tend, however, to the question about the possibility of implementing such measures in real conditions. In the present article describes the results of a survey of companies producing construction materials from the whole Polish. This survey took the form of a web application made available under open source license. It contained 10 questions about the real use of waste in the production of building materials and re-use of building materials and components. Submissions were 22 companies, half of which confirmed that the use of waste in the production of building materials. Among the most frequently mentioned waste was concrete rubble and waste generated in power plants, which is consistent with the state in the literature.

Keywords: waste management, building materials, polling, recycling, reusing

DOI:10.7862/rb.2016.187

Przesłano do redakcji: 30.06.2016 r.

Przyjęto do druku: 30.11.2016 r.