

doc. dr inż. Ryszard Sawwa  
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP  
prof. dr hab. inż. Zbigniew Banaszak  
Instytut Informatyki i Zarządzania Politechnika Zielonogórska

## PERSPEKTYWY ROZWOJU WIRTUALNYCH PRZEDSIĘBIORSTW RECYKLINGU

*Praca przedstawia możliwości rozwoju wirtualnego przedsiębiorstwa recyklingu widziane z perspektywy istniejących koncepcji wytwarzania wirtualnego oraz doświadczeń zebranych przy opracowywaniu koncepcji systemu zorganizowanego recyklingu samochodów osobowych. Na tle istniejących koncepcji zarządzania logistycznego, omówione zostały wybrane problemy towarzyszące realizacji tego przedsięwzięcia, a także możliwości ich związywania m.in. z wykorzystaniem Internetu, środków audiowizualnych oraz technik komputerowo zintegrowanego planowania produkcji.*

## PERSPECTIVES FOR THE RECYCLING VIRTUAL ENTERPRIZES DEVELOPMENT

*The paper presents the possibilities of the recycling virtual enterprise development, as it is seen from the point of view of the existing virtual production concept as well as of the experience, gathered during the organized car recycling system concept elaboration. Taking into consideration the existing concepts of logistic management, the chosen problems accompanying the realization of this undertaking are discussed as well as the possibilities of binding them, using for this purpose among other the Internet, audiovisual means and the computer integrated production planning.*

### 1. WSTĘP

Rosnące potrzeby ochrony środowiska oraz związana z tym konieczność utylizacji odpadów komunalnych i recyklingu urządzeń technicznych (samochodów, AGD, sprzętu elektronicznego itp.) implikują szybki rozwój przedsiębiorstw nowego typu; przedsiębiorstw zorientowanych na przetwarzanie (recykulację) odpadów [2,4,5,6]. Rozwój ten, wymuszany standardami Unii Europejskiej i szybko powstającymi aktami legislacyjnymi, natrafia z jednej strony na szerokie możliwości związane z wykorzystaniem nowoczesnych technik i środków informatyki (multimedia, Internet), z drugiej zaś strony natrafia na ograniczenia związane z dostępem do nowoczesnych technologii (np. diagnostyki, demontażu, utylizacji) oraz możliwościami budżetowymi [1].

Wymienione uwarunkowania nie wyczerpują oczywiście wszystkich aspektów determinujących rozwój przedsiębiorstw recykulacji odpadów. Do istotniejszych czynników należy zaliczyć tutaj: technologie (zbierania i składowania, transportu i przetwarzania odpadów), infrastrukturę (sieć dróg i dostępne środki transportu, sieć telefoniczna, lokalizacja odbiorców), rynki producenta i konsumenta (sklepy regenerowanych części, odzysk

surowców wtórnych). Oznacza to m.in., że skala, profil oraz lokalizacja przedsiębiorstwa winny pokrywać się z zasadą logistyki mówiąca o tym aby to co trzeba, trafiło tam gdzie trzeba, wtedy kiedy trzeba i w takiej ilości jak trzeba. Innymi słowy, chodzi o to aby dany rodzaj odpadów i związanej z nimi technologii recyklingu odpowiadał lokalizacji zakładu (możliwość budowy osadników, dostęp do linii kolejowej, źródeł energii), rozmieszczeniu dostawców (zbiórki) odpadów oraz odbiorców odzyskanych produktów, pozostając przy tym w zgodzie z ich potrzebami (podaży odpadów i popytowi na zregenerowane komponenty, odzyskane surowce itp.) i możliwościami (powierzchnie magazynowe, technologie).

Praca przedstawia perspektywę rozwoju wirtualnego przedsiębiorstwa recyklingu odpadów korzystając z przykładu, opracowanej w PIAP koncepcji krajowej sieci zakładów demontażu samochodów [9]. Koncepcja ta zakłada, korzystając z nowoczesnych technologii (sprzętu i oprogramowania komputerowego), budowę rozproszonej sieci komputerowo wspomagane go recyklingu. Sieć taka, oparta na wspólnych standardach oprogramowania użytkowego (w tym optymalizacji podejmowania decyzji), oparta na technikach Internetu, gwarantująca dostęp do aktualnych aktów legislacyjnych, fabrycznych instrukcji demontażu, łącząca punkty demontażu, z punktami regeneracji, zbytu, utylizacji, przerobu, itd. tworzy nowoczesną (opartą na koncepcji wytwarzania wirtualnego) infrastrukturę rozproszonego przedsiębiorstwa recyklingu odpadów, a w szczególności samochodów i AGD.

## 2. LOGISTYKA RECYKLINGU

Jednym z podstawowych celów współczesnej logistyki jest redukcja kosztów fizycznego przepływu materiałów i utrzymania zapasów. W szczególności oznacza to konieczność dostarczanie właściwemu odbiorcy, właściwych usług i produktów, w oczekiwanej ilości i odpowiedniej jakości, we właściwym miejscu i o właściwym czasie oraz po wcześniej uzgodnionych kosztach [3]. Realizacja tego celu oznacza konieczność integracji tak poszczególnych funkcji i jednostek wytwórczych (wydziałów produkcyjnych, kooperantów, dostawców i odbiorców, itp.), jak i przepływów integrujących je strumieni materiałów, energii, informacji, wartości, pieniędzy, itp.

Integracja funkcji i przepływów implikuje konieczność rozstrzygania konfliktów (czy też koordynacji) celów związanych z funkcjonowaniem poszczególnych jednostek. Oznacza to w szczególności, że każdej integracji towarzyszy jednoczesny wybór jednego celu (spośród wielu reprezentujących integrowane komponenty i na ogół wzajemnie sprzecznych), stanowiącego kryterium oceny funkcjonowania integrowanego systemu oraz poziomów satysfakcji związanych z realizacją celów funkcjonowania pozostałych komponentów.

Obszarem logistyki objęta jest również szeroko rozumiana recykulacja odpadów generowanych w procesach zaopatrzenia, produkcji i dystrybucji dóbr oraz ich konsumpcji względnie eksploatacji. Specyfika logistyki recykulacji odpadów (tzw. ekologii) [7] wyraża się m.in. poprzez:

- zintegrowane zarządzanie przepływami materiałów odpadowych (stałych, ciekłych i gazowych) oraz sprzężonymi z nimi informacjami,
- gotowość i zdolność do unieszkodliwiania i/lub likwidacji tego typu materiałów wg przyjętych zasad technicznych i procesowych, spełniających wymogi normowe i prawne ochrony środowiska.

Z perspektywy tej łatwo widać, że wszelkie rozwiązania systemów recyklingu muszą być rozpatrywane i projektowane w dwóch wzajemnie zsynchronizowanych płaszczyznach, zawierających odpowiedzi na pytania: co, ile, kiedy, gdzie, czym i w ramach jakich kosztów będzie przemieszczane i składowane oraz kto, kiedy i jaką drogą będzie przekazywał

związane z tymi działaniami informacje i dyspozycje. W szczególności, pierwsza z wymienionych płaszczyzn, dotycząca zarządzania przepływami materiałowymi obejmuje sfery odbioru, sortowania, składowaniu i/lub utylizacji odpadów, demontażu, regeneracji i dystrybucji sprawnych podzespołów, odzysku i magazynowania odzyskanych surowców wtórnych, a także ich transportu i przetwarzania.

Drugi obszar obejmuje współczesne metody i technologie informatyczne składające się na narzędzia komputerowego wspomaganie decyzji (obejmującego wybór środków transportu, lokalizacji punktów odbioru i dostaw, planowania i harmonogramowania procesów przetwarzania (demontażu i/lub utylizacji)), bazy danych i systemy ekspertowe (wspomagające procesy decyzyjne w zakresie: unormowań prawnych, obowiązujących procedur i normatywów charakteryzujących poszczególne grupy odpadów, itp.), środki przetwarzania danych (włączając dostęp, ochronę, transmisję i przetwarzanie danych w sieci Internet oraz techniki multimedialne).

W praktyce oznacza to, że na całokształt infrastruktury typowego systemu recyklingu składają się następujące grupy środków technicznych [9]:

- środki transportu i manipulacji, służące przemieszczaniu materiałów między punktami odbioru, przetwarzania (np. demontażu, sortowania), składowania i/lub sprzedaży, odbioru (np. utylizacji, spalania), a także wewnątrz nich,
- środki umożliwiające realizację operacji sortowania, demontażu i diagnostyki, regeneracji, utylizacji odpadów,
- budowle i konstrukcje magazynowe, umożliwiające składowanie i ochronę (np. toksycznych odpadów)
- środki opakowania ułatwiające transport i manipulację a także stanowiących ochronę ładunków (np. odzyskanych surowców),
- środki transmisji i przetwarzania informacji niezbędne w procesach podejmowania decyzji koordynujących procesy recyklingu.

### 3. RECYKLING SAMOCHODÓW

Recykling samochodów (oprócz innych wyrobów powszechnego użytku jak np. komputery, telewizory, AGD itp.), to stosunkowo nowa, lecz rozwijająca się intensywnie już od lat w Europie Zachodniej branża działalności gospodarczej. W Polsce branża ta dopiero powstaje. Zużyty samochód zawiera wiele substancji toksycznych: ołów, kadm, rtęć, chrom, zużyte oleje i resztki paliwa, płyny chłodnicze itp.

W Polsce, w końcu 1997 roku, było zarejestrowanych ok. 8,5 mln samochodów (nie licząc samochodów ciężarowych, autobusów, traktorów, pojazdów specjalnych). Ilość nowo rejestrowanych samochodów gwałtownie rośnie; w tempie blisko 600 tys. rocznie. Nie równoważy tego jednak ilość wyrejestrowywanych samochodów; nie przekraczająca 160 tys. rocznie. Rosnąca w ten sposób liczba samochodów, czas eksploatacji których przekracza 10 lat implikuje pilną potrzebę rozwoju przedsiębiorstw recyklingu samochodów. Oprócz wysokiego procentowego udziału starych samochodów w parku samochodowym, potrzebę tą stymuluje:

- bezpośrednie, silne zagrożenie dla środowiska, jakie stanowią wyeksploatowane samochody, zaśmiecające i zatruwające środowisko zawartymi w nich substancjami toksycznymi, przenikającymi do gleby i wody,

- konieczność dostosowania się do wymogów Unii Europejskiej, która do zagadnienia recyklingu przywiązuje bardzo dużą wagę i wprowadza określone w czasie wymagania w tym zakresie.

Spełnienie tych potrzeb warunkuje aktualny stan infrastruktury (ilość, rodzaj i rozmieszczenie przedsiębiorstw przemysłowych), unormowań prawnych, administracyjnych i ekonomicznych oraz dostęp do nowoczesnych technologii (np. umożliwiających bezpieczną diagnostykę i demontaż) i metod organizacji i zarządzania tego typu przedsiębiorstw.

### 3.1 Technologie

Recykling samochodów jest procesem trudnym i złożonym, obejmującym cały cykl życia samochodu – od fazy projektowania, poprzez produkcję, na unieszkodliwianiu (demontażu, odzysku i/lub utylizacji) skończywszy. Sam etap utylizacji zawiera w sobie ok. 15 różnych technologii odzysku (metale żelazne i nieżelazne, akumulatory, opony, oleje, płyny chłodnicze, tworzywa sztuczne, szkło, tkaniny, itp.).

Typowy proces technologiczny demontażu samochodów obejmuje następujące, podstawowe etapy:

- przyjęcia samochodu do demontażu,
- diagnostykę wybranych podzespołów,
- osuszanie z płynów,
- demontaż elementów zewnętrznych do ewentualnej sprzedaży (koła, akumulator, szyby, drzwi, itp.),
- demontaż elementów wewnętrznych do ewentualnej sprzedaży (silnik, zawieszenie, tablica przyrządów, osprzęt, itp.),
- demontaż innych części i przygotowanie karoserii do transportu do młyna przemysłowego (strzępi arki).

Wybór kolejności i głębokość demontażu uzależniony jest m.in. od:

- stanu samochodu,
- zgłaszanego zapotrzebowania na wymontowane części,
- technologii ostatecznego przerobu karoserii i innych części złomowanych,
- uzgodnień z odbiorcami otrzymanych z demontażu materiałów i części.

Technologie diagnozowania i osuszania z płynów eksploatacyjnych są już obecnie ogólnie dostępne. Podobnie rzecz ma się z technologiami regeneracji części i podzespołów oraz odzysku surowców wtórnych. Stosownych przykładów, oprócz bogatej literatury, dostarczają witryny stron Internetu.

Zebrań doświadczenie jest również bardzo bogate. Oprócz dynamicznie rozwijających się (nie autoryzowanych) punktów sprzedaży i rozbiórki używanych i/lub powypadkowych samochodów (popularnych Auto-Złomów), znane są również doświadczenia firm krajowych (np. PIAP-u w zakresie opracowanych i wdrożonych urządzeń do osuszania i demontażu samochodów FIAT-126p) oraz zagranicznych (np. ATB z Bremy czy ALBA z Berlina).

Istotnie odmienna sytuacja ma miejsce w obszarze infrastruktury kompleksowo zorganizowanych (powiązanych z określonymi punktami zbiórki, demontażu, sprzedaży, utylizacji, itp.) autoryzowanych punktów recyklingu samochodów. W kraju, pierwsze próby w tym zakresie podjął PIAP przygotowując koncepcję komputerowo zintegrowanej sieci zakładów recyklingu samochodów [8,10].

### 3.2 Wirtualny recykling

Silnie zintegrowane przedsiębiorstwa posiadające własne zasoby produkcyjne, służby logistyczne (bazę transportową i magazynową), biuro technicznego przygotowania produkcji (biura konstrukcyjne i technologiczne) oraz służby marketingowe muszą liczyć się z wysokimi kosztami stałymi, spadkiem elastyczności i efektywności działania służb przedsiębiorstwa. Łatwo zauważyć, że obsługę procesów magazynowania i transportu można zlecać firmom zewnętrznym. Powstaje pytanie: Czy nie można w podobny sposób związać się z szeregiem producentów-dostawców w celu wytwarzania wyrobów gotowych? Czy nie doprowadzi to do ograniczenia kosztów i nie będzie dodatkowym atutem w walce o nisze rynkowe?

Możliwości związane z koncepcją wirtualnego przedsiębiorstwa nie zamykają się oczywiście tylko na przedsiębiorstwach produkcyjnych. Co raz częstszym zjawiskiem są przedsiębiorstwa recyklingu wybranych grup asortymentów, np. artykułów gospodarstwa domowego, samochodów, sprzętu elektronicznego itp., jak również wirtualne sklepy, szkoły itd. Atrakcyjną zaletą tej formy zarządzania przepływem, z jednej strony zużytych samochodów, z drugiej zaś strony zregenerowanych części i odzyskanych surowców (i związanego z nią przepływu materiałów, informacji, wartości, energii i pieniędzy) jest możliwość szybkiego reagowania na pojawiające się potrzeby rynku części zamiennych i surowców wtórnych, a wszystko to kosztem wykorzystania aktualnie dostępnych mocy produkcyjnych, zmniejszenia bezrobocia oraz zagrożenia ekologicznego.

Rozważany problem można zatem ująć w następujący sposób. Dany jest zbiór przedsiębiorstw deklarujących swoje zainteresowanie przerobem surowców wtórnych i/lub ich utylizacji (np. spalania), znana jest oferta usług w zakresie transportu i składowania (włączając opakowania), istnieje dostęp do know-how (np. dokumentacji technicznych umożliwiających bezpieczny demontaż), aktualnych rozporządzeń legislacyjnych (włączając dyrektywy UE), jednostek posiadających odpowiednie uprawnienia i/lub certyfikaty, itp. Znane są też potrzeby rynku, w zakresie wielkości i asortymentu oczekiwanej puli demontowanych samochodów. Poszukiwana jest odpowiedź na pytanie: Jaka organizacja i jakie wyposażenie techniczne przedsiębiorstw recyklingu samochodów gwarantuje możliwości recyklingu w danych ograniczeniach przestrzenno-czasowych (określonych wielkość i rodzaj obejmowanego terenu, ilością i różnorodnością samochodów oraz horyzontem czasu)? Pytanie to wiąże się w oczywisty sposób z następnym: Jakie ich postaci minimalizują koszty recyklingu (maksymalizują płynące z niego zyski)?

Rozwiązanie tego problemu (tzn. budowa przedsiębiorstw wirtualnego recyklingu samochodów – stanowiących sieci wyróżnionych, specjalizowanych firm i przedsiębiorstw) uzależnione jest od wielu czynników, głównie jednak od możliwości transmisji i przetwarzania danych. W szczególności zaś od:

- możliwości pracy w sieci Internet,
- bezpieczeństwa przesyłanych informacji,
- pewność i jednoznaczność przesyłanych danych,
- możliwość współpracy (import eksport danych) znanymi na rynku pakietami programów do zarządzania przedsiębiorstwem.

Typowe przedsiębiorstwo recyklingu musi też posiadać / zapewnić:

- określoną strukturę procesu technologicznego (liniowa, gniazdowa lub mieszana),

- prowadzenie zgodnie z przepisami rozliczeń finansowych i podatkowych, w tym m.in. wystawianie dokumentów dla Urzędów Skarbowych, dokumentów przyjęcia samochodu itp.,
- prowadzenie gospodarki magazynowej oraz sprzedaży materiałów i części z demontażu samochodów,
- prowadzenie zgodnie z przepisami obrotu odpadami, w tym odpadami niebezpiecznymi,
- odpowiednie szkolenia pracowników, zarówno w zakresie wprowadzanej techniki jak i np. w szczególności w zakresie przestrzegania przepisów ochrony środowiska i BHP,
- dokonywanie zmian i korekt związanych z regulacjami prawnymi ogólnokrajowymi jak i lokalnymi,
- realizację zadań akwizycji i promocji sprzedaży,
- planowanie i realizowanie remontów, modernizacji i rozwoju.

W stosunku do "typowych" przedsiębiorstw produkcyjnych, przedsiębiorstwa recyklingu wyróżnia:

- bardzo duża różnorodność i zmienność „podaży surowców” na wejściu: nieregularność dostaw samochodów, różnorodność ich typów i stanu,
- bardzo duża różnorodność uzyskiwanych produktów z demontażu: podzespołów, części i materiałów,
- trudności z określeniem wartości tych produktów,
- konieczność stosowania różnorodnych strategii i technologii demontażu, zależnych od typów i stanu dostarczanych samochodów,
- koniecznością niezwykle starannego dokumentowania i długotrwałego archiwizowania danych dotyczących pochodzenia samochodów,
- konieczność ewidencjonowania sprzedaży odpadów przedsiębiorstwom przetwórczym, oraz odpadów wysyłanych na wysypiska,
- konieczność informowania odpowiednich władz o demontowanych samochodach (np. Wydziały Komunikacyjne),

Można tu dodać także:

- konieczność ciągłego uczenia się, wobec pojawiania się ciągle nowych typów samochodów oraz uzyskiwania od producentów technologii demontażu,
- obciążenie psychiczne wynikające ze specyfiki "produkcji": zły stan, zanieczyszczenie itp.
- braki dokumentacji technologicznej demontażu,
- istotnie wysoki stopień zagrożenia pożarowego, wybuchowego i toksycznego,
- konieczność posiadania i stosowania narzędzi o nietypowo szerokim zakresie możliwości i mocy (siły, momenty, wysięgi, różnorodność końcówek itp.) tak, aby móc demontować różne typy samochodów w różnym stanie,
- konieczność określania strategii demontażu dla każdego samochodu oddzielnie,
- potrzebą częstego "reharmonogramowania przebiegu procesów" recyklingu powodowana np. pojawianiem się nieoczekiwanymi zmianami praco i czasochłonność przy demontażu części z samochodów.

Przedstawiona mnogość i różnorodność zagadnień związanych z funkcjonowaniem przedsiębiorstw recyklingu, konieczność synchronizacji działań z wieloma dostawcami i

odbiorcami, a także brak gwarancji utrzymania rytmicznych dostaw zużytych samochodów (tak pod względem ich ilości jak i asortymentu), wszystko to przemawia za wirtualną organizacją przedsiębiorstwa recyklingu samochodów. Przedsiębiorstwo takie, zajmujące określony areal i wyposażone w odpowiednie urządzenia technologiczne i magazyny, planowałoby swoją działalność dostosowując ją do dynamicznie zmieniających się potrzeb (np. typu poddawanych recyklingowi urządzeń) i możliwości firm partnerskich (np. dostępnych mocy produkcyjnych). Naturalnym środkiem wzajemnej komunikacji dostępu do baz danych i baz wiedzy danych jest w takim rozwiązaniu sieć Internet. W takim rozumieniu też, naturalnym modelem powiązań integracyjnych determinujących podejmowane decyzje jest też model logistyczny.

#### 4. ZAGROŻENIA I NADZIEJE

W roku 1997 powstał projekt Dyrektywy Komisji Europejskiej, dotyczący recyklingu starych samochodów. Zakłada ona, że:

- najdalej do 1 stycznia 2005 minimum 85% masy zużytych pojazdów powinno być ponownie wykorzystywane lub odzyskiwane,
- najdalej do 1 stycznia 2015 minimum 95% masy zużytych pojazdów powinno być ponownie wykorzystywane lub odzyskane.

Przewidywana jest również kontrola wykonywania Dyrektywy w zakresie:

informowania:

- \* stworzone będą bazy danych nt. zużytych pojazdów i ich obróbki w krajach członkowskich, a dane te będą przekazywane do Komisji Europejskiej, '
- \* producenci samochodów będą publikować informacje nt. osiągniętego w poprzednich latach stopnia ponownego wykorzystania, i odzysku materiałów w ich pojazdach. Informacje te, weryfikowane przez kraje członkowskie, będą udostępniane potencjalnym nabywcom pojazdów.

oraz raportowania:

- \* poszczególne kraje członkowskie będą zobowiązane do składania raportów do Komisji Europejskiej o realizacji Dyrektywy.

Zagrożenie tych nadziei wiąże się z możliwościami tworzenia przedsiębiorstw recyklingu samochodów. Kluczowymi dla ich rozwoju są tutaj systemy komputerowo zintegrowano wspomagania podejmowania decyzji, a w szczególności decyzji z zakresu:

- **Planowania** – obejmującego zagadnienia wyboru samochodów (spośród aktualnie przyjętych) do demontażu na dany okres planowania, tak, aby z uwzględnieniem zamówień na podzespoły, części i ich wartości uzyskiwać maksymalny strumień zysku; uaktualnianie planów w funkcji nowych, wpływających na bieżąco zamówień na podzespoły i części oraz nowych dostaw samochodów, przygotowywanie raportów, planowanie sprzedaży oraz planowanie odbioru materiałów, np. na podstawie zapelnienia zbiorników, bieżącego napływu samochodów itp.
- **Technologii** – związanego z zagadnieniami sterowania operatywnego produkcją, określaniem strategii demontażu i harmonogramów demontażu, kontroli ich realizacji na poszczególnych stanowiskach, doбором narzędzi, określaniem sposobu demontażu również w nietypowych przypadkach itp.
- **Informacji** – zapewniającej sprawny i efektywny dostęp do informacji (dotyczących np. listy części, rodzaje tworzyw sztucznych, przewodniki demontażu), ośrodków

administracji lokalnej (adresy / telefony zakładów utylizacji, urzędów, banków), służb ochrony środowiska (aktualne przepisy, nowe rozporządzenia, regulacje prawne), informacji o przeznaczonych do sprzedaży częściach i podzespołach samochodowych (wyszukiwanie automatycznie tych podzespołów i części, których poszukują klienci), a także rejestrowania, archiwizowania i wykonywania zestawień dotyczących odbioru materiałów i odpadów z demontażu samochodów (opis materiałów przekazywanych musi zawierać dane typu.: nazwa / rodzaj odpadu, ilość, cechy fizyczno-chemiczne, sposób opakowania itp.) oraz adresów firm je odbierających (włączając w to zezwolenia na ich działalność).

## 5. ZAKOŃCZENIE

Zorganizowane przetwarzanie starych samochodów: ekologiczne usuwanie płynów, rozbiórka i demontaż podzespołów, materiałów i części wtórnego użycia lub utylizacji, zwane w całości recyklingiem staje się obecnie szybko rozwijająca się gałęzią przemysłu. Stwarza to szansę powstania nowej gałęzi przemysłu opartej na recyklingu samochodów, a mówiąc szerzej recyklingu odpadów. Przemysłowych włączając w to AGD, urządzenia elektroniczne itp. Perspektywą tych szans są nowe techniki organizacji i zarządzania (recyklingu wirtualnego i zarządzania logistycznego) oraz techniki oparte i korzystające z sieci Internet.

### LITERATURA:

- [1] Banaszak Z.: *Perspectives of recycling in Poland*; Proc. of the 2<sup>nd</sup> International Conference on recycling, Eisenhüttenstadt, Germany, October 1998, pp. 42-51.
- [2] Biedgunis S., Cholewiński J.: *Optymalizacja gospodarki odpadami*; PWN, Warszawa 1992.
- [3] Bendkowski J.: *Programowanie dynamiczne ilościową metodą logistyki produkcji. zarządzanie produkcją*; Nr 1-2, s.11-15.
- [4] Czyczkan B.: *Recykling – jak oszczędzać i robić pieniądze*; Wydawnictwa Nauczycielskie, Kamienna Góra 1996.
- [5] Emsley J.: *Przewodnik po chemii życia codziennego*; Prószyński i s-ka, Warszawa 1996.
- [6] Jurasz F.: *Kompleksowa gospodarka odpadami w gminie*; Warszawa 1998.
- [7] Korzeń Z.: *Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania*; Tom I, ILiM, Poznań 1998.
- [8] Lichodziejewski C., Pilat Z., Jacórzyska-Śmigiera M., Sawwa R.: *Projekt wstępny sieci informatycznej i wyposażenia dla zakładu (RP) i stacji (RS i SDS) recyklingu, spójnej z projektem COPERNICUS-Q-RE*; Opracowanie PIAP 1996
- [9] Sawwa R., Antczak K., Badowski A. i inni: *Opracowanie szczegółowych założeń funkcjonalnych i struktury oprogramowania dla przedsiębiorstw demontażu zużytych samochodów oraz....*; Opracowanie wewnętrzne PIAP 1998.
- [10] Stawiarski D.: *Stan i perspektywy rozwoju recyklingu samochodów w Polsce*; Materiały z II Międzynarodowej Konferencji „Recyklingu Samochodów”, Warszawa 1997