

Krzysztof Jankowski, Alicja Wąsowicz

# Logistyka w procesie recyklingu okablowania samochodowych instalacji elektrycznych

JEL: Q01, Q57. DOI: 10.24136/atest.2018.019.

Data ogłoszenia: 26.03.2018. Data akceptacji: 25.04.2018.

*W artykule omówione zostały zagadnienia dotyczące recyklingu odpadów pochodzących z okablowania instalacji elektrycznych oraz elementów elektrotechniki samochodowej. Procesy recyklingu rozpatrywane pod kątem logistyki należą do tzw. logistyki zwrotnej i są niezmiernie istotne ze względu na aspekty ochrony środowiska, ekonomiczne i prawne. Opisano zakres zadań związanych z zagospodarowaniem materiałów pochodzących z samochodów wycofanych z eksploatacji a szczególnie okablowania instalacji elektrycznych i elementów elektroniki samochodowej. Logistyka na tym etapie cyklu życia pojazdów jest obszarem najslabiej zidentyfikowanym, dlatego jest to podstawą do podjęcia badań w tym obszarze działalności gospodarczej kraju.*

**Słowa kluczowe:** recykling, instalacje elektryczne, logistyka zwrotna, elektronika samochodowa.

## Wstęp

Według opracowania Głównego Urzędu Statystycznego pt: Gospodarka Materiałowa 2016 [1] materiały są to przedmioty pracy zużywane jednorazowo i całkowicie w cyklu produkcyjnym. Do materiałów zalicza się również przedmioty nietrawne (rzeczowe składniki majątku obrotowego stopniowo zużywane w procesie produkcyjnym), części maszyn i urządzeń, użyteczne odpady produkcyjne, opakowania. Do określonych powyższą definicją materiałów zalicza się surowce - są nimi najczęściej produkty przemysłu wydobywczego, rolnictwa lub leśnictwa - które poddaje się dalszej przeróbce w celu otrzymania określonych wyrobów.

Surowce dzieli się na [1]:

- ♦ surowce naturalne (mineralne, roślinne, zwierzęce) otrzymywane w wyniku oddzielenia ich od miejsca naturalnego występowania,
- ♦ surowce pochodzące z przerobu, które nie mogą być wykorzystywane w stanie naturalnym (np. cement, wapno) i wymagają dalszego przetwarzania,
- ♦ surowce wtórne (odpadowe) - materiały powstające w wyniku przerobu (w procesie przetworzenia mechanicznego lub chemicznego) odpadów produkcyjnych, wstępnie wysortowanych odpadów komunalnych lub złomu i zużytych produktów, nadające się do bezpośredniego użytku w przemysłowym procesie produkcji (zastępujące surowiec pierwotny), nie będące nowym produktem finalnym.

Surowiec odzyskuje się możliwie wielokrotnie, przerabiając go ponownie po każdym kolejnym wykorzystaniu, do momentu aż straci swój użytkowy potencjał.

Natomiast według ustawy o odpadach [2] przez recykling rozumie się taki odzysk, który polega na powtórny przetworzeniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub o innym przeznaczeniu, w tym też recykling organiczny, z wyjątkiem odzysku energii. Recykling jako

zbiór czynności i procesów, zmierzający do odzyskania i ponownego wykorzystania odpadów, przy jak najmniejszym wkładzie energetycznym sprawia, że odpady stają się z powrotem wartościowe i zamiast trafić na składowisko, przekształcane są w surowce do produkcji nowych materiałów. Podstawą tego działania jest właściwa selekcja odpadów, a następnie ich przetworzenie na nowe produkty i wykorzystanie w maksymalnym stopniu.

Odpadami nadającymi się do recyklingu są użyteczne materiały odpadowe powstające w procesach produkcyjnych (odpady poprodukcyjne), wyroby zużyte (odpady poużytkowe) oraz wstępnie wysortowane (wysegregowane) frakcje odpadów komunalnych (bez ich przetworzenia) nieprzydatne do bezpośredniego wykorzystania w przetwórstwie przemysłowym [2].

Wyróżnić tu można odpady metaliczne i niemetaliczne. Odpady metaliczne nadające się do recyklingu to złomy stalowe i żeliwne, złomy metali nieżelaznych i ich stopów, odpady metalurgiczne metali i ich stopów oraz odpady pokonsumpcyjne (poużytkowe) pochodzące głównie ze skupu. Jest to złom obiegowy czyli odpady powstające w różnych fazach produkcji hutniczej. Na przychód złomu obiegowego ma wpływ udział ciągłego odlewania stali i asortyment wyrobów hutniczych. Złom poprodukcyjny są to odpady powstające w zakładach przetwarzających wyroby hutnicze, zaś złom poamortyzacyjny (poużytkowy) powstaje na skutek wycofywania z eksploatacji wyrobów metalowych zużywanych w okresach wcześniejszych. Przyjmuje się, że stal wraca do produkcji w postaci złomu poamortyzacyjnego w okresie 15-20 lat od jej wyprodukowania. Jeśli chodzi o odpady niemetaliczne nadające się do recyklingu to są to odpady powstające w procesach produkcyjnych oraz odpady pokonsumpcyjne (poużytkowe) pochodzące głównie ze skupu. Podstawowymi odpadami niemetalicznymi są: odpady z tworzyw sztucznych, odpady z papieru i tektury, odpady gumowe, stłuczka szklana i odpady szklane, odpady włókiennicze i oleje odpadowe [2].

Celem recyklingu jest oszczędność energii oraz ochrona dóbr naturalnych. Surowce wtórne przetwarza się po to, by ograniczyć eksploatację surowców pierwotnych, nieodnawialnych, których ziemskie zasoby stale się kurczą. Recykling staje się na świecie koniecznością ze względów ekonomicznych i ekologicznych. Prawidłowo prowadzony może przynieść poważne efekty ekonomiczne w postaci odzysku cennych surowców i materiałów oraz, przede wszystkim, poprawiać stan środowiska naturalnego.

W odniesieniu do samochodów zmniejszenie ich negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne powinno wiązać się z kompleksowymi działaniami obejmującymi cały cykl życia pojazdu - począwszy od etapu jego konstruowania i produkcji, poprzez okres eksploatacji, kończąc na momencie wycofania z eksploatacji [4-6, 11, 12].

Rozwój motoryzacji pociąga za sobą konieczność wprowadzenia racjonalnej gospodarki odpadami pochodzącymi z pojazdów samochodowych. Sposobem na rozwiązanie narastających problemów, które on generuje, jest rozwój systemu recyklingu pojazdów. Pod pojęciem „recykling samochodów” rozumie się kompleks różnorodnych działań dotyczących samochodów, których

Tab. 1. Sposoby zagospodarowania odpadów w postaci pojazdów wycofanych z eksploatacji w latach 2011–2014 [9]

Sposób zagospodarowania odpadów w postaci pojazdów wycofanych z eksploatacji	2011		2012		2013		2014	
	Liczba	Masa [Mg]	Liczba	Masa [Mg]	Liczba	Masa [Mg]	Liczba	Masa [Mg]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pojazdy wycofane z eksploatacji przyjęte do stacji demontażu	295 152	284 307	344 809	340 212	402 416	401 639	432 707	439 608
Odpady poddane odzyskowi, w tym ponowne użycie	-	260 058	-	315 617	-	362 527	-	409 125
Odpady poddane recyklingowi, w tym ponowne użycie	-	254 459	-	307 670	-	355 727	-	395 773

Źródło: Dane za lata 2011-2013 ze sprawozdania RP na temat osiągniętych poziomów ponownego użycia i odzysku oraz ponownego użycia i recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, przekazywane KE, zaś dane za 2014 r. pochodzą ze zbiorczej informacji NFOSiGW przekazywanej do MŚ zgodnie z przepisami artykułu 400k Prawa Ochrony Środowiska.

stan techniczny uzasadnia ich trwałe wycofanie z eksploatacji [4]. Winien on być realizowany poprzez pozyskiwanie i ekologiczne przetwarzanie rosnącej liczby wraków samochodowych i ich podzespołów.

### 1. Samochodowe instalacje elektryczne

Instalacje elektryczne samochodów składają się głównie z akumulatorów, maszyn elektrycznych, okablowania, części z tworzyw sztucznych, szkła i gumy (obudów, lamp, izolacji, separatorów, itp.), elementów stalowych (mechanizmów, obudów, wsporników, śrub, nakrętek itp.). W niniejszym artykule omówione zostały tylko zagadnienia recyklingu okablowania (wiązek przewodów) oraz maszyn elektrycznych pod kątem odzyskiwania metali kolorowych (głównie miedzi).

Procesy logistyczne zachodzące podczas demontażu instalacji elektrycznej z samochodów wycofanych z eksploatacji (SWE) w stacji demontażu pokazano na rysunku 1.

Wraz ze wzrostem stopnia skomplikowania konstrukcji samochodów rośnie koszt, ilość i masa wyposażenia elektrycznego i elektronicznego samochodów. Wiąże się z tym znaczny wzrost długości i masy okablowania w samochodzie. Przykładowo w samochodzie VW Golf pierwszej generacji z 1980 roku było 191 przewodów o łącznej długości 214 metrów. We współczesnym modelu jest prawie 1000 różnych przewodów, których

długość, w modelu z przeciętnym wyposażeniem, wynosi prawie 1,6 km. Obecnie, w przeciętnym samochodzie znajdują się ponad 3 km kabli o średniej łącznej wadze około 25 kg. Wiąże się to z koniecznością, w najbliższych latach, utylizacji ok. ponad 116 mln Mg wiązek rocznie.

Powstające w ostatnich latach prognozy dotyczące ilości samochodów przeznaczonych do złomowania różnią się znacznie, zarówno co do wieku kasowanych samochodów jak i ich liczby. Dane przekazane przez Polski Rząd do Komisji Europejskiej, za lata 2011-2014 [9] przedstawia tabela 1.

Na podstawie tych danych można oszacować realną liczbę samochodów wycofanych z eksploatacji (SWE) w najbliższych latach na 600 do 700 tys. szt. rocznie. Jest to już poważny problem zarówno ekologiczny jak i gospodarczy.

### 2. Recykling okablowania samochodu

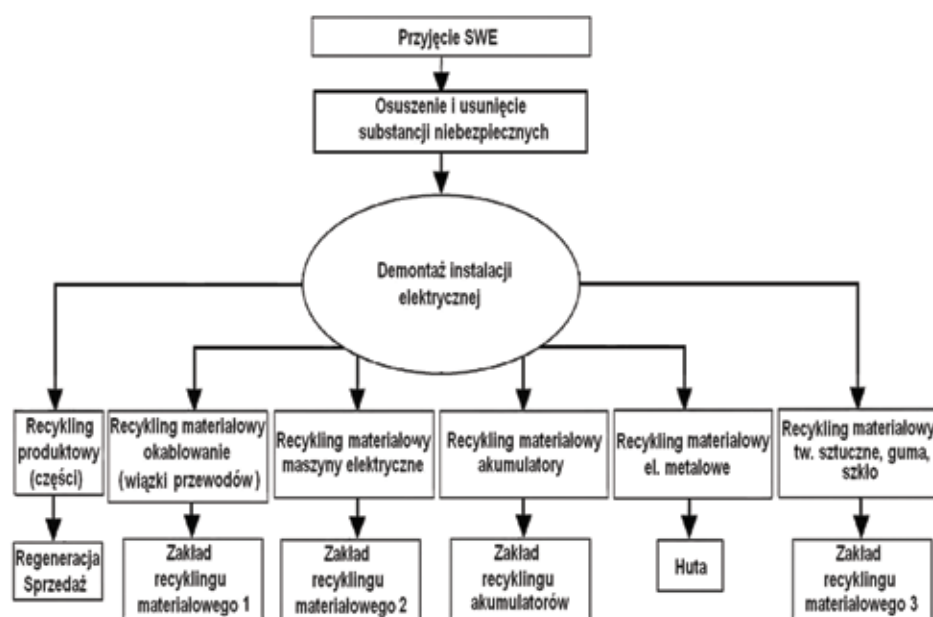
Wiązki elektryczne współczesnych samochodów zawierają przewody miedziane w izolacji głównie z polichlorku winylu lub innych tworzyw chlorowanych. Większość stacji demontażu samochodów stara się wydobyc z złomu wszelkie elementy miedziane, jednak usuwanie izolacji, osłon i obudów z wiązek jest zbyt trudne z uwagi na brak właściwych w tym zakresie technologii. Usuwanie izolacji odbywa się przeważnie poprzez jej wypalanie co powoduje emisję szkodliwych gazów oraz zanieczyszczanie złomu.

W tabeli 2 przedstawiono wykaz tworzyw sztucznych najczęściej stosowanych w przemyśle elektrotechnicznym.

Złom metali kolorowych z wiązek kabli samochodowych, takich jak miedź i aluminium, to surowce nie ulegające biodegradacji. Są one zatem prawdziwym zagrożeniem dla środowiska naturalnego. W związku z tym bardzo ważna jest selektywna zbiórka tych odpadów, bądź ich segregacja na potrzeby recyklingu.

#### 2.1. Recykling kabli elektrycznych z nadwozi samochodowych

Wiązki przewodów elektrycznych są przeważnie przekazywane do zakładów specjalizujących się w recyklingu kabli elektrycznych. Często są one częścią przedsiębiorstw skupu metali kolorowych. Stosowane w nich technologie zależą od asortymentu i ilości



Rys. 1. Schemat demontażu instalacji elektrycznej SWE

Źródło: oprac. własne.

Tab. 2. Zastosowanie tworzyw sztucznych w elektrotechnice i elektronice [4]

Produkt	Obszar zastosowania	Najważniejsze właściwości	Stosowane <sup>*)</sup> tworzywa sztuczne
Kable	Izolacja	dielektryczność, oporność, odporność na napięcia przebijające	PE, V-PE, PVC
	Płaszcz	odporność na płomień, wytrzymałość, odporność chemiczna, odporność na płomień	PE, PVC, PA, PTFE
Urządzenia komunikacyjne mierzące i drobne urządzenia	Obudowa	odporność na światło widzialne, wytrzymałość, twardość, odporność na płomień, antystatyczność, odporność chemiczna, wysoka jakość powierzchni	ABS, ABS/PC, PC, PPO-S PP, SB, HI-PS

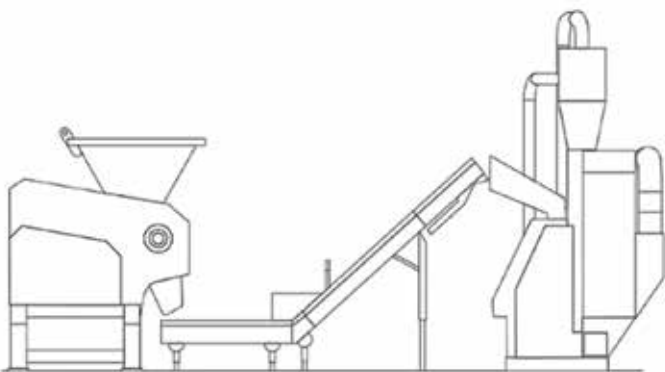
\*) skróty nazw tworzyw sztucznych zgodnie z DIN 7728.

przerabianego okablowania. Zakłady o niewielkiej skali przerobu, specjalizujące się w odzyskiwaniu miedzi i aluminium z kabli energetycznych stosują urządzenia przeznaczone do odizolowywania przewodów - elektrycznych i energetycznych. Umożliwiają one usuwanie opon i izolacji z żył kabli o średnicy do 12 cm poprzez zginięcie z równoczesnym nacinaniem odcinków. Urządzenia takie mają napęd zarówno ręczny (do cienkich przewodów) jak i elektryczny.

Ponieważ większość przewodów stosowanych w wiązkach samochodowych posiada niewielki przekrój przedstawione powyżej technologie odizolowywania przewodów i odzysku z nich miedzi byłyby czasochłonne i ekonomicznie nieefektywne. Wykorzystanie zatem tych urządzeń i technologii w zastosowaniu do wiązek samochodowych jest ograniczone. Mogą one być wykorzystywane tylko do przewodów obwodów rozruchu i zasilania, dlatego w procesach recyklingu wiązek samochodowych stosuje się technologie granulatu.

Technologie granulatu są stosowane w zakładach, które utylizują duże ilości okablowania. Stosują one przeważnie urządzenia kompaktowe lub wielostanowiskowe linie technologiczne z napędem elektrycznym, które umożliwiają [15-17]:

- ♦ usuwanie izolacji teflonowej, plastiku, PVC i innych tworzyw,
- ♦ oddzielanie izolacji papierowej lub bawełnianej z płaskowników z dużych transformatorów i silników,
- ♦ usuwanie drutu stalowego nośnego z opłotu aluminiowego (linka energetyczna AL-FE od 1-7 drutów),
- ♦ odizolowywanie kabli w oponie otwieranej,
- ♦ usuwanie opłotu papierowego z płaskowników,
- ♦ usuwanie izolacji z kabli o różnych średnicach i kształtach: okrągłych, trójkątnych, prostokątnych,



Rys. 2. Schemat linii Entryline do przerobu kabli miedzianych i aluminiowych, cewek oraz wiązek kabli samochodowych (wydajność od 120-300 kg/h) [16]

- ♦ „obieranie” kabli z rdzeniem : pełnym, drutowym i grubym twardym linkowym.

Technologie granulatu pozwalają w szybki i efektywny sposób odzyskiwać miedź, aluminium i tworzywa sztuczne ze złomowanych wiązek samochodowych (z kabli i przewodów) w postaci granulatu [16, 17].

Niezależnie od wydajności takich instalacji w skład każdego zestawu wchodzi [17]:

- ♦ młyny jednowałowe (typu shredder - wstępne) i młyny rozdrabniające,
- ♦ transportery taśmowe zwykłe oraz transportery specjalne, wyposażone w rolki magnetyczne do separacji materiałów ferromagnetycznych,
- ♦ systemy odpylające,
- ♦ separatory wodne.

Większość stosowanych w kraju instalacji ma wydajność od kilkudziesięciu do kilkuset kg/godz. (rysunek 2). Z kabli i przewodów odzyskuje się miedź lub/i aluminium oraz tworzywa sztuczne w formie granulatu. Urządzenia te, pod względem technicznym i ekonomicznym, dostosowane są do przerobu zarówno małych jak i dużych ilości kabli i przewodów w miejscach ich złomowania.

Dla producentów sprzętu elektrycznego i elektronicznego, został wprowadzony obowiązek nanoszenia specjalnych oznaczeń - symbolu przekreślonego kołowego pojemnika na odpady. Takim symbolem będą muszą oni oznaczać sprzęt wprowadzony na rynek po 13 sierpnia 2005 r. [9, 11].

## 2.2. Skala i problemy recyklingu samochodowych wiązek elektrycznych

Pojazdy złomowane zawierają duże ilości okablowania elektrycznego (obecnie średnio ok. 25 kg/pojazd), które z roku na rok będą rosły dzięki instalowaniu w nowoczesnych pojazdach coraz większej liczby nowych urządzeń elektronicznych oraz wprowadzania do samochodów napędów hybrydowych i elektrycznych. Zawartość miedzi w kablach wynosi średnio 50-55% co sprawia, że ich recykling jest ekonomicznie bardzo opłacalny. Prawidłowy i wydajny recykling kabli samochodowych pozwala na przetwarzanie wszystkich typów kabli bez potrzeby usuwania albo czyszczenia klejów lub elementów klejących dzięki automatycznemu procesowi neutralizacji. Rozwiązania konstrukcyjne rozdrabniaczy pozwalają na przetwarzanie okablowania bez potrzeby usuwania małych części żelaznych (połączeń, wtyczek, kotew, itp.) [16].

Przyjmując, że rocznie kasowanych będzie średnio 850 tys. samochodów to przy szacowanej masie jednej wiązki przewodów około 30 kg to daje to rocznie 25,5 Mg/rok (wylczenie własne).

Z okablowania odzyskiwane są głównie miedź i izolacja. Odzyskiwaniem stali, aluminium, gumy i tworzyw sztucznych zajmują





Fot. 1. Recykling okablowania elektrycznego [16]

się stacji kasacyjne natomiast odzyskiwanie miedzi z okablowania jest wykonywane głównie w punktach pozyskiwania złomu z metali kolorowych. Stosowane w nich technologie zależą głównie od masy przerabianego złomu rocznie.

### 2.3. Metoda zbierania samochodowych wiązek elektrycznych jako odpadów

Według ustawy o odpadach, odpady inne niż niebezpieczne powinny być zbierane selektywnie, w sposób zorganizowany, magazynowane w magazynie odpadów i przekazywane specjalistycznym firmom, które posiadają stosowne zezwolenia w zakresie gospodarki odpadami, czyli zezwolenia na prowadzenie działalności w zakresie zbierania, przetwarzania i transportu odpadów innych niż niebezpieczne.

Odpady tego rodzaju mogą być przewożone na teren firmy zajmującej się skupem, przerobem i odzyskiem złomu metali nieżelaznych (kable, przewody, wiązki samochodowych, sprzętu AGD) transportem własnym lub firm zewnętrznych. Na terenie zakładu odpady są ważone, wstępnie oceniana ich jakość a także przeprowadzona klasyfikacja. Rozładunek na miejsce składowania odpadów odbywa się za pomocą wózków widłowych i elektromagnesów. W trakcie rozładunku, odpady są szczegółowo klasyfikowane i segregowane pod kątem kodów odpadów, przeznaczone do wysyłki lub przerobu. Magazynowane są selektywnie w oznaczonych szczelnych pojemnikach, na metalowych regałach lub workach big-bagach lub luzem na utwardzonej betonowej posadzce. Miejsce magazynowania odpadów powinno być zadaszone, zamknięte i zabezpieczone przed dostępem osób postronnych, zlokalizowanych na utwardzonym, betonowym podłożu uszczelnionym przed przeciekami wód opadowych do gruntu. Magazynowanie odpadów odbywać się może tylko w budynku odpowiednio przystosowanym z uwzględnieniem wymogów ochrony środowiska [18].

## 3. Instalacje samochodowe nowej generacji a ochrona środowiska

Obecnie w Polsce jest zarejestrowanych ponad 21 mln samochodów [7, 8, 14]. Wraz z rozwojem motoryzacji następuje też wzrost świadomości dotyczącej zagrożeń, jakie niesie ze sobą użytkowanie samochodów. Każdy pojazd ma swój czas użytkowania, następnie musi być poddany recyklingowi.

Jednym z ważniejszych zagadnień jest projektowanie nowoczesnych zakładów recyklingu samochodów. Przed przystąpieniem do projektowania szczególnie ważną rolę odgrywa określenie danych wejściowych specyficznych dla tego typu obiektów, takich jak: zakres świadczonych usług, przepustowość, stosowane technologie, podstawowe wymagania ekologiczne i inne [4–6]. Często, przy projektowaniu zakładów demontażu samochodów, wprowadza się rozszerzenie zakresu ich usług, np. o skup różnego rodzaju odpadów (złomu metali kolorowych, akumulatorów, olejów itp.), sprzedaż części samochodowych, naprawy samochodów, ich holowanie czy prasowanie karoserii.

Masa okablowania w obecnie produkowanych pojazdach stanowi poważny problem dla konstruktorów ze względu na szybkie tempo rozwoju elektroniki samochodowej. Dlatego rezygnuje się dużej ilości kabli na rzecz magistral multiplexowych. Użytkuje się w ten sposób znaczną redukcję masy przewodów oraz wzrost niezawodności, łatwość diagnostyki oraz obniżenie kosztów montażu.

Dla zapewnienia niezawodnej komunikacji opracowano kilka protokołów komunikacyjnych takich jak: ITS BUS, CAN, J1850, TTP/C [2]. Fizyczna realizacja magistrali może się opierać o linię 1-przewodową, 2-przewodową, kabel koncentryczny, skrętkę, światłowód. Typowym przykładem magistrali multiplexowanej jest Magistrala CAN (Controller Area Network), która jest asynchroniczną szeregową magistralą służącą wymianie danych. Została zaprojektowana w latach 80. XX wieku przez firmę Bosch na potrzeby przemysłu samochodowego aby zwiększyć niezawodność takich systemów jak ABS czy sterowanie silnikiem [12]. Obecnie ten system okablowania stosowany jest w samochodach klasy wyższej ale technologia ta szybko wkracza do samochodów klas niższych [13]. Nowoczesne technologie informatyczne zwiększą zatem procentowy udział tworzyw sztucznych w masie okablowania samochodów. Masa wiązek kablowych będzie również, z roku na rok, rosnąć.

### Podsumowanie

Masowy import do Polski samochodów używanych oraz struktura wiekowa krajowego parku pojazdów, w której bardzo duży udział mają pojazdy stare i wyeksploatowane, przyczyniają się do wzrostu ilości samochodów przeznaczanych do złomowania.

Wycofywaniu pojazdów z eksploatacji towarzyszy konieczność utylizacji powstających odpadów ze złomowanych samochodów, głównie ze względu na powodowane przez te odpady zagrożenia dla środowiska naturalnego.

Sposobem na rozwiązanie narastającego problemu odpadów samochodowych jest rozwój systemu recyklingu pojazdów pozwalający na bezpieczny dla środowiska ich demontaż, gospodarcze wykorzystanie pochodzących z pojazdów części i materiałów oraz utylizacja odpadów nie nadających się do dalszego wykorzystania. Recykling pojazdów przyczynia się do oszczędnej gospodarki zasobami naturalnymi i energią co może stanowić również istotny bodziec do powstawania nowych miejsc pracy.

W obecnym prawodawstwie polskim istnieją już, choć w ograniczonym zakresie, podstawy do tworzenia sieci recyklingu pojazdów. Liczne grupy odpadów motoryzacyjnych zostały odpowiednio wydzielone i ujęte w obowiązującej klasyfikacji odpadów. Ustawa o odpadach wytycza ogólne kierunki postępowania z odpadami, zwracając szczególną uwagę na kwestie ich wykorzystania i unieszkodliwiania. Istotne uregulowania zawiera również ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach zobowiązująca gminy do tworzenia warunków do budowy i eksploatacji obiektów do wykorzystywania i unieszkodliwiania odpadów komunalnych, do których zaliczyła porzucone wraki pojazdów.

Postęp w kierunku tworzenia sieci recyklingu wynika również nowelizacji prawa o ruchu drogowym wprowadzającej wymóg oddawania pojazdów, w celu kasacji, do wyznaczonych punktów odbioru. Jednak wiele z istniejących przepisów wymaga doprecyzowania lub rozwinięcia. Dotyczy to kwestii wyznaczania i prowadzenia punktów odbioru pojazdów (składnic złomu), określenia zasad przekazywania pojazdów jak również ich definicji.

W sferze legislacji oczekiwane są także działania zmierzające do szerszego wsparcia rozwoju recyklingu poprzez zaktywizowanie pozyskiwania i transportu pojazdów bądź pochodzących z nich części i materiałów do zakładów przetwórczych, w czym istotną rolę odegrać mogą opłaty produktowe i depozytowe.

## Bibliografia

1. *Gospodarka Materiałowa w 2016 roku*. Główny Urząd Statystyczny. Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa 2017
2. Ustawa o odpadach z 27 kwietnia 2001 r. (Dz.U. z 2001 r., Nr 62, poz. 628)
3. Jakubiak M., Grzesik K.: *Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji. Przepisy, technologia i praktyka*. „Logistyka” 4/2014.
4. Jankowski K., Orliński S.: *Recykling akumulatorów samochodowych. Konferencja naukowo-techniczna „Pojazd a środowisko”*, Jedlnia Letnisko, 2001.
5. Małuszyńska I. i in.: *Recykling materiałowy i surowcowy odpadów samochodowych*. „Inżynieria Ekologiczna” Nr 28, 2012.
6. Nader M., Jakowlewa I.: *Wybrane zagadnienia organizacji zakładu recyklingu samochodów osobowych*. Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, Transport 2009, z.70, ss.127-138. Sieć stacji demontażu samochodów w systemie ARES,

Seminarium odpadów – szanse i wyzwania dla Polski w kontekście wejścia do Unii Europejskiej. Poznań listopad 2003.

7. Sicińska K.: *Realizacja dyrektywy unii europejskiej o pojazdach wycofanych z eksploatacji i organizacja systemu recyklingu w Niemczech*. „Transport Samochodowy” 2015, nr 1.
8. stat.gov.pl/obszary-tematyczne/transport-i-lacznosc/transport/transport-wyniki-dzialalnosci-w-2016-r-9,16.html
9. Uchwała nr 88 Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2016 r. w sprawie krajowego planu gospodarki odpadami do 2022. Monitor Polski, Warszawa, dnia 11 sierpnia 2016 r. poz.784.
10. Ustawa z dnia 11 maja 2001r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej (Dz. U. nr 63, poz.639).
11. Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (Dz. U. 2005 nr 25 poz. 202).
12. www.canbus.pl (dostęp: 20.10.2017)
13. www.chceauto.pl (dostęp: 03.10.2017).
14. www.ekologia.pl (dostęp: 03.10.2017).
15. www.santrade.pl (dostęp: 03.10.2017).
16. www.stokkermill.com/pl (dostęp: 03.10.2017).
17. zlomiarze.pl (dostęp: 03.10.2017).
18. www.phukaren.pl/docs/Decyz2015Przetwarz.pdf (dostęp: 27.10.2017).
19. Tartakowski Z., *Recykling materiałów polimerowych z pojazdów samochodowych*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2013, nr 10.
20. Tartakowski Z., Trybuła D., Mydłowska K., *Recykling wielowarstwowych materiałów polimerowych stosowanych w pojazdach samochodowych*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2015, nr 6.

## Logistics in the recycling process of wiring automotive electrical installations

The article deals with issues related to the recycling of waste from cabling of electrical installations and components of automotive electronics. The recycling processes examined at the logistic angle belong to the so-called “reverse logistics” and are immensely relevant to the environmental, economic and legal aspects. The range of tasks related to management of materials obtained from cars withdrawn out of service, particularly electrical wiring and electronics has been described. Logistics at this stage of the life cycle of cars is a field of least expertise, and this constitutes the basis for conducting research regarding this area of country’s economic activity.

**Keywords:** recycling, electrical installations, reverse logistics.

## Autorzy:

dr inż. **Krzysztof Jankowski** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Mechaniczny, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, info@jankowski.biz

dr inż. **Alicja Wąsowicz** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Mechaniczny, Instytut Eksploatacji Pojazdów i Maszyn, a.wasowicz@uthrad.pl