

Radosław Winiarczyk¹, Jędrzej Trajer², Ewa Golisz³
 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
 Bronisław Gołębiowski⁴
 Urząd Miasta Warszawa

Analiza sieci recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji w Polsce⁵

Jednym z głównych obszarów, które stwarzają duże zagrożenie dla środowiska jest ciągły wzrost liczby pojazdów eksploatowanych w kraju [Chłopek 2002]. Bardzo znaczna ich część jest użytkowana w małych aglomeracjach miejskich oraz na wsi. Ponadto eksploatowane tam pojazdy są użytkowane w długim okresie, przekraczającym 15 lat i więcej, bardzo często ich stan techniczny jest niezadowalający. Ze względu na środowisko naturalne, duże zużycie paliwa (pojazdy starej generacji) oraz pozostawiający wiele do życzenia stan techniczny, pojazdy te powinny być wycofane z użytkowania. Dotyczy to kilku milionów pojazdów. 1/3 zarejestrowanych pojazdów użytkowana jest (pracuje) w rolnictwie. Na obszarach wiejskich użytkowane są również stare wyeksploatowane maszyny rolnicze. Ciągniki rolnicze stanowią prawie 7% ogółu zarejestrowanych wszystkich pojazdów, ich średni wiek użytkowania wynosi ponad 20 lat. Także te maszyny i urządzenia będą wycofywane z eksploatacji. Pojawia się problem zbiórki pojazdów i maszyn z obszarów szczególnie wiejskich, rozproszonych terytorialnie [Bocheński 2001]. Ze względów ekonomicznych (koszty związane z logistyką i organizacją) potrzebne jest racjonalne rozmieszczenie zakładów przyjmujących wyeksploatowane pojazdy, maszyny i złom.

Za odpowiednim gospodarowaniem zużytych pojazdów, maszyn, podzespołów, części i materiałów eksploatacyjnych przemawiają również wzrastające koszty wydobycia surowców energetycznych i materiałów. Wzrost produkcji powoduje zwiększone zapotrzebowanie na surowce i konieczność zwiększonego ich wydobycia. Pokłady surowców są coraz bliższe wyczerpania, a ich wydobycie staje się coraz droższe. Jest możliwość powtórne ich wykorzystania poprzez przetworzenie. Część z nich można odzyskać ze starych maszyn. Zużyte pojazdy samochodowe zawierają około 70% wysokojakościowej stali i metali kolorowych. Zasada powtórnego wykorzystania materiałów i części składowych samochodów stała się koniecznością w obliczu dla rosnącego zagrożenia środowiska [Golińska 2012]. Ponowne wykorzystanie części i materiałów z pojazdów wycofanych z ruchu wymaga opracowania kompleksowego programu działania uwzględniającego ochronę środowiska i pozyskiwania materiałów i surowców energetycznych. Koszty będą tu decydować o opłacalności recyklingu. Jednym z elementów tego systemu jest racjonalne rozmieszczenie punktów przyjmowania wyeksploatowanych pojazdów i maszyn oraz zakładów przeróbki [Bocheński 2005]. Opracowanie metodyki rozmieszczenia zakładów nie tylko recyklingowych, ale również usługowych, pozwala na obniżenie kosztów logistycznych zagospodarowania produktów odpadowych, poprodukcyjnych lub usług eksploatacyjnych [Twaróg 2003]. Związane to jest z kosztami degradacji środowiska, organizacji, transportu i magazynowania [Nowicka 2000]. Sieć recyklingu należy projektować na terenach wiejskich oraz w małych aglomeracjach. Tereny wiejskie mają wiele zalet przemawiających za budowaniem zakładów usługowych z dala od wielkich aglomeracji, są to: niższe ceny gruntów i nieruchomości, brak uciążliwości z tytułu sąsiedztwa z osiedlami mieszkaniowymi, łatwiejszy dojazd dla pojazdów ciężarowych i ciągników siodłowych, czy duże rozproszenie terytorialne używanych pojazdów w porównaniu ze skupiskami miejskimi.

Projekt recyklingu pojazdów i maszyn rolniczych w Polsce nie został powszechnie wdrożony, ze względu na brak zainteresowania tego rodzaju działalnością i ograniczoną liczbą obiektów możliwych do recyklingu. Rozwiązaniem tego problemu może być system wspomagający planowanie lokalizacji stacji demontażu pojazdów i zbiórki produktów odpadowych w wybranych obszarze [Merkisz 2005].

Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji

Recykling to dziedzina obejmująca techniczne, technologiczne i organizacyjne działania mające na celu maksymalne odzyskanie zespołów, części, podzespołów i materiałów oraz energii z wycofanych z eksploatacji (uszkodzonych i zużytych) pojazdów i maszyn roboczych [Gallo 2009]. W niektórych procesach przetwórczych odpady, w wyniku różnych reakcji, nabywają nowych, wartościowych własności. Mają one określone cechy, które mogą i powinny być wykorzystane do wytwarzania innych wyrobów. Wielokrotne użytkowanie materiałów i surowców ma nie tylko znaczenie ekonomiczne, ale również wpływa na stan środowiska przyrodniczego.

¹ Dr inż. R. Winiarczyk, adiunkt, SGGW w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Podstaw Inżynierii.

² Dr hab. inż. J. Trajer, profesor, SGGW w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Podstaw Inżynierii.

³ Dr inż. E. Golisz, adiunkt, SGGW w Warszawie, Wydział Inżynierii Produkcji, Katedra Podstaw Inżynierii.

⁴ Dr inż. B. Gołębiowski, główny specjalista, Urząd Miasta Warszawa.

⁵ Artykuł recenzowany.

Podstawowym celem recyklingu jest maksymalny odzysk drogą demontażu zespołów i części nadających się do bezpośredniego użycia (surowce użyteczne) lub do dalszego przetwarzania (surowce wtórne). Natomiast celem nadrzędnym jest ochrona środowiska przed szkodliwymi substancjami zawartymi w maszynach (smary, płyny chłodnicze i akumulatorowe) oraz oszczędność surowców pierwotnych [Lund 2001].

Wśród podmiotów zajmujących się odzyskiwaniem surowców istnieją różnice w interpretacji pojęcia recyklingu. Powstały dwie definicje (dwie wersje przetwarzania):

- recykling pojazdu polega na przetworzeniu go w całości poprzez rozdrobnienie materiałów i ich powtórny wykorzystaniu. Jest to możliwe po kolejnych przeróbkach, w produkcji nowych pojazdów lub gdzie indziej, jako metale, materiały niemetalowe oraz na tzw. odzysku energetycznym przez spalanie frakcji lekkich,
- recykling pojazdów jest to dwuetapowe przetworzenie pojazdu. W pierwszym etapie na drodze demontażu odzyskuje się zespoły, elementy i materiały nadających się do bezpośredniego użycia, renowacji lub dalszej przeróbki. Są to tworzywa sztuczne, opony, szkło, akumulatory. W drugim etapie pozostałości w postaci wraku są poddawane przetworzeniu jak w punkcie pierwszym.

W obu wersjach pojęcia recyklingu, pojazd wycofany z użytkowania przed procesem likwidacji musi zostać osuszony, to znaczy muszą być usunięte wszystkie znajdujące się w nim płyny i wymontowany akumulator z elektrolitem. Osuszanie jest zabiegiem bezwzględnie koniecznym, ponieważ pozostawione płyny uniemożliwiają prawidłowy demontaż pojazdu, a w procesie rozdrobnienia powodują często bardzo groźne w skutkach eksplozje [Draniewicz 2006].

Zwolennikami pierwszej wersji pojęcia recyklingu są przede wszystkim właściciele młynów rozdrabniających i pras. Ich zdaniem rozdrabnianie pojazdów w całości jest procesem najtańszym. Segregacja zaś na materiały magnetyczne i niemagnetyczne oraz niemetalowe, podlegające dalszej flotacji, jest wystarczająca. Powyższe tendencje są prezentowane we Francji i w Belgii.

Zwolennicy drugiej wersji uważają, że odzysk w drodze demontażu zespołów części, elementów i materiałów wraz z osuszeniem stanowi pierwszy obowiązkowy etap recyklingu pojazdów, gdyż służy powrotowi odzyskanych produktów, jako części zamienne, do użytkownika. Tworzywa sztuczne i opony odzyskane w procesie demontażu są uzdatnione i wykorzystywane w produkcji różnych materiałów o dobrych właściwościach użytkowych. Chociaż koszt demontażu jest dodatkową pozycją w kosztach recyklingu i nie jest mały, gdyż stacje muszą spełniać warunki ekologiczne i techniczne oraz muszą być przygotowane do osuszania pojazdu, to jednak spełniają często postulat opłacalności. Zorganizowane zaś w sieć stacje wspomagane techniką informacyjną, logistyką i poprawnym marketingiem są samowystarczalne i dobrze prosperują. Przykładem takiego podejścia jest system zorganizowany przez FIATA w ramach wewnętrznego programu FARE⁶.

Zdaniem zwolenników drugiej definicji, tj. demontażu pojazdów przeznaczonych do likwidacji przed jego rozdrobieniem, ta droga jest technicznie uzasadniona i daje znacznie większe możliwości i szanse spełnienia dyrektyw Komisji Europejskiej. Głównymi propagatorami takiej definicji recyklingu i metody jej działania są Niemcy i Włochy, Szwecja i Wielka Brytania.

Zagospodarowanie zużytych pojazdów i materiałów eksploatacyjnych

Najczęściej używanymi powtórnie zespołami pojazdów samochodowych są: silniki, zespoły układu przeniesienia napędu: skrzynie przekładniowe, wały napędowe, mosty i osie napędowe, układy paliwowe, alternatory, rozruszniki i pozostałe elementy układu elektrycznego, elementy nadwozia, elementy układu zawieszenia. Części pojazdów, które są najczęściej poddawane recyklingowi produktowemu, to: koła, opony, reflektory, żarówki, zderzaki, szyby, fotele, elementy układu zasilania oraz układu hamulcowego.

Szacuje się, że z około 500 000 samochodów osobowych, które obecnie winny być wycofane z eksploatacji, odzyskać można około: 350 000 Mg złomu żelaznego, 17 000 Mg metali kolorowych, 29 000 Mg tworzyw sztucznych, 14 000 Mg gumy, 8 770 Mg stłuczki szklanej, 2 840 Mg olejów, 970 Mg ołowiu.

Należy zwrócić uwagę, iż dla uzyskania wysokiego stopnia recyklingu części i materiałów z pojazdu (85%) niezbędne jest, aby niemetaliczne pozostałości ze strzępienia, tak zwana lekka frakcja, nie były jak dotychczas kierowane na składowiska, lecz po odpowiednim ich sortowaniu. Sortowanie polegałoby na oddzieleniu materiałów palnych od niepalnych. Podlegały one odzyskowi energetycznemu przez zastosowanie ich jako paliwa w cementowniach. Takie procesy są na skalę przemysłową stosowane w Unii Europejskiej.

Prawne i środowiskowe aspekty lokalizacji

W organizacji systemu recyklingu ważną rolę odgrywa lokalizacja obiektów. Jest ona niezmiernie istotna z punktu widzenia skutecznego i efektywnego funkcjonowania tego systemu. Zakład recyklingu jako kluczowy element systemu winien znajdować się w odległości jak najmniejszej od stacji demontażu czy punktów zbiórki. Jest to głównie podyktowane względami

⁶ <http://gospodarka.gazeta.pl>, <http://pl.wikipedia.org>, <http://www.acea.be>; <http://www.ambit.pl>, <http://www.ekoinfo.pl>, <http://www.fors.pl>, <http://www.gazetaprawna.pl>, <http://www.mgip.gov.pl>, <http://www.recykling.auto.pl>, <http://www.stena.pl>, <http://www.zomis.com.pl>.

ekonomicznymi. Dlatego też położenie zakładów winno być skorelowane z położeniem innych obiektów systemu [Gołębiewski 2007].

Podstawowe założenia prawne dotyczące postępowania z pojazdami wycofanymi z eksploatacji oraz produktami uzyskanymi z ich utylizacji zawiera Dyrektywa 2000/53/EC⁷ Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej uchwalona 7 września 2000 roku. Dokument ten – obowiązujący w krajach UE – zawiera szczegółowe rozwiązania prawne dotyczące recyklingu. Dyrektywa formułuje środki, których celem w pierwszej kolejności jest zmniejszenie odpadów z pojazdów wycofywanych z ruchu oraz ponowne ich wykorzystanie w różnych formach recyklingu. Pozwoli to na ochronę środowiska naturalnego i odzyskanie materiałów stosowanych w budowie pojazdów. Jest to punkt zwrotny w rozwoju recyklingu, określający postępowanie z pojazdami od chwili ich projektowania do pełnej utylizacji po zakończonym życiu pojazdu.

Dyrektywa jednoznacznie określa, że aktualnie musi być odzyskane co najmniej 85% masy pojazdu, a od początku roku 2015 odzyskanie materiału powinno stanowić co najmniej 95% masy pojazdu. Odzyskiem energetycznym może być objęte 10% masy samochodu. Przystąpienie Polski do UE zobowiązuje do dostosowania naszych przepisów prawnych do Dyrektywy 2000/53/EC. Wobec tego w dniu 20 stycznia 2005 roku uchwalono pierwszą ustawę odnoszącą się bezpośrednio do pojazdów wycofanych z eksploatacji⁸. Ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji opisuje obowiązki następujących podmiotów dla wprowadzających pojazdy do eksploatacji, właścicieli pojazdów, przedsiębiorców prowadzących: stacje kontroli pojazdów, stacje demontażów, punkty zbierania pojazdów, oraz organów administracji [Lorkowski 2005]. Podstawowym celem wymienionej ustawy jest dostosowanie do prawa polskiego postanowień Dyrektywy UE oraz zapewnienie zgodnego z zasadami ochrony środowiska postępowania z pojazdami wycofanymi z eksploatacji [Draniewicz 2006]. Jednym z wymagań, związanych z organizacją zbiórki pojazdów, jest wielkość powierzchni przeznaczanej do magazynowania przyjmowanych pojazdów, winna ona wynosić co najmniej 200 m² (nie wliczając ciągów komunikacyjnych i dróg wewnętrznych).

W Polsce obowiązuje ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Prawo ochrony środowiska* wraz z wieloma rozporządzeniami dotyczącymi zagospodarowania niebezpiecznych odpadów. Ustawa wprowadza obowiązek uzyskania pozwolenia zintegrowanego dla przedsiębiorców, którzy posiadają instalacje mogące powodować znaczne zanieczyszczenie poszczególnych elementów przyrodniczych albo środowiska jako całości [Korzeń 2001].

Uwarunkowania techniczne infrastruktury przestrzennej lokalizacji

W Polsce istnieją zakłady zajmujące się utylizacją odpadów powstających z pojazdów wycofanych z eksploatacji, należą do nich: 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 strzępiarki⁹ rozdrabniające karoserie samochodowe. Jak dotąd w Polsce działają jedynie cztery duże młyny (jeden mały), a ich położenie w zachodniej Polsce stanowi dość istotną barierę dla rozwoju systemu przetwarzania odpadów samochodowych w Polsce, gdzie – jak się szacuje – powinno być ich co najmniej dwa razy więcej, by sprostać wzrastającym potrzebom (warto mieć świadomość, że np. w Niemczech czy Francji funkcjonuje po około 50 takich instalacji).

Ogólny stopień przygotowania krajowej bazy technicznej do prowadzenia recyklingu pozostawia wiele do życzenia. Można to zauważyć na przykładzie rozmieszczenia zakładów zajmujących się przetwarzaniem materiałów samochodowych (rysunek 1).

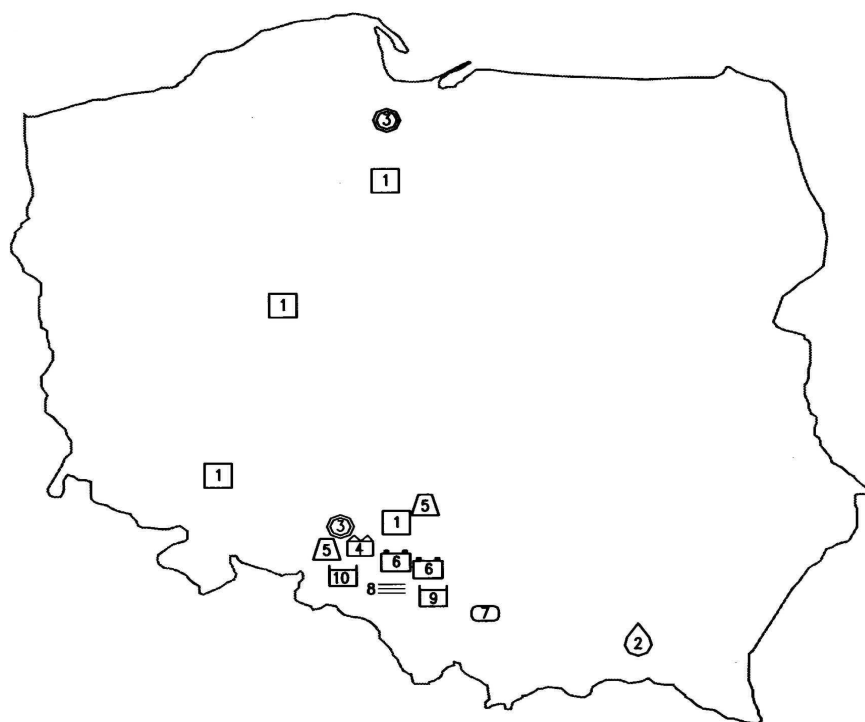
Mimo to, podejmowane są próby wdrażania kompleksowych rozwiązań na poziomie regionalnym. Pierwsza w kraju regionalna sieć recyklingu samochodów powstaje przy udziale przedsiębiorstw należących do grupy kapitałowej Impexmetal SA i obejmuje obszarem działania Południowo-Zachodnią Polskę. Są to dawne województwa: katowickie, opolskie, częstochowskie, sieradzkie i piotrkowskie. Z założenia, rozwój tej sieci oparty ma być na współpracy z autozłomami, współdziałaniu tworzących ją przedsiębiorstw w zakresie zbytu produktów demontażu i recyklingu oraz podniesieniu poziomu wyposażenia technicznego tych przedsiębiorstw. Idealnym rozwiązaniem byłoby powtórne przetworzenie tych materiałów w taki sposób, aby można było wykorzystać je do wytworzenia nowych produktów, niekoniecznie z branży motoryzacyjnej.

Najczęściej zalecaną metodą odzysku stali i żeliwa jest zastosowanie strzępiarki. Do strzępiarek powinny być przekazywane wszystkie karoserie pojazdów wstępnie rozmontowane w stacjach demontażu. Odzysk taki zapewnia uzyskanie złomu o wysokiej jakości, dokładnie oczyszczonego z lakierów, powłok bitumicznych, nawet z cynku. Znaczącą zaletą tej metody jest to, iż demontaż pojazdu po jego osuszeniu i usunięciu z niego materiałów niebezpiecznych, może być ograniczony tylko do części przeznaczonych do odzysku jako części zamienne oraz niektórych części przeznaczonych do odzysku materiałowego, których demontaż nie jest zbyt pracochłonny. Istnieją bowiem nabywcy, którzy je skupują i poddają recyklingowi. Stosowanie strzępiarki, która w procesie strzępienia automatycznie oddziela metale od niemetalu zmniejsza bardzo istotnie pracochłonność demontażu pojazdów i ilość odpadów powstających w stacji demontażu, niezbędnych do zagospodarowania.

⁷ Dz.U. 05.25.202 – Ustawa z dnia 20 stycznia 2005 roku – *Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji*.

⁸ Dz.U. z 2005 r. Nr 25, poz. 202.

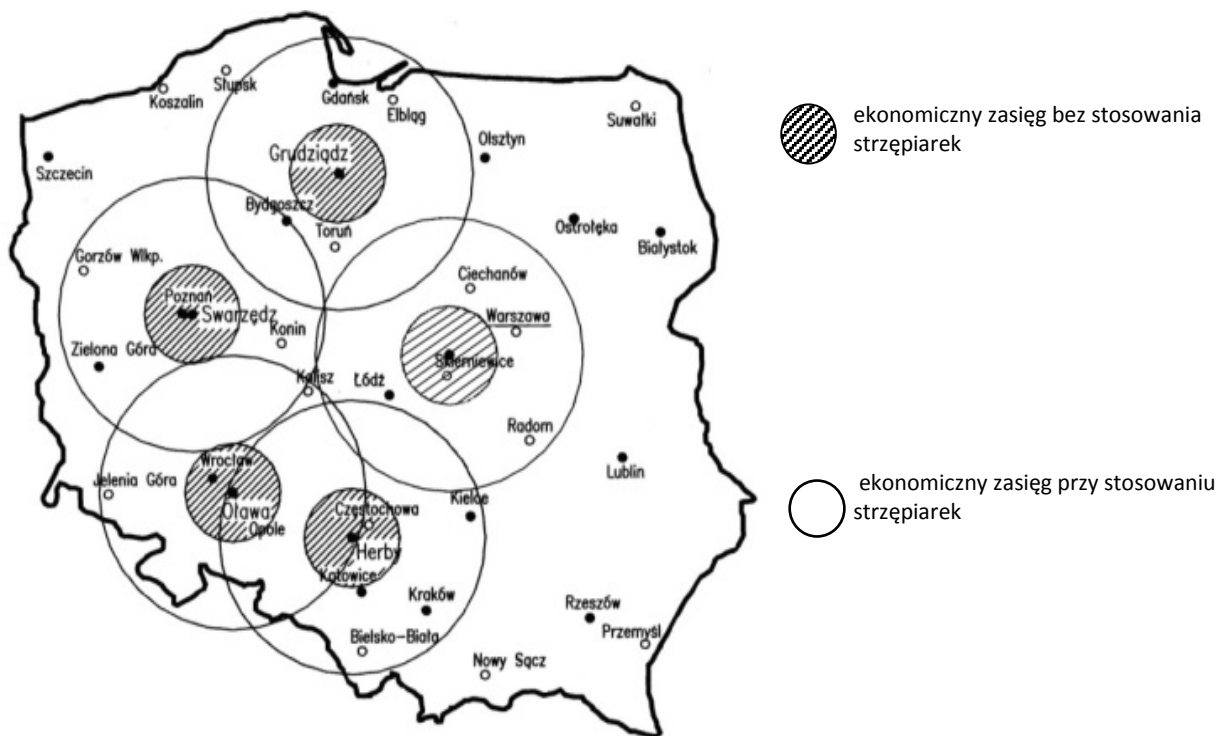
⁹ Strzępiarka jest młynem przemysłowym, w którym karoseria pojazdu ulega rozdrobieniu w bardzo krótkim czasie, z równoczesnym oddzieleniem frakcji lekkiej i oczyszczeniem.



- 1 – Strzępiarki karoserii (SCRAPENA – Herby, PZZ – Oława, Złomet – Swarzędz, Sonnelfeld – Grudziądz)
- 2 – Oleje przepracowane (Rafineria – Jedlicze)
- 3 – Opony (Eco-Tires-Recycling SA – Tczew)
- 3 – Opony (Cementownia „Gorażdze”)
- 4 – Frakcja lekka ze strzępiarki (Cementownia „Strzelce Opolskie”)
- 5 – Szkło z samochodów (Częstochowskie Huty Szkła, DSS – Sławków)
- 6 – Akumulatory (Orzeł Biały – Bytom, Bater-Pol – Świętochowice)
- 7 – Stopy aluminium (Zakłady Metalurgiczne – Skawina)
- 8 – Przewody elektrotechnika samochodowa (Wtórnet – Bytom)
- 9 – Płyny chłodnicze (Rafineria Czechowice-Dziedzice)
- 10 – Płyny hamulcowe (ICSO – Kędzierzyn)

Rys. 1. Przykładowe rozmieszczenie zakładów zajmujących się odpadami samochodowymi

Karoserie przeznaczone do transportu spłaszczają się na terenie zakładu w celu lepszego ich upakowania w transporcie, a następnie układa w niewysokie stopy w sposób zapewniający ich stabilność, zachowując zasady bezpieczeństwa i higieny pracy. Do spłaszczania nadwozi stosuje się specjalne prasy, spłaszczarki stacjonarne bądź mobilne. Na rysunku 2 zaznaczono promień zasięgu ekonomicznego transportu spłaszczonych nadwozi¹⁰.



Rys. 2. Rozmieszczenie strzępiarek nadwozi pojazdów

¹⁰ Materiały pomocnicze do szkoleń z zakresu recyklingu PIAP, 2002.

Podsumowanie

Organizacja zbiórki obiektów przeznaczonych do recyklingu jest procesem złożonym, wymagającym rozwiązania i szybkiego wdrożenia, jednocześnie stanowi prawny wymóg funkcjonowania gospodarki dbającej o ochronę środowiska. Sprzyja temu wzrost świadomości proekologicznej mieszkańców, który wymusza konieczność tworzenia odpowiedniej sieci zakładów gospodarowania różnymi odpadami [Osiński 2009]. Postęp techniczny sprawia, że zwiększająca się liczba zużytych urządzeń stanowi zagrożenie dla środowiska, szczególnie na obszarach wiejskich, czemu należy przeciwdziałać. Jednakże dotychczas projekt recyklingu pojazdów i maszyn rolniczych w Polsce nie został powszechnie wdrożony, ze względu na brak dostatecznie dużego zainteresowania tego rodzaju działalnością. Funkcjonujące w Polsce autozłomy i punkty odbioru materiałów wtórnych dotychczas lokalizowane były przypadkowo, gdyż powstawały jako efekt inicjatywy indywidualnego inwestora, a nie realizacji systemowej. Ta sytuacja musi się zmienić, ze względu na wymagania związane z ochroną środowiska naturalnego, które zostały sformalizowane, w części jako przepisy prawne, przez Unię Europejską. Obecnie w niektórych miejscach znajduje się wiele takich zakładów obok siebie, a w innych nie ma ich wcale. Koncentracja punktów recyklingu winna wynikać z zapotrzebowania, które powinno uwzględniać liczbę pojazdów i odległości od punktów odbioru „położonych w odległości nie większej niż 50 km w linii prostej od miejsca zamieszkania albo siedziby ostatniego właściciela pojazdu”. Problemem w Polsce jest brak właściwie zorganizowanej sieci recyklingu pojazdów i maszyn, uzasadnionej potrzebami gospodarczymi i możliwościami środowiskowymi [Merkisz-Guranowska 2007]. Podstawową trudność w rozwiązaniu problemu decyzyjnego stanowi właściwe zidentyfikowanie i formalne ujęcie kosztów procesu recyklingu, które wymaga zarówno analizy teoretycznej, jak i przeprowadzenia badań empirycznych. W dostępnej literaturze brak jest szczegółowych opracowań dotyczących wykorzystania metod komputerowych w odpowiednim lokalizowaniu obiektów recyklingu ze względu na wytyczne (w tym przepisy UE), istniejące ograniczenia i przyjęte kryteria [Dzierżanowski 2007]. Zasadne wydaje się poszukiwanie metody optymalizacji w podejściu nieklasycznym. Mając to wszystko na uwadze, podjęto próbę stworzenia systemu wspomagającego rozmieszczenie przestrzenne stacji demontażu pojazdów, opartego na algorytmach genetycznych [Gołębiewski 2013].

Streszczenie

Postęp techniczny powoduje, że zwiększenie liczby używanych urządzeń stanowi zagrożenie dla środowiska, w szczególności na obszarach wiejskich. Można temu zapobiec poprzez zorganizowanie odpowiedniego systemu usuwania odpadów. Ważnym problemem do rozwiązania jest recykling wycofanych z eksploatacji pojazdów, dlatego w pracy zaproponowano stworzenie sieci recyklingu pojazdów, spełniających określone wymagania. Kluczowym elementem poprawy funkcjonowania sieci recyklingu w Polsce jest zaprojektowanie systemu, który pozwoli na redukcję całkowitych kosztów z tym związanych. Jednym z najważniejszych elementów systemu recyklingu jest proces lokalizacji stacji demontażu pojazdów w tworzonej sieci recyklingu.

Analysis of end-of-life vehicles recycling network in Poland

Summary

The technical progress causes that increasing number of used devices presents a threat for environment, particularly in the rural areas. It can be prevented by organizing a proper system of waste disposal. Nowadays, the most important problem to solve is recycling of end-of-life vehicles, hence the aim of this work is proposal to create a vehicle recycling network that meets specific requirements. The key element for the improvement of the functioning of the recycling network in Poland is to redesign the system so that it will allow for a reduction of the total cost. One of the most important elements of the recycling system is a process of location of vehicle dismantling station in created recycling network.

LITERATURA / BIBLIOGRAPHY

1. Bocheński C., *Kompleksowy program zagospodarowania produktów odpadowych wytworzonych podczas eksploatacji środków transportu*, PPH Drukarnia Sp. z o.o., Sierpc 2001.
2. Bocheński C., *Kompleksowy system recyklingu pojazdów samochodowych wycofanych z ruchu*, IV Konferencja Naukowo-Techniczna PROBLEMY RECYKLINGU, Rogów 2005.
3. Chłopek Z., *Ochrona środowiska naturalnego*, WKiŁ, Warszawa 2002.
4. Draniewicz B., *Recykling pojazdów wycofanych z eksploatacji*, C.H. Beck, Warszawa 2006.
5. Dzierżanowski R., *Możliwości wykorzystania metod sztucznej inteligencji w recyklingu maszyn i urządzeń rolniczych*, V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna PROBLEMY RECYKLINGU, Warszawa 2007.
6. Gallo Christian S.G. (Red.), *Recycling*, 2009.
7. Golińska P., *Problemy konfiguracji sieci logistyki zwrotnej na przykładzie pojazdów wycofanych z eksploatacji*, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka”, nr 15/2012.

8. Gołębiewski B., *Analiza rozmieszczenia stacji demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji na przykładzie województwa mazowieckiego*, V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna PROBLEMY RECYKLINGU, Warszawa 2007.
9. Gołębiewski B., Trajer J., Jaros M., Winiczenko R., *Modelling of the location of vehicle recycling facilities: A case study in Poland*, Resources, Conservation & Recycling vol. 80/2013.
10. Korzeń Z., *Ekologistyka*, ILiM, Poznań 2001.
11. Lorkowski M., *Ustawa „O recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji” – możliwe korzyści dla SKP*, Konferencja Stacje Kontroli Pojazdów, STM Zakopane, 2005.
12. Lund H. F., *Recycling Handbook*, The McGRAW-HILL.
13. Merkisz J. i in., *Problemy recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji w Polsce*, IV Konferencja Naukowo-Techniczna, PROBLEMY RECYKLINGU, Rogów 2005.
14. Merkisz-Guranowska A., *Recykling samochodów w Polsce*, PP, Poznań 2007.
15. Nowicka-Skowron M., *Efektywność systemów logistycznych*, PWE, Warszawa 2000.
16. Osiński, J., *Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów*, 2009.
17. Twaróg J., *Koszty logistyki przedsiębiorstw*, ILiM, Poznań 2003.