

# JAK GOSPODAROWAĆ ODPADAMI NA BUDOWIE?



**mgr inż. Joanna Sagan**  
doktorantka  
**prof. dr hab. inż. Anna Sobotka**  
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza,  
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii

Gospodarowanie odpadami stało się obowiązkiem inżynierów budów, a koszty z tym związane składową – kosztów inwestycji.

Gospodarowanie odpadami jest kluczową kwestią środowiskową, społeczną i ekonomiczną, a również rosnącym problemem z uwagi na ich tonaż generowany w Europie każdego roku. Udział sektora budowlanego w emisji odpadów wynosi blisko 35%, tym samym inżynierowie budów w UE zobowiązani są do gospodarowania blisko 860 mln ton odpadów rocznie. Obowiązek ten wynika z dyrektyw UE, w Polsce zaś bezpośrednio z zapisów Ustawy o odpadach z dnia 24 grudnia 2012 r. [1], w myśl której za wytwórcę odpadów rozumie się każdego, którego działalność lub bytowanie powoduje powstanie odpadów, [...] w wyniku świadczenia usług w zakresie budowy, rozbiórki, remontu obiektów, [...] (art. 3. ustawy o odpadach). Wytwórca odpadów staje się jednocześnie ich posiadaczem – co pociąga za sobą liczne zobowiązania prawne, w tym do gospodarowania odpadami oraz ponoszenia kosztów z tym związanych (art. 22).

Proces gospodarowania odpadami budowlanymi jest złożony, do głównych zadań inżyniera w tym zakresie należą: planowanie i projektowanie, gromadzenie odpadów, magazynowanie, transport, poddanie procesom odzysku bądź przekazanie do utylizacji. Przepływy fizyczne (odpadów) w obrębie wspomnianych procesów tworzą pętlę domykającą klasyczny łańcuch dostaw [2]. Proces planowania zaś, projektowania i realizacji wspomnianych

przepływów zwrotnych jest zadaniem logistyki odzysku.

Celem artykułu jest wskazanie kluczowych aspektów gospodarowania odpadami budowlanymi z uwagi na koszty tego działania. Obszerną część opracowania stanowią godne naśladowania przykłady w zakresie wdrażania logistyki odzysku w obrębie placu budowy. Na podstawie badań własnych wykazano istotne zróżnicowanie cen za przyjęcie odpadów przez zakłady utylizacyjne.

## Główne zadania inżyniera w zakresie gospodarowania odpadami budowlanymi:

- planowanie i projektowanie,
- gromadzenie odpadów,
- magazynowanie,
- transport,
- poddanie procesom odzysku bądź przekazanie do utylizacji.

## Logistyka odzysku

Komunikat Komisji Europejskiej [3] nawołuje do inicjatyw prowadzących do wzrostu efektywności wykorzystania zasobów w budownictwie oraz zmniejszenia ich negatywnego wpływu na środowisko. Odpowiedzią na wyżej postawione zadanie jest upowszechnianie działań związanych z logistyką odzysku. Ideowy model zarządzania odpadami w logistyce odzysku przedstawiono na rysunku 1. W budownictwie koncepcja ta powinna się opierać na systemowym podejściu do gospodarowania surowcami w cyklu życia obiektu budowlanego, zgodnie z obowiązującymi zasadami i normami technicznymi, przepisami prawnymi, na podstawie planu efektywnego gospodarowania odpadami budowlanymi. Logistyka odzysku w budownictwie obejmuje więc [4]: proces planowania i projektowania, implementacji i kontrolowania przepływów surowców

oraz wyrobów budowlanych wraz z powiązanymi z tymi przepływami informacji od miejsca ich konsumpcji do miejsca pochodzenia w ramach efektywnej gospodarki odpadami budowlanymi w cyklu życia obiektu budowlanego oraz zgodnie ze sztuką budowlaną, a więc w oparciu o normy prawne i techniczne.

Przytoczona definicja jest adaptacją ogólnej definicji logistyki odzysku, podanej przez Tiben-Lembke'a [5].

Każdy proces związany z gospodarką odpadami wiąże się z ponoszeniem kosztów, jednak korelacja między nimi powoduje, że minimalizacja kosztów każdego z etapów nie gwarantuje nam optymalnego rozwiązania. Opisaną wyżej współzależność łatwo zaobserwować na przykładach: koszt wyburzenia obiektu jest z reguły niższy od kosztów demontażu [7], jednak w wyniku demontażu i selektywnej zbiórki odpadów koszt ich przekazania do utylizacji jest niższy; warto również zauważyć, że minimalizacja kosztów transportu wiązałaby się z wyborem najbliższej położonej odbiorcy odpadów, jednak ceny przyjęcia odpadów do utylizacji są na tyle rozbieżne, że niejednokrotnie optymalne rozwiązanie można uzyskać nawet przy istotnym zwiększeniu odległości.

## Podstawy gospodarowania odpadami budowlanymi

Za podstawę efektywnego gospodarowania odpadami na budowie uznaje się opracowanie planu zawierającego [4]:

- a. analizę przebiegu procesów budowlanych z punktu widzenia powstawania odpadów,
- b. klasyfikację odpadów zgodnie z ustawą o odpadach,
- c. sposób segregacji,
- d. sposób lokalnego (na placu budowy) składowania,
- e. dobór metod odzysku odpadów lub wybór ich odbiorcy,
- f. harmonogram czynności związanych z zagospodarowaniem odpadów

Wytwórca odpadów staje się jednocześnie ich posiadaczem – co pociąga za sobą liczne zobowiązania prawne, w tym do gospodarowania odpadami oraz ponoszenia kosztów z tym związanych (art. 22 ustawy o odpadach).

Sporządzając taki plan, nie wykorzystując zaawansowanych technik rachunku optymalizacji, a przeprowadzając jedynie prosty rachunek kosztów, można obniżyć wspomniane koszty gospodarowania odpadami. Mają one wpływ na koszty ogólne inwestycji, zwłaszcza w przypadku remontów obiektów budowlanych.

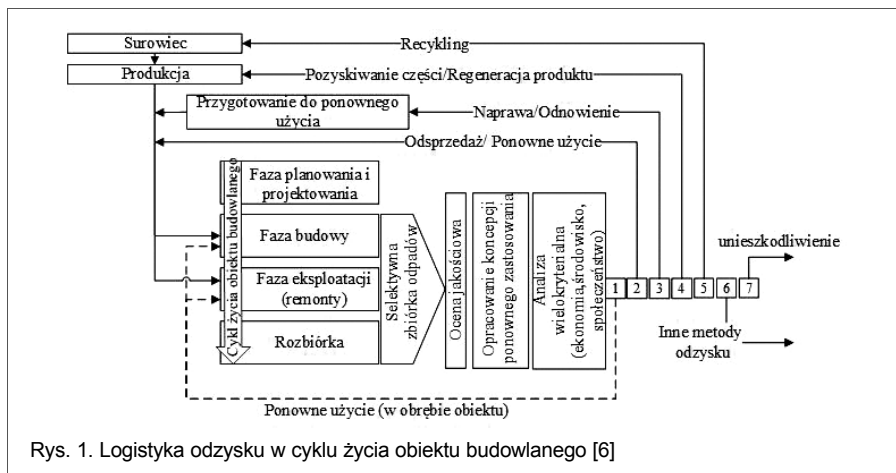
W pierwszej kolejności należałoby przeprowadzić analizę procesów budowlanych z punktu widzenia powstawania odpadów – celem identyfikacji kategorii generowanych odpadów i ich gabarytów oraz odszukania możliwości wtórnego zagospodarowania odpadów na budowie. Przykładowo, w przypadku remontu wystarczy przeanalizować przedmiar robót rozbiórkowych i dalszych prac projektowanych, aby znaleźć możliwości substytucji potrzebnych materiałów budowlanych surowcem i wyrobem budowlanym pochodzącym z odzysku. Opracowanie listy sklasyfikowanych odpadów na podstawie dokumentacji technicznej umożliwi szacowanie kosztów gospodarowania odpadami, które powinny zostać uwzględnione w kosztorysie.

### Przykłady efektywnej gospodarki odpadami

W przypadku wysokich cen za przekazanie zmieszanych odpadów z budowy oszczędności przyniesie selektywna zbiórka odpadów. Wyraźnie widać to na przykładzie inwestycji remontu domu studenckiego Babilon [8], gdzie selektywna zbiórka odpadów przyniosła oszczędności w wysokości 2 626 578 zł względem potencjalnego, skrajnie niegospodarnego podejścia – a więc przekazania niesortowanych odpadów. Mimo niewielkiego udziału wygenerowanych zmieszanych odpadów (3% łącznego tonażu odpadów) grupa ta stanowiła 54% udziału w kosztach przekazania odpadów, co zamknęło się w kwocie 80 530 zł.

Udział sektora budowlanego w emisji odpadów wynosi blisko 35%, tym samym inżynierowie budów w UE zobowiązani są do gospodarowania blisko 860 mln ton odpadów rocznie.

Gospodarka odpadami budowlanymi w myśl przepisów powinna się opierać na *hierarchii postępowania z odpadami*, a więc w pierwszej kolejności wytwórca odpadów powinien zapobiegać ich powstaniu na każdym etapie produkcji (w tym wypadku produkcji budowlanej). Odpady, których powstaniu nie udało się zapobiec, posiadacz powinien przygotować do ponownego użycia i zgodnie z *zasadą bliskości* – w pierwszej kolejności poddać przetworzeniu w miejscu ich powstania. Z praktyki inżynierskiej wynika, że istnieje wiele możliwości wykorzystania odpadów jako surowców wtórnych w obrębie placu budowy. Jest to kolejna meto-



Rys. 1. Logistyka odzysku w cyklu życia obiektu budowlanego [6]



Rys. 2. Odzysk materiałów ceramicznych i kamiennych prowadzony w trakcie remontu zespołu pałacowego w Gorzanowie. Po lewej posadzka wykonana z dachówek ceramicznych. Po prawej posadzka z kamienia pochodzącego z rozbiórki innego obiektu [10]

Tabela 1. Zagospodarowanie odpadów w ramach inwestycji remontu dworca w Gliwicach [9]

Przeznaczenie	Ilość [m <sup>3</sup> ]	Źródło surowca/wyrobu budowlanego	Wymagania
Drogi technologiczne	600	Beton i cegły z peronów i kanałów kablowych	-
Powierzchnie przeznaczone do składowania materiałów	120	Beton i cegły z peronów i kanałów kablowych	-
Platformy robocze	300	Beton i cegły z peronów i kanałów kablowych	-
Wzmocnienie gruntów	2800	Beton konstrukcyjny tuneli	frakcja 0–63 mm, dobre charakterystyki wytrzymałościowe
Sprzedaż	2380	Beton konstrukcyjny tuneli, beton i cegły z peronów i kanałów kablowych	frakcjonowane

da pozwalająca na obniżenie kosztów. Poniżej opisano kilka przykładowych rozwiązań.

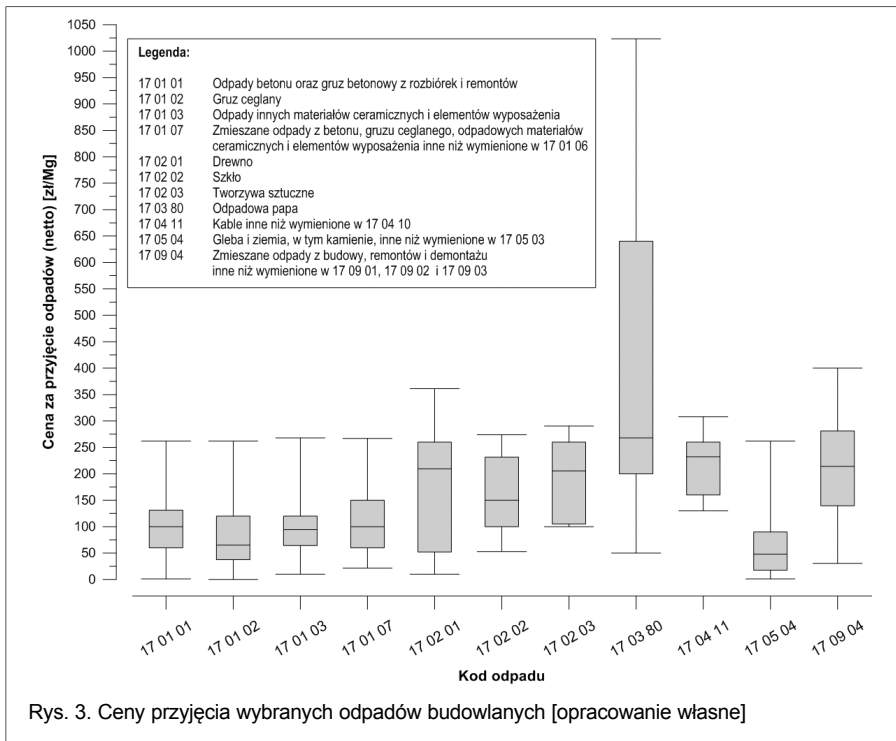
W ramach inwestycji remontu dworca w Gliwicach rozbiórce poddano tunele dworcowe, płyty i prefabrykaty peronowe oraz kanały kablowe. Pozyskany gruz betonowy oraz ceglany poddano stacjonarnym procesom odzysku, a następnie wykorzystano w obrębie budowy (tabela 1) [9], pozostałość sprzedano po cenie 9–12 zł/Mg.

Nieco inne procesy odzysku w obrębie placu budowy można przeprowadzić podczas renowacji obiektów zabytkowych. Ciekawym przykładem są prace prowadzone w obrębie pałacu w Gorzanowie. Inwestor, dbając o jak największą autentyczność obiektu, a jednocześnie poszukując oszczędności, zastosował wiele zabiegów służących odzyskaniu wartości z materiałów przeznaczonych pierwotnie do rozbiórki. Elementy murowe, kamienne i ceglane ze względu na swój zły stan techniczny (wyrywy, rozluźnienia, wylugowana zaprawa) zostały rozbrane. Następnie były składowane, potem

zostały oczyszczone oraz poddane badaniom nieniszczącym, a następnie powtórnie zabudowane w miejscach, w których ich wytrzymałość gwarantuje odpowiednią nośność konstrukcji. Tylko 15% materiału pochodzącego z rozbiórki murów zostało odrzucone ze względu na swoje niskie parametry wytrzymałościowe [10].

W pałacu prowadzono również liczne prace związane z wykorzystaniem materiałów kamiennych i ceramicznych na zasadzie *downcyclingu* (proces, w którego wyniku materiał budowlany staje się materiałem niższego gatunku). Przykładem mogą być posadzki wykonane z płyt kamiennych oraz posadzka wykonana z dachówek ceramicznych poddanych drobnej obróbce (rys.2). Odzyskowi poddano również belki stropowe przeznaczone do wymiany – zdegradowane były zazwyczaj tylko w strefach przypodporowych.

Należy podkreślić, że podjęcie decyzji o adaptacji materiału z odzysku na cele konstrukcyjne wymaga przeprowadzenia badań potwierdzających jego zdolność do ponownego użycia.



Rys. 3. Ceny przyjęcia wybranych odpadów budowlanych [opracowanie własne]

Dużą przydatność w tym celu stanowią metody nieniszczące, wykorzystywane powszechnie w diagnostyce konstrukcji.

Uruchomienie łańcuchów logistyki odzysku w obrębie budowy przynosi istotne oszczędności. W sposób jednoznaczny wynika to z analizy przebudowy 16-kondygnacyjnego budynku o powierzchni całkowitej 12 104 m<sup>2</sup> i kubaturze 37 484 m<sup>3</sup>, gdzie odzysk w obrębie budowy pozwoliłby na dodatkowe oszczędności w wysokości 128 394 zł [11].

Oczywiste jest jednak, że niekiedy warunki brzegowe inwestycji uniemożliwiają realizację takich działań (np. niewielki plac budowy, krótki termin realizacji). Zauważyć również należy, że prowadzenie odzysku na budowie przy wysokich stawkach za roboczogodziny może nie być już tak opłacalne. Do szacowania kosztów alternatywnych rozwiązań można wykorzystać katalog nakładów rzeczowych (np. KNR 4-04) oraz wyniki analiz cen rynkowych.

### Koszty przekazania odpadów do utylizacji

Kolejnym istotnym zadaniem z punktu widzenia efektywnej ekonomicznie gospodarki odpadami jest przekazanie niewykorzystanych odpadów do utylizacji. W tym wypadku pojawia się problem oceny kosztów, gdyż nie ma zbiorczej bazy cenników wspomnianej usługi, niemniej jednak dodatkowa praca, jaką byłoby przeprowadzenie analizy wariantowej, może się istotnie opłacić. Na rysunku 3 przedstawiono rozbieżność cen wybranych odpadów budowlanych na przykładzie kilkunastu przedsiębiorstw. Wyniki te są dość zaskakujące, aktualne ceny za przyjęcie odpadów różnią się od siebie nawet o 100% i więcej. Największą rozbieżność zaobserwowano w wypadku utylizacji

odpadowej papy, gdzie najwyższa odnotowana cena (1023,28 zł/Mg) jest prawie siedmiokrotnie wyższa od ceny najniższej. Co więcej, warto się również zapoznać z warunkami przyjęcia odpadów, w niektórych składowiskach bowiem cena za przyjęcie odpadów tej samej kategorii różni się w zależności od gabarytów odpadów (np. w wypadku gruzu odnotowano różne stawki dla brył o rozmiarach mniejszych i większych niż 30 cm).

Ważnym elementem planowania zagospodarowania odpadów jest opracowanie harmonogramu rzeczowo-finansowego, zawierającego terminy i czas trwania oraz koszty czynności (w tym przekazania lub odbioru odpadów) składających się na logistykę odzysku. Należy pamiętać, że harmonogram obciążony jest ryzykiem (zwłaszcza przy robotach remontowych i rozbiórkowych), którego źródłem jest wiele czynników. Wpływ na czas mają np. nieterminowe wykonywanie robót budowlanych, błędy i brak właściwej precyzji ustaleń dokumentacji technicznej. Natomiast czynnikami ryzyka zmian kosztów są: zmiany cen, zmiany terminów robót, jakość odpadów, w tym konieczność wykonania dodatkowych badań.

### Podsumowanie

Gospodarowanie odpadami stało się obowiązkiem inżynierów budów, a koszty z tym związane – składową kosztów inwestycji. Zagadnienie gospodarowania odpadami budowlanymi jest na tyle złożone, że do optymalizacji kosztów całego procesu należałoby się postużyć wyspecjalizowanym narzędziami, które aktualnie na rynku nie zostało opracowane, stąd efektywność finansowa realizowanych procesów zależy od doświadczenia, wiedzy, a także kreatywności inżyniera. Dla celów minimaliza-

cji kosztów związanych z gospodarką odpadami przydatne jest przygotowanie planu gospodarowania nimi, opartego na procesach odzysku przeprowadzonego w obrębie inwestycji oraz selektywnej zbiórce odpadów, z uwzględnieniem analiz rynkowych dotyczących przekazania do utylizacji odpadów niezagospodarowanych.

Wdrażanie wspomnianych metod odzysku, konsekwentne ich ulepszanie dla przedsiębiorstwa budowlanego może w dłuższej perspektywie stać się elementem strategii finansowej. Niemniej jednak wymaga to posiadania fachowej wiedzy oraz doświadczenia w zakresie technologii i procesów odzysku dla poszczególnych odpadów budowlanych, a więc wypracowania całego pakietu know-how, czyli nieopatentowanych informacji praktycznych i odnoszenia ich do indywidualnego charakteru każdorazowego przedsięwzięcia budowlanego. ■

**Abstract. Principles and examples of effective waste management on site.** Construction waste management is a complex process, the main tasks in this area include: planning and design, waste collection, storage, transport, recovery process or transfer for disposal. The aim of this article is to identify the key aspects of the construction waste management due to the costs. An extensive part of the study are examples of the implementation of reverse logistics within the construction site – which allows to reduce costs. Research has indicated significant differences in prices for disposal services, which may also be crucial from the point of view of cost-effective management of construction waste.

### Bibliografia

- [1] Ustawa z dnia 14.12.2012 o odpadach. Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.
- [2] Schultmann F. i Sunke N., *Organization of Reverse Logistics Tasks in Construction Industry. Sustainable Construction, Materials and Practices*. Amsterdam: IOS Press 2007.
- [3] European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and Committee the Regions. (01.07.2014). Resource Efficiency Opportunities in the Building Sector. Brussels.
- [4] Czaja J., Sobotka A., *Logistyka odzysku w cyklu życia obiektu budowlanego*, „Logistyka”, 2 (2015).
- [5] Rogers D.S., Tibben-Lembke R.S., *Reverse Logistics Trends and Practices*. Pittsburgh: RLEC Press (1999).
- [6] Sobotka A., Czaja J., *Analysis of the Factors Stimulating and Conditioning Application of Reverse Logistics in Construction*, „Procedia Engineerin” 122 (Orsdoce). Elsevier B.V.: 11–18.
- [7] Hosseini R., Chileshe N., Rameezdeen R., Lehmann, S., *Reverse Logistics for the Construction Industry: Lessons from the Manufacturing Context*. „International Journal of Construction Engineering and Management”, 3 (2014), pp. 75–90.
- [8] Sobotka A., Sagan J., Sikora A., *Logistyka odzysku w remontach obiektów budowlanych*. „Materiały Budowlane” 526 (6): str. 134–136 (2016).
- [9] Czaja J., Szczygielski M., Stopa Ł., Blajer M., *Zastosowanie logistyki odzysku w rozwiązaniach inżynierskich*, „Logistyka”, 4 (2015).
- [10] Czaja J., Jaskowska-Lemańska J., Wałach D., *Rola logistyki odzysku w rewitalizacji obiektów zabytkowych*, „Logistyka”, 4 (2015).
- [11] Sobotka A., Sagan J., *Cost-saving Environmental Activities on Construction Site – Cost Efficiency of Waste Management: Case Study*, The World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, 13–17 2016 June, Prague.