

TERESA KUBIAK

Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski w Poznaniu,
e-mail: teresakubiak@tlen.pl

SAMOCHOODY WYCOFANE Z EKSPLOATACJI – KLUCZOWE ZAGADNIENIA ZWIĄZANE Z SYSTEMEM RECYKLINGU

W artykule przedstawiono problemy związane z samochodami wycofywanymi z eksploatacji, strukturę wiekową parku samochodowego w krajach Unii Europejskiej i w Polsce, oraz prognozy w tym zakresie na kolejne lata. Gwałtowny wzrost liczby samochodów wprowadza konieczność racjonalnej gospodarki odpadami pochodzącymi z ich eksploatacji i złomowania pojazdów. Obecna struktura wiekowa krajowego parku, w której znaczną część stanowią pojazdy stare i wyeksploatowane, przyczynia się do stałego wzrostu łącznej masy odpadów samochodowych.

Słowa kluczowe: struktura parku samochodowego, samochód wycofany z eksploatacji (SWE), recykling, stacja demontażu samochodów, wpływ recyklingu SWE na środowisko przyrodnicze

I. WSTĘP

Przyspieszone tempo rozwoju motoryzacji w Polsce oraz brak prawidłowej gospodarki samochodami wycofanymi z eksploatacji prowadzi do znacznego zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego oraz marnotrawstwa wielu materiałów. Samochody mają wpływ na środowisko nie tylko na etapie produkcji (wykorzystanie zasobów) i eksploatacji (emisje do środowiska), ale również po zakończeniu użytkowania [Kubiak 2010].

Możliwość ponownego wykorzystania części, elementów oraz materiałów użytych w samochodach ma ogromne znaczenie z punktu widzenia oszczędnego gospodarowania zasobami i energią, wpływa ponadto na zmniejszenie strumienia odpadów bezpowrotnie umieszczanych na składowiskach. Samochód wycofany z eksploatacji jest bardzo wartościowym odpadem masowo występującym we wszystkich krajach [Kubiak 2011].

Recykling samochodów to zorganizowana działalność polegająca na odzyskaniu z amochodu elementów i zespołów przydatnych do dalszej eksploatacji oraz włączanie do powtórnego obiegu odzyskanych surowców i materiałów. Jego istotą jest działanie zmierzające do minimalizowania ilości odpadów przy jednoczesnym ograniczaniu zapotrzebowania na surowce i energię.

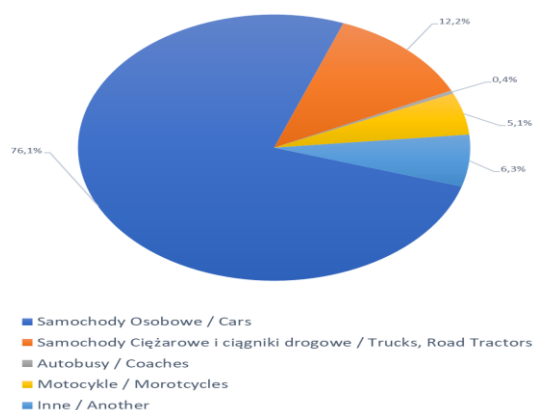
Celem pracy było zaprezentowanie kluczowych zagadnień związanych z systemem recyklingu samochodów w Polsce i krajach Unii Europejskiej (charakterystyka parku samochodowego, analiza ilościowa i jakościowa materiałów pozyskanych z demontażu, technologie recyklingu i ich środowiskowe aspekty). Zidentyfikowano także potencjalne, znaczące oddziaływania stacji demontażu samochodów na elementy środowiska przyrodniczego w miejscu jej lokalizacji. Przedstawiono również wymagania ekologiczne, techniczne, organizacyjne i prawne, jakie powinna spełniać instalacja demontażu samochodów.

II. METODA PRACY

Dokonano przeglądu dostępnej literatury oraz dokumentów na temat wybranych producentów samochodów (strony internetowe, dane statystyczne). Przeprowadzono analizę stanu wiedzy w zakresie recyklingu samochodów wycofanych z eksploatacji.

III. WIELKOŚĆ I STRUKTURA WIEKOWA PARKU SAMOCHODOWEGO W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ I W POLSCE

Dynamiczny rozwój motoryzacji rozumianej jako całokształt spraw związanych z eksploatacją pojazdów drogowych wywiera znaczący wpływ na środowisko przyrodnicze. Liczba samochodów w Polsce w 2022 roku przekroczyła 24 mln egzemplarzy. Pod względem ich liczby na 1000 mieszkańców, Polska znajduje się na drugim miejscu spośród krajów Unii Europejskiej, zaraz za Luksemburgiem. Strukturę parku zarejestrowanych pojazdów samochodowych w Polsce przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Struktura parku samochodowego w Polsce – grudzień 2020 [za Odpady pojazdów...]
Fig. 1. The structure of the car park in Poland – December of 2020 [after Odpady pojazdów...]

Statystyki Europejskiego Stowarzyszenia Producentów Samochodów podają, że liczba samochodów w Polsce przypadająca obecnie na 1000 mieszkańców wynosi 747, gdy w 2018 r., było to 617 pojazdów [Dane Stowarzyszenia...]. Pierwsze miejsce w rankingu zajmuje Luksemburg z wynikiem 781 aut. Polska, w przeliczeniu na liczbę mieszkańców ma więcej samochodów niż takie potęgi ekonomiczne, jak Francja czy Szwajcaria i więcej niż stawiana często do porównania Hiszpania [Rynek motoryzacyjny]. Łącznie, w Polsce jest 24,3 mln samochodów, co daje nam piąte miejsce w całej UE. Statystyki te uwzględniają również samochody nieużywane, ale wciąż figurujące w Centralnej Ewidencji Pojazdów i Kierowców (CEPiK). Potwierdzeniem tego faktu są statystyki z 2019 roku, kiedy z całego rynku samochodów liczącego 22,5 mln pojazdów używanych było 16,9 mln aut [Liczba samochodów ...]. O ile liczba samochodów w Polsce robi wrażenie, o tyle nie ma się czym chwalić na płaszczyźnie ich wieku. W tym rankingu Polska jest w ogonie Europy, zajmując 7 miejsce od końca. Według danych ACEA [Dane Stowarzyszenia...], średni wiek samochodów, które jeżdżą po polskich drogach, przekracza 14 lat (a prawie 40% zarejestrowanych aut ma więcej niż 21 lat), przy średniej 11,5 roku dla całej UE. Według szacunków, liczba samochodów będzie stale rosła. W 2025 r. na całym globie ma być ich już 1,5 mld, a granica dwóch miliardów zostanie przełamana w okolicach 2040 r. Ten szybki przyrost liczby aut w głównej mierze będzie zasługą rozwijających Chin i Indii.

Według Światowej Organizacji Energii, w r. 2000 w Chinach na 1000 osób przypadały zaledwie 4 pojazdy; w 2010 r. było ich już 40, a w 2035 r. będzie ich aż 310 [Ile jest samochodów...].

Analicyści podkreślają, że z rosnącą liczbą pojazdów, rosnąć będzie, i to w szybszym tempie, liczba aut o ekologicznym napędzie. Według Międzynarodowej Agencji Energii po drogach jeździ obecnie już ponad milion samochodów napędzanych wyłącznie energią elektryczną, a w 2030 r. liczba ta ma przekroczyć 140 milionów [Ile jest samochodów...].

W latach 90. XX wieku 70% masy samochodu stanowiła żelazna karoseria, natomiast stopy aluminium zaledwie 3,4-6,0% masy samochodu. Znaczny udział (7,3-7,9%) miały metale takie jak miedź (znajdująca się w przewodach), mosiądz, czy ołów (w akumulatorze). Tworzywa sztuczne, głównie polietylen, polipropylen, nylon, tworzywa termoplastyczne czy też termoutwardzalne stanowiły 5,9-6,9% całego samochodu. W samochodach tych zamontowana była również podobna (5-5,9%) ilość elastomerów (czyli polimerowych tworzyw sztucznych bądź naturalnych, jak kauczuk naturalny, elastomery uretanowe i inne).

W pierwszej dekadzie XXI wieku ilość żelaza użytego do konstrukcji samochodu była podobna (66,2-68,5%), ale znacznie wzrosła ilość wykorzystywanych stopów aluminium (8,4-11,6%). Znacząco zmalała ilość innych metali: Cu, Pb czy mosiądzu 1,8-2,5%. Wykorzystanie elastomerów było podobne, ale ilość plastików w konstrukcji samochodu wzrosła niemal dwukrotnie (do 10%). Najnowsze konstrukcje cechuje ograniczenie użycia żelaza o blisko 15% w stosunku do samochodów z lat 90. Znacząco rośnie wykorzystanie stopów aluminium 8,7-19,8% oraz plastików 15,5-20,6%. Wykorzystanie elastomerów zmalało (1,2-2,8%).

Tak znaczące zmiany w budowie wpływają nie tylko na ograniczenie zużycia paliw oraz emisji gazów, ale w znaczący sposób, po wycofaniu samochodów z eksploatacji, pozwalają na zmniejszenie ilości materiałów niemożliwych do recyklingu, przeznaczonych do unieszkodliwiania czy też składowanych. Polska kładzie również duży nacisk na rozwój rynku samochodów elektrycznych oraz samochodów napędzanych sprężonym gazem ziemnym (CNG) lub skroplonym gazem ziemnym (LNG). Rząd wyznaczył ambitny cel: do 2025 r. na drodze ma się pojawić ponad milion pojazdów elektrycznych [Dokument roboczy...].

Ekologiczne pojazdy o napędzie elektrycznym nie będą zanieczyszczać powietrza, ale pojawi się nowy problem - wykorzystywane w nich akumulatory nie nadają się do recyklingu. Nie stanowiło to wielkiego problemu, gdy pojazdy te były rzadkością. Jednak branża dynamicznie się rozwija i według niektórych szacunków, w 2030 roku na drogach będzie już 145 mln takich samochodów. Ekspertki zwracają uwagę na to, że za kilka lat mogą się pojawić miliony zużytych akumulatorów, które trzeba będzie gdzieś składować. Apelują więc o pilne opracowanie wydajnych metod recyklingu i ostrzegają przed tym potencjalnym zagrożeniem ekologicznym.

Politycy skłaniają się też w stronę rozwiązań, które mają zmusić producentów do zagwarantowania, że zużyte baterie nie skończą na wysypiskach, zagrażając środowisku. Zamiast tego akumulatory muszą być wykorzystywane ponownie w innych, mniej wymagających zastosowaniach albo poddawane recyklingowi [Problem z elektrycznymi...]. Producenci samochodów szukają też innych rozwiązań. We Francji powstają fabryki samochodów używanych. Fabryka Renault i Stellantis postanowiły w to zainwestować, bo takie obiekty są w stanie generować większe zyski niż fabryka nowych pojazdów. W tej potężnej centrali cardetailingu pojazdy będą naprawiane, polerowane, lakierowane itd. W roku 2020 Renault stworzył pierwszy zakład renowacji używanych aut. Obiekt zlokalizowano w miejscowości Flins (Francja); ma wydajność 180 samochodów dziennie. W przyszłym roku ma się to zwiększyć do 45 tys. samochodów rocznie z perspektywą podwojenia w prognozie średnioterminowej. Renault poinformowało również, że swoje przeznaczenie zmienia fabryka w hiszpańskiej Sewilli. Obiekt o powierzchni 5 tysięcy metrów kwadratowych ma docelowo regenerować 10 tys. samochodów i naprawiać 1000 akumulatorów trakcyjnych rocznie [Gis 2022].

IV. ZRÓWNOWAŻONE CELE ROZWOJU SYSTEMU RECYKLINGU SAMOCHODÓW W POLSCE I KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

Według danych GUS [Odpady pojazdów...] w najbliższych latach w Polsce wycofaniu z eksploatacji podlegać będzie ponad 500 tys. pojazdów rocznie. Wzrasta tym samym obciążenie środowiska wywołane przez samochody. Pojazdy mają bowiem wpływ na środowisko przyrodnicze nie tylko na etapie produkcji (wykorzystywanie zasobów) i eksploatacji (emisje do środowiska), ale również po wycofaniu ich z użycia. W rozumieniu ustawy w sprawie katalogu odpadów [Rozporządzenie Ministra Klimatu...] pojazd samochodowy po wycofaniu z eksploatacji (SWE) stanowi odpad niebezpieczny, bo zawiera substancje niebezpieczne. Równocześnie stanowi źródło cennych surowców wtórnych. Koniecznością wynikającą z coraz bardziej rygorystycznych wymagań w zakresie ochrony środowiska jest tu więc recykling.

Działania w zakresie recyklingu samochodów w Polsce uregulowane są przepisami ustawy z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji będącej transpozycją Dyrektywy 2000/53/EC PE i Rady Unii Europy [Dyrektywa 2000/53/EC], która określa zasady postępowania z pojazdami wycofanymi z eksploatacji w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Dyrektywa ta obowiązuje ponadto różne podmioty gospodarcze do wspólnego działania na rzecz recyklingu (m.in. wprowadzających samochody producentów i importerów, producentów materiałów i części samochodowych, właścicieli samochodów, stacje demontażu, władze lokalne i centralne, instytucje kontrolne, towarzystwa ubezpieczeniowe). Jednym z celów nadrzędnych dyrektywy jest minimalizacja powstawania odpadów pochodzących z wycofanych z eksploatacji samochodów, realizowana m.in. poprzez:

- zakaz stosowania materiałów niebezpiecznych (zawierających kadm, ołów, chrom sześciowartościowy) w produkcji samochodów;
- recyklingową orientację konstrukcji samochodów na etapie projektowania i produkcji, w tym znakowania użytych materiałów, dla ułatwienia ich identyfikacji w celu ponownego wykorzystania i recyklingu;
- wykorzystywania materiałów pochodzących z recyklingu w produkcji nowych samochodów;
- osiągnięcie odpowiednich wskaźników odzysku i recyklingu – do 2015 roku; 85% odzysk i 80% recykling, po 2015 roku 95% odzysk i 85% recykling,
- obowiązek tworzenia szczelnej sieci odbioru SWE, aby każdy zużyty samochód trafił do autoryzowanej stacji demontażu;
- obowiązek przekazania SWE przez ostatniego użytkownika, który otrzyma świadectwo złomowania, będące dokumentem niezbędnym do wyrejestrowania samochodu.

Recykling samochodów to proces przetwarzania wyeksploatowanych pojazdów, którego podstawowy cel polega na bezpiecznym dla środowiska demontażu i ponownym wykorzystaniu podzespołów, części i materiałów, jak również na unieszkodliwianiu tych części i materiałów, które nie nadają się do dalszego wykorzystania [Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 r.].

Regulacje prawne dotyczące SWE

Dotychczas stosowane procedury recyklingu samochodów są dalekie od racjonalnych. „Praktyka recyklingowa” wciąż „dobrze” funkcjonującej szarej strefy znacznie odbiega od obligatoryjnych zasad. Zainteresowanie samochodami wycofanymi z eksploatacji wynika głównie z możliwości pozyskania i sprzedaży złomu oraz części wymiennych. Problem recyklingu samochodów nie powinien jednak polegać wyłącznie na maksymalnym odzysku materiałów i zespołów, ale także na działaniach, które ograniczają negatywny wpływ na środowisko przyrodnicze. Cel ten można osiągnąć poprzez zintegrowane traktowanie całego procesu, zapobieganie emisjom zanieczyszczeń i wytwarzaniu odpadów.

Lawinowy wzrost liczby samochodów oraz istniejąca struktura wiekowa parku samochodowego (w Polsce samochody osobowe 16 letnie i starsze stanowią aż 40% zarejestrowanych, tj. około 4,5 mln szt., gdy w krajach UE, 10 letnie i starsze to tylko 33%) [Odpady pojazdów...]. Dyrektywa PE i Rady Europy [Dyrektywa 2000/53/EC] przetransponowana do polskiego prawa w ustawie o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji [Ustawa o recyklingu...] oddzielnie uregulowała kwestie związane z gospodarką samochodami wycofanymi z eksploatacji. Określiła zasady postępowania w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju. W Polsce zasada zrównoważonego rozwoju zyskała rangę konstytucyjną – została zapisana w art. 5 Konstytucji RP [Konstytucja...], a definicja zrównoważonego rozwoju znalazła się w ustawie Prawo ochrony środowiska [Ustawa Prawo ochrony...]: „zrównoważony rozwój to taki rozwój społeczno-gospodarczy, w którym następuje proces integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych, w celu zagwarantowania możliwości zaspokajania podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń”.

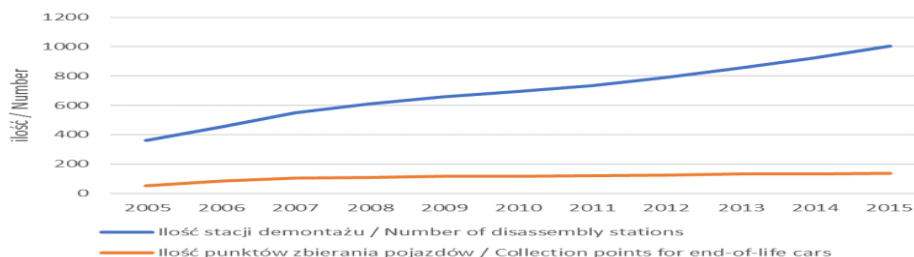
Sieć recyklingu pojazdów

Komisja Europejska zainicjowała program strategii przetwarzania zużytych pojazdów w celu maksymalnego odzysku i recyklingu. W koncepcji budowy systemu recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji należy skoncentrować się na założeniu, aby zdecentralizowana sieć zakładów zbiórki i demontażu starych samochodów została powiązana ze scentralizowanym przetwarzaniem pozostałości nadwozi i wartościowych materiałów pochodzących z demontażu. Wycofany z eksploatacji samochód to przede wszystkim duże zagrożenie dla środowiska, zawiera bowiem metale, oleje, płyny chłodzące, akumulatory, zużyte opony, szkło i tworzywa sztuczne. Ustawa o recyklingu pojazdów zobowiązała wprowadzających pojazdy na rynek do utworzenia sieci zbierania pojazdów wycofanych z eksploatacji [Kubiak 2010]. 1 stycznia 2016 r. weszły w życie nowe przepisy Ustawy o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji [Ustawa ...]. Zgodnie z art. 11.1. Wprowadzający pojazd jest obowiązany zapewnić sieć zbierania pojazdów, zwaną dalej „siecią”, obejmującą terytorium kraju w taki sposób, aby w każdym województwie były prowadzone co najmniej trzy stacje demontażu lub punkty zbierania pojazdów, w tym co najmniej jedna stacja demontażu, położone w różnych miejscowościach, zapewniające właścicielowi pojazdu możliwość oddania pojazdu wycofanego z eksploatacji. Ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji narzuca trójstopniowy model organizacji sieci zajmujących się odbiorem i przetwarzaniem pojazdów, a mianowicie: punkty odbioru pojazdów, stacje demontażu i młyny przemysłowe.

Wszystkie pojazdy, które zostały wycofane z eksploatacji powinny trafić do punktu zbierania pojazdów lub do stacji demontażu (art. 5.1). Przedsiębiorca prowadzący stację demontażu przy przyjmowaniu pojazdu wycofanego z eksploatacji nie pobiera opłaty od właściciela pojazdu (art. 23.3), o ile pojazd spełnia warunek kompletności, czyli nie brakuje mu żadnych elementów wymienionych w art. 23.4. W przypadku przyjmowania niekompletnego pojazdu opłata nie może przekraczać 10 zł za każdy kilogram brakującej masy pojazdu (art. 23.6) [Ustawa ...]. Ilość punktów prowadzących stacje demontażu i zbierania pojazdów wycofanych z eksploatacji w Polsce przedstawia rys. 2.

Zakłady zajmujące się przetwarzaniem odpadów powstających z pojazdów wycofanych z eksploatacji to: zakłady przetwarzające karoserie, opony samochodowe, zakłady przetwarzające materiały niemetalowe, szkło, akumulatory, tworzywa sztuczne, stopy aluminium, przewody elektryczne, płyny chłodnicze, płyny hamulcowe. Wśród zakładów przetwarzających odpady samochodowe bardzo istotnym ogniwem w sieci recyklingu są młyny

przemysłowe. Są to tak zwane strzeżniarki rozdrabniające karoserie samochodowe. Jak dotąd w Polsce działają jedynie cztery duże młyny (jeden mały), a ich położenie tylko w zachodniej Polsce stanowi dość istotną barierę dla rozwoju systemu przetwarzania odpadów samochodowych, bo – jak się szacuje – powinno być ich co najmniej dwa razy więcej, by sprostać wzrastającym potrzebom (np. w Niemczech czy Francji funkcjonuje po około 50 takich instalacji) [Kowalik 2014].



Rys. 2. Liczba stacji demontażu i punktów zbierania samochodów wycofanych z eksploatacji w Polsce [za Stacje demontażu...]

Fig. 2. Number of disassembly stations and collection points for end-of-life cars in Poland [after Stacje demontażu...]

Dostosowanie systemu demontażu SWE do zmieniających się warunków powinno odbywać się poprzez:

- uświadomienie społeczeństwu potrzeb i korzyści płynących z demontażu SWE;
- zwiększenie dostępności do tego rodzaju usług;
- poprawę stopnia efektywności funkcjonowania systemu;
- poprawę warunków demontażu.

Podniesienie jakości poziomu demontażu powinno odbywać się poprzez:

- poprawę poziomu kompetencji zawodowych pracowników systemu demontażu;
- stworzenie warunków systemowych sprzyjających poprawie efektów demontażu SWE;
- zracjonalizowanie mechanizmów ilościowo-jakościowych demontażu [Wojcieszak 2012].

Zagrożenia systemu recyklingu SWE w Polsce i sposoby ich ograniczania

Zdaniem specjalistów ze Stowarzyszenia Forum Recyklingu Samochodów FORS [Stacje demontażu...], jednym z podstawowych zagrożeń dla rozwijającego się systemu demontażu SWE jest silna szara strefa. Nikt nie jest w stanie konkurować z ofertą części z nielegalnego demontażu, których cena nie jest obciążona podatkami, kosztami ochrony środowiska, zatrudnienia, zezwoleń, sprawozdawczości, kontroli jakości itp. Szara strefa wykorzystuje nawet dokumenty samochodów doszczętnie rozbitych, które służą do legalizacji pojazdów kradzionych. Obecnie, według ocen wykonywanych m. in. przez Stowarzyszenie Forum Recyklingu Samochodów FORS, trafia do nich jedynie około 10% pojazdów wycofanych z eksploatacji. Pozostałe są demontowane w szarej strefie, gdzie nie są przestrzegane wymogi ekologii, a odpady w znacznym stopniu zaturawiają środowisko. Kontrole wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska są nieskuteczne ze względu na ich ograniczone możliwości. Z innych szacunków wynika, że zaledwie 5% pojazdów wycofanych z eksploatacji przetwarzanych jest zgodnie z obowiązującymi przepisami. Uważa się, że niezbędna jest reforma nie tylko systemu prawnego, ale także całego systemu egzekucji prawa [Stacje demontażu...]. SWE nie jest satysfakcjonujący i istnieją co najmniej trzy przyczyny tego stanu rzeczy:

- brak właściwego nadzoru instytucji państwa nad ich funkcjonowaniem oraz nakładanie się kompetencji wielu instytucji w tym zakresie;
- wysokie i relatywnie permanentne zwiększanie się importu z zagranicy wyeksploatowanych samochodów przy jednoczesnym zmniejszaniu się ilości zakupionych samochodów nowych;
- dramatycznie niskie i relatywnie ciągle zmniejszane nakłady na badania naukowe i prace rozwojowe, co powoduje stagnację w tej dziedzinie [Aktualności ...].

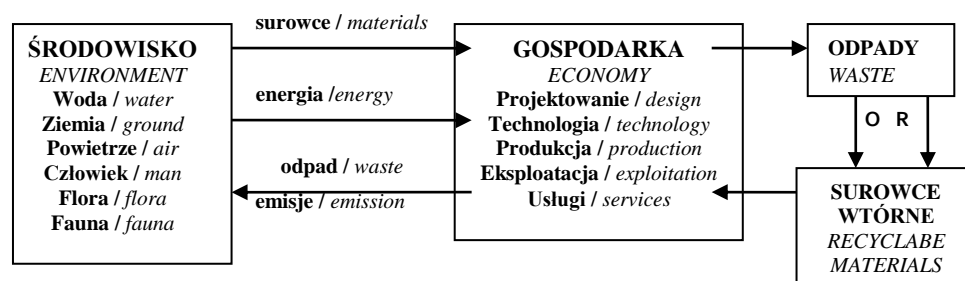
Sprawozdania Polski z wykonania przepisów dyrektywy 2000/53/WE, a także szacunki i ocena sytuacji rynku Stowarzyszenia Forum Recyklingu Samochodów prowadzą do następujących wniosków [Stacje demontażu...]:

- 70-85% pojazdów wycofanych z eksploatacji jest demontowanych poza stacjami demontażu;
- 70% stacji demontażu i punktów zbierania pojazdów nie spełnia wymagań prawa;
- w wielu obszarach brak skutecznej egzekucji obowiązujących przepisów, czego przykładem są stacje demontażu i punkty, których właściciele nie powinni uzyskać zezwoleń na prowadzenie działalności;
- pilnych zmian legislacyjnych wymaga system finansowania, oparty na opłacie recyklingowej pobieranej od osób fizycznych z naruszeniem prawa wspólnotowego i premiujący przede wszystkim stacje demontażu o słabych mocach przerobowych, niezdolnych do rozwoju i wdrażania nowoczesnych technologii zapewniających osiągnięcie wymaganego poziomu 80% recyklingu i 85% odzysku, a od 2015 r. odpowiednio 85% i 95% [Stacje demontażu...].

O efektywności procesu demontażu decydują działania o charakterze prawnym, organizacyjnym i technicznym. Sformułowane wyżej cele i posunięcia odnoszą się przede wszystkim do stacji demontażu jako podstawowego elementu systemu recyklingu SWE. Wiele pozytywnych i sprawnych rozwiązań wdrożonych w większości krajów UE można z powodzeniem implementować do systemu polskiego [Osiński i Żach 2006].

V. PROCESY RECYKLINGU SAMOCHODÓW WYCOFANYCH Z EKSPLOATACJI

Recykling odpadów przyczynia się do ochrony zasobów naturalnych, powoduje zmniejszenie zużycia energii, ale równocześnie wpływa na stopień zanieczyszczenia środowiska. Ogólny schemat odzysku i recyklingu przedstawia rys. 3.

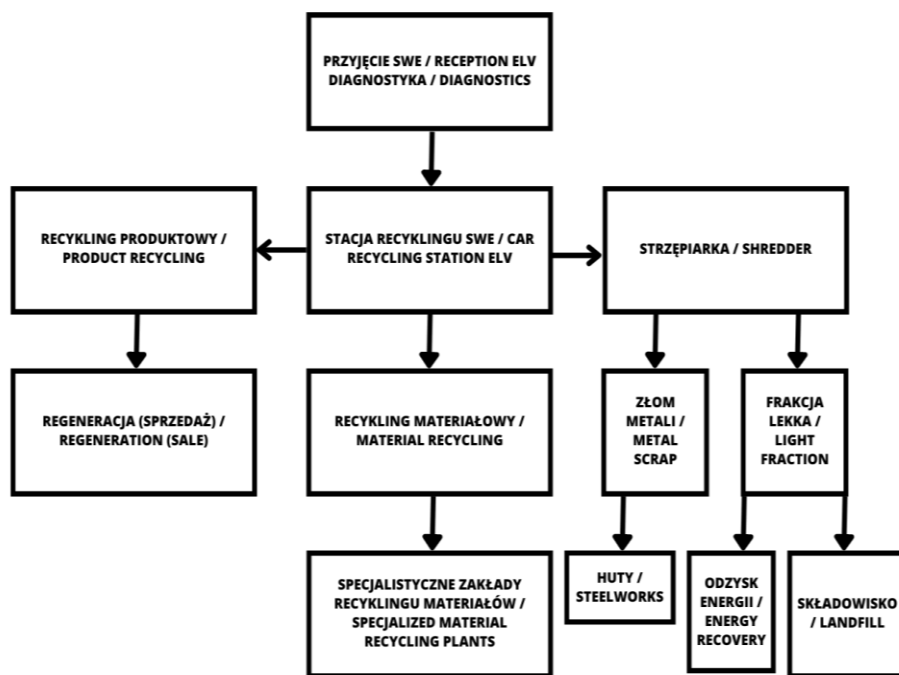


Rys. 3. Ogólny schemat odzysku i recyklingu (O-odzysk, R-recykling) [za Kubiak 2010]

Fig. 3. General recovery and recycling scheme (O-recovery, R-recycling) [after Kubiak 2010]

W obszarze motoryzacji recykling jest jednym z bardziej skutecznych sposobów ograniczania negatywnego wpływu działalności człowieka na środowisko. Samochód po wycofaniu z eksploatacji stanowi odpad niebezpieczny. Jest to odpad szczególny, ze względu na

skalę i powszechność jego występowania oraz ilości i różnorodność materiałów tworzących samochód. Odpad, o którym mowa, jest uciążliwy dla środowiska, ze względu na zawarte w nim substancje niebezpieczne, ale równocześnie stanowi źródło cennych surowców wtórnych. Istotą recyklingu jest ograniczanie negatywnego wpływu samochodów na środowisko poprzez wykorzystywanie pochodzących z nich części i materiałów, jak również unieszkodliwianie tych części i materiałów, które nie nadają się do wykorzystania [Kubiak 2010]. Ogólny schemat procesu recyklingu samochodów przedstawia rys. 4.



Rys. 4. Ogólny schemat procesu recyklingu samochodów [za Kubiak 2010]
Fig. 4. General diagram of the car recycling process [after Kubiak 2010]

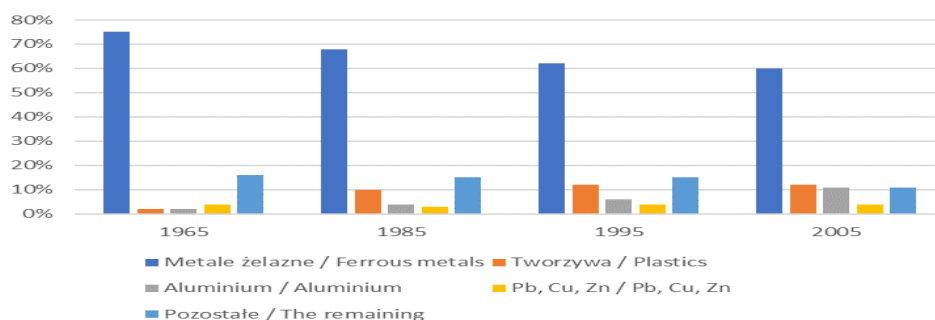
Ogólny schemat sposobów zagospodarowania części, zespołów i materiałów powstałych w procesie demontażu samochodów przedstawiono w tabeli (tab. 1), poniżej. W miarę postępu technicznego w dziedzinie motoryzacji zmienia się konstrukcja i udział masowy poszczególnych materiałów zastosowanych w samochodach osobowych. Udział stopów żelaza i metali ciężkich ulega zmniejszeniu, natomiast zwiększa się udział tworzyw sztucznych i aluminium (rys. 5). Ma to bezpośredni wpływ na możliwość recyklingu. Konsekwencją tychże zmian jest konieczność opracowywania nowych technologii recyklingu [Kubiak 2010].

Tabela 1 – Table 1

Sposoby postępowania z odpadami powstającymi z demontażu SWE / Ways of dealing with waste resulting from the disassembly of the ELV

Recykling produktowy <i>Recycling by product</i>	Recykling materiałowy / <i>Recycling by material</i>	Recykling energetyczny <i>Energy recycling</i>
– części do regeneracji i sprzedaży <i>regeneration and sale:</i> – układy napędowe / <i>drive systems</i> – silniki elektryczne / <i>electric motors</i> – elementy karoserii / <i>car body parts</i> – szyby, koła, opony, lampy <i>windows, wheels, tires, lamps</i>	– metale żelazne / <i>ferrous metals</i> – metale nieżelazne / <i>non-ferrous metals</i> – tworzywa sztuczne / <i>plastics</i> – opony i gumy / <i>tires and rubbers</i> – płyny eksploatacyjne / <i>operating fluids</i> – akumulatory / <i>battery</i> – szyby, tekstylia / <i>windows, textiles</i> – katalizatory / <i>batteries</i>	– opony i gumy / <i>tires and rubbers</i> – frakcja lekka ze strzępienia / <i>light fraction</i> – izolacja wiązek elektrycznych <i>insulation of electric cables</i> – inne pozostałości / <i>rother residues</i>

źródło / source [Kubiak 2010]



Rys. 5. Ilustracja zmian udziału masowego wybranych materiałów użytych w budowie samochodów [Menes 2001]

Fig. 5. Illustration of changes in the mass share of selected materials used in the construction of cars [Menes 2001]

W przybliżeniu można oszacować, że rocznie z pół mln samochodów osobowych w Polsce, które w najbliższych latach powinny być złomowane [Rynek motoryzacyjny.], powstanie około 0,4 mln Mg odpadów rocznie (tab. 2).

Tabela 2 – Table 2

Odpady pozyskane z wycofanych z eksploatacji samochodów / Waste obtained from end-of-life vehicles (ELV)

Odpady pozyskane z SWE / Waste obtained from the ELV	Mg /rok / Mg / year
Metale żelazne / <i>Ferrous metals</i>	330 000
Metale nieżelazne / <i>Non-ferrous metals</i>	26 000
Tworzywa sztuczne / <i>Plastics</i>	45 000
Guma / <i>Gum</i>	25 000
Szkló / <i>Glass</i>	20 000
Inne materiały / <i>Other materials:</i>	57 000
Ołów / <i>Lead</i>	970
Tekstylia / <i>Textiles</i>	760
Oleje / <i>Oils</i>	2 840
Pozostałe płyny / <i>Other fluids</i>	3 000

źródło / source [Rynek motoryzacyjny...]

Każdy kilogram odzyskanego w procesie recyklingu materiału zmniejsza ilość energii zużytej w procesie wytworzenia tego samego obiektu. Zbyteczne jest wówczas także eksploatowanie pierwotnych źródeł surowców i energii niezbędnej do ich wydobywania i przetwarzania.

Podane ilości, a także prognozy ich wzrostu w kolejnych latach przedstawiają skalę problemu, jak wielki jest stopień obciążenia środowiska odpadami motoryzacyjnymi. Odpady te należy zebrać, odzyskać wartościowe materiały i energię, przetworzyć na surowce wtórne i poddać recyklingowi. Każdy z tych etapów powinien przebiegać w sposób zapobiegający zanieczyszczeniu środowiska.

Poniżej pokazano przykłady specjalistycznego recyklingu materiałów pod kątem wpływu na środowisko przyrodnicze.

Stal i metale nieżelazne

Produkcja 1Mg stali pochodzącej ze złomu powoduje zmniejszenie:

- użycia energii o 74%;
- zużycia surowców o 90% (rudę żelaza o 1130 kg, węgla o 635 kg, wapienia o 55 kg);
- wytworzenia ilości odpadów górniczych o 97%.

Wykorzystanie złomu metali nieżelaznych w procesie wytwarzania nowych surowców pozwala zaoszczędzić energię (tab. 3). Proces wytwarzania 1 Mg aluminium z boksytu (wydobywanie, transport i przerób) pochłania około 15 tys. kWh energii elektrycznej [Osiński i Żach 2006].

Tabela 3 – Table 3

Oszczędność energii w procesie wytwarzania niektórych metali / *Energy savings in the production of certain metals*

Metale nieżelazne / Non-ferrous metals	Oszczędność energii / Energy saving
Aluminium / <i>Aluminium</i>	95%
Miedź / <i>Copper</i>	85%
Cynk / <i>Zinc</i>	60%

źródło / *source* [Osiński i Żach 2006]

Oleje smarowe

Z 1 Mg przetworzonego oleju, który równoważy zapotrzebowanie na około 5-6 Mg ropy naftowej, można uzyskać: około 110 kg oleju napędowego, około 600-700 kg olejów smarowych (w tym około 100-150 kg olejów silnikowych o wysokiej jakości), zmniejszenie zużycia energii o około 30%. 1 dm³ oleju przetworzonego, który przedostanie się do zbiornika wodnego może skazić do 5 mln dm³ wody oraz pokryć cienkim filmem powierzchnię 1 km². Spalanie takiego oleju (bez wstępnego oczyszczenia) w niedostosowanych piecach (temp. poniżej 1200°C) może spowodować emisję do powietrza wielu substancji toksycznych (Cl, S, PCB- di-, trifenyle, WWA- dioksyne, furany, metale ciężkie-Zn, Mg, Pb) [Osiński i Żach 2006].

Płyny chłodzące i hamulcowe

Brak rozwiązań prawnych, dotyczących gospodarki zużytymi płynami sprawia, że w sposób niekontrolowany do środowiska przedostaje się rocznie około 250 tys. dm³ płynu hamulcowego i około 2500 tys. dm³ płynu chłodzącego. Związki chemiczne zawarte w płynach chłodzących są dobrze rozpuszczalne w wodzie, łatwo rozprzestrzeniają się w środowisku glebowo wodnym zanieczyszczając je [Osiński i Żach 2006].

Opony

Możliwości zagospodarowania zużytych opon są następujące: bieżnikowanie i wulkanizacja, recykling materiałowy i chemiczny, recykling energetyczny. W wyniku recyklingu opon samochodowych można otrzymać:

frakcję benzynową o liczbie oktanowej 100, mazut (odpowiadający normie GOST), węgiel techniczny zawierający 92-99% czystego węgla, złom metalowy. Duże znaczenie ma wykorzystanie energetyczne zużytych opon, których wartość opałowa wynosi 7,6 kcal/g. (węgiel - 6,3). Na świecie jako paliwo wykorzystuje się około 20% zużytych opon. W UE w 2003 r. około 24,4% (najwięcej w Austrii - 61%). Spalaniu opon towarzyszą również zagrożenia środowiska. Program budowy dróg i autostrad stwarza także możliwości zagospodarowania granulatu gumowego m.in. jako dodatek do asfaltów [Gronowicz i Kubiak 2007].

Tworzywa sztuczne

Wykorzystanie wtórnego surowca z tworzyw sztucznych pozwala na zaoszczędzenie znacznej ilości energii, gdyż wynosi ona zaledwie 10% energii zużywanej do produkcji tworzyw z surowców pierwotnych. Tworzywa, które nie nadają się do recyklingu, a także frakcję lekką otrzymaną w wyniku strzępienia po rozdrobieniu można wykorzystać jako paliwo alternatywne, którego wartość opałowa wynosi 4,5 kcal/g.

Niewłaściwie zagospodarowanie odpadów niektórych tworzyw sztucznych może stanowić duże obciążenie dla środowiska. Przykładem jest polichlorek winylu – najbardziej toksyczny z wszystkich tworzyw ze względu na zawartość trujących związków chloru. Podczas składowania odpadów zawierających PVC, dodatki w postaci plastyfikatorów, stabilizatorów i pigmentów mogą przedostać się do wód infiltracyjnych, powodując obciążenie gleby i wód gruntowych szkodliwymi substancjami organicznymi oraz metalami ciężkimi. Wykorzystanie wtórnego surowca z tworzyw sztucznych pozwala na zaoszczędzenie około 90% energii zużywanej do produkcji tworzyw z surowców pierwotnych. Niewłaściwe spalanie odpadów (szczególnie z PVC) jest szkodliwe dla środowiska i ludzkiego zdrowia (wydzielanie LZO, dioksyn, furanów i metali ciężkich posiadających dużą zdolność bioakumulacji w wodzie) [Kubiak 2011].

Akumulatory

Największym zagrożeniem dla środowiska (powietrze, gleba, wody powierzchniowe) jest wyciek lub parowanie elektrolitu. Przerób zużytych akumulatorów umożliwia odzysk (w Mg/rok): ołowiu metalicznego (92% Pb) – 17.500, pasty ołowiowej (65% Pb) – 28.700, polipropylenu – 3.500, złomu żelaznego – 700, elektrolitu (19% H₂SO₄) – 14.000. Zbieranie zużytych akumulatorów bez elektrolitu sprawia, że do środowiska przedostaje się rocznie (Mg): elektrolitu - od 6 do 10 tys., ołowiu od 1,1 do 2,8 tys. Mg [Osiński i Żach 2006].

Metale szlachetne z katalizatorów

Szacunkowy odzysk metali szlachetnych wynosi: 95% platyny i palladu, 70% rodu. Około 0,5 Mg nośników katalitycznych równoważy proces uzyskania 1 kg platynowców (z około 150 Mg rudy wymagającej wydobywania z głębokości około 1000 m). Wydobywaniu towarzyszy ponadto powstanie 400 Mg bezużytecznych odpadów [Merkisz i Merkisz-Guranowska 2006].

Inne materiały

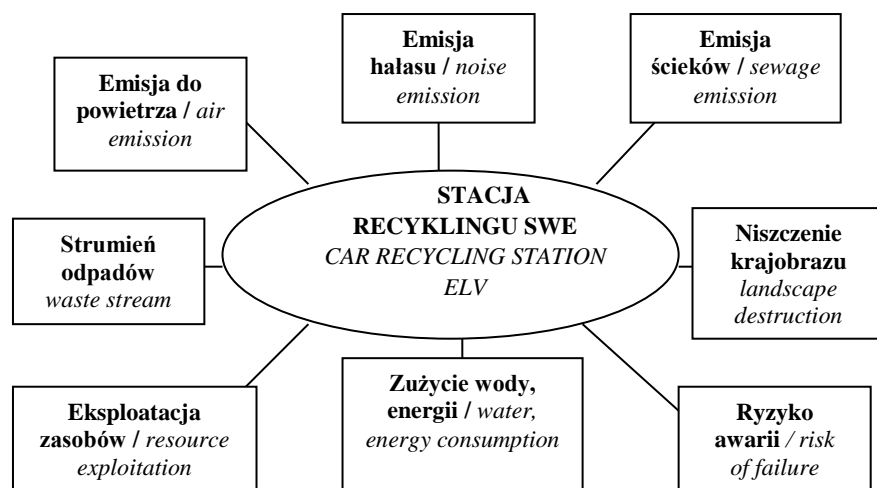
Recykling 1 Mg szkła pozwala na zaoszczędzenie około (w kg): piasku – 600, sody kalcynowanej – 170 kg, wapienia – 170, skalenia – 60 [Osiński i Żach 2006].

VI. ZAGROŻENIA GENEROWANE PODCZAS EKSPLOATACJI STACJI DEMONTAŻU SAMOCHODÓW

Eksploatacja stacji demontażu samochodów generuje możliwość wystąpienia zagrożeń środowiska naturalnego, które mogą prowadzić do powstawania szkód w miejscu lokalizacji. Należy je rozpatrywać w kategoriach przedstawionych na rys. 6.

Poważne zagrożenia będące skutkiem nie przestrzegania wymagań ochrony środowiska, które mogą wystąpić to:

- skażenie wód i gruntów przez wyciekające płyny (głównie przepracowane oleje, płyny hamulcowe, chłodzące, myjące, elektrolit z akumulatorów, paliwa płynne), metale ciężkie (zwłaszcza ołów, rtęć, kadm, azbest), a także inne substancje stałe pochodzące z katalizatorów spalin, wyłączników, akumulatorów itp.;
- zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego substancjami gazowymi (czynniki chłodnicze z instalacji klimatyzacyjnej-freony, gazy z instalacji napędowej, opary olejów, paliw płynnych, płynów chłodzących, elektrolitu, wypalanie przewodów elektrycznych dla odzysku miedzi);
- niszczenie krajobrazu poprzez zaśmiecanie terenu stacji stosami odpadów motoryzacyjnych i opon, stosami samochodowych wraków i karoserii, a także ogólny nieporządek;
- przekroczenie dopuszczalnego poziomu hałasu (ruch pojazdów, za- i wyładunek materiałów, praca narzędzi mechanicznych i pneumatycznych - prasowanie, cięcie, strzępienie);
- zagrożenia pożarowe związane z niewłaściwym używaniem palników do cięcia karoserii, niewłaściwym obchodzeniem się z substancjami łatwopalnymi [Kubiak 2010].



Rys. 6. Kategorie oddziaływań instalacji do przetwarzania odpadów na środowisko przyrodnicze [za Kubiak 2010]
Fig. 6. Categories of impact of waste processing installations on the natural environment [after Kubiak 2010]

VII. PROPOZYCJE ROZWIĄZAŃ W CELU OGRANICZENIA RYZYKA ZAGROŻEŃ GENEROWANYCH PRZEZ STACJE DEMONTAŻU SAMOCHODÓW

W celu ograniczenia ryzyka zagrożeń generowanych przez stacje demontażu samochodów dla wybranych aspektów środowiska przyrodniczego i społecznego podejmowane są liczne działania. Ograniczenie ryzyka zagrożeń można osiągnąć poprzez:

w kategorii emisji ścieków

- stosowanie utwardzonych, szczelnych powierzchni obiektów neutralizatora i magazynowych dla przyjmowanych odpadów, nieprzepuszczalnych dla płynów;

- wyposażenie kanalizacji deszczowej w separatory substancji ropopochodnych;
- wyposażenie hali neutralizatora w utwardzone, szczelne podłoże i system odprowadzania ścieków kierowanych do separatora;
- bieżące analizy składu chemicznego odpadów ciekłych przyjmowanych do unieszkodliwiania;
- przechowywanie odpadów w sposób adekwatny do ich rodzajów (szczelne zbiorniki i kontenery, tace ociekowe, zadaszenie);
- monitoring emisji zanieczyszczeń (analizy składu chemicznego odpadów ciekłych w trakcie procesu technologicznego oraz odprowadzanych ścieków technologicznych, wód i gruntów);
- bezpieczny transport odpadów zgodny z przepisami ADR i p.poż. [Kubiak 2010].

w kategorii strumienia odpadów

ograniczenie uciążliwości przetwarzania odpadów, poprzez:

- określenie procedur przyjmowania, kwalifikacji i magazynowania odpadów;
- zapobieganie powstawaniu odpadów (wyposażenie zakładu w specjalistyczne urządzenia technologiczne dla osiągnięcia maksymalnego efektu ekologicznego);
- wykorzystanie odpadów, których powstania nie dało się uniknąć (przygotowanie odpadów do specjalistycznego recyklingu);
- właściwe unieszkodliwianie odpadów, których nie dało się wykorzystać (przekazywanie na składowiska).

w kategorii ochrony krajobrazu

- nie oszpecanie krajobrazu widokiem ogólnego chaosu, nieuporządkowanych stosów zbiorników zawierających odpady;
- ogrodzenie obiektu przesłaniającego stosy odpadów;
- ogólny ład i porządek w miejscu magazynowania odpadów;
- budynki frontowe zakładu przesłaniają zaplecze z odpadami;
- otoczenie obiektu pasem wysokiej zieleni drzew i krzewów liściastych i iglastych.

w kategorii ryzyka powstania awarii

- szkolenie personelu w zakresie działań nadzwyczajnych, obejmujące ćwiczenia w symulowanych sytuacjach awaryjnych i udzielanie pierwszej pomocy;
- instalowanie odpowiednich środków przeciwdziałania skutkom awarii, takich jak systemy gaśnicze, systemy alarmowe;
- zakładanie i utrzymywanie w stanie użyteczności zestawów do stosowania w sytuacjach awaryjnych, zawierających sorbenty, wyposażenie ochrony osobistej, przenośne gaśnice itp.;
- planowe i regularne kontrole sprzętu, stosowanego w działaniach nadzwyczajnych oraz okresowe przeglądy planów takich działań;
- ciągły monitoring procesu technologicznego z zachowaniem zasad bhp i p.poż.;
- monitoring jakości odprowadzanych ścieków technologicznych do wód.

w kategorii emisji zanieczyszczeń do powietrza

- nie usuwanie do atmosfery freonu i innych środków chłodniczych z instalacji klimatyzacyjnych, gazu z instalacji napędowych, nie detonowanie poduszek powietrznych;
- stosowanie specjalistycznego sprzętu wyposażonego w pochłaniacze par płynów eksploatacyjnych (paliw, płynów hamulcowych, chłodzących, do spryskiwaczy) usuwanych z SWE;
- stosowanie systemów odpylania na linii strzępienia;
- nie wypalanie jakichkolwiek elementów SWE (wiązek przewodów elektrycznych dla odzysku miedzi), spalania opon itp.

w kategorii uciążliwości akustycznej

- stosowanie specjalistycznych, nowoczesnych urządzeń i narzędzi;

- przeprowadzanie okresowych przeglądów instalacji, zgodnie z planem przeglądów, pomiary emisji hałasu na terenie obiektu, oraz na stanowiskach pracy;
- stosowanie osłon i ekranów akustycznych, obudów akustycznych urządzeń, izolacji akustycznych ścian zewnętrznych i zieleni ochronnej;
- pracę zakładu tylko w porze dziennej, maksymalnie na dwie zmiany, w godz. od 6.00 do 22.00 [Kubiak 2010].

VIII. PODSUMOWANIE

Świadomość ekologiczna mieszkańców krajów rozwiniętych, regulacje prawne zmierzające do ograniczenia negatywnego oddziaływania środków transportu na środowisko, ale także korzyści ekonomiczne jakie można czerpać z odzysku odpadów powodują, że efektywność procesów zagospodarowania wycofanych z użytku pojazdów nabiera szczególnego znaczenia. W krajach rozwiniętych wprowadza się rozwiązania organizacyjno-prawne służące usystematyzowaniu działań związanych z recyklingiem pojazdów, głównie w celu zapewnienia odpowiedniego poziomu zagospodarowania odpadów z zachowaniem wymogów ochrony środowiska. Możliwość ponownego wykorzystania części, elementów oraz materiałów użytych w samochodach, ma ogromne znaczenie z punktu widzenia oszczędnego gospodarowania zasobami naturalnymi i energią, wpływa ponadto na zmniejszenie strumienia odpadów bezpowrotnie umieszczanych na składowiskach. Samochód wycofany z eksploatacji jest bowiem najbardziej wartościowym odpadem masowo występującym we wszystkich krajach. Niestety, często osiągnięciu korzyści ekonomicznych i ekologicznych towarzyszą zagrożenia i poważne skutki tych zagrożeń dla przyrody. Każdy etap procesu technologicznego recyklingu samochodów wycofanych z eksploatacji powinien być zatem prowadzony tak, aby jego negatywny wpływ na środowisko był możliwie najmniejszy.

Polityka zapobiegania powstawaniu odpadów powinna być uwzględniona już przy założeniach wstępnych i w fazie projektowania wyrobów, a dalej – jego produkcji, eksploatacji oraz wtórnego przetworzenia i wykorzystania. Zasada tej polityki nakłada zwiększoną odpowiedzialność na producenta za całość oddziaływania własnego wyrobu na środowisko. Obejmuje ona dobór materiałów i stosowane technologie produkcji, sięga aż po eksploatację i złomowanie. Twórcy kompleksowych koncepcji pełnego recyklingu zakładają jednak, że jeszcze przez kilka lat będzie trwał okres przejściowy wynikający z wycofywania z eksploatacji samochodów nie przystosowanych do recyklingu, gdyż środki transportu należą do bardzo trwałych. Obok samochodów „starej daty” pojawiają się nowe generacje, które już w fazie projektowania przystosowane są do recyklingu. Dzięki takiemu przystosowaniu, wyrażającemu się zwłaszcza w zastosowanych materiałach, technologiach, ułatwieniach w demontażu postępuje zbliżenie do celu idealnego, jakim jest odzysk totalny.

BIBLIOGRAFIA

1. Aktualności. [dok. elektroniczny: <http://www.cepik.gov.pl>. data dostępu 25. 11. 2022].
2. Dane Stowarzyszenia Europejskich Producentów Samochodów ACEA. [dok. elektroniczny: www.acea.be. data dostępu 25. 11. 2022]
3. Dokument roboczy służb komisji. Unijny przegląd wdrażania polityki ochrony środowiska z 2019 r. Sprawozdanie krajowe Polska. [dok. elektroniczny: <https://op.europa.eu/pl/publication-detail/-/publication/e29b03a3-3b6b-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-pl>. data dostępu 25.11.2022].
4. Dyrektywa 2000/53/EC Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej z dnia 18 września 2000 r. dotycząca pojazdów o zakończonym życiu technicznym.

5. Gis M. 2022. Fabryka samochodów używanych. Sposób na zarobek w trudnych czasach. [dok. elektroniczny: [https://moto.rp.pl/innowacje/art19318871-fabryka-samochodow-uzywanych - sposob-na-zarobek-w-trudnych-czasach](https://moto.rp.pl/innowacje/art19318871-fabryka-samochodow-uzywanych-sposob-na-zarobek-w-trudnych-czasach). dostęp 12.11.2022].
6. Gospodarka - odpady pojazdów wycofanych z eksploatacji. [dok. elektroniczny: <https://www.gios.gov.pl>. data dostępu 20.11.2022].
7. Gronowicz J., Kubiak T. 2007. Recykling zużytych opon samochodowych. Wyd. Instytutu Technologii Eksploatacji PIB. Problemy Eksploatacji. Zeszyty Naukowe Radom. 2. 5-18.
8. Ile jest samochodów na świecie? [dok. elektroniczny: <https://www.autocentrum.pl/newsy/> data dostępu 25. 11. 2022].
9. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej (Dz. U. z 1997 r. Nr 76, poz. 483 z późn. zm.).
10. Kowalik J. 2014 *Logistyczne* uwarunkowania rozwoju transportu drogowego w Polsce. Logistyka. 6. [dok. elektroniczny: <https://www.logistyka.net.pl>, data dostępu 25. 11. 2022].
11. Kubiak T. 2010. Projektowanie stacji recyklingu samochodów w oparciu o zintegrowany system ochrony środowiska. Rozprawa doktorska. Politechnika Poznańska. Wydział Maszyn Roboczych i Transportu.
12. Kubiak T. 2011. Recykling tworzyw sztucznych powstałych w wyniku demontażu samochodów wycofanych z eksploatacji. Zesz. Nauk. Politechniki Poznańskiej. Seria Maszyny Robocze i Transport. 64. 91-105.
13. Liczba samochodów w Polsce. [dok. elektroniczny: <https://www.autobaza.pl/>. data dostępu 24.11.2022].
14. Menes E. 2001. Recykling samochodów – konieczność gospodarcza i ekologiczna. [W:] Mat. I Międzynarodowej Konf. Naukowo-Technicznej „Problemy recyklingu”. Rogów. 197-207.
15. Merksiz J., Merksiz-Guranowska A. 2006. Recykling metali szlachetnych. Fundacja Nasza Ziemia. Warszawa. Miesięcznik Recykling. 4.18.
16. Merksiz-Guranowska A., Kiciński M. 2017. Wielokryterialna ocena systemów recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji. Prace Naukowe Pol. Warszawskiej. Transport. 117. 207-219.
17. Osiński J., Żach P. 2006. Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa.
18. Problem z elektrycznymi autami. [dok. elektroniczny: <https://www.money.pl>. data dostępu 20.11.2022].
19. Recykling pojazdów. [dok. elektroniczny: <http://www.proekologia.pl>. data dostępu 20.11.2022].
20. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. poz. 10).
21. Rynek motoryzacyjny. [dok. elektroniczny: <https://www.pzpm.org.pl/pl>. data dostępu 20.11.2022].
22. Stacje-demontażu. [dok. elektroniczny: <https://fors.pl>. data dostępu 20.11.2022].
23. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2021 r. poz.1973 z późn. zm).
24. Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (Dz. U. z 2020 r. poz. 2056).
25. Wojcieszak A. 2012. Główne cele rozwoju krajowego systemu demontażu samochodów wycofanych z eksploatacji województwie zachodniopomorskim. Zesz. Nauk. Uniwersytetu Szczecińskiego. Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania. 30. 261-270.

END OF CARS LIFE - KEY ISSUES RELATED TO THE RECYCLING SYSTEM

Summary

To achieve the stated goal of the thesis, several research tasks have been planned and completed. Detailed account of this research was introduced in three parts of the thesis. In the first part of the thesis - by way of introduction - the literature discussed is analyzed as well as the presentation of the main problems of the recycling of end-of-life vehicles. This section also introduces the experience of Western European countries in organizing end-of-life vehicle (ELV) recycling systems. The size and aging of the car market in several selected EU countries, including Poland, is presented. A quantitative and qualitative analysis of the recovery of waste and recycled materials has been carried out. In this part of the thesis, the prospects of different recycling methods and specific waste recycling processes, including their environmental and economic aspects, are presented.

Keywords: structure of the car park, end-of-life vehicles (ELV), recycling, car dismantling station, impact of ELV recycling on the natural environment