

Skutki ekonomiczne wprowadzenia systemu kaucyjnego dla instalacji do sortowania odpadów komunalnych

MAREK KLIMEK

Styczeń 2025



System kaucyjny i rozszerzonej odpowiedzialności producenta – perspektywa instalacji do sortowania odpadów komunalnych. Część 1.

Skutki ekonomiczne wprowadzenia systemu kaucyjnego dla instalacji do sortowania odpadów komunalnych

Styczeń 2025

Wydanie 1. Pierwsza publikacja niniejszej analizy przygotowanej w formie artykułu miała miejsce na portalu [Sozosfera.pl](https://sozosfera.pl) w dniu 21.10.2024 r.

Wydanie 2 (aktualne). Uzupelnione, opublikowane 03.01.2025 r. na wastetoeconomy.com oraz w formacie pdf.

Przygotowanie tego raportu było możliwe dzięki danym i informacjom pozyskanym z wielu źródeł, danych publikowanych i pozyskanych bezpośrednio z Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego oraz instalacji do sortowania odpadów komunalnych. Dziękuję wszystkim, którzy dane takie udostępnili. Zostały one wykorzystane w przygotowanym modelu obliczeniowym, co pozwoliło oszacować skutki ekonomiczne wprowadzenia systemu kaucyjnego dla instalacji do sortowania odpadów komunalnych. Pomimo starań, w obliczeniach i niniejszym opracowaniu mogły pojawić się błędy, które nie były zamierzone. Dlatego w przypadku, gdy takie popełniono, podano nieaktualne lub niewłaściwe dane, uprzejmie proszę o informację i komentarz na adres mailowy: info@wastetoeconomy.com. Wyrażam gotowość uzupełnienia lub aktualizacji wiedzy.

Dziękuję.

Marek Klimek

Wstęp

Od 2025 r. ma zacząć obowiązywać w Polsce system kaucyjny wprowadzony na podstawie ustawy z dnia 13 lipca 2023 r. o zmianie ustawy o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2023 poz. 1852). W ramach tego systemu przy sprzedaży napojów w wybranych opakowaniach pobierana będzie kaucja, która następnie będzie zwracana użytkownikowi końcowemu w momencie zwrotu danego opakowania. System kaucyjny będzie obejmował: butelki jednorazowego użytku z tworzyw sztucznych na napoje o pojemności do trzech litrów, puszki metalowe o pojemności do jednego litra oraz butelki szklane wielokrotnego użytku o pojemności do półtora litra.

Wdrożenie systemu kaucyjnego ma być w Polsce sposobem na realizację art. 9 Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko. Wspomniany przepis zobowiązuje państwa członkowskie Unii Europejskiej do zapewnienia selektywnej zbiórki, do celów recyklingu, jednorazowych butelek na napoje wykonanych z tworzyw sztucznych o pojemności do 3 litrów na poziomie 77% do 2025 r. i 90% do 2029 r. takich opakowań wprowadzonych do obrotu w danym roku.

Podstawowe pytania dotyczące skutków wprowadzenia systemu kaucyjnego

Analiza przeprowadzona w tym opracowaniu obejmuje butelki PET i puszki aluminiowe. To opakowania stanowiące najważniejsze, z punktu widzenia systemu kaucyjnego, frakcje surowcowe zawarte w odpadach komunalnych dostarczanych obecnie do sortowni. Butelki PET i puszki aluminiowe są jednocześnie najcenniejsze spośród wszystkich surowców i najłatwiejsze do wydzielenia w instalacjach, również tych manualnych. Dla nich też dostępne są dane umożliwiające przeprowadzenie obliczeń.

Natomiast aspektem, pod kątem którego prowadzona jest niniejsza analiza, są konsekwencje wprowadzenia systemu kaucyjnego dla instalacji do sortowania odpadów komunalnych. To właśnie te instalacje w pierwszej kolejności odczują bezpośrednie skutki ekonomiczne wprowadzenia systemu kaucyjnego. Obecnie do nich, w strumieniach odpadów komunalnych zbieranych selektywnie

oraz w odpadach zmieszanych, trafiają butelki jednorazowe na napoje (PET), jak również puszki metalowe (głównie aluminiowe).

Zgodnie z ustawą z 2023 r. w ramach systemu kaucyjnego poziom zbiórki tych opakowań ma wynieść 77% w 2025 r. Następnie ma on rosnąć z każdym rokiem o 3-4 punkty procentowe do poziomu 90% w 2029 r. i latach następnych. Strumienie butelek PET i puszek aluminiowych, które zostaną skierowane do systemu kaucyjnego, nie będą już znajdować się w strumieniach dostarczanych do sortowania w instalacjach przeznaczonych dla odpadów komunalnych.

Jaki zatem będzie wpływ systemu kaucyjnego na realizację celów gospodarki odpadami? Jakie skutki ekonomiczne odczują instalacje w związku z ubytkiem opakowań PET i puszek aluminiowych w strukturze odpadów dostarczanych do sortowania?

Wpływ systemu kaucyjnego na realizację celów gospodarki odpadami

Zakładanym celem wprowadzenia systemu kaucyjnego jest zwiększenie poziomu recyklingu odpadów komunalnych poprzez bardziej skuteczne selektywne zbieranie butelek PET i puszek aluminiowych. Jakiego efektu w tym zakresie możemy się spodziewać?

Z danych uzyskanych bezpośrednio w Instytucie Ochrony Środowiska (IOŚ) wynika, że roczna masa butelek z tworzyw sztucznych o pojemności do 3 l wprowadzonych do obrotu wynosi ok. 325 tys. Mg. W tym udział butelek PET to ok. 97%. Stąd masa butelek PET wprowadzonych do obrotu w 2022 r. wynosi ok. 315 tys. Mg. Dodatkowe informacje mówią o tym, że ok. 200 tys. Mg butelek PET trafia do recyklingu. Zatem wskaźnik skierowania butelek PET do recyklingu kształtuje się na poziomie

63,5%

**TYŁE WYNOŚI POZIOM BUTELEK PET
SKIEROWANYCH W POLSCE
DO RECYKLINGU WEDŁUG DANYCH
IOŚ ZA ROK 2022**

ok. 63,5% (200 tys. Mg / 315 tys. Mg = ok. 63,5%). Żeby przy wspomnianej wyżej masie butelek PET wprowadzonych do obrotu uzyskać poziom 90% skierowania ich do recyklingu (poziom zbiórki wymagany dla systemu kaucyjnego w 2029

r.), konieczne byłoby zwiększenie odzysku i poziomu skierowania butelek PET do recyklingu o ok. 84 tys. Mg, tj. z ok. 200 tys. Mg do ok. 284 tys. Mg. To jednak uproszczone i optymistyczne założenie, ponieważ system kaucyjny jest systemem selektywnej zbiórki odpadów, a wymagany poziom selektywnego zbierania opakowań nie ma bezpośredniego przełożenia na realizację wymaganych poziomów recyklingu. Ponadto zebrane selektywnie butelki PET nie nadają się w 100% do recyklingu. Dla uproszczenia rachunków, na cele tej analizy, pozostawmy jednak takie

założenia, mając świadomość, że będą one prowadziły również do optymistycznych wniosków.

Z kolei z danych Fundacji Recal¹ wynika, że wskaźnik recyklingu aluminiowych puszek po napojach za rok 2021 wynosi w Polsce 79%.

79%

**ALUMINIOWYCH PUSZEK
PO NAPOJACH TRAFIA
DO RECYKLINGU
WG DANYCH RECAL ZA ROK 2021**

W raporcie „Recykling aluminium – w kierunku zamknięcia obiegu”² Recal podaje, że ok. 95 tys. Mg waży wszystkie wprowadzane na polski rynek opakowania, w których aluminium jest materiałem dominującym, a 2/3 tej masy to puszki do napojów. Wynika stąd,

że roczna masa wprowadzanych puszek aluminiowych do napojów wynosi ok. 63 tys. Mg, a roczna masa puszek aluminiowych skierowanych do recyklingu wynosi ok. 50 tys. Mg ($63 \text{ tys. Mg} \times 79\% = \text{ok. } 50 \text{ tys. Mg}$). Zatem, aby uzyskać poziom skierowania do recyklingu puszek aluminiowych wynoszący 90% konieczne byłoby zwiększenie ich odzysku o ok. 7 tys. Mg. W tym miejscu, jak w przypadku butelek PET, również trzeba dodać, że to optymistyczne założenie, które pozostawmy dla uproszczenia obliczeń. Poziom selektywnego zbierania odpadów nie przekłada się bowiem bezpośrednio na poziomy recyklingu.

Patrząc całościowo na frakcje surowcowe, których przede wszystkim dotyczy system kaucyjny, to udział butelek PET i puszek aluminiowych (315 tys. Mg + 63 tys. Mg) w odpadach komunalnych można szacować na ok. 2,78%. Jeżeli aktualnie do recyklingu trafia 200 tys. Mg butelek PET

2,78%

**WYNOSI UDZIAŁ BUTELEK PET I PUSZEK
ALUMINIOWYCH W ODPADACH
KOMUNALNYCH**

i 50 tys. Mg puszek aluminiowych to obecnie z tych surowców uzyskuje się ok. 1,84% poziomu recyklingu. Wynika stąd, że aktualny poziom recyklingu dla obydwu tych frakcji wynosi ok. 66%.

1,84%

**POZIOMU RECYKLINGU ODPADÓW
KOMUNALNYCH W POLSCE UZYSKUJE
SIĘ DZIĘKI RECYKLINGOWI BUTELEK PET
I PUSZEK ALUMINIOWYCH**

Z powyższych obliczeń wynika, że osiągnięcie wskazanych w ustawie 90% poziomów selektywnego zbierania opakowań

i odpadów opakowaniowych dla butelek PET i puszek aluminiowych wymagałoby zebrania z rynku dodatkowo ok. 91 tys. Mg tych opakowań. Zgodnie z przyjętymi wcześniej założeniami utrzymujemy, że 90% selektywnie zebranych butelek PET i puszek aluminiowych zostanie w całości skierowanych do recyklingu.

Co taka informacja oznacza dla realizacji celów gospodarki odpadami? Jeżeli, zgodnie z informacją IOŚ³, poziom przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych (obliczony na podstawie danych złożonych przez marszałków województw) wyniósł w 2022 r. 27%, a ilość wytworzonych odpadów komunalnych w 2022 r. sięgnęła 13590 tys. Mg, to wolumen odpadów komunalnych skierowanych

27%

**WYNIÓŚŁ W POLSCE POZIOM
RECYKLINGU ODPADÓW KOMUNALNYCH
W 2022 R. WG DANYCH IOŚ-PIB**

do ponownego użycia i recyklingu był na poziomie ok. 3669 tys. Mg. Zwiększenie ilości odpadów skierowanych do recyklingu o obliczone 91 tys. Mg oznaczałoby zwiększenie masy odpadów komunalnych skierowanych do ponownego użycia i recyklingu do ok. 3760 tys. Mg. Taka masa odpadów komunalnych skierowanych do recyklingu oznaczałaby zwiększenie poziomu przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych w 2022 r. z 27% do 27,67% (3760 tys. Mg : 13590 tys. Mg). A to z kolei oznacza, że docelowy efekt ekologiczny systemu kaucyjnego dla roku 2029 i lat następnych, który zakłada 90% skuteczność selektywnej zbiórki oraz przy założeniu skierowania 100% selektywnie zebranych butelek PET i puszek aluminiowych do recyklingu, to zwiększenie poziomu przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych o 0,67 punktu procentowego. Będzie to jednak możliwe pod warunkiem,

0,67 PUNKTU PROCOWEGO

**TYLE WYNIÓŚŁBY EFEKT EKOLOGICZNY
SYSTEMU KAUCYJNEGO POLEGAJĄCY
NA ZWIĘKSZENIU POZIOMU RECYKLINGU
DLA 2022 ROKU PRZY ZAŁOŻENIU,
ŻE SKUTECZNOŚĆ ZBIÓRKI BUTELEK PET
I PUSZEK ALUMINIOWYCH WYNIÓŚŁBY
90%, A ZEBRANE OPAKOWANIA TEGO
TYPU W CAŁOŚCI ZOSTAŁY PRZEKAZANE
DO RECYKLINGU**

że wskazane w ustawie poziomy selektywnego zbierania w ramach systemu kaucyjnego zostaną osiągnięte i, przypomnijmy jeszcze raz, kiedy 100% selektywnie zebranych butelek PET i puszek aluminiowych zostanie skierowanych do recyklingu.

Analizy dotyczące wpływu systemu kaucyjnego na osiąganie poziomów recyklingu były prowadzone również przez Deloitte⁴. Wynika z nich, że masa odpadów opakowaniowych zbieranych w systemie kaucyjnym spowoduje wzrost poziomów recyklingu o 0,2-0,4 punktu procentowego w stosunku do obecnie odzyskiwanego strumienia tej frakcji w ramach zbiórki komunalnej. Wskazując spodziewane efekty wprowadzenia systemu

55%

WYNOSI WYMAGANY POZIOM PRZYGOTOWANIA DO PONOWNEGO UŻYCIA I RECYKLINGU ODPADÓW KOMUNALNYCH W 2025 R. W PERSPEKTYWIE 2035 R. POZIOM TEN ROŚNIE DO 65%.

EFEKT SYSTEMU KAUCYJNEGO DLA REALIZACJI WYMAGANEGO POZIOMU RECYKLINGU ODPADÓW KOMUNALNYCH JEST ZATEM MARGINALNY

kaucyjnego, mówimy zatem o marginalnym, tj. poniżej 0,7 punktu procentowego, jego wpływie na realizację wymaganego poziomu przygotowania do ponownego użycia i recyklingu, który dla 2025 r. wynosi 55%, a dla 2035 r. – 65%.

Koszty wprowadzenia systemu kaucyjnego

Wartością dodaną przywołanego raportu firmy Deloitte⁴ jest oszacowanie kosztów wdrożenia systemu kaucyjnego w Polsce. Wyniki analizy finansowej przeprowadzonej przez Deloitte wskazują, że łączny koszt inwestycyjny związany z uruchomieniem systemu kaucyjnego w Polsce, który opiera się na mieszanym modelu zbiórki opakowań i odpadów opakowaniowych, tj. uwzględniającym zarówno zbiórkę manualną, jak i automatyczną z wykorzystaniem maszyn weryfikujących i niszczących, może opiewać na kwotę bliską 14,2 miliarda zł (na lata 2025-2034). Prawie 65%, tj. 9,2 mld zł, tych kosztów związane jest z koniecznością przeprowadzenia niezbędnych prac budowlanych w celu

14,2 MLD ZŁ

WEDŁUG DELOITTE TYLE MA KOSZTOWAĆ WDROŻENIE SYSTEMU KAUCYJNEGO W POLSCE

dostosowania punktów zbiórki. Natomiast ponad 22%, tj. 3,1 mld zł, stanowią wydatki na zakup butelkomatów. Z kolei koszt operacyjny funkcjonowania systemu

kaucyjnego szacowany jest na łączną kwotę 23,1 mld zł w perspektywie 10 lat.

Jeżeli koszty inwestycyjne uruchomienia systemu kaucyjnego zostały prawidłowo określone przez Deloitte, to można spojrzeć na nie z jeszcze innej perspektywy. Jak wynika z analizy przeprowadzonej w artykule „Poziom technologiczny polskich instalacji do sortowania odpadów komunalnych w kontekście przygotowania ich do recyklingu”⁵ zapotrzebowanie na zaawansowane instalacje do sortowania odpadów komunalnych w Polsce można szacować na ok. 120 średniej wielkości sortowni. Jeżeli przyjąć całkowity koszt budowy średniej wielkości instalacji do sortowania odpadów wraz z halami, niezbędną infrastrukturą budowlaną i wyposażeniem na poziomie 100 mln zł, to za kwotę 14,2 mld

zł kosztów inwestycyjnych uruchomienia systemu kaucyjnego można by zbudować ok. 140 takich instalacji. W wyniku tego powstałaby

142

TYLKO ZA CENĘ WDROŻENIA SYSTEMU KAUCYJNEGO MOŻNA WYBUDOWAĆ ŚREDNIEJ WIELKOŚCI ZAKŁADÓW DO SORTOWANIA ODPADÓW KOMUNALNYCH O WARTOŚCI KAŻDEGO Z NICH 100 MLN ZŁ.

TO WIĘCEJ, NIŻ JEST POTRZEBNYCH ŚREDNIEJ WIELKOŚCI DODATKOWYCH SORTOWNI ODPADÓW KOMUNALNYCH W POLSCE UMOŻLIWIAJĄCYCH SKUTECZNE ODZYSKANIE KILKUNASTU, A NIE TYLKO DWÓCH FRAKCJI SUROWCOWYCH I SKIEROWANIA ICH DO RECYKLINGU

infrastruktura do odzysku kilkunastu frakcji materiałowych, również tych trudniejszych do zagospodarowania i wydzielenia, niż dwie najcenniejsze frakcje – PET i aluminium, których aktualnie dotyczy wdrażany w Polsce system kaucyjny.

I jeszcze jedno spostrzeżenie, z punktu widzenia efektywności. Jeżeli koszty inwestycyjne wprowadzenia systemu kaucyjnego szacowane przez Deloitte (14,2 mld zł)

podzielimy przez oszacowany i oczekiwany efekt tego systemu w postaci wzrostu poziomu przygotowania do ponownego użycia i recyklingu (przyjmując maksymalny oszacowany efekt na poziomie 0,67 punktu procentowego), to otrzymamy wartość 21,2 mld zł jako jednostkowe nakłady niezbędne dla zwiększenia poziomu przygotowania do ponownego użycia i recyklingu o 1 punkt procentowy, tj. np. z 27 do 28% (dla najprostszych dla recyklingu i najcenniejszych butelek PET i puszek aluminiowych). Pójście drogą akceptacji takiego poziomu kosztów inwestycyjnych zwiększania poziomu przygotowania do ponownego użycia i recyklingu również dla trudniejszych do zagospodarowania innych frakcji odpadów komunalnych, dla każdego kolejnego punktu procentowego (21,2 mld zł na jeden punkt procentowy) z poziomu 27% w 2022 r. aż do wymaganych 65% w 2035 r., oznaczałoby koszt osiągnięcia tego poziomu wynoszący ponad 805 mld zł.

Wpływ systemu kaucyjnego na instalacje do sortowania odpadów komunalnych

Koszty wdrożenia systemu kaucyjnego nie obejmują jedynie kosztów inwestycyjnych związanych z uruchomieniem tego systemu. W ekonomii wyszczególnia się również tzw. koszty zewnętrzne, przerzucane na otoczenie, które stanowią będąc wymierne skutki wdrożenia systemu kaucyjnego. Do tych kosztów należą np. koszty środowiskowe czy też koszty, które poniosą inne podmioty gospodarcze. W aspekcie gospodarczym wdrożenie systemu kaucyjnego w sposób bezpośredni i najsilniejszy wpłynie na funkcjonowanie i wyniki ekonomiczne instalacji

do sortowania odpadów komunalnych. Wpływ na poszczególne instalacje, w zależności od indywidualnej sytuacji każdej z nich, w dalszej kolejności będzie przekładał się na gminne systemy gospodarki odpadami, a ostatecznie – na mieszkańców.

Uwaga niniejszego opracowania jest skoncentrowana na instalacjach do sortowania odpadów komunalnych. W nich zachodzą bowiem realne procesy technologiczne przetwarzania odpadów decydujące o poziomach recyklingu. Dlatego instalacje są kluczowym elementem systemu gospodarki odpadami. Od instalacji i zastosowanej w nich technologii zależą efekty ekologiczne i osiągnane odzyski, a także efekty ekonomiczne. W jaki sposób na te efekty i kondycję ekonomiczną instalacji wpłynie system kaucyjny?

Na wstępie należy ustalić parametry analizy, na których będzie się ona opierała. Pierwszy z nich to masa butelek PET wprowadzanych każdego roku do obrotu (ok. 315 tys. Mg) i masa butelek PET kierowanych do recyklingu (ok. 200 tys. Mg). Następnie przyjąć należy ceny sprzedaży 1 Mg butelek PET na poziomie średnim dla 2024 r., wynoszącym 1500 zł i dokumentów potwierdzających recykling (DPR-ów) na poziomie 600 zł. Skuteczność wydzielenia butelek PET na dobrze zaprojektowanej zaawansowanej technologicznie linii sortowniczej może osiągnąć poziom 80-95%. Jednak dla obliczeń przyjmijmy skuteczność wydzielenia PET-ów w instalacji do sortowania na poziomie 80%. Zatem potencjalna wartość roczna butelek PET wysortowanych ze strumieni odpadów komunalnych wg cen sprzedaży tych butelek i DPR-ów wynosi: $315 \text{ tys.} \times 80\% \times (1500+600) = \text{ok. } 529 \text{ mln zł}$. Aktualna roczna wartość butelek PET wydzielonych w instalacjach do sortowania odpadów i kierowanych do recyklingu wg cen sprzedaży butelek i DPR-ów wynosi: $200 \text{ tys.} \times (1500+600) = \text{ok. } 420 \text{ mln zł}$.

Przyjmijmy dalej, że na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego 80% butelek PET zostanie wyłączonych ze strumieni odpadów kierowanych do instalacji, co wynikać będzie z udziału butelek PET objętych systemem kaucyjnym oraz poziomu zwrotności w ramach systemu kaucyjnego. W takim przypadku realna utrata dochodów instalacji do sortowania odpadów związanych ze sprzedażą PET-ów i odpowiadających im DPR-ów przy powyższych założeniach będzie na poziomie ok. 336 mln zł rocznie. W przypadku wzrostu intensywności sortowania PET-ów, np. na skutek wzrostu poziomu technologicznego instalacji do sortowania odpadów komunalnych z obecnego poziomu 63% do 80% potencjalna strata dochodów instalacji byłaby na poziomie ok. 423 mln zł rocznie.

W przypadku puszek aluminiowych – ich roczna masa kierowana do recyklingu wynosi 50 tys. Mg. Założmy, że ok. 60% puszek kierowanych do recyklingu pochodzi z instalacji do sortowania, a pozostała część

np. z punktów skupu. Następnie przyjmijmy ceny sprzedaży 1 Mg puszek aluminiowych na poziomie średnim dla 2024 r. wynoszącym 5000 zł i DPR-ów na poziomie 300 zł. Przyjmijmy również, że na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego 80% puszek aluminiowych zostanie wyłączone ze strumieni odpadów kierowanych do instalacji. W takim przypadku realna utrata dochodów instalacji do sortowania odpadów związanych ze sprzedażą puszek aluminiowych i odpowiadających jej DPR-ów, przy powyższych założeniach, będzie na poziomie ok. 127 mln zł rocznie.

Jeżeli dodatkowo uwzględnimy również to, że strumień odpadów komunalnych dostarczanych do sortowania zostanie uszczuplony o ok. 282 tys. Mg/rok (o tyle wg przyjętych danych zmniejszy się masa odpadów przyjmowanych do sortowni na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego i ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych), który przemnożymy przez średnią cenę przyjęcia odpadów do instalacji na poziomie 400 zł/Mg, to strata przychodów instalacji do sortowania odpadów komunalnych z tytułu przyjęcia odpadów będzie wynosiła ok. 113 mln zł.

Zatem łącznie szacowana realna utrata przychodów wszystkich instalacji do sortowania odpadów w Polsce związana ze sprzedażą butelek PET i puszek aluminiowych, odpowiadających im DPR-ów oraz utrata

576 MLN ZŁ ROCZNIE

**TYLE WYNOŚĆ BĘDZIE STRATA
INSTALACJI DO SORTOWANIA
ODPADÓW KOMUNALNYCH
W POLSCE, GDY W WYNIKU
WPROWADZENIA SYSTEMU
KAUCYJNEGO 80% BUTELEK PET
I PUSZEK ALUMINIOWYCH
NIE BĘDZIE SIĘ JUŻ ZNAJDOWAŁO
W ODPADACH DOSTARCZANYCH
DO SORTOWANIA**

przychodów z tytułu opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania z tytułu uszczuplenia strumieni odpadów dostarczanych do instalacji, przy powyższych założeniach, będzie na poziomie: 336 mln zł + 127 mln zł + 113 mln = ok. 576 mln zł rocznie. W perspektywie 10 lat jest to wartość straty na poziomie ok. 5,76 mld zł.

Zaawansowane technologicznie instalacje do sortowania odpadów, wbrew obiegowym opiniom, nie są nastawione tylko na „wyodrębnienie głównie frakcji opakowań po napojach typu PET oraz złomu metali, w tym puszek aluminiowych po napojach”. Z założenia mają one służyć i służyć do wydzielania szerokiego spektrum kilkunastu różnych frakcji surowcowych. Pogorszenie ekonomicznych warunków funkcjonowania instalacji, w postaci niższych przychodów z tytułu sprzedaży surowców, utrudni realizację ich celów. Obniży motywację do poprawy efektywności funkcjonowania i oznaczać będzie także wyższe koszty działania, które zostaną przerzucone na gminy i mieszkańców. To również realna

utrata środków finansowych na inwestycje, która utrudni rozwój i podnoszenie technologicznego poziomu instalacji, a w konsekwencji także realizacji krajowych celów gospodarki odpadami.

Studium przypadków – wpływ systemu kaucyjnego na sytuację poszczególnych instalacji

Na potrzeby tego artykułu, w oparciu o przygotowany model obliczeniowy została wykonana analiza, której celem było oszacowanie skutków wprowadzenia systemu kaucyjnego dla kilku instalacji do sortowania odpadów komunalnych działających w Polsce. Podstawą obliczeń były bilanse strumieni odpadów dostarczonych do sortowania i uzyskanych produktów za 2023 r. oraz przeciętne ceny rynkowe uzyskiwane w 2024 r. przez poszczególne instalacje. Dzięki temu wyniki mogą być przedstawione w cenach bieżących i według wartości średnich z 2024 r. W celu uzyskania bardziej porównywalnych wyników w niektórych przypadkach z analizy wyłączono jednak pewne strumienie odpadów zbierane selektywnie, jak np. szkło, które trafiały do instalacji. Dlatego na podstawie podanych informacji o strukturze odpadów dostarczanych do poszczególnych instalacji nie można wnioskować o poziomie selektywnej zbiórki w gminach.

Zaprezentowane niżej wyniki odnoszą się tylko i wyłącznie do analizowanych przykładów i nie mogą być odnoszone do innych instalacji. Wpływ wprowadzenia systemu kaucyjnego zależy od indywidualnej sytuacji każdej instalacji, specyfiki prowadzonej działalności, struktury i wielkości strumieni odpadów dostarczanych do sortowania, ich morfologii, poziomu zaawansowania technologicznego linii sortowniczej, struktury uzyskiwanych produktów, sposobu eksploatacji przez użytkownika, uzyskiwanych przez daną instalację cen sprzedaży surowców oraz innych czynników rynkowych i lokalnych. Przyjrzyjmy się niektórym przykładom dokładniej.

Przykład 1. Duża miejska instalacja z zaawansowaną technologią do sortowania odpadów

Do instalacji trafiają odpady komunalne zmieszane (88%) i selektywnie zbierane tworzywa sztuczne (12%) w łącznej ilości ok. 160 tys. Mg/rok. Wysortowane butelki PET i puszki aluminiowe stanowią łącznie 2,14% odpadów dostarczanych do sortowania.

Ich ekonomiczna wartość, uwzględniająca cenę frakcji surowcowej na rynku, DPR i opłatę na bramie jest na poziomie rocznym ok. 8,1 mln zł. W analizie uwzględniono ubytek 80% butelek PET i puszek aluminiowych w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego.

W efekcie tego, poziom odzysku frakcji surowcowych kierowanych do recyklingu zostanie obniżony o ok. 1,6 punktu procentowego.

Z kolei roczna strata ekonomiczna na skutek utraty 80% butelek PET i puszek aluminiowych po wprowadzeniu systemu kaucyjnego jest szacowana na kwotę ok. 6,5 mln, a w perspektywie 10 lat ok. 65 mln zł. Jest to wartość, która obejmuje utratę przychodów z tytułu sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, odpowiadających im DPR-ów i utraty przychodu z tytułu opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania („opłata na bramie”).

W związku z ubytkiem 80% butelek PET i puszek aluminiowych przychody ze sprzedaży frakcji surowcowych obniżą się o ok. 45%.

Dodatkowo, przyjmując, że koszty działania instalacji nie ulegną zmianie, a na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego zmniejszy się ilość odpadów przyjmowanych do przetwarzania, to w związku z tym jednostkowe koszty przetwarzania w przeliczeniu na 1 Mg wzrosną o ok. 1,7%.

Przeprowadzone obliczenia, które pozwoliły oszacować straty z tytułu spadku przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, odpowiadających im DPR-ów, utraconej opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania oraz wzrostu kosztów jednostkowych przetwarzania odpadów umożliwiły obliczenie wzrostu opłaty za przetwarzanie odpadów komunalnych w przeliczeniu na 1 Mg, która byłaby niezbędna, aby zrównoważyć straty instalacji. W analizowanym przypadku opłata za przyjęcie odpadów do przetwarzania musiałaby średnio wzrosnąć o ok. 49 zł w przeliczeniu na każdą tonę uwzględnionych w analizie odpadów dostarczanych do przetwarzania w tej instalacji.

Przykład 2. Duża miejska instalacja z zaawansowaną technologią do sortowania odpadów

Odpady dostarczane do sortowania to ok. 55 tys. Mg/rok, z dominującym udziałem odpadów zbieranych selektywnie (ok. 55%).

Udział wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych w odpadach dostarczanych do sortowania sięga ok. 4,9%.

Ekonomiczna wartość wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych uwzględniająca cenę frakcji surowcowej na rynku, DPR-ów i opłatę na bramie to ok. 7,4 mln zł.

Poziom odzysku frakcji surowcowych kierowanych do recyklingu na skutek ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego zostanie obniżony o ok. 2,4 punktu procentowego.

Roczna strata ekonomiczna szacowana na poziomie ok. 5,8 mln zł obejmuje utratę przychodów z tytułu mniejszej sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, obniżenia sprzedaży DPR-ów i utraty przychodu z tytułu „opłaty na bramie”. W perspektywie 10 lat jest to strata sięgająca ok. 58 mln zł.

Spadek przychodów ze sprzedaży frakcji surowcowych wynosi ok. 36%.

Wzrost jednostkowych kosztów przetwarzania odpadów na skutek zmniejszenia ilości odpadów dostarczanych do przetwarzania to ok. 4,1%.

Szacunkowy wzrost opłaty za przetwarzanie odpadów komunalnych w przeliczeniu na 1 Mg, niezbędny dla zrekompensowania strat z tytułu spadku przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, spadku przychodów ze sprzedaży DPR-ów, utraconej opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania oraz wzrostu kosztów jednostkowych przetwarzania odpadów na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego i ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w strumieniach odpadów przyjmowanych do sortowania sięgnie ok. 120 zł/Mg.

Przykład 3. Średniej wielkości instalacja z zaawansowaną technologią do sortowania odpadów

Odpady dostarczane do sortowania to łącznie ok. 44 tys. Mg/rok, w tym odpady zmieszane (ok. 89%), odpady zbierane selektywnie (ok. 11%). Udział wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych w odpadach dostarczanych do sortowania wynosi ok. 1,6%.

Ekonomiczna wartość wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych uwzględniająca cenę frakcji surowcowej na rynku, cenę DPR-ów i „opłatę na bramie” to ok. 2,25 mln zł.

Poziom odzysku frakcji surowcowych kierowanych do recyklingu na skutek ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego zostanie obniżony o ok. 1,1 punktu procentowego.

Roczna szacowana strata ekonomiczna, wynosząca ok. 1,8 mln obejmuje utratę przychodów z tytułu sprzedaży butelek PET i puszki aluminiowej, sprzedaży DPR-ów i utraty przychodu z tytułu opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania. W perspektywie 10 lat jest ona szacowana na ok. 18 mln zł.

Spadek przychodów ze sprzedaży frakcji surowcowych został oszacowany na ok. 36%. Wzrost jednostkowych kosztów przetwarzania odpadów na skutek zmniejszenia ilości odpadów dostarczanych do przetwarzania to ok. 1,3%.

Szacunkowy wzrost opłaty za przetwarzanie odpadów komunalnych, w przeliczeniu na 1 Mg, niezbędny dla zrekompensowania strat z tytułu spadku przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, spadku przychodów ze sprzedaży DPR-ów, utraconej opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania oraz wzrostu kosztów jednostkowych przetwarzania odpadów na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego i ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w strumieniach odpadów przyjmowanych do sortowania to ok. 48 zł/Mg.

Przykład 4. Średniej wielkości instalacja ze wspomaganą automatycznie manualną technologią do sortowania odpadów

Odpady dostarczane do sortowania to ok. 84 tys. Mg/rok, w tym odpady zmieszane (ok. 90%), odpady zbierane selektywnie (ok. 10%).

Udział wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych w odpadach dostarczanych do sortowania: poniżej 0,5%.

Ekonomiczna wartość wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych uwzględniająca cenę frakcji surowcowej na rynku, DPR i opłatę na bramie to ok. 1,25 mln zł.

Poziom odzysku frakcji surowcowych kierowanych do recyklingu na skutek ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych, w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego, zostanie obniżony o ok. 0,3 punktu procentowego.

Roczna ekonomiczna strata z tego tytułu oszacowana na poziomie ok. 1 mln zł obejmuje utratę przychodów z tytułu sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, sprzedaży DPR-ów i utraty przychodu z tytułu opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania (opłata na bramie). W perspektywie 10 lat wyniesie ona ok. 10 mln zł.

Spadek przychodów ze sprzedaży frakcji surowcowych został oszacowany na ok. 20%.

Wzrost jednostkowych kosztów przetwarzania odpadów na skutek zmniejszenia ilości odpadów dostarczanych do przetwarzania wyniesie ok. 0,4%.

Szacunkowy wzrost opłaty za przetwarzanie odpadów komunalnych, w przeliczeniu na 1 Mg, niezbędny dla zrekompensowania strat z tytułu spadku przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, spadku przychodów ze sprzedaży DPR, utraconej opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania oraz wzrostu kosztów jednostkowych przetwarzania odpadów na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego i ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w strumieniach odpadów przyjmowanych do sortowania to ok. 14 zł/Mg.

Przykład 5. Mniejsza gminna instalacja ze średniozaawansowaną technologią do sortowania odpadów

Ilość odpadów dostarczanych do sortowania to ok. 24 tys. Mg/rok, w tym odpady zmieszane (ok. 85%) i odpady zbierane selektywnie (ok. 15%).

Udział wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych w odpadach dostarczanych do sortowania to ok. 1,6%.

Ekonomiczna wartość wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych uwzględniająca cenę frakcji surowcowej na rynku, cenę DPR-ów i opłatę na bramie to ok. 1 mln zł.

Poziom odzysku frakcji surowcowych kierowanych do recyklingu na skutek ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych, w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego, zostanie obniżony o ok. 1,2 punktu procentowego.

Roczna szacowana strata ekonomiczna: ok. 0,8 mln zł obejmuje utratę przychodów z tytułu sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, sprzedaży DPR-ów i utraty przychodu z tytułu „opłaty na bramie”. W perspektywie 10 lat strata ta wyniesie ok. 8 mln zł.

Spadek przychodów ze sprzedaży frakcji surowcowych wyniesie ok. 52%.

Wzrost jednostkowych kosztów przetwarzania odpadów na skutek zmniejszenia ilości odpadów dostarczanych do przetwarzania to ok. 1,3%. Szacunkowy wzrost opłaty za przetwarzanie odpadów komunalnych, w przeliczeniu na 1 Mg, niezbędny dla zrekompensowania strat z tytułu spadku przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, spadku przychodów ze sprzedaży DPR-ów, utraconej opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania oraz wzrostu kosztów jednostkowych przetwarzania odpadów na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego i ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w strumieniach odpadów przyjmowanych do sortowania wyniesie ok. 36 zł /Mg.

Przykład 6. Średniej wielkości prywatna instalacja z zaawansowaną technologią do sortowania odpadów

Do sortowania dostarczane są odpady w ilości ok. 25 tys. Mg/rok. Są to odpady zbierane selektywnie.

Udział wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych w odpadach dostarczanych do sortowania sięga ok. 11%.

Ekonomiczna wartość wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych uwzględniająca cenę frakcji surowcowej na rynku, cenę DPR-ów i opłatę na bramie to ok. 7 mln zł.

Poziom odzysku frakcji surowcowych kierowanych do recyklingu na skutek ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych, w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego, zostanie obniżony o ok. 5,2 punktu procentowego.

Roczna szacowana strata ekonomiczna na poziomie ok. 5,6 mln zł obejmuje utratę przychodów z tytułu sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, sprzedaży DPR-ów i utraty przychodu z tytułu opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania. W perspektywie 10 lat wyniesie ona ok. 56,3 mln zł.

Spadek przychodów ze sprzedaży frakcji surowcowych sięgnie ok. 47%.

Wzrost jednostkowych kosztów przetwarzania odpadów na skutek zmniejszenia ilości odpadów dostarczanych do przetwarzania to ok. 9,6%. Szacunkowy wzrost opłaty za przetwarzanie odpadów komunalnych, w przeliczeniu na 1 Mg, niezbędny dla zrekompensowania strat z tytułu spadku przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, spadku przychodów ze sprzedaży DPR-ów, utraconej opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania oraz wzrostu kosztów jednostkowych przetwarzania odpadów na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego i ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w strumieniach odpadów przyjmowanych do sortowania to ok. 290 zł/Mg.

Przykład 7. Mała prywatna instalacja z manualną technologią do sortowania odpadów

Ilość odpadów dostarczanych do sortowania to ok. 3,2 tys. Mg/rok. Są to odpady zbierane selektywnie.

Udział wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych w odpadach dostarczanych do sortowania to ok. 19%.

Ekonomiczna wartość wysortowanych butelek PET i puszek aluminiowych uwzględniająca cenę frakcji surowcowej na rynku, cenę DPR-ów i opłatę na bramie sięga ok. 1,7 mln zł.

Poziom odzysku frakcji surowcowych kierowanych do recyklingu na skutek ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego obniży się o ok. 6,7 punktu procentowego.

Roczna szacowana strata ekonomiczna sięgająca ok. 1,34 mln zł obejmuje utratę przychodów z tytułu sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowej, ze sprzedaży DPR-ów i utratę przychodu z tytułu opłaty na bramie, a w perspektywie 10 lat, strata ma wynieść: ok. 13,4 mln zł.

Spadek przychodów ze sprzedaży frakcji surowcowych szacowany jest na poziomie ok. 53%.

Wzrost jednostkowych kosztów przetwarzania odpadów na skutek zmniejszenia ilości odpadów dostarczanych do przetwarzania szacowany jest na ok. 18%.

Szacunkowy wzrost opłaty za przetwarzanie odpadów komunalnych, w przeliczeniu na 1 Mg, niezbędny dla zrekompensowania strat z tytułu spadku przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych, spadku przychodów ze sprzedaży DPR-ów, utraconej opłaty za przyjęcie odpadów do przetwarzania oraz wzrostu kosztów jednostkowych przetwarzania odpadów na skutek wprowadzenia systemu kaucyjnego i ubytku 80% butelek PET i puszek aluminiowych w strumieniach odpadów przyjmowanych do sortowania: wyniesie ok. 500 zł/Mg.

Porównanie skutków wprowadzenia systemu kaucyjnego dla instalacji

Skutki wprowadzenia systemu kaucyjnego dla przykładów 1-7 instalacji sortowania odpadów komunalnych przedstawionych powyższej w tekście tego opracowania zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wpływ systemu kaucyjnego na instalacje do sortowania odpadów komunalnych

	Przykład						
	1	2	3	4	5	6	7
Masa odpadów dostarczonych do sortowania	160 tys.	55 tys.	44 tys.	84 tys.	24 tys.	25 tys.	3,2 tys.
Strumień odpadów dostarczonych do sortowania	ZOK (88%)	SZO (55%)	ZOK (89%)	ZOK (90%)	ZOK (85%)	SZO (100%)	SZO (100%)
Udział wysortowanych PET i ALU w strumieniach odpadów	2,14%	4,90%	1,60%	0,50%	1,60%	11%	19%
Roczna ekonomiczna wartość wysortowanych PET i ALU	8,1 mln zł	7,4 mln zł	2,25 mln	1,25 mln zł	1 mln zł	7 mln zł	1,7 mln zł
Spadek poziomu odzysku i skierowania do recyklingu	1,6 p.p.	2,4 p.p.	1,1 p.p.	0,3 p.p.	1,2 p.p.	5,2 p.p.	6,7 p.p.
Strata roczna (przychody ze sprzedaży surowców i DPR + opłata na bramie)	6,5 mln zł	5,8 mln zł	1,8 mln zł	1 mln zł	0,8 mln zł	5,6 mln zł	1,34 mln zł
Spadek przychodów ze sprzedaży surowców	45%	36%	36%	20%	52%	47%	53%

ZOK – zmieszane odpady komunalne. SZO – selektywnie zbierane odpady.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych z instalacji do sortowania odpadów komunalnych.

Wpływ wprowadzenia systemu kaucyjnego na poszczególne instalacje zależy od indywidualnej sytuacji i uwarunkowań funkcjonowania dla każdej z nich.

W związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego instalacje tracą kilkadziesiąt procent przychodów z tytułu sprzedaży frakcji surowcowych. Roczna szacowana strata ekonomiczna dla instalacji jest liczona w milionach złotych. W perspektywie 10 letniej strata ta wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu milionów złotych dla każdej z nich.

**ROCZNA SZACOWANA STRATA
EKONOMICZNA DLA INSTALACJI
ZWIĄZANA Z WPROWADZENIEM
SYSTEMU KAUCYJNEGO JEST
LICZONA W MILIONACH ZŁOTYCH.
W PERSPEKTYWIE 10 LETNIEJ STRATA
TA WYNOŚI OD KILKUNASTU
DO KILKUDZIESIĘCIU MILIONÓW
ZŁOTYCH DLA KAŻDEJ Z NICH**

Największe skutki odczuwają instalacje, w których dominuje przetwarzanie selektywnie zbieranych tworzyw, w tym instalacje manualne, w których proces technologiczny skoncentrowany jest przede wszystkim na wydzielaniu butelek PET i puszek aluminiowych. Im wyższy udział

strumieni zbieranych selektywnie jest skierowanych do sortowania i im wyższa jest skuteczność sortowania w danej instalacji, tym większe poniesie ona straty w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego.

Konieczny mechanizm przywracający opłacalność i dający motywację do recyklingu

Celem niniejszego opracowania było określenie, jaki wpływ na funkcjonowanie i możliwości rozwoju instalacji do sortowania odpadów komunalnych będzie miało wprowadzenie systemu kaucyjnego obejmującego butelki PET i puszki aluminiowe. Z przeprowadzonej analizy wynika, że system kaucyjny będzie miał istotny, a przy tym negatywny wpływ na wyniki ekonomiczne instalacji. Roczny koszt wprowadzenia systemu kaucyjnego, który poniosą instalacje do sortowania odpadów komunalnych w Polsce, obejmujący utratę przychodów ze sprzedaży butelek PET i puszek aluminiowych oraz odpowiadających im DPR-ów, jak również utratę przychodów z tytułu uszczuplenia strumieni odpadów dostarczanych do instalacji, będzie na poziomie ok. 576 mln zł rocznie. W perspektywie 10 lat jest to wartość rzędu 5,76 mld zł. Jest to wartość ubytku najcenniejszych frakcji surowcowych stanowiących ok. 2,1% masy odpadów komunalnych kierowanych do sortowania w instalacjach. Z niej m.in. finansowana jest bieżąca działalność instalacji i dalsze inwestycje.

Z drugiej strony efektywność systemu kaucyjnego stoi pod dużym znakiem zapytania. Należy bowiem wziąć pod uwagę, że jego wprowadzenie może

podnieść poziomy recyklingu, wg różnych szacunków, od zaledwie 0,2 do ok. 0,7 punktu procentowego. Z kolei koszt wdrożenia systemu kaucyjnego wg szacunków Deloitte będzie wynosił 14,2 mld zł. Jest to kwota, która wystarczyłaby na wybudowanie w Polsce ok. 140 średniej wielkości zaawansowanych instalacji do sortowania odpadów komunalnych. Dodatkowo koszty operacyjne systemu kaucyjnego są szacowane na 23,1 mld zł w perspektywie 10 lat.

Instalacje są odpowiedzialne za realizację procesów przetwarzania odpadów i przygotowania ich do recyklingu. Pogorszenie ekonomicznych warunków ich funkcjonowania, znaczące obniżenie efektywności planowanych inwestycji i podniesienie kosztów przetwarzania odpadów to czynniki, które z pewnością nie ułatwią realizacji coraz wyższych poziomów recyklingu. Dlatego, aby umożliwić realizację rosnących celów gospodarki odpadami (coraz wyższe poziomy odzysku i przygotowania odpadów do recyklingu) konieczne jest wdrożenie mechanizmu, który przywróci opłacalność, zapewni rynkowe finansowanie realizacji celów gospodarki odpadami, da stabilność pracy instalacji i motywację odzysku każdej tony frakcji surowcowej.

Jakie warunki muszą być spełnione, aby instalacje pozostały na ścieżce realizacji celów gospodarki odpadami po wprowadzeniu systemu kaucyjnego? Jakie działania mogą podjąć same instalacje do sortowania odpadów komunalnych, aby poprawić swoją sytuację po zmianach, jakie nastąpią w związku z wprowadzeniem systemu kaucyjnego? Czy wyrównanie instalacjom strat spowodowanych wprowadzeniem systemu kaucyjnego w postaci dopłaty do przetwarzania odpadów jest rozwiązaniem wystarczającym?

To pytania, które wykraczają poza ramy tego opracowania, a próba odpowiedzi została podjęta w odrębnej analizie⁶.

Źródła:

1. *Europa: Recykling aluminiowych puszek po napojach w 2021 r. na nowym, rekordowym poziomie 76%*, <https://recal.pl/informacje-branzowe/recykling-aluminiowych-puszek-po-napojach-w-2021-r-na-nowym-rekordowym-poziomie-76/>, dostęp 13.09.2024.
2. *Recykling aluminium – w kierunku zamknięcia obiegu*, Fundacja RECAL, <https://recal.pl/wp-content/uploads/2022/06/recykling-aluminium-w-kierunku-zamkniecia-obiegu.pdf>, dostęp 19.09.2024.
3. *Sprawozdania marszałków województw z realizacji zadań z zakresu gospodarowania odpadami komunalnymi w 2022 r.*, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, 2024, <https://ios.edu.pl/wp-content/uploads/2024/08/sprawozdania-marszalkow-wojewodztw-2022-v-003.pdf>, dostęp 14.09.2024.

4. *System kaucyjny – koszty, perspektywy, szanse*, Deloitte Advisory Sp. z o.o. Sp. k., wrzesień 2024.
5. M. Klimek, Poziom technologiczny polskich instalacji do sortowania odpadów komunalnych w kontekście przygotowania ich do recyklingu, <https://wastetoeconomy.com/poziom-technologiczny-polskich-instalacji-do-sortowania-odpadow-komunalnych-w-kontekscie-przygotowania-ich-do-recyklingu/>.
6. M. Klimek, Instalacje do sortowania odpadów komunalnych wobec nowych wyzwań: rosnące poziomy recyklingu, system kaucyjny i ROP, <https://wastetoeconomy.com/instalacje-do-sortowania-odpadow-komunalnych-wobec-nowych-wyzwan-rosnace-poziom-recyklingu-system-kaucyjny-i-rop/>.
7. Dane pozyskane bezpośrednio z Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego oraz z instalacji do sortowania odpadów komunalnych.