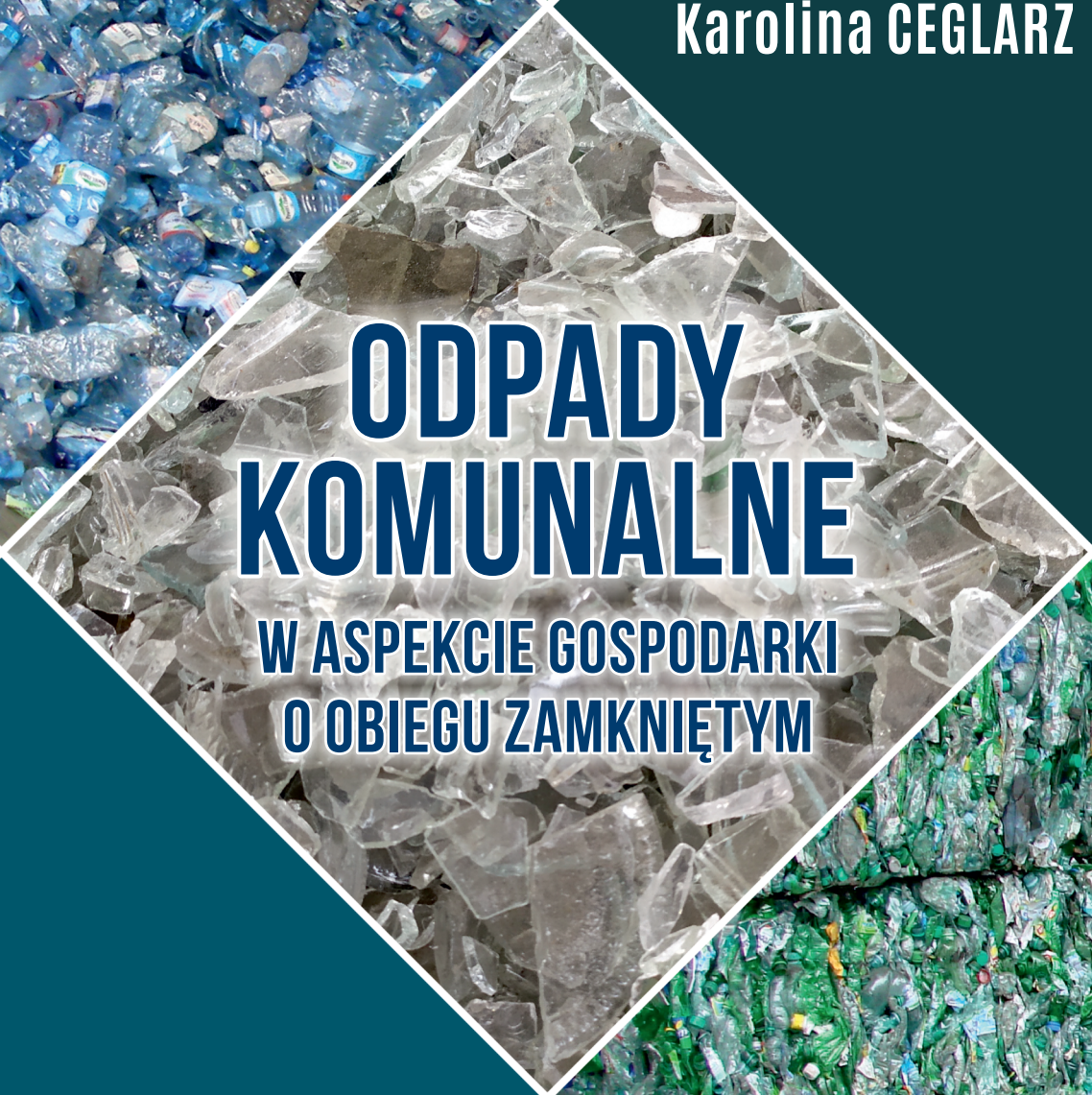
Wojciech HRYB
Karolina CEGLARZ

ODPADY KOMUNALNE

W ASPEKCIE GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM



882

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

GLIWICE 2021

MONOGRAFIA

Wojciech HRYB
Karolina CEGLARZ

ODPADY KOMUNALNE
W ASPEKCIE GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
GLIWICE 2021
UIW 48600

Opiniodawcy
Dr hab. Joanna KULCZYCKA, prof. Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie
Dr hab. inż. Adam SADOWSKI, prof. Uniwersytetu Łódzkiego

Kolegium redakcyjne
REDAKTOR NACZELNY – Dr hab. inż. Barbara KULESZ, prof. PŚ
REDAKTOR DZIAŁU – Dr hab. inż. Włodzimierz WRÓBLEWSKI, prof. PŚ
SEKRETARZ REDAKCJI – Mgr Jolanta NIDERLA-WITKOWSKA

Wydano za zgodą
Rektora Politechniki Śląskiej

Projekt okładki
Karolina CEGLARZ
Wojciech HRYB

ISBN 978-83-7880-749-0

© Copyright by
Wydawnictwo Politechniki Śląskiej
Gliwice 2021

SPIS TREŚCI

1. PODSTAWY GOSPODARKI ODPADAMI 5
1.1. Historia gospodarki odpadami (K. Ceglarz) 5
1.2. Pojęcie i klasyfikacja odpadów (K. Ceglarz) 9
1.3. Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce i jej wyzwania (K. Ceglarz) 13
1.4. Opłaty za gospodarowanie odpadami (K. Ceglarz) 25
1.5. Zbiórka (K. Ceglarz) 31
1.6. Transport (W. Hryb) 41
1.7. Ewaluacja zakładów mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych w kierunku GOZ i centrów recyklingu (W. Hryb) 48
1.8. Składowiska (W. Hryb) 65
1.9. Energetyczne wykorzystanie odpadów (K. Ceglarz) 80
2. GOSPODARKA O OBIEGU ZAMKNIĘTYM 88
2.1. Pojęcie i założenia GOZ-u oraz wyzwania stojące przed Unią Europejską (K. Ceglarz) 88
2.2. Gospodarka cyrkularna w Polsce (K. Ceglarz) 103
3. RECYKLING WYBRANYCH FRAKCJI ODPADÓW KOMUNALNYCH 112
3.1. Szkło (K. Ceglarz) 112
3.2. Papier i tektura (W. Hryb) 120
3.3. Tworzywa sztuczne (W. Hryb) 129
3.4. Bioodpady (W. Hryb) 156
3.5. Tekstylia i odzież (K. Ceglarz) 172
3.6. Metale (K. Ceglarz) 186
4. SPOŁECZEŃSTWO W KIERUNKU GOZ 198
4.1. „Zero Waste" – trend konsumencki (K.Ceglarz) 198
4.2. Gospodarka o obiegu zamkniętym a społeczeństwo na przykładzie Bonn (Niemcy) (W. Zatoń) 203
4.3. Badania ankietowe związane z selektywną zbiórką odpadów komunalnych (W. Hryb) 211
PODSUMOWANIE 218
Załącznik 1 223
BIBLIOGRAFIA 229
Streszczenie 242

LIST OF CONTENTS

1. BASIS OF THE WASTE MANAGEMENT 5
1.1. History of the waste management (K. Ceglarz) 5
1.2. Definition and classification of waste (K. Ceglarz) 9
1.3. Management of the municipal waste and its challanges (K. Ceglarz) 13
1.4. Payment for the waste management (K. Ceglarz) 25
1.5. Collection (K. Ceglarz) 31
1.6. Transport (W. Hryb) 41
1.7. Evaluation of mechanical and biological municipal waste treatmet plats (MBP) in the light of the circular economy and recycling centers Biological Treatment Plants (W. Hryb) 48
1.8. Landfils (W. Hryb) 65
1.9. Waste-to-energy (K. Ceglarz) 80
2. CIRCULAR ECONOMY 88
2.1. Circular economy definition and assumptions and challenges for the European Union (K. Ceglarz) 88
2.2. Circular economy in Poland (K. Ceglarz) 103
3. RECYCLING OF SELECTED FRACTIONS OF THE MUNICIPAL WASTES 112
3.1. Glass (K. Ceglarz) 112
3.2. Paper and cardboard (W. Hryb) 120
3.3. Plastics (W. Hryb) 129
3.4. Biowaste (W. Hryb) 156
3.5. Textiles and clothes (K. Ceglarz) 172
3.6. Metals (K. Ceglarz) 186
4. SOCIETY IN THE CIRCULAR ECONOMY GOZ 198
4.1. Zero waste – consumption tendency (K. Ceglarz) 198
4.2. Circular economy and the society based on the example of Bonn (Germany) (W. Zatoń) 203
4.3. Questionnaire survey related to the selective collection of the municipal waste (W. Hryb) 211
SUMMARY 218
Enclosure no. 1 223
BIBLIOGRAFIA 229
Abstract 243

1. PODSTAWY GOSPODARKI ODPADAMI

1.1. Historia gospodarki odpadami (K. Ceglarz)

Znaczenie gospodarki odpadami na przestrzeni dziejów było ważne dla rozwoju cywilizacji i bezpośrednio przekładało się na jakość, a często także na zdrowie i długość życia człowieka.

Powstające w przyrodzie odpady organiczne (np. opadłe liście czy trawa) rozkładały się na powierzchni gleby w procesie tlenowym przy udziale mikroorganizmów i w ten sposób stanowiły nawóz dla rosnących w okolicy roślin. Tym samym można powiedzieć, że zachodził naturalny proces recyklingu organicznego, tzw. kompostowanie. Krążącą w przyrodzie w ciągłym obiegu frakcję organiczną można nazwać pierwowzorem gospodarki o obiegu zamkniętym, która istniała jeszcze przed pojawieniem się człowieka na ziemi.

Ludzie i ciągły wzrost ich populacji oraz potrzeb, a także rozwój cywilizacji powodowały realne zagrożenie dla środowiska, zdrowia i długości życia człowieka, a bagatelizowanie problemu gospodarki odpadami zawsze miało negatywne skutki.

W początkowym okresie prehistorii człowiek pierwotny zaczął używać futra, rogów i kości upolowanych zwierząt. Korzystając z dostępnych mu zasobów, całkiem nieświadomie zapobiegał powstawaniu odpadów[1].

Prowadząc koczowniczy tryb życia, przemieszczał się z miejsca na miejsce, tym samym odpady nie stanowiły dla niego problemu. Nie były także zbytnim obciążeniem dla środowiska ze względu na swój naturalny charakter, biodegradowalność i niewielką ilość. Kiedy człowiek nauczył się uprawiać ziemię, prowadząc bardziej osiadły tryb życia, odpady stały się już problemem – resztki żywności przyciągały dzikie zwierzęta.

Dłuższe przebywanie w ograniczonej przestrzeni (jaskinia, obóz) stało się powodem próby uporządkowania tej strefy naszego życia. Zalegające odpady nie tylko wabiły

[1] http://www.forumdyrektorow.pl/dokumenty/ArtPdfFiles/C20_Historia_gospodarki_odpadami.pdf (dostęp:15.10.2019 r.).

zwierzęta, lecz także zajmowały cenne miejsce. Coraz bardziej uciążliwe okazywało się wykonywanie wszystkich funkcji fizjologicznych i bytowych w miejscu stałego przebywania. Człowiek pierwotny tworzył strefy jedzenia, spania, załatwiania się i miejsc, gdzie pozbywał się odpadów[2].

Dlatego wykorzystanie kości, futra zwierząt i tworzenie wyznaczonych miejsc do gromadzenia odpadów to początki gospodarki odpadami na ziemi, prowadzące do bezpieczniejszego i wygodniejszego życia.

Starożytność to czas powstawania pierwszych cywilizacji wiążących się z osiadłym trybem życia człowieka. W tym okresie zaczęły się pojawiać początki oczyszczania miast, ludzie gromadzili odpady w naczyniach lub specjalnie wykopanych dołach, po czym były one przewożone poza miasto, głównie do różnego rodzaju zagłębień terenu. Wywożenia odpadów i fekaliów poza miasto nakazano prawnie po raz pierwszy w Atenach w 320 r p.n.e. Przepisy te określały nawet minimalną odległość składowania odpadów poza miastem − 1 mila[3].

W celach porządkowych powoływano wtedy specjalnych dozorców, których zadaniem było m.in. pilnowanie, aby odpady i nieczystości ciekłe były usuwane na odpowiednią odległość poza mury miasta. Wprowadzono także nakaz codziennego oczyszczania ulic przez mieszkańców[4].

Najczystsze w tym okresie były Teby, gdzie Epaminondas nakazał wybudowanie kanalizacji oraz zorganizowanie oczyszczania miasta i wywożenie z niego odpadów. Jednak nie wszędzie było tak dobrze. W Troi odpady domowe wyrzucano bezpośrednio na ulice, co skutkowało podniesieniem poziomu ulic o metr w ciągu 100 lat. W starożytności pojawili się też pierwsi przedsiębiorcy zarabiający na wywożeniu odpadów. Wtedy też powstały pierwsze „zorganizowane składowiska odpadów”[5].

W późniejszym okresie czystością zainteresowali się także Rzymianie; cesarz Vespasian w 70 latach n.e. nakazał ustawianie na ulicach glinianych nocników, których opróżnianiem za sowite wynagrodzenie zajmowali się specjalni strażnicy.

W tamtych czasach ludzie nie mieli jeszcze wiedzy na temat zależności pomiędzy higieną komunalną a chorobami zakaźnymi, ale zaczęli podejrzewać, że istnieje jakieś powiązanie[6].

---

[2] Ibidem.
[3] Ibidem.
[4] Zębek E.: Zasady gospodarki odpadami w ujęciu prawnym i środowiskowym. Olsztyn 2018.
[5] http://www.forumdyrektorow.pl/dokumenty/ArtPdfFiles/C20_Historia_gospodarki_odpadami.pdf (dostęp: 15.10.2019 r.).
[6] Ibidem.

Niestety w średniowieczu nie kontynuowano dobrych praktyk ze starożytności. Społeczeństwo żyło w brudzie. Fekalia wylewano przed domostwa. Przed domami na stertach odpadów żerowały szczury, roznoszące nieznane w tamtych czasach choroby. Na dżumę i cholerę zmarło setki tysięcy osób, a w wyniku braku jakiejkolwiek higieny i gospodarki odpadami infekcje rozprzestrzeniały się błyskawicznie.

W zamkach fekalia i odpady w większości wyrzucane były poza mury obronne i zazwyczaj trafiały do otaczających fos lub − tak jak w przypadku zamków krzyżackich − do głębokich dołów, które pełniły także funkcję cmentarzysk ludzi[7].

Na początku XIV wieku w wielu miastach odchody zwierzęce były zbierane w osobnych drewnianych skrzyniach, które chłopi zabierali, wracając z dni targowych i wykorzystywali do użyźniania pól. W późniejszym czasie otrzymali również dodatkowy obowiązek odbioru odpadów, które mieszkańcy miast zostawiali przy swoich domach w podobnych skrzyniach.

W Krakowie w 1373 roku wydano jedną z pierwszych w Europie ustawę (tzw. wilkierz) dotyczącą zachowania czystości i porządku w mieście. Mieszkańcy gospodarstw domowych zostali zobowiązani do zbierania nieczystości ze swojego terenu oraz z połowy ulicy. Podobne ustawy pojawiły się w Paryżu oraz w Wiedniu ponad 150 lat później[8].

O czystość miasta dbano także w średniowiecznym Toruniu. Tutaj ścieki nie były wylewane prosto na ulice, lecz trafiały do kanalizacji, a następnie do Wisły. Prawdopodobnie w XIV wieku do gospodarstw woda doprowadzona była systemem wodociągowym. Właściciele budynków zobowiązani byli do utrzymywania porządku oraz do brukowania ulic przed własnymi posesjami. O świeżość dostępnego na targu jedzenia dbali specjalni kontrolerzy. W obrębie murów miejskich zabroniona była budowa chlewów.

Należy pamiętać, że średniowiecze to czas, w którym zły stan sanitarny wielu miast był jedną z przyczyn licznych epidemii. W Warszawie odpady i gnój zrzucano z wiślanej skarpy. W ten sposób powstała góra, nazwana Górą Gnojną. Teraz to taras widokowy, ale kilkaset lat temu w tej cuchnącej górze śmieci po samą szyję zakopywani byli chorzy na syfilis, bo mieli nadzieję, że właśnie to działanie może ich wyleczyć. W połowie XVI wieku powołano w Warszawie tzw. straż sanitarną. W 1722 roku zabroniono wywożenia odpadów na Górę Gnojną, jednak robiono to jeszcze przez kolejne 122 lata. Brud, fekalia, odpady, szerzące się choroby i epidemie spowodowały, że w oświeceniu włodarze dużych europejskich miast coraz więcej uwagi poświęcali problematyce

[7] Ibidem.
[8] Ibidem.

czystości i właściwego postępowania z odpadami. W 1743 roku w Warszawie marszałek wielki koronny Franciszek Bieliński zakazał wyrzucania odpadów na ulice miasta. Powołał on także Tabor Miejski, przedsiębiorstwo odpowiedzialne za utylizację odpadów, które nie funkcjonowało zbyt długo ze względu na rozbiory Polski. Carski zaborca odpowiedzialność za czystość chodników i jezdni przekazał mieszkańcom. W 1777 roku w Kwidzynie został opublikowany królewski edykt, na mocy którego mieszkańcy byli zobowiązani do oddzielnej zbiórki odpadów przydatnych papierniom krajowym − gałgany, papierowe wióry, okrawki skór itp.

Wiek XIX i przełom XIX i XX wieku to rewolucja przemysłowa. Tam gdzie rozwijał się przemysł, zwiększała się gęstość zaludnienia, a tym samym i ilość wytwarzanych odpadów. W 1865 roku swoją działalność rozpoczęła „Armia Zbawienia", która początkowo zajmowała się wywozem oraz przetwarzaniem odpadów.

Ten okres to także wzrost znaczenia recyklingu. W 1898 roku w Nowym Jorku została założona pierwsza ręczna sortownia odpadów komunalnych. Kolejne tego typu obiekty powstały m.in. w Berlinie, Hamburgu czy Monachium. Początek XX wieku to również narodziny kompostowania biodegradowalnej frakcji odpadów miejskich.

W ostatniej dekadzie XIX wieku w Niemczech wprowadzono selektywną zbiórkę odpadów, m.in. w Poczdamie i Charlottenburgu, w którym rozróżniono trzy frakcje odpadów, tj. resztki potraw, popiół i pozostałe odpady z gospodarstw domowych (szmaty, skorupy, szkło).

W tym zakresie w krajach europejskich stosowano wzorce amerykańskie, gdzie pod koniec XIX wieku wprowadzono trzypojemnikową selektywną zbiórkę odpadów, tj.:

- materiały potencjalnie zbywalne (tekstylia, obuwie, szkło, metal i drewno),
- odpady biodegradowalne, które dostarczano farmerom do produkcji kompostu przeznaczonego do nawożenia pól uprawnych oraz
- popiół z kominków i pieców.

Podobny system wprowadzono w 1900 roku w Berlinie[9].

Na przełomie tych dwóch wieków zwrócono uwagę na wartość energetyczną wytwarzanych odpadów. Zaczęły powstawać spalarnie. W Polsce pierwsza tego typu instalacja została uruchomiona w 1912 roku w Warszawie. Została zniszczona w 1944 roku podczas wojny. Piętnaście lat młodsza była poznańska spalarnia.

Po wojnie, w latach 50. XX wieku, stwierdzono, że termiczne przekształcanie odpadów jest zbyt kosztowne, dlatego też zaprzestano ich budowy. Odpady kierowano na mniej

[9] Zębek E.: Zasady gospodarki odpadami…, op.cit.

lub bardziej zorganizowane składowiska. Powojenny okres to także czas, kiedy konne śmieciarki zamieniono specjalnymi samochodami.
Proces kompostowania na większą, produkcyjną skalę rozpoczęto w 1953 roku w Bielsku-Białej. Cztery lata później w Warszawie otwarto kompostownię pryzmową. Podobne zakłady powstały później m.in. we Wrocławiu, w Lublinie, Krakowie, Kielcach czy Bydgoszczy.
Pod koniec lat 80. w Zielonej Górze rozpoczęto prace nad pierwszym gminnym systemem gospodarki odpadami.
W 1996 roku weszła w życie ustawa o utrzymaniu porządku i czystości, w 1998 roku ustawa o odpadach, która w 2001 roku została dostosowana do unijnych zasad. Jako realizacja przepisów ustawy powstał Krajowy Plan Gospodarki Odpadami. W 2012 roku uchwalono nową ustawę o odpadach.

Podsumowanie

Gospodarka odpadami jest dziedziną niezwykle ważną dla społeczeństwa, ponieważ bezpośrednio wpływa na jakość i komfort jego życia. Pomimo że towarzyszy człowiekowi od samego początku, to wciąż jest w fazie transformacji. Przyrost naturalny oraz rozwój przemysłu wymuszają ciągłe zmiany w sposobie zarządzania odpadami. W średniowieczu nikt nie musiał się martwić, co zrobić z plastikową butelką po soku czy styropianowym pojemnikiem po obiedzie, dlatego też kiedyś odpady stwarzały innego typu problemy niż obecnie. Wtedy były to odory, choroby czy przyciąganie dzikich zwierząt. Zatem wraz ze zmianami potrzeb czy sposobu życia społeczeństwa musi zmieniać się także system zagospodarowania odpadami oraz oczywiście prawodawstwo z nim związane. Bez wątpienia dodatkowym motorem do zmian w tej dziedzinie jest w ostatnim czasie także coraz większe zwracanie uwagi na tematy związane z ochroną środowiska. Ponadto wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym będzie etapem rewolucyjnym dla rozwoju gospodarki odpadami.

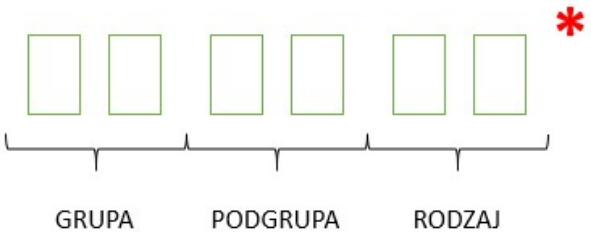
1.2. Pojęcie i klasyfikacja odpadów (K. Ceglarz)

W potocznej mowie określenia „śmieć” oraz „odpad” używa się zamiennie. Jednak jest między nimi różnica. Zaglądając do słownika języka polskiego PWN można dowiedzieć się, że termin „śmieć” oznacza zniszczoną czy też zużytą rzecz, która będzie lub jest

wyrzucona[10], a „odpad" to poprodukcyjna lub pozostała po wykorzystaniu pozostałość surowca[11]. Uświadomienie sobie tej różnicy pozwala zmienić spojrzenie na odpady: z bezwartościowych śmieci na źródło cennych surowców.

Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21 z późn. zm.) definiuje **odpad** jako **substancję czy też przedmiot, których posiadacz chce się pozbyć, pozbywa się lub też jest do tego zobowiązany**. Ponieważ odpady nie tylko negatywnie wpływają na estetykę otoczenia, ale też stanowią zagrożenie zanieczyszczeniem dla wody, gleby oraz powietrza, istotne jest odpowiednie gospodarowanie nimi. Tutaj należy zwrócić uwagę, że polski ustawodawca przez **gospodarkę odpadami** rozumie ich **wytworzenie oraz** gospodarowanie, czyli **zbieranie, transport, przetwarzanie (wraz z nadzorem) oraz późniejsze postępowanie z miejscami ich unieszkodliwiania. Do gospodarowania odpadami zaliczane są również działania związane z ich sprzedażą oraz pośredniczeniem w ich obrocie**[12].

Odpady są sklasyfikowane w tzw. katalogu odpadów, który stanowi załącznik do Rozporządzenia Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. W katalogu odpady uporządkowane są za pomocą sześciocyfrowego kodu, którego budowę pokazano na poniższym schemacie.



Rys. 1. Schemat kodu odpadu niebezpiecznego
Fig. 1. Code scheme for the hazardous waste
Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów.

Odpady, w zależności od miejsca ich powstawania, zostały podzielone na 20 grup.

Na przykład tworzywa sztuczne można znaleźć pod kilkoma kodami: 02 01 04, 07 02 13, 15 01 02, 16 01 19, 17 02 03, 19 12 04, 20 01 39, co nie oznacza, że stanowią one

[10] https://sjp.pwn.pl/ (dostęp: 02.03.2019 r.).
[11] Ibidem.
[12] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21 z późn. zm.).

ten sam odpad. Przykładowo 15 01 02 to odpady opakowaniowe z tworzyw sztucznych, 16 01 19 to odpady z tworzyw sztucznych pochodzących z demontażu pojazdów.

Polski katalog odpadów opiera się na prawodawstwie europejskim, gdzie aktualnym dokumentem określającym sposób klasyfikacji odpadów jest Decyzja Komisji z dnia 18 grudnia 2014 r. zmieniająca decyzję 2000/532/WE w sprawie wykazu odpadów zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE. Polski katalog oraz europejski wykaz mają tę samą liczbę oraz te same nazwy grup dzielących odpady w zależności od źródła ich powstawania. Różnice można zauważyć, analizując poszczególne podgrupy, przykładowo: w grupie 10. w katalogu odpadów występuje dodatkowa podgrupa 10 80 Odpady z produkcji żelazostopów, a w grupie 19. dodatkowa podgrupa 19 80 Odpady z unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych nieujęte w innych podgrupach. Zatem katalog odpadów opiera się na europejskim wykazie, jednak jest uzupełniony o dodatkowe podgrupy pozwalające na klasyfikację dodatkowych rodzajów odpadów.

Odpady niebezpieczne, czyli te wykazujące co najmniej jedną z właściwości niebezpiecznych[13], na końcu kodu mają symbol „*”. Ustawodawca zabrania zmiany klasyfikacji odpadów niebezpiecznych przez ich rozcieńczenie czy też wymieszanie np. z innymi odpadami pozwalającymi na obniżenie stężenia substancji niebezpiecznych do odpowiedniego poziomu[14].

Najprostszą klasyfikacją odpadów jest ich podział na odpady komunalne i przemysłowe. Te pierwsze pochodzą z gospodarstw domowych lub z innych miejsc, gdzie powstające odpady mają podobny skład, np. biura czy instytucje naukowe. Wlicza się do nich następujące frakcje: papier i tektura, szkło, tworzywa sztuczne, metale, drewno, bioodpady (w tym te z pielęgnacji parków czy ogrodów), tekstylia, opakowania, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (ZSEE), baterie i akumulatory oraz odpady wielkogabarytowe. Odpadów komunalnych nie stanowią pojazdy, odpady ze zbiorników bezodpływowych czy odpady budowlane i rozbiórkowe[15]. Zmieszane odpady komunalne pozostają nimi również wtedy, kiedy zostaną poddane przetwarzaniu i ich właściwości nie zostaną znacząco zmienione. Drugą grupę odpadów stanowią m.in. te pochodzące z zakładów przemysłowych. Jeżeli w procesie produkcyjnym powstaną przedmioty czy też substancje, które mogą zostać użyte bez dalszego przetworzenia

[13] Właściwości te zostały określone w: Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1357/2014 z dnia 18 grudnia 2014 r. zastępujące załącznik III do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE w sprawie odpadów oraz uchylającej niektóre dyrektywy. Jest ich 15 (HP1-HP15), wśród nich: właściwości wybuchowe, łatwopalne, rakotwórcze, zakaźne, mutagenne czy ekotoksyczne.

[14] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21 z późn. zm.).

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

(poza normalną praktyką przemysłową), ich wykorzystanie jest pewne i nie doprowadzi do negatywnych oddziaływań na ludzi oraz środowisko, spełniają istotne wymagania (np. te dotyczące ochrony życia i zdrowia ludzi) oraz powstają w wyniku integralnej części procesu produkcyjnego, to można je uznać za produkt uboczny (np. ścinki tkanin czy obierzyny z warzyw)[16].

Jak wspomniano, w katalogu odpadów funkcjonuje podział na 20 grup. Odpady komunalne to przede wszystkim grupa 15 01 oraz grupa dwudziesta (oprócz kodów 20 02 02, 20 03 04 i 20 03 06). Wśród nich wyróżniono 3 podgrupy[17]:

a) odpady komunalne segregowane i gromadzone selektywnie (oprócz odpadów opakowaniowych − 15 01),
b) odpady z ogrodów i parków (w tym z cmentarzy),
c) inne odpady komunalne (tu m.in. odpady zmieszane, wielkobarytowe, z targowisk, z czyszczenia ulic oraz te ze studzienek kanalizacyjnych czy zbiorników bezodpływowych).

Jeżeli odpad nie został sklasyfikowany w katalogu, to ma końcówkę kodu „99”, co oznacza, że jest to inny odpad z danej działalności (grupy).

Podsumowanie

Bardzo ważną kwestią, związaną z gospodarką odpadami, jest zmiana ich postrzegania z bezwartościowych śmieci na ważne i cenne źródło surowców i energii. Dzięki tej zmianie rozumowania zmienia się także ranga ważności samej gospodarki odpadami, która powinna być niejako sposobem na zrównoważone gospodarowanie materiałami i pozyskiwanie energii, w tym tej kwalifikowanej jako źródło energii odnawialnej. Zagospodarowanie odpadów nie powinno być widziane jedynie jako sposób na pozbycie się problemu. W tym przypadku nie byłoby konieczności budowania zaawansowanych technologicznie sortowni, wystarczyłoby jedynie odpowiednio dużo miejsca na możliwość składowania wszystkich odpadów, a sama gospodarka nimi ograniczałaby się jedynie do ich zbierania i wywożenia. Jednak coraz to większa eksploatacja złóż naturalnych oraz ich kurcząca się ilość, a także poszukiwanie odnawialnych źródeł energii, jakimi są biogaz czy spalanie biomasy, niejako zmuszają do większego zainteresowania się zasobem tkwiącym w powstających odpadach.

[16] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21 z późn. zm.).
[17] Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów.

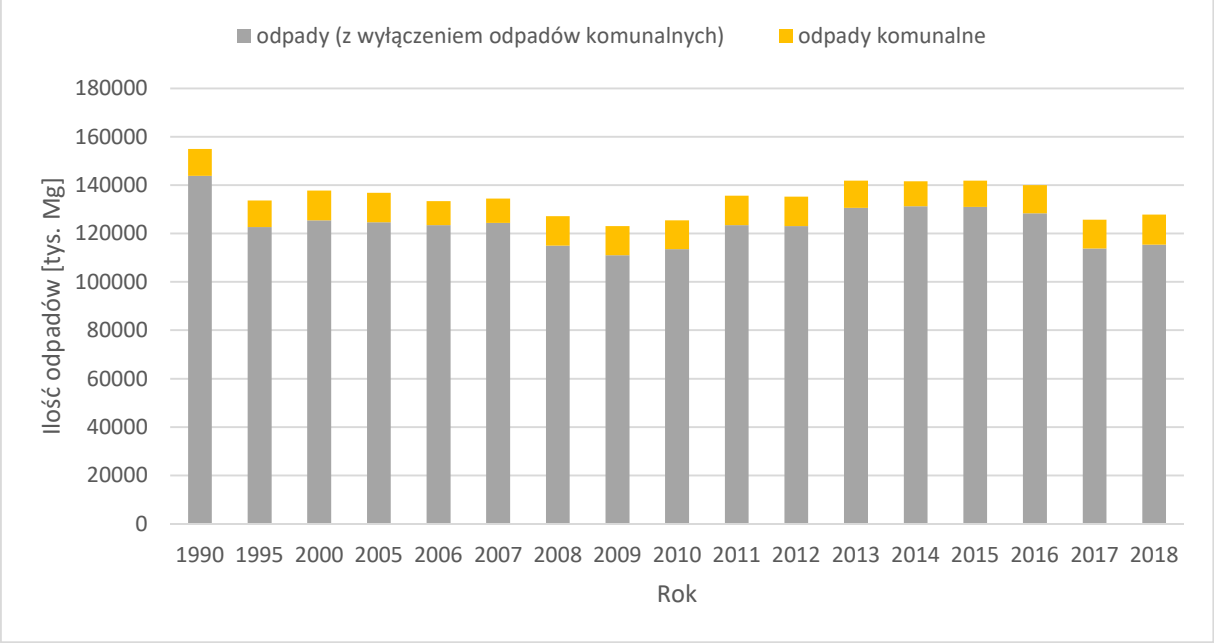
Jednak aby móc wykorzystać odpady jako źródło surowców, konieczne jest stworzenie efektywnego i uporządkowanego systemu gospodarki odpadami, którego niezbędnym i podstawowym elementem jest sama ich klasyfikacja. W tym celu został stworzony tzw. katalog odpadów, dzięki któremu są one opisywane sześciocyfrowymi kodami, pozwalającymi na określenie ich pochodzenia oraz rodzaju.

1.3. Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce i jej wyzwania (K. Ceglarz)

Tak jak wspomniano w poprzednim podrozdziale, w polskim prawodawstwie przez gospodarkę odpadami rozumie się wytworzenie odpadów oraz ich zagospodarowanie. Liczbowe informacje o odpadach można znaleźć w rocznikach statystycznych „Ochrona Środowiska" Głównego Urzędu Statystycznego.
Ilość wytworzonych w Polsce odpadów zarówno komunalnych, jak i przemysłowych na przestrzeni ostatnich lat została przedstawiona na poniższym wykresie.

Wykres 1

Masa wytworzonych w Polsce odpadów komunalnych oraz przemysłowych na przestrzeni lat

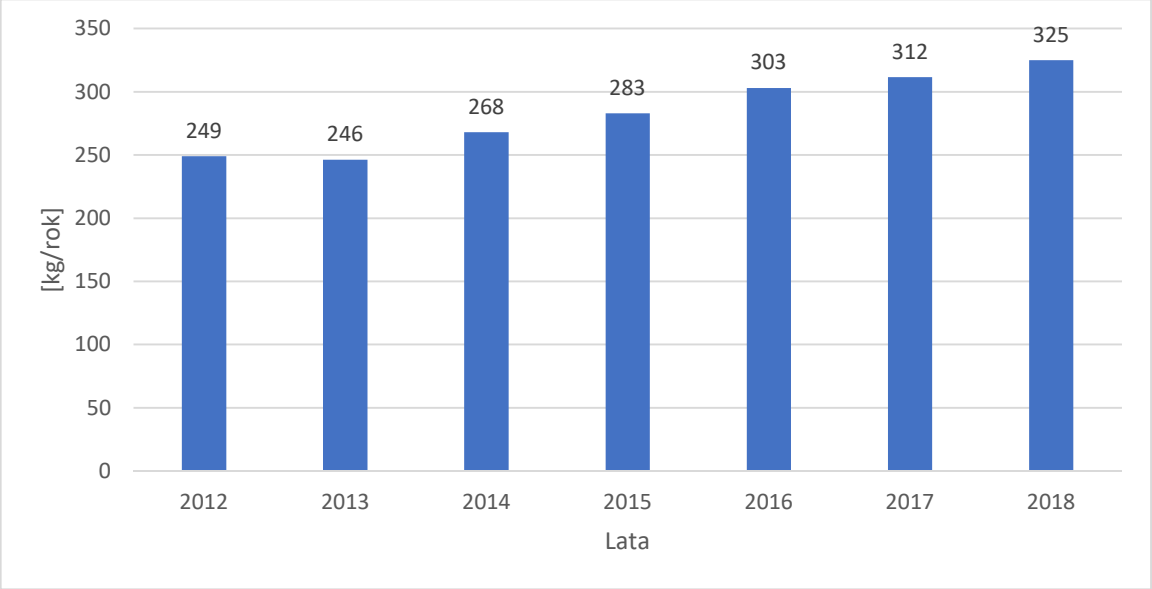


Źródło: Opracowanie na podstawie roczników „Ochrona Środowiska" z lat 1990-2018 Głównego Urzędu Statystycznego.

Jak wynika z powyższego wykresu, w Polsce co roku powstaje ok. 135 milionów ton odpadów, z czego średnio 91,5% stanowią odpady przemysłowe (ponad połowa to te z działalności górniczej i wydobywczej). W latach 2014-2018 stale rośnie ilość wytwarzanych odpadów komunalnych (ok. 300 kg/M w ciągu roku), co przedstawiono na poniższym wykresie.

Wykres 2

Średnia ilość wytworzonych odpadów komunalnych przez jednego mieszkańca Polski w latach 2012-2018



Źródło: Główny Urząd Statystyczny, Roczniki „Ochrona Środowiska" z lat 2013-2019.

Pomimo tego według statystyk Polacy generują mniej odpadów niż statystyczny mieszkaniec Unii Europejskiej (ok. 487 kg/M). Wśród państw zawyżających statystyki UE są kraje z widocznym wysokim poziomem życia, takie jak: Dania (781 kg/M) czy Niemcy (633 kg/M), oraz te turystyczne, np. Cypr (637 kg/M). W Europie ponad 700 kg odpadów w ciągu roku generuje także mieszkaniec Norwegii i Szwajcarii[18].

Ilość oraz jakość odpadów komunalnych zależą przede wszystkim od[19]:

a) zamożności mieszkańców − im większa zamożność, tym więcej powstających odpadów,
b) wielkości gospodarstwa domowego − więcej odpadów zostałoby wygenerowanych, gdyby każdy z domowników mieszkał osobno,
c) wieku mieszkańców − czynnik w dużej mierze wpływający na jakość odpadów,

[18] Dane Eurostatu: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics (dostęp: 18.03.2019 r.).

[19] Wysocka P.: Kluczowe czynniki wpływające na ilość odpadów powstających w przestrzeni miejskiej, [w:] Nowe trendy w naukach humanistycznych i społeczno-ekonomicznych 2, Creativetime, Kraków 2012, s. 121-124.

d) typu zabudowy rodzinnej wraz ze sposobem ogrzewania − przy centralnym ogrzewaniu brak w odpadach popiołu; może także dochodzić do nielegalnego spalania odpadów w domowych instalacjach.

Ponadto znaczenie mają także liczba turystów oraz liczba, wielkość czy rodzaj placówek handlowych, usługowych czy drobnego przemysłu.

Za statystyczny skład odpadów komunalnych przyjmuje się skład morfologiczny określony w 2008 roku (tab. 1).

Tabela 1

Morfologia wytwarzanych odpadów

Frakcja	**Procentowy udział [%]**		
	Wieś	**Miasto poniżej 50 tys. mieszkańców**	**Miasto powyżej 50 tys. mieszkańców**
Papier i tektura	5,00	9,70	19,10
Szkło	10,00	10,20	10,00
Metale	2,40	1,50	2,60
Tworzywa sztuczne	10,30	11,00	15,10
Odpady wielomateriałowe	4,10	4,00	2,50
Odpady kuchenne i ogrodowe	33,10	36,70	28,90
Odpady mineralne	5,90	2,80	3,20
Frakcja <10 mm	16,90	6,80	4,20
Tekstylia	2,10	4,00	2,30
Drewno	0,70	0,30	0,20
Odpady niebezpieczne	0,80	0,60	0,80
Inne kategorie	4,90	4,50	3,20
Odpady wielkogabarytowe	1,30	2,60	2,60
Odpady z terenów zielonych	2,50	5,30	5,30

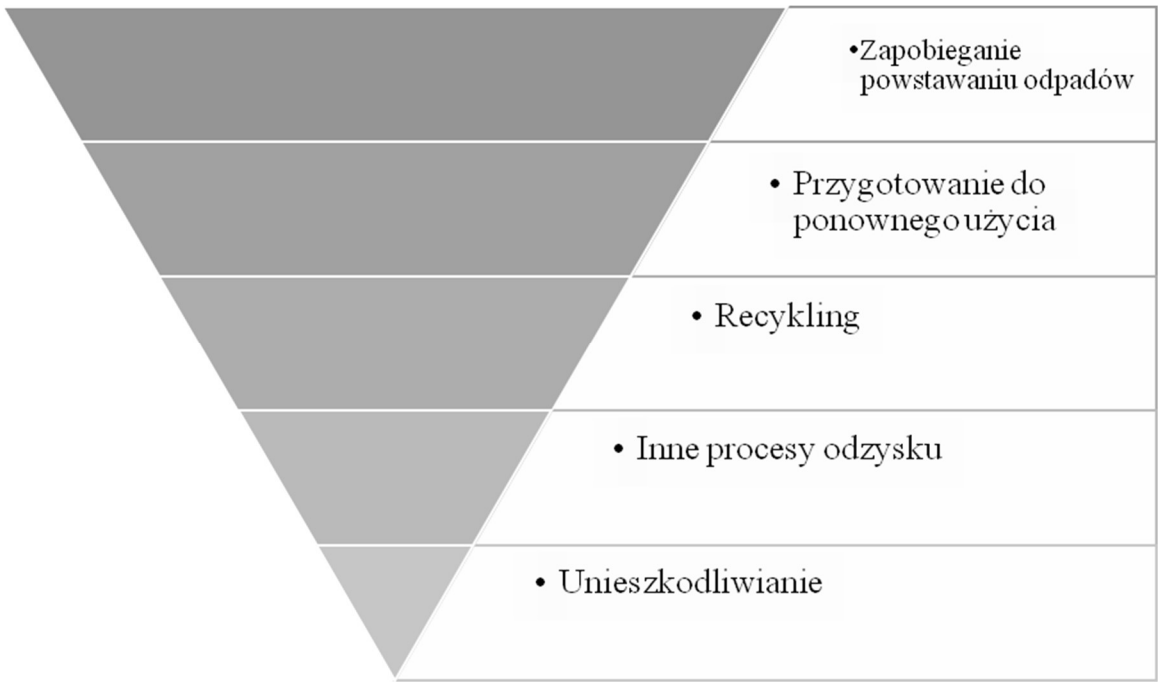
Źródło: Jędrczak A.: Analiza dotycząca ilości wytwarzanych oraz zagospodarowanych odpadów ulegających biodegradacji, Zielona Góra 2010.

Największą grupę, bo aż ok. 30%, stanowią odpady kuchenne i ogrodowe. Dysproporcja pomiędzy odpadami wytwarzanymi na wsi, w małym oraz dużym mieście najbardziej widoczna jest w przypadku papieru i tektury, co może być efektem spalania papieru we własnych paleniskach domowych we wsiach. W mieście o 5% powstaje także więcej odpadów w postaci tworzyw sztucznych, co może mieć związek z patologią, jaką jest spalanie ich w przydomowych kotłach. Różnica ta może również wynikać z liczby kupowanych opakowań − we wsiach mieszkańcy często mają własną uprawę owoców

i warzyw, a mieszkańcy dużych miast zazwyczaj nie mają takiej możliwości i kupują je w plastikowych opakowaniach.

Odpady stanowią istotne zagrożenie dla środowiska, dlatego też tak ważne jest ich odpowiednie zagospodarowanie. W Polsce podstawowymi aktami prawnymi regulującymi zasady gospodarki odpadami jest Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz.U. 2013 poz. 21) oraz Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach z dnia z dnia 13 września 1996 r. (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622). Niezależną ustawą jest Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627).

Ustawa o odpadach przedstawia pięciostopniową hierarchię postępowania z odpadami, będącą implementacją do polskiego prawa unijnej Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie odpadów oraz uchylającej niektóre dyrektywy (rys. 2).



Rys. 2. Hierarchia postępowania z odpadami
Fig. 2. The waste hierarchy
Źródło: Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.).

Najbardziej pożądanym działaniem, będącym podstawą hierarchii postępowania z odpadami, a jednocześnie fundamentem gospodarki o obiegu zamkniętym, jest **zapobieganie ich powstawaniu**, czyli minimalizacja odpadów przez m.in. przekazywanie niepotrzebnych przedmiotów zainteresowanym czy też potrzebującym (istotne tu jest tworzenie punktów wymiany czy napraw rzeczy używanych), unikanie używania jednorazowych artykułów, edukację mieszkańców na temat możliwości ponownego użycia przedmiotów przez zmianę ich zastosowania,

a także wprowadzenie jednoznacznego i zrozumiałego oznakowania okresu przydatności do spożycia[20]. Na tym etapie w Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającej dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów zwrócono także uwagę, że jednym ze środków, który musi być podjęty przez państwa członkowskie, jest ukierunkowanie na produkty, które zawierają surowce krytyczne, tak aby zapobiec, by stały się one odpadami. Powinny być także promowane redystrybucja żywności oraz wprowadzanie na rynek przede wszystkim produktów nadających do ponownego użycia i recyklingu[21].

Drugim stopniem hierarchii jest **przygotowanie do ponownego użycia** przez mycie, sprawdzenie oraz naprawę. Odpady, których nie da się ponownie wykorzystać, należy poddać **recyklingowi**, czyli ponownemu przetworzeniu, w wyniku którego powstają nowe produkty. Pojęcie nie obejmuje odzysku energii, przetworzenia odpadów na paliwo oraz wykorzystania ich jako wypełnienia wyrobisk[22]. Przedostatnim szczeblem hierarchii są **inne procesy odzysku**, jakim może być np. odzysk energii, czyli termiczne przekształcanie odpadów w celu odzyskania zawartej w nich energii. Procesem najmniej pożądanym, ostatecznym, jest unieszkodliwianie[23].

Odpady powinny być przetworzone zgodnie z hierarchią w miejscu ich powstania (tzw. **zasada bliskości**). Jeżeli nie ma takiej możliwości, mogą zostać przetransportowane do najbliżej położonego miejsca. Przy tym zakaźne odpady medyczne i weterynaryjne nie mogą zostać unieszkodliwione *poza województwem* w którym zostały wytworzone, jeżeli istnieją w nim odpowiednie instalacje i mają one wolne moce przerobowe.

Jeszcze do niedawna (przed nowelizacją ustawy o utrzymaniu porządku i czystości w gminach w lipcu 2019 roku) cały obszar kraju podzielony był na tzw. regiony i zmieszane odpady komunalne, pozostałości z ich sortowania czy też mechaniczno-biologicznego przetwarzania (z przeznaczeniem do składowania) oraz odpady zielone nie mogły zostać przetworzone *poza regionem gospodarki odpadami komunalnymi*, w którym powstały. Przepis ten nie był stosowany, jeżeli została wyznaczona instalacja zastępcza dla danego regionu oraz gdy odpady miały zostać przekazane (np. do celów rozruchowych) do spalarni odpadów będącej ponadregionalną instalacją.

[20] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2022, s. 11.
[21] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.
[22] Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 r. (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.).
[23] Ibidem.

Region stanowił obszar będący połączeniem kilku gmin (niekoniecznie z tego samego województwa) o łącznej liczbie mieszkańców min. 150 tys. lub gminą mającą co najmniej 500 tys. mieszkańców. Przykładowo województwo śląskie podzielone było na cztery regiony[24]:

a) region I (w tym m.in. gminy takie jak: Częstochowa, Kłobuck, Koniecpol, Konopiska, Lubliniec, Myszków, Ogrodzieniec, Poraj, Rędziny czy Żarnowiec),
b) region II (gminy: Dąbrowa Górnicza, Gliwice, Katowice, Łazy, Rudziniec, Tworóg i Zbrosławice),
c) region III (gminy: Istebna, Knurów, Mikołów, Racibórz, Rybnik, Sośnicowice, Wisła i Żory),
d) region IV (gminy: Bielsko-Biała, Czechowice-Dziedzice, Jeleśnia, Pszczyna, Tychy i Ujsoły).

Aby możliwe było osiągnięcie założonych celów oraz m.in. by stworzyć zintegrowaną sieć gospodarowania odpadami, organy administracji publicznej opracowują, na poziomie wojewódzkim oraz krajowym, plany gospodarki odpadami. Ich aktualizacja musi nastąpić do maksymalnie 6 lat.

Obecnie obowiązujący Krajowy Plan Gospodarki Odpadami (KPGO 2022) dotyczy lat 2016-2022 (perspektywicznie do 2030) i powstał na podstawie stanu prawnego na dzień 1.06.2016 roku.

W ramach Krajowego Planu Gospodarki Odpadami założono wiele celów z zakresu[25]:

a) odpadów komunalnych (w tym odpady biodegradowalne),
b) odpadów powstających z produktów (opony, oleje, baterie, akumulatory, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, oleje, opakowania, pojazdy),
c) odpadów niebezpiecznych (medyczne, weterynaryjne, zawierające PCB lub azbest, mogilniki),
d) odpadów z budowy, remontów czy demontażu obiektów budowlanych i infrastruktury drogowej,
e) komunalnych osadów ściekowych,
f) odpadów biodegradowalnych (innych niż komunalne),
g) odpadów z następujących grup:
   - odpady powstające przy poszukiwaniu, wydobywaniu oraz fizycznej i chemicznej przeróbce rud i innych kopalin (grupa 01),
   - odpady z przemysłu chemii nieorganicznej (grupa 06),
   - odpady z procesów termicznych (grupa 10),
h) odpadów w środowisku wodnym.

[24] Wojewódzki Plan Gospodarki Odpadami dla województwa śląskiego.
[25] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2022.

Wśród wyzwań stawianych przed polską gospodarką odpadami jest m.in. ograniczenie składowania odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (papier, tektura, tekstylia z materiałów naturalnych, odpady kuchenne, ogrodowe i z terenów zielonych, drewno, odpady wielomateriałowe oraz drobna frakcja <10 mm), tak aby na składowiska nie trafiało więcej niż[26]:

a) 50% (do 16.07.2013 r.),
b) 35% (do 16.07.2020 r.)

masy tego rodzaju odpadów wytworzonych w 1995 roku (4,38 mln Mg).

W 2013 roku zdeponowano 1,75 mln Mg odpadów komunalnych biodegradowalnych, co stanowi niecałe 40% odpadów wytworzonych w roku będącym rokiem odniesienia[27].

W załączniku nr 1 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2017 r. (Dz.U. 2017 poz. 2412) w sprawie poziomów ograniczenia składowania masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji poziomy te zostały rozpisane również na lata 2017-2019. Według owego załącznika zobowiązane są osiągnąć następujące poziomy ograniczenia składowania odpadów biodegradowalnych[28]:

a) 45% (w 2017 r.),
b) 40% (w 2018 i 2019 r.),
c) 35% (do 16.07.2020 r.).

Informację o osiągniętych poziomach można uzyskać w rocznych sprawozdaniach wójta/burmistrza/prezydenta miasta z realizacji zadań z zakresu gospodarowania odpadami, które zgodnie z Ustawą z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622) ma obowiązek przekazać marszałkowi województwa oraz wojewódzkiemu inspektorowi ochrony środowiska w terminie do 31 marca. Sprawozdania są weryfikowane i (jeżeli zachodzi taka potrzeba) uzupełniane lub poprawiane. Za nieprzekazanie sprawozdania w terminie czy też za zawarcie w nim nierzetelnych informacji są przewidziane kary pieniężne[29].

[26] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządków w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.).
[27] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2022.
[28] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2017 r. w sprawie poziomów ograniczenia składowania masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji.
[29] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządków w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.).

Ponadto gminy zobowiązane są osiągnąć następujące minimalne poziomy recyklingu i przygotowania do ponownego użycia odpadów komunalnych (z wyjątkiem odpadów budowlanych i rozbiórkowych)[30]:

a) 50% wagowo (w latach 2020-2024),
b) 55% wagowo (w latach 2025-2029),
c) 60% wagowo (w latach 2030-2034),
d) 65% wagowo (od roku 2035).

Dla odpadów budowlanych i rozbiórkowych (innych niż niebezpieczne) będących odpadami komunalnymi minimalny poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia określono na poziomie 70% wagowo rocznie[31].

Krajowy Plan Gospodarki Odpadami (KPGO 2022) zakłada także ograniczenie ilości powstających odpadów przez zmniejszenie zjawiska marnowania żywności oraz przez zbiórkę bioodpadów z zakładów zbiorowego żywienia. Kolejnym celem jest zwiększenie udziału frakcji selektywnie zbieranych w strumieniu odbieranych odpadów przez wprowadzenie jednolitego systemu selektywnej zbiórki (w tym zbiórka bioodpadów) do 2021 roku. KPGO 2022 zakłada również zmniejszenie liczby nielegalnych wysypisk, zaprzestanie składowania odpadów komunalnych bez ich przetworzenia oraz monitorowanie systemu gospodarki odpadami, a także postępowania z frakcją wysortowaną z odpadów zmieszanych (kod 19 12 12)[32].

Wraz z początkiem 2012 roku weszła w życie nowelizacja wcześniej wymienionej ustawy o utrzymaniu czystości i porządku; wtedy to gminy otrzymały wiele zadań związanych z gospodarowaniem odpadami, a wśród nich m.in.[33]:

a) zapewnienie budowy, utrzymanie oraz eksploatacja instalacji do przetwarzania odpadów,
b) nadzorowanie gospodarowania odpadami komunalnymi,
c) zapewnienie selektywnej zbiórki obejmującej papier, tworzywa sztuczne, szkło, metale, opakowania wielomateriałowe i bioodpady,
d) tworzenie punktów selektywnej zbiórki (PSZOK),
e) prowadzenie działań informacyjnych oraz edukacyjnych z zakresu prawidłowej gospodarki odpadami,
f) udostępnienie na stronie WWW informacji o:
   − firmie odbierającej odpady komunalne z terenu gminy,

[30] Ibidem.
[31] Ibidem.
[32] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2022.
[33] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządków w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.).

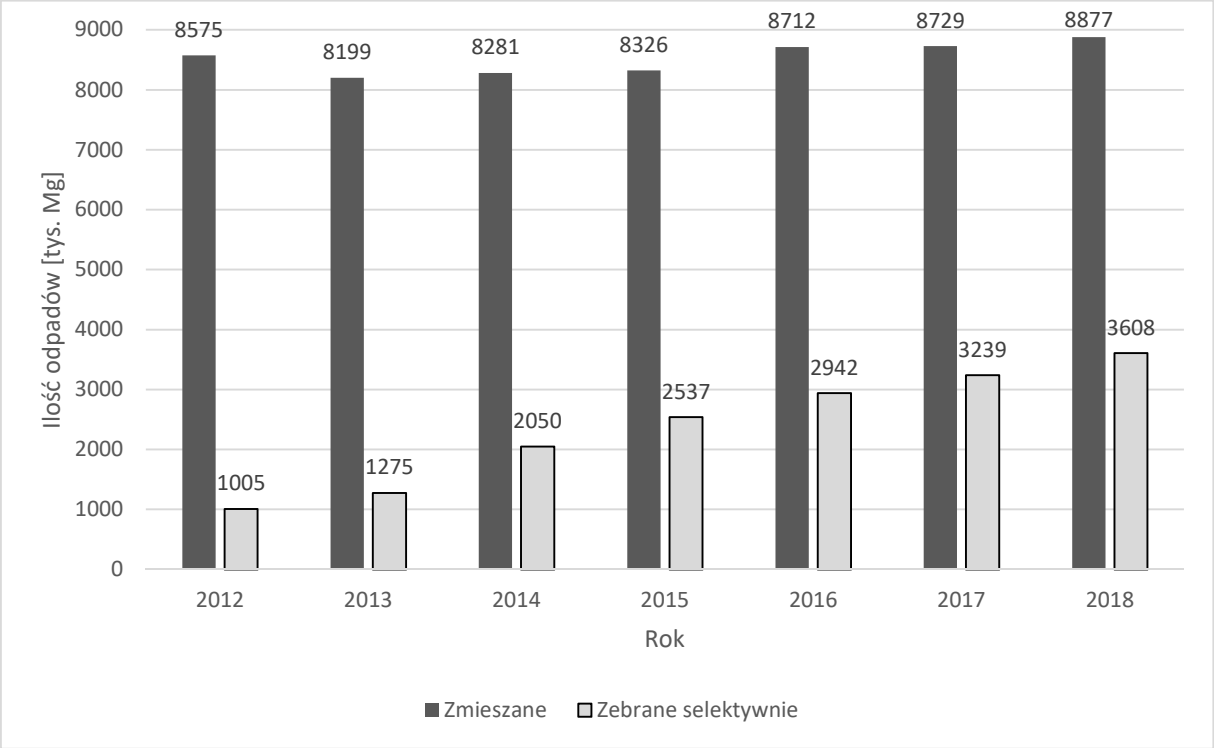
- miejscu zagospodarowania odpadów,
- osiągniętych poziomach recyklingu,
- lokalizacji PSZOK-ów,
- zbiórce zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (ZSEE),
- lokalizacji punktów odbierających folie, sznurki oraz opony;

g) analizowanie stanu gospodarki odpadami komunalnymi.

Na wdrożenie nowego systemu gospodarki odpadami komunalnymi, gminy miały 18 miesięcy. Według danych statystycznych wprowadzenie zmian usprawniło selektywną zbiórkę (wykres 3).

Wykres 3

Ilość odebranych odpadów w Polsce w latach 2012-2018 z podziałem na odpady zbierane selektywnie oraz jako zmieszane



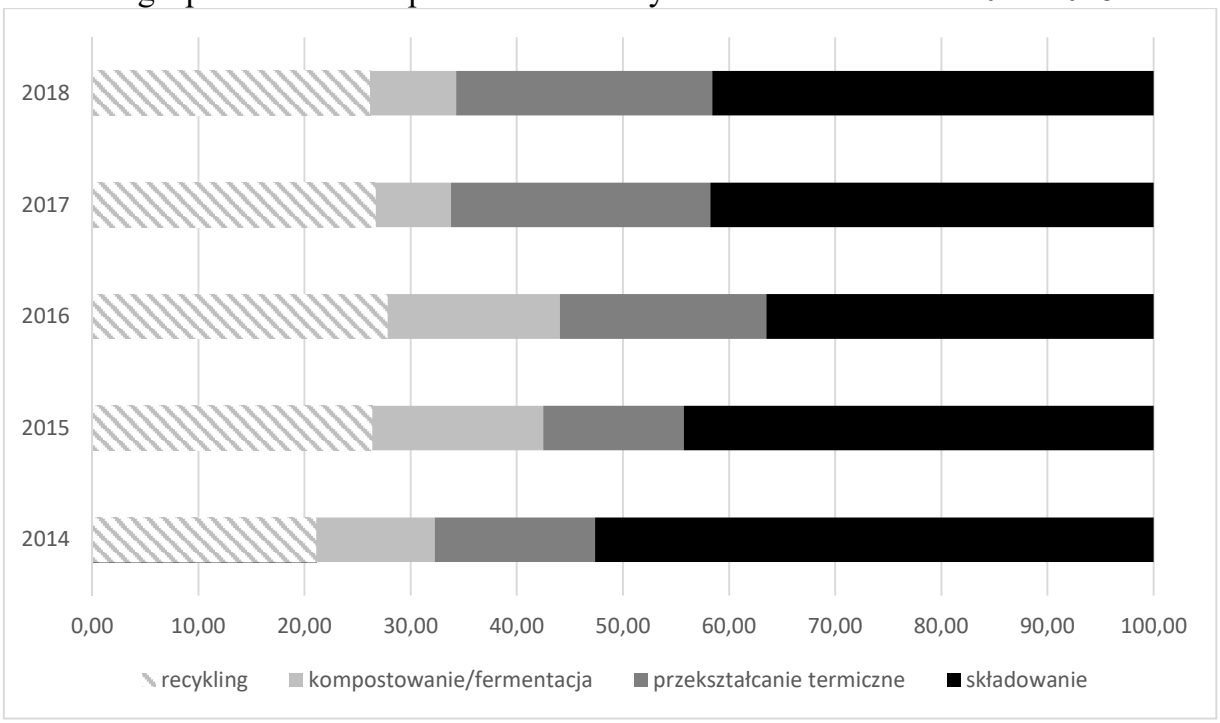
Źródło: Opracowanie na podstawie roczników statystycznych „Ochrona Środowiska" z lat 2012-2018 publikowanych przez GUS.

Rok 2014 to pierwszy pełny rok, w którym obowiązywała nowelizacja ustawy. W tym też roku ilość zebranych selektywnie odpadów komunalnych wzrosła aż o 60% w stosunku do roku poprzedniego. Na przestrzeni lat 2012-2018 masa odbieranych odpadów zmieszanych nieznacznie się zmieniała. Ilość odpadów selektywnie zebranych stale rośnie. W 2018 roku ich udział w masie wszystkich odebranych odpadów to ok. 29%, kiedy to w 2014 roku wynosił zaledwie 10%.

Zmiany widoczne są również w sposobie zagospodarowania zebranych odpadów komunalnych (wykres 4).

Wykres 4

Zagospodarowanie odpadów komunalnych w Polsce w latach 2014-2018



Źródło: Opracowanie na podstawie roczników statystycznych „Ochrona Środowiska" z lat 2014-2018 publikowanych przez GUS.

W Polsce wciąż duża ilość odpadów komunalnych jest unieszkodliwiana przez ich składowanie (w 2017 i 2018 roku ok. 42%). Coraz więcej odpadów zostaje poddanych termicznemu przekształceniu (15% w 2014 roku, 24% w 2017 roku i 2018 roku). W latach 2016-2017 podobny procent odpadów trafił do recyklingu (ok. 27%, w 2018 roku ok. 26%), natomiast, statystycznie, znacznie mniej odpadów zostało biologicznie przekształconych (1890 tys. Mg (16%) w 2016 roku, 848 tys. Mg (7%) w 2017 roku, 1012 tys. Mg (8%) w 2018 roku); związane jest to z faktem, że do 2016 roku w statystykach do kompostowania i fermentacji wliczano także proces stabilizacji tlenowej.

W 2014 roku zwiększyła się także liczba punktów selektywnej zbiórki odpadów komunalnych z 1689 w 2013 roku do 1871[34]. Obowiązkiem gminy jest utworzenie co najmniej jednego takiego punktu, przy czym może to zrobić we współpracy z inną gminą. Jeżeli w gminie w ramach opłaty za gospodarowanie odpadami odpady biodegradowalne są odbierane z posesji mieszkańców, to gmina ma prawo nie

[34] Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2022.

przyjmować tego rodzaju odpadów w stacjonarnych punktach selektywnej zbiórki odpadów komunalnych[35].

Tak jak wspomniano wcześniej jednym z zadań gminy jest edukacja mieszkańców z zakresu odpowiedniego postępowania z odpadami. Obowiązek ten może być realizowany np. przez dystrybucję ulotek czy plakatów edukacyjnych. W Opolu najmłodsi mieszkańcy miasta uczeni są przez Wróżkę Odpadusię oraz Muchę Odpaduchę. Postacie te występują na animacjach, a ich maskotki przeprowadzają prelekcje. Organizowane są także akcje wymiany makulatury na torby do segregacji czy bilety do zoo lub teatru. Dla przedszkoli oraz szkół podstawowych organizowane są konkursy na zbiórkę butelek PET[36]. W Łodzi powstały zabawne grafiki wykorzystujące znane dzieła sztuki (rys. 3).

Rys. 3. Grafiki edukacyjne
Fig. 3. Educational graphs
Źródło: www.uml.lodz.pl.

Gminy podejmują również inne działania mające na celu usprawnienie gospodarki odpadami. W Łodzi została powołana Sekcja Ekologiczna Straży Miejskiej, tzw. EkoPatrol, którego zadaniem jest m.in. kontrola firm wywożących odpady oraz kontrola nieruchomości pod kątem zgłaszanych przez mieszkańców nieprawidłowości[37]. W Katowicach na stronie www.odpady.katowice.eu, w zakładce

[35] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządków w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.).
[36] www.opole.pl (dostęp: 24.03.2019 r.).
[37] www.uml.lodz.pl (dostęp: 24.03.2019 r.).

„Poznaj swoje odpady", mieszkańcy mogą po wpisaniu nazwy odpadu dowiedzieć się, gdzie należy go wyrzucić[38].

Dużą grupę wśród odpadów komunalnych stanowią odpady opakowaniowe. Aktem prawnym regulującym ich zagospodarowanie jest Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (Dz.U. 2013 poz. 888). Na mocy tej ustawy podmiot, który wprowadza produkty w opakowaniach, jest zobowiązany do, samodzielnego lub przez organizację odzysku, wykonania obowiązku, jakim jest odzysk (w tym recykling) odpadów opakowaniowych takiego samego rodzaju, jakiego typu opakowania wprowadził na rynek. W przypadku niewykonania tego obowiązku konieczne jest uiszczenie tzw. opłaty produktowej. Przedsiębiorca ma także obowiązek prowadzenia kampanii edukacyjnych[39].

Za porządek, w tym także odbiór odpadów, przy drogach publicznych odpowiada zarząd drogi, a na terenie budowy za utrzymanie czystości odpowiedzialny jest wykonawca robót budowlanych. Obowiązki te nadzoruje wójt/burmistrz czy prezydent miasta[40].

Podsumowanie

W Polsce z roku na rok powstaje coraz więcej odpadów komunalnych. Związane jest to w dużej mierze ze wzrostem poziomu życia i szerzącym się konsumpcjonizmem − im więcej kupujemy, tym więcej odpadów powstaje.

Pomimo że odpady z gospodarstw stanowią zaledwie ok. 8,5% wszystkich powstających odpadów, nie należy ich bagatelizować, ponieważ ze względu na swoją niejednorodność (złożony strumień) są trudniejsze do zagospodarowania niż te przemysłowe.

Wciąż za dużo, bo ok. 40%, odpadów trafia na składowiska. Unieszkodliwianie przez składowanie jest najmniej preferowaną formą zagospodarowania odpadów, ponieważ jest to przede wszystkim utrata cennych surowców oraz przyczyna emisji do atmosfery dwutlenku węgla i metanu powodujących efekt cieplarniany. Aby sytuacja ta zmieniła się, konieczna jest edukacja społeczeństwa oraz wsparcie systemu gospodarki odpadami komunalnymi przez wprowadzenie Rozszerzonej Odpowiedzialności Producenta (ROP). Dopóki recykling nie będzie opłacalny ze względu na niską cenę surowca

[38] www.odpady.katowice.eu (dostęp: 24.03.2019 r.).
[39] Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (Dz.U. 2013 poz. 888).
[40] Ibidem.

wtórnego i dopóki społeczeństwo nie zrozumie idei gospodarki o obiegu zamkniętym, sytuacja ta nie ulegnie znacznemu polepszeniu.

Poza utworzeniem ROP-u do najpilniejszych potrzeb polskiego systemu gospodarki odpadami komunalnymi należą wprowadzenie selektywnej zbiórki odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego oraz budowa instalacji biologicznego przetwarzania odpadów biodegradowalnych ze szczególnym uwzględnieniem fermentacji beztlenowej. Pozwoli to zwiększyć poziomy recyklingu odpadów komunalnych przez realizację recyklingu organicznego. Kolejnymi wyzwaniami są budowa nowoczesnych sortowni przeznaczonych do selektywnej zbiórki, a także modernizacja elektrociepłowni i wyposażenie ich w kotły, w których możliwe jest współspalanie paliw alternatywnych. Dla zagospodarowania pozostałości po mechaniczno-biologicznym przetwarzaniu odpadów komunalnych, tzw. balastu, ważne jest powstanie zakładów termicznego przekształcania odpadów, co pozwoli na wykorzystanie odpadów resztkowych z odzyskiem energii, a także skutkować będzie ograniczeniem masy odpadów komunalnych kierowanych na składowisko do wymaganego w 2035 roku poziomu 10%. Konieczna jest także analiza przepustowości recyklerów w Polsce, tak by ocenić ich możliwości przetworzenia surowców wtórnych. Należy sobie także zdać sprawę, że to nie recykling, ale zapobieganie powstawaniu odpadów jest podstawą, a zatem najważniejszym elementem hierarchii postępowania z nimi. Wobec tego należy wspierać powstawanie punktów wymiany czy napraw, eliminować jednorazowe artykuły, a także uczyć społeczeństwo o możliwościach wykorzystania w inny sposób posiadanych już przedmiotów. Ponadto, w związku z tym, że dużą część odpadów stanowią różnego rodzaju opakowania, należałoby wspomagać oraz promować sklepy, w których można nabyć produkty bez opakowań, oraz zachęcać przemysł do minimalizacji, a także eliminacji zbędnego opakowania.

1.4. Opłaty za gospodarowanie odpadami (K. Ceglarz)

W myśl podstawowej zasady prawa ochrony środowiska „zanieczyszczający płaci" koszt za gospodarowanie odpadami ponosi ich wytwórca czy też posiadacz. Opłaty za gospodarowanie odpadami wnoszone przez mieszkańców stanowią dochód gminy (lub związku międzygminnego, jeżeli przejmie on obowiązki w tym zakresie) i nie mogą pokrywać innych kosztów niż[41]:

[41] Ibidem.

a) odbiór, transport, zbiórka, odzysk i unieszkodliwianie odpadów komunalnych (w tym zakup pojemników, worków oraz utrzymanie pojazdów),
b) utworzenie i utrzymanie punktów selektywnej zbiórki odpadów komunalnych (PSZOK),
c) obsługa administracyjna systemu,
d) edukacja ekologiczna z zakresu odpowiedniego postępowania z odpadami komunalnymi.

Wysokość opłaty za gospodarowanie odpadami stanowi iloczyn stawki opłaty oraz[42]:

a) liczby mieszkańców zamieszkujących nieruchomość lub
b) ilości zużytej wody, lub
c) powierzchni lokalu mieszkalnego.

Rada gminy może ustalić różne stawki opłat, chociażby ze względu na rodzaj zabudowy czy też rodzaju terenu (wiejski/miejski). W przypadku nieruchomości niezamieszkałych, a generujących odpady, wysokość opłaty stanowi iloczyn liczby zadeklarowanych pojemników oraz stawki za pojemnik o określonej pojemności. Możliwe jest także zmniejszenie wysokości opłaty dla mieszkańców zabudowań jednorodzinnych, którzy samodzielnie kompostują bioodpady we własnych przydomowych kompostownikach. Jeżeli jednak właściciel nieruchomości, pomimo złożonej deklaracji, nie ma kompostownika lub nie kompostuje odpadów biodegradowalnych, wójt/burmistrz/prezydent miasta może wydać decyzję o utracie prawa do obniżenia stawki opłaty za gospodarowanie odpadami. Po 6 miesiącach od dnia wydania niniejszej decyzji właściciel nieruchomości może ponownie skorzystać z możliwości obniżenia stawki[43].

Jeżeli pracownicy odbierający odpady z nieruchomości stwierdzą niewypełnienie przez właściciela obowiązku selektywnej zbiórki, przyjmują je jako zmieszane i o zaistniałej sytuacji zawiadamiają wójta/burmistrza/prezydenta miasta, który w drodze decyzji określi opłatę podwyższoną (2-4 razy wyższą od stawki podstawowej) za okres, w którym obowiązek segregacji nie został dopełniony[44].

W całej Polsce stawki opłat za gospodarowanie odpadami znacznie się różnią. Poniżej (tab.1) zestawiono miesięczne opłaty w różnych miastach. Założono 3-osobową rodzinę mieszkającą w lokalu o powierzchni 50 m^2. Średnie zużycie wody przyjęto na poziomie

[42] Ibidem.
[43] Ibidem.
[44] Ibidem.

0,15 m^3/M· doba[45], czyli miesięczne (30 dni) zużycie wody rodziny to 13,50 m^3. Dokładne wyliczenia wraz z jednostkowymi stawkami zamieszczono w załączniku 1.

Tabela 2

Wysokość opłaty za gospodarowanie odpadami w poszczególnych miastach Polski (dla analizowanego przypadku, stan na luty 2019 roku)

Miasto	Opłata za gospodarowanie odpadami [zł/mies.]				Różnica w opłatach ze względu na rodzaj zbiórki [zł/mies.]	
	Selektywna zbiórka		Brak selektywnej zbiórki			
	zab. jednorodz.	zab. wielorodz.	zab. jednorodz.	zab. wielorodz.	zab. jednorodz.	zab. wielorodz.
Białystok	21,00		42,00		21,00	
Bydgoszcz	39,00		117,00		78,00	
Gdańsk	22,00		44,00		22,00	
Gorzów Wlkp.	39,00		57,00		18,00	
Kielce	28,50		36,00		7,50	
Kraków	46,00	41,00	69,00	60,00	23,00	19,00
Lublin	75,00	63,00	150,00	126,00	75,00	63,00
Łódź	39,00		66,00		27,00	
Olsztyn	29,40		43,23		13,83	
Opole	39,00		60,00		21,00	
Poznań	36,00		60,00		24,00	
Rzeszów	40,00	26,00	60,00	39,00	20,00	13,00
Szczecin	54,00		67,50		13,50	
Toruń	33,00	30,00	42,00	38,00	9,00	8,00
Warszawa	60,00	28,00	72,00	34,00	12,00	6,00
Wrocław	47,50	42,50	71,00	63,50	23,50	21,00
Zielona Góra	36,72	26,40	60,00	45,00	23,28	18,60
Średnia	39,25		63,43			

Źródło: Opracowanie własne.

Przeanalizowano wysokość miesięcznej opłaty za gospodarowanie odpadami w siedemnastu polskich miastach. Najwyższe stawki płacą mieszkańcy Lublina, bo aż prawie dwukrotność średniej[46]. W tym mieście najbardziej też opłaca się segregować; dzięki selektywnej zbiórce rodzina mieszkająca w zabudowie jednorodzinnej oszczędza miesięcznie 25 zł/osobę, a w wysokiej 21 zł/osobę. Podobną kwotę trzyosobowa rodzina zaoszczędzi w Bydgoszczy. Aspekt ekonomiczny najmniej motywuje do segregacji

[45] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. Nr 8, poz.70). Przyjęto średnie zużycie wody w mieszkaniu wyposażonym w wodociąg, ubikację, łazienkę, z dostawą ciepłej wody.

[46] Średnia arytmetyczna wyliczona dla siedemnastu analizowanych miast.

w Kielcach, Toruniu, Warszawie oraz Rzeszowie. Jedynie w Szczecinie w wyliczaniu opłaty brane jest pod uwagę zużycie wody.

Właściciel nieruchomości może zostać całkowicie lub częściowo zwolniony z opłaty za gospodarowanie odpadami, jeżeli dochód jej mieszkańców nie jest wyższy od kwoty uprawniającej do świadczeń pieniężnych z pomocy społecznej[47].

Każda gmina samodzielnie ustala wysokość opłat pobieranych od mieszkańców. Ich zaniżenie może spowodować trudności w sfinansowaniu przyjętego systemu gospodarki odpadami. Z takim problemem na początku 2019 roku zmierzyło się Opole. Dotychczasowe umowy na odbiór odpadów obowiązywały do końca marca. Miasto zostało podzielone na 5 sektorów (jeżeli gmina liczy więcej niż 10 000 mieszkańców, rada może zadecydować o jej podziale na sektory, na drodze uchwały stanowiącej akt prawa miejscowego; przy podziale pod uwagę brane są gęstość zaludnienia, liczba mieszkańców oraz obszar, który może być obsłużony przez jednego przedsiębiorcę odbierającego odpady; zamówienia publiczne na odbiór odpadów realizowane są osobno dla poszczególnych sektorów[48]). Ogłoszono przetarg, w którym wzięło udział 4 oferentów (tab. 3).

Tabela 3

Stawki proponowane przez oferentów podczas przetargu w Opolu

Oferent	**Sektor miasta**					**Suma**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	
	[mln zł]					
1	-	-	-	18,4	-	18,4
2	11,1	10,6	8,5	10,1	-	40,3
3	-	13,1	-	-	--	13,1
4	13,7	-	10,1	11,5	6,5	41,8
Najniższa oferta	11,1	10,6	8,5	10,1	6,5	46,8

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: www.nto.pl (dostęp: 27.04.2019 r.).

Gdyby zdecydowano się wybrać najtańsze oferty dla każdego sektora, koszt usługi wyniósłby 46,8 mln zł. Problem w tym, że Urząd Miasta był w stanie przeznaczyć na ten cel zaledwie 40 mln zł, a w wyborze oferenta nie brano pod uwagę jedynie kosztów, ale także liczbę posiadanych pojazdów spełniających normę emisji spalin min. Euro5 oraz przewidywany poziom recyklingu w latach 2019 i 2020[49]. Konkurs został unieważniony i ogłoszono przetargi z wolnej ręki, które skutkowały podpisaniem

[47] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach.
[48] Ibidem.
[49] https://nto.pl/wywoz-smieci-2019-w-opolu-bedzie-problem-z-odbiorem-odpadow-oferty-firm-drozsze-od-zalozen/ar/13780537 (dostęp: 27.04.2019 r.).

krótszych umów (na 4 miesiące, poprzedni konkurs był na 3 lata). Na ten cel wydano 5,1 mln zł[50]. Gdyby te same stawki obowiązywały przez 3 lata, to wartość umów wyniosłaby 45,9 mln zł. Zatem miasto Opole stanęło przed decyzją podniesienia wysokości opłat za gospodarowanie odpadami, pomimo że w porównaniu z innymi miastami wojewódzkimi (tab. 3) i tak nie były najniższe.

Decyzja o wysokości opłat za gospodarowanie odpadami wydawana jest na okres roku[51]. Przedstawione dane dotyczą roku 2019. Wiele miast w Polsce, tak jak wspomniane Opole, musi zmierzyć się z niewystarczającym budżetem na gospodarowanie odpadami. Jednak podwyższenie stawek budzi wśród mieszkańców ogromny sprzeciw, dlatego też problem ten ma często podłoże polityczne.

W 2020 roku niezadowolenie związane z podwyżką cen za gospodarowanie odpadami wyrazili chociażby mieszkańcy Warszawy, którzy 27 lutego pojawili się na sesji Rady i protestowali[52]. Całkiem inny obraz przedstawiają wyniki przeprowadzonej ankiety (analiza znajduje się w dalszej części monografii), według której respondenci (pracownicy Politechniki Śląskiej) byliby w stanie płacić więcej, gdyby miało to przyczynić się do ochrony środowiska naturalnego.

Ustalenie wysokości stawki za gospodarowanie odpadami budzi wiele wątpliwości. Koszty utrzymania instalacji czy odbioru odpadów stale rosną. Podwyższenie cen budzi wśród mieszkańców protesty, a gminom (tak jak pokazano to na przykładzie Opola) często brakuje pieniędzy na pokrycie kosztów gospodarowania odpadami. Zasadnicze pytanie to: czy gminy mogą dopłacać do gospodarki odpadami, nie obciążając przy tym mieszkańców? W tym temacie brakuje jednak jednoznacznej odpowiedzi. Artykuł 6r. Ustawy z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządków w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.) wspomina tylko, że opłaty te mają być gromadzone na osobnym rachunku bankowym i nie mogą być wydawane na inne cele niż te związane z gospodarką odpadami, które są ściśle określone w niniejszej ustawie. W dokumencie nie ma mowy o tym, czy gminny system gospodarki odpadami musi być samofinansujący.

Jednak ustawa ta jest różnie interpretowana. Na przykład w przypadku miasta Pilzno (woj. podkarpackie) Regionalna Izba Obrachunkowa nie wyraziła zgody na wysokość

[50] https://nto.pl/opole-ma-tymczasowa-umowe-na-odbior-odpadow-za-ponad-5-milionow-zlotych-ratusz-nie-wyklucza-ze-stawki-za-wywoz-smieci-wzrosna/ar/c1-14007859 (dostęp: 27.04.2019 r.).

[51] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządków w gminach (Dz U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.).

[52] https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/mieszkancy-warszawy-protestuja-zadamy-obnizenia-oplat-za-wywoz-smieci,156535.html (dostęp: 12.03.2020 r.).

stawek, które w całości nie pokryłyby kosztów systemu gospodarki odpadami[53]. Na początku 2020 roku kwestia rosnących cen za odpady została nawet przedyskutowana podczas seminarium eksperckiego w Biurze Rzecznika Praw Obywatelskich[54].
Jednym ze sposobów na odciążenie mieszkańców od opłat za gospodarowanie odpadami jest wdrożenie rozszerzonej odpowiedzialności producentów (ROP), która jest dokładniej opisywana w dalszych rozdziałach. W koncepcji tej opłaty finansujące system gospodarki odpadami pobierane są od podmiotów wprowadzających produkty na rynek. Jednakże może to przyczynić się do wzrostu cen za nabywane dobra, przez co i tak za gospodarowanie odpadami finalnie zapłaci konsument.

Podsumowanie

Ludzie niezwiązani z gospodarką odpadami bardzo często swoje zainteresowanie nią kończą na temacie opłat, które uiszczają na konto zamieszkiwanej przez siebie gminy. Opłaty za zagospodarowanie odpadów, ze względu na swoją ciągle wzrastającą wysokość, nierzadko wzbudzają wiele kontrowersji.
Jednak należy zdać sobie sprawę, że wzrost opłat za zagospodarowanie odpadów jest wynikiem zwiększających się kosztów ponoszonych przez podmioty świadczące usługi w tym zakresie. Zmiany prawne i wprowadzenie chociażby Jednolitego Systemu Segregacji Odpadów wymusiły zakup i dostarczenie nowych, spełniających wymagania pojemników. Kolejnym czynnikiem mającym wpływ na zmianę kosztów całego systemu jest chociażby podwyżka cen paliw, wody, energii elektrycznej czy płacy minimalnej. Ponadto bardzo ważną kwestią jest sytuacja na rynku surowców wtórnych. Niskie ceny oraz brak popytu negatywnie wpływają na przychód z ich sprzedaży. Kolejną bolączką przetwarzających odpady są także stale wzrastające koszty zagospodarowania frakcji będącej pozostałością po procesie sortowania.
Jednym ze sposobów na zmniejszenie kosztów systemu gospodarki odpadami jest zachęcenie społeczeństwa do minimalizacji wyrzucanych odpadów, chociażby przez zagospodarowanie wewnątrz gospodarstwa domowego frakcji biodegradowalnej, która stanowi ok. 30% generowanych odpadów. Zachęta finansowa (zmniejszenie stawki opłat dla mieszkańców mających kompostowniki) oraz odpowiednia edukacja mogłyby mieć wpływ na znaczną redukcję masy odpadów, co pozwoliłoby na minimalizację

[53] https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/gminy-moga-doplacac-do-systemu-gospodarowania-odpadami-resort-jedno-rio-i-prawnicy-drugie,133739.html739.html (dostęp: 12.03.2020 r.).
[54] https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/sprawa-cen-za-odpady-u-rzecznika-praw-obywatelskich,156080.html (dostęp: 12.03.2020 r.).

kosztów transportu i zagospodarowania. Kolejną bardzo ważną kwestią, tak jak już wspomniano wcześniej, mającą wpływ na koszty systemu jest jakość oraz wartość surowców wtórnych, na co zwraca się także uwagę w kontekście wdrożenia gospodarki o obiegu zamkniętym. Na chwilę obecną wiele produktów, które w przyszłości i tak staną się odpadem, nie nadaje się do przetworzenia lub jest to nieopłacalne. Dlatego tak ważne jest promowanie i wdrożenie ekoprojektowania. Na rynek powinny trafiać produkty, które jako odpad będą łatwe do przetworzenia oraz do ich produkcji powinno się używać jak najwięcej surowców wtórnych, dzięki czemu przetworzenie ich będzie opłacalne, a nowo powstały surowiec będzie produktem bardziej pożądanym. Ponadto bez wątpienia na koszty systemu gospodarki odpadami ma także wpływ jakość prowadzonej zbiórki. Lepsza segregacja to też więcej odpadów nadających się do recyklingu, a mniej tych wymagających zagospodarowania np. przez składowanie.

1.5. Zbiórka (K. Ceglarz)

Obecnie w miejscach publicznych czy w wiatach śmietnikowych można spotkać przeróżne kolorowe kontenery na odpady. Jednak nie tak dawno, bo w latach 90. XX wieku, takie widoki nie były na porządku dziennym. W 1993 roku 10% obszaru Poznania nie miało zorganizowanego sposobu zbierania odpadów komunalnych. Na terenie województwa dolnośląskiego nawet w 2002 roku ok. 15% mieszkańców wciąż nie było objętych zbiórką, a w niektórych wiejskich gminach 70%. Co zatem wtedy działo się z odpadami? Część z nich była wyrzucana na nielegalne wysypiska (lasy, zagłębienia, przydrożne rowy), dzięki czemu na początku XXI wieku szacowano ich liczbę na ponad 10 000 na terenie całego kraju. Odpady były także spalane w kotłach lub na otwartej przestrzeni, a popiół rozsypywany np. na lokalnych drogach. Kolejnym sposobem na pozbycie się odpadów było ich płytkie zakopanie na własnej lub pobliskiej posesji, a doświadczenia Polaków z pustymi półkami w sklepach w czasach PRL-u skłaniały również do magazynowania i zatrzymywania części już niepotrzebnych przedmiotów (w myśl zasady „kiedyś się przyda”)[55].

Wtedy też w zabudowie wielorodzinnej można było spotkać duże metalowe kontenery z kilkoma otworami wrzutowymi. Jednak sposób ten okazał się nieekonomiczny, ponieważ wrzucane przez mieszkańców worki z odpadami tworzyły swego rodzaju

[55] Bogajewski T.: Gospodarka odpadami komunalnymi stałymi w Polsce na przełomie XX i XXI wieku, Polski Klub Ekologiczny Okręg Wielkopolski, Poznań 2007, s. 7-10.

„stożki", które (pomimo wolnego miejsca w kontenerze) uniemożliwiały wrzucenie następnych worków. Problem ten został częściowo rozwiązany, gdy wprowadzono „wywóz na telefon" i premiowano dozorców, którzy minimalizowali liczbę wywozów przez usuwanie „stożków" w kontenerach za pomocą łopat, mioteł czy własnych rąk[56]. Pod koniec XX wieku małymi krokami zaczęto wprowadzać selektywną zbiórkę. Jej przykłady przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 4

System selektywnej zbiórki w wybranych miastach

Miasto	Rok	Selektywna zbiórka	
		Kolor pojemnika	Frakcja
Żywiec	1992	biały	szkło białe
		zielony	szkło kolorowe
		niebieski	makulatura i szmaty
		czerwony	puszki i drobny złom
		żółty	tworzywa sztuczne
Zielona Góra	1992	biały	tworzywa sztuczne
		żółty	makulatura
		niebieski	szkło
Brzeg	1994	niebieski	makulatura
		zielony	szkło
		żółty	tworzywa sztuczne i metal
Białystok	1995	biały	makulatura
		żółty	szkło
		niebieski	puszki i od 1998 roku również tworzywa sztuczne

Źródło: Bogajewski T.: Gospodarka odpadami komunalnymi stałymi w Polsce na przełomie XX i XXI wieku, Polski Klub Ekologiczny Okręg Wielkopolski, Poznań 2007, s. 39.

Na przestrzeni lat system selektywnej zbiórki się zmieniał. Jedną z jego form była także segregacja na odpady suche i mokre. Od 1 lipca 2017 roku w całym kraju obowiązuje Wspólny System Segregacji Odpadów (WSSO), co nie oznacza, że od tego momentu w każdej gminie zostały wprowadzone zmiany. Brak początkowych efektów związany jest z obowiązującymi umowami na odbieranie i/lub zagospodarowanie odpadów. Umowy te zachowują ważność nie dłuższą niż do dnia 30 czerwca 2021 roku. Rok dłużej gminy mają czas na wymianę pojemników na te o odpowiednich kolorach. Wraz

[56] Ibidem, s. 36-37.

z dniem 31 grudnia 2017 roku upłynął czas na właściwe oznakowanie kontenerów. Jeżeli kolorowy pojemnik obniża walory estetyczne przestrzeni, w której się znajduje, może być częściowo pokryty właściwym kolorem, ale powierzchnia ta nie może być mniejsza niż 30% i musi być widoczna dla użytkownika[57].

W ramach WSSO wyróżniono 4 pojemniki na wybrane frakcje odpadów[58]:

a) niebieski pojemnik na papierowe i tekturowe opakowania, gazety itp.; do tego pojemnika nie można wrzucać chusteczek, papieru lakierowanego, tapet czy kalek;
b) zielony pojemnik na odpady szklane (z wyłączeniem szkła okularowego czy żaroodpornego, ceramiki, kryształu, zniczy z zawartością wosku, żarówek, butelek po lekach); gminy mogą wprowadzić podział na szkło bezbarwne (pojemnik biały) i kolorowe (pojemnik zielony);
c) żółty pojemnik na tworzywa sztuczne i metal, do którego można wrzucać opakowania wielomateriałowe (np. kartony po napojach), zgniecione butelki plastikowe, zakrętki, kapsle, złom, opakowania po środkach czystości i kosmetykach; w tym pojemniku nie powinny znaleźć się opakowania po lekach czy lakierach, baterie, akumulatory, zabawki, części samochodowe oraz zużyty sprzęt elektroniczny i AGD;
d) brązowy pojemnik na bioodpady takie jak resztki jedzenia pochodzenia roślinnego, warzywa, owoce, gałęzie, liście, trawy, kwiaty, trociny czy korę drzew.

W *Dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniającej dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów* można znaleźć zapis, że od 1 stycznia 2025 roku państwa członkowskie muszą ustanowić selektywną zbiórkę tekstyliów. Do tego dnia kraje te są także zobowiązane do wprowadzenia selektywnej zbiórki odpadów niebezpiecznych, tak by nie zanieczyszczały one innych strumieni odpadów komunalnych[59].

W Polsce w latach 2010-2017 najwięcej w ciągu roku odpadów zebrano od statystycznego mieszkańca województwa dolnośląskiego – 333 kg, co przewyższało średnią krajową o 60 kg. Powyżej 300 kg na mieszkańca zebrano także w województwach zachodniopomorskim (326 kg), lubuskim i śląskim (po 319 kg) oraz pomorskim (307 kg). W tych latach najmniej odpadów komunalnych zebrano w województwach podkarpackim (187 kg/M), lubelskim (175 kg/M) oraz

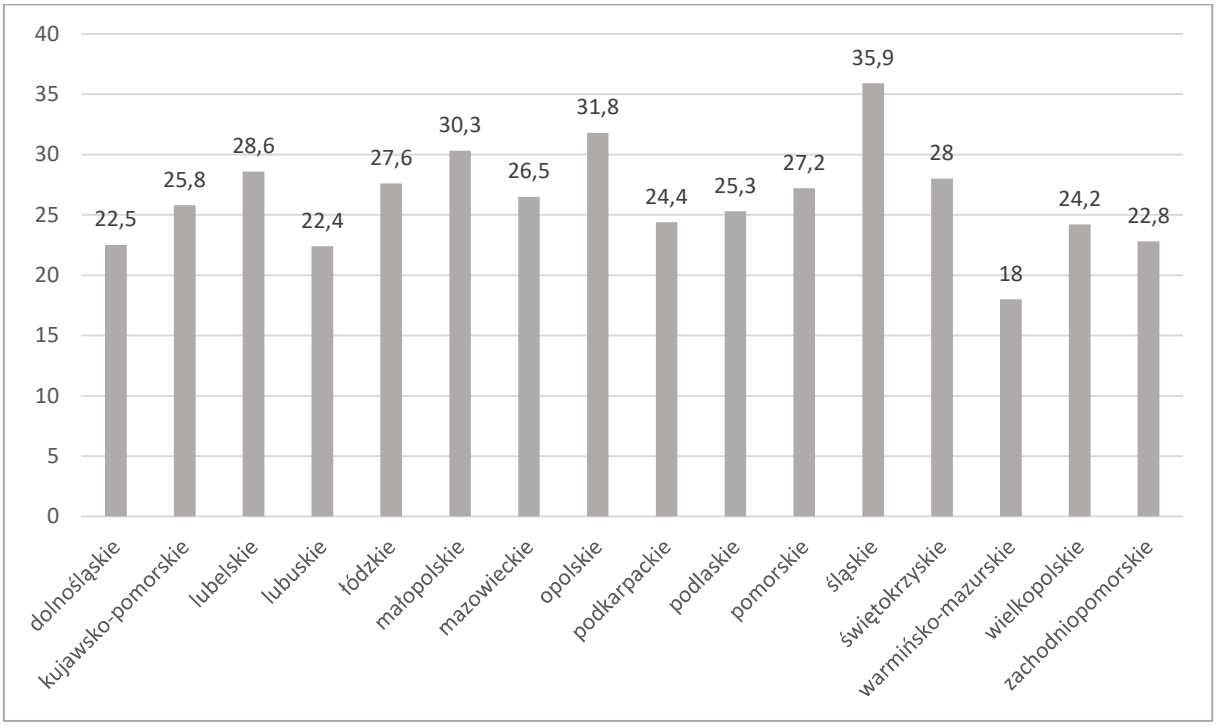
[57] www. naszesmieci.mos.gov.pl (dostęp: 15.02.2019 r.).
[58] Ibidem.
[59] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.

świętokrzyskim (160 kg/M). Z jedenastu gmin odebrano poniżej 50 kg odpadów na mieszkańca, z siedmiu ponad 1000[60].

Województwo dolnośląskie, choć wyróżniające się dużą ilością zebranych odpadów komunalnych, nie odznacza się wysokim poziomem selektywnej zbiórki, co widoczne jest na poniższym wykresie (wykres 5).

Wykres 5

Procentowy udział odpadów selektywnie zebranych wśród odpadów komunalnych z podziałem na województwa w 2017 roku



Źródło: opracowanie własne na podstawie: GUS, Ochrona środowiska 2018.

W żadnym polskim województwie odpady zebrane selektywnie nie stanowiły więcej niż 40% wszystkich zebranych odpadów komunalnych. Najwyższy poziom w 2017 roku uzyskało województwo śląskie − prawie 36%, najniższy warmińsko-mazurskie − jedynie 18%.

W zabudowie wielorodzinnej odpady zazwyczaj zbierane są do pojemników z tworzywa sztucznego umieszczonych w altanie śmietnikowej. W miastach, gdzie nie ma miejsca na ustawienie dużej liczby pojemników lub ich widok znacznie pogarszałby estetykę przestrzeni, rozwiązaniem są pojemniki podziemne (rys. 4).

[60] Główny Urząd Statystyczny, roczniki „Ochrona Środowiska" z lat 2011-2018.

Rys. 4. Podziemne pojemniki do selektywnej zbiórki, Jelenia Góra, 2019 rok
Fig. 4. Underground containers for selective collection, Jelenia Góra, 2019
Źródło: wykonanie własne K. Ceglarz.

Tego typu pojemniki można znaleźć m.in. na toruńskiej starówce czy w Jeleniej Górze. Otwierane są tylko po użyciu specjalnych kart dostępu. Taka inwestycja to poprawa estetyki miejsca oraz ograniczenie dostępu do zawartości pojemników osobom nieupoważnionym.

Mówiąc o selektywnej zbiórce odpadów komunalnych, nie można zapomnieć o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym. W tym przypadku ciekawe rozwiązanie wykorzystało miasto Opole, ustawiając kontener w postaci „ścianki" (rys. 5), do którego można wrzucić m.in.: nieużywane płyty CD, zużyte tonery, telefony, baterie, ładowarki, żarówki czy drobną elektronikę, taką jak piloty czy kalkulatory.

Rys. 5. Instalacja do wyrzucania elektroodpadów, Opole, 2020 rok
Fig. 5. Electronic waste disposal system, Opole, 2020
Źródło: wykonanie własne K. Ceglarz.

Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów do 1 stycznia 2025 roku państwa członkowskie powinny zapewnić selektywną zbiórkę odpadów niebezpiecznych powstających w gospodarstwach domowych (tj. odpady zanieczyszczone farbami, lakierami, rozpuszczalnikami, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, baterie)[61].

Tak jak wspomniano we wcześniejszym podrozdziale, w momencie gdy firma odbierająca odpady zauważy, że obowiązek segregacji nie jest przez mieszkańców prawidłowo spełniony, może zostać naliczona tzw. stawka podwyższona. W przypadku domów jednorodzinnych sprawa ta jest łatwa i prosta. Sytuacja ta komplikuje się w przypadku zabudowy wielorodzinnej, kiedy trudniej jest „namierzyć" mieszkańca nieprawidłowo segregującego. W dalszej części przedstawiono dwa rozwiązania dotyczące zabudowy wysokiej.

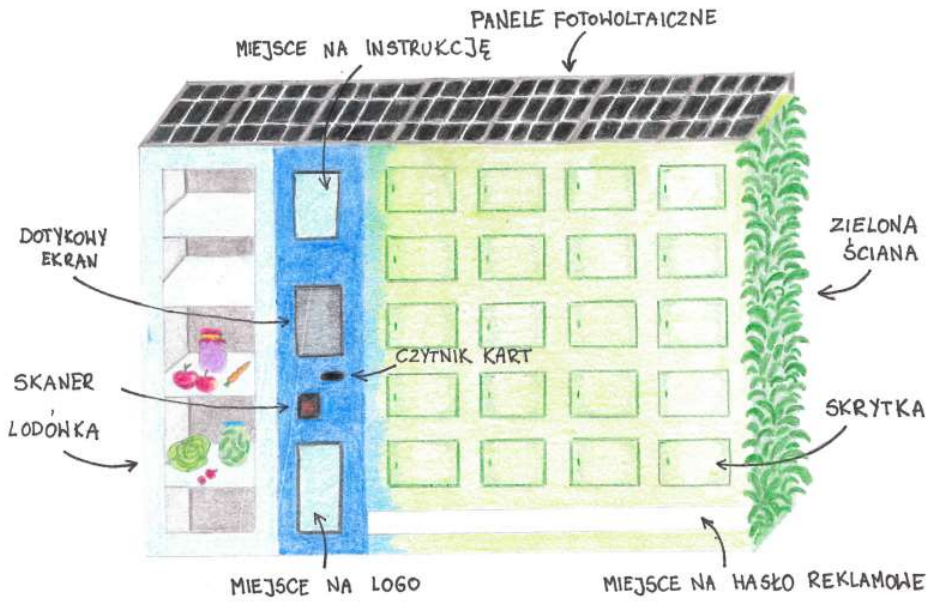
[61] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.

Jednym z pomysłów jest System Eko-AB stworzony przez p. Andrzeja Bartoszkiewicza. Rozwiązanie to zakłada stworzenie sieci ok. 30 ekodomków, do których mieszkańcy przynoszą odpady podzielone na 3 frakcje:

a) odpady organiczne (kuchenne i zielone),
b) odpady „suche" (opakowania, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, baterie, leki, itp.),
c) odpady higieniczne (np. pampersy).

Oddane przez mieszkańców odpady następnie są sortowane przez zatrudnionych na dwie zmiany pracowników. Przygotowane w ten sposób surowce sprzedawane są recyklerom, a bioodpady producentom kompostu. Reszta (według twórcy systemu ok. 20%) może zostać spalona lub unieszkodliwiona na składowisku. Obecnie system funkcjonuje w Nakle nad Notecią. Wcześniej istniał przez 11 lat na niektórych osiedlach w Płocku[62].

Drugim pomysłem, już dotyczącym stricte odpadów kuchennych, jest kompostomat (autor: Karolina Ceglarz). Koncepcja ta zakłada umieszczenie na osiedlach specjalnych urządzeń (koncepcja – rys. 6) oraz dystrybucję przeznaczonych do kompostomatu pojemników.



Rys. 6. Koncepcja kompostomatu
Fig. 6. The idea of the compostomat
Źródło: wykonanie własne K. Ceglarz.

[62] Informacje uzyskane od p. A. Bartoszkiewicza.

Zgodnie z koncepcją kompostomatu mieszkańcy zbieraliby odpady biodegradowalne do lekkich i niewielkich pojemników. W momencie ich zapełnienia skanowaliby w kompostomacie unikatowy kod znajdujący się na pojemniku oraz wczytywaliby swoje indywidualne karty „Eko-Mieszkańca". Po wykonaniu tych prostych czynności otwierałaby się skrytka, w której na mieszkańca czekałby kolejny pusty pojemnik. Dzięki kodom i kartom rozwiązany byłby problem anonimowości wyrzucających odpady z zabudowy wysokiej. W ramach motywacji mieszkańcy za dobrze posortowane odpady otrzymywaliby punkty, które mogliby wymienić na bony czy zniżki do współpracujących przedsiębiorstw czy gadżety pozwalające na życie w stylu „less waste".

Efektywna zbiórka odpadów jest kluczem do osiągnięcia wysokich poziomów recyklingu. Jak pokazują przykłady europejskich państw, takich jak Dania, Holandia czy Niemcy, wysoki poziom recyklingu odpadów opakowaniowych możliwy jest przy wprowadzeniu tzw. systemu kaucyjnego. Ministerstwo Środowiska zleciło firmie Deloitte wykonanie analizy możliwości wdrożenia tego systemu. Na chwilę obecną w Polsce nie istnieje system kaucyjny, a poziom selektywnej zbiórki pozostawia wiele do życzenia, co widoczne jest na poniższym zdjęciu przedstawiającym zawartość pojemnika na odpady biodegradowalne.

Rys. 7. Zawartość kontenera na odpady biodegradowalne, Pyskowice, 2017 rok
Fig. 7. Content of the container for the biodegradable waste, Pyskowice, 2017
Źródło: wykonanie własne K. Ceglarz.

Ze względu na zbiórkę odpadów komunalnych ciekawym przykładem jest małe japońskie miasto Kamikatsu. Jeszcze do 2003 roku większość odpadów była tam termicznie przekształcana w dwóch spalarniach. Całkowicie zmieniono system gospodarki odpadami, gdy konieczna stała się modernizacja instalacji (ze względu na kwestie środowiskowe). Wtedy też postanowiono zamknąć spalarnie i skupić się na recyklingu odpadów. Początkowo mieszkańcy zaczęli selektywnie zbierać odpady biodegradowalne, a pozostałą część po oczyszczeniu i pogrupowaniu na 34 frakcje (aktualnie 45) zanosili do centrum recyklingu. Każdy kontener został oznaczony naklejką, na której − poza nazwą frakcji − widnieje również informacja, gdzie odpad zostanie przekazany, co się z nim stanie oraz o kwestiach finansowych z tym związanych (zarówno koszty, jak i korzyści). W Kamikatsu istnieje również sklep z przedmiotami używanymi, w którym mieszkańcy za darmo mogą wymieniać przyniesione ze sobą rzeczy (w celach statystycznych konieczne jest zważenie tych oddanych oraz zabranych). Dzięki temu 80% przedmiotów używanych jest ponownie. Otwarto także centrum rzemiosła, gdzie zużyte przedmioty zostają naprawiane lub przetwarzane (z materiałów szyte są np. stroje czy maskotki). Obecnie ok. 80% odpadów poddawanych jest recyklingowi, miasto dąży do osiągnięcia poziomu 100% do 2020 roku[63].

W niektórych krajach, np. w Czechach, dodatkowo selektywnie zbierane są opakowania wielomateriałowe typu tetra pak. Przykładowy pojemnik widoczny jest na poniższym zdjęciu.

[63] Bień J.: Gospodarka odpadami − jak to się robi w Japonii, Energia Recykling Gospodarka Obiegu Zamkniętego, 5(5)/2018, s. 30-33.

Rys. 8. Kontener na kartony po napojach, Praga, 2019 r.
Fig. 8. Container for the beverages packaging, Prague, 2019 r.
Źródło: wykonanie własne K. Ceglarz.

Podsumowanie

Zbiórka odpadów jest jednym z pierwszych i jednym z ważniejszych etapów ich zagospodarowania, albowiem to od niej (w dużej mierze) zależy jakość ich późniejszego przetworzenia. Im lepiej zostanie ona przeprowadzona, tym szybciej i efektywniej odpady zostaną zagospodarowane.

Jednymi z czynników mających wpływ na jakość zbiórki są rozmieszczenie oraz stan pojemników na odpady. Brudne i rzadko opróżniane kontenery oraz duża odległość do nich negatywnie wpłyną na motywację do selektywnej zbiórki. Systemem zbiórki, który najbardziej sprawdził się w Europie, jest system „od drzwi do drzwi", czyli taki, w którym pojemniki na odpady są rozlokowane w bezpośredniej bliskości mieszkańców. Bardzo ważnym aspektem jest edukacja mieszkańców. Poprawna segregacja odpadów to wciąż dla Polaków spore wyzwanie. Związane jest to przede wszystkim z tym, że całkiem niedawno, bo dopiero w połowie 2017 roku, wprowadzono Jednolity System Segregacji Odpadów. Wcześniej w wielu gminach dostępne były jedynie pojemniki na odpady zmieszane lub też występował inny podział, np. na frakcję suchą i mokrą. Niewątpliwą pomocą w poprawnym segregowaniu mogłyby być

odpowiednie informacje umieszczane na nabywanych produktach, które w jasny sposób komunikowałyby, w którym pojemniku należy umieścić odpad.
Na chwilę obecną w całej Polsce prowadzona jest zbiórka odpadów komunalnych z podziałem na 5 frakcji: tworzywa sztuczne i metal, papier, szkło, odpady biodegradowalne oraz zmieszane. Im bardziej zbiórka jest uszczegółowiona, tym łatwiejsze jest osiągnięcie wysokich poziomów recyklingu. Jednakże należy zwrócić uwagę na wyższe koszty zbiórki i transportu. Selektywna zbiórka w połączeniu z nowoczesnymi sortowniami przeznaczonymi dla tych odpadów oraz odpowiednia przepustowość recyklerów i opłacalność systemu ostatecznie decydują o wysokości osiąganych poziomów recyklingu.
Zmiany w sposobie zbiórki powinny być wprowadzane etapowo, gdyż nagła i duża reorganizacja może wprowadzić niepotrzebny chaos, zamęt oraz w późniejszej fazie − zniechęcenie.
W kontekście gospodarki o obiegu zamkniętym promowane jest nazywanie odpadów zmieszanych odpadami resztkowymi, co sugeruje, że do czarnego kontenera powinny trafić jedynie pozostałości po wstępnym sortowaniu u źródła (w gospodarstwie domowym). Nazwa „odpady zmieszane" na pojemniku niejako sugeruje możliwość umieszczenia w nim odpadów każdej frakcji.

1.6. Transport (W. Hryb)

Transport odpadów komunalnych jest istotnym elementem systemu gospodarki odpadami, chociażby ze względu na koszty z nim związane. Przyjmuje się, że stanowi on ok. 60-80% całkowitych kosztów zagospodarowania odpadów, dlatego też warto optymalizować ten proces, aby zmniejszyć wydatki na działanie całego systemu zagospodarowania odpadów[64].
Jego oddziaływanie na środowisko to przede wszystkim emisja spalin oraz hałas. Dlatego bardzo istotna jest zarówno odpowiednia organizacja, jak i logistyka transportu odpadów.
W polskim prawodawstwie dokumentem dotyczącym transportu odpadów komunalnych jest m.in. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 7 października

[64] Bilitewski B.: Sprawdzone metody gospodarowania odpadami komunalnymi. Zbiór informacji i założenia dla zrównoważonej gospodarki odpadami komunalnymi wraz z odpowiednimi instalacjami i technologiami. Stowarzyszenie Technologii Ekologicznych SILESIA, Opole 2010.

2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla transportu odpadów (Dz.U. 2016 poz. 1742). Rozporządzenie to weszło w życie z dniem 24 stycznia 2018 roku.

Zgodnie z Rozporządzeniem pojazd, którym transportowane są odpady, musi zostać odpowiednio oznakowany przez umieszczenie tablicy z napisem „ODPADY" w widocznym miejscu z przodu samochodu. Dokładne wymogi, czyli wymiary tablicy oraz wysokość liter, określone są w wyżej wspomnianym Rozporządzeniu. Pojazdy przeznaczone do transgranicznego transportu mają tabliczkę, na której umieszczona jest litera „A"[65].

Transport odpadów komunalnych często wzbudza wiele kontrowersji, przede wszystkim ze względu na krążącą wśród społeczeństwa opinię o tym, że zbierane selektywnie odpady trafiają do jednej śmieciarki i są ze sobą mieszane. Pogłoska ta wpływa bardzo negatywnie na poziom motywacji mieszkańców do selektywnej zbiórki i niestety w niektórych przypadkach jest ona prawdziwa.

Oczywiście nie dotyczy to sytuacji, kiedy odpady komunalne selektywnie zbierane trafiają do jednej śmieciarki z oddzielnymi komorami dla każdej frakcji z osobna.

Należy mieć także świadomość, że zgodnie z art. 9 Ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminie gminna jednostka organizacyjna, która miesza odpady zmieszane wraz z tymi zebranymi selektywnie i miesza ze sobą różne rodzaje odpadów selektywnie zebranych, może spodziewać się kary finansowej od 10 000 do 50 000 zł[66].

Ponadto, jeżeli przedsiębiorstwo odbierające odpady nie spełnia wszelkich wymogów lub też co najmniej dwa razy przekazało odpady komunalne w inne miejsce niż instalacje komunalne (z wyjątkami dotyczącymi stacji przeładunkowych oraz spalarni odpadów), otrzyma, decyzją wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska, zakaz odbierania odpadów komunalnych na okres 3 lat[67].

W artykule dr. inż. Mateusza Malinowskiego „Analiza kosztów transportu odpadów komunalnych gromadzonych selektywnie" przedstawiono dokładną analizę struktury kosztów transportu odpadów komunalnych zbieranych selektywnie, odbieranych z terenu miasta Krakowa oraz 13 gmin podmiejskich. Analiza obejmowała 4 pojazdy odbierające selektywnie zbierane odpady w systemie workowym[68].

Strukturę kosztów zbierania i transportu odpadów segregowanych przedstawiono na wykresie 6.

---

[65] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 7 października 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla transportu odpadów (Dz.U. 2016 poz. 1742).

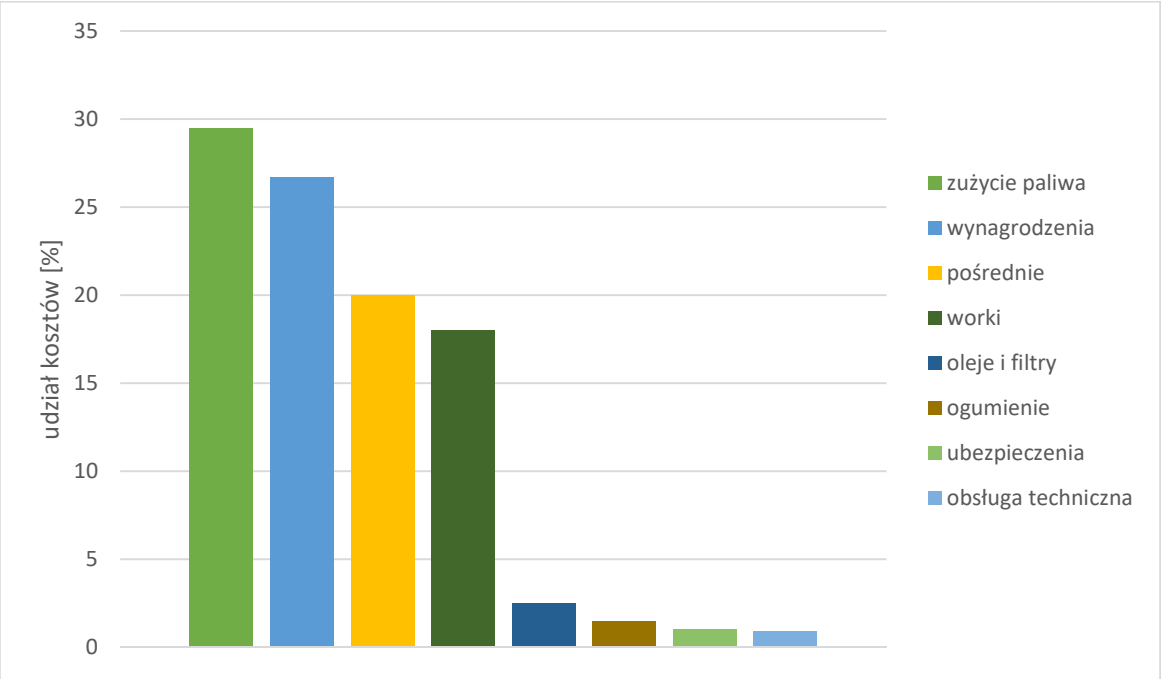
[66] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622).

[67] Ibidem.

[68] Malinowski M.: Analiza kosztów transportu odpadów komunalnych gromadzonych selektywnie, Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich Nr III/2/2016, PAN, Oddział w Krakowie, s. 1039-1050.

Wykres 6

Struktura kosztów zbierania i transportu odpadów segregowanych – ogółem



Źródło: Malinowski M.: Analiza kosztów transportu odpadów komunalnych gromadzonych selektywnie, Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich Nr III/2/2016, PAN, Oddział w Krakowie, s. 1039-1050.

Dominują w nich koszty: zużycia paliwa, wynagrodzenia, pośrednie (zysk przedsiębiorstwa) oraz zakupu worków.

Koszt transportu 1 Mg odpadów gromadzonych selektywnie wynosi średnio 243,3 zł/Mg, a średnie zużycie paliwa to 13,2 dm^3/Mg segregowanych odpadów. Koszt transportu 1 Mg zmieszanych odpadów komunalnych jest niższy i wynosi średnio 183,3 zł/Mg, a średnie zużycie paliwa (ON) to 12,1 dm^3/Mg zmieszanych odpadów komunalnych[69].

Odbierane odpady od mieszkańców transportowane są do sortowni odpadów lub innych instalacji, np. spalarni. Czasami odległość od miejsca ich wytworzenia do miejsca ich odzysku czy unieszkodliwiania jest na tyle duża, że należy rozważyć zasadność powstania inwestycji, jaką jest stacja przeładunkowa, ponieważ transport odpadów za pomocą dużej liczby pojazdów o niewielkiej ładowności na dalekie odległości i przy zbyt licznej załodze często jest nieekonomiczny.

Nowoczesne stacje przeładunkowe w warunkach polskich powinny być wprowadzane szczególnie w tych rejonach, gdzie będą powstawały zakłady termicznego przekształcania odpadów. Do zakładów tych mogą trafiać odpady z obszarów oddalonych czasami o dziesiątki, a nawet setki kilometrów. Podstawą wyboru opcji

[69] Ibidem.

wariantu transportu dwustopniowego ze stacją przeładunkową powinien być zawsze rachunek ekonomiczny. Ważna jest lokalizacja tego typu inwestycji, gdyż ma decydujący wpływ na powodzenie przedsięwzięcia, jak również należy uwzględnić wymagania ochrony środowiska.

Stacje przeładunkowe powstały w Polsce w wielu miejscach, np. Toruniu, Rawiczu, Nakle nad Notecią czy Pasłęku, a ich funkcjonowanie jest zgodne z ideą gospodarki o obiegu zamkniętym gdyż przyczyniają się one do mniejszej emisji spalin związanej z transportem odpadów. Przekłada się to na obniżenie kosztów transportu odpadów i zmniejszenie ruchu śmieciarek na drogach.

Stacja przeładunkowa powinna być zlokalizowana w pobliżu obsługiwanego rejonu i przy drodze prowadzącej do docelowego zakładu odzysku lub unieszkodliwiania odpadów, czyli mieć dobre powiązanie z układem komunikacyjnym. Zakłady tego typu często lokalizowane są przy bazach transportowych zakładów komunalnych. Istotne jest, aby stacja przeładunkowa oddalona była od zabudowań mieszkalnych, gdyż jej funkcjonowanie wiąże się z uciążliwościami takimi jak emisja substancji odoroczynnych, pyłów czy hałas. Wraz z pyłami mogą być przenoszone szkodliwe bakterie czy grzyby. Z tego powodu, aby zminimalizować negatywne oddziaływanie tego typu inwestycji na środowisko, stanowiska przeładunkowe powinny być umiejscowione w hali, gdzie panuje lekkie podciśnienie, a powietrze odprowadzane na zewnątrz powinno być oczyszczane[70].

Optymalizacja całkowitych kosztów systemu gospodarowania odpadami musi uwzględniać działania zmierzające w kierunku zmniejszenia kosztów transportu odpadów. Przy dużych odległościach, występujących dla rozległych aglomeracji, zasadne staje się stosowanie innych form zbierania i wywożenia odpadów, ze zwróceniem szczególnej uwagi na funkcję transportową systemu. W takim przypadku najbardziej zalecanym rozwiązaniem wynikającym z przesłanek ekonomicznych jest rozdzielenie funkcji zbierania odpadów od funkcji ich wywożenia i zastosowanie różnych pojazdów dla tych rozdzielonych funkcji[71]. System transportu odpadów, który spełnia powyżej wymienione kryteria, to tzw. transport dwustopniowy, gdzie dla drugiego stopnia transportu odpadów używa się pojazdów o znacznie większej ładowności.

[70] Hryb W.: Stacje przeładunkowe. Wyd. ABRYS Sp. z o.o., Recykling 12(144) 2012, Poznań, s. 24-25.

[71] Zespół autorów pod red. Krzysztofa Skalmowskiego: „Poradnik gospodarowania odpadami". Wyd. Verlag, Dashöfer 1998.

Przewóz odpadów transportem dwustopniowym stosowany w wielu krajach ma następujące zalety[72]:

- lepsze wykorzystanie czasu pracy pojazdów zbierających odpady z miejsc nagromadzenia,
- zmniejszenie liczby pojazdów zbierających odpady dla danego rejonu obsługi,
- bardziej efektywne wykorzystanie załóg pojazdów zbierających,
- zmniejszenie natężenia ruchu na trasach wywozowych,
- zmniejszenie liczby pojazdów dostarczających odpady do zakładu unieszkodliwiania.

Przewóz odpadów, zwłaszcza w drugim stopniu transportu, może być dokonywany transportem drogowym (samochody), kolejowym (wagony) lub wodnym (barki).

W systemie przeładunkowym dla funkcji wywozowej (pojazdy transportujące drugiego stopnia) można zastosować pojazdy o pojemności masowej przekraczającej 5-10-krotnie pojemność wywozową pojazdów zbierających – śmieciarek (pojazdy transportujące pierwszego stopnia).

W stacjach przeładunkowych odpady są ładowane do kontenerów wymiennych o dużej pojemności lub na pojazdy kontenerowe z zamontowanymi na stałe specjalnymi nadbudowami (skrzyniami ładunkowymi). Zagęszczanie odpadów może odbywać się przed załadunkiem lub w pojeździe za pomocą własnych urządzeń zagęszczających. Samochody transportujące w drugim stopniu mają najczęściej skrzynie ładunkowe o pojemności w zakresie 30-80 m^3.

Z uwagi na sposób przeładunku rozróżnia się następujące typy stacji przeładunkowych[73]:

- stacje przeładunkowe z obróbką odpadów,
- stacje przeładunkowe bez zagęszczania,
- stacje przeładunkowe z zagęszczaniem wewnętrznym,
- stacje przeładunkowe z zagęszczaniem stacjonarnym.

Stacje przeładunkowe z obróbką odpadów charakteryzuje to, że przed przeładunkiem odpady są np. sortowane, dzięki czemu pozyskuje się surowce wtórne do recyklingu, a pozostałość po segregacji może być przetwarzana np. w paliwo alternatywne dla cementowni lub kierowana w drugim stopniu transportu do zakładu termicznego przekształcania odpadów. Wcześniejsze wydzielenie surowców wtórnych ze zmieszanych odpadów komunalnych w stacji przeładunkowej wyposażonej w nowoczesną sortownię pozwoli, zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami,

[72] Ibidem.
[73] Ibidem.

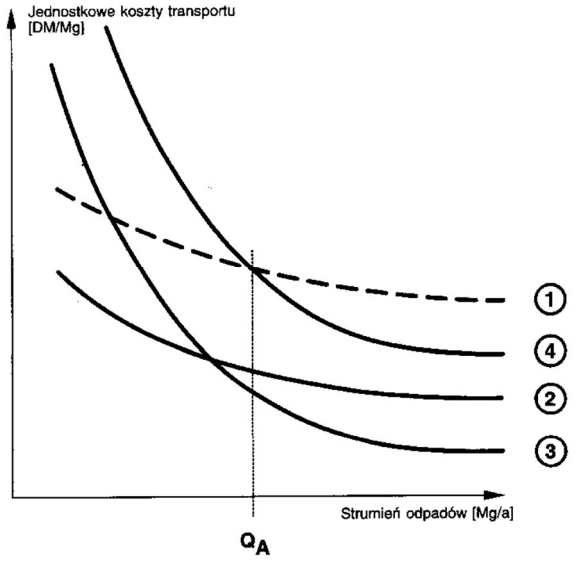
na realizację w pierwszej kolejności recyklingu odpadów, a to przełoży się na osiągnięcie obowiązkowych poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych.

Połączenie funkcji stacji przeładunkowych z kompleksowymi zakładami zagospodarowania odpadów obejmującymi sortownie z opcją wytwarzania paliw alternatywnych i biologicznym przetwarzaniem frakcji biodegradowalnej może zoptymalizować transport odpadów i zwiększyć efektywność całego systemu gospodarki odpadami[74].

Przy stacjach przeładunkowych bez zagęszczania odpadów przeładunek odpadów na większe samochody transportowe odbywa się najczęściej bezpośrednio – grawitacyjnie. System przesypowy przeładunku stosowany jest głównie dla małych aglomeracji miejskich oraz terenów wiejskich ze względu na niskie nakłady inwestycyjne[75].

Stosowne są także stacje przeładunkowe z zagęszczaniem wewnętrznym, gdzie odpady przeładowywane są do dużych kontenerów wyposażonych w systemy zagęszczające – prasy. Możliwe jest również belowanie odpadów w stacji przeładunkowej, a utworzone bele trafiają na platformy pojazdu drugiego stopnia[76].

W podręczniku gospodarki odpadami autorstwa B. Bitlewskiego, G. Hardtlego i K. Marka przedstawiona została współzależność pomiędzy jednostkowymi kosztami transportu a ilością odpadów, co widoczne jest na rys. 9.



Rys. 9. Porównanie jednostkowych kosztów transportu odpadów dla transportu bezpośredniego i przez stacje przeładunkowe w zależności od ilości odpadów

Fig. 9. Comparison of single costs of waste transport for direct transport and loading stations depending on the amount of waste

Źrodło: Bilitewski B., Hardtle G., Marek K.: Podręcznik gospodarki odpadami, Wyd. Seidel – Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2003.

[74] Hryb W.: Stacje przeładunkowe..., op.cit.
[75] Ibidem.
[76] Ibidem.

Wraz z rosnącą ilością odpadów spadają koszty transportu bezpośredniego do obiektu utylizacji (unieszkodliwiania), realizowanego za pomocą śmieciarek samochodowych – krzywa 1. Analogiczna sytuacja dotyczy transportu za pomocą pojazdów o dużej ładowności. Jednak relatywnie rzecz biorąc, koszty te są znacznie niższe – krzywa 2. Przez dodanie jednostkowych kosztów eksploatacyjnych planowanej stacji przeładunkowej – krzywa 3 − do wyznaczonych kosztów powstałych w wyniku transportu pojazdami o dużej ładowności powstaje krzywa 4, która przecina się z krzywą 1. Z przecięcia tych krzywych otrzymuje się strumień odpadów QA wyznaczający granicę opłacalności eksploatacji stacji przeładunkowej[77].

Podsumowanie

Transport odpadów komunalnych stanowi istotny wydatek w systemie gospodarki odpadami, wpływając jednocześnie na ślad środowiskowy. Liczba użytych śmieciarek, a tym samym koszty transportu i jego oddziaływanie na środowisko zależne są np. od liczby odbieranych frakcji odpadów, czyli od sposobu prowadzonej selektywnej zbiórki odpadów.

Właściwa logistyka transportu odpadów, obejmująca np. dzielone śmieciarki dla różnych frakcji odpadów zbieranych selektywnie czy powstawanie stacji przeładunkowych, nie tylko obniża koszty funkcjonowania systemu gospodarki odpadami, lecz także wpisuje się w realizację gospodarki o obiegu zamkniętym, gdyż zmniejsza negatywny wpływ na środowisko.

Szansą na wprowadzenie transportu odpadów przyjaznego środowisku, a tym samym zgodnego z GOZ jest produkcja biometanu z biogazu wytwarzanego w instalacjach produkujących go w wyniku fermentacji beztlenowej odpadów organicznych pochodzących z odpadów komunalnych i wykorzystanie go jako paliwa dla śmieciarek.

[77] Bilitewski B., Hardtle G., Marek K.: Podręcznik gospodarki odpadami, Wyd. Seidel – Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2003.

1.7. Ewaluacja zakładów mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych w kierunku GOZ i centrów recyklingu (W. Hryb)

Kluczową rolę w drodze do wysokich poziomów recyklingu odpadów komunalnych w Polsce odgrywają i odgrywać będą zakłady mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych. To do nich trafiają odpady komunalne zarówno te zebrane selektywnie, jak i zmieszane.

W ramach części mechanicznej zakładów MBP funkcjonują bardzo często nowoczesne sortownie, a w ramach części biologicznej – kompostownie czy instalacje beztlenowej fermentacji.

Przez mechaniczne przetwarzanie odpadów komunalnych należy rozumieć procesy mające na celu ich przygotowanie do odzysku w tym recyklingu, odzysku energii, termicznego przekształcania lub unieszkodliwiania przez składowanie.

Mechaniczne przetwarzanie odpadów komunalnych zmieszanych (resztkowych) realizowane jest w celu wydzielenia z nich[78]:

- frakcji organicznej przeznaczonej do biologicznego przetwarzania odpadów (należy uwzględnić także doczyszczanie tej frakcji przed biologicznym przetwarzaniem, co jest szczególnie istotne przy fermentacji beztlenowej),
- surowców wtórnych do recyklingu,
- wybranych frakcji palnych, które po rozdrobnieniu stanowić będą paliwo alternatywne dla cementowni czy elektrociepłowni lub frakcji pre-RDF (RDF, ang. refused derived fuel), czyli nierozdrobnionej frakcji palnej odpadów, z której można również wytworzyć paliwo alternatywne,
- opcjonalnie w sezonie grzewczym frakcji podsitowej o granulacji 0-20 mm – szczególnie tam, gdzie trafiają odpady komunalne zmieszane pochodzące z dzielnic, w których do ogrzewania gospodarstw domowych stosowane są kotły na węgiel kamienny.

Mechaniczne przetwarzanie odpadów komunalnych zmieszanych (resztkowych) nierozerwalnie łączy się z ich biologicznym przetwarzaniem, ponieważ zawierają one ok. 30% odpadów organicznych, w tym głównie odpadów kuchennych, których ilość kierowaną na składowisko należy ograniczać. Dlatego dopóki nie stworzy się w Polsce efektywnego systemu selektywnej zbiórki odpadów kuchennych, dopóty w zakładach przetwarzania odpadów komunalnych zmieszanych (resztkowych) realizowany będzie

[78] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka odpadami komunalnymi. Szanse, wyzwania i zagrożenia, Wyd. Texter, Warszawa 2017.

zintegrowany proces mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych. Stąd zakłady te nazywa się zakładami mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych (MBP). Stacje segregacji odpadów, określane często jako sortownie, stanowią nieodzowny element części mechanicznej zakładów MBP. Część odpadów komunalnych selektywnie zebranych jest również sortowana w tych zakładach[79].

Pracownicy zakładów mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów, a szczególnie ci pracujący w kabinach wstępnych sortowniczych, w których przetwarzane są odpady komunalne zmieszane, są szczególnie narażeni na zagrożenia – bioaerozolami − nie tylko wirusami, lecz także grzybami czy bakteriami, co wykazano w pracy[80, 81].

W tabeli 5 przedstawiono sposób zagospodarowania odpadów komunalnych w Polsce w latach 2010-2018. W tym okresie poziom recyklingu materiałowego blisko się podwoił, a ponadpięciokrotnie wzrósł poziom recyklingu organicznego. Ten wzrost nie byłby możliwy bez selektywnej zbiórki odpadów oraz sortowni, kompostowni czy zakładów fermentacji beztlenowej odpadów organicznych funkcjonujących w ramach zakładów MBP.

Tabela 5

Przetwarzanie odpadów komunalnych – procesy odzysku i unieszkodliwiania w latach 2010-2018

Przetwarzanie odpadów komunalnych					
Wyszczególnienie	**2010**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Odpady komunalne skierowane do procesów odzysku (tys. ton)	1965	4845	6172	6771	7103
z tego do:					
recyklingu materiałowego	1783	2867	3243	3199	3269
recyklingu organicznego (kompostowania lub fermentacji)	181	661	814	848	1012
przetwarzania termicznego z odzyskiem energii	-	1318	2114	2724	2822

[79] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka odpadami komunalnymi. Szanse, wyzwania i zagrożenia, Wyd. Texter, Warszawa 2017.

[80] Brągoszewska E., Biedroń I., Hryb W.: Microbiological air quality and drug resistance in airborne bacteria isolated from a waste sorting plant located in Poland − a case study. Microorganisms 2020, vol. 8, iss. 2, art. no. 202, p. 1-11.

[81] Brągoszewska E., Biedroń I., Hryb W.: Air quality and potential health risk impacts of exposure to bacterial aerosol in a waste sorting plant located in the mountain region of Southern Poland, around which there are numerous rural areas. Atmosphere 2019, vol. 10, iss. 7, art. no. 360, p. 1-11.

cd. tabeli 5

Odpady komunalne skierowane do procesów unieszkodliwiania (tys. ton)	8076	6018	5483	5198	5382
z tego do:					
składowania	8037	5897	5331	5000	5191
przetwarzania termicznego bez odzysku energii	39	121	152	198	191

Źródło: GUS – Infrastruktura Komunalna w 2019 roku.

Osiągnięte w Polsce poziomy odzysku i recyklingu odpadów nie byłyby możliwe, gdyby nie budowa nowoczesnych sortowni (stacji segregacji odpadów), z których pozyskiwane są surowce wtórne do recyklingu, a często także z pozostałości po wydzieleniu surowców wydzielane są jeszcze frakcje palne do wytworzenia paliwa alternatywnego.

W przypadku przekazywania zmieszanych odpadów komunalnych z pominięciem sortowni do zakładu termicznego przekształcania odpadów – „spalarni" – nie jest realizowana gospodarka odpadami zgodnie z hierarchią postępowania z odpadami oraz ideą gospodarki o obiegu zamkniętym (ang. circular economy), ponieważ w pierwszej kolejności należy wydzielić z odpadów surowce wtórne do recyklingu, a dopiero potem pozostałość po procesie skierować do zakładu termicznego przekształcania, czyli do spalarni. Jest to szczególnie istotne, ponieważ w polskich odpadach komunalnych zmieszanych jest jeszcze duży udział frakcji nadających się do recyklingu. Wraz z rozwojem selektywnej zbiórki odpadów i większym zaangażowaniem społeczeństwa w realizację selektywnej zbiórki ten potencjał będzie spadał aż do momentu, kiedy sortowanie odpadów zmieszanych będzie nieopłacalne.

Czasami można usłyszeć opinie, że sortowanie odpadów zmieszanych nie ma sensu, bo wydzielane tam surowce nie nadają się do recyklingu ze względu na zabrudzenie – nie jest to prawda, bo gdyby tak było, sortownie nie wydzielałyby z nich surowców wtórnych. Jeżeli np. karton jest zabrudzony i zawilgocony, to po prostu nie jest wydzielany z odpadów. Ceny, jakie uzyskuje się za surowce wtórne wydzielone z odpadów komunalnych zbieranych selektywnie i z odpadów komunalnych zmieszanych, przestawiono w tabeli 6.

W 2019 i 2020 roku pogłębił się problem ze zbytem wybranych surowców wtórnych, a szczególnie dotyczy to folii, papieru, tektury. Wiąże się to z zamknięciem rynku chińskiego na surowce wtórne i większym strumieniem czystszych surowców wydzielanych w sortowni z odpadów pochodzących z selektywnej zbiórki. W związku

z nadpodażą surowców wtórnych na rynku recyklerzy płacą za niektóre z nich znacznie mniej, a nawet koniecznie jest dopłacenie za odbiór surowca[82].

W poniższej tabeli przedstawiono ceny sprzedaży surowców wtórnych na przestrzeni lat. W uwagach uwzględniono pochodzenie odpadów mające wpływ na ich czystość: OKZ – Odpady Komunalne Zmieszane, OKSZ – Odpady Komunalne Selektywnie Zbierane. Ujemne ceny oznaczają, że aby dany surowiec wtórny został odebrany przez recyklera, należy jeszcze do niego dopłacić, czyli stanowi to dodatkowy koszt dla prowadzącego instalację.

Tabela 6

Ceny sprzedaży surowców wtórnych do recyklingu i paliw alternatywnych w 2015, 2019 i 2020 roku (ceny uśrednione – na podstawie danych przekazanych z 3 sortowni)

Surowce wtórne	**Cena sprzedaży**			**Uwagi**
	rok 2015 [zł/Mg]	rok 2019 [zł/Mg]	rok 2020 [zł/Mg]	
PET transparentny	1700	1820	1750	OKZ i OKSZ
PET niebieski	1200	920	1250	OKZ i OKSZ
PET zielony	1100	900	1150	OKZ i OKSZ
PET MIX	650	-	-	OKZ i OKSZ
PP	700	700	700	głównie opakowania po chemii gospodarczej, dotyczy OKZ i OKSZ
PE-HD	1300	1540	450	głównie opakowania po chemii gospodarczej, dotyczy OKZ i OKSZ
Folia PE mix kolorów	150	-150	-100	głównie reklamówki – brudne pochodzące z OKZ
Folia PE mix kolorów	250	50	50	czysta różnokolorowa folia OKSZ
Folia transparentna	750	-100	-100	folia bezbarwna pochodząca z OKZ
Transparentna folia (czysta PE-LD)	1150	700	700	czysta folia OKSZ

[82] Na podstawie informacji zebranych z wybranych instalacji komunalnych w Polsce, obejmujących sortownie odpadów.

cd. tabeli 6

PS	750	40	40	głównie kubki po jogurtach, OKZ i OKSZ
Papier gazetowy	330	280	40	OKSZ
Papier gazetowy	330	10	-190	OKZ
Karton	390	280	30	OKSZ
Karton	380	280	30	OKZ
Szkło białe	130	145	-	OKSZ
Szkło białe	105	145	-	OKZ
Szkło kolor	50	65	-	OKZ i OKSZ
Szkło mix	-	-	80	OKZ i OKSZ
Metale żelazne	300	500	350	czyste
Metale żelazne	250	300	300	zanieczyszczone
Metale nieżelazne	4100	3900	3700	czyste
Metale nieżelazne	3900	3000	2600	zanieczyszczone
Tetra pak	150	140	30	OKSZ
Tetra pak	130	140	30	OKZ
tzw. tworzywa twarde	-	-	300	
Paliwo alternatywne spełniające wymagania cementowni	40-55	-250	-300	na cenę wpływ ma przede wszystkim kaloryczność paliwa, lepszej jakości paliwo trafia w cementowni do palnika głównego, gorszej do kalcynatora
Frakcja pre-RDF	-	-350	-350	

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych udostępnionych z sortowni.

Reasumując dane z tabeli 6, można sformułować następujące wnioski.

Czystość surowców wtórnych, a więc to, czy pochodzą z selektywnej zbiórki, czy z odpadów komunalnych zmieszanych, ma szczególne znaczenie i przekłada się na cenę surowca głównie w przypadku takich frakcji jak folia i papier gazetowy.

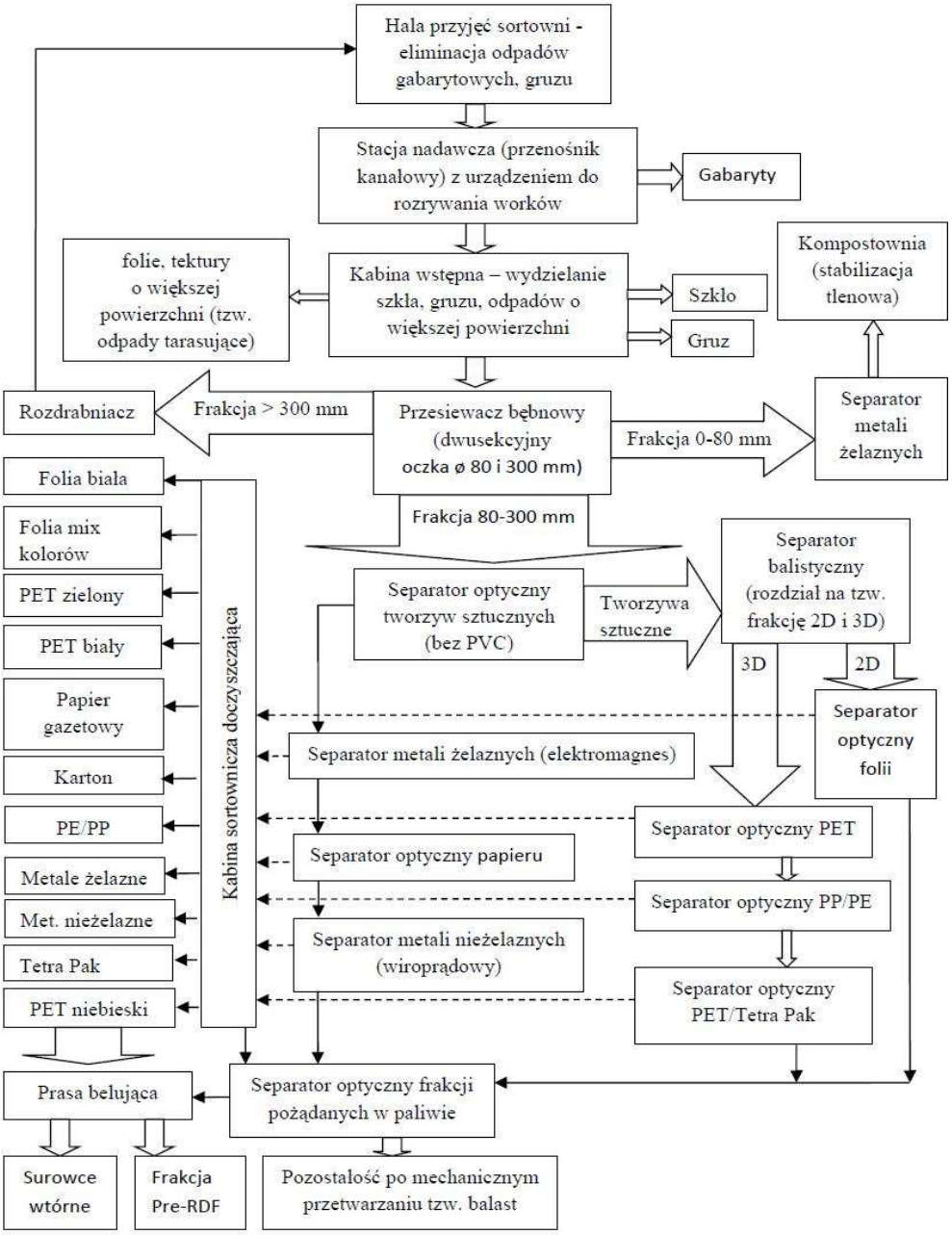
Jeżeli chodzi o ceny za surowce wtórne w 2020 roku, to drastyczny spadek dotyczy takich frakcji jak: opakowania PE-HD, folia (szczególnie ta wydzielona z odpadów komunalnych zmieszanych), papier gazetowy (szczególnie ten wydzielany z odpadów komunalnych zmieszanych), karton, Tetra pak.

W 2020 roku sortownie musiały dopłacać recyklerom za odbiór folii i papieru gazetowego pochodzących z odpadów komunalnych zmieszanych, a więc charakteryzujących się gorszą jakością (czystością) niż ten sam surowiec pozyskany z selektywnej zbiórki. Powodem tego jest:

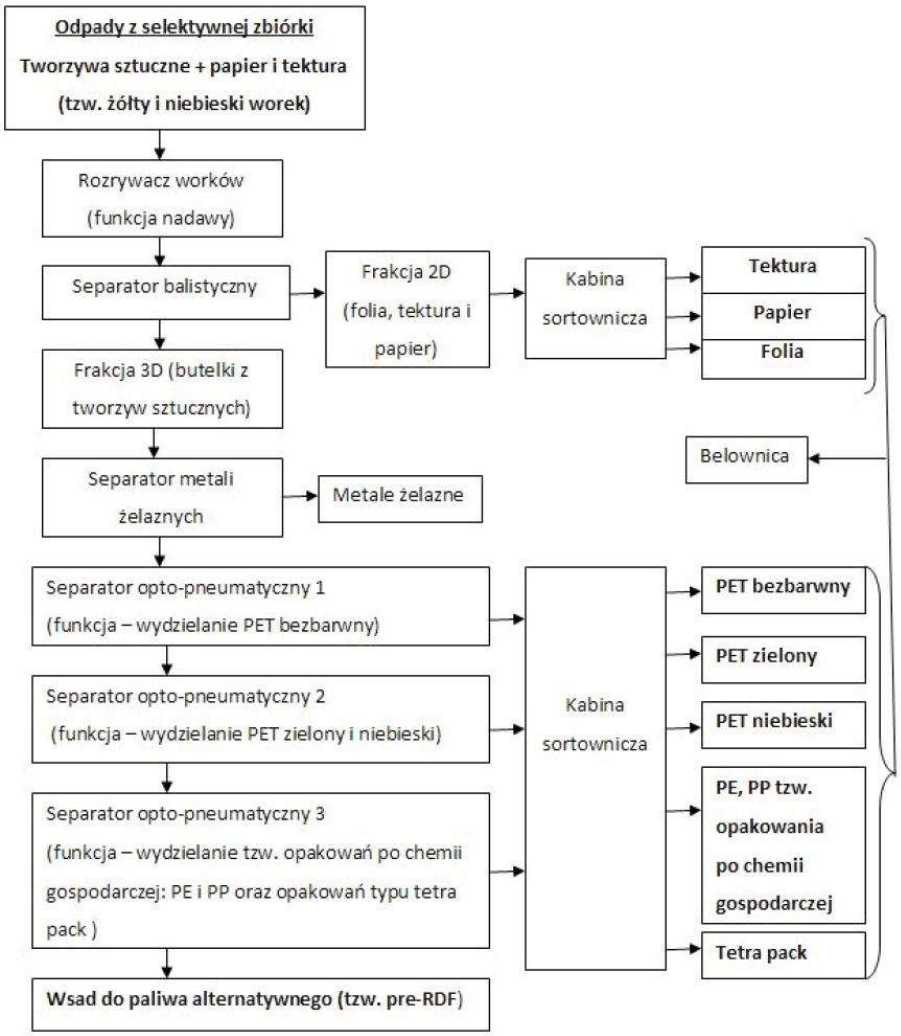
- zamknięcie się rynku chińskiego na surowce wtórne z Europy,
- polscy recyklerzy mają nadmiar bardzo dobrej jakości czystego surowca z przemysłu, handlu czy sortowni, które pozyskują surowiec z odpadów z selektywnej zbiórki, a poziom selektywnej zbiórki w Polsce wzrasta z roku na rok,
- możliwości produkcyjne polskich recyklerów oraz eksportu tych surowców są ograniczone; powoduje to problemy z ich zbytem, opłacalnością sortowania i będzie istotną barierą w osiąganiu wymaganych poziomów recyklingu i tym samym realizacją gospodarki o obiegu zamkniętym.

Na rys. 10 przedstawiono schemat blokowy nowoczesnej sortowni odpadów w Bielsku-Białej, w której sortowane są odpady komunalne zmieszane i te pochodzące z selektywnej zbiórki odpadów.

Na rys. 11 pokazano schemat blokowy sortowni odpadów przeznaczonej dla selektywnie zbieranych odpadów (tzw. żółty i niebieski worek), pracującej w ramach Śląskiego Centrum Recyklingu w Gliwicach. Selektywnie zbierane odpady z tworzyw sztucznych i papieru podawane są oddzielnie na instalację, gdyż dzięki temu uzyskuje się większą efektywność procesu sortowania.



Rys. 10. Schemat blokowy nowoczesnej sortowni odpadów w Bielsku-Białej
Fig. 10. Flow chart of modern waste sorting plant in Bielsko-Biała
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 11. Schemat blokowy sortowni odpadów przeznaczonej dla selektywnie zbieranych odpadów (tzw. żółty i niebieski worek), pracującej w ramach Śląskiego Centrum Recyklingu w Gliwicach

Fig. 11. Flow chart of waste sorting plant dedicated for the selectively collected wastes (so-called yellow and blue bag) operating within Silesian Recycling Center in Gliwice

Źródło: opracowanie własne.

Na efektywność sortowni wpływ ma wiele czynników, do których zaliczyć należy:

- dobór odpowiednich urządzeń o wymaganej przepustowości i umiejscowionych w ściśle określonej kolejności,
- rozrywacz worków jako pierwsze urządzenie w linii technologicznej zwiększa efektywność procesu sortowania,
- liczba i zaangażowanie pracowników pracujących w kabinach sortowniczych,
- zastosowanie sorterów optopneumatycznych zwiększa przepustowość linii technologicznej przy zachowaniu wysokiej efektywności procesu.

Wymagania prawne dla instalacji MBP

W Polsce aspekty prawne związane z zakładami MBP regulowało obowiązujące do 22.01.2016 roku Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 września 2012 r. w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych (Dz.U. 2012 nr 0 poz. 1052).

Zgodnie z ustawą o odpadach „instalacją komunalną" jest instalacja do przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych lub pozostałości z przetwarzania tych odpadów, spełniająca wymagania najlepszej dostępnej techniki, o której mowa w art. 207 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska, lub technologii, o której mowa w art. 143 tej ustawy, zapewniająca m.in. mechaniczno-biologiczne przetwarzanie niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych i wydzielanie z niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych frakcji nadających się w całości lub w części do odzysku.

Zgodnie z art. 143 prawa ochrony środowiska technologie wykorzystywane w nowo uruchamianych lub zmienianych w sposób istotny instalacjach i urządzeniach powinny spełniać wymagania, przy których określaniu uwzględnia się w szczególności:

- stosowanie bezpiecznych substancji;
- racjonalna gospodarka energią, zużyciem wody, materiałów, paliw i innych surowców;
- używanie technologii bezodpadowych lub ograniczających powstawanie odpadów,
- stosowanie technologii umożliwiających odzysk odpadów, tam gdzie ich powstanie jest nieuniknione;
- rodzaj, zasięg oraz wielkość emisji;
- wykorzystywanie porównywalnych, sprawdzonych i efektywnych procesów i metod przyjaznych dla środowiska, które zostały skutecznie zastosowane w skali przemysłowej;
- postęp naukowo-techniczny.

Z kolei art. 207. 1. Prawa ochrony środowiska mówi, że najlepsze dostępne techniki powinny spełniać wymagania, przy których określaniu uwzględnia się jednocześnie[83]:

1. aspekty ekonomiczne (rachunek kosztów i korzyści);
2. czas potrzebny do implementacji najlepszych dostępnych technik dla danego rodzaju instalacji;

[83] Prawo ochrony środowiska.

3. maksymalne ograniczanie negatywnego wpływu na środowisko przez zmniejszenie emisji do minimum;
4. wprowadzenie mechanizmów, środków i procedur zapobiegających ryzyku powstania i skutkom poważnych awarii przemysłowych;
5. termin oddania instalacji do eksploatacji;
6. dokumenty referencyjne BAT oraz konkluzje BAT, o ile zostały opublikowane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej.

Przy określaniu najlepszych dostępnych technik bierze się pod uwagę wcześniej wymienione wymagania wynikające z art. 143 Prawa ochrony środowiska, także w przypadku gdy instalacja jest w sposób istotny zmieniana.

Konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do przetwarzania odpadów, w tym mechanicznego przetwarzania, biologicznego przetwarzania i mechaniczno-biologicznego przetwarzania zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE, zostały ustanowione w decyzji wykonawczej komisji (UE) 2018/1147 z dnia 10 sierpnia 2018 roku.

Zgodnie z wymaganiami BAT instalacja mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów MBP powinna spełniać poniższe kryteria[84]:

- optymalizować mechaniczno-biologiczne przetwarzanie przez:
  - użycie zamkniętych bioreaktorów;
  - minimalizację ryzyka wystąpienia warunków beztlenowych podczas procesu tlenowej stabilizacji przez kontrolę przebiegu procesu i ilości wprowadzanego powietrza i dostosowanie napowietrzania do bieżącej intensywności biodegradacji;
  - racjonalne gospodarowanie wodą (gromadzenie i wykorzystywanie wody deszczowej z dachów, zawracanie wody procesowej z masy odpadów organicznych kompostowanych do nawadniania świeżego wsadu);
  - odpowiednie termiczne izolowanie sufitu hali biologicznej, co zapobiega stratom ciepła, a tym samym nadmiernemu wychładzaniu odpadów organicznych poddawanych procesowi;
  - minimalizację ilości wytwarzanych gazów procesowych;
  - zapewnienie jednorodnego odpowiedniego składu i granulacji wsadu do procesu;
  - recyrkulację wody procesowej lub osadów w ramach instalacji tlenowej stabilizacji w celu realizacji racjonalnej gospodarki wodnej i uniknięcia

[84] Jędrczak A., den Boer E.: Raport końcowy III etapu ekspertyzy mającej na celu przeprowadzenie badań odpadów w 20 instalacjach do mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów. Wykonawca: Konsorcjum: Uniwersytet Zielonogórski i Zakład Utylizacji Odpadów Spółka z o.o., 2015.

powstawania kłopotliwych odcieków oraz wyeliminowania emisji tych wód na zewnątrz;
  - prowadzenie ciągłego monitoringu parametrów procesu i jego przebiegu oraz wyznaczanie korelacji pomiędzy kontrolowanymi parametrami biodegradacji i mierzonymi emisjami (gazowymi);
  - ograniczenie emisji amoniaku dzięki optymalizacji składu masy przetwarzanych odpadów, a przede wszystkim zachowaniu optymalnych proporcji C do N;
- zaleca się redukcję emisji do powietrza z biologicznego przetwarzania do następujących poziomów:
  - stężenie odorów 200-1000 (ou_E/Nm^3),
  - NH_3 do 0,3-20 (mg/Nm^3),
  - pył do 2-5 (mg/Nm^3),
  - LZO (lotne związki organiczne) do 5-40 (mg/Nm^3) przez stosowanie odpowiednich technik procesowych;
- należy ograniczać emisje do wód, w tym zwłaszcza emisje związków azotu.

Istotne dla funkcjonowania zakładów MBP jest Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach, zgodnie z którym od 1 stycznia 2016 roku niemożliwe jest składowanie odpadów o kodzie 19 12 12 – odpady z mechanicznej obróbki odpadów, których właściwości są następujące:

- ogólny węgiel organiczny (TOC) > 5% suchej masy,
- strata przy prażeniu > 8% suchej masy,
- ciepło spalania > 6 MJ/kg suchej masy.

Przeprowadzone badania pozostałości po sortowaniu odpadów komunalnych zmieszanych (19 12 12) przeprowadzone w jednej z polskich sortowni w październiku 2011 roku (w skład której wchodziły: wstępna kabina sortownicza, separator metali żelaznych, przesiewacz bębnowy i główna kabina sortownicza) wykazały, że zawartość ogólnego węgla organicznego wyniosła 31,3% s.m., strata przy prażeniu 37,5% s.m., ciepło spalania 12,8 MJ/kg s.m.[85]

Przepisy odnoszące się do możliwości składowania pozostałości po mechanicznym przetwarzaniu nie wynikają wprost z przepisów unijnych, a wymagania w nich zawarte są na tyle restrykcyjne, że ich spełnienie jest praktycznie niemożliwe nawet dla najbardziej rozbudowanych, wykorzystujących nowoczesne techniki stacji segregacji

[85] Hryb W., 2012a, Properties of the Residues of Mechanical Treatment of Wastes in a Sorting Plant in the Light of Binding Legal Regulations, "Polish Journal of Environmental Studies", Vol. 21, No. 5A, p. 117-123.

odpadów (sortowni), w których z pozostałości po wydzieleniu surowców wtórnych wytwarza się paliwo alternatywne. Powoduje to, że pozostałość po procesie z tego typu zakładów powinna trafić do miejsc termicznego przekształcania odpadów, a w przypadku gdy w zakładzie nie jest wytwarzane paliwo alternatywne, to pozostałość ta może trafić do przedsiębiorstw specjalizujących się w ich wytwarzaniu.

Sortownie odpadów

Pierwszą ręczną sortownię odpadów wybudowano w Nowym Jorku w roku 1898; funkcjonowała ona na obszarze zamieszkanym przez 116 tys. mieszańców. Sortownia była częścią systemu selektywnej zbiórki odpadów, a twórcą systemu był George E. Waring, zwany „apostołem czystości". W rezultacie jego pomysł zaczęto powielać w innych krajach. Kilka lat później powstały sortownie ręczne w Berlinie i Hamburgu. W Monachium sortownia mechaniczna oparta była na sitach bębnowych i przenośnikach taśmowych sortowniczych[86].

W gospodarce o obiegu zamkniętym (GOZ) i hierarchii postępowania z odpadami priorytetem są: zapobieganie powstawaniu odpadów, przygotowywanie do ponownego użycia, a w następnej kolejności procesy recyklingu. Sortownie odpadów stanowią niezbędne ogniwo w systemie gospodarki odpadami między selektywną zbiórką a recyklerami. Jest ono kluczowe, jeżeli chodzi o recykling, ponieważ niezależnie od rodzaju zbiórki odpadów komunalnych powinny one dotrzeć do sortowni, aby wydzielone z nich surowce wtórne mogły trafić ponownie do recyklingu. W sortowni wydzielane są surowce wtórne o wymaganej przez recyklerów jakości i czystości, a z pozostałości po procesie może być wytworzone paliwo alternatywne lub frakcja pre-RDF. Dlatego można stwierdzić, że recykling odpadów komunalnych jest niemożliwy bez prawidłowego funkcjonowania sortowni odpadów.

Surowce wtórne wydzielane z odpadów komunalnych i wytwarzanych przez podmioty gospodarcze mają konkretną wartość, dlatego powinno się postrzegać odpady jako źródło cennych surowców, co wynika z Dyrektywy w sprawie odpadów z 2008 r. z późniejszymi zmianami, wprowadzającej ideę społeczeństwa recyklingu i traktującej odpady jako zasoby. W tabeli 2 przedstawiono ceny za poszczególne surowce wtórne – dane pochodzą z 2015, 2019 i 2020 roku.

[86] Worrell W.A., Vesilind P.A., Ludwig Ch.: Solid Waste Engineering: A Global Perspective. Cengage Learning Inc., 2015.

Biologiczne przetwarzanie odpadów

Biologiczne przetwarzanie odpadów polega na celowym wykorzystaniu mikrobiologicznych procesów przemiany materii do uzyskania rozkładu lub przekształcenia zawartych w odpadach substancji organicznych w produkty, które można zawrócić do naturalnego obiegu materii. Może być ono prowadzone w warunkach tlenowych (kompostowanie) lub beztlenowych (fermentacja metanowa), a także w procesach będących kombinacją obu tych technologii.

Kompostowanie

Chemizm procesów biochemicznych zachodzących w kompostowanych odpadach można podzielić na:

- mineralizację,
- humifikację.

W wyniku mineralizacji związków organicznych uwalniają się gazy (dwutlenek węgla, amoniak, para wodna) oraz tworzą się mineralne produkty przemian, takie jak azotany, ortofosforany, siarczany i rozpuszczalne krzemiany.

Dla prawidłowego przebiegu procesu kompostowania konieczne jest zachowanie odpowiednich warunków procesu:

- wilgotności (optymalna 40-60%),
- temperatury (do 65^{o}C),
- odczynu Ph podłoża (~ 7 pH),
- dostępu tlenu,
- składu chemicznego i mechanicznego odpadów,
- udziału azotu niezbędnego do rozwoju mikroorganizmów rozkładających celulozę (optymalny stosunek C:N 25-35 : 1),
- mikroorganizmy.

W tabeli 7 przedstawiono ogólną charakterystykę systemów kompostowania.

Tabela 7

Ogólna charakterystyka systemów kompostowania

Parametr	**Pryzmy statyczne**	**Pryzmy przerzucane**	**Napowietrzane pryzmy statyczne**	**Kompostowanie tunelowe, komorowe**
Charakterystyka ogólna	Prosta technologia, problemy z jakością kompostu	Systemy najczęściej stosowane do kompostowania odpadów zielonych i ogrodowych	Efektywne dla gospodarstw rolnych i gospodarki komunalnej	Efektywne systemy o dużej przepustowości, stosowanie w skali przemysłowej
Nakład pracy	Formowanie pryzm i sporadyczne przerzucanie- niski	Formowanie i przerzucanie pryzm rośnie wraz z częstotliwością przerzucań – wysoki	Formowanie pryzm, montaż systemu napowietrzania - wymagane stałe monitorowanie procesu – średni	Przerzucanie i napowietrzanie z reguły automatyczne; wymagane stałe zarządzanie procesem – średni
Zapotrzebowanie powierzchni	Bardzo duże	Duże – zależy od sprzętu użytego do przerzucania pryzm	Duże lub średnie, zależy od objętości pryzm	Stosunkowo małe
Struktura surowca	Materiał musi być porowaty	Wymagania ograniczone	Materiał musi być porowaty	Wymagania ograniczone
Czas kompostowania	6-24 miesiące	21-40 dni	21-40 dni	21-35 dni
Dojrzewanie	Nie stosowane	30 + dni	30 + dni	30 + dni
Wysokość	1-4 metrów	1-3 metrów	3-4,5 metra	zależne od rozwiązań projektowych
Szerokość	3-7 metrów	3-6 metrów	dowolna	zależne od rozwiązań projektowych
Długość	dowolna	dowolna	dowolna	
Napowietrzanie	Naturalne, tylko konwekcja	Mechaniczne przerzucanie i naturalna konwekcja	Wymuszony przepływ powietrza; tłoczenie/zasysanie	Efektywne mechaniczne przerzucanie i napowietrzanie

cd. tabeli 7

Kontrola	Surowiec	Surowiec, przerzucanie	Surowiec, napowietrzanie, temperatura i (lub) czas	Surowiec, napowietrzanie, temperatura i (lub) czas, przerzucanie
Emisja odorów	Występuje – większe pryzmy, większa emisja	Występuje – z powierzchni pryzm oraz podczas ich przerzucania; intensywna podczas pierwszych tygodni	Może wystąpić; możliwe ujęcie powietrza odlotowego i jego oczyszczenie	Może wystąpić w sytuacjach awaryjnych lub w przypadku uproszczonych rozwiązań projektowych
Koszty inwestycyjne	Niskie	Niskie lub średnie	Średnie	Duże

Źródło: Jędrczak A.: Biologiczne przetwarzanie odpadów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

Fermentacja beztlenowa

W Polsce w 2015 roku funkcjonowało 7 instalacji stabilizacji beztlenowej zmieszanych odpadów komunalnych o łącznej przepustowości ponad 140 tys. Mg/a. Pierwsze instalacje stabilizacji beztlenowej w Polsce związane były z technologiami mokrej fermentacji (współfermentacji z osadami ściekowymi), wybudowane w latach 1999-2006 (Jędrzychowice, Puławy, Krosno).

Od 2010 roku realizowane są inwestycje wykorzystujące technologie suchej fermentacji. Użyte w Polsce technologie fermentacji beztlenowej to: OWS DRANCO, STRABAG, VE KOMPOGAS, EISENMANN; dla każdej zgodnie z obowiązującym do 22.01.2016 roku Rozporządzeniem w sprawie mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych zastosowano w drugim stopniu stabilizację tlenową (plac otwarty, STRABAG, COMPOST SYSTEMS, ENTSORGA, ARVAL, HANTSCH, BIOFIX)[87].

Odpowiednio przygotowany strumień odpadów komunalnych zmieszanych wydzielony z frakcji podsitowej poddawany jest fermentacji suchej, poziomej lub pionowej, ciągłej, termofilowej. Tego typu instalacje funkcjonują w Polsce w Trzebanii, Białej Podlaskiej, Jarocinie, Tychach, Stalowej Woli, Gaci i Promniku[88].

[87] Krzyśków A.: Sortownia jako instalacja do odzysku frakcji bio celem przygotowania do dalszej obróbki w komorze fermentacji – na jakie elementy zwrócić uwagę, proGeo Sp. z o.o. Ogólnopolska konferencja pt. „Sortownie Odpadów 2015 efektywność zakładu", 9-10 września 2015 Busko-Zdrój – Baćkowice, pub. w materiałach konferencyjnych, s. 157-163.

[88] Raport Biogaz w Polsce, wyd. Biomass Media Group Sp. z o.o., grudzień 2020.

Na efektywność procesu beztlenowej fermentacji wpływ mają m.in. następujące czynniki[89]:

- temperatura odpowiednia dla danego typu bakterii (psychrofilowa, mezofilowa, termofilowa),
- hydrauliczny czas retencji, wyrażający się przez stosunek dopływu masy substratów do pojemności komory (wystarczający, aby zapobiec wymywaniu bakterii oraz nieprzetrawionej substancji organicznej ze zbiornika),
- optymalne obciążenie komory ładunkiem zanieczyszczeń organicznych (zbyt wysokie może doprowadzić do przeciążenia układu, a zbyt niskie do zaniku procesu),
- brak inhibitorów procesu takich jak antybiotyki czy środki ochrony roślin,
- dodawanie opcjonalnie substancji pomocniczych do komory fermentacyjnej, takich jak enzymy,
- czystość frakcji organicznej poddawanej fermentacji – szczególnie istotny jest brak zanieczyszczeń mineralnych.

W tabeli 8 przedstawiono podstawowe parametry technologii fermentacji metanowej wykorzystywanej w polskich instalacjach.

Tabela 8

Parametry technologii fermentacji odpadów komunalnych[90]

Technologia	**Dranco**	**Kompogas**	**LARAN® Strabag**	**Kompoferm**
Reaktor	Pionowy, przepływ ciągły, tłokowy	Poziomy, przepływ ciągły, tłokowy	Poziomy, przepływ ciągły, tłokowy	Reaktory poziome, modułowe, porcjowy
Zakres temperatur	Termofilowy 50-55°C	55°C	Mezofilowy lub termofilowy	Mezofilowy
Przygotowanie wsadu	Rozdrobnienie <40 mm, usunięcie zanieczyszczeń, podgrzewanie parą wodną	Biofrakcja <60 mm, usuwanie frakcji inertnej w separatorze balistycznym i drobnej na sicie batutowym	Biofrakcja <60 mm, usuwanie frakcji inertnej w separatorze balistycznym i drobnej na sicie batutowym	Frakcja <80-100 mm, mniejsze wymagania co do czystości wsadu ze względu na statyczny charakter procesu

[89] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka odpadami komunalnymi. Szanse, wyzwania i zagrożenia, wyd. Texter, Warszawa 2017.
[90] Ibidem.

cd. tabeli 8

Mieszanie/ recyrkulacja (sposób zaszczepienia wsadu)	Brak – przepływ tłokowy, w dół reaktora/ recyrkulacja 6-8 części pofermentatu na 1 porcję świeżego wsadu	Mieszadło poziome na całej długości/ recyrkulacja pofermentatu ok. 30% masy wsadu	Mieszadła poprzeczne/ recyrkulacja odcieków	Brak mieszania/ recyrkulacja perkolatu, mieszanie wsadu z maks. 15% pofermentatu
HRT[91], d	20	14-20	14-20	21
OLR[92], kg s.m.o./m^3 d	10-15	4,3		(5)

Źródło: Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka odpadami komunalnymi. Szanse, wyzwania i zagrożenia, wyd. Texter, Warszawa 2017.

Reasumując, należy stwierdzić, że nowoczesne zakłady mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych (MBP) mają oprócz selektywnej zbiórki priorytetowe znaczenie w realizacji zadań i idei zawartych w założeniach gospodarki o obiegu zamkniętym i przejmą rolę regionalnych centrów recyklingu. Funkcjonujące w ramach części mechanicznej sortownie pozwalają pozyskać surowce wtórne do recyklingu, a technologie biologicznego przetwarzania umożliwiają realizację recyklingu organicznego, pod warunkiem że stworzony zostanie w Polsce efektywny system selektywnej zbiórki odpadów organicznych, w tym odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego. Należy pamiętać, że w zakładach tych przetwarzane są także odpady budowlane, wielkogabarytowe, jak również z pozostałości wytwarzane jest paliwo alternatywne czy tzw. frakcja pre-RDF.

Podsumowanie

Funkcjonujące w ramach instalacji komunalnych zakłady mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów odgrywają istotną rolę w transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Obejmujące je sortownie odpadów stanowią niezbędne ogniwo między selektywną zbiórką odpadów a recyklerami, bo to w nich otrzymuje się surowce wtórne o wymaganej jakości. Poziom selektywnej zbiórki odpadów w Polsce wzrasta, dlatego konieczna jest budowa nowoczesnych sortowni przeznaczonych dla właśnie tych odpadów.

[91] HRT – Hydrauliczny czas retencji.
[92] ORT – obciążenie komory fermentacyjnej ładunkiem związków organicznych.

Jednakże osiągnięcie wymaganych poziomów recyklingu odpadów komunalnych w Polsce nie będzie możliwe także bez sortowni odpadów komunalnych zmieszanych (resztkowych), ponieważ chcąc opierać się wyłącznie na surowcach wtórnych wydzielanych z odpadów komunalnych selektywnie zbieranych, nie osiągnie się wymaganych poziomów recyklingu.

Obecnie w Polsce z biologicznego przetwarzania frakcji podsitowej odpadów komunalnych zmieszanych pozyskiwany jest stabilizat trafiający głównie na składowisko. Przyczyną tego jest niski poziom selektywnej zbiórki odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego, które trafiają do odpadów komunalnych zmieszanych, a tylko czysta frakcja odpadów organicznych daje szansę pozyskania kompostu czy pofermentatu możliwego do wprowadzenia na rynek jako nawóz. Wraz ze zwiększeniem poziomu zbiórki odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego zmniejszać się będzie udział frakcji podsitowej do biologicznego przetwarzania, a wolne przepustowości w części biologicznej zakładów mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów wykorzystać można dla selektywnie zbieranej czystej frakcji organicznej.

Biologiczne przetwarzanie odpadów ze szczególnym uwzględnieniem selektywnie zbieranych odpadów zielonych i kuchennych pochodzenia roślinnego pozwoli na realizację recyklingu organicznego i jest szansą na znaczne zwiększenie poziomów recyklingu odpadów komunalnych w Polsce.

Szczególnie istotny jest dalszy rozwój biogazowni, w których uzyskany biogaz z odpadów kuchennych i zielonych pochodzących z odpadów komunalnych z możliwością prowadzenia kofermentacji z innymi odpadami organicznymi jest szansą na pozyskiwanie energii kwalifikowanej jako źródło energii odnawialnej, co doskonale wpisuje się transformację o obiegu zamkniętym i jej główny nurt, czyli biogospodarkę.

1.8. Składowiska (W. Hryb)

Składowanie odpadów komunalnych jest najbardziej niepożądaną metodą ich zagospodarowania zaliczaną do metod ich unieszkodliwiania. W gospodarce o obiegu zamkniętym dąży się do maksymalnego ograniczenia ilości odpadów komunalnych kierowanych na składowiska.

Zgodnie z definicją z Ustawy o odpadach przez składowisko odpadów rozumie się obiekt budowlany przeznaczony do składowania odpadów[93].

[93] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.).

Obecnie funkcjonujące składowiska są bezpieczne dla środowiska. Przed przenikaniem odcieków do gleby i wód gruntowych chroni je specjalna, zgrzewana na zakładkę geomembrana z PEHD o grubości ok. 2 mm. Ponadto wykorzystuje się geowłókninę, której zadaniem jest ochrona geomembrany przed przecieraniem. Nad geomembraną w obsypce żwirowej układane są perforowane rury do ujmowania odcieków. Rury nachylone są w kierunku zbiornika odcieków. Składowiska, na które trafiają odpady organiczne, obowiązkowo wyposażone są w system ujmowania biogazu składowiskowego, który po spaleniu w silnikach najczęściej wykorzystywany jest do wytworzenia energii elektrycznej.

Zgodnie z Ustawą o odpadach wyróżnia się następujące typy składowisk odpadów[94]:

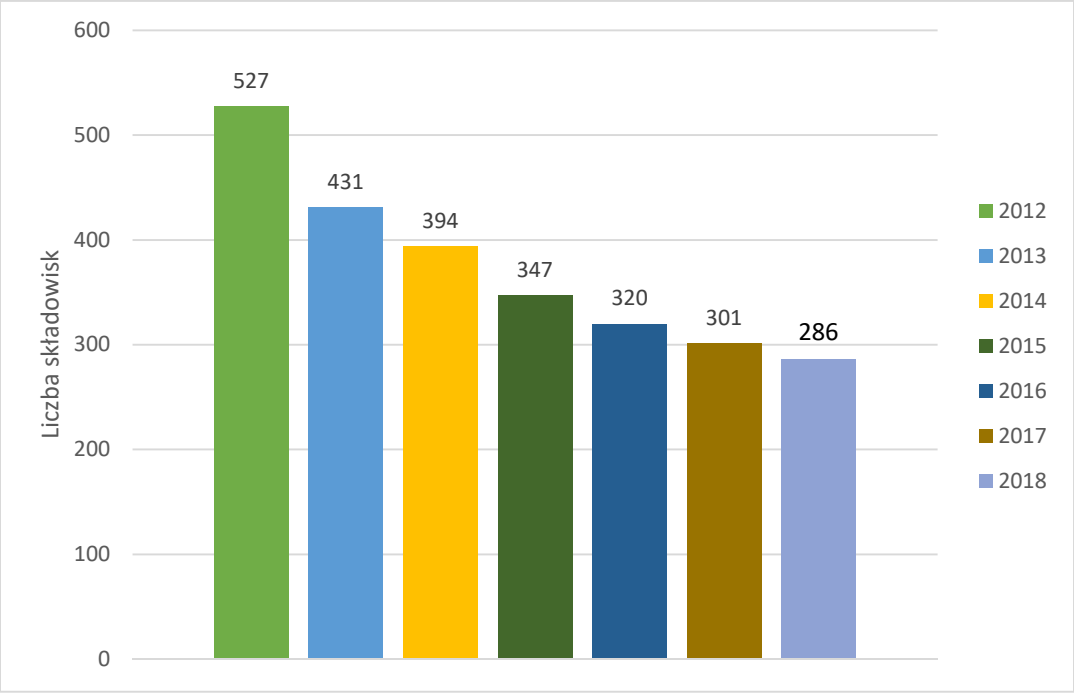
- składowisko odpadów niebezpiecznych,
- składowisko odpadów obojętnych,
- składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

Odpady komunalne deponowane są na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne.

Na poniższym wykresie przedstawiono liczbę kontrolowanych, czynnych składowisk, przeznaczonych do składowania odpadów komunalnych w Polsce w latach 2012-2018.

Wykres 7

Liczba kontrolowanych, czynnych składowisk, na których deponowane były odpady komunalne w latach 2012-2018



Źródło: GUS Ochrona Środowiska 2013-2019.

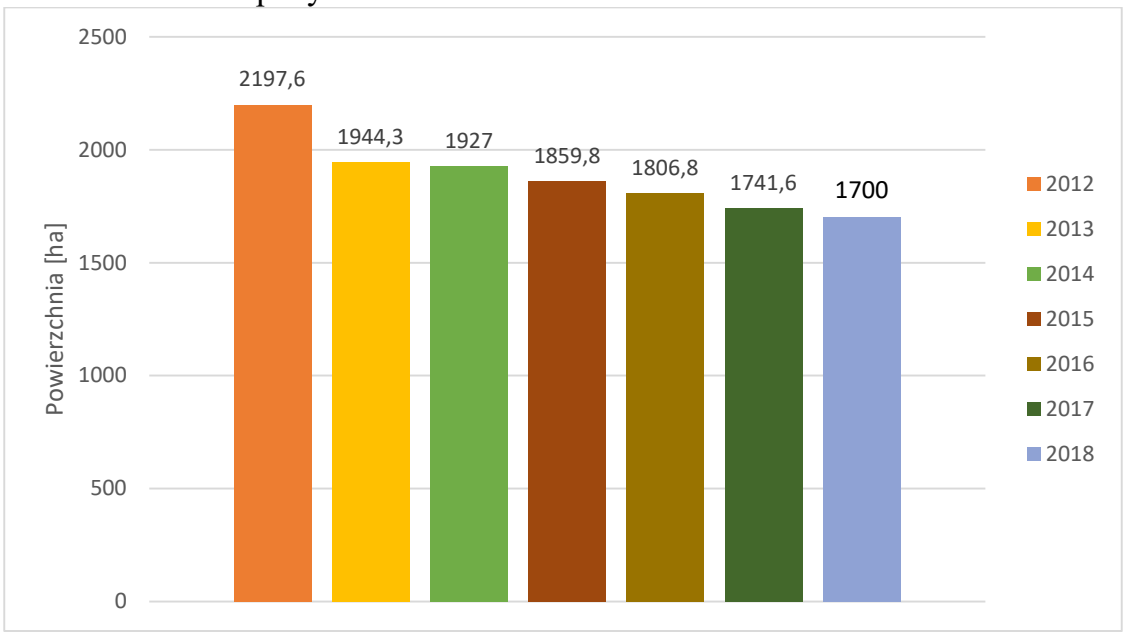
[94] Ibidem.

Z roku na rok liczba czynnych składowisk spada, w latach 2012-2018 zmniejszyła się aż z 527 do 286. Jeżeli masa wytwarzanych odpadów komunalnych w Polsce będzie wzrastać, a do tego dojdzie dodatkowy czynnik w postaci załamania koniunktury na rynku surowców wtórnych i paliw alternatywnych oraz biorąc pod uwagę fakt, że przepustowość instalacji termicznego przekształcania odpadów w Polsce jest niewystarczająca, to można przewidywać, że w najbliższym czasie wystąpi problem ze składowaniem odpadów oraz brakiem wolnej pojemności na składowiskach innych niż niebezpieczne i obojętne.

Na wykresie 8 przedstawiono powierzchnię, jaką zajmowały składowiska, na które trafiały odpady komunalne w latach 2012-2018. Powierzchnia zajmowana przez te składowiska w latach 2012-2018 zmniejszyła się z 2197,6 ha do 1700 ha.

Wykres 8

Powierzchnia kontrolowanych, czynnych składowisk, na których składowane są odpady komunalne w Polsce w latach 2012-2018



Źródło: GUS Ochrona Środowiska 2013-2019.

Na podstawie danych z powyższych wykresów można wyliczyć średnią powierzchnię, jaką zajmowało składowisko odpadów komunalnych − w 2012 roku było to 4,17 ha, a w 2018 roku 5,94 ha.

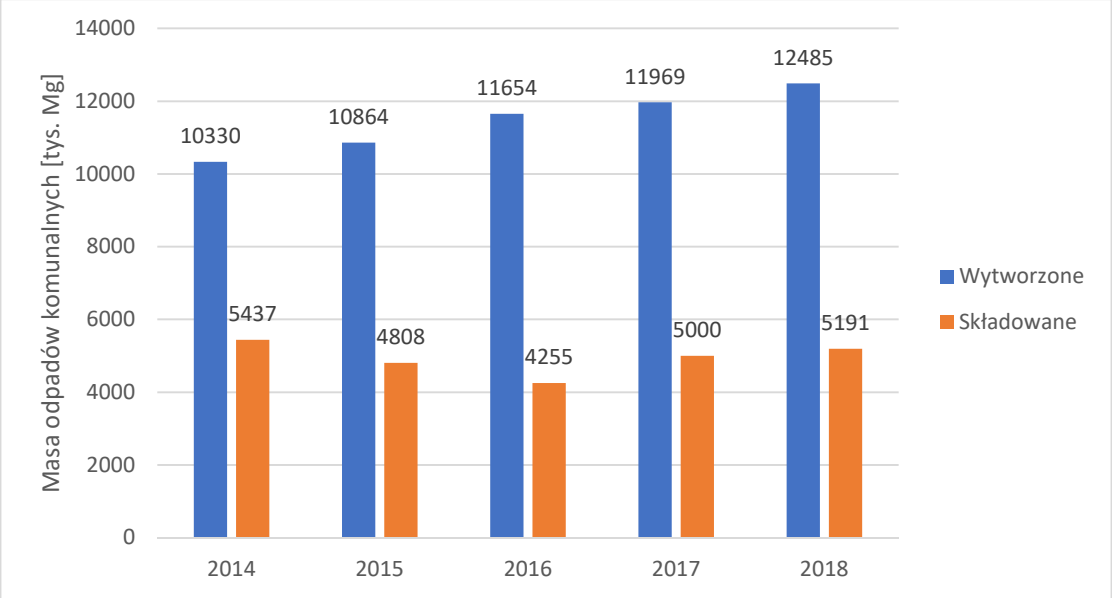
Analiza tych danych pozwala na stwierdzenie, że w latach 2012-2018 znacząco zmniejszyła się liczba składowisk odpadów, na których deponowane są odpady komunalne, ale wzrosła ich średnia powierzchnia, stąd można wnioskować, że zamykano głównie małe składowiska.

Zgodnie z Ustawą o odpadach instalacją komunalną jest także instalacja zapewniająca składowanie odpadów powstających w procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych oraz pozostałości z sortowania odpadów komunalnych[95].

Na wykresie 9 przedstawiono masę wytworzonych i składowanych odpadów komunalnych w Polsce w latach 2014-2018. W 2014 roku 53% wytworzonych odpadów komunalnych trafiło na składowiska, a w 2018 roku 42%. Dodatkowo w latach 2016-2018 można zaobserwować w Polsce niekorzystny wzrost ilości wytwarzanych odpadów komunalnych i ich masy trafiającej na składowiska. Poziom składowania odpadów komunalnych w Polsce na tle innych krajów Europejskich jest nadal wysoki.

Wykres 9

Masa wytworzonych i składowanych odpadów komunalnych w Polsce w latach 2014-2018



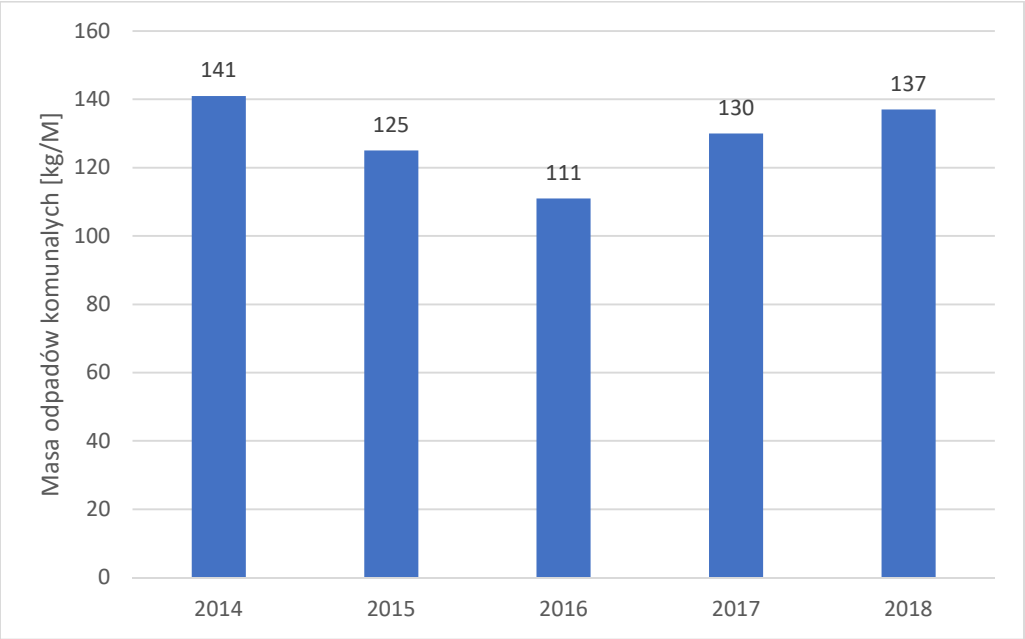
Źródło: GUS Ochrona Środowiska 2015 – 2019.

W 2017 roku w Niemczech na składowiska trafił jedynie niecały1% wytworzonych odpadów komunalnych, w Austrii było to 2%, w Szwecji niecałe 0,5%, w Wielkiej Brytanii 17%[96]. W krajach tych osiągane są dużo wyższe poziomy recyklingu, jak również znaczna część odpadów poddawana jest termicznemu przekształcaniu.

Wykres 10 przedstawia masę składowanych odpadów komunalnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca w Polsce w latach 2014-2018. W 2014 roku było to 141 kg, a w 2018 roku 137 kg, tak że sytuacja tylko nieznacznie się poprawiła.

[95] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm.).
[96] Eurostat https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasmun/default/table?lang=en

Wykres 10
Masa składowanych odpadów komunalnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca w Polsce w latach 2014-2018



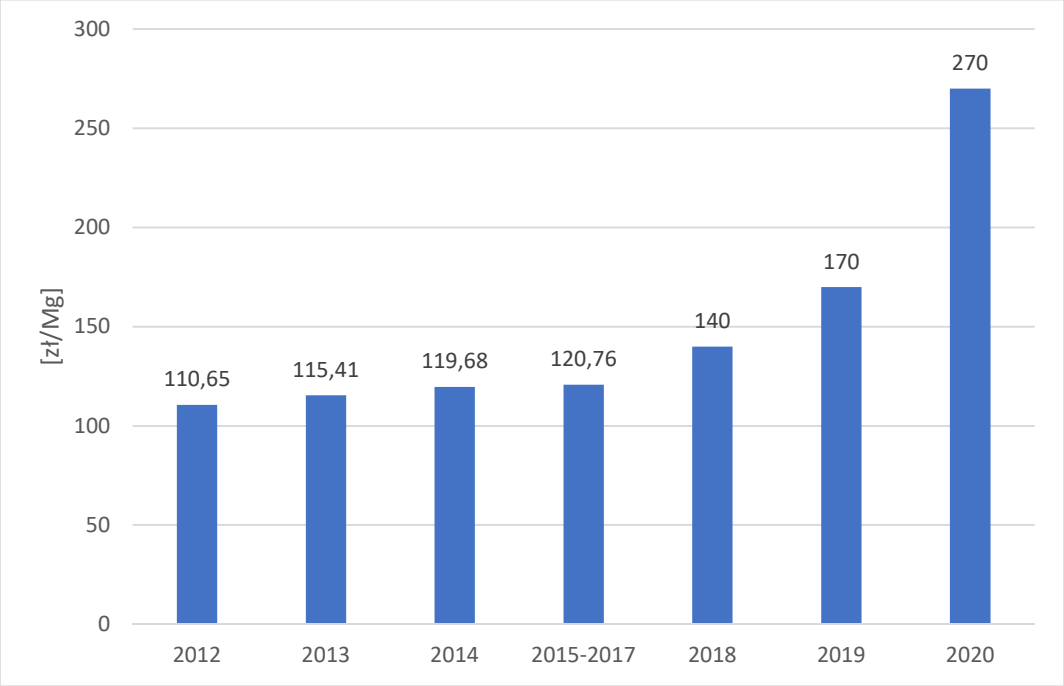
Źródło: GUS Ochrona Środowiska 2015-2019.

Narzędziem, które stosowane jest przez państwo polskie do ograniczania masy składowanych odpadów, jest podnoszenie wysokości opłaty za korzystanie ze środowiskowa za składowanie 1 Mg niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych (kod odpadu 20 03 11), nazywanej opłatą marszałkowską.

Na wykresie 11 przedstawiono wzrost wysokości opłaty za korzystanie ze środowiskowa za składowanie 1 Mg niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych w latach 2012-2020. Należy podkreślić, że opłata ta wzrośnie najwięcej w 2020 roku, bo w porównaniu ze stawką z 2019 roku zwiększy się o blisko 60% ze 170 do 270 zł/Mg.

Wykres 11

Wysokość stawki za korzystanie ze środowiskowa za składowanie 1 Mg niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych w latach 2012-2020

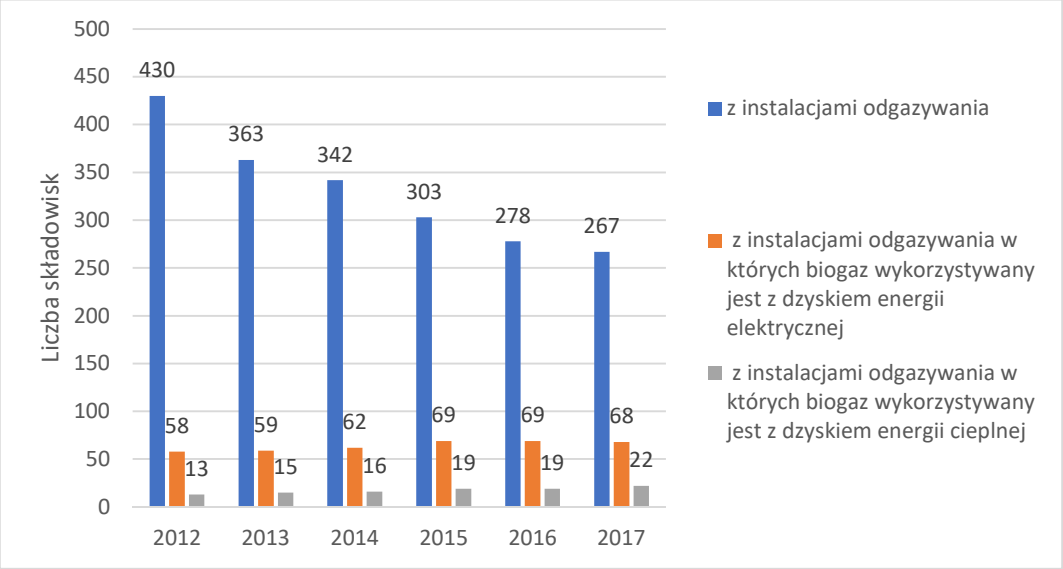


Źródło: Na podstawie rozporządzeń i uchwał w sprawie wysokości stawek za korzystanie ze środowiska na konkretne lata.

Liczbę składowisk odpadów komunalnych z instalacjami odgazowania, w tym z odzyskiem energii elektrycznej i cieplnej z biogazu składowiskowego, przedstawiono na wykresie 12.

Wykres 12

Liczba składowisk odpadów komunalnych z instalacjami odgazowania w tym z odzyskiem energii elektrycznej i cieplnej



Źródło: GUS Ochrona Środowiska 2013-2018.

W ciągu 2018 roku w wyniku wykorzystania gazu składowiskowego w instalacjach odgazowywania wyprodukowano 84 800 021 MJ energii cieplnej oraz 105 356 970 kWh energii elektrycznej[97].

Według przepisów Ustawy o odpadach zamknięcie składowiska odpadów lub jego wydzielonej części wymaga zgody właściwego organu. Zgoda na zamknięcie składowiska odpadów lub jego wydzielonej części określa[98]:

- techniczny sposób zamknięcia składowiska odpadów lub jego wydzielonej części,
- harmonogram działań związanych z rekultywacją składowiska odpadów,
- warunki sprawowania nadzoru nad zrekultywowanym składowiskiem odpadów.

Przykłady wykorzystania zrekultywowanego terenu składowiska to np. stworzenie parku, punktu widokowego, toru do jazdy na motocyklach crossowych, rowerach górskich, stoku narciarskiego czy saneczkarskiego. Najbardziej preferowanym rozwiązaniem, przy wzięciu pod uwagę aspektów ekonomicznych i środowiskowych, powinna być budowa farmy fotowoltaicznej.

W Polsce fotowoltaika jest dynamicznie rozwijającym się sektorem OZE. Elektrownie słoneczne o mocy 1 MW mogą być już realizowane na powierzchni ok. 1,5 ha. Najczęściej pod takie przedsięwzięcia wykorzystuje się grunty orne słabszej klasy

[97] Raport Biogaz w Polsce, wyd. Biomass Media Group Sp. z o.o., grudzień 2020.
[98] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21 z późn. zm).

bonitacyjnej oraz nieużytki. Tego typu inwestycje mogą z powodzeniem być także realizowane na zamkniętych składowiskach odpadów.

Farma fotowoltaiczna jako przedsięwzięcie mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko, zgodnie z art. 71 Ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko, wymaga uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.

Przed wybudowaniem elektrowni słonecznej, poza decyzją o środowiskowych uwarunkowaniach, należy uzyskać także:

- warunki zabudowy (uzyskanie decyzji o warunkach zabudowy nie jest wymagane, gdy na terenie inwestycyjnym obowiązujący miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego dopuszcza lokalizację tego typu inwestycji),
- warunki przyłączenia,
- pozwolenie na budowę,
- certyfikat aukcyjny.

Na koronie składowisk odpadów niebezpiecznych oraz składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne nie mogą być budowane budynki przez okres 50 lat od dnia zamknięcia składowiska, wykonywane wykopy, instalacje naziemne i podziemne, z wyłączeniem instalacji związanych z funkcjonowaniem składowiska. Okres 50 lat może zostać skrócony, jeżeli ekspertyzy geotechniczna oraz sanitarna, dołączone do wniosku o zmianę decyzji o zgodzie na zamknięcie składowiska, wykażą, że planowane przedsięwzięcie nie stanowi zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi oraz środowiska[99].

Jedynym elementem farmy fotowoltaicznej zaliczanym do budynków jest obiekt, w którym znajduje się stacja transformatorowa, jednak może on zostać umieszczony poza koroną składowiska.

W Polsce w 2020 roku funkcjonowało już kilka farm fotowoltaicznych na zamkniętych składowiskach; potencjał dla tego typu inwestycji w naszym kraju jest bardzo duży, a przemawiają za nimi aspekty środowiskowe (są bezpieczne dla środowiska, a produkowana z nich energia elektryczna kwalifikowana jest jako źródło energii odnawialnej), dają również wiele korzyści dla gmin (dochód z tytułu podatku od nieruchomości, zagospodarowanie terenu składowiska czy też wizerunek jako gminy realizującej prośrodowiskowe rozwiązania) i lokalnych społeczności i dlatego

[99] § 18 ust. 1 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz. U. 2013 poz. 523).

niewątpliwie są jednym z lepszych rozwiązań na zagospodarowanie terenu zrekultywowanego składowiska.

Badania wybranych komponentów środowiska w zasięgu oddziaływania składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne

Składowisko odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne, na które trafiają np. odpady komunalne, zbudowane zgodnie z wymaganiami wynikającymi z obecnie obowiązujących przepisów prawnych, wyposażone w instalację odgazowania i instalacje ujmowania odcieków, jest obiektem budowlanym, który ogranicza negatywne oddziaływanie odpadów na różne komponenty środowiska. Monitoring tego typu obiektów wymagany jest na etapie fazy przedeksplotacyjnej, eksploatacyjnej i poeksploatacyjnej. W każdej z tych faz wymagane jest badanie parametrów wskaźnikowych z określoną minimalną częstotliwością.

Wśród badanych parametrów wskaźnikowych są m.in.: wielkość przepływu wód powierzchniowych, skład wód powierzchniowych, objętość wód odciekowych, skład wód odciekowych, poziom wód podziemnych, skład wód podziemnych, emisja gazu składowiskowego, skład gazu składowiskowego, sprawność systemu odprowadzania gazu składowiskowego, osiadanie składowiska, występowanie oparów rtęci[100].

Pomimo zastosowania najlepszych dostępnych technik w procesie budowy i eksploatacji składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne są to obiekty szczególnie uciążliwe i niekorzystnie wpływające na zdrowie okolicznych mieszkańców w związku z:

- emisją nieprzyjemnych zapachów (związki odoroczynne) i pyłów ze składowiska,
- emisją biogazu (szczególnie np. w trakcie awarii instalacji ujmowania i wykorzystania biogazu),
- bakteriologicznym i mikologicznym zanieczyszczeniem powietrza.

Lokalizacja tego zakładu na lekkim wzniesieniu w stosunku do terenów przyległych i dominujący kierunek wiatrów sprzyja przenoszeniu zanieczyszczeń powietrza, w tym głównie substancji złowonnych, w obszar zabudowań mieszkańców. Obniża to w znaczny sposób komfort ich życia i jest powodem licznych skarg.

Poniżej przedstawiono wyniki badań wybranych parametrów wód powierzchniowych i podziemnych z piezometrów kontrolnych jednego ze składowisk odpadów innych niż

[100] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów, Dz.U. 2013 nr 0 poz. 523.

niebezpieczne i obojętne funkcjonujących w Polsce. W skład obiektu wchodzą zamknięte i zrekultywowane kwatery oraz obecnie eksploatowane o łącznej powierzchni ponad 20 ha. Na składowisku deponowane były odpady komunalne, a teraz deponowane są stabilizat i pozostałość po mechaniczno-biologicznym przetwarzaniu odpadów komunalnych.

Do badań pobrano następujące próbki środowiskowe:

- próbka wód gruntowych na wypływie ze składowiska – piezometr P3,
- próbka wody z piezometru kontrolnego szczelności pompowni odcieków P2 ze składowiska,
- próbka z piezometru B4 służącego do kontroli szczelności kwatery B1,

Analiza próbek wody

Zakres badań próbek wody obejmował następujące oznaczenia:

W próbkach wody oznaczono:

- pH,
- przewodność elektryczną właściwą,
- ogólny węgiel organiczny (OWO),
- zawartość metali: Cu, Zn, Pb, Cd, Cr^{+6}, Hg.

Zastosowano następujące metody oznaczeń:

- ogólny węgiel organiczny – metoda spektrometrii w podczerwieni – metoda akredytowana,
- zawartość metali: Cu, Zn, Pb, Cd – metoda spektrometrii mas z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP MS),
- zawartość Hg – metoda akredytowana Procedura PB-19, wydanie 1 z dnia 9.17.2012 r.
- zawartość Cr^{+6} – metoda nieakredytowana – PN-77/C-04604.08,
- rozpuszczony węgiel organiczny według PB4 Oznaczanie węgla organicznego i węgla nieorganicznego w wodach i ściekach. Obowiązuje od 10.01.2012 r. Edycja 4 − metoda akredytowana,
- pH według PB 2 Oznaczanie pH w wodach i ściekach za pomocą elektrody pH-metrycznej. Obowiązuje od 10.01.2012br. Edycja 4 − metoda akredytowana**,**

- przewodność według PB 5 Oznaczanie przewodności elektrycznej za pomocą czujnika konduktometrycznego. Obowiązuje od 10.01.2012 r. Edycja 4 − metoda akredytowana.

Badanie próbek wody pobranych z piezometrów

Pobrano próbki wód podziemnych z następujących piezometrów:

- piezometr kontrolny szczelności pompowni odcieków P2,
- piezometr P3 o głębokości 5 metrów – piezometr kontrolny jakości wód gruntowych na odpływie,
- piezometr B4 o głębokości 7 metrów – piezometr kontrolny szczelności kwatery B1.

W tabeli 9 przedstawiono wyniki stężeń metali oznaczonych w wodzie z piezometru kontrolnego szczelność kwatery B1. Wyniki zestawiono z wartościami granicznymi tych zanieczyszczeń w klasach jakości wód podziemnych I-V (Dz.U. 2019 poz. 2148).

Tabela 9

Wyniki stężeń metali w wodzie z piezometru kontrolnego szczelność kwatery B1, oznaczonych metodą ICP-MS

Oznaczane metale	**Woda z piezometru kontrolnego szczelność kwatery B1**	**Wartości graniczne w klasach jakości wód podziemnych I-V [µg/l] (Dz.U. 2019 poz. 2148)**				
	Stężenie µg/l	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Cu	3,71±0,38	10	50	200	500	>500
Zn	8,31±2,56	50	500	1000	2000	>2000
Pb	0,10±0,01	10	25	100	100	>100
Cd	<0,09	1	3	5	10	>10
Cr^{+6}	<0,01	10	50	50	100	>100
Hg	<0,001	1	1	1	5	>5

Niepewność metody określono jako niepewność rozszerzoną przy współczynniku rozszerzenia 2 i współczynniku ufności 95%. Niepewność rozszerzoną podano dla analizy.

W tabeli 10 przedstawiono wyniki badań zawartości węgla całkowitego (TC), węgla nieorganicznego (IC), organicznego (TOC) oraz pH i przewodności elektrolitycznej

w badanych próbkach wody. Wyniki badań zestawiono z klasami jakości wód podziemnych.

Tabela 10

Wyniki badań w pobranych próbkach wody

Próbka	**TC** [mg C/l]	**IC** [mg C/l]	**TOC** [mg C/l]	**pH**	**Przewodność** [µS/cm]
woda z piezometru B4 – kontrolnego szczelność kwatery B1	68,2±6,14	61,17±5,51	7,03±1,76	7,39±0,31	738±45,76
woda z piezometru kontrolnego szczelność pompowni odcieków P2	216,55±19,49	164,15±14,77	**52,4±13,1**	7,88±0,31	**2100±130,2**
Woda z piezometru P3 – kontrolnego wód gruntowych na wypływie	19,61±1,76	16,93±1,52	2,68±0,67	7,74±0,31	162,6±10,1
Wartości graniczne w klasach jakości wód podziemnych I-V [µg/l] (Dz.U. 2019 poz. 2148)					
dla klasy I	-	-	5	6,5-9,5	700
dla klasy II	-	-	10		2500
dla klasy III	-	-	10		2500
dla klasy IV	-	-	20	<6,5 lub >9,5	3000
dla klasy V	-	-	>20		>3000

Niepewność metody określono jako niepewność rozszerzoną przy współczynniku rozszerzenia 2 i współczynniku ufności 95%. Niepewność rozszerzoną podano dla analizy. W tabeli 11 przedstawiono wyniki stężeń metali oznaczonych w wodzie z piezometru kontrolnego szczelność pompowni odcieków P2.

Tabela 11

Wyniki stężeń metali oznaczonych metodą ICP-MS w wodzie z piezometru kontrolnego szczelność pompowni odcieków P2

Metale	**Woda z piezometru kontrolnego szczelność pompowni odcieków P2**	**Woda z piezometru P3 kontrolnego wód gruntowych na wypływie**	**Wartości graniczne w klasach jakości wód podziemnych I-V [µg/l] (Dz.U. 2019 poz. 2148)**				
	Stężenie [µg/l]	**Stężenie [µg/l]**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Cu	2,49±0,25	2,00±0,20	10	50	200	500	>500
Zn	14,72±4,54	11,50±3,55	50	500	1000	2000	>2000

cd. tabeli 11

Pb	0,23±0,03	0,35±0,04	10	25	100	100	>100
Cd	< 0,09	< 0,09	1	3	5	10	>10
Cr^{+6}	< 0,01	< 0,01	10	50	50	100	>100
Hg	< 0,001	< 0,001	1	1	1	5	>5

Niepewność metody określono jako niepewność rozszerzoną przy współczynniku rozszerzenia 2 i współczynniku ufności 95%. Niepewność rozszerzoną podano dla analizy.

Odpady komunalne deponowane na składowiskach stanowią potencjalne zagrożenie dla środowiska wód podziemnych. Jednak w przypadku stosowania współczesnych uszczelnień to zagrożenie jest minimalizowane. Zanieczyszczenia występujące w odciekach składowiskowych mają swoje źródło w odpadach zdeponowanych na składowisku, jak również powstają w czasie rozkładu materii organicznej w nich zawartej.

Badania próbki wody z piezometru kontrolnego szczelność kwatery B1 miały kluczowe znaczenie w ocenie oddziaływania składowiska na jakość wód podziemnych. Wyniki badań wykazały, że kwatera ta jest szczelna i nie wpływa negatywnie na wody podziemne.

Dotychczasowe badania wód podziemnych, gruntowych i powierzchniowych, przeprowadzone w ramach kontroli Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska jako obowiązkowego monitoringu składowiska i innych badań zlecanych przez właściciela zakładu, także nie stwierdziły negatywnego wpływu kwatery B1 na czystość wód. Sposób zabezpieczenia dna oraz otaczających ją wałów ziemnych jest zgodny z najnowszymi technologiami stosowanymi w tym zakresie i spełnia wymagania Dyrektywy Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów:

Uszczelnienie dna kwatery B1 oraz otaczających ją wałów ziemnych (w kolejności od dołu):

- glina,
- bentomata,
- geomembrana PEHD o grubości 2 mm,
- geowłóknina,
- warstwa ochronno-filtracyjna o grubości 50 cm z kruszywa.

Uszczelnienie dna i ścian kwatery B2 składa się z:

- mieszaniny bentonitu sodowego z gruntem o miąższości min. 0,5 m i współczynniku przepuszczalności k < 1,0x10-9 m/s (sztuczna bariera geologiczna),
- geomembrany PEHD grubości 2,0 mm (do uszczelnienia skarp geomembrana dwustronnie ustrukturowana, do uszczelnienia dna geomembrana gładka, izolacja syntetyczna),
- geowłókniny o gramaturze 2000 g/m^2,
- warstw ochronno-filtracyjnych o miąższości 50 cm i współczynniku przepuszczalności k > 1x10-4 m/s.

Podsumowanie

Składowanie odpadów komunalnych jest najbardziej niepożądaną metodą ich zagospodarowania zaliczaną do metod ich unieszkodliwiania. W gospodarce o obiegu zamkniętym dąży się do maksymalnego ograniczenia ilości odpadów komunalnych kierowanych na składowiska.

W ostatnich latach można zaobserwować w Polsce znaczny spadek liczby składowisk odpadów komunalnych. Masa kierowanych na te składowiska odpadów jest z roku na rok coraz mniejsza. Zmniejsza się również masa frakcji organicznej kierowanej na składowiska głównie dzięki instalacjom biologicznego przetwarzania działającym w ramach zakładów mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP). Skutkować to będzie w najbliższych latach zmniejszaniem produkcji biogazu z tych składowisk. W przypadku przyjęcia negatywnego scenariusza dla gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce, polegającego na tym, że nie powstanie odpowiednia liczba zakładów termicznego przekształcania odpadów i dodatkowo wystąpią inne negatywne czynniki, takie jak kryzys na rynku surowców wtórnych czy dalsze problemy z wykorzystaniem paliw alternatywnych, może okazać się, że zabraknie wolnych przestrzeni do składowania odpadów komunalnych.

Składowanie jest najmniej pożądane, co wynika z hierarchii postępowania z odpadami. W krajach, w których osiąga się wysokie poziomy recyklingu, a dopełnieniem systemu gospodarki odpadami są wykorzystanie paliw alternatywnych i zakłady termicznego przekształcania, masa odpadów komunalnych trafiających na składowiska nie przekracza 5%. Składowiska odpadów są obiektami uciążliwymi dla środowiska, a szczególnie dla sąsiadujących z nimi mieszkańców, głównie z powodu uciążliwości

zapachowych, skażenia mikrobiologicznego, hałasu, zapylenia czy zanieczyszczenia chemicznego.

Przeprowadzone badania wybranych parametrów dla jednego ze składowisk odpadów komunalnych w Polsce wykazały, że mimo zastosowanych najlepszych rozwiązań w zakresie budowy tego typu obiektów należy prowadzić ciągły monitoring jego oddziaływania na środowisko i reagować na wszelkie negatywne wyniki badań, likwidując czy ograniczając źródła zanieczyszczeń.

Interpretacja otrzymanych wyników nie jest łatwa i często trudno jest jednoznacznie wskazać źródło pochodzenia zanieczyszczeń.

Przeprowadzone badania wód podziemnych nie wykazały ich zanieczyszczenia i negatywnego wpływu składowiska odpadów, co świadczy o szczelności izolacji składowiska. Należy stwierdzić, że zarówno kwatera B1, jak i B2 zostały zabezpieczone przed infiltracją odcieków do wód podziemnych i gleby w sposób niebudzący zastrzeżeń zgodnie z najlepszymi i sprawdzonymi rozwiązaniami stosowanymi w Polsce i na świecie. Dodatkowo przeprowadzone przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska badania jakości wód głębinowych, znajdujących się w sąsiedztwie składowiska, oceniono na podstawie Rozporządzenia Ministerstwa Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do picia przez ludzi. Wyniki analiz wód pitnych wykazały, że wody te spełniają normy wód do picia prawie we wszystkich parametrach. Przekroczenia dopuszczalnych stężeń stwierdzono w trakcie wykonywania dwóch serii pomiarowych w jednej ze studni w zakresie żelaza i manganu (pomiar wykonano przed uzdatnianiem).

Wyniki badań próbki wody z piezometru kontrolnego szczelność pompowni odcieków P2 wykazały, że próbka ta jest zanieczyszczona, o czym świadczyła podwyższona przewodność elektrolityczna, która wiąże się najczęściej z wysoką zawartością rozpuszczonych w niej soli (chlorki, siarczany, węglany). Próbka ta charakteryzowała się bardzo wysoką zawartością węgla organicznego. Jego duża zawartość może być spowodowana tym, że jest to płytki piezometr znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie kwatery B1. Wody ujmowane w tym piezometrze to w znacznej mierze wody opadowe przesiąkające przez glebę i przez długi okres zalegające w piezometrze (zachodzą w nim procesy biochemiczne). Nie można wykluczyć, że zanieczyszczania te mogą być spowodowane także nieszczelnością układu pompowania odcieków. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku poboru tej próbki nie odpompowano całej ilości wody z piezometru – ze względu na jej niewielką ilość w nim się znajdującą − w obawie, że napływ wody do piezometru mógłby trwać zbyt długo. Brak jest w tym miejscu wód podziemnych napływowych, przez co niemożliwe jest przepompowanie piezometru.

W związku z tym po odpompowaniu części wody pobrano próbkę, która charakteryzowała się dużą mętnością, a przez to, że przez długi czas woda zalegała w piezometrze, następowały kumulacja i zatężanie zawartych w niej zanieczyszczeń. Preferowanym rozwiązaniem zagospodarowania składowiska po jego zamknięciu ze względu na strategię stopniowego przejścia w Polsce na odnawialne źródła energii powinna być budowa farmy fotowoltaicznej.

1.9. Energetyczne wykorzystanie odpadów (K. Ceglarz)

Odpady to nie tylko cenne źródło surowców, lecz także źródło energii. Ich energetycznego wykorzystania nie można ograniczyć jedynie do spalania. Procesy przetwarzania odpadów w energię znacznie różnią się od siebie, zajmują też inne szczeble hierarchii postępowania z odpadami. W styczniu 2017 roku został wydany Komunikat Komisji Europejskiej pod tytułem „Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce odpadami". W nim przedstawiono badania KE, z których wynika, że w 2014 roku w Unii Europejskiej 1,5% zapotrzebowania na energię pokryto dzięki energetycznemu wykorzystaniu odpadów (spalanie, współspalanie, proces beztlenowego rozkładu)[101]. Użycie energii z odpadów może być częścią jednego z pięciu filarów unii energetycznej − dekarbonizacji.

Spalanie

Spalanie to najczęściej stosowana technologia termicznego przekształcania odpadów. Popularność tej metody związana jest przede wszystkim z łatwością jej przeprowadzenia oraz powszechnym stosowaniem od lat (pierwsza spalarnia powstała w mieście Paddington (Wielka Brytania) w 1870 roku[102]). Spalaniu poddawane są zarówno odpady komunalne, przemysłowe, niebezpieczne, jak i osady ściekowe[103]. Do procesu spalania odpadów komunalnych dochodzi w Instalacjach Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych (ITPOK).

[101] Komunikat Komisji Europejskiej „Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce odpadami".
[102] Marek-Kołodziej K., Łapuńka I.: Spalarnie odpadów w Polsce – k ntekst społeczne i gospodarczy inwestycji, Logistyka 4/2015.
[103] Jaworski T.: Modelowanie procesu transportu masy na rusztach urządzeń do termicznego przekształcania odpadów stałych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012, s. 19.

Należy pamiętać, że głównym celem spalarni nie jest wytworzenie energii, lecz termiczne przekształcenie odpadów. Zakład, którego podstawą działalności jest wytworzenie energii i który wykorzystuje do tego celu termiczne przekształcanie paliwa i odpadów, nosi nazwę współspalarnii odpadów[104].

Termiczne przekształcanie odpadów musi zachodzić w ściśle kontrolowanych warunkach i w przeznaczonych do tego instalacjach. Wszelkie wymogi dotyczące tego procesu zostały zawarte w Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu (Dz.U.2016 poz.108).

Jednym z podstawowych wymagań stawianych zarówno przed spalarnią, jak i współspalarnią jest utrzymanie temperatury gazów spalinowych na poziomie[105]:

a) minimum 1100˚C w przypadku odpadów niebezpiecznych zawierających więcej niż 1% związków chlorowcoorganicznych w przeliczeniu na chlor,
b) minimum 850˚C dla pozostałych odpadów

przez co najmniej 2 sekundy.

Żużle i popioły paleniskowe nie mogą mieć całkowitej zawartości węgla organicznego na poziomie wyższym niż 3%, a strata przy ich prażeniu musi być niższa niż 5% suchej masy[106].

Ponadto spalarnia musi spełniać wiele standardów emisyjnych, które zostały określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 marca 2018 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz.U. 2018 poz. 680).

W Unii Europejskiej ok. 75% możliwości spalania odpadów komunalnych mają kraje takie jak: Francja, Niemcy, Szwecja, Włochy, Wielka Brytania oraz Holandia. Sama Szwecja może spalać ok. 600 kg/rok w przeliczeniu na jednego mieszkańca[107].

Polska wciąż jest krajem w dużej mierze uzależnionym od składowania. W 2000 roku funkcjonowało w niej 67 spalarni odpadów przemysłowych (w tym 44 przeznaczone do spalania odpadów niebezpiecznych), 4 spalarnie osadów ściekowych[108]. Od 2001 roku funkcjonuje warszawska spalarnia odpadów komunalnych o wydajności zaledwie

[104] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach.
[105] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu.
[106] Ibidem.
[107] Komunikat Komisji Europejskiej „Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce odpadami".
[108] Inspekcja Ochrony Środowiska, Raport Stan Środowiska w Polsce w latach 1996-2001, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2003.

40 tys. Mg rocznie. W 2017 roku poza spalarnią w stolicy funkcjonowało również 6 innych instalacji, których koszt budowy oraz wydajność przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 12

Porównanie polskich spalarni

Miasto	Koszt budowy netto [mln zł]	Wydajność [tys. Mg/rok]	Nakład [zł/Mg]
Białystok	333	120	2772
Bydgoszcz	426	180	2367
Konin	296	94	3149
Kraków	673	220	3059
Poznań	725	210	3452
Szczecin	580	150	3867
ŚREDNIA	505	162	3111

Źródło: Marek-Kołodziej K., Łapuńka I.: Spalarnie odpadów w Polsce – kontekst społeczne i gospodarczy inwestycji, Logistyka 4/2015.

Polskie możliwości spalania odpadów komunalnych w 2017 roku były na poziomie rzędu 1 014 000 Mg/rok, co w przeliczeniu na 1 mieszkańca (zakładając stan ludności: 38 434 000[109]) daje jedynie 26 kg. Całkowite wykorzystanie mocy polskich spalarni w 2017 roku pozwoliłoby na odzysk z wykorzystaniem energii dla ok. 8,5% wytworzonych odpadów komunalnych (według GUS-u w 2017 roku prawie 3 mln odpadów zostało poddanych termicznemu przekształceniu, z czego część z nich była w postaci paliwa alternatywnego spalanego w cementowniach).

W 2018 roku została uruchomiona Instalacja Termicznego Przetwarzania z Odzyskiem Energii (ITPOE) na terenie rzeszowskiej elektrociepłowni. Inwestycja ta należy do PGE Energia Ciepła S.A. Planowana moc przerobowa instalacji była na poziomie 100 000 Mg/rok. Szacowano, że jej moc cieplna przy produkcji energii zarówno elektrycznej, jak i cieplnej będzie wynosiła ok. 15,4 MWt[110]. Koszt przedsięwzięcia to ok. 300 mln zł. Inwestycja ta zaczęła wzbudzać wiele kontrowersji, przede wszystkim ze względu na wysokie koszty odbioru odpadów (ponad 700 zł/Mg, kiedy spalarnia odpadów w Krakowie odpady przyjmowała za ponad 200 zł/Mg)[111], dlatego też miasto Rzeszów zaczęło rozważać budowę własnej instalacji[112].

[109] Główny Urząd Statystyczny, Sytuacja demograficzna Polski do 2017 r. Urodzenia i dzietność, Warszawa 2018.
[110] Informator Instalacji Termicznego Przetwarzania z Odzyskiem Energii nr 1.
[111] https://plus.nowiny24.pl/prezes-grzegorz-gilewicz-o-stawkach-rzeszowskiej-spalarni-smieci-rynek-zostal-otwarty-a-my-nie-mozemy-dzialac-na-szkode-spolki/ar/c1-14652387 (dostęp: 28.03.2020 r.).
[112] https://rzeszow.wyborcza.pl/rzeszow/7,34962,25616901,rzeszow-zlozyl-wniosek-dotyczacy-budowy-spalarni-smieci-inwestycja.html (dostęp: 28.03.2020 r.).

Najstarsza polska spalarnia, czyli warszawski Zakład Unieszkodliwiania Stałych Odpadów Komunalnych (ZUSOK), wymaga modernizacji. We wrześniu 2018 roku został rozstrzygnięty przetarg na rozbudowę instalacji[113]. Wygrana oferta należała do chińskiej firmy Shanghai Electric Power Construction i została wyceniona na ponad miliard złotych brutto. Zakończenie przedsięwzięcia było planowane na 2021 rok[114]. Wybór ten został anulowany dwa miesiące później z nakazu Krajowej Izby Odwoławczej, do której odwołało się konsorcjum CNIM/POPR[115].
Warszawska spalarnia po modernizacji ma mieć największe moce przerobowe w kraju. Na chwilę obecną najwięcej odpadów może przyjąć ZTPO Kraków − 220 000 Mg/rok. Na tle Europy polskie instalacje są stosunkowo młode i niewielkie. Dla porównania dwie szwedzkie instalacje – pierwsza z nich w Malmo, uruchomiona w 1973 roku, a później modernizowana, może przyjmować rocznie 630 000 Mg odpadów, a 3 lata starsza instalacja w Sztokholmie aż 700 000 Mg/rok[116].

Piroliza

Piroliza (odgazowanie) jest jednym ze sposobów termicznego przekształcenia odpadów. Podczas tego endotermicznego procesu (konieczne jest doprowadzenie ciepła z zewnątrz) w temperaturach do 1000˚C i w warunkach beztlenowych (lub przy pomijalnie małej ilości tlenu) dochodzi do transformacji substancji organicznej. Odpady zostają przekształcone w substancję ciekłą oraz gaz i koks pirolityczny. Faza ciekła zawiera głównie oleje, smoły oraz wodę (w wodzie rozpuszczone są proste aldehydy, alkohole i kwasy organiczne). W skład gazu wchodzą przede wszystkim wodór, metan, etan i ich homologi, a także tlenek i dwutlenek węgla, siarkowodór, amoniak, chloro- czy fluorowodór. Koks pirolityczny składa się z węgla, metali oraz innych substancji inertnych. Produkty pirolizy można wykorzystać energetycznie przez ich spalenie. Ich ilość oraz rodzaj zależą przede wszystkim od składu chemicznego odpadów, ale również od innych parametrów, takich jak: rodzaj reaktora, temperatura, ciśnienie, tempo i sposób ogrzewania, rozmiar cząstek, czas przebywania w reaktorze itp. Pirolizie mogą

[113] Informacja o wyborze najkorzystniejszej oferty (pismo z dnia 27.09.2018r.) udostępniona na stronie www.mpo.com.pl (dostęp: 27.03.2019r.).
[114] http://warszawa.naszemiasto.pl/artykul/spalarnia-na-targowku-w-warszawie-rozbudowa-za-miliard,4822735,artgal,t,id,tm.html (dostęp: 27.03.2019 r.).
[115] Zawiadomienie o unieważnieniu czynności wyboru najkorzystniejszej oferty i wykluczeniu Wykonawcy odraz o klasyfikacji ofert (pismo z dnia 27.11.2018 r.) udostępniona na stronie www.mpo.com.pl (dostęp: 27.03.2019 r.).
[116] Informator Instalacji Termicznego Przetwarzania z Odzyskiem Energii nr 1.

zostać poddane niemal wszystkie rodzaje odpadów, a dzięki warunkom beztlenowym ilość powstających zanieczyszczeń jest mniejsza niż w przypadku spalania[117].
Na rynku dostępna jest polska technologia EL PIRO, pozwalająca na przekształcenie wysokokalorycznej frakcji resztkowej odpadów w postaci rozdrobionej (RDF − podrozdział dot. paliwa alternatywnego). Odpady o kaloryczności ok. 25 MJ/kg wprowadzane są do reaktora pirolitycznego. W warunkach beztlenowych powstaje syngaz, który po odpyleniu oraz oczyszczeniu z agresywnych związków (chlor, siarka, fluor) wykorzystywany jest do zasilania palników reaktora oraz jako paliwo gazowe do produkcji energii elektrycznej i cieplnej. Według twórcy projektu z 0,5 Mg/h odpadów (w postaci RDF) powstanie ok. 120 kg karbonizatu, a powstały syngaz może zostać zamieniony na ok. 1 MWt energii cieplnej i 0,4 MWe energii elektrycznej[118].

Zgazowanie

Proces zgazowania w przeciwieństwie do pirolizy wymaga obecności tlenu, jednak zapotrzebowanie to jest mniejsze niż w przypadku spalania, co stanowi istotną zaletę. Przykładowo w procesie klasycznego spalania przy wykorzystaniu 2,5 m^3/kg powietrza powstanie ok. 14 m^3/kg spalin, w procesie zgazowania powietrze zużywane jest w ilości ok. 1,2 m^3/kg, a ilość powstających spalin to zaledwie 2,5 m^3/kg[119]. Zatem zastąpienie spalania procesem zgazowania pozwala na ograniczenie ilości spalin o ponad 80%, a ilość potrzebnego powietrza jest dwa razy mniejsza.
Tlen może zostać dostarczony zarówno w czystej postaci, jak i wraz z powietrzem. Rodzaj czynnika zgazowującego wpływa na wartość opałową otrzymanego gazu (głównie metan, wodór, dwutlenek i tlenek węgla). W przypadku powietrza gaz będzie miał wartość opałową ok. 4-6 MJ/m^3, a jeżeli do zgazowania zostanie użyty czysty tlen, to wartość ta będzie rzędu 10-15 MJ/m^3[120]. Niektóre źródła podają nieco inne wartości: 4-8 MJ/m^3 w przypadku powietrza i 8-14 MJ/m^3 w przypadku czystego tlenu. Do procesu zgazowania może zostać użyta również para wodna, wtedy powstały gaz cechuje się dużą ilością wodoru i małą azotu (w przeciwieństwie do sytuacji, gdy

[117] Jaworski T.: Przegląd możliwości produktowych procesu pirolizy, [w:] Wybrane zagadnienia procesów energetycznego wykorzystania i termicznego unieszkodliwiania odpadów (pod red. Kozioł M.), Gliwice 2015.
[118] Ulotka: Innowacyjna metoda waloryzacji odpadów piroliza w technologii EL PIRO.
[119] Ściążko M.: Technologie zgazowania odpadów komunalnych, Nowa Energia 1/2017.
[120] Ibidem.

czynnikiem zgazowującym jest powietrze), dzięki temu uzyskuje wysoką wartość opałową − ok. 14-20 MJ/m^3[121].
Odpady komunalne zmieszane przed procesem muszą zostać rozdrobnione, zmielone oraz wymieszane, aby ujednolicić ich skład. Po ich zgazowaniu pozostają żużel, popiół oraz ewentualne szkło oraz metal[122].

Paliwa alternatywne

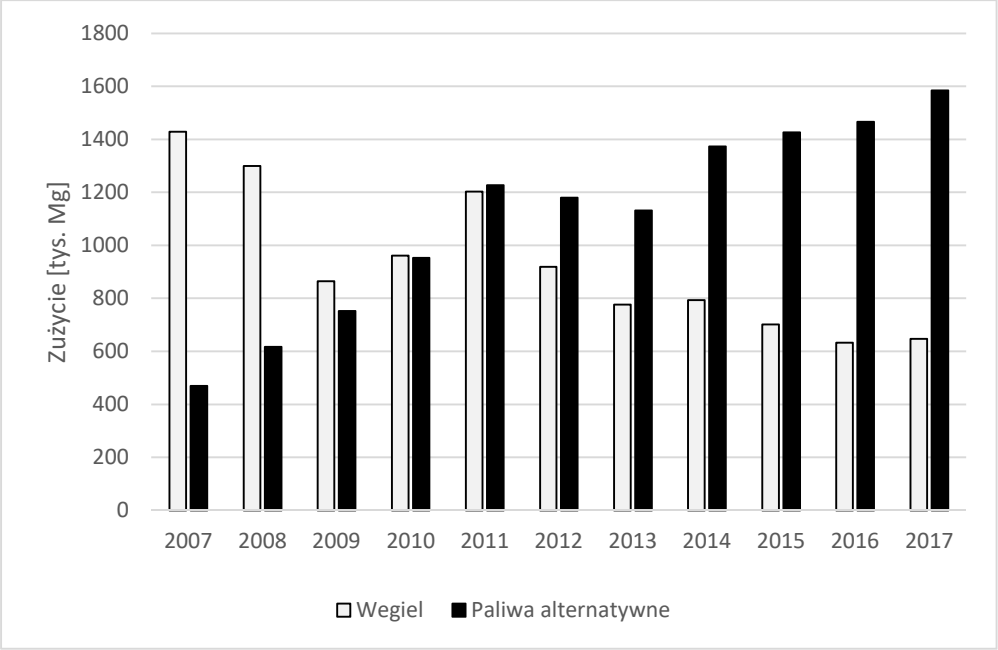
Paliwa alternatywne z odpadów komunalnych to nic innego jak rozdrobnione odpady palne o konkretnych właściwościach paliwowych, często zmieszane w odpowiednich proporcjach, które w wyniku termicznego przekształcenia nie mogą przekroczyć standardów emisyjnych, o których wspomniano już w podrozdziale poświęconym spalaniu. Z założenia powstają z pozostałości po sortowaniu. Ten rodzaj paliwa, w zależności od kraju, kryje się pod wieloma nazwami. W Niemczech można spotkać się z SBS (Sekundärbrennstoffe), EBS (Ersatzbrennstoffe) czy też BRAM (Brennstoff aus Müll). We Włoszech CDR (combustibili derivato di rifiutti) oraz CSS (combustibili solido secondario). W krajach anglojęzycznych zaś: RDF (refused derived fuel) oraz SRF (solid recovered fuels). W Polsce paliwa alternatywne nazywane są także formowanymi oraz zastępczymi. Można spotkać się także z określeniami PAKOM (paliwo komunalne) oraz UPAK (uszlachetnione paliwo komunalne). Ponadto producenci używają swoich oryginalnych nazw[123].
W świetle obowiązujących przepisów paliwa alternatywne to nadal odpad (kod 19 12 10). Zatem instalacje, które je spalają, niezależnie od procentowego udziału tego paliwa w ogólnym strumieniu, traktowane są jak współspalarnie odpadów, w związku z czym muszą spełniać wiele wymogów zarówno prawnych, jak i technicznych.
Paliwa alternatywne znajdują swoje zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu. W Polsce ich głównym odbiorcą jest przemysł cementowy. Funkcjonuje tutaj 14 cementowni, znajdujących się głównie na południu kraju. W tej gałęzi przemysłu używane są różne paliwa alternatywne, a wśród nich RDF, odpady gumowe, odpady z oczyszczania kopalin czy z elektrowni oraz osady ściekowe. Zużycie węgla oraz paliw

[121] http://www.e-gospodarkaodpadami.pl/rynek/sposob-myslenia-jesli-nie-piroliza-to-co-inne-metody-termicznego-przeksztalcania-odpadow/ (dostęp: 18.04.2019 r.).
[122] Ibidem.
[123] Baron M., Kozioł M.: Paliwa z odpadów – definicje, klasyfikacje, wykorzystanie, [w:] Wybrane zagadnienia procesów energetycznego wykorzystania i termicznego unieszkodliwiania odpadów (pod red. Kozioł M.), Gliwice 2015.

alternatywnych w polskich cementowniach zostało przedstawione na poniższym wykresie.

Wykres 13

Zużycie węgla oraz paliw alternatywnych w polskich cementowniach w latach 2007-2017



Źródło: Stowarzyszenie Producentów Cementu, informatory „Przemysł cementowy w liczbach", roczniki 2014-2020.

Na przestrzeni lat stosunek zużywanego paliwa alternatywnego do węgla znacznie się zmienił. W 2007 roku zużycie to było o 70% niższe niż zużycie węgla, 8 lat później o 100% większe. W 2017 roku w polskich cementowniach zużyto prawie 2,5 razy więcej paliwa alternatywnego niż węgla. Paliwo z odpadów RDF stanowiło 70-85% zużytego paliwa alternatywnego[124].

Ten rodzaj paliw może być także źródłem energii zarówno elektrycznej, jak i cieplnej. Może być współspalany w kotłach fluidalnych czy pyłowych będących elementem instalacji kotłowych elektrowni i elektrociepłowni lub też spalany w specjalnie wybudowanych do tego celu kotłach. Paliwa alternatywne są stosowane w przemyśle energetycznym w krajach takich jak Niemcy, Włochy, Austria czy Finlandia. W Polsce tego typu instalacje są w Zabrzu oraz w Olsztynie[125].

Oczywiście paliwa alternatywne z odpadów mogą być także spalane w spalarniach odpadów komunalnych. Należy jednak się zastanowić, czy ma to sens. Instalacje termicznego przekształcania przyjmują odpady będące pozostałością po sortowaniu

[124] Stowarzyszenie Producentów Cementu, informatory „Przemysł cementowy w liczbach", roczniki 2014-2020.
[125] Baron M., Kozioł M.: Paliwa z odpadów…, op.cit.

i segregacji. Nie ma potrzeby wytwarzać z nich paliwa. Spalanie paliw alternatywnych w spalarniach jest wytłumaczalne, gdy występuje nadpodaż paliwa i brakuje na nie odbiorców oraz gdy jest to zabieg konieczny, zapewniający prawidłowe funkcjonowanie instalacji[126].

Głównym dochodem firm wytwarzających paliwo z odpadów nie jest jego sprzedaż, lecz są to pieniądze uzyskane za odbiór odpadów. Produkcja takiego paliwa to możliwość wykorzystania wysokokalorycznej frakcji, której nie można składować. Tak jak wspomniano wcześniej, w Polsce głównym odbiorcą RDF są cementownie, które ustalają parametry przyjmowanego paliwa. Jeszcze niedawno instalacje płaciły za przyjmowane paliwo. Od jakiegoś czasu obserwuje się ujemną wartość paliwa z odpadów, a jego producenci dopłacają za jego przyjęcie.

Szacuje się, że w polskich magazynach zalega ok. 27 milionów ton paliw alternatywnych z odpadów[127].

Podsumowanie

W gospodarce cyrkularnej niewątpliwie trzeba wziąć pod uwagę również energetyczne wykorzystanie odpadów. Jednakże nie należy zapomnieć, że jej najważniejszym aspektem jest maksymalne wykorzystanie surowców, dlatego też temu procesowi powinny być poddawane przede wszystkim odpady nienadające się do recyklingu oraz te, dla których proces ten będzie ułatwiał dalsze, ponowne przekształcenie, np. proces pirolizy w przypadku laminatów zawierających warstwę aluminium jak i mocno zanieczyszczonych puszek aluminiowych po napojach. Termiczne przekształcanie to sposób na „domknięcie pętli" i na zagospodarowanie odpadów nienadających się do ponownego przetworzenia, znacznie lepszy od samego składowania, ponieważ chociażby pomaga zminimalizować ich objętość oraz masę. Odzysk z wykorzystaniem energii jest jednym ze sposobów na poradzenie sobie z problemami, jakimi są ciągle rosnąca ilość odpadów oraz deficyt energetyczny.

[126] Ibidem.
[127] Rapior S.: Energia z odpadów – spalać czy nie spalać…, [w:] Energia i Recykling, nr 1(13)/2019.

2. GOSPODARKA O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ) to termin, który od kilku lat pojawia się w wielu branżach i cały czas zyskuje na popularności. W niniejszym rozdziale zostaną przedstawione jej główne założenia wraz z możliwościami ich wdrożenia.
Temat gospodarki o obiegu zamkniętym można rozpatrywać pod kątem koncepcji, idei, ale również całego modelu, strategii rozwoju czy systemu gospodarczego. W języku polskim pojęcie to funkcjonuje przede wszystkim pod terminami takimi jak: *gospodarka obiegu zamkniętego*, *GOZ*, *gospodarka o obiegu zamkniętym*, *gospodarka okrężna* czy *gospodarka cyrkularna*. W anglojęzycznej wersji najczęściej występuje jako *circular economy.*
W rozdziale tym omówiono przede wszystkim pojęcia i założenia GOZ reprezentowane przez Komisję Europejską oraz implementację unijnych dyrektyw w polskim prawodawstwie.

2.1. Pojęcie i założenia GOZ-u oraz wyzwania stojące przed Unią Europejską (K. Ceglarz)

Nie od dziś wiadomo, że rozwój gospodarki nierozerwalnie wiąże się z wykorzystywaniem surowców naturalnych (w Unii Europejskiej szacuje się ich zużycie na poziomie 16 Mg/rok na jednego mieszkańca[128]). Komisja Europejska już od lat zwraca uwagę na problem kurczących się zasobów oraz brak samowystarczalności surowcowej Unii Europejskiej, dlatego też w 2011 roku powstał „Plan działania na rzecz zasoobooszczędnej Europy". W dokumencie tym podjęto także temat odpadów jako źródła cennych surowców i wśród celów (do 2020 roku) wymieniono m.in. rozpowszechnienie selektywnej zbiórki, usprawnienie funkcjonowania rynku

[128] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy, Bruksela, 20.09.2011 r.

surowców wtórnych, wyeliminowanie składowisk czy odzysk energii z odpadów nienadających się do recyklingu[129].

Podstawowe założenia planu zostały rozwinięte w siódmym ogólnym unijnym programie działań w zakresie środowiska „Dobra jakość życia z uwzględnieniem ograniczeń naszej planety".

Samo pojęcie gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ) pojawiło się w literaturze naukowej już w latach 60. ubiegłego wieku[130], jednak w Europie od niedawna zyskało na popularności, kiedy to w 2014 roku Komisja Europejska opublikowała komunikat pt. „Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program <<zero odpadów>> dla Europy", w którym zdefiniowano pojęcie gospodarki cyrkularnej jako odejście od jej modelu linearnego („weź, wyprodukuj, zużyj i wyrzuć")[131].

Model gospodarki linearnej często określony jest także jako model „od kołyski do grobu" (ang. *cradle to grave*). Gospodarka o obiegu zamkniętym to podejście, w którym produkty nie są wyrzucane, lecz ponownie przetwarzane, dlatego też określana jest jako model „od kołyski do kołyski" (ang. *cradle to cradle*)[132].

W 2014 roku w ww. komunikacie określono też następujące pozytywne skutki wdrożenia GOZ w Unii Europejskiej[133]:

a) zmniejszenie nakładów materiałowych o 17-24% do 2030 roku,
b) oszczędności rzędu 630 mld euro rocznie,
c) wzrost PKB o 3,9%,
d) ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 2-4% w skali roku,
e) stworzenie ponad 180 000 bezpośrednich miejsc pracy na terenie UE do 2030 roku.

Zwrócono także uwagę, że GOZ to nie jest jedynie gospodarka odpadami i aby ją efektywnie wdrożyć, potrzebne są działania już począwszy od wydobycia surowców, projektowania produktów, poprzez ich produkcję, dystrybucję, wykorzystanie oraz zbiórkę (rys. 12). Na każdym z tych etapów można zmniejszyć koszty oraz zużycie surowców.

---

[129] Ibidem.

[130] Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, pod red. J. Kulczyckiej, Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych, Kraków 2019 r.

[131] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów" dla Europy, Bruksela, 2.07.2014 r.

[132] Mazur D.: Idea odpowiedzialności w świetle filozofii cradle to cradle, [w:] Społeczeństwo odpowiedzialne? O aspektach odpowiedzialności w życiu społecznym jednostek, pod red. K. Cikały, W.B. Zielińskiego, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II, Kraków 2015.

[133] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Ku gospodarce o obiegu zamkniętym…, op.cit.

Rys. 12. Koncepcja GOZ
Fig. 12. Concept of the circular economy
Źródło: Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów" dla Europy, Bruksela, 2.07.2014 r.

Jak widać na powyższym schemacie, jednym z etapów mających wpływ na gospodarkę cyrkularną jest projektowanie. W tym przypadku zazwyczaj używa się określenia **ekoprojektowanie**. Etap ten jest bardzo istotny, ponieważ m.in. od niego zależy, czy produkt będzie nadawał się do recyklingu. W ramach gospodarki o obiegu zamkniętym projektowane produkty powinny być trwałe, łatwe do utrzymania, naprawy czy recyklingu oraz do ich produkcji powinna zostać użyta jak najmniejsza ilość materiałów (mniejsza waga to też mniejsze emisje na etapie transportu)[134].

W przypadku ekoprojektowania warto przyjrzeć się elektronice, ponieważ właśnie w tej branży często mówi się o stosowaniu przez producentów specjalnych zabiegów mających na celu szybkie zużycie się produktu, co w rezultacie jest wymuszeniem zakupu nowego. Niewątpliwie produkowany kilkadziesiąt lat temu sprzęt służył w gospodarstwach domowych znacznie dłużej – jak wynika z raportu niemieckiej Federalnej Agencji Ochrony Środowiska, okres używania telewizora kineskopowego wynosił ok. 10-11 lat, kiedy to żywotność jego odpowiednika z płaskim ekranem LCD jest dwa razy krótsza. W tym momencie należy się zastanowić, czy fakt, że sprzętu używamy znacznie krócej, to wynik jedynie działalności producentów. Rozwój nowych

[134] Ibidem.

technologii następuje bardzo szybko, a producenci ścigają się z wprowadzaniem na rynek produktów z kolejnymi, dodatkowymi możliwościami. Szerzący się wśród społeczeństwa konsumpcjonizm nakłania klientów do stania w kolejkach podczas premiery nowych sprzętów, pomimo że mają ich starsze, wciąż działające odpowiedniki. Z drugiej strony, ciężko nie zgodzić się z faktem, że producenci również mają ogromny wpływ na rosnącą z roku na rok liczbę zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Jednym z powodów wyrzucania przez konsumentów sprzętu jest jego droga, nieopłacalna naprawa. Po drugie żywotność sprzętu jest również krótsza ze względu na projektowanie go w wersji bardziej przyjaznej dla środowiska i zdrowia ludzi (np. przez zastąpienie freonów mniej trwałymi pentonami). Należy pamiętać, że celem ekoprojektowania jest przede wszystkim tworzenie produktów nadających się do recyklingu. W przypadku elektroniki problemem staje się stosowanie przez producentów tańszych zamienników (np. zamiast miedzi użycie miedziowanego aluminium), których przetworzenie jest trudne bądź też niemożliwe[135].

Kolejnym, równie ważnym etapem ze względu na swoją energo- oraz materiałochłonność jest **produkcja**.

Każde przedsiębiorstwo, szczególnie to produkcyjne, mniej lub bardziej oddziałuje negatywnie na środowisko naturalne przez odpady, emisje czy ścieki. Jednak rozwiązaniem nie jest jedynie usuwanie skutków jego działalności. W tym przypadku konieczne jest zintegrowane oraz zapobiegawcze działanie mające na celu zwiększenie efektywności procesów oraz redukcję ryzyka dla ludzi oraz środowiska. Taka strategia ochrony środowiska nazywana jest **czystszą produkcją** (CP, ang. cleaner production)[136]. Więcej o idei CP opisano w kolejnym rozdziale, dotyczącym gospodarki cyrkularnej w Polsce.

Inny etap gospodarki stanowi **dystrybucja** i to właśnie tutaj ważne jest zadbanie o pełne informowanie konsumentów o nabywanych przez nich dobrach. Kupowane produkty powinny zostać odpowiednio oznakowane, tak aby kupujący miał wiedzę na temat możliwości ich naprawy, recyklingu oraz o ilości zasobów zużytych do ich produkcji[137]. Na chwilę obecną w Polsce funkcjonuje tzw. ekoznakowanie, dzięki któremu klient ma świadomość odziaływania produktu na środowisko. Najbardziej popularne wśród ekoznaków ze względu na znakowany produkt są[138]:

---

[135] Rapior S.: Celowe postarzenie urządzeń to mit?, [w:] Energia i Recykling. Gospodarka Obiegu Zamkniętego, nr 6(6), Abrys, 2018, s. 45-47.

[136] Stowarzyszenie „Polski Ruch Czystszej Produkcji", Biuletyn Czystsza Produkcja, Seria: Zeszyty Problemowe nr 2/2001, Katowice 2001.

[137] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Ku gospodarce o obiegu zamkniętym…, op.cit.

[138] http://ekoszyk.mos.gov.pl/ (dostęp: 01.11.2020 r.).

a) żywność – Rolnictwo ekologiczne, Ekoland, Fairtrade;
b) materiały informacyjne i promocyjne − EMAS;
c) kosmetyki − „Nietestowany na zwierzętach”;
d) opakowanie − „nadaje się do recyklingu”, „dbaj o czystość”, Zielony punkt, „opakowanie biodegradowalne”;
e) sprzęt elektryczny i elektroniczny − Energy Star, Znak ekologiczny Eko;
f) wyroby z drewna − FSC, Rainforest Alliance Certified.

Kolejnym ważnym krokiem wdrożenia gospodarki cyrkularnej na etapie dystrybucji jest chociażby wprowadzenie elektronicznych paragonów i faktur. Wprowadzenie e-paragonów to nie tylko korzyść dla środowiska związana z mniejszą ilością odpadów, lecz także ułatwienie dla konsumenta w związku z brakiem konieczności archiwizowania paragonów z blaknącym z czasem tuszem. Obecnie w Polsce w administracji publicznej funkcjonuje tzw. Platforma Elektronicznego Fakturowania (PEF)[139].

Aby efektywnie wdrożyć gospodarkę o obiegu zamkniętym, równie ważne są także **wybory konsumenckie**, albowiem bardzo istotne jest, aby zachęcić społeczeństwo chociażby do ograniczenia wytwarzania odpadów oraz ich prawidłowego segregowania. Należy pamiętać, że podstawą hierarchii gospodarowania odpadami jest ich minimalizacja, zatem konieczne jest stworzenie konsumentom możliwości napraw oraz konserwacji nabytych przedmiotów. W ramach GOZ-u często promowana jest idea **współdzielenia** (nie kupuj, tylko pożycz, wymień, zamień lub wynajmij)[140]. Wdrożenie tej teorii może również pozytywnie wpłynąć na decyzję producentów, ponieważ w sytuacji, gdyby konsumenci zamiast przedmiotów nabywali usługi (wynajem sprzętu w ramach abonamentu wraz z gwarancją serwisowania), większą motywacją byłoby wytwarzanie produktów trwałych, mało awaryjnych oraz łatwych i tanich w naprawie[141].

Ruchem konsumenckim wspierającym wdrożenie gospodarki cyrkularnej jest styl życia w duchu Zero Waste, który został bliżej przedstawiony w dalszej części monografii.

Ostatnie i niezwykle ważne etapy GOZ-u (**zbiórka** i **recykling**) związane są bezpośrednio z gospodarowaniem odpadami.

Głównym i podstawowym celem gospodarki cyrkularnej jest przede wszystkim utrzymanie surowców jak najdłużej w obiegu przez projektowanie produktów zdatnych do ponownego użycia oraz po ich zużyciu wprowadzanie ich z powrotem do obiegu

[139] https://efaktura.gov.pl (dostęp: 01.11.2020 r.).
[140] Ibidem.
[141] Rapior S.: Celowe postarzenie urządzeń to mit?..., op.cit.

w celu ponownego wytworzenia. GOZ jest spojrzeniem na odpady jako źródło cennych surowców (tzw. surowce wtórne), dlatego bardzo istotne jest stworzenie i wspieranie stabilnego rynku tego typu surowców. Dodatkową korzyścią wdrożenia tej zrównoważonej gospodarki ma być zapewnienie Europie przewagi konkurencyjnej.

Jak jest widoczne na schemacie (rys. 12), nie jest możliwe całkowite ponowne zawrócenie materiałów do obiegu, zatem zostały uwzględnione na nim także tzw. odpady resztkowe. Komisja Europejska zakłada, że odpady, których odzyskanie jest niemożliwe, mogą zostać skierowane na składowiska, jednak nie powinno być ich więcej niż 5% wszystkich wytworzonych odpadów[142].

W wymienionym komunikacie z 2014 roku Komisja Europejska zaproponowała także ustalenie m.in. następujących celów związanych z odpadami komunalnymi[143]:

a) zwiększenie ponownego wykorzystania oraz recyklingu do min. 70% do 2030 roku,
b) zwiększenie do 80% współczynnika recyklingu odpadów opakowaniowych do 2030 roku (60% do 2020 roku, a 70% do 2025 roku),
c) wprowadzenie zakazu składowania tworzyw sztucznych, metali, papieru, szkła oraz odpadów biodegradowalnych nadających się do recyklingu do 2025 roku,
d) całkowita eliminacja składowania do 2030 roku.

W dokumencie tym zwrócono także uwagę na takie oto problemy związane z odpadami[144]:

a) zapobieganie powstawaniu odpadów,
b) odpady wyrzucane do morza – ograniczenie o 30% do 2020 roku,
c) odpady z budowy i rozbiórki – ulepszenie gospodarowania, zwiększenie ilości materiałów nadających się do recyklingu, wsparcie rynku surowców wtórnych, ustalenie ram oceny efektywności środowiskowej budynków,
d) odpady żywnościowe – ograniczenie powstawania o 30% do 2025 roku,
e) odpady niebezpieczne – udoskonalenie rejestru, określenie zdolności systemów gospodarowania,
f) odpady z tworzyw sztucznych – zrównoważone wykorzystanie, eliminacja składowania, zwiększenie recyklingu, ograniczenie korzystania z lekkich toreb,
g) recykling surowców krytycznych – efektywne korzystanie, recykling,
h) nielegalne przemieszczanie odpadów – zaostrzenie inspekcji,
i) recykling fosforu – zrównoważone stosowanie.

[142] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Ku gospodarce o obiegu zamkniętym…, op.cit.
[143] Ibidem.
[144] Ibidem.

Pod koniec 2015 roku opublikowano także komunikat Komisji Europejskiej pt. „Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym", w którym określono pięć następujących **obszarów priorytetowych** gospodarki cyrkularnej[145]:

a) tworzywa sztuczne,
b) odpady spożywcze,
c) surowce krytyczne,
d) odpady z budowy i rozbiórki,
e) biomasa i bioprodukty.

W przypadku **tworzyw sztucznych** Komisja Europejska w ww. komunikacie zwraca uwagę przede wszystkim na problem zanieczyszczenia nimi wód (ochrona oceanów, mórz i zasobów morskich jest także jednym z celów zrównoważonego rozwoju, a zapobieganie oraz znaczne zmniejszenie ich zanieczyszczania odpadami jest jednym z zadań umieszczonym w Agendzie na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030[146]) oraz niski poziom recyklingu (ok. 25%, a ok. 50% trafia na składowiska). Podejmuje również kwestię ich biodegradowalności, podatności recyklingowej, a także obecności substancji niebezpiecznych[147].

Na początku 2018 roku został opublikowany Komunikat Komisji pt. „Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym", a w czerwcu 2019 roku pojawiła się Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko[148]. Celem dyrektywy poza zmniejszeniem negatywnego oddziaływania tworzyw sztucznych na środowisko oraz zdrowie ludzi jest także promowanie gospodarki cyrkularnej. Jedną z większych zmian wdrożonych przez niniejszy dokument jest przyjęcie przez państwa członkowskie, od dnia 3.07.2021 roku, zakazu wprowadzenia do obrotu produktów jednorazowego użytku z tworzyw sztucznych takich jak: sztućce, talerze, mieszadełka do napojów czy patyczki do balonów[149].

Kolejnym wymienionym obszarem priorytetowym są **odpady spożywcze**. Temat marnowania żywności jest już od lat poruszany przez wiele stron. Eliminacja głodu jest drugim celem zrównoważonego rozwoju. Jak podaje w swojej agendzie Organizacja

[145] Ibidem.
[146] Organizacja Narodów Zjednoczonych, Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030.
[147] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, Bruksela, 2.12.2015 r.
[148] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko (Dz.U. L 155 z 12.6.2019).
[149] Ibidem.

Narodów Zjednoczonych (ONZ), co dziewiąta osoba na świecie cierpi z powodu niedożywienia, a ok. 45% dzieci umiera z tego powodu jeszcze przed osiągnięciem piątego roku życia[150].

Prawie 30% produkowanej na świecie żywności staje się odpadem[151]. W Unii Europejskiej co roku marnowane jest ok. 90 mln ton żywności (ok. 180 kg/osobę), z czego większość tej żywności w momencie wyrzucenia wciąż nadaje się do spożycia. Marnowanie pożywienia to nie tylko zaprzepaszczenie wysiłku rolników czy przemysłu spożywczego, to także niepotrzebne zużycie energii oraz surowców (łańcuch wartości żywności i napojów jest głównym odbiorcą wody wysokiej jakości i w Unii Europejskiej przyczynia się do zużycia 28% surowców)[152].

Komisja Europejska w swoim komunikacie zachęca do przeprowadzania kampanii uświadamiających problem marnowania żywności oraz zwraca uwagę na konieczność pracy nad zrozumiałym oznaczaniem daty minimalnej trwałości (być może społeczeństwo nie widzi różnicy między sformułowaniem „najlepiej spożyć przed" a „należy spożyć do")[153].

Państwa członkowskie UE zobowiązane są do corocznego pomiaru ilości wytworzonych odpadów żywnościowych oddzielnie dla każdego z etapów łańcucha dostaw żywności (produkcja, przetwórstwo, sprzedaż/dystrybucja, restauracje, gospodarstwa domowe)[154].

Trzecim obszarem priorytetowym w ramach gospodarki cyrkularnej są **surowce krytyczne**. Dokładny wykaz tego rodzaju surowców został sporządzony i opublikowany przez Komisję Europejską, a należą do nich m.in. metale ziem rzadkich, metale szlachetne, a także fosfor. Ich ilość jest ograniczona, a wydobycie często wiąże się z poważnymi skutkami dla środowiska naturalnego, dlatego tak ważne są ich zbiórka, demontaż oraz recykling. W komunikacie z 2015 roku zwrócono uwagę na brak norm w zakresie ich recyklingu oraz brak przepływu informacji pomiędzy producentami oraz zakładami recyklingu sprzętu elektronicznego[155].

---

[150] https://www.un.org.pl/cel2 (dostęp: 16.04.2020 r.).

[151] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Ku gospodarce o obiegu zamkniętym…, op.cit.

[152] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy, Bruksela, 20.09.2011 r.

[153] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Zamknięcie obiegu…, op.cit.

[154] Decyzja delegowana Komisji (UE) 2019/1597 z dnia 3 maja 2019 r. uzupełniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE w odniesieniu do wspólnej metody i minimalnych wymagań jakościowych dla jednolitego pomiaru poziomów odpadów żywności (Dz.U. L 248 z 27.9.2019).

[155] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Zamknięcie obiegu…, op.cit.

Kolejnym problemem ważnym z punktu widzenia GOZ-u są **odpady z budowy i rozbiórki**, które należą do jednego z większych źródeł odpadów w Europie. Mogą one być źródłem cennych surowców, ale aby ich odzysk był możliwy, konieczne jest ich odpowiednie identyfikowanie oraz selektywne zbieranie już na placach rozbiórki. W ramach tego obszaru priorytetowego Komisja Europejska zobowiązała się m.in. do promocji stosowania w projektach budowlanych wskaźników służących do oceny efektywności środowiskowej budynków[156].

Ostatnim, piątym obszarem priorytetowym są **biomasa** oraz **bioprodukty**. Komisja Europejska zaleca szerokie stosowanie w gospodarce bioproduktów (drewno, włókna, uprawy) ze względu na ich odnawialność, biodegradowalność oraz kompostowalność[157].

W ramach efektywnego wdrożenia gospodarki cyrkularnej w 2017 roku została utworzona, jako wspólna inicjatywa Komitetu i Komisji Europejskiej, Europejska platforma na rzecz gospodarki o obiegu zamkniętym (ang. **European Circular Economy Stakeholder Platform** (ECESP)). Platforma ta jest wirtualną przestrzenią pozwalającą na wymianę dobrych praktyk oraz doświadczeń przez podmioty zainteresowane GOZ-em. Wspierana jest przez grupę koordynacyjną złożoną z 24 ambasadorów z całej Europy[158]. ECESP dostępna jest pod adresem: www.circulareconomy.europa.eu/platform/.

W komunikacie opublikowanym pod koniec 2015 roku określono plan działania UE dotyczący gospodarki cyrkularnej, obejmujący 54 zadania wraz z harmonogramem ich wykonania, z następujących kategorii[159]:

a) produkcja – np. ekoprojekt, wzmocnienie skuteczności systemu ekozarządzania i audytu (EMAS);
b) konsumpcja – np. egzekwowanie gwarancji, badania dot. celowego skracania cyklu życia produktów;
c) gospodarowanie odpadami – np. propagowanie dobrych praktyk z zakresu zbierania odpadów;
d) rynek surowców wtórnych – np. rozwój systemu informacji dotyczącego surowców, opracowanie norm jakości;

[156] Ibidem.
[157] Ibidem.
[158] Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego „Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z wdrażania planu działania dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym" (Dz.U. C 47 z 11.2.2020)
[159] Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Zamknięcie obiegu…, op.cit.

e) działania sektorowe dot. obszarów priorytetowych;
f) innowacje i inwestycje – np. wspieranie zainteresowanych stron w ramach platform współpracy czy wymiany najlepszych praktyk;
g) monitorowanie.

Cztery lata później, w 2019 roku, zostało opublikowane sprawozdanie z wdrażania ww. planu, według którego Komisja Europejska przeznaczyła ponad 10 mld euro w latach 2016-2020 na innowacje pozwalające na przejście na gospodarkę cyrkularną[160].

Na początku 2020 roku Komisja Europejska wydała komunikat pt. „Nowy plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy", mający na celu przyspieszenie zmiany transformacyjnej europejskiej gospodarki przy równoczesnym wykorzystaniu działań realizowanych od 2015 roku.

W ramach nowego planu wymieniono następujące obszary wymagające zmian określonych mianem **kluczowych łańcuchów wartości produktów**[161]:

a) elektronika i ICT (technologie informacyjno-komunikacyjne, ang. *Information and Communication Technologies*),
b) baterie, akumulatory i pojazdy,
c) opakowania,
d) tworzywa sztuczne,
e) wyroby włókiennicze,
f) budownictwo i budynki,
g) żywność, woda i składniki odżywcze.

We wspomnianym komunikacie zwrócono uwagę na szybkość przyrostu strumienia odpadów **sprzętu elektrycznego i elektronicznego** (roczna stopa przyrostu 2%), dlatego też zaproponowano następujące działania[162]:

a) stworzenie środków regulacyjnych, tak aby sprzęt był projektowany z myślą o efektywności energetycznej, był trwały oraz możliwy do naprawy, modernizacji, konserwacji czy ponownego wykorzystania i recyklingu;
b) wywarcie nacisku na branżę elektroniki i ICT w sprawie „prawa do naprawy";
c) wprowadzenie uniwersalnych ładowarek z trwałymi przewodami do ładowania oraz oddzielenie zakupu ładowarek od zakupu urządzeń;

---

[160] Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego I Komitetu Regionów z wdrażania planu działania dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym, Bruksela, 4.03.2019 r.
[161] 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, 11.03.2020 r.
[162] Ibidem.

d) sprawdzenie możliwości wdrożenia ogólnounijnego systemu zwrotu i sprzedaży starych sprzętów typu telefony komórkowe, tablety czy ładowarki;
e) usprawnienie zbiórki oraz przetwarzania zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (ZSEE);
f) przegląd przepisów związanych z ograniczeniem stosowania niebezpiecznych substancji w sprzęcie.

Jednym z kluczowych łańcuchów wartości produktów są także **baterie, akumulatory i pojazdy,** w ramach którego Komisja Europejska zobowiązała się do zaproponowania w 2020 roku nowych ram regulacyjnych dot. baterii i akumulatorów, uwzględniając przy tym[163]:

a) przepisy związane z zawartością surowców wtórnych oraz ze środkami mającymi na celu poprawę wskaźników poziomu zbiórki oraz recyklingu, a także z zapewnieniem odzysku cennych materiałów wraz ze wskazówkami dla konsumentów;
b) stopniowe wycofanie nieładowalnych baterii;
c) wymogi uwzględniające ślad węglowy produkcji, bezpieczeństwo dostaw oraz pozyskiwanie surowców w sposób etyczny.

W przypadku pojazdów Komisja ma w planie powiązać projektowanie z przetwarzaniem po wycofaniu z eksploatacji, a także opracowanie wymogów związanych z obowiązkiem używania materiałów z recyklingu oraz poprawą wydajności recyklingu. Ponadto w ramach gospodarki cyrkularnej w przypadku mobilności będzie także promowane rozwiązanie dotyczące zakupu usługi zamiast produktu[164].

Kolejnym celem stawianym przed UE w ramach gospodarki cyrkularnej jest gwarancja, że do 2030 roku wszystkie **opakowania** będą nadawały się do recyklingu lub ponownego użycia w opłacalny sposób. Dlatego też Komisja zamierza zaostrzyć wymagania dotyczące tego sektora, skupiając się przede wszystkim na[165]:

a) ograniczeniu stosowania opakowań,
b) promocji projektowania opakowań z myślą o ich ponownym wykorzystaniu lub przetworzeniu,

[163] Ibidem.
[164] Ibidem.
[165] Ibidem.

c) zmniejszeniu złożoności opakowań wielomateriałowych,
d) ocenie możliwości wdrożenia ogólnounijnego sposobu oznakowania opakowań,
e) ograniczeniu zużywanej wody butelkowanej przez zapewnienie wodociągowej wody pitnej w miejscach publicznych.

W ramach nowego planu ponownie podjęto się tematu **tworzyw sztucznych.** Tym razem, aby ograniczyć ilość odpadów z tego materiału, planuje się określenie wymogów związanych z obowiązkową zawartością materiałów z ich recyklingu przede wszystkim w opakowaniach, materiałach budowlanych oraz pojazdach. Zwrócono także uwagę na problem zanieczyszczenia środowiska mikroplastikiem, dlatego też postanowiono m.in. ograniczyć celowe dodawanie mikrodrobin do produktów oraz opracować metody pomiaru niezamierzonego uwalniania się mikroplastiku z opon czy odzieży w celu wypełnienia luk w wiedzy na ten temat[166].

W celu ograniczenia odpadów z tworzyw sztucznych planuje się także np.[167]:

a) wprowadzenie zakrętek przymocowanych do butelek,
b) opracowanie przepisów związanych z pomiarem zawartości surowców wtórnych w produktach,
c) etykietowanie oraz stosowanie biopochodnych tworzyw sztucznych.

Wraz z nowym planem wdrożenia gospodarki cyrkularnej zwrócono w końcu uwagę na wpływ na środowisko naturalne **wyrobów włókienniczych**, które pod względem wykorzystania wody i surowców pierwotnych znajdują się na czwartym miejscu, zaraz po żywności, budownictwie oraz transporcie. Celem Unii Europejskiej w tym obszarze jest stworzenie strategii, która pozwoli na wzmocnienie jej konkurencyjności (zaledwie 40% odzieży dostępnej na rynku produkuje się w UE), pobudzenie rynku zrównoważonych wyrobów włókienniczych czy też podjęcie problemu, jakim jest tania odzież niskiej jakości, przez m.in.[168]:

a) ułatwienie konsumentom dostępu do napraw oraz ponownego wykorzystania wyrobów włókienniczych,
b) wprowadzenie wytycznych mających za zadanie pomoc w osiągnięciu wysokich poziomów selektywnej zbiórki odpadów włókienniczych,
c) wprowadzenie innowacji oraz zachęt do zwiększenia skali ponownego użycia czy recyklingu wyrobów włókienniczych.

W nowym planie, podobnie jak w przypadku tworzyw sztucznych, ponownie podjęto temat **budownictwa i budynków**, w tym odpadów budowlanych i rozbiórkowych. Tym

[166] Ibidem.
[167] Ibidem.
[168] Ibidem.

razem zaplanowano m.in. wspieranie inicjatyw związanych z rekultywacją terenów zdegradowanych czy zagospodarowaniem wydobytej gleby, ale także postanowiono zwrócić uwagę na odpady w postaci materiałów izolacyjnych, które powstają podczas renowacji budynków[169].

Ostatnim wyszczególnionym kluczowym łańcuchem wartości produktów są **żywność, woda i składniki odżywcze.** Jednak tym razem nie skupiono się jedynie na problemie, jakim jest marnowanie żywności. Zaplanowano także działania związane ze zrównoważoną dystrybucją oraz z konsumpcją żywności, np. przez zastąpienie jednorazowych sztućców, opakowań oraz naczyń ich odpowiednikami wielokrotnego użytku. Zaproponowano rozwiązania mające na celu mniejsze zużycie wody, a także obmyślono opracowanie planu zintegrowanej gospodarki składnikami odżywczymi[170].

Komisja Europejska w swoim nowym planie, opublikowanym w 2020 roku, podaje jeszcze wiele innych działań mających wspomóc transformację unijnej gospodarki. Zwraca także uwagę, że UE może odnieść ten sukces, tylko i wyłącznie w przypadku, gdy zostaną wprowadzone globalne zmiany promujące zasobooszczędną oraz neutralną dla klimatu gospodarkę cyrkularną; w tym celu zamierza chociażby zbudować silne partnerstwo z Afryką czy osiągnąć ogólnoświatowe porozumienie w sprawie tworzyw sztucznych[171].

Efektywne wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym nie może ograniczyć się jedynie do wysiłków podejmowanych przez Komisję Europejską, konieczne jest także zaangażowanie na szczeblach krajowym oraz lokalnym. Idea ta musi zostać zrozumiana oraz zaimplementowana zarówno przez władze, jak i przez przedsiębiorców i konsumentów. Jedynie holistyczne podejście pozwoli na osiągnięcie zamierzonych efektów.

Tak jak wspomniano wcześniej, ruchem społecznym wspierającym gospodarkę o obiegu zamkniętym jest tzw. styl życia „Zero Waste", któremu poświęcono osobny podrozdział w niniejszej monografii. Konsumenci zainteresowani tym ruchem podejmują decyzje zgodne z ideą 5R (refuse (odmawiaj), reduse (ograniczaj), reuse (używaj ponownie), recycle (tu w znaczeniu: segreguj), rot (tu w znaczeniu: kompostuj)). Dla przedsiębiorców zaś wskazówką wdrożenia efektywnej gospodarki cyrkularnej jest tzw. zasada **ReSOLVE** (rys. 13).

[169] Ibidem.
[170] Ibidem.
[171] Ibidem.

Rys. 13. Zasada ReSOLVE
Fig. 13. ReSOLVE rule
Źródło: Model ReSOLVE Fundacji Ellen MacArthur[172].

Zasada ReSOLVE jest łatwym przepisem na wdrożenie w przedsiębiorstwie idei gospodarki cyrkularnej. Pierwszą z kategorii jest **regeneracja**, którą można osiągnąć chociażby przez rozpoczęcie korzystania z odnawialnych źródeł energii. Drugi krok to **współużytkowanie**, czyli korzystanie z wynajmu lub też jego oferowanie. Kolejna zasada to **optymalizacja**, którą można wdrożyć np. przez automatyzację procesów czy też wprowadzenie innowacji pozwalających na zmniejszenie materiało- czy energochłonności. Następny etap, czyli **zamykanie obiegów**, przeznaczony jest przede wszystkim dla przedsiębiorstw produkcyjnych, gdzie dużą korzyść dla środowiska może przynieść chociażby zamknięcie w procesie produkcyjnym wody i używanie tzw. szarej wody lub też wykorzystanie wody deszczowej. **Wirtualizacja** zaś największe korzyści przyniesie w biurach, gdzie efektem będzie znaczne zmniejszenie zużycia papieru. Zasada ta może być także realizowana przez organizację spotkań on-line, co przyczyni się do ograniczenia transportu[173]. Ostatnia reguła, czyli „**wymieniaj**", to nie tylko zamiana sprzętu czy materiałów na nowocześniejsze, lecz także wymiana procesów, produktów czy doświadczeń pomiędzy podmiotami. To zachęta do zmian, niezbędna do wdrożenia innowacyjnych rozwiązań pozwalających na transformację w kierunku gospodarki cyrkularnej.
W ramach gospodarki o obiegu zamkniętym często podejmuje się także tematy takie jak:

[172] Fundacja założona w 2009 roku przez światowej sławy żeglarkę Ellen MacArthur. Misja organizacji to rozwój i promocja idei gospodarki o obiegu zamkniętym. Fundacja jest autorem wielu publikacji, w tym raportów związanych z GOZ.
[173] Broszura informacyjna Stowarzyszenia Polski Ruch Czystszej Produkcji, Gospodarka o obiegu zamkniętym – co oznacza dla nas jako producentów i konsumentów?, wrzesień 2019.

a) rozszerzona odpowiedzialność producenta (ROP − ang. EPR – *extended producer responsibility*) – zobowiązanie producentów produktów do wnoszenia opłat pokrywających koszty selektywnej zbiórki, transportu i przetwarzania (z uwzględnieniem dochodu ze sprzedaży surowców wtórnych czy z ponownego użycia) odpadów powstałych z wprowadzonych (przez nich) do obrotu produktów wraz z pokryciem kosztów związanych z gromadzeniem danych i sprawozdawczości czy dostarczeniem posiadaczom odpadów niezbędnych informacji[174].
b) cykl życia produktów (LCA – ang. *Life Cycle Assessment*) – ocena wpływu na środowisko w całym okresie życia wyrobu, czyli od samego wydobycia oraz przetworzenia surowców, poprzez produkcję, używanie oraz późniejsze zagospodarowanie[175].
c) decoupling – tu: koncepcja oddzielenia przez zapewnienie wzrostu gospodarczego przy uznaniu ograniczeń środowiskowych[176].

Podsumowanie

Każde państwo, chociażby ze względów politycznych czy gospodarczych, powinno być jak najbardziej samowystarczalne surowcowo i energetycznie. Tego samego zdania jest również Komisja Europejska, dlatego też już od 2011 roku podejmuje się problemu kurczących się zasobów naturalnych.

Gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ) to całkowite odejście od tzw. gospodarki linearnej, w której wydobywane surowce wykorzystywane są do produkcji dóbr, które po zużyciu trafiają na składowiska. To nowe spojrzenie na gospodarkę, które wymaga zmian na wielu płaszczyznach – od legislacyjnych, poprzez zmiany w projektowaniu, produkcji czy dystrybucji po gospodarkę odpadami, w tym kształtowanie przez edukację właściwych postaw społecznych, a także wsparcie rynku surowców wtórnych.

Na chwilę obecną idea ta wydaje się jedynym słusznym rozwiązaniem problemu deficytu surowcowego, energetycznego oraz rosnącej liczby odpadów. Jednak jej efektywne wdrożenie nie jest łatwe ze względu na konieczność reorganizacji całego systemu gospodarczego. Niewątpliwie jest to spore wyzwanie, ale niesie ze sobą wiele

[174] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.
[175] PN-EN ISO 14040: Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2009.
[176] Fletcher R.: Decoupling: A Dangerous Fantasy, 2016, https://entitleblog.org/2016/05/10/decoupling-a-dangerous-fantasy/ (dostęp: 01.11.2020 r.).

korzyści związanych z rozwojem technologii, wdrażaniem nowych, innowacyjnych pomysłów w samych procesach produkcyjnych, oferowanych produktach oraz zagospodarowaniu odpadów. Efektem tych zmian nie są jedynie korzyści dla środowiska naturalnego, to także oszczędności związane z mniejszym zużyciem energii czy surowców oraz niższymi opłatami za korzystanie ze środowiska. To także dostarczanie produktów bezpiecznych dla zdrowia i życia ludzi, które po zużyciu będą mogły być odpowiednio zagospodarowane bez negatywnego oddziaływania na środowisko.

2.2. Gospodarka cyrkularna w Polsce (K. Ceglarz)

Polskę, jako kraju będącego członkiem Unii Europejskiej, nie ominął temat gospodarki o obiegu zamkniętym, a ponieważ gospodarki państw członkowskich znacznie różnią się od siebie, nie jest możliwe stworzenie jednego uniwersalnego planu działania. Dlatego też podczas spotkania ministrów na Radzie do spraw środowiska (czerwiec 2016) podjęto decyzję, że każde z państw opracuje własny program transformacji dopasowany do swojej indywidualnej sytuacji gospodarczej.

W Polsce w czerwcu 2016 roku minister rozwoju wydał zarządzenie w celu powołania tzw. **Zespołu do spraw Gospodarki o Obiegu Zamkniętym** jako swojego organu pomocniczego. Wśród zadań stworzonego zespołu wyszczególniono[177]:

a) analizę SWOT (szanse, zagrożenia, słabe i mocne strony) dla transformacji w kierunku gospodarki cyrkularnej,
b) wypracowanie stanowiska do wszelkich inicjatyw UE dot. GOZ-u,
c) określenie planu działania transformacji gospodarki (wraz z wyznaczeniem celów, priorytetów oraz harmonogramu),
d) monitorowanie wdrażanych działań.

W ramach stworzenia obligatoryjnego programu działań na poziomie krajowym minister przedsiębiorczości i technologii przedłożył dokument pt. „Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym", który został przyjęty uchwałą Rady Ministrów we wrześniu 2019 r. (udostępniony do konsultacji w styczniu 2018 roku). Dokument ten został podzielony na pięć następujących rozdziałów[178]:

[177] Zarządzenie nr 33 Ministra Rozwoju z dnia 24 czerwca 2016 r. w sprawie powołania Zespołu do spraw Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.
[178] Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym.

a) zrównoważona produkcja przemysłowa,
b) zrównoważona konsumpcja,
c) biogospodarka,
d) nowe modele biznesowe,
e) wdrażanie, monitorowanie i finansowanie GOZ.

W pierwszym rozdziale zwrócono uwagę przede wszystkim na odpady z górnictwa, przemysłu przetwórczego oraz energetyki, ponieważ to one stanowią największe źródło odpadów w naszym kraju (ok. 70%). Nawiązano także do tematu rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP) oraz oceny cyklu życia produktów (LCA). W ramach zrównoważonej produkcji przemysłowej zaproponowano następujące działania wraz z terminami na ich wykonanie[179]:

a) analiza możliwości i propozycja zmian prawnych w celu zwiększenia wykorzystania ubocznych produktów spalania (mogą zostać użyte np. w branży budowlanej) (2020-2021 r.);
b) opracowanie wymogów związanych z bezodpadową energetyką węglową (2022-2023 r.);
c) stworzenie analizy wykonalności opracowania specjalnej platformy na surowce wtórne (2021 r.);
d) analiza składu morfologicznego oraz możliwości zastosowania odpadów wydobywczych oraz sprawdzenie możliwości zagospodarowania odpadów zdeponowanych na hałdach (2021-2022 r.);
e) dokonanie zmian w prawnych regulacjach dotyczących opakowań, ZSEE, baterii, akumulatorów, opon, pojazdów wycofanych z eksploatacji oraz olejów i preparatów smarowych (2019-2020 r.);
f) analiza SWOT w ramach kontroli i sprawozdawczości ROP (2019-2021 r.);
g) kampania informacyjno-promocyjna ROP (2021-2022 r.);
h) opracowanie materiałów dot. oddziaływania produktów oraz działalności gospodarczych na środowisko naturalne zgodnie z metodyką opracowaną przez Komisję Europejską (2019-2020 r.).

Kolejny rozdział dotyczący zrównoważonej konsumpcji został podzielony na trzy podrozdziały: odpady komunalne, marnowanie żywności oraz edukacja, i w ramach tych trzech obszarów opracowano następujący plan działania[180]:

a) analiza skuteczności aktualnego systemu gospodarki odpadami wraz z propozycją zmian (2021-2022 r.);

[179] Ibidem.
[180] Ibidem.

b) propozycje zmian prawnych związanych z selektywną zbiórką odpadów niebezpiecznych powstających w gospodarstwach domowych (2019-2021 r.);
c) identyfikacja wszystkich strumieni odpadów komunalnych (2020-2021 r.);
d) kampania edukacyjna związana z przeciwdziałaniem marnowaniu żywności (2020-2021 r.);
e) opracowanie koncepcji związanej z łatwiejszą dystrybucją oraz sposobem postępowania z produktami o kończącej się dacie przydatności (2020-2021 r.);
f) opracowanie mechanizmów zachęcających przedsiębiorców do przeciwdziałania marnotrawstwu żywności (2019-2020 r.);
g) monitorowanie, przez okresowe badania statystyczne, zjawiska marnowania żywności (od 2021 r.);
h) stworzenie rządowej platformy informacyjnej na temat gospodarki cyrkularnej (2020-2021 r.);
i) kampania społeczna upowszechniająca wzorce zrównoważonej konsumpcji (współdzielenie, zakup usługi zamiast przedmiotu, gospodarowanie odpadami itp.) (2021-2022 r.).

Trzeci rozdział Polskiej Mapy Drogowej GOZ poświęcony został biogospodarce, która w ramach gospodarki cyrkularnej nazywana jest cyklem biologicznym – jednym z dwóch filarów (oprócz cyklu technologicznego) GOZ-u. Biogospodarka związana jest z gospodarowaniem zasobami odnawialnymi (biomasą) w całym cyklu, czyli przez ich zbiórkę, przetwarzanie, produkcję dóbr, użytkowanie oraz zagospodarowanie tzw. bioodpadów. Do zadań w ramach wdrożenia gospodarki cyrkularnej w tym sektorze zaliczono[181]:

a) stworzenie zespołu odpowiedzialnego za poszczególne obszary biogospodarki (2019-2020 r.);
b) analizę oraz stworzenie jednolitych norm dla biomasy (2021-2022 r.);
c) analizę możliwości pozyskania biomasy z rolnictwa, leśnictwa, rybołówstwa oraz bioodpadów (2021-2022 r.);
d) identyfikację głównych priorytetów badań, rozwoju i innowacji w zakresie biogospodarki (2021-2022 r.);
e) identyfikację lokalnych łańcuchów wartości z największym potencjałem rozwoju (2021-2022 r.);
f) analizę potencjału technologicznego oraz ekonomicznego rozwoju lokalnych biorafinerii (2021-2023 r.);
g) kampanię edukacyjną na temat GOZ-u skierowaną do rolników (2020-2021 r.);

[181] Ibidem.

h) przeprowadzenie kampanii edukującej na temat konieczności ponownego wykorzystywania biomasy oraz wytwarzania z jej pozostałości paliw i energii (2020-2021 r.);
i) przeanalizowanie wszelkich barier rozwoju produkcji oraz wykorzystania biopaliw w transporcie (2023 r.);
j) kampanię mającą na celu przekonanie konsumentów do produktów wytworzonych z biomasy (2020-2021 r.);
k) opracowanie standardów oraz norm dot. produktów wytworzonych z biomasy, w celu zwiększenia zaufania ze strony konsumentów np. do kompostów (2019-2023 r.);
l) stworzenie platformy dającej możliwość pozyskania aktualnych informacji na temat możliwości zdobycia biomasy o określonych parametrach (2021-2023 r.);
m) powołanie grupy roboczej w celu stworzenia koncepcji klastra rozwoju biogospodarczego (2019-2020 r.).

Polska Mapa Drogowa GOZ porusza także tematykę modeli biznesowych przedsiębiorstw. Tak jak już wcześniej wspomniano, jednym z działań zgodnych, a nawet leżących u podstaw gospodarki cyrkularnej jest ekoprojektowanie, czyli ujmując w skrócie: projektowanie produktów trwałych i nadających się do użytku. Kolejnym, wcześniej już wspomnianym sposobem na domknięcie obiegu jest promocja nabywania usługi zamiast przedmiotu (zakup oświetlenia zamiast żarówki, wynajem samochodu). Twórcy Polskiej Mapy Drogowej GOZ wspomnieli także o konieczności polepszenia współpracy pomiędzy przedsiębiorstwami a konsumentami, chociażby przez wdrożenie logistyki zwrotnej (np. zwrot opakowań), oraz o kooperacji pomiędzy samymi przedsiębiorstwami (to, co dla jednego przedsiębiorstwa jest odpadem, dla drugiego może być surowcem, możliwość współdzielenia narzędzi). W ramach tego obszaru zaplanowano dziesięć następujących działań[182]:

a) analiza możliwości zmian prawnych zachęcających do prowadzenia działalności związanych z odzyskiem surowców, usługami naprawczymi, współdzieleniem czy wypożyczaniem (2019-2021 r.);
b) opracowanie prawnych regulacji dot. przede wszystkim krótkoterminowego wynajmu nieruchomości oraz przewozu osób (2020-2022 r.);
c) sprawdzenie możliwości wdrożenia ulg dla podmiotów stosujących standardy środowiskowe oraz tych wpisanych do Polskiego Rejestru Czystszej Produkcji i Odpowiedzialnej Przedsiębiorczości (PRCPiOP) (2021-2022 r.);

[182] Ibidem.

d) stworzenie propozycji zmian w prawie zamówień publicznych generujących popyt na produkty i usługi będących efektem wdrożenia nowego modelu biznesowego GOZ (2019-2021 r.);
e) opracowanie wsparcia dla przedsiębiorstw działających w modelu GOZ (2020-2021 r.);
f) stworzenie wytycznych dla wzmocnienia roli GOZ w klastrach gospodarczych (2020-2021 r.);
g) automatyzacja transportu drogowego przez stworzenie Punktu Kontaktowego CAD (ang. *Connected Automated Driving*) (2019-2021 r.);
h) opracowanie projektu stworzenia platformy umożliwiającej wypożyczanie przedmiotów (2022-2023 r.);
i) powołanie Krajowej Inteligentnej Specjalizacji ds. Gospodarki Cyrkularnej (2019 r.);
j) stworzenie systemu zachęt dla uczelni (dotacje, dofinansowania) do wdrażania projektów związanych z GOZ (2019-2021 r.).

Idea gospodarki cyrkularnej jest bardzo podobna do strategii ochrony środowiska, jaką jest czystsza produkcja, która od ponad 30 lat (od 1989 r.) promowana jest przez Stowarzyszenie Polski Ruch Czystszej Produkcji. Jednym z działań organizacji jest prowadzenie od 2002 roku Polskiego Rejestru Czystszej Produkcji i Odpowiedzialnej Przedsiębiorczości, o którym wspomniano w jednym z działań wymienionych w Mapie Drogowej GOZ (pkt c). Jest to ogólnopolski i dostępny publicznie wykaz jednostek wyróżniających się w zakresie wdrażania strategii czystszej produkcji. W rejestrze znajdują się firmy, które wykazały się nie tylko działalnością proekologiczną, lecz także działalnością oraz planami związanymi z pozytywnym wpływem społecznym. Na chwilę obecną w Polskim Rejestrze Czystszej Produkcji i Odpowiedzialnej Przedsiębiorczości znajduje się 18 jednostek organizacyjnych. Jednak przewiduje się zwiększone zainteresowanie Rejestrem ze strony przedsiębiorstw ze względu na wzrost jego znaczenia[183].

W *Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 28 sierpnia 2018 r. w sprawie pomocy publicznej udzielanej niektórym przedsiębiorcom na realizację nowych inwestycji* znalazł się wpis wspominający o Rejestrze CPiOP. Przedsiębiorcy mogą otrzymać punkty w ramach kryterium zrównoważonego rozwoju społecznego (prowadzenie

[183] http://www.prcpiop.pl/ (dostęp: 14.04.2020 r.).

działalności gospodarczej o niskim negatywnym wpływie na środowisko). Kryterium to obowiązuje w sektorze zarówno usługowym, jak i przemysłowym[184].

Przejrzyste oraz etyczne działania mające pozytywny wpływ na środowisko oraz społeczeństwo, świadomie wdrażane przez organizacje, znane są także pod nazwą CSR (społeczna odpowiedzialność biznesu, ang. *Corporate Social Responsibility*). Wytyczne dotyczące CSR zawiera norma ISO 26000[185].

Zgodnie z Dyrektywą 2018/851 kraje członkowskie UE są zobowiązane, aby do 5 lipca 2020 roku wprowadzić w życie m.in. przepisy dotyczące rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP)[186]. W Polsce od 2001 roku istnieje system bliski modelowi ROP i obejmuje on przede wszystkim odpady takie jak: zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, opakowania i odpady opakowaniowe, opony czy oleje.

W przypadku opakowań producenci wprowadzający w nich swoje produkty zobowiązani są do wybrania jednego z trzech rozwiązań[187]:

a) samodzielne poddać recyklingowi lub odzyskowi wprowadzone na rynek opakowania,
b) wpłacić opłatę produktową,
c) zrealizować swój obowiązek za pośrednictwem organizacji odzysku opakowań (OOO).

Porównując szacunkowe przepływy finansowe od OOO z tytułu zakupu usług odzysku i recyklingu (ok. 30 mln zł) oraz wysokość wpływów z tytułu opłaty produktowej (ok. 3 mln zł) publikowanych w budżetach jednostek samorządu terytorialnego, można wywnioskować, że wprowadzający produkty w opakowaniach najczęściej realizują swój obowiązek przez zlecenie realizacji obowiązku recyklingu i odzysku profesjonalnym organizacjom. Jako potwierdzenie wykonania swojego obowiązku OOO przedstawiają w urzędzie marszałkowskim dokumentację DPO/DPR (Dokument Potwierdzający Odzysk/Dokument Potwierdzający Recykling) otrzymaną od podmiotów wykonujących odzysk/recykling[188].

W 2018 roku na polskim rynku funkcjonowało ok. 25 organizacji odzysku opakowań o łącznych przychodach wynoszących ponad 80 mln zł. Wśród najbardziej znanych OOO należy wymienić: Interseroh, Rekopol, CP Recykling oraz Eko Cykl[189].

---

[184] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 sierpnia 2018 r. w sprawie pomocy publicznej udzielanej niektórym przedsiębiorcom na realizację nowych inwestycji (Dz.U. 2018 poz. 1713).
[185] http://odpowiedzialnybiznes.pl/ (dostęp: 1.11.2020 r.).
[186] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.
[187] Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (z późn. zm.).
[188] Moskwik K., Krupa K., Lachowicz M., Roszkowski M.: Rozszerzona odpowiedzialność producenta w sektorze gospodarki odpadami. Instytut Jagielloński, Warszawa 2020.
[189] Ibidem.

Niestety, funkcjonujący na chwilę obecną system nie działa sprawnie i wymaga zmian. Uiszczane przez producentów opłaty są zaledwie ułamkiem kwoty potrzebnej do pokrycia kosztów związanych z zagospodarowaniem odpadów. Problem ten związany jest z wyjątkowo niskimi stawkami za przejęcie obowiązku dla odpadów opakowaniowych przez organizacje odzysku. Przykładowo polska stawka dla opakowań z tworzyw sztucznych to ok. 5 euro/Mg, kiedy w Rumunii przekracza ona 100 euro/Mg, a w Holandii czy Austrii wynosi aż ponad 600 euro/Mg. Drugi problem związany jest z brakiem kontroli nad wystawianymi DPO i DPR, co sprzyja rozwojowi szarej strefy i tzw. handlu kwitami. Rozbieżność między przedstawioną dokumentacją a realnie zagospodarowanymi odpadami widoczna jest przede wszystkim podczas porównania ilości poddanych recyklingowi odpadów za mocami przerobowymi w istniejących instalacjach do recyklingu[190].

Zgodnie z unijną dyrektywą (2018/851) ROP powinien pokrywać koszty selektywnej zbiórki, transportu i przetworzenia, czego aktualnie funkcjonujący system nie jest w stanie zapewnić, dlatego też podjęto się wprowadzenia legislacyjnych zmian, nad którymi obecnie pracuje Ministerstwo Klimatu.

Aby zaplanowane działania związane z wprowadzeniem w Polsce gospodarki o obiegu zamkniętym były wdrażane poprawnie i terminowo, konieczne są ich koordynacja oraz monitorowanie, dlatego ostatnim zaplanowanym zadaniem na lata 2019-2021 jest realizacja projektu „oto-GOZ". Jego celem jest stworzenie metodyki pozwalającej na ocenę postępu transformacji oraz wpływu gospodarki cyrkularnej na rozwój społeczno-gospodarczy. Realizację projektu zaplanowano w dwóch fazach[191]:

a) faza A: opracowanie definicji GOZ dostosowanej do polskich uwarunkowań, wskazanie obszarów priorytetowych, opracowanie tzw. indeksów GOZ pozwalających na pomiar postępu transformacji;
b) faza B: test opracowanych indeksów wraz z wdrożeniem ich w wybranych dokumentach planistycznych.

Informacje na temat opracowywanych wskaźników można znaleźć na publiczno-prywatnej platformie „Polish Circular Hotspot", która jest także bazą wiedzy oraz inspiracji związanych z wdrożeniem gospodarki o obiegu zamkniętym, a także innowacyjnymi modelami biznesowymi. Na platformie można także znaleźć m.in. publikacje takie jak[192]:

[190] Ibidem.
[191] http://www.circularhotspot.pl/ (dostęp: 1.11.2020 r.).
[192] Ibidem.

a) *Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych*, pod red. J. Kulczyckiej;
b) *W kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Perspektywa miast*, pod red. J. Kulczyckiej i K. Głuc;
c) *W kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym. Perspektywa przemysłu*, pod red. J. Kulczyckiej i K. Głuc;
d) prezentacja – *Gospodarka o obiegu zamkniętym – rola konsumenta*, A. Czaplicka-Kotas;
e) *Postępowanie z odpadami wraz z zarysem możliwości zmian regulacyjnych. Przewodnik dla przedsiębiorców*, H. Bukowski, M. Rosińska.

W sumie w samej Polskiej Mapie Drogowej GOZ zamieszczono program 42 działań wraz z resortami za nie odpowiedzialnymi. Za całościową koordynację odpowiada minister właściwy do spraw gospodarki[193].

Wartą polecenia lekturą dla bardziej zainteresowanych tematyką GOZ-u jest także publikacja stworzona w 2017 roku przez Mirosława Bachorza z Instytutu Gospodarki o Obiegu Zamkniętym dla Europejskiego Biura Ochrony Środowiska pt. *Polska droga do gospodarki o obiegu zamkniętym. Opis sytuacji i rekomendacje.*

Temat gospodarki o obiegu zamkniętym w Polsce został także podjęty w krajowym przeglądzie wdrażania polityki ochrony środowiska, gdzie zwrócono uwagę na problem wciąż niskiego rozwoju ekoinnowacji (w 2017 roku wskaźnik Polski był niższy niż na Węgrzech czy w Rumunii). Innowacje w zakresie ochrony środowiska pozwoliłyby na szybszą transformację w kierunku gospodarki cyrkularnej, dlatego istotne są dofinansowanie ekoinnowacji, szerzenie wiedzy na temat korzyści płynących z ich wdrażania oraz stworzenie silniejszego powiązania pomiędzy sektorem badawczym a przemysłowym[194].

Jednym ze sposobów na edukację oraz pobudzenie i motywację sektora badawczego, a także przemysłowego jest także organizacja konkursów bezpośrednio związanych z gospodarką cyrkularną. Przykładem może być, organizowany przez firmę Stena Recycling od 2017 roku, konkurs **Stena Circular Economy Award – Lider Gospodarki Obiegu Zamkniętego**, w którym co roku nagradzane są przedsiębiorstwa oraz studenci za najlepsze praktyki oraz propozycje działań w kierunku GOZ.

[193] Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym.
[194] Dokument roboczy Służb Komisji, Unijny przegląd wdrażania polityki ochrony środowiska z 2019 r. Sprawozdanie krajowe – Polska, Bruksela, 4.04.2019 r.

Podsumowanie

Wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym w Polsce nie jest zadaniem łatwym. Same zmiany prawne nie przyniosą pożądanego efektu, jeżeli nie będą one szły w parze z realnymi zmianami ze strony przemysłu i konsumentów.

Spore nadzieje można pokładać we wprowadzeniu przemyślanego i dobrze funkcjonującego systemu rozszerzonej odpowiedzialności producenta. System ten powinien być motywacją dla producentów do projektowania i wprowadzania na rynek opakowań nadających się do recyklingu oraz łatwych do przetworzenia. Większa partycypacja producentów w kosztach związanych z gospodarowaniem odpadami będzie także pozytywną zmianą dla mieszkańców niezadowolonych z wysokich opłat. Wdrożenie ROP powinno być także okazją do przemyślenia wprowadzenia w Polsce tzw. systemu kaucyjnego. Bardzo istotną kwestią jest także, aby nowy system był jak najbardziej permanentny i uniemożliwiający tworzenie się szarej strefy, albowiem tylko realne (a nie jedynie w dokumentach) przetwarzanie produkowanych odpadów pozwoli na minimalizację problemu z nimi związanego.

Kolejnym niezwykle ważnym aspektem jest edukacja. Społeczeństwo musi rozumieć konieczność wdrażanych zmian. Bez podstawowej wiedzy na temat zrównoważonej konsumpcji i segregacji odpadów niemożliwe będzie wdrożenie efektywnej gospodarki o obiegu zamkniętym, gdyż konieczne jest współdziałanie rządu, przemysłu i społeczeństwa.

3. RECYKLING WYBRANYCH FRAKCJI ODPADÓW KOMUNALNYCH

3.1. Szkło (K. Ceglarz)

Szkło – wczoraj i dziś

Szkło to materiał, który z powodzeniem stosowany jest już od tysięcy lat. Najstarszy znaleziony wyrób szklany to paciorki z Ur (Mezopotamia), które datowane są przez archeologów na 2450 r. p.n.e.[195]

Nieznane są dokładne data ani miejsce pierwszego wytworzenia szkła. Najprawdopodobniej zostało ono wynalezione przez przypadek podczas wytapiania brązu lub szkliwienia naczyń ceramicznych. Najstarsze recepty szkliw zostały przygotowane przez syna kapłana Babilonu w XVII stuleciu p.n.e.[196] W Europie metody wytwarzania szkieł jako pierwszy spisał niemiecki zakonnik Teofil Presbyter w swoim dziele „Schedula diversarum atrium" w 1090 roku. Wśród Europejczyków z wyrobów szklanych przez wieki najbardziej znani byli mieszkańcy Wenecji oraz Czesi (tzw. czeski kryształ – szkło potasowo-wapniowe)[197]. Co ciekawe, szklarz w Wenecji w XIII wieku był zawodem uprzywilejowanym, receptury były chronione, a za zdradę tajemnicy zawodu srodze karano[198].

W Polsce przemysł szklarski pojawia się stosunkowo późno. Stwierdzono, że w X wieku niedaleko Szczecina (Wolin) istniała huta szkła, kolejne otwarte były w Ostrówku, we Wrocławiu czy w Międzyrzeczu Wielkopolskim. Pierwsza pisemna wzmianka o polskim przemyśle szklarskim pochodzi z 1310 roku i dotyczy poznańskiej huty szkła. Następna (1366 rok) wiąże się z sprzedażą zakładu w Szklarskiej Porębie. Szkło początkowo rozpowszechnia się jako kolorowe witraże zdobiące okna kościołów,

[195] Praca zbiorowa pod red. prof. dr. hab. inż. Bolesława Ziemby, Technologia szkła 1, Wyd. Arkady, Warszawa 1987.
[196] Ibidem.
[197] Nowotny W.: Technologia szkła, cz. 1. Wyd. V, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1975, s. 7-10.
[198] Praca zbiorowa pod red. prof. dr. hab. inż. Bolesława Ziemby, Technologia szkła…, op.cit.

a polskie huty wówczas wyrabiają przede wszystkim naczynia w zielonkawych barwach z dość prymitywnymi wzorami[199]. W XVI wieku istniało już ok. 30 hut w samych woj. krakowskim oraz sandomierskim. Wszystkie huty zostały zlikwidowane podczas rozbioru Polski. Przed II wojną światową w Polsce istniało ok. 80 hut szkła (nie licząc Dolnego Śląska)[200]. Podczas niemieckiej okupacji polski przemysł szklarski bardzo ucierpiał. Większość zakładów została zdewastowana, a produkcja oraz zatrudnienie uległo znacznemu (ok. 30-40%) obniżeniu. Po wojnie zaobserwowano ponowny rozwój przemysłu szklarskiego, co widoczne jest w poniższej tabeli[201].

Tabela 13

Rozwój polskiego przemysłu szklarskiego w latach 1920-1980

Wyszczególnienie	Jedn.	Lata							
		1920	1930	1938	1950	1960	1970	1975	1980
Przybliżona wielkość produkcji	1000 Mg/rok	40	96	113	207	360	745	1095	1174
Liczba zakładów	szt.	37	66	58	69	80	77	77	83

Źródło: Nowotny W.: Technologia szkła, cz. 1. Wyd. V, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1975, s. 20.

W 2017 roku wartość produkcji sprzedanej wyrobów szklanych oraz szkła wyniosła ponad 12 110 000 zł, co stanowi ponad ćwierć przychodów w dziale wyrobów z mineralnych surowców niemetalicznych. Więcej (ok. 32,1%) wyniosła jedynie wartość sprzedanych wyrobów z betonu, cementu i gipsu. Na terenie kraju funkcjonowało wówczas ponad 100 zakładów związanych z przemysłem szklarskim, zatrudniających łącznie ok. 35 tys. ludzi[202].

Polska jest jednym z czołowych europejskich producentów opakowań szklanych.

[199] Ibidem, s. 18-20.
[200] Prof. dr hab. Jan Wasylak: Rozwój technologii szkła a struktura nauki. Sieć badawcza Łukasiewicz. Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Warszawa 2006.
[201] Nowotny W.: Technologia szkła…, op.cit.
[202] GUS, Rocznik Statystyczny Przemysłu 2018.

Produkcja i wykorzystanie szkła

Szkło powstaje w wyniku stopienia w piecu szklarskim materiałów takich jak piasek, soda i wapno, które w stanie ciekłym nazywane są masą szklaną. Masa ta, stygnąc, jest plastyczna oraz ciągliwa, po czym przechodzi w stan stały i jest szkłem[203]. W zależności od pożądanych właściwości materiału stosuje się różne proporcje składników podstawowych oraz wykorzystuje się odpowiednie dodatki.

Piasek szklarski, czyli podstawowy surowiec niezbędny do produkcji szkła, występuje w Polsce aż w dziesięciu województwach: dolnośląskim, lubelskim, łódzkim, lubuskim, świętokrzyskim, mazowieckim, pomorskim, podkarpackim, wielkopolskim oraz zachodniopomorskim. W 2010 roku na terenie całego kraju odnotowano 31 złóż tego surowca, w tym 7 czynnych (4 na terenie województwa świętokrzyskiego)[204].

Archeolodzy wykazali, że Egipcjanie do wytworzenia szkła używali: piasku (50-68%), wapna (1,5-10%), sody (9-29%) oraz potażu (1-7%)[205].

Szkło jest materiałem powszechnie stosowanym w wielu dziedzinach działalności człowieka. Opracowano kilkadziesiąt tysięcy rodzajów (składów) szkieł. Materiał ten najczęściej używany jest do produkcji szkła[206]:

a) stosowanego w budownictwie (okna, szklane płytki, kształtki budowlane, szkło hartowane, szkło izolacyjne),
b) opakowaniowego (butelki, słoiki, fiolki, ampułki),
c) gospodarczego (szkło stołowe, kryształowe i oświetleniowe),
d) technicznego (szkło optyczne, laboratoryjne, pręty i rurki szklane).

Do uzyskania odpowiedniego koloru materiału wykorzystuje się następujące dodatki[207]:

a) szkło bezbarwne – odbarwienie zapewniają nikiel, selen, ołów oraz kobalt,
b) szkło zielone – związki chromu,
c) szkło brązowe – związki żelaza, węgla i siarki,
d) szkło niebieskie – związki kobaltu,
e) szkło czerwone – siarczki selenu, antymonu oraz kadmu,
f) szkło mleczne – fluorki.

Na przełomie XX oraz XXI wieku szkło opakowaniowe zostało częściowo wyparte przez tworzywa sztuczne. Na niekorzyść szkła przemawiają przede wszystkim jego

[203] Nowotny W.: Technologia szkła…, op.cit, s. 15-18.
[204] Informacje dostępne na www.pgi.gov.pl
[205] Praca zbiorowa pod red. prof. dr. hab. inż. Bolesława Ziemby, Technologia szkła…, op.cit.
[206] Ibidem.
[207] Krawczyk M.: Ecodesign opakowań ze szkła, [w:] Energia i Recykling. Gospodarka Obiegu Zamkniętego, nr 5 (5), wyd. Abrys, 2018, s. 50-52.

kruchość oraz stosunkowo wysoka waga. Wdrożenie i ciągłe doskonalenie ekoprojektowania pozwoliły na zmniejszenie wagi opakowań szklanych o 30% w ciągu ostatnich 20 lat. Jedynie opakowania zwrotne, ze względu na swoje parametry wytrzymałościowe, muszą mieć grubsze ścianki, jednak ich rotacja wynosi od 9 do 12 razy[208].

W ostatnich czasach coraz częściej zwraca się uwagę na niekorzystny wpływ tworzyw sztucznych na środowisko naturalne − problem z ich recyklingiem oraz zanieczyszczenie środowiska (szczególnie wodnego), dlatego też coraz więcej producentów wraca do opakowań szklanych.

Opakowania szklane kojarzą się z prestiżem i opakowywane są w nie przede wszystkim dobra luksusowe, takie jak perfumy, drogie kosmetyki czy alkohol. Nawet wśród artykułów spożywczych widoczna jest znaczna różnica w cenie w zależności od rodzaju opakowania, co widoczne jest w poniższej tabeli. Z tego powodu nie każdy może sobie pozwolić na wybór produktów w szkle.

Tabela 14

Różnica cenowa produktów spożywczych
w zależności od rodzaju opakowania

Produkt	Jednostka	Cena [zł]	
		szkło	tw. szt.
Develey sos czosnkowy	kg	18,95	11,20
Bakoma Premium serek	kg	22,50	13,50
Woda Muszynianka	l	6,04	3,15
Woda Żywiec Zdrój	0,7 l	4,49	1,79

Źródło: Opracowanie własne (stan na 29.02.2020 r.).

Produkty dostępne w opakowaniach szklanych są średnio dwa razy droższe. Najwyższa różnica widoczna jest w przypadku wody niegazowanej Żywiec-Zdrój – wybór tego samego produktu, ale w opakowaniu PET, pozwala na zaoszczędzenie prawie 3 zł na butelce napoju. Tak potężne różnice cenowe sprawiają, że opakowania szklane

[208] Ibidem.

wybierane są rzadko i głównie przez osoby zwracające uwagę na ochronę środowiska lub ceniące sobie prestiż.

Recykling szkła

Oczywisty jest fakt, że podstawą wysokiego poziomu recyklingu jest prawidłowa selektywna zbiórka.
W Polsce pojemniki na szkło są koloru zielonego. W niektórych gminach można spotkać osobne kontenery na szkło bezbarwne oraz kolorowe. Do pojemników tych można wrzucać puste słoiki oraz butelki (w tym te po alkoholu i olejach) oraz opakowania po kosmetykach, jeżeli nie są trwale złączone z innym surowcem (zazwyczaj tworzywem sztucznym).
Zazwyczaj stłuczka szklana nie trafia bezpośrednio na linię sortowniczą, ponieważ może spowodować jej uszkodzenie. Dlatego często jest w sortowni jedynie oczyszczana z większych zanieczyszczeń i sprzedawana do huty, gdzie jest profesjonalnie przygotowywana do dalszej obróbki.
Do pojemników tych nie należy wrzucać luster, żarówek, opakowań po lekach, szyb, monitorów, termometrów, ceramiki czy szkła okularowego oraz żaroodpornego.
Nie prowadzi się selektywnej zbiórki ceramiki, ponieważ nie jest ona surowcem wtórnym do produkcji nowych produktów, a w strumieniu opakowań szklanych stanowi niedopuszczalne zanieczyszczenie[209].
Fundacja na rzecz Odzysku Opakowań Aluminiowych RECAL zachęca także do pozostawiania metalowych nakrętek na szklanych opakowaniach, ponieważ dzięki temu więcej metalu może trafić do recyklingu – wyrzucona osobno zakrętka może zostać pominięta na sortowni.
Szkło jako odpad jest idealnym surowcem wtórnym, ponieważ nadaje się do wielokrotnego recyklingu.
W procesie recyklingu używa się tzw. stłuczki szklanej, którą dzieli się na własną oraz obcą. Stłuczka własna jest odpadem produkcyjnym powstającym na terenie huty szkła. Powstaje ona głównie podczas produkcji oraz kontroli opakowań, a także w trakcie remontów pieców. Jest ona surowcem czystym i nie wymaga uzdatniania w przeciwieństwie do stłuczki obcej, która pozyskiwana jest z zewnątrz i pochodzi ze zużytych opakowań często zabrudzonych papierem, olejem, tworzywami sztucznymi, metalem czy ceramiką. Proces uzdatniania stłuczki obcej rozpoczyna się przez

[209] Ibidem.

załadowanie jej do kosza zsypowego, z którego następnie, za pomocą przenośników taśmowych, podawana jest na przesiewacz wibracyjny, dzięki czemu uzyskuje się stłuczkę w 3 frakcjach[210].

Najdrobniejsza z nich (0-10 mm) nie nadaje się do ponownego użycia i wyprowadzana jest przenośnikami do boksu stalowego[211].

Frakcja średnia (10-35 mm) zsypywana jest na przenośniki, gdzie usuwane są zanieczyszczenia ferromagnetyczne oraz lekkie (np. papier, obrączki z tworzywa sztucznego). Tak oczyszczona stłuczka poddawana jest działaniom separatorów optycznych, których zadaniem jest oczyszczenie frakcji z zanieczyszczeń typu kamienie, ceramika czy kapsle aluminiowe. Taki separator może być również zaprogramowany na wydzielanie granulatu konkretnego koloru, tak aby surowiec charakteryzował się jednorodnością kolorystyczną. Tak oczyszczona frakcja transportowana jest do silosów, w których magazynowany jest surowiec do tzw. zestawu szklarskiego[212].

Podobnie oczyszczana jest trzecia frakcja (>35 mm), która przed umieszczeniem w silosach trafia jeszcze do kruszarki w celu uzyskania granulatu 0-35 mm[213].

Przygotowana w ten sposób stłuczka szklana może być wykorzystywana nieskończoną liczbę razy. Możliwość recyklingu szkła pozytywnie wpływa na jakość środowiska naturalnego, ponieważ ogranicza ilość odpadów deponowanych na składowiskach, wydłużając przez to czas ich eksploatacji, oraz zmniejsza koszty rekultywacji środowiska. Przyjmuje się, że tona stłuczki może zastąpić 1,2 Mg surowca pierwotnego, co pozwala na zmniejszenie emisji tlenków azotu oraz siarki, które znajdują się w naturalnych komponentach. Recykling szkła pozwala także na zaoszczędzenie energii elektrycznej (niższa temperatura wytopu masy szklanej)[214]. Przyjmuje się oszczędność rzędu 3% na każde 10% zastąpienia surowca stłuczką szklaną[215], co skutecznie wpływa także na zmniejszenie emisji dwutlenku węgla.

Na chwilę obecną możliwość zastosowania stłuczki szklanej do produkcji nowych opakowań szacuje się w przedziale 30-90%. Głównymi ograniczeniami jej użycia są jej

[210] Czarnacki K., Nieprzecki P., Wasylak J.: Wykorzystanie surowców wtórnych, w tym stłuczki szklanej, w technologii szkła opakowaniowego na przykładzie grupy CanPack S.A., [w:] Energia i środowisko w technologiach materiałów budowlanych, ceramicznych, szklarskich i ogniotrwałych pod red. Jerzego Dudy, Krzysztofa Szamałka, Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Warszawa-Opole 2010, s. 271-282

[211] Ibidem.

[212] Ibidem.

[213] Ibidem.

[214] Ibidem.

[215] Krawczyk M.: Ecodesign opakowań ze szkła…, op.cit.

dostępność na rynku, jakość oraz trudności w osiągnięciu pożądanego koloru (głównie pełnej bezbarwności)[216].

Należy jednak pamiętać, że w hierarchii postępowania z odpadami działaniem bardziej pożądanym od recyklingu jest ponowne użycie, które w przypadku szkła można zrealizować wewnątrz gospodarstwa domowego (przez ponowne użycie np. słoików) oraz przez opakowania zwrotne czy też system kaucyjny. Ciekawym pomysłem na ponowne użycie szkła (zgodne z gospodarką o obiegu zamkniętym) jest funkcjonowanie tzw. Zniczodzielni, czyli regałów ustawianych w okolicy cmentarzy, w których można zostawić oraz z których można bezpłatnie zabrać znicz, przed którego ponownym użyciem wystarczy kupić jedynie nowy wkład. Takie miejsca powstały m.in. w Koninie, Barlinku (k. Szczecina) czy Rudzie Śląskiej.

Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 roku o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi ustala, że wprowadzający produkty w szklanych opakowaniach jest zobowiązany do osiągnięcia docelowego poziomu recyklingu odpadów opakowaniowych w wysokości co najmniej 61%[217]. Przy tym według Dyrektywy Parlamentu Europejskiego dla szklanych odpadów opakowaniowych mają zostać osiągnięte następujące docelowe wielkości recyklingu[218]:

a) 70% wagowo do 31 grudnia 2025 roku,
b) 75% wagowo do 31 grudnia 2030 roku.

W 2017 roku według danych zebranych przez FEVE (pol. Europejska Federacja Opakowań Szklanych) średni poziom recyklingu szklanych odpadów opakowaniowych w Polsce wyniósł 62,49%, co w porównaniu z rokiem wcześniejszym daje wzrost wysokości ponad 9 punktów procentowych. Pomimo sporego postępu Polska znajduje się w końcowej części tabeli ze sporą stratą do europejskiej średniej wynoszącej 71,48% (76,15% − Unia Europejska)[219].

Przeszkodą w recyklingu szkła mogą być emaliowane napisy, znaki czy logotypy umieszczane w celach marketingowych m.in. na butelkach. Naukowcy z Uniwersytetu w Plymouth przebadali 89 butelek na alkohole dostępnych na sklepowych półkach. Badania wykazały, że stosowane emalie wykazują wysokie stężenia kadmu oraz ołowiu, które w kontakcie z wodą mogą wyciekać i stanowić w ten sposób zagrożenie dla środowiska naturalnego[220].

---

[216] Ibidem.
[217] Załącznik nr 1 do Ustawy z dnia 13 czerwca 2013 roku o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi.
[218] 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.
[219] Dane dostępne na www.feve.org (dostęp: 29.02.2020 r.).
[220] Niebezpieczne związki w szkle, [w:] Opakowanie 7/2019 s.22-23.

Pozostałymi przeszkodami w recyklingu szkła są elementy trwale z nim związane (np. wtapiane dozowniki) oraz te, które trudno usunąć (np. etykiety z tworzyw sztucznych przyklejone mocnym klejem). Niepożądane są także zamknięcia kabłąkowe z ceramicznym korkiem oraz zamknięcia pozostawiające po otwarciu trudne do odseparowania obrączki. Mniejsze szanse na recykling mają także opakowania pokryte metalizującą farbą oraz lakierem, ponieważ najprawdopodobniej zostaną odrzucone na etapie oczyszczania ze względu na brak przepuszczalności światła[221].
Najchętniej poddawane recyklingowi są opakowania w trzech podstawowych kolorach: białym (bezbarwne), zielonym oraz brązowym. Przeszkodą nie są etykiety papierowe, które można łatwo usunąć przez ścieranie (najlepiej gdy do ich przyklejenia zostały użyte kleje rozpuszczalne w wodzie)[222].

Podsumowanie

Szkło jest materiałem od wieków wykorzystywanym w życiu codziennym ludzi. Jego właściwości takie jak wysoka twardość, przeźroczystość oraz brak ograniczeń co do formowania kształtu pozwalają na szerokie stosowanie w technice, budownictwie oraz przemyśle opakowaniowym. Szkło wytwarzane jest z piasku, sody i wapna podczas procesu przetapiania tych surowców prowadzonego w hutach szkła. Jako odpad jest ono idealnym surowcem wtórnym, ponieważ nadaje się do wielokrotnego recyklingu. Proces ten opiera się na odzyskaniu maksymalnej ilości wolnej od zanieczyszczeń stłuczki szklanej, którą można wykorzystać podczas produkcji nowego materiału. Pomimo tego, że szkło dobrze nadaje się do realizacji procesu recyklingu, jego poziom w Polsce w 2017 roku wyniósł jedynie 62,5%, co jest wynikiem znacznie poniżej średniej europejskiej (71,5%). W celu uzyskania większych poziomów recyklingu szkła, poza oczywistym aspektem prawidłowej selektywnej zbiórki, konieczne jest wprowadzanie ekoprojektowania. W aspekcie materiałów szklanych działania te polegają na produkcji wyrobów i opakowań niebędących zanieczyszczonymi np. etykietami, farbami, lakierami oraz połączonymi z innymi materiałami takimi jak tworzywa sztuczne lub ceramika. Poziom recyklingu pozwoli zwiększyć również stosowanie bardziej jednolitych barw szkła. Najbardziej pożądane jest używanie szkła transparentnego.

[221] Krawczyk M.: Ecodesign opakowań ze szkła…, op.cit.
[222] Ibidem.

3.2. Papier i tektura (W. Hryb)

Historia przerobu makulatury

Surowce wtórne do wyrobu papieru wykorzystywane były od dawna. Już w 105 r. n.e. Chińczyk Caj Lun wytworzył pierwsze arkusze ze starych sieci rybackich. W Europie jako surowiec papierniczy stosowano włókna ze szmat lnianych i konopnych. Początkowo do wyrobu papieru nie stosowano makulatury, ponieważ produkowane w tym okresie były głównie dokumenty i książki, które w obiegu pozostawały przez długi czas i po prostu makulatury do recyklingu nie było. Dlatego szmaty jeszcze długo były wykorzystywane jako podstawowy surowiec do produkcji papieru, a przemysł papierniczy rozpoczął wytwarzanie papieru z drewna dopiero w 1844 roku[223].
Makulatura jako surowiec do produkcji papieru i tektury zyskała na znaczeniu dopiero w drugiej połowie XX wieku i obecnie ma priorytetowe znaczenie.

Struktura produkcji papieru i tektury w Europie i w Polsce

W 18 krajach europejskich należących do CEPI (Confederation of Europen Paper Industries) zużycie papieru i tektury w 2018 roku wyniosło 77,4 mln ton, a wyprodukowano łącznie 92,2 mln ton, co stanowi ok. 22% produkcji światowej. Do produkcji papieru i tektury w państwach należących do CEPI zużyto łącznie ponad 106 mln ton surowców, w tym 13,5 mln ton surowców niewłóknistych, 43,7 mln ton mas włóknistych drzewnych pierwotnych, 0,3 mln ton mas innych niż drzewne oraz 48,8 mln ton makulatury (papieru i tektury z odzysku). W 2018 roku w krajach CEPI zebrano łącznie 56,7 mln ton makulatury. Średni wskaźnik zużycia makulatury w produkcji papieru wyniósł 52,9%, a recyklingu 71,6%[224].
Jednostkowe zużycie papieru i tektury w krajach CEPI w 2018 roku wyniosło 162 kg/osobę w Polsce, 172,6 kg/osobę we Włoszech 176, a w Niemczech 240,1 kg/osobę[225].
Struktura produkcji papieru i tektury w Europie w 2018 roku przedstawiała się następująco[226]:

[223] http://um.cieszyn.pl/smieci/files/Recykling_papieru_i_metali.pdf
[224] Godlewska K., Jastrzębski M.: Zużycie i produkcja papieru i tektury w Polsce w 2018 roku, Przegląd Papierniczy, listopad 2019.
[225] Ibidem.
[226] Ibidem.

- 34,85% papiery do celów graficznych,
- 52,48% opakowaniowe,
- 8,21% do celów sanitarnych i gospodarstwa domowego,
- 4,45% pozostałe papiery.

Sortyment zużytej makulatury w Europie w 2018 roku[227]:

- 75,4% tektura falista i mocna,
- 10,8% mieszana,
- 8,6% gazety i czasopisma,
- 5,3% odmiany wyższej jakości.

Rodzaj produkowanego papieru i tektury w Polsce w 2018 roku to[228]:

- 59,6% papiery opakowaniowe,
- 16,1% papiery do celów graficznych,
- 15,8% papiery do celów sanitarnych i gospodarstwa domowego,
- papiery pozostałe 8,5%.

Z przedstawionych powyżej informacji dotyczących struktury produkcji papieru i tektury w Europie i w Polsce wynika, że dominują produkty opakowaniowe, które stanowią ponad 50% produkcji, natomiast głównym sortymentem zużytej makulatury jest tektura.

Recykling makulatury – uwarunkowania prawne, techniczne i ekonomiczne

Udział papieru i tektury w odpadach komunalnych w Polsce to ok. 19% masy odpadów wytworzonych w dużych miastach[229]. Podstawą efektywnego recyklingu papieru i tektury są trzy elementy:

- zaangażowanie społeczeństwa w selektywną zbiórkę – wysoki poziom selektywnej zbiórki papieru i tektury,
- nowoczesne sortownie odpadów,
- rynek zbytu na wysortowane surowce.

Dzięki recyklingowi papieru uzyskiwane są konkretne korzyści ekonomiczne i środowiskowe.

Jedna tona papieru z makulatury pozwala zaoszczędzić ok. 17 drzew[230].

---

[227] Ibidem.
[228] Ibidem.
[229] KPGO 2022
[230] Krawczyk M.: REKOPOL Organizacja Odzysku Opakowań S.A., „Popieram recykling – segreguję odpady", broszura edukacyjna, wrzesień 2015.

Przetwarzając 1 tonę makulatury, generuje się następujące oszczędności w postaci[231]:

- 4 tys. kWh energii,
- 26 000,0 litrów wody,
- 7 m^3 miejsca na składowisku odpadów.

Produkując papier z użyciem makulatury, a nie z pulpy drzewnej, uzyskuje się mniejsze[232]:

- zużycie energii (o ok. 75%),
- zanieczyszczenie powietrza (o ok. 74%),
- ilości generowanych ścieków przemysłowych (o ok. 35%)

W skład frakcji „papier" wchodzą − zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów − odpady z papieru, w tym tektury, odpady opakowaniowe z papieru i odpady opakowaniowe z tektury, które zbiera się w pojemnikach koloru niebieskiego oznaczonych napisem „Papier"[233].

Do niebieskiego pojemnika na papier wrzuca się zeszyty, książki, opakowania papierowe, kartonowe pudełka, zadrukowane kartki. Nie wrzuca się natomiast papieru do pieczenia, zużytych chusteczek i papieru toaletowego, papieru termicznego (paragony), tapet, artykułów higienicznych, papieru i tektury zabrudzonej, tłustej czy mokrej. Frakcje te powinny trafić do pojemnika na odpady komunalne zmieszane.

Warto dodać, że opakowania wielomateriałowe typu Tetra Pak, w których dominuje frakcja tekturowa, zbiera się do pojemnika czy worka żółtego dla tworzyw sztucznych z tego powodu, że bardzo często pozostają w nich resztki soku, napoju czy mleka, które nie mogą zabrudzić zbieranej selektywnie frakcji papieru (powodowałoby to rozwój zanieczyszczeń biologicznych w tej frakcji).

Poziomy recyklingu i przygotowania do ponownego użycia następujących frakcji odpadów komunalnych: papieru, metali, tworzyw sztucznych i szkła, zostały określone zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2016 roku w sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych i dla 2020 roku poziom ten wynosi 50%[234].

---

[231] Ibibdem.
[232] Ibibdem.
[233] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów, Dz.U. 2017 poz. 19.
[234] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych, Dz. U. 2016 poz. 2167.

Zgodnie z Ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach 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[235]:

1. 50% wagowo – za każdy rok w latach 2020–2024;
2. 55% wagowo – za każdy rok w latach 2025–2029;
3. 60% wagowo – za każdy rok w latach 2030–2034;
4. 65% wagowo – za 2035 r. i za każdy kolejny rok.

Dodatkowo wymagane poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych z papieru i tektury − aktualnie obowiązujące oraz wynikające z pakietu w sprawie budowania gospodarki o obiegu zamkniętym − przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 15

Wymagane poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych z papieru i tektury − aktualnie obowiązujące oraz wynikające z pakietu w sprawie budowania gospodarki o obiegu zamkniętym

Odpady opakowaniowe powstałe z:	Cele aktualnie obowiązujące [%][236]	Cele do osiągnięcia do 31.12.2025 r. [%][237]	Cele do osiągnięcia do 31.12.2030 r. [%][238]
papieru i tektury	61	75	85

Włókna papieru nadają się do recyklingu, ale możliwość ich wielokrotnego wykorzystania jest ograniczona, dlatego do makulatury dodaje się włókna pierwotne znajdujące się w masie drzewnej, ale także w kartonikach po żywności płynnej, dlatego jest to dla papierni cenny surowiec. Warto wspomnieć, że obecnie np. papiernia w Wadowicach wykorzystuje bawełniane jeansy, które po rozwłóknieniu mieszane są z masą papierniczą, co pozwala wzmocnić wytwarzaną tekturę malarsko-budowlaną włóknami z bawełny.

Proces recyklingu makulatury składa się z następujących etapów: rozwłókniania (proces ten przebiega w hydropulperze), oczyszczania, sortowania, zagęszczania. W zależności od wytwarzanego sortymentu do masy celulozowej dodawane są różne dodatki

[235] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach. Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622.
[236] Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 roku o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi. Dz.U. 213 poz. 888.
[237] Dyrektywa (UE) 2018/852 zmieniająca dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych.
[238] Ibidem.

chemiczne. Stosuje się także wybielanie i tak przygotowana masa papiernicza trafia do maszyny papierniczej.

Kartoniki po żywności płynnej są rozdrabniane, a włókna oddzielane od reszty na specjalnych sitach, po czym trafiają na podajniki wspólnie z klasyczną makulaturą. Z kartoników udaje się pozyskać ok. 60% włókien, na co wpływ mają różne zanieczyszczenia pochodzące także z procesu ich zbierania i sortowania. Z makulatury udaję się pozyskać ponad 80% włókien[239].

Makulatura przeznaczona do recyklingu nie powinna być zawilgocona i zabrudzona. Niepożądane zabrudzenia w makulaturze to zanieczyszczenia: chemiczne (substancje chemiczne, niektóre farby drukarskie, kleje, substancje impregnujące), biologiczne (grzyby, pleśnie i bakterie) i mechaniczne (mineralne zanieczyszczenia w postaci piasku czy materiałów budowlanych, metal, tekstylia, drewno, tworzywa sztuczne, szkło).

Spośród niepożądanych zanieczyszczeń wyróżnić można także styropian, papiery parafinowane, papiery laminowane, papiery wodoodporne itp., natomiast odpady, które całkowicie dyskwalifikują dostawę makulatury do papierni, to np. odpady medyczne, skażone produkty higieny osobistej, inne odpady niebezpieczne czy odpady organiczne, w tym spożywcze[240]. Zanieczyszczenia te powodują problemy technologiczne przy rozwłóknianiu i sortowaniu, a także dodatkowe koszty związane z ich utylizacją. Dlatego tak ważne jest, aby selektywnie zbierać makulaturę, bo jest to gwarantem dobrej jakości surowców wtórnych pozyskanych w sortowni odpadów.

Nieodpowiedni rodzaj surowca oraz obecność zanieczyszczeń w makulaturze mogą powodować wiele problemów technologicznych w papierni przy przerobie makulatury, np. trudności z rozwłóknianiem, zaklejanie odzieży maszynowej (sita, filce), zapychanie sit sortowników, tworzenie osadów w rurociągach i na zasuwach, wady w papierze w postaci wtrąceń kleistych, parafinowych, smolistych (z papierów powlekanych itp.)[241].

Znane i stosowane są technologie pozwalające na wytwarzanie papieru i tektury w 100% z makulatury, dla tych technologii szczególnie ważna jest jakość surowca, gdyż przekłada się ona bezpośrednio na właściwości otrzymywanego wyrobu.

W normie PN-EN 643: 2014-03E zdefiniowano odmiany makulatury stosowane jako surowiec do ponownego wykorzystania do produkcji wyrobów z papieru i tektury

[239] Zyśk O.: Konferencja „Segregacja odpadów u źródła – jej celowość, jakość i przydatność do recyklingu", Cenne Kartoniki – Odpady i Środowisko, nr 6(114), listopad-grudzień 2018.
[240] Ibidem.
[241] Fornalski Z., Godlewska K.: ‚Makulatura cenny surowiec, Logistyka Odzysku, styczeń – marzec nr 1/2016 (18), s. 13-16.

w przemyśle papierniczym, dlatego jest ona stosowana do oceny jakości makulatury. Podzielono w niej makulaturę na pięć głównych rodzajów[242]:

- 1 rodzaj – odmiany słabe, np. czasopisma niesprzedane z klejem lub bez kleju,
- 2 rodzaj – odmiany średnie, np. papier biurowy sortowany,
- 3 rodzaj – odmiany lepsze, np. ścinki drukarskie,
- 4 rodzaj – odmiany mocne, np. ścinki tektury falistej nowej,
- 5 rodzaj – odmiany specjalne.

Zawiera również informacje dotyczące składu poszczególnych gatunków makulatury i dopuszczalnego w nich poziomu zanieczyszczeń. Materiały niepożądane definiowane są jako materiały nienadające się do produkcji papieru i tektury[243].

Ekoprojektowanie opakowań z papieru i tektury prowadzić powinno do powstawania opakowań przyjaznych recyklingowi, a to pozwoli na realizację gospodarki o obiegu zamkniętym.

Włókna celulozowe można wykorzystać ponownie 5-7 razy. Po kilku obiegach tracą swoje właściwości, stając się zbyt krótkie i mało elastyczne. Opakowanie tekturowe powinny być odpowiednio zaprojektowane w stosunku do wielkości, masy i właściwości towarów, a także sposobu transportu, przeładunku i magazynowania[244].

Przykładem procesu obniżającego wartość surowca do recyklingu jest bielenie, które poprawia walory estetyczne, ale powoduje pogorszenie jakości materiału i zmniejszenie jego wytrzymałości, podobnie jest w przypadku dodatku glinki kaolinowej. Nie zaleca się również stosowania papierów barwionych w masie, gdzie barwnik dodawany jest na etapie produkcji i powoduje niechciane zabarwienie nowej masy papierniczej[245].

Jeżeli chodzi o klej, to zaleca się stosowanie klejów rozpuszczalnych w wodzie, które nie będą utrudniać rozwłókniania się materiału w hydropulperze. Wadą klejów opartych na skrobi jest utrata wytrzymałości przy dużej wilgotności względnej. Dlatego stosuje się dodatki polimerowe, aby zwiększyć wytrzymałość, ale tym samym taka tektura staje się mniej przyjazna, jeśli chodzi o recykling. Wykorzystuje się je dla tektur z warstw membranową czy hydrofobową[246].

[242] Norma PN-EN 643: 2014-03E.
[243] Fornalski Z., Godlewska K.: Makulatura…, op.cit.
[244] Krawczyk M.: Rekopol Organizacja Odzysku Opakowań „Papier i Tektura", Energia Recykling Gospodarka Obiegu Zamkniętego, nr 7/8, 2018, s. 50-53.
[245] Ibidem.
[246] Ibidem.

Do recyklingu nie nadają się[247]:

- tuby, gilzy i kątowniki klejone w masie żywicami,
- papiery bitumizowane, gumowane, parafinowane, natłuszczane, a także tapety czy mapy.

Należy unikać trwałych połączeń z innymi materiałami i tak projektować opakowania, aby nie było konieczne stosowanie taśmy klejącej.

Światowa produkcja papieru i tektury w 2017 roku wyniosła ok. 420 mln ton. Udział w Polsce w segmencie opakowań papieru i tektury ciągle wzrasta. W 2013 roku udział opakowań papieru i tektury stanowił 32,7% i zgodnie z Polska Izbą Opakowań prognozuje się jego wzrost do 36,2% do roku 2020[248].

Niepowleczone opakowania z papieru i tektury nadają się w 100% do przetworzenia. Aby nie zmarnować tego potencjału, należy rozwijać selektywną zbiórkę, która w połączeniu z nowoczesną sortownią zapewni bardzo dobrej jakości wsad do procesu recyklingu.

W Polsce makulatura do recyklingu pozyskiwania jest także z odpadów komunalnych zmieszanych w sortowniach odpadów. Jakość tego surowca jest znacznie gorsza niż makulatury pozyskanej z selektywnej zbiórki ze względu na zanieczyszczenie frakcją organiczną, mineralną czy wysoką wilgotność, co często uniemożliwia jej wykorzystanie[249]. Ważnym aspektem jest także produkcja opakowań z papieru i tektury w sposób zrównoważony, przy której należy wziąć pod uwagę następujące czynniki[250].

- ilość i rodzaj materiału,
- powstanie odpadów podczas produkcji oraz użytkowania,
- energochłonność w trakcie produkcji, pakowania i logistyki,
- stopień ochrony towaru.

Papier i tektura wykorzystywane są do produkcji opakowań w postaci pudełek, worków czy papieru pakowego. Przeważająca masa opakowań z tektury pochodzi z opakowań zbiorczych i transportowych, mniej z jednostkowych[251].

Najbardziej efektywne systemy zbiórki do recyklingu makulatury charakteryzujące się wskaźnikiem odzysku powyżej 70% mają Wielka Brytania, Finlandia, Francja, Austria oraz Niemcy[252].

---

[247] Ibidem.
[248] Ibidem.
[249] Krawczyk M.: Rekopol Organizacja Odzysku Opakowań…, op.cit.
[250] Ibidem.
[251] Ibidem.
[252] Godlewska K. Jastrzębski M.: Zużycie i produkcja papieru…, op.cit.

W poniższej tabeli przedstawiono uzyskane wskaźniki dla recyklingu papieru i tektury dla wybranych krajów należących do CEPI, w tym Polski.

Tabela 16
Zużycie papieru i tektury (makulatury) do recyklingu w wybranych krajach CEPI w 2018 roku[253]

Kraj	Papier i tektura do recyklingu (makulatura) [tys. Mg]						
	Odmiany mieszane	Tektura falista i mocna	Gazety i czasopisma	Odmiany wyższej jakości	**Razem**	Wskaźnik zużycia, %	Wskaźnik recyklingu, %**
Austria	363	1210	653	372	**2598**	51,4	75,7
Republika Czeska	53	152	6	4	**215**	25,5	66,2
Finlandia	54	262	246	41	**603**	5,7	70,7
Francja	555	3478	701	661	**5395**	68,6	79,2
Niemcy	4286	7151	3795	1968	**17 200**	75,9	75,8
Włochy	1555	2860	195	534	**5144**	56,6	62,2
Rumunia	11	504	34	0	**549**	82,1	59,0
Polska*	253	1767	200	124	**2344**	48,2	43,8

* dane wstępne, estymowane
**dane odnoszą się do zużycia papieru i tektury bez salda wymiany handlowej wyrobami z papieru i tektury oraz papierem zadrukowanym (statystyka CEPI)

Rodzaje i udziały makulatury wykorzystanej do produkcji papieru i tektury w krajach CEPI[254]:

- „falista i mocna" – 52,6%,
- „z gazet i czasopism" – 18,2%,
- mieszana – 19%.

W Polsce najwięcej wyprodukowano papierów do produkcji tektury falistej (49,6%), papierów higienicznych oraz papierów graficznych niepowlekanych bezdrzewnych (15%) i ten sortyment papieru był najczęściej eksportowany[255].

Kwestia przydatności do recyklingu opakowania to jedno, ale nie należy zapominać, że rodzaj opakowania dla wielu produktów spożywczych wpływa w znacznym stopniu na możliwość jego długiego i bezpiecznego przechowywania. Przykładem tego typu opakowań są np. opakowania wielomateriałowe stosowane do soków czy mleka, w których jednym z materiałów składowych jest tektura.

[253] Ibidem.
[254] Ibidem.
[255] Ibidem,

Obowiązek odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych z papieru i tektury dotyczy nie tylko producentów wprowadzających na rynek produkty w tych opakowaniach, lecz także wprowadzających na rynek wyroby w opakowaniach wielomateriałowych, dla których obowiązek ten realizowany jest wyłącznie kartonikami do żywności płynnej, bo nie ma w Polsce systemu zbierania innych opakowań wielomateriałowych. Dlatego w artkule T. Pokrywki pt. „Nie da się zebrać 120% kartoników" zwrócono uwagę, że podnoszenie poziomów recyklingu odpadów wielomateriałowych będzie trudne do realizacji, bo opiera się wyłącznie na opakowaniach typu Tetra Pak i wkrótce może się okazać, że nawet gdyby zebrać ich 100%, to nie pozwoli na realizację obowiązkowych poziomów obejmujących całą kategorię odpadów wielomateriałowych[256]. Włókna celulozowe z opakowań wielomateriałowych odzyskiwane są w Polsce w trzech papierniach: w Świeciu, Wadowicach i Tychach[257].

Obecnie borykamy się w kraju z bardzo niskimi cenami za makulaturę – w styczniu 2020 roku sortownie za tekturę otrzymywały ok. 40 zł/Mg, a w 2015 płacono blisko 400 zł/Mg. Za czysty papier gazetowy płacą 30 zł/Mg, a w 2015 roku było to 330 zł/Mg. Papier gazetowy wydzielony z odpadów komunalnych zmieszanych ma wartość ujemną i sortownia musi zapłacić za jego odbiór aż 190 zł/Mg, a w 2015 roku płacono jej za ten sortyment 330 zł/Mg. Jest to problem, ponieważ koszty sortowania rosną (wzrost kosztów energii elektrycznej, pracy itp.). Generalnie brakuje w Polsce firm recyklingowych, a strumień surowców wtórnych wydzielanych w sortowniach rośnie i w związku z nadpodażą surowca na rynku cena spada, jak również pojawia się problem z zagospodarowaniem surowca gorszej jakości[258].

Ceny w skupach makulatury także nie zachęcają do selektywnej zbiórki, a wzrost kosztów dla prowadzących skupy bierze się także z nowych obowiązków dla zbierających i magazynujących odpady (wymogi ochrony przeciwpożarowej czy monitoringu wynikające z nowych przepisów prawnych), co także wpływa na obniżenie ceny skupu.

Podaż makulatury przekracza popyt i moce przerobowe papierni, a problem ten występuje nie tylko w Polsce, lecz także w innych krajach europejskich[259].

[256] Pokrywka T.: Nie da się zebrać 120% kartoników, Odpady i Środowisko, nr 5 (113), wrzesień-październik 2018.
[257] Ibidem.
[258] Opracowano na podstawie danych pozyskanych od właścicieli instalacji komunalnych.
[259] https://portalkomunalny.pl/makulatura-jest-nieoplacalna-skupy-jej-nie-przyjmuja-399521/, dostęp z dnia 10.01.2020.

Podsumowanie

Poziomy selektywnej zbiórki i recyklingu papieru oraz tektury w Polsce w porównaniu z takimi krajami jak Francja czy Niemcy są blisko dwukrotnie niższe.
Konieczne jest zwiększenie poziomu selektywnej zbiórki tej frakcji w Polsce z jednoczesnym wsparciem i zwiększeniem przepustowości firm recyklingowych.
Wykorzystanie makulatury ogranicza wycinkę drzew, a w produkcji papieru zmniejsza zużycie wody, energii, ogranicza zanieczyszczenie powietrza i ilość generowanych ścieków.
Obecne ceny za ten surowiec w Polsce są niskie, a przepustowości recyklerów niewystarczające, dlatego wprowadzenie ROP-u wydaje się warunkiem koniecznym dla wsparcia tego systemu i poprawienia wskaźników recyklingu.

3.3. Tworzywa sztuczne (W. Hryb)

Tworzywa sztuczne – zastosowanie i przetwarzanie

Tworzywa sztuczne to materiały składające się z polimerów syntetycznych lub zmodyfikowanych polimerów naturalnych oraz dodatków modyfikujących, takich jak np. napełniacze proszkowe lub włókniste, stabilizatory termiczne, stabilizatory promieniowania UV, uniepalniacze, środki antystatyczne, środki spieniające, barwniki itp. Właściwości tworzyw sztucznych można modyfikować przez stosowanie odpowiednich, wyżej wymienionych dodatków, dzięki czemu uzyskuje się tworzywo o odpowiednich właściwościach mechanicznych (wytrzymałość), termicznych, o określonej odporności chemicznej i elektrycznej. Dodatki do tworzyw sztucznych często utrudniają lub uniemożliwiają recykling. Istnieje wiele rodzajów tworzyw wykorzystywanych do wytwarzania rozmaitych produktów. W poniższej tabeli przedstawiono najczęściej stosowane rodzaje tworzyw sztucznych wraz z przykładami produktów z nich wytwarzanych, a także zastosowań po procesie recyklingu tych tworzyw.

Tabela 17

Główne segmenty zastosowań najczęściej stosowanych tworzyw sztucznych i przykłady ich zastosowań po recyklingu[260]

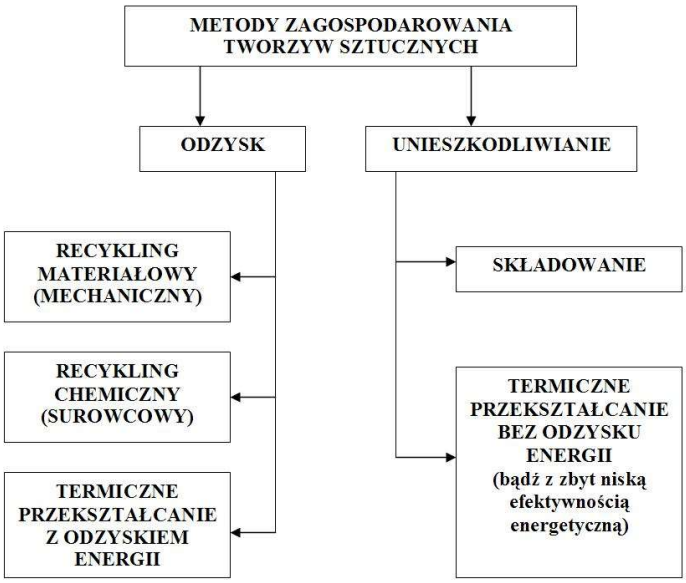
Najczęściej stosowane rodzaje tworzyw sztucznych	**Przykłady wytwarzanych produktów**	**Przykłady zastosowań po recyklingu**
PET (politereftalan etylenu)	butelki dla wody mineralnej, soków, napojów, tacki itp.	włóknina stosowana np. do produkcji odzieży, np. polarów, butów, geowłóknina wykorzystywana przy budowie składowisk odpadów, opakowania, wypełnienie do poduszek
PP (polipropylen)	opakowania do żywności, opakowania kosmetyczne, folie itp.	rury, doniczki, meble ogrodowe, części samochodowe, wykładziny itp.
PELD (polietylen ozmniejszonej gęstości)	torby, folie, zabawki, pojemniki itp.	folie: opakowaniowe, ogrodnicze, termokurczliwe itp.
PEHD (polietylen o zwiększonej gęstości)	opakowania na chemię gospodarczą, kosmetyki, zabawki, pojemniki, sprzęt AGD itp.	karnistry do paliw oraz zbiorników paliwa do samochodów, rury, skrzynki na butelki, beczki, pojemniki na odpady itp.
PVC (polichlorek winylu)	wykładziny, ramy okienne, izolacje kabli, rury, zabawki, karty kredytowe itp.	wykładziny, rury, elementy konstrukcyjne itp.

[260] Opracowanie własne przy wykorzystaniu: Conversio Market & Strategy GmbH raport „Fakty o tworzywach 2019", Plastics Europe.

cd. tabeli 17

PS (polistyren)	opakowania i tacki do żywności, naczynia jednorazowe, izolacja budynków, izolacja lodówek, kształtki ochraniające transportowany sprzęt elektryczny czy elektroniczny itp.	wieszaki, opakowania techniczne, produkty typu: Styrozol, Styrobeton itp.
PUR	izolacja budynków, pianka izolacyjna do lodówek, materace i poduszki itp.	kompozyty polimerowe do różnych zastosowań, powtórne wykorzystanie do produkcji izolacji itp.
PC (poliwęglan)	płyty CD, smartfony, osłony, zadaszenia itp.	kompozyty konstrukcyjne itp.

Na rys. 14 przedstawiono możliwe metody (sposoby) zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych.



Rys. 14. Metody zagospodarowania odpadów z tworzyw sztucznych
Fig. 14. Ways to manage plastic waste

Recykling materiałowy (mechaniczny) tworzyw sztucznych

Recykling materiałowy polega na ponownym przetworzeniu odzyskanych tworzyw sztucznych na nowe wyroby. Odzyskane tworzywa termoplastyczne po rozsortowaniu gatunkami i kolorami rozdrabnia się, myje, oddziela zanieczyszczenia i w ten sposób pozyskany płatek jest sprzedawany. Oczyszczone, stopione i przefiltrowane tworzywo wytłacza się w postaci drutu i granuluje. Otrzymany regranulat może być przetwarzany metodami typowymi dla przetwórstwa tworzyw termoplastycznych. Należy jednak pamiętać, że procesy termiczne przetwarzania tworzyw sztucznych powodują degradację łańcuchów polimerów, czego konsekwencją jest pogorszenie właściwości mechanicznych.

Recykling materiałowy (mechaniczny) na przykładzie PET

W ramach recyklingu materiałowego PET-u (politereftalan etylenu) posortowane kolorami (osobno bezbarwne, niebieskie i zielone) i zbelowane butelki PET trafiają do zakładów specjalizujących się w ich przerobie. W Polsce główne zakłady przeróbcze tego surowca to Polowat z Bielska-Białej, Elana PET z Torunia i Ermax z Będzina. W zakładach tych po rozerwaniu bel (w zakładzie Ermax zamontowane są rozrywarka bel i urządzenie do rozcinania etykiet znajdujących się na butelkach), wstępnej kontroli jakości i wstępnym oddzieleniu ewentualnych zanieczyszczeń następuje rozdrobnienie butelek w młynach, następnie mycie w podwyższonej temperaturze w celu pozbycia się zanieczyszczeń oraz etykiet. Kolejnym etapem jest oddzielenie za pomocą separacji flotacyjnej polietylenowych nakrętek (wykorzystywana jest różnica gęstości między nakrętkami z PE a PET-em, niestety PET ma zbliżoną gęstość do PVC). Po wysuszeniu następuje separacja optyczna płatków o odmiennych kolorach, czy też PVC, i drobnych elementów metalowych, które są niepożądane w granulacie końcowym i jego zbyt duży udział może uniemożliwić sprzedaż granulatu. W rezultacie można uzyskać granulat zwany recyklatem w postaci rozdrobnionych płatków PET określonej barwy lub po przejściu materiału przez ekstruder (wytłaczarkę) tzw. regranulat. Otrzymamy recyklat PET można wykorzystać do produkcji włókien poliestrowych, które znajdują zastosowanie m.in. do produkcji przędzy ubraniowej, geowłóknin, taśm PET, folii PET itp.

Obecnie firmy recyklingowe w Polsce napotykają wiele barier, które utrudniają rozwój tej gałęzi gospodarki. Zaskakujący może wydawać się fakt, że polskim recyklerom

brakuje wsadu do instalacji w postaci posortowanych kolorami butelek PET i często importują ten surowiec z zagranicy. Potencjał przetwórczy wszystkich polskich instalacji do recyklingu przetwarzających PET odpowiada ok. połowie wprowadzanych do obrotu handlowego butelek. Butelki PET wykorzystywane są jako opakowania wód mineralnych, napojów, mleka, oleju, a także produktów kosmetycznych. Szacuje się, że rocznie na rynek Polski wprowadzanych jest 200 000 ton butelek PET z czego odzyskuje się jedynie mniej niż połowę[261]. Jakość (czystość) dostarczanych zbelowanych butelek PET przez niektóre sortownie pozostawia wiele do życzenia, ponieważ zawierają zanieczyszczenia, których recykler musi się pozbyć, aby wytworzyć płatki o czystości wymaganej przez odbiorców.

Niewielka ilość i zła jakość surowca spowodowane są przede wszystkim przez niski poziom selektywnej zbiórki w Polsce na tle innych krajów europejskich. Przykładem rozwiązania mogącego zwiększyć ilość i jakość zbieranych butelek PET jest wprowadzenie systemu kaucyjnego, który z powodzeniem funkcjonuje np. w Niemczech, jednak rozwiązanie to wiąże się z dużymi kosztami inwestycyjnymi i eksploatacyjnymi.

Wsparcie ze strony organizacji odzysku dla firm zajmujących się odzyskiem PET jest symboliczne i sprowadza się jedynie do pozyskania dokumentacji potwierdzającej odzysk i recykling. Dodatkowo brakuje funduszy na wsparcie systemu gospodarowania odpadami.

Kolejnym problemem jest produkcja opakowań PET i ich komponentów utrudniających lub uniemożliwiających recykling. Przykładem mogą być etykiety z PVC na butelkach czy aluminiowe zamknięcia na puszkach PET. Firmy stosujące do butelek PET komponenty nieprzyjazne recyklingowi nie są w żaden sposób piętnowane czy karane przez organizacje rządowe, a to nie sprzyja rozwojowi gospodarki o obiegu zamkniętym w naszym kraju. Dlatego tak ważne jest wprowadzenie rozszerzonej odpowiedzialności producenta, także ekonomicznej, obejmującej cały cykl życia opakowania produktu, co zmusiłoby do stosowania zasad ekoprojektowania, czyli myślenia o recyklingu już na etapie wytwarzania produktu.

Kolejną barierą rozwoju recyklingu butelek PET jest brak w prawodawstwie polskim zapisów nakazujących użycie regranulatu pochodzącego z recyklingu do produkcji preform[262].

[261] Dziopak L., Klisiewicz D.: Bariery w branży PET, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego 2018, nr 6, s. 48-50.
[262] Ibidem.

Samo oznaczenie na opakowaniu PET może sugerować, że mamy do czynienia z cennym surowcem wtórnym do recyklingu – nic bardziej mylnego, ponieważ np. opakowania czerwone PET po ketchupie, opakowania białe PET po kefirach i mlekach czy PET po chemii gospodarczej nie są obecnie przetwarzane w Polsce, gdyż brak jest chętnych na zakup płatka z tych tworzyw. Wymienione opakowania PET różnią się właściwościami od PET-u pochodzącego z butelek po napojach i wodzie mineralnej ze względu na użyte w nich dodatki, barwniki i wypełniacze, co znacznie ogranicza możliwość ich wykorzystania.

Nowoczesne metody sortowania optopneumatycznego podstawą efektywnego systemu recyklingu

Co minutę na całym świecie sprzedawanych jest ponad milion butelek z tworzyw sztucznych, a w ciągu następnych pięciu lat prognozuje się, że liczba ta wzrośnie o kolejne 20%. Takie dane skłaniają ku poszukiwaniu nowoczesnych rozwiązań o dużej skuteczności i przepustowości w celu wydobycia ze strumienia odpadów surowców wtórnych. Podstawowym systemem rozdziału tworzyw sztucznych na poszczególne frakcje w nowoczesnych sortowaniach odpadów jest separacja optopneumatyczna, realizowana za pomocą separatorów (sorterów) optopneumatycznych. Sortery rozpoznają materiał na przenośniku taśmowym, a następnie rozdzielają go przy wykorzystaniu sprężonego powietrza. Pozwalają one na wydzielenie wybranych materiałów ze skutecznością ponad 80% przy dużej przepustowości urządzenia. Układ kilku separatorów pozwala na pozyskanie osobnych frakcji surowcowych łącznie z podziałem np. na kolory butelek PET. Surowce pozostają jedynie doczyszczone w kabinach, skąd trafiają do układu belowania. Należy wspomnieć, że separatory optopneumatyczne wykorzystuje się również do sortowania papieru oraz frakcji wysokokalorycznej.

Jednym z liderów producentów separatorów optycznych w Polsce jest firma Tomra Sorting, która dostarcza swoje urządzenia do wielu zakładów przetwarzania odpadów. Sortery tej firmy stosowane są również na etapie samego procesu recyklingu. Tomra opracowała technologię przeznaczoną do oddzielania jednowarstwowych tacek PET od butelek PET, ponieważ różnią się one nieznacznie właściwościami chemicznymi, przez co nie mogą być razem poddawane recyklingowi. Do separacji zastosowano technologię

nazywaną Flying Beam, wykorzystującą bliską podczerwień (NIR) ze skanowaniem punktowym (bez potrzeby użytkowania zewnętrznych lamp)[263].
Przykładem użycia sorterów w procesie recyklingu jest np. spółka IMP Polowat, która zdecydowała się na zakup nowego sortera optycznego, tak aby wyeliminować z płatków PET zanieczyszczenia w postaci PVC, poliolefin i innych polimerów, jak również ciał obcych w postaci: papieru, gumy, tekstyliów, materiałów tekstylnych i kamieni, do poziomu poniżej 50 ppm[264].
Niewątpliwie separacja optopneumatyczna jest kluczowym elementem systemu pozwalającego na realizację procesu recyklingu tworzyw sztucznych, ponieważ stosowana jest zarówno na etapie sortowania odpadów, jak i w procesach doczyszczania surowców u recyklera.

Recykling chemiczny tworzyw sztucznych

Proces prowadzący do odzysku pierwotnych surowców polega na rozłożeniu cząstek tworzyw sztucznych na monomery lub surowce do innych produktów chemicznych. Obecnie znane są przede wszystkim następujące metody recyklingu chemicznego:

- uwodornienie,
- hydroliza,
- dehydrochlorowanie.

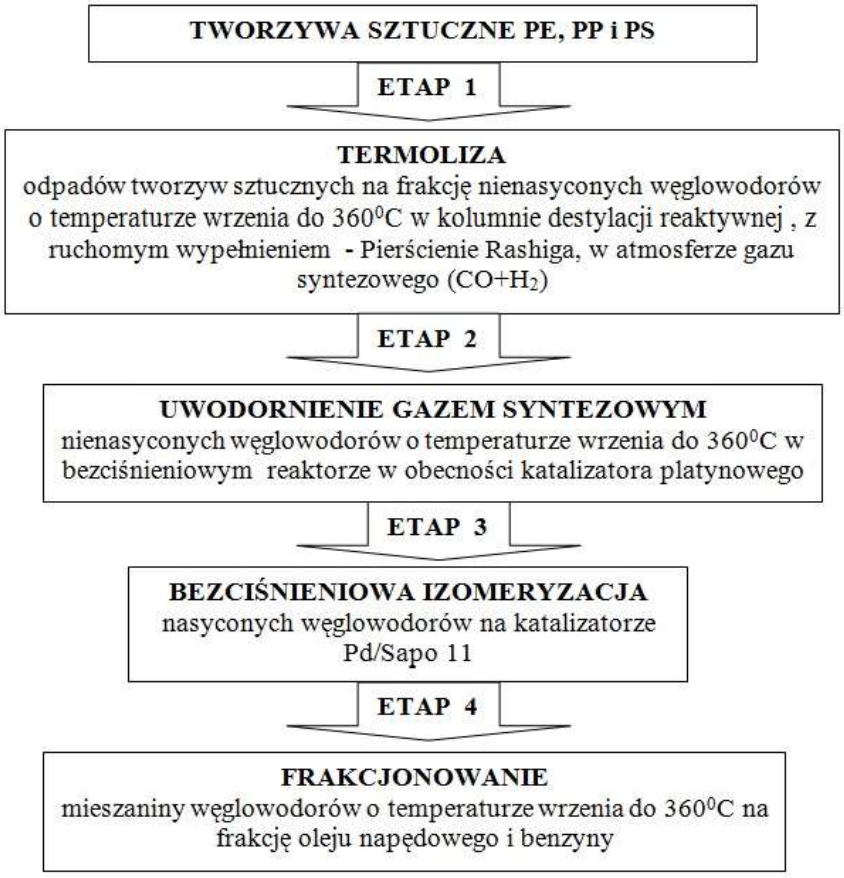
Uwodornianie tworzyw sztucznych prowadzi się najczęściej pod zwiększonym ciśnieniem w podwyższonej temperaturze. Produktami tej reakcji są gazy, oleje i odpady stałe. Oleje po odpowiedniej obróbce można rozdzielić na benzyny i olej opałowy, natomiast gaz może być użyty do celów opałowych.
Hydroliza polega na rozłożeniu polimerów polikondensacyjnych pod działaniem pary wodnej w podwyższonej temperaturze i pod zwiększonym ciśnieniem. Metodę tę można stosować do rozpadu poliestrów, poliamidów, poliuretanów i poliwęglanów na surowce do ponownej produkcji tych polimerów. Na podobnej zasadzie opierają się procesy alkoholizy i glikolizy. Dehydrochlorowanie to odzyskiwanie chlorowodoru i alkanów z odpadów tworzyw zawierających polichlorek winylu i polichlorek winylidenu.

[263] Tomra Sorting „Technologia SHARP EYE do wydzielenia jednowarstwowych tacek PET od butelek PET" Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego 2018, nr 5, s. 49.
[264] „IMP Polowat podnosi jakość płatka rPET z wykorzystaniem technologii Bühler", Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego 2018, nr 5, s. 16.

Recykling chemiczny tworzyw sztucznych na przykładzie polskiej technologii

Przedstawiona poniżej technologia została opracowana w Polsce i pozwala na przetwarzanie odpadów z tworzyw sztucznych na paliwa płynne wykorzystywane w transporcie, komunikacji, energetyce i przemyśle chemicznym.

Proces konwersji odpadów tworzyw sztucznych (PE, PP i PS) do frakcji węglowodorowych typowych dla olejów napędowych i benzyny został przetestowany przez Przemysłowy Instytut Motoryzacji PIMOT. Technologia zawiera opatentowane rozwiązanie termolizy i jest czteroetapowym, niskociśnieniowym procesem konwersji odpadów tworzyw sztucznych do frakcji węglowodorowych. Proces przedstawiono w uproszczeniu na rys. 15[265].



Rys. 15. Poszczególne etapy procesu konwersji odpadów z tworzyw sztucznych (PE, PP i PS) do frakcji węglowodorowych typowych dla olejów napędowych i benzyny[266]

Fig. 15. Particular stages of plastic waste transformation (PE, PP and PS) to hydrocarbon fractions typical for diesel fuel and petrol[266]

[265] Derej W., Hańderek A.: Polskie paliwo z odpadów z tworzyw sztucznych, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 5, s. 20-23.

[266] Opracowanie własne na podstawie: ibidem.

Główne cechy opisywanej technologii[267]:

- zanieczyszczone mieszaniny poliolefin stosowane jako surowiec (bez konieczności mycia),
- wysoka wydajność recyklingu chemicznego w granicach 88-90% w zależności od mieszanki tworzyw sztucznych,
- minimalna ilość produktu ubocznego – suchy koks węglowy 1-2% (można go sprzedać),
- przebieg procesu w trybie ciągłym,
- przebieg procesu pod ciśnieniem atmosferycznym i w temperaturze poniżej 450^{o}C,
- proces jest samowystarczalny energetycznie przy wykorzystaniu wytwarzanego gazu procesowego jako paliwa.

Opakowania z tworzyw sztucznych przyjazne recyklingowi

Ekoprojektowanie opakowań (ang. ecodesign) oznacza wzięcie pod uwagę aspektów środowiskowych w całym cyklu życia i dotyczy wydobycia surowców, produkcji, dystrybucji, użytkowania, zbierania i recyklingu. Wydana w styczniu 2018 roku europejska strategia dotycząca tworzyw sztucznych jako priorytet traktuje przydatność opakowań do recyklingu (zakłada przystosowanie wszystkich opakowań z tworzyw sztucznych do recyklingu do 2030 roku) oraz użycie materiału z recyklingu do produkcji nowych opakowań[268].

Użycie materiału z recyklingu powinno być obligatoryjne, ponieważ bez rynku zbytu na surowce wtórne nie jest możliwe osiąganie wysokich poziomów recyklingu. Oprócz aspektu środowiskowego ważny jest także aspekt ekonomiczny i recykling powinien być efektywny ekonomicznie; tutaj z pomocą powinny przyjść rozwiązania prawne, w tym m.in. rozszerzona odpowiedzialność producenta (ROP).

Norma PN-EN 13430 wymienia kluczowe warunki dotyczące przydatności opakowania do recyklingu materiałowego, do których należą: zorganizowany powszechny system zbiórki danego odpadu opakowaniowego, funkcjonowanie „przemysłowych zdolności recyklingu", tworzenie opakowań i ich komponentów przyjaznych recyklingowi[269].

[267] Ibidem.
[268] Krawczyk M.: Ecodesign opakowań z tworzyw sztucznych, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 3, s. 50-52.
[269] Ibidem.

Obecnie wymagania te spełnia większość poniżej wymienionych opakowań[270]:

- folie bezbarwne,
- niektóre opakowania z PP i PS,
- opakowania na chemię gospodarczą z HDPE bez warstw barierowych (np. EVOH) w kolorach innych niż czarny,
- jednorodne opakowania PET na napoje w kolorach bezbarwnym, zielonym, niebieskim bez warstw barierowych.

Ekoprojektowanie opakowań z tworzyw sztucznych to stosowanie opakowań monomateriałowych. Wszystkie elementy dodatkowe będące pomocniczymi środkami opakowaniowymi powinny być wykonane z kompatybilnych polimerów, dobranych np. zgodnie z tabelą według Rinka „Kompatybilność różnych tworzyw sztucznych przy przetwórstwie"[271].

Opakowania z kompatybilnych polimerów są możliwe do rozdzielania z zastosowaniem sortownika przy wykorzystaniu np. bliskiej podczerwieni, metod elektrostatycznych czy flotacji.

Przy ocenie przydatności opakowania do recyklingu należy wziąć pod uwagę nie tylko samo opakowanie, lecz także jego komponenty takie jak etykietę czy nakrętkę, jak również np. sposób przyklejenia etykiety do opakowania. Istotne znaczenie mają także rodzaj i ilość farb stosowanych na etykietach.

Etykiety powinny być przymocowane punktowo niedużą ilością odpowiedniego (niesilnego) kleju i pokrywać nie więcej niż ¼ powierzchni opakowania. Dla opakowań z PET zaleca się stosowanie etykiet z PET, PP lub papierowych, a należy unikać etykiet typu sleev, w tym z PVC, które stanowią duże utrudnienie w recyklingu[272].

Niekorzystnym zjawiskiem jest zastępowanie opakowań z HDPE na chemię opakowaniami z PET. Regranulat wytworzony z opakowań PET nietransparentnych po chemii gospodarczej nie znajduje odbiorców. W zamknięciach do butelek należy unikać elementów silikonowych oraz trwałego połączenia tworzywa z metalami, szczególnie niekorzystne jest stosowanie metali nieżelaznych. Najbardziej przyjazne recyklingowi są nakrętki z jednorodnego tworzywa wykonanego z PP lub HDPE[273].

Inne niekorzystne dla recyklingu materiały opakowaniowe to[274]:

- opakowania biodegradowalne (powinny być oddzielnie zbierane i kompostowane – obecnie w Polsce brak jest takich działań),

[270] Ibidem.
[271] Ibidem.
[272] Ibidem.
[273] Ibidem.
[274] Ibidem.

- oksydegradowalne folie opakowaniowe,
- zadrukowane w 100% folie opakowaniowe (nieprzydatne ze względu na dużą masę farby w stosunku do tworzywa),
- tworzywo sztuczne z wypełniaczami (np. talk).

Opakowania z tworzyw sztucznych są w obiegu bardzo krótko, najczęściej poniżej jednego miesiąca. Inne produkty z tworzyw sztucznych w gospodarstwach domowych funkcjonują od roku do 50 lat, dlatego recykling odpadów powinien skupić się przede wszystkim na odpadach opakowaniowych.

Możliwość wtórnego przetwarzania tworzyw sztucznych jest ograniczona i przyjmuje się, że można przetwarzać je kilka razy, po czym następuje degradacja łańcuchów polimerowych. Występowanie zanieczyszczeń w odpadach opakowaniowych wpływa na pogorszenie jakości recyklatów. Każdy kolejny cykl powtórnego użycia obniża trwałość i właściwości użytkowe tworzywa sztucznego, co ogranicza jego przydatność. Jednak niektóre grupy opakowań projektowane zgodnie z zasadami ekoprojektowania, selektywnie zbierane i sortowane, mogą być przetwarzane bez postępującej utraty jakości. Wyniki badań firmy ESE World wskazują, że tworzywo HDPE można przetworzyć nawet do 10 razy, a otrzymany z recyklingu regranulat pozwala na otrzymanie tworzyw sztucznych o takiej samej jakości, jakby były wytworzone z surowca pierwotnego, czyli ropy naftowej. Tworzywo to, wykorzystywane do produkcji pojemników eksploatowanych przez 10-20 lat, mogło być w obiegu nawet do 100-200 lat[275].

Do polimerów nieprzydatnych do recyklingu zaliczyć można laminaty wielowarstwowe z różnych tworzyw sztucznych, jak np. tworzywa próżniowo metalizowane aluminium w celu poprawy właściwości barierowych opakowania. Do wielowarstwowych opakowań nieprzydatnych do recyklingu zalicza się: poliolefiny z tworzywami niekompatybilnymi, np. PVC, PET czy PS. Niekorzystnym układem jest np. PET/PE i PA/PE[276].

Folie laminowane przedłużają trwałość produktów spożywczych i przyczyniają się do generowania mniejszej ilości odpadów spożywczych, dlatego nie powinny być eliminowane z rynku, ponieważ możliwość recyklingu tworzywa sztucznego nie jest ważniejsza od możliwości wydłużenia trwałości produktu spożywczego.

Tworzywa, których nie można poddać recyklingowi, powinny być wykorzystywane jako paliwo alternatywne w cementowniach lub w elektrociepłowniach, w których zastosowano kotły fluidalne przystosowane do współspalania paliw z odpadów.

[275] Ibidem.
[276] Ibidem.

Najważniejsze dokumenty związane z tworzywami sztucznymi publikowane na forum UE w latach 2015-2019

W grudniu 2015 roku Komisja Europejska przyjęła plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, w którym jednym z obszarów priorytetowych są tworzywa sztuczne. Wskazano w nim problem niskiego poziomu ich recyklingu w Europie i marnowania ich potencjału na składowiskach, jak również zanieczyszczenia nimi oceanów. Zwrócono uwagę na konieczność selektywnej zbiórki tych odpadów, funkcjonowania nowoczesnych sortowni, a przede wszystkim wytwarzania produktów z tworzyw sztucznych przyjaznych recyklingowi. Zapowiedziano powstanie strategii dotyczącej wyzwań związanych z nimi w całym łańcuchu wartości i uwzględniającej ich cały cykl życia.

W 2017 roku Komisja Europejska potwierdziła, że zajmie się szczegółową analizą kwestii produkcji i stosowania tworzyw sztucznych, tak aby do 2030 roku wszystkie opakowania z nich nadawały się do recyklingu.

Najważniejsze dokumenty publikowane na forum UE związane z tworzywami sztucznymi w 2018 roku to[277]:

- 16.01.2018 – publikacja Europejskiej strategii na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym,
- 28.05.2018 – projekt Dyrektywy w sprawie ograniczenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko,
- 10.10.2018 – rezolucja Komisji Ochrony Środowiska Parlamentu Europejskiego dotycząca zakazu stosowania niektórych plastikowych przedmiotów jednorazowego użytku (np. talerzy, sztućców, słomek i patyczków higienicznych) w UE od 2021 roku,
- 24.10.2018 – głosowanie w sprawie raportu dotyczącego tworzyw w Parlamencie Europejskim.

W 2018 roku została również wprowadzona 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, która zmienia metodologię liczenia poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych. Zgodnie z dyrektywą masę odpadów opakowaniowych poddanych recyklingowi będzie można określić wyłącznie w momencie wprowadzenia odpadów do procesu recyklingu.

[277] Kulczycka J.: Zrównoważony plastik, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego 2019, nr 1, s. 50-52.

Europejska strategia dla tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym

W 2018 roku została opublikowana „Europejska strategia dla tworzyw sztucznych w gospodarce obiegu zamkniętego". Określa ona fundamenty nowej gospodarki tworzywami sztucznymi, w której ich produkcja i otrzymane z nich produkty są w pełni dostosowane do potrzeb w zakresie ponownego użycia, naprawy i recyklingu oraz w której opracowywane są i promowane bardziej zrównoważone materiały. W strategii zwrócono uwagę na niski poziom ponownego użycia i recyklingu zużytych polimerów oraz popytu na tworzywa sztuczne pochodzące z recyklingu. Podkreślono znaczenie przemysłu tworzyw sztucznych jako ważnej gałęzi gospodarki europejskiej, w której szczególne znaczenie mają innowacyjność i wspólnie opracowane mechanizmy prowadzące do osiągnięcia zrównoważonej gospodarki opartej na surowcach wtórnych pochodzących z odpadów i zgodnej z nowymi celami polityki przemysłowej UE, zrównoważonego rozwoju i porozumienia paryskiego. Przewidywanym rezultatem poza pozytywnym efektem gospodarczym i ekonomicznym będzie ograniczenie zanieczyszczenia tworzywami sztucznymi środowiska i zmniejszenie ich niekorzystnego wpływu na życie ludzi. Przyczyni się to także do osiągnięcia priorytetu określonego przez obecną Komisję, jakim jest unia energetyczna zgodna z zasadami nowoczesnej, niskoemisyjnej, zasobo- i energooszczędnej gospodarki[278].

W dokumencie zwrócono uwagę, że światowa produkcja tworzyw sztucznych i spalanie odpadów z nich generują ok. 400 mln t CO_2 rocznie.

Przemysł tworzyw sztucznych zużywa ok. 4% produktów opuszczających rafinerię[279].

W strategii podkreślono, że zwiększenie wykorzystania tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu wpłynie na zmniejszenie zależności produkcji tworzyw sztucznych od wydobycia paliw kopalnych i ograniczy emisję CO_2, a szacowane potencjalne roczne oszczędności energii, jakie można by osiągnąć w wyniku recyklingu wszystkich odpadów z tworzyw sztucznych, odpowiadają 3,5 mld baryłek ropy rocznie[280].

Emisja CO_2 związana z produkcją i spalaniem tworzyw sztucznych oraz niskie poziomy ich recyklingu to wyzwania, przed którymi stoi globalna gospodarka. Kolejnym problemem jest zanieczyszczenie środowiska tworzywami sztucznymi, które można

[278] Komunikat komisji do parlamentu europejskiego, rady, europejskiego komitetu ekonomiczno-społecznego i komitetu regionów „Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym", Strasburg, dnia 16.1.2018 r. COM(2018) 28 final.

[279] Krawczyk M.: REKOPOL Organizacja Odzysku Opakowań S.A. „Popieram recykling – segreguję odpady", broszura edukacyjna wrzesień 2015.

[280] Komunikat komisji do parlamentu europejskiego, rady, europejskiego komitetu ekonomiczno-społecznego i komitetu regionów „Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych…, op.cit.

powiedzieć, nie zna granic i trudno jest znaleźć miejsce wolne od tego zanieczyszczenia (lasy, rzeki, jeziora, morza, oceany, gleba i powietrze).

Każdego roku na świecie od 5 do 13 mln t tworzyw sztucznych, czyli od 1,5% do 4% ich światowej produkcji, trafia do oceanów, powodując katastrofalne szkody w środowisku. Mikroplastik, czyli kawałki tworzyw sztucznych o średnicy poniżej 5 mm, przechodzi do łańcucha pokarmowego ryb i innych organizmów morskich, trafiając tym samym także do łańcucha pokarmowego człowieka[281].

Dodatkowo zanieczyszczenie środowiska tworzywami sztucznymi powoduje realne straty ekonomiczne w takich sektorach gospodarki jak turystyka czy rybołówstwo. Znaczną część tworzyw sztucznych w środowisku stanowią tzw. jednorazowe naczynia, słomki czy woreczki foliowe. Tworzywa sztuczne stanowią 80-85% odpadów w środowisku morskim w Unii, przy czym artykuły jednorazowego użytku z tworzyw sztucznych stanowią 50%, a przedmioty związane z połowami 27% całości odpadów w środowisku morskim[282].

Dlatego do 2021 roku na terenie Unii Europejskiej produkty jednorazowego użytku wykonane z tworzywa sztucznego zostaną objęte zakazem sprzedaży, w tym m.in.: talerzyki, kubki, sztućce (łyżki, widelce, noże), patyczki do uszu, słomki do napojów, rączki do balonów.

Ograniczenie problemu woreczków foliowych wprowadziła Dyrektywa (UE) 2015/720 zmieniająca dyrektywę 94/62/WE w odniesieniu do zmniejszenia zużycia lekkich plastikowych toreb na zakupy. W Polsce przepisy te zostały implementowane do Ustawy z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi.

W celu ograniczenia wymienionych zanieczyszczeń popularne stało się używanie tzw. biodegradowalnych tworzyw sztucznych. Rozwiązanie to niesie ze sobą zarówno szanse, jak i zagrożenia wynikające chociażby z łatwego uwalniania zanieczyszczeń do środowiska i utrudnienia recyklingu mechanicznego. Produkcja biodegradowalnych tworzyw sztucznych będzie miała sens tylko wtedy, gdy będą one selektywnie zbierane i w odpowiedni sposób przetwarzane. Wprowadzenie ich na wielką skalę powinno być poparte argumentami środowiskowymi i ekonomicznymi. Konieczne jest opracowanie oceny cyklu życia w celu określenia warunków, w jakich stosowanie

[281] Ibidem.

[282] Dyrektywa 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko.

biodegradowalnych lub nadających się do kompostowania tworzyw sztucznych jest korzystne, oraz kryteriów dla takich zastosowań[283].

Strategia nowej gospodarki tworzywami sztucznymi w Europie obejmuje[284]:

- projektowanie tworzyw sztucznych oraz produktów je zawierających, tak aby zwiększyć ich trwałość oraz ułatwić ich ponowne użycie i recykling. Do 2030 roku wszystkie opakowania z tworzyw sztucznych wprowadzane do obrotu na rynku UE mogą być ponownie użyte lub poddane recyklingowi w sposób racjonalny pod względem kosztów,
- zmiany w procesie produkcji i projektowania, które umożliwią osiągnięcie wyższych wskaźników recyklingu dla wszystkich kluczowych zastosowań. Do 2030 roku ponad połowa wytwarzanych w Europie odpadów z tworzyw sztucznych ma być poddawana recyklingowi, co ułatwić ma także bardzo wysoki wskaźnik selektywnego zbierania odpadów z tworzyw sztucznych. Poziom recyklingu odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych ma być porównywalny z poziomami recyklingu dla innych materiałów opakowaniowych,
- wzrost zdolności UE w zakresie recyklingu tworzyw sztucznych, co obejmować będzie także modernizację tego sektora i wdrażanie innowacyjnych rozwiązań. Do 2030 roku przewiduje się zwiększenie zdolności w zakresie nowoczesnego i efektywnego sortowania oraz recyklingu odpadów aż czterokrotnie w porównaniu z 2015 rokiem, co przyczyni się w Europie do powstania 200 000 nowych miejsc pracy,
- stopniowe wycofanie się z eksportu niedokładnie posortowanych i złej jakości (czystości) odpadów z tworzyw sztucznych. Tworzywa sztuczne mają stać się wartościowym surowcem dla przemysłu zarówno w UE, jak i poza jej granicami,
- ścisłą współpracę między przemysłem chemicznym a podmiotami zajmującymi się recyklingiem tworzyw sztucznych, aby ułatwić znalezienie szerszego zakresu zastosowań o wyższej wartości dla ich produkcji; eliminację lub zastąpienie substancji niekorzystnych znajdujących się w tworzywach sztucznych, utrudniających proces recyklingu,
- powstanie dobrze funkcjonującego rynku dla tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu i innowacyjnych tworzyw sztucznych. Przewiduje się czterokrotne zwiększenie popytu na tworzywa sztuczne pochodzące z recyklingu w Europie, co

[283] Komunikat komisji do parlamentu europejskiego, rady, europejskiego komitetu ekonomiczno-społecznego i komitetu regionów ,,Europejska strategia na rzecz tworzyw sztucznych…, op.cit.
[284] Ibidem.

zapewnia stałe dochody i bezpieczeństwo miejsc pracy dla rosnącej siły roboczej w branży,

- zmniejszenie zależności Europy od importowanych paliw kopalnych oraz ograniczenie emisji CO_2 zgodnie ze zobowiązaniami podjętymi w ramach porozumienia paryskiego dzięki rosnącemu udziałowi recyklingu tworzyw sztucznych przy spadku termicznego przekształcania,
- wspieranie przez obywateli, władze publiczne i przemysł w Europie bardziej zrównoważonych i bezpieczniejszych wzorców konsumpcji i produkcji tworzyw sztucznych,
- odwrócenie trendu zależności wzrostu wytwarzania odpadów z tworzyw sztucznych od wzrostu gospodarczego. Można to osiągnąć dzięki właściwej postawie świadomych i zaangażowanych obywateli dokonujących odpowiednich wyborów. Ułatwić to mają powstające projekty, nowe modele biznesowe i innowacyjne produkty, które umożliwiają bardziej zrównoważone modele konsumpcji,
- stosowanie przez przedsiębiorstwa rozwiązań opierających się na obiegu zamkniętym, takich jak logistyka zwrotna lub rozwiązania alternatywne dla tworzyw sztucznych jednorazowego użytku,
- radykalne zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska tworzywami sztucznymi, uzyskane dzięki skutecznym systemom zbierania odpadów, spadkowi produkcji odpadów oraz zwiększonej świadomości konsumentów,
- opracowanie innowacyjnych rozwiązań w celu zapobiegania przedostawaniu się mikrodrobin plastiku do mórz i innych komponentów środowiska. Określenie wpływu mikrodrobin na zdrowie ludzi,
- wprowadzenie nowych przepisów dotyczących rozszerzonej odpowiedzialności producenta i analizy ich wpływu na osiągane poziomy recyklingu oraz wsparcie w tworzeniu zachęt ekonomicznych nagradzających najbardziej zrównoważone opcje w zakresie projektowania,
- wprowadzenie systemu kaucyjnego dla zwiększenia poziomów recyklingu,
- ułatwienie recyklingu tworzyw sztucznych wykorzystywanych np. w urządzeniach elektrycznych i elektronicznych, obowiązkowe wymogi dotyczące projektowania i oznakowania produktów, co ma ułatwić bezpieczny demontaż, ponowne użycie i recykling np. wyświetlaczy elektronicznych (ekrany komputerów czy telewizorów).

Problematykę tę ujęto w dyrektywie w sprawie ekoprojektu[285]. Rozwiązania poprawiające możliwości recyklingu tworzyw sztucznych dotyczą oznakowania ekologicznego oraz zielonych zamówień publicznych, które będą dotyczyły produktów wytworzonych z tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu. Istotne jest także właściwe oznakowanie dużych części z tworzyw sztucznych w różnych produktach, co ułatwi identyfikację tworzywa sztucznego i sortowanie;

- opracowanie norm jakości dla sortowanych odpadów z tworzyw sztucznych oraz tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu w ramach współpracy Komisji Europejskiej z Europejskim Komitetem Normalizacyjnym i przemysłem,
- nadanie priorytetowego znaczenia wysokim normom bezpieczeństwa żywności dla tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu, a mających bezpośredni kontakt z żywnością (np. w butelkach do napojów). Przewidziano w tym zakresie współpracę Europejskiej Agencji ds. Bezpieczeństwa Żywności z Komisją Europejską,
- ogólnounijną kampanię podejmowania zobowiązań, która ma zagwarantować zastosowanie do 2025 roku 10 mln t tworzyw sztucznych pochodzących z recyklingu w nowych produktach na rynku UE,
- możliwość zastosowania instrumentów ekonomicznych, tak aby nagradzać za korzystanie z materiałów pochodzących z recyklingu w sektorze opakowań,
- ograniczenie mikrodrobin plastiku celowo dodawanych do pewnych kategorii produktów (np. detergenty, farby i kosmetyki),
- zapobieganie uwalnianiu mikrodrobin plastiku do środowiska wodnego w trakcie prania tkanin syntetycznych i ich skuteczne wyłapywanie w oczyszczalniach ścieków,
- innowacyjne rozwiązania dotyczące zaawansowanego sortowania, recyklingu chemicznego i lepszego projektowania polimerów.

Stosowanie wszystkich wymienionych działań niewątpliwie będzie miało znaczący wpływ na ograniczenie oraz lepsze zagospodarowanie odpadów tworzyw sztucznych. Pozostaje mieć nadzieję, że będą one umiejętnie wprowadzane w Polsce i na świecie, co pozwoli znacznie ograniczyć problemy związane z tym popularnym materiałem.

[285] Dyrektywa ramowa 2005/32/WE ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię, zmieniona dyrektywą 2009/125/WE ustanawiającą ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią.

Dyrektywa 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko

Pokłosiem europejskiej strategii na rzecz tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym jest Dyrektywa 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko.

Celami dyrektywy są „zapobieganie wpływowi niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko, w szczególności na środowisko wodne, i na zdrowie człowieka oraz zmniejszanie tego wpływu oraz zachęcanie do przechodzenia na gospodarkę o obiegu zamkniętym z innowacyjnymi i zrównoważonymi modelami biznesowymi, produktami i materiałami, co przyczyni się także do efektywnego funkcjonowania rynku wewnętrznego”[286].

Dyrektywa wprowadza od lipca 2021 roku zakaz obrotu produktami jednorazowego użytku. Należą do nich m.in. widelce, noże, łyżki, talerze, plastikowe patyczki higieniczne, mieszadełka do napojów, patyczki mocowane do balonów oraz słomki. Wyeliminowane zostaną także wykonane z polistyrenu ekspandowanego pojemniki na żywność i napoje. Do 2029 roku państwa członkowskie zostały zobligowane do zebrania 90% plastikowych butelek (77% do 2025 roku) wprowadzonych do obrotu w danym roku. Od 2025 roku butelki PET o pojemności do trzech litrów będą musiały być wytwarzane przynajmniej w 25% z materiału pochodzącego z recyklingu, a do 2030 roku odsetek ten powinien osiągnąć 30%. Producenci produktów zawierających tworzywa sztuczne, np. papierosów czy chusteczek nawilżanych, będą ponosić koszty sprzątania terenów publicznych (chusteczki nawilżane zostały objęte rozszerzoną odpowiedzialnością producenta).

Powyższa dyrektywa wprowadza ograniczenia w zakresie wprowadzaniu do obrotu produktów wykonanych z oksydegradowalnych tworzyw sztucznych ze względu na to, że ulegają one niewłaściwej biodegradacji, powodując tym samym zanieczyszczenie środowiska mikrodrobinami tworzyw sztucznych, dodatkowo nie nadają się one do kompostowania i mają negatywny wpływ na recykling tradycyjnych tworzyw sztucznych.

Państwa członkowskie zostały zobligowane do tego, aby pojemniki wykonane z tworzyw sztucznych, a przeznaczone na napoje o pojemności do trzech litrów, mogły być wprowadzane do obrotu tylko wtedy, gdy będą wyposażone w pokrywki i wieczka

[286] Dyrektywa 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko.

zrobione z tworzywa sztucznego, które będą przymocowane do tych pojemników podczas etapu zamierzonego użytkowania produktu.

Gospodarka tworzywami sztucznymi w UE – stan obecny, wyzwania i zagrożenia

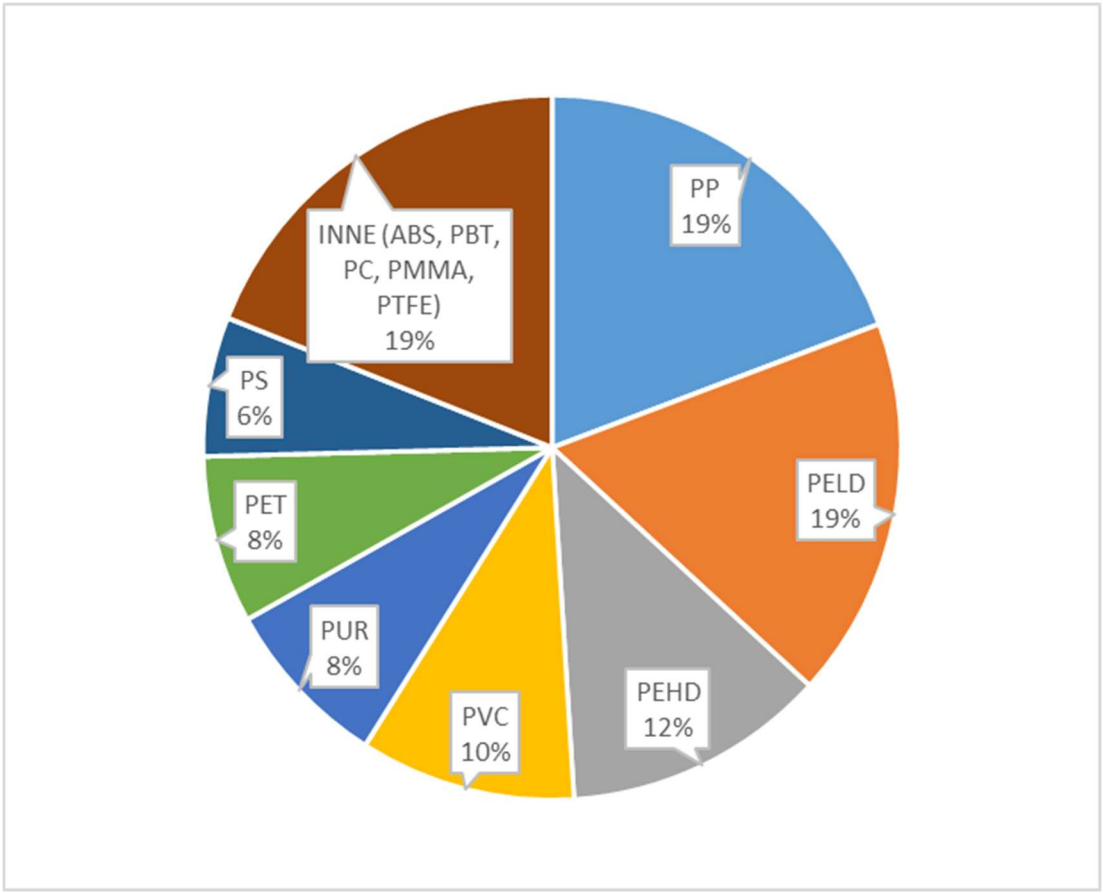
W 2018 roku w Unii Europejskiej zebrano 29,1 mln ton odpadów pokonsumenckich z tworzyw sztucznych, z czego 25% trafiło na składowiska, 43% przekształcono termicznie z odzyskiem energii, a 32% poddano procesowi recyklingu. W porównaniu z rokiem 2006 poziom składowania tworzyw sztucznych w 2018 roku zmalał z 12,9 do 7,2 mln ton, czyli o 44%, poziom recyklingu wzrósł z 4,7 mln ton do 9,4 mln ton, co daje wzrost o 100%, a poziom przekształcania termicznego z odzyskiem energii w latach 2006-2018 wzrósł z 7,0 do 12,4 mln ton, czyli o 77%[287].

Warto zwrócić uwagę, że blisko 40% recyklingu tworzyw sztucznych w 2016 roku przeprowadzono poza Unią Europejską, a w 2018 roku było to 19%. Za sam fakt recyklingu uznawało się także eksport odpadów, najczęściej do Chin, a nie zawsze wszystkie trafiające tam odpady poddawano recyklingowi, np. ze względu na złą jakość surowca wtórnego. Dodatkowo w krajach, do których odbywał się eksport, obowiązują inne normy środowiskowe. Jak wspomniano wcześniej, występuje wiele rodzajów tworzyw sztucznych, z których powstają różnorakie produkty. Na poniższych wykresach przedstawiono procentowe udziały poszczególnych rodzajów tworzyw użytkowanych w Unii Europejskiej w 2018 roku.

[287] Conversio Market & Strategy GmbH, raport „Fakty o tworzywach 2019", Plastics Europe.

Wykres 14

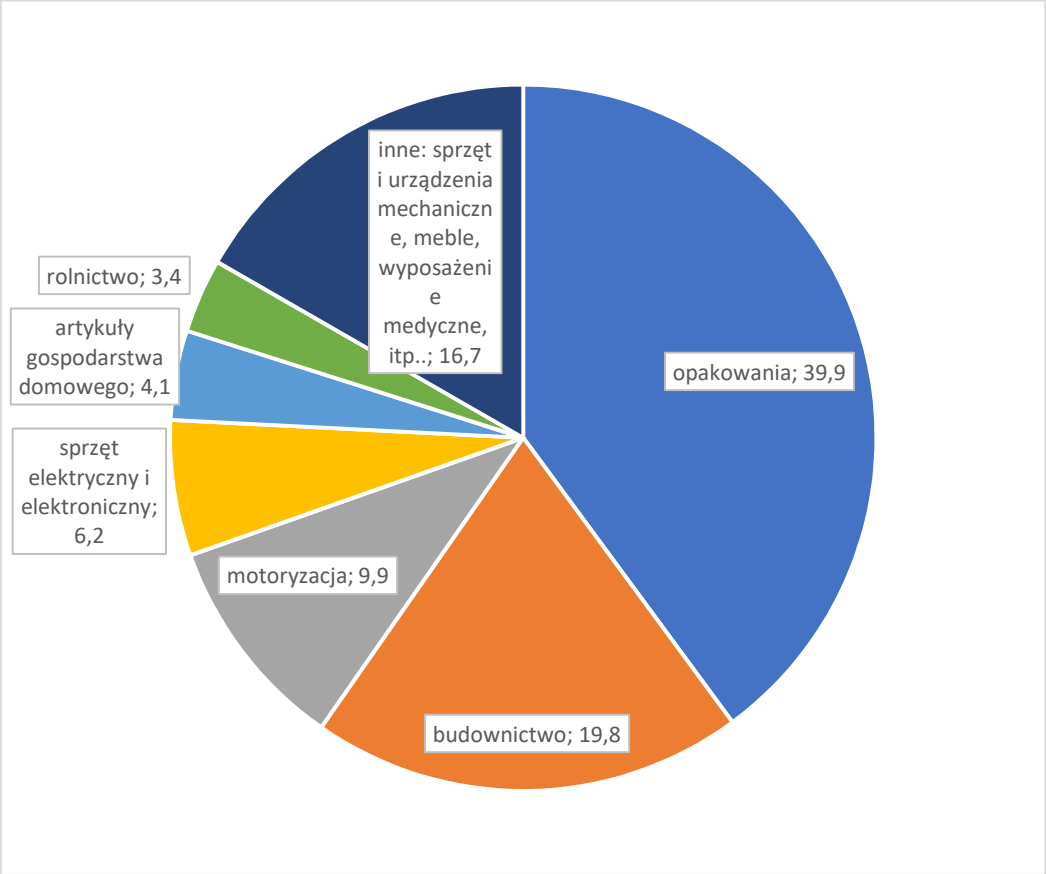
Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne według rodzajów polimerów w UE w 2018 roku



Źródło: Tworzywa sztuczne – Fakty 2019 – Analiza produkcji, zapotrzebowania oraz odzysku tworzyw sztucznych w Europie, Plastics Europe.

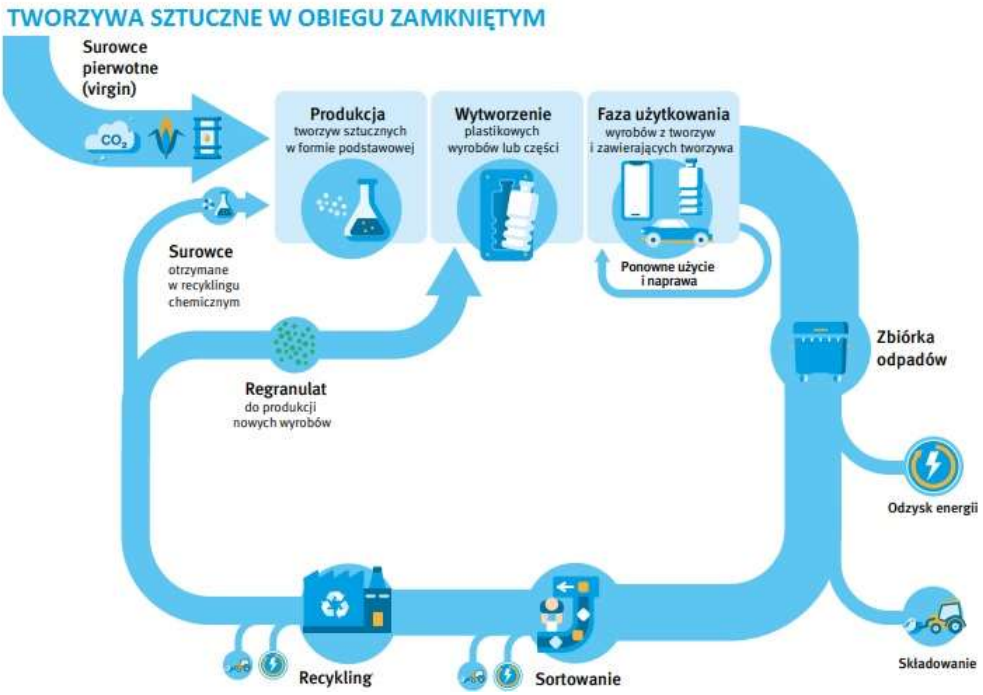
Całkowite zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne w Europie w 2018 roku wyniosło 51,2 mln ton, z czego prawie 40% stanowiły opakowania. Znaczną ilość tworzyw sztucznych zużywa również sektor budowlany. Udziały poszczególnych sektorów w zużyciu tworzyw sztucznych prezentuje następujący wykres.

Wykres 15
Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne w różnych segmentach zastosowań w Europie w 2018 roku



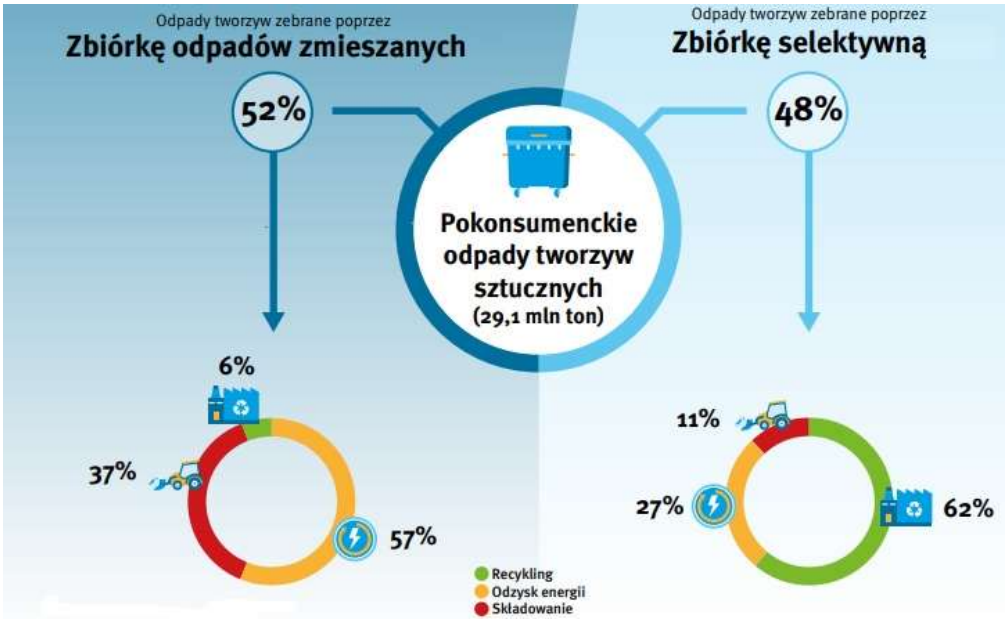
Źródło: Tworzywa sztuczne – Fakty 2019 – Analiza produkcji, zapotrzebowania oraz odzysku tworzyw sztucznych w Europie, Plastics Europe.

Przedstawione dane wskazują, że tworzywa sztuczne są stosowane powszechnie, i to w dużych ilościach. W celu zagospodarowania odpadów, które powstaną po zużyciu tych materiałów, należy wprowadzać zasady umożliwiające skuteczne działania. W tym celu wprowadza się m.in. gospodarkę o obiegu zamkniętym. W aspekcie tworzyw sztucznych są to: ponowne użycie i naprawa, organizacja selektywnej zbiórki odpadów, sortowania, przetwarzania odpadów i wytwarzania nowych produktów z tworzyw sztucznych z udziałem regranulatu czy surowców otrzymanych w recyklingu chemicznym z tworzyw sztucznych. Ideę modelu gospodarki o obiegu zamkniętym w aspekcie tworzyw sztucznych przedstawiono na rys. 16.



Rys. 16. Model gospodarki o obiegu zamkniętym w aspekcie tworzyw sztucznych
Fig. 16. Circular economy model in the aspect of plastics
Źródło: Tworzywa sztuczne w obiegu zamkniętym – analiza sytuacji w Europie 2019 Plastics Europe.

Jak wspomniano, istotnym elementem GOZ-u jest selektywna zbiórka. Jej znaczenie w aspekcie uzyskiwanych poziomów recyklingu tworzyw sztucznych przedstawiono na rys. 17. Poziomy recyklingu dla odpadów zbieranych selektywnie są 10 razy większe niż dla odzyskanych ze strumienia odpadów zmieszanych, co powinno skłaniać do dalszego rozwoju selektywnej zbiórki odpadów. Dlatego ciekawymi rozwiązaniami są wspomniany wcześniej system kaucyjny czy np. wdrażanie automatów do zbiórki butelek PET, które umożliwiają pozyskanie czystego surowca, angażując w zbiórkę konsumentów. Przy okazji takiej zbiórki można stosować dodatkowe formy zachęty w postaci np. wsparcia dla klubów sportowych czy realizacji innych szczytnych celów.



Rys. 17. Istota i znaczenie selektywnej zbiórki odpadów w aspekcie uzyskiwanych poziomów recyklingu

Fig. 17. The idea and meaning of a selective collection of waste in the aspect of the obtained recycling levels

Źródło: Tworzywa sztuczne w obiegu zamkniętym – analiza sytuacji w Europie 2019 Plastics Europe.

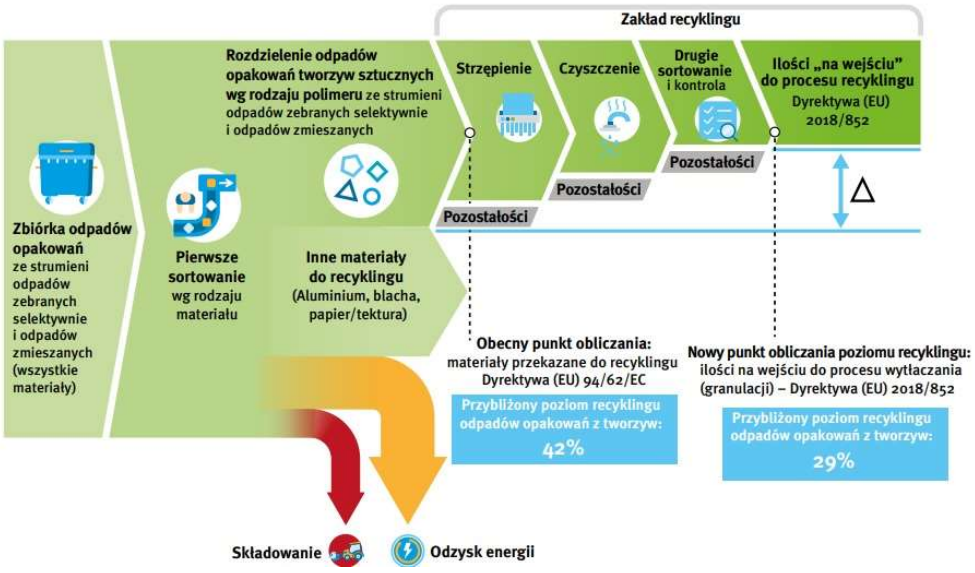
Szacuje się, że w skali świata recyklingowi tworzyw poddaje się jedynie 10% tych opadów. Odpady z tworzyw sztucznych zanieczyszczają nasze środowisko, szczególnie oceany. Nagromadzenie odpadów zwane „pacyficzną wyspą śmieci" ma powierzchnię dwa razy większą niż Teksas. Szacuje się, że rocznie do oceanów trafia co najmniej 8 mln ton tworzyw sztucznych[288]. Problemem zanieczyszczenia oceanów tworzywami sztucznymi powinny w pierwszej kolejności zainteresować się kraje, które w największym stopniu się do tego przyczyniają. Ponad 70% zanieczyszczeń pochodzi z krajów Dalekiego Wschodu, w tym z Chin 28%, a z Indonezji 10%[289]. Poniższe zdjęcia ukazują, jak powszechny jest problem zanieczyszczenia wód i plaż na świecie.

[288] Mazur Sz.: W oceanach będzie więcej plastików niż ryb?, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 7-8, s. 8-11.
[289] Borkowski K.: Globalna walka z zanieczyszczeniem mórz i oceanów, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 7-8, s. 14-16.

Rys. 18. Widoczne zanieczyszczenia tworzywami sztucznymi – Zatoka Perska i jedna z plaż w Kuwejcie
Fig. 18. Visible contaminations with plastics – the Gulf and a beach in Kuwait
Źródło: Wykonanie własne W. Hryb.

Poziom recyklingu tworzyw sztucznych na świecie nie jest wysoki, a ich duży potencjał także w odzysku energii jest marnowany przez kierowanie odpadów z tworzyw sztucznych na składowiska. Dotychczas wyliczane poziomy recyklingu odpadów komunalnych w Unii Europejskiej nie są rzeczywiste, bo w wielu krajach za recykling przyjmowano ilość zebranych odpadów w ramach selektywnej zbiórki, a nie rzeczywistą masę odpadów, które wprowadzone zostały do produkcji jako recyklat[290]. Dlatego niezbędne jest wprowadzenie jednakowej metodologii obliczania poziomów recyklingu w krajach Unii Europejskich, która odzwierciedla ich rzeczywisty poziom. Rysunek 19 przedstawia nowy sposób liczenia poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych, zgodny z Dyrektywą (EU) 2018/852, dla którego poziomem wyjściowym będzie ilość surowca przeznaczonego do recyklingu u recyklera po wysortowaniu zanieczyszczeń. Rysunek przedstawia także punkt wyjściowy obliczeń w obecnie obowiązującej metodyce wedle Dyrektywy 94/62/EC.

[290] https://portalkomunalny.pl/nierealne-poziomy-recyklingu-399036/



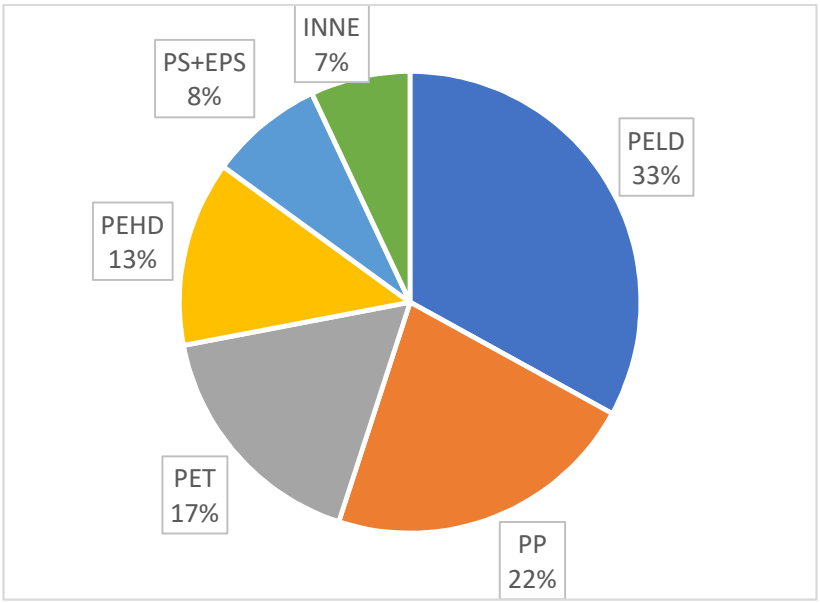
Rys. 19. Nowy sposób liczenia poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych
Fig. 19. New method of calculating recycling levels of plastic packaging waste
Źródło: Tworzywa sztuczne w obiegu zamkniętym – analiza sytuacji w Europie 2019 Plastics Europe.

Gospodarka tworzywami sztucznymi w Polsce

Tak jak na świecie, również w Polsce tworzywa sztuczne są powszechnie wykorzystywanym materiałem. Głównym zastosowaniem jest produkcja różnego typu opakowań. Wykres 16 przedstawia zużycie poszczególnych rodzajów tworzyw do produkcji opakowań w Polsce w 2018 roku.

Wykres 16

Zużycie tworzyw do produkcji opakowań w Polsce według rodzaju polimeru w 2018 roku



Źródło: Raport Roczny Plastics Europe Polska 2018.

Zapotrzebowanie na tworzywa sztuczne w Polsce w 2018 roku wyniosło 3,5 mln t różnych tworzyw polimerowych i w stosunku do roku 2017 odnotowano wzrost o ok. 3,5%. Polska zajmuje szóste miejsce w Europie pod względem zapotrzebowania na tworzywa sztuczne do produkcji wyrobów.

Przemysł tworzyw sztucznych w Polsce jest ważnym sektorem gospodarki. W 2017 roku obroty tego sektora wyniosły ponad 85 mld złotych, stanowiąc poważny wkład w PKB. Przemysł ten reprezentowany jest w naszym kraju przez ok. 8 tys. przedsiębiorstw zatrudniających blisko 160 tys. pracowników[291].

Tak jak Europa i świat, Polska boryka się z problemem niskich poziomów recyklingu tworzyw sztucznych. Związane jest to przede wszystkim z niskim poziomem selektywnej zbiórki.

W poniższej tabeli przedstawiono aktualnie obowiązujące oraz wynikające z pakietu w sprawie budowania gospodarki o obiegu zamkniętym wymagane poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych.

Tabela 18

Wymagane poziomy recyklingu odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych

Odpady opakowaniowe powstałe z:	Cele aktualnie obowiązujące [%]	Cele do osiągnięcia do 31.12.2025 r. [%]	Cele do osiągnięcia do 31.12.2030 r. [%]
tworzyw sztucznych	23,5	50	55

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Ustawy z dnia 13 czerwca 2013 roku o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi Dz.U. 2013 poz. 888; Dyrektywy (UE) 2018/852 zmieniającej dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych.

W 2016 roku w Polsce recyklingowi poddano 27% odpadów tworzyw sztucznych. Pozostała część trafiła na składowiska (44%) lub została termicznie przekształcona z odzyskiem energii (29%). Poddane recyklingowi tworzywa sztuczne stanowiły w: 79% opakowania, 7% tworzywa z rolnictwa, 7% tworzywa z ZSEE, 3% tworzywa z budownictwa, 2% tworzywa z motoryzacji, 1% tworzywa pochodzące ze sprzętu AGD, 1% inne[292].

Produkcja opakowań z tworzyw sztucznych w Polsce rośnie z roku na rok. Ze względu na dużą różnorodność rodzajów tworzyw sztucznych oraz stosowane w nich dodatki osiągnięcie wysokich poziomów recyklingu jest dużym wyzwaniem organizacyjnym, logistycznym i technologicznym. Niezbędne są programy zachęcające czy obligujące do

[291] GUS, Rocznik statystyczny przemysłu 2018, dane za 2017.
[292] Raport roczny 2018, Fundacja Plastics Europe Polska.

wykorzystania surowców z recyklingu do produkcji nowych opakowań, co jest podstawą gospodarki o obiegu zamkniętym. Wytwarzane opakowania z wykorzystaniem surowców z recyklingu mogą być stosowane nawet do opakowań dopuszczonych do kontaktu z żywnością pod warunkiem spełnienia przez nie odpowiednich atestów.

Faktem jest, że recykling tworzyw sztucznych to jeden z priorytetów gospodarki o obiegu zamkniętym. Związane jest to przede wszystkim ze stale rosnącym strumieniem tych odpadów, do których produkcji wykorzystywane są ropa naftowa i gaz ziemny, z niskim poziomem recyklingu tworzyw sztucznych oraz zanieczyszczeniem środowiska tworzywami sztucznymi, w tym tzw. mikroplastikiem.

Reasumując, można stwierdzić, że najważniejsze wyzwania w zakresie zwiększenia recyklingu odpadów z tworzyw sztucznych w Polsce to:

- wprowadzenie rozszerzonej odpowiedzialności producenta na poziomie zbliżonym do innych krajów Unii Europejskiej, tak by wesprzeć tych, którzy przygotowują odpady do recyklingu (sortownie odpadów), oraz samych recyklerów,
- zwiększenie ilości i jakości zbieranych selektywnie tworzyw sztucznych,
- efektywne sortowanie odpadów komunalnych pochodzących z selektywnej zbiórki i z odpadów komunalnych zmieszanych,
- eliminowanie z użytku zbędnych opakowań i produktów z tworzyw sztucznych,
- rozwój technologii sortowania i recyklingu poszczególnych rodzajów tworzyw sztucznych, które dotychczas nie były poddawane procesowi recyklingu,
- projektowanie, używanie i promowanie opakowań przyjaznych dla recyklingu,
- zachęty do stosowania regranulatu pozyskanego z odpadowych tworzyw sztucznych do produkcji nowych opakowań i produktów,
- wprowadzenie systemu kaucyjnego opakowań PET po napojach,
- termiczne przekształcenie z odzyskiem energii tworzyw sztucznych nienadających się do recyklingu, tak by zamknąć obieg i nie marnować wysokiego potencjału energetycznego tej frakcji.

Podsumowanie

Odpady z tworzyw sztucznych stanowią globalny problem, który związany jest przede wszystkim z niskim poziomem ich recyklingu i zanieczyszczaniem środowiska, w tym oceanów.

W krajach należących do Unii Europejskiej po zamknięciu się rynku chińskiego na ten surowiec przy ograniczonej możliwości ich przetwarzania odpady te (szczególnie gorsze jakościowo tworzywa sztuczne) były eksportowane do innych krajów, a ilość eksportowanych odpadów zaliczana jest do osiąganych poziomów recyklingu, co tworzy tym samym fikcyjne statystyki. Brak jest kontroli nad tym, czy odpady te rzeczywiście zostały poddane recyklingowi, a często zamiast do recyklingu były np. podpalane w miejscach ich magazynowania, trafiały na nielegalne wysypiska i wyrobiska, były porzucane w miejscach magazynowania, a nawet docierały do rzek i oceanów. Taka gospodarka tworzywami sztucznymi nie tylko nie jest zgodna z gospodarką o obiegu zamkniętym, lecz także jest jej zaprzeczeniem, powodując nieodwracalne zanieczyszczenie środowiska, a sam transport tych odpadów na dalekie odległości pozostawia znaczny ślad środowiskowy. Dlatego powinno się zabronić eksportu tego typu odpadów i powinny być one zagospodarowane na terenie kraju, w którym powstały.

Produkowanie opakowań przyjaznych recyklingowi, powstanie recyklerów, którzy przetwarzać będą różne rodzaje tworzyw sztucznych, i wprowadzenie rozszerzonej odpowiedzialności producenta to kluczowe warunki zwiększenia poziomów recyklingu tworzyw sztucznych w Polsce.

3.4. Bioodpady (W. Hryb)

Podstawowym założeniem gospodarki o obiegu zamkniętym i hierarchii postępowania z odpadami, obowiązującej w Unii Europejskiej, jest unikanie powstawania odpadów, problem ten jest szczególnie istotny w przypadku marnowania żywności. Rozwiązaniem tego problemu są działania podejmowane przez banki żywności, jak również jadłodzielnie (foodsharing).

W krajach Unii Europejskiej (UE) marnuje się rocznie ok. 88 mln t żywności na etapie jej produkcji, transportu, dystrybucji oraz konsumpcji. Polacy rocznie marnotrawią 247 kg żywności na osobę (wobec 173 kg przeciętnie na jednego mieszkańca UE), co plasuje nas na 5. miejscu w Unii Europejskiej[293, 294].

[293] Tygodnik Gospodarczy PIE (Polski Instytut Ekonomiczny), 7 sierpnia 2019 r.

[294] Nie marnuję jedzenia 2018 (2018), Raport Federacji Polskich Banków Żywności, https://bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2018/10/, Przewodnik-do-Raportu, _FPBZ_-Nie-marnuj-jedzenia2018.pdf (dostęp: 13.06.2020).

Dlatego celem banków żywności jest zbieranie, magazynowanie, a także dystrybucja żywności, której termin przydatności się kończy, na rzecz organizacji i instytucji społecznych takich jak: hospicja, noclegownie, domy samotnych matek, domy dziecka, jadłodajnie itp. Idea banków żywności zrodziła się pod koniec lat 60. W Stanach Zjednoczonych, a 20 lat później pomysł ten został wdrożony we Francji. W Europie powołano do życia Europejską Federację Banków Żywności, która zrzesza banki żywności, wśród których 31 znajduje się w Polsce[295].

Wśród najważniejszych rezultatów działalności banków żywności w Polsce w 2018 roku można wymienić przekazanie w postaci darowizn przez sieci handlowe na ich rzecz 10 428 t żywności o wartości 106 827 438,0 zł (to blisko 60% więcej darowizn żywności w porównaniu z 2017 rokiem); liczba punktów przekazujących darowizny żywności wzrosła o blisko 70% i wyniosła 928 sklepów oraz ponad 200 restauracji[296].

Dobrym sposobem na zagospodarowanie nadwyżek żywności są jadłodzielnie (foodsharing); stanowi je zazwyczaj lodówka postawiona w miejscu ogólnie dostępnym (zakład pracy, uczelnia, kawiarnia, osiedle), gdzie ludzie mogą zostawiać żywność przydatną do spożycia, a także częstować się tym, co pozostawili inni. Na opakowaniu powinna znajdować się informacja o terminie przydatności lub dacie wyprodukowania (w przypadku domowych dań i przetworów)[297].

Bioodpady powinny być postrzegane jako cenne źródło energii odnawialnej oraz nawozu.

Kluczem do sukcesu w realizacji założeń gospodarki o obiegu zamkniętym w zakresie zagospodarowania bioodpadów jest ich selektywna zbiórka, bo to jedyny sposób na uzyskanie kompostu, nawozu dobrej jakości i odpowiedniego przebiegu fermentacji beztlenowej.

Problem efektywnej selektywnej zbiórki bioodpadów nie jest łatwy i pociąga za sobą zwiększone koszty funkcjonowania systemu gospodarowania odpadami, ale bez niego nie osiągnie się sukcesu w recyklingu organicznym, a w nim tkwi potencjał do zwiększenia poziomu recyklingu odpadów komunalnych w Polsce.

Masa zbieranych selektywnie odpadów biodegradowalnych w Polsce wzrasta.

W 2018 roku ilość odebranych lub zebranych selektywnie odpadów komunalnych dla Polski wyniosła 94 kg na mieszkańca, w tym 26 kg na mieszkańca (23 kg w 2017 roku) odpadów biodegradowalnych[298]. Stanowiły je głównie odpady zielone i ogrodowe.

---

[295] https://bankizywnosci.pl/

[296] https://bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2020/01/Sprawozdanie-merytoryczne-za-rok-2018_bez-podpis%C3%B3w.pdf

[297] https://makeitabetterplace.eu/2017/08/jadlodzielnie-gdzie-zaniesc-nadwyzke-jedzenia/ (dostęp: 13.06.2020).

[298] GUS, Ochrona Środowiska 2019.

Selektywna zbiórka odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego wciąż w Polsce jest na bardzo niskim poziomie, a w wielu miejscach w ogóle nie jest prowadzona. Dla porównania wskaźnik zbiórki odpadów biodegradowalnych na mieszkańca w Holandii wynosi ok. 200 kg/mieszkańca/rok, a w Niemczech przekracza 100 kg[299].

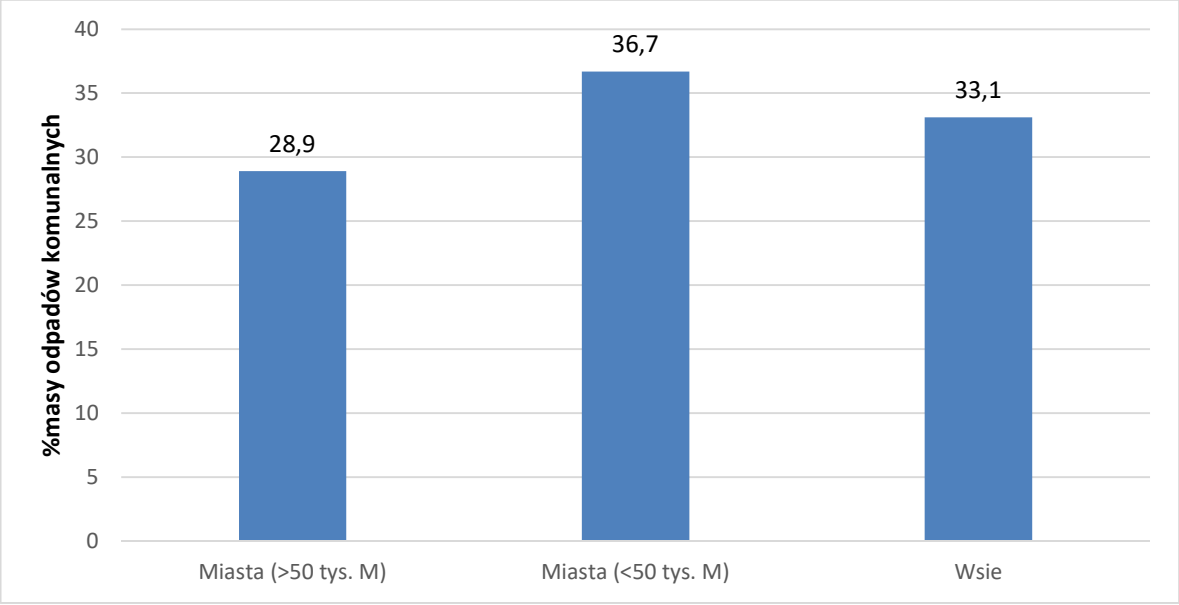
Udział biodpadów w odpadach komunalnych jest znaczący, bo stanowią one ok. 35% ich masy, dlatego ich recykling organiczny jest szansą na realizację obowiązkowego poziomu recyklingu odpadów komunalnych w Polsce[300].

Bioodpady wchodzące w skład odpadów komunalnych w Polsce stanowią: odpady kuchenne w ilości ok. 3 mln ton oraz odpady zielone i ogrodowe w ilości ok. 1 mln t[301].

Na wykresie 17 przestawiono udział odpadów kuchennych i ogrodowych w odpadach komunalnych dla terenów wiejskich oraz miast powyżej i poniżej 50 tys. mieszkańców.

Wykres 17

Udział odpadów kuchennych i ogrodowych w odpadach komunalnych



Źródło: KPGO 2022.

[299] Kozłowska B.: Bioodpady w hierarchii postępowania z odpadami, dodatek do Przeglądu Komunalnego 10/2019, s. 4-8.
[300] KPGO 2022
[301] Kozłowska B.: Bioodpady…, op.cit.

Polacy wyrzucają rocznie ok. 9 mln t żywności na różnych etapach, począwszy od produkcji, dystrybucji, sprzedaży i w gospodarstwach domowych[302].
Badania potwierdzają, że 42% Polaków przyznaje się do wyrzucania jedzenia. Odsetek osób przyznających się do marnowania żywności i robienia zbędnych zakupów spada wraz z wiekiem. Tylko 24% Polaków orientuje się, że produkty, którym upłynął termin daty minimalnej trwałości, wciąż nadają się do spożycia. Najwięcej wyrzucamy: pieczywa (49%), warzyw i owoców (46%), mięsa i wędlin (45%) oraz ciast i słodyczy (37%)[303].
Polska znajduje się na piątym miejscu w ilości marnowanej żywności w Europie. W Europie średnio marnuje się 178 kg żywności na osobę, a w Polsce 247 kg[304].

Bioodpady – aspekty prawne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z 30 maja 2018 zmieniła dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów, a głównym celem zmiany było stworzenie gospodarki o obiegu zamkniętym i wprowadzenie mechanizmów ułatwiających realizację tego zadania. Odnosi się ona także do bioodpadów i konieczności ograniczenia ich marnowania, nakazując ich selektywne zbieranie i recykling organiczny[305].
Wprowadzona w Polsce w sierpniu 2019 roku Ustawa o przeciwdziałaniu marnowaniu w żywności (Dz.U. 2019 poz. 1680) nakazuje sklepom nieodpłatne przekazywanie niesprzedanej żywności na cele charytatywne. Ustawie podlegają sprzedawcy żywności prowadzący przedsiębiorstwo spożywcze w zakresie sprzedaży żywności w jednostce handlu detalicznego lub hurtowego o powierzchni sprzedaży powyżej 250 m^2, w której przychody ze sprzedaży żywności stanowią co najmniej 50% przychodów ze sprzedaży wszystkich towarów. Ustawa przewiduje obowiązek ponoszenia przez sprzedawców żywności opłaty za marnowanie żywności, która będzie ustalana przez pomnożenie jednostkowej stawki przez masę marnowanej żywności. Opłata została pomyślana jako swoista sankcja finansowa dla sprzedawców żywności, którzy pomimo uchwalonych w ustawie mechanizmów przekazywania nieodpłatnie niesprzedanych produktów żywnościowych wytwarzają znaczne ilości „odpadów żywnościowych”[306].

[302] https://bankizywnosci.pl/
[303] Kozłowska B.: Bioodpady…, op.cit.
[304] Ibidem.
[305] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.
[306] Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o przeciwdziałaniu marnowaniu żywności (Dz.U. 2019 poz. 1680).

Bioodpady zdefiniowane są w Ustawie o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21) jako „ulegające biodegradacji odpady z ogrodów i parków, odpady spożywcze i kuchenne z gospodarstw domowych, gastronomii, zakładów zbiorowego żywienia, jednostek handlu detalicznego, a także porównywalne odpady z zakładów produkujących lub wprowadzających do obrotu żywność". Z kolei odpady ulegające biodegradacji zostały zdefiniowane w tej ustawie jako „odpady, które ulegają rozkładowi tlenowemu lub beztlenowemu przy udziale mikroorganizmów"[307].

Zgodnie z Ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622) do obowiązków gminy należy selektywne zbieranie odpadów komunalnych ulegających biodegradacji, w tym odpadów opakowaniowych. Ustawa ta nakłada na gminy także obowiązek tworzenia punktów selektywnego zbierania od mieszkańców gminy odpadów zielonych[308].

Zasady selektywnego zbierania odpadów określa Rozporządzenie w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów (Dz.U. 2017 poz. 19), które przewiduje, że pojemniki niespełniające wymogów rozporządzenia dostosowuje się do wymogów lub zastępuje się je pojemnikami spełniającymi wymagania w terminie nie dłuższym niż 5 lat od dnia wejścia w życie niniejszego rozporządzenia (rozporządzenie weszło w życie w dniu 1.07.2017 roku)[309].

Zapis w rozporządzeniu: „Umowa na odbieranie lub odbieranie i zagospodarowanie odpadów komunalnych od właścicieli nieruchomości obowiązująca w dniu wejścia w życie niniejszego rozporządzenia, która określa wymagania w zakresie selektywnego zbierania odpadów komunalnych w sposób niezgodny z niniejszym rozporządzeniem, zachowuje ważność na czas, na jaki została zawarta, jednak nie dłuższy niż do dnia 30 czerwca 2021 r.", odraczający wymagania w sprawie selektywnego zbierania − szczególnie chodzi tu o odpady kuchenne pochodzenia roślinnego − nie pomaga w realizacji założeń gospodarki o obiegu zamkniętym ani osiągnięciu wymaganych wysokich poziomów recyklingu odpadów komunalnych[310].

Gminy − zgodnie z Ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach są − obowiązane ograniczyć masę odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania[311]:

[307] Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. 2013 poz. 21).
[308] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622).
[309] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów (Dz.U. 2017 poz. 19).
[310] Ibidem.
[311] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622).

- do dnia 16 lipca 2020 roku – do nie więcej niż 35% wagowo całkowitej masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 roku.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2017 r. w sprawie poziomów ograniczenia składowania masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (Dz.U. 2017 poz. 2412) określa poziomy ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania, które gmina jest obowiązana osiągnąć w poszczególnych latach, oraz sposób obliczania poziomu ograniczenia masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji przekazywanych do składowania[312].

Gminy − zgodnie z ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622) − 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[313]:

- 50% wagowo – za każdy rok w latach 2020–2024;
- 55% wagowo – za każdy rok w latach 2025–2029;
- 60% wagowo – za każdy rok w latach 2030–2034;
- 65% wagowo – za 2035 i za każdy kolejny rok.

Osiągnięcie powyższych poziomów będzie niemożliwe bez wdrożenia selektywnej zbiórki odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego i ich biologicznego przetwarzania kwalifikowanego jako recykling organiczny, a także wprowadzenia dla chętnych mieszkańców przydomowych kompostowników.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów (Dz.U. 2017 poz. 19) obejmuje selektywnym zbieraniem odpady ulegające biodegradacji, ze szczególnym uwzględnieniem bioodpadów, które powinny być zbierane w pojemniku o kolorze brązowym z napisem BIO[314].

Według wytycznych Ministerstwa Środowiska zbieranie bioodpadów w pojemniku/worku brązowym powinno obejmować: odpadki warzywne i owocowe (w tym obierki itp.), gałęzie drzew i krzewów, skoszoną trawę, liście, kwiaty, trociny i korę drzew oraz resztki jedzenia.

---

[312] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2017 r. w sprawie poziomów ograniczenia składowania masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (Dz.U. 2017 poz. 2412).
[313] Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. 1996 nr 132 poz. 622).
[314] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów (Dz.U. 2017 poz. 19).

Wyłączone ze zbierania są: kości zwierząt, odchody zwierząt, popiół z węgla kamiennego, leki, drewno impregnowane, płyty wiórowe i MDF, ziemia i kamienie oraz inne odpady komunalne (w tym niebezpieczne)[315].

Procesy mechaniczno-biologicznego przetwarzania (MBP) są przeznaczone głównie do przetwarzania zmieszanych odpadów komunalnych w celu ich przygotowania do: procesów recyklingu – surowce wtórne do recyklingu, procesów odzysku, w tym odzysku energii – paliwa alternatywne, ostatecznego składowania (stabilizacja).

Stabilizat wytworzony z frakcji podsitowej wydzielonej z odpadów komunalnych zmieszanych nie spełnia wymagań dla nawozów organicznych lub środków wspomagających uprawę roślin, ale po spełnieniu określonych wymagań może być poddany odzyskowi lub unieszkodliwianiu.

Rożne przykłady podejścia do problemu selektywnej zbiórki biodpadów w Polsce stan na 28.11.2019

W rozdziale tym przedstawiono przykład podejścia Pszczyny, Gliwic i Krakowa do selektywnej zbiórki odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego.

W lipcu 2017 roku zaczął obowiązywać nowy regulamin utrzymania czystości i porządku na terenie gminy Pszczyna, uchwalony przez Radę Miejską. Zapisy nakładają na mieszkańców obowiązek selektywnej zbiórki mającej na celu oddzielne gromadzenie także odpadów ulegających biodegradacji, ze szczególnym uwzględnieniem bioodpadów.

Mieszkańcy Pszczyny mają możliwość zbierania odpadów kuchennych ulegających biodegradacji (obierki warzyw, owoców itp.), które mogą kompostować we własnym zakresie, dostarczać bezpłatnie do PSZOK-a przy ul. Cieszyńskiej 35 w Łące lub zamówić w gminie worki do zbiórki za dodatkową opłatą wynoszącą 7,56 zł/jeden worek[316].

Warto dodać, że 31 lipca 2017 roku w gminie Pszczyna przeprowadzono nabór wniosków do programu „Segreguję, koszę, kompostuję". W ramach programu Urząd Miejski zachęcał do kompostowania i bezpłatnie użycza mieszkańcom gminy kompostowniki o pojemności 900 litrów dla nieruchomości zamieszkałej[317]. Widok rozdawanych w ramach akcji kompostowników przedstawiono na rys. 20.

[315] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka odpadami komunalnymi. Szanse, wyzwania i zagrożenia, Wyd. Texter, Warszawa 2017.
[316] http://gospodarkaodpadami.pszczyna.pl/wp-content/uploads/2016/02/Ulotka.pdf (dostęp: 28.11.2019 r.).
[317] http://koloniajasna.pl/artykul/288/bezplatne-kompostowniki-dla-mieszkancow.

Rys. 20. Kompostowniki rozdawane w gminie Pszczyna
Fig. 20. Composters distributed in Pszczyna commune
Źródło: http://koloniajasna.pl/artykul/288/bezplatne-kompostowniki-dla-mieszkancow.

Z kolei miasto Gliwice na swojej stronie internetowej zamieściło następującą instrukcję odnośnie do bioodpadów[318]:

a) brązowy (odpady biodegradowalne), przeznaczony na np. skoszoną trawę, chwasty, drobne gałęzie, liście,
b) nie należy wrzucać np. obierków po ziemniakach, owocach i warzywach, skorupek jajek, fusów po kawie i herbacie, odpadów higienicznych (np. wacików, podpasek, pieluch), płynnych odpadów kuchennych, popiołu.

Wynika z tej instrukcji jasno, że wszelkie odpady kuchenne pochodzenia roślinnego należy kierować do odpadów zmieszanych. W Gliwicach odpady kuchenne mogą wyrzucać na kompost mieszkańcy domów jednorodzinnych, mieszkańcy domów wielorodzinnych nie mają natomiast możliwości segregacji odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego. Takie podejście powinno dziwić, bo obierki po ziemniakach, owocach i warzywach, skorupki jajek, fusy po kawie i herbacie nadają się do kompostowania i będą musiały być w przyszłości obowiązkowo selektywnie zbierane. Trudno będzie mieszkańców kiedyś do tego przekonać, skoro obecnie nakazuje się kierowanie tych odpadów do odpadów komunalnych zmieszanych.

W Krakowie natomiast selektywna zbiórka odpowiada strategii GOZ i zapisom w Ustawie o utrzymaniu czystości i porządku w gminach i do brązowego pojemnika wrzuca się odpady bio, czyli resztki jedzenia, obierki z owoców i warzyw, ogryzki, skorupki z jajek oraz fusy z kawy i herbaty. Do tego pojemnika nie powinny trafiać resztki mięsa i kości. W domach jednorodzinnych mieszkańcy mogą segregować

[318] https://segreguj.gliwice.eu/start.php?s=97 (dostęp: 19.11.2019 r.).

odpady bio również do pojemnika, ale jeśli tak wybiorą, to powinni taki pojemnik zakupić lub wydzierżawić. Jeśli tego nie zrobią, to otrzymają brązowe worki[319].
Gminy, które wprowadziły jako pierwsze w Polsce zbiórkę odpadów kuchennych, to m.in. Związek Gmin Ślęza-Oława, Toruń, Sława, Celowy Związek Gmin CZG-12, Lubań.
Ze względu na koszty funkcjonowania systemu oraz logistykę i możliwości technologiczne instalacji biologicznego przetwarzania odpadów ważny jest sposób zbierania odpadów kuchennych. Różni się on w krajach EU[320]:

- w Holandii, Belgii, części Niemiec i Austrii zbierane są wyłącznie surowe pozostałości z przygotowania posiłków, obejmujące: resztki warzyw i owoców, odpady ogrodowe;
- w dużej części Niemiec i Austrii zbiera się wszystkie odpady żywności i ogrodowe łącznie;
- w Irlandii, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii i Szwajcarii zbiera się osobno odpady kuchenne.

Wymagania dotyczące produktów biologicznego przetwarzania

W przypadku przetwarzania selektywnie zbieranych bioodpadów celem procesu jest wytworzenie produktu o właściwościach nawozowych. Najkorzystniejszą opcją jest uzyskanie statusu nawozu organicznego lub środka poprawiającego właściwości gleby dla wytworzonego kompostu/pofermentatu; proces taki kwalifikowany jest wówczas zgodnie z Ustawą o odpadach jako proces recyklingu organicznego R3. Wymagania dla uzyskania takiego statusu reguluje ustawa o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033). Nawozy organiczne w postaci stałej powinny charakteryzować się zawartością co najmniej 30% substancji organicznej w suchej masie, w przypadku deklarowania w nich azotu lub fosforu, lub potasu, lub ich sumy zawartość poszczególnych składników nie może być mniejsza niż[321]:

a) 0,3% (m/m) azotu całkowitego,
b) 0,2% (m/m) fosforu w przeliczeniu na pięciotlenek fosforu (P_2O_5),
c) 0,2% (m/m) potasu w przeliczeniu na tlenek potasu (K_2O).

[319] http://www.mpo.krakow.pl/firma/selektywna-zbiorka-odpadow (dostęp: 19.11.2019 r.).
[320] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka odpadami komunalnymi…, op.cit.
[321] Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007 nr 147 poz. 1033).

Poza granicznymi zawartościami metali ciężkich w nawozach i środkach wspomagających uprawę roślin nie mogą występować żywe jaja pasożytów jelitowych (Ascaris sp., Trichuris sp., Toxocara sp.) i bakterie z rodzaju Salmonella. Ustawa określa zakres procedury uzyskania statusu nawozu, środka wspomagającego uprawę roślin oraz środków poprawiających właściwości gleby[322].

W 2018 roku istniało w Polsce ok. 60 polepszaczy glebowych i nieco ponad 10 nawozów organicznych wprowadzonych na rynek, wytwarzanych na terenach kompostowni mających status regionalnych instalacji do przetwarzania odpadów komunalnych (RIPOK). Stanowi to ok. 40% wszystkich RIPOK-ów, ustanowionych w celu przetwarzania selektywnie zebranych odpadów zielonych i innych bioodpadów. Przy tym jedynie w sześciu przypadkach uzyskane zezwolenia dotyczyły produktów o właściwościach nawozowych, które w swoim składzie miały udział odpadów gastronomicznych[323].

Obecnie w Unii Europejskiej trwają prace nad projektem Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady określającego zasady udostępniania na rynku produktów nawozowych z oznakowaniem CE i zmieniającego rozporządzenia (WE) nr 1069/2009 i (WE) nr 1107/2009. Rozporządzenie to należy do pakietu inicjatyw, których celem jest wspieranie gospodarki o obiegu zamkniętym.

Komposty z bioodpadów, dla których nie wdrożono procedury utraty statusu odpadu, klasyfikowane są jako odpad o kodzie ex 19 05 03 (kompost nieodpowiadający wymaganiom), a przedrostek „ex" odróżnia je od kompostu wytworzonego z odpadów resztkowych.

Kompost ten można wykorzystać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 stycznia 2015 r. w sprawie procesu odzysku R10 (Dz.U. 2015 poz. 132) w określonych warunkach i po uzyskaniu decyzji administracyjnej przez władającego terenem, na którym ten kompost będzie stosowany[324].

Biofrakcja z odpadów resztkowych (odpadów komunalnych zmieszanych) po biologicznym przetwarzaniu, po osiągnięciu parametru AT_4 na poziomie < 10 mg O_2/g s.m., klasyfikowana jest jako tzw. stabilizat (odpad o kodzie 19 05 99). Stabilizat trafia na składowisko odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne, przy czym po spełnieniu wymaganego kryterium AT_4 uznaje się umownie, że nie zawiera on już substancji ulegającej biodegradacji. Stabilizat można poddać dalszej obróbce mechanicznej w celu wydzielenia frakcji kompostu nieodpowiadającego wymaganiom (klasyfikowanego

[322] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B. „ Gospodarka odpadami komunalnymi…, op.cit.
[323] Kalmuk J.: Recykling organiczny istotną częścią gospodarki cyrkulacyjnej – produkty nawozowe, https://sozosfera.pl/odpady/recykling-organiczny-produkty-nawozowe/ (dostęp: 30.11.2019 r.).
[324] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka…, op.cit.

jako odpad o kodzie 19 05 03). Jedynymi dopuszczalnymi obecnie opcjami jego odzysku są[325]:

- wykorzystanie do wykonywania okrywy rekultywacyjnej (biologicznej) na składowiskach odpadów na warunkach określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. 2013 poz. 523) oraz
- wykorzystanie do rekultywacji biologicznej zamkniętych obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych i zwałowisk skał płonnych pochodzących z górnictwa węgla kamiennego lub ich części (tzw. okrywy rekultywacyjnej) na warunkach określonych w Rozporządzeniu w sprawie odzysku odpadów poza instalacjami i urządzeniami (Dz.U. 2015 poz.132).

Przykładowe wyniki badań odpadów kuchennych

Badania przeprowadzono w listopadzie 2016 roku w Katedrze Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach w ramach realizacji pracy dyplomowej. Właściwości nawozowe odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego różnią się w zależności od pory roku i dominujących w danym okresie warzyw i owoców. Dla przebadanych odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego określono także ich skład morfologiczny.
W tabeli 19 przedstawiono otrzymane wyniki badań odpadów kuchennych.

Tabela 19
Właściwości nawozowe badanego odpadu kuchennego pochodzenia roślinnego[326]

Lp.	Właściwości	Badane odpady kuchenne pochodzenia roślinnego	Jednostka
1.	Gęstość nasypowa	203	kg/m^3
2.	Wilgotność	80,24	%
3.	Zawartość suchej masy	19,76	%
4.	pH wyciągu z odpadu	6,6	-

[325] Ibidem.
[326] Sych A.: Odpady kuchenne z województwa śląskiego źródłem odnawialnej energii, praca dyplomowa magisterska, promotor dr inż. Wojciech Hryb, Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Gliwice, listopad 2016.

cd. tabeli 19

5.	Zawartość węgla organicznego	45,1	% s.m.
6.	Zawartość substancji organicznych	82,63	% s.m.
7.	Zawartość azotu ogólnego	2,13	% s.m.
8.	Zawartość fosforu ogólnego	0,18	% s.m.
9.	Zawartość siarki całkowitej	0,17	% s.m.
10.	Zawartość chlorków w wyciągu	303	mg Cl/dm^3

Produktywność biogazowa odpadów kuchennych (530 m^3/t suchej masy organicznej) jest wysoka i plasuje się zaraz za odpadami z produkcji oleju, wysłodzinami browarniczymi, burakiem pastewnym, kiszonką trawy czy uprawami energetycznymi takimi jak liście ziemniaków[327].

Przeprowadzone badania wykazały, że odpady kuchenne są odpowiednim substratem nie tylko dla procesu kompostowania, lecz także dla procesu suchej fermentacji metanowej. Jest to substrat bogaty w pierwiastki stanowiące pożywkę dla mikroorganizmów. Zaleca się jednakże, ze względu na niską zawartość fosforu, dodać innego substratu bogatego w ten pierwiastek i prowadzić kofermentację metanową.

Kompostowanie bioodpadów

Technologie kompostowania realizuje się na dwa sposoby:

- kompostowanie jednostopniowe − w pryzmach,
- kompostowanie dwustopniowe – w biostabilizatorze lub w komorze (etap pierwszy, wstępny) i w pryzmach (etap drugi, stabilizacja i dojrzewanie kompostu).

W masie kompostowanej aktywne są różne mikroorganizmy. Dzieli się je na mezo- i termofilne, każde z nich dominują w innej fazie kompostowania. Mikroorganizmy termofilne prowadzą proces w początkowej fazie, kiedy temperatura jest w granicach od 45^0C do nawet 70^0C, a mezofile obumierają lub stają się nieaktywne. Organizmy

[327] http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf (dostęp 15.06.2020 r.).

mezofilne dominują przy temperaturach niższych niż 45^0C w chwili dezaktywacji termofili.

Mikroorganizmy biorące udział w kompostowaniu to głównie grzyby, bakterie anaerobowe oraz bakterie aerobowe. W miarę postępu procesu, w zależności od fazy przemian, dominują różne kultury bakteryjne. W świeżym kompoście występują głównie pleśnie i bakterie niezarodnikowe, później dominują bakterie zarodnikowe, a w końcowej fazie procesu najwięcej jest promieniowców.

Chemizm procesów biochemicznych zachodzących w kompostowanych odpadach można podzielić na mineralizację i humifikację.

W wyniku mineralizacji związków organicznych uwalniają się gazy (dwutlenek węgla, amoniak, para wodna) oraz tworzą się mineralne produkty przemian, takie jak: azotany, ortofosforany, siarczany i rozpuszczalne krzemiany, a w wyniku humifikacji powstaje humus (próchnica).

Dojrzały kompost charakteryzuje się ustabilizowaną temperaturą (równą temperaturze otoczenia), wskaźnikiem C:N (stosunkiem węgla do azotu <20) oraz odczynem (bliskim obojętnemu). Cechami organoleptycznymi dojrzałego kompostu są: jednolita, guzełkowata struktura (dominacja ciał koloidalnych), ciemnobrązowa barwa oraz zapach świeżej ziemi (charakterystyczny dla promieniowców).

Dla prawidłowego przebiegu procesu kompostowania niezbędne jest zapewnienie odpowiednich, optymalnych warunków jego przebiegu[328]:

- wilgotność powinna się zawierać w zakresie 40-60%,
- temperatura – 45-55^{o}C, która zapewni intensywne tempo rozkładu substancji biodegradowalnej, lub > 55°C dla zapewnienia higienizacji (nie powinna przekroczyć 65^{o}C),
- odczyn pH podłoża ~ 7 pH – zbyt wysokie pH powoduje większą emisję amoniaku, zbyt niskie – inhibicję procesu,
- dostęp tlenu – dostarczenie świeżego powietrza – 0,5-1,0 m^3/kg s.m.o. (dla celów projektowych przyjmuje się 10 m^3 powietrza/m^3 wsadu na godzinę, choć w budowanych w Polsce instalacjach intensywność napowietrzania jest najczęściej niższa – 3-7 m^3/m^3 h),
- optymalny stosunek węgla do azotu i fosforu – w przedziale 25:1-35:1 C/N oraz 100:1 C/P,
- skład chemiczny odpadów,
- mikroorganizmy,

[328] Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka…, op.cit.

- porowatość powietrzna masy bioodpadów przygotowanych do kompostowania, tak aby zapewnić przepływ powietrza,
- udział azotu niezbędnego do rozwoju mikroorganizmów rozkładających celulozę.

Obecnie nowoczesne technologie kompostowania obejmują wiele rozwiązań wpływających na optymalizację procesu i koszty eksploatacyjne; wśród nich wymienić należy:

- częściowe zawracanie powietrza poprocesowego (ok. 10%) – w celu szybszego zainicjowania procesu kompostowania,
- odcieki z kompostowanych odpadów wykorzystywane są do nawilżania masy kompostowanej (dodatkowy atut to zaszczepienie świeżego wsadu bakteriami),
- zbieranie i wykorzystywanie wody z dachu do nawilżania masy kompostowanej,
- innowacyjny system zmiennego kierunku nadmuchu powietrza z góry na dół lub z dołu do góry, pozwalający na właściwe napowietrzenie całej masy kompostowanej.

W gospodarce o obiegu zamkniętym szczególną rolę w biologicznym przetwarzaniu odpadów powinny odegrać przydomowe kompostowniki; aby zwiększyć ich stosowanie, należy prowadzić szeroko zakrojoną kampanię informacyjno-edukacyjną, dofinansować zakup kompostowników, a przede wszystkim stosować proporcjonalne do udziału tych odpadów w odpadach komunalnych upusty w opłacie za gospodarowanie odpadami zgodne z Ustawą o utrzymaniu czystości i porządku w gminach. Warto promować także użycie dżdżownic kalifornijskich w przydomowych kompostowniach, tak aby uzyskać wermikompost, czyli nawóz otrzymywany z odchodów dżdżownicy kalifornijskiej (Eisenia fetida).

Dla mieszkańców nieposiadających ogrodów, właścicieli restauracji, hoteli czy biur rozwiązaniem jest zastosowanie tzw. kompostowników kuchennych. Przykładem tego typu rozwiązań jest maszyna kompostująca Oklin GG02, gdzie proces kompostowania intensyfikowany jest przez wprowadzanie specjalistycznych mikroorganizmów przyspieszających rozkład bioodpadów[329]. W tego typu rozwiązaniach stosowane jest napowietrzanie, mieszanie, nawilżanie, a także kontrolowane są parametry procesu.

[329] https://www.interseroh.pl/uslugi/nowoczesne-urzadzenia-i-maszyny/oklin-gg-02-gg-10s/.

Małe biogazownie przydomowe szansą na efektywne zagospodarowanie bioodpadów oraz odpadów pochodzenia zwierzęcego i fekaliów z małych gospodarstw rolnych, a także domów jednorodzinnych

Przy fermentacji beztlenowej można zagospodarować odpady pochodzenia nie tylko roślinnego, lecz także zwierzęcego. Przy inwestowaniu w biogazownie istnieje szansa uzyskania nie tylko nawozu, lecz także biogazu jako źródła energii odnawialnej, co przy rosnącej cenie za prąd czy gaz może mieć kluczowe znaczenie przy ocenie ekonomicznej opłacalności tego typu inwestycji. Warto wspomnieć, że co drugie gospodarstwo wiejskie w Polsce korzysta z szamba.

Dlatego warto propagować i wspierać dopłatami zarówno fotowoltaikę, jak i technologie mikrobiogazowe przeznaczone dla małych gospodarstw rolnych.

Moc tego typu instalacji waha się w zakresie od 10 do 50 kW, a najmniejszy inwentarz gospodarski pozwalający na ich funkcjonowanie to 60 krów. Warto również rozwinąć ofertę o biogazownie o mocy < 10 kW, w których poza odpadami kuchennymi mogłyby być zagospodarowywane także fekalia i odpady zielone[330].

Zarówno uzyskiwany biogaz, jak i płynny nawóz byłyby wykorzystywane w gospodarstwie – pozwoli to na realizację GOZ, zagospodarowanie odpadów u źródła i pozyskanie z nich energii oraz nawozu.

Przydomowe mikrobiogazownie na dużą skalę jako pierwsze wprowadziły Indie (dzięki specjalnemu rządowemu programowi zbudowano ponad 4 mln mikrobiogazowni), potem rozwiązania te zaczęły wprowadzać Chiny (30 mln instalacji); realizacja tego typu inwestycji jest urzeczywistnieniem idei zero waste[331].

Mikrobiogazownie można wykorzystać nie tylko dla małych gospodarstw rolnych, domów jednorodzinnych, lecz także dla hoteli i restauracji.

Podstawowa biogazownia składa się ze szczelnego zbiornika fermentacyjnego, zbiornika na ciecz pofermentacyjną oraz z systemu magazynowania i wykorzystania wytworzonego biogazu.

Wraz z ociepleniem klimatu, obserwowanym także w naszym kraju, warunki do prowadzenia tego procesu stają się coraz bardziej sprzyjające, ale w naszym klimacie konieczne będzie czasowe zastosowanie odpowiedniej izolacji, jak również okresowe dogrzewanie komory fermentacyjnej.

[330] Muradin M.: Przydomowe biogazownie – czyli paliwo z odpadów kuchennych, Czysta Energia, listopad-grudzień 2017, s. 8-11.
[331] Ibidem.

W chińskich biogazowniach zbiornik fermentacyjny oraz zbiornik na ciecz pofermentacyjną znajdują się pod ziemią[332].
Wartość kaloryczna metanu zawartego w biogazie wynosi ok. 9,17 kWh/m[3333].
Do wyprodukowania 1 m^3 metanu potrzeba ok. 13,8 kg odpadów biodegradowalnych, a zapotrzebowanie czteropalnikowej kuchenki gazowej używanej przez jedną rodzinę wynosi średnio 4,5 kWh/dobę. Pofermentat wykorzystywany będzie do celów nawozowych. W przypadku małych mikrobigazowni, w których biogaz spalany jest bezpośrednio w kuchenkach gazowych, nie ma potrzeby usuwania siarkowodoru, czasami stosowane są filtry gazowe do wyłapywania siarkowodoru[334].
W Izraelu w 2009 roku powstał start-up o nazwie HomeBiogas, którego celem jest wdrażanie i produkcja prostych oraz tanich urządzeń do produkcji biogazu z odpadków (są proste w montażu, nie zajmują dużo miejsca, są praktycznie bezobsługowe). Autorzy projektu zaznaczają, że ich rozwiązanie przeznaczone jest dla mieszkańców gorących stref klimatycznych[335].

Podsumowanie

Bioodpady wchodzące w skład odpadów komunalnych to odpady zielone, odpady z pielęgnacji ogrodów oraz odpady kuchenne pochodzenia roślinnego.
Ograniczanie powstawania odpadów, czyli priorytet gospodarki o obiegu zamkniętym, i hierarchii postępowania z odpadami ma szczególny wymiar w aspekcie bioodpadów i marnowania żywności będącego problemem w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej. Osiągnąć to można przez edukację i kształtowanie właściwych postaw.
W gospodarstwach domowych jednorodzinnych należy promować używanie przydomowych kompostowników, stosując dla tych gospodarstw obniżoną opłatę za gospodarowanie odpadami proporcjonalnie do ich udziału.
Kompostowanie w gospodarstwach domowych powinno być uwzględniane w uzyskiwanym w kraju poziomie recyklingu odpadów komunalnych.
Największym wyzwaniem w naszym państwie będzie wprowadzenie efektywnej zbiórki odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego w zabudowie wysokiej, tzw. blokowiskach. Zbiórka odpadów biodegradowalnych w Polsce na jedną osobę jest

[332] Ibidem.
[333] http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf (dostęp: 11.06.2020 r.).
[334] Muradin M.: Przydomowe biogazownie…, op.cit.
[335] www.homebiogas.com (dostęp: 29.11.2019 r.).

na bardzo niskim poziomie i w 2018 roku wyniosła 26 kg na mieszkańca, a np. w Holandii zebrano 200 kg.
Zbierane selektywnie odpady zielone, ogrodowe i kuchenne pochodzenia roślinnego pozwolą na realizację recyklingu organicznego przez zastosowanie procesów kompostowania lub fermentacji beztlenowej, co doskonale wpisuje się w biogospodarkę będącą jednym z priorytetów transformacji o obiegu zamkniętym.

3.5. Tekstylia i odzież (K. Ceglarz)

Historia

Tkaniny poczęto wytwarzać już ok. 7000 lat temu, jednak przemysł włókienniczy dynamicznie rozwinął się dopiero na przełomie XVIII i XIX wieku podczas rewolucji przemysłowej w Anglii. Wtedy to ręczne wrzeciono i krosno zaczęto zastępować maszynami[336]. Mechanizacja pozwoliła na gwałtowny wzrost produkcji wyrobów włókienniczych w Anglii, która to stawała się światową potęgą przemysłową. Lata 1825-1850 to początki rozwoju przemysłu tekstylnego na kontynencie europejskim (przede wszystkim we Francji) oraz w Rosji. W Polsce pierwsze fabryki włókiennicze powstały ok. 1840 roku, jednak najszybszy rozwój tej gałęzi przemysłu przypadł dopiero na lata 1881-1890[337]. Znanymi ośrodkami włókienniczymi są Łódź oraz Żyrardów. Przemysł włókienniczy w Polsce rozwijał się prężnie do 1989 roku, kiedy to nastąpił bardzo duży import tekstyliów z krajów dalekiego wschodu (Wietnam, Chiny), co spowodowało gwałtowny spadek produkcji oraz wielkości zatrudnienia.

Produkcja

Zaniepokojony personel próbował strajkować. Feralnego poranka setki pracowników zgromadziły się przed budynkiem i odmówiły wejścia do środka. Nadzorcy jednak szybko złamali opór, zapowiedziawszy, że kto nie zacznie pracy na czas, straci dniówkę, a być może i posadę. Zmiana zaczynała się o ósmej. Tuż potem zabrakło prądu, na najwyższym

[336] https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/wlokiennictwo;3997162.html (dostęp: 7.11.2020 r.).
[337] Marszał T.: Przestrzenne aspekty rozwoju przemysłu włókienniczego na świecie do połowy XX wieku, [w:] Acta Universitatis Lodziensis, Folia Historica 24, 1986.

piętrze z warkotem obudziły się spalinowe generatory prądotwórcze i budynek rozkołysał się jeszcze bardziej. Około 8.57 nastąpiło nieuniknione.

Tak Marek Rabij w swojej książce „Życie na miarę. Odzieżowe niewolnictwo" opisuje katastrofę budowlaną, która nastąpiła w 2013 roku w Bangladeszu. W kompleksie Rana Plaza mieściło się pięć fabryk odzieżowych. Budynek został zaprojektowany jako biurowiec. Jednak zamiast lekkich biurek i komputerów stanęły w nim ciężkie maszyny do kroju i szycia. Ponadto bez pozwolenia dobudowano cztery dodatkowe kondygnacje. Strop obciążono agregatami prądotwórczymi i klimatyzatorami. Ściany budynku pękały, tynk spadał z sufitów, a cała konstrukcja drżała. W tragedii zginęło prawie 1200 osób, ponad 2000 odniosło obrażenia[338].

Przemysł tekstylny, choć niewątpliwie pracochłonny, cechuje się niskimi marżami. Na sklepowych półkach można znaleźć odzież produkowaną głównie w Chinach, Bangladeszu oraz w Turcji. Nie jest tajemnicą, w jakich warunkach pracują tam ludzie, często dzieci. Raporty organizacji zajmujących się etycznym biznesem wykazały, że w tureckich fabrykach odzieżowych za stawkę ok. 70% minimalnej krajowej pracuje setki tysięcy uchodźców z Syrii, z czego jedynie 7000 robi to legalnie, mając odpowiednie zezwolenia. Pracownicy ci nie mają żadnych zabezpieczeń socjalnych, nie mogą też liczyć na opiekę lekarską[339].

Od grudnia 2009 roku działa koalicja Clean Clothes Polska, której działania skupiają się na poprawie warunków pracy w globalnym przemyśle odzieżowym. CCP działa we współpracy z platformami z 17 krajów europejskich należących do sieci Clean Clothes Campaign[340].

Największy roczny popyt na tekstylia obserwowany jest w rozwiniętych krajach Ameryki Północnej, Europy oraz Azji i wynosi ok. 30 kg/osobę. W państwach Europy Środkowo-Wschodniej, w Chinach oraz w Turcji zapotrzebowanie to szacowane jest pomiędzy 12 a 16 kg/osobę. Prawie dwa razy mniej włókien zużywanych jest w Indiach oraz w Ameryce Łacińskiej[341].

W Unii Europejskiej interesy przemysłu tekstylnego oraz odzieżowego reprezentowane są przez EURATEX, czyli konfederację, która powstała w 1996 roku poprzez połączenie trzech organizacji: COMITEXTIL, ECLA oraz ELTAC (ang. European Largest Textile and Apparel Companies)[342]. Członkowie konfederacji występują w imieniu ok. 171 000

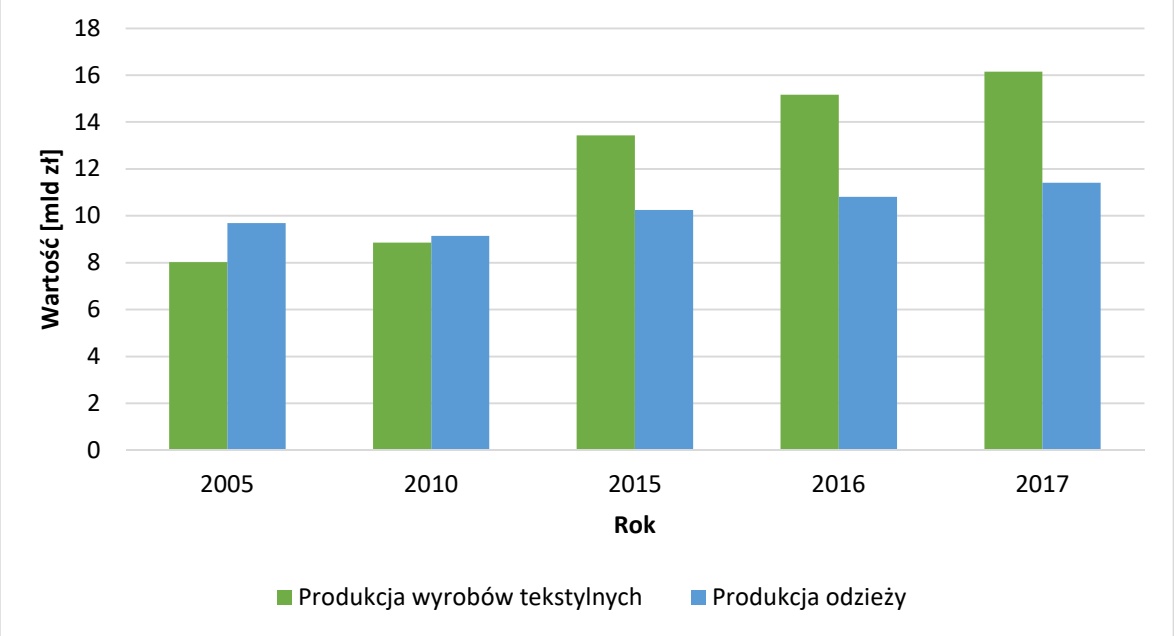
[338] Rabij M.: Życie na miarę. Odzieżowe niewolnictwo, Wydawnictwo W.A.B., Warszawa 2006.
[339] Przegląd włókienniczy 1/2018, Wyzysk w tureckich fabrykach odzieżowych, s. 12 [za] Biuletyn Izby Bawełny w Gdyni, nr 4/2017.
[340] www.cleanclothes.pl (dostęp: 27.10.2019 r.).
[341] Przegląd włókienniczy 1/2018, Światowy popyt na tekstylia, s. 13 zalink. The customer magazine of Rieter.
[342] https://euratex.eu/about-euratex/who-we-are/ (dostęp: 20.10.2019 r.).

przedsiębiorstw, które łącznie zatrudniają 1,7 mln pracowników. Polską stronę reprezentuje Związek Pracodawców Przemysłu Odzieżowego i Tekstylnego – PIOT[343]. Według danych Euratexu w UE przemysł tekstylny rozwija się lepiej i osiąga lepsze wyniki niż odzieżowy. W 2018 roku całkowity obrót obu sektorów stanowił 178 mld euro[344].

W Polsce zarobki w przemyśle tekstylnym i odzieżowym nie są wysokie. Prawie połowa podmiotów sektora wyrobów tekstylnych oferuje swoim pracownikom średnio 2500-3500 zł brutto miesięcznie, a 84% podmiotów zajmujących się produkcją odzieży nie płaci więcej niż 2500 zł brutto. W 2017 roku ok. 2% zatrudnionych w przemyśle pracowało właśnie przy produkcji odzieży i wyrobów tekstylnych[345]. Pomimo tego oba sektory na przestrzeni ostatnich lat zwiększają wartość swojej globalnej produkcji (wykres 18).

Wykres 18

Produkcja globalna przemysłu tekstylnego i odzieżowego



Źródło: Główny Urząd Statystyczny. Rocznik Statystyczny Przemysłu 2018.

[343] EURATEX, Annual Report 2018.
[344] Ibidem.
[345] Główny Urząd Statystyczny. Rocznik Statystyczny Przemysłu 2018.

Przemysł odzieżowy, pomimo przewagi w 2005 roku, rozwija się wolniej niż przemysł wyrobów tekstylnych. W 2017 roku różnica pomiędzy sektorami wyniosła prawie 5000 mln złotych. W tym samym roku w Polsce wartość produkcji sprzedanej wyrobów tekstylnych wyniosła 7658,6 mln zł, a odzieżowych 5319,8 mln zł. Łącznie wartość produkcji sprzedanej w obu sektorach to ok. 1,2% wśród wszystkich wyrobów przemysłowych (największy udział mają wyroby spożywcze − ok. 17%, z czego 1/3 stanowią mięso i jego wyroby)[346].

Tabela 20

Wielkość produkcji wyrobów tekstylnych w Polsce na przestrzeni lat

Wyrób	**Jednostka**	**Rok**					
		2000	**2005**	**2010**	**2015**	**2016**	**2017**
Przędza lniana	Mg	4681	5303	4382	5616	6658	4808
Nici i przędza	tys. Mg	1,1	1,9	1,5	6,3	6,5	7,4
Tkaniny ze zgrzebnej wełny lub cienkiej sierści	km^2	5,6	6,4	4,0	0,9	0,8	0,5
Tkaniny lniane	km^2	8,2	11,9	0,6	0,9	1,5	1,9
Tkaniny bawełniane	km^2	298	184	61	21,5	27,8	19,7
Tkaniny z syntetycznych i sztucznych włókien	km^2	215	226	133	121	118	107
Tkaniny ręcznikowe i inne specjalne	km^2	25,4	58,0	24,4	16,2	22,1	18,7
Bielizna pościelowa	mln szt.	16,9	21,4	24,8	25,9	28,5	28,7
Worki i torby do pakowania towarów	Mg	7046	6413	5461	7736	7456	8137
Dywany	tys. m^2	3536	2551	9211	11 352	11 500	11 760
Chodniki	tys. m^2	1467	1377	1696	3324	3193	3021
Wykładziny	tys. m^2	3650	1226	1049	1465	1518	1618

Źródło: Główny Urząd Statystyczny. Rocznik Statystyczny Przemysłu 2018.

[346] Ibidem.

Tabela 21

Wielkość produkcji odzieży w Polsce na przestrzeni lat

Wyrób	Jednostka	Rok					
		2000	2005	2010	2015	2016	2017
Okrycia wierzchnie męskie	tys. szt.	3282	2004	827	544	194	505
Garnitury		2638	2892	1736	1450	1486	1498
Marynarki męskie		3098	1762	839	936	904	785
Spodnie męskie		23327	18607	8651	5725	5773	5209
Okrycia wierzchnie damskie		3025	2096	913	545	530	491
Kostiumy damskie		3284	4025	1058	588	630	627
Żakiety damskie		6583	5970	2110	1340	1221	1129
Sukienki i spódnice		13759	8399	5719	4934	4869	4228
Spodnie damskie		18373	15950	4964	2645	3074	2506
Koszule męskie		13714	9355	4283	3827	3649	3367
Bluzki damskie (w tym koszule)		18986	12476	5979	2697	2688	2621
Rajstopy i trykoty	mln szt.	111	123	155	124	118	110
Skarpety	mln par	45,2	71,0	63,9	80,8	81,1	62,9

Źródło: Główny Urząd Statystyczny. Rocznik Statystyczny Przemysłu 2018.

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat w przypadku wyrobów tekstylnych najbardziej wzrasta produkcja nici i przędzy, a maleje produkcja tkanin. Najwięcej wytwarzanych jest materiałów syntetycznych, choć ich produkcja w 2017 roku była dwukrotnie mniejsza od tej z 2010. W tych latach jeszcze bardziej spadła produkcja tkanin bawełnianych, bo aż o ok. 93%.

Spadek odnotowywany jest także w sektorze odzieżowym, pomimo że globalna produkcja odzieży wzrasta (wykres 19). Spadek polskiej produkcji o ponad 80% (porównując lata 2010 i 2017) widoczny jest w wyrobach takich jak: okrycia wierzchnie, damskie kostiumy, żakiety, spodnie oraz bluzki. Jeden z mniejszych spadków odnotowano w przypadku garniturów (produkcja mniejsza o 43%).

Do produkcji tkanin wykorzystuje się włókna zarówno naturalne, jak i chemiczne (syntetyczne i sztuczne). Do polskich naturalnych włókien należą len oraz wełna. Produkcja włókien chemicznych jest ograniczona[347].

Zmniejszenie produkcji oraz spadek zatrudnienia związane są w dużej mierze z przenoszeniem produkcji do krajów o taniej sile roboczej (głównie Chiny, Indie, Bangladesz). Największe zmiany w tej kwestii nastąpiły w 2005 roku, kiedy to otwarto

[347] Cieślak M., Nejman A.: Recykling odzieży specjalnej, [w:] Logistyka Odzysku, 4/2016, s. 13-17.

rynek europejski na kraje azjatyckie, przez co Unię Europejską zalała tania odzież m.in. z Chin. Warto zauważyć, że produkcja odzieży powiązana jest również z sektorami takimi jak projektowanie, marketing czy sprzedaż[348]. Dla pozostałych sektorów import odzieży nie jest aż tak dużym zagrożeniem jak dla samej produkcji.

Polski przemysł odzieżowy oraz tekstylny opiera się na współpracy przede wszystkim z krajami takimi jak: Niemcy, Chiny, Włochy, Francja, Holandia, Wielka Brytania oraz Czechy[349].

W przypadku obuwia w Polsce od lat produkuje się ok. 1,2 pary rocznie na mieszkańca[350]. W 2017 roku Polska była na 15. miejscu w światowym rankingu eksporterów. Główni odbiorcy polskich butów to Niemcy, Rosja, Czechy, Rumunia oraz Słowacja. Poza granicę kraju wysłano przede wszystkim buty plastikowe oraz gumowe (34%), skórzane (24%), tekstylne (24%). Do Polski sprowadzono obuwie w dużej mierze z Chin[351].

Recykling

Produkcja wyrobów tekstylnych i odzieżowych wiąże się (tak jak w przypadku każdej produkcji) m.in. ze zużyciem surowców naturalnych, energii elektrycznej oraz z emisją zanieczyszczeń do powietrza czy też wód. Ten negatywny wpływ na środowisko może zostać zminimalizowany przez ponowne używanie produktów oraz recykling.

Średni czas używania odzieży to, według Centralnego Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Gospodarki Materiałowej, okres pięciu lat. Czas ten zależy m.in. od[352]:

a) wieku (w przypadku dzieci odzież wymieniana jest częściej),
b) intensywności użytkowania (odzież robocza oraz codzienna używana jest intensywniej, przez co zużywa się szybciej),
c) mody,
d) zamożności (osoby bogate mają więcej ubrań, przez co mniej je zużywają, ale z drugiej strony są bardziej podatne na modę – pkt c).

Jeszcze do niedawna odzież była bardziej szanowana. Ubrania były przekazywane z pokolenia na pokolenie. Dziurawe skarpetki były cerowane, a rajstopy oddawane do punktów repasacji. Obecnie używana odzież sprowadzana jest z zachodu, a sklepowe

[348] Przegląd włókienniczy 5/2019, Łódź – regionalny ośrodek przemysłu tekstylnego i odzieżowego Polski. Stan aktualny i perspektywy, s. 12-16.
[349] Ibidem.
[350] Główny Urząd Statystyczny. Rocznik Statystyczny Przemysłu 2018.
[351] Przegląd włókienniczy, 10/2018, Eksport i import polskiego obuwia, s. 23.
[352] Wypowiedź Ewy Matelskiej-Świat dla: Logistyka Odzysku 4/2016, s. 7.

półki uginają się pod ciężarem tanich ubrań importowanych z Dalekiego Wschodu. Szybko zmieniająca się moda (tzw. fast fashion) oraz wątpliwej jakości odzież przyczyniają się do wytwarzania coraz to większej ilości odpadów.

Według raportu „Slow life w Polsce 2018", przygotowanego przez firmę Naturativ, 25% z 1713 ankietowanych wyrzuca ubrania, których już nie potrzebuje. Polacy (80%) nie wymieniają się ubraniami, ale co trzeci oddaje je potrzebującym lub znajomym. Ponad 20% badanych sprzedaje zalegające ciuchy. Ponad ¾ nie zna pojęcia „slow fashion", a przy kupowaniu najważniejszymi kryteriami są cena (38%) oraz jakość (27%). Naturalność materiałów jest ważna dla 17% ankietowanych, miejsce produkcji oraz wizerunek producenta jedynie dla co dziesiątej osoby. Najmniej, bo jedynie 8% ankietowanych stara się wybierać ubrania polskich producentów czy projektantów[353].

Wyrzucane przez Polaków tekstylia stanowią ok. 3,9% masy odpadów zmieszanych[354].

Należy jednak pamiętać, że gospodarstwa domowe nie są jedynym źródłem pochodzenia tego typu odpadów. Do źródeł powstawania odpadów tekstylnych należy dodać także[355]:

a) przedsiębiorstwa produkujące wyroby tekstylne oraz odzież (ścinki, odpady poprodukcyjne) – katalog odpadów: grupa 04, podgrupa 02 „odpady z przemysłu tekstylnego",
b) stacje demontażu pojazdów (w jednym samochodzie osobowym znajduje się ok. 15 kg tekstyliów) – katalog odpadów grupa 16, podgrupa 01,
c) opakowania – katalog odpadów: 15 01 09 „opakowania z tekstyliów",
d) instalacje i urządzenia do zagospodarowania odpadów – katalog odpadów: 19 12 08 „tekstylia",
e) miejsca leczenia oraz profilaktyki medycznej – katalog odpadów: 18 01 04 „inne odpady niż wymienione w 18 01 03 (np. opatrunki z materiału lub gipsu, pościel, ubrania jednorazowe, pieluchy)".

Odpady tekstylne mogą również być klasyfikowane jako niebezpieczne. Taka sytuacja występuje np. w przypadku ubrań ochronnych zabrudzonych substancjami niebezpiecznymi oraz ścierkami, które używane są do wycierania takich substancji. Tego typu odpady klasyfikowane są pod kodem 15 02 02* („sorbenty, materiały filtracyjne (w tym filtry olejowe nieujęte w innych grupach), tkaniny do wycierania

[353] Raport „Slow life w Polsce 2018".
[354] Jędrczak 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.
[355] Logistyka Odzysku, 4/2016, Odpady tekstylne i włókiennicze – wartościowy surowiec czy problematyczna pozostałość, s. 18-20.

(np. szmaty, ścierki) i ubrania ochronne zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi (np. PCB)").

Do głównych barier ograniczających recykling tekstyliów zalicza się[356]:

a) stosowanie mieszanek surowców (włókna białkowe, celulozowe itp.),
b) złożoność wyrobów (układy warstwowe w przypadku odzieży sportowej),
c) brak informacji na temat składu surowcowego materiału oraz metody wykańczania.

Wśród odpadów tekstylnych największą grupę stanowi odzież zużyta. Znoszone swetry wysyłane są np. do Indii, gdzie wytwarza się z nich przędzę do produkcji dywanów, koców, mat drzwiowych czy łazienkowych. Odzyskaną bawełnę można użyć do produkcji nakryć stołowych czy kolejnych ubrań. Jeans wykorzystywany jest do produkcji materiałów izolacyjnych w przemyśle samochodowym, a moher z bawełną do produkcji podsufitek. Spora część odpadów tekstylnych przekazywana jest do produkcji tzw. czyściwa, który w branży meblarskiej może służyć jako wypełnienie tapicerskie. Z tekstyliów wytwarza się także tzw. szarpankę tekstylną, która używana jest m.in. jako dodatek do ulepszania piasku na wybiegach konnych. Pociętymi materiałami można również wypełniać poduszki, materace, piłki lekarskie czy worki bokserskie. Odpady o niskiej jakości używane są jako dodatek do papy dachowej lub też produkowane jest z nich paliwo alternatywne[357].

Odpady, które nie nadają się do recyklingu, są składowane lub spalane.

Tak jak województwo łódzkie nazywane jest polskim ośrodkiem przemysłu tekstylnego, tak województwo świętokrzyskie powinno być znane z recyklingu tekstyliów, ponieważ to tutaj prosperują dwie najbardziej znane firmy z tej branży – firma WTÓRPOL (Skarżysko-Kamienna) oraz VIVE Textile Recycling (Kielce).

Wtórpol Sp. z o.o.

WTÓRPOL to polska firma, której początki sięgają 1992 roku. Jej działalność rozpoczęła się od przywożenia do kraju używanych ubrań z Niemiec. Trzy lata później ze znoszonej odzieży zaczęto produkować czyściwo fabryczne. W 1998 roku WTÓRPOL rozpoczął eksport odzieży do krajów Afryki (obecnie ubrania wysyłane są do 20 afrykańskich państw). Firma obsługuje jasnożółte, charakterystyczne kontenery, do których zbierane są odzież, obuwie, pościel, zabawki oraz akcesoria. Produkty nadające się do ponownego użycia przekazywane są do sklepów z używaną odzieżą

[356] Wypowiedź Małgorzaty Koszewskiej dla: Logistyka Odzysku, 4/2016, s. 6.
[357] Raport CSR, VIVE GROUP.

(WTÓRPOL ma 120 tego typu sklepów). Pozostała odzież poddawana jest recyklingowi, np. swetry wysyłane są do Indii, gdzie powstają z nich dywany, jeans przerabiany jest na papier, a bawełna służy do produkcji czyściwa. Pozostałe materiały od 2017 roku przerabiane są na paliwo alternatywne[358].

W 2012 roku została założona Fundacja Eco Textil i do tej pory przedsiębiorstwo przekazało ponad 40 mln złotych na cele charytatywne. Firma współpracuje także z Polskim Czerwonym Krzyżem (PCK)[359].

Obecnie przedsiębiorstwo eksportuje swoje produkty do 30 krajów i poddaje recyklingowi 65 mln kg tekstyliów rocznie (ok. 300 Mg/dzień)[360].

VIVE Textile Recycling

Początki VIVE Textile Recycling sięgają lat 90. ubiegłego wieku. Dziennie, dzięki w pełni skomputeryzowanej linii (mającej technologię sortowania głosowego), sortowaniu poddawane jest ok. 500 Mg tekstyliów[361].

Przedsiębiorstwo pozyskuje surowiec przede wszystkim z Niemiec, Czech, Polski, Włoch, ze Szwecji, z Austrii oraz ze Słowenii i transportuje go do swojego zakładu w Kielcach, gdzie następnie przechodzi 3-etapowy proces sortowania. Zapakowany w worki lub sprasowany w bele towar nadający się do ponownego użycia przekazywany jest do wielkopowierzchniowych (minimum 800 m^2) sklepów. Pierwszy sklep VIVE Profit został otwarty w 1995 roku. Na chwilę obecną polska sieć liczy 33 punkty[362].

Odzież gorszej jakości przekazywana jest do produkcji czyściwa przemysłowego oraz paliwa alternatywnego (od 2015 roku), które przekazywane jest do Cementowni Ożarów (36 tys. Mg/rok). Surowiec, który nie nadaje się do produkcji czyściwa, wykorzystywany jest także do pozyskania granulatu PE oraz kompozytu tekstylnego, z którego można uzyskać deski, latarnie czy słupki[363].

Firma sprzedaje swoje produkty do ponad 70 krajów na świecie. Rocznie poddaje recyklingowi 90 mln kg tekstyliów[364].

W ramach CSR przedsiębiorstwo wspiera działalność Fundacji VIVE Serce Dzieciom oraz Klubu Sportowego VIVE Kielce.

[358] www.wtorpol.com.pl (dostęp: 27.10.2019 r.).
[359] Ibidem.
[360] Ibidem.
[361] www.vivetextilerecycling.pl (dostęp: 27.10.2019 r.).
[362] Ibidem.
[363] Raport CSR, VIVE GROUP.
[364] Ibidem.

Problemy środowiskowe związane z tekstyliami

W raporcie „A New Textile Economy: Redesigning Fashion's Future", wydanym przez Ellen MacArthur Foundation, można znaleźć informację, że co sekundę ekwiwalent jednej śmieciarki z tekstyliami jest składowany lub spalany. Szacunkowo 500 mld dolarów jest traconych każdego roku z powodu krótko noszonej i rzadko poddawanej recyklingowi odzieży. Dodatkowo pranie ubrań powoduje emisję pół mln ton plastikowych mikrowłókien do oceanu rocznie, co odpowiada ponad 50 mld plastikowych butelek[365].

Badania wykazały, że tekstylia są źródłem mikrocząsteczek tworzyw sztucznych znajdujących się w akwenach wodnych. Włókna znajdowane są w organizmach morskich żyjących nawet na głębokości 11 km[366]. Wśród mikrowłókien znajdujących się na dnach oceanów do najczęściej spotykanych należy naturalna celuloza (len czy bawełna) – ok. 80%. Wśród włókien syntetycznych najczęściej są to poliester, akryl, poliamid, polietylen oraz polipropylen. Należy pamiętać, że włókna syntetyczne zawierają dodatki chemiczne i podobnie jak inne tworzywa sztuczne, nie ulegają szybkiemu rozkładowi. Większość mikrowłókien dostała się do wód z gospodarstw domowych, ponieważ podczas jednego prania w pralce do ścieków dostaje się ich ok. 700 000[367].

W temacie problemu, jakim jest zanieczyszczenie oceanów, działalnością swoją szczyci się koncern Adidas, który w 2018 roku wypuścił na rynek 5 mln par obuwia, których materiał wierzchni wyprodukowany został z przędzy stworzonej z odpadów z tworzyw sztucznych. W 2019 roku koncern zamierzał wyprodukować 11 mln par tego typu obuwia. Adidas współpracuje z siecią Parley for The Oceans, która jest zaangażowana m.in. w zbieranie odpadów na plażach Malediwów[368]. Podczas szczytu klimatycznego (COP – Conference of the Parties), który w 2018 roku odbył się trzeci raz w Polsce, tym razem w Katowicach, koncern Adidas został sygnatariuszem Karty Ochrony Klimatu dla Przemysłu Odzieżowego (porozumienie Fashion Industry Charter for Climate Action), która zawiera 16 postulatów dotyczących walki z globalnym ociepleniem. Porozumienie zostało podpisane przez 43 marki (także np. Burberry Limited, Esprit, H&M Group, Hugo Boss, Inditex, PUMA SE, Salomon,

[365] Ellen MacArthur Foundation, A New Textile Economy: Redesigning Fashion's Future, 2017.
[366] Przegląd włókienniczy, 1/2018, Rezolucja UN w sprawie zanieczyszczenia wód mikroplastikiem, s. 12, [za:] Biuletyn Izby Bawełny w Gdyni, nr 4/2017.
[367] Przegląd włókienniczy, 2/2019, Mikrowłókna tekstylne na dnie mórz, s. 4, wg Biuletynu Izby Bawełny w Gdyni, nr 4/2018.
[368] Przegląd włókienniczy, 2/2019, Adidas stawia na plastik z recyklingu, s. 25.

Stella McCartney), które zobowiązują się do licznych przedsięwzięć typu wykorzystanie surowców spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju, ograniczenie emisji dwutlenku węgla podczas produkcji, wprowadzenie modelu gospodarki cyrkularnej. Wszystkie podejmowane działania mają przyczynić się do spełnienia podstawowego celu, jakim jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o 30% do 2030 roku i osiągnięcie emisji na poziomie 0% do 2050 roku[369].

Inne inicjatywy związane z odpadami tekstylnymi

- **Technologia Izoling**

Technologia Izoling wykorzystuje odpadowe frakcje papieru, tektury i tekstyliów pochodzenia naturalnego do wytworzenia podłoża, które − opcjonalnie doposażone w różne dodatki w zależności od aplikacji oraz wymagań roślin − może znaleźć zastosowanie w rekultywacji terenów zdegradowanych, półpustynnych czy pustynnych[370].

W tabeli 22 przedstawiono wyniki badań fizykochemicznych wytworzonej masy Izoling.

Tabela 22

Wyniki badań fizykochemicznych masy Izoling

Badania próbki:	Metoda badania, norma, uwagi	Wynik	Jednostka
Badania fizykochemiczne masy Izoling o składzie (udziały masowe odniesione do suchej masy): 33% papier gazetowy i biurowy, 33% tektura, 33% tekstylia bawełniane.			
Gęstość nasypowa	dla materiału suchego − uziarnienie < 10 mm	140	kg/m^3
Ogólna zawartość substancji organicznej (rozkładalne i nierozkładalne substancje organiczne)	PN-Z-15011-3:2001	89,7 (RSO 52,3 NSO 37,4)	% s.m.
Węgiel organiczny	PN-Z-15011-3:2001	24,6	% s.m.

[369] Przegląd włókienniczy, 2/2019, Przemysł odzieżowy dla klimatu, s. 13.
[370] Informacje uzyskane od twórcy technologii.

cd. tabeli 22

Fosfor ogólny	PN-Z-15011-3:2001	0,4	% s.m.
Potas	PN-EN 14385:2005 ICP-OES	0,03	% s.m.
Azot ogólny	PN-75/C-04576.17	0,28	% s.m.
Wapń	PN-EN 14385:2005 ICP-OES	3,9	% s.m.
Substancje humusowe	metoda Czesny'ego	3,5	% s.m.
Kapilarna pojemność wodna		147,8	% s.m.
Współczynnik przepuszczalności (filtracji) K		K= 0,22 (160C)	cm/s
cd. dTest fitotoksyczności	Z zastosowaniem nasion rzeżuchy ogrodowej (wyniki opracowano za pomocą testu studenta)	badanie 1 x=6,24 $5,10 \leq \mu \geq 7,38$ ślepa pr: x=9,40 $7,76 \leq \mu \geq 11,04$; badanie 2 x= 4,56 $3,768 \leq \mu \geq 5,351$ ślepa pr: x=5,24 $4,595 \leq \mu \geq 5,885$	

Źródło: Hryb W.: Wykorzystanie wybranych biodegradowalnych frakcji z odpadów komunalnych do rekultywacji terenów zdegradowanych, wyd. Helion „Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska", Vol. 13, Nr 4 (2011), s. 19-28.

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej przyznał Patent Nr 213509 na wynalazek pt. „Sposób biologicznej rekultywacji podłoży pustynnych, piaszczystych i pylistych". Twórcami wynalazku są: P. Mężyk, P. Kardasz, J. Kozubek, W. Hryb[371].

[371] Informacje uzyskane od twórcy technologii.

Środowiskowe korzyści wynikające z wdrożenia technologii Izoling to[372]:

a) pozyskanie z odpadów komunalnych frakcji biodegradowalnych w postaci papieru, tektury i tekstyliów pochodzenia naturalnego, z których wytwarzane jest podłoże, które − jak wykazały badania − świetnie nadają się do kiełkowania i wzrostu roślin,
b) zazielenianie terenów zdegradowanych, pustynnych i półpustynnych,
c) ograniczenie odpadów kierowanych na składowiska (często chodzi o papier i tekturę zawilgocone, które nie są przyjmowane przez papiernie do recyklingu),
d) rekultywacja terenów zdegradowanych.

Obecnie prowadzone są działania w celu wdrożenia technologii Izoling w krajach ubogich w glebę[373].

Właściwości masy Izoling powodujące, że nadaje się ona na tereny pustynne i półpustynne, to[374]:

a) wysoka higroskopijność (pozwala pozyskiwać wilgoć dla roślin do podłoża z powietrza, gromadzić i magazynować wodę z opadów czy podlewania przez długi okres),
b) po pierwszym podlaniu tworzy się warstwa chroniąca podłoże przed utratą wilgoci, silnym wiatrem i erozją podłoża,
c) naturalne włókna stanowią idealne podłoże do kiełkowania i wzrostu roślin.

- **„Jednorazówki poza obiegiem!”**

Stowarzyszenie „Polski Ruch Czystszej Produkcji” dnia 23.10.2018 r. w Zabrzu zorganizowało projekt „Jednorazówki poza obiegiem!” (w ramach Polish Circular Week, którego patronem była m.in. Stena Recycling). W ramach wydarzenia ze starych firanek uszyto woreczki na warzywa i owoce. Zamiast tasiemki do zawiązywania woreczków użyto włóczki typu „T-shirt Yam”, która stanowi poprodukcyjny odpad tekstylny.

- **#EKOisTheAnswear**

W 2019 roku wokalista Dawid Podsiadło przekazał na aukcję Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy blaszany kiosk, w którym w dniu premiery sprzedawał swoją płytę „Miałomiasteczkowy”. Kiosk został wylicytowany przez internetowy sklep odzieżowy Answear.com za kwotę ponad 30 000 zł. Stanął w Krakowie w ramach akcji #EKOisTheAnswear i można do niego oddawać używaną odzież oraz akcesoria. Za

[372] Ibidem.
[373] Ibidem.
[374] Ibidem.

każdy kilogram zebranych ubrań firma przekaże 2 zł na konto Fundacji Zielona Akcja[375].

- **Ubrania z butelek i miazgi drzewnej**

Firma Krystian, produkująca w Polsce m.in. odzież ochronną, wypuściła na rynek ubrania robocze z materiału CateTecaworkTM EcogreenTM. Ten innowacyjny materiał w 65% składa się z poliestru otrzymanego z recyklingu butelek PET oraz odpadów przemysłowych, pozostałe 35% to włókna wyprodukowane z miazgi drzewnej. Badania wykazały, że otrzymany z niniejszej mieszanki materiał ma aż o 50% wyższą zdolność absorpcji wilgoci niż tkanina będąca połączeniem poliestru z bawełną[376].

- **Obuwie z owoców**

Po-Zu, jedna z najbardziej etycznych brytyjskich marek, do produkcji obuwia wykorzystuje m.in. tzw. skórę jabłkową, która powstaje jako produkt uboczny w procesie przetwórstwa jabłek. Ta wegańska ekoskóra jest wytrzymała oraz paroprzepuszczalna. Marka ta produkuje także podeszwy z łupin kokosowych, z owoców, które same spadły z drzew, oraz stosuje także bawełnę powlekaną naturalną gumą[377].

Podsumowanie

Szybko zmieniająca się moda, nietrwałe i stosunkowo tanie ubrania to jedne z czynników zachęcających do kolejnych zakupów. Globalna produkcja odzieży i wyrobów tekstylnych z roku na rok jest większa. Im kraj bardziej rozwinięty, tym większy jest popyt na tekstylia. Kupujemy więcej niż tak naprawdę potrzebujemy, co niewątpliwie skutkuje negatywnym oddziaływaniem na środowisko i społeczeństwo (pogłębiająca się bieda, emisje do powietrza, odpady, zanieczyszczenie wód).

Recykling tekstyliów nie jest łatwym procesem chociażby ze względu na złożoność tkanin, brak dokładnych informacji na temat składu materiału oraz metody jego wykończenia czy stosowanie mieszanek różnych surowców. W ramach gospodarki o obiegu zamkniętym promowane jest podejście slow fashion, kupowanie ubrań trwałych, z naturalnych włókiem, wyprodukowanych lokalnie, oraz nabywanie odzieży z drugiej ręki.

---

[375] http://www.fpiec.pl/ekologia/kultowy-kiosk-dawidy-podsiadly-wylicytowany-na-aukcji-wosp-przez-marke-answear-dostal-nowe-ekozycie (dostęp: 27.10.2019 r.).

[376] Przegląd Włókienniczy, 7-8/2019, Ubrani w miazgę drzewną, czyli ekotrendy w odzieży roboczej i ochronnej, s. 19.

[377] Przegląd włókienniczy, 7-8/2019, Wegańskie obuwie Po-Zu, s. 34.

3.6. Metale (K. Ceglarz)

Metale znane były już w starożytności, czyli około 4 tys. lat p.n.e. Początki rozwoju metalurgii związane były prawdopodobnie z garncarstwem. W piecach do wypalania gliny miękły metale kolorowe i szlachetne, co pozwalało na ich obróbkę oraz tworzenie pierwszych narzędzi metalowych[378]. Kolejnym etapem była epoka brązu, kiedy to ze stopu miedzi i cyny wytwarzano narzędzia oraz broń. Brąz jednak był materiałem na tyle miękkim, że już po jednej bitwie rynsztunek wojowników odkształcał się, przez co konieczna była naprawa mieczy i innych elementów uzbrojenia. Dlatego poszukiwano innych rozwiązań, mianowicie od ok. XV wieku p.n.e. nastąpiła epoka żelaza, która − można powiedzieć − trwa do dziś.

Obecnie każdy codziennie ma styczność z metalami – biżuteria, opakowania, sprzęt elektryczny czy elektroniczny. To właśnie ze względu na ich różnorodne właściwości fizyczne czy mechaniczne można je spotkać w różnych dziedzinach życia. Ich wydobycie, produkcja i przetwarzanie niewątpliwie mają spory wpływ na środowisko naturalne.

Metale i ich stopy można podzielić na te żelazne oraz nieżelazne. Jak sama nazwa wskazuje, podział ten jest uwarunkowany obecnością pierwiastka żelaza w materiale. Do metali nieżelaznych można zatem zaliczyć m.in. srebro, złoto, aluminium, brąz, miedź czy cynk.

W niniejszym rozdziale pokrótce opisano wydobycie metali w Polsce oraz ich recykling. W przypadku recyklingu skupiono się przede wszystkim na zbiórce i przetwarzaniu aluminiowych puszek po napojach. Przedstawiono także pojęcie górnictwa miejskiego.

Wydobycie rud metali w Polsce

Metalem, którego produkcją mogą się Polacy szczycić, jest niewątpliwie srebro. Już od lat Polska jest jednym z dziesięciu państw na świecie, gdzie tego metalu produkuje się najwięcej (tabela 23).

[378] Kawalerowicz P.: Metale czyli szkielet cywilizacji, Młody Technik, 12/2004.

Tabela 23

Ranking produkcji srebra w latach 2013-2018

Kraj	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Meksyk	1	1	1	1	1	1
Peru	2	2	2	2	2	2
Chiny	3	3	3	3	3	3
Rosja	7	5	4	5	5	4
Chile	5	7	6	4	4	5
Boliwia	6	6	7	7	6	6
Polska	**8**	**8**	**8**	**8**	**7**	**7**
Australia	4	4	5	6	9	8
Stany Zjednoczone	9	9	9	9	10	9
Argentyna	10	10	10	10	11	10

Źródło: World Silver Survey 2014-2019.

Rozbieżności pomiędzy liderami są spore. Meksyk odpowiada za ponad 20% produkowanego srebra. Polska, pomimo że jest na 7. miejscu, wytwarza zaledwie ok. 4% światowej produkcji. W 2014 roku przedsiębiorstwo KGHM Polska Miedź S.A. zostało światowym liderem w produkcji srebra i do tej pory znajduje się wśród najlepszej trójki[379].

W przypadku działalności KGHM Polska Miedź S.A. srebro stanowi produkt uboczny podczas wydobycia rudy miedzi. Szacuje się, że z tony rudy można uzyskać ok. 46 g srebra. Większość metalu jest eksportowana, głównie do Wielkiej Brytanii, Stanów Zjednoczonych czy Australii[380].

Inne rudy metali występujące w Polsce to także m.in. żelazo, cynk i ołów.

Górnictwo miejskie

Wydobycie metali z rud wiąże się z ogromnym zużyciem energii, wody, ale także z dużymi emisjami do atmosfery. Tak jak wspomniano wcześniej, z jednej tony rudy miedzi można wydobyć zaledwie ok. 46 g srebra. Badania prowadzone m.in. przez KGHM Polska Miedź S.A. pokazują, że z roku na rok spada także zawartość surowca w wydobywanym materiale, np. procentowa zawartość miedzi w rudzie w 2011 roku była aż o 0,28 punktów procentowych niższa niż w 2005 roku (spadek z 1,89% do

[379] World Silver Survey 2019.

[380] https://kghm.com/pl/o-nas/nasza-branza/rynek-srebra (dostęp: 26.12.2019 r.).

1,61%)[381]. Powyższe argumenty skłaniają do rozpoczęcia poszukiwań pożądanych surowców w innych dostępnych źródłach. Biorąc pod uwagę podejście promowane przez gospodarkę o obiegu zamkniętym, należałoby zasobów szukać m.in. w istniejących już odpadach i dlatego też jednym z rozwiązań niewątpliwie jest tzw. górnictwo miejskie.

Górnictwo miejskie opiera się na czterech filarach[382]:

1. Ekoprojektowanie – produkty należy projektować tak, aby recykling był efektywny, zatem poszczególne surowce powinny być m.in. łatwe do rozdzielenia.
2. Sprawny przepływ informacji o produkcie, aby w przyszłości można było go przetworzyć.
3. Poszukiwanie alternatywnych zasobów surowców. W ramach górnictwa miejskiego przedmiotem zainteresowań są składowiska, budynki, infrastruktura miejska czy np. zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny.
4. Sprzęt i technologia umożliwiające segregację i odzysk materiałów na możliwie wysokim poziomie.

W przypadku filara trzeciego koncepcja górnictwa miejskiego nie wyklucza żadnego źródła surowców poza złożem naturalnym.

Szacuje się, że w jednej tonie zużytych telefonów komórkowych znajduje się ok. 130 kg miedzi[383], co daje procentową zawartość tego metalu na poziomie 13%, co z kolei w porównaniu z rudą miedzi jest wynikiem prawie dziesięciokrotnie wyższym.

Badania nad górnictwem miejskim prowadzi m.in. firma Stena Recycling, która bierze udział w projekcie polegającym na teście wydobycia i recyklingu miedzianego drutu znajdującego się w zakopanych pod ziemią, nieużywanych przewodach telekomunikacyjnych[384].

Recykling metali na przykładzie aluminium

Glin, który technicznie określany jest jako aluminium, wytwarzany jest z rudy boksytów. Jest to metal powszechnie używany w elektrotechnice, budownictwie oraz w przemyśle motoryzacyjnym czy opakowaniowym. Aluminium produkowane jest

[381] Ibidem.
[382] Grodkiewicz P., Michniewska K., Siwiec P.: Efektywność surowcowa w Polsce, [za:] P.H. Brunner: Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City, Journal of Industrial Ecology", Vol. 15, No. 3, 2011.
[383] https://wgospodarce.pl/informacje/13144-telefony-na-wage-zlota-kilogramy-szlachetnych-metali-w-komorkach
[384] https://www.stenarecycling.pl/zrownowazony-recykling/innowacje-w-recyklingu/badania-nad-gornictwem-miejskim/

przede wszystkim w postaci taśm lub blach. Jego pierwotna produkcja jest bardzo energochłonna, dlatego coraz więcej surowca poddawanego jest recyklingowi. Aluminium bardzo łatwo poddaje się przeróbce, dlatego często nazywane jest „zielonym metalem". Produkcja aluminium z użyciem surowca wtórnego to także zaoszczędzenie 8 kg rud boksytów na 1 kg metalu oraz 4 kg środków chemicznych[385]. Ponadto wykorzystanie surowców wtórnych do produkcji metalu to także znaczne oszczędności energii oraz mniejsza emisja dwutlenku węgla, co zostało przedstawione w poniższych tabelach.

Tabela 24

Porównanie zapotrzebowania energii na wytworzenie wybranych metali z surowców pierwotnych i wtórnych

Metal	**Zapotrzebowanie energii TJ na wyprodukowanie 100 tys. Mg surowców pierwotnych**	**Zapotrzebowanie energii TJ na wyprodukowanie 100 tys. Mg surowców z recyklingu**	**Oszczędność energii [TJ/100 tys. Mg]**
Aluminium	4700	240	4460
Miedź	1690	630	1360
Stopy żelaza	1400	1170	230
Ołów	1000	13	987
Nikiel	2064	186	1878
Cyna	1820	20	1800
Cynk	2400	1800	600

Źródło: Wojciechowski A.: Recykling samochodów elektrycznych i wodorowych w ramach GZO, II Konferencja „Nowoczesne samochody. Technologia napraw i likwidacja szkód komunikacyjnych", Stowarzyszenie Rzeczoznawców Techniki Samochodowej i Ruchu Drogowego i Wydziału SIMR Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 25-26.05.2017 r.

Tabela 25

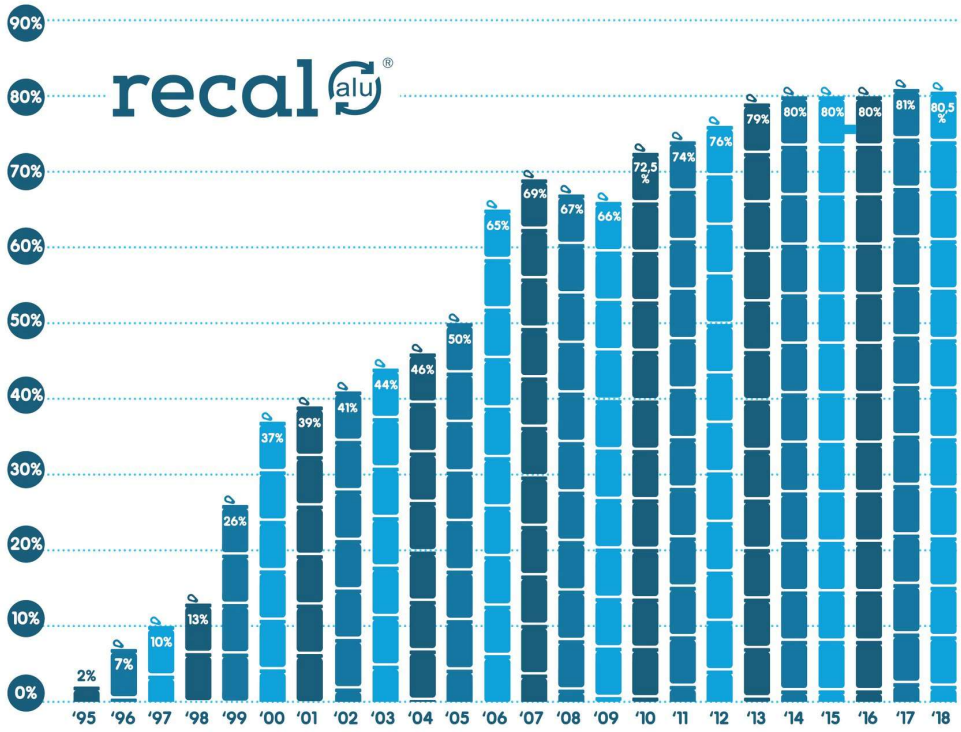
Zmniejszenie zużycia energii oraz emisji CO_2 przy wytworzeniu wybranych metali z surowców wtórnych

Metal	**Oszczędność energii [%]**	**Zmniejszenie emisji CO_2 [%]**
Aluminium	> 95	> 92
Miedź	> 85	> 65
Stal/żeliwo	> 74	> 58
Cynk	> 60	> 76
Ołów	> 65	> 99

Źródło: Wojciechowski A.; Recykling samochodów elektrycznych i wodorowych w ramach GZO, II Konferencja „Nowoczesne samochody. Technologia napraw i likwidacja szkód komunikacyjnych", Stowarzyszenie Rzeczoznawców Techniki Samochodowej i Ruchu Drogowego i Wydziału SIMR Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 25-26.05.2017 r.

[385] Michalski B.: Rynek Aluminium, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 2017.

W odpadach komunalnych aluminium najczęściej spotykane jest w postaci puszek po napojach. Należy zwrócić uwagę, że nie każda puszka jest aluminiowa, na rynku bywają także puszki stalowe (oznaczone symbolem Fe) oraz puszki wielomateriałowe (wieczko wykonane z aluminium, a pozostała część opakowania z PET).
W Polsce recykling puszek aluminiowych po napojach jest na wysokim poziomie i przewyższa średnią europejską (74% w 2015 roku). Poniżej przedstawiono poziomy recyklingu puszek aluminiowych od 1995 roku, czyli od momentu rozpoczęcia funkcjonowania Recal – Fundacji na rzecz Odzysku Opakowań Aluminiowych.



Rys. 21. Poziomy recyklingu puszek aluminiowych po napojach w Polsce
Fig. 21. Recycling levels of aluminium beverages cans in Poland
Źródło: Materiały udostępnione przez Fundację Recal.

Sam proces recyklingu aluminiowych puszek po napojach jest stosunkowo prosty. Zebrane opakowania są oczyszczane i przygotowywane do następnego przetopu. Następnie trafiają do huty aluminium, gdzie dodawane są do produkcji blachy aluminiowej, z której produkowane są kolejne puszki[386].

[386] http://cprecycling.eu/skup-puszki-aluminiowej/recykling (dostęp: 15.05.2020 r.).

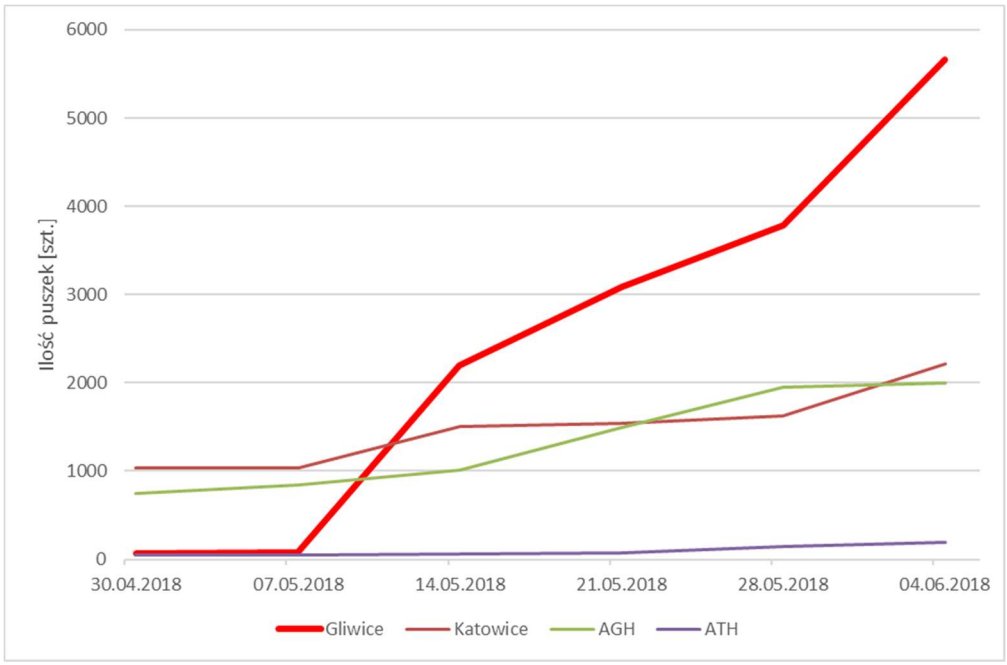
Aby uzyskać wysoki poziom recyklingu, bardzo istotna jest efektywna selektywna zbiórka odpadów. W Polsce motywacją do selektywnej zbiórki puszek aluminiowych po napojach jest m.in. ich stosunkowo wysoka cena w skupach złomu.

W 2015 roku, dzięki współpracy CP Recykling Organizacja Odzysku Opakowań S.A. oraz Carrefour, w wybranych sklepach zostały ustawione tzw. puszkomaty. Urządzenia te za każdą oddaną puszkę drukowały bon o wartości 5 gr (na jednym kuponie maksymalnie do 25 puszek), który można było wykorzystać w sklepie. Z czasem dodawane były dodatkowe funkcje i klient, dzięki oddanym puszkom, zamiast bonu mógł wesprzeć charytatywnie np. szpital czy domy dziecka. W 2016 roku zorganizowano także loterię, w której można było wygrać do 1250 zł. Dwa lata później całkowicie wycofano puszkomaty z sieci sklepów Carrefour[387].

W 2017 roku puszkomat ustawiono także w Akademii Techniczno-Humanistycznej (Bielsko-Biała), a rok później urządzenia zainstalowano również na terenie miasteczka studenckiego AGH oraz na Politechnice Śląskiej (Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki w Gliwicach oraz Wydział Inżynierii Materiałowej i Metalurgii w Katowicach) i rozpoczęto międzyuczelnianą rywalizację w liczbie oddanych puszek. Początkowe wyniki zabawy zostały przedstawione na wykresie 19.

Wykres 19

Wyniki międzyuczelnianej rywalizacji



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych udostępnianych na fanpage'u „Każda Puszka Cenna".

[387] http://puszkomaty.com/ (dostęp: 15.05.2020 r.).

Sukces gliwickiego wydziału Politechniki Śląskiej został osiągnięty m.in. dzięki wysiłkowi studentów, którzy wzięli udział w organizowanym przez Fundację Recal konkursie CANBRIDGE.

W ramach konkursu w maju 2018 roku został przeprowadzony projekt „Student w puszce!”. Studenci, pracownicy naukowi oraz administracyjni Politechniki Śląskiej w Gliwicach mieli możliwość wymiany 20 puszek aluminiowych po napojach na ręcznie wykonane filcowe breloki (rys. 22) oraz 10 puszek na bawełniane torby (rys. 23). Breloki w zabawny sposób przedstawiały 4 rodzaje studentów: laboranta, kujona, śpiocha oraz budowlańca. Dla osób, które oddały największą liczbę puszek, przewidziane były dodatkowe nagrody. Puszki zbierano także do specjalnych kartonowych pojemników (widoczne na rys. 25) podczas różnych sportowych wydarzeń organizowanych w pobliżu.

Rys. 22. Filcowe breloki rozdawane w ramach projektu "Student w puszce!"
Fig. 22. Felt key rings distributed within the framework of the project "Student in a can!”
Źródło: Zdjęcie wykonane przez K. Herman.

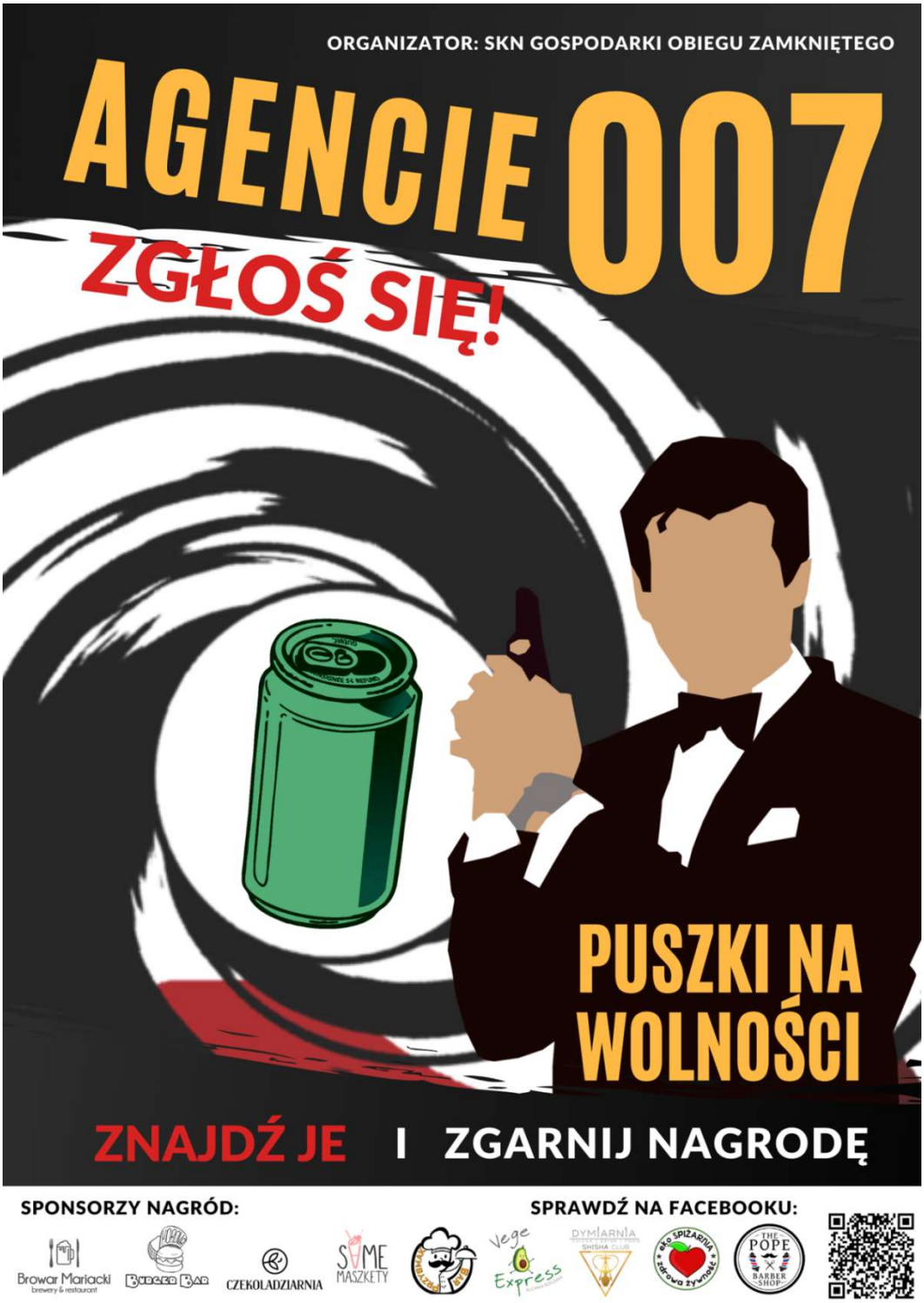
Rys. 23. Bawełniana torba zaprojektowana w ramach projektu „Student w puszce!”
Fig. 23. The cotton bag designed within the framework of the project „Student in a can!”
Źródło: Zdjęcie wykonane przez K. Ceglarz.

Rys. 24. Studentka oddająca aluminiowe puszki do puszkomatu
Fig. 24. A student returning aluminium cans to a reverse vending machine
Źródło: Zdjęcie wykonane przez K. Herman.

Rys. 25. Wolontariuszka zbierająca puszki podczas wydarzenia sportowego
Fig. 25. A volunteer collecting cans during a sporting event
Źródło: Zdjęcie wykonane przez A. Bąk

Na Wydziale Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Śląskiej puszkomat pojawił się dzięki wysiłkom członków Studenckiego Koła Naukowego Gospodarki Obiegu Zamkniętego (wówczas SKN Gospodarki Odpadami). Za pieniądze uzyskane ze zbiórki puszek aluminiowych w 2019 roku członkowie zorganizowali Studencki Turniej Bubble Football. Po zakończonym sukcesem projekcie „Student w puszce!" koło naukowe kontynuowało motywowanie studentów do zbiórki puszek aluminiowych przez organizację konkursów. W dalszej części przedstawiono plakaty promocyjne dwóch projektów organizowanych przez ww. koło naukowe − „CANS most wanted!" oraz „007 Zgłoś się! Puszki na wolności". Dzięki prowadzeniu konkursów w zbiórkę puszek zaangażowali się także studenci innych wydziałów Politechniki Śląskiej i w ten sposób w ciągu jednego roku akademickiego oddano do recyklingu kilka tysięcy puszek aluminiowych po napojach. Projekty wspierane były przez wielu sponsorów będących lokalnymi przedsiębiorcami. Doświadczenie organizatorów pokazało, że większą motywacją dla studentów są konkursy, w których mogą wymieniać oddane puszki na nagrody, niż te, w których nagradzane są jedynie osoby, które zebrały największą liczbę puszek.

Rys. 26. Plakat promocyjny konkursu „CANS most wanted!”
Fig. 26. Promotion poster for a contest „CANS most wanted!”
Źródło: Fanpage Studenckiego Koła Naukowego Gospodarki Obiegu Zamkniętego.



Rys. 27. Plakat promocyjny konkursu „007 Zgłoś się! Puszki na wolności”
Fig. 27. Promotion poster for a contest „007 Come in! Cans at large”
Źródło: Fanpage Studenckiego Koła Naukowego Gospodarki Obiegu Zamkniętego.

Wielu studentów nawiązało także współpracę z Fundacją Recal i w ramach projektu „Każda puszka cenna” (wcześniej „Every Can Counts”) biorą udział w wydarzeniach muzycznych i sportowych, podczas których promują recykling puszek aluminiowych

przez edukację (bezpośrednie rozmowy, ankiety) oraz zbiórkę tego rodzaju odpadu do specjalnych plecaków i kartonów (rys. 25).

Podsumowanie

Recykling metali, podobnie jak szkła, wydaje się stosunkowo prosty. Zatem jego poziom w dużej mierze zależy od jakości selektywnej zbiórki odpadów. Działalność m.in. Fundacji Recal pokazuje że można zachęcać społeczeństwo do selektywnej zbiórki odpadów danej frakcji w sposób ciekawy i nietuzinkowy. Edukacja nie musi, a nawet nie powinna być nudna.

W przypadku metali w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym mówi się także o tzw. górnictwie miejskim, polegającym m.in. na poszukiwaniu alternatywnych źródeł surowców (składowiska, budynki, infrastruktura miejsca, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny). Metoda ta pozwoli na zagospodarowanie istniejących odpadów, ale również zmniejszy zapotrzebowanie na wydobycie metali z rud oraz będzie rozwiązaniem dla problemu malejącej zawartości surowca w wydobywanym materiale. Do poziomów recyklingu uzyskiwanych w naszym kraju warto uwzględnić także ilości odpadów metali zbieranych w ramach punktów skupu złomu (metale pochodzące z odpadów komunalnych).

4. SPOŁECZEŃSTWO W KIERUNKU GOZ

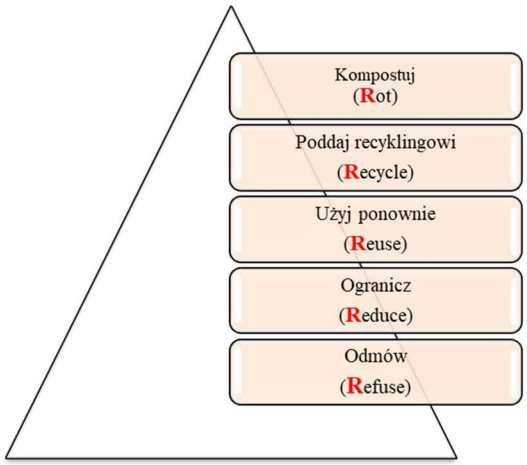
4.1. „Zero Waste" – trend konsumencki (K. Ceglarz)

Podstawy stylu życia „Zero Waste"

Styl życia „Zero Waste" czy też „Less Waste", popularny w Europie Zachodniej, coraz częściej jest zauważalny również w Polsce. Termin „waste" z angielskiego oznacza „stratę" czy też „odpad", a czasownik „to waste" to „marnować". Zatem ideę „Zero/Less Waste" można odbierać jako styl życia powiązany z minimalizacją odpadów, ale także promujący ograniczenie marnowania.

Jego prekursorką jest Bea Johson − Francuzka, która obecnie mieszka w Kalifornii. Jest autorką popularnego bloga www.zerowastehome.com, na którym zamieszcza m.in. rady pozwalające na zminimalizowanie odpadów w gospodarstwach domowych. Bea Johnson wraz z mężem i dwoma synami od 2008 roku wytwarza jedynie słoik odpadów rocznie, co dokumentuje na swoim blogu[388].

Blogerka stworzyła pięć zasad (5R), które stanowią podstawę ruchu „Zero Waste".



Rys. 28. Hierarchia „Zero Waste"
Fig. 28. „Zero Waste" levels of order
Źródło: Opracowanie własne na podstawie www.zerowastehome.com.

[388] http://www.zerowastehome.com/about/bea/ (dostęp: 10.03.2017 r.).

U podstaw hierarchii znajduje się „refuse", czyli „odmów". Bea zachęca do rezygnacji m.in. z jednorazowych słomek, plastikowych reklamówek, gratisów czy też ulotek. Zwraca również uwagę, że konsumpcja to nie jest jedynie kupowanie, a jej pośrednią formą jest także przyjmowanie darmowych gadżetów (np. długopisów), wizytówek czy też toreb z prezentami na konferencjach[389].

Kolejnym krokiem w kierunku bezodpadowego stylu życia jest redukcja do poziomu komfortu opakowań, wydruków, sprzętu elektronicznego, wielkości domu oraz korzystania z samochodu. Bea Johnson proponuje, by w życiu skupić się na przeżyciach czy doświadczaniu, a nie na przedmiotach. Podkreśla także, aby podczas podejmowania decyzji zakupowych zwracać większą uwagę na jakość, a nie na ilość nabywanych dóbr[390].

Trzeci szczebel hierarchii stanowi ponowne użycie, przez które rozumie się korzystanie z wcześniej zakupionych przedmiotów przez rozszerzenie ich zastosowania oraz wydłużenie żywotności. Zatem istotne jest dokonywanie przemyślanych zakupów i nabywanie trwałych dóbr, które nadają się do wielokrotnego użytku, ponownego ładowania (np. baterie), ale również i takich, których naprawa jest możliwa[391].

Przedmioty niezdatne do ponownego użycia należy oddać do recyklingu. Na tym etapie Bea Johnson zwraca uwagę, że niektóre materiały (np. tworzywa sztuczne) nie mogą być poddawane temu procesowi nieskończenie wiele razy[392].

Ostatnią zasadą bezodpadowego stylu życia jest kompostowanie (recykling organiczny), któremu mogą zostać poddane obierki z warzyw i owoców, włosy, łupiny orzechów, kawa, herbata czy też skorupki jaj[393].

Bea Johnson wydała książkę „Zero Waste Home: The Ultimate Guide to Simplifying Your Life by Reducing Your Waste", która została przetłumaczona na 21 języków (stan na grudzień 2018 roku) i obecnie jest tłumaczona na kolejne 5[394].

Francuzka nie tylko przez bloga, książki czy media społecznościowe inspiruje ludzi na całym świecie, prowadzi także wykłady oraz dwukrotnie wystąpiła na TEDx. W grudniu 2016 roku odwiedziła Polskę i wzięła udział w wydarzeniu „Dom bez odpadów, czyli recepta na oszczędności"[395].

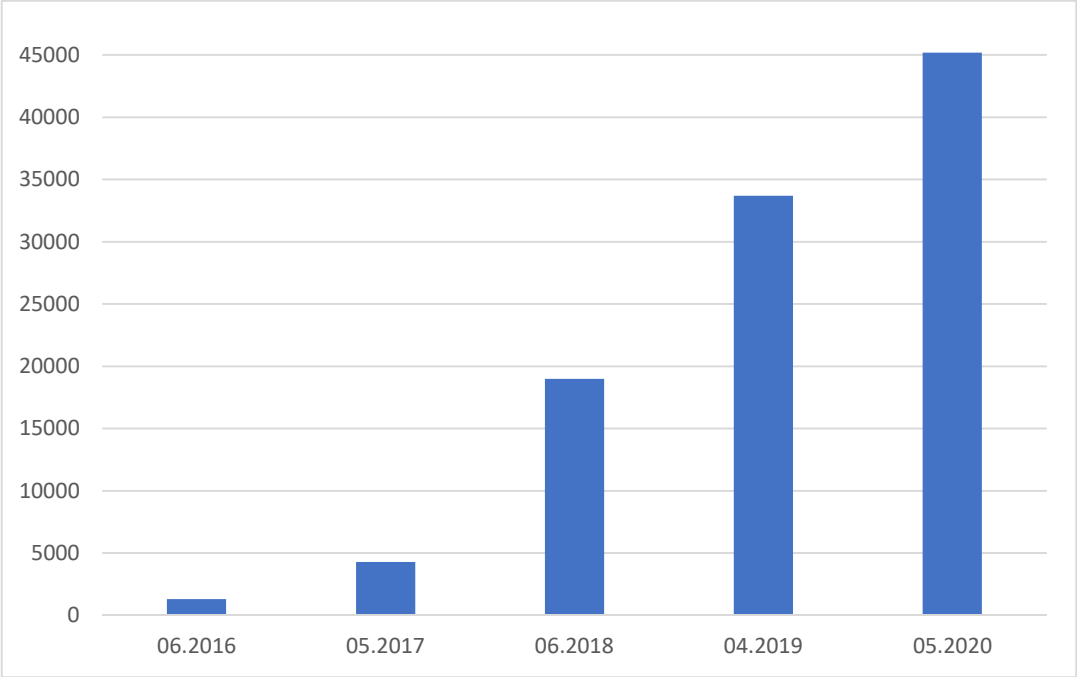
[389] www.zerowastehome.com (dostęp: 12.12.2019 r.).
[390] Ibidem.
[391] Ibidem.
[392] Ibidem.
[393] Ibidem.
[394] Ibidem.
[395] Ibidem.

„Zero Waste" w Polsce

W Polsce aktywność ludzi zainteresowanych bezodpadowym stylem życia można obserwować na portalu społecznościowym (Facebook), gdzie m.in. w grupie „Zero Waste Polska" prowadzą dyskusje, wymieniają się doświadczeniami, dzielą sukcesami i pomysłami. Grupa ta powstała 20 września 2015 roku i od tego czasu liczba członków ciągle rośnie, co zostało przedstawione na wykresie 20.

Wykres 20

Liczba członków grupy „Zero Waste Polska" w latach 2016-2020



Źródło: Informacje dostępna na Fanpage'u „Zero Waste Polska".

„Zero Waste Polska" to największa, ale nie jedyna grupa na Facebooku, która skupia wokół siebie ludzi zainteresowanych tematyką niemarnowania. Drugą co do wielkości, ogólnopolską grupą jest „Zero Waste Bez Spiny", która w maju 2020 roku liczyła ok. 25 000 (rok wcześniej ok. 17 000) członków. Powstały również mniejsze, zazwyczaj lokalne grupy („Zero Waste Warszawa", „Zero Waste Katowice" itp.) oraz inne, takie jak np. „Weganie Zero Waste" czy „Kuchnia Zero Waste".

W marcu 2017 roku zostało założone Polskie Stowarzyszenie Zero Waste, którego misją jest szerzenie filozofii Zero Waste oraz promocja gospodarki o obiegu zamkniętym. Stowarzyszenie wraz z inicjatywą Oddam Odpady prowadzi m.in. akcję #zwłasnymkubkiem, której celem jest ograniczenie zużycia jednorazowych kubków.

Powstała mapa, na której zaznaczone zostają lokale, w których można nabyć napoje do własnego, wielorazowego kubka. Część kawiarni oferuje niższą cenę „bezodpadowym klientom". Polskie Stowarzyszenie Zero Waste zachęca także lokale i instytucje do wzięcia udziału w projekcie Mobilny Givebox. Inicjatywa polega na ustawieniu w miejscu publicznym skrzynki lub pudełka, w którym chętni mogą umieścić niepotrzebne rzeczy lub też zabrać przedmiot pozostawiony przez kogoś innego. Organizacja prowadzi także ogólnopolską kampanię edukacyjną promującą pieluchy wielorazowe (akcja HelloWielo)[396].

W całej Polsce przez różne organizacje prowadzone są „Spotkania Zero Waste". Organizowane są także jednorazowe akcje, np. szycie wielorazowych woreczków ze starych firanek czy nauka robienia naturalnych kosmetyków i chemii gospodarczej.

W 2016 roku w Pile pojawiła się pierwsza w kraju kawiarenka naprawcza. Na świecie pierwsze Repair Cafe powstało z inicjatywy Martine Postma w 2009 roku w Amsterdamie. Kawiarenka naprawcza to pomysł na spotkanie się osób lubiących majsterkowanie, tzw. złotych rączek, z ludźmi mającymi przedmioty do naprawienia. Dzięki temu zepsute i nieużywane przedmioty przez naprawienie otrzymują nowe życie. Inicjatorka kawiarenki założyła fundację mającą na celu promocję tych wydarzeń. Na świecie powstało ponad 1500 takich miejsc[397].

Na polskim rynku wydawniczym pojawiły się także książki bezpośrednio związane z tematyką Zero Waste:

a) „Pokochaj swój dom. Zero Waste Home, czyli jak pozbyć się śmieci, a w zamian zyskać szczęście, pieniądze i czas", autor: Bea Johnson, 2017,
b) „Styl życia Zero Waste. Śmieć mniej, żyj lepiej", autor: Amy Korst, 2017,
c) „Życie Zero Waste. Żyj bez śmieci i żyj lepiej", autor: Katarzyna Wągrowska, 2017,
d) „Gotuję, nie marnuję", autor: Sylwia Majcher, 2018,
e) „Bez resztek. Kuchnia zero waste, czyli nie wyrzucaj pieniędzy i jedzenia", autor: Jagna Niedzielska, 2019.

Na całym świecie z roku na rok przybywa sklepów bezodpadowych, w których istnieje możliwość zakupu towarów do swoich opakowań lub papierowych torebek. Konsumenci mogą nabyć tam również produkty takie jak np. soki lub jogurty w szklanych butelkach czy w słoikach. Przykładem takiego sklepu może być „Original Unverpackt" znajdujący się w Berlinie. Market ten cieszy się dużym powodzeniem i na

[396] http://zero-waste.pl/ (dostęp: 28.04.2019 r.).
[397] https://repaircafe.org/en/about/ (dostęp: 28.04.2019 r.).

portalu społecznościowym (Facebook) jest lubiany przez ok. 78 000 użytkowników (stan na maj 2020 roku), którzy w skali pięciostopniowej oceniają go na 4,6[398].
W Polsce pionierem w dziedzinie sprzedaży produktów ekologicznych bez fabrycznych opakowań jest warszawski sklep „Nagie z Natury". Główną misją działalności tego sklepu jest promowanie zrównoważonych i rozsądnych zakupów certyfikowanych produktów ekologicznych na wagę. Klienci do dyspozycji mają papierowe torby oraz szklane opakowania. Istnieje możliwość dokonania zakupów przez Internet, a także pozostawienia listy w sklepie i odebranie produktów w późniejszym, dogodnym czasie[399]. „Nagie z Natury" zostało zamknięte, ale tego typu miejsca otwarto w innych polskich miastach (np. „Bez pudła" we Wrocławiu czy „BIOrę" w Poznaniu). Coraz więcej sklepów internetowych oferuje także wysyłkę zero waste – bez ulotek reklamowych, bez zbędnych opakowań czy folii, ewentualnie z ekologicznym wypełnieniem. W niektórych sklepach zamówienia pakowane są także w kartony z odzysku. Powstają również sklepy, w których możliwy jest zwrot opakowań, np. www.kostkamydla.pl.
Potwierdzeniem rosnącego zainteresowania polskiego społeczeństwa stylem życia „Zero Waste" są także organizowane w kilku większych miastach Targi Zero Waste[400] oraz społeczne inicjatywy typu jadło- czy zniczodzielnie.

Podsumowanie

„Zero/Less Waste" to styl życia ściśle powiązany z minimalizacją odpadów, ale również promujący ograniczenie marnowania. Społeczeństwo kierujące się zasadą 5R (refuse, reduce, reuse, recycle, rot) jest niewątpliwą pomocą przy wdrażaniu w życie gospodarki o obiegu zamkniętym. Zainteresowani stylem „Zero/Less Waste" wykazują zrozumienie terminu „zrównoważona konsumpcja" oraz są świadomi, że ich wybory zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio mogą negatywnie oddziaływać na środowisko.
W Polsce od 2016 roku widać wyraźny wzrost zainteresowania tematyką „Zero Waste", co jest szczególnie zauważalne na portalach społecznościowych, gdzie powstaje coraz więcej grup łączących ludzi zaciekawionych tą tematyką. W większych miejscowościach pojawiają się sklepy oferujące tylko i wyłącznie produkty na wagę, coraz więcej sklepów internetowych proponuje przesyłki bez zbędnych

[398] https://www.facebook.com/OriginalUnverpackt/reviews/?ref=page_internal (dostęp: 20.05.2020 r.).
[399] www.nagieznatury.pl (dostęp: 12.04.2017 r.).
[400] http://www.targi-zerowaste.pl/ (dostęp: 20.05.2020 r.).

(lub z recyklingu) opakowań i bez dodatkowych ulotek. Pojawiają się także społeczne inicjatywy mające na celu zmniejszenie zjawiska marnotrawstwa.

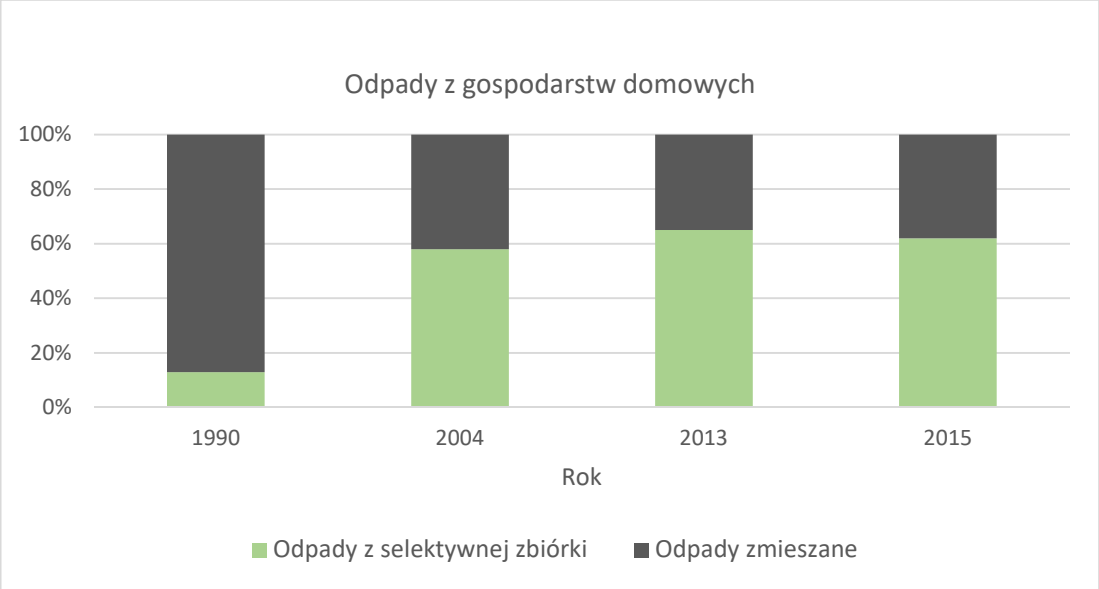
4.2. Gospodarka o obiegu zamkniętym a społeczeństwo na przykładzie Bonn (Niemcy) (W. Zatoń)

Niemcy to kraj, który bez zawahania można nazwać ojczyzną recyklingu. To tutaj w 1991 roku weszło w życie pierwsze na świecie prawo o dualnym systemie odbioru i odzysku (Das Duale System), które zobowiązywało przemysł do współpracy z gminami przy zbiorze odpadów pochodzących z opakowań trafiających do konsumenta. System ten miał wspomóc zwiększenie poziomu recyklingu przez ułatwienie sortowania odpadów opakowaniowych. Od 2009 roku obowiązuje prawo „VerpackG", według którego wszystkie podmioty wprowadzające opakowania do obrotu na terenie Niemiec zobowiązane są do przystąpienia do tego systemu, tzn. do uiszczania opłat za ich recykling.

Jak wskazuje wykres 21, system dualny w znacznym stopniu wsparł oddzielenie odpadów opakowaniowych od odpadów zmieszanych.

Wykres 21

Ilość odpadów selektywnie zbieranych w porównaniu z odpadami zmieszanymi w latach 1990-2015

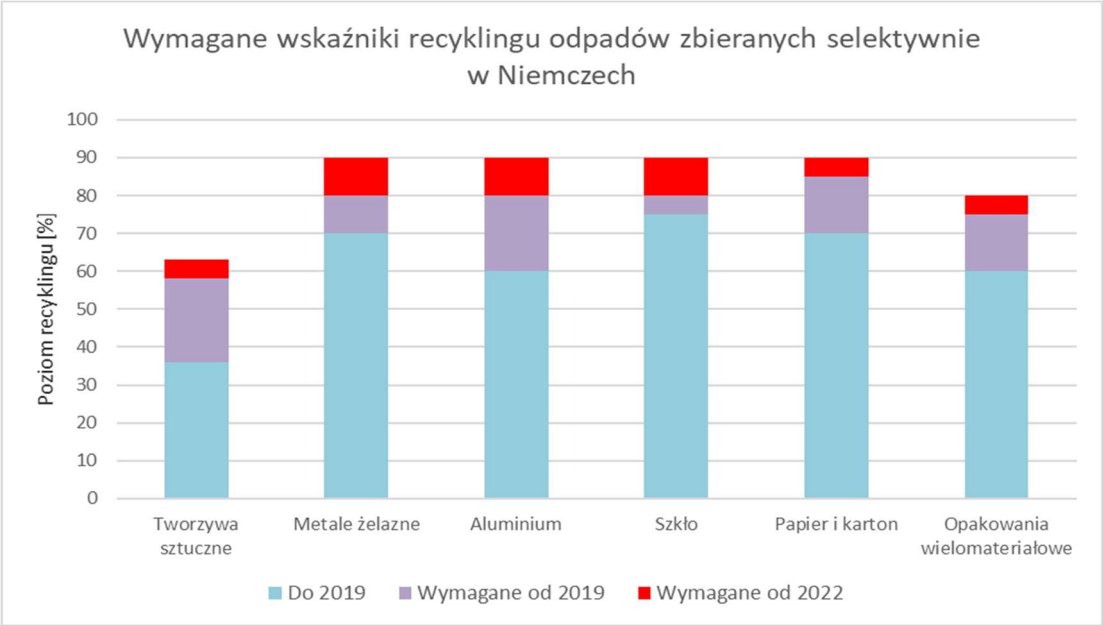


Źródło: Opracowanie własne na podstawie https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/statistiken/allgemeine-abfallwirtschaft/verhaeltnis-restmuell-und-wertstoffe/

Wprowadzenie dualnego systemu miało zatem ogromny wpływ na rozwój recyklingu w Niemczech. Drugą z charakterystycznych cech niemieckiego recyklingu jest rozbudowany system kaucyjny na butelki zwrotne. Od 2003 roku, z wyłączeniem niektórych płynów, takich jak soki ze świeżych owoców, produkty mleczne czy napoje spirytusowe, butelki na napoje objęte są obowiązkową kaucją. Dotyczy to zarówno butelek jedno-, jak i wielokrotnego użytku. Ich zwrot jest możliwy w każdym punkcie prowadzącym ich sprzedaż. Za objętą kaucją butelkę PET trzeba uiścić kaucję w wysokości 25 eurocentów, a zatem w przypadku regularnej konsumpcji kwota należna ze zwrotu butelek jest nie do zbagatelizowania. Jak pokazują aktualne statystyki, aż 97% butelek PET objętych kaucją jest poddawanych recyklingowi (źródło: „Aufkommen und Verwertung von PET-Getränkeflaschen in Deutschland“ der Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung (GVM)). Według rządowych statystyk w Niemczech w 2016 roku 67% odpadów komunalnych zostało poddanych recyklingowi (Abfallbilanz 2016, Destatis). Jednak jako poddane recyklingowi określane są w tej statystyce wszystkie odpady trafiające do systemu odbioru i odzysku, co obejmuje także odpady przeznaczone do spalenia lub innego procesu odzysku. Wykres 22 ilustruje szacowane poziomy recyklingu dla różnych kategorii odpadów na rok 2018 i porównuje je z wymaganymi normami Ministerstwa Środowiska na rok 2022.

Wykres 22

Wymagane wskaźniki recyklingu odpadów zbieranych selektywnie



Źródło: Opracowanie własne na podstawie https://www.bmu.de/media/recycling-quoten-fuer-wertstoffe/

Przedstawione fakty świadczą o pozytywnym wpływie na rozwój recyklingu w Niemczech nowelizacji ustaw o gospodarce odpadami wprowadzanych przez rząd. Ostatecznym, poniekąd utopijnym celem Ministerstwa Środowiska w Niemczech jest całkowita transformacja gospodarki o typie liniowym w gospodarkę o obiegu zamkniętym. W związku z tym wątkiem należy wspomnieć obowiązującą od 2012 roku Ustawę o gospodarce o obiegu zamkniętym (Kreislaufwirtschaftsgesetz), która ma na celu przekształcić dotychczasowy trójstopniowy system gospodarowania odpadami (unikanie, przetwarzanie (np. energetyczne), unieszkodliwienie) w system pięciostopniowy (unikanie, przygotowanie do powtórnego użycia, recykling, przetwarzanie, unieszkodliwienie), a więc transformację gospodarki opartej na energetycznym przetwarzaniu opadów w tą opartą na recyklingu. Rządowe regulacje dotyczą każdego Bundeslandu (kraju związkowego), ale − podobnie jak w Polsce − konkretne decyzje prowadzące do tejże transformacji są w rękach lokalnej administracji. Czy jednak same regulacje prawne mogą doprowadzić do kompletnej transformacji gospodarki o typie liniowym w tą o obiegu zamkniętym? Jest to pytanie retoryczne, gdyż jak wskazano powyżej, pierwszym i zarazem najistotniejszym stopniem w gospodarce odpadami jest unikanie ich wytwarzania. To zadanie leży w dużej mierze w odpowiedzialności konsumenta. W poprzednich rozdziałach przedstawiona została złożoność procesu recyklingu oraz zaznaczono, jak istotne jest odpowiednie przygotowanie odpadów przez konsumenta przed ich wyrzuceniem.

Poniższy fragment opisuje na przykładzie miasta Bonn kilka działań prospołecznych, które wspierają pozytywne zmiany zachowań konsumentów.

Podczas gdy za odzysk tworzyw sztucznych odpowiedzialny jest system dualny (który w Bonn obsługiwany jest przez firmę Remondis), przetwarzanie większości innych odpadów jest zadaniem lokalnych jednostek administracyjnych. W Bonn funkcjonuje firma BonnOrange, podlegająca radzie miasta, która jest finansowana przez mieszkańców poprzez opłaty za odbiór odpadów oraz z zysku pochodzącego z odprowadzania odpadów do prywatnych firm recyklingowych, np. kompostowni lub przetwórni makulatury. Opłaty ponoszone przez mieszkańców miasta są obliczane tak, aby bilansowały one przychody i wydatki BonnOrange. Koszty przypadające na pojedynczego mieszkańca zależą od masy produkowanych odpadów, która z założenia władz miasta wynosi 15 litrów na mieszkańca na tydzień (l/m*t), liczba ta może być obniżona do 10 l/m*t lub dowolnie zwiększona. Za każde 10 l/m*t należy uiścić opłatę w wysokoścu 14,06 euro na rok (źródło: Gebühren Müllabfuhr BonnOrange), a więc ok. 1,17 euro miesięcznie przy miesięcznych zarobkach statystycznego Niemca na poziomie 3938 euro brutto (Destatis).

W planie gospodarki odpadami z roku 2017 (Abfallwirtschaftskonzept 2017) BonnOrange wskazuje strategie, które mają na celu edukację społeczeństwa w temacie zapobiegania powstawaniu odpadów. Przykładowymi proekologicznymi krokami podejmowanymi w tym celu są: stoiska informacyjne podczas festynów, akcje zbiórki sprzętów elektrycznych w stoiskach na ulicach miasta, działalność edukacyjna w placówkach pedagogicznych i organizacja konkursów ekologicznych. Jedna z inicjatyw odbyła się na jarmarku świątecznym podczas „Europejskiego Tygodnia Unikania Śmieci", gdy jeden z pracowników, wyposażony w anielskie skrzydła, wymieniał z przechodnimi bawełniane torby w zamian za ich plastikowe reklamówki. W rezultacie w ciągu 3 godzin zamieniono 250 toreb. Podczas wydarzeń organizowanych przez miasto lub BonnOrange zabronione jest ponadto używanie naczyń jednokrotnego użytku. BonnOrange udziela darmowych konsultacji w temacie kompostowania, sponsoruje pojemniki śniadaniowe wielokrotnego użytku w szkołach podstawowych, a także od wielu lat prowadzi na swojej stronie internetowej pchli targ, który cieszy się dużą popularnością wśród mieszkańców. Jednocześnie na Facebooku znajduje się rozbudowana społeczność „Free your stuff Bonn", licząca ponad 32 tys. członków (stan na maj 2020), gdzie można za darmo oddać lub też przyjąć dowolny produkt od żywności, poprzez rowery po drogocenne wyposażenie mieszkania.

Wraz z popularyzacją trendu Zero Waste w Europie powstały także w Bonn sklepy, w których można zakupić coraz to więcej produktów umieszczonych we własnych opakowaniach. Biosklep Momo, działający w Bonn od 1983 roku, oferuje nawet system kaucyjny na słoiki wysokiej jakości, w których sprzedawane są ich artykuły. Na początku działalności produkty Momo były ręcznie pakowane na miejscu, jak wspomina właściciel firmy w wywiadzie dla LizzyNet (https://www.lizzynet.de/wws/52943396.php). Ze względu na biurokrację lat 90. i równoczesne restrykcyjne normy wprowadzone w branży spożywczej półki głównie zapełniały już opakowane produkty aż do roku 2018, gdy popyt na nieopakowaną żywność w Bonn wzrósł tak znacznie, a formalności nie równały się z ogromnym biurokracyjnym wysiłkiem, że kolejna zmiana polityki sprzedaży firmy okazała się opłacalna. Drugim sklepem oferującym nieopakowaną żywność jest „Freikost Deinet", który wspiera również regionalną produkcję warzyw, owoców oraz mleczarnie. Oba sklepy obsługują także niewielką kawiarnię, gdzie konsumenci mogą cieszyć się organicznie przygotowanymi posiłkami. Pod wpływem wspomnianych zmian, a także nacisku ze strony studenckiego samorządu stołówki uniwersyteckie zlikwidowały kubki na kawę jednorazowego użytku i zastąpiły je kubkami wielokrotnego użytku objętymi kaucją. Warto także wspomnieć, że w większości

supermarketów w Bonn można zakupić mleko, jogurt, śmietanę, a także soki wysokiej jakości w szklanych butelkach objętych systemem kaucyjnym. Wszystko powyższe wskazuje, że świadome oraz ekologiczne zakupy są w Bonn możliwe. Ale czy sama możliwość wystarcza?

Aby zwrócić uwagę mieszkańców na temat unikania wytwarzania śmieci i korzyści z tego płynących, studentka Annalena von Beek założyła bloga ZeroWasteMinimalist, którego popularność motywowała ją w krótkim czasie do założenia grupy aktywistów Zero Waste Bonn, której celem jest popularyzacja trendu. Annalena jest jednocześnie trenerem jogi i wykorzystuje to w popularyzowaniu dbania o czystość środowiska. Od sierpnia 2018 roku regularnie we współpracy z BonnOrange organizuje zbiórki śmieci na plażach i terenach zielonych nad Renem połączone z darmowymi warsztatami jogi nad rzeką. Grupa Zero Waste Bonn współpracuje z BonnOrange, aby zreformować system odbioru odpadów (dotychczas jedynym płatnym i obowiązkowym kontenerem jest czarny pojemnik na śmieci zmieszane, które są przez miasto spalane, podczas gdy szacuje się, że aż 60% tych odpadów mogłoby zostać poddanych procesowi kompostowania). Poza tym grupa ta wprowadziła do wielu kawiarni system „Refill", dzięki któremu przechodnie mogą napełnić swoje butelki pitną wodą. Inne przykłady działań prospołecznych to publiczne wykłady, wystąpienia w lokalnym radio i wywiady dla lokalnych gazet, warsztaty szycia woreczków na warzywa z resztek materiałów używanych przez Bonner Fahnenfrabrik (np. fabryka flag w Bonn) i wiele innych.

Inne lokalne grupy także urządzają różnego rodzaju eventy proekeologiczne. Przynajmniej raz w miesiącu organizowane są giełdy, podczas których można oddać lub pozyskać za darmo dowolną liczbę ubrań (organizatorami takich akcji są np. Greenpeace Bonn lub akademik ewangeliczny ESG). W dzielnicy Südstadt każdego miesiąca odbywa się tzw. Reparatur-Cafe, gdzie można pod okiem profesjonalistów zreperować przyniesione sprzęty lub ubrania, ale także zbudować własne meble. Pozostało wspomnieć jeszcze jedną organizację, której wpływ na zapobieganie powstawaniu odpadów nie tylko w Bonn, lecz także w całych Niemczech jest prawdopodobnie największy. Mowa tutaj o założonej w 2012 roku inicjatywie Foodsharing (foodsharing.de), działającej także w Austrii i Szwajcarii, mającej na celu aktywne zapobieganie marnowaniu żywności przez „ratowanie" produktów spożywczych, które w innym wypadku zostałyby wyrzucone. Na bezpłatnej platformie internetowej umożliwiającej dzielenie się żywnością z użytkownikami z okolicy zarejestrowanych jest niemal 255 tys. członków, a z tego ponad 56 tys. wolontariuszy, którzy aktywnie angażują się w „ratowanie" żywności we współpracy z ponad 5 tys. supermarketami, kawiarniami, restauracjami, piekarniami. Już ponad 23 tys. ton

żywności zostało uratowanych przed kontenerem (aktualne statystyki, źródło: foodsharing.de). Produkty otrzymywane przez wolontariuszy od współpracujących zakładów mają przekroczony termin ważności, a zatem są wykluczone z handlu, ale bez ryzyka wciąż mogą zostać spożyte. Wolontariusze są poza tym prawnie zobowiązani do bezpłatnej dystrybucji uratowanej żywności, a zakłady są zwolnione ze wszelkiej odpowiedzialności prawnej za oddane produkty. Głównym celem foodsharingu nie jest, w odróżnieniu od innych dobroczynnych organizacji, dystrybucja żywności do najbardziej potrzebujących, ale zapobieganie marnowaniu żywności bez względu na usytuowanie społeczne odbiorcy. Foodsharing wyjaśnia swoją misję w następujących słowach:

„W samych Niemczech marnowanie żywności jest dużym problemem: mniej więcej jedna trzecia produktów spożywczych jest marnowana. Tym samym marnowane są także zasoby zainwestowane w produkcję, pakowanie, transport i składowanie tychże produktów. Marnowanie zasobów ma także miejsce podczas sprzedaży i ostatecznie u konsumenta. Foodsharing uwrażliwia na ten temat wszystkie podmioty, z którymi inicjatywa foodsharing ma kontakt, (…) zwracając uwagę na marnowanie żywności i proponując rozwiązania. Celem jest inspirowanie jednostek do przemyśleń na temat ich konsumpcji. Foodsharing łączy ludzi o różnych podłożach socjalnych i zachęca do odpowiedzialnego traktowania zasobów naszej planety".

Foodsharing jest jedyną platformą takiej wielkości angażującą się publicznie w temat marnowania żywności. W Bonn wolontariusze tej inicjatywy chętnie demonstrują przydatność „uratowanych" produktów, oferując podczas różnych publicznych wydarzeń przyrządzone z nich posiłki. Pomysł przygotowania posiłków z produktów z różnych powodów wyłączonych ze sprzedaży można spotkać w wielu miejscach na świecie. Jednym z ciekawszych przykładów jest sklep-kawiarnia The Food Co-op przy kampusie Australian National University w Canberze (Australia), gdzie autorka tego rozdziału pracowała jako jedna z wolontariuszek podczas wymiany studenckiej. Lokal składa się z części restauracyjnej i regionalnego sklepu z żywnością organiczną, który wspiera lokalne farmy oraz oferuje sprzedaż produktów kosmetycznych bez opakowań. Obsługa sklepu, magazynu oraz kuchni to, z niewielkimi wyjątkami głównego kucharza, baristy czy kasjera, spontaniczni wolontariusze, którzy bez żadnego grafiku pojawiają się w sklepie, aby pomagać, a w porze lunchu mogą poprosić o bezpłatny posiłek. To o tych słynnych w całej Canberze posiłkach ma tu być mowa. Po cenach dużo niższych (w roku 2018 lunch kosztował 8 AUD lub 6 AUD ze studencką zniżką) niż te w komercyjnych restauracjach na campusie Co-op zapewnia wegański, bezglutenowy lunch czasem aż 200 klientom. Lunch ten jest przygotowywany w niewielkiej kuchni

wyposażonej w jedną kuchenkę gazową przez młodych kucharzy, zatrudnionych na kilka godzin w tygodniu za minimalną stawkę, oraz ich pomocników wolontariuszy. Menu jako takie nie istnieje, podobnie nie ma też żadnych stałych planów czy też wymagań, co dany kucharz ma w danym dniu przygotować. Gotowane jest danie z tych produktów, które zaczynają przejrzewać lub których wygląd optyczny spowodowałby spadek zainteresowania klientów sklepu. Jest to oczywiście wyzwanie kulinarne, wymagające elastyczności, bo cóż tu począć z 20 kilogramami marchewek? Jednak zapewnia to też rozrywkę w kuchni, daje szansę do innowacji, jednocześnie gwarantując sezonową różnorodność. Wolontariuszem może być każdy i nie trzeba w tym celu załatwiać żadnych formalności. Jeżeli przystąpi się do kooperatywy, to za odpracowane godziny otrzyma się także zniżkę w sklepie. The Food Co-op przykłada wagę do integracji i inkluzji, zachęcając do wolontariatu ludzi niepełnosprawnych lub zapraszając różne narodowości do gotowania narodowych potraw w konkretne dni. Wieczorami lokal zwykle zapełnia się ponownie, gdyż często organizowane są tam wykłady proekologiczne, czy też koncerty na cele charytatywne i tym samym odbywa ważną rolę w życiu lokalnej społeczności.

Biorąc pod uwagę powyższe przykłady, można wysunąć tezę, że inicjatywy społeczne mają wysoką skuteczność i niezmierny potencjał osiągnięcia dużych grup odbiorców w tematyce proekologicznej. Jeżeli pierwszym skojarzeniem z unikaniem odpadów czy rezygnacją z opakowań jest nienarzucone odgórnie prawo, a pyszny posiłek zostaje zjedzony w przytulnej kawiarni propagującej te idee, zmiana przyzwyczajeń jest dużo bardziej prawdopodobna. Człowiek ma tendencję do przychylnego nastawienia do tematów, z którymi wiąże pozytywne uczucia. Poza tym takie inicjatywy czy też grupy i organizacje przyciągają uwagę ich przypadkowych uczestników na dłużej niż np. ulotki dystrybuowane przez lokalny rząd zwracające uwagę na konieczność zwiększenia poziomu recyklingu. Oczywiście nie należy tu zapominać, że normy prawne w znacznym stopniu wspierają transformację w stronę gospodarki o obiegu zamkniętym. Jednym z częstych argumentów konsumentów przeciwko trendowi Zero Waste czy podejmowaniu innych wysiłków w trosce o środowisko naturalne jest stwierdzenie, że zmiana zachowania jednostki nie prowadzi do przemian zauważalnych w skali kraju lub świata, tak więc aby zmienić nawyki konsumenckie, wręcz potrzeba narzucających to regulacji prawnych. Jest to wprawdzie wyolbrzymienie, jednakże zawiera ono ciekawy aspekt z teorii ekonomicznej. W przypadku braku egzekwowanych norm prawnych w zakresie ochrony środowiska jednym z najpopularniejszych fenomenów ekonomicznych jest tzw. efekt gapowicza, który określa, że podmiot, który nie może być wykluczony z otrzymywania korzyści płynących z danej sytuacji lub

określonego dobra, będzie skłonny ku minimalizacji własnych kosztów i wysiłków, co może prowadzić do nieprzestrzegania norm przy jednoczesnym czerpaniu korzyści. Podsumowując, należy zauważyć, że tylko jeden scenariusz może w demokratyczny sposób doprowadzić do utopijnej transformacji gospodarki o typie liniowym do tej o obiegu zamkniętym, a mianowicie ten, w którym zaangażowane społeczeństwo jest wspierane przez system prawny.

Źródła

Abfallwirtschaftskonzept 2017
https://www.bonnorange.de/fileadmin/dateien/pdf/abfallwirtschaftskonzepte/2017_11_17_awiko_bonn_final.pdf
Foodsharing.de Wikipedia: https://de.wikipedia.org/wiki/Foodsharing.de

Grafika 1
https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/statistiken/allgemeine-abfallwirtschaft/verhaeltnis-restmuell-und-wertstoffe/

Grafika 2
https://www.bmu.de/media/recycling-quoten-fuer-wertstoffe/

Das Duale System
https://de.wikipedia.org/wiki/Duales_System_(Abfallwirtschaft)#cite_note-3
Abfallbilanz 2016 https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.html
Artykuł PET https://www.neue-verpackung.de/63891/recyclingquote-fuer-pet-getraenkeflaschen-weiterhin-auf-hohem-niveau/

Artykuły w Deutsche Welle na temat recyklingu
https://www.dw.com/de/das-passiert-mit-dem-deutschen-m%C3%BCll/a-46458099
https://www.dw.com/de/deutschlands-falsche-liebe-zum-recycling/a-43964209
https://www.dw.com/de/das-gesch%C3%A4ft-mit-dem-m%C3%BCll/a-43687045

Zarobki brutto
https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Verdienste/Verdienste-Verdienstunterschiede/_inhalt.html
Opłaty za wywóz śmieci
https://www.bonnorange.de/fileadmin/dateien/pdf/gebuehren_muellabfuhr_2019.pdf

4.3. Badania ankietowe związane z selektywną zbiórką odpadów komunalnych (W. Hryb)

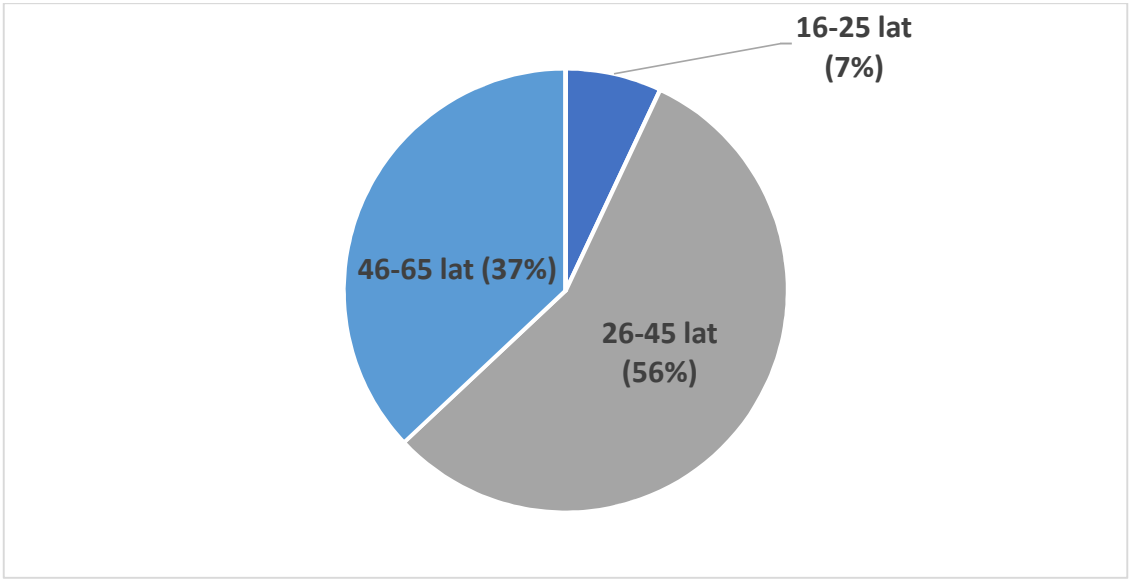
Niniejszy podrozdział przedstawia wyniki ankiety przeprowadzonej na przełomie października oraz listopada 2019 roku.

Celami ankiety były: określenie zaangażowania badanej grupy w selektywną zbiórkę odpadów komunalnych, ocena wiedzy ankietowanych dotyczącej tej tematyki, analiza aspektów ekonomicznych, środowiskowych oraz identyfikacja problemów i barier wiążących się z rozwojem selektywnej zbiórki.

W ankiecie wzięło udział 157 pracowników administracyjno-ekonomicznych, inżynieryjno-technicznych i naukowo-technicznych Politechniki Śląskiej w Gliwicach, wśród których byli w przeważającej części pracownicy Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki oraz Wydziału Mechaniczno-Technologicznego (całkowita liczba tych pracowników to ok. 180 osób). Wśród ankietowanych były głównie (ponad 80%) kobiety. Przedział wiekowy badanych został przedstawiony na wykresie 23. Największą grupę stanowili respondenci w przedziale wiekowym 26-45 lat.

Wykres 23

Wiek ankietowanych



Źródło: Opracowanie własne.

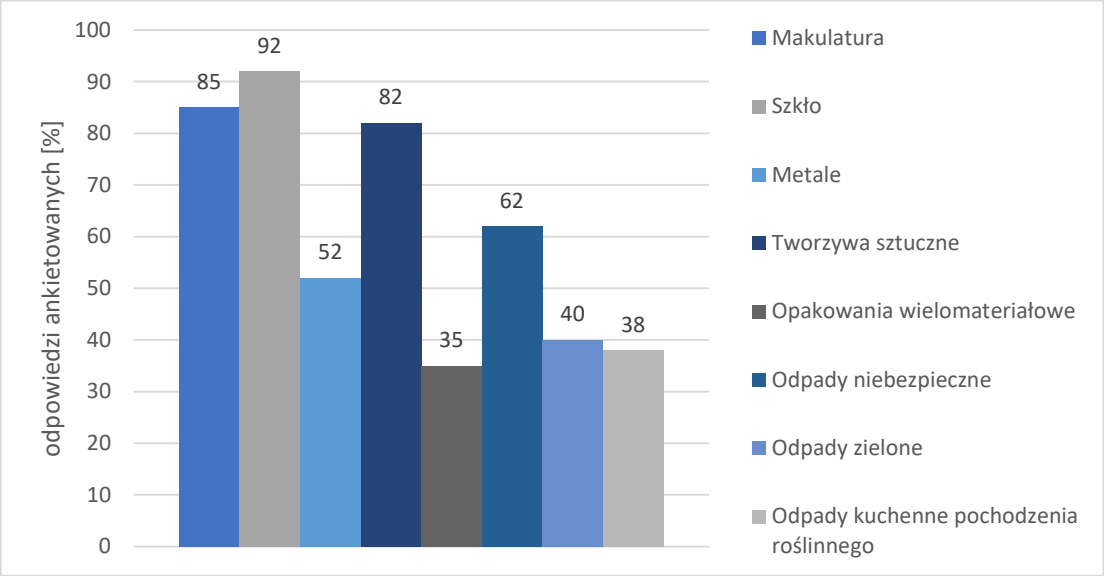
Około 70% badanych miało wykształcenie wyższe.
Co trzeci ankietowany mieszka w domu jednorodzinnym. Zaledwie 11% badanych stanowili mieszkańcy wsi, 12% mieszka w małych miastach do 50 tys. mieszkańców, pozostali ankietowani na co dzień żyją w dużych miastach.
W dalszej części rozdziału przedstawiono analizę odpowiedzi na poszczególne pytania; została ona podzielona na 3 bloki: gospodarowanie odpadami, odpady biodegradowalne oraz odpady niebezpieczne.

Gospodarowanie odpadami

Większość ankietowanych, bo aż 93%, segreguje odpady komunalne, jednak część z nich (16%) przyznaje się, że nie robi tego regularnie. Wśród najczęściej wydzielanych odpadów można znaleźć frakcje takie jak szkło, makulatura i tworzywa sztuczne. Znacznie mniej ankietowanych sortuje odpady niebezpieczne, metale, odpady biodegradowalne czy wielomateriałowe. Szczegółowe wyniki dotyczące wydzielanych frakcji przez ankietowanych przedstawiono na wykresie 24.

Wykres 24

Rodzaje wydzielanych frakcji w ramach selektywnej zbiórki



Źródło: Opracowanie własne.

Dla ponad połowy (54%) ankietowanych największym problemem w selektywnej zbiórce jest brak miejsca w gospodarstwie domowym na kosze do segregacji odpadów. Co trzecia osoba uważa, że nie ma możliwości segregacji ze względu na brak

odpowiednich kontenerów. Dla 3% ankietowanych problemem jest odległość wiat śmietnikowych od budynków mieszkalnych.

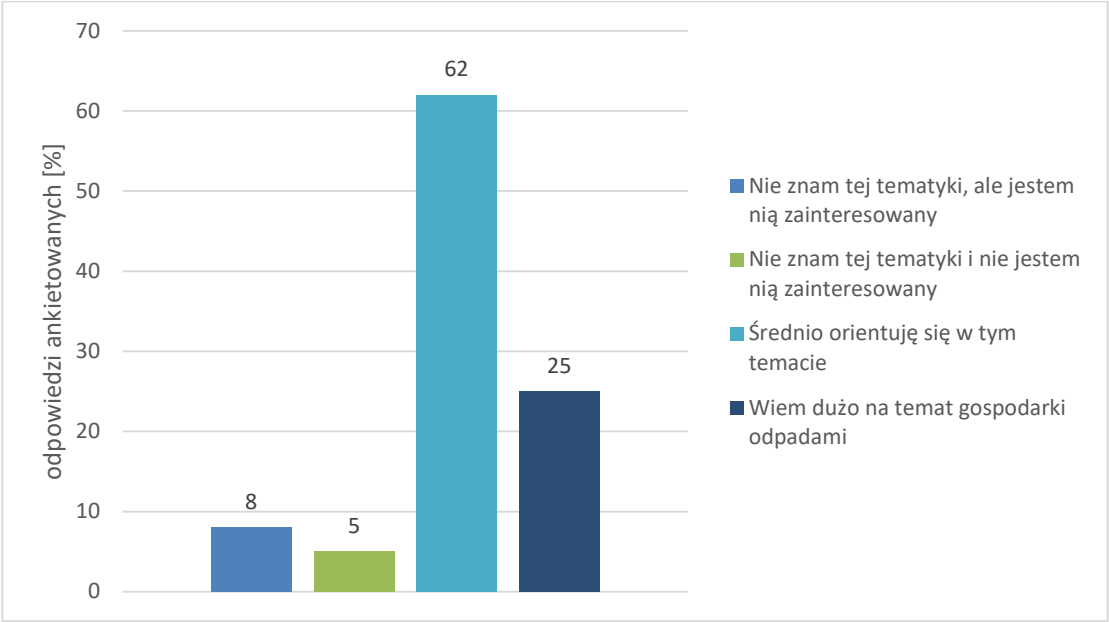
Większość z ankietowanych, bo aż 94% uważa, że głównym celem selektywnej zbiórki odpadów komunalnych jest możliwość ich ponownego przetworzenia – recykling. Tylko niewielka część badanych błędnie wskazała, że głównym celem segregacji odpadów jest dbałość o czystość i estetykę oraz łatwiejszy transport odpadów na składowisko.

Zdaniem aż 28% respondentów odpady, pomimo selektywnej zbiórki, są mieszane i wywożone jedną śmieciarką (chodzi o śmieciarkę z jedną komorą). Jest to występująca w Polsce patologia, o której wspomniano już w rozdziale dotyczącym transportu odpadów komunalnych. Większość ankietowanych nie narzeka na częstotliwość odbioru odpadów.

W badaniu poproszono także o subiektywną ocenę swojej wiedzy na temat gospodarki odpadami. Aż 62% ankietowanych określiło swój poziom wiedzy jako średni. Dokładne wyniki dotyczące tego pytania przedstawiono na wykresie 25.

Wykres 25

Subiektywna ocena wiedzy na temat gospodarki odpadami

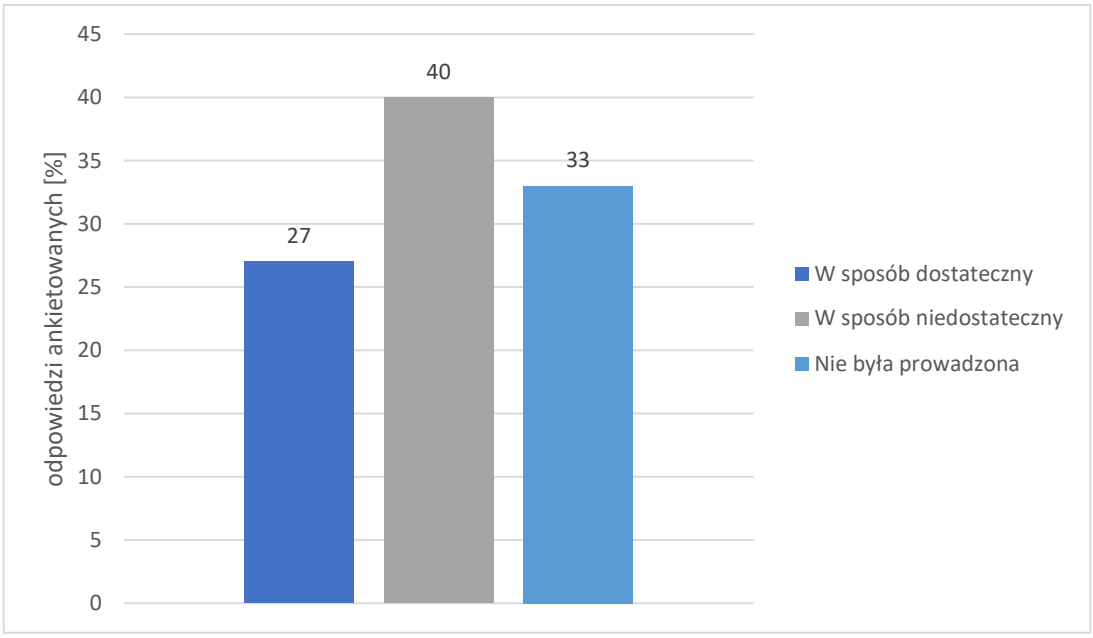


Źródło: Opracowanie własne.

Tak jak wspomniano we wcześniejszych rozdziałach, zadaniem gmin w zakresie gospodarowania odpadami jest także edukacja mieszkańców w tym temacie. Ocena jej jakości widoczna jest na wykresie 26.

Wykres 26

Jakość prowadzonej edukacji w zakresie selektywnej zbiórki odpadów



Źródło: Opracowanie własne.

Jak pokazały wyniki przeprowadzonej ankiety, większość respondentów uważa, że edukacja jest przez gminę prowadzona w nieodpowiedni sposób lub też w ogóle tego działania nie zauważa. Luki w wiedzy na temat gospodarki odpadami widoczne są chociażby w odpowiedziach do pytania dotyczącego Punktu Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych, ponieważ prawie 60% respondentów nie wie, czy taki punkt w ich mieście/gminie został zorganizowany, a 7% uważa, że nie. Zaledwie 15% ankietowanych przyznaje się do korzystania z PSZOK-u.

Respondenci (63%) nie wiedzą także, ile miesięcznie płacą za gospodarowanie odpadami, pomimo że co trzeci z nich mieszka w gospodarstwie zaledwie dwuosobowym, co czwarty w czteroosobowym. Co ciekawe, zaskakująco dużo, bo aż 54% badanych uważa, że mogliby na ten cel przeznaczyć większą kwotę, jeżeli miałoby to chronić środowisko naturalne.

Odpady biodegradowalne

Zaledwie co czwarty ankietowany selektywnie zbiera odpady kuchenne pochodzenia roślinnego. Wynik ten nie jest zbyt optymistyczny, jednak biorąc pod uwagę, że brązowe pojemniki na odpady biodegradowalne w polskich gminach zaczęły pojawiać się stosunkowo niedawno, nie jest również zaskoczeniem.

Niepokojący jest fakt, że blisko 70% ankietowanych uważa, że w miejscu ich zamieszkania nie jest prowadzona selektywna zbiórka odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego.

Niestety większość (87%) ankietowanych nie wie nawet, jakiego koloru jest pojemnik/worek przeznaczony na frakcję organiczną pochodzenia roślinnego.

Respondenci zostali poproszeni także o zaznaczenie odpadów nadających się do kompostowania.

Liczba prawidłowych odpowiedzi dla poszczególnych rodzajów odpadów była następująca:

- odpady pochodzenia roślinnego − 73%,
- odpady, obierki po owocach i warzywach − 92%,
- skórki od bananów − 63%,
- resztki owoców cytrusowych − 58%,
- przeterminowane produkty spożywcze − 14%,
- fusy po kawie i herbacie − 47%,
- stary chleb − 31%,
- przeterminowane wyroby cukiernicze − 8%,
- skorupki jaj − 65%.

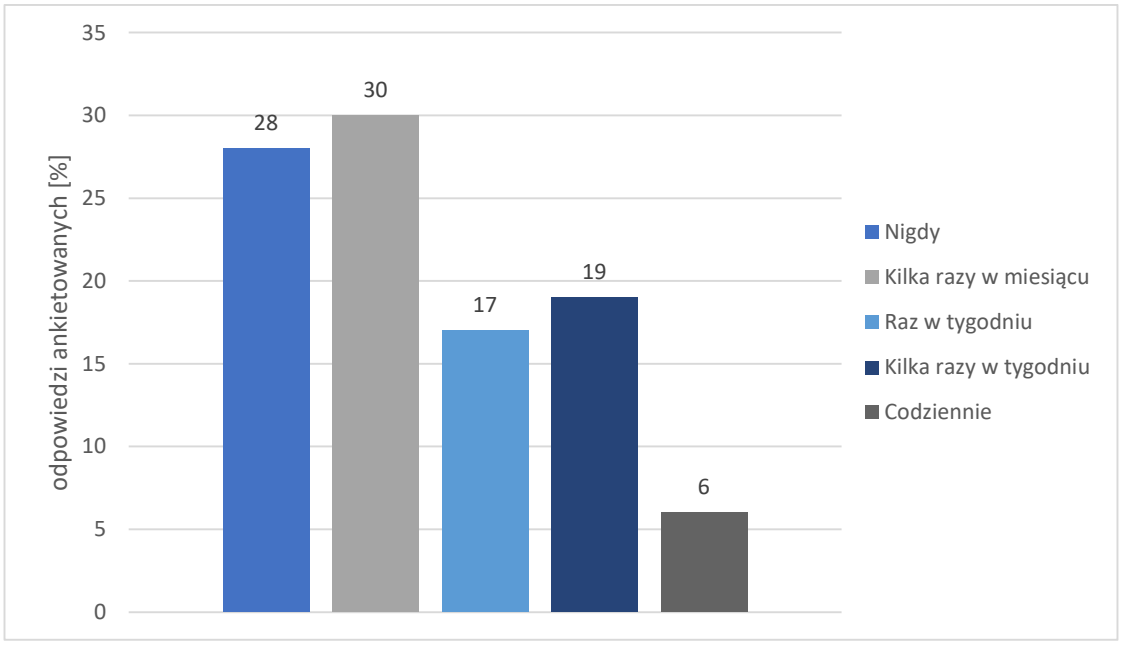
Aż 16% ankietowanych błędnie uważa, że można kompostować kości oraz mięso, a 7% jest zdania, że do procesu tego nadają się także odchody zwierzęce.

Zaledwie 14% respondentów ma kompostownik i we własnym zakresie kompostuje odpady kuchenne, 2% odpowiadających uważa, że robiłoby to, gdyby otrzymali od gminy kompostownik, tyle samo osób planuje jego zakupienie.

Komisja Europejska w swoich komunikatach wielokrotnie podejmuje się problematyki marnotrawstwa żywności. Wyniki przeprowadzonych badań są optymistyczne (wykres 27).

Wykres 27

Częstotliwość wyrzucania żywności przez ankietowanych

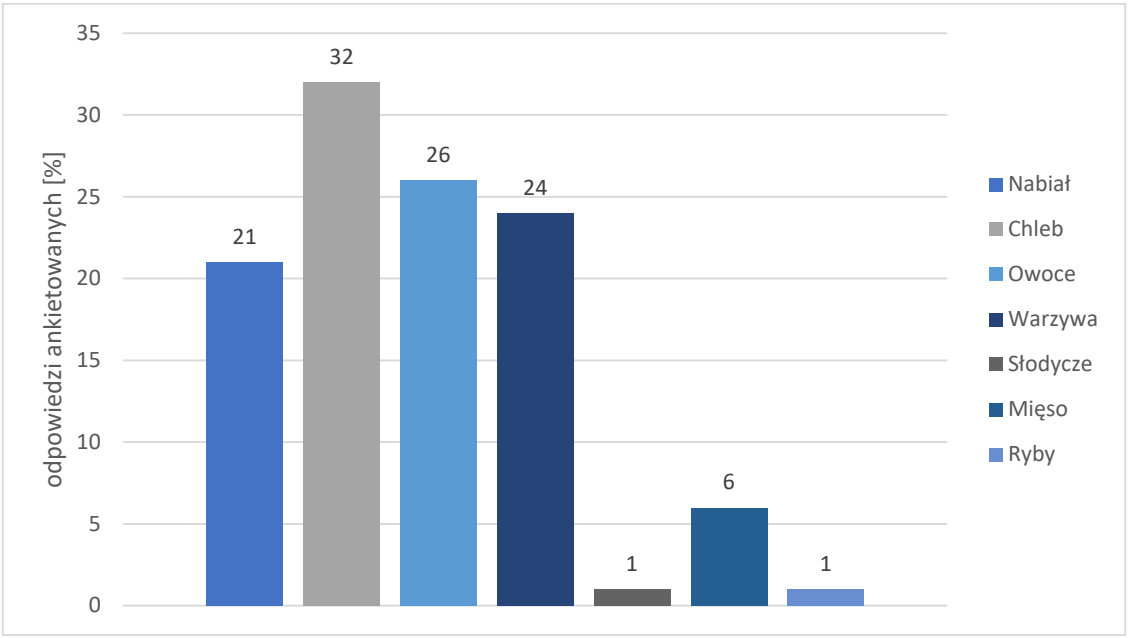


Źródło: Opracowanie własne.

Ponad połowa badanych uważa, że nie wyrzuca żywności wcale lub robi to bardzo rzadko. Wśród najczęściej wyrzucanych produktów są pieczywo, warzywa i owoce oraz nabiał (wykres 28).

Wykres 28

Najczęściej wyrzucane produkty żywnościowe



Źródło. Opracowanie własne.

Jako główny powód wyrzucania żywności respondenci podali przekroczoną datę ważności. Równie często wyrzucana jest żywność w postaci resztek z obiadu. Część ankietowanych przyznaje, że wyrzuca żywność dlatego, że po prostu kupuje jej za dużo.

Odpady niebezpieczne

Przeprowadzone badania miały na celu także określenie wiedzy społeczeństwa na temat odpadów niebezpiecznych znajdujących się wśród odpadów komunalnych.
Respondenci, podobnie jak w przypadku odpadów kuchennych, mieli wybrać z listy odpady niebezpieczne.
Procentowy udział prawidłowych odpowiedzi dla poszczególnych frakcji odpadów to:

- baterie − 92%,
- przeterminowane lekarstwa − 83%,
- opakowania po farbach i klejach − 73%,
- przeterminowane farby i środki ochrony roślin − 84%,
- opakowania po środkach ochrony roślin − 53%.

Aż 35% respondentów za odpad niebezpieczny uznało butelki plastikowe, aż 6% nawet pudełka tekturowe. Wybór niniejszych frakcji odpadów jako odpadów niebezpiecznych potwierdza jedynie niedostateczną wiedzę respondentów.

Podsumowanie

Reasumując, należy zauważyć, że większość ankietowanych regularnie prowadzi w swoim gospodarstwie domowym selektywną zbiórkę. Najczęściej wydzielanymi frakcjami są szkło, makulatura i tworzywa sztuczne.
Dla badanych największym problemem w selektywnej zbiórce jest konieczność wygospodarowania w mieszkaniu sporej przestrzeni na posortowane odpady.
Respondenci w większości są świadomi, że celem selektywnej zbiórki odpadów komunalnych jest przede wszystkim zwiększenie możliwości ich ponownego przetworzenia.
Swoją wiedzę na temat gospodarki odpadami badani określili jako średnią, pomimo tego spora część ankietowanych przyznała, że nie wie, ile miesięcznie płaci za gospodarowanie odpadami, oraz nie wie nic na temat Punktu Selektywnej Zbiórki Odpadów Komunalnych w swojej gminie. Dodatkowo aż 35% ankietowanych jako odpad niebezpieczny wskazało butelki z tworzywa sztucznego. Prawie 90%

odpowiadających na pytania nie wiedziało, jakiego koloru jest pojemnik/kontener na odpady biodegradowalne.
Niestety pomimo wiedzy, jakie odpady nadają się do kompostowania, większość respondentów nie prowadzi tego procesu we własnym gospodarstwie domowym, ale wynika to także z tego, że większość z nich nie ma warunków do prowadzenia tego procesu, gdyż mieszka w blokach wielorodzinnych. Tylko 36% ankietowanych mieszka w domach jednorodzinnych, a 14% respondentów ma kompostownik.
Niepokojący jest fakt, że blisko 70% ankietowanych uważa, że w miejscu ich zamieszkania nie jest prowadzona selektywna zbiórka odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego. Dlatego szanse na to, że w najbliższym czasie uda się wprowadzić w Polsce efektywną selektywną zbiórkę odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego, szczególnie w zabudowie wielorodzinnej, w tzw. blokach, są znikome.
Jeżeli chodzi o aspekt marnowania żywności, to ankietowani rzadko ją wyrzucają, a jeżeli to robią, zazwyczaj są to pieczywo, warzywa i owoce oraz nabiał.
Przeprowadzone badania wykazały wśród ankietowanych spore braki w wiedzy na temat gospodarki odpadami. Pomimo że gminy prowadzą edukację mieszkańców, zazwyczaj przez kolportaż ulotek czy rozwieszanie plakatów, to jest to niewystarczające. Wydaje się, że największą przeszkodą w poprawnej i pełnej segregacji odpadów jest brak miejsca w domach na rozstawienie sporej liczby pojemników. Warto informować mieszkańców, że część surowców wtórnych można gromadzić łącznie w jednym pojemniku w gospodarstwie domowym, a rozdzielać je dopiero przy pojemnikach w altanie śmieciowej.
Niewątpliwie ważnymi do poprawienia aspektami są edukacja społeczeństwa oraz usprawnienie transportu odpadów. Widok pracowników, którzy do jednej śmieciarki wsypują selektywnie zebrane przez mieszkańców odpady, nie wpływa pozytywnie na ich motywację.

Podsumowanie

Wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym jest rozwiązaniem koniecznym, gdy weźmie się pod uwagę wzrost liczby ludności, konsumpcjonizm, rozwój przemysłu, a także kurczące się zasoby naturalne.
Należy jednak pamiętać, że jest to proces niezwykle trudny, bo wymagający zmian zarówno gospodarczych, jak i społecznych, dlatego niezbędne jest wprowadzenie mechanizmów wspierających. Niewątpliwie branża odpadowa odgrywa jedną

z kluczowych ról w tej transformacji. Jednak sukces zostanie osiągnięty tylko w przypadku pełnej współpracy z pozostałymi uczestnikami systemu, w tym ze społeczeństwem, z przemysłem, projektantami czy prawodawcą.

Osiągane poziomy recyklingu oraz zbiórki odpadów komunalnych w poszczególnych krajach Unii Europejskiej znacznie się różnią, dlatego niemożliwe jest stworzenie uniwersalnego przepisu efektywnej zmiany gospodarki. Proces transformacji jest długi oraz stopniowy, a wprowadzane kroki powinny być poprzedzone dogłębnymi analizami i badaniami, tak by mogły być dopasowane do indywidualnego przypadku. Obecna sytuacja instalacji komunalnych w Polsce wiąże się z rosnącymi kosztami, takimi jak: zabezpieczenie roszczeń, wymogi dotyczące BAT, koszty energii, koszty związanie z nowymi przepisami i obostrzeniami dotyczącymi monitoringu wizyjnego i magazynowania odpadów. Spadek cen bądź ujemne ceny za surowce wtórne, brak rozszerzonej odpowiedzialności producenta (ROP), małe przepustowości i zainteresowanie recyklerów surowcami pochodzącymi z odpadów, zamkniecie się rynku chińskiego na surowce wtórne z Europy − to wszystko powoduje, że osiągnięcie wymaganych poziomów recyklingu w kolejnych latach w Polsce i innych krajach Unii Europejskiej jest mało realne.

Początek 2020 roku przyniósł w branży gospodarki odpadami wiele zmian, przede wszystkim w związku z ogłoszoną pandemią koronawirusa. Wtedy też część instalacji całkowicie zrezygnowała z sortowania ręcznego, wprowadzono dezynfekcję pomieszczeń oraz „kwarantannę" odpadów (ok. 9 dni) przed podaniem na linię sortowniczą. Nieliczne sortownie zupełnie zrezygnowały z sortowania odpadów komunalnych, kierując je bezpośrednio na składowisko, łamiąc tym samym obowiązujące przepisy. Negatywne skutki odczuł rynek recyklerów tworzyw sztucznych, na których produkt w postaci recyklatu zmniejszyło się zapotrzebowanie w związku z drastycznym spadkiem cen za surowiec pierwotny wykorzystywany do produkcji tworzyw sztucznych, jakim jest ropa naftowa. W 2020 roku ceny surowców wtórnych spadły o ok. 20% w porównaniu z rokiem 2019, co negatywnie wpływa na możliwości efektywnego wdrożenia gospodarki cyrkularnej.

Gospodarka odpadami w Polsce wymaga jeszcze wielu zmian, począwszy od zbiórki, transportu, sposobu zagospodarowania odpadów czy, ogólnie ujmując, organizacji i logistyki procesu.

Konieczne jest stworzenie w Polsce i Unii Europejskiej chłonnego rynku na surowce wtórne, a wytwarzanie nowych produktów czy opakowań z dodatkiem surowca pochodzącego z recyklingu powinno być obowiązkowe, a przynajmniej preferowane przez rozwiązania fiskalne. Ważna jest w tym zakresie współpraca wszystkich

uczestników systemu, w tym m.in. projektujących opakowania – ekoprojektowanie, organizujących selektywną zbiórkę, sortujących odpady, recyklerów, tworzących przepisy prawne.

Rynek recyklerów w Unii Europejskiej załamuje się. Szansą i nieodzownym warunkiem skutecznej realizacji gospodarki o obiegu zamkniętym w aspekcie odpadów komunalnych jest − poza ekoprojektowaniem i wprowadzeniem rozszerzonej odpowiedzialności producenta, mającej zapewnić rentowność działań − wdrożenie podatku od pierwotnych tworzyw sztucznych, nazywanego „Plastic tax", co zmotywuje producentów opakowań i produktów z tworzyw sztucznych do korzystania z surowców wtórnych pochodzących z odpadów. Podatek powinien objąć np. opakowania, które w swoim składzie będą miały mniej niż 25% recyklatu. Recyklat stanie się wówczas preferowanym materiałem. Bez wprowadzenia mechanizmów fiskalnych Polska nie pobudzi rynku na surowce wtórne. Kolejnym etapem wprowadzania gospodarki o obiegu zamkniętym powinno być wprowadzenie systemu kaucyjno-depozytowego. Obecne dopłaty do recyklingu surowców wtórnych w Polsce są symboliczne, np. za butelkę z tworzywa sztucznego stawka wynosi 0,05 grosza, a w innych krajach Europejskich jest ona w zakresie 2-3 groszy. Z tego powodu do naszych recyklerów często trafiają surowce wtórne np. z Niemiec, za których odbiór Niemcy często dopłacają, a na polskie surowce wtórne nie ma już miejsca.

Optymizmem napawa zwiększone zainteresowanie przedsiębiorców czystszą produkcją czy ideą gospodarki cyrkularnej, a także rosnąca świadomość społeczeństwa oraz zaciekawienie ruchami typu „zero/less waste".

Monografia kompleksowo omawia podstawy gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce, począwszy od jej historii, poprzez dokładne opracowanie jej poszczególnych elementów. Przedstawia także niezwykle ważną w ostatnim czasie ideę gospodarki cyrkularnej od jej genezy, aspektów prawnych, najważniejszych jej założeń oraz przykładów realizacji aż po obraz polskiego recyklingu frakcji takich jak: szkło, metale, tworzywa sztuczne, bioodpady, papier oraz tekstylia. W ostatniej części niniejszej monografii omówiono styl życia typu „Zero Waste" oraz rozwój tego ruchu, a jako ciekawostkę przedstawiono także gospodarkę odpadami w niemieckim Bonn. Część badawczą monografii stanowią badania ankietowe pokazujące zaangażowanie i wiedzę badanej grupy z zakresu gospodarki odpadami komunalnymi, badania wybranych komponentów środowiska w zasięgu oddziaływania składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne oraz badania właściwości nawozowych odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego.

ZAŁĄCZNIK 1

Tabela 26

Jednostkowe stawki opłat za gospodarowanie odpadami w różnych miastach Polski wraz z obliczeniem opłaty dla założonego przypadku

Białystok[401]		Opłata ze względu na wielkość nieruchomości [zł]			Obliczenia
		do 40 m^2	40,01-80 m^2	powyżej 80 m^2	[zł]
	niesegregowane	23,00	42,00	54,00	42,00
	segregowane	9,00	21,00	29,00	21,00
Bydgoszcz[402]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]			
	niesegregowane	39,00			$39 \cdot 3 = 117{,}00$
	segregowane	13,00			$13 \cdot 3 = 39{,}00$
Gdańsk[403]		Opłata ze względu na wielkość nieruchomości [zł/m^2]			
		do 110 m^2	powyżej 110 m^2		
	niesegregowane	0,88	0,10		$0{,}88 \cdot 50 = 44{,}00$
	segregowane	0,44	0,05		$0{,}44 \cdot 50 = 22{,}00$
Katowice[404]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]			
	niesegregowane	20,00			$20 \cdot 3 = 60{,}00$
	segregowane	14,00			$14 \cdot 3 = 42{,}00$

[401] www.odpady.bialystok.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[402] www.czystabydgoszcz.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[403] www.czystemiasto.gdansk.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[404] www.odpady.katowice.eu (dostęp: 10.02.2019 r.).

Gorzów Wlkp.[405]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]						
	niesegregowane	19,00						$19 \cdot 3 = 57{,}00$
	segregowane	13,00						$13 \cdot 3 = 39{,}00$
Kielce[406]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]						
	niesegregowane	12,00						$12 \cdot 3 = 36{,}00$
	segregowane	9,50						$9{,}5 \cdot 3 = 28{,}50$
Kraków[407]		Zabudowa jednorodzinna [zł]						
		1 os.	2 os.	3 os.	4 os.	5 os.	6 os.	7 os. i więcej	
	niesegregowane	39,00	54,00	69,00	84,00	94,00	99,00	103,00	69,00
	segregowane	26,00	36,00	46,00	56,00	63,00	66,00	69,00	46,00
		Zabudowa wielorodzinna [zł]						
	niesegregowane	22,00	41,00	60,00	73,00	82,00	86,00	89,00	60,00
	segregowane	15,00	29,00	41,00	50,00	56,00	59,00	62,00	41,00
Lublin[408]		Zabudowa jednorodzinna [zł]						
		1 os			2 os		3 os i więcej	
	niesegregowane	90,00			120,00		150,00	150,00
	segregowane	45,00			60,00		75,00	75,00
		Zabudowa wielorodzinna [zł]						
	niesegregowane	42,00			82,00		126,00	126,00

[405] www.biuletyn.net (dostęp: 10.02.2019 r.).
[406] www.um.kielce.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[407] www.mpo.krakow.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[408] www.lublin.eu (dostęp: 10.02.2019 r.).

	segregowane	21,00		41,00		63,00		63,00
Łódź[409]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]						
	niesegregowane	22,00						$22 \cdot 3 = 66{,}00$
	segregowane	13,00						$13 \cdot 3 = 39{,}00$
Olsztyn[410]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]						
	niesegregowane	14,41						$14{,}41 \cdot 3 = 43{,}23$
	segregowane	9,80						$9{,}8 \cdot 3 = 29{,}40$
Opole[411]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]						
	niesegregowane	20,00						$20 \cdot 3 = 60{,}00$
	segregowane	13,00						$13 \cdot 3 = 39{,}00$
Poznań[412]		Opłata od osoby zamieszkującej [zł/M]						
		1-3 os.	4 os.	5 os.	6 os.	7 os.	8 os.		
	niesegregowane	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00		$20 \cdot 3 = 60{,}00$
	segregowane	12,00	11,40	10,80	10,20	9,60	9,00	Każda kolejna osoba to obniżenie stawki o 0,60 zł przy zbiórce selektywnej.	$12 \cdot 3 = 36{,}00$

[409] www.uml.lodz.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[410] www.czysty.olsztyn.eu (dostęp: 10.02.2019 r.).
[411] www.smieciopolis.opole.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[412] www.goap.org.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).

								Powyżej 13 os. każda kolejna 6,00zł	
Rzeszów[413]		Zabudowa jednorodzinna [zł]							
		1 os.	2 os.	3 os.	4 os.		5 os. i więcej		
	niesegregowane	22,00	45,00	60,00	69,00		90,00		60,00
	segregowane	15,00	30,00	40,00	46,00		60,00		40,00
		Zabudowa wielorodzinna [zł]							
	niesegregowane	15,00	27	39,00	48,00		57,00		39,00
	segregowane	10,00	18	26,00	32,00		38,00		26,00
Szczecin[414]		Opłata od zużycia wody [zł/m^3]							
	niesegregowane	5,00							$5{,}00 \cdot 13{,}5 = 67{,}50$
	segregowane	4,00							$4{,}00 \cdot 13{,}5 = 54{,}00$
Toruń[415]		Zabudowa jednorodzinna [zł]							
		1 os.	2 os.		3 os.		4 os. i więcej		
	niesegregowane	15,00	29,00		42,00		53,00		42,00
	segregowane	12,00	23,00		33,00		42,00		33,00
		Zabudowa wielorodzinna [zł]							
	niesegregowane	14,00	27,00		38,00		48,00		38,00

[413] www.bip.erzeszow.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[414] www.eurzad.szczecin.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).
[415] www.odpady.torun.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).

	segregowane	11,00	21,00	30,00	38,00	30,00
Warszawa[416]		Zabudowa jednorodzinna [zł]				
		1 os.	2 os.	3 os.	4 os. i więcej	
	niesegregowane	36,00	54,00	72,00	72,00	72,00
	segregowane	30,00	45,00	60,00	60,00	60,00
		Zabudowa wielorodzinna [zł]				
	niesegregowane	12,00	23,00	34,00	45,00	34,00
	segregowane	10,00	19,00	28,00	37,00	28,00
Wrocław[417]		Opłata ze względu na wielkość nieruchomości				
		Zabudowa jednorodzinna i budynki do 4 mieszkań				
		do 27m^2 na osobę [zł/m^2]		pow. 27 m^2 na osobę [zł/M]		
	niesegregowane	1,42		33,00		$1{,}42 \cdot 50 = 71{,}00$
	segregowane	0,95		22,00		$0{,}95 \cdot 50 = 47{,}50$
		Zabudowa wielorodzinna				
	niesegregowane	1,27		28,50		$1{,}27 \cdot 50 = 63{,}50$
	segregowane	0,85		19,00		$0{,}85 \cdot 50 = 42{,}50$
		Zabudowa jednorodzinna [zł]				

[416] Uchwała nr V/85/2015 Rady Miasta Stołecznego Warszawy w sprawie wyboru metody ustalenia opłaty za gospodarowanie odpadami komunalnymi, ustalenia stawki takiej opłaty oraz ustalenia stawki opłaty za pojemnik o określonej pojemności z dnia 12 lutego 2015 r., Dziennik Urzędowy Województwa Mazowieckiego, Warszawa 2015.
[417] www.ekosystem.wroc.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).

Zielona Góra[418]		do 2 os.	pow. 2 os.	
	niesegregowane	40,00	60,00	60,00
	segregowane	26,00	36,72	36,72
		Zabudowa wielorodzinna [zł/M]		
	niesegregowane	15,00	15,00	$15 \cdot 3 = 45{,}00$
	segregowane	8,80	8,80	$8{,}80 \cdot 3 = 26{,}40$

[418] www.bip.zielonagora.pl (dostęp: 10.02.2019 r.).

BIBLIOGRAFIA

1. Baron M., Kozioł M. (red.): Paliwa z odpadów – definicje, klasyfikacje, wykorzystanie, [w:] Wybrane zagadnienia procesów energetycznego wykorzystania i termicznego unieszkodliwiania odpadów, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2015.
2. Bień J.: Gospodarka odpadami – jak to się robi w Japonii, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 5(5)/2018, s. 30-33.
3. Bilitewski B., Hardtle G., Marek K.: Podręcznik gospodarki odpadami, Wyd. Seidel-Przywecki Sp. z o.o., Warszawa 2003.
4. Bilitewski B.: Sprawdzone metody gospodarowania odpadami komunalnymi. Zbiór informacji i założenia dla zrównoważonej gospodarki odpadami komunalnymi wraz z odpowiednimi instalacjami i technologiami. Stowarzyszenie Technologii Ekologicznych SILESIA, Opole 2010.
5. Bogajewski T.: Gospodarka odpadami komunalnymi stałymi w Polsce na przełomie XX i XXI wieku, Polski Klub Ekologiczny Okręg Wielkopolski, Poznań 2007, s. 7-10, 39.
6. Borkowski K.: Globalna walka z zanieczyszczeniem mórz i oceanów. Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 7-8, s. 14-16.
7. Brągoszewska E., Biedroń I., Hryb W.: Microbiological air quality and drug resistance in airborne bacteria isolated from a waste sorting plant located in Poland - a case study. Microorganisms, 2020, vol. 8, iss. 2, art. no. 202, p. 1-11.
8. Brągoszewska E., Biedroń I., Hryb W.: Air quality and potential health risk impacts of exposure to bacterial aerosol in a waste sorting plant located in the mountain region of Southern Poland, around which there are numerous rural areas, Atmosphere, 2019, vol. 10, iss. 7, art. no. 360, p. 1-11.
9. Cieślak M., Nejman A.: Recykling odzieży specjalnej, Logistyka Odzysku, 4/2016, s. 13-17.
10. Czarnacki K., Nieprzecki P., Wasylak J.: Wykorzystanie surowców wtórnych, w tym stłuczki szklanej, w technologii szkła opakowaniowego na przykładzie grupy CanPack S.A., [w:] Energia i środowisko w technologiach materiałów

budowlanych, ceramicznych, szklarskich i ogniotrwałych pod red. Jerzego Dudy, Krzysztofa Szamałka, Warszawa-Opole 2010, s. 271-282.

11. Derej W., Hańderek A.: Polskie paliwo z odpadów z tworzyw sztucznych, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 5, s. 20-23.
12. Dziopak L., Klisiewicz D.: Bariery w branży PET, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 6, s. 48-50.
13. Fornalski Z., Godlewska K.: Makulatura cenny surowiec, Logistyka Odzysku, styczeń – marzec, nr 1/2016 (18), s. 13-16.
14. Godlewska K., Jastrzębski M.: Zużycie i produkcja papieru i tektury w Polsce w 2018 roku, Przegląd papierniczy, listopad 2019.
15. Grodkiewicz P., Michniewska K., Siwiec P.: Efektywność surowcowa w Polsce, [za:] Brunner P.H.: Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City, Journal of Industrial Ecology", Vol. 15, No. 3, 2011.
16. Hryb W.: Wykorzystanie wybranych biodegradowalnych frakcji z odpadów komunalnych do rekultywacji terenów zdegradowanych, „Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska", Vol. 13, Nr 4 (2011), wyd. Helion, s. 19-28.
17. Hryb W., den Boer E., Kozłowska B.: Gospodarka odpadami komunalnymi. Szanse, wyzwania i zagrożenia, wyd. Texter, Warszawa 2017.
18. Hryb W.: Stacje przeładunkowe, Recykling 12(144) 2012, wyd. ABRYS Sp. z o.o., Poznań, s. 24-25.
19. Hryb W.: Properties of the Residues of Mechanical Treatment of Wastes in a Sorting Plant in the Light of Binding Legal Regulations, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 21, No. 5A, 2012, p. 117-123.
20. Jaworski T.: Przegląd możliwości produktowych procesu pirolizy, [w:] Wybrane zagadnienia procesów energetycznego wykorzystania i termicznego unieszkodliwiania odpadów, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2015.
21. Jaworski T., Modelowanie procesu transportu masy na rusztach urządzeń do termicznego przekształcania odpadów stałych, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012, s. 19.
22. Jędrczak A. Analiza dotycząca ilości wytwarzanych oraz zagospodarowanych odpadów ulegających biodegradacji, Zielona Góra 2010.
23. Jędrczak A.: Biologiczne przetwarzanie odpadów, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2007.
24. Jędrczak 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.

25. Kalmuk J.: Recykling organiczny istotną częścią gospodarki cyrkulacyjnej – produkty nawozowe, https://sozosfera.pl/odpady/recykling-organiczny-produkty-nawozowe/ (dostęp: 30.11.2019 r.).
26. Kawalerowicz P.: Metale czyli szkielet cywilizacji, Młody Technik, 12/2004.
27. Kozłowska B.: Bioodpady w hierarchii postępowania z odpadami, dodatek do Przeglądu Komunalnego, 10/2019, s. 4-8.
28. Krawczyk M.: Ecodesign opakowań ze szkła, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, nr 5 (5), 2018, wyd. Abrys, s. 50-52.
29. Krawczyk M.: Rekopol Organizacja Odzysku Opakowań S.A.: Popieram recykling – segreguję odpady, broszura edukacyjna, wrzesień 2015.
30. Krawczyk M.: Rekopol Organizacja Odzysku Opakowań S.A.: Papier i Tektura, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, nr 7/8, 2018, s. 50-53.
31. Krawczyk M.: Ecodesign opakowań z tworzyw sztucznych, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego 2018, nr 3, s. 50-52.
32. Krzyśków A.: Sortownia jako instalacja do odzysku frakcji bio celem przygotowania do dalszej obróbki w komorze fermentacji – na jakie elementy zwrócić uwagę, Pro Geo Sp. z o.o. Ogólnopolska konferencja pt. „Sortownie Odpadów 2015 efektywność zakładu" 9-10 września 2015 Busko-Zdrój – Baćkowice, pub. w materiałach konferencyjnych, s. 157-163.
33. Kulczycka J. (red.): Gospodarka o obiegu zamkniętym w polityce i badaniach naukowych, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Wyd. IGSMiE PAN Kraków 2019.
34. Kulczycka J.: Zrównoważony plastik, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2019, nr 1, s. 50-52.
35. Malinowski M.: Analiza kosztów transportu odpadów komunalnych gromadzonych selektywnie, Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, Nr III/2/2016, PAN, Oddział w Krakowie, s. 1039-1050.
36. Marek-Kołodziej K., Łapuńka I.: Spalarnie odpadów w Polsce – kontekst społeczny i gospodarczy inwestycji, Logistyka, 4/2015.
37. Marszał T.: Przestrzenne aspekty rozwoju przemysłu włókienniczego na świecie do połowy XX wieku, [w:] Acta Universitatis Lodziensis, Folia Historica 24, 1986.
38. Mazur D.: Idea odpowiedzialności w świetle filozofii cradle to cradle, [w:] Społeczeństwo odpowiedzialne? O aspektach odpowiedzialności w życiu społecznym jednostek, pod red. K. Cikała, W.B. Zieliński, Wyd. Uniwersytetu Papieskiego Jana Pawła II w Krakowie, Kraków 2015.

39. Mazur Sz.: W oceanach będzie więcej plastików niż ryb?, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, 2018, nr 7-8, s. 8-11.
40. Mężyk P., Kardasz P., Kozubek J., Hryb W.: Sposób biologicznej rekultywacji podłoży pustynnych, piaszczystych i pylistych, Patent Nr 213509 na wynalazek, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej, 2013.
41. Moskwik K., Krupa K., Lachowicz M., Roszkowski M.: Rozszerzona odpowiedzialność producenta w sektorze gospodarki odpadami, Wyd. Instytutu Jagiellońskiego, Warszawa 2020.
42. Muradin M.: Przydomowe biogazownie – czyli paliwo z odpadów kuchennych, Czysta Energia, listopad-grudzień 2017, s. 8-11.
43. Nowotny W.: Technologia szkła, cz. 1. Wyd. V, Wyd. Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1975, s. 7-10, s. 15-18.
44. Pokrywka T.: Nie da się zebrać 120% kartoników, Odpady i Środowisko, nr 5 (113) wrzesień/październik 2018.
45. Rabij M.: Życie na miarę. Odzieżowe niewolnictwo, Wyd. W.A.B., Warszawa 2015.
46. Rapior S.: Energia z odpadów – spalać czy nie spalać…, Energia i Recykling, nr 1(13)/2019.
47. Rapior S.: Celowe postarzenie urządzeń to mit?, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego, nr 6(6), Abrys, 2018, s. 45-47.
48. Raport Biogaz w Polsce (praca zbiorowa, opieka merytoryczna J. Dach), Wyd. Biomass Media Group Sp. z o.o., grudzień 2020.
49. Sych A.: Odpady kuchenne z województwa śląskiego źródłem odnawialnej energii, praca dyplomowa magisterska, promotor Hryb W., Gliwice, listopad 2016.
50. Skalmowski K. (red.), praca zbiorowa: Poradnik gospodarowania odpadami., wyd. Verlag Dashöfer, 1998.
51. Ściążko M.: Technologie zgazowania odpadów komunalnych, Nowa Energia, 1/2017.
52. Wasylak J.: Rozwój technologii szkła a struktura nauki, Szkło i Ceramika, R. 57, nr 6, Wyd. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, 2006, s. 33-35.
53. Wojciechowski A.: Recykling samochodów elektrycznych i wodorowych w ramach GZO, II Konferencja „Nowoczesne samochody. Technologia napraw i likwidacja szkód komunikacyjnych", Stowarzyszenie Rzeczoznawców Techniki Samochodowej i Ruchu Drogowego i Wydziału SIMR Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 25-26.05.2017 r.

54. Worrell W.A., Vesilind P.A., Ludwig Ch.: Solid Waste Engineering: A Global Perspective, 2015.
55. Wysocka P.: Kluczowe czynniki wpływające na ilość odpadów powstających w przestrzeni miejskiej, [w:] Nowe trendy w naukach humanistycznych i społeczno-ekonomicznych 2, Creative Time, Kraków 2012, s. 121-124.
56. Zębek E.: Zasady gospodarki odpadami w ujęciu prawnym i środowiskowym, Wyd. KPP Monografie, Olsztyn 2018.
57. Zyśk J.: Segregacja odpadów u źródła – jej celowość, jakość i przydatność do recyklingu, Cenne Kartoniki, Odpady i Środowisko, nr 6(114), listopad-grudzień 2018, s. 33-37.
58. Ziemba B., praca zbiorowa, Technologia szkła 1, Wyd. Arkady, Warszawa 1987, s. 16, 18-20.

Strony internetowe

59. https://bankizywnosci.pl/ (dostęp: 10.02.2019).
60. https://bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2018/10/ Przewodnik-do-Raportu _FPBZ_-Nie-marnuj-jedzenia2018.pdf (dostęp: 13.06.2020).
61. https://bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2020/01/Sprawozdanie-merytoryczne-za-rok-2018_bez-podpis%C3%B3w.pdf (dostęp: 15.05.2019).
62. www.bip.erzeszow.pl (dostęp: 10.02.2019).
63. www.bip.zielonagora.pl (dostęp: 10.02.2019).
64. www.biuletyn.net (dostęp: 10.02.2019).
65. https://www.bmu.de/media/recycling-quoten-fuer-wertstoffe/ (dostęp: 10.05.2019).
66. https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/abfallwirtschaft/statistiken/allgemeine-abfallwirtschaft/verhaeltnis-restmuell-und-wertstoffe/ (dostęp: 10.05.2019).
67. https://www.bonnorange.de/fileadmin/dateien/pdf/abfallwirtschaftskonzepte/2017_11_17_awiko_bonn_final.pdf (dostęp: 10.05.2019).
68. https://www.bonnorange.de/fileadmin/dateien/pdf/gebuehren_muellabfuhr_2019.pdf (dostęp: 20.05.2019).
69. http://www.circularhotspot.pl/ (dostęp: 1.11.2020).
70. www.cleanclothes.pl (dostęp: 27.10.2019).
71. http://cprecycling.eu/skup-puszki-aluminiowej/recykling (dostęp: 15.05.2020).
72. www.czystabydgoszcz.pl (dostęp: 10.02.2019).
73. www.czystemiasto.gdansk.pl (dostęp: 10.02.2019).

74. www.czysty.olsztyn.eu (dostęp: 10.02.2019).
75. https://de.wikipedia.org/wiki/Duales_System_(Abfallwirtschaft)#cite_note-3 (dostęp: 27.05.2019).
76. https://de.wikipedia.org/wiki/Foodsharing.de (dostęp: 3.03.2020).
77. https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Verdienste/Verdienste-Verdienstunterschiede/_inhalt.html (dostęp: 1.11.2020).
78. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.html (dostęp: 1.11.2020).
79. https://www.dw.com/de/das-gesch%C3%A4ft-mit-dem-m%C3%BCll/a-43687045 (dostęp: 1.11.2020).
80. https://www.dw.com/de/das-passiert-mit-dem-deutschen-m%C3%BCll/a-46458099 (dostęp: 1.11.2020).
81. https://www.dw.com/de/deutschlands-falsche-liebe-zum-recycling/a-43964209 (dostęp: 1.11.2020).
82. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasmun/default/table?lang=en (dostęp: 1.11.2020).
83. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Municipal_waste_statistics (dostęp: 18.03.2019).
84. https://efaktura.gov.pl (dostęp: 1.11.2020).
85. http://www.e-gospodarkaodpadami.pl/rynek/sposob-myslenia-jesli-nie-piroliza-to-co-inne-metody-termicznego-przeksztalcania-odpadow/ (dostęp: 18.04.2019).
86. http://ekoszyk.mos.gov.pl/ (dostęp: 1.11.2020).
87. www.ekosystem.wroc.pl (dostęp: 10.02.2019).
88. https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/wlokiennictwo;3997162.html (dostęp: 7.11.2020).
89. https://entitleblog.org/2016/05/10/decoupling-a-dangerous-fantasy/ (dostęp: 1.11.2020).
90. https://euratex.eu/about-euratex/who-we-are/ (dostęp: 20.10.2019).
91. www.eurzad.szczecin.pl (dostęp: 10.02.2019).
92. https://www.facebook.com/OriginalUnverpackt/reviews/?ref=page_internal (dostęp: 20.05.2020).
93. https://www.facebook.com/SKNGOZ/ Fanpage Studenckiego Koła Naukowego Gospodarki Obiegu Zamkniętego (dostęp: 20.05.2020).
94. www.feve.org (dostęp: 29.02.2020).

95. http://www.forumdyrektorow.pl/dokumenty/ArtPdfFiles/C20_Historia_gospodarki_odpadami.pdf (dostęp: 15.10.2019).
96. http://www.fpiec.pl/ekologia/kultowy-kiosk-dawidy-podsiadly-wylicytowany-na-aukcji-wosp-przez-marke-answear-dostal-nowe-ekozycie (dostęp: 27.10.2019).
97. www.goap.org.pl (dostęp: 10.02.2019).
98. http://gospodarkaodpadami.pszczyna.pl/wp-content/uploads/2016/02/Ulotka.pdf (dostęp: 28.11.2019).
99. www.homebiogas.com (dostęp: 29.11.2019).
100. https://www.interseroh.pl/uslugi/nowoczesne-urzadzenia-i-maszyny/oklin-gg-02-gg-10s/ (dostęp: 4.05.2019).
101. https://www.ism.uni.wroc.pl/sites/ism/art/michalski_rynek_aluminium.pdf (Michalski B., Rynek Aluminium, Uniwersytet Wrocławski) (dostęp: 4.05.2019).
102. https://kghm.com/pl/o-nas/nasza-branza/rynek-srebra (dostęp: 26.01.2020).
103. http://koloniajasna.pl/artykul/288/bezplatne-kompostowniki-dla-mieszkancow (dostęp: 27.01.2020).
104. https://www.lizzynet.de/wws/52943396.php(dostęp: 27.01.2020).
105. www.lublin.eu (dostęp: 10.02.2019).
106. http://www.mae.com.pl/files/poradnik_biogazowy_mae.pdf (dostęp 15.06.2020).
107. https://makeitabetterplace.eu/2017/08/jadlodzielnie-gdzie-zaniesc-nadwyzke-jedzenia/ (dostęp: 13.06.2020).
108. www.mpo.com.pl Informacja o wyborze najkorzystniejszej oferty (pismo z dnia 27.09.2018 r.) (dostęp: 27.03.2019).
109. www.mpo.krakow.pl (dostęp: 10.02.2019).
110. http://www.mpo.krakow.pl/firma/selektywna-zbiorka-odpadow (dostęp: 19.11.2019).
111. www.nagieznatury.pl (dostęp: 12.04.2017).
112. www. naszesmieci.mos.gov.pl (dostęp: 15.02.2019).
113. https://www.neue-verpackung.de/63891/recyclingquote-fuer-pet-getraenkeflaschen-weiterhin-auf-hohem-niveau/ (dostęp: 27.04.2019).
114. www.nto.pl (dostęp: 27.04.2019).
115. https://nto.pl/wywoz-smieci-2019-w-opolu-bedzie-problem-z-odbiorem-odpadow-oferty-firm-drozsze-od-zalozen/ar/13780537 (dostęp: 27.04.2019).
116. https://nto.pl/opole-ma-tymczasowa-umowe-na-odbior-odpadow-za-ponad-5-milionow-zlotych-ratusz-nie-wyklucza-ze-stawki-za-wywoz-smieci-wzrosna/ar/c1-14007859 (dostęp: 27.04.2019).
117. www.odpady.bialystok.pl (dostęp: 10.02.2019).

118. www.odpady.katowice.eu (dostęp: 24.03.2019).
119. www.odpady.torun.pl (dostęp: 10.02.2019).
120. http://odpowiedzialnybiznes.pl/ (dostęp: 1.11.2020).
121. www.opole.pl (dostęp: 24.03.2019).
122. www.pgi.gov.pl (dostęp: 27.03.2020).
123. https://plus.nowiny24.pl/prezes-grzegorz-gilewicz-o-stawkach-rzeszowskiej-spalarni-smieci-rynek-zostal-otwarty-a-my-nie-mozemy-dzialac-na-szkode-spolki/ar/c1-14652387 (dostęp: 28.03.2020).
124. https://portalkomunalny.pl/makulatura-jest-nieoplacalna-skupy-jej-nie-przyjmuja-399521/ (dostęp: 10.01.2020).
125. https://portalkomunalny.pl/nierealne-poziomy-recyklingu-399036/ (dostęp: 10.01.2020).
126. https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/mieszkancy-warszawy-protestuja-zadamy-obnizenia-oplat-za-wywoz-smieci,156535.html (dostęp: 12.03.2020).
127. https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/gminy-moga-doplacac-do-systemu-gospodarowania-odpadami-resort-jedno-rio-i-prawnicy-drugie,133739.html739.html (dostęp: 12.03.2020).
128. https://www.portalsamorzadowy.pl/gospodarka-komunalna/sprawa-cen-za-odpady-u-rzecznika-praw-obywatelskich,156080.html (dostęp: 12.03.2020).
129. http://www.prcpiop.pl/ (dostęp: 14.04.2020).
130. http://puszkomaty.com/ (dostęp: 15.05.2020).
131. https://repaircafe.org/en/about/ (dostęp: 28.04.2019).
132. https://rzeszow.wyborcza.pl/rzeszow/7,34962,25616901,rzeszow-zlozyl-wniosek-dotyczacy-budowy-spalarni-smieci-inwestycja.html (dostęp: 28.03.2020).
133. https://segreguj.gliwice.eu/start.php?s=97 (dostęp: 19. 11.2019).
134. https://sjp.pwn.pl/ (dostęp: 02.03.2019).
135. www.smieciopolis.opole.pl (dostęp: 10.02.2019).
136. https://www.stenarecycling.pl/zrownowazony-recykling/innowacje-w-recyklingu/badania-nad-gornictwem-miejskim/ (dostęp: 11.02.2019).
137. http://www.targi-zerowaste.pl/ (dostęp: 20.05.2020).
138. http://um.cieszyn.pl/smieci/files/Recykling_papieru_i_metali.pdf (dostęp: 18.02.2019).
139. www.um.kielce.pl (dostęp: 10.02.2019).
140. www.uml.lodz.pl (dostęp: 24.03.2019).

141. https://www.un.org.pl/cel2 (dostęp: 16.04.2020).
142. www.vivetextilerecycling.pl (dostęp: 27.10.2019).
143. http://warszawa.naszemiasto.pl/artykul/spalarnia-na-targowku-w-warszawie-rozbudowa-za-miliard,4822735,artgal,t,id,tm.html (dostęp: 27.03.2019).
144. https://wgospodarce.pl/informacje/13144-telefony-na-wage-zlota-kilogramy-szlachetnych-metali-w-komorkach (dostęp: 29.03.2019).
145. www.wtorpol.com.pl (dostęp: 27.10.2019).
146. www.zerowastehome.com (dostęp: 28.10.2019).
147. http://zero-waste.pl/ (dostęp: 28.04.2019).
148. http://www.zerowastehome.com/about/bea/ (dostęp: 10.03.2017).

Przepisy prawne

Ustawy

149. Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (Dz.U. 2013 poz. 888).
150. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (Dz.U. z 2013 r. poz. 21 z późn. zm.).
151. Ustawa z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządków w gminach (Dz.U. 1996 Nr 132 poz. 622 z późn. zm.).
152. Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o przeciwdziałaniu marnowaniu żywności (Dz.U. 2019 poz. 1680).
153. Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2007, nr 147, poz. 1033)
154. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2001 Nr 62 poz. 627)

Dyrektywy

155. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/851 z dnia 30 maja 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2008/98/WE w sprawie odpadów.
156. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko (Dz.U. L 155 z 12.6.2019).
157. 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.
158. Dyrektywa 2019/904 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie zmniejszenia wpływu niektórych produktów z tworzyw sztucznych na środowisko.

159. Dyrektywa ramowa 2005/32/WE ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów wykorzystujących energię, zmieniona dyrektywą 2009/125/WE ustanawiającą ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią.

Rozporządzenia

160. Rozporządzenie Komisji (UE) NR 1357/2014 z dnia 18 grudnia 2014 r. zastępujące załącznik III do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE w sprawie odpadów oraz uchylającej niektóre dyrektywy.
161. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów.
162. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2017 r. w sprawie poziomów ograniczenia składowania masy odpadów komunalnych ulegających biodegradacji (Dz.U. 2017 poz. 2412).
163. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 14 stycznia 2002 r. w sprawie określenia przeciętnych norm zużycia wody (Dz.U. Nr 8, poz. 70).
164. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 7 października 2016 r. w sprawie szczegółowych wymagań dla transportu odpadów (Dz.U. 2016 poz. 1742).
165. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 30 kwietnia 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (Dz.U. 2013 poz. 523).
166. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 21 stycznia 2016 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów oraz sposobów postępowania z odpadami powstałymi w wyniku tego procesu.
167. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 sierpnia 2018 r. w sprawie pomocy publicznej udzielanej niektórym przedsiębiorcom na realizację nowych inwestycji (Dz. U. 2018 poz. 1713).
168. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie poziomów recyklingu, przygotowania do ponownego użycia i odzysku innymi metodami niektórych frakcji odpadów komunalnych (Dz.U. 2016 poz. 2167).
169. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów (Dz.U. 2017 poz. 19).

Komunikaty

170. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Europejska strategia na rzecz

tworzyw sztucznych w gospodarce o obiegu zamkniętym” Strasburg, dnia 16.1.2018 r. COM(2018) 28 final.
171. Komunikat Komisji Europejskiej „Znaczenie przetwarzania odpadów w energię w gospodarce odpadami”.
172. 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, 11.03.2020 r.
173. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy, Bruksela, 20.09.2011 r.
174. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy, Bruksela, 2.07.2014 r.
175. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Zamknięcie obiegu – plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym, Bruksela, 2.12.2015 r.

Inne

176. Broszura informacyjna Stowarzyszenia Polski Ruch Czystszej Produkcji, Gospodarka o obiegu zamkniętym – co oznacza dla nas jako producentów i konsumentów? wrzesień 2019.
177. Conversio Market & Strategy GmbH raport „Fakty o tworzywach 2019”, Plastics Europe.
178. Decyzja delegowana Komisji (UE) 2019/1597 z dnia 3 maja 2019 r. uzupełniająca dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE w odniesieniu do wspólnej metody i minimalnych wymagań jakościowych dla jednolitego pomiaru poziomów odpadów żywności (Dz.U. L 248 z 27.9.2019).
179. Dokument roboczy Służb Komisji, Unijny przegląd wdrażania polityki ochrony środowiska z 2019 r. Sprawozdanie krajowe – Polska, Bruksela, 4.04.2019 r.
180. EURATEX, Annual Report 2018.
181. GUS – Infrastruktura Komunalna w 2019 roku.
182. Główny Urząd Statystyczny, Roczniki „Ochrona Środowiska”" z lat 1990-2019.
183. Główny Urząd Statystyczny, Sytuacja demograficzna Polski do 2017 r. Urodzenia i dzietność, Warszawa 2018.
184. GUS Rocznik statystyczny przemysłu 2018, dane za 2017.

185. „IMP Polowat podnosi jakość płatka rPET z wykorzystaiem technologii Bühler”, Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego 2018, nr 5, s. 16.
186. Informator Instalacji Termicznego Przetwarzania z Odzyskiem Energii nr 1.
187. Inspekcja Ochrony Środowiska, Raport Stan Środowiska w Polsce w latach 1996-2001, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2003.
188. Krajowy Plan Gospodarki Odpadami 2022.
189. Logistyka Odzysku, 4/2016, Odpady tekstylne i włókiennicze – wartościowy surowiec czy problematyczna pozostałość, s. 18-20.
190. MacArthur E. Foundation, A New Textile Economy: Redesigning Fashion’s Future, 2017.
191. Mapa drogowa transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym.
192. Materiały udostępnione przez Fundację Recal.
193. Model ReSOLVE Fundacji Ellen MacArthur.
194. „Niebezpieczne związki w szkle”, [w:] Opakowanie, 7/2019, s. 22-23.
195. Nie marnuję jedzenia 2018, Raport Federacji Polskich Banków Żywności.
196. Norma PN-EN 643: 2014-03E.
197. Opinia Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego „Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z wdrażania planu działania dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym” (Dz.U. C 47 z 11.2.2020).
198. Organizacja Narodów Zjednoczonych, Agenda na Rzecz Zrównoważonego Rozwoju 2030.
199. PN-EN ISO 14040: Zarządzanie środowiskowe. Ocena cyklu życia. Zasady i struktura, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2009.
200. Przegląd włókienniczy, 1/2018, „Wyzysk w tureckich fabrykach odzieżowych”, s. 12, [za:] Biuletyn Izby Bawełny w Gdyni, nr 4/2017.
201. Przegląd włókienniczy, 1/2018, „Światowy popyt na tekstylia”, s. 13. The customer magazine of Rieter.
202. Przegląd włókienniczy, 1/2018, „Rezolucja UN w sprawie zanieczyszczenia wód mikroplastikiem”, s. 12 [za:] Biuletyn Izby Bawełny w Gdyni, nr 4/2017.
203. Przegląd włókienniczy, 2/2019, „Mikrowłókna tekstylne na dnie mórz”, s. 4, wg Biuletynu Izby Bawełny w Gdyni, nr 4/2018.
204. Przegląd włókienniczy, 2/2019, „Adidas stawia na plastik z recyklingu”, s. 25.
205. Przegląd włókienniczy, 2/2019, „Przemysł odzieżowy dla klimatu”, s. 13.
206. Przegląd włókienniczy, 7-8/2019, „Ubrani w miazgę drzewną, czyli ekotrendy w odzieży roboczej i ochronnej”, s. 19.

207. Przegląd włókienniczy, 7-8/2019, „Wegańskie obuwie Po-Zu”, s. 34.
208. Raport roczny 2018 Fundacja Plastics Europe Polska.
209. Raport „Slow life w Polsce 2018”.
210. Raport CSR, VIVE GROUP.
211. Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego I Komitetu Regionów z wdrażania planu działania dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym, Bruksela, 4.03.2019 r.
212. Stowarzyszenie „Polski Ruch Czystszej Produkcji”, Biuletyn Czystsza Produkcja, Seria: Zeszyty Problemowe, nr 2/2001, Katowice 2001.
213. Stowarzyszenie Producentów Cementu, informatory „Przemysł cementowy w liczbach”, roczniki 2014-2020.
214. Tomra Sorting „Technologia SHARP EYE do wydzielenia jednowarstwowych tacek PET od butelek PET” Energia i Recykling: gospodarka obiegu zamkniętego 2018, nr 5, s. 49.
215. Tworzywa sztuczne – Fakty 2019 – Analiza produkcji, zapotrzebowania oraz odzysku tworzyw sztucznych w Europie, Plastics Europe.
216. Tworzywa sztuczne w obiegu zamkniętym – analiza sytuacji w Europie 2019 Plastics Europe.
217. Uchwała nr V/85/2015 Rady Miasta Stołecznego Warszawy w sprawie wyboru metody ustalenia opłaty za gospodarowanie odpadami komunalnymi, ustalenia stawki takiej opłaty oraz ustalenia stawki opłaty za pojemnik o określonej pojemności z dnia 12 lutego 2015 r., Dziennik Urzędowy Województwa Mazowieckiego, Warszawa 2015.
218. Ulotka: Innowacyjna metoda waloryzacji odpadów piroliza w technologii EL PIRO.
219. Wojewódzki Plan Gospodarki Odpadami dla województwa śląskiego.
220. World Silver Survey 2014-2019.
221. Wypowiedź Ewy Matelskiej-Świat dla: Logistyka Odzysku, 4/2016, s.7.
222. Wypowiedź Małgorzaty Koszewskiej dla: Logistyka Odzysku, 4/2016, s. 6.
223. Zarządzenie nr 33 Ministra Rozwoju z dnia 24 czerwca 2016 r. w sprawie powołania Zespołu do spraw Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.

ODPADY KOMUNALNE W ASPEKCIE GOSPODARKI O OBIEGU ZAMKNIĘTYM

Streszczenie

Monografia porusza aktualny i ważny problem wdrożenia w Polsce gospodarki o obiegu zamkniętym w aspekcie odpadów komunalnych. Problematyka gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce została ujęta kompleksowo przy uwzględnieniu historii gospodarki odpadami, przepisów prawnych wiążących się z gospodarką o obiegu zamkniętym, poprzez zbiórkę, transport i przetwarzanie odpadów komunalnych. W ramach przetwarzania odpadów ujęto w monografii procesy termicznego i mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych, a przede wszystkim przedstawiono procesy najistotniejsze z punktu widzenia gospodarki o obiegu zamkniętym, czyli recykling takich frakcji jak: papier, tektura, tworzywa sztuczne, szkło czy metale. W monografii przedstawiono szanse, jakie niesie wdrożenie gospodarki o obiegu zamkniętym, jak również zagrożenia, które mogą być przeszkodą w jej realizacji. Część badawczą monografii stanowią m.in. badania ankietowe pokazujące zaangażowanie i wiedzę badanej grupy z zakresu gospodarki odpadami komunalnymi, badania wybranych komponentów środowiska w zasięgu oddziaływania składowiska odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne oraz badania właściwości nawozowych odpadów kuchennych pochodzenia roślinnego.

MUNICIPAL WASTE IN LIGHT OF THE CIRCULAR ECONOMY

Abstract

The monograph deals with current important challenges in implementing the circular economy in the aspect of municipal waste in Poland. The problem of waste management in Poland was covered comprehensively accounting for the history of waste management, legal regulations regarding the circular economy, issues of collecting, transport and processing of the municipal wastes. The monograph discusses the processing of the wastes which include thermal, mechanical and biological treatment of the municipal waste but above all presents processes which are the most important for the circular economy, that is recycling of such fractions as paper, cardboard, plastics, glass or metals. The monograph presents chances that are given by the implementation of the circular economy as well as dangers that may be an obstacle in its realization. Part of the monograph constitutes, among others, questionnaire surveys which show the tested group's engagement and knowledge of the municipal waste management, tests of selected environmental components in the impact range of the landfills for the wastes other than hazardous and neutrals as well as tests of the fertilizing properties of kitchen wastes of plant origin.

Powstanie niniejszej monografii zostało sfinansowane przez Stena Recycling Sp. z o.o.
w ramach konkursu „*Stena Circular Economy Award- Lider Gospodarki Obiegu Zamkniętego*”

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ
ul. Akademicka 5, 44-100 Gliwice
tel. (32) 237-13-81, faks (32) 237-15-02
www.wydawnictwopolitechniki.pl

UIW 48600

Sprzedaż i Marketing
tel. (32) 237-18-48
wydawnictwo_mark@polsl.pl

Sprawy wydawnicze
tel. (32) 237-13-81
wydawnictwo@polsl.pl

Nakł. 100 + 44	Ark. wyd. 20	Ark. druk. 15,375	Papier 80 g

Zam. 37/21

ISBN 978-83-7880-749-0

Wydawnictwo
Politechniki Śląskiej
44-100 Gliwice, ul. Akademicka 5
tel. (32) 237-13-81, faks (32) 237-15-02
www.wydawnictwo politechniki.pl
Dział Sprzedaży i Reklamy
tel. (32) 237-18-48
e-mail: wydawnictwo_mark@polsl.pl
http://www.polsl.pl/Jednostki/RJO2-WPS

882