

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII ŚRODOWISKA
KATEDRA INŻYNIERII OCHRONY
ŚRODOWISKA

Wyzwania związane z Gospodarką Obiegu Zamkniętego na przykładzie Wrocławia

Emilia den Boer
Ryszard Szpadt

Tytuł:

Wyzwania związane z Gospodarką Obiegu Zamkniętego na przykładzie Wrocławia

Autorzy:

Emilia den Boer
Ryszard Szpadt

Politechnika Wrocławska
Wydział Inżynierii Środowiska
Katedra Inżynierii Ochrony Środowiska

Raport serii SPR nr 1/2021

Słowa kluczowe:

odpady komunalne, gospodarka o obiegu zamkniętym

Warszawa, marzec 2021

Projekt i skład

Magdalena Jarząbek

Partner raportu:

Fortum

Spis treści

1. Podstawa opracowania **11**
2. Cel i zakres opracowania **12**
3. Założenia Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ) i Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (GOZ) **13**
4. Wskazanie kierunków działań w celu osiągnięcia celów dotyczących recyklingu oraz ograniczenia składowania **22**
 - 4.1 Rola termicznego przetwarzania odpadów w GOZ **27**
5. Prognoza wytwarzania odpadów komunalnych we Wrocławiu i w województwie dolnośląskim **34**
6. Obecny system gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu **49**
 - 6.1 Selektownie zebrane surowce **54**
 - 6.2 Przetwarzanie selektownie zebranych bioodpadów **57**
 - 6.3 Zagospodarowanie resztkowych odpadów zmieszanych **59**
 - 6.4 Mankamenty obecnego systemu gospodarki odpadami we Wrocławiu **61**
 - 6.5 Wytyczne dla poprawy gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu **62**
7. Zalecany optymalny model GOZ dla gospodarki odpadami Wrocławia **64**
 - 7.1 Poziomy selektywnego zbierania i recyklingu **65**
 - 7.2 Skład odpadów resztkowych po selektywnym zbieraniu i pozostałości z sortowania **71**
 - 7.3 Właściwości odpadów resztkowych **73**
 - 7.4 Zawartość energii z OZE w odpadach resztkowych **76**
 - 7.5 Możliwość poddania frakcji resztkowej procesowi biologicznego suszenia **78**
 - 7.6 Niezbędna wydajność elektrociepłowni jako instalacji termicznego przekształcania odpadów **80**
 - 7.7 Kryteria ekologiczne **83**
 - 7.8 Kryteria ekonomiczne **87**
 - 7.9 Akceptacja społeczna – konsultacje społeczne projektu **90**
 - 7.10 Proponowany schemat gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu **92**
8. Wnioski **95**

Streszczenie

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji rozwoju systemu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu, w oparciu o założenia Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ) i Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (GOZ).

Unia Europejska wdraża politykę rozwoju gospodarczego w harmonii ze środowiskiem, ochroną jego zasobów, ochroną klimatu i bioróżnorodności. Ogłoszona w grudniu 2019 strategia rozwoju UE pod nazwą EZŁ zakłada, że Unia Europejska ma do 2050 roku stać się neutralna klimatycznie przy jednoczesnym stymulowaniu wzrostu gospodarczego i poprawy jakości życia. W ramach EZŁ, Komisja Europejska planuje zmiany w energetyce, transporcie, rolnictwie, przemyśle stalowym, cementowym, teleinformatycznym, tekstylnym i chemicznym.

Ustanowiony został pośredni cel ograniczenia do 2030 roku emisji gazów cieplarnianych o 55% w stosunku do emisji tych gazów w roku 1990. Neutralność klimatyczna netto oznacza bilans pomiędzy udziałem emisji ze źródeł nieodnawialnych oraz stopniem pochłaniania tych emisji przez rośliny, zwłaszcza przez lasy.

GOZ, wdrażana już od 2014 roku, stała się jednym z głównym elementów EZŁ i służy ochronie zasobów naturalnych poprzez racjonalne gospodarowanie surowcami, energią i odpadami. GOZ, nazywana także gospodarką cyrkularną, jest koncepcją zmierzającą do racjonalnego wykorzystania zasobów oraz ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko wytwarzanych produktów oraz odpadów.

W gospodarce odpadami obowiązuje hierarchia postępowania z odpadami, której priorytetami są zapobieganie wytwarzaniu odpadów, przygotowanie do ponownego użycia oraz recykling. Inne formy odzysku, w tym odzysk energii, umieszczone zostały dopiero na czwartym poziomie hierarchii. Najniżej w hierarchii stoi składowanie, które jest ostatecznością w postępowaniu z odpadami.

Gospodarka odpadami UE jest obecnie regulowana poprzez, przyjęty w dniu 30 maja 2018, pakiet dyrektyw zmieniających główne dyrektywy odpadowe, tzw. dyrektywy GOZ.

Główne cele ilościowe i jakościowe, zawarte w tych dyrektywach obejmują m.in:

- zwiększenie odpowiednio do 55 %, 60% i 65% celów w zakresie przygotowania odpadów komunalnych do ponownego użycia i recyklingu do 2025, 2030 i 2035 roku;
- poddane recyklingowi co najmniej 65 % oraz 70% wagowo wszystkich odpadów opakowaniowych odpowiednio w terminach do dnia 31 grudnia 2025 r. i 2030 r.
- maksymalny dopuszczalny poziom składowania odpadów komunalnych w ilości 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych od 2035 roku.

Wpływ zmian przepisów prawa, związanych z GOZ, na obecny system gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce jest znaczący. W kontekście termicznego przekształcania odpadów należy zauważyć, że zmniejszy się ilość i obniży jakość odpadów palnych i paliw, możliwych do pozyskania ze strumienia odpadów reszkowych.

W następnych latach (2021-2035) niezbędne będą następujące zasadnicze zmiany systemu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce dla jego dostosowania do wymagań GOZ:

- intensyfikacja działań mających na celu zapobieganie wytwarzaniu odpadów, w szczególności odpadów żywności, tworzyw sztucznych, odpadów mineralnych przez eliminowanie paliw stałych w gospodarstwach domowych, przyłączanie budynków do sieci ciepłowniczych itp.,
- znaczne zwiększenie efektywności selektywnego zbierania odpadów surowcowych, w tym opakowaniowych, odpadów zielonych, bioodpadów kuchennych i ogrodowych, innych odpadów, dla których dostępne będą możliwości recyklingu,
- konieczność usprawnienia sortowania zmieszanych odpadów komunalnych, zwłaszcza frakcji nadsitowej, w celu wydzielenia z niej odpadów surowcowych (modernizacja i automatyzacja sortowni w instalacjach komunalnych w celu zwiększenia ich wydajności i selektywności sortowania),
- zwiększenie wydajności i jakości sortowania odpadów zbieranych selektywnie dla wydzielenia materiałów wysokiej jakości, dla których możliwa będzie utrata statusu odpadów (modernizacja sortowni w instalacjach komunalnych i w wydzielonych sortowniach odpadów zbieranych selektywnie),
- zapewnienie recyklingu frakcji odpadów zebranych selektywnie,
- biologiczne przetwarzanie czystych bioodpadów, zebranych selektywnie, po wybudowaniu dedykowanych instalacji kompostowania i fermentacji lub adaptacji urządzeń w biologicznych częściach instalacji MBP do przetwarzania selektywnie zebranych bioodpadów,
- stopniowe ograniczanie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych, przestawienie części biologicznych instalacji MBP na wyłączne przetwarzanie czystych bioodpadów oraz ewentualne dosuszanie frakcji przeznaczonych do termicznego przekształcania,
- zapewnienie termicznego przetwarzania palnej frakcji odpadów – paliw RDF oraz pozostałości z przetwarzania odpadów reszkowych w instalacjach MBP i odpadów selektywnie zbieranych w sortowniach, których składowanie jest niezgodne z prawem (ITPOK, elektrociepłownie, cementownie),
- dalsze eliminowanie składowania odpadów, zwłaszcza nadających się do recyklingu oraz odpadów ulegających biodegradacji, w latach 2021-2035,
- składowanie od 1 stycznia 2035 r. maks. 10% odpadów komunalnych.

Obecnie w Polsce nie ma wystarczającej liczby instalacji do termicznego przekształcania oraz, zgodnych z prawem, innych możliwości zagospodarowania odpadów o cieple spalania >6 MJ/kg s.m., co prowadzi do nieprawidłowości – niezgodnego z prawem składowania czy nawet pożarów w instalacjach magazynujących te odpady. Od roku 2035 dodatkowy problem stanowić będzie brak możliwości składowania stabilizatu wytworzonego w instalacjach MBP z odpadów komunalnych po wysortowaniu z nich odpadów do recyklingu. Masa tego stabilizatu przekroczy dopuszczalną ilość 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych (stanowić będzie ok. 14-20%).

Tylko termiczne przetwarzanie odpadów komunalnych tzw. reszkowych zapewni osiągnięcie dopuszczalnego poziomu składowania 10% całkowitej masy wytworzonych odpadów komunalnych, gdyż pozostałości po spalaniu, nawet gdyby były składowane w całości, nie są

wliczane do limitu 10%.

Procesy termiczne przetwarzania odpadów komunalnych z odzyskiem energii stanowią domknięcie całego cyklu przetwarzania tych odpadów w gospodarce o obiegu zamkniętym i umożliwiają ograniczenie składowania odpadów, stojącego najniżej w hierarchii postępowania z odpadami. Są one niezbędnym elementem gospodarki odpadami komunalnymi w ramach GOZ, gdyż dzięki odzyskowi energii z odpadów ograniczają zużycie paliw pierwotnych do tego celu oraz globalne emisje CO₂.

Tak więc, równoległy rozwój procesów recyklingu surowcowego i organicznego oraz termicznego przetwarzania odpadów nie nadających się do recyklingu jest rozwiązaniem służącym pełnemu zagospodarowaniu odpadów komunalnych.

Oszacowanie niezbędnej wydajności instalacji do termicznego przetwarzania odpadów w Polsce zawiera załącznik do projektu uchwały RM zmieniającej uchwałę w sprawie KPGO 2022 z dnia 23.10.2020. Brakujące moce przerobowe instalacji do termicznego przekształcania odpadów w latach 2028 i 2034 wyniosą odpowiednio: 3 233 tys. Mg/rok i 3 070 tys. Mg/rok. Uwzględniając, nie ujęte w bilansie, instalacje: istniejącą w Zabrze, budowane w Gdańsku, Olsztynie i Warszawie oraz w fazie przetargu w Bełchatowie o łącznej wydajności 965 tys. Mg/rok, faktycznie brakujące wydajności wyniosą 2 268 tys. Mg/rok w 2028 roku i 2 105 tys. Mg/rok w 2034 roku. Ta analiza nie uwzględnia aktualnego wykorzystania ok. 1 mln Mg/rok wydajności cementowni w odniesieniu do współspalania palnych frakcji odpadów komunalnych. Jest zatem wystarczająca przestrzeń dla budowy wielu nowych instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych w Polsce w okresie najbliższych 10 lat.

Przyjęty przez Radę Ministrów dokument Polityka Energetyczna Polski do roku 2040 wskazuje, że przy zachowaniu unijnej hierarchii gospodarki odpadami, termiczne przetwarzanie odpadów w celu odzysku z nich energii wpisuje się w ideę gospodarki o obiegu zamkniętym. Zaleca się odzysk energii z odpadów w procesach termicznych, jak i w postaci biogazu. Odpady komunalne stanowią lokalne źródło energii dla energetyki rozproszonej. To nowy trend rozwoju energetyki (transformacji energetycznej), w którym wzrasta rola lokalnych źródeł energii, energetyki odnawialnej i prosumenckiej.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono propozycję docelowego modelu gospodarki odpadami we Wrocławiu. W tym celu opracowana została prognoza zmian ilości i składu materiałowego odpadów komunalnych we Wrocławiu i w całym województwie dolnośląskim. Uwzględnia ona trendy wzrostowe wynikające z rozwoju gospodarczego Polski (województwa dolnośląskiego i Wrocławia) po okresie kryzysu związanego z pandemią koronawirusa oraz zapobieganie wytwarzaniu odpadów wynikające z wdrażanej polityki ekologicznej w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym. Wzrost masy wytwarzanych odpadów do roku 2035 będzie znaczący i wyniesie ok. 21,8% dla Wrocławia i ok. 12% dla województwa dolnośląskiego w stosunku do roku 2019.

Z obliczeń bilansowych wynika, że we Wrocławiu do recyklingu w latach 2025 – 2035 skierowane musi zostać:

- 196 855 Mg odpadów komunalnych w 2025 roku (odpowiada 55% recyklingu)
- 228 814 Mg odpadów komunalnych w 2030 roku (odpowiada 60% recyklingu)
- 259 245 Mg odpadów komunalnych w 2035 roku (odpowiada 65% recyklingu).

Obecny system gospodarki odpadami we Wrocławiu realizowany jest w oparciu o selektywne zbieranie odpadów surowcowych i bioodpadów oraz mechaniczno-biologiczne przetwarzanie zmieszanych odpadów resztkowych. W ramach selektywnego zbierania, bezpośrednio u źródła (tj. przy posesji) odbierane są odrębnie następujące frakcje odpadów komunalnych:

- tworzywa sztuczne (oraz metale i opakowania wielomateriałowe),
- papier i tektura,

- bioodpady, w tym odpady zielone (ogrodowe) i od 2020 roku – również odpady kuchenne;
- opakowania szklane.

Udział selektywnie zebranych odpadów w całkowitej masie odpadów komunalnych wzrósł z 17,4% w 2013 roku do 37,4% w 2019 roku. Widoczna poprawa efektów selektywnego zbierania papieru i tektury oraz metali w latach 2018 i 2019 wynika również z uwzględnienia w statystykach gminy odpadów zbieranych w skupach surowców.

Odpady zebrane selektywnie u źródła oraz w PSZOKach przekazywane są do instalacji komunalnych lub sortowni odpadów selektywnie zbieranych. Selektywnie zebrane surowce, takie jak papier i tektura, tworzywa sztuczne, metale i odpady wielomateriałowe wymagają wstępnego doczyszczania. W ramach tego procesu odpady te segreguje się na jednorodne materiałowo frakcje, które można w dalszej kolejności przekazać recyklerom, prowadzącym proces właściwego recyklingu.

Od roku 2013 osiągnięto również znaczny wzrost ilości selektywnie zbieranych bioodpadów zielonych. Dalszego, znaczącego wzrostu ilości selektywnie zbieranych bioodpadów można się spodziewać w najbliższych latach. Wynika to z faktu, że od 2020 roku selektywnie zbierane są również bioodpady pochodzenia kuchennego. Przetworzenie prognozowanych ilości selektywnie zebranych bioodpadów nie jest możliwe w istniejących instalacjach. Już w 2019 roku selektywnie zbierane bioodpady zielone z Wrocławia zostały przekazane do 15 instalacji przetwarzania, w tym 8 zlokalizowanych poza województwem dolnośląskim. Nie jest to pożądane rozwiązanie, w związku z czym Miasto podjęło decyzję o budowie nowej instalacji przetwarzania selektywnie zbieranych bioodpadów – instalacji fermentacji we Wrocławiu przy ul. Janowskiej 51. Obecna koncepcja przewiduje budowę zakładu przetwarzania bioodpadów komunalnych przetwarzającego następujące strumienie odpadów:

- odpady biodegradowalne, w szczególności kuchenne zbierane selektywnie, w ilości docelowej 57 000 Mg/rok;
- odpady zielone zbierane selektywnie, w ilości docelowej 19 000 Mg/rok.

Mimo wzrastającego udziału selektywnego zbierania, największy strumień odpadów komunalnych stanowią wciąż resztkowe odpady zmieszane. Ich ilość w latach 2013-2019 utrzymywała się na prawie stałym poziomie, przy nieznacznej tendencji spadkowej. Nie jest to korzystny trend, biorąc pod uwagę cele gospodarki o obiegu zamkniętym, zmierzające do uzyskania 65% recyklingu masy wytwarzanych odpadów komunalnych w 2035 roku.

Resztkowe odpady zmieszane z terenu Wrocławia przetwarzane są w komunalnych instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych, które do 2019 roku były regionalnymi instalacjami przetwarzania odpadów komunalnych (tzw. RIPOK). Są to:

- Instalacja komunalna w Krynicznie (Środa Śląska), pod zarządem FB Serwis Wrocław Sp. z o.o.
- Ekologiczne Centrum Utylizacji odpadów w Rusku (Jarosów), pod zarządem Eneris Sp. z o.o.
- Zakład Gospodarowania Odpadami Rudna Wielka (Wąsosz), pod zarządem Chemeko System Sp. z o.o.

Eneris Sp. z o.o. oraz Chemeko System Sp. z o.o. są ponadto właścicielami składowisk odpadów, na których składowane są pozostałości z przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych oraz odpady inne niż niebezpieczne dopuszczone do składowania.

Łączna moc przerobowa trzech instalacji MBP pozwala na przyjęcie i poddanie przetworzeniu 362 000 Mg odpadów rocznie. Łączna przepustowość części biologicznych tych trzech instalacji, przy prowadzeniu procesu tlenowej stabilizacji, wynosi 155 000 Mg/rok.

Proces mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych polega na rozdzieleniu odpadów na tzw. frakcje podsitową (o wielkości <80 mm, która podlega biologicznej stabilizacji) i frakcji nadsitowej, która podlega bardziej lub mniej zaawansowanym procesom

sortowania w celu wydzielenia odpadów surowcowych do recyklingu i pozostałych materiałów palnych, nadających się do produkcji paliwa z odpadów, tzw. RDF. Stabilizat wytworzony z frakcji podsitowej kierowany jest do składowania na składowiskach komunalnych lub, po spełnieniu określonych wymagań, może być wykorzystany w części do rekultywacji zamkniętego składowiska odpadów (do wykonania okrywy biologicznej). Natomiast wytworzone paliwo z odpadów, po wzbogaceniu wysokokalorycznymi odpadami przemysłowymi, jest obecnie w Polsce wykorzystywane głównie przez cementownie. Przetwarzanie zmieszanych odpadów komunalnych w instalacjach MBP nie jest rozwiązaniem docelowym z punktu widzenia gospodarki o obiegu zamkniętym, gdyż:

- nie pozwala na uzyskanie wymaganej docelowej redukcji składowania odpadów komunalnych. Z przeglądu 20 instalacji MBP w Polsce wynika, że średnia ilość odpadów składowanych po procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania wynosi 45,9% początkowej masy odpadów [66],
- cementownie przyjmują jedynie paliwa wysokiej jakości, o wartości opałowej przekraczającej 20 MJ/kg. Z odpadów zmieszanych, po oddzieleniu surowców do recyklingu, można wytworzyć paliwo o wartości opałowej na poziomie 11-14 MJ/kg, które nie odpowiada wymogom cementowni – wymaga wzbogacenia o wysokokaloryczne odpady przemysłowe,
- MBP jest jedynie technologią wstępnego przetwarzania odpadów, w której powstają odpady do dalszego ostatecznego zagospodarowania, co czyni ją zależną od końcowych odbiorców i narzucanych przez nich warunków dotyczących jakości odpadów i wysokości opłat za odbierane odpady.

Obecny system gospodarki odpadami we Wrocławiu nie funkcjonuje w pełni efektywnie. Poniżej wymieniono jego największe problemy:

- W zakresie selektywnego zbierania surowców, problemem jest wciąż zbyt niska jego efektywność, zwłaszcza w zabudowie wielorodzinnej; ponadto problemem jest wysoki udział zanieczyszczeń w odpadach zbieranych w zabudowie wielorodzinnej;
- W zakresie selektywnego zbierania bioodpadów – konieczny jest rozwój i uzyskanie wysokich efektów selektywnego zbierania odpadów kuchennych, które będą poddawane recyklingowi organicznemu w planowanej instalacji fermentacji;
- Wskazana jest budowa kolejnych PSZOKów, jednak próby ich lokalizacji spotykają się z dużym oporem mieszkańców;
- W zakresie zagospodarowania odpadów w instalacjach komunalnych – niska efektywność tych instalacji w zakresie wydzielenia frakcji do recyklingu i innego rodzaju odzysku uniemożliwia spełnienie przyszłych, bardzo ambitnych celów w zakresie recyklingu odpadów komunalnych;
- Brakuje instalacji końcowego recyklingu i innych sposobów ostatecznego zagospodarowania odpadów komunalnych;
- Brak możliwości zagospodarowania frakcji palnych, nie nadających się do recyklingu, w obrębie gminy i całego województwa;
- Brak wpływu Gminy na koszty przetwarzania odpadów w instalacjach komunalnych, w tym koszty dalszego zagospodarowania frakcji palnej.

Idealny model GOZ obejmuje działania wynikające m.in. z hierarchii postępowania z odpadami:

- ograniczanie wytwarzania odpadów poprzez zapobieganie ich wytwarzaniu wszędzie tam, gdzie jest to możliwe (i uzasadnione względami społecznymi, środowiskowymi, ekonomicznymi, wymaganiami prawnymi),
- przygotowanie odpadów do ponownego użycia i ich użycie (punkty napraw sprzętu, spółdzielnie socjalne itp.),

- recykling odpadów, które nie nadają się do ponownego użycia,
- inne formy odzysku odpadów, w tym szczególnie odzysk energii,
- unieszkodliwianie odpadów, które nie zostały zagospodarowane żadnymi z wymienionych wyżej procesów recyklingu oraz innych metod odzysku.

Składowanie powinno dotyczyć wyłącznie pozostałości po przetworzeniu odpadów, całkowicie nieprzydatnych do żadnych innych procesów ich przetwarzania lub użycia. Dopuszczalne jest składowanie nieprzetworzonych odpadów obojętnych, choć dla nich korzystniejsze jest zagospodarowanie - odzysk jako materiału do wypełnienia wyrobisk i terenów zdegradowanych.

Wymagany wzrost recyklingu odpadów komunalnych do poziomu 55% całej masy odpadów komunalnych już w 2025 roku, a następnie dalszy wzrost do poziomu 65% odpadów komunalnych w 2035 roku wymaga zdecydowanej poprawy skuteczności selektywnego zbierania wszystkich frakcji odpadów, które mogą ze względów technologicznych zostać poddane recyklingowi.

W szczególności dotyczy to bioodpadów, które stanowią największy strumień odpadów komunalnych, a w przypadku Wrocławia, o zdecydowanej przewadze zabudowy wielorodzinnej, decydujący jest strumień odpadów kuchennych. Bioodpady, aby mogły zostać poddane procesowi recyklingu, muszą być zebrane selektywnie, gdyż nie ma możliwości wytworzenia produktu nawozowego z odpadów wysortowanych z odpadów zmieszanych, co stanowi podstawę uznania procesu za recykling.

Mimo przyjętego założenia, że do roku 2025 poziom selektywnego zbierania wszystkich frakcji wzrośnie o ok. 50% w stosunku do roku 2019, nie jest to wystarczające, aby spełnić wymagany w 2025 roku poziom recyklingu (55% całkowitej masy odpadów komunalnych). Wynika to m.in. z faktu, że nie wszystkie selektywnie zebrane surowce nadają się do recyklingu. Część materiałów zanieczyszczających i takich, dla których nie ma rynku zbytu, zostaje wysortowanych w sortowniach selektywnie zebranych surowców, jako tzw. pozostałość z sortowania. W związku z tym konieczne jest kontynuowanie sortowania odpadów zmieszanych w sortowniach w instalacjach komunalnych, w celu pozyskania dodatkowego strumienia surowców do recyklingu. Założono, że z resztkowych odpadów zmieszanych wydzielane w sortowni będą szkło, tworzywa sztuczne, metale i odpady wielomateriałowe.

Masa odpadów resztkowych będzie się zmniejszać od 193 204 Mg w roku 2020 do 118 928 Mg w roku 2035, wraz ze zmianami ilościowymi zmieniać będą się też właściwości paliwowe odpadów.

Wilgotność odpadów resztkowych w okresie 2019-2024 zmniejszy się z 40,0% do 37,3%, co ma związek ze wzrostem selektywnego zbierania bioodpadów. Następnie, wysortowanie suchych surowców, niezbędne od roku 2025, powoduje wzrost wilgotności do 42,6% w 2025. W kolejnych latach wilgotność utrzymuje się na zbliżonym poziomie. Ciepło spalania w całym okresie utrzymuje się na prawie stałym poziomie, w zakresie 17,3 – 18,3 MJ/kg sm. Wartość opałowa jest odwrotnie skorelowana z wilgotnością – w pierwszym okresie wzrasta do poziomu 8,7 MJ/kg w 2024 roku, a następnie w 2025 roku zmniejsza się do 8,0 MJ/kg i ulega dalszemu nieznacznemu spadkowi do 7,6 MJ/kg w 2035 roku.

Udział energii z frakcji biodegradowalnej (OZE) w odpadach resztkowych w latach 2020 – 2035 kształtuje się w zakresie 46,0% do 52,7%. Udział energii z OZE do roku 2025 wzrasta z 46,0% do 52,7%, a następnie nieznacznie spada do 51,8% w 2035 roku.

W celu poprawy właściwości paliwowych odpady resztkowe można opcjonalnie poddać procesowi biologicznego suszenia. Biologiczne suszenie jest to proces usuwania wilgoci z odpadów z wykorzystaniem naturalnie przebiegających reakcji rozkładu substancji biodegradowalnej, zawartej w odpadach, w warunkach tlenowych z wydzieleniem energii cieplnej. W wyniku biologicznego suszenia możliwa jest istotna zmiana wielkości strumienia odpadów zmieszanych, jak również ich właściwości. Istotny jest spadek wilgotności odpadów – średnio o ok. 37% i wzrost wartości opałowej – średnio o ok. 39%. Natomiast udział energii pochodzącej ze odpadów biodegradowalnych (OZE) praktycznie nie zmienia się.

Masa pozostałych odpadów do zagospodarowania w procesie termicznego przekształcania maleje w kolejnych latach, osiągając w 2035 roku ok. 138,8 tys. Mg/rok we Wrocławiu oraz ok. 460 tys. Mg/rok w całym województwie dolnośląskim, łącznie z Wrocławiem. Dopuszczalne do składowania ilości odpadów w 2035 roku stanowią odpowiednio ok. 40 tys. Mg/rok we Wrocławiu oraz 131,3 tys. Mg/rok w województwie dolnośląskim. Jednakże, biorąc pod uwagę hierarchię postępowania z odpadami, składowanie jest najgorszym rozwiązaniem, możliwym do stosowania wówczas, gdy wszystkie możliwości odzysku, w tym recyklingu, zostaną wyczerpane.

Szacunkowa zdolność przetwórcza instalacji do termicznego przekształcania odpadów w województwie dolnośląskim powinna wynosić w 2035 roku 350-400 tys. Mg/rok. Stanowi to 26,7% - 30,5% masy odpadów komunalnych prognozowanych do wytworzenia w województwie dolnośląskim.

Ze względów ekonomicznych uzasadniona jest budowa dwóch instalacji: jednej o wydajności 200 tys. Mg/rok w rejonie Wrocławia oraz drugiej o wydajności 150-200 tys. Mg/rok odpadów w środkowo-zachodniej części województwa (ewentualnie dwóch o wydajnościach ok. 100 tys. Mg/rok).

Instalacja termicznego przekształcania odpadów powinna zostać zrealizowana zgodnie z wymaganiami BAT w odniesieniu do spalarni odpadów komunalnych. Są one przedmiotem Decyzji Wykonawczej Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w odniesieniu do spalania odpadów – nr C(2019)798.

Blok energetyczny elektrociepłowni powinien bazować na nowoczesnej, technicznie dojrzałej, technologii spalania odpadów w palenisku rusztowym, zintegrowanym z kotłem parowym. Proces termicznego przekształcania odpadów przebiegać będzie autotermicznie, a więc nie będzie wymagane ciągłe wspomaganie procesu przy użyciu konwencjonalnego paliwa (poza etapami rozruchu i zatrzymania instalacji). Energia zawarta w odpadach będzie zamieniana w procesie termicznego przekształcania na energię elektryczną i ciepłą. Zastosowanie turbiny przeciwprężnej umożliwi funkcjonowanie instalacji w trybie kogeneracyjnym, pozwalającym na jednoczesną produkcję energii elektrycznej oraz ciepła z efektywnością przekraczającą 0,65 (proces odzysku energii R1).

Proces termicznego przekształcania odpadów powinien być tak prowadzony, aby zminimalizować ilość powstających zanieczyszczeń. Integralną częścią instalacji będzie efektywny kilkustopniowy system oczyszczania spalin, zapewniający dotrzymanie dopuszczalnych emisji zanieczyszczeń.

Wymagane jest zastosowanie systemu oczyszczania spalin opartego na półsuchej metodzie redukcji zanieczyszczeń kwaśnych z recyrkulacją pozostałości oraz niekatalityczną redukcją tlenków azotu (SNCR). Takie instalacje zastosowane zostały w większości ITPOK w Polsce. W celu redukcji metali ciężkich oraz dioksyn/furanów wykorzystany będzie węgiel aktywny.

Tego typu instalacje są powszechnie stosowane na świecie – w samej Europie funkcjonuje obecnie ponad 400 instalacji termicznego przetwarzania odpadów. Wiele z nich funkcjonuje w krajach skandynawskich (np. ostatnio otwarta spalarnia odpadów w Kopenhadze), w których kwestie środowiskowe są absolutnym priorytetem. Również polskie doświadczenia wskazują, że istniejące zakłady są bezpieczne dla środowiska, a mierzone emisje są dużo niższe niż obowiązujące, restrykcyjne normy.

1. Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na podstawie umowy nr W7/B/K40/3/2021 zawartej w dniu 10.02.2021 r. pomiędzy: Fortum Power and Heat Polska Sp. z o.o. z siedzibą we Wrocławiu, ul. Słonimskiego 1A, 50-304 Wrocław, reprezentowaną przez panów Piotra Górnik – Prezesa Zarządu i Mariusza Dzikucia – Prokurenta, a Politechniką Wrocławską, z siedzibą we Wrocławiu (50-370), wyb. Stanisława Wyspiańskiego 27, reprezentowaną przez: prof. dr hab. inż. Małgorzatę Kabsch-Korbutowicz – Kierownika Katedry Inżynierii Ochrony Środowiska przy kontrasygnacie finansowej Kwestora Politechniki Wrocławskiej.

2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest przedstawienie koncepcji rozwoju systemu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu, w oparciu o założenia Europejskiego Zielonego Ładu i Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.

Zakres opracowania obejmuje:

- założenia Europejskiego Zielonego Ładu i Gospodarki o Obiegu Zamkniętym,
- wskazanie możliwych kierunków działań w celu osiągnięcia celów dot. recyklingu oraz ograniczenia składowania do 10% masy odpadów wytwarzanych,
- analizę potencjału termicznego przetwarzania odpadów, będących pozostałością po sortowaniu i nienadających się do ponownego wykorzystania ani recyklingu (19 12 12) – jako jednej z metod zagospodarowania odpadów w modelu gospodarki o obiegu zamkniętym,
- analizę systemu gospodarowania odpadami na terenie Miasta Wrocław,
- pokazanie „idealnego” modelu GOZ dla Wrocławia,
- wskazanie wariantu najbardziej uzasadnionego dla rozwoju GOZ we Wrocławiu.

3. Założenia Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ) i Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (GOZ)

Unia Europejska wdraża politykę rozwoju gospodarczego w harmonii ze środowiskiem, ochroną jego zasobów, ochroną klimatu i bioróżnorodności. Ogłoszona w grudniu 2019 roku strategia rozwoju UE pod nazwą Europejski Zielony Ład (EZŁ) zakłada, że Unia Europejska ma do 2050 roku stać się neutralna klimatycznie przy jednoczesnym stymulowaniu wzrostu gospodarczego i poprawy jakości życia. W ramach EZŁ, Komisja Europejska planuje zmiany w energetyce, transporcie, rolnictwie, przemyśle stalowym, cementowym, teleinformatycznym, tekstylnym i chemicznym [1].

Ustanowiony został pośredni cel ograniczenia do 2030 roku emisji gazów cieplarnianych o 55% w stosunku do emisji tych gazów w roku 1990 [2,3,4]. Neutralność klimatyczna netto oznacza bilans pomiędzy udziałem emisji ze źródeł nieodnawialnych oraz stopniem pochłaniania tych emisji przez rośliny, zwłaszcza przez lasy.

Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ), wdrażana już od 2014 roku [50], stała się jednym z głównych elementów EZŁ i służy ochronie zasobów naturalnych poprzez racjonalne gospodarowanie surowcami, energią i odpadami. GOZ, nazywana także gospodarką cyrkularną, jest koncepcją zmierzającą do racjonalnego wykorzystania zasobów oraz ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko wytwarzanych produktów oraz odpadów. Rys. 1 przedstawia model GOZ.

Komunikat [50], „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: „zero odpadów” dla Europy” wskazuje m.in., że gospodarka o obiegu zamkniętym oznacza minimalizację odpadów na poziomie projektowania i standardowo obejmuje innowacje w całym łańcuchu wartości, a nie tylko rozwiązania na koniec cyklu życia produktu. Rozwiązania te obejmują:

- ograniczenie ilości materiałów wymaganych do świadczenia konkretnej usługi (ograniczenie masy materiałów i produktu);
- przedłużenie okresu użytkowania produktów (trwałość);
- ograniczenie zużycia energii i materiałów na etapach produkcji i użytkowania (efektywność);
- ograniczenie wykorzystania materiałów niebezpiecznych lub trudnych do recyklingu w produktach i procesach produkcji (substytucja);
- stworzenie rynków dla surowców wtórnych (recyklatów) w oparciu o normy, zamówienia publiczne itd.;
- projektowanie produktów łatwiejszych do utrzymania, naprawy, modernizacji, przetworzenia lub recyklingu (ekoprojekt);

Rys. 1
Model GOZ [50]



- rozwój koniecznych usług dla konsumentów w danym obszarze (konserwacje/naprawy itd.);
- zachęcanie konsumentów do ograniczania wytwarzania odpadów i wysokiej jakości segregacji oraz wspieranie tych działań;
- zachęcanie do segregacji i stosowanie systemów zbierania minimalizujących koszty recyklingu oraz ponownego wykorzystania;
- ułatwianie grupowania działań mających na celu zapobieganie przeznaczaniu produktów ubocznych na odpady (symbioza przemysłowa); oraz
- stymulowanie warunków sprzyjających szerszym i lepszym wyborom konsumentów za sprawą usług dzierżawy, wynajmu lub współużytkowania, stanowiących alternatywę dla posiadania produktów na własność, przy jednoczesnym zabezpieczeniu interesów konsumentów (pod względem kosztów, ochrony, informacji, warunków umownych, aspektów dotyczących ubezpieczenia itd.).

Komisja Europejska przedstawiła w marcu 2020 roku komunikat zawierający nowy plan działania dla GOZ [51]. Ten nowy plan działania stanowi zorientowany na przyszłość program na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy, współtworzony z podmiotami gospodarczymi, konsumentami, obywatelami i organizacjami społeczeństwa obywatelskiego. Jego celem jest przyspieszenie zmiany transformacyjnej wymaganej przez Europejski Zielony Ład, przy jednoczesnym wykorzystaniu działań w ramach GOZ realizowanych od 2015 r. Plan ten proponuje szereg powiązanych ze sobą inicjatyw mających na celu ustanowienie spójnych ram polityki produktowej, które sprawią, że zrównoważone produkty, usługi i modele biznesowe będą normą i przekształcą wzorce konsumpcji, tak aby przede wszystkim zapobiegać powstawaniu odpadów. Wprowadzone zostaną dalsze środki w celu zmniejszenia ilości odpadów i zapewnienia dobrze funkcjonującego wewnętrznego rynku wysokiej jakości surowców wtórnych w UE. Zwiększy się również zdolność UE do przetwarzania wszystkich odpadów we własnych granicach.

Projekt mapy drogowej dla GOZ w Polsce został przyjęty przez Radę Ministrów RP w dniu

10.09.2019. Mapa Drogowa GOZ jest jednym z projektów Strategii na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju [52].

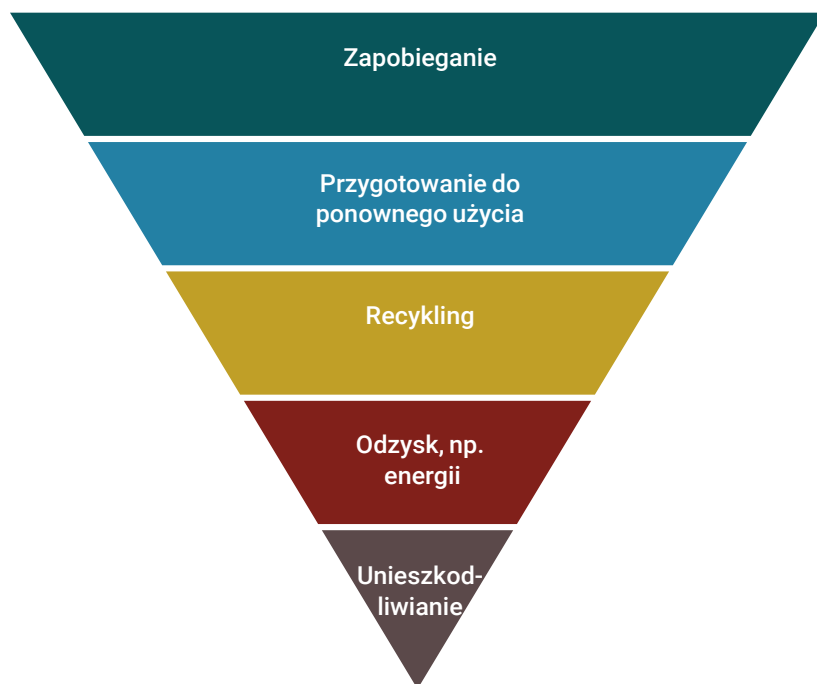
Do priorytetów Polski w ramach GOZ należą:

1. Innowacyjność, wzmocnienie współpracy pomiędzy przemysłem i sektorem nauki, a w efekcie wdrażanie nowatorskich rozwiązań w gospodarce.
2. Stworzenie europejskiego rynku na surowce wtórne, na którym łatwiejszy byłby ich przepływ.
3. Zapewnienie wysokiej jakości surowców wtórnych, które wynikają ze zrównoważonej produkcji i konsumpcji.
4. Rozwój sektora usług.

Dokument ten nie zajmuje stanowiska w kwestiach odzysku energii z odpadów i ich udziału w transformacji energetycznej.

W gospodarce odpadami obowiązuje hierarchia postępowania z odpadami, której priorytetami

Rys. 2
Hierarchia postępowania z odpadami



są zapobieganie wytwarzaniu odpadów, przygotowanie do ponownego użycia oraz recykling. Inne formy odzysku, w tym odzysk energii, umieszczone zostały dopiero na czwartym poziomie hierarchii (Rys. 2).

Składowanie stoi najniżej w hierarchii postępowania z odpadami jako proces ich unieszkodliwiania, jest ostatecznością w sytuacji gdy nie ma innych metod ostatecznego usunięcia odpadów.

Schemat przepływów odpadów (Rys. 3) pokazuje wagę takich pojęć jak produkty uboczne, czy utrata statusu odpadów przez niektóre rodzaje odpadów, które wpisują się bardzo dobrze w strategię GOZ.

Termiczne przekształcanie odpadów mieści się w pojęciu przetwarzania odpadów,

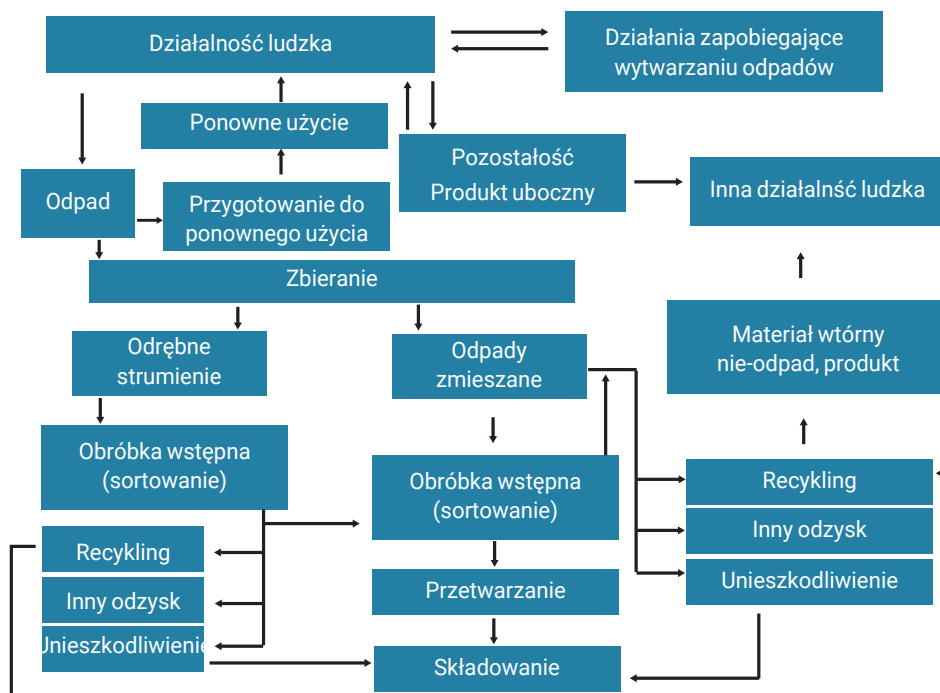
a pozostałości z przetwarzania mogą być kierowane do odzysku, w tym recyklingu, lub do unieszkodliwiania, w tym składowania.

Gospodarka odpadami UE jest obecnie regulowana poprzez, przyjęty w dniu 30 maja 2018, pakiet dyrektyw zmieniających główne dyrektywy odpadowe [6-9]. Te tzw. dyrektywy GOZ przyjęto ostatecznie w wyniku prowadzonych w latach 2014-2018 dyskusji i konsultacji kolejnych propozycji zmian proponowanych przez Komisję Europejską i Parlament Europejski.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r., zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów (tzw. dyrektywę ramową), zawiera m.in. następujące zapisy:

- zwiększenie odpowiednio do 55 %, 60% i 65% celów w zakresie przygotowania odpadów komunalnych do ponownego użycia i recyklingu do 2025, 2030 i 2035 roku;
- możliwość wprowadzenia celu ilościowego ograniczenia wytwarzania odpadów żywności dla roku 2030 (po analizie danych krajowych),
- możliwość ustanowienia do dnia 31 grudnia 2024 r. celów ilościowych dla przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów budowlanych i rozbiórkowych, odpadów tekstyliów, odpadów z handlu, odpadów przemysłowych innych niż niebezpieczne i innych strumieni odpadów, a także możliwość wyznaczenia celów dla przygotowania do ponownego użycia odpadów komunalnych i recyklingu bioodpadów komunalnych,
- wprowadzenie do 31 grudnia 2023 r. selektywnego zbierania bioodpadów oraz/lub kompostowania przydomowego,
- wzmocnienie obowiązków podmiotów wprowadzających na rynek określone produkty (w tym w opakowaniach) do zapewnienia finansowania zbierania i przetwarzania,

Rys. 3
Schemat przepływów odpadów w systemie gospodarki odpadami



w tym recyklingu, odpadów poużytkowych z tych produktów w ramach tzw. rozszerzonej odpowiedzialności producenta (EPR - ROP) - dla istniejących systemów EPR w poszczególnych krajach (w tym m.in. w Polsce) wprowadzający produkty na rynek powinni zapewnić pokrycie min. 50% kosztów zagospodarowania odpadów poużytkowych z tych produktów (w tym również opakowań);

- wprowadzenie systemu monitorowania osiągnięcia celów w zakresie recyklingu.

Termin transpozycji dyrektywy zmieniającej dyrektywę ramową do prawa krajowego upływał w dniu 5 lipca 2020.

Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2019/1004 z dnia 7 czerwca 2019 r. określająca zasady obliczania, weryfikacji i zgłaszania danych dotyczących odpadów, zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE oraz uchylającą decyzję wykonawczą Komisji C(2012)2384, jest przepisem wykonawczym do dyrektywy o zmianie dyrektywy ramowej o odpadach [10]. Decyzja ta wprowadziła nowe zasady oraz punkty obliczeniowe dla odpadów poddanych przygotowaniu do ponownego użycia i recyklingowi. Do ilości odpadów komunalnych przygotowanych do ponownego użycia zalicza się wyłącznie produkty lub składniki produktów, które po operacjach sprawdzenia, oczyszczenia lub naprawy mogą zostać ponownie użyte bez dalszego sortowania lub wstępnego przetwarzania. Ilość odpadów komunalnych poddanych recyklingowi stanowi ilość odpadów w punkcie obliczeniowym, ustalonym indywidualnie dla każdego materiału.

Skutkiem przyjęcia nowych punktów obliczeniowych będzie obniżenie dotychczas podawanych (jako uzyskane) poziomów recyklingu i przygotowania odpadów do ponownego użycia. Dotychczas, do obliczenia tych poziomów przyjmowano z reguły masę selektywnie zebranych odpadów (i sortowanych w instalacji komunalnej lub innej) dostarczonych do instalacji recyklingu. Rzeczywista masa odpadów poddanych recyklingowi jest znacznie niższa, gdyż zebrane selektywnie odpady surowcowe (zwłaszcza tworzywa sztuczne) zawierają dużo zanieczyszczeń i innych materiałów, które muszą być usunięte z odpadów przed właściwymi procesami ich recyklingu lub ponownego użycia.

Przykładowo, podczas wstępnego sortowania w instalacji komunalnej selektywnie zebranych odpadów tworzyw sztucznych usuwa się z nich nawet do ok. 50% innych materiałów i zanieczyszczeń, a dodatkowe sortowanie i oczyszczanie w zakładzie recyklingu powoduje usunięcie następnych ok. 30% zanieczyszczeń. Recyklingowi podlega ostatecznie tylko ok. 40%, maks. 50% masy selektywnie zebranych odpadów tworzyw sztucznych.

W przypadku bioodpadów, od dnia 1 stycznia 2027 roku do recyklingu zaliczane będą tylko procesy biologicznego przetwarzania bioodpadów zebranych selektywnie, pod warunkiem, że uzyskane produkty spełniają wymagania prawa nawozowego.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/850 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów ustala dla roku 2035 maksymalny dopuszczalny poziom składowania odpadów komunalnych stanowiący 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych [8].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/852 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych wprowadza wymagania przedstawione poniżej oraz w Tab.1 [7]:

- nie później niż do dnia 31 grudnia 2025 r. co najmniej 65 % wagowo wszystkich odpadów opakowaniowych zostanie poddane recyklingowi;
- nie później niż do dnia 31 grudnia 2030 r. co najmniej 70 % wagowo wszystkich odpadów opakowaniowych zostanie poddane recyklingowi.

Szczególnie znaczący jest wzrost wymagań ilościowych dla odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych, ponad 100% w stosunku do wymagań zawartych w zmienianej dyrektywie (Rys. 4).

Odpady tworzyw sztucznych, zwłaszcza opakowaniowe, są przedmiotem dalszych szczegółowych wymagań, zawartych m.in. w:

- dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/94 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko [11], zawierającej m.in.
 - od 3 lipca 2021 r. zakaz wprowadzania do obrotu 10 plastikowych produktów jednorazowego użytku - patyczki higieniczne, sztucce (widelce, noże, łyżki, pałeczki), talerze, słomki, mieszadła do napojów, patyczki do balonów, pojemniki do żywności i styropianowe kubeczki - oraz zastąpienie ich alternatywnymi produktami;
 - od 3 lipca 2024 r. dopuszczenie do obrotu tylko takich opakowań jednorazowego użytku z tworzyw sztucznych, których nakrętki i wieczka plastikowe będą przymocowane do nich na stałe (dotyczy to do butelek i pojemników);
 - od 2025 r. obowiązek użycia do produkcji butelek PET minimum 25% z materiału pochodzącego z recyklingu, a od 2030 r. - minimum 30%;
 - zapewnienie do 2025 r. przynajmniej 77% selektywnego zbierania do recyklingu butelek z tworzyw sztucznych jednorazowego użytku na napoje, a do 2029 r. - 90%.
- konkluzjach z posiedzenia Rady Europy UE w dniu 21 lipca 2020 r., zawierających m.in. wprowadzenie od dnia 1 stycznia 2021 r., podatku od opakowań z tworzyw sztucznych w wysokości 0,80 EUR za kg tego materiału, który nie został poddany recyklingowi. Podatek ten, kraje UE mają wpłacać do wspólnego budżetu UE, z którego środki zostaną wykorzystane m.in. na cele związane ze zwalczaniem skutków pandemii koronawirusa dla gospodarki.

Należy podkreślić, że spośród krajów UE, tylko Niemcy spełniają już obecnie wymagania GOZ w zakresie wymaganych poziomów recyklingu odpadów komunalnych na rok 2035. W 2018 roku ok. 67% odpadów poddawano tam recyklingowi materiałowemu i organicznemu, a ok. 31% przekształcano termicznie. Na składowiska usuwano poniżej 2% masy wytwarzanych

Tab. 1
Szczegółowe cele dla recyklingu poszczególnych rodzajów materiałów opakowaniowych

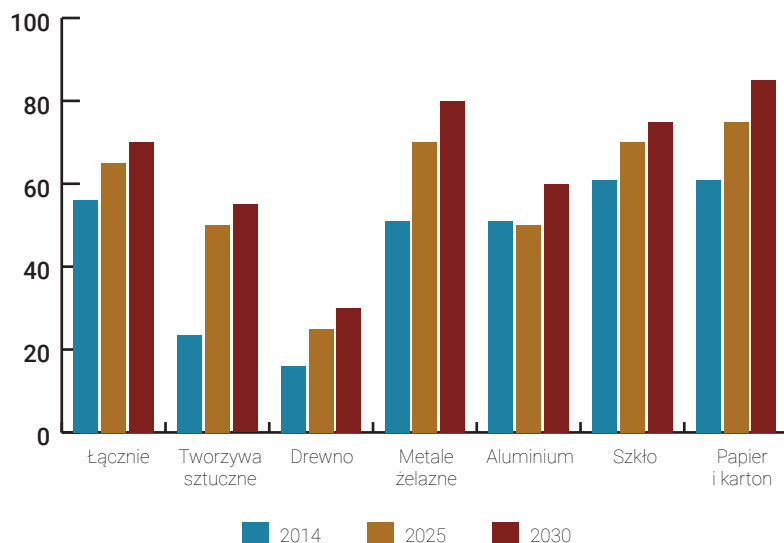
Rodzaje odpadów	2014 i lata następne ¹	do 2025 ²	do 2030 ²
Wszystkie odpady	56%	65%	70%
Tworzywa sztuczne	23,5%	50%	55%
Drewno	16%	25%	30%
Metale żelazne	51%	70%	80%
Aluminium	51%	50%	60%
Szkło	61%	70%	75%
Papier i karton	61%	75%	85%

¹ zgodnie z ustawą z dnia 13 czerwca 2013 o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi. Dz.U. 2013, poz. 888

² na podstawie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/852 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającej dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych

odpadów komunalnych. W innych krajach o zaawansowanych systemach gospodarki odpadami komunalnymi (Austria, Belgia, Holandia, Szwecja) udziały recyklingu wynosiły 53-58%, termicznego przekształcania 39-46%, a składowania 1-3% [68].

Transpozycja dyrektyw tzw. pakietu GOZ do polskiego prawa nastąpiła częściowo poprzez zmiany ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (ucpg) [14,21] oraz rozporządzenia

Rys. 4**Wymagane poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych dla lat 2025-2030 w porównaniu do celów na rok 2014**

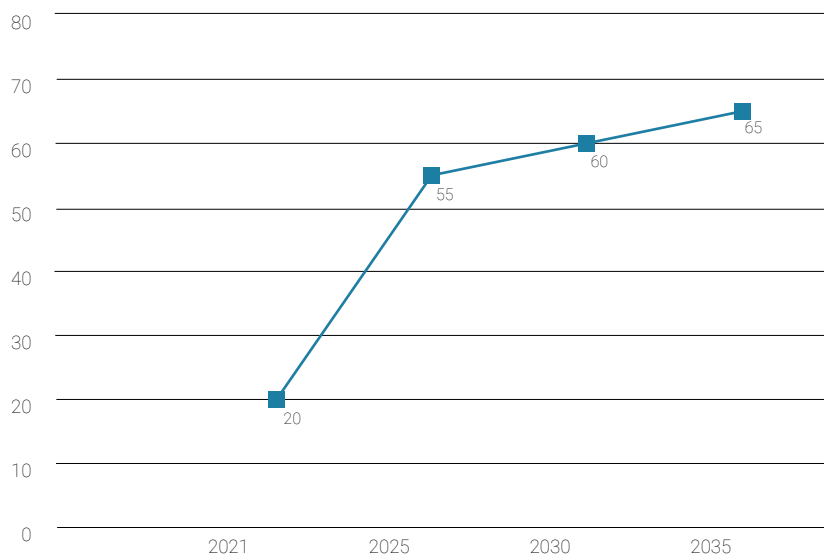
w sprawie rocznych poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych z gospodarstw domowych [19].

Zgodnie z ucpg, gminy są obowiązane osiągnąć poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia odpadów komunalnych, z wyłączeniem innych niż niebezpieczne odpadów budowlanych i rozbiórkowych stanowiących odpady komunalne, w wysokości co najmniej:

- 50% wagowo - za rok 2020¹
- 20% wagowo – za rok 2021²;
- 25% wagowo – za rok 2022;
- 35% wagowo – za rok 2023;

¹ do 2020 włącznie poziom recyklingu odnosił się wyłącznie do podstawowych surowców zawartych w odpadach komunalnych: papier i tektura, tworzywa sztuczne, szkło i metale, w tym odpady wielomateriałowe;

² od 2021 roku poziom recyklingu odnoszą się do całej masy odpadów komunalnych.

Rys. 5**Wymagane poziomy przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów komunalnych**

- 45% wagowo – za rok 2024;
- 55% wagowo – za rok 2025;
- 56% wagowo – za rok 2026;
- 57% wagowo – za rok 2027;
- 58% wagowo – za rok 2028;
- 59% wagowo – za rok 2029;
- 60% wagowo – za rok 2030;
- 61% wagowo – za rok 2031;
- 62% wagowo – za rok 2032;
- 63% wagowo – za rok 2033;
- 64% wagowo – za rok 2034;
- 65% wagowo – za rok 2035 i za każdy kolejny rok.

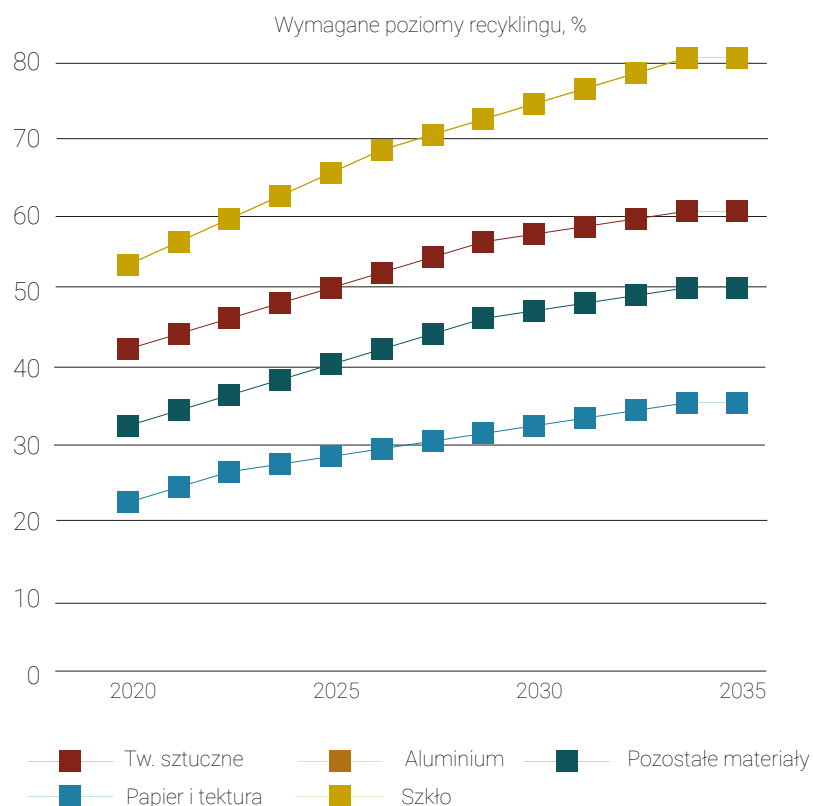
Wymagane 50% przygotowania do ponownego użycia i recyklingu dla roku 2020 dotyczy wyłącznie czterech materiałów zawartych w odpadach komunalnych, tj. papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła (PMTS). W przeliczeniu na całą masę odpadów komunalnych, ten poziom odpowiada średnio ok. 20% masy. Wymagania dla lat 2021-2035 i następnych odnoszą się do recyklingu i przygotowania do ponownego użycia całej masy odpadów komunalnych (Rys. 5).

Rozporządzenie [19] określa roczne poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych

Tab. 2.

Wymagane roczne poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych pochodzących z gospodarstw domowych [19]

Rok	Tworzywa sztuczne	Aluminium	Stal, w tym blacha i pozostałe metale	Papier i tektura	Szkło
2019	42	53	32	22	53
2020	44	56	34	24	56
2021	46	59	36	26	59
2022	48	62	38	27	62
2023	50	65	40	28	65
2024	52	68	42	29	68
2025	54	70	44	30	70
2026	56	72	46	31	72
2027	57	74	47	32	74
2028	58	76	48	33	76
2029	59	78	49	34	78
2030 i lata następne	60	80	50	35	80

Rys. 6.**Wymagane poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych z gospodarstw domowych (jednakowe poziomy recyklingu szkła i aluminium)**

pochodzących z gospodarstw domowych, które organizacja odzysku ma obowiązek uwzględniać w osiągniętych poziomach recyklingu poszczególnych rodzajów odpadów opakowaniowych (Tab. 2 i Rys. 6).

Poza regulacją tego rozporządzenia pozostają odpady opakowaniowe zbierane selektywnie i odrębnie przekazywane przez jednostki handlowe oraz zakłady przemysłowe do zakładów recyklingu (głównie są to opakowania zbiorcze i transportowe). Te odpady są znacznie bardziej jednorodne i czyste od odpadów opakowaniowych z gospodarstw domowych. Wymagania dotyczące recyklingu opakowań z tworzyw sztucznych zawarte w rozporządzeniu [19] są wyższe niż wymagane w dyrektywie [7]. Ich osiągnięcie może być bardzo trudne, biorąc pod uwagę faktyczny poziom recyklingu odpadów tworzyw sztucznych z żółtego pojemnika (worka), po odjęciu zanieczyszczeń zawartych w selektywnie zbieranych odpadach, przyjmowanych obecnie w całości do obliczenia poziomu recyklingu.

Należy podkreślić, że w GOZ przywiązuje się bardzo duże znaczenie zapobieganiu wytwarzaniu odpadów. To działanie służy nie tylko zmniejszeniu zużycia surowców pierwotnych w gospodarce, ale także ograniczeniu zanieczyszczeniu środowiska przez odpady. Szczególnie znacznie ma zapobieganie marnotrawieniu żywności.

Wprowadzenie wymienionych szczegółowych wymagań dotyczących zapobiegania wytwarzaniu odpadów tworzyw sztucznych, selektywnego zbierania i recyklingu odpadów opakowaniowych i komunalnych wpłynie istotnie na masę i skład materiałowy pozostałych odpadów komunalnych, wymagających przetworzenia termicznego, aby ograniczyć masę odpadów usuwanych ostatecznie na składowiska.

4. Wskazanie kierunków działań w celu osiągnięcia celów dotyczących recyklingu oraz ograniczenia składowania

Dla wyboru metod i rozwiązań organizacyjnych modernizacji gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu została opracowana w latach 2014/15 strategia gospodarki odpadami komunalnymi [32], wymagająca jednak aktualizacji i dostosowania do nowych wymagań przepisów pakietu GOZ. Termiczne przekształcanie odpadów pozostałych po selektywnym zbieraniu było analizowane w różnych wariantach organizacyjnych i było traktowane jako niezbędny integralny element systemu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu. Wcześniej opracowane były także inne raporty, dotyczące w szczególności miejsca termicznego przetwarzania w gospodarce odpadami komunalnymi Wrocławia [35,38].

Wpływ zmian przepisów prawa, związanych z GOZ, na obecny system gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce jest znaczący. W kontekście termicznego przekształcania odpadów należy zauważyć, że zmniejszy się ilość i obniży jakość paliw RDF, możliwych do pozyskania ze strumienia odpadów reszkowych.

W następnych latach (2021-2035) niezbędne będą następujące zasadnicze zmiany systemu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce:

- intensyfikacja działań mających na celu zapobieganie wytwarzaniu odpadów, w szczególności odpadów żywności, tworzyw sztucznych, odpadów mineralnych przez eliminowanie paliw stałych w gospodarstwach domowych, przyłączanie budynków do sieci ciepłowniczych itp.,
- znaczne zwiększenie efektywności selektywnego zbierania odpadów surowcowych, w tym opakowaniowych, odpadów zielonych, bioodpadów kuchennych i ogrodowych, innych odpadów, dla których dostępne będą możliwości recyklingu,
- konieczność usprawnienia sortowania zmieszanych odpadów komunalnych, zwłaszcza frakcji nadsitowej w celu wydzielenia z niej odpadów surowcowych (modernizacja i automatyzacja sortowni w instalacjach komunalnych w celu zwiększenia ich wydajności i selektywności sortowania),
- zwiększenie wydajności i jakości sortowania odpadów zbieranych selektywnie dla wydzielenia materiałów wysokiej jakości, dla których możliwa będzie utrata statusu odpadów (modernizacja sortowni w instalacjach komunalnych i w wydzielonych sortowniach odpadów zbieranych selektywnie),

- zapewnienie recyklingu frakcji odpadów zebranych selektywnie,
- biologiczne przetwarzanie czystych bioodpadów, zebranych selektywnie, po wybudowaniu dedykowanych instalacji kompostowania i fermentacji lub adaptacji urządzeń w biologicznych częściach instalacji MBP do przetwarzania selektywnie zebranych bioodpadów,
- stopniowe ograniczanie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych, przestawienie części biologicznych instalacji MBP na wyłączne przetwarzanie czystych bioodpadów oraz ewentualne dosuszanie frakcji przeznaczonych do termicznego przekształcania,
- zapewnienie przetwarzania palnej frakcji odpadów (ITPOK, elektrociepłownie, cementownie),
- dalsze eliminowanie składowania odpadów, zwłaszcza nadających się do recyklingu oraz odpadów ulegających biodegradacji, w latach 2021-2035,
- składowanie od 1 stycznia 2035 r. maks. 10% odpadów komunalnych.

Te znaczące zmiany systemu wpłyną na pracę aktualnie funkcjonujących instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP), wytwarzających stabilizat oraz tzw. pre-RDF. Dotychczas były one głównymi instalacjami przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych. W latach 2005-2016 ich głównym celem było przede wszystkim zapewnienie biologicznej stabilizacji odpadów przed usunięciem na składowiska. Zgodnie z wymaganiami dyrektywy ramowej o odpadach, do 15 lipca 2016 roku należało spełnić wymagania dotyczące ograniczenia składowania odpadów ulegających biodegradacji do maks. 35% masy tych odpadów wytwarzanych w 1995 roku. Wobec braku selektywnego zbierania i przetwarzania bioodpadów, było to rozwiązanie najszybsze do wdrożenia.

Wraz z wdrażaniem zasad GOZ i wprowadzonymi wysokimi wymaganiami dotyczącymi recyklingu, jako podstawowej metody zagospodarowania odpadów, zmienia się rola instalacji MBP w systemie gospodarki odpadami komunalnymi. Są one przekształcane w tzw. centra recyklingu, w których selektywnie zbierane odpady surowcowe są sortowane w celu przekazania do recyklingu, a selektywnie zbierane bioodpady są przetwarzane biologicznie w urządzeniach służących dotychczas do biologicznej stabilizacji biofrakcji wydzielanej ze zmieszanych odpadów komunalnych, w celu przygotowania jej do składowania na składowiskach.

Do tych instalacji MBP dostarczane będą coraz mniejsze ilości zmieszanych odpadów komunalnych, pozostałych po selektywnym zbieraniu odpadów surowcowych i bioodpadów. Sortowanie zmieszanych odpadów reszkowych powinno być postrzegane wyłącznie jako działanie uzupełniające w stosunku do sortowania selektywnie zebranych surowców, mające na celu spełnienie wymogów recyklingu przy niewystarczającej efektywności selektywnego zbierania. Jakość surowców wydzielanych z odpadów zmieszanych jest niższa niż z selektywnie zbieranych i może nie spełniać wymogów stawianych przez recyklerów. Ponieważ produkcja i stosowanie paliw z odpadów nie jest recyklingiem, instalacje dotychczas oparte głównie na wytwarzaniu paliw z odpadów komunalnych muszą się przestawić na przetwarzanie odpadów także z innych źródeł, niekomunalnych i nieopakowaniowych. Traci uzasadnienie biologiczna stabilizacja frakcji odpadów zmieszanych pozostałych po wysortowaniu z nich odpadów do recyklingu, wobec ograniczenia możliwości składowania stabilizatu. Niezależnie od dopuszczalności składowania do 10% masy odpadów komunalnych, składowanie pozostaje najmniej akceptowalną opcją gospodarowania odpadami i powinno być eliminowane. Uzasadnione jest wykorzystanie części bioreaktorów w instalacji MBP do biologicznego suszenia tych pozostałych frakcji zmieszanych odpadów po sortowaniu. Biologiczne suszenie będzie służyło głównie podwyższeniu wartości opałowej odpadów palnych niskiej jakości przeznaczonych dla termicznego przekształcania w elektrociepłowniach i spalarniach odpadów oraz, jak dotychczas, przygotowaniu materiału do wytwarzania paliwa dla cementowni.

Niezbędne działania dla zapewnienia uzyskania wysokich poziomów recyklingu obejmują m.in.:

- konieczność wdrożenia rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP) za

gospodarowanie odpadami opakowań wprowadzanych wraz z produktami na rynek,

- wdrożenie systemu kaucyjnego dla części opakowań (po napojach), dzięki czemu stopień ich zbierania selektywnego można podwyższyć nawet do 90% masy tych opakowań wprowadzanych na rynek,
- konieczność budowy/rozbudowy instalacji recyklingu wybranych frakcji odpadów, w szczególności wielu rodzajów tworzyw sztucznych, odpadów papieru oraz odpadów wielomateriałowych, a także rozbudowę instalacji do recyklingu organicznego bioodpadów, a więc wytwarzania nawozów organicznych i środków wspomagających uprawę roślin (tzw. polepszaczy glebowych).

Istotnym czynnikiem mogącym wpłynąć na rynek instalacji jest włączenie do polskiego prawa nowych wymagań dotyczących rozszerzonej odpowiedzialności producentów w odniesieniu do podmiotów wprowadzających na rynek towary w opakowaniach. Znowelizowane przepisy dyrektyw odpadowych wprowadziły obowiązek dostosowania przepisów krajowych do nowych zasad ROP oraz wprowadzenia ich w życie w terminach wynikających z tych dyrektyw, tj. do 5 lipca 2020, zmian prawa krajowego oraz od 5 stycznia 2023 r. wdrożenia w życie nowych zasad ROP (w przypadku odpadów opakowaniowych to jest termin 31 grudnia 2024 r.). Podmioty wprowadzające na rynek produkty w opakowaniach mają obowiązek zapewnić finansowanie zbierania, recyklingu i przetwarzania odpadów opakowaniowych w ramach tzw. rozszerzonej odpowiedzialności producenta (EPR - ROP). Dla istniejących systemów ROP wprowadzający produkty w opakowaniach powinni zapewnić pokrycie min. 50% kosztów zagospodarowania odpadów opakowaniowych.

Jednym z proponowanych rozwiązań w systemie ROP jest wprowadzenie kaucji na butelki z tworzyw sztucznych, szkła oraz na puszki metalowe. System kaucyjny jest niezbędny m.in. dla zapewnienia osiągnięcia minimum 77% selektywnego zbierania jednorazowych butelek z tworzyw sztucznych na napoje (głównie PET) od roku 2025 i 90% od roku 2030.

Opracowany został projekt ustawy wdrażającej ROP, jednak jego treść nie została udostępniona do konsultacji społecznych. Bez wdrożenia efektywnego prawa regulującego ROP oraz wdrożenia rozwiązań organizacyjnych i technicznych systemu kaucyjnego nie będzie możliwy dalszy rozwój selektywnego zbierania oraz sortowania odpadów opakowaniowych zawartych w odpadach komunalnych, w tym szczególnie z tworzyw sztucznych dla potrzeb recyklingu, a także osiągnięcie wymaganych bardzo wysokich poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu odpadów opakowaniowych.

Nowe wymagania dotyczące wysokich poziomów przygotowania do ponownego użycia oraz recyklingu dla całej masy odpadów komunalnych oznaczają m.in. konieczność intensyfikacji recyklingu organicznego bioodpadów ze strumienia odpadów komunalnych, gdyż bez nich nie ma możliwości uzyskania tak wysokich poziomów recyklingu, nawet przy wysokich wskaźnikach recyklingu odpadów surowcowych. Wiąże się to też z koniecznością rozszerzenia selektywnego zbierania bioodpadów, w tym zwłaszcza bioodpadów kuchennych. Dyrektywa ramowa wymaga, aby państwa członkowskie UE zapewniły selektywne zbieranie bioodpadów, w celu spełnienia odpowiednich norm jakości dla kompostu i osiągnięcia określonych poziomów recyklingu. Wymagane poziomy recyklingu odpadów komunalnych są bardzo ambitne i będą trudne, lub wręcz niemożliwe, do spełnienia bez daleko idących zmian procesów produkcyjnych i wymuszenia na producentach stosowania coraz wyższych udziałów surowców wtórnych z recyklingu w nowych produktach.

Oszacowanie niezbędnej wydajności instalacji do mechanicznego i biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych, a także do recyklingu poszczególnych odpadów surowcowych selektywnie zebranych i wysortowanych z odpadów komunalnych w Polsce zawiera dokument [39], stanowiący załącznik do projektu uchwały RM zmieniającej uchwałę w sprawie Krajowego Planu Gospodarki Odpadami (Kpgo) 2022 z dnia 23.10.2020.

Brakujące wydajności dla części mechanicznej w zakresie sortowania odpadów z selektywnego zbierania wynoszą ok. 4,0 mln Mg/rok dla roku 2028 i 4,6 mln Mg/rok dla roku 2034. Luka wg

stanu na rok 2018 wyniosła 1,2 mln Mg/rok.

Luka inwestycyjna dla części biologicznej do przetwarzania selektywnie zebranych bioodpadów wynosi ok. 1,7 mln Mg/rok dla roku 2028 i 2,1 mln Mg/rok dla roku 2034. Dla roku 2018, z uwagi na niski poziom selektywnego zbierania bioodpadów, występowały wolne moce przerobowe ok. 0,5 mln Mg/rok.

Rozwiązanie problemu zagospodarowania frakcji palnej wymaga budowy nowych instalacji termicznego przekształcania odpadów, które nie nadają się do recyklingu, a nie wolno ich składować ze względu na zbyt wysoką wartość opałową, zgodnie z polskim prawem.

Zapewnienie ograniczenia składowania odpadów komunalnych do maks. 10% masy odpadów wytworzonych po roku 2035.

Zgodnie z ustawą o odpadach (art. 105. 1) odpady przed umieszczeniem na składowisku odpadów poddaje się procesowi przekształcenia fizycznego, chemicznego, termicznego lub biologicznego, włącznie z segregacją, w celu ograniczenia zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub dla środowiska oraz ograniczenia ilości lub objętości składowanych odpadów, a także ułatwienia postępowania z nimi lub prowadzenia odzysku.

Ustawa o odpadach zabrania m.in. składowania odpadów ulegających biodegradacji, selektywnie zebranych oraz określonych w przepisach odrębnych.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz.U. nr 1277) określa wymagania dla składowania odpadów o kodach 19 08 05, 19 08 12, 19 08 14, 19 12 12 oraz odpadów z grupy 20 do składowania na składowisku odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne:

- ogólny węgiel organiczny 5% sm
- straty przy prażeniu 8% sm
- ciepło spalania 6 MJ/kg sm.

Z tego wymagania wynika jednoznacznie, że odpady pozostałe po wysortowaniu frakcji surowcowych z odpadów zmieszanych w instalacjach komunalnych (MBP) nie spełniają wymagań ich dopuszczenia do składowania. Jednocześnie brak jest wystarczających mocy przerobowych instalacji termicznego przekształcania tych odpadów, co skutkuje m.in. licznymi pożarami ich magazynów oraz nielegalnym usuwaniem na składowiska.

Dotychczasowe przepisy krajowe nie określają jednak dopuszczalnych ilości odpadów komunalnych lub odpadów pochodzących z ich przetwarzania, które można usuwać na składowiska.

Artykuł 5a dyrektywy PE i Rady (UE) 2018/850 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającej dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów wskazuje zasady obliczania poziomu ograniczenia składowania odpadów komunalnych w celu sprawdzenia czy osiągnięty został cel składowania nie więcej niż 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych do roku 2035:

- a. państwa członkowskie obliczają masę odpadów komunalnych wytworzonych i skierowanych do składowania w danym roku kalendarzowym;
- b. masę odpadów powstałych w wyniku operacji przetwarzania poprzedzających recykling lub inny proces odzysku odpadów komunalnych, np. sortowania lub mechaniczno-biologicznego przetwarzania, a następnie składowanych, zalicza się do masy odpadów komunalnych zgłaszanych jako składowane;
- c. masę odpadów komunalnych wprowadzanych do operacji unieszkodliwiania przez spalanie oraz masę odpadów wytworzonych w operacjach stabilizacji biodegradowalnej frakcji odpadów komunalnych w celu jej składowania zalicza się do odpadów zgłaszanych jako składowane;
- d. masę odpadów powstałych podczas recyklingu lub innych procesów odzysku odpadów

komunalnych, które są następnie składowane, nie zalicza się do masy odpadów komunalnych zgłaszanych jako składowane.

Państwa członkowskie tworzą skuteczny system kontroli jakości i możliwości śledzenia składowanych odpadów komunalnych, aby zapewnić spełnienie warunków określonych w ust. 1 niniejszego artykułu. Państwa członkowskie mogą wykorzystać do tego celu system wprowadzony zgodnie z art. 11a ust. 3 dyrektywy 2008/98/WE. L 150/104 Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 14.6.2018

Z tych zasad wynika, że pozostałości po odzysku energii z:

- odpadów komunalnych (tzw. resztkowych, pozostałych po selektywnym zbieraniu frakcji surowcowych i bioodpadów),
- odpadów wytworzonych podczas recyklingu odpadów komunalnych,
- odpadów wydzielonych z odpadów komunalnych podczas operacji poprzedzających recykling lub inny proces odzysku odpadów komunalnych,

nawet jeśli będą składowane, nie będą zaliczane do bilansu odpadów składowanych.

Warunkiem jest, aby proces termicznego przetwarzania odpadów spełniał wymagania odzysku energii z odpadów, co oznacza, że poziom odzysku energii z termicznego przetwarzania odpadów (efektywność energetyczna) nie może być mniejszy niż 0,65. W przypadku Polski, warunek ten spełniają wszystkie czynne instalacje termicznego przetwarzania wyłącznie odpadów komunalnych i powinny spełniać także nowe instalacje, które zostaną wprowadzone do użytkowania.

Po zapewnieniu recyklingu 65% masy wytworzonych odpadów komunalnych pozostaje 35% masy tych odpadów, które wymagają dalszego przetworzenia, aby masa odpadów komunalnych składowanych nie przekroczyła 10% masy odpadów komunalnych wytworzonych w 2035 roku.

W tej części 35% masy odpadów znajdują się:

1. odpady zmieszane zbierane w pojemniku na odpady pozostałe (tzw. resztkowe odpady komunalne), które mogą stanowić nawet 20-30% masy odpadów wytworzonych, a składem materiałowym nie będą różnić się istotnie od średniego składu materiałowego zmieszanych odpadów komunalnych odbieranych obecnie,
2. odpady wydzielone podczas sortowania w instalacjach komunalnych odpadów zebranych selektywnie,
3. odpady wydzielone w instalacjach recyklingu podczas operacji sortowania i przygotowania odpadów do recyklingu,
4. odpady wydzielone podczas demontażu odpadów wielkogabarytowych w celu wydzielenia z nich materiałów do recyklingu,
5. odpady wydzielone z zebranych selektywnie odpadów budowlano-remontowych.

Jeśli więc odpady resztkowe po 2035 roku byłyby dalej poddawane procesowi mechaniczno-biologicznego przetwarzania, to masa wytworzonego stabilizatu przekroczyłaby dopuszczalną do składowania ilość 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych (stanowiłaby ok. 14-20%).

Tylko termiczne przetwarzanie odpadów komunalnych tzw. resztkowych zapewni osiągnięcie dopuszczalnego poziomu składowania 10% całkowitej masy wytworzonych odpadów komunalnych, gdyż pozostałości po spalaniu, nawet gdyby były składowane w całości, nie są wliczane do limitu 10%. Wytwarzane w procesie termicznego przekształcania odpadów komunalnych żużle, stanowiące dominujący masowo strumień stałych pozostałości po spalaniu, są poddawane procesowi waloryzacji, co oznacza wydzielenie z nich metali, a następnie obróbkę mechaniczną w celu wykorzystania jako kruszywa budowlanego/drogowego.

4.1 Rola termicznego przetwarzania odpadów w GOZ

Procesy termiczne przetwarzania odpadów komunalnych z odzyskiem energii stanowią domknięcie całego cyklu przetwarzania tych odpadów w gospodarce o obiegu zamkniętym i umożliwiają ograniczenie składowania odpadów, stojącego najniżej w hierarchii postępowania z odpadami. Są one niezbędnym elementem gospodarki odpadami komunalnymi w ramach GOZ, gdyż dzięki odzyskowi energii z odpadów ograniczają zużycie paliw pierwotnych do tego celu oraz globalne emisje CO₂. Komisja Europejska w 2017 r. opublikowała komunikat pt: „Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce o obiegu zamkniętym” [22], w którym nie tylko nie wyklucza się udziału spalarni w GOZ, ale wskazuje istotne miejsce dla termicznego przetwarzania odpadów komunalnych (tzw. resztkowych po selektywnym zbieraniu frakcji do recyklingu oraz pozostałości po sortowaniu odpadów zebranych selektywnie) wraz z odzyskiem energii.

Procesy termicznego przetwarzania odpadów w celu odzysku energii mogą odegrać ważną rolę w przechodzeniu na gospodarkę o obiegu zamkniętym, pod warunkiem stosowania hierarchii postępowania z odpadami, w szczególności zapobiegania powstawaniu odpadów oraz poddania ich odzyskowi, w tym szczególnie recyklingowi. Należy na nowo zdefiniować rolę spalania odpadów (obecnie podstawowej metody przetwarzania odpadów w celu odzysku energii) aby zapewnić, że spalanie nie będzie uniemożliwiało osiągnięcia wysokich poziomów recyklingu i ponownego wykorzystania odpadów oraz nie wystąpią nadmierne zdolności produkcyjne instalacji przetwarzania odpadów resztkowych (w procesach mechaniczno-biologicznych i termicznych).

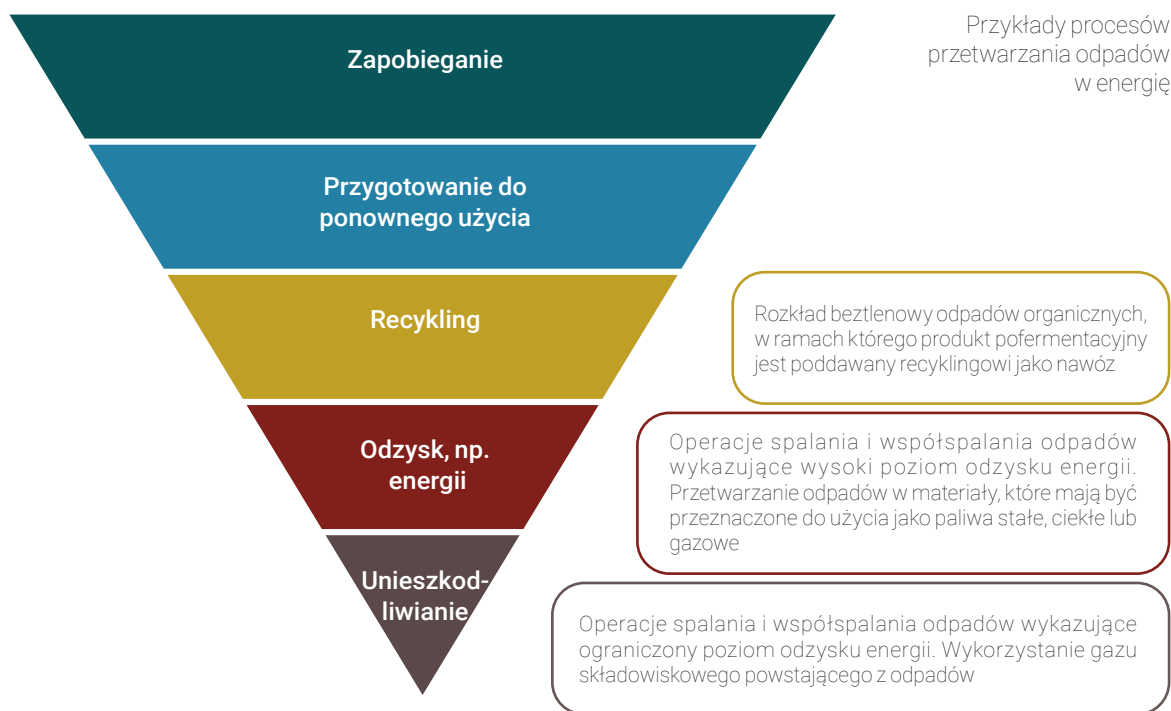
Zgodnie z wynikami badania Komisji Europejskiej, do najlepszych sprawdzonych technik służących zwiększeniu efektywności energetycznej czterech procesów przetwarzania odpadów zalicza się [22]:

- współspalanie w instalacjach energetycznego spalania: zgazowanie stałego paliwa z odpadów oraz współspalanie pozostałego gazu syntezowego w obiekcie energetycznego spalania w celu zastąpienia paliw kopalnych w produkcji energii elektrycznej i ciepła;
- współspalanie w instalacjach do produkcji cementu i wapna: przekształcanie ciepła odpadowego w energię ciepłą w piecach cementowych;
- spalanie odpadów w przeznaczonych do tego celu obiektach:
 - wykorzystanie podgrzewaczy;
 - wykorzystanie energii zawartej w gazach spalinowych;
 - wykorzystanie pomp ciepła;
 - dostarczanie schłodzonej wody do komunalnych sieci chłodniczych;
 - dystrybuowanie ciepła pozyskanego z odpadów za pośrednictwem komunalnych sieci ogrzewania niskotemperaturowego;
- rozkład beztlenowy: wzbogacanie biogazu do biometanu w celu dalszej dystrybucji i dalszego wykorzystania (np. wprowadzenia do sieci gazowej i paliwa transportowego) – ten proces ma zastosowanie wyłącznie do przetwarzania bioodpadów.

W badaniach Komisji Europejskiej podkreślono także wysoki poziom efektywności energetycznej

osiągany w elektrowniach kogeneracyjnych w porównaniu do instalacji wytwarzających wyłącznie energię elektryczną lub ciepłą.

Rys. 7.
Klasyfikacja procesów wytwarzania energii z odpadów



Tak więc, równoległy rozwój procesów recyklingu surowcowego i organicznego oraz termicznego przetwarzania odpadów nie nadających się do recyklingu jest rozwiązaniem służącym pełnemu zagospodarowaniu odpadów komunalnych.

Rys. 7 przedstawia klasyfikację procesów wytwarzania energii z odpadów w kontekście hierarchii postępowania z odpadami.

Procesy spalania oraz współspalania palnych frakcji odpadów komunalnych w postaci tzw. RDF lub preRDF powinny być realizowane w ramach systemu gospodarki odpadami komunalnymi oraz we współpracy z energetyką, ciepłownictwem i energochłonnymi branżami przemysłu, zwłaszcza z silnie rozwiniętym w Polsce przemysłem cementowym. Już obecnie polski przemysł cementowy zużywa znaczne ilości odpadów palnych pochodzących z dwóch głównych źródeł. Głównym źródłem jest tzw. frakcja nadsitowa wydzielona w instalacjach MBP zwana najczęściej pre-RDF lub RDF. Frakcja ta ma wartość opałową ok. 10-14 MJ/kg i w takiej postaci nie jest akceptowalna przez przemysł cementowy, który wymaga paliw alternatywnych o wartości opałowej powyżej 20 MJ/kg (w niewielkich ilościach 18 MJ/kg jako paliwo do kalcynatora). Dla zwiększenia wartości opałowej do poziomu wymaganego przez cementownię wykorzystuje się odpadowe tworzywa sztuczne (a także i gumę) pochodzące z sektora gospodarczego.

Brak zbytu dla zdecydowanej większości palnej frakcji odpadów komunalnych (frakcji nadsitowej >80 mm w zakładach MBP po wysortowaniu surowców do recyklingu) jest przyczyną poważnego kryzysu i wzrostu cen gospodarowania odpadami komunalnymi.

Krajowy plan gospodarki odpadami (Kpggo) 2022 preferuje selektywne zbieranie i recykling odpadów surowcowych oraz bioodpadów, zgodnie z zasadami GOZ. Dla spełnienia wymagań

dotyczących ograniczenia składowania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji wskazuje poniższe rozwiązania:

- a. tworzenie przez jednostki samorządu terytorialnego zachęt w zakresie zagospodarowywania odpadów zielonych i innych bioodpadów w przydomowych kompostownikach (finansowanie lub współfinansowanie zakupu przydomowych kompostowników),
- b. budowę lub modernizację linii technologicznych przetwarzania odpadów, w tym:
 - kompostowni bioodpadów,
 - instalacji do fermentacji bioodpadów,
 - ITPOK dla przekształcania odpadów pochodzących z przetworzenia odpadów komunalnych oraz RDF, z odzyskiem energii, przy uwzględnieniu wymaganych poziomów przygotowania do ponownego użycia i recyklingu.

Kpgo 2022 zawiera zapis, że do 2020 roku udział masy odpadów przekształcanych termicznie nie może przekroczyć 30% masy wytwarzanych odpadów komunalnych.

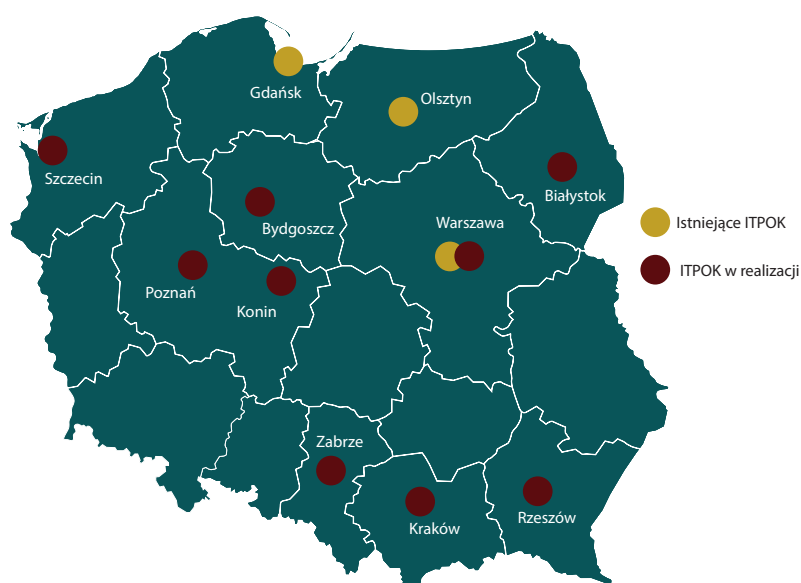
Wojewódzki Plan Gospodarki Odpadami (WPGO) dla województwa dolnośląskiego na lata 2016-2022 powtarza zapisy Kpgo 2022 dotyczące 30%-owego udziału termicznego przetwarzania odpadów komunalnych oraz wskazuje na potrzebę budowy ITPOK dla zagospodarowania palnych odpadów komunalnych pozostałych po selektywnym zbieraniu i recyklingu [33].

Plan inwestycyjny, stanowiący załącznik do WPGO, zawiera propozycje budowy 6 instalacji termicznego przekształcania odpadów [34]. W następnych latach zgłoszone zostały jednak dalsze propozycje budowy instalacji termicznych, łącznie 14 instalacji.

Aktualna maksymalna wydajność instalacji do spalania i współspalania palnych frakcji odpadów komunalnych i przemysłowych (zawierających m.in. tworzywa sztuczne) w Polsce wynosi 2,384 mln Mg/rok, w tym 1,134 mln Mg/rok w spalarniach odpadów komunalnych, 0,25 mln Mg/rok w EC Fortum w Zabrzu i maksymalnie ok. 1,0 mln Mg/rok w cementowniach (dodatkowe 0,6 -0,8 mln Mg to palne wysokokaloryczne odpady z sektora gospodarczego – głównie guma i tworzywa sztuczne). Ilość wykorzystywanych paliw alternatywnych w cementowniach zależy od produkcji cementu. W przypadku pogorszenia koniunktury lub kryzysu wielkość produkcji cementu może

Rys. 8

Istniejące w Polsce instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych oraz miejsca realizacji aktualnych projektów budowy nowych ITPOK



Tab. 3.**Wydajność instalacji do spalania i współspalania odpadów komunalnych w Polsce**

Lp.	Lokalizacje	Wydajność Mg/rok
	Spalarnie	
1	Kraków	220 000
2	Poznań	210 000
3	Bydgoszcz	180 000
4	Szczecin	150 000
5	Białystok	120 000
6	Rzeszów	100 000
7	Konin	94 000
8	Warszawa	60 000
	Współspalarnie	
9	EC Zabrze	250 000
	Razem	1 384 000

ulec zmniejszeniu i tym samym może zmniejszyć się zapotrzebowanie na paliwa alternatywne. W Tab. 3 przedstawiono wydajności poszczególnych instalacji termicznego przekształcania odpadów w Polsce.

Lokalizację istniejących i realizowanych obecnie instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych w Polsce przedstawiono na Rys. 8. W południowo-zachodniej części Polski nie ma żadnej ITPOK, a do najbliższych instalacji – w Zabrze i Poznaniu odległość z Wrocławia wynosi ponad 170 km.

W zaawansowanej fazie realizacji/planowania są trzy instalacje termicznego przetwarzania odpadów o wydajności 0,535 mln Mg/rok (w Gdańsku 160 tys. Mg/rok, w Olsztynie 110 tys. Mg/rok i w Warszawie 265 tys. Mg/rok) [43, 57]. Ponadto, w styczniu 2021 roku PGE Energia Ciepła ogłosiła przetarg na zaprojektowanie i wybudowanie instalacji termicznego przetwarzania odpadów o wydajności 180 tys. Mg/rok, zlokalizowanej na terenie Elektrowni Bełchatów (dla frakcji palnej odpadów komunalnych, zmieszanych odpadów komunalnych, osadów ściekowych oraz innych odpadów palnych). Przewidywana jest realizacja inwestycji do kwietnia 2024 roku. Wiele innych projektów jest w różnych fazach planowania.

Oszacowanie niezbędnej wydajności instalacji do termicznego przetwarzania odpadów w Polsce zawiera dokument [39], stanowiący załącznik do projektu uchwały RM zmieniającej uchwałę w sprawie Kpgo 2022 z dnia 23.10.2020.

Ocena brakujących przepustowości instalacji uwzględnia:

1. skierowanie do przekształcenia termicznego maksymalnie 30% masy odpadów komunalnych i odpadów pochodzących z przetwarzania odpadów komunalnych (w odniesieniu do całkowitej masy wytwarzanych odpadów komunalnych);
2. obecną łączną przepustowość instalacji do termicznego przekształcania odpadów komunalnych i pozostałości po przetworzeniu odpadów komunalnych wynoszącą 1 134 tys. Mg/rok.;
3. założenie, że termicznie przetwarzane będą tylko odpady po wcześniejszym przetwarzaniu: ok. 50% masy odpadów po przetworzeniu w instalacjach MBP oraz pozostałości po

sortowaniu selektywnie zebranych odpadów (4 367 tys. Mg w 2028 r. i 4 204 tys. Mg w 2034 r.).

Na tej podstawie, brakujące moce przerobowe instalacji do termicznego przekształcania odpadów w latach 2028 i 2034 wyniosą odpowiednio: 3 233 tys. Mg/rok i 3 070 tys. Mg/rok.

Jako minimalną niezbędną moc przerobową dla instalacji termicznego przekształcenia pozostałości po przetwarzaniu odpadów komunalnych na rok 2034 r. przyjęto 4 204 tys. Mg/rok, co stanowi 25% masy przetwarzanych odpadów komunalnych. Termiczne przekształcenie pozostałości po przetwarzaniu odpadów komunalnych w cementowniach potraktowano jako rezerwę mocy (ok. 600 - 800 tys. Mg/rok), przyjmując, że w cementowniach przekształcane będą głównie odpady palne z przemysłu o znacznie wyższej wartości opałowej. Łączna moc przerobowa (ITPOK i cementownie) jest niższa od 30% masy odpadów wytwarzanych odpadów komunalnych (5 035 tys. Mg/rok w 2034 r.), a więc nie koliduje z możliwością osiągnięcia wymaganych poziomów recyklingu.

Zapisy ustawy o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz innych ustaw [21] zniosły ograniczenie do 30% masy odpadów komunalnych dopuszczonych do termicznego przekształcania.

Spalarnie odpadów są niezbędne w sytuacjach kryzysowych, takich jak obecnie podczas pandemii koronawirusa. Wzrasta znacząco ilość odpadów z tworzyw sztucznych, które powinny być unieszkodliwiane przez termiczne przetwarzanie, gdyż stanowią zagrożenie sanitarne związane z ich potencjalnym kontaktem z koronawirusem (maseczki, rękawice, przyłbice itp.). W służbie zdrowia wytwarzanych jest bardzo dużo odpadów z tworzyw sztucznych w postaci ubrań ochronnych personelu medycznego, maseczek i przyłbic stanowiących odpady niebezpieczne. Te powinny być unieszkodliwiane w spalarniach odpadów niebezpiecznych, w tym dla odpadów medycznych. Jednakże ich wydajności są niewystarczające dla zwiększonych ilości odpadów z czasu pandemii.

Wskazuje się, że kolejne pandemie mogą pojawiać się w przyszłości z uwagi na globalizację gospodarki światowej i łatwość rozprzestrzeniania się wirusów i bakterii pomiędzy kontynentami i krajami.

Art. 11i Ustawy z dnia 2 marca 2020 r. o szczególnych rozwiązaniach związanych z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19, innych chorób zakaźnych oraz wywołanych nimi sytuacji kryzysowych (Dz.U.2020.1842) definiuje zakres polecenia wojewody dotyczącego gospodarowania odpadami medycznymi o właściwościach zakaźnych wytworzonych w związku z przeciwdziałaniem COVID-19. W przypadku braku na obszarze województwa technicznych i organizacyjnych możliwości unieszkodliwiania odpadów medycznych o właściwościach zakaźnych, wytworzonych w związku z przeciwdziałaniem COVID-19 zgodnie z obowiązującymi przepisami, wojewoda może wydać, w drodze decyzji administracyjnej, polecenie dotyczące gospodarowania tymi odpadami podmiotom posiadającym możliwości techniczne, o których mowa w art. 11h ust. 1 i 2., czyli poza organami administracji, również m.in. przedsiębiorcom (w tym instalacjom termicznego przekształcania odpadów komunalnych - ITPOK)

Należy ponadto zwrócić uwagę na rolę spalania odpadów jako źródła energii, zgodnie z Polityką Energetyczną Polski do roku 2040 (PEP). Ten dokument został przyjęty na posiedzeniu Rady Ministrów w dniu 2 lutego 2021 r. [56].

PEP 2040 opiera się na 8 celach szczegółowych, z których w trzech wskazuje się na znaczenie odpadów komunalnych jako jednego z odnawialnych źródeł energii w transformacji energetycznej Polski.

CEL SZCZEGÓŁOWY 1. OPTYMALNE WYKORZYSTANIE WŁASNYCH SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH

„Sektor energetyczny powinien wykorzystywać w szczególności biomasę o charakterze odpadowym, która nie ma zastosowania w innych gałęziach gospodarki, m.in. odpady komunalne podlegające biodegradacji, odpady ze ścieków, pozostałości z leśnictwa, oraz z przemysłu rolno-spożywczego, czy przetwórczego (meblarskiego, papierniczego itp.). Proces ten musi odbywać

się zgodnie z zasadą hierarchicznego postępowania z odpadami, co oznacza, że biomasa powinna zostać poddana w pierwszej kolejności recyklingowi, a jeśli to niemożliwe odzyskowi i unieszkodliwianiu, co pozwala na racjonalne zagospodarowanie frakcji biodegradowalnej.”

„Ponadto biomasa powinna być wykorzystywana w możliwie najmniejszej odległości od powstania, tak aby jej transport, w tym pochodne emisje i koszty z tym związane, nie wpływał negatywnie na efekt środowiskowy i ekonomiczny.”

CEL SZCZEGÓŁOWY 6. ROZWÓJ ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII

„Udział OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie będzie zwiększał się o około 1,1 pkt proc. średniorocznie w latach 2020–2030. Kluczową rolę odegra wykorzystanie biomasy. Biomasa ma największy potencjał dla realizacji celu OZE w ciepłownictwie ze względu na dostępność paliwa oraz parametry techniczno-ekonomiczne instalacji. Może być wykorzystana w kogeneracji, ale też w gospodarstwach domowych, choć bardziej preferowane są niepalne OZE. Jednostki wytwórcze wykorzystujące biomasę powinny być lokalizowane w pobliżu jej powstawania (tereny wiejskie, zagłębia przemysłu drzewnego,) aby zminimalizować środowiskowy koszt transportu.

Energetyczne wykorzystanie biomasy przyczynia się również do lepszej gospodarki odpadami”

CEL SZCZEGÓŁOWY 7. ROZWÓJ CIEPŁOWNICTWA I KOGENERACJI

„W osiągnięciu celu projektu strategicznego PEP kluczową rolę będą miały następujące działania:

- rozwój kogeneracji, czyli jednoczesnego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, co stanowi najbardziej efektywny sposób wykorzystania energii chemicznej paliwa pierwotnego;
- zwiększenie wykorzystania OZE w ciepłownictwie systemowym – odbywać się będzie głównie poprzez wykorzystanie lokalnych zasobów energii odnawialnej, tj. biomasy, biogazu czy geotermii, jak również energii słonecznej;
- zwiększenie wykorzystania ciepła wytworzonego w instalacjach termicznego przekształcania odpadów w ciepłownictwie systemowym (głównie w CHP) – w odróżnieniu od domowych pieców, spalarnie odpadów wyposażone są w wysokoefektywne instalacje oczyszczania spalin, a bardzo wysokie temperatury zapewniają wypalenie większości części lotnych. Przy zachowaniu unijnej hierarchii sposobów postępowania z odpadami, termiczne przekształcanie odpadów wpisuje się w ideę gospodarki o obiegu zamkniętym, „

Termiczne przekształcanie odpadów w źródle kogeneracyjnym doskonale wpisuje się w założenia Polityki Energetycznej Polski do roku 2040, gdyż realizuje trzy wymienione szczegółowe cele.

Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 w wymiarze „Efektywność energetyczna”, „zadaniu „Rozwój ekologicznych i efektywnych systemów ciepłowniczych” zawiera zadanie dotyczące zwiększenia wykorzystania odpadów na cele energetyczne [55].

W tym kontekście istotna jest również definicja biomasy, zawarta w ustawie odnawialnych źródłach energii [59].

Biomasa to ulegająca biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa, w tym substancje roślinne i zwierzęce, leśnictwa i związanych z nimi działów przemysłu, w tym rybołówstwa i akwakultury, przetworzona biomasa, w szczególności w postaci brykietu, peletu, toryfikatu i biowęgla, a także ulegająca biodegradacji część odpadów przemysłowych lub komunalnych pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, w tym odpadów z instalacji do przetwarzania odpadów oraz odpadów z uzdatniania wody i oczyszczania ścieków, w szczególności osadów ściekowych, zgodnie z przepisami o odpadach w zakresie kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcania odpadów;

Tak więc biomasa w odpadach komunalnych występuje w następujących składnikach materiałowych:

- bioodpady kuchenne i zielone,
- papier i tektura,
- tekstylia naturalne,
- drewno,
- odpady wielomateriałowe (częściowo),
- skóra,
- frakcja drobna <20 mm (częściowo).

W opracowaniu [36] przeanalizowano możliwy skład materiałowy, wartość opałową oraz udział energii ze źródeł odnawialnych we frakcji odpadów komunalnych pozostałej po selektywnym zbieraniu odpadów do recyklingu (przyjęto wymagany poziom recyklingu 65% masy odpadów komunalnych w 2035 roku) i wydzieleniu z niej frakcji palnej do odzysku energii w elektrociepłowni.

Na podstawie badań laboratoryjnych palnych frakcji odpadów oraz prognoz zmian składu odpadów do roku 2032 wskazano zakresy podstawowych parametrów frakcji paliwowej (palnej) z odpadów, które należy uwzględnić w obliczeniach efektów energetycznych spalania paliw:

- zakres wartości opałowej roboczej: 12 842 - 14 907 kJ/kg, średnio 13 643 kJ/kg,
- udział energii frakcji biodegradowalnej paliw: 43,0 – 51,8%, średnio 47,4%.

Oznacza to, że średnio prawie połowa energii wydzielonej w wyniku spalania frakcji palnej resztkowych odpadów komunalnych jest energią ze źródła odnawialnego, a więc w aspekcie klimatycznym spalanie tej części jest neutralne. Natomiast odpady jako źródło energii zastępują paliwo konwencjonalne – np. węgiel, gaz czy inne, które musiałyby zostać wydobyte, transportowane i przetworzone, żeby wytworzyć taką samą ilość energii. Oznacza to, że spalanie również tej części odpadów, która nie stanowi OZE, powoduje mniejsze oddziaływanie na środowisko niż spalanie paliw kopanych.

Raport Klubu Jagiellońskiego [30] wskazuje RDF z odpadów komunalnych i przemysłowych jako jedno z paliw, które może częściowo zastąpić węgiel w okresie przejściowym transformacji energetycznej.

Wskazuje się następujące korzystne aspekty użycia RDF w energetyce:

- RDF wpasowują się w model gospodarki o obiegu zamkniętym, preferowany przez Unię Europejską. Są mniej emisyjne od węgla kamiennego, więc mogą być dobrym paliwem przejściowym,
- występująca nadpodaż RDF powoduje, że jest to paliwo o cenie zerowej, a nawet ujemnej (dopłaty za przyjęcie do spalania). Długofalowo, można oczekiwać zwiększenia ceny RDF do poziomu kosztów produkcji,
- możliwość wykorzystania w wielopaliwowych elektrociepłowniach, np. w wybudowanej przez Fortum EC Zabrze o mocy 75 MWe oraz 140 MWt, zaopatrującej w prąd i ciepło ok. 70 tys. gospodarstw domowych. Uzyskuje się jednocześnie zmniejszoną emisyjność dwutlenku węgla nawet jedenaście razy, a dwutlenku siarki nawet siedem razy.

Odpady komunalne stanowią lokalne źródło energii dla energetyki rozproszonej. To nowy trend rozwoju energetyki (transformacji energetycznej), w którym wzrasta rola lokalnych źródeł energii, energetyki odnawialnej i prosumenckiej.

5. Prognoza wytwarzania odpadów komunalnych we Wrocławiu i w województwie dolnośląskim

W Tab. 4 przedstawiono dane z lat 2013-2019 dotyczące liczby mieszkańców oraz ilości wytwarzanych odpadów komunalnych we Wrocławiu i w województwie dolnośląskim.

Województwo dolnośląskie, charakteryzuje się najwyższym średnim jednostkowym wskaźnikiem wytwarzania odpadów komunalnych wśród wszystkich województw w Polsce.

Wiąże się to z wysokim stopniem urbanizacji województwa, a także wysokim poziomem rozwoju gospodarczego i społecznego w porównaniu do innych regionów kraju. Jednostkowy wskaźnik wytwarzania odpadów komunalnych w województwie dolnośląskim jest o ok. 20% wyższy od średniego wskaźnika krajowego.

Rys. 9 przedstawia średni wskaźnik wytwarzania odpadów w latach 2013-2019 w Polsce, we Wrocławiu i w województwie dolnośląskim. Jednostkowe wskaźniki wytwarzania odpadów przedstawione w Tab. 4 i na Rys. 9 wyliczone zostały w oparciu o liczbę mieszkańców na podstawie danych GUS. Bardzo wysokie wartości jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych we Wrocławiu wynikają z faktu, że we Wrocławiu w rzeczywistości mieszka znacznie więcej osób niż liczba mieszkańców podawana przez GUS oraz wynikająca z danych meldunkowych.

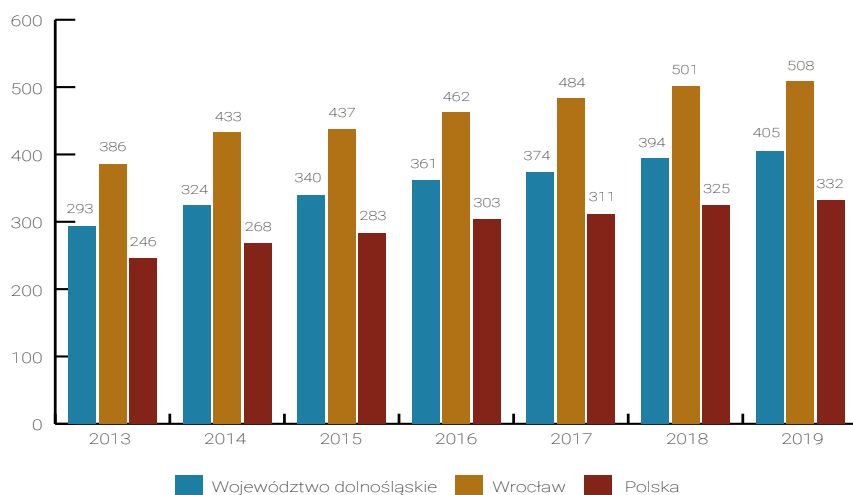
Potwierdzają to mn.in. obserwacje prowadzone przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji (MPWiK), na podstawie ilości zużywanej wody. Zgodnie z danymi GUS, ludność Wrocławia w 2019 roku wynosiła 642,9 tys. osób, natomiast z wyliczeń MPWiK wynika, że liczba ludności Wrocławia to 825,3 tys. osób (Rys. 10). W tej dodatkowej liczbie mieszkańców są studenci oraz obcokrajowcy żyjący i pracujący we Wrocławiu. Dla takiej liczby mieszkańców wskaźnik wytwarzania odpadów komunalnych wyniósłby ok. 396 kg/M rok, a więc byłby nawet nieco niższy od średniej dla województwa.

Dotychczasowe prognozy wytwarzania odpadów komunalnych w całej Polsce i w województwie dolnośląskim, m.in. zawarte w KPGO 2022 i WPGO, wykonane zostały na podstawie danych z lat 2008-2010. Wymagają one weryfikacji, biorąc pod uwagę znaczące zmiany systemu gospodarki odpadami komunalnymi w 2013 r. i w latach następnych. W dalszej części rozdziału przedstawione zostaną prognozy zmian ilości i składu materiałowego odpadów komunalnych dla Wrocławia i województwa dolnośląskiego, jako podstawowych obszarów, przewidzianych w niniejszej analizie.

Podstawę do prognozowania zmian ilości wytwarzanych odpadów komunalnych stanowią dane zawarte w raportach GUS dla województwa dolnośląskiego oraz w analizach gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu, opracowywanych corocznie przez Ekosystem Sp. z o.o. Przyjęto dostępne dane z lat 2013-2019, a więc z okresu funkcjonowania nowego systemu

Tab. 4.**Liczba mieszkańców oraz wytwarzanie odpadów komunalnych w województwie dolnośląskim i we Wrocławiu**

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Województwo dolnośląskie								
Liczba mieszkańców								
ogółem		2 909 997	2 908 457	2 904 207	2 903 710	2 902 547	2 291 225	2 900 163
miasta		2 019 978	2 014 847	2 008 951	2 002 118	1 996 356	1 990 503	1 984 044
wsie		890 019	893 610	895 256	901 591	906 191	910 722	916 119
Masa odpadów	Mg/rok	853 700	943 400	987 200	1 049 400	1 086 200	1 142 100	1 173 000
Wskaźnik jednostkowy	kg/M rok	293,4	324,4	339,9	361,4	374,2	393,7	404,5
Wrocław								
Ludność		632 067	634 487	635 759	637 683	638 586	640 648	642 869
Masa odpadów	Mg/rok	244 156	274 753	277 509	294 532	309 109	320 819	326 798
Wskaźnik jednostkowy	kg/M rok	386,3	433,0	436,5	461,9	484,1	500,8	508,3
Polska								
Wskaźnik jednostkowy	kg/M rok	246	268	283	303	311	325	332

Rys. 9.**Wskaźnik wytwarzania odpadów komunalnych w Polsce, Wrocławiu i w woj. dolnośląskim w latach 2013-2019 [kg/M rok]**

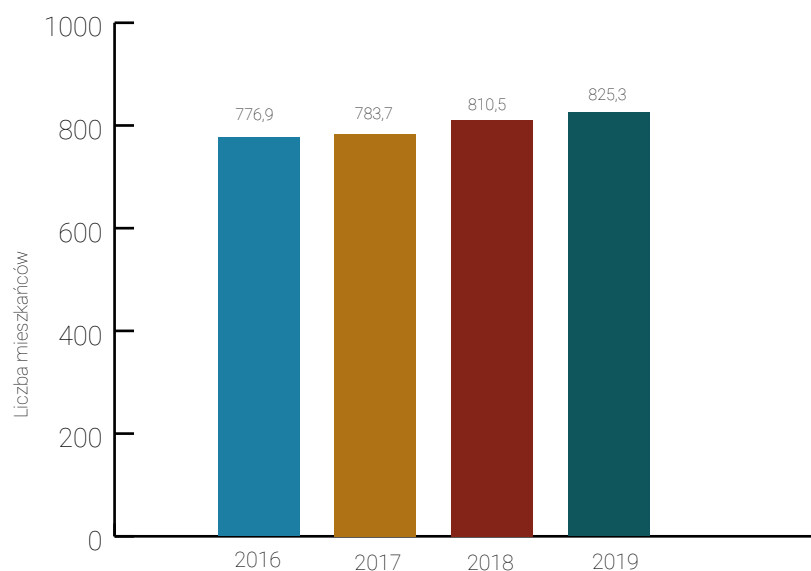
gospodarki odpadami komunalnymi.

Wartość wskaźnika wytwarzania odpadów jest ściśle skorelowana z poziomem ekonomicznym rozwoju kraju lub regionu, wyrażonym najczęściej przez Produkt Krajowy Brutto (PKB). Zależność wartości średniego jednostkowego wskaźnik wytwarzania odpadów

Rys. 10.

Liczba mieszkańców Wrocławia wg danych MPWiK

Źródło: <https://www.wroclaw.pl/portal/raport-o-stanie-wroclawia-za-rok-2019>



komunalnych od średniego PKB w UE28 oraz w Polsce przedstawiają poniższe dane (Tab. 5).

W niniejszej analizie podjęto próbę korelacji wartości jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów ze stopą wzrostu PKB Polski w latach 2013-2019 oraz ekstrapolacji wskaźnika na

Tab. 5

Wskaźnik wytwarzania odpadów komunalnych i PKB w UE28 i w Polsce

Rok	UE28		Polska	
	Odpady kg/M rok	PKB Eur/M rok	Odpady kg/M rok	PKB zł/M rok
2013	481	25750	246	43 034
2014	478	26140	268	44 705
2015	480	26680	283	46 814
2016	483	27130	303	48 433
2017	487	27780	311	51 776
2018	492	28350	325	55 066
2019	502	28610	332	59 229

podstawie prognoz tempa wzrostu wartości PKB Polski.

GUS publikuje wprawdzie dane dotyczące PKB województw, jednak brak jest prognoz zmiany PKB w województwach w dłuższej perspektywie. Wartości PKB województw są skorelowane z PKB Polski, w związku z tym zdecydowano o wyborze tempa wzrostu PKB Polski jako podstawy prognozy zmian wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych we Wrocławiu i w województwie dolnośląskim.

Prognoza demograficzna zakłada spadek liczby mieszkańców całej Polski, w tym także większości miast i wsi. W przypadku Wrocławia, wbrew prognozom spadkowym, obserwuje się coroczny wzrost liczby ludności, co wiąże się z rozwojem ekonomicznym, społecznym i kulturalnym miasta.

Na podstawie analizy danych z Tab. 5 przyjęto, że średnia stopu wzrostu liczby mieszkańców Wrocławia w latach 2020-2035 wyniesie 0,14% rocznie (jest to połowa średniej stopy wzrostu w latach 2013-2019). Dla województwa dolnośląskiego przyjęto spadek liczby mieszkańców w latach 2020-2035, zgodnie z prognozą zawartą w roczniku statystycznym województwa dolnośląskiego 2019 [54].

Wartości stopy wzrostu PKB dla Polski przyjęto wg rocznika statystycznego dla Rzeczypospolitej Polskiej [53], przyjmując rok 2013 jako rok odniesienia dla kolejnych lat do roku 2019. Jako miarodajny przyjęto wskaźnik wzrostu PKB brutto w cenach stałych. Dla roku 2020 przyjęto szacowany poziom spadku PKB 2,8%.

Brak jest natomiast obecnie wiarygodnych prognoz dla zmian PKB w latach następnych, gdyż dotychczasowe prognozy rozwoju zostały zaburzone w efekcie trwającej pandemii koronawirusa.

Tempo wzrostu PKB w latach 2014-2019 wynosiło rocznie 3,3-5,2%, a łącznie w całym okresie wyniosło 28,2% oraz średniorocznie ok. 4%.

Dostępne różne prognozy wzrostu PKB Polski opracowane przez różne instytucje krajowe i międzynarodowe przed pandemią zakładały spadek tempa wzrostu PKB polskiej gospodarki do wartości poniżej 3% rocznie w latach 2021-2035.

MFW w jesiennej edycji World Economic Outlook z października 2019 rok szacował PKB Polski na poziomie 4% w 2019 r., 3,1% w 2020 r. oraz 2,5% w 2024 r.

Opracowana w lipcu 2018 r. prognoza OECD dotycząca wzrostu gospodarek, należących do tej organizacji, zakładała wzrost PKB Polski w latach 2018-2060 łącznie na poziomie 67,1%, w tym w poszczególnych okresach:

- w latach 2018-2030 średnio 2,5% rocznie,
- w latach 2030-2060 średnio ok. 1,3% rocznie.

W 2020 roku szacowano wzrost PKB Polski na poziomie ok. 4-5% w latach 2021-2022, biorąc pod uwagę znaczące wsparcie rozwoju gospodarczego całej UE, w tym Polski, z funduszy europejskich, przyjętych przez Komisję Europejską. Projekcja budżetu na rok 2021 zakłada wzrost PKB Polski 4%.

Na podstawie tych niepewnych danych przyjęto szacunkowe stopy wzrostu PKB Polski na lata 2021-2035 i przedstawiono w Tab. 6 i Tab. 7.

Dla danych z lat 2013-2019 wyznaczono korelację wzrostu jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych w funkcji skumulowanej stopy wzrostu PKB Polski dla Wrocławia i województwa dolnośląskiego (Rys. 11 i Rys. 12), a następnie obliczono wartości wskaźników dla lat 2020-2035 poprzez ekstrapolację wyznaczonych krzywych trendu (Tab. 6 i Tab. 7).

Na podstawie prognoz jednostkowych wskaźników wytwarzania odpadów komunalnych oraz prognoz demograficznych wyznaczono prognozowane całkowite masy wytwarzanych odpadów komunalnych dla okresu 2020-2035 i podano w Tab. 8 i Tab. 9.

Tab. 6.
Prognoza wzrostu jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych we Wrocławiu

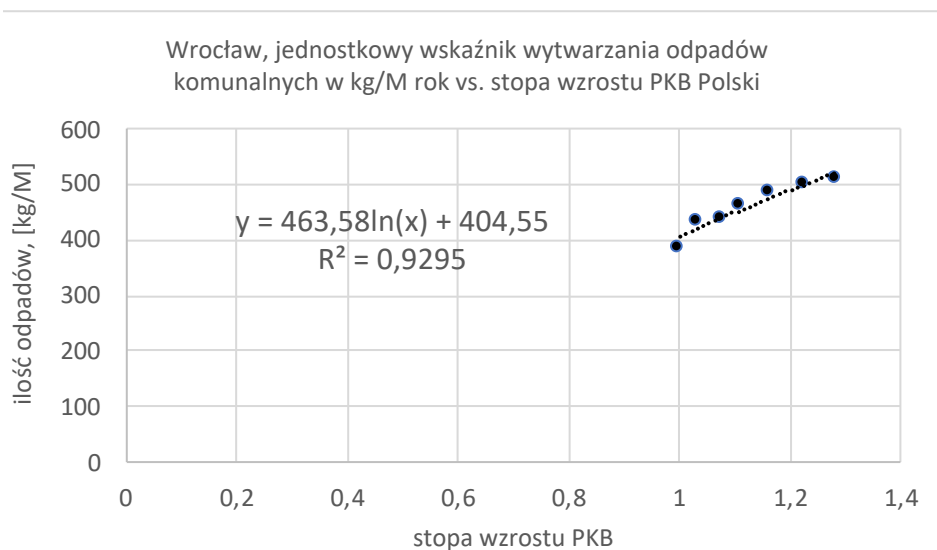
Lata	Stopa wzrostu PKB r/r	Skumulowany wzrost PKB 2013=1,00	Odpady trend logarytmiczny kg/M rok	Skorygowany wskaźnik wy- twarz. odpadów kg/M rok
2013	1,011	1,00	386,3	
2014	1,034	1,034	433,0	
2015	1,042	1,077	436,5	
2016	1,031	1,111	461,9	
2017	1,048	1,164	484,1	
2018	1,054	1,227	500,8	
2019	1,045	1,282	508,3	
2020	0,972	1,246	506,5	502,1
2021	1,040	1,296	524,7	512,0
2022	1,040	1,348	543,0	525,8
2023	1,035	1,395	558,9	537,6
2024	1,030	1,437	572,6	547,2
2025	1,025	1,473	584,1	553,9
2026	1,024	1,508	595,0	559,6
2027	1,023	1,543	605,6	565,4
2028	1,023	1,578	616,0	571,0
2029	1,022	1,613	626,2	577,2
2030	1,022	1,648	636,1	582,6
2031	1,021	1,683	645,9	587,8
2032	1,021	1,718	655,4	593,0
2033	1,020	1,753	664,8	597,0
2034	1,020	1,788	673,9	601,2
2035	1,020	1,824	683,2	605,5

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań składu materiałowego odpadów komunalnych wytwarzanych we Wrocławiu oraz w gminach województw wielkopolskiego i lubuskiego dokonano oszacowania średniego składu odpadów komunalnych we Wrocławiu i w województwie dolnośląskim (Tab. 10). Te dane dotyczą roku 2018.

Na podstawie prognoz zmian ilości wytwarzanych odpadów komunalnych oraz szacowanego ich składu materiałowego wyznaczono całkowite masy poszczególnych składników odpadów komunalnych w latach 2018-2035.

Ta podstawowa prognoza strumieni poszczególnych rodzajów odpadów wytwarzanych w latach 2018-2035 została opracowana przy założeniu, że skład materiałowy odpadów komunalnych w poszczególnych latach nie ulegnie zmianom. Została ona przedstawiona w Tab. 11 – dla

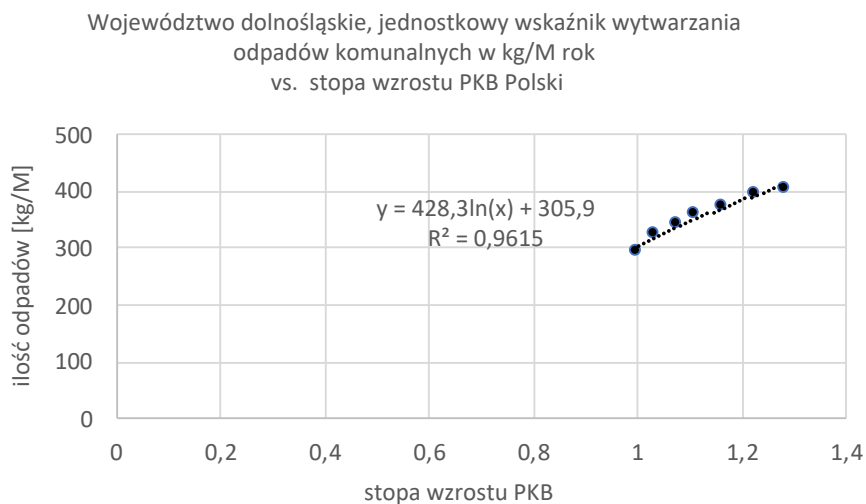
Rys. 11.
Logarytmiczny trend wzrostu jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych we Wrocławiu w funkcji skumulowanej stopy wzrostu PKB Polski w latach 2013-2019



Tab. 7.
Prognoza wzrostu jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych w województwie dolnośląskim

Lata	Liczba mieszkańców	Jedn. wskaźnik wytwarzania odpadów	Masa odpadów Mg/rok	Masa odpadów skorygowana Mg/rok
2013	1,011	1,00	293,4	
2014	1,034	1,034	324,4	
2015	1,042	1,077	339,9	
2016	1,031	1,111	361,4	
2017	1,048	1,164	374,2	
2018	1,054	1,227	393,7	
2019	1,045	1,282	404,5	
2020	0,972	1,246	400,1	395,7
2021	1,040	1,296	417,0	405,5
2022	1,040	1,348	433,8	418,1
2023	1,035	1,395	448,5	428,9
2024	1,030	1,437	461,2	437,3
2025	1,025	1,473	471,8	442,9
2026	1,024	1,508	481,8	447,6
2027	1,023	1,543	491,7	452,6
2028	1,023	1,578	501,3	456,9
2029	1,022	1,613	510,7	461,6
2030	1,022	1,648	519,9	466,0
2031	1,021	1,683	528,9	470,4
2032	1,021	1,718	537,7	474,7
2033	1,020	1,753	546,3	478,1
2034	1,020	1,788	554,8	481,4
2035	1,020	1,824	563,3	484,8

Rys. 12.
Logarytmiczny trend wzrostu jednostkowego wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych w województwie dolnośląskim funkcji skumulowanej stopy wzrostu PKB Polski w latach 2013-2019



Wrocławia i w Tab. 12 – dla województwa dolnośląskiego.

Nie jest to oczywiście zgodne z obserwacjami i dlatego w dalszej analizie uwzględniono prognozy dotyczące zmian udziałów poszczególnych składników odpadów oraz skorygowano prognozy składu materiałowego odpadów. Uwzględnić należy różne czynniki zmian wynikające m.in. z wdrażania EZŁ i GOZ, polityki klimatycznej, wpływu pandemii koronawirusa, zmian społecznych i gospodarczych.

Zmiany związane z wdrażaniem GOZ obejmują m.in:

- zakaz stosowania od lipca 2021 r. jednorazowych wyrobów z tworzyw sztucznych, co może spowodować spadek masy tworzyw sztucznych w odpadach o ok. 10% w stosunku do masy opakowań z tworzyw sztucznych,
- ograniczenie stosowania opakowań z tworzyw sztucznych do roku 2035,
- ograniczanie marnotrawstwa żywności poprzez działania edukacyjne oraz programy dzielenia się żywnością, realizowane szczególnie w dużych miastach,
- zmiany sposobu utrzymania terenów zielonych w miastach, a także w ogrodach prywatnych – rezygnacja z koszenia części trawników i użytkowanie ich jako łąki, wynika to m.in. ze względów klimatycznych, ocieplenie klimatu wpływa na wzrost temperatury powietrza, zmniejszenie opadów i trudności w nawadnianiu tych terenów. Zmiany klimatyczne – susze w okresie letnim – są też przyczyną wolniejszego wzrostu oraz wysychania traw i roślin zielonych, co przekłada się na mniejszą masę odpadów zielonych,
- zastępowanie części opakowań z tworzyw sztucznych opakowaniami ze szkła oraz papieru oraz prawdopodobnie także opakowaniami wielomateriałowymi.

Zmiany związane z polityką klimatyczną i zwalczaniem smogu w polskich gminach dotyczą przede wszystkim ograniczania w gospodarstwach domowych zużycia paliw stałych, będących głównym źródłem tzw. niskiej emisji.

Spalanie węgla kamiennego w gospodarstwach domowych jest głównym źródłem frakcji drobnej w odpadach komunalnych, częściowo też odpady ze spalania węgla mogą występować we frakcji mineralnej.

Tab. 8.

Prognozowana liczba mieszkańców oraz całkowita masa wytwarzanych odpadów komunalnych dla Wrocławia

Lata	Liczba mieszkańców	Jedn. wskaźnik wytwarzania odpadów	Masa odpadów Mg/rok	Masa odpadów skorygowana Mg/rok
2013	633 067	386,3	244156	
2014	633 837	433,0	274753	
2015	635 612	436,5	277509	
2016	637 391	461,9	294532	
2017	639 176	484,1	309109	
2018	640 966	500,8	320819	
2019	642 760	508,3	326798	
2020	643 660	506,5	326 014	323 197
2021	644 561	524,7	338 201	329 992
2022	645 464	543,0	350 487	339 386
2023	646 367	558,9	361 255	347 506
2024	647 272	572,6	370 628	354 187
2025	648 178	584,1	378 601	359 054
2026	649 086	595,0	386 206	363 239
2027	649 995	605,6	393 637	367 539
2028	650 905	616,0	400 957	371 672
2029	651 816	626,2	408 167	376 224
2030	652 728	636,1	415 200	380 302
2031	653 642	645,9	422 187	384 220
2032	654 557	655,4	428 997	388 124
2033	655 474	664,8	435 759	391 294
2034	656 391	673,9	442 342	394 644
2035	657 310	683,2	449 074	398 010

Zmiany demograficzne i społeczne obejmują m.in. przenoszenie się części mieszkańców dużych miast (Wrocławia) do stref peryferyjnych i podmiejskich, co powoduje zmiany w liczbie ludności w poszczególnych dzielnicach, jak i w całym mieście. Spadek liczby ludności obserwuje się na Starym Mieście, a wzrost w dzielnicach peryferyjnych i gminach otaczających miasto. Pandemia wpłynęła na wzrost zainteresowania ludzi posiadaniem domów jednorodzinnych z ogrodami, co pozwala na złagodzenie uciążliwości życia podczas lockdownu.

Polska gospodarka jest napędzana głównie wzrostem konsumpcji w wyniku szerokich świadczeń socjalnych (głównie 500+), co znacząco wpłynęło na wzrost ilości odpadów wytwarzanych (szybszy wzrost wytwarzania odpadów niż wzrost PKB) oraz zmiany ich składu – m.in. wzrost udziału odpadów wielkogabarytowych oraz tekstyliów. Hamowanie gospodarki oraz wzrost inflacji ograniczać będą te trendy zmiany składu odpadów, a rozwój sieci punktów napraw zużytych urządzeń i sprzętu, a także mebli, może ograniczyć wzrost wytwarzania tych odpadów.

Zmiany wytwarzania odpadów w 2020 roku związane z częściowym zamrażaniem i odmrażaniem gospodarki w celu ograniczenia rozprzestrzeniania pandemii koronawirusa wpłynęły także na zmiany składu materiałowego odpadów komunalnych.

Tab. 9.
Prognozowana liczba mieszkańców oraz całkowita masa wytwarzanych odpadów komunalnych dla województwa dolnośląskiego

Lata	Liczba mieszkańców	Jedn. wskaźnik wytwarzania odpadów	Masa odpadów Mg/rok	Masa odpadów skorygowana Mg/rok
2013	2 909 997	293,4	853 700	
2014	2 908 367	324,4	943 400	
2015	2 906 739	339,9	987 200	
2016	2 905 111	361,4	1 049 400	
2017	2 903 484	374,2	1 086 200	
2018	2 901 858	393,7	1 142 100	
2019	2 900 233	404,5	1 173 000	
2020	2 887 763	400,1	1 155 394	1 142 753
2021	2 875 346	417,0	1 199 019	1 165 890
2022	2 862 982	433,8	1 241 962	1 197 029
2023	2 850 671	448,5	1 278 526	1 222 745
2024	2 838 413	461,2	1 309 076	1 241 371
2025	2 826 000	471,8	1 333 307	1 251 537
2026	2 815 403	481,8	1 356 461	1 260 209
2027	2 804 845	491,7	1 379 142	1 269 513
2028	2 794 327	501,3	1 400 796	1 276 602
2029	2 783 848	510,7	1 421 711	1 282 941
2030	2 773 400	519,9	1 441 891	1 292 281
2031	2 760 365	528,9	1 459 957	1 298 370
2032	2 747 391	537,7	1 477 272	1 304 195
2033	2 734 479	546,3	1 493 846	1 307 428
2034	2 721 627	554,8	1 509 959	1 310 116
2035	2 709 100	563,3	1 526 036	1 313 505

W przypadku Wrocławia należy zwrócić uwagę na następujące aspekty:

- prawie całkowite wyeliminowanie ruchu turystycznego,
- długotrwałe zamknięcie lokali gastronomicznych, klubów i hoteli,
- okresowe zamknięcie sklepów i galerii handlowych,
- prowadzenie zajęć dydaktycznych na uczelniach w trybie on-line, co spowodowało, że wielu studentów wyjechało z miasta, aby nie ponosić kosztów utrzymania, zwłaszcza wynajmu mieszkań,
- znaczny wzrost handlu w sieci, dostawy towarów przez firmy kurierskie w dodatkowych opakowaniach z folii z tworzyw sztucznych i kartonach,
- znaczny wzrost dostaw posiłków z lokali gastronomicznych do mieszkańców przez firmy typu Uber Eats, Wolt itp. Posiłki są dostarczane w pudełkach z tworzyw sztucznych jednorazowego użytku.

Tab. 10.
Szacowane składy materiałowe odpadów komunalnych w 2018 r.

Składniki odpadów	Wrocław % masy	Województwo dolnośląskie % masy
Kuchenne	20,5	20,7
Zielone	8,8	7,1
Papier i tektura	16,4	12,7
Wielomateriałowe	4,7	3,0
Tworzywa sztuczne	15,4	15,4
Tekstylia	4,2	3,8
Szkło	9,1	10,0
Metale	2,3	2,6
Odpady mineralne	2,5	4,9
Drewno	0,9	0,6
Odpady niebezpiecz.	0,2	0,2
Inne	5,3	3,8
Frakcja <10 mm	4,4	10,8
Wielkogabarytowe	5,3	4,4
Razem	100,00	100,00

Wpływ wymienionych czynników na wytwarzanie poszczególnych strumieni odpadów komunalnych oszacowano poprzez tzw. wskaźniki korekcyjne zmian składu komunalnego (Tab. 13) które następnie wykorzystano do obliczeń skorygowanych strumieni materiałowych odpadów wytwarzanych we Wrocławiu i w województwie dolnośląskim (Tab. 14 i Tab. 15).

Skorygowane bilanse ilościowe wytwarzanych odpadów komunalnych pokazują, że podejmowane działania ograniczające wytwarzanie niektórych rodzajów odpadów znacząco wpłynę na zmianę całkowitych ilości odpadów wytwarzanych w latach 2021-2035, a dla roku 2035 zmniejszenie prognozowanej masy odpadów komunalnych wyniesie:

- dla Wrocławia z 449 074 Mg/rok do 398 010 Mg/rok, a więc o 51 064 Mg/rok, tj. o ok. 11,4%,
- dla województwa dolnośląskiego z 1 526 036 do 1 313 505 Mg/rok, a więc o 212 531 Mg/rok, tj. o 13,9%.

Jest efekt ograniczania wzrostu wytwarzania odpadów i zapobiegania ich wytwarzaniu.

W Tab. 6 i Tab. 7 podano skorygowane wskaźniki jednostkowe wytwarzania odpadów komunalnych dla Wrocławia i województwa dolnośląskiego.

Tab. 11.

Prognoza składu materiałowego odpadów komunalnych wytwarzanych we Wrocławiu

	Ogółem	Kuchenne	Zielone	Papier i tektura	Wielomateriałowe	Two-rzywa sztuczne	Tekstylia	Szkło	Metale	Odpady mineralne	Drewno	Odpady niebezpieczne	Inne	Frakcja <10 mm	Wielkogabarytowe
2018	100,0%	20,5%	8,8%	16,4%	4,7%	15,4%	4,2%	9,1%	2,3%	2,5%	0,9%	0,2%	5,3%	4,4%	5,3%
2018	320 819	65 768	28 232	52 614	15 078	49 406	13 474	29 195	7 379	8 020	2 887	642	17 003	14 116	17 003
2019	326 798	66 994	28 758	53 595	15 360	50 327	13 726	29 739	7 516	8 170	2 941	654	17 320	14 379	17 320
2020	326 014	66 833	28 689	53 466	15 323	50 206	13 693	29 667	7 498	8 150	2 934	652	17 279	14 345	17 279
2021	338 201	69 331	29 762	55 465	15 895	52 083	14 204	30 776	7 779	8 455	3 044	676	17 925	14 881	17 925
2022	350 487	71 850	30 843	57 480	16 473	53 975	14 720	31 894	8 061	8 762	3 154	701	18 576	15 421	18 576
2023	361 255	74 057	31 790	59 246	16 979	55 633	15 173	32 874	8 309	9 031	3 251	723	19 147	15 895	19 147
2024	370 628	75 979	32 615	60 783	17 420	57 077	15 566	33 727	8 524	9 266	3 336	741	19 643	16 308	19 643
2025	378 601	77 613	33 317	62 091	17 794	58 305	15 901	34 453	8 708	9 465	3 407	757	20 066	16 658	20 066
2026	386 206	79 172	33 986	63 338	18 152	59 476	16 221	35 145	8 883	9 655	3 476	772	20 469	16 993	20 469
2027	393 637	80 696	34 640	64 556	18 501	60 620	16 533	35 821	9 054	9 841	3 543	787	20 863	17 320	20 863
2028	400 957	82 196	35 284	65 757	18 845	61 747	16 840	36 487	9 222	10 024	3 609	802	21 251	17 642	21 251
2029	408 167	83 674	35 919	66 939	19 184	62 858	17 143	37 143	9 388	10 204	3 674	816	21 633	17 959	21 633
2030	415 200	85 116	36 538	68 093	19 514	63 941	17 438	37 783	9 550	10 380	3 737	830	22 006	18 269	22 006
2031	422 187	86 548	37 152	69 239	19 843	65 017	17 732	38 419	9 710	10 555	3 800	844	22 376	18 576	22 376
2032	428 997	87 944	37 752	70 356	20 163	66 066	18 018	39 039	9 867	10 725	3 861	858	22 737	18 876	22 737
2033	435 759	89 331	38 347	71 464	20 481	67 107	18 302	39 654	10 022	10 894	3 922	872	23 095	19 173	23 095
2034	442 342	90 680	38 926	72 544	20 790	68 121	18 578	40 253	10 174	11 059	3 981	885	23 444	19 463	23 444
2035	449 074	92 060	39 519	73 648	21 106	69 157	18 861	40 866	10 329	11 227	4 042	898	23 801	19 759	23 801

Tab. 12.
Prognoza składu materiałowego odpadów komunalnych wytwarzanych w województwie dolnośląskim

	Ogółem	Kuchenne	Zielone	Papier i tektura	Wielomateriałowe	Two-rzywa sztuczne	Tekstylia	Szkło	Metale	Odpady mineralne	Drewno	Odpady niebezpieczne	Inne	Frakcja <10 mm	Wielkogabarytowe
2018	100,0%	20,7%	7,1%	12,7%	3,0%	15,4%	3,8%	10,0%	2,6%	4,9%	0,6%	0,2%	3,8%	10,8%	4,4%
2018	1 142 100	236 415	81 089	145 047	34 263	175 883	43 400	114 210	29 695	55 963	6 853	2 284	43 400	123 347	50 252
2019	1 173 000	242 811	83 283	148 971	35 190	180 642	44 574	117 300	30 498	57 477	7 038	2 346	44 574	126 684	51 612
2020	1 155 394	239 167	82 033	146 735	34 662	177 931	43 905	115 539	30 040	56 614	6 932	2 311	43 905	124 783	50 837
2021	1 199 019	248 197	85 130	152 275	35 971	184 649	45 563	119 902	31 174	58 752	7 194	2 398	45 563	129 494	52 757
2022	1 241 962	257 086	88 179	157 729	37 259	191 262	47 195	124 196	32 291	60 856	7 452	2 484	47 195	134 132	54 646
2023	1 278 526	264 655	90 775	162 373	38 356	196 893	48 584	127 853	33 242	62 648	7 671	2 557	48 584	138 081	56 255
2024	1 309 076	270 979	92 944	166 253	39 272	201 598	49 745	130 908	34 036	64 145	7 854	2 618	49 745	141 380	57 599
2025	1 333 307	275 995	94 665	169 330	39 999	205 329	50 666	133 331	34 666	65 332	8 000	2 667	50 666	143 997	58 666
2026	1 356 461	280 787	96 309	172 271	40 694	208 895	51 546	135 646	35 268	66 467	8 139	2 713	51 546	146 498	59 684
2027	1 379 142	285 482	97 919	175 151	41 374	212 388	52 407	137 914	35 858	67 578	8 275	2 758	52 407	148 947	60 682
2028	1 400 796	289 965	99 457	177 901	42 024	215 723	53 230	140 080	36 421	68 639	8 405	2 802	53 230	151 286	61 635
2029	1 421 711	294 294	100 941	180 557	42 651	218 943	54 025	142 171	36 964	69 664	8 530	2 843	54 025	153 545	62 555
2030	1 441 891	298 471	102 374	183 120	43 257	222 051	54 792	144 189	37 489	70 653	8 651	2 884	54 792	155 724	63 443
2031	1 459 957	302 211	103 657	185 415	43 799	224 833	55 478	145 996	37 959	71 538	8 760	2 920	55 478	157 675	64 238
2032	1 477 272	305 795	104 886	187 614	44 318	227 500	56 136	147 727	38 409	72 386	8 864	2 955	56 136	159 545	65 000
2033	1 493 846	309 226	106 063	189 718	44 815	230 052	56 766	149 385	38 840	73 198	8 963	2 988	56 766	161 335	65 729
2034	1 509 959	312 562	107 207	191 765	45 299	232 534	57 378	150 996	39 259	73 988	9 060	3 020	57 378	163 076	66 438
2035	1 526 036	315 889	108 349	193 807	45 781	235 010	57 989	152 604	39 677	74 776	9 156	3 052	57 989	164 812	67 146

Tab. 13.

Wskaźniki korekcyjne zmian składu materiałowego odpadów komunalnych

	Ogółem	Kuchenne	Zielone	Papier i tektura	Wielomateriałowe	Two-rzywa sztuczne	Tekstylia	Szkło	Metale	Odpady mineralne	Drewno	Odpady niebezpieczne	Inne	Frakcja <10 mm	Wielkogabarytowe
2018	1	1			1								1	1	50 252
2019	1	1			1								1	1	51 612
2020	0,96	0,98			1,02								0,96	1	50 837
2021	0,94	0,97			0,96								0,94	0,99	52 757
2022	0,92	0,96			0,95								0,92	0,99	54 646
2023	0,9	0,95			0,95								0,9	0,98	56 255
2024	0,88	0,94			0,95								0,87	0,98	57 599
2025	0,86	0,93			0,95								0,83	0,97	58 666
2026	0,84	0,92			0,94								0,8	0,97	59 684
2027	0,82	0,91			0,94								0,77	0,96	60 682
2028	0,8	0,9			0,94								0,73	0,96	61 635
2029	0,79	0,89			0,94								0,69	0,95	62 555
2030	0,78	0,88			0,93								0,66	0,95	63 443
2031	0,77	0,87			0,92								0,64	0,94	64 238
2032	0,76	0,86			0,91								0,62	0,94	65 000
2033	0,75	0,84			0,9								0,6	0,93	65 729
2034	0,74	0,83			0,89								0,57	0,93	66 438
2035	0,73	0,82			0,88								0,55	0,92	67 146

Tab. 14.
Skorygowany skład materiałowy odpadów komunalnych wytwarzanych we Wrocławiu

	Ogółem	Kuchenne	Zielone	Papier i tektura	Wielomateriałowe	Two-rzywa sztuczne	Tekstylia	Szkoło	Metale	Odpady mineralne	Drewno	Odpady niebezpieczne	Inne	Frakcja <10 mm	Wielkogabarytowe
2018	100,0%	20,5%	8,8%	16,4%	4,7%	15,4%	4,2%	9,1%	2,3%	2,5%	0,9%	0,2%	5,3%	4,4%	5,3%
2018	320 819	65 768	28 232	52 614	15 078	49 406	13 474	29 195	7 379	8 020	2 887	642	17 003	14 116	17 003
2019	326 798	66 994	28 758	53 595	15 360	50 327	13 726	29 739	7 516	8 170	2 941	654	17 320	14 379	17 320
2020	323 197	64 160	28 115	53 466	15 323	51 210	13 693	29 667	7 498	8 150	2 934	652	17 279	13 771	17 279
2021	329 992	65 171	28 869	55 465	15 895	50 000	14 204	30 776	7 779	8 455	3 044	676	17 925	13 988	17 745
2022	339 386	66 102	29 609	57 480	16 473	51 276	14 720	31 894	8 061	8 762	3 154	701	18 576	14 188	18 390
2023	347 506	66 652	30 201	59 246	16 979	52 852	15 173	32 874	8 309	9 031	3 251	723	19 147	14 306	18 764
2024	354 187	66 861	30 658	60 783	17 420	54 223	15 566	33 727	8 524	9 266	3 336	741	19 643	14 188	19 250
2025	359 054	66 747	30 985	62 091	17 794	55 389	15 901	34 453	8 708	9 465	3 407	757	20 066	13 827	19 464
2026	363 239	66 505	31 267	63 338	18 152	55 907	16 221	35 145	8 883	9 655	3 476	772	20 469	13 594	19 855
2027	367 539	66 170	31 522	64 556	18 501	56 983	16 533	35 821	9 054	9 841	3 543	787	20 863	13 336	20 028
2028	371 672	65 757	31 756	65 757	18 845	58 043	16 840	36 487	9 222	10 024	3 609	802	21 251	12 879	20 401
2029	376 224	66 103	31 968	66 939	19 184	59 086	17 143	37 143	9 388	10 204	3 674	816	21 633	12 392	20 551
2030	380 302	66 390	32 153	68 093	19 514	59 465	17 438	37 783	9 550	10 380	3 737	830	22 006	12 057	20 905
2031	384 220	66 642	32 323	69 239	19 843	59 815	17 732	38 419	9 710	10 555	3 800	844	22 376	11 889	21 033
2032	388 124	66 838	32 466	70 356	20 163	60 120	18 018	39 039	9 867	10 725	3 861	858	22 737	11 703	21 373
2033	391 294	66 998	32 211	71 464	20 481	60 396	18 302	39 654	10 022	10 894	3 922	872	23 095	11 504	21 479
2034	394 644	67 103	32 309	72 544	20 790	60 627	18 578	40 253	10 174	11 059	3 981	885	23 444	11 094	21 803
2035	398 010	67 204	32 405	73 648	21 106	60 859	18 861	40 866	10 329	11 227	4 042	898	23 801	10 868	21 897
2035	100,0%	16,9%	8,1%	18,5%	5,3%	15,3%	4,7%	10,3%	2,6%	2,8%	1,0%	0,2%	6,0%	2,7%	5,5%

Tab. 15.
Skorygowany skład materiałowy odpadów komunalnych wytwarzanych w województwie dolnośląskim

	Ogółem	Kuchenne	Zielone	Papier i tektura	Wielomateriałowe	Two-rzywa sztuczne	Tekstylia	Szkło	Metale	Odpady mineralne	Drewno	Odpady niebezpieczne	Inne	Frakcja <10 mm	Wielkogabarytowe
2018	100,0%	20,7%	7,1%	12,7%	3,0%	15,4%	3,8%	10,0%	2,6%	4,9%	0,6%	0,2%	3,8%	10,8%	4,4%
2018	1 142 100	236 415	81 089	145 047	34 263	175 883	43 400	114 210	29 695	55 963	6 853	2 284	43 400	123 347	50 252
2019	1 173 000	242 811	83 283	148 971	35 190	180 642	44 574	117 300	30 498	57 477	7 038	2 346	44 574	126 684	51 612
2020	1 142 753	229 600	80 392	146 735	34 662	181 489	43 905	115 539	30 040	56 614	6 932	2 311	43 905	119 791	50 837
2021	1 165 890	233 305	82 576	152 275	35 971	177 263	45 563	119 902	31 174	58 752	7 194	2 398	45 563	121 724	52 229
2022	1 197 029	236 519	84 652	157 729	37 259	181 699	47 195	124 196	32 291	60 856	7 452	2 484	47 195	123 401	54 100
2023	1 222 745	238 189	86 237	162 373	38 356	187 048	48 584	127 853	33 242	62 648	7 671	2 557	48 584	124 273	55 130
2024	1 241 371	238 461	87 368	166 253	39 272	191 518	49 745	130 908	34 036	64 145	7 854	2 618	49 745	123 001	56 447
2025	1 251 537	237 355	88 038	169 330	39 999	195 063	50 666	133 331	34 666	65 332	8 000	2 667	50 666	119 518	56 906
2026	1 260 209	235 861	88 604	172 271	40 694	196 361	51 546	135 646	35 268	66 467	8 139	2 713	51 546	117 198	57 894
2027	1 269 513	234 096	89 106	175 151	41 374	199 645	52 407	137 914	35 858	67 578	8 275	2 758	52 407	114 689	58 255
2028	1 276 602	231 972	89 511	177 901	42 024	202 779	53 230	140 080	36 421	68 639	8 405	2 802	53 230	110 439	59 170
2029	1 284 941	232 492	89 838	180 557	42 651	205 807	54 025	142 171	36 964	69 664	8 530	2 843	54 025	105 946	59 428
2030	1 292 281	232 808	90 089	183 120	43 257	206 508	54 792	144 189	37 489	70 653	8 651	2 884	54 792	102 778	60 271
2031	1 298 370	232 703	90 182	185 415	43 799	206 847	55 478	145 996	37 959	71 538	8 760	2 920	55 478	100 912	60 384
2032	1 304 195	232 404	90 202	187 614	44 318	207 025	56 136	147 727	38 409	72 386	8 864	2 955	56 136	98 918	61 100
2033	1 307 428	231 920	89 093	189 718	44 815	207 047	56 766	149 385	38 840	73 198	8 963	2 988	56 766	96 801	61 128
2034	1 310 116	231 296	88 982	191 765	45 299	206 955	57 378	150 996	39 259	73 988	9 060	3 020	57 378	92 953	61 788
2035	1 313 505	230 599	88 846	193 807	45 781	206 808	57 989	152 604	39 677	74 776	9 156	3 052	57 989	90 647	61 774
2035	100,0%	17,6%	6,8%	14,8%	3,5%	15,7%	4,4%	11,6%	3,0%	5,7%	0,7%	0,2%	4,4%	6,9%	4,7%

6. Obecny system gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu

System gospodarki odpadami we Wrocławiu realizowany jest dotychczas w oparciu o selektywne zbieranie odpadów surowcowych i bioodpadów oraz mechaniczno-biologiczne przetwarzanie zmieszanych odpadów resztkowych. Segregacja odpadów komunalnych jest obowiązkowa, zarówno dla mieszkańców jak i użytkowników nieruchomości niezamieszkałych, które zostały objęte wspólnym systemem odbierania i zagospodarowania odpadów, zarządzanym przez spółkę miejską Ekosystem Sp. z o.o.

W ramach selektywnego zbierania, bezpośrednio u źródła (tj. przy posesji) odbierane są odrębnie następujące frakcje odpadów komunalnych:

- tworzywa sztuczne (oraz metale i opakowania wielomateriałowe),
- papier i tektura,
- bioodpady, w tym odpady zielone (ogrodowe) i od 2020 roku – również odpady kuchenne;
- opakowania szklane.

Powyżej wymienione frakcje odpadów są odbierane w regularnych cyklach – w przypadku surowców raz na dwa tygodnie, a bioodpady i odpady resztkowe raz w tygodniu. Ponadto, w ramach gminnego systemu, odbierane są również odpady wytwarzane nieregularnie. Należą do nich m.in. odpady wielkogabarytowe, które odbierane są w podstawianych na osiedla kontenerach (raz na 1-2 miesiące) oraz w dwóch punktach selektywnego zbierania odpadów komunalnych (tzw. PSZOKach). Do PSZOKów mieszkańcy mogą dostarczać również inne odpady nieregularnie wytwarzane, takie jak odpady problemowe, zużyte urządzenia elektryczne i elektroniczne, małe ilości odpadów remontowych. Ponadto, od początku 2021 roku, Miasto wdrożyło dodatkową usługę odbioru małych ilości przez Samochód Zbierający Odpady Problemowe (tzw. SZOP). Specjalnie oznakowany bus odbiera odpady problemowe z osiedli dwa razy w miesiącu.

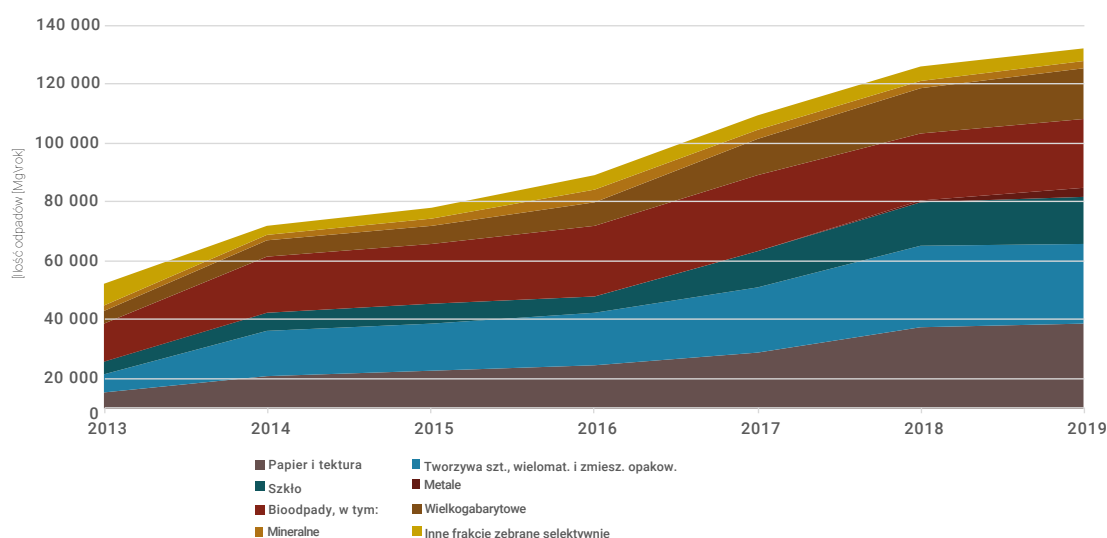
W 2019 roku efekty selektywnego zbierania odpadów i ich wzrosty w porównaniu do roku 2018 wyniosły dla [49]:

• Papieru i tektury	28 885 Mg	(+5,5%),
• Tworzyw szt., zmieszanych odpadów opakowaniowych i metali	29 956 Mg	(+7,6%)
• Szkła	15 977 Mg	(+7,1%)
• Odpadów zielonych	23 131 Mg	(+1,9%)
• Odpadów wielkogabarytowych	16 974 Mg	(+8,3%)

- Innych selektywnie zbieranych frakcji 1 682 Mg (+23,5%)
- Odpadów budowlanych 2 695 Mg (+3,4%)

Miasto od lat podejmuje działania mające na celu intensyfikację efektów selektywnego zbierania poprzez edukację ekologiczną i poprawę infrastruktury do selektywnego zbierania odpadów. Do działań związanych z infrastrukturą zaliczyć można zwiększenie liczby pojemników, a w zabudowie jednorodzinnej odbieranie wszystkich frakcji odpadów bezpośrednio przy posesji. Zwiększono również dogodność usługi odbierania nieregularnie wytwarzanych odpadów. Daje to wymierne efekty w postaci zwiększenia uzyskiwanych z roku na rok poziomów selektywnego zbierania. Na Rys. 13 przedstawiono poziomy selektywnego zbierania odpadów komunalnych we Wrocławiu w latach 2013-2019. Udział selektywnie zebranych odpadów w całkowitej masie odpadów komunalnych wzrósł z 17,4% w 2013 roku do 37,4% w 2019 roku. Widoczna poprawa

Rys. 13.
Poziomy selektywnego zbierania odpadów komunalnych osiągnięte w latach 2013-2019



efektów selektywnego zbierania papieru i tektury oraz metali w latach 2018 i 2019 wynika również z uwzględnienia w statystykach gminy odpadów zbieranych w skupach surowców.

Przeprowadzone w roku 2017 zmiany systemu zbierania odpadów we Wrocławiu, polegające na zbieraniu odpadów wyłącznie „u źródła”, były bardzo znaczące i umożliwiły przygotowanie miejskiego systemu gospodarki odpadami do osiągnięcia wysokich efektów selektywnego zbierania oraz recyklingu i przygotowania do ponownego użycia w latach 2018-2020.

Wyniki osiągnięte w roku 2019, w porównaniu do lat 2017 i 2018 przedstawiono w Tab. 16.

Masa odpadów przygotowanych do ponownego użycia i poddanych recyklingowi w 2019 roku wzrosła o 57% w stosunku do roku 2018 (w 2018 było to 23,1% w stosunku do 2017). W strumieniu odpadów surowcowych, skierowanych do ponownego użycia i recyklingu, najwyższy udział miał papier (54,0%), w tym w szczególności papier o kodzie ex 15 01 01 – wysortowany z odpadów selektywnie zebranego papieru (20 01 01). Udziały innych surowców w osiągniętym recyklingu wyniosły 25,7% - szkło, 16,2% - tworzywa sztuczne, 3,8% - metale i 0,2% - opakowania wielomateriałowe.

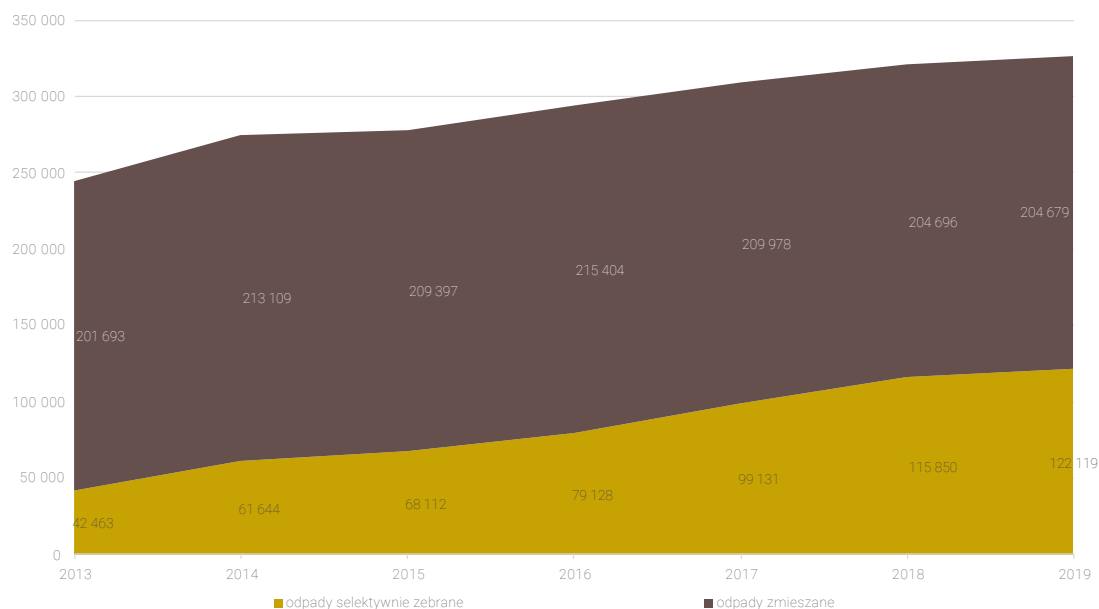
Na wzrost poziomów recyklingu decydujący wpływ miał osiągnięty wysoki poziom selektywnego zbierania odpadów. Jedynie w przypadku papieru, znaczna ilość (7455,07) Mg pochodziła z odpadów wysortowanych z odpadów zmieszanych. Podobnie jak w 2018 roku, pozytywny wpływ miało ujęcie w bilansie odpadów zebranych w punktach skupów surowców.

Tab. 16.
Porównanie efektów recyklingu i przygotowania do ponownego użycia w latach 2017-2019 [49]

	Jednostka	2017	2018	2019
Masa odpadów przygotowanych do ponownego użycia i poddanych recyklingowi,	Mg/rok	32 086,60	39 515,80	62 133,46
w tym: masa surowców zebranych w punktach skupu i przekazanych do recyklingu ¹	Mg/rok	-	6 508,40	7 698,26
Uzyskany poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia	%	30	35	51
Wymagany poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia	%	20	30	40

¹ większość odpadów zebranych w skupach została przekazana do procesów recyklingu, niewielka część została zagospodarowana w procesach R12 i R13.

Rys. 14.
Porównanie ilości selektywnie zebranych odpadów i ilości odpadów zmieszanych w latach 2013-2019



Mimo wciąż wzrastającej efektywności selektywnego zbierania, największy strumień odpadów komunalnych stanowią wciąż resztkowe odpady zmieszane. Rys. 14 przedstawia porównanie ilości odbieranych odpadów zmieszanych i łącznej masy selektywnie zbieranych frakcji w latach 2013-2019. Jak wynika z przedstawionych danych – w całym tym okresie ilość odpadów zmieszanych utrzymywała się na bardzo zbliżonym poziomie. Największą ilość odpadów zmieszanych odebrano w 2016 roku – 215,4 tys. Mg.

W latach 2016-2019 nastąpił niewielki spadek ilości odpadów zmieszanych – do 204,7 tys. Mg w 2019 roku. Oznacza to, że mimo wzrostu strumieni selektywnie zbieranych odpadów, strumień odpadów zmieszanych nie zmniejsza się w znaczącym stopniu. Nie jest to korzystny trend, biorąc pod uwagę cele gospodarki o obiegu zamkniętym, zmierzające do uzyskania 65% recyklingu masy wytwarzanych odpadów komunalnych w 2035 roku. Wrocław nie jest odosobniony w tej tendencji. Podobne zjawisko – utrzymania znacznego udziału strumienia odpadów zmieszanych, a nawet jego wzrostu, obserwowane jest również w innych regionach Polski.

W przeliczeniu na mieszkańca, w 2019 roku odebrano łącznie na terenie Gminy Wrocław ok. 534,3 kg/M odpadów komunalnych, w tym m.in. 334,7 kg/M odpadów zmieszanych, 122,3 kg/M surowców (tworzywa sztuczne, zmieszane odpady opakowaniowe, papier, szkło, metale), 37,8 kg/M odpadów zielonych i 27,8 kg/M odpadów wielkogabarytowych.

W porównaniu do 2018 roku zebrano więcej surowców (115,0 kg/M w 2018 r.), odpadów zielonych (37,2 kg/M w 2018 r.) i odpadów wielkogabarytowych (25,7 kg/M w 2018 r.), a nieznacznie mniej odpadów zmieszanych (336,0 kg/M w roku 2018). Łączna ilość odpadów komunalnych wytworzonych była o 1,6% wyższa w 2019 niż w 2018 roku (525,9 kg/M w 2018 roku).

Obecny model gospodarki odpadami komunalnymi z terenu Gminy Wrocław przedstawiono na

Rys. 14. Wskazana na rysunku ilość odpadów kierowanych do produkcji paliwa została oszacowana na podstawie udziału frakcji nadsitowej (>80 mm) w odpadach zmieszanych (50,6%), uwzględniając, że ok 4% odpadów zmieszanych (pochodzących z frakcji >80 mm) kierowanych jest do recyklingu oraz różnic w ilościach odpadów selektywnie zebranych i skierowanych do recyklingu.

6.1 Selektywnie zebrane surowce

Odpady zebrane selektywnie u źródła oraz w PSZOKach przekazywane są do instalacji komunalnych lub sortowni odpadów selektywnie zbieranych. Selektywnie zebrane surowce, takie jak papier i tektura, tworzywa sztuczne, metale i odpady wielomateriałowe wymagają wstępnego doczyszczania. W ramach tego procesu odpady te segreguje się na jednorodne materiałowo frakcje, które można w dalszej kolejności przekazać recyklerom, prowadzącym proces właściwego recyklingu.

W Tab. 17 przedstawiono szacunkowy skład odpadów zbieranych selektywnie w strumieniu zmieszanych odpadów opakowaniowych (15 01 06) – żółty pojemnik/worek. Dane te pochodzą z badań składu morfologicznego odpadów opakowaniowych w cyklu rocznym, prowadzonych we Wrocławiu i w woj. wielkopolskim w latach 2017-2019.

Jak wynika z przedstawionych danych, strumień odpadów zbieranych selektywnie w żółtym worku charakteryzuje się złożonym składem materiałowym. W Tab. 17 przedstawiono m.in. podstawowe rodzaje tworzyw sztucznych zawartych w selektywnie zbieranych surowcach. Jednak nawet w ramach poszczególnych rodzajów polimerów występują znaczące różnice w ich składzie wynikające z różnorodnych dodatków stosowanych w produkcji tworzyw, decydujących o ich właściwościach i wyglądzie. Ta różnorodność utrudnia przetworzenie ich na regranulat o wymaganej czystości, który mógłby zostać wykorzystany do wytworzenia nowych produktów o porównywalnej do pierwotnej jakości. Stąd, obecnie jedynie część selektywnie zebranych tworzyw sztucznych trafia do recyklingu – są to głównie butelki wykonane z PET oraz opakowania z HDPE. W przypadku innych tworzyw, jak również odpadów wielomateriałowych (poza podstawowymi opakowaniami typu tetrapack), zainteresowanie branży recyklingu jest umiarkowane. Z danych pozyskanych z sortowni odpadów komunalnych wynika, że nawet w przypadku znacznego zaawansowania technologicznego procesu sortowania, do recyklingu trafia obecnie nie więcej niż 40-50% tworzyw sztucznych zawartych w żółtym worku. Wynika to po części z niedoskonałości procesu sortowania, jednak w głównej mierze z braku rynków zbytu dla granulatów niskiej jakości i braku technologii przetwarzania materiałów złożonych (kompozytów). Oznacza to, że nawet w przypadku odpadów selektywnie zbieranych, znaczna część pozyskiwanych odpadów nie może być obecnie przetworzona na nowe produkty. Pozostałości z sortowania, w tym materiały, na które nie istnieje rynek recyklingu, muszą więc zostać zagospodarowane w inny sposób, tak aby móc zamknąć obieg materii.

W funkcjonującym dotąd w Polsce systemie gospodarki odpadami za spełnienie wymogu recyklingu uznawany był moment przekazania wyselekcjonowanych odpadów z sortowni do zakładu recyklingu. Recyklerzy, w ramach własnych instalacji, dalej doczyszczali surowce przed poddaniem ich procesowi ostatecznego recyklingu. Jak wspomniano w rozdziale 3, decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2019/1004 [10] wprowadziła nowe, jednolite zasady obliczania poziomów recyklingu, wg których ilość odpadów komunalnych wprowadzanych do procesu recyklingu obejmuje wyłącznie materiały docelowe. Oznacza to, że przyszłe poziomy recyklingu będą wyliczane jedynie w oparciu o czysty materiał poddawany właściwemu recyklingowi, a co za tym idzie końcowy poziom recyklingu będzie niższy o kilka lub nawet kilkadziesiąt procent niż do tej pory.

W celu poprawy obecnych poziomów recyklingu tworzyw sztucznych konieczne jest wdrożenie pełnego pakietu zmian – od ekoprojektowania poczynając, poprzez efektywnie funkcjonującą rozszerzoną odpowiedzialność producenta za wprowadzane na rynek opakowania i inne

Tab. 17.
Skład odpadów zbieranych w ramach żółtego worka/pojemnika

Materiał		Duże miasta	Małe miasta	Wsie	Średnia ważona
		%			
Tworzywa sztuczne	PET bezbarwny	10,8	7,8	8,1	9,3
	PET niebieski	10,3	9,3	6,6	9,0
	PET zielony	1,8	2,0	2,7	2,1
	PET pozostałe kolory	1,9	5,7	5,8	4,0
	HDPE (głównie opakowania tzw. chemii gosp.)	3,5	3,5	3,1	3,4
	Folia PE-HD i PE-LD - przezroczysta i kolorowa ¹⁾	15,4	14,0	14,3	14,7
	PP	8,2	4,5	4,3	7,0
	PS	2,0			
	Inne tworzywa nie-opakowaniowe	4,0	4,0	4,0	4,0
Metale	Złom stalowy	4,1	5,9	5,3	4,9
	Złom aluminiowy	2,1	1,8	2,3	2,1
	Opakowania wielomateriałowe (typu tetrapack)	7,8	7,0	7,1	7,4
	Inne (opakowania wielowarstwowe)	2,5	9,5	7,5	5,8
	Odpady wielomateriałowe nie opakowaniowe	2,5	0,0	0,0	1,1
		23,0	25,0	29,1	27,4
		100,0	100,0	100,0	100,0

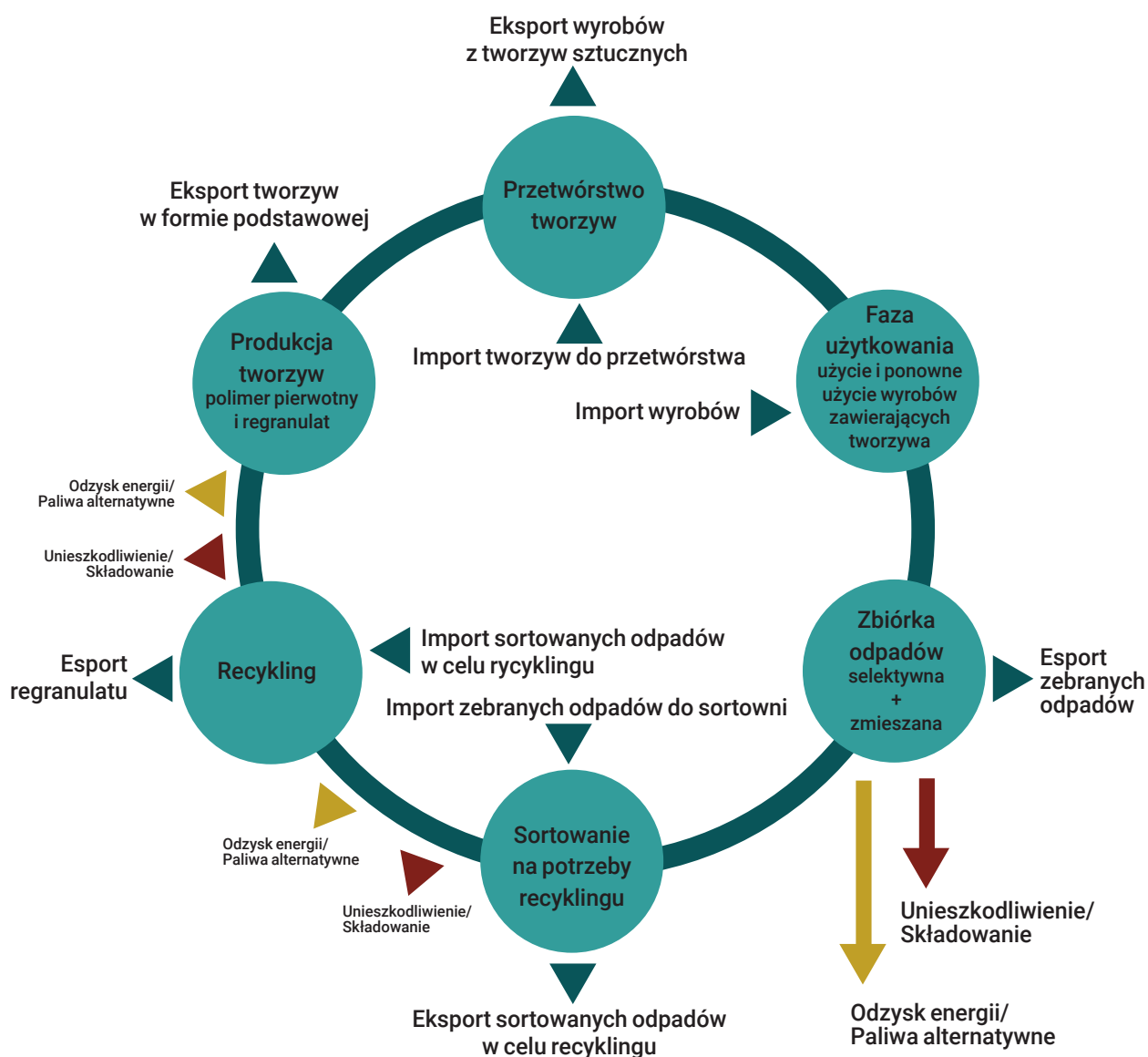
produkty, aż po rozwój technologii i zbudowanie całej infrastruktury recyklingu w Europie.

Frakcja zawarta w żółtym worku jest najbardziej złożoną frakcją surowcową pod względem różnorodności materiałów. Jednak również recykling papieru i tektury napotyka na szereg barier. W przypadku papieru, czynnikiem limitującym jest jakość selektywnie zbieranego materiału oraz brak technologii przetwarzania gorszego jakościowo papieru. Według Stowarzyszenia Papierników Polskich (SPP) [63], aby makulatura nadawała się do recyklingu, na żadnym etapie procesu odzysku i recyklingu makulatura nie może mieć kontaktu z zanieczyszczeniami np. żywnościowymi. Oznacza to też, że makulatura wysortowana ze zmieszanych odpadów komunalnych nie spełnia tych warunków i nie może być użyta przez przemysł papierniczy.

Zgodnie z danymi SPP, odzysk makulatury z przemysłu i handlu jest realizowany w stopniu bliskim 100%, jednak w przypadku odpadów z gospodarstw domowych jest on wielokrotnie niższy. Wynika, to m.in. z faktu, że koszt doczyszczania papieru z gospodarstw domowych jest znacznie wyższy niż ze źródeł przemysłowych i handlu. Polska branża papiernicza, przy braku skutecznie funkcjonującej ROP, nie ma możliwości pokrycia kosztów zbierania makulatury z gospodarstw domowych i pozostać konkurencyjną wobec producentów zagranicznych. Ponadto, w Polsce nie ma obecnie mocy przetwórczych umożliwiających realizację nałożonych na Polskę obowiązków wzrostu recyklingu makulatury z gospodarstw domowych.

Natomiast w przypadku szkła, zapotrzebowanie na surowiec wtórny nie zostało do końca zaspokojone i istnieje możliwość zwiększenia poziomów recyklingu. Szkło jest materiałem bardziej odpornym na zabrudzenia, co znacznie ułatwia recykling.

Rys. 16.
Zamknięty obieg tworzyw sztucznych w Polsce, wg opracowania PlasticsEurope Polska [62]
Raport roczny 2019. Fundacja PlasticsEurope Polska.



6.2 Przetwarzanie selektywnie zebranych bioodpadów

Selektywnie zebrane bioodpady mogą być przetwarzane w instalacjach kompostowania – w warunkach tlenowych lub w warunkach beztlenowych – w procesie fermentacji metanowej. Do 2020 roku, na terenie Wrocławia selektywnym zbieraniem bioodpadów z gospodarstw domowych objęte były wyłącznie odpady zielone – ogrodowe. Odpady te, ze względu na swój charakter – odpady pochodzenia wyłącznie roślinnego - przetwarzane są najczęściej w procesie kompostowania. Ponadto, z uwagi na stosunkowo niewielką uciążliwość przetwarzania odpadów zielonych, dopuszcza się ich przetwarzanie w otwartych przyzmach kompostowych. Odpady te do 2019 roku były przetwarzane w instalacjach o statusie regionalnych instalacji przetwarzania odpadów zielonych.

Taki status posiadały:

- kompostownia przy ul. Janowskiej we Wrocławiu, znajdująca się pod zarządem miejskiej spółki Ekosystem Sp z o.o., o przepustowości 6 tys. Mg/rok
- kompostownia w miejscowości Rudna Wielka, w gm. Wąsocz, pod zarządem Chemeko System Sp. z o.o., o przepustowości 21 tys. Mg/rok.

Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw [64] zniósła regionalizację gospodarki odpadami komunalnymi. Od wejścia w życie jej zapisów, selektywnie zbierane bioodpady, w tym odpady zielone, mogą być przetwarzane w dowolnych instalacjach posiadanych odpowiednie decyzje administracyjne, jednak z uwzględnieniem hierarchii postępowania z odpadami.

W efekcie, w 2019 roku bioodpady zielone z Wrocławia zostały przekazane do 15 instalacji przetwarzania zlokalizowanych w województwie dolnośląskim (7 instalacji), śląskim (5 instalacji), lubuskim (2 instalacje) i wielkopolskim (1 instalacja). Najwięcej odpadów przekazano do ZZO Rudna Wielka (15 900,14 Mg), kompostowni odpadów zielonych we Wrocławiu (2 371,23 Mg), Instalacji komunalnej ECO w Bielawie (2 122,56 Mg) oraz ZUO International w Kunowicach (1013,1 Mg).

W stosunku do sytuacji z roku 2018, kiedy obowiązywała regionalizacja, a odpady zielone zostały przetworzone tylko w 2 instalacjach (w ilości łącznej 22 563,76 Mg), w roku 2019 nastąpiła zatem bardzo duża zmiana. Wynika to m.in. z faktu, że kompostownie obsługujące miasto do tej pory nie posiadają wystarczającej przepustowości, aby przyjąć wszystkie zebrane bioodpady. Ponadto, kompostownie te nie są przystosowane do przetwarzania całego strumienia bioodpadów z gospodarstw domowych, obejmującego od 2020 roku również bioodpady kuchenne z gospodarstw domowych. Biologiczne przetwarzanie bioodpadów kuchennych, w porównaniu do przetwarzania wyłącznie bioodpadów zielonych, jest trudniejsze technologicznie i z reguły kosztowniejsze. Odpady kuchenne mają większą wilgotność, niestabilną strukturę, większą podatność na szybkie zgniwanie, wyższą uciążliwość zapachową, a także stwarzają większe zagrożenia sanitarne niż bioodpady zielone. Dla bioodpadów kuchennych bardziej racjonalne jest przetwarzanie beztlenowe w procesie fermentacji metanowej, a ich kompostowanie możliwe jest tylko wspólnie z odpadami zielonymi oraz/lub materiałami strukturotwórczymi. W związku z powyższym, Miasto podjęło decyzję o budowie nowej instalacji przetwarzania selektywnie zbieranych bioodpadów – instalacji fermentacji we Wrocławiu przy ul. Janowskiej 51. Zadanie to zostało powierzone Miejskiemu Przedsiębiorstwu Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu (MPWiK) Sp. z o.o. Obecna koncepcja [65] przewiduje budowę Zakładu przetwarzania

bioodpadów komunalnych przetwarzającego następujące strumienie odpadów:

- odpady zielone zbierane selektywnie, w ilości docelowej 19 000 Mg/rok.
- odpady biodegradowalne, w szczególności kuchenne zbierane selektywnie, w ilości docelowej 57 000 Mg/rok.

Odpady kuchenne mają być przetwarzane w technologii dwustopniowej, obejmującej proces fermentacji termofilowej suchej dynamicznej poziomej oraz - w drugim etapie – proces zamkniętej stabilizacji tlenowej.

6.3 Zagospodarowanie resztkowych odpadów zmieszanych

Zgodnie z art. 105. 1. ustawy o odpadach, odpady przed umieszczeniem na składowisku odpadów poddaje się procesowi przekształcenia fizycznego, chemicznego, termicznego lub biologicznego, włącznie z segregacją, w celu ograniczenia zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub dla środowiska oraz ograniczenia masy lub objętości składowanych odpadów, a także ułatwienia postępowania z nimi lub prowadzenia odzysku. Odpady zmieszane podlegają więc obowiązkowi przetwarzania przed składowaniem, w celu odzysku w nich odpadów nadających w całości lub części do wykorzystania. Ponadto, obowiązują kryteria dopuszczenia odpadów do składowania, które eliminują możliwość składowania odpadów o cieple spalania przekraczającym 6 MJ/kg sm.

Resztkowe odpady zmieszane z terenu Wrocławia przetwarzane są w instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych, które do 2019 roku były regionalnymi instalacjami przetwarzania odpadów komunalnych (tzw. RIPOK).

Na mocy ustawy z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw [64] regionalne instalacje przetwarzania odpadów komunalnych, określone w WPGO 2016-2022, zmieniły status na instalacje komunalne, do których mogą być przekazywane odpady komunalne nie tylko z całego województwa dolnośląskiego, ale także z obszarów innych województw. Ta zmiana statusu, (poza wspomnianymi wcześniej kompostowniami odpadów zielonych) dotyczy:

- instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych,
- składowisk odpadów pozostałych po mechaniczno-biologicznym przetwarzaniu zmieszanych odpadów komunalnych i pozostałości z sortowania odpadów komunalnych.

Odpady z terenu miasta przetwarzane są w zdecydowanej większości w trzech instalacjach będących pod zarządem przedsiębiorstw odbierających odpady od mieszkańców, są to:

- Instalacja komunalna w Krynicznie (Środa Śląska), pod zarządem FB Serwis Wrocław Sp.z o.o.
- Ekologiczne Centrum Utylizacji odpadów w Rusku (Jaroszów), pod zarządem Eneris Sp.z o.o.
- Zakład Gospodarowania Odpadami Rudna Wielka (Wąsosz), pod zarządem Chemeko System sp. z o.o.

Eneris Sp. z o.o. oraz Chemeko System Sp. z o.o. są ponadto właścicielami składowisk odpadów, na których składowane są pozostałości z przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych oraz odpady inne niż niebezpieczne dopuszczone do składowania.

Zgodnie z posiadanymi przez zarządców instalacji decyzjami administracyjnymi, łączna moc przerobowa trzech wymienionych instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych pozwala na przyjęcie i poddanie przetworzeniu 362 000 Mg odpadów rocznie. Łączna przepustowość części biologicznych tych trzech instalacji, przy prowadzeniu procesu tlenowej stabilizacji, wynosi 155 000 Mg/rok.

Proces mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych polega na rozdzieleniu odpadów na tzw. frakcję podsitową (najczęściej o wielkości <80 mm, która podlega biologicznej stabilizacji) i frakcję nadsitową, która podlega bardziej lub mniej zaawansowanym procesom sortowania w celu wydzielenia odpadów surowcowych do recyklingu i pozostałych materiałów palnych, nadających się do produkcji paliwa z odpadów, tzw. pre-RDF. Stabilizat

wytworzony z frakcji podsitowej kierowany jest do składowania na składowiskach komunalnych lub, po spełnieniu określonych wymagań, może być wykorzystany w części do rekultywacji zamkniętego składowiska odpadów (do wykonania okrywy biologicznej). Natomiast wytworzone paliwo z odpadów jest obecnie w Polsce wykorzystywane głównie przez cementownie. Przetwarzanie zmieszanych odpadów komunalnych w instalacjach MBP nie jest rozwiązaniem docelowym z punktu widzenia gospodarki o obiegu zamkniętym, gdyż:

- nie pozwala na uzyskanie wymaganej docelowej redukcji składowania odpadów komunalnych. Z przeglądu 20 instalacji MBP w Polsce wynika, że średnia ilość odpadów składowanych po procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania wynosi 45,9% początkowej masy odpadów [66],
- cementownie przyjmują jedynie paliwa wysokiej jakości, o wartości opałowej przekraczającej 20 MJ/kg. Natomiast z odpadów zmieszanych, po oddzieleniu surowców do recyklingu) można wytworzyć paliwo o wartości opałowej na poziomie 11-14 MJ/kg, co nie odpowiada wymogom cementowni,
- MBP jest jedynie technologią wstępnego przetwarzania odpadów, w którym powstają odpady do dalszego ostatecznego zagospodarowania, co czyni ją zależną od końcowych odbiorców i narzucanych przez nich warunków dot. jakości i wysokości opłat za odbierane odpady.

6.4 Mankamenty obecnego systemu gospodarki odpadami we Wrocławiu

Obecny system gospodarki odpadami we Wrocławiu nie funkcjonuje w pełni efektywnie. Poniżej wymieniono jego największe problemy:

- W zakresie selektywnego zbierania surowców, problemem jest wciąż zbyt niska jego efektywność, zwłaszcza w zabudowie wielorodzinnej; ponadto problemem jest wysoki udział zanieczyszczeń w odpadach zbieranych w zabudowie wielorodzinnej;
- W zakresie selektywnego zbierania bioodpadów – konieczny jest rozwój i uzyskanie wysokich efektów selektywnego zbierania odpadów kuchennych, które będą poddawane recyklingowi organicznemu w planowanej instalacji fermentacji;
- Wskazana jest budowa kolejnych PSZOKów, jednak próby ich lokalizacji spotykają się z dużym oporem mieszkańców;
- W zakresie zagospodarowania odpadów w instalacjach komunalnych – niska efektywność tych instalacji w zakresie wydzielania frakcji do recyklingu i innego rodzaju odzysku uniemożliwia spełnienie przyszłych, bardzo ambitnych celów w zakresie recyklingu odpadów komunalnych;
- Brakuje instalacji końcowego recyklingu i innych sposobów ostatecznego zagospodarowania odpadów komunalnych;
- Brak możliwości zagospodarowania frakcji palnych, nie nadających się do recyklingu w obrębie gminy i całego województwa;
- Brak wpływu Gminy na koszty przetwarzania odpadów w instalacjach komunalnych, w tym koszty dalszego zagospodarowania frakcji palnej.

6.5 Wytyczne dla poprawy gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu

Biorąc pod uwagę aktualne wyzwania, a zwłaszcza osiągnięcie do 2025 roku 55% recyklingu całej masy odpadów komunalnych, konieczne jest podejmowanie dalszych działań, poprawiających skuteczność systemu, m.in.:

- rozszerzenie wsparcia Gminy Wrocław dla działań w zakresie zapobiegania wytwarzaniu odpadów oraz przygotowania odpadów do ponownego użycia (wsparcie dla inicjatyw przekazywania odzieży i sprzętu domowego organizacjom charytatywnym, współdzielenia nieruchomości i ruchomości, współdzielenia żywności itp.),
- utrzymanie wzrastającego trendu selektywnego zbierania, które jest konieczne dla osiągnięcia celów recyklingu i przygotowania do ponownego użycia, wymaga prowadzenia systematycznych działań informacyjnych, edukacyjnych i organizacyjnych ze strony Gminy w celu ciągłej poprawy uzyskiwanych efektów,
- objęcie selektywnym zbieraniem w ramach systemu gminnego kolejnych frakcji odpadów, zwłaszcza tekstyliów, których udział w odpadach komunalnych bardzo wzrósł w ostatnich latach;
- intensyfikacja procesów sortowania odpadów selektywnie zbieranych i wydzielania surowców z odpadów zmieszanych (modernizacja instalacji komunalnych przez ich zarządców lub budowa nowej efektywnej sortowni),
- stymulacja rozwoju rynków zbytu dla surowców poprzez stworzenie zachęt dla rozwoju tej branży oraz budowy instalacji recyklingu na terenie Gminy (należy rozważyć ewentualność wsparcia branży recyklingowej, ułatwienia prowadzenia działalności gospodarczej poprzez inicjatywę utworzenia np. klastra recyklingowego lub w ramach funkcjonujących obecnie specjalnych stref ekonomicznych).

Dla osiągnięcia wysokiego poziomu recyklingu konieczne jest łączenie selektywnego zbierania z efektywnym sortowaniem zmieszanych odpadów komunalnych w instalacjach komunalnych, tak, aby łącznie mógł zostać spełniony wymagany poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia. Instalacje MBP odbierające odpady z Gminy Wrocław w dalszym ciągu nie posiadają zaawansowanych linii wydzielania surowców do recyklingu, gdyż ich głównym celem w części mechanicznej było dotychczas wydzielenie frakcji palnych do produkcji paliwa z odpadów.

Instalacje te wymagają doposażenia w dodatkowe urządzenia służące wydzielaniu surowców (zautomatyzowane sortowanie frakcji grubej nadsitowej w połączeniu z ręcznym doczyszczaniem wydzielonych frakcji). Konieczna jest także budowa nowych instalacji do automatycznego sortowania odpadów zbieranych selektywnie, zwłaszcza zmieszanych odpadów opakowaniowych i papieru, gdyż dotychczasowe są niewystarczające do tego celu.

Aby osiągnąć wymagany w roku 2025 poziom recyklingu - 55% całej masy odpadów komunalnych, konieczny jest zdecydowany wzrost ilości selektywnie zbieranych bioodpadów, zwłaszcza kuchennych, których przetworzenie będzie możliwe tylko w instalacjach spełniających odpowiednie wymogi. Oznacza to konieczność zapewnienia przetwarzania odpadów kuchennych i ogrodowych w procesie recyklingu organicznego i uzyskania kompostu nadającego się do wprowadzenia na rynek jako nawóz organiczny lub środek poprawiający właściwości gleb (zgodnie z polskim prawem nawozowym, a w przyszłości zgodnie z prawem

unijnym, po spełnieniu wymogów utraty statusu odpadu, jeśli zostaną ostatecznie zdefiniowane).

W celu dalszego ograniczenia składowania odpadów komunalnych ważne jest stworzenie warunków odzysku odpadów palnych, nie nadających się do recyklingu. Dotąd instalacje komunalne wytwarzały paliwa z odpadów, które były przekazywane do odzysku poza województwem. Zasadność produkcji paliw jest uwarunkowana dostępnością rynków zbytu dla paliw z odpadów, których jedynym odbiorcą są obecnie cementownie. Możliwość ich współspalania w instalacjach energetycznych jest ograniczona do jedynej tego typu instalacji w EC Fortum Zabrze. Składowanie tej frakcji jest niedopuszczalne, gdyż nie spełnia ona wymagań dotyczących wartości ciepła spalania, zawartości węgla organicznego oraz straty prażenia. Doświadczenia ostatnich lat pokazały, że możliwości zbytu paliw z odpadów komunalnych są bardzo ograniczone, z uwagi na dużą podaż paliw tej jakości w kraju i zbyt małą liczbę instalacji termicznego przetwarzania odpadów. Z powyższych względów, instalacje MBP w ostatnich latach borykają z narastającym problemem zbytu i wysokimi kosztami zagospodarowania paliw z odpadów.

W tym kontekście jedynym uzasadnionym rozwiązaniem jest budowa instalacji odzysku energii z odpadów resztkowych pozostałych po selektywnym zbieraniu w obrębie województwa i najlepiej w bliskim sąsiedztwie Wrocławia, który jest największym wytwórcą odpadów komunalnych.

7. Zalecany optymalny model GOZ dla gospodarki odpadami Wrocławia

Idealny model GOZ obejmuje działania wynikające m.in. z hierarchii postępowania z odpadami:

- ograniczanie wytwarzania odpadów poprzez zapobieganie ich wytwarzaniu wszędzie tam, gdzie jest to możliwe (i uzasadnione względami społecznymi, środowiskowymi, ekonomicznymi, wymaganiami prawnymi),
- przygotowanie odpadów do ponownego użycia i ich użycie (punkty napraw sprzętu, spółdzielnie socjalne itp.),
- recykling odpadów, które nie nadają się do ponownego użycia,
- odzysk energii z odpadów resztkowych pozostałych po selektywnym zbieraniu i wydzieleniu z nich frakcji materiałowych do recyklingu,
- unieszkodliwianie odpadów, które nie zostały zagospodarowane żadnymi z wymienionych wyżej procesów recyklingu oraz innych metod odzysku,
- składowanie, jako najmniej korzystna forma unieszkodliwiania powinno być ostatecznością, a docelowo całkowicie eliminowane.

Składowanie powinno dotyczyć wyłącznie pozostałości po przetworzeniu odpadów, całkowicie nieprzydatnych do żadnych innych procesów ich przetwarzania lub użycia. Dopuszczalne jest składowanie nieprzetworzonych odpadów obojętnych, choć dla nich korzystniejsze jest zagospodarowanie - odzysk jako materiału do wypełnienia wyrobisk i terenów zdegradowanych.

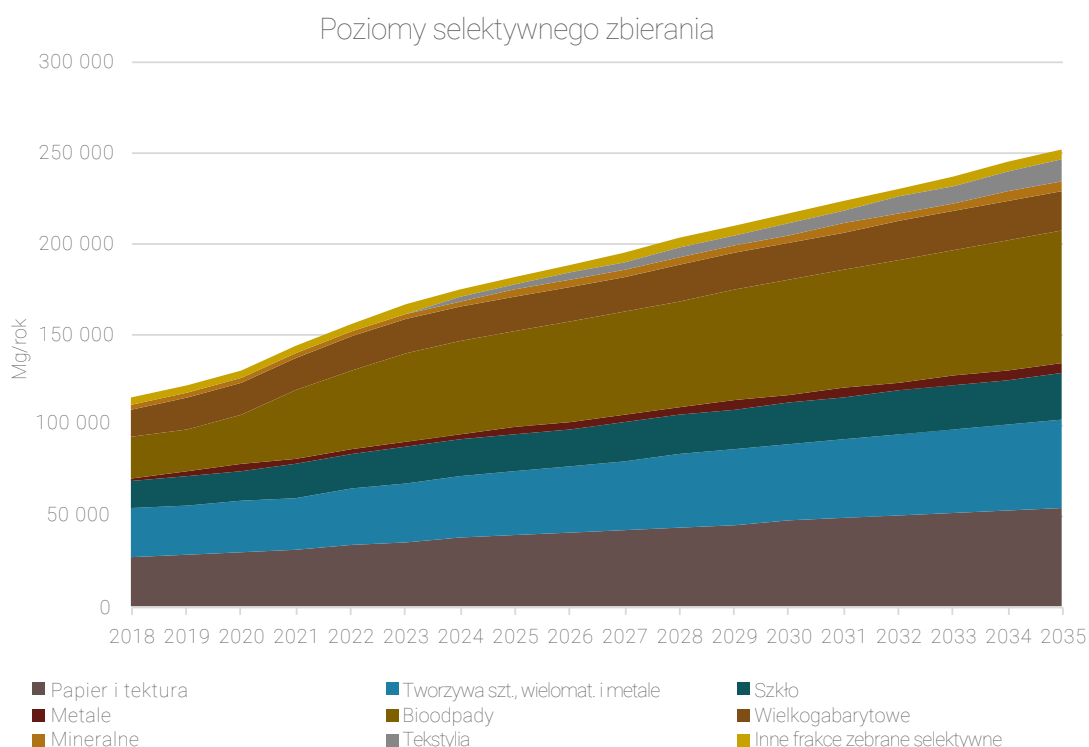
7.1 Poziomy selektywnego zbierania i recyklingu

Wymagany wzrost poziomu recyklingu odpadów komunalnych do poziomu 55% całej masy odpadów komunalnych już w 2025 roku, a następnie dalszy wzrost do poziomu 65% odpadów komunalnych w 2035 roku wymaga zdecydowanej poprawy skuteczności selektywnego zbierania wszystkich frakcji odpadów, które mogą ze względów technologicznych zostać poddane recyklingowi.

W szczególności dotyczy to bioodpadów, które stanowią największy strumień odpadów komunalnych, a w przypadku Wrocławia o zdecydowanej przewadze zabudowy wielorodzinnej decydujący jest strumień odpadów kuchennych. Bioodpady, aby mogły zostać poddane procesowi recyklingu, muszą być zebrane selektywnie, gdyż nie ma możliwości wytworzenia produktu nawozowego z odpadów wysortowanych z odpadów zmieszanych, co stanowi podstawę uznania procesu za recykling.

Tab. 18 przedstawia minimalne poziomy selektywnego zbierania, które powinny zostać osiągnięte, w latach 2021-2035. Cele te zaproponowano uwzględniając dotychczas osiągane poziomy selektywnego zbierania i zakładając ich sukcesywny wzrost. Założone efekty selektywnego zbierania przedstawiono na Rys. 17. Oprócz intensyfikacji selektywnego zbierania dotychczasowych frakcji surowcowych prognoza przewiduje również wdrożenie selektywnego zbierania odpadów tekstylnych przez Gminę od roku 2023. Z badań składu odpadów zmieszanych wynika, że jest to dość znaczący strumień materiałowy, stanowiący ok. 6,7% masy odpadów zmieszanych w 2019 roku.

Rys. 17.
Założone poziomy selektywnego zbierania



Tab. 18.
Prognozowane poziomy selektywnego zbierania poszczególnych frakcji odpadów komunalnych

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Papier i tektura	27 390	28 885	29 941	31 425	34 488	36 140	37 685	39 117	40 536	41 961	44 057	45 519	46 984	48 467	49 953	51 454	52 957	54 500
Tworzywa szt., opak. wielo- -mat. i metale	27 448	26 759	28 132	28 733	30 324	32 037	33 670	35 213	36 494	38 042	39 611	41 199	42 494	43 790	45 075	46 358	47 627	48 916
Szkło	14 921	15 977	16 910	17 938	18 849	19 617	20 221	20 641	21 054	21 475	21 904	22 342	22 789	23 245	23 710	24 184	24 668	25 161
Metale	388	3 197	3 264	3 426	3 590	3 742	3 881	4 009	4 134	4 259	4 384	4 510	4 635	4 761	4 888	5 015	5 142	5 272
Bioodpady	22 797	23 228	27 683	37 616	43 070	48 427	50 710	52 775	54 752	56 661	58 508	60 804	63 068	65 317	67 527	69 446	71 577	73 711
Wielkogabarytowe	15 679	16 974	16 934	17 391	18 023	18 389	18 865	19 075	19 458	19 628	19 993	20 140	20 487	20 613	20 946	21 050	21 367	21 460
Mineralne	2 483	2 695	2 770	2 958	3 153	3 295	3 427	3 548	3 668	3 787	3 908	4 029	4 151	4 273	4 396	4 520	4 643	4 770
Tekstylia ¹						2 021	2 745	3 423	4 261	5 152	6 069	7 005	7 951	8 922	9 920	10 946	12 000	13 079
Mineralne	4 744	4 404	4 355	4 447	4 574	4 683	4 773	4 839	4 895	4 953	5 009	5 070	5 125	5 178	5 230	5 273	5 318	5 364
Inne frakcje zebrane selektywnie	204 969	204 679	193 208	186 059	183 316	179 154	178 208	176 413	173 986	171 620	168 229	165 606	162 619	159 654	156 480	153 048	149 345	145 780
Zmieszane	320 819	326 798	323 197	329 992	339 386	347 506	354 187	359 054	363 239	367 539	371 672	376 224	380 302	384 220	388 124	391 294	394 644	398 010
SUMA	36,1%	37,4%	40,2%	43,6%	46,0%	48,4%	49,7%	50,9%	52,1%	53,3%	54,7%	56,0%	57,2%	58,4%	59,7%	60,9%	62,2%	63,4%

¹ W latach 2018-2022 selektywnie zebrane tekstylia zostały uwzględnione w „innych frakcjach”

Tab. 19.
Dodatkowe frakcje wydzielane z odpadów zmieszanych

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Szkło								10 359	10 569	10 760	10 937	11 101	11 245	11 381	11 497	11 602	11 689	11 779
Tworzywa szt.								10 476	10 258	10 175	10 079	9 969	9 691	9 401	9 097	8 782	8 453	8 118
Metale								2 156	2 138	2 104	2 067	2 027	1 997	1 965	1 931	1 895	1 857	1 819
Wielomateriałowe								4 537	4 610	4 668	4 722	4 773	4 835	4 897	4 956	5 016	5 073	5 131
Suma								27 527	27 574	27 706	27 805	27 869	27 768	27 644	27 481	27 295	27 072	26 847

Mimo przyjętego założenia, że do roku 2025 poziom selektywnego zbierania wszystkich frakcji wzrośnie o ok. 50% w stosunku do roku 2019, nie jest to wystarczające, aby spełnić wymagany w 2025 roku poziom recyklingu (55% całkowitej masy odpadów komunalnych). Wynika to m.in. z faktu, że nie wszystkie selektywnie zebrane surowce nadają się do recyklingu. Część materiałów zanieczyszczających i takich, dla których nie ma rynku zbytu, zostają wysortowane w sortowniach selektywnie zebranych surowców, jako tzw. pozostałość z sortowania. W 2019 poziom selektywnego zbierania czterech podstawowych surowców był o ok. 20% wyższy niż poziom recyklingu, a w latach 2018-2017 roku był on odpowiednio o 77% i 65% wyższy. W związku z tym konieczne jest, żeby począwszy od roku 2025 odpady zmieszane były poddawane zaawansowanej segregacji w sortowni, w celu pozyskania dodatkowego strumienia surowców do recyklingu. Założono, że z resztkowych odpadów zmieszanych wydzielane w sortowni będą szkło, tworzywa sztuczne, metale i odpady wielomateriałowe. Założone efektywności sortowania, w stosunku do zawartych surowców w odpadach resztkowych przedstawiono w Tab. 20. Na tej podstawie wyznaczono ilości surowców wydzielanych z odpadów zmieszanych, przedstawione w Tab. 19.

Tab. 20.
Założone efekty wydzielenia surowców w sortowni odpadów zmieszanych

Materiał	Założona efektywność sortowania
Szkło	75%
Tworzywa szt.	40%
Metale	85%
Wielomateriałowe	40%

W Tab. 21 zestawiono łączne poziomy recyklingu poszczególnych frakcji odpadów komunalnych, z wyłączeniem pozostałości z sortowania, które zostały ujęte w kolejnych bilansach odpadów resztkowych. W przypadku doczyszczania selektywnie zbieranych surowców, założono, że ilość pozostałości z sortowania będzie ulegać zmniejszeniu, co będzie wynikać z wdrożenia zasad gospodarki o obiegu zamkniętym, tj.:

- wdrożenia zasad ekoprojektowania, skutkujących wyższą przydatnością do recyklingu odpadów surowcowych, a w szczególności odpadów z tworzyw sztucznych i odpadów wielomateriałowych;
- zmniejszenia poziomu zanieczyszczeń w selektywnie zbieranych frakcjach dzięki wyższemu poziomowi świadomości społeczeństwa i wyrobieniu nawyków poprawnej segregacji;
- rozwojowi technologii recyklingu i możliwości przetwarzania szerszej gamy surowców wtórnych na nowe produkty, nawet w przypadku gorszej jakości surowców.

Z przedstawionych danych wynika że do recyklingu w latach 2025 – 2035 skierowane musi zostać:

- 196 855 Mg odpadów komunalnych w 2025 roku (odpowiada 55% recyklingu)
- 228 814 Mg odpadów komunalnych w 2030 roku (odpowiada 60% recyklingu)
- 259 245 Mg odpadów komunalnych w 2035 roku (odpowiada 65% recyklingu).

Rys. 18 przedstawia wyliczone ilości odpadów, które będą musiały zostać poddane recyklingowi, aby spełnić wymagane poziomy na lata 2025-2035.

Rys. 19 przedstawia relację między założonym, a wymaganym poziomem recyklingu w latach 2020-2035.

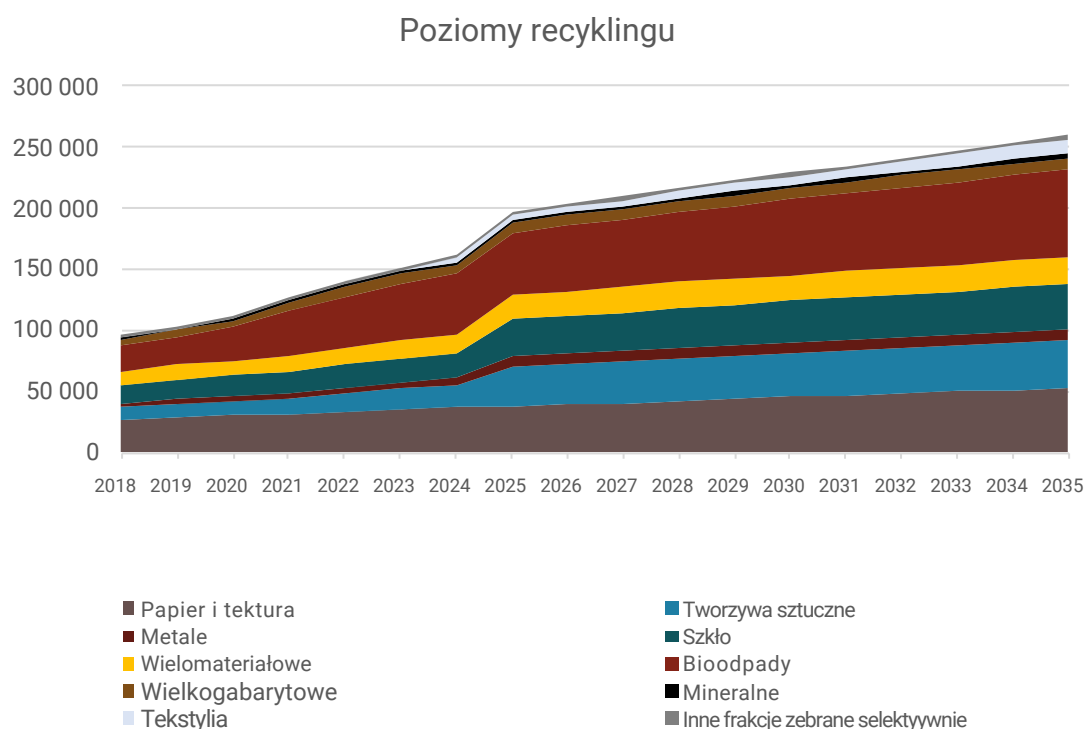
Tab. 21.

Proponowane poziomy recyklingu poszczególnych frakcji odpadów komunalnych

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Papier i tektura	27 390	28 885	29 642	30 797	33 453	34 694	36 178	37 553	38 915	40 283	42 295	43 698	45 105	46 529	47 955	49 396	50 839	52 320
Two-rzutowa sztuczne	10 242	10 429	11 664	13 104	15 087	17 268	19 544	32 376	33 257	33 834	34 713	35 592	36 119	36 635	37 130	37 613	38 074	38 541
Metale	1 775	4 343	4 525	4 757	5 050	5 343	5 624	8 049	8 224	8 400	8 573	8 744	8 910	9 074	9 235	9 395	9 553	9 713
Szkło	14 667	15 721	16 657	17 687	18 604	19 382	19 998	30 794	31 412	32 020	32 622	33 219	33 807	34 393	34 970	35 545	36 110	36 688
Wielomateriałowe	11 446	12 561	12 700	13 217	13 877	14 344	14 904	19 797	20 177	20 370	20 717	20 886	21 225	21 387	21 713	21 856	22 167	22 299
Biodopady	21 862	22 345	26 714	36 412	41 821	47 167	49 544	51 720	53 657	55 528	57 338	59 588	61 806	64 011	66 176	68 057	70 145	72 236
Tekstylia	0	0	0	0	0	1 738	2 416	3 081	3 835	4 637	5 462	6 304	7 155	8 029	8 928	9 851	10 800	11 771
Mineralne	1 390	1 563	1 662	1 834	2 018	2 175	2 330	2 484	2 567	2 651	2 736	2 820	2 905	2 991	3 077	3 164	3 250	3 339
Wielkogabarytowe	4 860	5 601	5 927	6 434	7 029	7 540	8 112	8 584	8 756	8 833	8 997	9 063	9 219	9 276	9 426	9 472	9 615	9 657
Inne kategorie	1 708	1 674	1 742	1 868	2 012	2 154	2 291	2 419	2 448	2 477	2 504	2 535	2 563	2 589	2 615	2 637	2 659	2 682
suma	95 341	103 122	111 232	126 111	138 952	151 805	160 942	196 855	203 249	209 032	215 957	222 450	228 814	234 914	241 225	246 987	253 212	259 245
Poziom recyklingu w masie OK	30%	32%	34%	38%	41%	44%	45%	55%	56%	57%	58%	59%	60%	61%	62%	63%	64%	65%
Wymagany poziom				20%	25%	35%	45%	55%	56%	57%	58%	59%	60%	61%	62%	63%	64%	65%

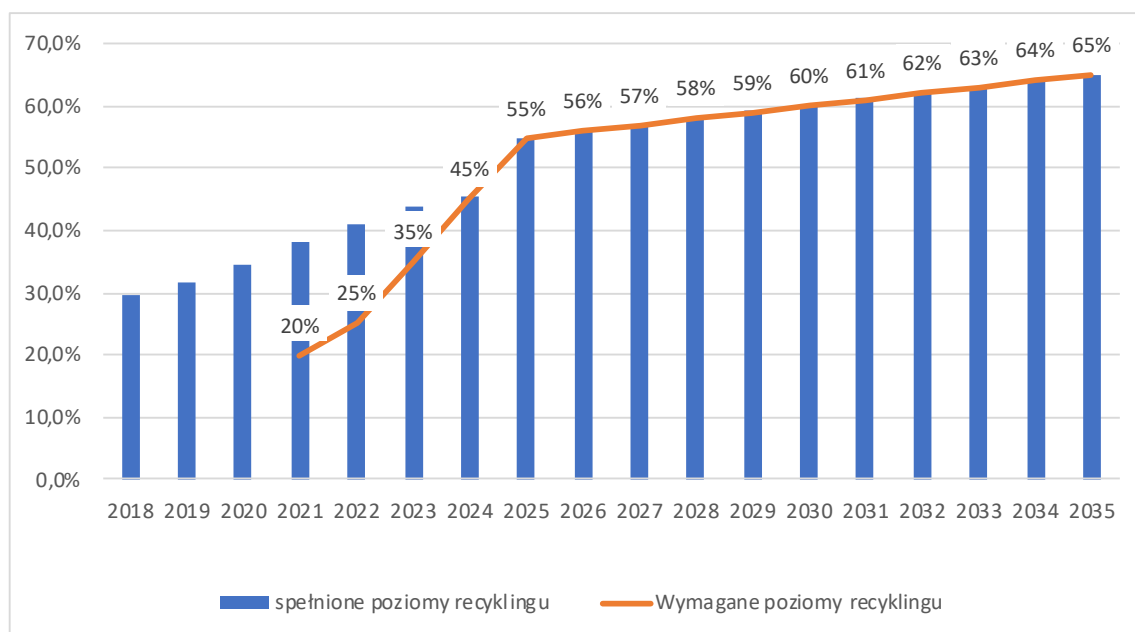
Od 2021 roku zmienia się sposób wyliczenia poziomu recyklingu – jest on liczony jako suma wszystkich frakcji kierowanych do recyklingu (w tym bioodpadów). Z Rys. 19 wynika, że do roku 2024 Wrocław powinien bez większych trudności osiągnąć wymagane poziomy recyklingu, jako efekt kontynuacji dotychczas osiąganych poziomów selektywnego zbierania i recyklingu surowców. Ponadto, służyć temu będzie założony wzrost ilości selektywnie zbieranych bioodpadów, zakładając, że zostaną one w całości skierowane do procesu recyklingu organicznego. W latach 2021-2023 poziom recyklingu powinien nawet przekraczać wymagane poziomy recyklingu według nowej metody obliczeniowej. Jednak taki model jest wystarczający

Rys. 18.
Prognozowane ilości odpadów skierowanych do recyklingu i pozostałych (reszkowych zmieszanych i pozostałości z sortowania).



do roku 2024 włącznie. Od 2025 roku wymagane jest pozyskanie dodatkowych surowców z odpadów zmieszanych. Ten skokowy wzrost masy czterech surowców (szkła, tworzyw sztucznych, metali i odpadów wielomateriałowych) kierowanych do recyklingu między rokiem 2024 i 2025 jest wyraźnie widoczny na Rys. 18.

Rys. 19.
Wymagane i założone poziomy recyklingu na lata 2021-2035



7.2 Skład odpadów resztkowych po selektywnym zbieraniu i pozostałości z sortowania

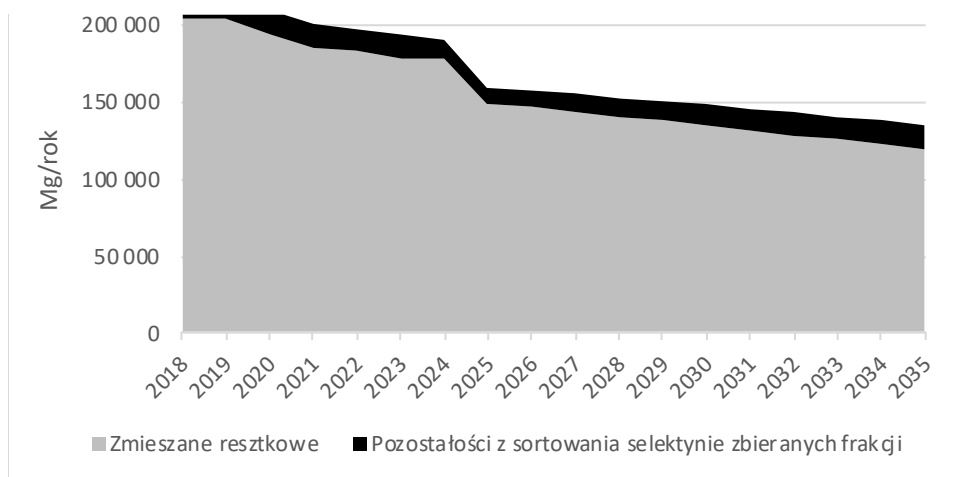
Ilości i skład resztkowych odpadów zmieszanych, po wysortowaniu dodatkowych surowców wymaganych do spełnienia obowiązujących poziomów recyklingu, przedstawiono w Tab. 22.

Rys. 20 przedstawia prognozę ilości odpadów resztkowych i pozostałości z sortowania odpadów selektywnie zbieranych, wymagających dalszego zagospodarowania.

Z przedstawionych danych wynika, że ilość odpadów resztkowych będzie się zmniejszać od 193 204 Mg w roku 2020 do 118 928 Mg w roku 2035. W tabeli uwzględniono również dodatkowo ilości pozostałości z sortowania odpadów selektywnie zebranych i odpadów wielkogabarytowych. W przypadku odpadów wielkogabarytowych, założono, że 30% będą stanowiły odpady palne, nieprzydatne do recyklingu. Strumień pozostałości po sortowaniu został pokazany osobno, gdyż nie ma pewności, że odpady te będą dalej dostępne do zagospodarowania. Frakcje selektywnie zbierane mogą być sortowane i poddane recyklingowi w odległych instalacjach i nie „wrócić” do Gminy.

Ilości pozostałości z sortowania surowców i odpadów wielkogabarytowych oszacowano na 16,7 tys. Mg w 2020 i stopniowe ich zmniejszenie do 10,6 tys. Mg w roku 2025 oraz ponowny wzrost ze wzrostem poziomu selektywnego zbierania do 16,1 tys. Mg w 2035 roku.

Rys. 20.
Prognoza ilości odpadów resztkowych i pozostałości z sortowania do dalszego zagospodarowania



Tab. 22.

Skład odpadów pozostałych po selektywnym zbieraniu i sortowaniu odpadów zmieszanych

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Kuchenne	65 768	66 994	59 251	51 228	47 608	43 594	42 210	40 619	38 955	37 248	35 512	34 070	32 582	31 062	29 505	27 830	26 220	24 602
Zielone	5 435	5 530	5 342	5 196	5 034	4 832	4 599	4 338	4 065	3 783	3 493	3 197	2 894	2 586	2 273	1 933	1 615	1 296
Papier i tektura	25 224	24 710	23 525	24 040	22 992	23 106	23 098	22 974	22 802	22 595	21 700	21 420	21 109	20 772	20 403	20 010	19 587	19 148
Wielomateriałowe	9 558	10 090	9 921	10 378	10 711	10 967	11 177	6 805	6 915	7 001	7 084	7 160	7 253	7 346	7 434	7 524	7 609	7 697
Tworzywa sztuczne	26 645	28 137	27 882	26 174	26 130	26 285	26 302	15 713	15 387	15 262	15 118	14 953	14 536	14 101	13 645	13 172	12 680	12 178
Tekstylia	13 474	13 726	13 693	14 204	14 720	13 152	12 821	12 478	11 960	11 381	10 771	10 138	9 488	8 810	8 098	7 356	6 578	5 783
Szkło	14 274	13 762	12 757	12 838	13 045	13 257	13 506	3 453	3 523	3 587	3 646	3 700	3 748	3 794	3 832	3 867	3 896	3 926
Metale	5 429	2 796	2 632	2 718	2 745	2 743	2 726	539	534	526	517	507	499	491	483	474	464	455
Odpady mineralne	5 537	5 475	5 380	5 497	5 609	5 736	5 839	5 917	5 987	6 054	6 116	6 175	6 229	6 282	6 329	6 374	6 416	6 457
Drewno	2 887	2 941	2 934	3 044	3 154	3 251	3 336	3 407	3 476	3 543	3 609	3 674	3 737	3 800	3 861	3 922	3 981	4 042
Odpady niebezpieczne	533	553	552	574	596	615	631	646	659	673	687	699	712	725	738	751	763	775
Odpady inne	17 003	17 320	17 279	17 925	18 576	19 147	19 643	20 066	20 469	20 863	21 251	21 633	22 006	22 376	22 737	23 095	23 444	23 801
Frakcja <10 mm	11 872	12 296	11 711	11 885	12 025	12 091	11 930	11 538	11 279	10 993	10 510	9 994	9 633	9 440	9 229	9 010	8 578	8 331
Wielkogabarytowe	1 324	346	345	354	367	375	385	389	397	400	408	411	418	420	427	429	436	437
	204 962	204 676	193 204	186 054	183 311	179 152	178 203	148 881	146 407	143 908	140 420	137 731	134 844	132 005	128 994	125 747	122 267	118 928
Pozostałości po sortowaniu selektywnie zbieranych odpadów	17 985	16 990	16 712	15 634	14 798	14 085	12 496	10 649	10 853	11 741	12 372	12 981	13 508	14 028	14 558	15 077	15 608	16 136
	222 948	221 666	209 915	201 689	198 109	193 237	190 699	159 530	157 260	155 649	152 792	150 712	148 352	146 033	143 552	140 824	137 875	135 065

7.3 Właściwości odpadów resztkowych

Właściwości poszczególnych frakcji odpadów zmieszanych zestawiono w Tab. 23. Dane te pochodzą z badań odpadów zmieszanych prowadzonych w Politechnice Wrocławskiej. Na tej podstawie i składu odpadów resztkowych (Tab. 24) wyliczono właściwości odpadów resztkowych w okresie 2018-2035. Dane te przedstawiono w Tab. 25.

Tab. 23.
Charakterystyka frakcji zawartych w odpadach zmieszanych

	Wilgotność %	Ciepło spalania [MJ/kg sm]	Wartość opałowa [MJ/kg]
Kuchenne	65,0	18,0	3,3
Zielone	41,4	16,8	7,5
Papier i tektura	30,3	15,0	8,3
Wielomateriałowe	18,2	23,7	17,5
Tworzywa sztuczne	11,9	33,6	26,4
Tekstylia	18,6	20,8	15,0
Szkło	0,0	0,0	0,0
Metale	0,0	0,0	0,0
Odpady mineralne	0,0	0,0	0,0
Drewno	16,3	19,0	13,8
Odpady niebezpieczne	0,0	0,0	0,0
Odpady inne (głównie higieniczne)	81,6	25,7	1,1
Frakcja <10 mm	50,2	10,3	2,4
Odpady wielkogabarytowe	18,2	23,7	17,5

Na Rys. 21 przedstawiono podstawowe właściwości odpadów w latach 2020-2035.

Jak wynika z przedstawionych danych, wilgotność odpadów resztkowych w okresie 2019-2024 spada z 40,0% do 37,3%, co ma związek ze wzrostem selektywnego zbierania bioodpadów. Następnie, wysortowanie suchych surowców, założone od roku 2025, powoduje wzrost wilgotności do 42,6% w 2025. W kolejnych latach wilgotność utrzymuje się na zbliżonym poziomie. Ciepło spalania w całym okresie utrzymuje się na prawie stałym poziomie, w zakresie 17,3 – 18,3 MJ/kg sm

Dodatek strumienia pozostałości po sortowaniu surowców i frakcji palnej odpadów wielkogabarytowych powinien poprawić właściwości paliwowe odpadów resztkowych. Skład tego strumienia nie jest znany, w obliczeniach przyjęto, że jego charakterystyka (wilgotność i ciepło spalania) będzie analogiczna jak dla odpadów wielomateriałowych. Stąd, po uwzględnieniu odpadów resztkowych, wartość opałowa wzrosłaby średnio o ok. 10%.

Tab. 24.

Prognozowany skład odpadów resztkowych po selektywnym zbieraniu i wydzieleniu surowców

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Kuchenne	32,1%	32,7%	30,7%	27,5%	26,0%	24,3%	23,7%	27,3%	26,6%	25,9%	25,3%	24,7%	24,2%	23,5%	22,9%	22,1%	21,4%	20,7%
Zielone	2,7%	2,7%	2,8%	2,8%	2,7%	2,7%	2,6%	2,9%	2,8%	2,6%	2,5%	2,3%	2,1%	2,0%	1,8%	1,5%	1,3%	1,1%
Papier i tektura	12,3%	12,1%	12,2%	12,9%	12,5%	12,9%	13,0%	15,4%	15,6%	15,7%	15,5%	15,6%	15,7%	15,7%	15,8%	15,9%	16,0%	16,1%
Wielomateriałowe	4,7%	4,9%	5,1%	5,6%	5,8%	6,1%	6,3%	4,6%	4,7%	4,9%	5,0%	5,2%	5,4%	5,6%	5,8%	6,0%	6,2%	6,5%
Tworzywa sztuczne	13,0%	13,7%	14,4%	14,1%	14,3%	14,7%	14,8%	10,6%	10,5%	10,6%	10,8%	10,9%	10,8%	10,7%	10,6%	10,5%	10,4%	10,2%
Tekstylia	6,6%	6,7%	7,1%	7,6%	8,0%	7,3%	7,2%	8,4%	8,2%	7,9%	7,7%	7,4%	7,0%	6,7%	6,3%	5,8%	5,4%	4,9%
Szkło	7,0%	6,7%	6,6%	6,9%	7,1%	7,4%	7,6%	2,3%	2,4%	2,5%	2,6%	2,7%	2,8%	2,9%	3,0%	3,1%	3,2%	3,3%
Metale	2,6%	1,4%	1,4%	1,5%	1,5%	1,5%	1,5%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Odpady mineralne	2,7%	2,7%	2,8%	3,0%	3,1%	3,2%	3,3%	4,0%	4,1%	4,2%	4,4%	4,5%	4,6%	4,8%	4,9%	5,1%	5,2%	5,4%
Drewno	1,4%	1,4%	1,5%	1,6%	1,7%	1,8%	1,9%	2,3%	2,4%	2,5%	2,6%	2,7%	2,8%	2,9%	3,0%	3,1%	3,3%	3,4%
Odpady niebezpieczne	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,6%	0,6%	0,6%	0,7%
Odpady inne	8,3%	8,5%	8,9%	9,6%	10,1%	10,7%	11,0%	13,5%	14,0%	14,5%	15,1%	15,7%	16,3%	17,0%	17,6%	18,4%	19,2%	20,0%
Frakcja <10 mm	5,8%	6,0%	6,1%	6,4%	6,6%	6,7%	6,7%	7,7%	7,7%	7,6%	7,5%	7,3%	7,1%	7,2%	7,2%	7,2%	7,0%	7,0%
Wielkogabarytowe	0,6%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tab. 25.

Przewidywana charakterystyka odpadów resztkowych zmieszanych

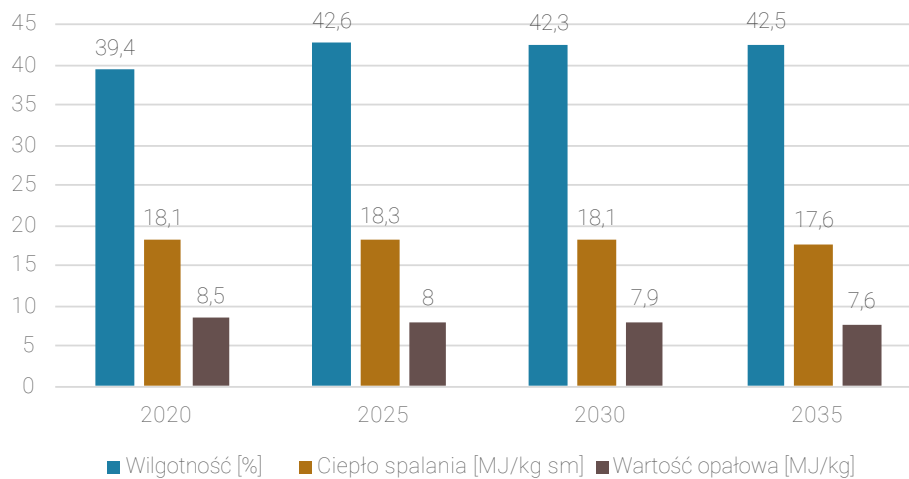
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Wilgotność [%]	39,3	40,0	39,4	38,4	38,0	37,5	37,3	42,6	42,5	42,4	42,4	42,3	42,3	42,3	42,4	42,4	42,5	42,5
Ciepło spalania [MJ/kg sm]	17,3	17,9	18,1	17,8	17,8	17,8	17,7	18,3	18,2	18,2	18,2	18,2	18,1	18,0	17,9	17,8	17,7	17,6
Wartość opałowa [MJ/kg]	8,1	8,3	8,5	8,6	8,6	8,7	8,7	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,8	7,8	7,7	7,7	7,6
Udział energii z OZE [%]	47,8%	46,8%	46,0%	46,6%	46,2%	45,5%	45,3%	52,7%	52,7%	52,5%	52,0%	51,8%	51,9%	51,8%	51,8%	51,8%	51,8%	51,8%

Tab. 26.

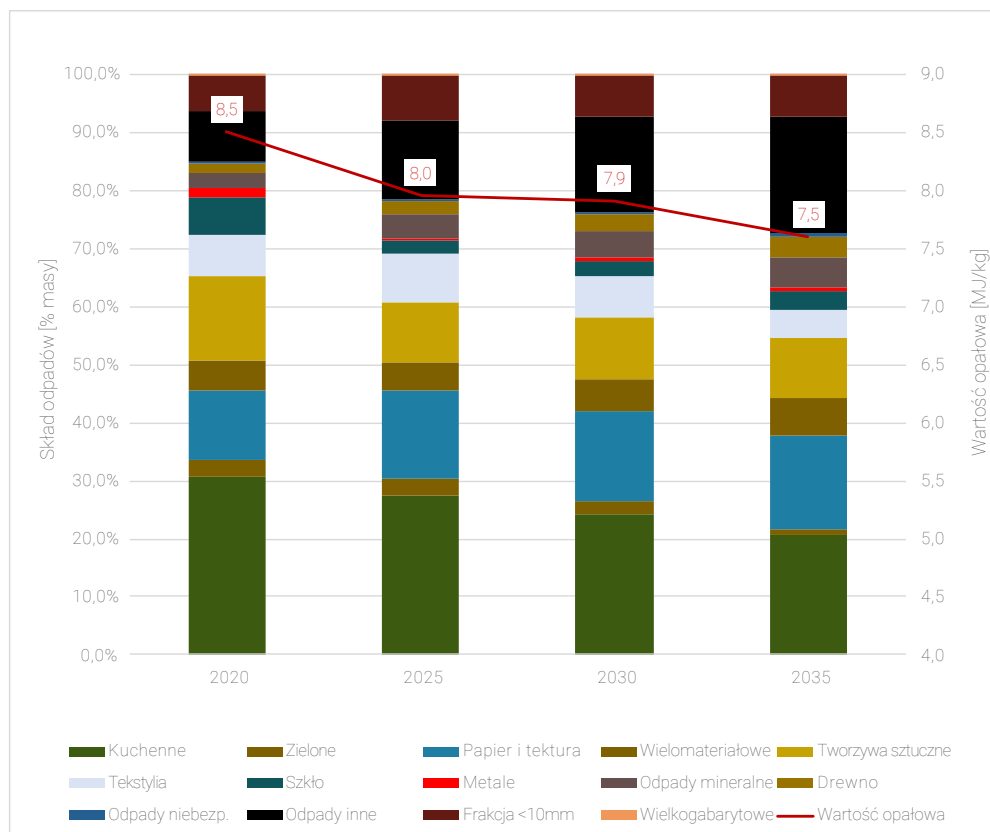
Przewidywana charakterystyka odpadów resztkowych wraz z pozostałościami z sortowania surowców i odpadów wielkogabarytowych

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
Wilgotność [%]	37,6	38,4	37,7	36,9	36,5	36,1	36,1	40,9	40,8	40,6	40,4	40,2	40,1	40,0	39,9	39,8	39,7	39,6
Wartość opałowa [MJ/kg]	8,8	9,0	9,2	9,2	9,3	9,3	9,3	8,6	8,6	8,7	8,7	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8

Rys. 21.
Podstawowe właściwości paliwowe odpadów reszkowych w latach 2020-2035



Rys. 22.
Przewidywany skład odpadów reszkowych i wartość opałowa



7.4 Zawartość energii z OZE w odpadach resztkowych

W Tab. 27 przedstawiono porównanie średnich zawartości energii z frakcji biodegradowalnej xBcal [%] w poszczególnych składnikach materiałowych odpadów resztkowych, określonych metodyką selektywnego rozpuszczania [36]. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2016 r. w sprawie warunków technicznych kwalifikowania części energii odzyskanej z termicznego przekształcania odpadów (Dz.U. 2016 poz. 847) wartość xBcal odpowiada udziałowi energii z OZE w stosunku do energii całkowitej badanej próby odpadów.

Tab. 27.
Wartość opałowa i udziały energii z frakcji biodegradowalnej (OZE) odpadów resztkowych

	Papier	Two- rzywa szt.	Wielo- ma-te- riałowe	Teksty- lia	Bio	Drew- no	Inne
Średnia zawartość energii z frakcji biodegradowalnej xBcal [%]	91,35	8,70	58,85	69,51	90,42	99,04	46,50

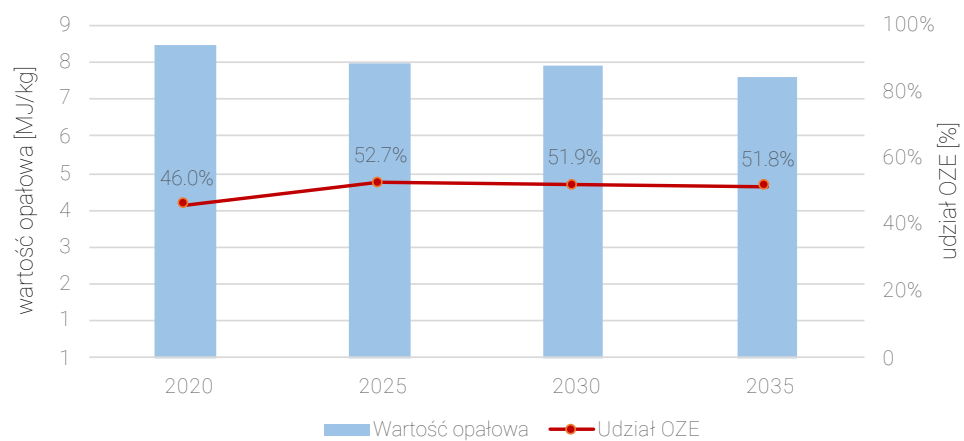
Na tej podstawie wyliczono udziały energii pochodzącej z OZE dla odpadów resztkowych, które zawarto w Tab. 25 i na Rys. 23.

Udział energii z frakcji biodegradowalnej (OZE) w odpadach resztkowych w latach 2020 – 2035 kształtuje się w zakresie 46,0% do 52,7%. Do roku 2025 wzrasta on z 46,0% do 52,7%, a następnie nieznacznie spada do 51,8% w 2035 roku.

Z przedstawionych danych jednoznacznie wynika, że ciepło spalania odpadów resztkowych w całym analizowanym okresie prawie trzykrotnie przekracza graniczne kryterium dopuszczenia do składowania, wynoszące 6 MJ/kg sm. Oznacza to, brak możliwości składowania tych odpadów.

Właściwości paliwowe pozostałości z sortowania selektywnie zebranych surowców są zmienne i zależą od ich składu materiałowego. W obliczeniach w ramach niniejszego opracowania założono, że ich właściwości będą analogiczne do właściwości odpadów wielomateriałowych. Oznacza to, że ich ciepło spalania (23,7 MJ/kg sm) i wartość opałowa (17,5 MJ/kg) są wyższe niż dla odpadów resztkowych. W Tab. 26 zestawiono wyliczone wilgotności i wartość opałową dla łączonego strumienia odpadów resztkowych i pozostałości z sortowania. W tym przypadku wartość opałowa odpadów byłaby średnio o 10% wyższa niż dla samych odpadów resztkowych.

Rys. 23.
Wartość opałowa i udziały energii z frakcji biodegradowalnej (OZE) odpadów resztkowych



7.5 Możliwość poddania frakcji resztkowej procesowi biologicznego suszenia

W celu poprawy właściwości paliwowych, odpady resztkowe można opcjonalnie poddać procesowi biologicznego suszenia. Biologiczne suszenie jest to proces usuwania wilgoci z odpadów z wykorzystaniem naturalnie przebiegających reakcji rozkładu substancji biodegradowalnej zawartej w odpadach w warunkach tlenowych z wydzielaniem energii cieplnej. Wzrost temperatury prowadzący do odparowania wody zawartej w odpadach wynika z zachodzących tu reakcji egzotermicznych. Proces ten prowadzony jest w tych samych bioreaktorach, w których prowadzony jest proces stabilizacji frakcji podsitowej odpadów, jednak korzystne jest zwiększenie stopnia napowietrzania odpadów. Badania biologicznego suszenia odpadów resztkowych frakcji >60 mm, pozostałych po sortowaniu odpadów zmieszanych, prowadzone w instalacji MBP, wykazały, że masa odpadów zmniejszyła się po pierwszym tygodniu suszenia o 23,2 %, a po drugim tygodniu o dalsze 6,2% (łącznie o 29,4%) w stosunku do masy wyjściowej odpadów. Na ubytek masy składa się ubytek części suchej masy organicznej ulegającej biodegradacji oraz części wody w wyniku odparowania i odprowadzenia z powietrzem procesowym. Ma to wpływ na wzrost wartości opałowej.

Na podstawie tych danych oszacowano końcowy bilans odpadów resztkowych po biologicznym suszeniu dla Wrocławia, zakładając ubytek masy na poziomie ok. 25%, w stosunku do masy początkowej. Założono, że na wskazany ubytek masy składają się głównie ubytek wilgoci i nieznaczny rozkład masy frakcji bioodpadów i odpadów innych oraz, w mniejszym stopniu, papieru.

Spodziewane wyniki biologicznego suszenia odpadów resztkowych zestawiono w Tab. 28.

Jak wynika z przedstawionych danych, w wyniku biologicznego suszenia możliwa jest znaczna zmiana wielkości strumienia odpadów zmieszanych, jak również ich właściwości. Istotny jest spadek wilgotności odpadów – średnio o ok. 37% i wzrost wartości opałowej – średnio o ok. 39%. Natomiast udział energii pochodzącej ze odpadów biodegradowalnych (OZE) praktycznie nie zmienia się.

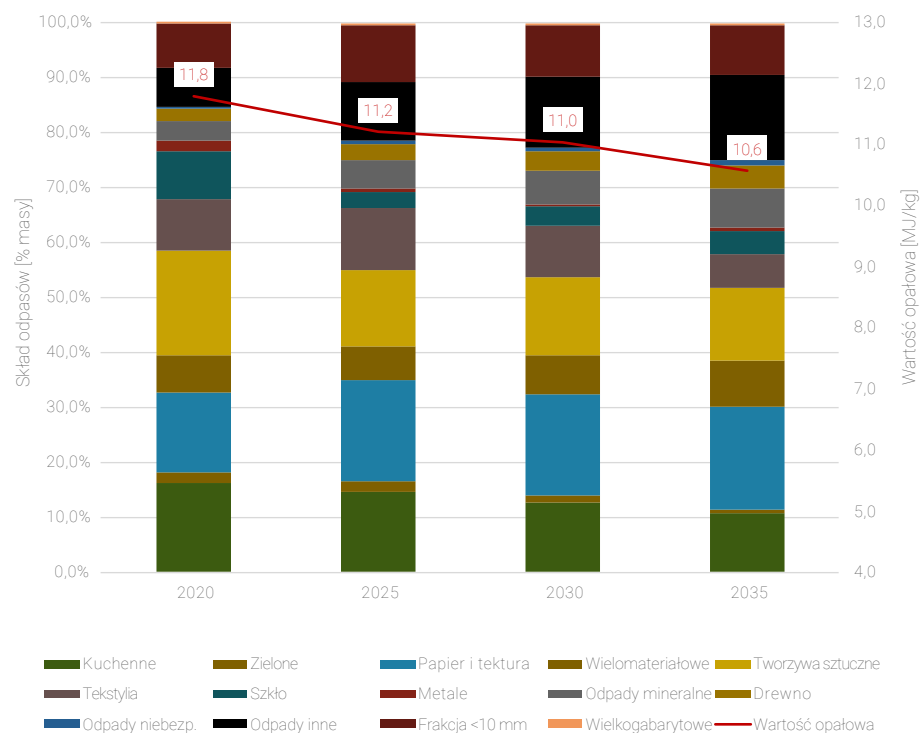
Spodziewany skład odpadów po biologicznym suszeniu i wartość opałowa zostały przedstawione na Rys. 24.

Biologiczne suszenie odpadów resztkowych pozostałych po selektywnym zbieraniu i wydzieleniu surowców w sortowni odpadów resztkowych stanowi opcję ich wstępnej obróbki przed procesem termicznego odzysku energii. Biologiczne suszenie może być realizowane w istniejących instalacjach MBP, lub w nowej instalacji powiązanej z ewentualnie nową sortownią odpadów zmieszanych.

Tab.28.
Spodziewane parametry odpadów resztkowych przed i po biologicznym suszeniu

	2020	2025	2030	2035
Odpady resztkowe przed biologicznym suszeniem				
Ilość odpadów [Mg/rok]	193 204	148 881	134 844	118 928
Wilgotność [%]	39,4	42,6	42,3	42,5
Ciepło spalania [MJ/kg sm]	18,1	18,3	18,1	17,6
Wartość opałowa {MJ/kg}	8,5	8	7,9	7,6
Udział energii z OZE [%]	46,0%	52,7%	51,9%	51,8%
Odpady resztkowe po biologicznym suszeniu				
Ilość odpadów [Mg/rok]	145 718	112 017	102 935	92 084
Wilgotność [%]	23,5	27,2	27,3	27,9
Ciepło spalania [MJ/kg sm]	18,1	18,4	18,2	17,7
Wartość opałowa [MJ/kg]	11,8	11,2	11,0	10,6
Udział energii z OZE [%]	46,7%	53,0%	52,1%	52,0%

Rys. 24.
Przewidywany skład odpadów resztkowych po biologicznym suszeniu i wartość opałowa



7.6 Niezbędna wydajność elektrociepłowni jako instalacji termicznego przekształcania odpadów

Instalacja termicznego przekształcania powinna zapewnić przetworzenie odpadów reszkowych oraz pozostałości po sortowaniu odpadów zebranych selektywnie, tak aby masa odpadów kierowanych do składowania nie przekroczyła w 2035 roku 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych.

Z przeprowadzonych wcześniej obliczeń wynikają przedstawione w Tab. 29 i Tab. 30 bilanse głównych strumieni odpadów komunalnych.

Rys. 29.
Główne strumienie odpadów komunalnych z Wrocławia (Mg/rok)

Strumień odpadów	2025	2030	2035
Odpady wytworzone	359 054	380 302	398 010
Odpady do recyklingu	196 855	228 814	259 245
Pozostałe odpady do zagospodarowania	162 199	151 488	138 765
Dopuszczalne składowanie			39 801

Rys. 30.
Główne strumienie odpadów komunalnych z województwa dolnośląskiego (Mg/rok)

Strumień odpadów	2025	2030	2035
Odpady wytworzone	1 251 537	1 292 281	1 313 305
Odpady do recyklingu	688 345	775 369	853 648
Pozostałe odpady do zagospodarowania	563 192	516 912	459 657
Dopuszczalne składowanie			131 330

Masa pozostałych odpadów do zagospodarowania w procesie termicznego przekształcania maleje w kolejnych latach, osiągając w 2035 roku ok. 138,8 tys. Mg/rok we Wrocławiu oraz ok. 460 tys. Mg/rok w całym województwie dolnośląskim, łącznie z Wrocławiem. Dopuszczalne do składowania ilości odpadów w 2035 roku stanowią odpowiednio ok. 40 tys. Mg/rok we Wrocławiu oraz 131,3 tys. Mg/rok w województwie dolnośląskim. Jednakże, biorąc pod uwagę hierarchię postępowania z odpadami, składowanie jest najgorszym rozwiązaniem, możliwym do stosowania wówczas gdy wszystkie możliwości odzysku, w tym recyklingu, zostaną wyczerpane.

Biorąc pod uwagę powyższe uwagi, szacunkowa zdolność przetwórcza instalacji do termicznego przekształcania odpadów w województwie dolnośląskim powinna wynosić w 2035 roku 350-400 tys. Mg/rok. Stanowi to 26,7% - 30,5% masy odpadów komunalnych prognozowanych do wytworzenia w województwie dolnośląskim.

Ze względów ekonomicznych uzasadniona jest budowa dwóch instalacji: jednej o wydajności 200 tys. Mg/rok w rejonie Wrocławia oraz drugiej o wydajności 150-200 tys. Mg/rok odpadów w środkowo-zachodniej części województwa (ewentualnie dwóch o wydajnościach ok. 100 tys. Mg/rok).

Możliwe są różne konfiguracje gmin, które mogłyby korzystać z możliwości dostarczenia odpadów do elektrociepłowni w rejonie Wrocławia. W przeszłości analizowano możliwości realizacji instalacji termicznej w tym rejonie dla:

- wyłącznie Wrocławia [32, 35],
- Wrocławia i gmin akcjonariuszy ARAW S.A. (Agencji Rozwoju Aglomeracji Wrocławskiej S.A. – obecnie jest to 30 gmin łącznie z Wrocławiem) [35],
- Wrocławia i gmin należących do Regionu Północno-Centralnego oraz Regionu Wschodniego [32].

Masa odpadów wytwarzanych we Wrocławiu jest niewystarczająca do pokrycia całkowitego zapotrzebowania tej EC na odpady, zatem pozostałe odpady muszą być pozyskane w innych gminach województwa, bez ograniczeń dotyczących ich położenia w stosunku do lokalizacji instalacji.

Instalacja termicznego przekształcania odpadów powinna zostać zrealizowana zgodnie z wymaganiami BAT w odniesieniu do spalarni odpadów komunalnych. Są one przedmiotem Decyzji Wykonawczej Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w odniesieniu do spalania odpadów – nr C(2019)798.

Blok energetyczny elektrociepłowni powinien bazować na nowoczesnej, technicznie dojrzałej technologii spalania odpadów w palenisku rusztowym, zintegrowanym z kotłem parowym. Skład i właściwości odpadów reszkowych zapewniają autotermiczny przebieg procesu termicznego przekształcania odpadów, a więc nie jest wymagane ciągłe wspomaganie procesu przy użyciu konwencjonalnego paliwa (poza etapami rozruchu i zatrzymania instalacji). Energia zawarta w odpadach będzie zamieniana w procesie termicznego przekształcania na energię elektryczną i ciepłą. Zastosowanie turbiny przeciwprężnej umożliwi funkcjonowanie instalacji w trybie kogeneracyjnym, pozwalającym na jednoczesną produkcję energii elektrycznej oraz ciepła z efektywnością przekraczającą 0,65 (proces odzysku energii R1).

Proces termicznego przekształcania odpadów powinien być prowadzony tak, aby zminimalizować ilość powstających zanieczyszczeń. Integralną częścią instalacji jest efektywny kilkustopniowy system oczyszczania spalin, zapewniający dotrzymanie dopuszczalnych emisji zanieczyszczeń.

Z uwagi na obowiązujące standardy emisyjne, wymagane jest zastosowanie systemu oczyszczania spalin opartego na półsuchej metodzie redukcji zanieczyszczeń kwaśnych z recyrkulacją pozostałości oraz niekatalityczną redukcją tlenków azotu (SNCR). Takie instalacje zastosowane zostały w większości ITPOK w Polsce. W celu redukcji metali ciężkich oraz dioksyn/furanów do systemu oczyszczania spalin należy podawać węgiel aktywny lub koks aktywny.

Redukcja emisji tlenków azotu powinna być zapewniona w pierwszej kolejności z wykorzystaniem pierwotnych technik redukcji NO_x (odpowiednia dystrybucja powietrza, mieszanie spalin i regulacja temperatury, spalanie strefowe). Z uwagi na obowiązujące wymagania prawne dotyczące oczyszczenia spalin z tlenków azotu należy dodatkowo zastosować niekatalityczną metodę redukcji tlenków azotu. W tym przypadku czynnik redukujący (woda amoniakalna)

wtryskiwany jest do komory dopalania.

Kompleksowa instalacja termicznego odzysku energii z odpadów obejmuje następujące główne węzły technologiczne:

- dostarczania, wyładunku i buforowania wsadu;
- termicznego przekształcania;
- odzysku i konwersji energii;
- oczyszczania spalin;
- zagospodarowania pozostałości po termicznym przekształcaniu odpadów (żużla, pyłów i odpadów z oczyszczania spalin)
- automatyki i pomiarów;
- zasilania w energię elektryczną;
- wyprowadzenia energii.

W instalacji termicznej – elektrociepłowni – powinny być przekształcane następujące rodzaje odpadów:

- w pierwszej kolejności odpady o kodach 19 12 12 oraz 19 12 10, wytworzone w wyniku sortowania zmieszanych odpadów komunalnych, tzw. resztkowych oraz ewentualnie dodatkowo podsuszane biologicznie – jako stabilizat ex19 05 99 lub 19 05 01,
- zmieszane odpady komunalne o kodzie 20 03 01, dostarczane wyjątkowo, w sytuacjach awaryjnych,
- inne odpady z biologicznego przetwarzania bioodpadów o kodach 19 05 01, 19 05 02, 19 06 99,
- odpady z Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków (ewentualnie innych oczyszczalni) – wysuszone osady ściekowe o kodzie 19 08 05,
- inne palne odpady pochodzenia przemysłowego, jako uzupełniające wsad.

7.7 Kryteria ekologiczne

W publikacji [58] przedstawiono wyniki analizy cyklu życia (LCA) dla systemu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu. Według definicji podanej przez Komisję Europejską LCA to proces zbierania i oceny danych „wejściowych” i „wyjściowych” wyrobu oraz potencjalnego wpływu na środowisko w całym jego cyklu życia (produkcja, użytkowanie i odzysk/unieszkodliwianie odpadu). W gospodarce odpadami komunalnymi, LCA obejmuje etapy od umieszczenia odpadów przez mieszkańców w (zewnątrznym) pojemniku/kontenerze, poprzez odbieranie, przeładunek, transport i ich zagospodarowanie, włączając ostateczne unieszkodliwienie. LCA wymaga przeprowadzenia bilansu materiałowego i energetycznego analizowanego systemu, czyli zarówno wejść (materiały, energia), jak i wyjść (emisje, odpady) [57].

Obliczenia dla systemu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu zostały wykonane w modelu aplikacji LCA-IWM, pozytywnie zweryfikowanym przez międzynarodowych ekspertów zajmujących się oceną systemów gospodarki odpadami. Porównywano różne warianty systemu, obejmujące selektywne zbieranie i recykling odpadów, tlenowe i beztlenowe przetwarzanie bioodpadów, mechaniczno-biologiczne przetwarzanie i spalanie zmieszanych odpadów komunalnych, wykorzystanie paliwa z odpadów w przemyśle cementowym.

Uzyskane wyniki analizy jednoznacznie wskazują, że:

- najkorzystniejszym z analizowanych wariantów, jest wariant zwiększonego recyklingu połączonego z termicznym przetwarzaniem pozostałych odpadów zmieszanych. W tym wariantcie możliwy jest odzysk największej ilości energii z odpadów,
- najmniej korzystny jest wariant oparty głównie o składowanie odpadów,
- w porównywanych procesach bazujących na MBP, również wydzielana jest frakcja paliwowa (RDF), jednak jej zastosowanie w cementowni, wyłącznie jako substytutu węgla kamiennego do wytwarzania energii cieplnej, wiąże się z mniejszą korzyścią dla środowiska,
- bardziej korzystna dla środowiska jest opcja wykorzystania RDF w technologii współspalania w elektrociepłowni,
- spośród procesów biologicznego przetwarzania biofrakcji w ramach MBP, korzystniejszy jest wariant beztlenowy, mimo większych nakładów energetycznych na przygotowanie wsadu do fermentacji. Wariant ten zawiera odzysk energii biogazu z odpadów ulegających biodegradacji oraz wiąże się z niższymi emisjami, głównie związków toksycznych dla ludzi.

W podsumowaniu analizy podkreślono, że racjonalna gospodarka odpadami komunalnymi, wbrew powszechnym, z reguły krytycznym ocenom, przyczynia się istotnie do obniżenia globalnych emisji zanieczyszczeń do środowiska (zwłaszcza do powietrza) spowodowanych generalnie działalnością gospodarczą (dzięki odzyskowi surowców i energii i zastąpieniu nimi kopalnych surowców i paliw).

Należy podkreślić, że wdrażany aktualnie we Wrocławiu nowy system gospodarki odpadami komunalnymi oparty na:

- selektywnym zbieraniu frakcji surowcowych do recyklingu,
- selektywnym zbieraniu bioodpadów do przetwarzania w procesie beztlenowym (fermentacji metanowej odpadów kuchennych) i tlenowym (kompostowni odpadów

zielonych),

- termicznym przekształcaniu pozostałych odpadów (palnej frakcji, RDF) w elektrociepłowni, jest, z punktu widzenia analizy cyklu życia, najkorzystniejszym rozwiązaniem w aspekcie minimalizacji oddziaływania na środowisko.

Termiczne przekształcanie odpadów musi spełniać bardzo rygorystyczne wymagania emisyjne, które są w wielu przypadkach znacznie ostrzejsze niż w przypadku spalania paliw konwencjonalnych w zakładach energetycznych. Tab. 31 zawiera porównanie standardów emisyjnych dla ditlenku siarku, tlenków azotu oraz pyłu dla instalacji nowych średnich źródeł

Rys. 31.
Standardy emisyjne dla instalacji spalania paliw i odpadów o mocy cieplnej 20-50 MW [60]

		Węgiel		Biomasa		Olej napędowy		Gaz ziemny		Odpady
	Jednostka	6% O ₂	11% O ₂	6% O ₂	11% O ₂	3% O ₂	11% O ₂	3% O ₂	11% O ₂	11% O ₂
SO ₂	mg/m ³ u	400	267	200	133	350	195	35	19,5	50
NO ₂	mg/m ³ u	300	200	300	200	200	111	100	55,6	200
Pył	mg/m ³ u	20	13,3	20	13,3	50	27,8	5	2,8	10

spalania paliw o mocy cieplnej 20-50 MW oraz instalacji spalania odpadów [60].

W Tab. 31 przeliczono standardy emisyjne dla instalacji spalania paliw określone przy stężeniu tlenu w gazach odlotowych 3% i 6% na 11% stężenia tlenu, gdyż takie warunki obowiązują dla emisji ze spalania odpadów. Standardy emisyjne w przypadku spalania węgla i biomasy są znacznie wyższe niż w przypadku spalania odpadów. Standardy te są niższe dla wszystkich parametrów przy spalaniu gazu ziemnego, a w przypadku spalania oleju napędowego niższe tylko dla emisji tlenków azotu.

Osiągane faktyczne wartości emisji do powietrza w polskich spalarniach są znacznie niższe od wymaganych standardów, co przedstawiono w Tab. 32 i na Rys. 25. Stanowią one średnio od 4% do 30%, a tylko w przypadku tlenków azotu 68,5% wartości dopuszczalnych.

Dane pomiarowe z polskich elektrociepłowni (spalarni, ITPOK) spalających odpady komunalne pokazują, że średnie wartości emisji tylko w przypadku tlenków azotu są wyższe od najbardziej rygorystycznych standardów emisyjnych ze spalania gazu ziemnego. W pozostałych przypadkach spełniają one standardy emisyjne dla wszystkich paliw.

Należy podkreślić, że wszystkie polskie spalarnie (elektrociepłownie) odpadów komunalnych są wyposażone w skuteczne instalacje ograniczania emisji, obejmujące:

- selektywną niekatalityczną redukcję tlenków azotu,
- usuwanie zanieczyszczeń kwaśnych (w technologii suchej, półsuchej, mokrej oraz łączonej mokrej i półsuchej),
- adsorpcję mikrozanieczyszczeń organicznych (w tym dioksyn i furanów) oraz metali ciężkich (adsorber ze złożem stałym oraz adsorbery strumieniowe),
- końcowe odpylanie.

Udział energii ze źródła odnawialnego

Udział energii z frakcji biodegradowalnej (OZE) w odpadach resztkowych w latach 2020 – 2035

Tab.32.
Uzyskiwane w polskich ITPOK faktyczne wartości emisji zanieczyszczeń w odniesieniu do wartości dopuszczalnych wg Wielgońskiego [61]

Parametr	Jednostka	Zakres wartości	Wartość średnia	Wart. dopuszcz.	% wart. dopuszcz.
Pył całkowity	mg/m ³ u	0,35 – 4,59	2,48	10	24,8
Ditlenek siarki SO ₂	mg/m ³ u	5,40 - 19,90	12,59	50	25,2
Tlenki azotu jak NO ₂	mg/m ³ u	74,85 - 176,13	137,0	200	68,5
Tlenek węgla CO	mg/m ³ u	3,31 – 29,0	11,67	50	23,3
Suma zw. organ. jako TOC	mg/m ³ u	0,29 – 1,24	0,68	10	6,8
Chlorowodór HCl	mg/m ³ u	0,30 – 2,63	1,47	10	14,7
Fluorowodór HF	mg/m ³ u	0,0 – 0,44	0,15	1	15,0
Rtęć i jej związki jako Hg	mg/m ³ u	0,001 – 0,005	0,002	0,05	4,0
Kadm i tal i ich związki jako Cd+Tl	mg/m ³ u	0,001 – 0,023	0,015	0,05	30,0
Antymon, arsen, ołów, chrom, kobalt, miedź, mangan, nikiel i wanad i ich związki jako Sb+As+Pb +Cr+-Co+Cu+Mn+Ni+V	mg/m ³ u	0,007 – 0,134	0,077	0,50	15,4
PCDD/F	ng TEQ/m ³ u	0,00003-0,088	0,011945	0,10	11,9

będzie kształtować się w zakresie 46,0% do 52,7%, średnio 50,2%.

Odzysk żużla do celów budowlanych

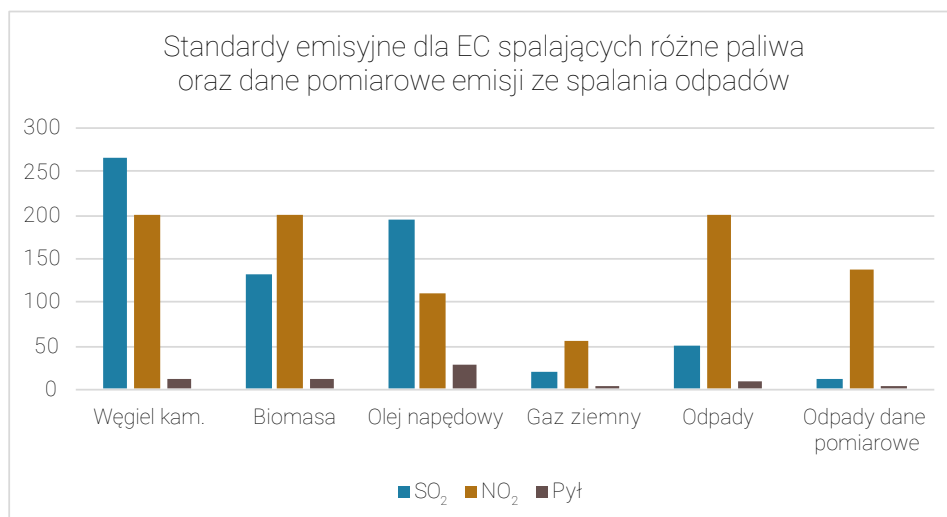
Wszystkie polskie spalarnie odpadów komunalnych mają obowiązek zagospodarowania żużla do celów budowlanych. Żużle i popioły paleniskowe stanowią od 20,85% do 29,59%, średnio 24,8% masy spalanych odpadów. Odzyskiwane z popiołów i żużli są także metale, stanowiące 0,9-17,3 kg/Mg, średnio ok. 11 kg/Mg spalanych odpadów.

Odpadami wymagającymi unieszkodliwiania są:

- popioły lotne w ilości 0,5-28,8 kg/Mg, średnio 12,4 kg/Mg spalanych odpadów
- produkty oczyszczania spalin w ilości 7,8 – 35,2 kg/Mg, średnio 25 kg/Mg spalanych odpadów.

Łącznie te dwa rodzaje odpadów do unieszkodliwiania stanowią średnio tylko 3,74% masy spalanych odpadów.

Rys. 25.
Porównanie standardów emisyjnych dla elektrociepłowni spalających różne paliwa oraz średnich wartości pomiarowych emisji z polskich elektrociepłowni spalających odpady komunalne (mg/m³u)



7.8 Kryteria ekonomiczne

W 2020 roku zmieniły się we Wrocławiu stawki opłat za gospodarowanie odpadami komunalnymi. Wzrost wyniósł 34-41%, średnio 36,5% w przypadku deklarowania przez mieszkańców selektywnego zbierania odpadów oraz 79-89%, średnio 82,5% w przypadku nieselektywnego zbierania odpadów (Tab. 33).

Tab.33.

Opłata za gospodarowanie odpadami we Wrocławiu w nieruchomościach zamieszkałych przez mieszkańców (M)

Powierzchnia mieszkalna	Termin obowiązywania	Bloki mieszkalne i kamienice		Domy jednorodzinne i budynki do 4 lokali mieszkalnych	
		selektywnie	nieselektywnie	selektywnie	nieselektywnie
Do 27 m ² /M	do 31.08.2020	0,85 zł/m	1,27	0,95	1,42
	od 1.09. 2020	1,20	2,40	1,30	2,60
Powyżej 27 m ² /M	do 31.08.2020	19,00 zł/M	28,50 zł/M	22,00 zł/M	33,00 zł/M
	od 1.09.2020	25,50	51,00	29,50	59,00

Opłaty za gospodarowanie odpadami komunalnymi rosną w Polsce znacząco od kilku lat. W wielu gminach wzrosty opłat przekroczyły w ostatnim roku nawet 100%.

Opłata za gospodarowanie odpadami ponoszona przez mieszkańców powinna pokrywać wszystkie koszty funkcjonowania systemu gospodarki odpadami komunalnymi, tj. zbierania, odbierania, transportu, odzysku, w tym recyklingu oraz unieszkodliwiania odpadów.

Na wzrost kosztów gospodarowania odpadami komunalnymi mają wpływ następujące czynniki:

- trudności zagospodarowania frakcji palnej z uwagi na brak wystarczających zdolności instalacji ich termicznego przekształcania,
- wzrost tzw. opłaty marszałkowskiej za składowanie odpadów,
- koszty dostosowania instalacji do nowych wymagań w zakresie magazynowania odpadów (zabezpieczenie roszczeń, monitoring wizyjny, nowe przepisy p.poż.),
- koszty dostosowania instalacji do wymogów BAT,
- wzrost kosztów energii i robocizny,
- niskie ceny sprzedaży selektywnie zebranych odpadów z sortowni do recyklerów oraz recyklatów przez recyklerów do odbiorców przemysłowych (konieczność dopłat do odbioru niektórych rodzajów materiałów),
- brak wystarczającej sieci recyklerów dla niektórych odpadów zebranych selektywnie, zwłaszcza tworzyw sztucznych i papieru,

- niskie dopłaty do zagospodarowania odpadów opakowaniowych w ramach rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP),
- niska jakość selektywnie zbieranych odpadów kierowanych do recyklingu.

W Tab. 34 przedstawiono wysokości opłat dla mieszkańców deklarujących selektywne zbieranie odpadów w miastach posiadających spalarnie odpadów komunalnych. W tej analizie pominięto Szczecin z uwagi na trudność jednoznacznego przypisania opłaty do mieszkańca (opłaty są zależne od zużycia wody w zabudowie wielorodzinnej, a w zabudowie jednorodzinnej są przypisane do gospodarstwa domowego).

W wymienionych miastach, poza Rzeszowem, w którym jedynym inwestorem i właścicielem spalarni jest PGE, wszystkie instalacje należą do spółek gminnych i zostały wybudowane ze znacznym udziałem środków europejskich. Instalacja w Poznaniu powstała w ramach PPP z udziałem środków miejskich, europejskich i prywatnych. We wszystkich przypadkach, gdzie miasta zarządzają spalarniami (Kraków, Konin, Bydgoszcz/Toruń, Białystok) stawki opłat za gospodarowanie odpadami są zdecydowanie niższe (13-23, średnio 18,1 zł/M) niż w miastach, w których spalarnie są całkowicie prywatnymi instalacjami (Rzeszów 29,50 zł/M) lub z udziałem kapitału prywatnego (Poznań 26,5 zł/M). W przypadku Poznania jednak, opłata za przyjęcie odpadów do instalacji termicznego przetwarzania należy do najniższych w Polsce (230 zł/Mg) i ma pozytywny wpływ na ograniczenie nadmiernego wzrostu opłat ponoszonych przez mieszkańców na gospodarowanie odpadami.

Opłaty za przyjęcie odpadów do spalarni w Rzeszowie wzrosły o ponad 138% w 2020 roku w stosunku do cen z roku 2019 (z 302 zł/Mg do 720 zł/Mg). PGE, podnosząc stawki opłat, skorzystała z niskiej podaży usług termicznego przekształcania odpadów w stosunku do popytu na nie. Opłaty te są ponad dwukrotnie wyższe od opłat za przyjęcie odpadów do spalarni w pozostałych miastach (średnio ok. 350 zł/Mg).

Zdecydowanie niższe opłaty za przyjęcie odpadów na bramie w instalacjach budowanych z udziałem środków miejskich wynikają głównie z faktu, że instalacje te były budowane ze znacznym udziałem środków europejskich, w formie bezzwrotnej dotacji. Udział dotacji dla instalacji w Krakowie wyniósł 55,3%, dla Białegostoku - 53,2%, dla Bydgoszczy - 48,9%, a dla Szczecina - 35,8% [67]. Dzięki temu, miasta te, w ramach trwałości projektu współfinansowanego ze środków UE (6 lat), mogą zapewnić niższe od rynkowych ceny przyjęcia odpadów do instalacji

Tab.34.
Stawki opłat dla mieszkańców w miastach posiadających spalarnie odpadów komunalnych

Miasto	Stawka opłaty zł/M na m-c	Termin wprowadzenia	Liczba ludności 2019
Rzeszów	27 -32 (wielorodz.-jednorodzinne), średnio 29,50	1.03.2020	194 852
Poznań (GOAP)	25-28 (wielorodz.-jednorodzinne), średnio 26,50	1.01.2021	534 813
Kraków	23	1.11.2020	779 115
Bydgoszcz	21	1.08.2020	348 190
Konin	19	1.01.2020	73 522
Toruń	14 – 15 (wielorodz.-jednorodzinne), średnio 14,50	1.01.2021	201 447
Białystok	10-16 ¹ , średnio 13,0	1.03.2020	297 554
Średnio	20,90		

¹Obliczone na podstawie opłaty za powierzchnię mieszkania

termicznego przekształcania odpadów.

Należy jednak podkreślić, że nie będzie już możliwości pozyskania wsparcia finansowego budowy instalacji termicznego przekształcania odpadów ze środków funduszy UE w ramach nowej perspektywy finansowej 2021-2028.

W Tab. 35 przedstawiono wysokości opłat dla mieszkańców deklarujących selektywne zbieranie odpadów w miastach liczących ponad 100 tys. mieszkańców, nie posiadających własnych spalarni.

W analizie nie uwzględniono miast, które wprowadziły stawki opłat uzależnione od zużycia wody (Szczecin, Łódź, Warszawa), lub od powierzchni mieszkalnej (Koszalin, Gdańsk, Gliwice), z uwagi na brak możliwości jednoznacznego obliczenia opłaty na mieszkańca.

Wyniki analizy pokazują, że miasta, które posiadają własne spalarnie odpadów komunalnych (ITPOK) mają faktycznie niższe opłaty za gospodarowanie odpadami (średnio 18,1 zł/M) od miast, które nie dysponują tymi instalacjami (średnio 23,5 zł/M).

Tab.35.
Stawki opłat dla mieszkańców w miastach nie posiadających spalarni

Miasto	Stawka opłaty zł/M na m-c	Termin wprowadzenia	Liczba ludności 2019
Kalisz	29-31, śr. 30	1.01.2021	100246
Częstochowa	29	1.07.2020	220443
Sosnowiec	27,70	1.12.2020	199974
Wrocław (dla powierzchni >27 m ² /M)	25,50-29,50, śr. 27,50	1.09.2020	642869
Płock	26	1.07.2020	119425
Bielsko Biała	26	1.01.2020	170663
Zielona Góra	25	1.04.2020	141222
Włocławek	25	1.07.2020	109883
Bytom	24,50	1.02.2021	165263
Lublin	21-25, śr. 23	1.02.2019	339784
Tarnów	22	1.07.2020	108470
Katowice	21,30	1.01.2020	292774
Opole	19	1.01.2020	128035
Olsztyn	18,0	1.12.2019	171979
Elbląg	17,40	1.01.2020	119317
Kielce	14	1.04.2020	194852
Średnio	23,5		

7.9 Akceptacja społeczna – konsultacje społeczne projektu

Należy zwrócić uwagę na dwa główne obszary oddziaływań społecznych związanych z rozwojem systemu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu:

- konieczność uzyskania pełnej akceptacji społecznej i uczestnictwa mieszkańców w działaniach miasta prowadzących do wzrostu zbierania selektywnego surowców i bioodpadów do recyklingu.
- uzyskanie niezbędnej zgody społecznej na realizację projektu termicznego przekształcania odpadów w EC zasilanej odpadami, będącymi pozostałością po sortowaniu i nie nadającymi się do ponownego wykorzystania (19 12 12) z ewentualnym udziałem innych palnych odpadów.

W pierwszym przypadku, akceptacja i zaangażowanie społeczne jest niezbędne do uzyskania wysokich poziomów selektywnego zbierania, które gmina Wrocław musi osiągnąć dla realizacji wymaganych prawem celów i zadań dotyczących wysokich poziomów recyklingu odpadów komunalnych. Gmina Wrocław oraz miejska spółka Ekosystem prowadzą już od wielu lat intensywne działania informacyjne i edukacyjne dotyczące zbierania selektywnego oraz recyklingu odpadów. Są one opisane m.in. w analizie stanu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu [49].

Z punktu widzenia inwestora elektrociepłowni zasilanej odpadami istotny jest drugi obszar problemów społecznych związanych z podjęciem i realizacją projektu. Są one wyjątkowo trudne ze względu na złożoność tego projektu. Wybudowano łącznie 7 ITPOK oraz jedną instalację współspalania odpadów w Polsce, pomimo akcji protestacyjnych oraz sprzeciwów organizacji pozarządowych, których odwołania, do WSA i NSA, były odrzucane z powodu nieuzasadnionych zarzutów dotyczących aspektów prawnych, organizacyjnych, środowiskowych i technicznych tych inwestycji. Aktualnie realizowane są kolejne instalacje elektrociepłowni w Gdańsku, Olsztynie i w Warszawie.

Przestrzeganie w fazie przygotowania projektu wszystkich wymagań proceduralnych, wynikających przede wszystkim z ustawy prawo ochrony środowiska, ustawy o dostępie do informacji o środowisku i ocenach oddziaływania na środowisko, ustawy o odpadach, ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach, ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz ustawy prawo budowlane, powinno zapewnić skuteczną realizację projektu, pomimo protestów społecznych i akcji organizacji pozarządowych, przeciwnych termicznemu przekształcaniu odpadów. W szczególności, zapewnienie już na możliwie wczesnym etapie działań odpowiedniej informacji oraz udziału społecznego jest niezbędne dla powodzenia projektu.

Profesjonalna i możliwie szeroka prezentacja projektu, w której wykorzystani są eksperci lokalni i krajowi z różnych dziedzin (prawa, energetyki, medycyny, gospodarki odpadami, ochrony środowiska), jest jedyną drogą dla przedstawienia społeczeństwu obiektywnego obrazu instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Większość ludzi nie zna problemu, a także oceny pracy instalacji termicznych w kraju i za granicą, jak również unijnych i krajowych wymagań dotyczących racjonalnego gospodarowania odpadami oraz gospodarki o obiegu zamkniętym.

W przekazie społecznym projektu termicznego przekształcania odpadów w EC należy pokazać, że:

- termiczne przekształcanie dotyczy wyłącznie odpadów palnych, wydzielonych z odpadów pozostałych po selektywnym zbieraniu surowców do recyklingu i bioodpadów do recyklingu organicznego,
- termiczne przekształcanie odpadów ma na celu znaczące ograniczenie składowania odpadów i osiągnięcie dopuszczalnego poziomu składowania 10% masy odpadów komunalnych wytworzonych, a uzyskanie tego efektu nie jest możliwe przy zastosowaniu innych metod,
- energia z termicznego przekształcania odpadów zostanie odzyskana z wysoką efektywnością przekraczającą 0,65, co zalicza ten proces termiczny do odzysku energii (R1). Część tej energii (średnio 50,2%) stanowi energia z OZE, która będzie uwzględniona w obliczeniu spełnienia stawianego przed Polską celu wzrostu udziału energii z OZE w kraju do 55% całkowitej energii wytwarzanej w roku 2030,
- emisja z takich elektrociepłowni spełnia najbardziej rygorystyczne normy emisji BAT i BREF oraz polskie standardy emisyjne, które (dla SO₂ i pyłu) są znacznie niższe niż dla elektrociepłowni wykorzystujących węgiel, biomasę lub olej napędowy. Faktyczne emisje są znacznie niższe od dopuszczalnych, określonych standardami emisyjnymi. Stanowią one średnio od 4% do 30%, a tylko w przypadku tlenków azotu 68,5% wartości dopuszczalnych.

Projekt termicznego przekształcania odpadów nie stanowi konkurencji dla recyklingu odpadów surowcowych i bioodpadów, lecz jest dopełnieniem systemu gospodarki odpadami, którego głównym celem jest maksymalizacja recyklingu surowców i bioodpadów. Wpisuje się zatem całkowicie w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) oraz Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ).

Projekt ma znaczenie strategiczne dla Wrocławia, Aglomeracji Wrocławskiej oraz całego województwa dolnośląskiego.

7.10 Proponowany schemat gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu

Z powyższej przedstawionych analiz wynika, że począwszy od 2025 roku, docelowy schemat gospodarki odpadami powinien obejmować:

- Selektywne zbieranie odpadów surowcowych, uwzględniające dodatkowe frakcje, jak np. tekstylia;
- Doczyszczanie i przekazanie do recyklingu frakcji surowcowych;
- Zaawansowane selektywne zbieranie bioodpadów kuchennych i ogrodowych;
- Fermentację bioodpadów kuchennych i wydzielonych odpadów zielonych jako pierwszy stopień biologicznego przetwarzania.
- Kompostowanie jako drugi etap przetwarzania fermentatu, po wymieszaniu ze strukturotwórczymi odpadami zielonymi, z wytworzeniem produktu nawozowego (recykling organiczny)
- Recykling i odzysk innych frakcji zbieranych selektywnie: ZSEE, odpady budowlane, odpady wielkogabarytowe, odpady problemowe
- Sortowanie resztkowych odpadów zmieszanych, w celu wydzielenia z nich dodatkowych materiałów surowcowych, takich jak szkło, metale, tworzywa sztuczne i odpady wielomateriałowe w celu poddania ich recyklingowi
- Odzysk energii z pozostałych po sortowaniu resztkowych odpadów zmieszanych, który może być realizowany w dwóch wariantach:

WARIANT I:

- Odzysk energii (elektrycznej i cieplnej) z pozostałych po sortowaniu resztkowych odpadów zmieszanych w elektrociepłowni zlokalizowanej w mieście lub w bezpośrednim otoczeniu miasta, połączony z odzyskiem żużli dla celów budowlanych

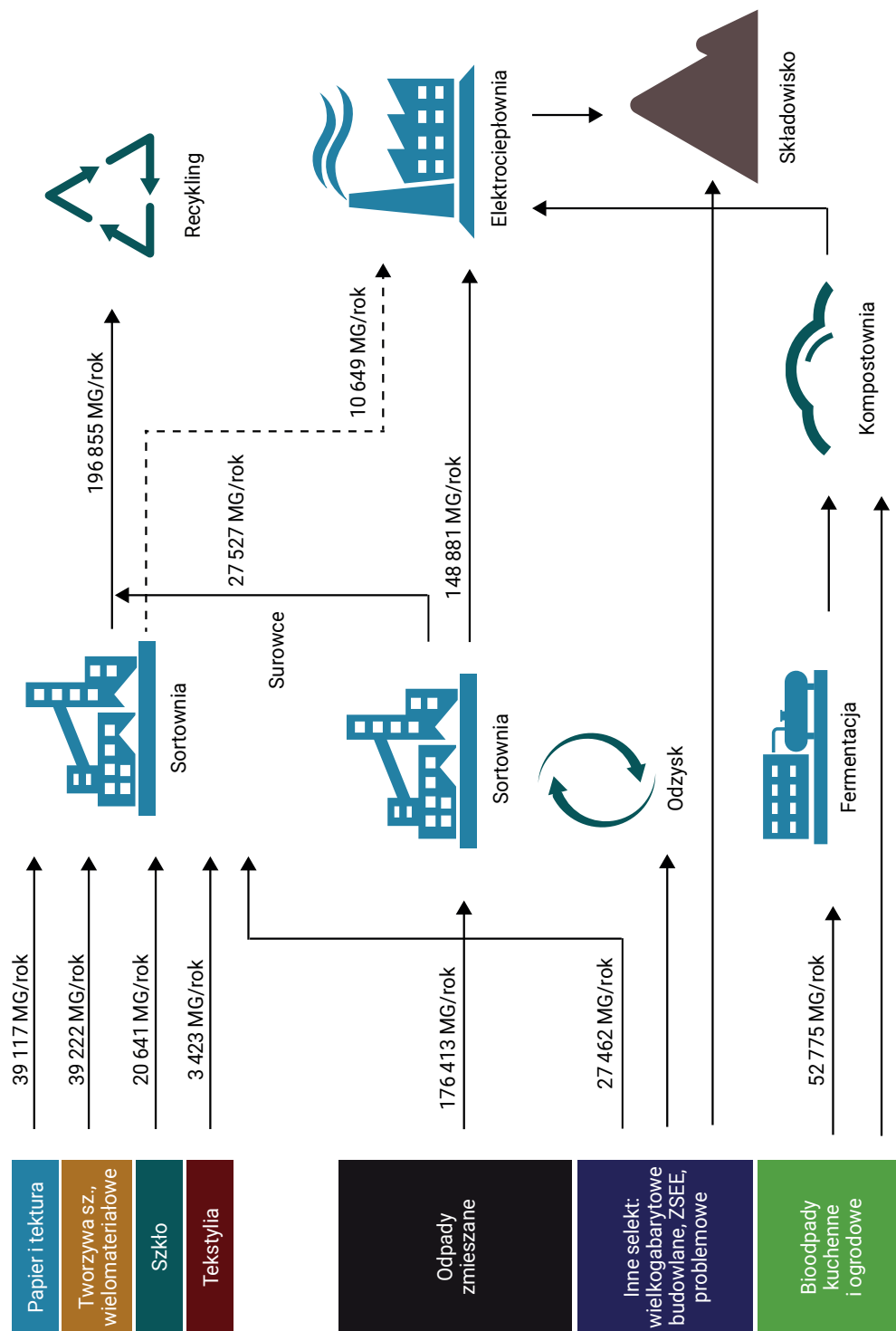
WARIANT II:

- Biologiczne suszenie pozostałych po sortowaniu resztkowych odpadów zmieszanych, w celu poprawy właściwości paliwowych i odzysk energii z podsuszonych odpadów
- Odzysk energii (elektrycznej i cieplnej) z podsuszonych biologicznie resztkowych odpadów zmieszanych w elektrociepłowni zlokalizowanej w mieście lub w bezpośrednim otoczeniu miasta, połączony z odzyskiem żużli dla celów budowlanych

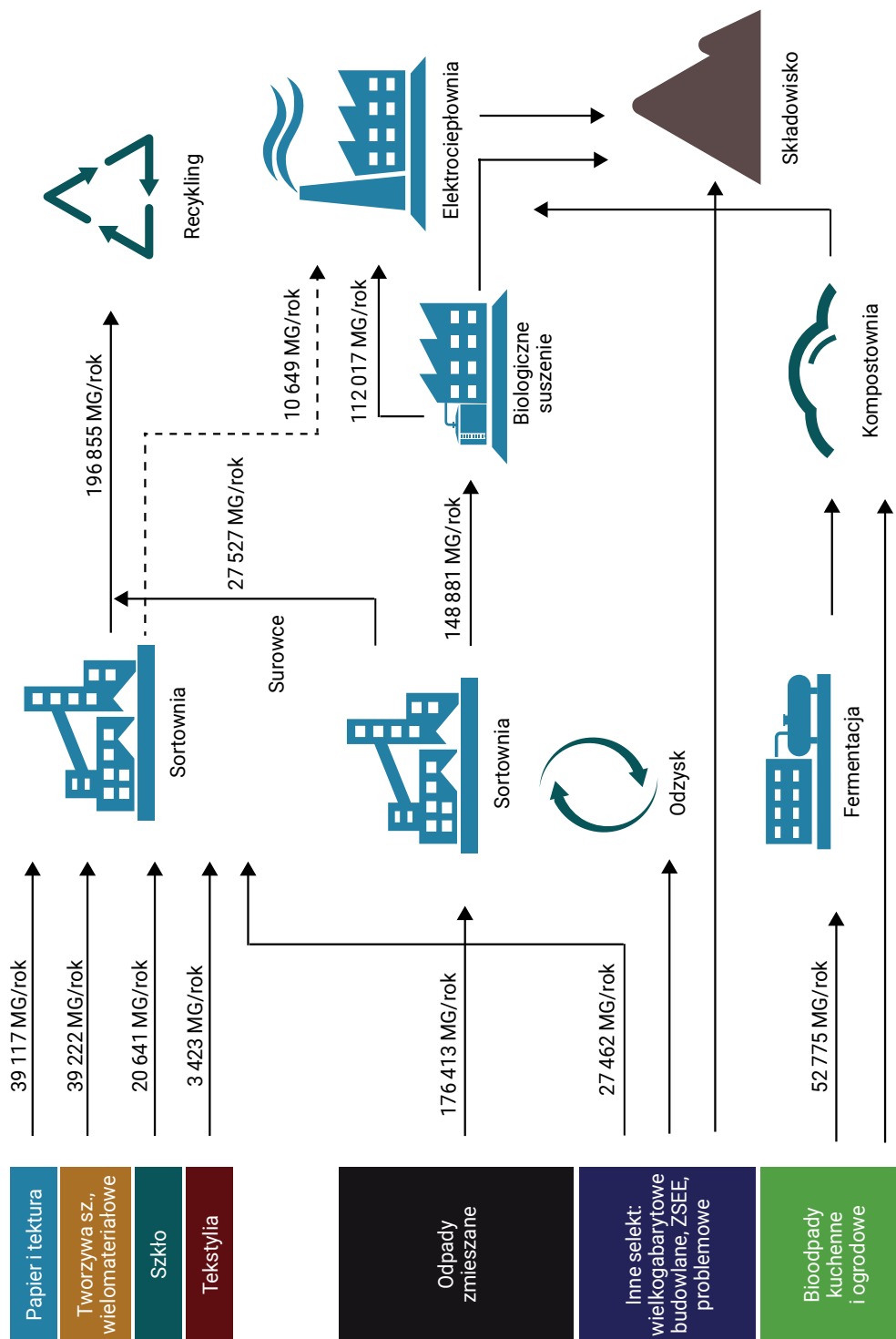
Unieszkodliwianie pozostałych frakcji nie nadających się do odzysku (max. 10% w 2035 roku).

W obu wariantach do odzysku energii powinny być skierowane pozostałości z sortowania selektywnie zbieranych surowców i frakcja palna nie nadających się do recyklingu odpadów wielkogabarytowych. Schematy systemu gospodarki odpadami dla Wrocławia na rok 2025 w oparciu o opisane powyżej działania zostały przedstawione na Rys. 26 – Wariant I z bezpośrednim odzyskiem energii z resztkowych odpadów zmieszanych oraz Rys. 27 - Wariant II z biologicznym suszeniem resztkowych odpadów zmieszanych i odzyskiem energii z tej frakcji. Strumienie odpadów przedstawione na schematach są zgodne z przedstawionymi wcześniej wyliczeniami i prognozami.

Rys. 26.
Schemat docelowego systemu gospodarki odpadami dla Wrocławia w 2025 roku z odzyskiem energii z resztkowych odpadów zmieszanych (Wariant I)



Rys. 27. Schemat docelowego systemu gospodarki odpadami dla Wrocławia w 2025 roku z biologicznym suszeniem resztkowych odpadów zmieszanych i odzyskiem energii (Wariant II)



8. Wnioski

1. Unia Europejska wdraża politykę rozwoju gospodarczego w harmonii ze środowiskiem, ochroną jego zasobów, ochroną klimatu i bioróżnorodności. Ogłoszona w grudniu 2019 strategia rozwoju UE pod nazwą Europejski Zielony Ład (EZŁ) zakłada, że Unia Europejska ma do 2050 roku stać się neutralna klimatycznie przy jednoczesnym stymulowaniu wzrostu gospodarczego i poprawy jakości życia. Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ), wdrażana już od 2014 roku, stała się jednym z głównym elementów EZŁ i służy ochronie zasobów naturalnych poprzez racjonalne gospodarowanie surowcami, energią i odpadami. GOZ, nazywana także gospodarką cyrkularną, jest koncepcją zmierzającą do racjonalnego wykorzystania zasobów oraz ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko wytwarzanych produktów oraz odpadów. Europejska gospodarka odpadami opiera się na założeniu respektowania hierarchii postępowania z odpadami oraz ewolucji społeczeństwa w kierunku „społeczeństwa recyklingu”, dążącego do wyeliminowania lub znaczącego ograniczenia wytwarzania odpadów oraz do wykorzystania odpadów jako zasobów surowców i energii. Składowanie odpadów powinno być stopniowo ograniczane, a docelowo eliminowane.
2. Gospodarka odpadami UE jest obecnie regulowana poprzez, przyjęty w dniu 30 maja 2018, pakiet dyrektyw zmieniających główne dyrektywy odpadowe, tzw. dyrektywy GOZ. Główne cele ilościowe i jakościowe, zawarte w tych dyrektywach obejmują m.in.:
 - zwiększenie odpowiednio do 55 %, 60% i 65% celów w zakresie przygotowania odpadów komunalnych do ponownego użycia i recyklingu do 2025, 2030 i 2035 roku;
 - poddane recyklingowi co najmniej 65 % oraz 70% wagowo wszystkich odpadów opakowaniowych odpowiednio w terminach do dnia 31 grudnia 2025 r. i 2030 r.
 - maksymalny dopuszczalny poziom składowania odpadów komunalnych w ilości 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych od 2035 roku.
3. W następnych latach (2021-2035) niezbędne będą następujące zasadnicze zmiany systemu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce dla jego dostosowania do wymagań GOZ:
 - intensyfikacja działań mających na celu zapobieganie wytwarzaniu odpadów, w szczególności odpadów żywności, tworzyw sztucznych, odpadów mineralnych (przez eliminowanie paliw stałych w gospodarstwach domowych, przyłączanie budynków do sieci ciepłowniczych itp.),
 - znaczne zwiększenie efektywności selektywnego zbierania odpadów surowcowych, w tym opakowaniowych, odpadów zielonych, bioodpadów kuchennych i ogrodowych, innych odpadów, dla których dostępne będą możliwości recyklingu,

- konieczność usprawnienia sortowania zmieszanych odpadów resztkowych, zwłaszcza frakcji nadsitowej w celu wydzielenia z niej odpadów surowcowych (modernizacja i automatyzacja sortowni w instalacjach komunalnych w celu zwiększenia ich wydajności i selektywności sortowania),
 - zwiększenie wydajności i jakości sortowania odpadów zbieranych selektywnie dla wydzielenia materiałów wysokiej jakości, dla których możliwa będzie utrata statusu odpadów (modernizacja sortowni w instalacjach komunalnych i w wydzielonych sortowniach odpadów zbieranych selektywnie),
 - zapewnienie recyklingu frakcji odpadów zebranych selektywnie,
 - biologiczne przetwarzanie czystych bioodpadów, zebranych selektywnie, po wybudowaniu dedykowanych instalacji fermentacji i kompostowania lub adaptacji urządzeń w biologicznych częściach instalacji MBP do przetwarzania selektywnie zebranych bioodpadów,
 - stopniowe ograniczanie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych, przestawienie części biologicznych instalacji MBP na wyłączne przetwarzanie czystych bioodpadów oraz ewentualne dosuszanie frakcji przeznaczonych do termicznego przekształcania,
 - zapewnienie przetwarzania palnej frakcji odpadów (ITPOK, elektrociepłownie, cementownie),
 - dalsze eliminowanie składowania odpadów, zwłaszcza nadających się do recyklingu oraz odpadów ulegających biodegradacji, w latach 2021-2035.
4. Procesy termiczne przetwarzania odpadów komunalnych z odzyskiem energii stanowią domknięcie całego cyklu przetwarzania tych odpadów w gospodarce o obiegu zamkniętym i umożliwiają ograniczenie składowania odpadów, stojącego najniżej w hierarchii postępowania z odpadami. Są one niezbędnym elementem gospodarki odpadami komunalnymi w ramach GOZ, gdyż dzięki odzyskowi energii z odpadów ograniczają zużycie paliw pierwotnych do tego celu oraz globalne emisje CO₂. Równoległy rozwój procesów recyklingu surowcowego i organicznego oraz termicznego przetwarzania odpadów nie nadających się do recyklingu jest rozwiązaniem służącym pełnemu zagospodarowaniu odpadów komunalnych.
5. System gospodarki odpadami we Wrocławiu realizowany jest dotychczas w oparciu o selektywne zbieranie odpadów surowcowych i bioodpadów oraz mechaniczno-biologiczne przetwarzanie zmieszanych odpadów resztkowych. W ramach selektywnego zbierania, bezpośrednio u źródła (tj. przy posesji) odbierane są odrębnie następujące frakcje odpadów komunalnych:
- tworzywa sztuczne (oraz metale i opakowania wielomateriałowe),
 - papier i tektura,
 - bioodpady, w tym odpady zielone (ogrodowe) i od 2020 roku – również odpady kuchenne;
 - opakowania szklane.

Udział selektywnie zebranych odpadów w całkowitej masie odpadów komunalnych wzrósł z 17,4% w 2013 roku do 37,4% w 2019 roku. Widoczna poprawa efektów selektywnego zbierania papieru i tektury oraz metali w latach 2018 i 2019 wynika również z uwzględnienia w statystykach gminy odpadów zbieranych w skupach surowców.

6. Od roku 2013 osiągnięto również znaczny wzrost ilości selektywnie zbieranych bioodpadów zielonych. Dalszego, znaczącego wzrostu ilości selektywnie zbieranych bioodpadów można się spodziewać w najbliższych latach. Wynika to z faktu, że od 2020 roku selektywnym zbieraniem objęto również bioodpady pochodzenia kuchennego. Przetworzenie prognozowanych ilości selektywnie zebranych bioodpadów nie jest możliwe w istniejących instalacjach. Już w 2019 roku selektywnie zbierane bioodpady zielone z Wrocławia w 2019 roku zostały przekazane do 15 instalacji przetwarzania, w tym 8 zlokalizowanych poza województwem

dolnośląskim. Nie jest to pożądane rozwiązanie, w związku z czym Miasto podjęło decyzję o budowie nowej instalacji przetwarzania selektywnie zbieranych bioodpadów – instalacji fermentacji we Wrocławiu przy ul. Janowskiej 51. Obecna koncepcja przewiduje budowę Zakładu przetwarzania bioodpadów komunalnych przetwarzającego następujące strumienie odpadów:

- odpady biodegradowalne w szczególności kuchenne zbierane selektywnie, w ilości docelowej 57 000 Mg/rok;
 - odpady zielone zbierane selektywnie, w ilości docelowej 19 000 Mg/rok.
7. Mimo wciąż wzrastającego wskaźnika selektywnego zbierania, największy strumień odpadów komunalnych stanowią wciąż resztkowe odpady zmieszane. Ich ilość w latach 2013-2019 utrzymywała się na prawie stałym poziomie, przy nieznacznej tendencji spadkowej. Obecnie resztkowe odpady zmieszane z terenu Wrocławia przetwarzane są w trzech komunalnych instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych, których łączna moc przerobowa pozwala na przyjęcie i poddanie przetworzeniu 362 000 Mg odpadów rocznie. Łączna przepustowość części biologicznych tych trzech instalacji, przy prowadzeniu procesu tlenowej stabilizacji, wynosi 155 000 Mg/rok.
8. Obecny system gospodarki odpadami we Wrocławiu nie funkcjonuje w pełni efektywnie. Poniżej wymieniono jego największe problemy:
- W zakresie selektywnego zbierania surowców, problemem jest wciąż zbyt niska jego efektywność, zwłaszcza w zabudowie wielorodzinnej; ponadto problemem jest wysoki udział zanieczyszczeń w odpadach zbieranych w zabudowie wielorodzinnej;
 - W zakresie selektywnego zbierania bioodpadów – konieczny jest rozwój i uzyskanie wysokich efektów selektywnego zbierania odpadów kuchennych, które będą poddawane recyklingowi organicznemu w planowanej instalacji fermentacji;
 - Wskazana jest budowa kolejnych PSZOKów, jednak próby ich lokalizacji spotykają się z dużym oporem mieszkańców;
 - W zakresie zagospodarowania odpadów w instalacjach komunalnych – niska efektywność tych instalacji w zakresie wydzielania frakcji do recyklingu i innego rodzaju odzysku uniemożliwia spełnienie przyszłych, bardzo ambitnych celów w zakresie recyklingu odpadów komunalnych;
 - Brakuje instalacji końcowego recyklingu i innych sposobów ostatecznego zagospodarowania odpadów komunalnych;
 - Brak możliwości zagospodarowania frakcji palnych, nie nadających się do recyklingu w obrębie gminy i całego województwa;
 - Brak wpływu Gminy na koszty przetwarzania odpadów w instalacjach komunalnych, w tym koszty dalszego zagospodarowania frakcji palnej;
 - Wysoki udział odpadów wymagających zagospodarowania poza województwem, co nie jest optymalnym rozwiązaniem, w kontekście ochrony środowiska, ekonomii oraz społecznym.
9. W niniejszym opracowaniu przedstawiono propozycję docelowego modelu gospodarki odpadami we Wrocławiu, zgodnego z zasadami GOZ i EZŁ. W tym celu opracowana została prognoza zmian ilości i składu materiałowego odpadów komunalnych we Wrocławiu i w całym województwie dolnośląskim. Uwzględnia ona trendy wzrostowe wynikające z rozwoju gospodarczego Polski (województwa dolnośląskiego i Wrocławia) po okresie kryzysu związanego z pandemią koronawirusa oraz zapobieganie wytwarzaniu odpadów wynikające z wdrażanej polityki ekologicznej w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym. Wzrost masy wytwarzanych odpadów do roku 2035 wyniesie ok. 21,8% dla Wrocławia i ok. 12% dla województwa dolnośląskiego w stosunku do roku 2019. Już obecnie mieszkańcy Dolnego Śląskiego wytwarzają największe ilości odpadów komunalnych w Polsce.

10. Z obliczeń bilansowych wynika, że we Wrocławiu do recyklingu w latach 2025 – 2035 skierowane musi zostać:

- 196 855 Mg odpadów komunalnych w 2025 roku (odpowiada 55% recyklingu)
- 228 814 Mg odpadów komunalnych w 2030 roku (odpowiada 60% recyklingu)
- 259 245 Mg odpadów komunalnych w 2035 roku (odpowiada 65% recyklingu).

Ilości te uwzględniają prognozowany wzrost ilości selektywnie zebranych bioodpadów i poddanie ich procesowi recyklingu organicznego.

Pomimo tych założeń prognozowane ilości surowców i bioodpadów selektywnie zebranych nie będą wystarczające, żeby zapewnić wymagane poziomy recyklingu. Z tego względu założono, że od 2025 odpady zmieszane będą musiały być poddane efektywnemu sortowaniu, w celu pozyskania surowców.

11. Z uwagi na brak możliwości składowania odpadów palnych i stopniową eliminację możliwości składowania odpadów komunalnych do zaledwie 10% w 2035, roku konieczne jest uzupełnienie istniejącego systemu o technologię odzysku energii z resztkowych odpadów zmieszanych w elektrociepłowni zlokalizowanej na terenie lub w bliskiej odległości od miasta. Z przedstawionej prognozy wynika, że masa odpadów resztkowych będzie się zmniejszała od 193 204 Mg w roku 2020 do 118 928 Mg w roku 2035. Wraz ze zmianami ilościowymi zmieniać będą się też właściwości paliwowe odpadów. Prognozowana wilgotność odpadów resztkowych w okresie 2019-2024 spada z 40,0% do 37,3%, co ma związek ze wzrostem selektywnego zbierania bioodpadów. Następnie, wysortowanie suchych surowców, założone od roku 2025 roku, powoduje wzrost wilgotności do 42,6% w 2025 roku. W kolejnych latach wilgotność utrzymuje się na zbliżonym poziomie. Ciepło spalania w całym okresie utrzymuje się na prawie stałym poziomie, w zakresie 17,3 – 18,3 MJ/kg sm. Wartość opałowa jest odwrotnie skorelowana z wilgotnością – w pierwszym okresie wzrasta do poziomu 8,7 MJ/kg w 2024 roku, a następnie w 2025 roku zmniejsza się do 8,0 MJ/kg i ulega dalszemu nieznacznemu spadkowi do 7,6 MJ/kg w 2035 roku.

12. Udział energii z frakcji biodegradowalnej (OZE) w odpadach resztkowych w latach 2020 – 2035 kształtuje się w zakresie 46,0% do 52,7%. Udział energii z OZE do roku 2025 wzrasta z 46,0% do 52,7%, a następnie nieznacznie spada do 51,8% w 2035 roku.

13. W celu poprawy właściwości paliwowych odpady resztkowe można opcjonalnie poddać procesowi biologicznego suszenia, którego efektem będzie istotna zmiana wielkości strumienia odpadów zmieszanych, jak również ich właściwości. Istotny jest spadek wilgotności odpadów – średnio o ok. 37% i wzrost wartości opałowej – średnio o ok. 39%. Natomiast udział energii pochodzącej ze odpadów biodegradowalnych (OZE) praktycznie nie zmienia się.

14. Masa pozostałych odpadów do zagospodarowania w procesie termicznego przekształcania maleje w kolejnych latach, osiągając w 2035 roku ok. 138,8 tys. Mg/rok we Wrocławiu oraz ok. 460 tys. Mg/rok w całym województwie dolnośląskim, łącznie z Wrocławiem. Dopuszczalne do składowania ilości odpadów w 2035 roku stanowią odpowiednio ok. 40 tys. Mg/rok we Wrocławiu oraz 131,3 tys. Mg/rok w województwie dolnośląskim. Jednakże, biorąc pod uwagę hierarchię postępowania z odpadami, składowanie jest najgorszym rozwiązaniem, możliwym do stosowania wówczas gdy wszystkie możliwości odzysku, w tym recyklingu, zostaną wyczerpane.

15. Szacunkowa zdolność przetwórcza instalacji do termicznego przekształcania odpadów w województwie dolnośląskim powinna wynosić w 2035 roku 350-400 tys. Mg/rok. Stanowi to 26,7% - 30,5% masy odpadów komunalnych prognozowanych do wytworzenia w województwie dolnośląskim.

Ze względów ekonomicznych uzasadniona jest budowa dwóch instalacji: jednej o wydajności 200 tys. Mg/rok w rejonie Wrocławia oraz drugiej o wydajności 150-200 tys. Mg/rok odpadów w środkowo-zachodniej części województwa (ewentualnie dwóch o wydajnościach ok. 100 tys. Mg/rok).

Termiczne przetwarzanie odpadów z Wrocławia z odzyskiem energii będzie wkładem w realizację polityki energetycznej Polski oraz pakietu energetyczno-klimatycznego, gdyż duża część wytworzonej energii elektrycznej i ciepłej może być zakwalifikowana do energii z OZE (ok. 50% całkowitego zasobu energii chemicznej odpadów pozostałych po zbieraniu selektywnym i dodatkowym sortowaniu frakcji nadsitowej).

16. Instalacja termicznego przekształcania odpadów powinna zostać zrealizowana zgodnie z wymaganiami BAT w odniesieniu do spalarni odpadów komunalnych. Są one przedmiotem Decyzji Wykonawczej Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w odniesieniu do spalania odpadów – nr C(2019)798

Blok energetyczny elektrociepłowni powinien bazować na nowoczesnej, technicznie dojrzałej technologii spalania odpadów w palenisku rusztowym, zintegrowanym z kotłem parowym. Proces termicznego przekształcania odpadów przebiegać będzie autotermicznie, a więc nie będzie wymagane ciągłe wspomaganie procesu przy użyciu konwencjonalnego paliwa (poza etapami rozruchu i zatrzymania instalacji). Energia zawarta w odpadach będzie zamieniana w procesie termicznego przekształcania na energię elektryczną i ciepłą. Zastosowanie turbiny przeciwprężnej umożliwi funkcjonowanie instalacji w trybie kogeneracyjnym, pozwalającym na jednoczesną produkcję energii elektrycznej oraz ciepła z efektywnością przekraczającą 0,65 (proces odzysku energii R1).

Proces termicznego przekształcania odpadów będzie tak prowadzony, aby zminimalizować ilość powstających zanieczyszczeń. Integralną częścią instalacji będzie efektywny kilkustopniowy system oczyszczania spalin, zapewniający dotrzymanie dopuszczalnych emisji zanieczyszczeń.

Wymagane jest zastosowanie systemu oczyszczania spalin opartego na półsuchej metodzie redukcji zanieczyszczeń kwaśnych z recyrkulacją pozostałości oraz niekatalityczną redukcją tlenków azotu (SNCR). Takie instalacje zastosowane zostały w większości ITPOK w Polsce. W celu redukcji metali ciężkich oraz dioksyn/furanów wykorzystywany będzie węgiel aktywny.

17. W instalacji termicznej – elektrociepłowni – powinny być przekształcane następujące rodzaje odpadów:
- w pierwszej kolejności odpady o kodach 19 12 12 oraz 19 12 10, wytworzone w wyniku sortowania zmieszanych odpadów komunalnych, tzw. resztkowych oraz ewentualnie dodatkowo podsuszane biologicznie – jako stabilizat ex19 05 99 lub 19 05 01,
 - zmieszane odpady komunalne o kodzie 20 03 01, dostarczane wyjątkowo, w sytuacjach awaryjnych,
 - inne odpady z biologicznego przetwarzania bioodpadów o kodach 19 05 01, 19 05 02, 19 06 99,
 - odpady z Wrocławskiej Oczyszczalni Ścieków (ewentualnie innych oczyszczalni) – wysuszone osady ściekowe o kodzie 19 08 05,
 - inne palne odpady pochodzenia przemysłowego, jako uzupełniające wsad.
18. Termiczne przekształcanie odpadów musi spełniać bardzo rygorystyczne wymagania emisyjne, które są w wielu przypadkach znacznie ostrzejsze niż w przypadku spalania paliw konwencjonalnych w zakładach energetycznych. Standardy emisyjne w przypadku spalania węgla i biomasy są znacznie wyższe niż w przypadku spalania odpadów. Standardy te są niższe dla wszystkich parametrów przy spalaniu gazu ziemnego, a w przypadku spalania oleju napędowego niższe tylko dla emisji tlenków azotu. Osiągane faktyczne wartości emisji do powietrza w polskich spalarniach są znacznie niższe od wymaganych standardów. Stanowią one średnio od 4% do 30%, a tylko w przypadku tlenków azotu 68,5% wartości dopuszczalnych.
19. Wszystkie polskie spalarnie odpadów komunalnych mają obowiązek zagospodarowania żużli do celów budowlanych. Żużle i popioły paleniskowe stanowią od 20,85% do 29,59%, średnio

24,8% masy spalanych odpadów. Odzyskiwane z popiołów i żużli są także metale, stanowiące 0,9-17,3 kg/Mg, średnio ok. 11 kg/Mg spalanych odpadów.

Odpadami wymagającymi unieszkodliwiania są tylko:

- popioły lotne w ilości 0,5-28,8 kg/Mg, średnio 12,4 kg/Mg spalanych odpadów
- produkty oczyszczania spalin w ilości 7,8 – 35,2 kg/Mg, średnio 25 kg/Mg spalanych odpadów.

Łącznie te dwa rodzaje odpadów do unieszkodliwienia stanowią średnio tylko 3,74% masy spalanych odpadów.

20. Porównano wysokość opłat za gospodarowanie odpadami w miastach liczących ponad 100 tys. mieszkańców, dysponujących własnymi spalarniami odpadów i nie mających do nich dostępu. Wyniki analizy pokazują, że miasta, które posiadają własne spalarnie odpadów komunalnych (ITPOK) mają faktycznie niższe opłaty za gospodarowanie odpadami (średnio 18,1 zł/M) od miast, które nie dysponują tymi instalacjami (średnio 23,5 zł/M).

Jest to istotny argument za budową instalacji termicznego przekształcania odpadów – powstrzymanie niekontrolowanego wzrostu opłat ponoszonych przez mieszkańców na gospodarowanie odpadami.

21. Należy podkreślić, że proponowany dla Wrocławia nowy system gospodarki odpadami komunalnymi oparty na:

- selektywnym zbieraniu frakcji surowcowych do recyklingu,
- selektywnym zbieraniu bioodpadów do przetwarzania w procesie beztlenowym (fermentacji metanowej odpadów kuchennych) i tlenowym (kompostowni odpadów zielonych),
- termicznym przekształcaniu pozostałych odpadów (palnej frakcji, RDF) w elektrociepłowni, jest, z punktu widzenia analizy cyklu życia najkorzystniejszym rozwiązaniem w aspekcie minimalizacji oddziaływania na środowisko.

22. W przekazie społecznym projektu termicznego przekształcania odpadów w EC należy wskazać, że:

- termiczne przekształcanie dotyczy wyłącznie odpadów palnych, wydzielonych z odpadów pozostałych po selektywnym zbieraniu surowców do recyklingu i bioodpadów do recyklingu organicznego,
- termiczne przekształcanie odpadów ma na celu znaczące ograniczenie składowania odpadów i osiągnięcie dopuszczalnego poziomu składowania 10% masy odpadów komunalnych wytworzonych, a uzyskanie tego efektu nie jest możliwe przy zastosowaniu innych metod,
- energia z termicznego przekształcania odpadów zostanie odzyskana z wysoką efektywnością przekraczającą 0,65, co zalicza ten proces termiczny do odzysku energii (R1). Część tej energii (ponad 50%) stanowi energia z OZE, która będzie uwzględniona w obliczeniu spełnienia stawianego przed Polską celu wzrostu udziału energii z OZE w kraju do 55% całkowitej energii wytwarzanej w roku 2030.

23. Projekt termicznego przekształcania odpadów nie stanowi konkurencji dla recyklingu odpadów surowcowych i bioodpadów, lecz jest dopełnieniem systemu gospodarki odpadami, którego głównym celem jest maksymalizacja recyklingu surowców i bioodpadów. Wpisuje się zatem całkowicie w założenia gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) oraz Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ).

Projekt ma znaczenie strategiczne dla Wrocławia, Aglomeracji Wrocławskiej oraz całego województwa dolnośląskiego.

Streszczenie w języku niespecjalistycznym

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie koncepcji rozwoju systemu gospodarki odpadami komunalnymi we Wrocławiu, w oparciu o założenia Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ) i Gospodarki o Obiegu Zamkniętym (GOZ).

Unia Europejska wdraża politykę rozwoju gospodarczego w harmonii ze środowiskiem, ochroną jego zasobów, ochroną klimatu i bioróżnorodności. Ogłoszona w grudniu 2019 strategia rozwoju UE pod nazwą EZŁ zakłada, że Unia Europejska ma do 2050 roku stać się neutralna klimatycznie przy jednoczesnym stymulowaniu wzrostu gospodarczego i poprawy jakości życia. W ramach EZŁ, Komisja Europejska planuje zmiany w energetyce, transporcie, rolnictwie, przemyśle stalowym, cementowym, teleinformatycznym, tekstylnym i chemicznym.

Ustanowiony został pośredni cel ograniczenia do 2030 roku emisji gazów cieplarnianych o 55% w stosunku do emisji tych gazów w roku 1990. Neutralność klimatyczna netto oznacza bilans pomiędzy udziałem emisji ze źródeł nieodnawialnych oraz stopniem pochłaniania tych emisji przez rośliny, zwłaszcza przez lasy.

GOZ, wdrażana już od 2014 roku, stała się jednym z głównym elementów EZŁ i służy ochronie zasobów naturalnych poprzez racjonalne gospodarowanie surowcami, energią i odpadami. GOZ, nazywana także gospodarką cyrkularną, jest koncepcją zmierzającą do racjonalnego wykorzystania zasobów oraz ograniczenia negatywnego oddziaływania na środowisko wytwarzanych produktów oraz odpadów.

W gospodarce odpadami obowiązuje hierarchia postępowania z odpadami, której priorytetami są zapobieganie wytwarzaniu odpadów, przygotowanie do ponownego użycia oraz recykling. Inne formy odzysku, w tym odzysk energii, umieszczone zostały dopiero na czwartym poziomie hierarchii. Najniżej w hierarchii stoi składowanie, które jest ostatecznością w postępowaniu z odpadami.

Gospodarka odpadami UE jest obecnie regulowana poprzez, przyjęty w dniu 30 maja 2018, pakiet dyrektyw.

Główne cele ilościowe i jakościowe, zawarte w tych dyrektywach obejmują m.in.:

- zwiększenie odpowiednio do 55 %, 60% i 65% celów w zakresie przygotowania odpadów komunalnych do ponownego użycia i recyklingu do 2025, 2030 i 2035 roku;
- poddane recyklingowi co najmniej 65 % oraz 70% wagowo wszystkich odpadów opakowaniowych odpowiednio w terminach do dnia 31 grudnia 2025 r. i 2030 r.
- maksymalny dopuszczalny poziom składowania odpadów komunalnych w ilości 10% masy wytworzonych odpadów komunalnych od 2035 roku.

Wpływ zmian przepisów prawa, związanych z GOZ, na obecny system gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce jest znaczący. W kontekście termicznego przekształcania odpadów należy zauważyć, że zmniejszy się ilość i obniży jakość odpadów palnych i paliw, możliwych do pozyskania ze strumienia odpadów nie skierowanych do recyklingu.

W następnych latach (2021-2035) niezbędne będą następujące zasadnicze zmiany systemu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce dla jego dostosowania do wymagań GOZ:

- intensyfikacja działań mających na celu zapobieganie wytwarzaniu odpadów, w szczególności odpadów żywności, tworzyw sztucznych, odpadów mineralnych przez eliminowanie paliw stałych w gospodarstwach domowych, przyłączanie budynków do sieci ciepłowniczych itp.,
- znaczne zwiększenie efektywności selektywnego (w odrębnych pojemnikach) zbierania odpadów surowcowych, w tym opakowaniowych, odpadów zielonych, bioodpadów kuchennych i ogrodowych, innych odpadów, dla których dostępne będą możliwości recyklingu,
- konieczność usprawnienia sortowania zmieszanych odpadów komunalnych, zwłaszcza odpadów niebiodegradowalnych, w celu wydzielenia z nich odpadów surowcowych (modernizacja i automatyzacja sortowni w instalacjach komunalnych w celu zwiększenia ich wydajności i selektywności sortowania),
- zwiększenie wydajności i jakości sortowania odpadów zbieranych selektywnie dla wydzielenia materiałów wysokiej jakości, dla których możliwa będzie utrata statusu odpadów (modernizacja sortowni w instalacjach komunalnych i w wydzielonych sortowniach odpadów zbieranych selektywnie),
- zapewnienie recyklingu frakcji odpadów zebranych selektywnie,
- biologiczne przetwarzanie czystych bioodpadów, zebranych selektywnie, ,
- stopniowe ograniczanie dominującego obecnie modelu mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych, ,
- zapewnienie termicznego przetwarzania palnej frakcji odpadów – paliw z odpadów (RDF) oraz pozostałości z przetwarzania odpadów nie skierowanych do recyklingu, których składowanie jest niezgodne z prawem (instalacje termicznego przetwarzania odpadów, elektrociepłownie, cementownie),
- dalsze eliminowanie składowania odpadów, zwłaszcza nadających się do recyklingu oraz odpadów ulegających biodegradacji, w latach 2021-2035,
- składowanie od 1 stycznia 2035 r. maks. 10% odpadów komunalnych.

Obecnie w Polsce nie ma wystarczającej liczby instalacji do termicznego przekształcania oraz, zgodnych z prawem, innych możliwości zagospodarowania odpadów nie skierowanych do recyklingu, których nie można składować - co prowadzi do nieprawidłowości – niezgodnego z prawem składowania czy nawet pożarów w instalacjach magazynujących te odpady.

Tylko termiczne przetwarzanie odpadów komunalnych tzw. resztkowych zapewni osiągnięcie dopuszczalnego poziomu składowania 10% całkowitej masy wytworzonych odpadów komunalnych, gdyż pozostałości po spalaniu, nawet gdyby były składowane w całości, nie są wliczane do limitu 10%.

Procesy termiczne przetwarzania odpadów komunalnych z odzyskiem energii stanowią domknięcie całego cyklu przetwarzania tych odpadów w gospodarce o obiegu zamkniętym i umożliwiają ograniczenie składowania odpadów, stojącego najniżej w hierarchii postępowania z odpadami. Są one niezbędnym elementem gospodarki odpadami komunalnymi w ramach GOZ, gdyż dzięki odzyskowi energii z odpadów ograniczają zużycie paliw pierwotnych do tego

celu oraz globalne emisje CO₂.

Tak więc, równoległy rozwój procesów recyklingu surowcowego i organicznego oraz termicznego przetwarzania odpadów nie nadających się do recyklingu jest rozwiązaniem służącym pełnemu zagospodarowaniu odpadów komunalnych.

Oszacowanie niezbędnej wydajności instalacji do termicznego przetwarzania odpadów w Polsce zostało zaprezentowane w dokumentach rządowych. Brakujące moce przerobowe instalacji do termicznego przekształcania odpadów w latach 2028 i 2034 wyniosą odpowiednio: 3 233 tys. ton/rok i 3 070 tys. ton/rok. Uwzględniając, nie ujęte w bilansie, instalacje: istniejącą w Zabrze, budowane w Gdańsku, Olsztynie i Warszawie oraz w fazie przetargu w Bełchatowie o łącznej wydajności 965 tys. ton/rok, faktycznie brakujące wydajności wyniosą 2 268 tys. ton/rok w 2028 roku i 2 105 tys. ton/rok w 2034 roku. Ta analiza nie uwzględnia aktualnego wykorzystania ok. 1 mln ton/rok wydajności cementowni w odniesieniu do współspalania palnych frakcji odpadów komunalnych. Jest zatem wystarczająca przestrzeń dla budowy wielu nowych instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych w Polsce w okresie najbliższych 10 lat.

Przyjęty przez Radę Ministrów dokument Polityka Energetyczna Polski do roku 2040 wskazuje, że przy zachowaniu unijnej hierarchii gospodarki odpadami, termiczne przetwarzanie odpadów w celu odzysku z nich energii wpisuje się w ideę gospodarki o obiegu zamkniętym. Zaleca się odzysk energii z odpadów w procesach termicznych, jak i w postaci biogazu. Odpady komunalne stanowią lokalne źródło energii dla energetyki rozproszonej. To nowy trend rozwoju energetyki (transformacji energetycznej), w którym wzrasta rola lokalnych źródeł energii, energetyki odnawialnej i prosumenckiej.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono propozycję docelowego modelu gospodarki odpadami we Wrocławiu. W tym celu opracowana została prognoza zmian ilości i składu materiałowego odpadów komunalnych we Wrocławiu i w całym województwie dolnośląskim. Uwzględnia ona trendy wzrostowe wynikające z rozwoju gospodarczego Polski (województwa dolnośląskiego i Wrocławia) po okresie kryzysu związanego z pandemią koronawirusa oraz zapobieganie wytwarzaniu odpadów wynikające z wdrażanej polityki ekologicznej w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym. Wzrost masy wytwarzanych odpadów do roku 2035 będzie znaczący i wyniesie ok. 21,8% dla Wrocławia i ok. 12% dla województwa dolnośląskiego w stosunku do roku 2019.

Z obliczeń bilansowych wynika, że we Wrocławiu do recyklingu w latach 2025 – 2035 skierowane musi zostać:

- 196 855 ton odpadów komunalnych w 2025 roku (odpowiada 55% recyklingu)
- 228 814 ton odpadów komunalnych w 2030 roku (odpowiada 60% recyklingu)
- 259 245 ton odpadów komunalnych w 2035 roku (odpowiada 65% recyklingu).

Obecny system gospodarki odpadami we Wrocławiu realizowany jest w oparciu o selektywne (wykorzystujące odrębne pojemniki) zbieranie odpadów surowcowych i bioodpadów oraz mechaniczno-biologiczne przetwarzanie zmieszanych odpadów reszkowych. W ramach selektywnego zbierania, bezpośrednio u źródła (tj. przy posesji) odbierane są odrębnie następujące frakcje odpadów komunalnych:

- tworzywa sztuczne (oraz metale i opakowania wielomateriałowe),
- papier i tektura,
- bioodpady, w tym odpady zielone (ogrodowe) i od 2020 roku – również odpady kuchenne;
- opakowania szklane.

Udział selektywnie zebranych odpadów w całkowitej masie odpadów komunalnych wzrósł z 17,4% w 2013 roku do 37,4% w 2019 roku. Widoczna poprawa efektów selektywnego zbierania papieru i tektury oraz metali w latach 2018 i 2019 wynika również z uwzględnienia w statystykach gminy odpadów zbieranych w skupach surowców.

Odpady zebrane selektywnie u źródła oraz w Punktach Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych przekazywane są do instalacji komunalnych lub sortowni odpadów selektywnie zbieranych. Selektywnie zebrane surowce, takie jak papier i tektura, tworzywa sztuczne, metale i odpady wielomateriałowe wymagają wstępnego doczyszczania. W ramach tego procesu odpady te segreguje się na jednorodną materiałowo frakcję, którą można w dalszej kolejności przekazać podmiotom prowadzącym proces właściwego recyklingu (recyklerom).

Od roku 2013 osiągnięto również znaczny wzrost ilości selektywnie zbieranych bioodpadów zielonych. Dalszego, znaczącego wzrostu ilości selektywnie zbieranych bioodpadów można się spodziewać w najbliższych latach. Wynika to z faktu, że od 2020 roku selektywnie zbierane są również bioodpady pochodzenia kuchennego. Przetworzenie prognozowanych ilości selektywnie zebranych bioodpadów nie jest możliwe w istniejących instalacjach. Już w 2019 roku selektywnie zbierane bioodpady zielone z Wrocławia zostały przekazane do 15 instalacji przetwarzania, w tym 8 zlokalizowanych poza województwem dolnośląskim. Nie jest to pożądane rozwiązanie, w związku z czym Miasto podjęło decyzję o budowie nowej instalacji przetwarzania selektywnie zbieranych bioodpadów – instalacji fermentacji we Wrocławiu przy ul. Janowskiej 51. Obecna koncepcja przewiduje budowę zakładu przetwarzania bioodpadów komunalnych przetwarzającego następujące strumienie odpadów:

- odpady biodegradowalne, w szczególności kuchenne zbierane selektywnie, w ilości docelowej 57 000 ton/rok;
- odpady zielone zbierane selektywnie, w ilości docelowej 19 000 ton/rok.

Mimo wzrastającego udziału selektywnego zbierania, największy strumień odpadów komunalnych stanowią wciąż odpady zmieszane (czarny pojemnik). Ich ilość w latach 2013-2019 utrzymywała się na prawie stałym poziomie, przy nieznacznej tendencji spadkowej. Nie jest to korzystny trend, biorąc pod uwagę cele gospodarki o obiegu zamkniętym, zmierzające do uzyskania 65% recyklingu masy wytwarzanych odpadów komunalnych w 2035 roku.

Resztkowe odpady zmieszane (czarny pojemnik) z terenu Wrocławia przetwarzane są w komunalnych instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych, które do 2019 roku były regionalnymi instalacjami przetwarzania odpadów komunalnych (tzw. RIPOK). Są to:

- Instalacja komunalna w Krynicznie (Środa Śląska), pod zarządem FB Serwis Wrocław Sp. z o.o.
- Ekologiczne Centrum Utylizacji odpadów w Rusku (Jarosów), pod zarządem Eneris Sp. z o.o.
- Zakład Gospodarowania Odpadami Rudna Wielka (Wąsosz), pod zarządem Chemeko System Sp. z o.o.

Eneris Sp. z o.o. oraz Chemeko System Sp. z o.o. są ponadto właścicielami składowisk odpadów, na których składowane są pozostałości z przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych oraz odpady inne niż niebezpieczne dopuszczone do składowania.

Łączna moc przerobowa trzech instalacji MBP pozwala na przyjęcie i poddanie przetworzeniu 362 000 ton odpadów rocznie. Łączna przepustowość części biologicznych tych trzech instalacji wynosi 155 000 ton/rok.

Proces mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych polega na rozdzieleniu odpadów na tzw. frakcję podsitową (o wielkości <80 mm, która podlega biologicznej stabilizacji) i frakcji nadsitowej, która podlega bardziej lub mniej zaawansowanym procesom sortowania w celu wydzielenia odpadów surowcowych do recyklingu i pozostałych materiałów palnych, nadających się do produkcji paliwa z odpadów, tzw. RDF. Stabilizat wytworzony z frakcji podsitowej kierowany jest do składowania na składowiskach komunalnych lub, po spełnieniu określonych wymagań, może być wykorzystany w części do rekultywacji zamkniętego składowiska odpadów (do wykonania okrywy biologicznej). Natomiast wytworzone paliwo

z odpadów, po wzbogaceniu wysokokalorycznymi odpadami przemysłowymi, jest obecnie w Polsce wykorzystywane głównie przez cementownie. Przetwarzanie zmieszanych odpadów komunalnych w instalacjach MBP nie jest rozwiązaniem docelowym z punktu widzenia gospodarki o obiegu zamkniętym, gdyż:

- nie pozwala na uzyskanie wymaganej docelowej redukcji składowania odpadów komunalnych. Z przeglądu 20 instalacji MBP w Polsce wynika, że średnia ilość odpadów składowanych po procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania wynosi 45,9% początkowej masy odpadów [66],
- cementownie przyjmują jedynie paliwa wysokiej jakości, o wysokiej wartości opałowej. Z odpadów zmieszanych, po oddzieleniu surowców do recyklingu, można wytworzyć paliwo o dużo niższej wartości opałowej, które nie odpowiada wymogom cementowni i wymaga wzbogacenia o wysokokaloryczne odpady przemysłowe,
- mechaniczno-biologiczne przetwarzanie odpadów jest jedynie technologią wstępnego przetwarzania odpadów, w której powstają odpady do dalszego ostatecznego zagospodarowania, co czyni ją zależną od końcowych odbiorców i narzucanych przez nich warunków dotyczących jakości odpadów i wysokości opłat za odbierane odpady.

Obecny system gospodarki odpadami we Wrocławiu nie funkcjonuje w pełni efektywnie. Poniżej wymieniono jego największe problemy:

- W zakresie selektywnego zbierania surowców, problemem jest wciąż zbyt niska jego efektywność, zwłaszcza w zabudowie wielorodzinnej; ponadto problemem jest wysoki udział zanieczyszczeń w odpadach zbieranych w zabudowie wielorodzinnej;
- W zakresie selektywnego zbierania bioodpadów – konieczny jest rozwój i uzyskanie wysokich efektów selektywnego zbierania odpadów kuchennych,;
- Wskazana jest budowa kolejnych Punktów Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych, jednak próby ich lokalizacji spotykają się z dużym oporem mieszkańców;
- W zakresie zagospodarowania odpadów w instalacjach komunalnych – niska efektywność tych instalacji w zakresie wydzielania frakcji do recyklingu i innego rodzaju odzysku uniemożliwia spełnienie przyszłych, bardzo ambitnych celów w zakresie recyklingu odpadów komunalnych;
- Brakuje instalacji końcowego recyklingu i innych sposobów ostatecznego zagospodarowania odpadów komunalnych;
- Brak możliwości zagospodarowania frakcji palnych, nie nadających się do recyklingu, w obrębie gminy i całego województwa;
- Brak wpływu Gminy na koszty przetwarzania odpadów w instalacjach komunalnych, w tym koszty dalszego zagospodarowania frakcji palnej.

Idealny model GOZ obejmuje działania wynikające m.in. z hierarchii postępowania z odpadami:

- ograniczanie wytwarzania odpadów poprzez zapobieganie ich wytwarzaniu wszędzie tam, gdzie jest to możliwe (i uzasadnione względami społecznymi, środowiskowymi, ekonomicznymi, wymaganiami prawnymi),
- przygotowanie odpadów do ponownego użycia i ich użycie (punkty napraw sprzętu, spółdzielnie socjalne itp.),
- recykling odpadów, które nie nadają się do ponownego użycia,
- inne formy odzysku odpadów, w tym szczególnie odzysk energii,
- unieszkodliwianie odpadów, które nie zostały zagospodarowane żadnymi z wymienionych wyżej procesów recyklingu oraz innych metod odzysku.

Składowanie powinno dotyczyć wyłącznie pozostałości po przetworzeniu odpadów, całkowicie nieprzydatnych do żadnych innych procesów ich przetwarzania lub użycia. Dopuszczalne jest składowanie nieprzetworzonych odpadów obojętnych, choć dla nich korzystniejsze jest zagospodarowanie - odzysk jako materiału do wypełnienia wyrobisk i terenów zdegradowanych.

Wymagany wzrost recyklingu odpadów komunalnych do poziomu 55% całej masy odpadów komunalnych już w 2025 roku, a następnie dalszy wzrost do poziomu 65% odpadów komunalnych w 2035 roku wymaga zdecydowanej poprawy skuteczności selektywnego zbierania wszystkich frakcji odpadów, które mogą ze względów technologicznych zostać poddane recyklingowi.

W szczególności dotyczy to bioodpadów, które stanowią największy strumień odpadów komunalnych, a w przypadku Wrocławia, o zdecydowanej przewadze zabudowy wielorodzinnej, decydujący jest strumień odpadów kuchennych. Bioodpady, aby mogły zostać poddane procesowi recyklingu, muszą być zebrane selektywnie (do odrębnego pojemnika), gdyż nie ma możliwości wytworzenia produktu nawozowego z odpadów wysortowanych z odpadów zmieszanych, co stanowi podstawę uznania procesu za recykling.

Mimo przyjętego założenia, że do roku 2025 poziom selektywnego zbierania wszystkich frakcji wzrośnie o ok. 50% w stosunku do roku 2019, nie jest to wystarczające, aby spełnić wymagany w 2025 roku poziom recyklingu (55% całkowitej masy odpadów komunalnych). Wynika to m.in. z faktu, że nie wszystkie selektywnie zebrane surowce nadają się do recyklingu. Część materiałów zanieczyszczających i takich, dla których nie ma rynku zbytu, zostaje wysortowanych w sortowniach selektywnie zebranych surowców, jako tzw. pozostałość z sortowania. W związku z tym konieczne jest kontynuowanie sortowania odpadów zmieszanych w sortowniach w instalacjach komunalnych, w celu pozyskania dodatkowego strumienia surowców do recyklingu. Założono, że z resztkowych odpadów zmieszanych wydzielane w sortowni będą szkło, tworzywa sztuczne, metale i odpady wielomateriałowe.

Masa odpadów resztkowych będzie się zmniejszać od 193 204 ton w roku 2020 do 118 928 ton w roku 2035, wraz ze zmianami ilościowymi zmieniać będą się też właściwości paliwowe odpadów.

W związku ze zmianami właściwości odpadów udział energii z frakcji biodegradowalnej (Odnawialne Źródła Energii) w odpadach resztkowych w latach 2020 – 2035 kształtuje się w zakresie 46,0% do 52,7%. Udział energii z OZE do roku 2025 wzrasta z 46,0% do 52,7%, a następnie nieznacznie spada do 51,8% w 2035 roku.

W celu poprawy właściwości paliwowych odpady resztkowe można opcjonalnie poddać procesowi biologicznego suszenia. Biologiczne suszenie jest to proces usuwania wilgoci z odpadów z wykorzystaniem naturalnie przebiegających reakcji rozkładu substancji biodegradowalnej, zawartej w odpadach, w warunkach tlenowych z wydzieleniem energii cieplnej. W wyniku biologicznego suszenia możliwa jest istotna zmiana wielkości strumienia odpadów zmieszanych, jak również ich właściwości. Istotny jest spadek wilgotności odpadów – średnio o ok. 37% i wzrost wartości opałowej – średnio o ok. 39%. Natomiast udział energii pochodzącej ze odpadów biodegradowalnych (OZE) praktycznie nie zmienia się.

Masa pozostałych odpadów do zagospodarowania w procesie termicznego przekształcania maleje w kolejnych latach, osiągając w 2035 roku ok. 138,8 tys. ton/rok we Wrocławiu oraz ok. 460 tys. ton/rok w całym województwie dolnośląskim, łącznie z Wrocławiem. Dopuszczalne do składowania ilości odpadów w 2035 roku stanowią odpowiednio ok. 40 tys. ton/rok we Wrocławiu oraz 131,3 tys. ton/rok w województwie dolnośląskim. Jednakże, biorąc pod uwagę hierarchię postępowania z odpadami, składowanie jest najgorszym rozwiązaniem, możliwym do stosowania wówczas, gdy wszystkie możliwości odzysku, w tym recyklingu, zostaną wyczerpane.

Szacunkowa zdolność przetwórcza instalacji do termicznego przekształcania odpadów w województwie dolnośląskim powinna wynosić w 2035 roku 350-400 tys. ton/rok. Stanowi to 26,7% - 30,5% masy odpadów komunalnych prognozowanych do wytworzenia w województwie dolnośląskim.

Ze względów ekonomicznych uzasadniona jest budowa dwóch instalacji: jednej o wydajności 200 tys. ton/rok w rejonie Wrocławia oraz drugiej o wydajności 150-200 tys. ton/rok odpadów w środkowo-zachodniej części województwa (ewentualnie dwóch o wydajnościach ok. 100 tys. ton/rok).

Instalacja termicznego przekształcania odpadów powinna zostać zrealizowana zgodnie z wymaganiami BAT w odniesieniu do spalarni odpadów komunalnych. Są one przedmiotem Decyzji Wykonawczej Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w odniesieniu do spalania odpadów – nr C(2019)798

Blok energetyczny elektrociepłowni powinien bazować na nowoczesnej, technicznie dojrzałej, technologii spalania odpadów w palenisku rusztowym, zintegrowanym z kotłem parowym. Proces termicznego przekształcania odpadów przebiegać będzie autotermicznie, a więc nie będzie wymagane ciągłe wspomaganie procesu przy użyciu konwencjonalnego paliwa (poza etapami rozruchu i zatrzymania instalacji). Energia zawarta w odpadach będzie zamieniana w procesie termicznego przekształcania na energię elektryczną i ciepłą. Zastosowanie turbiny przeciwprężnej umożliwi funkcjonowanie instalacji w trybie kogeneracyjnym, pozwalającym na jednoczesną produkcję energii elektrycznej oraz ciepła z wysoką efektywnością

Proces termicznego przekształcania odpadów powinien być tak prowadzony, aby zminimalizować ilość powstających zanieczyszczeń. Integralną częścią instalacji powinien być efektywny kilkustopniowy system oczyszczania spalin, zapewniający dotrzymanie dopuszczalnych emisji zanieczyszczeń.

Wymagane jest zastosowanie systemu oczyszczania spalin opartego na półsuchej metodzie redukcji zanieczyszczeń kwaśnych z recyrkulacją pozostałości oraz niekatalityczną redukcją tlenków azotu (SNCR). Takie instalacje zastosowane zostały w większości ITPOK w Polsce. W celu redukcji metali ciężkich oraz dioksyn/furanów wykorzystywany będzie węgiel aktywny.

Tego typu instalacje są powszechnie stosowane na świecie – w samej Europie funkcjonuje obecnie ponad 400 instalacji termicznego przetwarzania odpadów. Wiele z nich funkcjonuje w krajach skandynawskich (np. ostatnio otwarta spalarnia odpadów w Kopenhadze), w których kwestie środowiskowe są absolutnym priorytetem. Również polskie doświadczenia wskazują, że istniejące zakłady są bezpieczne dla środowiska, a mierzone emisje są dużo niższe niż obowiązujące, restrykcyjne normy.

Wrocław jest miastem o bardzo wysokim jednostkowym współczynniku wytwarzania odpadów komunalnych – w 2019 roku było to 508 kg/mieszkańca, podczas gdy średni dla Polski wynosi 332 kg/mieszkańca. Prognozy wytwarzania odpadów jednoznacznie wskazują, że pomimo podejmowanych działań związanych z zapobieganiem powstawaniu odpadów, ilości wytwarzanych odpadów komunalnych będą dalej wzrastać.

Gospodarka o Obiegu Zamkniętym zakłada ponowne wykorzystanie i odzysk 65% masy odpadów komunalnych do 2035 roku. We Wrocławiu, z roku na rok, poprawie ulega skuteczność selektywnego zbierania odpadów komunalnych, co sprzyja poprawie poziomów recyklingu. Jednak, mimo to, największy strumień odpadów komunalnych stanowią wciąż resztkowe odpady zmieszane – w 2019 roku stanowiły ok. 63% całej masy odpadów komunalnych.

Co prawda, z odpadów zmieszanych można wysortować część odpadów nadających się do recyklingu, ale warto podkreślić, że wciąż znacząca ich część to odpady, których nie można już poddać recyklingowi. Do tego doliczyć należy pozostałości po sortowaniu odpadów selektywnie zbieranych. Są to odpady palne, których od 2016 roku nie można składować. Z uwagi na fakt, że z punktu widzenia ochrony środowiska, składowanie jest najmniej korzystną opcją zagospodarowania odpadów, to restrykcje w tym zakresie będą się rozszerzać także na odpady komunalne w ogóle – od 2035 roku składowaniu będzie można poddać wyłącznie 10% odpadów komunalnych.

Elektrociepłownie wykorzystujące paliwo alternatywne czy spalarnie odpadów stanowią

domknięcie całego cyklu przetwarzania odpadów komunalnych w gospodarce o obiegu zamkniętym i umożliwiają ograniczenie ich składowania. Z tego względu są niezbędnym elementem gospodarki odpadami komunalnymi w ramach GOZ, gdyż dzięki odzyskowi energii z odpadów ograniczają zużycie paliw pierwotnych do tego celu oraz globalne emisje CO₂. Co więcej, elektrociepłownie wykorzystujące paliwo alternatywne, wspierając rozwiązanie problemu nadmiernej ilości odpadów, które nie nadają się do recyklingu mogą wpłynąć na obniżenie kosztów funkcjonowania systemu gospodarki odpadami, a co za tym idzie także opłat za wywóz śmieci, które ponoszą mieszkańcy. Wyniki analizy pokazują, że miasta, które posiadają własne spalarnie odpadów komunalnych mają faktycznie niższe opłaty za gospodarowanie odpadami (średnio 18,1 zł/mieszkańca) od miast, które nie dysponują tymi instalacjami (średnio 23,5 zł/mieszkańca).

W tym kontekście, jedynym uzasadnionym rozwiązaniem dla Wrocławia jest budowa elektrociepłowni wykorzystującej paliwo alternatywne w postaci pozostałości po sortowaniu odpadów, które nie nadają się do recyklingu. Co więcej, z uwagi na prognozy wzrostu ilości odpadów komunalnych w aglomeracji wrocławskiej, warto rozważyć możliwość wybudowania dwóch tego typu instalacji – jednej w bliskim sąsiedztwie Wrocławia, czyli miasta o najwyższej dynamice rozwoju, a co za tym idzie największego wytwórcy odpadów komunalnych, a drugiej w obrębie województwa dolnośląskiego.

Literatura

[1] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejski Zielony Ład. Bruksela, dnia 11.12.2019 r. COM(2019) 640 final

[2] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 663/2009 i (WE) nr 715/2009, dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 94/22/WE, 98/70/WE, 2009/31/WE, 2009/73/WE, 2010/31/UE, 2012/27/UE i 2013/30/UE, dyrektyw Rady 2009/119/WE i (EU) 2015/652 oraz uchylenia rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 525/2013

[3] Wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające ramy na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmieniające rozporządzenie (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie). Bruksela, dnia 4.3.2020 r. COM(2020) 80 final 2020/0036 (COD)

[4] Zmieniony wniosek Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie ustanowienia ram na potrzeby osiągnięcia neutralności klimatycznej i zmiany rozporządzenia (UE) 2018/1999 (Europejskie prawo o klimacie). Bruksela, dnia 17.9.2020 r. COM(2020) 563 final 2020/0036 (COD)

[5] Mapa drogowa Transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Uchwała Rady Ministrów z dnia 10.09.2019.

[6] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.

[7] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/852 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych.

[8] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/850 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów.

[9] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/849 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywy 2000/53/WE w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji, 2006/66/WE w sprawie baterii i akumulatorów i 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznym i elektronicznym.

[10] Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2019/1004 z dnia 7 czerwca 2019 r. określająca zasady obliczania, weryfikacji i zgłaszania danych dotyczących odpadów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE oraz uchylającą decyzję wykonawczą Komisji C(2012)2384.

[11] Dyrektywa 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych

produktów z tworzyw sztucznych na środowisko.

[12] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w obiegu zamkniętym. COM (2018) 28 final.

[13] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (tekst jednolity z dn. 16.04.2020, Dz.U. z 2020 r. poz. 797)

[14] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (tekst jednolity z dnia 18.10.2019, Dz.U. z 2019 poz. 2010)

[15] Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi. (tekst jednolity z dnia 29.05.2020, Dz.U. z 2020, poz. 1114).

[16] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczenia odpadów do składowania na składowiskach (Dz. U. z 2015 r. poz. 1277)

[17] Rozp. Min. Środ. z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych (Dz.U. z 2016 r. poz. 2167).

[18] Rozp. Min. Środ. z dnia 15 grudnia 2017 r. w sprawie poziomów ograniczenia składowania masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (Dz.U. z 2017 r. poz. 2412).

[19] Rozp. Min. Środ. z dnia 3 grudnia 2018 r. w sprawie rocznych poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych pochodzących z gospodarstw domowych. Dz.U. 2018, poz. 2306

[20] Rozp. Min. Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów. (tekst jednolity z dnia 7.10.2019, Dz.U. z 2019, poz. 2028)

[21] Ustawa z dnia 17 grudnia 2020 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. poz. 2361).

[22] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce o obiegu zamkniętym Bruksela, dnia 26.1.2017 r. COM(2017) 34 final

[23] Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2018/1147 z dnia 10 sierpnia 2018 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do przetwarzania odpadów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE

[24] Ochrona środowiska 2020. GUS, Warszawa, 2020

[25] Połomka J., Morfologia żółtego worka. 55 Zjazd KFZDOM Arłamów, wrzesień 2019.

[26] Analiza możliwości wprowadzenia systemu kaucyjnego dla opakowań. Opracowanie eksperckie. Deloitte, Warszawa, grudzień 2017.

[27] Gospodarowanie komunalnymi odpadami opakowaniowymi w obiegu zamkniętym. Przegląd systemu i propozycja nowego rozwiązania. PwC, Warszawa, lipiec 2018.

[28] Odpady - Palący problem czy cenny zasób. Analiza sektora i propozycje rozwiązań w kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym. Instytut Jagielloński. Warszawa, styczeń, 2020.

[29] Środowiskowe aspekty projektowania opakowań. KIG, Warszawa, sierpień, 2020.

[30] Paliwa i motory wzrostu gospodarczego. Wpływ cen surowców i energii na Polskę. Instytut Jagielloński. Warszawa, lipiec 2020.

[31] Wielgosiński G. – Małe instalacje termicznego przekształcania odpadów, „Nowa Energia” 1/2019.

[32] Strategia gospodarki odpadami komunalnymi dla miasta Wrocławia na lata 2015-2020 z

perspektywą do roku 2030. WAMECO S.C., Kamieniec Wr., 2014.

[33] Uchwała nr XLIII/1451/17 Sejmiku Województwa Dolnośląskiego z dnia 21 grudnia 2017 r. w sprawie wykonania Wojewódzkiego Planu Gospodarki Odpadami dla Województwa [17] Wojewódzki Plan Gospodarki Odpadami dla Województwa Dolnośląskiego 2016-2022. Wrocław, grudzień 2016.

[34] Załącznik do uchwały nr XLIII/1450/17 Sejmiku Województwa Dolnośląskiego z dnia 21 grudnia 2017 r. w sprawie uchwalenia Wojewódzkiego Planu Gospodarki Odpadami dla Województwa Dolnośląskiego 2016-2022 (Dz.Urz. Woj.Doln. poz. 5607 z dnia 29 grudnia 2017 r.)

[35] Szpadt R., den Boer E., den Boer J., Ocena strategiczna systemu gospodarki odpadami na terenie Aglomeracji Wrocławskiej na lata 2010-2020. Kamieniec Wr., 2011.

[36] den Boer E., Szpadt R., Prognoza zawartości frakcji bio w paliwie z odpadów komunalnych w okresie 2017-2032. Etap 2. Ryszard Szpadt „WAMECO”, Kamieniec Wr. 2017 (na zlecenie Fortum Heat and Power).

[37] Badania ilości i składu odpadów komunalnych w cyklu rocznym pochodzących z terenu gminy Wrocław – sprawozdanie za miesiąc wrzesień 2018 oraz RAPORT KOŃCOWY. Raport serii SPR nr 30/2018, Politechnika Wrocławska, Wydział Inżynierii Środowiska, Wrocław, 2018

[38] Evaluation of the possibilities for the realisation of a waste-to-energy plant in Wrocław. WAMECO S.C., Kamieniec Wr. 2009 (na zlecenie Fortum Heat and Power).

[39] Ocena luki inwestycyjnej (potrzeb inwestycyjnych) w kraju w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów oraz gospodarowania odpadami w związku z nową unijną perspektywą finansową 2021-2027 oraz informacje o źródłach dochodów dostępnych w celu pokrycia kosztów eksploatacji i utrzymania infrastruktury zagospodarowania odpadów. Projekt załącznika do projektu Uchwały Rady Ministrów zmieniającej uchwałę w sprawie Krajowego planu gospodarki odpadami 2022. Projekt z dnia 23 października 2020 r.

[40] Rocznik statystyczny Wrocławia 2019. Urząd Statystyczny we Wrocławiu, Wrocław, 2019

[41] <http://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/CustomSelect.aspx>

[42] Badanie składu morfologicznego i frakcyjnego strumieni odpadów komunalnych powstających na terenie miasta Wrocławia. Raport końcowy. ZUO Sp. z o.o., Gorzów Wlkp., 2011.

[43] Sprawozdanie Wójta, Burmistrza lub Prezydenta Miasta z realizacji zadań z zakresu gospodarowania odpadami komunalnymi za 2019 (z dnia 5.11.2020)

[44] Krajowy plan gospodarki odpadami 2022. Uchwała nr 88 Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2016 (Mon. Polski 2016, poz. 784)

[45] Program ochrony środowiska dla miasta Wrocławia na lata 2016-2020 z perspektywą do roku 2025

[46] den Boer E., Bilans przepustowości składowisk w odniesieniu do założeń Planu Gospodarki Odpadami dla województwa dolnośląskiego. Mat. 28 konf. Eksploatacja i rekultywacja składowisk odpadów. Abrys, Karpacz, 2018.

[47] <https://www.wroclaw.pl/biznes/obcokrajowcy-we-wroclawiu-praca-i-studia>

[48] <https://wroclaw.naszemiasto.pl/we-wroclawiu-mieszka-az-milion-ludzi-to-calkiem-mozliwe/ar/c1-7570141>

[49] Analiza stanu gospodarki odpadami komunalnymi na terenie Gminy Wrocław za rok 2019 w celu weryfikacji możliwości technicznych Gminy w zakresie gospodarowania odpadami komunalnymi, zgodnie z wymogami ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach. Wrocław, 2020.

[50] Komunikat KE ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy (COM(2014)398 final)

- [51] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Nowy plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy. Bruksela, dnia 11.3.2020 r. COM(2020) 98 final
- [52] Mapa drogowa gospodarki o obiegu zamkniętym. Projekt przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 10.09.2019
- [53] Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej. GUS, Warszawa 2020.
- [54] Rocznik statystyczny województwa dolnośląskiego 2019. WUS, Wrocław, 2019.
- [55] Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030. Założenia i cele oraz polityki i działania. Wersja 4.1. z dnia 18.12.2019. Ministerstwo Aktywów Państwowych. Warszawa, 2019.
- [56] Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r. Monitor Polski 2021, poz. 264
- [57] Ocena systemu gospodarki odpadami. Uwarunkowania prawne i technologiczne oraz kryteria oceny funkcjonowania gospodarki odpadami. Praca zbiorowa pod re. Andrzeja Kraszewskiego i Elżbiety Pietrzyk-Sokulskiej. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 2011.
- [58] den Boer E., Szpadt R., Ocena cyklu życia systemu gospodarki odpadami na przykładzie Wrocławia. Ochrona Środowiska, 2012, Nr. 3.
- [59] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii. Dz.U. 2020 poz. 261.
- [60] Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów. 2020, poz. 1860.
- [61] Wielgosiński G., Termiczne przekształcanie odpadów. Nowa Energia, Racibórz, 2020.
- [62] Raport roczny 2019. Fundacja PlasticsEurope Polska
- [63] Gawrych, M. Koszty odzysku papierowych odpadów opakowaniowych, Warszawa, 22.11.2017
- [64] Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2019 poz. 1579)
- [65] MPWiK, Specyfikacja istotnych warunków zamówienia w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego prowadzonym w trybie przetargu nieograniczonego na: Opracowanie Programu Funkcjonalno-Użytkowego dla zaprojektowania, wybudowania i uruchomienia Zakładu Przetwarzania Bioodpadów Komunalnych przy ul. Janowskiej 51 we Wrocławiu
- [66] Jędrzak, A., den Boer E. Raport końcowy III etapu ekspertyzy mającej na celu przeprowadzenie badań odpadów w 20 instalacjach do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów, Zielona Góra 2015 [67] Dukąła, D. Sześć nowych spalarni odpadów. Czy rozwiążą problem z zagospodarowaniem odpadów komunalnych? Paliwa i Energetyka https://inzynieria.com/uploaded/magazines/pdf/pe15_szesc_nowych_spalarni_odpadow.pdf
- [67] <https://www.cewep.eu/municipal-waste-treatment-2018/>
- [68] <https://www.cewep.eu/municipal-waste-treatment-2018/>