



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

RECYKLING

Dr inż. Barbara Sykut



Plan prezentacji

- Podstawowe definicje, pojęcia związane z recyklingiem. Produkty uboczne recyklingu.
- Regulacje prawne w Polsce i UE dotyczące recyklingu pojazdów, maszyn, opakowań i materiałów uwzględniając zieloną transformację. Recykling i jego miejsce w gospodarce
- Recykling odpadów komunalnych. Organizacja i etapy recyklingu.
- Problematyka recyklingu na etapie projektowania, budowy. Recykling maszyn i materiałów-organizacja procesu recyklingu.



Plan prezentacji

- Recykling zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego.
- Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji.
- Recykling tworzyw sztucznych. Klasyfikacja tworzyw sztucznych ze względu na metody ich recyklingu.
- Zasady zrównoważonego rozwoju. Elementy logistyki. Recykling jako element ochrony środowiska.
- Odnawialne źródła energii (OZE) a recykling. Energia z odpadów-przetwarzanie odpadów organicznych w biogaz lub biometan.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

1. Podstawowe definicje, pojęcia związane z recyklingiem. Produkty uboczne recyklingu.



Co to jest recykling

Recykling oznacza *ponowne użycie, powrót do obiegu*.

Według definicji recykling to powtórne wykorzystywanie odpadów prowadzące do wytworzenia nowego produktu, którego celem jest zmniejszenie nadmiernego eksploatowania źródeł naturalnych oraz zmniejszenie ilości śmieci.

Recykling bazuje na maksymalnym wykorzystaniu dostępnych odpadów oraz na maksymalnym ograniczeniu nakładów na ich ponowne przetworzenie.



Co to jest recykling

Recykling to proces, który umożliwia przetwarzanie zużytych przedmiotów i wydobywanie z nich cennych surowców. Recykling jest więc powtórным wykorzystywaniem odpadów w celu wytworzenia nowego produktu.

Stanowi on jeden z możliwych sposobów ochrony środowiska naturalnego.

Zapewnia on ograniczenie wykorzystania złóż naturalnych, a także zmniejszenie nieustannie rosnącej ilości odpadów.

Pozwala także na efektywne wykorzystanie odpadów przy możliwie najmniejszym nakładzie surowcowym i energetycznym.



Jaki jest cel recyklingu

Celem recyklingu jest oszczędność energii, ochrona przyrody i dóbr naturalnych oraz ograniczenie eksploatacji surowców nieodnawialnych, których zasoby gwałtownie się kurczą. Znaczną część odpadów komunalnych można bowiem ponownie wykorzystać, odzyskując z nich cenne surowce.

Poprzez przetwarzanie śmieci nie tylko oszczędza się surowce naturalne, ale także ogranicza szkodliwy wpływ człowieka na środowisko. Ponadto pozyskanie surowców wtórnych dzięki recyklingowi jest tańsze, niż wydobywanie nowych.



Recykling a odzysk

Odzysk to szersze pojęcie niż recykling. Jest to proces polegający na wykorzystaniu części lub całości surowców wtórnych lub odzyskania z nich substancji, materiałów, energii i ich powtórne wykorzystanie.

Recykling jest tylko jednym z działań, które można podjąć w celu ponownego wykorzystania odpadów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Odzyskiem nazywamy jakikolwiek proces, którego głównym wynikiem jest to, aby odpady służyły użytecznemu zastosowaniu przez zastąpienie innych materiałów, które w przeciwnym wypadku zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji, lub w wyniku którego odpady są przygotowywane do spełnienia takiej funkcji w danym zakładzie lub ogólnie w gospodarstwie.



Rodzaje recyklingu

Ze względu na zastosowanie recykling można podzielić na:

- ***ponowne zastosowanie*** – odpady zostają wykorzystane ponownie po niedużej obróbce, np. butelki zwrotne;
- ***dalsze zastosowanie*** – po obróbce biologicznej, chemicznej lub fizycznej odpady zostają zastosowane ponownie w nowym produkcie, np. granulacja tworzyw sztucznych, w tym np. opon samochodowych;
- ***ponowne użytkowanie*** – odpady zostają ponownie wprowadzone do produkcji, np. regeneracja łożysk, pozyskiwanych z wraków samochodów.



Wyróżniamy trzy główne metody recyklingu:

- **Materiałowy**
- **Surowcowy**
- **Energetyczny**



Materiałowy (mechaniczny)

Najbardziej preferowana forma recyklingu. Polega na ponownym przetwarzaniu odpadów w produkt o wartości użytkowej. Zazwyczaj jest to wyrób o innym przeznaczeniu niż pierwotny, co tworzy system kaskadowy, w którym każdy następny etap ma mniejsze wymagania stawiane produktom. W przypadku wyroby z tworzyw sztucznych jest tracona minimalnie wytrzymałość mechaniczna w następstwie zmian, zachodzących w strukturze chemicznej polimerów w trakcie eksploatacji oraz składowania (zwłaszcza przy ekspozycji na czynniki atmosferyczne).



Także inne substancje ulegają degradacji bądź ekstrakcji w czasie eksploatacji, co ma znaczenie dla stabilności surowca wobec czynników fizycznych (np. światło, temperatura). Dla podniesienia walorów użytkowych produktów recyklingu z reguły sporządza się wieloskładnikowe kompozycje zawierające składniki uszlachetniające. Odpowiedni dobór kompozycji pozwala na przetwórstwo materiałów wtórnych z dużą wydajnością przy dobrej jakości wyrobów. Ta metoda jest technologicznie prosta o ile dotyczy tworzyw o identycznej strukturze chemicznej.





Surowcowy (chemiczny)

Polega na odzyskiwaniu surowców użytych do produkcji danego wyrobu. Surowce mogą być ponownie wykorzystane do wytworzenia pełnowartościowych tworzyw, a odpady powstałe w wyniku tej metody (petrochemiczne frakcje lekkie i ciężkie) mogą stanowić domieszkę do paliw i smarów. Podstawową zaletą tej metody jest możliwość przeróbki tworzyw bez uprzedniej ich segregacji. Natomiast stosowanie skomplikowanych instalacji, wysokiej temperatury, ciśnienia, katalizatorów oraz ścisła kontrola parametrów powodują ograniczenia w upowszechnianiu tej grupy metod recyklingu

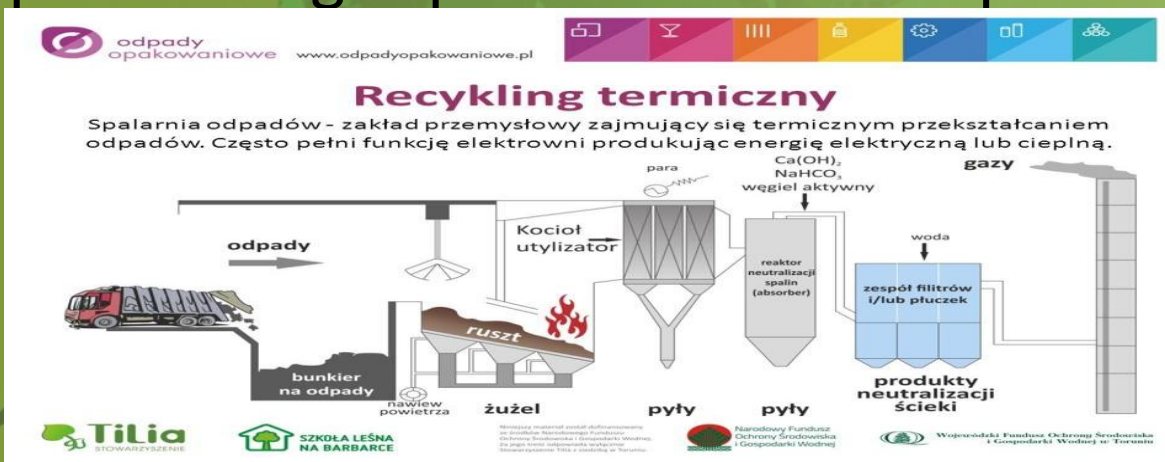


Energetyczny (spalanie z odzyskiem energii)

Proces transformacji materii odpadowej do postaci paliw, z których odzyskuje się część energii zużytej na wyprodukowanie tych wyrobów, które po zużyciu trafiają zasadniczo na wysypisko lub składowisko. W zależności od rodzaju odpadów i użytej technologii można z nich otrzymać *stałe* (surowe lub przetworzone frakcje palne zawierające w molekułach atomy węgla, nadające się do spalania bezpośrednio lub współspalane z paliwami tradycyjnymi), *ciekłe* (przede wszystkim metanol, etanol oraz benzyny i oleje otrzymywane w drodze katalitycznego rozkładu tworzyw sztucznych, zwłaszcza poliolefin)



lub *gazowe* (głównie bogaty w metan gaz wysypiskowy powstający w wyniku fermentacji odpadów organicznych oraz otrzymywany w procesie tlenowo - parowej utylizacji odpadów gaz syntezowy, zawierający znaczne ilości wodoru i tlenku węgla) nośniki energii. Recykling energetyczny można prowadzić dla każdej grupy odpadów osobno -wymaga to selektywnej ich zbiórki, segregacji i selekcji lub wykorzystując je w stanie surowym (wymieszane), co jest wygodniejsze i prowadzi do bezpośredniego przetworzenia odpadów na energię cieplną lub elektryczną.





Kompostowanie – wykorzystanie odpadów organicznych do produkcji wartościowego nawozu przy pomocy mikroorganizmów - bakterii, grzybów. Odpady organiczne, takie jak liście, resztki jedzenia, trociny, słoma, niektóre rodzaje papieru i kartonu, są pożywieniem dla mikroorganizmów kompostujących. W kontrolowanych warunkach, w obecności tlenu, węgla i azotu, mikroorganizmy rozkładają odpady na substancje, które są łatwo przyswajane dla roślin, co pozwala używać kompostu jako nawozu. Kompostowniki są używane zarówno w gospodarstwach domowych jak i na skalę przemysłową.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Upcykling to proces przekształcania odpadów lub niepotrzebnych przedmiotów w nowe, wyżej wartościowe produkty.

W przeciwieństwie do recyklingu, który często prowadzi do degradacji materiału, upcykling ma na celu zwiększenie wartości i jakości produktu wyjściowego.





Downcykling - forma przetwarzania wtórnego odpadów, w wyniku którego powstają wyroby o wartości niższej niż wyjściowe, które mogą być traktowane jako wartościowe i funkcjonalne surowce do mniej wymagających zastosowań.





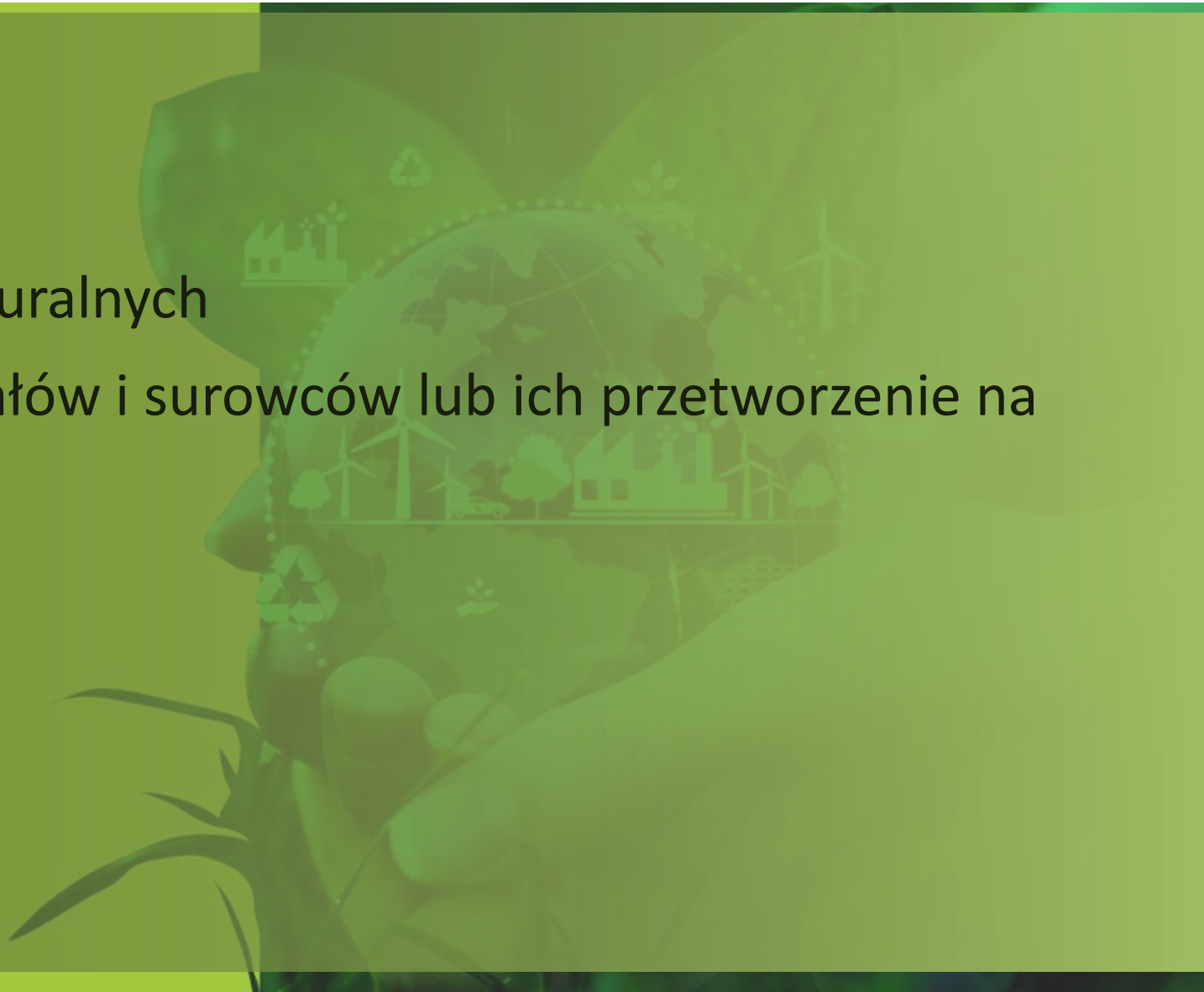
Recykling – korzyści dla środowiska i gospodarki

Do najważniejszych korzyści z recyklingu odpadów zaliczamy:

- bezpłatne pozbycie się odpadów z gospodarstw domowych
- redukcję ilości odpadów na wysypiskach i zmniejszenie kosztów ich utrzymania
- większą ochronę środowiska naturalnego
- obniżenie o 95 proc. emisji trujących gazów do atmosfery
- ograniczenie ilości odpadów niebezpiecznych na wysypiskach



- obniżenie zużycia surowców naturalnych
- ponowne wykorzystanie materiałów i surowców lub ich przetworzenie na nowe
- zmniejszenie zużycia energii
- redukcję wydatków.





Najważniejsze zalety recyklingu

- zarówno dla środowiska naturalnego, jak i społeczeństwa:
- oszczędność finansowa,
- dobroczynny wpływ na zdrowie ludzi,
- ochrona ograniczonych zasobów naturalnych,
- zminimalizowanie ilości odpadów zalegających na wysypiskach,



- zmniejszenie zużycia energii i ograniczenie emisji gazów cieplarnianych,
- co pozytywnie wpływa na walkę ze zmianami klimatycznymi,
- tworzenie nowych miejsc pracy w branży przetwarzania odpadów i produkcji z odzyskanych surowców,
- co przyczynia się do wzrostu zatrudnienia w tym sektorze.



Wady segregacji

- podczas wybielania papieru, używany jest chlor elementarny (lub jego substytut dwutlenek chloru), który zagraża zdrowiu,
- brak społecznej świadomości problemu,
- potrzeba zmian w postawie i w myśleniu ludzi, którzy z natury są leniwi,
- zły public relations “organizacji ekologicznych” – opinia na ich temat jest negatywna, wiele osób uważa, że nastawione są na zysk i niewiele mają wspólnego z niesieniem pomocy i troską o środowisko,
- zamiana polityki ekologicznej na ekologię polityczną,



Skutki nieprawidłowej segregacji

Niewłaściwa segregacja odpadów skutkuje zanieczyszczeniem gleby, wody i powietrza. Odpady, które mogłyby zostać poddane recyklingowi, trafiają na składowiska lub są spalane, co zwiększa emisję szkodliwych substancji. Mikroplastiki przenikają do ekosystemów wodnych, negatywnie wpływając na rośliny i zwierzęta. Degradacja środowiska ma bezpośredni wpływ na bioróżnorodność i jakość życia ludzi. Nieprawidłowo posegregowane odpady wymagają dodatkowych procesów sortowania, co podnosi koszty dla firm odpowiedzialnych za wywóz śmieci. Te dodatkowe wydatki często przekładają się na wyższe opłaty dla mieszkańców.



Gospodarka produktami ubocznymi

Produkt uboczny – przedmiot lub substancja powstała w wyniku procesu produkcyjnego. Taki przedmiot lub substancja nie jest podstawowym celem danego procesu. Odpad nie nadaje się do ponownego wykorzystania. Produkt uboczny natomiast nadaje się do ponownego wykorzystania bez dalszego przetworzenia, jego powstawanie jest integralną częścią procesu produkcji i spełnia wszystkie wymagania prawne, a jego wykorzystanie nie spowoduje negatywnych skutków dla środowiska oraz zdrowia i życia ludzi.



Gospodarka produktami ubocznymi

Aby materiał mógł zostać uznany za produkt uboczny, musi spełniać kilka warunków jednocześnie. Po pierwsze, substancja lub przedmiot muszą nadawać się do dalszego wykorzystania. To wykorzystanie nie może wymagać przetwarzania poza standardowymi praktykami przemysłowymi. Ponadto, materiał musi powstawać jako integralna część procesu produkcyjnego i spełniać wszystkie wymogi dotyczące produktu, ochrony środowiska oraz warunków ważnych dla zdrowia i życia ludzi.



Gospodarka produktami ubocznymi

Planowanie gospodarki odpadami odgrywa kluczową rolę w skutecznym zarządzaniu produktami ubocznymi. Głównym celem jest redukcja ilości odpadów na etapie projektowania procesów produkcyjnych. Można to osiągnąć poprzez wykorzystanie nowoczesnych technologii, optymalizację procesów oraz wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań. Istotne jest także zaangażowanie pracowników na różnych poziomach organizacji w identyfikowanie i eliminowanie potencjalnych źródeł odpadów. Recykling, odzysk i unieszkodliwianie to kluczowe elementy zarządzania produktami ubocznymi.

•



Zarządzanie produktami ubocznymi

Systemy monitorujące umożliwiają stałe kontrolowanie ilości i rodzaju produktów ubocznych generowanych w procesach produkcyjnych, co pozwala na szybką reakcję w przypadku problemów i podjęcie działań naprawczych. Dodatkowo, systemy raportujące zbierają dane dotyczące produktów ubocznych, co umożliwia analizę i ocenę skuteczności działań mających na celu ich minimalizację.



Zastosowanie nowoczesnych technologii, odpowiednich metod zarządzania, analizy cyklu życia oraz wprowadzenie systemów monitorowania i raportowania jest kluczowe dla skutecznego zarządzania produktami ubocznymi. Firmy, które wdrożą te rozwiązania, nie tylko zmniejszą negatywny wpływ na środowisko, ale także zyskają przewagę konkurencyjną na rynku.



Zalety wykorzystania produktów ubocznych

Wykorzystanie produktów ubocznych w produkcji przynosi liczne korzyści finansowe. Po pierwsze, pozwala na obniżenie kosztów, gdyż produkty uboczne mogą służyć jako surowce lub materiały do produkcji innych wyrobów, eliminując potrzebę zakupu nowych surowców.



Dodatkowo, przekształcanie produktów ubocznych w wartościowe materiały zmniejsza koszty składowania i utylizacji, ponieważ zamiast traktować je jako odpady, można je sprzedać lub wykorzystać ponownie. To podejście nie tylko redukuje koszty, ale także generuje dodatkowe przychody. Produkty uboczne mogą stać się również źródłem dodatkowych dochodów dla firm, które mogą je sprzedawać innym przedsiębiorstwom lub klientom, co przyczynia się do wzrostu zysków.



Wykorzystanie produktów ubocznych wspiera zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi. Zamiast je wyrzucać, można je ponownie użyć lub przekształcić w nowe wyroby, co przyczynia się do redukcji odpadów oraz minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko. Ponowne wykorzystanie produktów ubocznych przyczynia się do ochrony środowiska, ponieważ zmniejsza ilość odpadów oraz emisję zanieczyszczeń do powietrza, wody i gleby. Może również prowadzić do obniżenia zużycia surowców naturalnych, co chroni ekosystemy i wspiera bioróżnorodność.



Zastosowania produktów ubocznych

Skórki owoców i warzyw to jedne z najczęściej występujących odpadów w przemyśle spożywczym, które tradycyjnie były uważane za odpady. Jednakże wykorzystanie skórek owoców i warzyw jako surowców może przynieść liczne korzyści. Mogą być one używane do produkcji soków, koncentratów, aromatów, a nawet kosmetyków. Skórki są bogate w błonnik, witaminy, przeciwutleniacze i inne składniki odżywcze, które mogą znaleźć zastosowanie w różnych branżach. Ich ponowne wykorzystanie przyczynia się także do zmniejszenia ilości odpadów oraz negatywnego wpływu na środowisko.



Produkty uboczne mogą stanowić cenne źródło innowacji w terapii i kosmetykach. Analiza tych produktów może prowadzić do odkrycia ich potencjalnych zastosowań w medycynie i kosmetologii. Na przykład wiele roślin i owoców zawiera związki korzystne dla zdrowia. Badania produktów ubocznych, takich jak ekstrakty roślinne czy substancje z odpadów przemysłowych, mogą pomóc naukowcom zidentyfikować składniki o działaniu przeciwbakteryjnym, przeciwzapalnym, przeciwutleniającym lub przeciwnowotworowym.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

2. Regulacje prawne w Polsce i UE dotyczące recyklingu pojazdów, maszyn, opakowań i materiałów uwzględniając zieloną transformację. Recykling i jego miejsce w gospodarce



Ustawa o Odpadach (2012)

Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 roku jest podstawowym aktem prawnym regulującym gospodarkę odpadami w Polsce. Ma ona na celu ustanowienie zasad i procedur dotyczących postępowania z odpadami, w szczególności w zakresie ich unieszkodliwiania, przetwarzania oraz recyklingu. Ustawa ta wdraża przepisy unijne, szczególnie dyrektywy dotyczące gospodarki odpadami.



Obowiązki wynikające z ustawy

- Ustawa nakłada obowiązki na:
- Samorządy– muszą organizować efektywne systemy gospodarki odpadami na poziomie lokalnym, m.in. poprzez selektywną zbiórkę odpadów komunalnych.
- Przedsiębiorców– są zobowiązani do prowadzenia odpowiedniej gospodarki odpadami w ramach swojej działalności, w tym zapewnienia recyklingu, jeśli jest to możliwe.
- Obywateli– mają obowiązek segregowania odpadów i oddzielania surowców wtórnych, takich jak papier, szkło, plastik, metale, oraz bioodpady.



Ustawa o Utrzymaniu Czystości i Porządku w Gminach

Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach z dnia 13 września 1996 roku (z późniejszymi nowelizacjami) ma na celu zapewnienie odpowiedniego gospodarowania odpadami komunalnymi na poziomie lokalnym. Reguluje obowiązki gmin oraz ich mieszkańców w zakresie utrzymania czystości, porządku oraz gospodarowania odpadami.



Obowiązki gmin w zakresie gospodarki odpadami

- Gminy pełnią kluczową rolę w systemie gospodarki odpadami. Ustawa nakłada na nie kilka ważnych obowiązków:
- Organizacja selektywnej zbiórki odpadów– każda gmina ma obowiązek wprowadzić system selektywnej zbiórki odpadów komunalnych, który obejmuje oddzielną zbiórkę odpadów papierowych, metalowych, szklanych, plastikowych i bioodpadów.



- Zapewnienie odbioru odpadów komunalnych– gminy są odpowiedzialne za zorganizowanie odbioru odpadów od mieszkańców, w tym odpadów zmieszanych i segregowanych.
- Zarządzanie i kontrola instalacji przetwarzania odpadów– gminy muszą współpracować z instalacjami do przetwarzania odpadów (takimi jak sortownie, kompostownie i zakłady odzysku) oraz kontrolować ich działalność.
- Kampanie edukacyjne– gminy powinny prowadzić działania edukacyjne mające na celu podnoszenie świadomości mieszkańców na temat segregacji odpadów i recyklingu.



Regulacje Prawne dotyczące recyklingu w Unii Europejskiej

Recykling w UE jest istotnym elementem polityki zrównoważonego rozwoju. Unia Europejska stawia sobie ambitne cele w zakresie gospodarki odpadami, by chronić środowisko i wspierać rozwój gospodarki o obiegu zamkniętym. W kontekście zmian klimatycznych i rosnącej presji na zasoby naturalne, recykling odgrywa kluczową rolę. Odpady to nie tylko problem środowiskowy, ale także źródło surowców. UE jest liderem w zakresie regulacji dotyczących recyklingu i ochrony środowiska na poziomie globalnym.



Polityka środowiskowa Unii Europejskiej

- Ramy prawne: Polityka środowiskowa UE opiera się na wielu dyrektywach, rozporządzeniach i strategiach, takich jak Europejski Zielony Ład i Plan Działania na rzecz Gospodarki o Obiegu Zamkniętym.
- Cele zrównoważonego rozwoju: Osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r., zmniejszenie ilości odpadów, promowanie ponownego wykorzystania zasobów.
- Priorytety UE: Ograniczenie zanieczyszczeń, efektywne wykorzystanie zasobów i zwiększenie poziomu recyklingu, z naciskiem na gospodarkę o obiegu zamkniętym.



Dyrektywa ramowa w sprawie odpadów (2008/98/WE)

- Cel dyrektywy: Ustala ogólne ramy prawne dla gospodarowania odpadami w UE. Zasady te mają na celu ochronę środowiska i zdrowia ludzi poprzez zapobieganie powstawaniu odpadów oraz promowanie recyklingu.
- Hierarchia odpadów: Dyrektywa wprowadza hierarchię postępowania z odpadami, zaczynając od zapobiegania ich powstawaniu, przez ponowne użycie, recykling, odzysk, aż po ostateczne unieszkodliwianie.



- Zasada „zanieczyszczający płaci”: Podmioty wytwarzające odpady są zobowiązane do ponoszenia kosztów ich utylizacji i recyklingu, co zachęca do bardziej odpowiedzialnego gospodarowania zasobami.
- Cele: Do 2025 roku poziom recyklingu odpadów komunalnych w UE powinien wynosić co najmniej 55%, a do 2030 roku – 60%



Dyrektywa w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych (94/62/WE)

- Zakres: Dotyczy gospodarki opakowaniami oraz ich odpadami. Ma na celu zmniejszenie ilości odpadów opakowaniowych oraz promowanie recyklingu materiałów opakowaniowych.
- Cele recyklingu: Do 2025 roku co najmniej 65% opakowań powinno zostać poddanych recyklingowi, a do 2030 roku – 70%. Minimalne progi dotyczące różnych materiałów: 75% papieru, 70% szkła, 55% plastiku.
- Zasada odpowiedzialności producenta: Producenci opakowań są zobowiązani do zapewnienia odpowiedniego zagospodarowania odpadów opakowaniowych, w tym ich recyklingu.



Dyrektywa dotycząca zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) (2012/19/UE)

- Zakres: Dotyczy gospodarowania odpadami elektrycznymi i elektronicznymi (e-waste), obejmując takie produkty jak komputery, telewizory, lodówki, telefony.
- Cele: Dyrektywa zobowiązuje państwa członkowskie do osiągnięcia wysokich wskaźników zbiórki i recyklingu zużytego sprzętu elektronicznego. Cele wynoszą minimum 65% sprzętu wprowadzonego na rynek.
- Odpowiedzialność producentów: Producenci muszą zapewnić finansowanie i organizację systemów zbiórki, recyklingu i odzysku odpadów elektronicznych.



Dyrektywa w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji (2000/53/WE)

- Cel: Ograniczenie negatywnego wpływu pojazdów wycofanych z eksploatacji na środowisko oraz promowanie ponownego wykorzystania części i materiałów.
- Recykling pojazdów: Od 2015 roku dyrektywa nakłada obowiązek odzysku 95% masy pojazdu, w tym minimum 85% poprzez recykling.
- Produkcja zgodna z ekologicznymi standardami: Producenci są zobowiązani do projektowania pojazdów w sposób ułatwiający ich późniejszy recykling.



Dyrektywa w sprawie jednorazowych plastików (2019/904)

- Zakres: Zakazuje używania wybranych jednorazowych produktów plastikowych, takich jak słomki, sztućce, talerze, patyczki higieniczne, które najczęściej zanieczyszczają środowisko.
- Cele: Ograniczenie produkcji i zużycia jednorazowego plastiku, zwiększenie zbiórki i recyklingu opakowań plastikowych do 90% do 2029 roku.
- Alternatywy: Promowanie produktów wielokrotnego użytku oraz innowacji w zakresie biodegradowalnych materiałów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

3. Recykling odpadów komunalnych. Organizacja i etapy recyklingu.



Etapy recyklingu

W recyklingu wyróżnia się pięć podstawowych etapów:

- **ETAP 1-** segregacja - polega na segregacji odpadów ze względu na ich rodzaj. Najlepszym i najtańszym sposobem segregacji jest segregacja śmieci na etapie najbliższym ich powstawaniu, czyli w gospodarstwach domowych czy firmach. Takie odpady są mniej zanieczyszczone niż gdyby segregacja odbywała się po zmieszaniu różnych ich rodzajów,



- **Etap 2-** rozdrabnianie – posegregowane odpady z reguły nie nadają się do obróbki w podstawowej formie, konieczne jest ich rozdrobnienie, które odbywa się w odpowiednich młynach. Proces ten znacznie ułatwia transport odpadów.
- **Etap 3** -mycie - odpady szklane i plastikowe są z reguły zanieczyszczone, dlatego konieczne jest ich umycie w specjalnych wannach zawierających środki czyszczące. Po myciu odpady są osuszane.



- **Etap 4** -wytłaczanie - na tym etapie wytwarzany jest produkt końcowy. Nadawany jest mu odpowiedni kształt czy też kolor.
- **Etap 5** -pozostałe czynności, takie jak magazynowanie czy działania zabezpieczające



Odpady komunalne – co zaliczamy do tej kategorii

Zgodnie z art. 3 ust. 1 pkt 7 ustawy o odpadach (Dz.U. 2018 poz. 21 z późn. zm.) odpady komunalne (lub inaczej mówiąc odpady bytowe) to odpady, które **powstają w gospodarstwach domowych** i są związane z nieprzemysłową działalnością człowieka.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Do grupy tej zalicza się również odpady, które pochodzą od innych wytwórców (firm, szkoły) i których charakter oraz skład jest podobny do odpadów wytwarzanych przez gospodarstwa domowe. Co ważne, skład odpadów komunalnych wytwarzanych przez wytwórców innych niż gospodarstwa domowe **nie może zawierać odpadów niebezpiecznych.**



Odpady komunalne wytwarzane **w gospodarstwach domowych** nie są trudne do określenia np. żywność pochodzenia zwierzęcego, artykuły higieniczne, zniszczone ubrania, leki, sprzęt elektroniczny, meble.

Problem pojawia się, gdy w grę wchodzi **odpady w firmie**. Co do nich zaliczyć? Żeby dokonać prawidłowej klasyfikacji, należy zweryfikować **konkretny przypadek**, biorąc pod uwagę zwłaszcza podobieństwo charakteru danego odpadu.



Do odpadów komunalnych pochodzących z przedsiębiorstwa **możemy zaliczyć:**

- odpady powstające w związku z zaspakajaniem potrzeb bytowych pracowników, np. opakowania po jedzeniu czy też kubki po napojach,
- odpady pochodzące z niszczarek,
- niewielkie ilości makulatury biurowej,
- odpady, które powstają w wyniku sprzątania budynku (np. kurz ze zmiotki).



Czego firma nie może sklasyfikować jako zanieczyszczenia komunalne

Odpadów z produkcji żywności lub napojów, a także opakowań po materiałach i sprzętach biurowych czy też opakowań po środkach wykorzystywanych do utrzymania czystości. Według Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów (z dnia 9 grudnia 2014 r.) odpady opakowaniowe klasyfikowane są bowiem w grupie 15, natomiast odpady komunalne to **grupa 20**.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Żeby rozstrzygnąć, czy dane zanieczyszczenia można zakwalifikować jako śmieci komunalne, firma może wykorzystać opracowane przez Ministerstwo Klimatu **limity odpadów**. Zostały one określone w Rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 23 grudnia 2020 r. w sprawie rodzajów odpadów i ilości odpadów, dla których nie ma obowiązku prowadzenia ewidencji odpadów.



Odpady komunalne – podział według składu

Odpady bytowe stanowią bardzo zróżnicowaną kategorię śmieci. Stąd też można je sklasyfikować nie tylko na podstawie rodzaju podmiotów, które je wytwarzają (gospodarstwa domowe/firmy), ale też **składu**.



Wówczas podział odpadów komunalnych obejmuje:

- odpady biodegradowalne (ulegające naturalnemu rozkładowi z udziałem mikroorganizmów),
- odpady zielone (będące częściami roślin),
- odpady surowcowe (papier, plastik, metal, szkło),
- wielomateriałowe opakowania, np. kartony po mleku/sokach,



- odpady niebezpieczne, np. baterie, zużyte akumulatory, leki,
- odpady remontowe,
- odpady wielkogabarytowe, np. meble, rowery, wanny,
- zużyte sprzęty elektryczne i elektroniczne.



Od 1 lipca 2017 roku obowiązują **ujednolicone zasady segregacji odpadów komunalnych**.

Podmioty i mieszkańcy, którzy wyrazili chęć segregowania, są zobowiązani do dzielenia śmieci na pięć frakcji – papier, szkło, metale i tworzywa sztuczne, bio i odpady zmieszane. Co jednak ważne, wspomniane Rozporządzenie Ministra Środowiska nie narzuca obowiązku segregacji odpadów komunalnych. Śmieci komunalne to **niejednorodna grupa odpadów**. Są one wytwarzane zarówno przez gospodarstwa domowe, jak i firmy, szkoły czy też urzędy. Zalicza się do nich różne odpady, jednak podmioty inne niż gospodarstwa domowe mogą mieć problemy z ich prawidłowym zakwalifikowaniem.



Czym jest gospodarka odpadami

Gospodarka odpadami to zbieranie, transport, przetwarzanie odpadów, łącznie z nadzorem nad tego rodzaju działaniami, jak również późniejsze postępowanie z miejscami unieszkodliwiania odpadów oraz działania wykonywane w charakterze sprzedawcy odpadów lub pośrednika w obrocie odpadami.



Zasady ogólne gospodarki odpadami

Gospodarkę odpadami należy prowadzić w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz środowiska, w szczególności gospodarka odpadami nie może:

1. powodować zagrożenia dla wody, powietrza, gleby, roślin lub zwierząt;
2. powodować uciążliwości przez hałas lub zapach;
3. wywoływać niekorzystnych skutków dla terenów wiejskich lub miejsc o szczególnym znaczeniu, w tym kulturowym i przyrodniczym.



Hierarchia sposobów postępowania z odpadami

Wprowadza się następującą hierarchię sposobów postępowania z odpadami:

1. zapobieganie powstawaniu odpadów;
2. przygotowywanie do ponownego użycia;
3. recykling;
4. inne procesy odzysku;
5. unieszkodliwianie.

W celu stworzenia zachęt do stosowania hierarchii sposobów postępowania z odpadami wykorzystuje się instrumenty ekonomiczne i inne środki.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju





Zasada bliskości

Zgodnie z zasadą bliskości, odpady, które nie mogą być przetworzone w miejscu ich powstania, przekazuje się, uwzględniając hierarchię sposobów postępowania z odpadami oraz najlepszą dostępną technikę, do najbliższej położonych miejsc, w których mogą być przetworzone.



Segregacja fundamentem gospodarki odpadami

Aby skutecznie przetwarzać odpady i odzyskiwać surowce, potrzebne są nowoczesne zakłady zagospodarowania odpadów w każdym regionie Polski. Kluczowym wskaźnikiem efektywności gospodarki odpadami jest stopień wykorzystania odpadów, co zmniejsza konieczność składowania. Segregacja odpadów ma na celu głównie odzysk i recykling surowców, aby uniknąć tworzenia nowych składowisk. Proces zaczyna się w domach, gdzie decydujemy, do jakich pojemników trafiają śmieci. Odpady trafiają następnie do firm, które je sortują i przekazują do recyklerów, którzy nadają im „drugie życie”.



Przyczyny niewłaściwej segregacji odpadów

1. Brak edukacji w zakresie ekologii

Jedną z głównych przyczyn niewłaściwej segregacji odpadów jest niewystarczająca edukacja społeczeństwa na temat ochrony środowiska. Wiele osób nie jest świadomych skutków swoich działań lub nie zna zasad prawidłowego sortowania odpadów. Brak edukacji ekologicznej w szkołach i niedostateczna liczba kampanii społecznych powodują, że poziom świadomości ekologicznej pozostaje niski. Dodatkowo, niektórzy ludzie są przekonani, że ich indywidualne działania nie mają wpływu na globalne problemy, co zniechęca ich do właściwej segregacji.



2. Niedostateczna infrastruktura

Niedostateczna liczba pojemników na różne rodzaje odpadów oraz ograniczony dostęp do punktów selektywnej zbiórki utrudniają właściwą segregację. W wielu miejscach brakuje specjalistycznych pojemników, takich jak te na bioodpady czy odpady niebezpieczne, co sprawia, że mieszkańcy często nie mają gdzie ich wyrzucić. W efekcie śmieci trafiają do jednego pojemnika. Dodatkowo, harmonogramy odbioru odpadów często nie odpowiadają potrzebom mieszkańców, co prowadzi do przepełnionych pojemników i dalszych problemów z prawidłową segregacją.



3. Niejasne oznaczenia

Nieczytelne lub mało widoczne oznaczenia na pojemnikach mogą powodować błędy w segregacji. Gdy kontenery na odpady nie są odpowiednio oznakowane, trudno oczekiwać od mieszkańców, że będą ich poprawnie używać. Często problemem jest brak jednolitych kolorów pojemników w całym kraju, co wprowadza zamieszanie, szczególnie wśród osób spoza danego regionu. Brak standaryzacji oraz jasnych instrukcji prowadzi do wzrostu liczby pomyłek przy segregacji odpadów.



Odpady niebezpieczne, takie jak leki czy chemikalia, umieszczone w niewłaściwych pojemnikach mogą stwarzać zagrożenie dla pracowników odpowiedzialnych za wywóz odpadów oraz dla społeczeństwa. Toksyczne substancje mogą zanieczyszczać wodę pitną lub powodować skażenie gleby. Niewłaściwe przechowywanie odpadów organicznych może przyczyniać się do rozprzestrzeniania chorób i szkodników. Brak prawidłowej segregacji sprawia, że cenne surowce wtórne, takie jak metale, szkło czy papier, nie trafiają do recyklingu. To z kolei prowadzi do konieczności wydobywania nowych surowców, co jest bardziej obciążające dla środowiska i mniej opłacalne.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

4. Problematyka recyklingu na etapie projektowania, budowy. Recykling maszyn i materiałów-organizacja procesu recyklingu.



Decyzje podjęte na etapie projektowania mają ogromny wpływ na cykl życia produktu, w tym jego możliwość recyklingu i wpływ na środowisko.

- Korzyści dla środowiska: Redukcja odpadów i oszczędność zasobów. Zmniejszenie emisji dwutlenku węgla dzięki ponownemu wykorzystaniu surowców.
- Perspektywa długoterminowa: Wzrost świadomości konsumentów o produktach, które są ekologiczne, sprzyja zwiększeniu popytu na rozwiązania projektowane pod kątem recyklingu.



Strategie Projektowania dla Recyklingu

Podejście Cradle to Cradle (C2C):

- C2C zakłada projektowanie produktów, które po zakończeniu cyklu życia mogą być bezpiecznie zwrócone do środowiska lub ponownie wykorzystane bez utraty wartości.



Projektowanie modułowe:

- Produkty modułowe są łatwe do demontażu i naprawy, co ułatwia ponowne użycie i recykling ich elementów.

Projektowanie z myślą o trwałości:

- Tworzenie produktów, które są odporne na zużycie i łatwe do naprawy, co przedłuża ich cykl życia i zmniejsza potrzebę produkcji nowych zasobów.

•



Wybór materiałów i ich znaczenie

Materiały nadające się do recyklingu:

- Wybór materiałów, które można łatwo przetworzyć, jak aluminium, stal, szkło, papier.

Materiały biodegradowalne:

- Korzystanie z materiałów, które ulegają rozkładowi biologicznemu, zmniejszając ilość odpadów na wysypiskach.

Unikanie toksycznych dodatków:

- Rezygnacja z chemikaliów, które mogą być szkodliwe dla środowiska lub utrudniać recykling.



Optymalizacja procesu produkcji

Minimalizacja odpadów:

- Wykorzystanie technologii takich jak druk 3D, które pozwalają na produkcję na żądanie i ograniczenie strat materiałowych.

Efektywne zużycie energii:

- Stosowanie energooszczędnych procesów produkcyjnych oraz odnawialnych źródeł energii.

Wykorzystanie materiałów wtórnych:

- Użycie recyklatów i surowców wtórnych tam, gdzie to możliwe, co zmniejsza zależność od nowych surowców.



Problematyka recyklingu na etapie użytkowania obiektów technicznych

1. Cykl życia obiektów zagospodarowania odpadów

Każdy obiekt zajmujący się zagospodarowaniem odpadów ma swój cykl życia – od fazy projektowania, przez użytkowanie, aż po modernizację lub rozbiórkę. Etap użytkowania jest kluczowy, ponieważ to właśnie w tym czasie pojawiają się największe wyzwania operacyjne. Codzienne procesy w takich miejscach wpływają bezpośrednio na efektywność recyklingu oraz na generowane zanieczyszczenia, takie jak emisje gazów cieplarnianych.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju





2. Efektywne zarządzanie energią

Obiekty takie jak sortownie i spalarnie zużywają duże ilości energii. W celu minimalizacji wpływu na środowisko i kosztów operacyjnych ważne jest stosowanie energooszczędnych technologii, takich jak recykling ciepła i wykorzystywanie energii odnawialnej. Obiekty mogą także wdrażać inteligentne systemy zarządzania energią, które monitorują i dostosowują zużycie w zależności od aktualnych potrzeb.



3. Minimalizacja odpadów wtórnych

W obiektach zajmujących się gospodarką odpadami powstają odpady wtórne, takie jak żużel ze spalarni czy nieprzetworzone materiały z sortowni. Warto zwrócić uwagę na strategie mające na celu zmniejszenie ilości tych odpadów, na przykład przez optymalizację procesów sortowania lub zastosowanie procesów takich jak piroliza, które pozwalają na efektywne przekształcenie odpadów w surowce wtórne.



4. Optymalizacja procesów sortowania

Sortownie odgrywają kluczową rolę w przygotowywaniu materiałów do recyklingu. Na etapie użytkowania ważne jest wdrażanie technologii, które umożliwiają dokładniejsze sortowanie – na przykład za pomocą skanowania optycznego lub technologii rozpoznawania materiałów. Automatyzacja i dokładne sortowanie pozwalają zwiększyć efektywność i zmniejszyć ilość odpadów nienadających się do recyklingu



5. Innowacje w przetwarzaniu odpadów organicznych

W zakładach zajmujących się odpadami organicznymi ważnym krokiem jest efektywne przetwarzanie odpadów biodegradowalnych. W kompostowniach i biogazowniach na etapie użytkowania można wprowadzić nowe rozwiązania, takie jak procesy fermentacji beztlenowej czy nowoczesne kompostowniki tunelowe, które przyspieszają procesy rozkładu i zwiększają ilość przetworzonych materiałów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

5. Recykling zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego



POLITECHNIKA
LUBELSKA

Projekt pn. „POLLUB zieloną transformację” realizowany jest w ramach programu Fundusze Europejskie dla Rozwoju Społecznego 2021-2027 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego Plus zgodnie z umową nr FERS.01.05-IP.08-0049/23-00.



Recykling zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego w skrócie -ZSEE
ZSEE obejmuje urządzenia elektryczne i elektroniczne, które przestały działać
lub są nieużywane, takie jak:

- sprzęt AGD (lodówki, pralki, mikrofalówki),
- urządzenia RTV i IT (telewizory, komputery, smartfony),
- elektronarzędzia,
- baterie i akumulatory,
- lampy i świetlówki,
- zabawki elektryczne i elektroniczne.



Pozytywy recyklingu ZSEE

- **Odzysk surowców:** W zużytych urządzeniach tych znajdują się cenne metale, takie jak złoto, srebro, miedź, aluminium czy stal.
- **Ochrona środowiska:** Nieodpowiednie składowanie może prowadzić do wycieku toksycznych substancji (np. rtęci, ołowiu, kadmu) i zanieczyszczenia gleby oraz wód.



- **Zmniejszenie ilości odpadów:** Dzięki recyklingowi zmniejsza się zapotrzebowanie na nowe zasoby naturalne.
- **Oszczędności energii:** Recykling wymaga znacznie mniej energii niż wydobycie i obróbka surowców naturalnych, co przyczynia się do zanieczyszczenia emisji CO₂



Proces recyklingu ZSEE

1. Zbieranie
2. Segregacja
3. Demontaż
4. Przetwarzanie (dzieli się na 2 typy: mechaniczne i chemiczne)
5. Utylizacja resztek
6. Odzysk i recykling materiałów
7. Kontrola jakości i raportowanie
8. Ponowne wykorzystanie surowców



Zbieranie

Zbieranie ZSEE to kluczowy etap w procesie recyklingu elektroodpadów. Odpady te zawierają zarówno cenne surowce, jak i substancje niebezpieczne, dlatego ich odpowiednie zbieranie i dalsze przetwarzanie mają duże znaczenie dla środowiska oraz zdrowia ludzi. Sposoby zbierania ZSEE:



- Stałe lokalizacje - PSZOK, Sklepach oferujących sprzęt AGD/RTV, Zakładach przetwarzania odpadów
- Mobilne zbiórki - Organizowane cyklicznie w miejscowościach, gdzie nie ma stałych punktów
- Systemy door-to-door - Usługi odbioru odpadów bezpośrednio od mieszkańców, takie jak usługi oferowane przez firmę ElektroEko.



Segregacja

Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny jest rozładowywany i układany w kategoriach zgodnie z typem urządzeń (np. AGD, sprzęt RTV, oświetlenie). Przed przetwarzaniem identyfikuje się elementy zawierające substancje toksyczne (rtęć, kadm, freony, oleje). Te elementy są demontowane i przekazywane do wyspecjalizowanego recyklingu.



Demontaż

Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny jest rozkładany na części w celu oddzielenia materiałów nadających się do odzysku (np. przewody, obudowy, silniki). Substancje niebezpieczne, takie jak świetlówki czy kondensatory zawierające PBC, są usuwane i przekazywane do odpowiednich zakładów utylizacyjnych.



Odpady urządzeń elektrycznych i elektronicznych zawierają blisko 60 różnych substancji, w tym metali ciężkich i związków toksycznych, co może wpływać negatywnie na zdrowie człowieka. Konsumenci mogą być narażeni na działanie niebezpiecznych substancji chemicznych już na etapie używania urządzeń elektronicznych. Badania wykazały również, że niebezpieczne materiały zawarte w e-odpadach wpływają negatywnie na rozwój umysłowy, uszkodzenie nerek i wątroby oraz powodują uwalnianie czynników rakotwórczych. Recykling elektroodpadów jest barierą ograniczającą ich szkodliwy wpływ na zdrowie i życie ludzi oraz środowisko przyrodnicze.



Przetwarzanie mechaniczne

Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny jest kruszony w specjalnych młynach. Dzięki temu łatwiej oddzielić różne materiały. Selekcja materiałów:

1. Magnetyczna (przy użyciu magnesów oddziela się metale żelazne, takie jak stal)
2. Separacja optyczna (za pomocą technologii optycznej oddzielane są tworzywa sztuczne, szkło i inne materiały)
3. Separacja hydrofobowa (w niektórych procesach stosuje się wodę, aby oddzielić lekkie tworzywa sztuczne od metali)



Przetwarzanie chemiczne

Rafinacja metali szlachetnych: Elementy zawierające złoto, srebro czy platynę poddawane są procesom chemicznym (np. elektrolizie lub roztwarzaniu w kwasach).

Odzysk plastiku: Tworzywa sztuczne są czyszczone, granulowane i przygotowywane do ponownego użycia w produkcji.



Utylizacja pozostałości

Elementy których nie można przetworzyć (np. niektóre toksyczne związki), są utylizowane w specjalistycznych instalacjach (spalarniach, składowiskach niebezpiecznych odpadów).

Poprawna utylizacja sprzętów jest istotna ze względu na ochronę środowiska. Dodatkowo, recykling odpadów elektronicznych zmniejsza ogólny popyt na wydobycie metali, co przyczynia się do obniżenia emisji gazów cieplarnianych. Przykładem może być produkcja jednego komputera, która według Electronics Take Back Coalition, wymaga dostarczenia 240kg paliw kopalnianych i 22kg substancji chemicznych.



W porównaniu do procesów produkcji sprzętu elektrycznego i elektronicznego z nowych surowców, technologie recyklingu charakteryzują się również niższą energochłonnością. Przykładowo, recykling 10 kg aluminium pozwala zaoszczędzić 90% energii, jak również zmniejsza emisję CO₂.



Odzyska i recykling materiałów

Metale: stal, miedź, aluminium trafiają do hut jako surowce wtórne

Tworzywa sztuczne: wytwarzany jest granulat który może być używany do produkcji nowych obudów czy innych przedmiotów

Szkło: wykorzystywanie w przemyśle budowlanym lub do produkcji nowych ekranów i lamp



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Kontrola jakości i raportowanie

Sprawdza się czystość i właściwości odzyskanych materiałów. Zakłady raportują odzyskane surowce oraz sposoby zagospodarowania pozostałości



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Ponowne wykorzystanie surowców

Odzyskane materiały trafiają ponownie do obiegu gospodarczego, zmniejszając potrzebę eksploatacji zasobów naturalnych



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



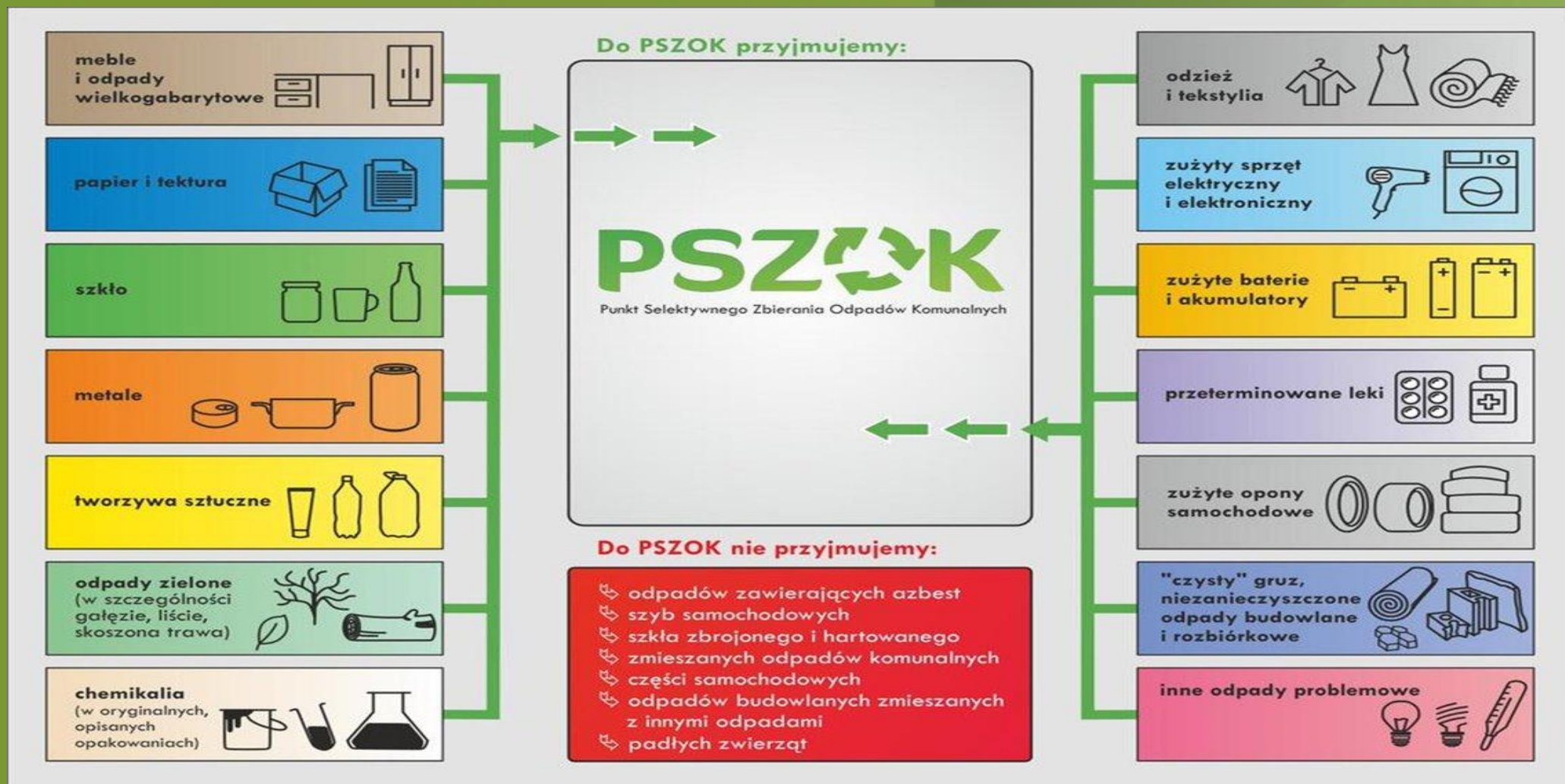
Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju





Wyzwania związane z zbieraniem ZSEE

1. Niska świadomość społeczeństwa - mimo dostępności zbiórki, wiele osób nie jest świadomych, jak ważne jest oddanie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego w odpowiednie miejsca. Często elektroodpady trafiają do zwykłych śmieci, co zwiększa zanieczyszczenia środowiska.
2. Zróżnicowanie systemów zbiórki w różnych regionach - w niektórych regionach, zwłaszcza na terenach wiejskich, dostęp do punktów zbiórki ZSEE jest ograniczony, w takich przypadkach mobilne punkty zbiórki oraz systemy door-to-door mogą stanowić ważne uzupełnienie



3. Zwiększającą się ilość elektroodpadów - z roku na rok rośnie liczba urządzeń elektronicznych używanych w gospodarstwach domowych, co prowadzi do wzrostu ilości elektroodpadów. Wyzwanie stanowi również szybki rozwój technologii, przez co urządzenia stają się przestarzałe i wymagają szybkiej wymiany



Wpływ recyklingu ZSEE na gospodarkę

Zwiększenie efektywności gospodarki obiegu zamkniętego - recykling zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego jest kluczowym elementem gospodarki obiegu zamkniętego, w której surowce są wykorzystywane ponownie, a odpady stają się zasobami. Taki model zmienia podejście do produkcji i konsumpcji.

Nowe miejsca pracy w branży recyklingu - recykling zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego jest istotnym sektorem gospodarki, który generuje miejsca pracy, zarówno w obszarze zbiórki i segregacji, jak i w technologii przetwarzania odpadów



Podstawy prawne klasyfikacji EEE

Dyrektywa WEEE (2012/19/UE):

- Wprowadzona w celu ograniczenia ilości odpadów z EEE, promowania ponownego użycia i odzysku.
- Nakłada na państwa członkowskie obowiązek osiągnięcia określonych poziomów zbiórki i recyklingu.
- Kluczowe założenie: odpowiedzialność producenta za cały cykl życia produktu.



Rozporządzenie REACH (1907/2006):

- Dotyczy bezpiecznego stosowania chemikaliów w urządzeniach elektrycznych i elektronicznych.
- Przykład: eliminacja substancji, które mogą wyciekać podczas użytkowania lub recyklingu.

Dyrektywa RoHS (2011/65/UE):

- Wprowadza zakaz stosowania sześciu głównych substancji szkodliwych (rtęć, ołów, kadm, sześciowartościowy chrom, polibromowane bifenyle (PBB) i polibromowane etery difenylowe (PBDE)).
- Nowelizacje obejmują dodatkowe substancje, takie jak ftalany (DEHP, BBP, DBP, DIBP).



Regulacje krajowe dot. klasyfikacji

Ustawa o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym (Dz.U. 2005 Nr 180 poz. 1495, z późn. zm.)

- Wprowadza obowiązek selektywnej zbiórki zużytego sprzętu.
- Ustanawia obowiązek przekazywania odpadów do odpowiednio certyfikowanych zakładów recyklingu.
- Określa odpowiedzialność producentów i importerów za organizację systemu zbiórki i przetwarzania.



Ustawa o odpadach (Dz.U. 2012 poz. 21, z późn. zm.)

- Reguluje kwestie ogólne dotyczące gospodarki odpadami, w tym zużytego sprzętu.
- Zawiera zasady hierarchii postępowania z odpadami (prewencja, recykling, utylizacja).
- Wprowadza wymogi dotyczące sprawozdawczości i ewidencji odpadów.



Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2020 poz. 10)

- Zawiera szczegółowy wykaz kodów odpadów, w tym dla sprzętu elektrycznego i elektronicznego:
- 16 02 – Odpady z urządzeń elektrycznych i elektronicznych.
- 20 01 – Odpady z gospodarstw domowych zawierające zużyty sprzęt.



Rozporządzenie w sprawie minimalnych poziomów zbierania i przetwarzania odpadów sprzętu elektrycznego i elektronicznego (Dz.U. 2015 poz. 1502)

- Nakłada na producentów obowiązek osiągnięcia określonych poziomów recyklingu w zależności od kategorii sprzętu.
- Przykładowe wymagane poziomy odzysku:
- **85%** dla dużego AGD.
- **80%** dla małego sprzętu elektronicznego.



Rozporządzenie w sprawie sposobu oznakowania sprzętu (Dz.U. 2009 Nr 79 poz. 666)

1. Obowiązek oznaczania sprzętu symbolem przekreślonego kosza, co wskazuje, że produkt nie może być wyrzucany z odpadami komunalnymi.
2. Oznakowanie wskazujące producenta oraz rok wprowadzenia na rynek.

Programy rządowe wspierające gospodarkę cyrkularną (np. Polska Strategia Gospodarki Obiegu Zamkniętego)

1. Promowanie działań zmniejszających ilość odpadów, w tym w sektorze sprzętu elektrycznego.
2. Wsparcie dla inicjatyw naprawy i ponownego użycia urządzeń.



Zasady odpowiedzialności rozszerzonej producenta (ROP)

Producent musi:

1. Organizować zbiórkę zużytego sprzętu.
2. Finansować działania związane z recyklingiem i utylizacją.

Określono szczegółowe kary za nieprzestrzeganie zasad.

Krajowy plan gospodarki odpadami (KPGO)

1. Stanowi ramy dla działań samorządów w zakresie zbiórki i recyklingu sprzętu elektrycznego i elektronicznego.
2. Wprowadza cele w zakresie redukcji odpadów i promowania recyklingu.



Regulacje dotyczące baterii i akumulatorów (Dz.U. 2009 Nr 79 poz. 666)

1. Związane z urządzeniami elektronicznymi zawierającymi baterie.
2. Określają sposoby zbiórki i recyklingu akumulatorów w sprzęcie.

Polityka energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040)

Podkreśla konieczność odzyskiwania surowców krytycznych z zużytego sprzętu.

Wspiera rozwój technologii recyklingu urządzeń energetycznych, takich jak panele fotowoltaiczne i turbiny wiatrowe.



Etapy przetwarzania ZSEE

ZSEE dzieli się na kategorie, np. sprzęt wielkogabarytowy, małogabarytowy, wymiany temperatury czy lampy. Proces recyklingu obejmuje:

Demontaż wstępny: Usuwanie niebezpiecznych elementów (rtęci, freonu, baterii).

Sortowanie: Oddzielanie materiałów nadających się do recyklingu (plastik, metal, szkło).

Odzysk materiałów: Wyspecjalizowane procesy, które pozwalają odzyskać surowce wtórne, np. włókna węglowe, żelazo czy rzadkie metale. W Polsce coraz więcej firm korzysta z innowacyjnych metod odzysku, inspirowanych praktykami z Niemiec czy Szwecji



SCHEMAT OBIEGU ZSEE





Innowacje w recyklingu ZSEE

Nowoczesne technologie:

- AI w sortowaniu odpadów: automatyczne rozpoznawanie materiałów w zakładach recyklingowych.
- Druk 3D z wykorzystaniem plastiku z recyklingu: nowe zastosowania dla przetworzonego tworzywa.

Korzyści:

- Zwiększenie efektywności odzysku surowców.
- Zmniejszenie kosztów operacyjnych zakładów przetwarzania.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

6. Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji



Ustawa z dnia 20 stycznia 2005r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji

Przepisy ustawy stosuje się do:

- 1) pojazdów wyprodukowanych na terytorium kraju;
- 2) pojazdów wprowadzonych na terytorium kraju w drodze importu lub wewnątrzwspólnotowego nabycia;
- 3) odpadów powstałych z pojazdów.



Obowiązki wprowadzających pojazdy

Przedsiębiorca będący producentem pojazdów jest obowiązany do:

- 1) ograniczania stosowania substancji niebezpiecznych w pojazdach w celu zapobiegania emisji tych substancji do środowiska i ułatwienia recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji;



- 2) uwzględniania wymogów demontażu i ponownego użycia przedmiotów wyposażenia i części pojazdów oraz odzysku i recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji;
- 3) stosowania materiałów pochodzących z recyklingu do produkcji pojazdów.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Wprowadzający pojazd jest obowiązany do opracowania informacji dotyczącej sposobu demontażu nowego typu pojazdu w ciągu 6 miesięcy od wprowadzenia go na terytorium kraju.



Informacja, o której mowa powyżej, powinna zawierać w szczególności:

- 1) określenie rodzajów przedmiotów wyposażenia i części pojazdów, które mogą być przeznaczone do ponownego użycia,
- 2) wskazanie umiejscowienia elementów i substancji niebezpiecznych użytych w pojeździe – w zakresie potrzebnym przedsiębiorcy prowadzącemu stację demontażu do spełnienia przez niego obowiązków wynikających z przepisów ustawy



Obowiązki właścicieli pojazdów

Właściciel pojazdu wycofanego z eksploatacji przekazuje go wyłącznie do przedsiębiorcy prowadzącego stację demontażu lub przedsiębiorcy prowadzącego punkt zbierania pojazdów.

Właściciel pojazdu wycofanego z eksploatacji lub upoważniona przez niego osoba, przekazując pojazd do przedsiębiorcy prowadzącego stację demontażu lub przedsiębiorcy prowadzącego punkt zbierania pojazdów, jest obowiązany okazać:



- 1) dowód osobisty lub inny dokument potwierdzający tożsamość;
- 2) dowód rejestracyjny pojazdu oraz kartę pojazdu, jeżeli była wydana, lub inny dokument potwierdzający dane zawarte w dowodzie rejestracyjnym;
- 3) dokument potwierdzający własność w przypadku właściciela pojazdu innego niż wpisany w dowodzie rejestracyjnym.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Właściciel pojazdu wycofanego z eksploatacji jest obowiązany w terminie 30 dni od dnia otrzymania zaświadczenia o demontażu pojazdu lub zaświadczenia o przyjęciu niekompletnego pojazdu złożyć wniosek o wyrejestrowanie pojazdu.



Obowiązki przedsiębiorców prowadzących stacje demontażu

1. Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu powinien zapewniać bezpieczne dla środowiska i zdrowia ludzi przetwarzanie pojazdów wycofanych z eksploatacji i powstających z nich odpadów.



2. Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu jest obowiązany do przekazania zużytych baterii samochodowych kwasowo-ołowiowych i zużytych akumulatorów samochodowych kwasowo-ołowiowych zbierającemu zużyte baterie lub zużyte akumulatory lub prowadzącemu zakład przetwarzania zużytych baterii lub zużytych akumulatorów, który spełnia wymagania, o których mowa w art. 15 ust. 1 pkt 1 ustawy z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach (Dz. U. z 2015 r. poz. 687 i 1688) i w przepisach wydanych na podstawie art. 63 ust. 7 tej ustawy.



3. Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu jest obowiązany do przyjęcia każdego pojazdu wycofanego z eksploatacji, który posiada cechy identyfikacyjne pojazdu, o których mowa w art. 66 ust. 3a pkt 1 ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym.



4. Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu jest także obowiązany do przyjęcia pojazdu wycofanego z eksploatacji, dla którego brak jest dowodu rejestracyjnego lub który nie posiada cech identyfikacyjnych pojazdu, o których mowa w art. 66 ust. 3a pkt 1 ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym, a także odpadów pochodzących z pojazdów wycofanych z eksploatacji, jeżeli obowiązek przekazania tych odpadów do stacji demontażu wynika z postanowienia albo decyzji wydanych przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska na podstawie przepisów ustawy z dnia 29 czerwca 2007 r. o międzynarodowym przemieszczaniu odpadów (Dz. U. z 2015 r. poz. 1048).



5. Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu przy przyjmowaniu pojazdu wycofanego z eksploatacji nie pobiera opłaty od właściciela pojazdu.

6. Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu przy przyjmowaniu pojazdu wycofanego z eksploatacji może pobrać opłatę od właściciela pojazdu, jeżeli jest spełniony co najmniej jeden z następujących warunków:



a) pojazd wycofany z eksploatacji nie jest zarejestrowany na terytorium państwa członkowskiego Unii Europejskiej, Konfederacji Szwajcarskiej lub państwa członkowskiego Europejskiego Porozumienia o Wolnym Handlu (EFTA) – strony umowy o Europejskim Obszarze Gospodarczym;

b) pojazd wycofany z eksploatacji:

- jest niekompletny,
- zawiera odpady, które zostały do niego dodane.



7. Za niekompletny pojazd uważa się pojazd, który nie zawiera co najmniej jednego istotnego elementu.

8. W przypadku przyjmowania niekompletnego pojazdu wycofanego z eksploatacji opłata, o której mowa w ust. 4, nie może przekraczać 10 zł za każdy kilogram brakującej masy pojazdu.



Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu, przyjmując pojazd wycofany z eksploatacji, który posiada wszystkie istotne elementy określone w przepisach wydanych na podstawie art. 23 ust. 9, jest obowiązany do:

- 1) unieważnienia dowodu rejestracyjnego, karty pojazdu, jeżeli była wydana, oraz tablic rejestracyjnych;
- 2) wydania zaświadczenia o demontażu pojazdu



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Zaświadczenie o demontażu pojazdu powinno zawierać oświadczenie przedsiębiorcy prowadzącego stację demontażu o unieważnieniu dowodu rejestracyjnego, karty pojazdu, jeżeli była wydana, oraz tablic rejestracyjnych.



Zaświadczenie o demontażu pojazdu jest sporządzane w trzech egzemplarzach, z których pierwszy otrzymuje właściciel pojazdu, drugi jest przekazywany przez przedsiębiorcę prowadzącego stację demontażu w terminie 7 dni organowi rejestrującemu właściwemu ze względu na miejsce ostatniej rejestracji pojazdu, a trzeci pozostaje u przedsiębiorcy prowadzącego stację demontażu



W przypadku przyjmowania niekompletnego pojazdu przedsiębiorca prowadzący stację demontażu jest obowiązany do wydania zaświadczenia o przyjęciu niekompletnego pojazdu.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu nie wydaje zaświadczenia o przyjęciu niekompletnego pojazdu, jeżeli nie jest możliwe ustalenie cech identyfikacyjnych pojazdu



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu jest obowiązany osiągać poziom odzysku i recyklingu odpadów pochodzących z pojazdów wycofanych z eksploatacji w wysokości odpowiednio 95% i 85% masy pojazdów przyjętych do jego stacji demontażu rocznie



SPOSÓB OBLICZANIA POZIOMU ODZYSKU POJAZDÓW WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI

$$PO = \frac{P + O}{M} \times 100 \%$$

gdzie:

PO - oznacza, wyrażony w procentach, poziom odzysku,

P - oznacza, wyrażoną w Mg, z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku, masę przeznaczonych do ponownego użycia przedmiotów wyposażenia i części wymontowanych z przyjętych w danym roku sprawozdawczym pojazdów wycofanych z eksploatacji, wskazaną w rocznym sprawozdaniu o pojazdach wycofanych z eksploatacji, którego wzór jest określony w rozporządzeniu wydanym na podstawie art. 30 ust. 4 ustawy z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji,

O - oznacza, wyrażoną w Mg, z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku, masę odpadów poddanych odzyskowi wskazaną w rocznym sprawozdaniu o pojazdach wycofanych z eksploatacji,



M - oznacza, wyrażoną w Mg, z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku, sumę mas pojazdów przyjętych do danej stacji demontażu w danym roku kalendarzowym; zgodnie z art. 3 pkt 2 ustawy z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, jest to masa własna w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. - Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2005 r. Nr 108, poz. 908, z późn. zm.³⁾), pomniejszona o masę paliwa w ilości nominalnej; nominalną masę paliwa ustala się na 40 kg; do pojazdów wycofanych z eksploatacji przyjętych do danej stacji demontażu zalicza się również pojazdy wycofane z eksploatacji zebrane przez prowadzącego punkt zbierania pojazdów, który zawarł umowę z prowadzącym daną stację demontażu.



SPOSÓB OBLICZANIA POZIOMU RECYKLINGU DLA POJAZDÓW WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI

Poziom recyklingu dla pojazdów wycofanych z eksploatacji oblicza się zgodnie z wzorem:

$$PR = \frac{P + R}{M} \times 100 \%$$

gdzie:

PR - oznacza, wyrażony w procentach, poziom recyklingu,

P - oznacza, wyrażoną w Mg, z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku, masę przeznaczonych do ponownego użycia przedmiotów wyposażenia i części wymontowanych z przyjętych w danym roku sprawozdawczym pojazdów wycofanych z eksploatacji, wskazaną w rocznym sprawozdaniu o pojazdach wycofanych z eksploatacji, którego wzór jest określony w rozporządzeniu wydanym na podstawie art. 30 ust. 4 ustawy z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji,

R - oznacza, wyrażoną w Mg, z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku, masę odpadów poddanych recyklingowi wskazaną w rocznym sprawozdaniu o pojazdach wycofanych z eksploatacji,



M - oznacza, wyrażoną w Mg, z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku, sumę mas pojazdów przyjętych do danej stacji demontażu w danym roku kalendarzowym; zgodnie z art. 3 pkt 2 ustawy z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, jest to masa własna w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 20 czerwca 1997 r. - Prawo o ruchu drogowym pomniejszona o masę paliwa w ilości nominalnej; nominalną masę paliwa ustala się na 40 kg; do pojazdów wycofanych z eksploatacji przyjętych do danej stacji demontażu zalicza się również pojazdy wycofane z eksploatacji zebrane przez prowadzącego punkt zbierania pojazdów, który zawarł umowę z prowadzącym daną stację demontażu.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

7. Recykling tworzyw sztucznych. Klasyfikacja tworzyw sztucznych ze względu na metody ich recyklingu.



Recykling tworzyw sztucznych

to proces przetwarzania zużytych lub odrzuconych plastikowych produktów w nowe materiały lub przedmioty, które mogą być ponownie wykorzystane.

Recykling tworzyw sztucznych wspiera zrównoważony rozwój i gospodarkę o obiegu zamkniętym.





Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Recykling tworzyw sztucznych odgrywa kluczową rolę w ochronie środowiska, zmniejszając ilość odpadów trafiających na wysypiska i do natury. Plastik, który rozkłada się przez setki lat, może uwalniać toksyczne substancje, zanieczyszczając glebę, wodę i powietrze. Dzięki recyklingowi ograniczamy także zużycie nieodnawialnych surowców, takich jak ropa naftowa i gaz ziemny, co pozwala zachować cenne zasoby naturalne dla przyszłych pokoleń.



Ponadto proces recyklingu wymaga mniej energii niż produkcja nowych tworzyw, co oznacza mniejsze emisje gazów cieplarnianych, a tym samym skuteczniejsze przeciwdziałanie zmianom klimatycznym. Recykling pomaga również w utrzymaniu czystości naszego otoczenia, zmniejszając ilość śmieci zaśmiecających miasta, rzeki i oceany. Jest to prosty, ale niezwykle ważny sposób na dbanie o planetę i zapewnienie zrównoważonej przyszłości.



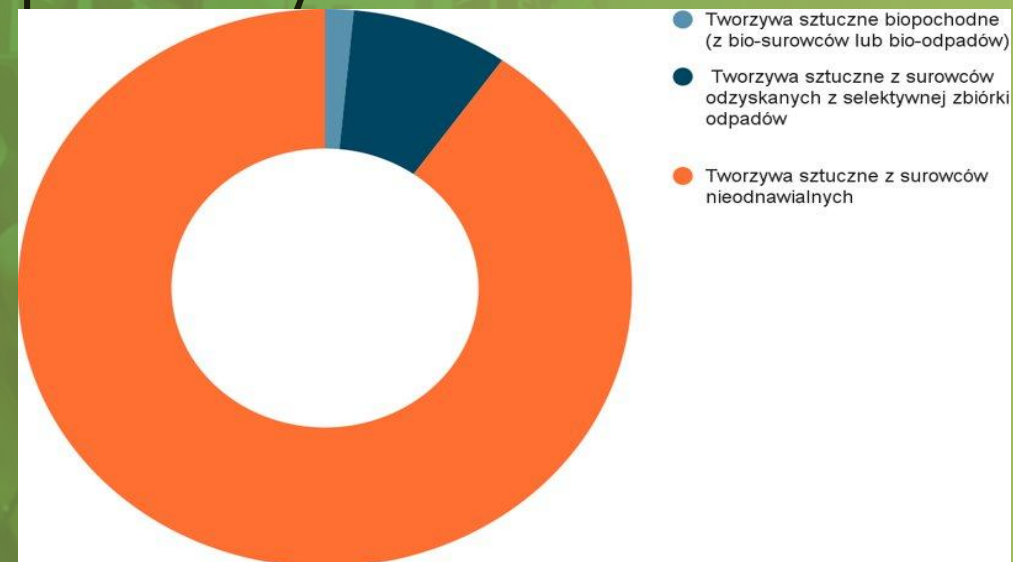
Globalna produkcja tworzyw sztucznych

W 2023 r. 90,2% światowej produkcji tworzyw sztucznych było oparte na nieodnawialnych surowcach kopalnych.

Udział materiałów wytworzonych z surowców odzyskanych z selektywnej zbiórki odpadów oraz tworzyw biopochodnych

(z bio-surowców lub bio-odpadów) wyniósł odpowiednio 8,3% i 1,5% światowej produkcji.

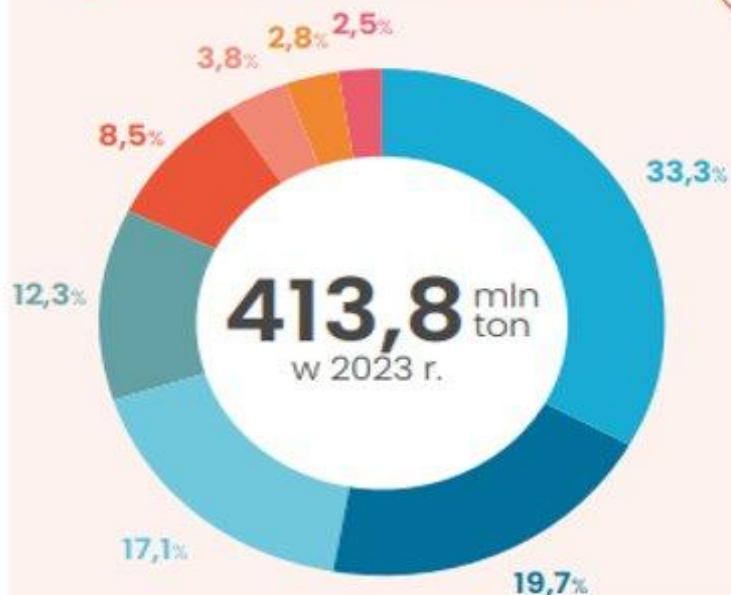
Całość produkcji wynosiła 413,8 milionów ton.





Udział w produkcji tworzyw sztucznych

Całkowita światowa
produkcja tworzyw
sztucznych



Światowa produkcja
pokonsumenckich recyklatów
tworzyw sztucznych z recyklingu
mechanicznego i chemicznego³



Światowa produkcja
tworzyw bio-pochodnych
i z przypisaną zawartością
pochodzenia biologicznego



Ameryka Północna UE27+3 Chiny Bliski Wschód, Afryka Japonia
Ameryka Środkowa i Południowa WNP⁴ Pozostała część Azji⁵



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Światowa produkcja tworzyw sztucznych w 2021 roku osiągnęła poziom 390,7 mln ton, co oznacza wzrost po stagnacji spowodowanej pandemią COVID-19 w 2020 roku, cała Europa wyprodukowała 14,7% tej produkcji.

Największym producentem tworzyw sztucznych na świecie są Chiny, które odpowiadają za około jedną trzecią globalnej produkcji.



Dominacja Chin w produkcji tworzyw sztucznych wynika z kilku czynników:

- **Rozwinięta infrastruktura przemysłowa:** Chiny posiadają rozbudowaną sieć zakładów produkcyjnych i przetwórczych, co sprzyja masowej produkcji.
- **Dostęp do surowców:** Kraj ten ma łatwy dostęp do surowców potrzebnych do produkcji tworzyw sztucznych, co obniża koszty produkcji.



- **Polityka gospodarcza:** Chiński rząd wspiera rozwój przemysłu chemicznego i tworzyw sztucznych poprzez różnorodne programy i inwestycje.
- **Rynek wewnętrzny:** Duża populacja i dynamicznie rozwijająca się gospodarka generują wysokie zapotrzebowanie na produkty z tworzyw sztucznych.



Korzyści płynące z recyklingu

Recykling tworzyw sztucznych ma kluczowe znaczenie dla ochrony zasobów naturalnych. Dzięki ponownemu wykorzystaniu odpadów plastikowych zmniejsza się zapotrzebowanie na surowce pierwotne, takie jak ropa naftowa, która jest głównym materiałem do produkcji nowych plastików. To pozwala na oszczędność cennych zasobów i zmniejsza ich eksploatację.



Klasyfikacja tworzyw sztucznych

Dlaczego ważna jest znajomość rodzajów tworzyw sztucznych?

Znajomość rodzajów tworzyw sztucznych jest kluczowa dla efektywnego recyklingu i ochrony środowiska. Każdy rodzaj plastiku ma inne właściwości i wymaga specyficznych procesów przetwarzania. Na przykład PET (używany w butelkach) jest łatwy do recyklingu, podczas gdy PVC może uwalniać toksyny.



Dzięki odpowiedniej segregacji i znajomości oznaczeń można unikać mieszania materiałów, co utrudnia recykling i zwiększa zanieczyszczenie. Dodatkowo, rozpoznawanie tworzyw pozwala wybierać te łatwiejsze do przetworzenia i unikać takich, które generują trudności lub są mało ekologiczne. To wszystko pomaga ograniczyć odpady i zmniejszyć wpływ na środowisko.



Klasyfikacja według struktury chemicznej

Klasyfikacja według struktury chemicznej opiera się na budowie łańcuchów polimerowych oraz ich zdolności do reagowania na temperaturę i naprężenia. Struktura chemiczna decyduje o właściwościach mechanicznych, cieplnych i zastosowaniu tworzyw.

Rodzaje tworzyw sztucznych według struktury chemicznej

1. Termoplasty

- **Struktura:** Liniowa lub lekko rozgałęziona. Brak trwałych wiązań między łańcuchami polimerowymi, co pozwala na ich uplastycznianie pod wpływem ciepła.



2.Duroplasty

- Struktura:** Usieciowana, z trwałymi wiązaniami poprzecznymi między łańcuchami polimerowymi. Po utwardzeniu nie ulegają ponownemu uplastycznieniu.

3.Elastomery

- Struktura:** Częściowo usieciowana, co daje elastyczność. Łańcuchy polimerowe mogą rozciągać się i wracać do pierwotnego kształtu dzięki ograniczonemu usieciowaniu.



Termoplasty to tworzywa sztuczne, które pod wpływem podgrzewania miękną i stają się plastyczne, co pozwala na ich formowanie. Po schłodzeniu ponownie twardnieją, a proces ten można wielokrotnie powtarzać.

Cechy:

- Liniowa lub lekko rozgałęziona struktura chemiczna.
- Możliwość wielokrotnego przetwarzania bez znaczącej utraty właściwości.
- Dobra odporność na działanie chemikaliów i korozję.
- Łatwość formowania w procesach przemysłowych (np. wtryskiwanie, wytłaczanie).



Przykłady:

- **Polietylen (PE)** – Stosowany w opakowaniach, foliach, butelkach.
- **Polipropylen (PP)** – Używany w rurach, pojemnikach, częściach motoryzacyjnych.
- **Poliwęglan (PC)** – Wytrzymały, przezroczysty, wykorzystywany w elektronice i optyce.



Dlaczego termoplasty są kluczowe w recyklingu?

- Możliwość wielokrotnego topienia i formowania.
- Łatwość segregacji dzięki kodom recyklingowym.



Metody recyklingu:

1. Mechaniczny:

- Rozdrabnianie i przetwarzanie na nowe produkty (np. butelki, rury).

2. Chemiczny:

- Rozkład polimerów na monomery, które mogą być ponownie użyte.

3. Upcykling:

- Tworzenie produktów o wyższej wartości, np. odzieży z włókien poliestrowych wytworzonych z PET.



Duroplasty to tworzywa sztuczne, które podczas procesu utwardzania tworzą trwałe wiązania chemiczne, nadając im sztywną i nierozpuszczalną strukturę. Po utwardzeniu nie można ich ponownie uplastyczyć.

Cechy:

- Trwale usieciowana struktura chemiczna.
- Wysoka odporność na temperaturę i działanie chemikaliów.
- Twardość i wytrzymałość mechaniczna, ale jednocześnie kruchość.
- Brak możliwości recyklingu poprzez przetopienie.



Przykłady:

- **Epoksydy** – Używane w klejach, laminatach, powłokach ochronnych.
- **Fenoplasty** – Stosowane w obudowach narzędzi, uchwytach i izolacjach.
- **Żywice poliestrowe** – Wykorzystywane w kompozytach i przemyśle samochodowym.



Dlaczego recykling duroplastów jest trudny?

- Raz utwardzone nie mogą być ponownie uplastycznione.
- Odporność na wysoką temperaturę i chemikalia ogranicza możliwości ich przetwarzania.



Metody recyklingu:

1. Mechaniczny:

- Rozdrabnianie na proszek, który jest wykorzystywany jako wypełniacz w innych materiałach (np. kompozytach lub betonach).

2. Chemiczny:

- Rozbijanie wiązań sieciowych (np. hydroliza, piroliza) w celu odzyskania żywic lub surowców.

3. Termiczne odzyskiwanie energii:

- Spalanie z odzyskiem ciepła w cementowniach lub elektrociepłowniach.



Elastomery to tworzywa sztuczne o dużej elastyczności, które mogą być rozciągane i powracają do pierwotnego kształtu po usunięciu naprężenia. Wynika to z ich częściowo usieciowanej struktury chemicznej.

Cechy:

- Struktura z ograniczonym usieciowaniem, pozwalająca na rozciąganie i sprężystość.
- Odporność na ścieranie i różne warunki atmosferyczne.
- Dobra izolacyjność termiczna i elektryczna.
- Wytrzymałość na długotrwałe obciążenia mechaniczne.



Przykłady:

- **Kauczuk syntetyczny** – Używany w produkcji opon, taśm transportowych.
- **Silikon** – Stosowany w uszczelkach, implantach medycznych, wyrobach spożywczych.
- **Poliuretany (PU)** – Wykorzystywane w materacach, odzieży sportowej, piankach izolacyjnych.



Dlaczego recykling elastomerów jest trudny?

- Po wulkanizacji stają się trwałe i elastyczne, co utrudnia ich ponowne przetwarzanie.
- Wysoka odporność chemiczna i mechaniczna ogranicza dostępne metody recyklingu.



Metody recyklingu:

1. Mechaniczny:

- Rozdrabnianie na granulaty gumowy.

2. Chemiczny:

- Depolimeryzacja lub dekompozycja termochemiczna (odzysk sadzy, olejów, gazów).

3. Wulkanizacja wtórna:

- Mieszanie granulatu z nowymi elastomerami w celu produkcji nowych produktów.



Polimery biodegradowalne to rodzaj polimerów, które mogą ulegać naturalnemu rozkładowi pod wpływem mikroorganizmów (takich jak bakterie, grzyby, czy glony), enzymów lub warunków środowiskowych (np. wilgotność, temperatura). Proces ten prowadzi do rozkładu polimeru na proste związki chemiczne, takie jak dwutlenek węgla (CO_2), woda, biomasa, a w warunkach beztlenowych — metan.



Cechy:

- Mogą być naturalne (np. z celulozy, skrobi) lub syntetyczne.
- Rozkładają się w glebie, wodzie lub w kompostowniach.
- Są bardziej przyjazne środowisku, redukując problem odpadów plastikowych.



Przykłady:

- **Naturalne:** polihydroksyalkaniany (PHA), polilaktyd (PLA), chitozan, skrobia termoplastyczna.
- **Syntetyczne:** poli(bursztynian butylenu) (PBS), poli(węglan etylenu) (PEC).

Polimery te są szeroko stosowane w produkcji opakowań, medycynie (np. rozpuszczalne nici chirurgiczne), rolnictwie (np. biodegradowalne folie), czy przemyśle jednorazowych produktów użytkowych.



Rodzaje recyklingu tworzyw sztucznych

Wyróżnia się trzy główne metody recyklingu tworzyw sztucznych:

- Recykling mechaniczny
- Recykling chemiczny
- Recykling termiczny



Recykling mechaniczny to proces przetwarzania odpadów tworzyw sztucznych (i innych materiałów) w sposób fizyczny, który nie zmienia struktury chemicznej materiału. Polega na zbieraniu, sortowaniu, czyszczeniu, rozdrabnianiu, a następnie przetwarzaniu odpadów na surowce wtórne, które mogą być ponownie wykorzystane w produkcji nowych produktów.



Zastosowania:

- produkcja nowych opakowań
- produkty codziennego użytku
 - przemysł tekstylny
 - części samochodowe
 - elementy budowlane
- meble ogrodowe i akcesoria
- paliwa alternatywne



Recykling chemiczny to proces przetwarzania odpadów tworzyw sztucznych (i innych materiałów) za pomocą reakcji chemicznych, które rozkładają plastik na jego podstawowe składniki chemiczne. Dzięki tym reakcjom, plastik może być rozbity na monomery lub inne substancje, które mogą zostać ponownie użyte do produkcji nowych materiałów lub surowców, które nadają się do produkcji nowych tworzyw sztucznych.



Przykłady recyklingu chemicznego

W recyklingu chemicznym plastiki są rozkładane za pomocą różnych procesów, takich jak:

- **Piroliza** – rozkład plastiku w wysokiej temperaturze w obecności minimalnej ilości tlenu, co prowadzi do uzyskania gazów, olejów lub węglowodorów, które mogą być używane jako paliwa lub surowce do produkcji chemikaliów.



- **Depolimeryzacja** – proces rozkładu polimerów (tworzyw sztucznych) do ich monomerów, które mogą być ponownie wykorzystane do produkcji nowych tworzyw sztucznych.
- **Hydroliza** – proces rozkładu plastiku (np. PET) za pomocą wody i wysokiej temperatury, co pozwala na odzyskanie monomerów, takich jak kwas tereftalowy, który może być ponownie użyty do produkcji nowych butelek.



Recykling energetyczny, czyli proces spalania odpadów w celu odzyskania energii, jest jednym z elementów gospodarki odpadami. Polega na przekształcaniu odpadów (głównie tych, które nie nadają się do recyklingu materiałowego) w energię cieplną lub elektryczną. Jest stosowany w spalarniach odpadów wyposażonych w odpowiednie technologie odzysku energii.



Zalety:

1.Redukcja objętości odpadów:

- Spalanie zmniejsza objętość odpadów o 70–90%, co zmniejsza potrzebę składowania na wysypiskach.

2.Produkcja energii:

- Odpady są źródłem energii, która może być wykorzystana do produkcji ciepła i elektryczności. To zwiększa niezależność energetyczną.



3. Zmniejszenie obciążenia wysypisk:

- Redukuje ilość odpadów składowanych na wysypiskach, co zmniejsza emisję metanu (silnego gazu cieplarnianego).

4. Bezpieczeństwo sanitarne:

- Proces spalania eliminuje chorobotwórcze mikroorganizmy i substancje toksyczne, które mogłyby zagrażać zdrowiu.



5. Wykorzystanie odpadów nie nadających się do recyklingu materiałowego:

- Plastik niskiej jakości, odpady organiczne czy zużyte materiały kompozytowe mogą być efektywnie przetwarzane energetycznie.

6. Poprawa efektywności gospodarki odpadami:

- Spalanie energetyczne w połączeniu z recyklingiem materiałowym i kompostowaniem tworzy kompleksowe podejście do zarządzania odpadami.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

8. Zasady zrównoważonego rozwoju. Elementy logistyki. Recykling jako element ochrony środowiska.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

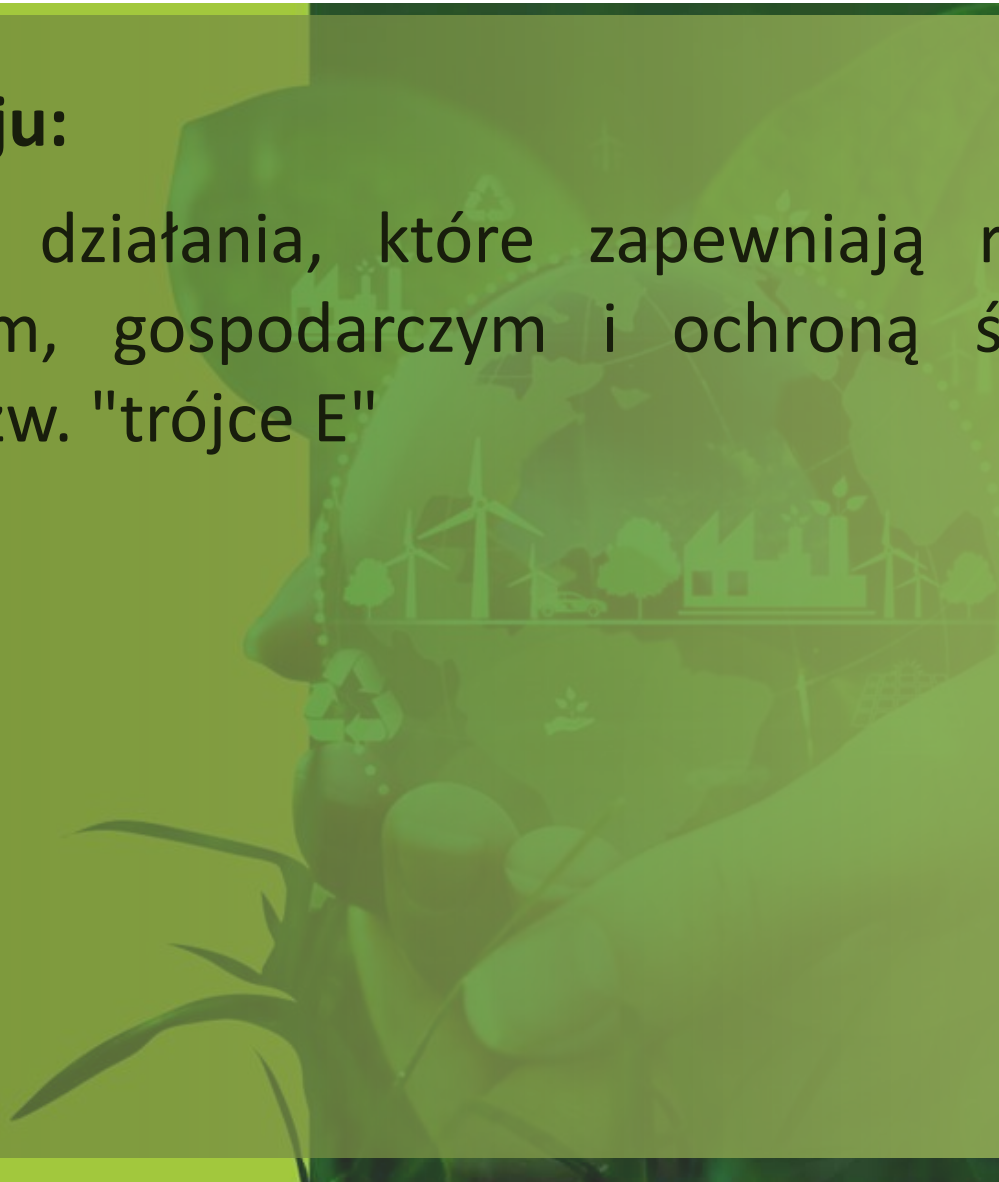
Zrównoważony rozwój i ekologia odpadów to kluczowe aspekty dzisiejszych działań na rzecz ochrony środowiska. Dobre zarządzanie odpadami w kontekście zrównoważonego rozwoju opiera się na efektywnym gospodarowaniu zasobami, minimalizacji wpływu na środowisko oraz uwzględnieniu społecznych i ekonomicznych aspektów.



Zasady Zrównoważonego Rozwoju:

Zrównoważony rozwój oznacza działania, które zapewniają równowagę pomiędzy rozwojem społecznym, gospodarczym i ochroną środowiska. Zasady te często opierają się na tzw. "trójce E"

- environment,
- economy,
- equity, czyli:





1. Ochrona Środowiska (Environmental)

- Dążenie do zmniejszenia negatywnego wpływu działalności człowieka na ekosystemy, poprzez oszczędność zasobów naturalnych, minimalizowanie zanieczyszczeń i emisji gazów cieplarnianych.
- **Odpowiedzialne zarządzanie odpadami:** unikanie składowania odpadów, preferowanie recyklingu, kompostowania i ponownego wykorzystania materiałów.
- **Ochrona bioróżnorodności:** minimalizacja degradacji ekosystemów, ochrona gatunków i siedlisk.



2. Sprawiedliwość Społeczna (Equity)

- Zrównoważony rozwój zakłada równość w dostępie do zasobów, edukacji i zdrowia. Rozwiązania środowiskowe muszą uwzględniać interesy lokalnych społeczności, eliminując nierówności społeczne i promując inkluzję.
- Edukacja ekologiczna:** podnoszenie świadomości na temat recyklingu i ochrony środowiska, angażowanie różnych grup społecznych (szkoły, organizacje pozarządowe, firmy).



3. Zrównoważona Gospodarka (Economy)

- Ekonomia zrównoważona to koncepcja, która promuje rozwój gospodarczy, nie kosztem środowiska ani społeczności. W tym kontekście chodzi o **gospodarkę o obiegu zamkniętym** (circular economy), w której odpady traktowane są jako zasoby, a nie jako problem.
- Przemiany w przemyśle**: zwiększenie efektywności procesów produkcyjnych, zmniejszenie zużycia surowców i energii, rozwój zielonych technologii.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Ekologistyka to podejście logistyczne ukierunkowane na ochronę środowiska poprzez racjonalne zarządzanie przepływem materiałów i odpadów. W kontekście odpadów, ekologistyka obejmuje planowanie i zarządzanie ich zbiórką, transportem, przetwarzaniem oraz dystrybucją.



1. Zmniejszenie ilości odpadów

- **Prewencja odpadów:** ograniczanie produkcji odpadów przez zmiany w procesach produkcyjnych, zmniejszenie użycia jednorazowych produktów (np. plastikowych opakowań), promowanie odpowiedzialnych nawyków konsumpcyjnych (np. minimalizm).
- **Projektowanie z myślą o recyklingu:** produkty powinny być projektowane w taki sposób, aby łatwiej je było przetworzyć lub nadać im nowe życie (np. użycie surowców nadających się do recyklingu).



2. Zbieranie, segregowanie i transport odpadów

- **Segregacja u źródła:** skuteczne segregowanie odpadów w gospodarstwach domowych i firmach, aby ułatwić późniejsze przetwarzanie (np. oddzielne pojemniki na plastik, papier, metal).
- **Efektywny transport:** minimalizacja zużycia energii i emisji CO₂ związanych z transportem odpadów. Może to obejmować optymalizację tras transportowych, wykorzystywanie pojazdów elektrycznych lub niskoemisyjnych.
- **Logistyka zwrotna:** tworzenie systemów, które umożliwiają odzysk materiałów z odpadów (np. butelki zwrotne, systemy zwrotu opakowań).



3. Przetwarzanie i ponowne wykorzystanie materiałów

- **Recykling i kompostowanie:** promowanie recyklingu materiałów (np. papieru, plastiku, szkła), a także kompostowanie odpadów organicznych.
- **Przemiany materiałów:** technologia "upcyklingu", czyli przekształcanie odpadów w produkty o wyższej wartości. Przykładem może być wykorzystanie odpadów tekstylnych do produkcji nowych materiałów budowlanych lub odzieży.
- **Gospodarka o obiegu zamkniętym:** rozwijanie systemów, w których odpady z jednego procesu stają się surowcem do kolejnego procesu (np. przemiany odpadów w biogaz, przetwarzanie zużytych materiałów na nowe produkty).



4. Zarządzanie odpadami niebezpiecznymi

- Składowanie i przetwarzanie:** odpady niebezpieczne, takie jak odpady chemiczne, elektroniczne, medyczne, wymagają specjalistycznego traktowania i unikania ich przypadkowego uwolnienia do środowiska.
- Zrównoważony rozkład:** odpady niebezpieczne powinny być odpowiednio segregowane i przechowywane w sposób bezpieczny dla ludzi i środowiska.



Dobre Praktyki w Ekologistyce Odpadów

- **Zastosowanie systemów zbiórki selektywnej:** np. w miastach, biurach, szkołach, czy osiedlach mieszkaniowych.
- **Edukacja społeczeństwa:** promowanie recyklingu, świadomości ekologicznej i odpowiedzialnego zarządzania odpadami.
- **Współpraca z firmami zajmującymi się recyklingiem:** tworzenie łańcuchów dostaw, które umożliwiają przetwarzanie odpadów na produkty wartościowe.
- **Zrównoważony rozwój technologii przetwarzania:** wspieranie innowacji w zakresie przetwarzania i recyklingu, takich jak automatyzacja procesów segregacji czy biotechnol.



Wyzwania w Ekologistyce Odpadów

- Brak wystarczającej infrastruktury do zbiórki i segregacji odpadów.
- Niska świadomość ekologiczna społeczeństwa.
- Odpady niebezpieczne, trudne do przetworzenia, takie jak elektronika, odpady chemiczne.
- Koszty związane z przetwarzaniem i recyklingiem odpadów, które mogą być wyższe niż składowanie na wysypiskach.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

9. Odnawialne źródła energii (OZE) a recykling. Energia z odpadów- przetwarzanie odpadów organicznych w biogaz lub biometan.



Ustawa z 20 lutego 2015 r. definiuje **OZE** jako:

„odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów”.



Energetyka wiatrowa

– produkcja energii z wiatru następuje w specjalnych turbinach. Mogą być one ulokowane na lądzie (ang. onshore wind), a także na większych zbiornikach wodnych – morzach i oceanach (ang. offshore wind).

Energia wiatrowa jest nie tylko tania w uzyskaniu, ale również wydajna. Powyższe cechy sprawiają, że energetyka wiatrowa pozytywnie oceniana jest przez społeczeństwo – w naszym kraju jej rozwój popiera 8 na 10 Polaków.



Energetyka solarna

– wytwarzanie energii i ciepła z wykorzystaniem promieniowania słonecznego następuje dzięki instalacjom fotowoltaicznym oraz kolektorom grzewczym. Mieszkańcy Polski chętnie sięgają po to rozwiązanie, czego dowodem jest sukces programu „Mój Prąd”. M.in. dzięki temu w kwietniu 2022 r. liczba prosumentów (osób, które wytwarzają energię na własne potrzeby) przekroczyła milion. Dla porównania w grudniu 2015 r. było to jedynie ok. 4,5 tys. prosumentów.



Energetyka wodna

– do jej przetworzenia wykorzystywane są specjalne budowle hydrotechniczne, z wbudowanym systemem turbin, które zamieniają siłę płynącej lub opadającej wody w energię kinetyczną, a następnie elektryczną. Należy jednak wziąć pod uwagę, że energetyka wodna, chociaż odnawialna, ma znaczący wpływ na otoczenie przyrodnicze, a w określonych warunkach może charakteryzować się emisyjnością porównywalną z energetyką opartą o paliwa kopalne, ze względu na emisje metanu z rozkładającej się materii organicznej.



Energetyka geotermalna

– pod powierzchnią Ziemi występują zasoby wody, które mają od kilkudziesięciu do 100°C. Poprzez specjalne odwierty jest ona wydobywana, a następnie za pomocą odpowiednich instalacji przetwarzana w energię.



Energetyka pochodząca z biomasy

– dzięki wysoko zaawansowanym procesom technologicznym, biomasa (stałe lub ciekłe substancje pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, które ulegają biodegradacji, pochodzące z produktów, odpadów i pozostałości z produkcji rolnej i leśnej oraz przemysłu przetwarzającego ich produkty, oraz ziarna zbóż niespełniające wymagań jakościowych dla zbóż) pochodzenia zwierzęcego lub roślinnego, przetworzona zostaje w paliwa stałe, płynne lub gazowe.



W kolejnym etapie są one spalane i tym samym uzyskuje się ciepło oraz energię elektryczną. Ten rodzaj energii zyskuje coraz większą popularność w naszym kraju, dzięki czemu, poprzez dodawanie biokomponentów do tradycyjnych paliw, zwiększa się rola odnawialnych źródeł energii np. w transporcie. Kluczem jest jednak stosowanie już istniejących odpadów – nie zaś wykorzystywanie do celów energetycznych specjalnie tworzonych biokomponentów.



Rola OZE w gospodarce niskoemisyjnej

Stosowanie prawa unijnego, mechanizmy wsparcia, takie jak:

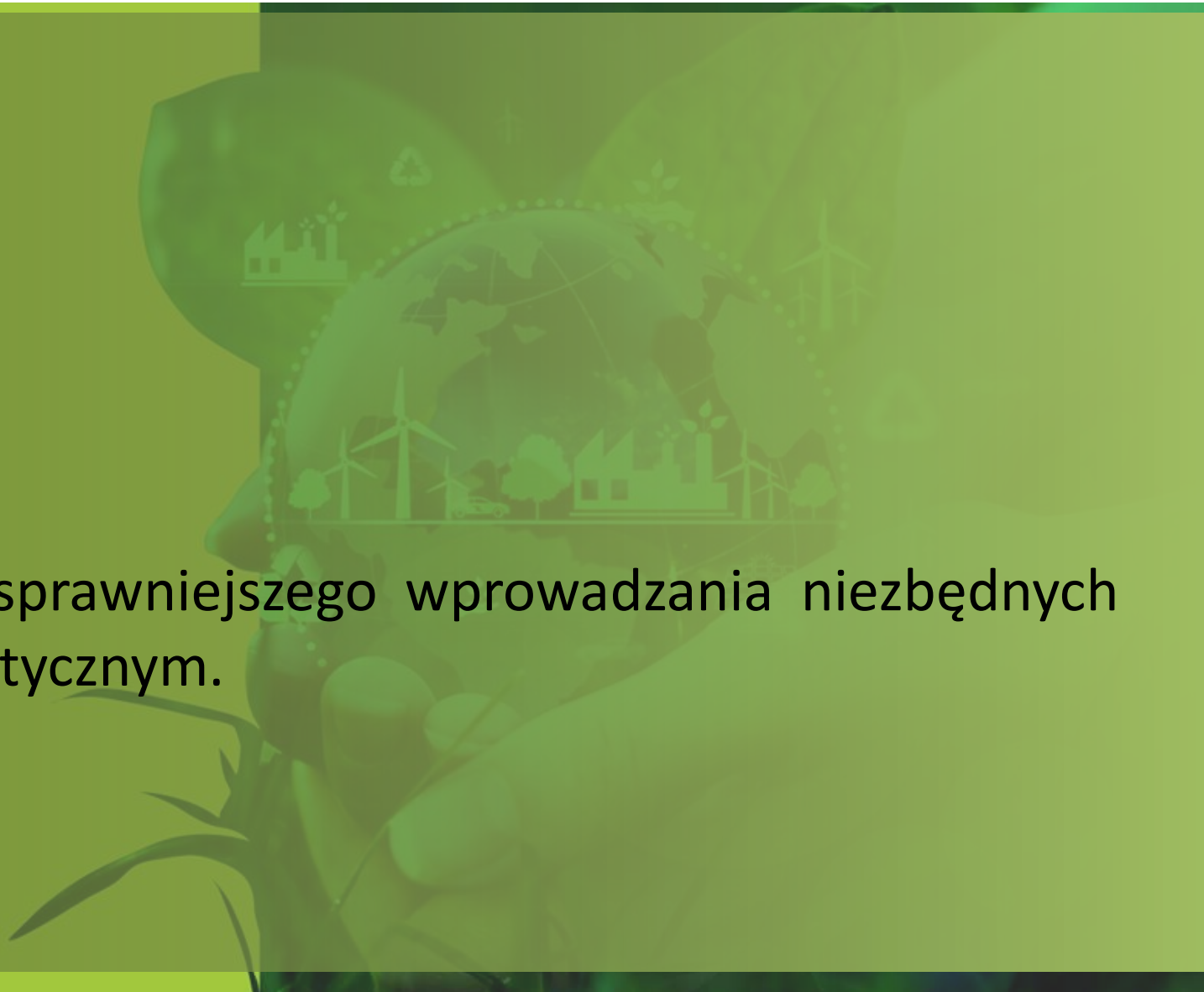
- system aukcyjny,
- system FIT (feed-in tariff – system taryf gwarantowanych)
- FIP (feed-in premium – system dopłat do ceny rynkowej)



oraz krajowe systemy wsparcia:

- program: „Mój Prąd”
- „Czyste Powietrze”

przyczyniają się do szybszego i sprawniejszego wprowadzania niezbędnych zmian w polskim systemie energetycznym.





Zmiany, te w perspektywie najbliższych lat powinny doprowadzić do wdrożenia gospodarki niskoemisyjnej. Charakteryzuje się ona głównie oddzieleniem wzrostu emisji gazów cieplarnianych od rozwoju gospodarczego, m.in. poprzez docelową eliminację stosowania paliw kopalnych. Te cele są możliwe do osiągnięcia, m.in. poprzez wdrażanie bezemisyjnych odnawialnych źródeł energii.



Dzięki temu możliwe jest efektywniejsze i korzystniejsze dla środowiska wykorzystanie wyczerpalnych paliw kopalnych. Stopniowe, ale systematyczne wprowadzanie tych zmian pozwoli na sukcesywną redukcję emisji gazów cieplarnianych do atmosfery. Według założeń Unii Europejskiej nasz kontynent do 2050 r. jako pierwszy ma uzyskać neutralność klimatyczną (zerowy bilans między emisją, a pochłanianiem m.in. CO₂).

OZE to również dobre uzupełnienie innych źródeł, które mogą być stabilizowane dzięki wykorzystaniu np. energetyki jądrowej, która będzie wdrażana w ciągu najbliższych lat w Polsce.



Budowa systemu energetycznego opartego o odnawialne źródła energii wiąże się ze sporymi wyzwaniami. Przy obecnie stosowanych technologiach znaczna część produkcji energii uzależniona jest od dostępności wiatru czy słońca – co może oznaczać występowanie w pewnych momentach niedoborów, w innych zaś nadmiaru produkowanej energii.



Konieczne jest stworzenie odpowiedniego systemu bilansującego – w szczególności magazynów energii. Również rozwój infrastruktury do produkcji i wykorzystania wodoru przyczynić się może do dalszego zapewnienia stabilności systemu. Do tego rozwój inteligentnego zarządzania siecią energetyczną i rozwój samej sieci stanowić powinny istotny element stworzenia rozproszonego systemu produkcji energii, zapewniając jednocześnie bezpieczeństwo jej dostaw.



Fundusze Europejskie
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NCBR
Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

Dziękuję za uwagę

Dr inż. Barbara Sykut

