

GOSPODARKA ODPADAMI KOMUNALNYMI W POLSCE

Analiza możliwości i barier zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych,
pochodzących z selektywnego zbierania odpadów komunalnych, a kwestie GOZ

dr inż. Emilia den Boer

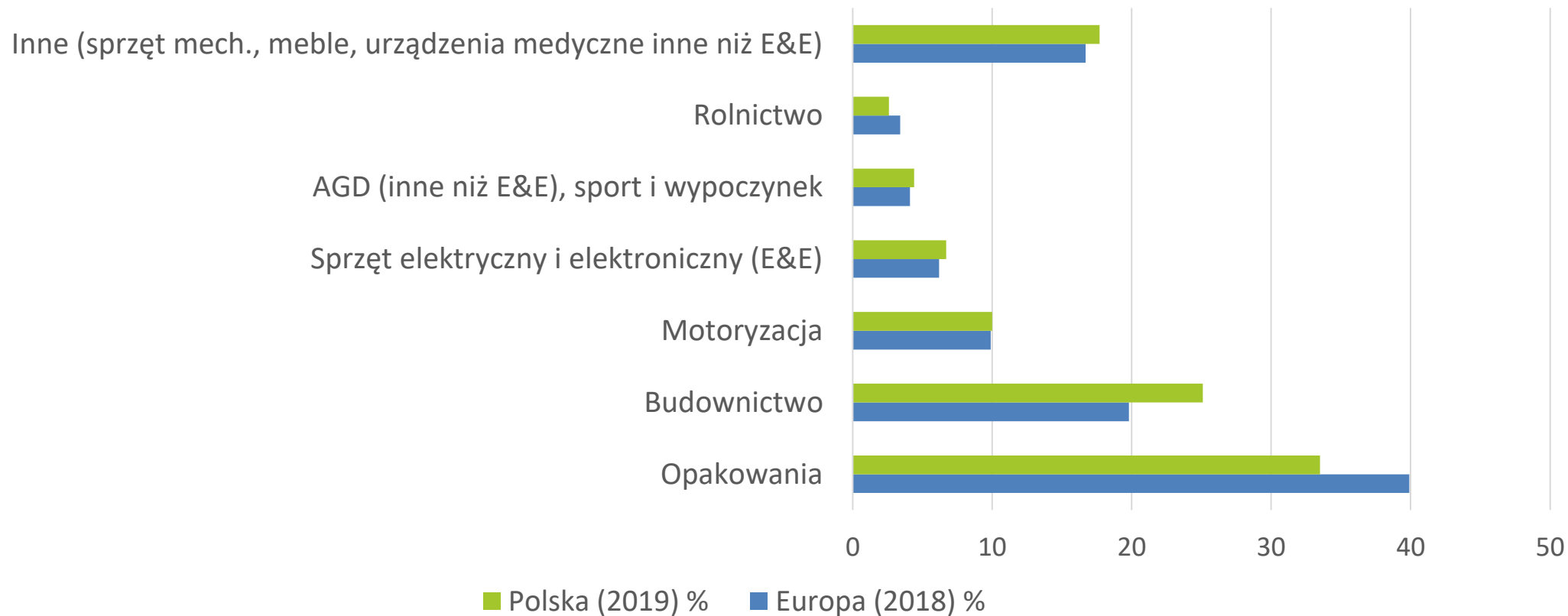
Warszawa, dn. 27.01.2022 r.

Zakres prezentacji

- charakterystyka branży tworzyw sztucznych (TS) w UE i w Polsce
- ilość i jakość odpadów z tworzyw sztucznych (OTS)
- charakterystyka branży recyklingu OTS w Polsce
- aktualny poziom recyklingu i odzysku
- określenie średniego stopnia strat w recyklingu
- przedstawienie rodzajów OTS, których recykling lub odzysk jest utrudniony, zbyt kosztowny lub niemożliwy
- oszacowanie kosztów zbierania, recyklingu i odzysku OTS
- ocena stanu aktualnego i rekomendacje działań

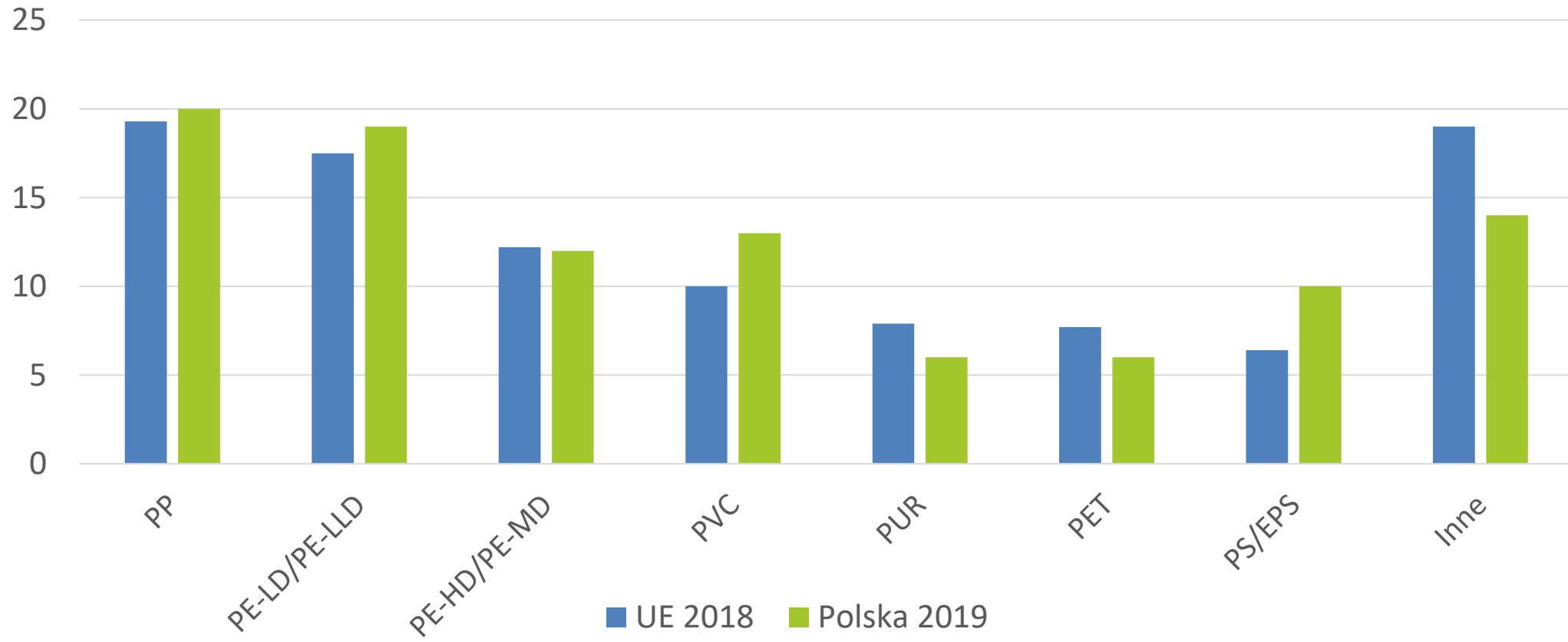
Charakterystyka branży TS w Polsce i w UE (1)

Zużycie TS przez branże gospodarki, %



Charakterystyka branży TS w Polsce i w UE (2)

Główne polimery TS, %



Charakterystyka branży TS w Polsce i w UE (3)

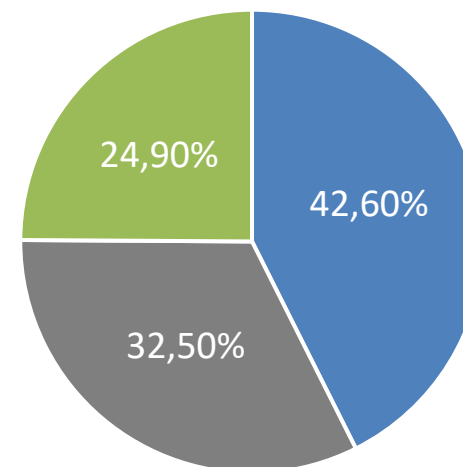
Zużycie TS w 2018 roku (wg Plastics Europe)

- UE+Norwegia 51,2 mln Mg
- Polska 3,6 mln Mg
(6% UE)

Masa zebranych OTS w 2018 roku

- UE+Norwegia 29,1 mln Mg
- Polska 1,92 mln Mg
(6,6% UE)

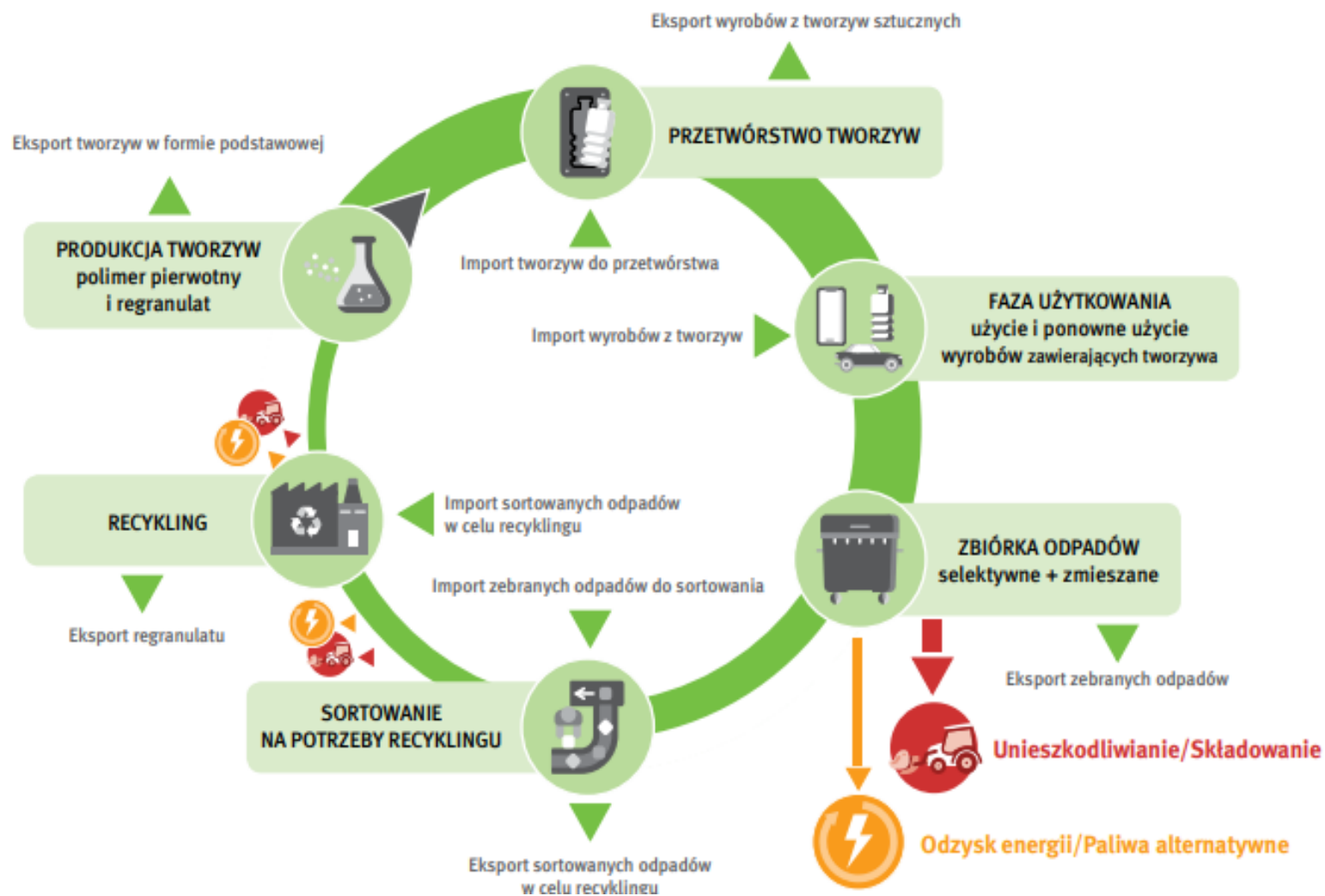
Zagospodarowanie OTS w UE



■ Odzysk energii ■ Recykling ■ Składowanie

Zamknięty obieg TS w Polsce

wg Plastics Europe



Najważniejsze wyzwanie w kontekście GOZ – zapobieganie powstawaniu OTS

Zapobieganie powstawaniu OTS zwłaszcza przez eliminowanie opakowań nadmiernych i problematycznych, w tym:

- Eliminacja określonych produktów jednorazowych
- Ekoprojektowanie – zmniejszenie masy, składu...
- Ponowne użycie – opakowania zwrotne
- Zamiana/substytucja materiałów (z uwzględnieniem wyników oceny wpływu na środowisko - LCA)
- Zamiana na tworzywa biodegradowalne i kompostowalne (ograniczenie zaśmiecania)

Ilości zebranych odpadów zawierających OTS

wg danych U. Marszałkowskich za 2018 r.

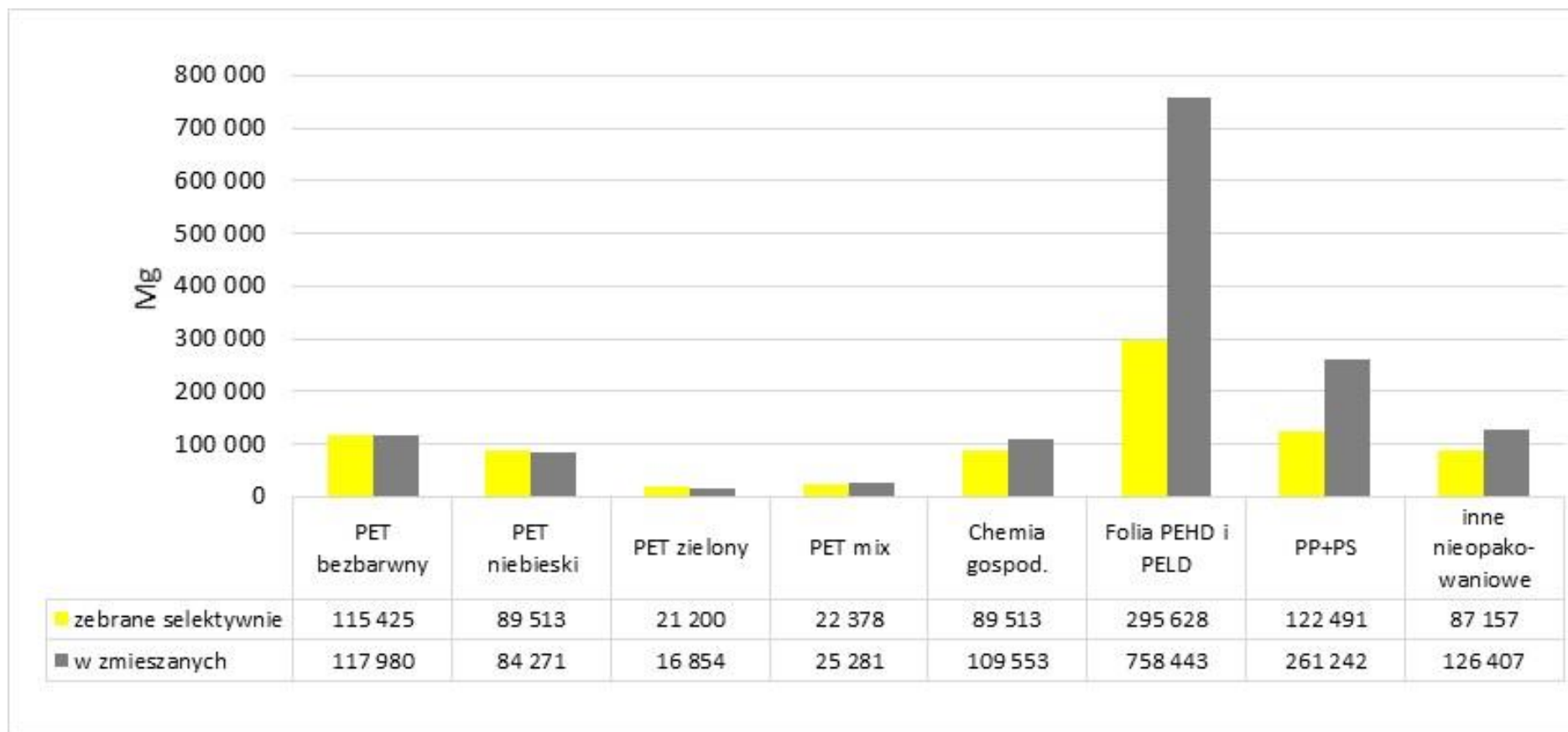
Kod odpadu	Rodzaj odpadu	Masa odpadów zebranych i odebranych (Mg)
15 01 02	Opakowania z tworzyw sztucznych	292 098
20 01 39	Tworzywa sztuczne	87 876
15 01 06	Zmieszane odpady opakowaniowe	519 750
20 01 99	Inne niewymienione frakcje zbierane w sposób selektywny (np. tzw. frakcja sucha)	430 627
20 03 01	Zmieszane odpady komunalne	8 427 149

Szacunkowy bilans ilości OTS w poszczególnych frakcjach

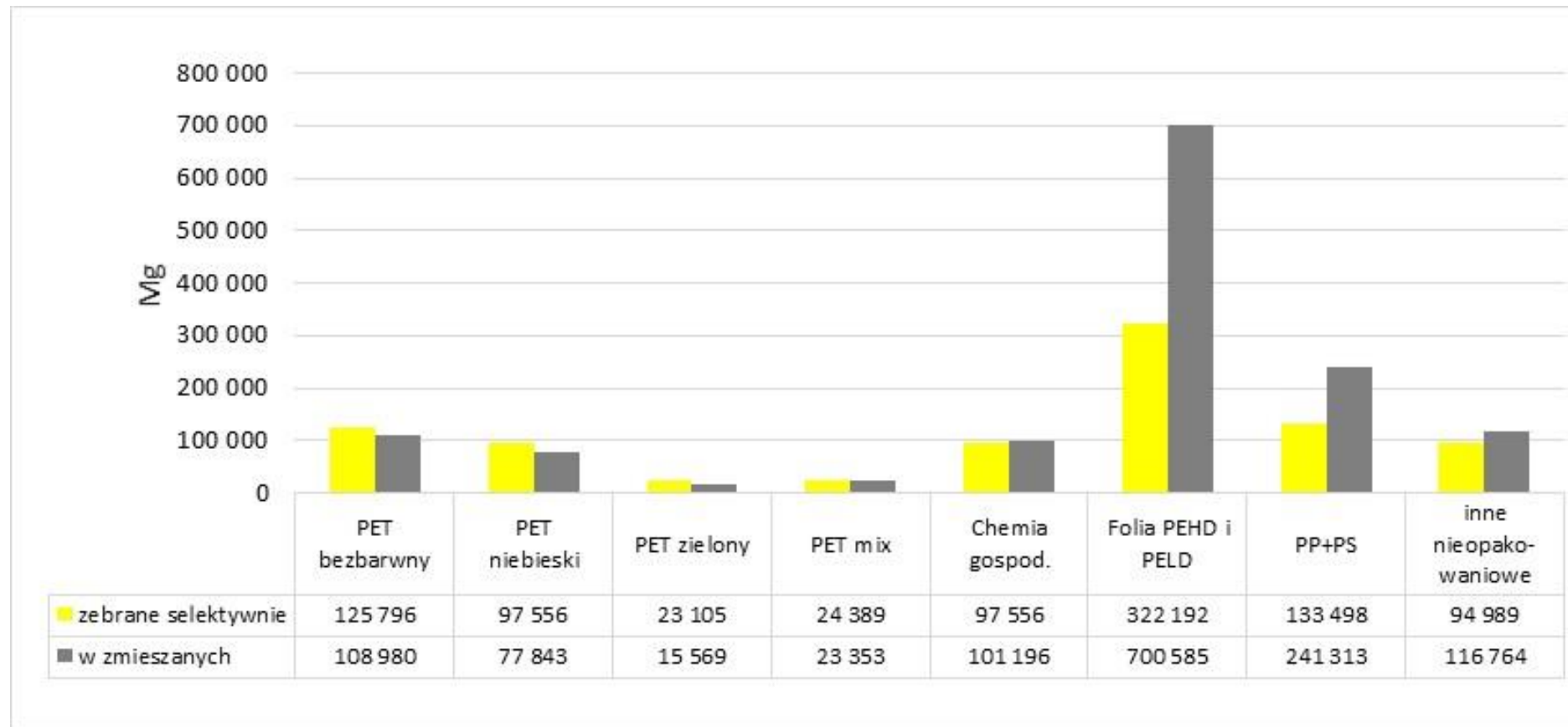
w 2018 roku

Kod odpadu	Rodzaj odpadu	Masa odpadów zebranych i odebranych (Mg)	Udział tworzyw sztucznych we frakcji (%)	Szacunkowa ilość tworzyw sztucznych (Mg)
15 01 02	Opakowania z tworzyw sztucznych	292 098	90	262 888
20 01 39	Tworzywa sztuczne	87 876	90	79 088
15 01 06	Zmieszane odpady opakowaniowe	519 750	71,6	372 141
20 01 99	Inne niewymienione frakcje zbierane w sposób selektywny (np. tzw. frakcja sucha)	430 627	30	129 188
20 03 01	Zmieszane odpady komunalne	8 427 149	17,8	1 500 033

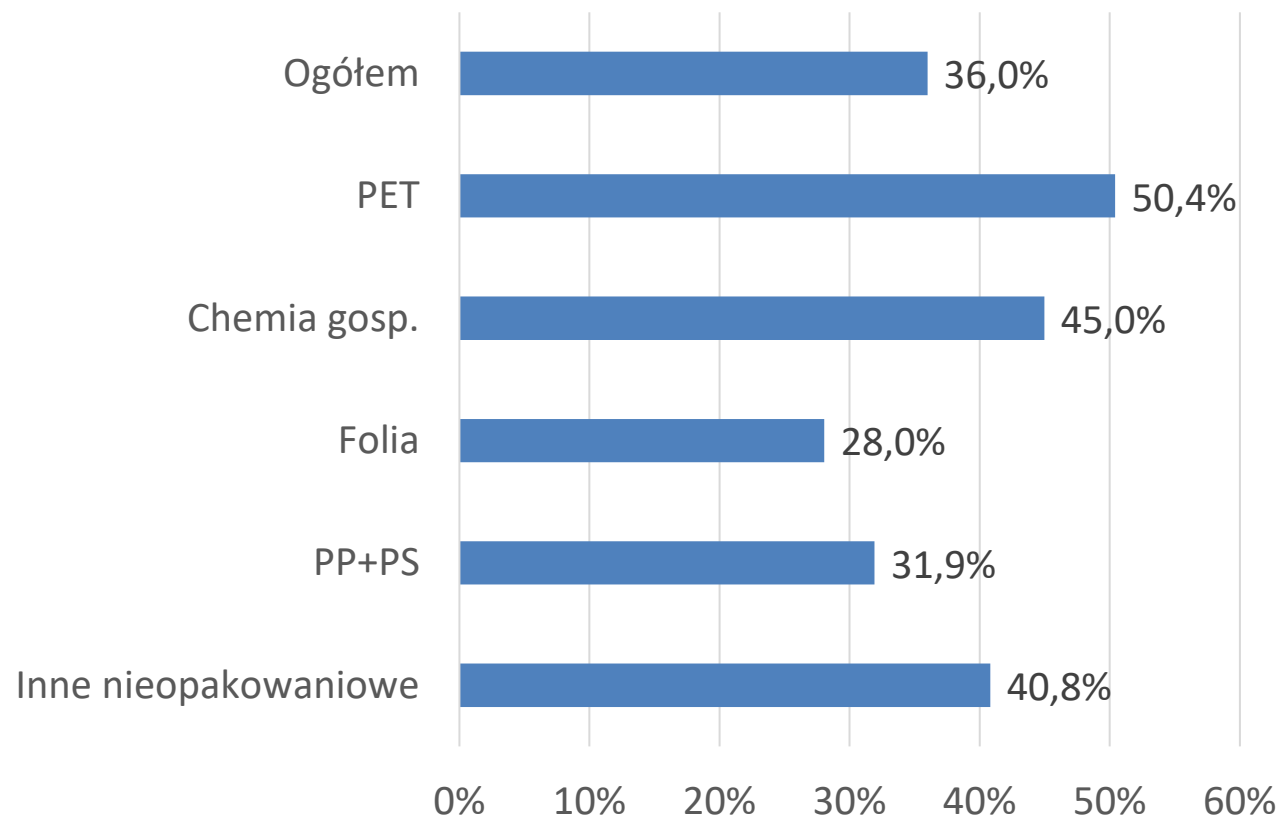
OTS zawarte w odpadach komunalnych zebrane i odebrane w 2018 roku (Mg)



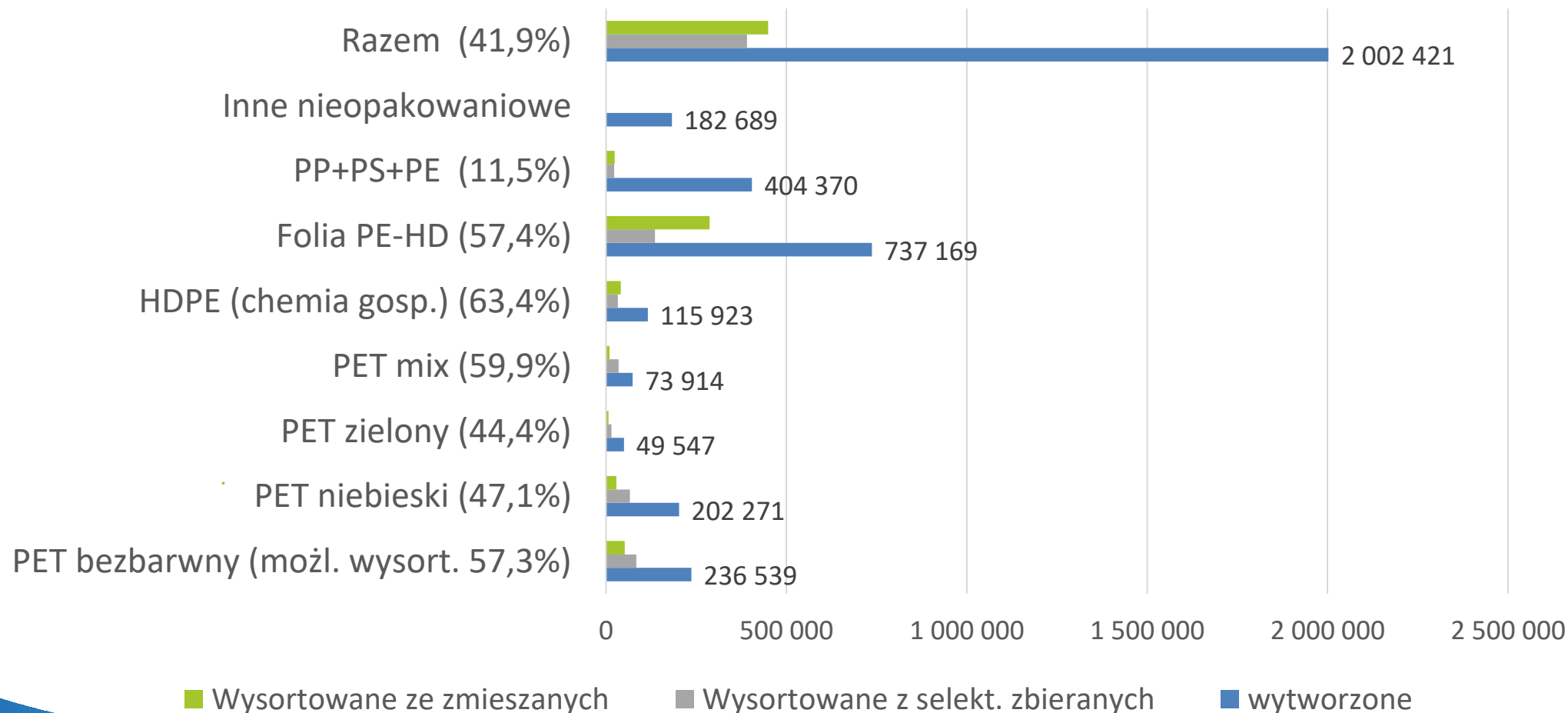
OTS zawarte w odpadach komunalnych zebrane i odebrane w 2021 roku (Mg)



Efektywność selektywnego zbierania OTS (%) w 2018 roku



Możliwości wysortowania czystych OTS z odpadów selekt. zbieranych i zmieszanych (Mg/rok)



Obecna skuteczność recyklingu OTS w Polsce, straty materiału podczas recyklingu

- Aktualne możliwości wydzielenia czystych frakcji OTS **nie przekraczają 42%** całkowitej ich zawartości w odpadach komunalnych
- Aktualna efektywność selektywnego zbierania **nie przekracza 40%** zawartości OTS w odpadach komunalnych
- Pozostałości po sortowaniu (zanieczyszczenia, tworzywa zabrudzone i kompozytowe) selektywnie zbieranych frakcji OTS wynoszą średnio ok. 50%
- OTS wydzielane ze zmieszanych odpadów komunalnych mają niską jakość, a ich akceptacja przez recyklerów jest niepewna

Obecna skuteczność recyklingu OTS w Polsce, straty materiału podczas recyklingu

Dwukrotne sortowanie selektywnie zebranych OTS:

- **w sortowni w instalacji komunalnej** – efektywność wydzielenia „czystych” OTS w przypadku PET wynosi 50-60% masy sortowanych odpadów
- **w zakładzie recyklingu** – ponowne sortowanie „czystych” OTS z efektywnością ok. 65-70%

Łączna efektywność recyklingu odpadów PET w stosunku do masy tych odpadów zebranych selektywnie w żółtym worku wynosi:

- w przypadku przetwarzania na płatek od 34% dla PET zielonego do 43% dla PET bezbarwnego
- w przypadku przetwarzania na regranulat od 31% dla PET zielonego do 40% dla PET bezbarwnego

Główne przepisy prawa UE dotyczące odpadów, w tym OTS

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

- zwiększenie odpowiednio do 55%, 50% i 65% celów zakresie przygotowania odpadów komunalnych do ponownego użycia i recyklingu do 2025, 2030 i 2035 r.

Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2019/1004 z dnia 7 czerwca 2019 r. określająca zasady obliczania, weryfikacji i zgłaszania danych dotyczących odpadów (...)

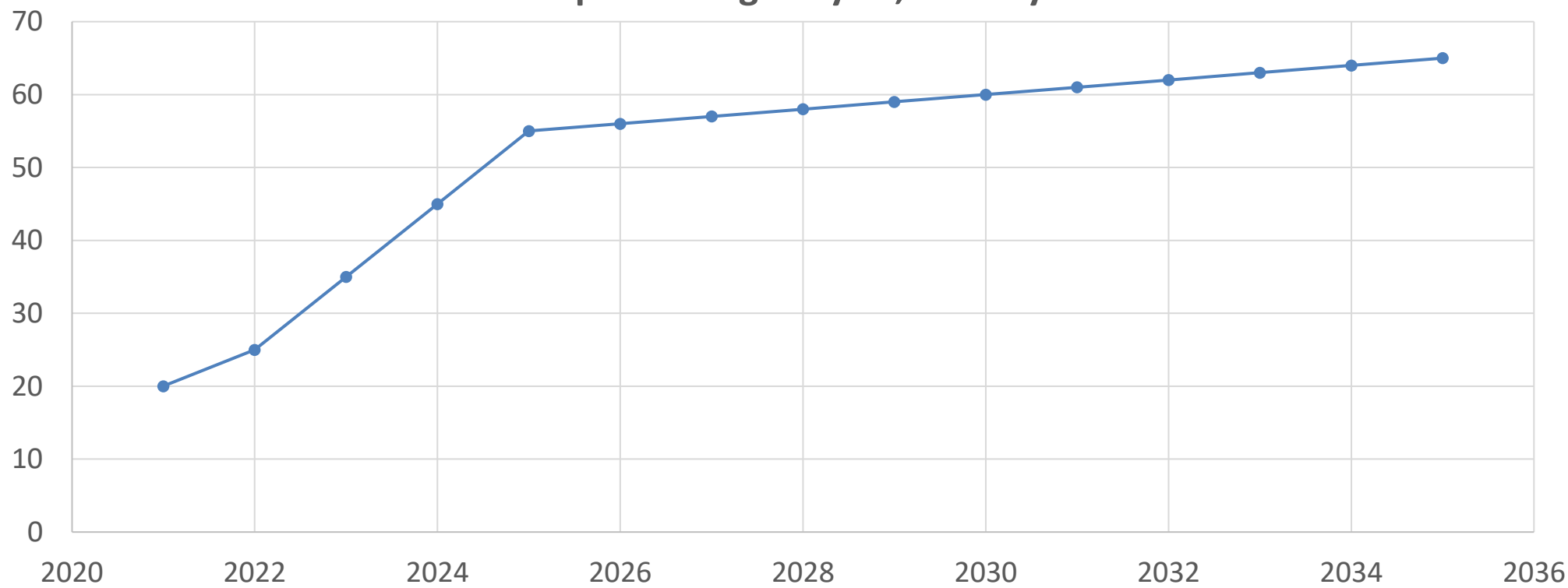
Jako OTS poddane recyklingowi uznaje się:

- tworzywa podzielone według polimerów, niepoddane innemu przetwarzaniu przed operacjami granulowania, ekstruzji lub formowania
- płatki z tworzyw sztucznych, niepoddane innemu przetwarzaniu przed wykorzystaniem w produkcie końcowym.

Wymaganie dla odpadów komunalnych

Przepisy krajowe, wdrażające wymagania Dyrektywy (2018/852)

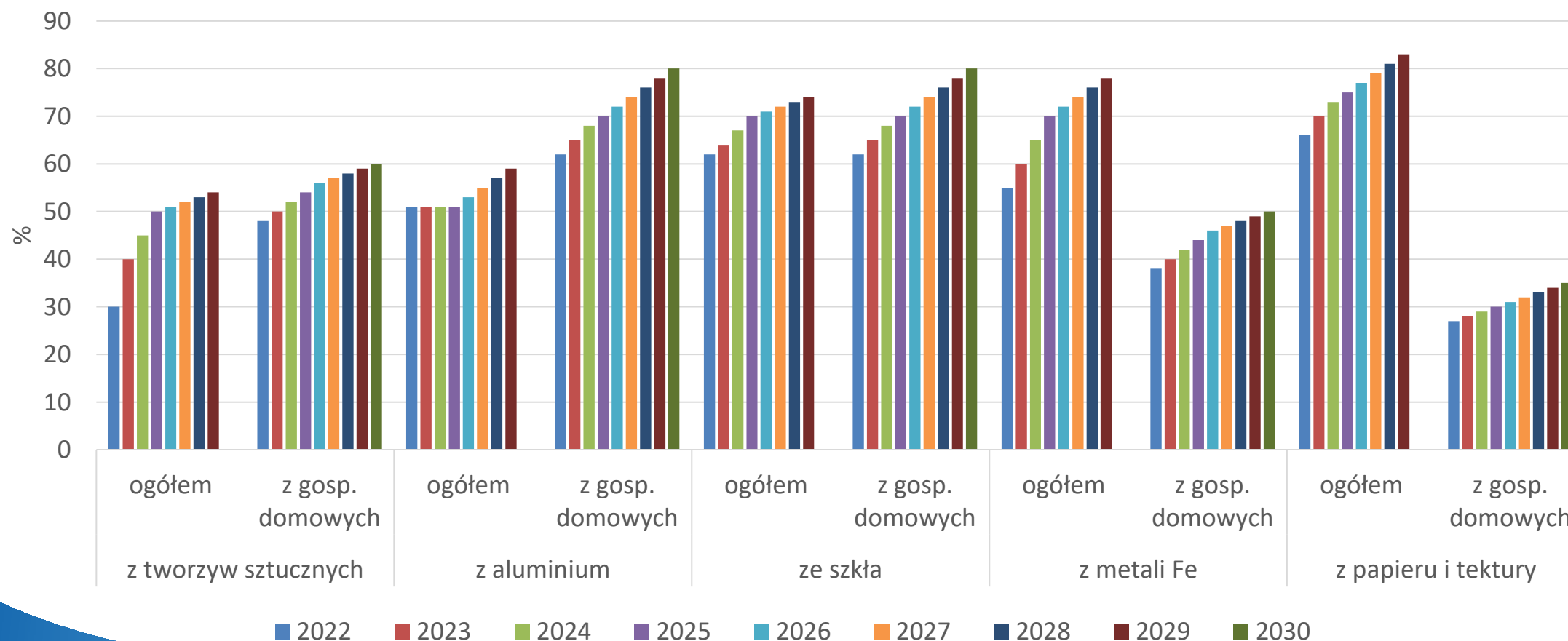
Poziom recyklingu i przygotowania odpadów komunalnych
do ponownego użycia, % masy



Wymagane poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych

Przepisy krajowe

Wymagane poziomy recyklingu na podst. Dz.U. 2021 poz 2375 i Dz.U. 2018 poz 2306



Główne przepisy prawa UE dotyczące odpadów, w tym OTS (1)

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/94 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko (tzw. dyrektywa SUP).

- od 3 lipca 2021 r. **zakaz wprowadzania do obrotu 10 rodzajów plastikowych produktów jednorazowego użytku**
- od 2025 r. obowiązek **użycia do produkcji butelek PET minimum 25% recyklatu**, 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%
- termin transpozycji dyrektywy do prawa krajowego upłynął w dniu 3 lipca 2021 r. Polska nie dokonała transpozycji dyrektywy w wymaganym terminie.

Główne przepisy prawa UE dotyczące odpadów, w tym OTS (2)

Decyzja Rady Europy UE z dnia 21 lipca 2020 r w sprawie podatku od odpadów opakowaniowych z TS nie poddanych recyklingowi (zatwierdzona ROZPORZĄDZENIEM RADY (UE, Euratom) 2021/770 z dnia 30 kwietnia 2021)

- od dnia 1 stycznia 2021 r., podatek w wysokości 0,80 EUR za kg OTS, które nie zostały poddany recyklingowi
- środki do wspólnego budżetu UE, z którego środki zostaną wykorzystane m.in. na cele związane ze zwalczaniem skutków pandemii koronawirusa
- **Wysokość tej opłaty dla Polski** może wynieść ok. **0,6 mld EUR (2,7 mld zł)** w roku 2021, szacując, że masa OTS wyniesie ok. 0,7 mln Mg/rok, a po przyznanej Polsce zniżce w wysokości 117 mln EUR, ostateczna kwota opłaty może wynieść **ok. 2,1 mld zł.**

Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w GOZ

Podstawowe cele

- Do 2030 r., wszystkie opakowania z TS wprowadzane do obrotu w UE będą nadawały się albo do ponownego użycia albo recyklingu w sposób racjonalny ekonomicznie
- Do 2030 roku ponad połowa OTS wytwarzanych w UE będzie poddana recyklingowi
- Wydajność wszystkich instalacji do recyklingu OTS w UE wzrośnie czterokrotnie w stosunku do roku 2015 (wymaga to budowy ok. 500 nowych zakładów sortowania i recyklingu w UE)
- Zaprzestany będzie eksport OTS
- Opracowane zostaną nowe technologie i urządzenia do recyklingu OTS
- Zmniejszenie emisji OTS, w tym zwłaszcza mikrodrobin (tzw. „mikroplastików”) do środowiska wodnego

Rozszerzona Odpowiedzialność Producenta

ROP

- Przepisy wdrażające zapisy dyrektywy 2018/851 zmieniającej dyrektywę w sprawie odpadów w zakresie ROP mają zostać wdrożone do dnia 5 stycznia 2023 r.
- ROP obejmuje obowiązek finansowania zbierania, recyklingu i przetwarzania OTS podmiotów wprowadzających na rynek produkty w opakowaniach
- **Pokrycie min. 50% kosztów zagospodarowania odpadów opakowaniowych**
- Obecne opłaty w ramach ROP są zbyt niskie (8 zł/Mg OTS), dla porównania w innych krajach UE - kilkaset EUR/Mg
- Opłaty te powinny być zróżnicowane, m.in. zależne od rodzaju materiału opakowaniowego oraz jego recyklowalności

ROP i systemy kaucyjne

- Uzupełnieniem ROP - wprowadzenie kaucji na wybrane opakowania po napojach (butelki z TS, szkła oraz na puszki metalowe)
- System kaucyjny jest niezbędny dla osiągnięcia min. 77% selektywnego zbierania jednorazowych butelek z TS na napoje (głównie PET) od roku 2025 i 90% od roku 2030
- Bez wdrożenia ROP i systemu kaucyjnego - brak możliwości osiągnięcia wymaganych bardzo wysokich poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych
- Projekty zmian legislacyjnych dotyczących wprowadzenia ROP i systemu kaucyjnego są przedmiotem prac w komisjach sejmowych oraz Ministerstwie Klimatu i Środowiska. Wdrożenie przepisów w 2022 roku

Wyzwania związane z wdrożeniem wymagań dotyczących OTS (1)

- TS - duża grupa materiałów, różniących się pomiędzy sobą właściwościami chemicznymi i mechanicznymi (trudności technologiczne recyklingu)
- Łatwo dostępne i najlepsze jakościowo frakcje OTS w dużej części są już odzyskiwane przez recykling mechaniczny
- Wzrost poziomu recyklingu - poprzez zbieranie i odzysk "trudniejszych" frakcji – odpadów zabrudzonych, zmieszanych, wielomateriałowych, a także drobnych frakcji (do recyklingu chemicznego)
- W zależności od systemu zbierania (kontenery/worki, PSZOK, system kaucyjny różne wymagania dot. doczyszczania)

Wyzwania związane z wdrożeniem wymagań dotyczących OTS (2)

- Butelki PET **zbierane w systemach kaucyjnych** - tylko sortowanie wg barwy - bezpośrednio w zakładach recyklingu PET,
- Sortowanie odpadów **zbieranych w workach/pojemnikach** lub w **PSZOKach** jest prowadzone w instalacjach komunalnych (instalacjach MBP) oraz w odrębnych sortowniach odpadów zbieranych selektywnie.
- Sortownie wymagają rozbudowy i modernizacji dla dostosowania do nowych wymagań wynikających z potrzeby znacznego wzrostu ilości odpadów zbieranych selektywnie i konieczności ich sprawnego sortowania.
- Uchwała RM zmieniająca KPGO 2022 zawiera obliczenia tzw. luki inwestycyjnej, tj. brakujących wydajności oraz niezbędnych nakładów na rozbudowę i modernizację sortowni odpadów.

Koszty gospodarki OTS

Koszty gospodarki OTS obejmują:

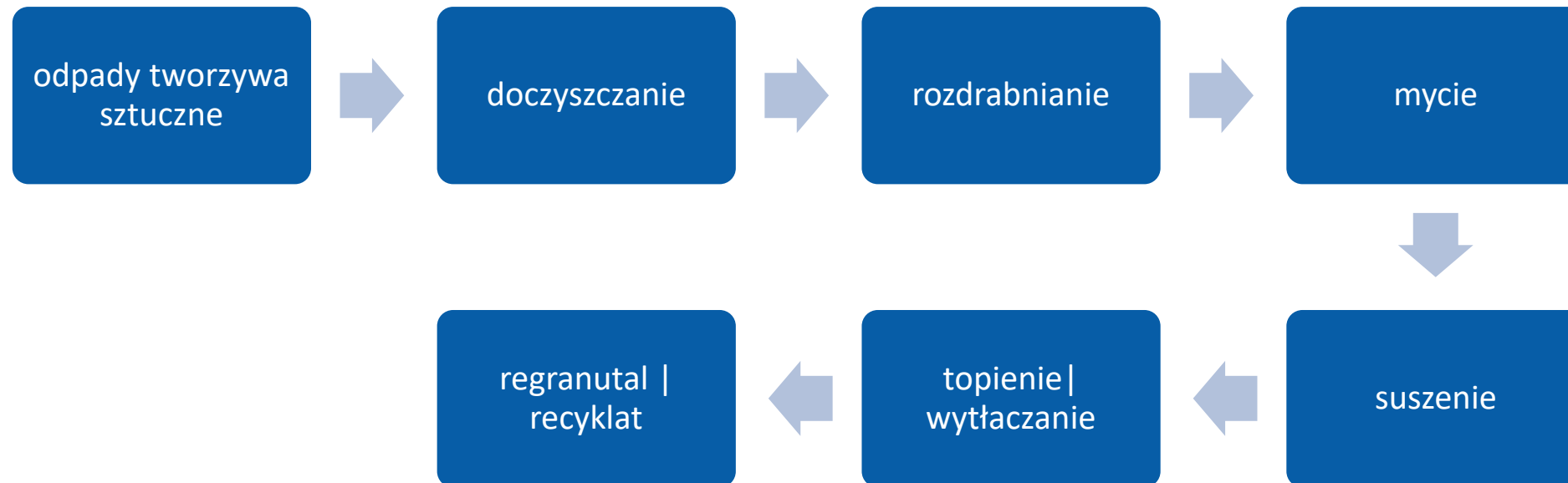
- **Koszt zbierania i odbierania** OTS z gospodarstw domowych **400 – 1300 zł/Mg**, średnio 850 zł/Mg
- **Koszty sortowania** odpadów z tzw. „żółtego worka” w zakładzie komunalnym – **500-1000 zł/Mg** przy uwzględnieniu przychodu ze sprzedaży wysortowanych odpadów i dopłaty do przekazania odpadów palnych tzw. RDF do odzysku energii
- **Koszt przygotowania do recyklingu** i recyklingu w zakładzie przetwórczym – ok. **4000 zł/Mg** dla odpadów PET przy uwzględnieniu kosztu zakupu odpadów ok. 1500 zł/Mg

Bardzo niestabilny rynek przetwórstwa OTS w latach 2019-2021, duże wahania cen i podaży odpadów do recyklingu, związany z pandemią, zmianami cen ropy naftowej.

Instalacje recyklingu OTS

Dwa rodzaje recyklingu

- materiałowy (mechaniczny) – w Polsce (schemat poniżej)
- surowcowy (chemiczny) – brak instalacji w Polsce



Branża recyklingu OTS w Polsce (1)

Zdolności przetwórcze instalacji

Wg sprawozdań marszałkowskich za lata 2014-2016

- Zdolności przetwórcze instalacji wynosiły **2,86 mln Mg/rok**

Wg BDO (stan weryfikacji danych na 4.05.2021) dla roku 2019

- Zdolności przetwórcze instalacji wynosiły **2,11 mln Mg/rok**

Z 349 zakładów przetwarzających powyżej 10 Mg/rok w 2018 roku, tylko 97 zakładów było dostępnych w BDO dla 2019 roku.

Dane z 2019 roku nie zawierają kilku dużych zakładów, prawdopodobnie z uwagi na brak weryfikacji części instalacji przez urzędy marszałkowskie.

Branża recyklingu OTS w Polsce (2)

Masa przetworzonych OTS

Wg CSO za 2018 rok

- Masa OTS przetworzonych w 349 instalacjach o wydajności powyżej 10 Mg/rok

443 886 Mg

Wg BDO (stan weryfikacji danych na 4.05.2021) dla roku 2019

- Masa OTS przetworzonych w 302 instalacjach

490 267 Mg



Branża recyklingu OTS w Polsce (3)

Masa przetworzonych OTS

Wśród przetworzonych w 2019 roku 490 267 Mg OTS dominowały trzy rodzaje:

- opakowaniowe OTS (15 01 02) – 57,32%
- OTS wysegregowane z innych, głównie komunalnych (19 12 04) – 20,72 %
- OTS z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania produktów przemysłu chemii organicznej (07 02 13) – 18,15%

Całkowita masa OTS przetworzonych w 2019 roku stanowiła ok. 23% całkowitej zdolności przetwórczej instalacji recyklingu (wynikającej z decyzji na przetwarzanie odpadów).

Branża recyklingu OTS w Polsce (4)

Rodzaje przetwarzanych OTS

Rodzaje OTS, które mogą być przetworzone przez 62 największe zakłady recyklingu :

- PET – 9 zakładów
- LDPE, LLDPE – 34 zakłady
- HDPE – 14 zakładów
- PP – 16 zakładów
- PS – 2 zakłady
- inne (PA, ABS, elastomery) – 3 zakłady

Tylko część zakładów może przetwarzać kilka rodzajów odpadów, najczęściej LDPE, HDPE i PP.

Potrzeby inwestycyjne branży recyklingu OTS

Stowarzyszenie Plastics Recycling Europe szacuje, że do 2030 roku powstanie w UE ok. 500 nowych zakładów sortowania i recyklingu OTS.

Potrzeby inwestycyjne dla polskiej branży recyklingu OTS zawiera uchwała RM zmieniająca KPGO 2022:

- **Instalacje dla recyklingu ok. 800 tys. – 1 mln Mg OTS w latach 2028-2034 r.,** czyli 20-25 instalacji o przepustowości 40 000 Mg/rok, w tym w szczególności ok. 8-10 instalacji do recyklingu folii PE tylko ze strumienia odpadów komunalnych
- Szacunkowe nakłady finansowe 1,07 - 1,33 mld EUR (tj. ok. 4,7 – 5,9 mld zł)

Zapewnienie rynku dla recyklatów z OTS

Proponowane środki, obejmują m.in.:

- tworzenie norm jakości wtórnych tworzyw sztucznych;
- zachęcanie do certyfikacji w celu zwiększenia zaufania przemysłu i konsumentów;
- wprowadzenie obowiązkowych zasad dotyczących minimalnej zawartości materiałów pochodzących z recyklingu w niektórych produktach;
- zachęcanie państw członkowskich do ewentualnego obniżenia podatku VAT na produkty pochodzące z recyklingu.

Od roku 2025 obowiązkowe będzie użycie do wytworzenia butelek PET min. 25% recyklatu, a od 2030 roku min. 30% recyklatu.

Zestawienie odpadów, których recykling jest trudny lub nie jest prowadzony

Część OTS nie jest przetwarzana z różnych przyczyn, jak:

- brak efektywnych technologii recyklingu, zwłaszcza surowcowego
- wysokie koszty recyklingu, przekraczające wartość materiału
- brak wystarczającej wydajności instalacji recyklingu przy dużej masie wytwarzanych odpadów
- wielomateriałowy skład OTS lub wysoki stopień zanieczyszczenia

Do tych odpadów należą m.in.:

- Odpady PS i EPS (ekstrudowany PS – tzw. styropian)
- Tacki PET
- Folie PE/PP, zwłaszcza pochodzenia rolniczego
- Żywice poliestrowe.

Termiczne przetwarzanie odpadów TS a GOZ

→ Dokument KE z 2017 roku „**Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce o obiegu zamkniętym**”, przewidział istotne miejsce dla instalacji odzysku energii z odpadów komunalnych resztkowych w GOZ

→ Procesy termiczne z odzyskiem energii elektrycznej i cieplnej (uwzględniając hierarchią postępowania z odpadami) są domknięciem całego cyklu przetwarzania odpadów w GOZ i pozwalają na znaczące ograniczenie składowania odpadów

→ Są niezbędnym elementem systemu gospodarki odpadami, gdyż dzięki odzyskowi energii z odpadów ograniczają zużycie paliw pierwotnych do tego celu oraz globalne emisje CO₂

→ Należy zapobiegać nadmiernemu wzrostowi zdolności przetwarzania odpadów resztkowych w instalacjach termicznych

Dofinansowanie instalacji termicznych

Dokument KE z 2020 r., tzw. **taksonomia** nie zawiera możliwości dofinansowania budowy instalacji termicznego przetwarzania odpadów komunalnych ze środków UE.

Wydajności instalacji termicznych są znaczące w krajach UE14, natomiast **są zbyt małe w krajach UE13, które przystąpiły do UE w roku 2004 i później (w tym w Polsce)**, dla zapewnienia pełnego zagospodarowania odpadów i ograniczenia składowania do maks. 10% masy odpadów wytwarzanych w roku 2035.

W Polsce budowa instalacji termicznego przetwarzania odpadów:

- może być dofinansowana ze środków publicznych (NFOŚiGW, Państwowy Fundusz Rozwoju),
- ma wsparcie Ministerstwa Klimatu i Środowiska,
- jest przedmiotem zainteresowania prywatnych inwestorów.

Termiczne przetwarzanie odpadów w Polsce

- Brak zbytu dla zdecydowanej większości palnej frakcji odpadów komunalnych (frakcja nadsitowa >80 mm) jest przyczyną poważnego kryzysu i wzrostu cen gospodarowania odpadami komunalnymi
- Aktualna wydajność instalacji do spalania i współspalania w Polsce wynosi ok. 2,384 mln Mg/rok (w tym ok. 1,0 mln Mg/rok w cementowniach dla paliw z odpadów komunalnych)
- W trakcie procesu inwestycyjnego (budowa lub projektowanie, zapewnione finansowanie) jest 7 instalacji o łącznej wydajności ok. 862 tys. Mg/rok

Brakującą wydajność instalacji termicznych w Polsce szacuje się na ok. 1,8 mln Mg/rok.

Podsumowanie

- Ilość zużywanych tworzyw sztucznych rośnie o 6,8% rocznie, najszybciej w sektorze opakowań
- Masa wprowadzonych opakowań z TS w Polsce wynosi obecnie ponad 1,2 mln Mg rocznie
- Największym wyzwaniem zapobieganie powstawaniu OTS zwłaszcza przez eliminowanie opakowań nadmiernych i problematycznych
- OTS stanowią ok. 16% całkowitej masy powstających odpadów komunalnych. Są to głównie odpady opakowaniowe i poużytkowe
- Duża niepewność danych dotyczących OTS - rozbieżności danych dotyczących masy opakowań wprowadzanych na rynek, wytwarzanych, zbieranych

Podsumowanie (2)

- Niskie poziomy recyklingu, wynikają nie tylko z niskiego poziomu i jakości selektywnego zbierania odpadów, lecz także z braku instalacji dla niektórych polimerów
- W wyniku dwukrotnego sortowania - faktyczna masa OTS poddanych recyklingowi zmniejsza się do około 30-40% masy tych odpadów zebranych selektywnie
- Ogromnym wyzwaniem: recykling 55% masy opakowań z TS w 2030 roku, oraz 65% przygotowania do ponownego użycia i recyklingu masy wszystkich odpadów komunalnych w latach do 2035
- Wdrożenie nowego sposobu obliczania poziomów recyklingu – znaczna redukcja osiągniętych dotychczas poziomów recyklingu (o ok. 30%)

Niezbędne kierunki działań dla intensyfikacji recyklingu OTS (1)

- Potrzeba poprawy jakości zbieranych danych o OTS, ujednolicenie nazewnictwa, itd. ponieważ obecnie dane są zbyt ogólnikowe i uniemożliwiają planowanie gospodarki OTS
- Powszechne stosowanie zasad ekoprojektowania opakowań i wyrobów z TS
- Rozwój nowych technologii zgodnych z zasadami GOZ
- Wdrożenie sprawiedliwego i efektywnego systemu ROP wraz z systemem kaucyjnym dla opakowań po napojach
- Intensyfikacja selektywnego zbierania OTS, zarówno w sektorze komunalnym, jak i sektorze handlu oraz przedsiębiorstw przemysłowych
- Budowa nowych i rozbudowa oraz doposażenie istniejących sortowni odpadów zebranych selektywnie. Brakującą liczbę tych sortowni oszacowano na 230 o wydajności 10 000 Mg/rok na jedną zmianę do roku 2034

Niezbędne kierunki działań dla intensyfikacji recyklingu OTS (2)

- Budowa instalacji do recyklingu tych OTS dla których brakuje obecnie mocy przetwórczych (ok. 1,0-1,3 mln Mg/rok w latach 2028-2034)
- Rozwój chemicznego recyklingu OTS jako rozwiązania umożliwiającego recykling odpadów zanieczyszczonych lub będących mieszaniną różnych polimerów
- Rozwój instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych, w tym OTS nieprzydatnych do recyklingu materiałowego i chemicznego, w szczególności pełniących funkcję lokalnych elektrociepłowni, przyłączonych do miejskich sieci ciepłowniczych
- Szeroka edukacja ekologiczna dotycząca prawidłowości selektywnego zbierania, a także eliminacji stosowania niektórych wyrobów, w tym opakowań, jednorazowego użytku

Wyjaśnienie:

część wykresów przedstawionych w prezentacji (m.in. slajdy 9 – 12) została zmieniona w stosunku do raportu w oparciu o wyniki, wcześniej niedostępnych, ogólnopolskich badań odpadów przeprowadzonych w 2021 roku (Raport z badań odpadów w 8 instalacjach do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych; Autorzy Raportu: prof. dr hab. inż. Andrzej Jędrczak, dr hab. inż. Sylwia Myszograj, prof. UZ dr inż. Jakub Kostecki, mgr inż. Tadeusz Butrymowicz Zielona Góra, listopad 2021 r.).

Dziękuję!