

Dr hab. inż. Grzegorz Wielgosiński, prof. PŁ; mgr inż. Justyna Czerwińska,
Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka

W pułapce GOZ-u

Dla nikogo chyba nie jest odkryciem, że zasoby surowcowe Ziemi, w tym zasoby surowców energetycznych, nie są niewyczerpywalne. Stąd koniecznością staje się oszczędzanie surowców, powtórne wykorzystanie produktów i recykling używanych materiałów. Dotychczasowy model gospodarki linearnej dający się opisać prostym schematem: pozyskaj surowce - wyprodukuj wyrób - używaj go - pozbydź się odpadu - musi być zastąpiony innym modelem, w którym pozyskane surowce będą wykorzystywane najdłużej jak to jest możliwe - poprzez wielokrotne użycie wyprodukowanych wyrobów, a strumień powstającego odpadu będzie jak najmniejszy (rys. 1).

W lipcu 2014 r. Unia Europejska przyjęła komunikat „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program »zero odpadów dla Europy«”. U jego podłoża leżało stwierdzenie, że zbyt wiele materiałów w gospodarkach krajów UE jest marnowanych. Jako najważniejsze obszary, w których należy podjąć działania naprawcze, we wspomnianym dokumencie wskazano ściśle przestrzeganie przyjętej w 2001 r. strategii gospodarowania odpadami, według której zapobieganie powstawaniu odpadów jest najbardziej uprzywilejowaną opcją. W drugiej kolejności odpady powinny być powtórnie wykorzystane - czy to materiałowo, czy surowcowo. Z kolei

odzysk energii z odpadów jest dopiero kolejną opcją, bezpośrednio przed najmniej pożądanym ich składowaniem. Podkreślono, że zapobieganie powstawaniu odpadów jest działaniem priorytetowym. Dalszymi obszarami, którymi państwa członkowskie powinny zająć się szczególnie, są odpady wyrzucane do morza, odpady z budowy i rozbioru, odpady żywnościowe, odpady niebezpieczne, odpady z tworzyw sztucznych, recykling surowców krytycznych, nielegalne przemieszczanie odpadów oraz recykling fosforu.

Kolejnym krokiem było przyjęcie w grudniu 2015 r. komunikatu „Zamknięcie obiegu - plan działania UE dotyczą-

cy gospodarki o obiegu zamkniętym”, który stwierdzał, że przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym, gdzie war-



Rys. 1. Ilustracja zasady gospodarki o obiegu zamkniętym - „Circular Economy”

tość produktów, materiałów i zasobów w gospodarce jest utrzymywana tak długo, jak to możliwe, a wytwarzanie odpadów ograniczone do minimum - stanowi istotny wkład w wysiłki UE zmierzające do stworzenia zrównoważonej, niskoemisyjnej, zasobooszczędnej i konkurencyjnej gospodarki. Zgodnie z tym komunikatem, takie przejście daje możliwość przekształcenia gospodarki i zapewnienia Europie nowej i trwałej przewagi konkurencyjnej.

Wśród najważniejszych zadań sformułowanych w dokumentach dotyczących gospodarki cyrkulacyjnej (circular economy) jako najważniejsze wymieniono: opracowanie norm środowiskowych dla surowców wtórnych, wdrożenie strategii dotyczącej tworzyw sztucznych oraz działania na rzecz ograniczenia marnotrawienia odpadów spożywczych. Ponadto wdrożenie strategii w zakresie surowców krytycznych (metale), zmiana rozporządzenia w sprawie nawozów, a także racjonalna gospodarka odpadami z budowy i rozbiórki. Ważnym zadaniem są też działania na rzecz wtórnego wykorzystywania wody. W pakiecie circular economy wyraźnie podkreślono obszary priorytetowe, szczególnie istotne dla gospodarki wspólnotowej. Są to: tworzywa sztuczne, odpady spożywcze, surowce krytyczne (metale), odpady z budowy i rozbiórki oraz biomasa i bioprodukty. Przyjęto, że wdrożenie zasad gospodarki cyrkulacyjnej umożliwi pełniejsze wdrożenie zasad zrównoważonego rozwoju i jednocześnie przyniesie krajom członkowskim liczne korzyści, np. oszczędności w wysokości 600 mld euro dla firm z UE, co odpowiada ok. 8% rocznego obrotu, utworzenie ok. 580 000 nowych miejsc pracy, a także redukcja emisji dwutlenku węgla o ok. 450 mln Mg do 2030 r.

Konsekwencją przyjęcia w UE modelu gospodarki cyrkularnej, inaczej mówiąc gospodarki obiegu zamkniętego, były wprowadzone przez Komisję Europejską szczegółowe regulacje dotyczące gospodarowania odpadami. Zgodnie z nimi, przyjęto następujące ograniczenia:

- osiągnięcie 65% recyklingu odpadów komunalnych do 2030 r.,
- osiągnięcie 75% recyklingu odpadów opakowaniowych do 2030 r.,
- redukcja składowania odpadów komunalnych do maksimum 10% do 2030 r.,
- zakaz składowania zebranych selektywnie odpadów.

W zakresie odpadów opakowaniowych przyjęto szczegółowe docelowe poziomy recyklingu, różne dla różnego rodzaju odpadów: papier i tektura - 85%, metale żelazne - 80%, aluminium - 60%, szkło - 75%, plastik - 55%, drewno - 30%.

Zapisy te stały się od razu przedmiotem dyskusji dotyczącej realności uzyskania wskazanych przez Komisję Europejską poziomów. Nie ulega wątpliwości, że nawet najambitniejsze cele są do zrealizowania, o ile są realne technicznie, czy technologicznie.

Jeżeli jednak ich spełnienie jest nierealne, to działają tylko demotywująco. Inaczej jednak sprawę tę widzą organizacje ekologiczne. Z radością przyjęły one nową politykę UE, wychodzącą naprzeciw ich zgłaszanym od lat postulatam, jednocześnie zarzucając jej, że jest zbyt mało ambitna. Jako propozycję przedstawili one koncepcję „zero waste”, czyli całkowitego wyeliminowania wytwarzania odpadów.

We wrześniu 2019 r. Rada Ministrów - po blisko dwuletnich pracach i konsultacjach - przedstawiła strategiczny dokument pt.: „Mapa Drogowa Transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym”. Dokument ten podzielony jest na cztery obszary:

- zrównoważona produkcja przemysłowa,
- zrównoważona konsumpcja,
- biogospodarka,
- nowe modele biznesowe.

Podsumowaniem jest analiza sposobu wdrażania, monitorowania, a przede wszystkim metody finansowania GOZ-u.

Wyznaczone przez Komisję Europejską cele w zakresie recyklingu odpadów dla organizacji ekologicznych wydają

się za mało ambitne, a dla praktyków w zakresie gospodarowania odpadami komunalnymi zbyt wygórowane, wręcz nierealne do osiągnięcia.

Potwierdzają to obliczenia bilansowe, których wyniki wskazują jednoznacznie, że niektóre wskaźniki są nieosiągalne technicznie, czy technologicznie. Dodatkowo, przy dużych protestach organizacji ekologicznych Komisja Europejska w 2017 r. przyjęła dokument zatytułowany „Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce obiegu zamkniętym”, który w systemie gospodarki obiegu zamkniętego nie tylko nie wykluczył spalarni, a wręcz przewidział istotne miejsce dla spalarni odpadów komunalnych (tzw. resztkowych po selektywnej zbiórce) wraz z odzyskiem energii.

Jedynym krajem Unii Europejskiej, który już obecnie spełnia minimalne wymagania circular economy są Niemcy. Udział recyklingu i metod biologicznych wynosi tam ok. 68% przy składowaniu poniżej 1% (dane EUROSTAT-u za 2017 r.). Jednocześnie w Niemczech funkcjonuje aktualnie 98 spalarni odpadów o łącznej wydajności ok. 27 mln Mg/r. (34 spalarnie frakcji palnej wydzielonej z odpadów komunalnych - tzw. RDF-u, w Niemczech zwanego EBS, o wydajności ok. 5 mln Mg/r. oraz 63 spalarnie tzw. odpadów zmieszanych, zwanych także resztkowymi, o wydajności ok. 22 mln Mg/r.). Udział spalania wynosi ok. 31-32%. Ponad 50% udział recyklingu i metod biologicznych (2017 r.) mają Austria, Holandia, Belgia i Słowenia, a także Szwajcaria, w każdym przypadku przy ponad 30% udziale spalania.

Jeżeli podejmiemy ortodoksyjnie do pojęcia „gospodarka obiegu zamkniętego” i utożsamimy je z pojęciem „zero waste”, poniesiemy oczywistą porażkę. Osiągnięcie stanu „zero waste” jest możliwe w skali pojedynczych gospodarstw domowych, w krótkim czasie.

W skali niewielkich społeczności na krótki okres jest prawdopodobne, lecz w przypadku dużych aglomeracji miejskich, wielorodzinnej zabudowy mieszkalnej, całkowicie nierealne.

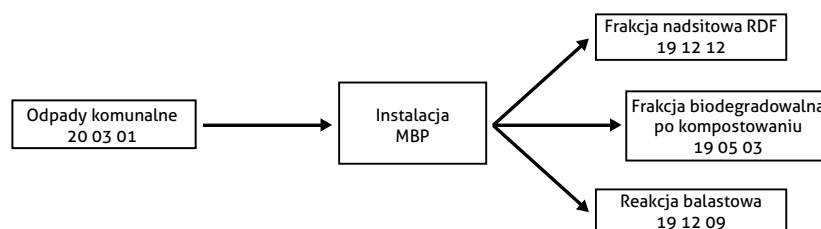
Co nie oznacza, że działań zmierzających do zmniejszenia ilości powstających odpadów oraz wdrażania ich selektywnej zbiórki i recyklingu nie należy prowadzić.

Polski system gospodarki odpadami komunalnymi został oparty na instalacjach mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów (MBP). Według danych za 2018 r. takich instalacji w Polsce było ok. 179 o łącznej wydajności ponad 11,5 mln Mg w części mechanicznej. W planach było zwiększenie ich ilości do 2021 r. o kolejne 47 instalacji o łącznej wydajności prawie 3,3 mln Mg w części mechanicznej i 1,6 mln Mg w części biologicznej. Oznacza to, że w 2021-22 r. powinniśmy dysponować łączną mocą przerobową instalacji MBP ok. 13 mln Mg, a więc więcej niż wytwarzamy obecnie odpadów komunalnych (przynajmniej wg oficjalnych danych). System ten uzupełnia jak na razie 8 spalarni odpadów komunalnych o łącznej wydajności 1 124 000 Mg/r.

Z technicznego punktu widzenia instalacja MBP jest instalacją bardzo prostą. Jej działanie polega na separowaniu określonych frakcji odpadów komunalnych. Generalnie na wyjściu z instalacji MBP otrzymuje się 3 strumienie:

- frakcję nadsitową (kaloryczną),
- frakcję podsitową (biologiczną),
- frakcję balastową (niepalną).

Z danych eksploatacyjnych funkcjonujących w Polsce instalacji MBP wynika, że tzw. frakcja nadsitowa znana często pre-RDF (nieczyszczona - kod 19 12 12) lub RDF (po oczyszczeniu i standaryzacji - kod 19 12 10) stanowi ok. 30-40% początkowej masy odpadów wprowadzanej do instalacji. Jak łatwo wyliczyć oznacza to, że do dyspozycji możemy mieć ok. 3-4 mln Mg frakcji kalorycznej wydzielonej z odpadów komunalnych (przyjmijmy, że spełniającej określone wymagania jakościowe, czyli inaczej RDF). Według danych z funkcjonujących instalacji frakcja RDF ma wartość opa-



Rys. 2. Podział strumieni odpadów wchodzących i wychodzących z typowej instalacji mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych (MBP) wraz z propozycją nowych kodów odpadów

kową w granicach 10-18 MJ/kg, w zależności od wilgotności. Najczęściej jest to jednak tylko ok. 11-12 MJ/kg. Są to jednak tylko dane szacunkowe, gdyż na podstawie oficjalnych danych gromadzonych w urzędach marszałkowskich (informacja o wytworzonych odpadach) nie sposób ustalić ilości wytworzonej frakcji kalorycznej.

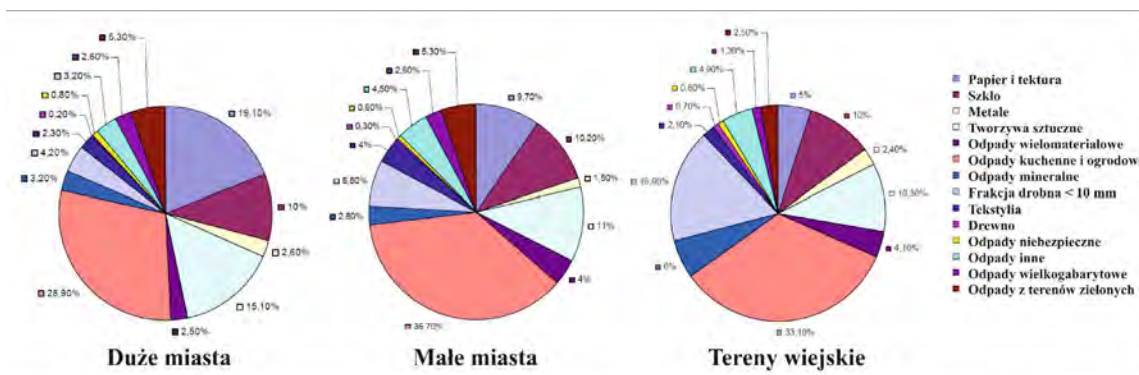
Wszystkie wymienione powyżej frakcje (strumienie wydzielone w instalacji MBP) pozostają odpadami i klasyfikowane są pod kodem (wg katalogu odpadów) 19 12 12. Wydaje się jednak, że takie klasyfikowanie nie jest prawidłowe. Kod 19 12 12 obejmuje obecnie wszystkie trzy frakcje opuszczające instalację. Powoduje to, że różnica masywa pomiędzy ilością przyjętych odpadów komunalnych (kod 20 03 01), a sumą 3 frakcji (kod 19 12 12) jest niewielka i obejmuje jedynie straty na skutek emisji zanieczyszczeń i pary wodnej do powietrza. Rozsądnym byłoby klasyfikować pod kodem 19 12 12 jedynie frakcję nadsitową (zwaną często pre-RDF), zaś stabilizat po procesie kompostowania klasyfikować jako 19 05 03 (kompost nieodpowiadający wymaganiom), a balast przeznaczony do składowania jako 19 12 09 (minerały) (rys. 2).

W warunkach polskich uzyskanie tak wysokich, przewidzianych w pakiecie GOZ wskaźników recyklingu

(w szczególności materiałowego i surowcowego) nie uda się uzyskać przy wykorzystaniu tylko instalacji MBP. Te surowce muszą być zbierane w sposób selektywny. Przyczyna tego stanu rzeczy jest prosta. Wydzielone w instalacji MBP odpady niestety są tylko teoretycznie przydatne do recyklingu ze względu na zawilgocenie i zanieczyszczenia. Brak jednoznacznej (opisanej powyżej) klasyfikacji strumieni odpadów opuszczających instalację MBP również uniemożliwia oszacowanie strumieni poszczególnych frakcji, tak by było możliwe ocenienie realności spełnienia wymagań GOZ w oparciu o dane rzeczywiste z instalacji.

Oszacowanie więc poszczególnych strumieni odpadów komunalnych możliwe jest obecnie tylko w oparciu o bilans masy. Bilans ten można sporządzić opierając się na znanej morfologii odpadów komunalnych (wg Krajowego Planu Gospodarki Odpadami - rys. 3), ilości wytwarzanych w kraju odpadów komunalnych w przeliczeniu na pojedynczego mieszkańca oraz danych demograficznych o ilości mieszkańców.

Podstawowym źródłem danych jest tu sporządzona w 2010 r. przez Szpadta prognoza zmian w zakresie gospodarki odpadami (Prognoza zmian w zakresie gospodarki odpadami - MŚ, Warszawa 2010). Prognoza ta obejmuje okres do

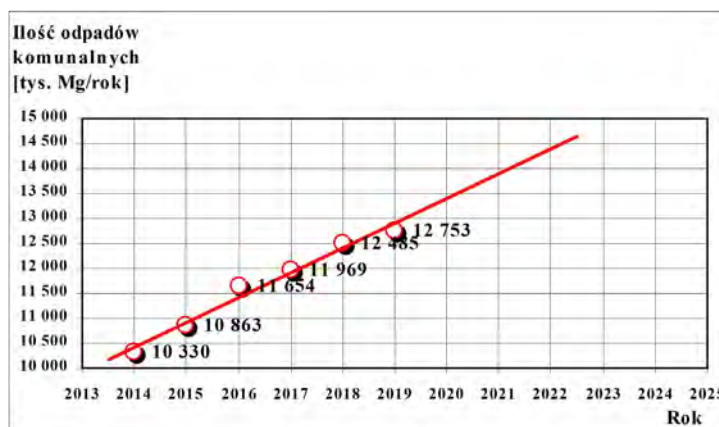


Rys. 3. Morfologia polskich odpadów komunalnych wg KPGO

2022 r. W prognozie tej, analogicznie do metodyki przyjętej w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami założono zróżnicowanie pod względem ilości powstających odpadów, jak i ich morfologii pomiędzy miastami dużymi (ponad 50 000 mieszkańców), miastami małymi (poniżej 50 000 mieszkańców) oraz terenami wiejskimi. Analizując dostępne dane demograficzne (dane za 2018 r. pokazano w tab. 1) oraz dane z cytowanej prognozy (tab. 2) można zauważyć, że w 2018 r. osiągnęliśmy wskaźniki przewidywane przez Szpadta na 2011 r., poziom rocznego wytwarzania odpadów komunalnych równy ok. 14,5 mln Mg uzyskuje się przyjmując wskaźniki z prognozy dla 2020 r.

Biorąc pod uwagę aktualną dynamikę wzrostu ilości wytwarzanych odpadów komunalnych w Polsce (rys. 3),

wydarza się, że poziom 14,5 mln Mg osiągniemy w 2022 r. Przyjmując jednak, że wzrost ilości odpadów rzadko odbywa się wzdłuż linii prostej i jest ściśle sko-



Rys. 4. Wzrost ilości powstających odpadów komunalnych w Polsce w latach 2014-2019 (wg GUS)

relowany ze wzrostem gospodarczym, można przyjąć, że wspomniany poziom osiągniemy najprawdopodobniej w 2025 r. I tak przyjęto w dalszych obliczeniach.

Korzystając z publikowanych danych GUS za 2018 r. spróbowano oszacować ilość powstających w Polsce odpadów komunalnych (wg omówionej wcześniej metodyki) oraz oszacować ilość tzw. odpadów resztkowych po selektywnej zbiórce odpadów komunalnych. Wyniki tych obliczeń pokazano w tab. 3.

Analizując dane zawarte w tabeli łatwo zauważyć dużą zgodność (dla 2018 r.) oszacowanej ilości wytworzonych odpadów komunalnych z danymi GUS dla województw: dolnośląskiego, kujawsko-pomorskiego, lubuskiego, małopolskiego, mazowieckiego, opolskiego, śląskiego warmińsko-mazurskiego i wielkopolskiego, a więc województw

Ogółem	Miasto		Wieś
	pon. 50 tys.	pow. 50 tys.	
38 386 476	9 291 928	13 762 628	15 331 920

Tab. 1. Ilość mieszkańców Polski (dane na koniec 2018 r.)

	2018	2025
Duże miasta	402	463
Małe miasta	358	412
Wsie	243	291

Tab. 2. Ilość wytworzonych odpadów komunalnych [kg/M/r.] (wg prognozy Szpadta)

Województwo	wg GUS		Bilans	wg GUS		Instalacje MBP wg WPGO	
	Ilość mieszkańców	Ilość odpadów komun.	Obliczona ilość odpadów komun.	Ilość selektywnie zebranych	Ilość odpadów resztkowych	Ilość	Wydajność
		Mg/r.	Mg/r.	Mg/r.	Mg/r.		Mg/r.
dolnośląskie	2 899 986	1 142 084	982 359	277 000	865 084	17	1 134 165
kujawsko-pomorskie	2 074 517	665 785	680 956	190 000	475 785	14	870 500
lubelskie	2 112 216	470 198	648 642	153 000	317 198	14	539 934
lubuskie	1 013 031	366 596	333 238	86 000	280 596	8	391 600
łódzkie	2 460 170	788 497	815 547	241 000	547 497	9	402 500
małopolskie	3 404 863	1 073 430	1 057 968	348 000	725 430	15	757 800
mazowieckie	5 411 446	1 811 834	1 819 082	479 000	1 332 834	16	1 962 680
opolskie	984 345	322 621	307 591	106 000	216 621	5	426 000
podkarpackie	2 127 462	497 523	634 350	136 000	361 523	10	456 600
podlaskie	1 179 430	298 958	387 819	80 000	218 958	7	402 000
pomorskie	2 337 769	826 652	776 651	239 000	587 652	10	647 600
śląskie	4 524 091	1 664 060	1 614 282	650 000	1 014 060	17	1 168 250
świętokrzyskie	1 237 369	250 085	376 660	70 000	180 085	6	200 800
warmińsko-mazurskie	1 425 967	441 392	458 847	86 000	355 392	9	624 000
wielkopolskie	3 495 470	1 223 725	1 109 755	316 000	907 725	11	761 203
zachodnio-pomorskie	1 698 344	641 987	571 491	148 000	493 987	11	707 500
R a z e m	38 386 476	12 485 425	12 575 237	3 605 000	8 880 425	179	11 453 132

Tab. 3. Bilans odpadów komunalnych na 2018 r. na podstawie danych GUS oraz obliczeń własnych oraz ilość i wydajność instalacji MBP

potencjalnie bogatszych o wyższym dochodzie w przeliczeniu na jednego mieszkańca.

Natomiast szczególnie duże różnice wystąpiły w województwach: lubelskim, podkarpackim, podlaskim i świętokrzyskim. Przyczyną tego jest najprawdopodobniej duży udział spalanych odpadów komunalnych w piecach domowych. Nadwyżkę wg GUS w stosunku do obliczeń bilansowych wykazują województwa pomorskie i zachodniopolskie, co najprawdopodobniej wiąże się z dużym napływem turystów.

Wydaje się jednak, że przyjęta metodyka szacowania ilości odpadów komunalnych oparta o bilanse

potwierdziła swoją niezłą dokładność. Można więc ją zastosować do analizy wpływu wdrażania wymagań GOZ na poszczególne strumienie odpadów komunalnych oraz na cały system gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce.

Postanowiono więc przeanalizować 3 warianty wdrażania założeń GOZ w odniesieniu do odpadów komunalnych w Polsce:

- Wariant I - osiągnięcie wymaganych docelowych indywidualnych poziomów recyklingu poszczególnych frakcji odpadów wg wymagań GOZ,
- Wariant II - osiągnięcie 65% se-

lektywnej zbiórki (recyklingu) całości odpadów komunalnych (cel GOZ na 2035 r.),

- Wariant III - osiągnięcie 65% recyklingu całości odpadów komunalnych przy założeniu, że 90% zebranych selektywnie frakcji odpadów komunalnych uda się podać recyklingowi.

Dodatkowo dla Wariantu I wykonano obliczenia, w których przyjęto, że ilość odpadów tworzyw sztucznych (np. odpadów opakowaniowych) zostanie zmniejszona o 50%. Podobnie przeanalizowano skutki wdrożenia kaucjonowania butelek szklanych, w wyniku czego 50% odpadów szkła

nie pojawiłoby się w systemie gospodarki odpadami komunalnymi. Warianty te skonfrontowano z sytuacją 2018 r. przyjmując że cały strumień powstających odpadów komunalnych po odjęciu strumienia selektywnej zbiórki stanowić będzie tzw. odpad resztkowy, który może być skierowany do instalacji MBP oraz drugim przypadkiem, w którym od strumienia odpadów resztkowych odjęto ilość zmieszanych odpadów komunalnych spalonych w istniejących spalarniach odpadów komunalnych oraz od strumienia wytworzonego w instalacjach MBP tzw. RDF-u (frakcja nadsitowa) odjęto strumień spalony w istniejących spalarniach odpadów komunalnych (udział spalania RDF-u wynosi średnio ok. 40%). Wyniki tych obliczeń pokazano w tab. 4.

Analizując dane zestawione w tab. 4 trzeba jednoznacznie stwierdzić, że osiągnięcie indywidualnych

poziomów recyklingu niektórych frakcji odpadów komunalnych przewidzianych w ramach wdrażania GOZ nie zapewni uzyskania 65% recyklingu całości odpadów komunalnych w Polsce. W wariantie tym (Wariant I) maksymalny poziom recyklingu całości odpadów to ok. 56%. Co więcej, planowane i postulowane przez organizacje ekologiczne ograniczenie stosowania tworzyw sztucznych oraz wprowadzenie systemu kaucyjnego dla opakowań szklanych oraz butelek z tworzyw sztucznych w wyniku czego butelki szklane oraz z tworzywa sztucznego nie trafią do strumienia odpadów, spowoduje pogorszenie wskaźnika recyklingu całości odpadów komunalnych.

Warunkiem koniecznym uzyskania 65% recyklingu całości odpadów komunalnych jest osiągnięcie znacznie wyższych poziomów selektywnej zbiórki poszczególnych frakcji od-

padów (Wariant II), a tak na prawdę poziomy selektywnej zbiórki muszą być jeszcze wyższe, gdyż nie cały strumień zebranej selektywnie frakcji odpadów będzie nadawał się do recyklingu. Przyjmując ok. 90% wykorzystanie zebranych selektywnie frakcji odpadów komunalnych, wskaźniki selektywnej zbiórki muszą być jeszcze wyższe (Wariant III). Wymagane poziomy selektywnej zbiórki poszczególnych frakcji odpadów komunalnych dla analizowanych 3 wariantów przedstawiono w tab. 5.

Indywidualne poziomy recyklingu dla niektórych frakcji odpadów komunalnych były przedmiotem długiej dyskusji w Komisji Europejskiej i Parlamencie Europejskim, w wyniku czego niektóre z nich zostały zmienione, złagodzone, ze względu na możliwości techniczne.

Przykładowo okazało się, że przyjęty pierwotnie poziom recyklingu aluminium (opakowania aluminiowe

Wariant	Stopień recyklingu całości odpadów	Ilość odpadów resztkowych	Wartość opałowa	Ilość frakcji kalorycznej z instalacji MBP	Wartość opałowa
	[%]	[Mg/r.]	[MJ/kg]	[Mg/r.]	[MJ/kg]
Dane za 2018 r. (ok. 12,5 mln Mg/r.) z uwzględnieniem selektywnej zbiórki	25,54	8 880 425	7,1	3 965 085	12,9
Dane za 2018 r. (ok. 12,5 mln Mg/r.) z uwzględnieniem ilości spalonych odpadów grupy 20 w spalarniach	25,54	8 298 738	7,1	3 705 372	12,9
Symulacja dla 2025 r.					
Recykling 50% 4 frakcji odpadów opakowaniowych (cel 2020 r.)	19,26	11 704 851	6,1	4 906 336	12,0
Wariant I - docelowy recykling poszczególnych frakcji odpadów komunalnych wg GOZ	56,74	6 271 697	7,0	2 953 323	13,2
Wariant I - przy zmniejszeniu o 50% ilości plastików w odpadach komunalnych	56,86	5 839 409	5,6	2 521 036	10,7
Wariant I przy zmniejszeniu o 50% ilości szkła w odpadach komunalnych	55,79	6 092 222	7,2	2 773 848	13,8
Wariant II - Recykling docelowy 65% odpadów komunalnych wg GOZ	65,49	5 003 463	5,8	2 182 253	11,2
Wariant III - Recykling docelowy 65% odpadów komunalnych z uwzględnieniem ok. 90% wykorzystania odpadów zebranych selektywnie	73,56	3 832 634	4,9	1 508 587	10,2

Tab. 4. Ilość oraz wartość opałowa odpadów resztkowych oraz frakcji kalorycznej dla różnych wariantów wdrażania GOZ

Rodzaje odpadów	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Papier	85	85	95
Szkoło	75	90	99
Metale	65	70	80
Tworzywa sztuczne	55	80	90
Odpady wielomateriałowe	50	50	60
Odpady kuchenne i ogrodowe	70	80	90
Odpady mineralne	-	-	-
Fracja < 10 mm	-	-	-
Tekstylia	70	70	80
Drewno	30	70	80
Odpady niebezpieczne	-	-	-
Odpady inne	-	-	-
Odpady wielkogabarytowe	70	80	90
Odpady z terenów zielonych	70	80	90

Tab. 5. Wymagany poziom recyklingu poszczególnych frakcji odpadów komunalnych wg założeń GOZ [%]

- puszki po napojach) nie może być wyższy niż 70%, gdyż takie są granice technologii przetwarzania złomu aluminium. Dla fachowców zajmujących się gospodarką odpadami oraz technologiami recyklingu nie ulega więc wątpliwości, że osiągnięcie wskaźników selektywnej zbiórki oraz recyklingu wymaganych dla Wariantu II i III jest w polskich warunkach niemożliwe. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest taka, a nie inna morfologia odpadów komunalnych. W naszych odpadach, w stosunku do odpadów krajów bardziej rozwiniętych (np. Niemiec, Francji, Belgii, Holandii, Szwecji, czy Danii) jest po prostu mniej frakcji tworzyw sztucznych, czy papieru, ogólnie odpadów opakowaniowych.

Przyczyną może być dosyć powszechne spalanie właśnie tych frakcji w piecach domowych (szacuje się że może być to nawet ok. 1,0 mln Mg). W konsekwencji oznacza to, że celów pakietu Unii Europejskiej „Circular Economy”, czyli inaczej wymagań GOZ nie da się osiągnąć. Żle się stało, że na etapie uzgadniania podstawo-

wych dokumentów dotyczących „Circular Economy” rząd Polski zachował postawę bierną, nie analizując możliwości technicznych wdrożenia tego pakietu w Polsce, przy takiej, a nie innej morfologii odpadów oraz ilości powstających odpadów komunalnych i nie protestując przeciwko zbyt wygórowanym, nierealnym w polskich warunkach poziomom recyklingu odpadów komunalnych.

Realne wydaje się jedynie osiągnięcie całkowitego wskaźnika recyklingu dla całego strumienia odpadów komunalnych w Polsce na poziomie ok. 50-55%. A to oznacza, że do zagospodarowania pozostanie strumień ok. 6,5 mln Mg odpadów resztkowych o wartości opałowej ok. 7 MJ/kg, a więc nadających się do spalania. Jeżeli uwzględnimy, że przyjęty ustawowo (ustawa o odpadach) poziomy spalania odpadów komunalnych wnoszący 30%, to w przypadku ok. 14,5 mln Mg sumarycznej masy odpadów komunalnych w 2025 r. wynosi 4,35 mln Mg, to mamy potężny deficyt mocy przerobowych spalarni odpadów.

Jeżeli wspomniany strumień 6,5 mln Mg odpadów resztkowych skierujemy do istniejących instalacji MBP, to możemy uzyskać ok. 3 mln Mg frakcji nadsitowej (RDF) o wartości opałowej ok. 13,2 MJ/kg.

Aktualnie w Polsce funkcjonuje 8 spalarni odpadów komunalnych o łącznej wydajności ok. 1,1 mln Mg/r. W spalarniach tych spalanych jest ok. 582 tys. Mg odpadów resztkowych oraz ok. 364 tys. Mg RDF (2018 r.). W 2018 r. spalono w cementowniach (przy dobrej koniunkturze) ok. 1,67 mln Mg paliw alternatywnych, z czego ok. 1,44 mln Mg stanowiło paliwo wytworzone z odpadów (19 12 10). Dla zapewnienia odpowiedniej wartości opałowej strumień ten składa się maksymalnie z 2/3 frakcji nadsitowej pozyskanej z instalacji MBP. Oznacza to, że spalono w cementowniach maksymalnie ok. 962 tys. Mg RDF. Bilansując więc dane za 2018 r. można łatwo zauważyć, że pozostało do wykorzystania termicznego ok. 2,38 mln Mg RDF-u.

Jak widać brak wyobraźni decydentów, brak inwestycji w infrastrukturu-

rę spalarniową spowodował już w Polsce ogromną nadwyżkę frakcji palnej wydzielonej z odpadów komunalnych i nieuchronny wzrost cen w gospodarce odpadami komunalnymi. Obecnie rynkowe ceny za przyjęcie RDF (19 12 12 lub 19 12 10) wahają się w granicach 600-700 zł/Mg, przy cenie (na bramie) w spalarniach odpadów wynoszących 225-320 zł/Mg.

Sytuacja na rynku spowodowała, że władze samorządowe w wielu miejscowościach w Polsce podjęły działania zmierzające do wybudowania instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych, jako antidotum na gwałtowny wzrost cen w gospodarce odpadami i coraz większe trudności z zagospodarowaniem frakcji nadsitowej (RDF-u) w istniejących instalacjach MBP. Jak widać z danych zawartych w tab. 6 do zagospodarowania pozostaje ok. 2,38 mln Mg RDF. Sumując ilość odpadów resztkowych, ilość RDF spalonych w spalarniach, ilość frakcji nadsitowej spalanej w cementowniach oraz wyliczoną nadwyżkę - łatwo zauważyć że suma stanowi ok. 29,6% całkowitej masy odpadów komunalnych.

Listę funkcjonujących spalarni odpadów komunalnych i frakcji RDF w Polsce oraz listę planowanych inwestycji, znajdujących się na wysokim stopniu zaawansowania wraz z wydajnością nominalną przedstawiono w tab. 7.

Lista instalacji projektowanych jest znacznie dłuższa i przekracza 100 pozycji. Oczywiście jest, że tyle spalarni w Polsce nie powstanie, ale wydaje się, że te wymienione w tab. 7 mają największe szanse. Oczywiście jak łatwo zauważyć pozostaje jeszcze ok. 1,1 mln Mg frakcji RDF do zagospodarowania, stąd lista spalarni, które trzeba będzie w najbliższych latach wybudować będzie dłuższa. Najprawdopodobniej do tej listy dołączą planowane instalacje w województwach: dolnośląskim, łódzkim i śląskim. Optymalna wydaje się tu wydajność rzędu 150 000-200 000 Mg/r. Następne instalacje powinny powstać przede wszystkim w województwach:

Ilość RDF z instalacji MBP (19 12 12 i 19 12 10) po uwzględnieniu selektywnej zbiórki (3,6 mln Mg) oraz ilości spalane w spalarniach odpadów (0,58 mln Mg)	3 705 372	Mg/r.
Ilość spalona w spalarniach w postaci RDF	363 860	Mg/r.
Ilość spalona w cementowniach w strumieniu paliwa o kodzie 19 12 10 i wartości opałowej ponad 20 MJ/kg	962 333	Mg/r.
Zostało	2 379 189	Mg/r.

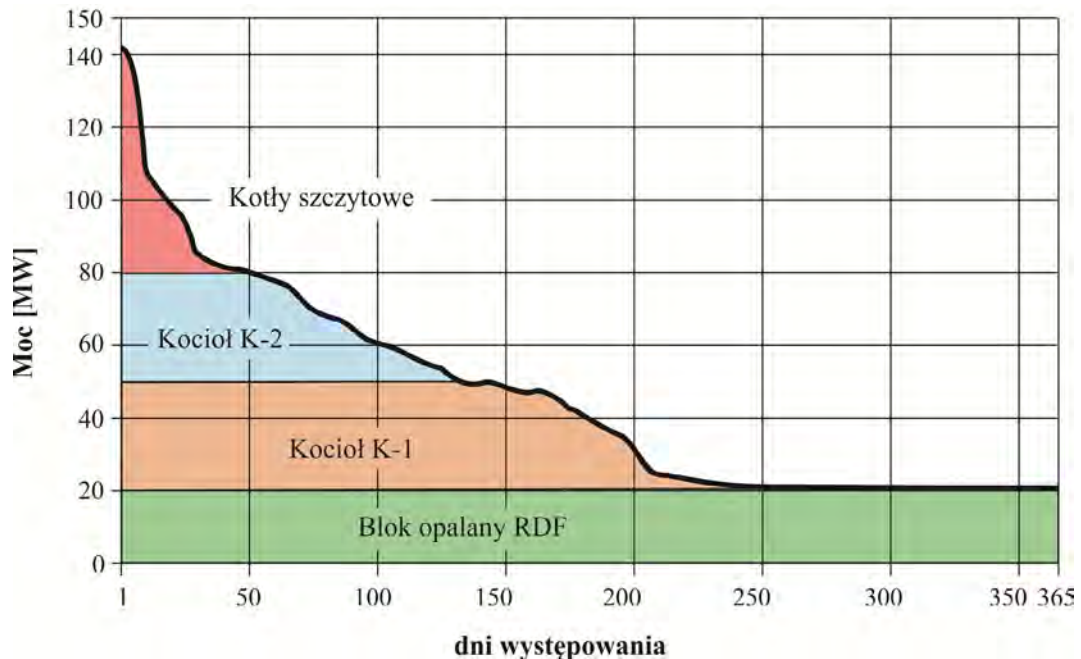
Tab. 6. Bilans mocy przerobowych instalacji do spalania RDF dla 2018 r.

Spalarnie istniejące			Spalarnie projektowane		
Lp.	Lokalizacja	Wydajność roczna	Lp.	Lokalizacja	Wydajność roczna
		Mg/r.			Mg/r.
1	Kraków	220 000	1	Zabrze	250 000
2	Poznań	210 000	2	Gdańsk	160 000
3	Bydgoszcz	180 000	3	Olsztyn	110 000
4	Szczecin	150 000	4	Warszawa II	265 000
5	Białystok	120 000	5	Rzeszów II	100 000
6	Rzeszów	100 000	6	Oświęcim	150 000
7	Konin	94 000	7	Zamość	15 000
8	Warszawa	50 000	8	Radom	110 000
	Razem	1 124 000	9	Kamionka	100 000
			10	Tarnów	30 000
				Razem	1 290 000

Tab. 7. Lista istniejących oraz projektowanych spalarni odpadów komunalnych oraz RDF

lubelskim, lubuskim oraz opolskim - o wydajnościach rzędu 100 000 Mg/r. To oznacza, że w ten sposób wykorzystane zostanie już ok. 750 000-900 000 Mg rocznej wydajności puli 1,1 mln Mg. Do tego powinno dojść jeszcze kilka instalacji o wydajnościach rzędu ok. 30 000 Mg/r., realizowanych w ramach programu „ciepłownictwo powiatowe”, zastępując w przedsiębiorstwach ciepłowniczych stare, wyeksploatowane kotły węglowe. Widać więc, że zdecydowana większość zgłoszonych do Ministerstwa Klimatu propozycji nie ma szansy na realizację.

Oczywistym jest również, że energetyczne wykorzystanie odpadów komunalnych i/lub RDF powinno odbywać się w instalacjach ciepłowniczych, a nie w energetyce zawodowej. Algorytm doboru wielkości instalacji do możliwości włączenia jej w system ciepłowniczy jest stosunkowo prosty. Kluczem jest ustalenie zapotrzebowania na ciepło w okresie letnim. Spalarnia odpadów powinna pracować w podstawie systemu ciepłowniczego (rys. 5), produkując w okresie letnim ciepłą wodę użytkową oraz prąd. Kogeneracja jest tu absolutnie oczywista i niezbędna.



Rys. 5. Uporządkowany wykres zapotrzebowania na ciepło systemu ciepłowniczego przykładowego miasta z blokiem ciepłowniczym opalany RDF-em pracującym w podstawie systemu ciepłowniczego

Zakładając, że jeżeli zapotrzebowanie na ciepło systemu ciepłowniczego miasta w okresie letnim wynosi ok. 20 MWt to należy wybudować blok ciepłowniczy (elektrociepłownię) o mocy ok. 30 MW (20 MWt + 10 MWe). Sprawność takiej elektrociepłowni wynosi zazwyczaj ok. 75%, czyli należy do niej dostarczyć w paliwie ok. 40 MW (czyli 40 MJ/s). Z założenia instalacja pracować będzie ok. 7 500 godz. w ciągu roku i wyprodukuje ok. 1 080 000 GJ energii. Przyjmując wartość opałow RDF na poziomie ok. 12 MJ/kg łatwo obliczyć, że nowy blok (elektrociepłownia) będzie mógł spalić ok. 90 000 Mg/r. RDF (frakcji nadsitowej) pochodzącej z instalacji MBP. Oczywiście nie musi być to od razu instalacja dostarczająca 20 MWt ciepła. Jeżeli zapotrzebowanie na ciepło w okresie letnim wynosi ok. 10 MW, to projektowana instalacja termicznego przekształcania RDF-u powinna mieć wydajność 45 000 Mg/r. Licząc w dru-

gą stronę, instalacja o wydajności ok. 30 000 Mg/r. da nam ok. 6,7 MWt ciepła i 3,3 MWe energii elektrycznej.

Wnioski

Podsumowując przedstawione powyżej rozważania na temat realności wdrożenia założeń Gospodarki Obiegu Zamkniętego do systemu gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce, należy stwierdzić, że docelowy poziom recyklingu (i obróbki biologicznej) wynoszący 65% (do osiągnięcia w 2035 r.) w warunkach polskich jest nierealny. Na przeszkodzie temu stoi przede wszystkim skład morfologiczny odpadów komunalnych i mniejsza niż w przypadku bardziej rozwiniętych krajów UE zawartość odpadów opakowaniowych, nadających się do recyklingu. Paradoksalnie występujące na pierwszym miejscu w hierarchii gospodarowania odpadami unikanie powstawania odpadów, w przypadku np. tworzyw sztucznych

i szkła (opakowania), może pogorszyć ogólne wskaźniki recyklingu i uniemożliwić nie tylko Polsce osiągnięcie jednego z celów GOZ - 65% poziomu recyklingu.

Nie ulega również wątpliwości, że niezależnie od wdrażania GOZ w systemie gospodarki odpadami komunalnymi zawsze będzie istniał strumień tzw. odpadów resztkowych, po selektywnej zbiórce, którego właściwości paliwowe trzeba będzie wykorzystać, by zmniejszyć ilość składowanych odpadów poniżej 10%. Oznacza to konieczność wybudowania jeszcze ok. 15 nowych instalacji termicznego przekształcania odpadów, aby domknąć system gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce.

□