

POLSKIE TOWARZYSTWO INŻYNIERII ROLNICZEJ

Wiesław Tomczyk

**EKOLOGICZNO-EKSPLOATACYJNE ASPEK-
TY W PROCESIE UŻYTKOWANIA I ODNOWY
MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH**

(monografia)

Recenzenci:

Prof. dr hab. inż. Kazimierz Dreszer – UP Lublin

Prof. dr hab. inż. Ryszard Michalski – UWM Olsztyn

© Copyright by Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej, wrzesień 2011
ISBN 978-83-930818-3-7

Opracowanie redakcyjne

Dr inż. Maciej Kuboń

Druk i oprawa:

DRUKROL S. C., Kraków, al. 29 Listopada 46

tel./fax (12) 412 46 50

e-mail: drukarnia.drukrol.pl

<http://www.drukrol.pl>

ark. wyd. 6; ark. druk. 5,5

nakład: 150 egz.

Spis treści

1. WPROWADZENIE	5
2. PROBLEMY BADAWCZE W PROEKOLOGICZNYCH METODACH ODNOWY MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH	8
2.1. Potrzeba prowadzenia badań w zakresie proekologicznych sposobów eksploatacji maszyn i urządzeń	8
2.2. Regeneracja części wymiennych w eksploatacji maszyn i urządzeń.....	10
2.3. Rozwiązania systemowe organizacji regeneracji części i odnowy maszyn	15
2.4. Problemy odnowy maszyn i urządzeń rolniczych	18
2.5. Aspekty proekologicznej eksploatacji maszyn i urządzeń	21
3. ASPEKTY EFEKTYWNOŚCI ODNOWY W EKSPLOATACJI MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH	24
3.1. Wpływ czynników eksploatacyjnych na proces zużycia i awarie pojazdów, maszyn i urządzeń	24
3.2. Efektywność regeneracji części maszyn w aspekcie ochrony środowiska przyrodniczego	33
3.2.1. Analiza opłacalności regeneracji części wymiennych	33
3.3. Aspekty ekologii w konstruowaniu i odnowie maszyn i urządzeń	37
3.4. Przeciwdziałanie zużyciu i obniżenie intensywności zużycia	39
3.4.1. Projektowanie trwałych pojazdów, maszyn i urządzeń	40
3.4.2. Przeciwdziałanie zużyciu na drodze konstrukcyjnej i produk- cyjnej	42
4. ASPEKTY ORGANIZACYJNO-WDROŻENIOWE SYSTEMU ODNOWY POJAZDÓW, MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH	49
4.1. Uwarunkowania organizacyjno-prawne recyklingu poeksploatacyjnego pojazdów, maszyn i urządzeń	49
4.2. System odnowy maszyn w aspekcie poszanowania środowiska	57
4.3. Uwarunkowania odnowy maszyn i urządzeń w proekologicznym procesie ich eksploatacji	62
4.4. Strategie racjonalnej eksploatacji maszyn i urządzeń	68
4.5. Aspekty jakości w odnowie maszyn i urządzeń	72
4.6. Ograniczenia w stosowaniu materiałów o znacznej szkodliwości	77
5. PODSUMOWANIE	79
6. BIBLIOGRAFIA	83

1. WPROWADZENIE

Nieodłączną cechą współczesnej cywilizacji jest stosowanie przez człowieka maszyn i urządzeń. Przyszłemu użytkownikowi tych obiektów technicznych potrzebna jest wiedza, jak racjonalnie je eksploatować zgodnie z zasadami uwzględniającymi normy ochrony środowiska.

Procesy naprawy maszyn rozwijane są od wielu lat w zakresie opracowania sposobów i podstaw ich realizacji, tworzenia technologii napraw w aspekcie doboru optymalnego procesu naprawy oraz metod organizacji napraw. Szczególnie w ostatnich latach następuje rozwój różnych metod regeneracji części maszyn poprzez wprowadzenie innowacji technologicznych, co ma istotny wpływ na ochronę środowiska (recykling uszkodzonych, ale zdalnych do naprawy części wymiennych).

Rolnictwo, w swoich procesach produkcyjnych wykorzystuje różne rodzaje maszyn. Coraz większa liczba maszyn o złożonej konstrukcji, używanych w produkcji roślinnej, zwierzęcej i przetwórstwie rolno-spożywczym, spełni swoją rolę, jeżeli będzie się znajdować w dobrym stanie technicznym. Stan techniczny maszyn decyduje o powodzeniu różnych przedsięwzięć w rolnictwie. Nowoczesność maszyn rolniczych, stosowane rozwiązania konstrukcyjne oraz materiały gwarantują utrzymanie ich dobrego stanu technicznego w założonych warunkach przez dłuższy okres (szczególnie w okresach najpilniejszych prac polowych, np. siew nasion, żniwa, wykopki itp.). Jednak w funkcjonowanie każdej maszyny jest wpisana stopniowa utrata jej stanu technicznego, który trzeba przywrócić stosując odpowiednią obsługę techniczną. Wykonanie takiej obsługi, profilaktycznie może też zmniejszyć intensywność utraty dobrego stanu technicznego maszyny oraz podwyższyć jej niezawodność [Michalski 1997a,b; Legutko 2004; Rzeźnik 2002].

Współczesna modernizacja rolnictwa polega głównie na wprowadzaniu do rozwojowych gospodarstw odpowiednio dobranych nowoczesnych środków technicznych, materiałowych i organizacji, tj. nowoczesnych technologii umożliwiających wydajne pozyskiwanie po niskich kosztach i sprzedawanie po opłacalnych cenach, produktów coraz wyższej jakości.

Maszyny i inne środki techniczne oraz środki trwale budownictwa i infrastruktury, wywierają istotny wpływ na tempo modernizacji i restrukturyzacji naszego krajowego rolnictwa. Ilościowe wyposażenie krajowych gospodarstw w środki techniczne jest obecnie wysokie, gdyż rolnicy zagospodarowują wszystkie ciągniki, samochody, maszyny i inne środki techniczne częściowo już wyeksploatowane pochodzące z drugiego obiegu (zakupione już jako używane od krajowych właści-

cieli lub z importu). Przez to występuje duże zróżnicowanie wyposażenia technicznego w różnych makroregionach i województwach [Szeptycki i zesp.1996; Wójcicki i zesp. 1996, 1997,1998, 2000].

Dostosowując się do aktualnej rynkowej i ekonomicznej sytuacji gospodarczej, rolnicy prowadzą racjonalną działalność inwestycyjną i eksploatacyjną. Pomimo niskiej wydajności rocznej maszyn poprzez przedłużanie okresu ich trwania do 30 i więcej lat, wykorzystanie środków trwałych mechanizacji jest dostateczne w stosunku do ich potencjału technicznego [Pawlak, Wójcicki 1996; Pawlak i zesp. 1997; Wójcicki i zesp. 1996; Wójcicki 1998, 2000]. Koszty utrzymywania i użytkowania ciągników i maszyn w makroskali całego rolnictwa są stosunkowo wysokie (częste awarie dużej liczby starszych konstrukcji maszyn i urządzeń).

Postępująca dewastacja środowiska naturalnego i wzrastające zagrożenie wszelkiego życia, to ewidentne efekty konwencjonalnego użytkowania obiektów, nieuwzględniającego ich destrukcyjności eksploatacyjnej. Świadomość niedopuszczalności kontynuowania tych praktyk nie jest dostatecznie rozpowszechniona. Stąd sprawą pierwszorzędnej wagi jest kształtowanie tej świadomości wśród użytkowników eksploatowanych maszyn i urządzeń. Konwencja ta narzuca bezwzględny wymóg łącznego projektowania systemu wraz z procesem jego eksploatacji i uwzględnieniem recyklingu przy zapewnieniu niedestrukcyjnych relacji między systemem a otoczeniem. Inżynieria systemów bioagrotechnicznych oznacza taką sztukę konstituowania systemów bioagrotechnicznych, tj. występujących w trakcie pozyskiwania i przetwarzania surowców rolniczych oraz utrzymywania bioagrośrodowiska w stanie pozwalającym na realizację wymienionych działań w najbardziej efektywny i najmniej destrukcyjny sposób [Powierża 1997].

Genezą podjęcia niniejszego tematu jest zapotrzebowanie na aktualne informacje naukowo-techniczne dotyczące eksploatacji maszyn i urządzeń zgodnych z unijnymi dyrektywami w zakresie ekologicznych zasad użytkowania i poeksploatacyjnego ich zagospodarowania (recyklingu).

Zamiarem autora jest przedstawienie, w przystępnej formie, aktualnego stanu wiedzy nt. ekologiczno-eksploatacyjnych aspektów w procesie użytkowania i odnowy maszyn i urządzeń. Jest to zadanie trudne, ponieważ tematyka monografii zawiera bardzo różne zagadnienia, których podstaw należy szukać w naukach ekonomicznych, technicznych oraz przyrodniczych.

W monografii omówiono istotę zjawisk wpływających na proces użytkowania maszyn, ich obsługi technicznej i występujących w samym procesie wzajemnych relacji między tymi zjawiskami i otoczeniem a systemem eksploatacji w aspekcie ekologicznych zasad ich użytkowania. Pozwala to na poznanie obiektywnych prawidłowości rządzących tymi procesami, dotarcie do ich istoty i zrozumienie, co ma także duże znaczenie praktyczne.

Monografia zawiera sześć rozdziałów. Rozdział drugi jest wprowadzeniem do zagadnień ekologiczno-eksploatacyjnych aspektów w procesie użytkowania

i odnowy maszyn i urządzeń. Przedstawiono w nim problemy badawcze w organizacji zaplecza naprawczego w aspekcie proekologicznych metod odnowy maszyn i urządzeń.

W rozdziale trzecim przedstawiono aspekty ekonomiczne proekologicznych rozwiązań organizacyjnych spotykanych w eksploatacji maszyn i urządzeń, zagadnienia ekologii w ich konstruowaniu oraz sposoby przeciwdziałania procesom zużycia eksploatacyjnego. Aspekty organizacyjno-wdrożeniowe systemu odnowy pojazdów, maszyn i urządzeń rolniczych, strategię racjonalnej ich eksploatacji oraz problem jakości prowadzonych zabiegów odnowy, zawarto w rozdziale czwartym. Rozdział piąty jest podsumowaniem rozważań nt. ekologiczno-eksploatacyjnych aspektów w procesie użytkowania i odnowy maszyn i urządzeń omawianych w monografii. Rozdział szósty zawiera bogatą bibliografię wykorzystaną przy opracowaniu przedstawionej monografii.

Monografia adresowana jest głównie do studiujących i wykładających przedmioty inżynieria systemów, inżynieria systemów bioagrotechnicznych, utrzymanie maszyn i urządzeń itp. w specjalnościach: budowa maszyn i urządzeń rolniczych, inżynieria przedsiębiorczości, maszyny przetwórstwa spożywczego, w uniwersytetach i akademiach rolniczych, politechnikach prowadzących te specjalności oraz do szerokiego kręgu użytkowników maszyn i urządzeń mających szczególne bacznie na proekologiczne zasady ich eksploatacji.

2. PROBLEMY BADAWCZE W PROEKOLOGICZNYCH METODACH ODNOWY MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

2.1. Potrzeba prowadzenia badań w zakresie proekologicznych sposobów eksploatacji maszyn i urządzeń

Według danych GUS, w Polsce jest blisko 1,6 mln gospodarstw indywidualnych o powierzchni UR powyżej 1 ha, a przeciętna powierzchnia takiego gospodarstwa wynosi ok. 8,6 hektara [GUS 2011]. W ponad 70% tych gospodarstw użytkuje się ciągnik o średniej mocy 40 kW i zestaw podstawowych maszyn. Szacuje się, że przeciętny wiek ciągników użytkowanych w naszym kraju przekroczył 22 lata przy rocznym wykorzystaniu zawierającym się w przedziale od 425 do 430 godzin pracy [Szajba 2000; Wójcicki 2000; Szeptycki, Wójcicki 2003]. Podobnie niskie wykorzystanie i długie okresy użytkowania mają inne maszyny stosowane w rolnictwie, co przenosi się na całkowite koszty eksploatacji.

Chcąc istotnie obniżyć te koszty należy szukać innych sposobów mogących zmienić ten stan rzeczy. Jednym z nich może być sięgnięcie do sprawdzonych już rozwiązań funkcjonujących w gospodarkach krajów rozwiniętych, preferujących szeroko w procesach odnowy maszyn i urządzeń części wymienne pochodzące z drugiego obiegu, tj. pozyskane do regeneracji w trakcie naprawy uszkodzonych maszyn [Tomczyk, Kubera 1996, 1997; Tomczyk 1988, 2005c, 2006a,c, 2007, 2010a,b; Wojdak 1986, 1988; Wojdak, Sędłak 1999]. Stosowanie w naprawach zregenerowanych części i odnowionych podzespołów może zmniejszyć o ok. 50% koszt materiałowy odnowy (naprawy), a tym samym obniżyć całkowite koszty eksploatacji maszyn i urządzeń [Bocheński 1994; Klaus, Michalski i in. 2002; Niziński 2000; Niziński, Michalski 2002; Tomczyk 1988, 1994a, 2007; Tomczyk, Kubera 1996, Wojdak 1986].

Regeneracja części i odnowa zespołów wymiennych może przynieść także efekty niewymierne, związane z ograniczeniem niedostatku tańszych (zregenerowanych) części wymiennych, zwiększeniem sprawności eksploatacyjnej maszyn i urządzeń, podniesieniem rytmiczności pracy, skróceniem czasu napraw, podniesieniem poziomu technicznego zaplecza naprawczego, zwolnieniem mocy produkcyjnych u wytwórcy sprzętu (części wymiennych), ochroną środowiska naturalnego (z racji ograniczenia przetwórstwa surowców naturalnych i recyklingu zużytych części i materiałów), itp. [Merkisz, Piekarski, Słowik 2005; Tomczyk 2006b].

Wielu badaczy w licznych rozprawach naukowych i artykułach [Balla 1991; Bleckstein 1991; Efron, Gaiinkin i in. 1994; Fryczke 1988; Holz 1995; Marshall 1994; Muzalewski 2000; Prentki 1985 Wojdak 1986a,1998] przedstawia dane, które wskazują, że wskaźniki zużycia materiałów W_{MR} , energii elektrycznej W_{ER} i kosztów regeneracji W_{KR} , które oblicza się jako udział procentowy zużytego materiału, energii elektrycznej i kosztów regeneracji do masy materiału, ilości energii i kosztów wytworzenia nowej części, są bardzo korzystne i osiągają następujące wartości:

$$W_{MR} = 1-3\%, W_{ER} = 4-10\%, W_{KR} = 23-40\%.$$

Przedstawione wartości uwidaczniają również wyraźnie aspekt ekologiczny regeneracji i problem recyklingu zużywających się maszyn.

Potrzebę takiego podejścia do problemów recyklingu i regeneracji oraz odnowy zużytych i wycofanych z eksploatacji maszyn i urządzeń w krajach Unii Europejskiej podjęło wielu badaczy [Brown 1992; Dhillon 1986; Henstock 1988; Karwowski 1998; Merkisz, Piekarski, Słowik 2005; Tomczyk 1994d, 1997, 2004b, 2005b, 2009b, 2010b]. W gospodarkach krajów wysoko uprzemysłowionych recykling surowców w przemyśle jest uznanym działaniem gospodarczym, a siłą napędową ponownego użycia materiałów odpadowych jest obniżka kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń, chęć oszczędzania na surowcach oraz zmniejszenie kosztów zagospodarowania odpadów, które zgodnie z obecnymi trendami światowymi będą w coraz to większym stopniu kierowane na ich wytwórców.

Procesy technologiczne regeneracji części wymiennych występują w ścisłym powiązaniu z procesami naprawy oraz złomowania środków trwałych. W ich wyniku odzyskuje się zużyte części wymienne nadające się do regeneracji, wpływając w ten sposób na ograniczenie zapotrzebowania na części nowe [Bocheński 1994; Cypko i in. 1986; Dreszczyk 1984; Dreszczyk i in. 1985; Gołąbek 1989; Grzybowski, Majchrzak 1989; Harms, Meyr 1991; Meyr, Harms 1994; Michalski, Niziński 1997; Michałek, Tomczyk 2001,2002; Orzełowski 2007; Rzeźnik 2002].

Aktualna i dostępna baza wiedzy z zakresu funkcjonowania i organizacji zaplecza naprawczego maszyn rolniczych prowadzi do stwierdzenia, iż regeneracja części i odnowa maszyn z zastosowaniem zregenerowanych części, stanowi istotny element mający wpływ na obniżkę kosztów eksploatacji maszyn. Publikowane na ten temat wyniki badań tworzą głównie luźne zbiory informacji dotyczących jedynie wybranych, regenerowanych części i odnawianych podzespołów wymiennych wykorzystywanych w naprawach maszyn i urządzeń. Sporadycznie uwzględniano w nich fakt, że proces regeneracji jest podsystemem w systemie obsługi technicznej odnowy maszyn rolniczych, który w istotnym stopniu może oddziaływać na ochronę środowiska poprzez recykling złomowanych maszyn i urządzeń.

Wieloletnie badania własne dotyczące problematyki organizacji ekologicznych metod odnowy maszyn i urządzeń w restrukturyzowanym systemie ich obsługi

technicznej, co również należy odnosić do szerszego aspektu problematyki zasad funkcjonowania zaplecza technicznego rolnictwa w realiach gospodarki rynkowej [Tomczyk 1994a,b,c,d, 1988, 2004a,b, 2006a,b, 2007, 2009a,b, 2010a,b]. Organizacja systemu odnowy maszyn i urządzeń rolniczych uwzględniająca aspekty proekologicznych metod naprawczych uszkodzonych obiektów technicznych jest problemem złożonym. Ze względu na obiektywne trudności, badania w tym zakresie należy prowadzić na modelach abstrakcyjnych z późniejszą ich weryfikacją na wybranych obiektach (regionach kraju). Problem badawczy takiego systemu organizacji regeneracji części i odnowy uszkodzonych maszyn i urządzeń z zastosowaniem części zregenerowanych jak już wspomniano, jest bardzo złożony, gdyż zawiera w sobie elementy wspólne kilku dyscyplin naukowych, tj. techniki rolniczej, organizacji zarządzania, ekonomii.

2.2. Regeneracja części wymiennych w eksploatacji maszyn i urządzeń

Regeneracja może być źródłem dużych oszczędności oraz poprawy jakości i warunków eksploatacji maszyn i urządzeń. Stąd też celowe jest poczynienie wszelkich starań by w możliwie maksymalnym stopniu wykorzystać już istniejące. Natomiast aktualnie w kraju brak jest większego zainteresowania producentów maszyn i urządzeń oraz sieci zakładów i odpowiedniego zaplecza technicznego dla rozwijania i upowszechniania w szerszym zakresie technik regeneracyjnych.

Regeneracja części wymiennych jest specyficzną dziedziną działalności obsługowo-naprawczej w rolnictwie, której efekty występują w sferze eksploatacji, obsługi i napraw, a ponadto wiążą się z produkcją oraz zaopatrzeniem w części wymienne.

Współcześnie nasila się potrzeba rozwoju i utrzymania na wysokim poziomie jakościowym produkcji w gospodarstwach rolniczych przy ciągłym obniżaniu ponoszonych na nią nakładów. Jednym ze sposobów osiągnięcia tego stanu rzeczy jest obniżka kosztów użytkowania maszyn i urządzeń, co można osiągnąć poprzez obniżkę kosztów napraw uszkodzonych maszyn, stosując w szerszym zakresie w miejsce oryginalnych fabrycznie nowych części – części zregenerowane.

Regeneracja części spełnia trzy podstawowe zadania:

- obniża koszty eksploatacji maszyn (obniża koszty materiałowe napraw),
- zmniejsza zapotrzebowanie na drogie oryginalne fabrycznie nowe części,
- korzystnie wpływa na ochronę środowiska poprzez recykling uszkodzonych części oraz proekologiczny sposób zagospodarowania zużytych, wyeksploatowanych, złomowanych maszyn i urządzeń.

Analiza zapotrzebowania na regenerowane części w rolnictwie wykazuje, iż w ostatnim czasie udział części regenerowanych podczas napraw wynosi ok. 1,4%,

a udział wartościowy części regenerowanych nie przekracza 7% [Bocheński 1994, 1995; Dreszczyk 1984; Goć, Muzalewski, Olszewski 1996; Michałek, Powierża 1997; Tomczyk, Kubera 1996, 1997; Tomczyk 2007].

Nakłady ponoszone na naprawę części przez regenerację stanowią ok. 20-40% kosztów wyprodukowania nowych [Bocheński 1994; Michałek, Tomczyk 2007; Wojdak, Sędłak 1999, i in.].

Aktualnie w naszym kraju nie ma szerszych działań systemowych w zakresie rozwoju regeneracji części i odnowy uszkodzonych podzespołów wymiennych – dotyczy to zarówno zaplecza naprawczego sektora rolniczego, jak również pozostałych działów gospodarki krajowej. Istniejąca infrastruktura zaplecza naprawczego rolnictwa, minionego okresu (działającego do końca lat dziewięćdziesiątych zeszłego stulecia), bazująca na sieci POM, ZNMR, SKR, jednostek Agromy, itp. już nie funkcjonuje.

Zmiany strukturalne polskiego rolnictwa oraz znaczne przeludnienie wsi prowadzą niestety w początkowym okresie przemian gospodarczych do powszechnego zubożenia rolników. Rolnicy chcąc temu zaradzić, starają się obniżyć koszty utrzymania swoich maszyn i urządzeń. Jednym z takich sposobów jest obniżka materiałowych kosztów napraw uszkodzonych maszyn i urządzeń poprzez szersze stosowanie w trakcie napraw w miejsce oryginalnych fabrycznie nowych części wymiennych, części zregenerowane o podobnych parametrach użytkowo-eksploatacyjnych, ale zdecydowanie tańszych.

Perspektywiczne plany rozwoju rolnictwa zakładają zmniejszenie liczby gospodarstw, przy jednoczesnym wzroście ich średniej powierzchni upraw i produkcji towarowej. Stwarza to korzystniejsze warunki dla specjalizacji produkcji i umożliwia pełniejsze wykorzystanie posiadanego potencjału produkcyjnego [Pawlak 1997; Szajba 2000; Szeptycki i zesp. 1996; Woś 1995; Wójcicki 1998]. Opłacalność produkcji rolniczej w znacznej mierze jest uzależniona od poziomu kosztów związanych z systemem eksploatacji maszyn i urządzeń. Udział tych kosztów w bezpośrednich kosztach produkcji rolniczej w krajach Europy Zachodniej wynosi średnio 30-35%, natomiast w naszych warunkach ok. 40-75% [Michałek i in. 1998]. W związku z tym należy dążyć do obniżenia kosztów produkcji między innymi poprzez racjonalne zwiększenie stopnia mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych oraz obniżenie kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń.

Głównym składnikiem kosztów eksploatacji maszyn rolniczych są koszty ich napraw, których wartość dla poszczególnych konstrukcji może się zawierać w granicach 40-150% ceny zakupu w całym okresie ich użytkowania [Muzalewski 2000]. Jednym ze sposobów mogących znacząco wpłynąć na obniżkę kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń jest racjonalna ich odnowa, tj. naprawa z wykorzystaniem autoryzowanych fabrycznie nowych części oraz w szerszym zakresie stosowania ich zamienników (np. części zregenerowanych). Odnowa maszyn poprzez szeroko rozumianą regenerację części może przywrócić zużyty lub

uszkodzonym elementom konstrukcji maszyny ich pierwotne cechy jakościowe w stopniu zapewniającym ich zamienność. Tym sposobem można zmniejszyć koszty utrzymania maszyn i urządzeń nawet o 60-70%, gdyż koszt regeneracji części stanowi 30-60% kosztów wytworzenia części nowych [Balla 1991; Bocheński 1994; Dreszczyk i in. 1999; Klaus i in. 2002; Tomczyk 1994; Wojdak, Sędłak 1999; Zblichowski 1993].

Oprócz aspektów ekonomicznych, regenerację należy rozpatrywać także w aspekcie ekologicznym, gdyż następuje mniejsza degradacja środowiska naturalnego niż w przypadku produkcji nowych części.

Dla potrzeb poeksploatacyjnego zagospodarowania złomowanych pojazdów, maszyn i urządzeń jest konieczne zbudowanie dużych systemów gospodarczych w skali kraju, zapewniających: zbieranie wycofywanych z eksploatacji pojazdów, maszyn i urządzeń, demontaż, selekcję i transport materiałów do zakładów przetwórczych. System musi spełniać warunki:

- szczelności, tj. musi zapewnić, aby każdy zużyty pojazd, maszyna lub urządzenie trafiły do sieci recyklingu i nieopuszczenie do skażenia środowiska podczas niekontrolowanego demontażu, np. przez wylanie oleju do gruntu, wyrzucenie opon do lasu itp.,
- poziomu recyklingu – możliwie dużego, a przynajmniej wymaganego przez Dyrektywy UE,
- opłacalności – wszystkie podmioty gospodarcze uczestniczące w systemie muszą prowadzić opłacalną ekonomicznie działalność [Osiński, Zach 2006].

Najważniejsze zadanie w systemie recyklingu spełniają stacje demontażu, tj. zakłady zajmujące się: gromadzeniem złomowanych obiektów technicznych wycofywanych z eksploatacji, przygotowaniem zespołów i elementów do ponownego użycia (recykling produktowy), selekcją materiałów i ich przygotowaniem do transportu do strzeżarki i zakładów przetwórczych. Zwykle, ze względów ekonomicznych, recykling jest łączony z innymi usługami o podobnym charakterze: naprawami pojazdów, transportem, holowaniem itp. Stacje demontażu ponoszą znaczne koszty wynikające z konieczności prowadzenia działalności zgodnie z wymaganiami ekologicznymi. Muszą mieć: oddzielną halę do demontażu, utwardzoną powierzchnię, pojemniki na płyny itp. Dodatkowe koszty są związane z koniecznością uzyskania pozwoleń na produkcję odpadów.

Materiały ze stacji recyklingu muszą być transportowane do zakładów przetwórczych. Ze względu na koszty celowe jest zgrupowanie tych zakładów w regionalne centra recyklingu, zajmujące się przetwarzaniem różnych materiałów.

Problemem jest wielkość stacji. Można rozważać różne rozwiązania: od bardzo dużych (jedna na cały kraj) po dużą sieć małych stacji lokalnych. Duże stacje nie są dobrym ekonomicznie rozwiązaniem – większość czynności podczas demontażu jest wykonywana ręcznie, spadek kosztów ze wzrostem ilości demontowanych

pojazdów jest niewielki. Pracownicy dużej stacji mają także „przestoje” spowodowane nieregularnością dostaw. Duże stacje mają większe koszty transportu – muszą zbierać złomowane pojazdy, maszyny i urządzenia z większego obszaru. Doświadczenia zachodnie, np. niemieckie wskazują, że na rynku utrzymały się w większości mniejsze zakłady (w przedziale demontażu pomiędzy 250–1000 pojazdów rocznie) łączące recykling z innymi rodzajami działalności [Osiński, Żach 2005, Stawiarski, Badowski 2002].

Największym problemem recyklingu są koszty. W wielu przypadkach materiał wyprodukowany z surowców wtórnych jest droższy od pierwotnego (produkowanego z surowców naturalnych). Konieczne jest, więc zasilanie finansowe systemu. Dobrą formą jest opłata recyklingowa, wnoszona jednorazowo na początku eksploatacji pojazdu, przeznaczona na jego recykling. Dobrym przykładem jest tu Holandia, gdzie opłata recyklingowa jest wnoszona przy pierwszej rejestracji pojazdu (przez sprzedawcę) i zbierana przez ARN (Autorecycling Nederland – Recykling samochodów Holandia) [Johansson 1997]. Z tak utworzonego funduszu ARN dofinansowuje działania recyklingowe w zakładach zrzeszonych w swojej sieci. Opłaty recyklingowe są także stosowane w Szwecji, Norwegii i Szwajcarii, a ostatnio wprowadzono je w nowej ustawie o recyklingu w Japonii.

Inną formą jest zobowiązanie producenta pojazdów, maszyn i urządzeń do zapewnienia odpowiednio dużego poziomu recyklingu swoich wyrobów. Konieczne jest wówczas stworzenie przez producenta sieci recyklingu własnych produktów.

Ważne znaczenie dla rozwoju recyklingu mają programy zachęt materialnych promowania wycofywania starych samochodów z eksploatacji w formie:

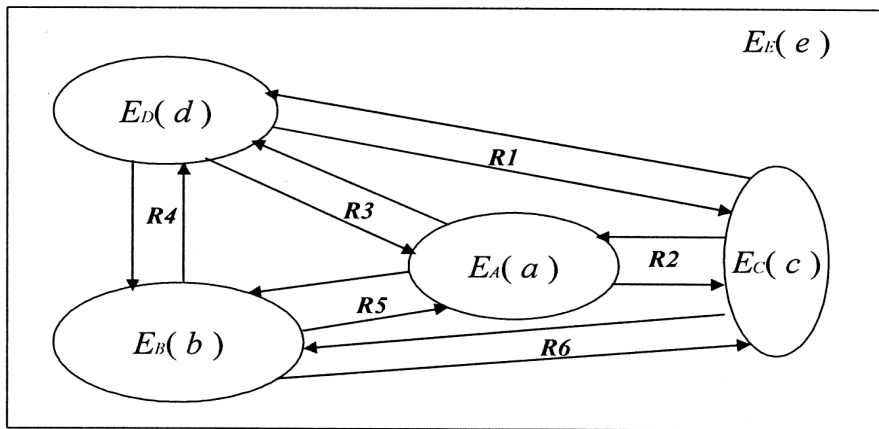
- premii za oddanie starego pojazdu,
- obniżki ceny przy zakupie nowego pojazdu w przypadku oddania starego samochodu tej samej marki.

Na koszty recyklingu pojazdów, maszyn i urządzeń wycofanych z eksploatacji znaczny wpływ mają przepływy tychże używanych obiektów technicznych pomiędzy różnymi krajami, w szczególności znaczny ich import (używanych samochodów, maszyn i urządzeń rolniczych) do Polski zwiększa te koszty u nas, obniżając je w innych krajach (Niemcy, Holandia).

Prowadzone badania oraz analizy obecnego stanu i sposobu funkcjonowania zaplecza naprawczego, występujących potrzeb i oczekiwań rolników w zakresie obniżki kosztów utrzymania maszyn i urządzeń, pozwalają postawić następującą tezę – w związku z brakiem funkcjonowania oraz dużym zapotrzebowaniem i oczekiwaniem użytkowników maszyn i urządzeń na względnie tanie ich naprawy, należy zorganizować taki system organizacji regeneracji części i odnowy podzespołów wymiennych, który połączy i usatysfakcjonuje wszystkich jego uczestników w nowotworzonym systemie gospodarki rynkowej. System ten powinien być osadzony w obecnych realiach ekonomiczno-organizacyjno-prawnych gospodarki rynkowej w Polsce. Powinien być systemem otwartym i dynamicznym, tzn. takim,

w którym zachodzą zmiany stanu istotne ze względu na oddziaływania pomiędzy jego wewnętrznymi elementami, jak dopływ nowych maszyn, części, podzespołów wymiennych, złomowanie zużytych, naprawa uszkodzonych. System ten powinien funkcjonować w układzie regionalnym pokrywającym się z województwami, natomiast jednostkami wdrażającymi go, mogą być organizacje rolnicze i fundacje, władze powiatów oraz województw (jak również w układzie ponadregionalnym – w skali całego kraju).

Współzależność takiej struktury i relacji elementów budowanego systemu eksploatacji maszyn i urządzeń przedstawia rys. 1 [Powierża, Tomczyk 2007].



Źródło: opracowanie własne

E – elementy systemu,

$E = \{E_A(a), E_B(b), E_C(c), E_D(d), E_E(e), \dots\}$,

$E_A(a)$ – producent wyrobów gotowych,

$E_B(b)$ – bezpośredni użytkownik maszyn i urządzeń,

$E_C(c)$ – sieć jednostek handlowych,

$E_D(d)$ – zaplecze naprawcze (stacje recyklingu, warsztaty wykonujące regenerację itp.),

$E_E(e)$ – otoczenie zewnętrzne systemu, a, b, c, d, e – atrybuty (cechy) elementów systemu

Rys. 1. Struktura systemu eksploatacji maszyn

Teoretyczne opracowanie i przedstawienie zasad funkcjonowania modelu może pozwolić na wstępne ustalenie szacunkowych wielkości jego parametrów, lecz nie odda całej dynamiki procesu powstawania zapotrzebowania na wymianę, rozkładu jego zapotrzebowania na poszczególne okresy agrotechniczne, itp., a otrzymane wyniki nie powiedzą też nic o wtórnym obrocie podzespołami przeznaczonymi do regeneracji, dystrybucji podzespołów itd.

2.3. Rozwiązania systemowe organizacji regeneracji części i odnowy maszyn

Ciągle zmiany i przekształcenia ewoluujące w polskiej gospodarce oraz transformacja i restrukturyzacja naszego rolnictwa postępuje od 1990 roku i trwa nadal. Jednak brak jest w krajowej literaturze aktualnych doniesień o badaniach nad problemem systemowego podejścia do odnowy maszyn i urządzeń (wykorzystującego w naprawach części regenerowane i odnowione zespoły) w układzie gospodarki rynkowej działającej na zasadach konkurencji.

W ujęciu historycznym, można się zetknąć z dwoma systemami organizacji regeneracji części i odnowy zespołów wymiennych, a były one ściśle zintegrowane z rodzajami systemów gospodarczych krajów, w których znalazły zastosowanie.

Pierwszy z nich działał w Polsce w systemie gospodarki nakazowo-rozdzielczej. System ten był podporządkowany centralnemu zarządzaniu gospodarką poprzez Centralny Urząd Planowania oraz odpowiednie resortowe ministerstwa. Zgodnie z dyrektywami płynącymi z tych urzędów, stworzono sieć państwowych zakładów naprawczych technicznej obsługi rolnictwa z wytypowaniem jednostek mających się zajmować regeneracją części i odnową zespołów wymiennych.

Zakłady te prowadziły regeneracje głównie w cyklu zamkniętym dla jednostek uspołecznionego sektora rolnictwa (PGR-y, SKR-y, Kółka Rolnicze, Spółdzielnie Produkcyjne, itp.), które to jednostki były ściśle związane umowami z tymi zakładami. Częściowo, również na podstawie zleceń z „centrali” w system ten były wciągane jednostki handlowe Agromy oraz Bazy Zaopatrzenia i Zbytu, zadaniem których było częściowe pośrednictwo między użytkownikami maszyn a zakładami wykonującymi regeneracje. Mimo, iż system ten był wysoce nieekonomiczny i nierentowny dla przedsiębiorstw wykonujących regenerację, to był preferowany przez władze do 1981 roku (tabela 1) [Tomczyk i in.1997].

Tabela 1. Wskaźnik stanu regeneracji części w Polsce w latach 1975-1987

Wskaźnik regeneracji [%]	1975	1978	1980	1981	1987
Udział części regenerowanych w zużyciu części do napraw (wskaźnik stanu regeneracji)	14,5	17,4	19,4	15,0	12,6

Źródło: badania własne

Po 1981 roku wraz z początkiem zmian gospodarczo-ustrojowych zaczęto odchodzić od systemu nakazowo-rozdzielczego, a u schyłku lat 80-tych zaniechano go całkowicie.

Na podobnych zasadach funkcjonowały takie systemy w dawnym Związku Radzieckim oraz Czechosłowacji [Barziłowic 1994; Balla 1991].

W byłej NRD był szeroko rozpowszechniony system napraw metodą wymiany zespołów [Haras, Meyer 1991; Holc 1995]. W kraju tym system organizacji był uproszczony w stosunku do istniejącego w Polsce, gdyż została z niego wyłączona sieć jednostek handlowych. W systemie tym uszkodzone zespoły maszyn i urządzeń wymieniano na sprawne, głównie w zakładach produkujących wyroby gotowe lub ich filiach i oddziałach terenowych, gdzie uszkodzone zespoły poddawane były naprawie i regeneracji pod bezpośrednim, technicznym nadzorem producenta.

System regeneracji części zamiennych dla potrzeb rolnictwa istniejący na Węgrzech, różnił się tym od przedstawionych powyżej tym, iż w ograniczonym zakresie wykorzystywano do regeneracji wytypowanych przez producenta wyrobów gotowych oraz poszczególnych części – prywatne zakłady rzemieślnicze, które były ściśle nadzorowane przez tychże producentów wyrobów finalnych.

Natomiast drugi system funkcjonował i nadal funkcjonuje w systemie gospodarki rynkowej (tzw. kraje gospodarczo rozwinięte świata zachodniego). W krajach tych problem regeneracji części i zespołów wymiennych znajduje rzadko miejsce w literaturze światowej, co nie znaczy, że kraje Europy i świata zachodniego nie zajmowały się zagadnieniami odzysku części i zespołów do regeneracji.

Przykładowo w Wielkiej Brytanii istnieją wyspecjalizowane firmy zajmujące się naprawami głównymi oraz odnową maszyn i urządzeń [Henstock 1988; Marshall 1994]. Na rynku tym występują dwie formy świadczenia tychże usług. W pierwszej na zlecenie danego klienta dokonuje się oceny stanu technicznego maszyny i sporządza kosztorys prac oraz zestawienie niezbędnych części do wymiany. Klient, zależnie od możliwości finansowych, zleca odpowiednio szeroki zakres prac z wykorzystaniem części nowych lub zregenerowanych. Drugi system polega na odkupieniu od użytkownika uszkodzonej maszyny po cenie złomu użytkowego, całkowity jej demontaż, naprawa uszkodzonych części i zespołów (z wykorzystaniem części zregenerowanych) oraz ponowny montaż. Tak odnowione maszyny sprzedaje się w cenie 1/2-2/3 ceny nowej. Używany sprzęt wykorzystuje się również do innych adaptacji i przeróbek według konkretnych zamówień, potrzeb i możliwości.

W Stanach Zjednoczonych (USA) system organizacji napraw i regeneracji funkcjonuje na nieco innych zasadach w porównaniu do przedstawionych powyżej. W systemie tym dominującą rolę odgrywają pośrednicy, którzy skupują od użytkowników uszkodzone maszyny, urządzenia i zespoły. Następnie naprawiają je i kierują do sprzedaży. Pośrednicy ci tworzą na rynku amerykańskim sieć punktów handlowych, do których zwracają się zainteresowani klienci (farmerzy), chcący sprzedać uszkodzoną maszynę (zespół) lub nabyć zregenerowaną. Użytkownik chcący zakupić zregenerowany zespół, telefonicznie (Internet) zwraca się do banku informacji skupiającego wszystkich pośredników z danego stanu, z którego uzyskuje informację, gdzie i za ile może nabyć dany, zregenerowany lub nowy zespół, itp. [Johansson 1997; Patton 1983].

We Francji i krajach Beneluksu polityka i strategia marketingowa firm zajmujących się regeneracją części oraz odnową zespołów i maszyn jest skierowana głównie na pozyskanie większej liczby swoich klientów poprzez zwiększenie asortymentów sprzedaży [Faravelon 1996]. Ogółem we Francji jest ok. 3 000 podmiotów (zakłady rzemieślnicze, sklepy, hurtownie, itp.), które uczestniczą w systemie regeneracji części, odnowie zespołów, naprawach maszyn, kupnie i sprzedaży części. Nadające się do regeneracji części są skupowane za ok. 20% ceny nowej, a zregenerowane części lub odnowione zespoły są sprzedawane za ok. 50-70% ceny nowych przy zachowaniu wysokiej jakości i udzielanej pełnej gwarancji [Faravelon 1996].

W Szwajcarii, Francji i Niemczech (szczególnie w byłej RFN) system napraw i regeneracji części i zespołów bazuje na sieci dealerów, którzy działając w porozumieniu z producentami wyrobów gotowych, skupują uszkodzone i wyeksploatowane maszyny od użytkowników, w zamian oferując im nowsze typy z pewną bonifikatą zależną od stanu technicznego zbywanej maszyny. Natomiast uszkodzone i wyeksploatowane maszyny są poddawane naprawie i regeneracji w warsztatach naprawczych tychże dilerów. Użytkownicy, chcący kupić maszynę lub jakiś zespół wymienny, mają do wyboru: kupić fabrycznie nowy lub tańszy zregenerowany.

W krajach skandynawskich (Norwegia, Szwecja, Dania), system organizacji napraw i regeneracji jest zbliżony do systemu niemieckiego. Bazuje on na warsztatach naprawczych ściśle współpracujących z producentami wyrobów gotowych. Warsztaty te są wyposażone przez producentów wyrobów gotowych w specjalistyczny sprzęt (maszyny i urządzenia), niezbędny do regeneracji. Producenci ci sprawują jednocześnie nadzór techniczny nad jakością wykonywanych napraw i regeneracji. Użytkownicy maszyn i urządzeń wszystkie sprawy związane z naprawami lub sprzedażą starych maszyn i kupna nowych – załatwiają w tych warsztatach.

Przedstawione metody organizacji napraw i regeneracji funkcjonujące w systemie gospodarki rynkowej, opierając się o istniejące obiekty (producent, handel, itp.), stanowiące własność prywatną, wykonują regeneracje jako coś zupełnie naturalnego i opłacalnego z ekonomicznego punktu widzenia. W krajach zachodnich problemy związane z regeneracją części, odnową maszyn i urządzeń są rozwiązywane na bieżąco przez producentów wyrobów finalnych, dla których sprawą najważniejszą jest niska cena wyrobów, pełny asortyment części wymiennych (w tym również tańszych – regenerowanych), niskie koszty eksploatacji (w tym naprawy), wysoka jakość, niezawodność, funkcjonalność i estetyka swoich wyrobów. Producenci wyrobów finalnych organizują i nadzorują funkcjonowanie systemu opierającego się głównie o sieć świetnie wyposażonych, fabrycznych serwisowych punktów naprawczych z fachową obsługą oraz handlową sieć punktów dealerskich.

Analiza wyżej scharakteryzowanych metod organizacyjnych napraw i regeneracji części wymiennych, pozwala sformułować następujące wnioski:

- system organizacji regeneracji działający w Polsce (do 1989 r.) nie ma racji bytu w dzisiejszym systemie gospodarki rynkowej. Działalność produkcyjna przedsiębiorstw zajmujących się np. regeneracją nie może ulegać naciskom odgórnym (z urzędów centralnych), ale opierać się musi głównie na rachunku ekonomicznym (opłacalności produkcji),
- istnieje potrzeba stworzenia nowego systemu organizacji regeneracji części i odnowy zespołów wymiennych. Obecna struktura gospodarstw rolniczych w Polsce (przeważająca liczba małych gospodarstw o pow. do 10 ha, wyposażonych w kilkunastoletnie środki techniczne) wymusza powstanie takiego systemu, w którym użytkownicy mieliby możliwość zakupu tańszych zregenerowanych części wymiennych obniżając tym sposobem własne koszty utrzymania maszyn i urządzeń.
- projektowany system winien być ściśle oparty o zasady gospodarki rynkowej, uwzględniający opłacalność ekonomiczną każdego z ogniw tego systemu (producent, użytkownik, sieć handlowa, itp.),
- by ograniczyć do minimum nakłady związane z organizacją poszczególnych obiektów systemu – projektowany system powinien w pełni wykorzystać obecną i nowopowstającą infrastrukturę (warsztaty naprawcze, handlowa sieć dystrybucji, logistykę itp.).

2.4. Problemy odnowy maszyn i urządzeń rolniczych

Ciągły postęp naukowo-techniczny i technologiczny ma istotny wpływ na wysoką dynamikę rozwoju nowoczesnych konstrukcji maszyn i urządzeń wykorzystywanych w produkcji rolniczej oraz skutkuje krótkimi seriami ich produkcji. Nowoczesne konstrukcje takich maszyn i urządzeń, siłą rzeczy są stosunkowo drogie biorąc pod uwagę zasobność potencjalnych nabywców. Krajowi rolnicy w wielu przypadkach wykorzystują do produkcji w swoich gospodarstwach maszyny o znacznym stopniu zużycia technicznego i ekonomicznego (np. konstrukcje ciągników sprzed 30, a nawet 35 i 40 lat). Wg danych GUS na wyposażeniu rolnictwa znajduje się ponad 1,3 mln szt. ciągników rolniczych o następującej strukturze wiekowej:

- ciągniki poniżej 6 lat – ok. 6,6%,
- ciągniki w wieku 6-10 lat – ok. 23,9%,
- ciągniki w wieku 10-15 lat – ok. 23,9%,
- ciągniki w wieku 16-21 lat – ok. 21,6%,
- ciągniki w wieku 21-30 lat – ok. 19,7%,
- ciągniki powyżej 30 lat – ok. 4,3%.

Powyższa charakterystyka liczbowa oraz różnorodność występujących typów maszyn i urządzeń, niejednokrotnie zaawansowany wiek i ciągle wydłużany okres ich użytkowania (średnio ponad 15 lat), uwiadcniają istotę problemu zapotrzebowania na części i podzespoły wymienne (w tym tańszych – regenerowanych) w aspekcie obniżenia kosztów eksploatacji oraz zagadnień związanych z ekologicznym recyklingiem złomowanych tychże obiektów.

Utrzymanie tych maszyn i urządzeń w pełnym stanie gotowości techniczno-eksploatacyjnej wymaga od ich użytkowników ponoszenia stosunkowo wysokich nakładów na ich naprawy. Zakup oryginalnych, fabrycznie nowych części, niezbędnych w trakcie naprawy, wiąże się z dużymi kosztami. Istotną możliwość poprawy tej sytuacji daje regeneracja i odnowa podzespołów, rozumiana jako odnawianie i naprawa uszkodzonych lub zużytych maszyn i ich części w celu przywrócenia im pierwotnych parametrów i właściwości. Zasadniczym celem regeneracji części i odnowy zespołów jest przywracanie zużytych częściom cech eksploatacyjnych charakterystycznych dla części nowych, stosując odpowiednie dla nich technologie regeneracji. Regeneracja, w większości przypadków, jest procesem oszczędnym (oszczędza surowce, energię oraz znacznie zmniejsza globalne nakłady pracy na wykonanie napraw maszyn i urządzeń). Jest to proces technologiczny polegający najczęściej na uzupełnieniu ubytków oraz przywróceniu pierwotnych kształtów i właściwej struktury materiału, najczęściej w warstwie wierzchniej. Regeneracja części jest problemem bardzo złożonym i przed przystąpieniem do niej należy rozpatrzyć wiele czynników mających wpływ na jej celowość i opłacalność.

Wieloletnia praktyka oraz badania [Adamiec i in. 1997; Bocheński 1994; Fryczke 1988; Dreszczyk i in. 1985; Klaus i in. 2002; Rzeźnik 2002; Wojdak 1986, 1988; Wojdak, Sędlak 1999, Tomczyk 1988, 2004b, 2005a,b,c, 2006c, 2007, 2010a] wykazały, iż koszty i w efekcie ceny regenerowanych części są znacznie niższe od skalkulowanych wartości rzeczywistych tychże części. Ceny zakupu tych części kształtują się w granicach 30-70% ceny części nowych. Różnice te są jeszcze większe, jeśli wziąć pod uwagę części, które są trudno dostępne na naszym rynku, z czym często się spotykamy użytkując zbyt długo przestarzałe konstrukcje maszyn i urządzeń, co ma często miejsce w naszym polskim rolnictwie. Regeneracja istotnie zmniejsza zapotrzebowanie na nowe części oraz obniża koszt materiałowy napraw, a więc poprawia efektywność procesów naprawczych maszyn i urządzeń, a także w sposób znaczący wpływa poprawę kondycji finansowej gospodarstw rolniczych.

Obecnie w Polsce wskaźnik stanu regeneracji kształtuje się na poziomie ok. 7% ogólnej wartości części zużywanych do napraw [Tomczyk 2004b, 2005c, 2006c, 2007, 2010a].

Głównymi przeszkodami w szerszym rozwoju regeneracji są:

- mała skuteczność skupu części zużytych,
- małe zainteresowanie przedsiębiorstw ze względu na złożoność procesu technologicznego regeneracji,
- brak odpowiednich zachęt ekonomicznych, które mogłyby zrekompensować ewentualne ryzyko związane z wdrażaniem innowacyjnych metod z zakresu regeneracji,
- brak stałego dopływu wysokokwalifikowanej kadry pracowników,
- ryzyko ekonomiczne związane z możliwością braku zainteresowania częściami zregenerowanymi,
- brak skutecznej informacji nt. możliwości prowadzenia regeneracji części i korzyści, jakie ona niesie w sobie dla użytkowników maszyn oraz dla całego środowiska przyrodniczego z racji recyklingu zużytych elementów i części maszyn, itp.

Rozwój regeneracji jest uwarunkowany złożonym procesem decyzyjnym ze względu na szeroki asortyment regenerowanych części i różnorodność stosowanych metod ich odnowy. Z uwagi na brak uniwersalnych metod regeneracji, utrudniona jest typizacja regenerowanych części, co w konsekwencji bardzo utrudnia osiągnięcie właściwych (oczekiwanych) efektów technicznych i ekonomicznych. Do ekonomicznych czynników warunkujących podjęcie się regeneracji należy zaliczyć [Tomczyk 1994a, b, 2007, 2009, 2010a]:

- analizę ekonomiczną rynku (podaży i popytu) części i podzespołów wymiennych,
- określenie ilości części nadających się do regeneracji,
- analiza możliwości pozyskania zużytych części spełniających kryteria regeneracji,
- ustalenie zasad współpracy w zakresie obrotu częściami i podzespołami nadającymi się do regeneracji i zregenerowanymi,
- opracowanie kalkulacji kosztów regeneracji i wygenerowanie (ustalenie) ceny sprzedaży części zregenerowanych oraz odnowionych podzespołów.

Regeneracja części i odnowa maszyn i urządzeń z wykorzystaniem części zregenerowanych przynosi efekty wymierne oraz niewymierne. Do wymiernych efektów ekonomicznych regeneracji można zaliczyć:

- obniżkę kosztów materiałowych napraw maszyn i urządzeń, wynikającą z zastosowania części zregenerowanych – tańszych od części nowych,
- oszczędność materiałów i surowców w wyniku odzysku części przeznaczonych do złomowania,

- oszczędność energii wynikającą z uniknięcia nakładów na produkcję części nowych.

Natomiast, efekty niewymierne, to strona oddziaływania na procesy eksploatacji sprzętu i systemu obsługowo-naprawczego, do których można zaliczyć:

- poprawę stanu zaopatrzenia w części wymienne,
- podwyższenie stopnia gotowości technicznej maszyn przez skrócenie czasu przestoju i napraw,
- odciążenie zakładów produkcyjnych przez uzupełnienie zapotrzebowania na części wymienne częściami zregenerowanymi,
- ochronę środowiska naturalnego, itp.

Istotną sprawą regeneracji części jest ich jakość. Zazwyczaj kontrola jakości sprowadza się do sprawdzenia zgodności przebiegu procesu regeneracji z wymogami dokumentacji technologicznej oraz na sprawdzeniu parametrów geometrycznych i własności wytrzymałościowych części. Kontrola taka prowadzona jest różnie, zależnie od rodzaju regenerowanej części i możliwości zakładu. W wielu przypadkach sprowadza się tylko do zewnętrznych oględzin i sprawdzenia zgodności wymiarów [Michalski, Niziński 1997; Niziński 2000; Niziński i In. 2011; Tomczyk 2006d]. Ma to miejsce szczególnie w zakładach, które prowadzą regeneracje na małą skalę lub stosują do ich wykonania proste metody. Jednak podstawową zasadą powinno być to, by każda zregenerowana część posiadała trwałość zbliżoną do trwałości części nowej.

Kontrola jakości powinna być wykonywana przez autoryzowany serwis w porozumieniu z zakładem produkującym daną część lub urządzenie. Powodowane jest to tym, iż na większości maszyn i urządzeń znajduje się firmowy znak zakładu wytwarzającego wyrób finalny, a źle wykonana regeneracja zwiększa awaryjność maszyn i powoduje spadek zaufania do wytwórcy.

2.5. Aspekty proekologicznej eksploatacji maszyn i urządzeń

Rabunkowa gospodarka, zanieczyszczenie środowiska, zmiany klimatyczne wywołane efektem cieplarnianym, pogłębiający się kryzys ekologiczny, itp., wymagają podjęcia radykalnych działań zaradczych również w odniesieniu do zagadnień związanych z proekologicznym procesem eksploatacji istniejących i nowo produkowanych maszyn i urządzeń [Johansson 1997; Jucherski, Król, Walczewski 2004; Karpiński 2004]. Efektywność działalności proekologicznej zależy w znacznym stopniu od zrozumienia i poparcia jej celów już na etapie projektowania, konstrukcji, produkcji, jak również przez bezpośrednich użytkowników pojazdów, maszyn i urządzeń.

W ustawodawstwie krajowym jest szereg aktów prawnych precyzyjnie sankcjonujących problemy związane z proekologicznym użytkowaniem obiektów tech-

nicznych (pojazdy, maszyny, urządzenia). Są wśród nich: Ustawa o ruchu drogowym (Dz.U. 20011.nr 92, poz.503) oraz Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz.U. z 2005 r., nr 236 poz. 2008 z późniejszymi zmianami z dn. 1 lipca 2011 r.). Ustawy te stanowią, iż warunkiem wyrejestrowania samochodu lub innego rodzaju pojazdu (np. ciągnika rolniczego) jest to, by jego właściciel przedstawił zaświadczenie o przekazaniu go do składowicy złomu, wyznaczonej przez wojewodę (art. 79 Ustawy o ruchu drogowym). Zatem jest szansa, iż coraz mniej niejednokrotnie porzucanych bezimiennych, starych, bezużytecznych maszyn, pojazdów i odpadów motoryzacyjnych trafi do środowiska w postaci bardzo uciążliwych odpadów i śmieci.

Innym przykładem mogą być wysiłki producentów produkowanych obecnie maszyn i urządzeń, zmierzające w kierunku stworzenia konstrukcji mniej zanieczyszczających środowisko (wykorzystywanie do produkcji maszyn ekologicznych materiałów, np. kompozyty, tworzywa sztuczne, ceramika, itp.) [Cieślikowski 2007; Dreszczyk 1984; Niziński 2000; Michalski, Niziński 1997].

Silnik, będący głównym podzespołem każdego pojazdu lub maszyny roboczej (np. ciągnik rolniczy, kombajn) ma największy bezpośredni wpływ na ochronę środowiska. Odpowiednio dobrana i ukształtowana konstrukcja komory spalania, sposób podawania paliwa (głównie wtrysk bezpośredni), sposób dawkowania paliwa (sekwencyjny, sterowany mikroprocesorem), stosowanie różnego rodzaju katalizatorów oraz sond, np. „Lambda”, w układach odprowadzania spalin, zarówno w silnikach benzynowych typu GDI, jak również diesla TDI z systemem wtrysku COMMON RAIL – pozwalają na znaczne ograniczenie zarówno zużycia paliwa, jak i zmniejszenie toksyczności spalin przy niejednokrotnie zwiększonych parametrach eksploatacyjnych [Cieślikowski 2007; Żółtowski 1996].

Istotny wpływ na ekologiczny przebieg procesu spalania tradycyjnych paliw, a tym samym znacząco obniżających toksyczność spalin, są tzw. magnetyzery mogące współpracować z wszystkimi rodzajami silników z zapłonem iskrowym, zasilanych benzyną lub gazem, a także w silnikach wysokoprężnych zasilanych olejem napędowym, gazem lub np. olejem rzepakowym (biopaliwa). Ma to szczególne znaczenie ze względu na liczbę takich środków transportowych (samochody osobowe, ciężarowe), jak również dużą różnorodność typów maszyn i urządzeń rolniczych (maszyny robocze, ciągniki rolnicze, kombajny, itp.). Nieskomplikowana budowa, niski koszt zakupu oraz prosta zasada pracy magnetyzera, polegająca na porządkowaniu cząsteczek węgłowodoru i tlenu zawartych w paliwie, dzięki czemu paliwo jest dokładniej spalane a do atmosfery przedostaje się o ok. 45-75% mniej szkodliwych związków spalin – powinno wpłynąć na szerokie ich rozpowszechnienie [Michałek, Tomczyk 2002].

Kolejnym elementem, który ma znaczący wpływ na zanieczyszczenie środowiska jest cała konstrukcja nośna, układ jezdny oraz karoseria maszyn i pojazdów. Elementy te wpływają na zanieczyszczenie środowiska w końcowej fazie eksplo-

atacji, tj. złomowania w połączeniu z recyklingiem. Dlatego tak ważnym jest etap tworzenia koncepcyjnego i konstruowania, gdzie oprócz innowacyjnych rozwiązań konstrukcyjno-technologicznych można stosować nowsze, trwalsze i wytrzymalsze, a za razem bardziej neutralne dla środowiska materiały i tworzywa. Aktualnie do produkcji, np. samochodu używa się przeciętnie ok. 150 kg tworzyw sztucznych – co stanowi ponad 15% masy całkowitej pojazdu.

W końcowym etapie eksploatacji pojazdów, maszyn i urządzeń, powstaje problem ich poużytkowego zagospodarowania zgodnie z zasadami proekologicznymi, tzn. tak by nie zaśmiecały i nie stanowiły zagrożenia dla środowiska przyrodniczego. Aktualnie w kraju jest blisko 3 mln pojazdów, z których wiele przekroczyło już 15 lat istnienia, a które w niedługim już czasie będą wycofywane z eksploatacji i będą musiały być poddane skomplikowanym procesom ich złomowania i późniejszej utylizacji. Wobec powyższego, w kraju musi powstać sieć zakładów mających zajmować się problemem poeksploatacyjnego zagospodarowania pozostałości ze zużytych i złomowanych tego typu obiektów technicznych. Racjonalnie przeprowadzony proces recyklingu złomowanych maszyn i urządzeń jest przedsięwzięciem bardzo opłacalnym, gdyż każdy wyeksploatowany obiekt techniczny jest źródłem cennych i wartościowych surowców i materiałów, które można (i należy) bezwzględnie wykorzystać do produkcji nowych (nowocześniejszych) konstrukcji [Bocheński 1994; Frycze 1988; Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Prentki 1985; Tomczyk 1988, 1994b, 2007, 2010a; Tomczyk, Kubera 1996, 1997; Wojdak 1986, 1988; Wojdak, Sędłak 1999]. Pozytywnych tego typu przykładów w świecie jest wiele (Anglia, Francja, Niemcy, USA, i in.) [Bleckstein 1991; Brown 1992; Farelton 1996]. Potwierdzają one, iż racjonalnie zaprojektowane „wyroby” otwierają nowe możliwości korzystnego ekonomicznie uzasadnionego zmniejszenia ilości odpadów, recyklingu materiałów oraz obniżenia materiałowych kosztów eksploatacji maszyn i urządzeń.

3. ASPEKTY EFEKTYWNOŚCI ODNOWY W EKSPLOATACJI MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

3.1. Wpływ czynników eksploatacyjnych na procesy zużycia i awarie pojazdów, maszyn i urządzeń

Procesy konstruowania i produkcji pojazdów mechanicznych, maszyn i urządzeń są w bardzo znacznym stopniu oparte na tradycji, badaniach prototypów i wynikach badań eksploatacyjnych. Dlatego konstruktor i technolog, tworzący pojazd mechaniczny i jego zespoły, w o wiele mniejszej mierze niż eksploatacator wpływają na wadliwość rozwiązania konstrukcyjnego. W zasadzie pojazd mechaniczny i jego zespoły skonstruowane są tak, że wykluczają przy prawidłowej eksploatacji przedwczesne awarie i nadmierne, o charakterze awaryjnym, zużycie poszczególnych elementów [Bocheński 1995; Klaus, Michalski, Tilipalów 2002].

Częściej wskutek wadliwej naprawy, szczególnie procesów regeneracji części i montażu, mogą zdarzać się przypadki zbyt intensywnego zużywania lub powstania awarii o charakterze zmęczeniowym albo w wyniku przekroczenia doraźnej wytrzymałości.

Istnieją dwie zasadnicze grupy czynników eksploatacyjnych, mających wpływ na intensyfikowanie zużycia lub częstotliwość występowania awarii części pojazdów, maszyn i urządzeń [Michalski, Niziński 1997; Niziński 2000; Orzełowski 2007]:

- 1) czynniki obiektywne,
- 2) czynniki subiektywne.

Do czynników obiektywnych zaliczamy:

- warunki terenowe,
- warunki klimatyczne.

Na warunki obiektywne użytkownik pojazdów i maszyn wpływać może jedynie w niedużej mierze. Do czynników subiektywnych, tzn. zależnych przede wszystkim od eksploatacji, zaliczamy:

- a) jakość obsługi,
- b) sposób przechowywania,
- c) jakość użytkowania pojazdu.

Czynniki natury subiektywnej wpływają na intensyfikację procesów zużywania oraz przypadków awaryjnych. Są one zależne wyraźnie od użytkownika pojazdów, maszyn i urządzeń, który ma decydujący wpływ zarówno na przypadki awarii, jak i na ogólną trwałość poszczególnych zespołów składowych tych obiektów technicznych.

Intensywność zużywania części trących oraz częstotliwość występowania awarii zależna jest dla określonej konstrukcji pojazdów i maszyn od warunków terenowych, w jakich są one wykorzystywane. Trwałość i niezawodność ich elementów składowych jest pojęciem względnym i zależna jest również od powyższych warunków. Teren, który przywykło się nazywać ciężkim, jak drogi polne, bite lub bezdroża, wpływa bardziej intensyfikująco na zużycie w wyniku tarcia i na awarie niż teren lekki, którym określa się drogi z nawierzchniami utwardzonymi, gładkimi przebiegającymi przy zniwelowanych spadkach i wzniesieniach. Jazda pojazdem zarówno kołowym jak i gąsienicowym w terenie ciężkim powoduje nie tylko znacznie większe bezwzględne obciążenie jego elementów, ale wpływa na pojawienie się przypadkowych częstych uderzeń oraz na ciągłą zmianę warunków pracy silnika i innych zespołów układu napędowego (zmienne obciążenia i prędkości). Niezależnie od tego jakość terenu ma bezpośredni wpływ na zanieczyszczanie się smarów w układach i zespołach oraz na wnikanie pyłu do wnętrza trących części, co musi wpływać na intensyfikację ich zużycia (np. przy pracach w rolnictwie).

Intensyfikowanie zużycia i częstotliwości awarii w wyniku warunków terenowych wyraża się w [Cieślikowski 2007; Orzełowski 2007; Niziński 2000]:

1. Występowaniu dużych przeciążeń oraz obciążeń dynamicznych części składowych i zespołów przy pokonywaniu bezdroży i dróg polnych oraz dużych nierówności terenowych dróg. Przeciążenia te oddziałują zarówno na powierzchnie trące, intensyfikując zużywanie jak i wywołują szybszy proces zmęczenia elementów przenoszących siły i momenty w wyniku powiększenia amplitudy cyklu zmęczenia i powstawania naprężeń przeciążeniowych. Powodują one znacznie większą możliwość występowania doraźnych przekroczeń wytrzymałości, a zatem występowanie pęknięć i złamań typu awaryjnego,
2. Konieczności stosowania częstych zmian prędkości i wartości obciążeń poszczególnych elementów pojazdów, maszyn i urządzeń, szczególnie układu napędowego. W następstwie takich zmian zakłóca się w znacznym stopniu jakość smarowania, szczególnie ulega zakłóceniu tworzenie klina smaru w łożyskach, a jednocześnie pogarsza się jakość tarcia w wyniku częstych ujemnych i dodatnich przyspieszeń części trących. Jednocześnie konieczność częstych zmian obciążenia wpływa pośrednio na trwałość zmęczeniową tych części oraz umożliwia dodatkowe wprowadzanie dynamicznych obciążeń, szczególnie w przypadku np. Układu bieżnego szybkobieżnego pojazdu gąsienicowego,

3. Konieczności długotrwałego użytkowania przy pełnym obciążeniu silnika i innych elementów układu napędowego (jazda po bezdrożach) przy stosunkowo niskiej prędkości pojazdu (ciągnika rolniczego, kombajnu itp.), Co wpływa ujemnie na chłodzenie silnika i zespołów układu napędowego opływem powietrza i prowadzi często do nadmiernego przegrzewania zespołów, pogarszając tym samym warunki ich smarowania,
4. Występowaniu dużego zapylenia powietrza otaczającego poruszający się pojazd, szczególnie przy ruchu w kolumnie, pracy w polu (np. ciągnika rolniczego, itp.), wpływa na to, iż:
 - a) intensywniejsze wnikanie pyłu do wnętrza silnika i innych elementów pojazdu, pogarszające jakość tarcia i intensyfikujące proces zużywania,
 - b) szybsze starzenie smarów w wyniku przegrzewania zespołów, pokrytych warstwą piasku (pyłu, błota), słabo chłodzonych przez opływające powietrze,
 - c) utrzymaniu znacznie wyższej temperatury cieczy eksploatacyjnych w silniku w wyniku zanieczyszczenia chłodnicy i pogorszenia wymiany ciepła między silnikiem a otoczeniem, co prowadzi do przegrzewania silnika.

W przeciętnych warunkach wpływ czynników grupy „terenu” prowadzi do intensywniejszego zużywania części trących, zarówno niesmarowanych jak i smarowanych nawet bardzo intensywnie. W przypadkach drastyczniejszych występują awarie, powiązane z procesami zużycia lub też wywołane jedynie przekroczeniem dopuszczalnych naprężeń doraźnych albo zmęzeniowych.

Nieco mniejszy wpływ niż warunki terenowe, aczkolwiek także bardzo znaczny, na intensyfikację zużycia i awarii mają warunki klimatyczne, szczególnie pory roku. Różnice klimatyczne wynikające z rejonu kraju (np. góry o klimacie suchym lub tereny nadmorskie o klimacie wilgotnym, z dużą zawartością roztworu soli w powietrzu, intensyfikującą korozję) mają także wpływ na stopień zużywania. Wpływ ten jest jednak mniejszy niż wywołany różnicami okresu zimowego i letniego.

Okres zimy sprzyja bardziej podwyższeniu zużycia i awarii niż okres lata. Czynnikiem decydującym jest tu temperatura otoczenia, wpływająca na pogorszenie parametrów pracy części trących pojazdów, maszyn i urządzeń. Niemniej także w okresie lata istnieją czynniki, pogarszające jakość eksploatacji i wpływające intensyfikująco na zużycie.

Podstawową ujemną cechą okresu eksploatacji zimowej jest niska temperatura otoczenia, wpływająca na:

- 1) zintensyfikowane zużywanie elementów silnika i układów napędowych przy uruchamianiu na zimno i rozgrzewaniu do temperatury, w których ustabilizują się należyte luzy w trących częściach, a smar uzyska właściwą lepkość, umożliwiającą należyłą cyrkulację i rozbryzg. Uniknięcie podwyższonego zużywania jest niemożliwe, jeśli garażowanie pojazdów odbywa się poza garażem ogrzewanym oraz w przypadku dłuższych przerw w jego użytkowaniu,

- 2) pogorszenie skuteczności działania wszelkich gumowych uszczelnień, twardniejących przy niskich temperaturach. Ułatwia to wnikanie mechanicznych zanieczyszczeń do wnętrza części trących oraz wyciek smarów, co wpływa na pogorszenie warunków tarcia,
- 3) zmniejszenie wytrzymałości materiałów konstrukcyjnych, z których wykonane są części składowe pojazdów i maszyn. Umożliwia to występowanie awarii (złomy, pęknięcia) przy niedużych nawet uderzeniach mechanicznych, przekraczających przeciętnie spotykane obciążenia.

Ponadto niska temperatura otoczenia wpływa pogarszająco na pracę operatora maszyny, który mniej sprawnie kieruje pojazdem oraz wykonuje czynności obsługowe z mniejszą skutecznością, a także sprzyja, szczególnie wskutek dużych wahań dobowych, na intensywniejsze korodowanie pojazdów, maszyn i urządzeń. W warunkach jesiennych, przy dużych opadach i temperaturze w okolicy zera, intensywność korodowania zaczyna nabierać znaczenia także w odniesieniu do części trących, ułatwiając proces zużywania częściowo skorodowanych warstw wierzchnich, szczególnie części gorzej smarowanych.

Powyższe mankamenty nie występują raczej w okresie letnim. Niemniej w tym okresie istnieje kilka czynników, które wpływają intensyfikująco na procesy zużycia, bezpośrednio lub pośrednio. Do najważniejszych z nich należy wysoka temperatura otoczenia i znacznie większe, niż w zimie, zapylenie powietrza i dróg oraz nasłonecznienie.

Wysoka temperatura otoczenia, nasłonecznienie oraz zapylenie powietrza w okresie letnim sprzyjają intensywniejszemu zużyciu poszczególnych części pojazdów, maszyn i urządzeń w następstwie [Orzełowski 2007; Rzeźnik 2002]:

- 1) pogorszenia chłodzenia silnika i innych zespołów pojazdu, włączając w to także maszyny elektryczne i akumulatory; łatwo w tym okresie o przegrzanie silnika lub innego zespołu układu napędowego, a także o wypływanie smaru ze słabo uszczelnionych zespołów, a w skrajnych przypadkach o topienie smaru maziowego i wypływanie jego z wszystkich nieuszczelnionych par trących (np. sworzni-tuleja zwrotnicy, przeguby itp.): powoduje to pogorszenie jakości smarowania i prowadzi często, jeśli nie do awarii to przynajmniej do intensywniejszego zużycia o charakterze awaryjnym, a także do tak wysokiego przegrzania np. silnika, że w efekcie łatwo o awarię grupy tłokowej, a w najlepszym przypadku o przebicie uszczelki głowicy;
- 2) intensywnego wnikania przez wszelkie nieszczelności przegrzanych zespołów i uszczelnień do wnętrza zespołów dużej ilości lotnego, suchego pyłu, co powoduje przejście do najintensywniejszego rodzaju zużycia – zużycia ściernego;
- 3) nasłonecznienia, które powoduje niszczenie ogumienia pojazdu oraz wszelkich uszczelnień gumowych, ulegających w podwyższonej temperaturze intensywnemu starzeniu; w wyniku procesu starzenia spada odporność na zużywanie oraz łatwiejsze staje się awaryjne pęknięcie opony, zwłaszcza przy szybkiej jeździe.

Badania eksploatacyjne dowodzą, że podstawowym czynnikiem w walce ze zużyciem i awaryjnością jest należyta obsługa techniczna pojazdów, maszyn i urządzeń wykonywana w odpowiednich terminach, zależnych od ich przebiegu (czasu pracy) oraz zgodnie z przepisami instrukcji fabrycznych. Z wielu grup czynności obsługowych trudno wyodrębnić ważniejszą czy mniej ważną. Wszystkie one są konieczne dla utrzymania maszyn w stanie technicznie sprawnym [Bocheński 1995; Rzeźnik 2002; Tomczyk 2009a].

Do czynności obsługowych zalicza się:

- czynności regulacji mechanizmów, zespołów, układów sterowania mechanizmami i zespołami, zarówno mechanicznymi jak i elektrycznymi.
- czynności smarowania: zmiany smaru, dopełnienia smaru, dbanie o czystość zespołów smarowanych i smarów w trakcie ich wprowadzania do zespołów trących. Ważnym czynnikiem jest stosowanie należytego gatunku smaru, a w braku smaru oryginalnego – należyście dobranego zamiennika.
- czynności oczyszczania zespołów i mechanizmów, zarówno przy obsłudze codziennej jak i przed wykonaniem jakiegokolwiek innej czynności obsługowej, szczególnie smarowania.

Wiele mechanizmów i zespołów pojazdów, maszyn i urządzeń nie podlega czynnościom regulacji. Odpowiednie luzy ustalone są produkcyjnie i w większości przypadków regulacja ich jest niemożliwa. Niemniej w wielu przypadkach czynności regulacyjne są niezbędne i to zarówno ze względu na jakość pracy zespołu, jak i na intensywność jego zużycia.

Do grup czynności regulacyjnych należy zaliczyć:

- regulacje mechaniczne mechanizmów silnika, szczególnie zawojów, oraz regulacje mechaniczno-elektryczne, np. układu zapłonowego oraz zasilania (gaźnik, pompa wtryskowa i wtryskiwacze, pompowtryskiwacze). Właściwie przeprowadzona regulacja zapewnia prawidłowy proces spalania w silniku. Nieprawidłowo przebiegający proces spalania związany ze złym zapłonem, złą dawką paliwa, złym ciśnieniem wtrysku powoduje nie tylko niewłaściwe obciążenie elementów grupy tłokowej i mechanizmu korbowego, lecz także wpływa ujemnie na jakość smarowania przede wszystkim grupy tłokowej, a następnie i łożysk wału korbowego.
- regulacje układów sterowania sprzęgłem i skrzynką biegów. Niewłaściwa regulacja powoduje intensywniejsze zużywanie się elementów sprzęgła (przenoszenie zbytnich uderzeń lub ciągły poślizg sprzęgła), a także intensywniejsze zużywanie się synchronizatorów skrzynki biegów i zębów kół zębatych. W przypadku skrajnie złej regulacji może wystąpić złamanie zębów kół zębatych, przypalenie tarcz sprzęgła, zatarcie łożyska wyciskowego sprzęgła lub inna niesprawność, zmuszająca do dokonania czynności naprawczych.

- regulacje układów hamowania i kierowniczego. Wszelkie regulacje tej grupy mają wpływ nie tylko na zużywanie i awarie, ale i na możliwość wypadku drogowego lub katastrofy, w ten sposób, że:
 - a) zła zbieżność kół (lub w ogóle złe ustawienie) prowadzi do intensywnego zużywania opon oraz utrudnia stateczne prowadzenie pojazdu.
 - b) niewłaściwie wyregulowane hamulce powodują bądź ciągle intensywne zużywanie nakładek i bębna przy braku odpowiedniego luzu, bądź nierównomierne zużywanie nakładek przy złym ustawieniu szczęk, bądź nieskuteczne hamowanie przy zbyt dużym jałowym skoku pedału sprzęgła lub zapowietrzeniu układu. Niezależnie od tego wszystkie te czynniki stwarzają niebezpieczeństwo wypadku drogowego, groźniejszego od typowej awarii.
 - c) niewłaściwy luz w przekładni kierowniczej i zbyt duże luzy w przegubach drążków kierowniczych stwarzają warunki dla zachodzenia obciążeń dynamicznych, intensyfikujących zużycie połączeń mechanizmu kierowania i grożących awarią, a także wypadkiem drogowym.

Decydujący wpływ na intensywność zużywania i awaryjność mają czynności związane zarówno z ciągłym tzw. dosmarowywaniem zespołów i układów, jak i wymianą smaru (wraz z przemyciem) w trakcie bieżącej eksploatacji. Do częstych usterek tych czynności, rzutujących na proces zużywania i awarie, należy zaliczyć [Arczyński 1993; Bocheński 1995; Klaus, Michalski, Tilipalów 2002; Niziński 2000; Orzełowski 2007]:

- 1) Zbyt małe ilości smaru w układach i zespołach. W efekcie zbyt niskiego poziomu smaru w zespole lub zbyt małej ilości smaru, biorącej udział w cyrkulacji w przypadku smarowania wymuszonego, trące elementy powierzchni części niepokrywane są w pełni warstwą smaru. Nawet, jeśli pokrywanie to jest w początkowej fazie pracy wystarczające, zostaje zakłócone i po pewnym okresie niedostateczna ilość smaru nie zapewnia należytego odprowadzania ciepła wydzielonego wskutek tarcia, szczególnie wówczas, gdy część trąca nagrzewana jest od obcego źródła energii cieplnej. W efekcie następuje znaczne rozrzedzenie smaru w wyniku podgrzania, rosną wycieki smaru (upływy boczne z łożysk), często też smar uzyskuje tak wysoką temperaturę, że traci swe zdolności smarne i smarowanie pogarsza się: uboższe tarcie mieszane, tarcie płynne przebiega przy coraz częstszym przerywaniu klina smarowego, niekiedy przechodząc na stałe w tarcie mieszane. Tarcie graniczne nie występuje wskutek rozkładu substancji, tworzących warstwy graniczne, rośnie intensywność zużywania w przypadku części, których pracę przewidywał konstruktor wyłącznie przy tarcu płynnym (np. łożyska wału korbowego), dochodzi do wyraźnego zużycia cieplnego, prowadzącego bezpośrednio do zatarcia, a zatem do awarii.

- 2) Brak odpowiednio wczesnego dopełnienia zespołu smarem. Efekty tej usterki są takie same, jak podane w punkcie 1.
- 3) Zbyt późna wymiana smaru w zespole. W wyniku procesu starzenia smaru rośnie w nim liczba zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych, maleje wydatnie lepkość zarówno wskutek rozkładu składników smarów, jak i rozcieńczenia paliwem (np. oleju w układzie olejenia silnika). Rośnie nadmiernie kwasowość, powodująca skłonność do nadmiernego korodowania. Efekt tych zmian uwydatnia się w zakłóceniach tworzenia klina smarowego, maleniu jego grubości i częstszym dochodzeniu do tarcia mieszanego, a także w mniejszym udziale tarcia granicznego, zamienianego tarcie suchym. Zużycie rośnie bardzo wyraźnie, szczególnie przy współdziałaniu intensywniejszych procesów korodowania. W następstwie tego dochodzi częściej do zużycia cieplnego i awarii, a w wyniku współdziałania korozji – do głębokiego uszkodzenia powierzchni trących, co nie zapewnia istnienia należytych warunków dla dużego poślizgu.
- 4) Zbyt małe dbanie o czystość zalewanych smarów, używanych do tego celu naczyń i okolicy otworów wlewowych. Wówczas poza często występującymi domieszkami wody, szczególnie przy zalewaniu smarów mokrymi naczyniami lub w czasie deszczów lub śniegu, smar zanieczyszcza się bardzo intensywnie przede wszystkim związkami krzemu, zawartymi w pyłach i piasku. Prowadzi to do intensywnego zużycia ściernego i do awarii, która występuje nie natychmiast, ale znacznie skraca okres żywotności trących części. Gdy liczba zanieczyszczeń mechanicznych jest duża, może dojść do zapchania kanałów przepływu smaru i w efekcie do zjawisk „głodu smaru” prowadzących do zatarcia części.
- 5) Nienależyte i nieterminowe oczyszczanie elementów filtrujących smary, szczególnie w układzie olejenia silnika. Niewykonanie tych czynności przyspiesza proces starzenia smaru i prowadzi do następstw opisanych powyżej w punkcie 3.
- 6) Dolewanie innych gatunków smaru do zespołu lub stosowanie niewłaściwego zamiennika. W przypadku dolewania innego smaru niż znajdujący się w zespole może dojść do chemicznego rozkładu mieszanych smarów, szczególnie olejów, np. oleje grupy „Selektol” nie mogą być mieszane z żadnymi innymi olejami. Następuje wówczas proces „zwarzenia” oleju: rozkład węglowodorów, rozwarstwienie frakcji i wydzielenie frakcji agresywnych korozyjnie, zamulających przewody, zupełnie nieodpornych na przerywanie i pozbawionych własności smarnych. W efekcie tarcie mieszane bogate i tarcie graniczne przechodzą w tarcie ubogie lub suche, co intensyfikuje zużycie w ogromnym stopniu, prowadząc niekiedy do awarii bardziej precyzyjnych elementów, np. grupy tłokowej. Pogorszenie jakości smarowania prowadzące w skrajnych przypadkach do zatarcia następuje także, gdy zastosuje się zamiennik o własnościach znacznie odbiegających od własności smaru zalecanego do smarowania danego zespołu. Z reguły nie wolno stosować smaru o wyraźnie mniejszej lub większej lepkości oraz o mniejszym poziomie i liczbie dodatków uszlachetniających, gdyż prowadzi

to do zintensyfikowania tarcia i zużycia, a w wielu przypadkach do występowania zużywania awaryjnego.

Na zintensyfikowywanie zużywania i łatwiejsze występowanie awarii ma również wpływ niewykonywanie czynności oczyszczania wnętrza i zewnętrznych powierzchni zespołów i mechanizmów. Brak tych czynności lub ich rzadkie wykonywanie prowadzi z reguły do:

- intensywniejszego nagrzewania i często przegrzewania trących części i smarujących je smarów. Szczególnie w warunkach letnich ma miejsce fakt pogorszenia odprowadzania ciepła przez warstwę pyłu i brudu izolującego zespół od otoczenia. Powoduje to trwałe utrzymywanie zbyt wysokiej temperatury smarów i daje w efekcie szereg następstw: zmniejszenie lepkości smaru i gorsze warunki tworzenia klina smarowego lub utrzymania bogatego tarcia mieszanego, podwyższone starzenie smaru, likwidowanie własności smarnych itp. Brak oczyszczania zespołów, szczególnie przed napełnianiem paliwem i smarami odpowiednich układów i zespołów pojazdów daje następstwa takie same, jak wskutek zanieczyszczenia smaru.
- wprowadzenia między niektóre trące części ścierniwa intensyfikującego proces zużycia,
- występowania warunków sprzyjających korozji,
- trudności zauważenia pierwszych oznak awarii, np. pęknięcia miski olejowej, zniszczenia uszczelnień, itp.

W sumie czynności pielęgnacji i oczyszczania z zewnątrz zespołów i mechanizmów pojazdów, maszyn i urządzeń są czynnościami ważnymi. Pamiętać jednak przy tym należy, że zbyt częste intensywne mycie pojazdów, maszyn i urządzeń strumieniem wody pod ciśnieniem może spowodować szkodę. Można przy tej okazji uszkodzić powłoki malarskie na nadwoziu i elementach podwozia pojazdu, a niekiedy uszkodzić uszczelnienia. Dlatego też przesadnie wykonywane czynności oczyszczania i mycia, zbyt częste i zbyt brutalne, są dalece niepożądane.

Zasadniczy wpływ na procesy zużywania i występowania awarii pojazdów mechanicznych wywierają procesy korodowania części oraz starzenie materiałów. Procesy korodowania związane są zarówno z warunkami przechowywania pojazdów, maszyn i urządzeń i ich użytkowania, jak i z czasem ich użytkowania [Bocheński 1995; Niziński 2000; Orzełowski 2007]. W przypadku dużego rocznego przebiegu samochodu, rzędu 20-30 tys. km na rok, wpływ procesów korozyjnych jest raczej drugorzędny. Przy małym natężeniu eksploatacji pojazdów szczególnie prywatnych lub maszyn rolniczych (przechowywanych często bez użytkowania przez miesiące), proces moralnego zestarzenia, będący następstwem procesów korodowania i starzenia, jest decydujący.

Procesy smarowania trących części pojazdów, maszyn i urządzeń są w dość dużym stopniu równoznaczne z konserwacją. Pokryte warstwą smaru przeciwtarcio-

wego powierzchni metalowe chronione są przed wpływem czynników atmosferycznych oraz agresywnością chemiczną wielu substancji (składników wilgoci atmosferycznej i rozmaitych substancji zawartych w powietrzu, składników płynów eksploatacyjnych, produktów spalania itp.). Jednak smar przeciwтарыowy, szczególnie smar o dużych własnościach smarnych, zawiera wiele związków organicznych i nieorganicznych, przede wszystkim kwasów tłuszczowych, które wchodzi w reakcję chemiczną z metalem, szczególnie żelaznym, powodując stopniowe jego niszczenie. Przy dłuższym przechowywaniu części trące zaczynają korodować. Przyczyną tego jest zarówno obnażenie powierzchni z warstwy smaru w wyniku jego ściekania, jak i postępujący proces rozkładu substancji smaru i jego starzenie, potęgujące agresywność korozyjną.

W odniesieniu do części trących niesmarowanych proces korozji elektrochemicznej występuje w sposób ciągły. Jedyne dogodne warunki przechowywania, w atmosferze suchej i pozbawionej szkodliwych domieszek (związków siarki, związków sodu i chloru itp.), mogą proces korozji znacznie spowolnić.

Prowadzone badania dowiodły, że wszystkie części trące, nawet pracujące w otoczeniu smaru przeciwтарыowego, korodują w czasie eksploatacji [Arczyński 1993; Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Niziński 2000]. Jednak w przypadku bogato smarowanych części, szczególnie przy intensywnym użytkowaniu pojazdów, maszyn i urządzeń, proces korozji jest wyraźnie drugorzędny. Intensywność zużycia w wyniku tarcia jest wielokrotnie większa niż w wyniku korozji tak, że wpływ jej można pominąć.

Problem wpływu korozji na zintensyfikowanie zużycia i przyspieszenie wystąpienia awarii jest ważny przede wszystkim przy długotrwałym przechowywaniu pojazdów (maszyn rolniczych) przy nikłej eksploatacji, a także w odniesieniu do części trących bez smaru lub części niepracujących przy tarcu, szczególnie pozbawionych powłok ochronnych.

Przy rozpatrywaniu czynników związanych z obsługą techniczną i mających wpływ na intensyfikację zużycia i wywołanie awarii nie można pominąć wpływu roli kwalifikacji personelu obsługującego, tj. operatora maszyn i personelu stacji obsługi technicznej [Bocheński 1995; Orzelowski 2007; Rzeźnik 2002]. Kwalifikacje tych osób mają niemal decydujący wpływ na trwałość części, zespołów i mechanizmów pojazdu. Szczególnie ważne są kwalifikacje obsługujących pojazdy wysokiej klasy, mające delikatne i precyzyjne mechanizmy i zespoły. Nieprecyzyjne wyregulowanie mechanizmów i układów sterowania oraz zespołów układu napędowego, wadliwie wykonane czynności smarowania, prowadzą nie tylko do zintensyfikowania zużycia, ale i powstania awarii. Jeszcze gorsze jest to, że w praktyce eksploatacji pojazdów, maszyn i urządzeń niewłaściwe kwalifikacje obsługujących lub zaniedbanie wykonania pewnych czynności obsługi prowadzą często do katastrof i wypadków drogowych.

3.2. Efektywność regeneracji części maszyn w aspekcie ochrony środowiska przyrodniczego

Regeneracja może być źródłem dużych oszczędności oraz poprawy jakości, niezawodności i warunków eksploatacji maszyn i urządzeń [Bocheński 1994; Cypko, Łopuszyński, Małek 1986; Donarowicz 1993; Frycze 1988; Dreszczyk, Malicki 1999; Gołąbek 1989; Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Łuczak, Mazur 1981; Michałek, Tomczyk 2001; Tomczyk, Kubera 1996, 1997; Tomczyk 2006d, 2007, 2010a; Wojdak 1986]. Ma to istotne znaczenie, szczególnie w niedoinwestowanym i rozdrobnionym polskim rolnictwie, przy rosnących kosztach produkcji, niskich dochodach rolników oraz globalnej konkurencji w produkcji żywności.

Regeneracja części i odnowa uszkodzonych podzespołów powinna stanowić wyzwanie dla producentów nowoczesnych konstrukcji maszyn i urządzeń, których naczelną dewizą winna być duża niezawodność eksploatacyjna produkowanych maszyn i urządzeń, niskie koszty eksploatacyjne (tańsze regenerowane części wymienne o wysokich parametrach użytkowych porównywalnych do części oryginalnych), bodźce ekonomiczne do jej prowadzenia oraz świadomość, iż regenerując części czynnie wpływają na ochronę środowiska naturalnego poprzez recykling wyeksploatowanych i złomowanych maszyn i urządzeń. Warunkiem podwyższenia jakości odnawianych maszyn jest usprawnienie poszczególnych faz procesu odnowy. Przeprowadzone badania w tym zakresie nasuwają wiele krytycznych uwag do przeprowadzanych napraw. Maszyny zakwalifikowane do napraw w wielu przypadkach nie poprzedziły niezbędne badania diagnostyczne, ustalające ich aktualny stan techniczny. W wyniku, czego proces naprawy często wykonywany był w zakresie i terminie nieodpowiednim do wymogów technicznych, co wpływało na obniżenie efektywności ekonomicznej jej prowadzenia.

W ostatnich latach regeneracja elementów stosownych w naprawach maszyn i zespołów stanowi marginalny zakres działalności remontowej przedsiębiorstw. Wysoka efektywność i jakość regeneracji, jej korzystne oddziaływanie na środowisko przyrodnicze oraz niższe koszty eksploatacji maszyn i urządzeń, uzasadniają konieczność szybkiego rozwoju tej dziedziny działalności w zapleczu naprawczym jednostek (warsztatów) świadczących obsługę techniczną sprzętu [Bocheński 1994; Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Tomczyk, Kubera 1996, 1997; Tomczyk 2004a, 2006c, 2007, 2009b; Wojdak 1986].

3.2.1. Analiza opłacalności regeneracji części wymiennych

Regeneracja części i odnowa uszkodzonych podzespołów w przeprowadzanych naprawach maszyn i urządzeń jest złożonym i kosztownym przedsięwzięciem. Nieprawidłowo przeprowadzona weryfikacja wstępna i kwalifikacja części nadających się do regeneracji może już na wstępie przekreślić celowość jej prowadzenia (np. przekroczenie dopuszczalnego zakresu zużycia zmęczeniowego), a w miejsce

przyszłych (oczekiwanych) korzyści, przynieść ewidentne straty ekonomiczne [Bocheński 1995; Frycze 1988; Gołąbek 1989; Tomczyk 1994a,b; Tomczyk, Kubera 1996; Wojdak 1986].

Wieloletnie badania naukowe licznej grupy osób zajmujących się zagadnieniami eksploatacji oraz procesami zużycia elementów konstrukcji maszyn i urządzeń [Bocheński 1994; Bleckstein 1991; Fryczke 1988; Dreszczyk, Fołtynowicz, Maternik 1985; Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Michalski, Niziński 1997; Tomczyk 1994a,b,c,d, 2004a,b, 2006a,b, 2007, 2010a,b,c ; Wojdak 1986, 1988] i wielu innych (bibliografia)] wykazują, iż technicznie i ekonomicznie uzasadnione jest objęcie regeneracją ok. 15% wszystkich części składowych wyrobu finalnego. Przykładowe korzyści jakie mogą osiągnąć użytkownicy maszyn stosując części zregenerowane w procesach naprawczych użytkowanych przez siebie maszyn, przedstawia tabela 2 [Tomczyk 2007].

Tabela 2. Ocena efektów ekonomicznych regeneracji części i odnowy zespołów maszyn rolniczych

L.p.	Rodzaj zespołu	Typ maszyny	Koszt regeneracji (odnowy) K_r [zł]	Koszt zakupu nowych K_n [zł]	Efekty ekonomiczne regeneracji K_r/K_n [%]
1.	Pompa wtryskowa	C-330	90	500	18
2.	Sprężarka	C-330	107	500	21
3.	Pompa wtryskowa	C-385	150	840	18
4.	Sprężarka	C-385	130	770	17
5.	Rozrusznik	C-385	70	550	13
6.	Pompa wtryskowa	Z-056	130	840	15
7.	Pompa wodna	Z-056	135	400	34
8.	Rozrusznik	Z-056	107	480	22

Źródło: badania własne

Na rysunku 2 przedstawiono tok postępowania przy ustalaniu efektów ekonomicznych regeneracji części i podzespołów wymiennych [Tomczyk 2007].

Podjęcie decyzji o prowadzeniu działalności produkcyjnej związanej z regeneracją części jest procesem bardzo złożonym ze względu na szeroki asortyment regenerowanych części i różnorodność stosowanych metod ich odnowy. Do ekonomicznych czynników warunkujących podjęcie się regeneracji należy zaliczyć:

- ekonomiczną analizę rynku części i podzespołów wymiennych,
- określenie ilości części spełniających kryteria przydatności i nadających się do regeneracji,
- analizę możliwości nabycia uszkodzonych (zużytych) części nadających się do regeneracji,

- ustalenie form współpracy w zakresie obrotu częściami i podzespołami przeznaczonymi do regeneracji i zregenerowanymi,
- ostateczne ustalenie ceny detalicznej części i podzespołów zregenerowanych.

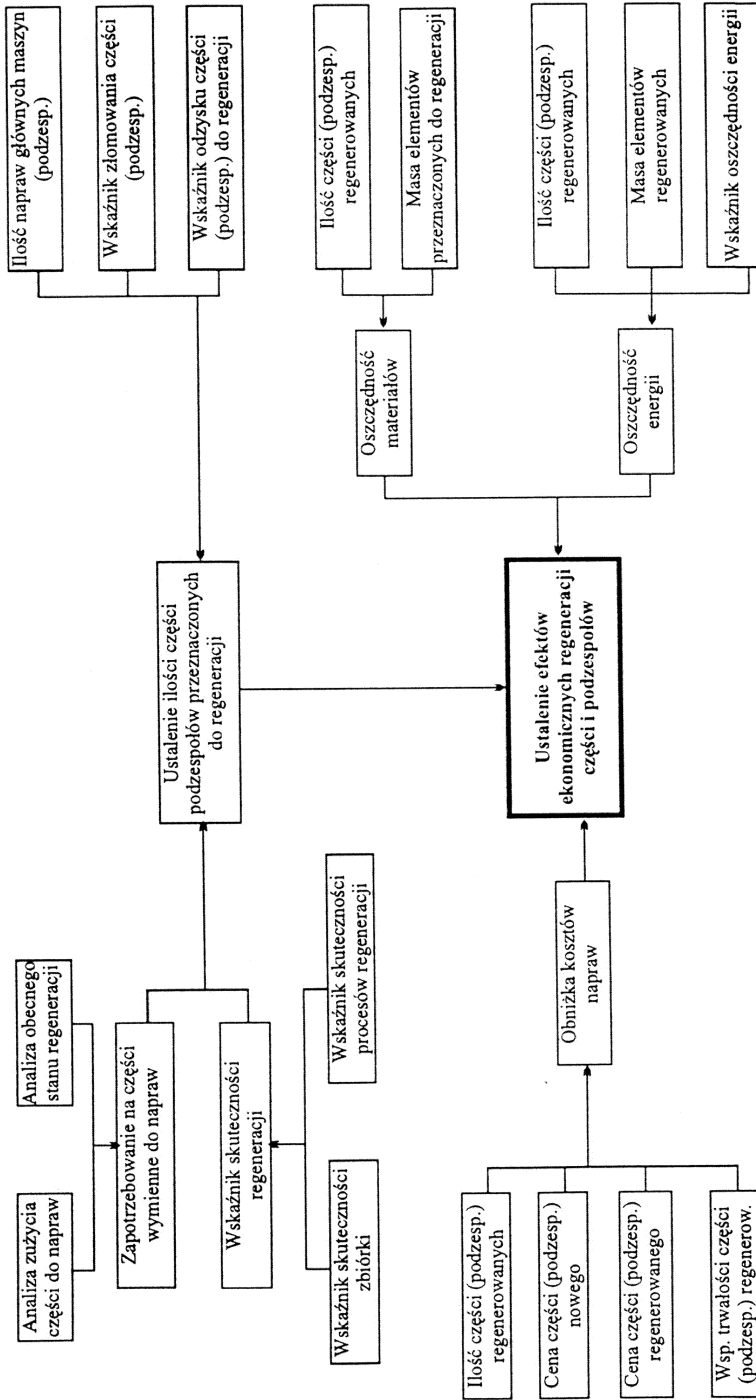
Przeprowadzona analiza (rys. 3) [Tomczyk, Kubera 1996] uwidacznia, iż najistotniejszymi elementami takiego sposobu określenia efektywności ekonomicznej regeneracji części i odnowy uszkodzonych podzespołów są:

- ustalenie wielkości puli części spełniających kryteria regeneracji,
- sporządzenie kalkulacji kosztów poszczególnych regenerowanych części wymiennych.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Czynniki warunkujące efektywność regeneracji części



Źródło: opracowanie własne

Rys. 3. Ustalenie efektywności regeneracji części

Poprawne merytorycznie określenie powyższych elementów świadczyć może o randze i wadze całego przedsięwzięcia, co ma szczególne znaczenie obecnie w dobie dynamicznie postępujących zmian i powszechnej konkurencji.

Regeneracja i recykling poeksploatacyjny pojazdów, maszyn i urządzeń w aspekcie poszanowania norm Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska, oddziałują również korzystnie na ochronę wyczerpywanych (ograniczonych) zasobów naturalnych (rudę metali, nośniki energii, itp.), degradację środowiska przy ich wydobywaniu (szkody górnicze) i przetwarzaniu na gotowe produkty i wyroby użytkowe, bez których obecnie trudno sobie wyobrazić normalną egzystencję [Ustawa z dn 6.VII.2001, 27.IV.2001 r.; Dyrektywa UE Nr 96/61].

3.3. Aspekty ekologii w konstruowaniu i odnowie maszyn i urządzeń

Powszechnie użytkowane pojazdy, maszyny oraz urządzenia techniczne są eksploatowane w złożonych systemach eksploatacyjnych i są to obiekty o skomplikowanych strukturach konstrukcyjnych, które w zdecydowanej większości podlegają w przypadku ich uszkodzenia, naprawom. Charakteryzują się one tym, iż w systemie eksploatacji pełnią funkcję pośrednika działania w procesie roboczym lub są przedmiotem działania w procesie ich naprawy (odnowy). Konstrukcje współczesnych maszyn i urządzeń muszą spełniać szereg kryteriów i wymagań użytkowo-eksploatacyjnych oraz rygorystycznych norm w zakresie ochrony środowiska [Bocheński i zesp. 2000; Cieślowski 2007; Donarowicz 1993; Leszek, Mazurkiewicz, Trzos 1999; Michalski, Niziński 1997; Rzeźnik 2002; Zblichowski i In. 1993; Żółtowski, Józefik 1996; Ustawa z dn 6.VII.2001, 27.IV.2001 r.; Dyrektywa UE Nr 96/61].

Struktura konstrukcyjna maszyn i urządzeń oraz ich uciążliwość dla środowiska naturalnego jest kształtowana już na etapie projektowania i konstruowania [Arczyński 1993; Bocheński 1994; Karpiński 2004; Michalski 1997b; Piasecki 1995]. Na tym etapie następuje kształtowanie i dobieranie częściom i zespołom maszyn właściwych cech konstrukcyjnych, które umożliwią realizację wymaganych zadań stawianych przed nimi w procesie ich użytkowania. Cechy te muszą być tak dobrane, by zapewnić pożądaną strukturę i stan projektowanej maszyny (urządzenia) w założonym okresie oczekiwanej i niezawodnej eksploatacji. Każde działania w tym względzie mają zasadniczo ten sam cel, a mianowicie zaprojektować konstrukcję funkcjonalną, spełniającą wysokie wymagania odnośnie jakości wykonywanych przez nią zadań w procesie użytkowania oraz rygorystyczne normy w zakresie ochrony środowiska w trakcie ich użytkowania oraz poeksploatacyjnego ich zagospodarowania, tj. całkowitej utylizacji i recyklingu. Jednym z najefektywniejszych sposobów i metod zagospodarowania i utylizacji wyeksploatowanych i złomowanych tychże obiektów technicznych jest racjonalnie stosowany recykling

odzyskanych surowców oraz regeneracja zużytych części i odnowa uszkodzonych podzespołów [Dreszczyk, Filtynowicz, Maternik 1985; Goć, Muzalewski, Olszewski 1996; Johansson 1997; Tomczyk, Kubera 1996; Tomczyk 2005a, b, 2007, 2009b, 2010a; Wojdak 1986].

Według ustawodawstwa krajowego oraz dyrektyw Unii Europejskiej, jako formę recyklingu wyeksploatowanych maszyn i urządzeń należy szeroko stosować nowoczesne i proekologiczne metody regeneracji uszkodzonych części z późniejszym ich wykorzystaniem w procesach naprawczych. Sposób ten jest jednym z wielu mogących wpłynąć na poprawę wskaźników ekonomicznych prowadzenia rolniczej działalności niezbyt zamożnych, (ale nie tylko) gospodarstw rolniczych [Ustawa z dn 6.VII.2001, 27.IV.2001 r.; Dyrektywa UE Nr 96/61].

Dobrze przemyślana na etapie koncepcji oraz opracowana struktura i wykonana konstrukcja maszyn i urządzeń powinna odpowiadać z góry określonym i przewidzianym wymaganiom eksploatacyjno-użytkowym, ekonomicznym, technologicznym, jakościowym i ekologicznym. W procesie opracowywania konstrukcji nowej maszyny należy bezwzględnie przyjąć odpowiednie kryteria optymalizacji i zasady eksploatacyjno-użytkowe oraz ekologiczne. Powinny one być uwzględniane w różnym stopniu, zależnie od przeznaczenia projektowanej konstrukcji. Podstawowymi zasadami w tym przypadku zawsze powinny być: funkcjonalność, niezawodność i trwałość, sprawność, niskie koszty produkcji, lekkość konstrukcji, dostępność materiałów, właściwy układ przenoszenia obciążeń, technologiczność obsługowo-naprawcza, łatwość w użytkowaniu, ergonomiczność, niskie koszty eksploatacji, zgodność z obowiązującymi przepisami i normami, niska uciążliwość dla środowiska, możliwość szybkiego, łatwego i całościowego zagospodarowania (recykling: produktowy, surowcowy, energetyczny) złomowanych obiektów technicznych z zasadami poszanowania środowiska.

Regeneracja części w większości przypadków jest jedną z ekologicznych form poeksploatacyjnego zagospodarowania wyeksploatowanych (złomowanych) konstrukcji maszyn i urządzeń, ale w pewnych przypadkach może się okazać, iż regeneracja danej części (np. małych elementów) jest z ekonomicznego punktu widzenia nieopłacalna, a ze względów ekologicznych – wręcz zabroniona. Jednak decyzja o podjęciu się wykonywania regeneracji zużytych części jest procesem złożonym (duża liczba i zróżnicowany asortyment części, różnorodność stosowanych metod i technologii regeneracji). Na podstawie badań własnych [Tomczyk 1994a,b,c,d, 1998, 2004a,b] oraz literatury [Michalski, Niziński 1997; Wojdak 1986, 1988; Zblichowski 1993] można przedstawić szereg czynników mających bezpośredni wpływ na podjęcie właściwych (optymalnych) decyzji w zakresie regeneracji części wymiennych, co przedstawia tabela 3 [Michalek, Tomczyk 2001].

Tabela 3. Kryteria regeneracji części maszyn

Kryteria	Cechy kryteriów
Eksploatacyjne	Funkcjonalność, zamienność elementów, wytrzymałość zmęczeniowa, odporność na zużycie ściernie, krotkość regeneracji danej części, współczynnik trwałości itp.
Techniczne	Analiza zużycia części w czasie eksploatacji, wytypowanie części do regeneracji, opracowanie technologii regeneracji, wybór metody regeneracji, wykonanie wstępnych prób części zregenerowanych, dobór parametrów technicznych regeneracji (obróbki materiałów), badania trwałości i niezawodności itp.
Technologiczne	Dobór materiałów, dobór właściwych parametrów prowadzenia zabiegów regeneracji, stan obróbki powierzchni, kształt elementu, wymiar i ciężar części, liczba elementów itp.
Ekonomiczne	Analiza rynku części, zapotrzebowanie na części regenerowane, analiza możliwości nabycia części nadających się do regeneracji, formy współpracy w zakresie obrotu częściami, kalkulacja kosztów regeneracji, ustalenie cen części regenerowanych, działania marketingowe itp.
Organizacyjne	Ustalenie sieci zakładów zajmujących się regeneracją, logistyka w zakresie regeneracji (magazyny, transport, łączność) itp.
Ekologiczne	Dobór właściwej metody regeneracji, analiza uciążliwości danej metody regeneracji dla środowiska przyrodniczego itp.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Wojdak 1986.

Warunkiem pomyślności prowadzenia regeneracji części jest zapewnienie im odpowiedniego zapasu wytrzymałości zmęczeniowej. Części maszyn poddawane cyklicznym zmiennym obciążeniom można regenerować pod warunkiem, że posiadają one wystarczający zapas wytrzymałości zmęczeniowej, gdyż w trakcie procesów regeneracji – można jedynie w znikomym zakresie ją przywrócić lub nawet częściowo zwiększyć [Bocheński 1994; Frycze 1988; Dreszczyk, Fołtynowicz, Maternik 1985; Łuczak, Mazur 1981; Niziński 2000; Rzeźnik 2002]. Jednak optymalnym rozwiązaniem jest uwzględnienie już na etapie projektowania znacznego jej zapasu (np. wały korbowe do silników spalinowych mogą być poddawane 4-5 krotnej regeneracji przy zachowanej odpowiednio wytrzymałości zmęczeniowej) [Michalski, Niziński 1997, i in.].

3.4. Przeciwdziałanie zużyciu i obniżanie intensywności procesów zużycia eksploatacyjnego pojazdów, maszyn i urządzeń

We wszystkich trących częściach maszyn i pojazdów, w wyniku procesu tarcia i innych współdziałających niszczących czynników, nieuchronnie musi wystąpić zużycie. Wystąpienie zużycia jest nieuchronne również tam, gdzie brak procesów

tarcia. Nie ma wówczas ubytku materiału, natomiast występuje moralne starzenie części i w wyniku procesów zmęczenia i starzenia dochodzi do utraty własności użytkowych trących części maszyn i pojazdów [Bocheński 1995; Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Orzełowski 2007].

Aby procesy zużycia były mało intensywne, a trwałość pojazdów i maszyn była możliwie duża, potrzebne jest połączone współdziałanie konstruktora, technologa (producenta) i eksploatatora. Odpowiednie kształtowanie konstrukcyjne i technologiczne części zespołów i mechanizmów, racjonalne ich użytkowanie, a także obsługiwane i przechowywanie (konserwowanie) może w sposób zasadniczy spowodować procesy zużywania, wpływając tym samym na wydatne zwiększenie ich trwałości i niezawodności.

3.4.1. Projektowanie trwałych pojazdów, maszyn i urządzeń

Z powyższych rozważań wynika, że istnieje zależność zużycia (intensywności zużywania i jego wartości oraz rodzaju zużycia) od szeregu czynników. Do czynników tych zaliczamy [Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Michalski, Niziński 1997; Niziński 2000]:

- twardość powierzchni i warstwy wierzchniej trących części. Podwyższenie twardości, szczególnie przy tarcii innym niż płynne, z reguły uodparnia parę trącą na proces zużywania;
- zawartość węgla w stali. Odporność stali na zużywanie jest z reguły tym większa, im większa jest zawartość węgla, tzn. im szlachetniejsza i bardziej wytrzymała jest stal, z której zastały wykonane elementy konstrukcyjne pojazdów, maszyn i urządzeń;
- procesy obróbki cieplnej. Z reguły stale hartowane i odpuszczane wykazują większą odporność na zużycie niż stale niepoddane obróbce cieplnej, charakterystyczne jest także to, że stale tylko hartowane bez odpuszczania są mniej odporne na zużycie niż stale odpowiednio odpuszczone po procesie hartowania;
- zgniot powierzchniowy. Umocnienie warstwy wierzchniej przez zgniot mechaniczny powoduje bardzo wyraźnie zwiększenie odporności na zużycie i jest zabiegiem skuteczniejszym niż podwyższanie twardości przez obróbkę cieplną i cieplno-chemiczną;
- struktura trącego metalu. Metal o wysokiej twardości i drobnoziarnistej budowie, wykazujący dużą wytrzymałość na ścinanie, zgniot i ściskanie (do takich metali zaliczamy wszelkie stopy heterogeniczne) jest bardziej odporny na zużycie niż metale i ich stopy;
- gładkość powierzchni. Z reguły części mające wysoką gładkość trącej powierzchni, są bardziej odporne na procesy zużywania niż części chropowate;

- odpowiedni luz oraz odpowiednia geometria mikropowierzchni. Istnienie obiektywne luzu, zapewniającego utworzenie klina smarowego lub takiej mikrogeometrii powierzchni, aby wystąpiły warunki do utworzenia mikroklinów smarowych (zapewniających wystąpienie tarcia półpłynnego, mieszanego, z bogatym smarowaniem) obniża wyraźnie intensywność zużywania;
- wartość naprężeń stykowych występujących przy tarcii toczeniem lub toczno-ślizgowym. Odporność na zużycie jest tym większa, im mniejsze są naprężenia kontaktowe (zależne od wartości rzeczywistych nacisków stykowych);
- rodzaj naprężeń własnych w warstwie wierzchniej. Naprężenia własne ścisiskające (powstałe np. w wyniku zgniotu powierzchniowego) zapewniają na ogół większą odporność na zużycie niż naprężenia rozciągające;
- wartość i rodzaj obciążeń oraz prędkość względna trących części. Procesy te intensyfikują zużycie, szczególnie naciski udarowe oraz duża prędkość względna przy tarcii innym niż płynie. Najdogodniejsze warunki zużywania występują przy niedużych obciążeniach statycznych oraz przy:
 - a) małej prędkości w przypadku tarcia suchego i mieszanego,
 - b) dużej prędkości w przypadku tarcia płynnego;
- odporność na żar tworzyw sztucznych. Wysoka temperatura zwęglania lub topnienia tworzyw sztucznych gwarantuje większą odporność na zużywanie niż temperatura niska;
- grubość warstwy wierzchniej, gradient naprężeń i inne jej własności. Warstwa wierzchnia o umiarkowanym stopniu zgniotu i umiarkowanych wartościach naprężeń własnych, szczególnie rozciągających, jest bardziej odporna na zużywanie niż warstwa np. rozluźniona, posiadająca rysy i pęknięcia, mająca duży gradient naprężeń. Dlatego niezmiernie ważne jest takie dobranie warunków i rodzaju obróbki mechanicznej (skrawaniem i innej), aby własności warstwy wierzchniej były dogodne. Szczególnie szkodliwe dla trwałości części trących jest skrawanie mechaniczne dużymi wiórami i z dużymi prędkościami, a także zgrubne szlifowanie bez intensywnego chłodzenia.

Jak z powyższego wynika, problem skonstruowania par roboczych współpracujących ze sobą elementów o największej trwałości nie jest łatwy.

Dążąc do projektowania trwałych mechanizmów i zespołów pojazdów, maszyn i urządzeń należy ze względu na procesy zużywania brać pod uwagę:

- granice działania różnych prawidłości procesów zużywania,
- zależność intensywności zużywania od nacisków jednostkowych i prędkości ślizgania (toczenia) dla różnych rodzajów zużycia i smarowania,
- wpływ różnych czynników: smarowania, temperatury, rodzaju smaru, ilości i charakteru ścierniwa itp. na intensywność zużywania metali i niemetalu,

- wpływ typów i jakości uszczelnień na intensywność zużywania konkretnych par trących,
- zależność trwałości trącej części od rodzaju procesu docierania (warunki docierania, rodzaj smaru, częstotliwość wymiany smaru i innych zabiegów obsługowych w okresie docierania) dla narzucenia warunków docierania w produkcji i eksploatacji.

Przy projektowaniu trących części pojazdów, maszyn i urządzeń należy także już w toku konstruowania przewidzieć wartość ich zużycia.

3.4.2. Przeciwdziałanie zużyciu na drodze konstrukcyjnej i produkcyjnej

Walka ze zużyciem trących części pojazdów, maszyn i urządzeń polega na dążeniu do przechodzenia od bardzo niszczących rodzajów zużycia do innych łagodniejszych, np. od procesu zużycia przez szepianie I rodzaju do zużycia przez utlenienie.

Do obniżenia zużywania dąży się w procesie tworzenia obiektów technicznych:

- na drodze konstrukcji przez należyty dobór kształtu części trących, kształtowanie nacisków jednostkowych i prędkości w odpowiednich wartościach i granicach, dobór odpowiednich gatunków tworzyw na konkretne części trące, dążenie do wyeliminowania tarcia suchego i ubogiego mieszanego, dążenie do uniknięcia wpływu ścierniwa, szerokie stosowanie odpowiednich uszczelnień, zapewnienie istnienia optymalnej temperatury itp.,
- na drodze technologicznej przez wybór optymalnego rodzaju obróbki i rodzaju narzędzia skrawającego, kształtowanie optymalnej jakości powierzchni i warstwy wierzchniej, wybór optymalnych warunków obróbki cieplnej i ciepło-chemicznej, prawidłowy montaż trących części itp.

Procesy konstruowania pojazdów, maszyn i urządzeń nie są procesami prostymi. Rzutuje na nie bardzo wiele czynników, dwóch zasadniczych grup:

- dążenie do skonstruowania obiektów o doskonałej, niezawodnej konstrukcji (opartej na najnowocześniejszych rozwiązaniach ułatwiających ich eksploatację i zapewniających wysoki komfort użytkownika),
- dążenie do skonstruowania obiektu technicznego taniego i ekonomicznego w eksploatacji o dużej żywotności części, prostej konstrukcji, prostocie wykonywania czynności nie tylko obsługowych, ale i naprawczych.

Czynniki obu grup są wyraźnie przeciwstawne. Nie jest łatwe takie konstruowanie, które by wybierało złoty środek: spowodowało stworzenie np. pojazdu taniego i trwałego, nowoczesnego i prostego, bezpiecznego i prymitywnego. W każdym przypadku polepszenie sumy jakości nie idzie w parze z taniością. Z kolei pojazd tani nie zapewnia jazdy ani bezpiecznej, ani komfortowej, ani długiej w okresie międzynaprawczym.

We wszystkich jednak przypadkach konstruowania trudno jest o stworzenie bardzo trwałego pojazdu, maszyny lub urządzenia wówczas, gdy nie istnieją wystarczające metody dla należytego przewidzenia trwałości poszczególnych części trących. Bardzo często w efekcie konstrukcji stwarza się np. pojazd, w którym obok wielu (podstawowych części odpornych na zużycie znajdują się trące części o trwałości znacznie mniejszej niż trwałość całego pojazdu. Rzadko konstruktor tworzy pojazd taki, który by miał wszystkie części trwałe o dużym przebiegu międzynaprawczym. Pojazdy tańsze są z reguły bądź bardziej prymitywne, bądź znacznie mniej trwałe i bardziej zawodne [Bocheński 1995; Klaus, Michalski, Tili-pałow 2002; Michalski, Niziński 1997; Niziński 2000; rzeźnik 2002; Tomczyk 2005a, c, 2006c, d, 2010c].

Konstruktor uzyskuje dużą trwałość pojazdów, maszyn i urządzeń także min. przez:

- 1) należyte dobranie przekroju obciążanych części i ich wymiarów geometrycznych, gwarantujących min. umiarkowane wartości nacisków jednostkowych i należyte prędkości przeslizgu,
- 2) zaplanowanie odpowiedniego smarowania, zapewniającego tarcie płynne w zespołach bardzo precyzyjnych, pracujących w niedogodnych warunkach (np. części silnika, szczególnie łożyska) oraz odpowiednie tarcie mieszane w innych częściach, unikając jednocześnie trących części przy tarcu suchym,
- 3) odpowiednie wkomponowanie niezawodnych uszczelnień, zapewniających zarówno niewyciekanie smaru spomiędzy trących części, jak i zapobiegających skutecznie wnikaniu zanieczyszczeń mechanicznych (szczególnie pyłu i piasku) intensyfikujących zużywanie,
- 4) ustalenie takich systemów smarowania, które obok doprowadzania należytej ilości smarów do trących części zapewniają jednocześnie dobre chłodzenie trących warstw wierzchnich, nie pozwalają na wydatne pogorszenie własności mechanicznych w wyniku zbyt wysokiej temperatury.

W toku konstruowania konstruktor musi uwzględniać własności materiałów podlegających tarcu, a zwłaszcza ich własności powierzchniowe. Nie zawsze materiał o dużej wytrzymałości objętościowej (na zginanie, ścinanie lub rozciąganie) zapewnia małą intensywność zużywania.

W pojazdach, maszynach i urządzeniach mechanicznych spotyka się wiele części, przy których od początku eksploatacji występuje bądź ubytek materiału wskutek ścierania lub, co najmniej proces zmian warstwy wierzchniej i narastanie mikropęknięć podpowierzchniowych. W niektórych przypadkach ubytek ten jest równoznaczny z podwyższeniem wartości luzu między trącymi częściami, szczególnie w łożyskach ślizgowych poprzecznych. Powiększenie luzu powoduje zawsze utratę początkowych własności zespołu i mechanizmu pojazdu, a więc zwiększenie drgań, występowanie uderzeń mechanicznych, obniżenie precyzji przekazywania sił i momentów. W wyniku np. zwiększenia luzów w łożyskach

układu kierowniczego maleje precyzja kierowania pojazdem: ruchy koła kierowniczego przekazywane są na koła kierowane pojazdu nieprecyzyjnie, pojazd ma tendencje do ruchu wężykowatego.

W innych przypadkach, np. we wszelkich łożyskach podłużnych, tocznych, prowadnicach pracujących przy ruchu ślizgowym posuwisto-zwrotnym, procesy zużywania mogą prowadzić nie do podwyższenia luzu, lecz do zmiany wzajemnego ustawienia części trących względem siebie (sprzęgło, hamulce itp.). Prowadzi to do pogorszenia jakości pracy danego mechanizmu i zespołu, jeśli nie zostaną odpowiednio wykonane czynności regulacji doraźnej lub kompensacji zużycia.

W praktyce konstruowania pojazdów, maszyn i urządzeń wyróżnia się kilka typowych grup połączeń tarciovych [Arczyński 1993; Niziński 2000; Orzełowski 2007].

Do pierwszej grupy zalicza się te pary robocze, których warunki tarcia i przebiegi zużywania są w toku eksploatacji jednostajne z uwzględnieniem naturalnie doraźnych zmian intensywności zużywania, wynikłych np. z zmiennych w czasie warunków użytkowania (np. pojazdu samochodowego, ciągnika rolniczego, itp.). Tutaj należy mieć na uwadze 2 grupy połączeń: pierścieniowe oraz stożkowe. Są one podstawowymi elementami budowy hamulców i sprzęgieł ciernych. W połączeniach tych punkty powierzchni znajdujące się na wspólnej trajektorii ruchu, trą z jednakowymi prędkościami poślizgu i przy jednakowych naciskach jednostkowych. W tym przypadku występują jednakowe warunki zużywania. Natomiast warunki zużywania stref leżących na różnych trajektoriach ruchu (tzn. w miejscach większych średnic) są niejednakowe.

Do drugiej grupy zaliczamy takie pary robocze, w których tylko jeden z trących elementów ma jednostajne warunki przy tarcu.

W połączeniach zaliczonych do trzeciej grupy nie są utrzymane jednakowe warunki zużywania na powierzchniach trących. Typowymi przedstawicielami takich par są prowadnice płaskie i połączenia jarmowe np. strugarek. Tutaj przebieg zużycia w poszczególnych punktach jest nierównomierny.

Do czwartej grupy połączeń zaliczamy wszystkie elementy toczne, przy których procesy zużywania przebiegają według odmiennego mechanizmu niż występujący przy tarcu ślizgowym. Ubytek liniowy zaczyna się tutaj dopiero po dłuższym czasie pracy i właściwie decyduje już wówczas o konieczności dokonania czynności naprawczej.

Nie jest możliwe takie skonstruowanie maszyny, aby można było uniknąć procesu zużywania. Zawsze we wszystkich przypadkach tarcia części, zużycie ich wystąpi nieuchronnie. Niezależnie od prac, mających na celu uodpornienie trących warstw wierzchnich na zużycie, konieczne jest zapobieganie skutkom zużycia przez jego kompensację ekonomicznie uzasadnioną i skuteczną. Kompensacja ma na celu zlikwidowanie skutków powiększonego luzu, szkodliwego dla pracy

zespołu i mechanizmu pojazdu (lub innej maszyny). Stosowane powszechnie kompensatory zużycia dzielą się na dwa typy:

- 1) kompensatory mające na celu usunięcie usterek powstałych wskutek zużycia drogą doraźnej regulacji w czasie obsługi pojazdu (maszyny);
- 2) kompensatory nastawne automatycznie (samonastawne) usuwające niedokładności wymiarowe (luzy) wynikłe w toku zużycia, działające samoczynnie bezpośrednio w toku pracy pojazdu (maszyny).

W praktyce konstruowania zespołów pojazdów, maszyn i urządzeń stosuje się często oba rodzaje kompensatorów. W przypadkach koniecznych, tam gdzie potrzebna jest duża precyzja pracy (np. w elementach mechanizmu kierowania) stosuje się kompensację samoczynną, niekiedy nawet bardzo skomplikowaną, mechaniczną, hydrauliczną lub pneumatyczną. Taką samoczynną kompensację stosuje się przy połączeniach śrubowych i przy przegubach kulistych np. mechanizmu kierowania pojazdem. W innych przypadkach stosuje się powszechnie kompensację doraźną, wykonywaną we wszelkiego typu hamulcach i sprzęgłach, mechanizmie rozrzędu i w rozmaitych łożyskach.

Kompensacja doraźna pozwala poprzez czynności regulacyjne, powszechnie stosowane przy obsługach technicznych pojazdów, maszyn i urządzeń mimo wystąpienia wyraźnego zużycia, doprowadzić np. pojazd, w szczególności elementy, które uległy zużyciu, do stanu pozwalającego na dalszą eksploatację bez występowania zakłóceń. W razie nadmiernego zużycia kompensacja przestaje być możliwa. Zupełne zużycie tarcz ciernych sprzęgła lub nakładek hamulców nie pozwala się już niczym skompensować. Konieczna jest wówczas wymiana tych elementów.

Kompensacja nie likwiduje w pełni ujemnych skutków procesu zużywania. Pozwala jednak na zachowanie prawidłowego środkowania (wycentrowania) elementów, eliminuje powstawanie luzów i zachowuje luzy pierwotne, optymalne dla należytej eksploatacji danego zespołu i całego pojazdu, a także hamuje proces zużywania. W przypadku niezachowania optymalnego luzu wystąpiłyby dodatkowe udary, intensyfikujące proces zużywania. Kompensacja pozwala również na zachowanie optymalnych warunków bezpieczeństwa jazdy. Brak luzów, które zostały skompensowane automatycznie lub przez regulację, np. w układzie kierowniczym lub w układzie hamowania, pozwala na bezpieczną jazdę, tj. niezawodne przekazywanie ruchów koła kierowniczego na kierowane koła oraz skuteczne, właściwie przebiegające hamowanie (bez np. potrzeby dwukrotnego naciskania pedału hamulca).

Jak wynika z powyższego, zapobieganie częściowe skutkom zużywania zachodzi m.in. w wyniku zabiegów regulacji, wykonanych w toku obsługi technicznej. Czynności regulacji są jednym z ważniejszych sposobów przeciwdziałania procesom zużywania pojazdów, maszyn i urządzeń stosowanych w procesach eksploatacyjnych.

Na etapie produkcji, zadaniem technologa jest opracowanie takiej technologii wykonawstwa części i takiej technologii montażu zespołów i mechanizmów, aby były one wiernym odzwierciedleniem warunków, narzuconych przez konstruktora. W toku przygotowywania produkcji ważne jest:

- 1) wybranie odpowiednich metod obróbki mechanicznej, cieplnej, cieplno-chemicznej i chemicznej, by warstwa wierzchnia i powierzchnia trących części miała własności odpowiadające wytycznym konstruktora;
- 2) wybranie odpowiednich materiałów zastępczych w przypadku niemożliwości zastosowania zalecanych przez konstruktora;
- 3) wierne dotrzymanie przewidzianych przez konstruktora rodzaju i tolerancji pasowań części trących;
- 4) zapewnienie należytego montażu: skojarzenie części o odpowiednich rzeczywistych wymiarach przy zachowaniu odpowiednich luzów oraz czyste wykonanie montażu.

Wszelkie zjawiska zużycia części trących są wynikiem styku powierzchni i ich nierówności oraz procesów odkształceń, zachodzących w cienkich warstwach wierzchnich. Warstwy te, ukształtowane w toku produkcji są o grubości zaledwie kilku setnych milimetra, rzadziej – kilku dziesiątych. Ukształtowanie ich w procesie wytwarzania nie jest zabiegiem prostym. Własności warstwy wierzchniej mogą leżeć w szerokich granicach, zależnych od zastosowanych metod obróbki. Stan powierzchni i warstwy wierzchniej ma decydujący wpływ na trwałość trących części.

Ponieważ zasadniczy wpływ na wszelkie zjawiska zużywania i na ich zintensyfikowanie lub obniżenie intensywności wywiera wartość rzeczywistego nacisku jednostkowego, podwyższenie odporności na zużycie drogą zabiegów technologicznych uzyskać można przede wszystkim przez zwiększenie pola powierzchni rzeczywistego styku części trących. Prowadzi to do podwyższania gładkości powierzchni, która wyeliminuje zbyt duży udział odkształceń plastycznych w początkowych okresach tarcia oraz zapewni możliwość występowania mikroklinów smarowych w trakcie pracy pojazdów, maszyn i urządzeń.

Do metod technologicznych walki ze zużyciem należy zaliczyć:

- tworzenie powierzchni o wystarczająco dużej gładkości, która ustabilizuje się na powierzchni części trącej w wyniku procesów zużywania;
- nałożenie na powierzchnię części trących różnych powłok, odpornych na proces zużywania w większym stopniu niż wyjściowy materiał, z którego wykonuje się trącą część.

Nakładanie powłok z metali twardych nie zawsze daje pożądany efekt. Niektóre z nich, np. chrom, mimo dużej odporności na ścieranie nie zapewniają należytej zwilżalności olejem i utrzymywanie trwałego filmu olejowego w wyniku, czego rośnie znacznie zużycie np. pierścieni tłokowych oraz tłoków, wpływające na

ogólny spadek trwałości grupy tłokowej. Dopiero nałożenie chromu porowatego jest skutecznym środkiem w walce o obniżenie intensywności zużywania grupy tłokowej.

Konkretna gładkość i profil powierzchni trącej zależą nie tylko od własności mechanicznych metalu (tworzywa), ale przede wszystkim od rodzaju zastosowanej obróbki mechanicznej. Zmienia on jednocześnie wyraźnie własności warstwy wierzchniej, wywołując procesy umocnienia, wytworzenia naprężeń własnych, a w przypadku zbyt intensywnej obróbki – rozluźnienie warstwy wierzchniej. Charakterystyczne jest, że nie zawsze obróbka wykańczająca (szlifowanie) nadaje optymalne własności warstwie wierzchniej. Przy surowych warunkach szlifowania może wystąpić rozluźnienie i jednocześnie odpuszczenie warstwy wierzchniej i to na głębokość niekiedy większą od 200 mikrometrów.

Dobre rezultaty zwiększenia odporności na zużywanie części trących metalowych daje obróbka plastyczna, jednak w przypadku nieprzekroczenia granicznego zgniotu. Przekroczenie granicznego zgniotu sygnalizuje zmniejszenie twardości powierzchniowej. Zgniot w umiarkowanych granicach podwyższa twardość metalu.

Realne korzyści w walce ze zużywaniem przynosi stosowanie nakładania powłok z metali bardziej odpornych na zużywanie, lub też uszlachetnianie warstwy wierzchniej przez obróbkę cieplną lub cieplno-chemiczną. Poza wspomnianym już chromem, także nakładane galwaniczne warstwy twardego żelaza lub twardego niklu w znacznym stopniu uodparniają część na zużywanie. Wprowadzenie chromu jako składnika warstwy wierzchniej twardej stali również uodparnia metal na zużycie. Chrom wprowadza się tutaj na drodze dyfuzji. Chromowaniu podlegają z reguły takie części samochodu, jak np. elementy łożysk przekładni głównych, popychacze zaworów, pierścienie tłokowe silników spalinowych, często wały rozrządu, czopy wałów korbowych, a niekiedy zęby przekładni zębatych. Nakładanie twardego niklu daje rezultaty wówczas, gdy dotyczy przede wszystkim części, które pracują w ośrodku silnie korodującym.

Dla złagodzenia tarcia i umożliwienia dopracowania trących części w okresie docierania, często pokrywa się trące powierzchnie warstwą miękkiego metalu (kadm). Powłoki takie szybko doprowadzają do ustabilizowanego tarcia i zużywania przy stosunkowo małym ubytku liniowym i przy bardzo dogodnym ustabilizowaniu własności warstwy wierzchniej.

Dla złagodzenia zużycia bardzo ważne jest szerokie stosowanie zabiegów chemicznych, cieplnych i cieplno-chemicznych, mających na celu uszlachetnienie warstwy wierzchniej. Struktura hartowania (martenzyt i sorbit) stali zapewnia znacznie większą wytrzymałość powierzchniową części trących zarówno ślizgowo, jak i tocznie. W wielu przypadkach zmniejsza ona skłonność stali do tworzenia szczepień adhezyjnych, a więc likwiduje możliwość występowania szkodliwego zużycia przez szczepianie. Powłoki azotkowane, szczególnie stosowane do tulei cylindrowych silników spalinowych, są wielokrotnie bardziej odporne na zużywa-

nie niż stal poddana wyłącznie obróbce cieplnej. Jednocześnie nie umożliwiają one występowania szczepień adhezyjnych.

W procesie produkcji ważny jest wybór odpowiedniej metody hartowania. Stwierdzono, że jeśli część pracuje przy tarcu suchym lub smarowaniu ubogim, to hartowanie prądami wysokiej częstotliwości daje znacznie lepsze rezultaty niż hartowanie po nagrzewaniu w piecu.

Montaż brudny, a także brutalny, czyli przy stosowaniu metod prowadzących do miejscowego odkształcania montowanych części, wyraźnie obniża żywotność pojazdu. Nie bez racji np. przy montowaniu silników lotniczych dba się o laboratoryjną czystość. Zapewnia to niezawodną ich pracę oraz daje rękojmię dużej trwałości i mało intensywnego zużycia.

4. ASPEKTY ORGANIZACYJNO-WDROŻENIOWE SYSTEMU ODNOWY POJAZDÓW, MASZYN I URZĄDZEŃ ROLNICZYCH

4.1. Uwarunkowania organizacyjno-prawne recyklingu poeksploatacyjnego pojazdów, maszyn i urządzeń

W dobie przemian społeczno-gospodarczych i szybkiego postępu naukowo-technicznego coraz częściej następuje odnowa (wymiana na nowe konstrukcje, naprawa, utylizacja) parku maszynowego, który uległ zużyciu technicznemu oraz coraz częściej zużyciu ekonomicznemu (moralnemu). Odnowa ta zachodzi poprzez złomowanie już zużytych i nienadających się do eksploatacji obiektów technicznych lub też ze względu na nieefektywność ekonomiczną ich użytkowania. W obu przypadkach tego typu maszyny i urządzenia stają się niepotrzebnym, zbędnym, uciążliwym i kłopotliwym problemem użytkownika. Pozostawienie ich w stanie poeksploatacyjnym bez ich proekologicznego zagospodarowania stanowiłoby duże zagrożenie dla środowiska przyrodniczego oraz ogromne marnotrawstwo poużytkowych, ale możliwych jeszcze do wykorzystania wielu sprawnych części nadających się do odnowy (naprawy) podobnych konstrukcji maszyn. Natomiast uszkodzone części można poprzez recykling, poddać procesom regeneracji w celu odzyskania przez nie zbliżonych do pierwotnych parametrów i właściwości lub też wykorzystać je jako surowiec wtórny do produkcji nowych maszyn i urządzeń.

Zagospodarowanie pojazdów, maszyn i urządzeń wycofanych z eksploatacji na poziomie europejskim reguluje dyrektywa 2000/53 /WE Parlamentu Europejskiego i Rady.

W Polsce zagadnienie to reguluje ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, a np. w Niemczech rozporządzenie ministra ochrony środowiska, znowelizowane ustawą o utylizacji pojazdów, maszyn i urządzeń wycofanych z eksploatacji.

Prawo europejskie

Dyrektywa 2000/53/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, regulująca problematykę zagospodarowania pojazdów, maszyn i urządzeń wycofanych z eksploatacji, została uchwalona 18 września 2000 r. Celem dyrektywy była harmonizacja przepisów krajowych państw członkowskich Unii Europejskiej, dotyczących zago-

spodarowania odpadów, jakimi są pojazdy, maszyny i urządzenia wycofane z użytku. Ponadto twórcom dyrektywy chodziło o zapewnienie spójności działań poszczególnych państw członkowskich w zakresie ochrony środowiska naturalnego, uregulowania wspólnych wymagań dotyczących problematyki zbiórki, przetwarzania, odzysku i unieszkodliwiania wyeksploatowanych pojazdów, maszyn i urządzeń oraz odzysku i ponownego zużycia ich części. Uchwalenie dyrektywy 2000/53/WE przyczyniło się do ujednoczenia wspólnotowych przepisów w zakresie szeroko rozumianej gospodarki odpadami oraz było warunkiem do stworzenia przez wszystkie państwa członkowskie systemu zbierania, przetwarzania i odzysku wycofywanych z eksploatacji pojazdów, maszyn i urządzeń.

Dyrektywa definiuje najważniejsze pojęcia, takie jak pojazd, pojazd wycofany z eksploatacji, producent, przetwarzanie, odzysk, unieszkodliwianie i podmioty gospodarcze, przy czym odwołuje się do pojęć zdefiniowanych już w innych dyrektywach, przede wszystkim w dyrektywie ramowej 75/442/EWG o odpadach.

Zakres podmiotowy dyrektywy odnosi się do producentów pojazdów, maszyn i urządzeń lub ich importerów do państw członkowskich oraz innych podmiotów gospodarczych, tj. wszelkich podmiotów zajmujących się dystrybucją, zbieraniem, recyklingiem, odzyskiwaniem, przetwarzaniem, a nawet ich ubezpieczaniem. Dyrektywa zawiera wytyczne dotyczące zapobiegania powstawaniu odpadów, ich zbierania i przetwarzania, a także ponownego użycia i odzyskiwania części z pojazdów wycofanych z eksploatacji. Zapobieganie powstawaniu odpadów ma następować poprzez odpowiednie projektowanie pojazdów, maszyn i urządzeń z niestosowaniem w ich produkcji materiałów zawierających substancje szkodliwe.

W celu realizacji postanowień dyrektywy państwa członkowskie mają zapewnić stworzenie przez właściwe podmioty gospodarcze systemu zbierania pojazdów, maszyn i urządzeń wycofanych z eksploatacji oraz powstanie punktów zbierania.

W zakresie przetwarzania dyrektywa odsyła do wymagań określonych w dyrektywie ramowej o odpadach, a co do warunków technicznych, jakim mają odpowiadać miejsca przetwarzania, odsyła do załącznika. Dyrektywa wprowadza ponadto obowiązek uzyskania zezwolenia lub rejestracji dla miejsc przetwarzania.

Ponadto dyrektywa wprowadza obowiązki informowania przez producentów zakładów przetwarzania o sposobie przetwarzania każdego nowego typu pojazdu wprowadzonego do obrotu w terminie sześciu miesięcy od daty wprowadzenia go do obrotu.

Prawo polskie

Regulacje prawne:

ustawa z dn. 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofywanych z eksploatacji (Dz. U. Nr 25, poz. 202),

- ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. 9U. Nr 62, poz. 628, z późn. zm.),

- ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. – Prawo o ruchu drogowym (Dz. U. z 2003 r. Nr 58, poz. 515, z późn. zm.),
 - ustawa z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. U. Nr 77, poz. 335, z późn. zm.),
- ustawa z dnia 26 lipca 1991 r. o podatku dochodowym od osób fizycznych (Dz. U. Nr 80, poz. 350, z późn. zm.),
- ustawa z dnia 15 lutego 1992 r. o podatku dochodowym od osób prawnych (Dz. U. Nr 21, poz. 86, z późn. zm.),
 - ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62, poz. 627, z późn. zm.),
 - ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. Nr 62, poz. 628, z późn. zm.),
 - ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej i opłacie depozytowej (Dz. U. Nr 63, poz. 639, z późn. zm.).

Polska ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji odnosi się do pojazdów wyprodukowanych w kraju, pojazdów wprowadzonych na terytorium kraju w drodze importu lub wewnątrz wspólnotowego nabycia oraz odpadów powstałych z pojazdów.

Celem ustawy o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji [Dz. U. nr 25, poz. 202] jest zapewnienie systemu zbierania i przetwarzania zebranych pojazdów wycofanych z eksploatacji, ogólnej dostępności punktów zbierania pojazdów i stacji demontażu na terytorium kraju oraz możliwości nieodpłatnego przekazywania pojazdu przez ostatniego właściciela, a także osiągnięcie wymaganych poziomów odzysku i recyklingu.

Ustawa wprowadza szereg obowiązków dla wszystkich uczestników krajowego systemu recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, z których część weszła w życie 14 marca 2005 r., natomiast wejście w życie pozostałych, zgodnie z art. 63, zostało przesunięte w czasie. W sprawach dotyczących postępowania z pojazdami wycofanymi z eksploatacji w zakresie nieuregulowanym w ustawie stosuje się przepisy o odpadach.

Ustawa o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji wprowadza do prawodawstwa polskiego pojęcie „wprowadzającego pojazd”, którym jest przedsiębiorca będący producentem lub dokonujący wewnątrzspółnotowego nabycia lub importu pojazdu. Wprowadzający pojazd (rozd. 2) od 14 marca 2005 r. obowiązany jest do stosowania do produkcji pojazdów materiałów pochodzących z recyklingu oraz do ograniczenia stosowania substancji niebezpiecznych w pojazdach (w celu zapobiegania ich emisji do środowiska) i ułatwienia recyklingu pojazdów. Przedsiębiorcy ci powinni również uwzględniać wymogi demontażu i ponownego użycia przedmiotów wyposażenia i części pojazdów oraz odzysku i recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji (art. 6 Ustawy).

Wprowadzający są zobowiązani do zapewnienia sieci zbierania pojazdów, tak aby umożliwić właścicielowi pojazdu wycofanego z eksploatacji dostęp do punktu zbierania pojazdów lub stacji demontażu. W zakresie obowiązków właścicieli pojazdów leży też możliwość przekazania pojazdu wyłącznie do przedsiębiorcy prowadzącego stację demontażu lub punkt zbierania pojazdów. Właściciel wycofanego pojazdu otrzyma zaświadczenie o demontażu, które będzie podstawą do wyrejestrowania pojazdu we właściwym urzędzie.

Zgodnie z ustawą o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji, głównym ogniwem w zakresie przetwarzania pojazdów będą stacje demontażu oraz punkty zbierania pojazdów, w których będą wykonywane takie czynności jak zbieranie (tylko punkty zbierania), usunięcie z pojazdów wycofanych z eksploatacji substancji i elementów niebezpiecznych, wymontowanie części nadających się do ponownego użycia oraz elementów nadających się do odzysku, w tym recyklingu (stacje demontażu).

Ochrona i zagrożenie środowiska przyrodniczego w Unii Europejskiej jest istotnym problemem naukowym, społecznym i gospodarczym, który musi być rozpatrywany poprzez opracowywanie i wdrażanie, często kosztownych i uciążliwych aktów normatywno-prawnych wpływających na rozwiązywanie problemów recyklingu złomowanych maszyn i urządzeń [Tomczyk 2005b]. W Unii Europejskiej w ramach unijnego prawodawstwa opracowano szereg, tzw. DYREKTYW, tj. ustaw, zarządzeń, przepisów itp., porządkujących sposób postępowania ze złomowanymi i wycofywanymi z eksploatacji obiektami technicznymi (maszyny, urządzenia, pojazdy). Dyrektywy UE: 2000/53/WE, 2002/151/WE, 2002/525/WE zakładają, że:

- po 2014 r. 95% średniej masy złomowanych maszyn i urządzeń ma podlegać odzyskowi wtórnemu, a 85% będzie poddana przerobowi wtórnemu,
- kosztami za ekologiczne złomowanie tych obiektów technicznych będą obciążeni ich producenci.

W praktyce eksploatacyjnej wyróżniamy trzy kierunki poeksploatacyjnego zagospodarowania zużytych pojazdów, maszyn i urządzeń. Są to [Tomczyk 2005b]:

- racjonalne metody demontażu, pozwalające na optymalny w danych warunkach odzysk części, zespołów i materiałów (surowców) w celu ich dalszego wykorzystania,
- powtórny przerób odzyskanych materiałów (np. tworzyw sztucznych) na takich samych zasadach, jak przerób metali na wyroby hutnicze,
- spopielenie pozostałych odpadów z maksymalnym odzyskiem energetycznym, bez szkodliwych skutków ubocznych.

Zgodnie z założeniami (dyrektywami) unijnymi, to producenci zostali zobligowani do zorganizowania:

- sieci punktów zajmujących się odbiorem złomowanych obiektów technicznych,

- sieci zakładów zajmujących się demontażem i segregacją części oraz zabezpieczeniem szkodliwych substancji pozyskanych w trakcie rozbiórki pojazdów, maszyn i urządzeń,
- sieci zakładów zajmujących się utylizacją szkodliwych dla środowiska pozyskanych w trakcie demontażu zużytych elementów i płynów.

Skala problemu zagospodarowania poeksploatacyjnego oraz utylizacji pozostałości złomowanych obiektów technicznych w ujęciu globalnym jest ogromna, co przedstawiono w tabeli 4, 5.

Tabela 4. Problem utylizacji pojazdów w Europie

Kraj	Liczba pojazdów wyrejestrowanych w ciągu roku [tys. szt.]	Liczba pojazdów przekazanych do złomowania w ciągu roku [tys. szt.]
Niemcy	3800	1260
W. Brytania	2500	2450
Włochy	1895	945
Francja	1980	1420
Holandia	331	278
Szwecja	328	297
Belgia	274	79
Austria	289	138
Portugalia	141	61
Irlandia	138	135

Źródło: ACEA. 2008r.

Tabela 5. Liczba kasowanych pojazdów w stacjach demontażu w Polsce

Lata	Liczba pojazdów [tys. szt.]
2000	70
2001	70
2002	140
2003	210
2004	285
2005	362
2006	421
2007	485
2008	491

Źródło: S. F. R. P. FORS, 2009r.

Kompleksowe rozwiązanie problemu proekologicznego zagospodarowania wyeksploatowanych, zużytych i złomowanych pojazdów, maszyn i urządzeń jest niezmiernie trudnym przedsięwzięciem organizacyjnym, logistycznym i gospodarczym w skali globalnej, a jednocześnie indywidualny i inny dla każdego kraju. Recykling zużytych i wyeksploatowanych pojazdów, maszyn i urządzeń potrzebny

jest gdyż ich liczba gwałtownie rośnie w wyniku ciągłego postępu naukowo-technicznego oraz wprowadzania do produkcji nowoczesnych technologii produkcji. Produkujemy coraz więcej, konsumujemy coraz więcej i dlatego zaśmiecamy coraz bardziej środowisko, w którym żyjemy. Wprowadzanie nowych rozwiązań organizacyjno-prawnych oraz tworzenie systemów recyklingu może znacząco poprawić istniejący stan obecny. Według danych za rok 2001 [Osiński, Żach 2006], na rys. 4 przedstawiono podmioty uczestniczące w recyklingu pojazdów i maszyn w krajach Unii Europejskiej.

SIEĆ RECYKLINGU W KRAJACH UNII EUROPEJSKIEJ

LICENCJONOWANE PUNKTY ODBIORU 28000 tys.		LICENCJONOWANE ZAKŁADY DEMONTAŻU 10000 tys.		AUTORYZOWANE ZAKŁADY DEMONTAŻU AUTORYZACJA PRODUCENTA 1500 tys.	
Niemcy	1500	Niemcy	1178	Niemcy	300
Austria	4800	Austria	200	Austria	200
Wielka Brytania	3600	Wielka Brytania	3600	Wielka Brytania	29
Włochy	1800	Włochy	1800	Włochy	314
Francja	100	Francja	1000	Francja	310
Szwecja	800	Szwecja	800	Szwecja	75
Holandia	750	Holandia	700	Holandia	265
Dania	200	Dania	200	Dania	–
Irlandia	50	Irlandia	45	Irlandia	–
Hiszpania	–	Hiszpania	438	Hiszpania	–
Portugalia	–	Portugalia	2	Portugalia	–
Grecja	–	Grecja	–	Grecja	–
Belgia	–	Belgia	7	Belgia	7
Finlandia	–	Finlandia	30	Finlandia	–
Luksemburg	–	Luksemburg	–	Luksemburg	–

Źródło: Osiński, Żach 2006.

Rys. 4. Podmioty recyklingu w krajach Unii Europejskiej

Jednak podejście do rozwiązania problemów jest różne i indywidualne dla każdego kraju [Tomczyk 2005b, Osiński, Żach 2006]:

System holenderski utylizacji zużytych pojazdów funkcjonuje już z pewnymi modyfikacjami od początku lat 90-tych i cechuje się tym, że:

- producenci i importerzy ponoszą obecnie koszty utylizacji – gromadząc środki na koncie spółki, zadaniem której było zorganizowanie sieci stacji zajmujących się zbiórką i demontażem maszyn,
- w momencie złomowania użytkownik zarejestrowanych po 2000 r. pojazdów nie ponosi żadnych opłat z tym związanych, natomiast wcześniej zarejestrowanych - około 68 euro,
- obecnie w Holandii jest około 800 punktów zbiórki i utylizacji maszyn i pojazdów,
- w 2002 r. około 90% zużytych pojazdów poddano utylizacji.

System szwedzki funkcjonuje od 2001 roku. Opłata za utylizację jest wnoszona przez użytkownika w momencie pierwszej rejestracji pojazdu i wynosi:

- od pojazdów krajowych producentów = 700 SK,
- od pojazdów zagranicznych producentów = 1500 SK,

Opłaty recyklingowe są gromadzone na państwowym koncie funduszu celowego, z którego są finansowane:

- koszty demontażu i recyklingu,
- granty dla administracji lokalnej na organizowanie składowisk itp.
- granty płacowe na odzysk konkretnych podzespołów (np. silników, akumulatorów, skrzyń przekładniowych, itp.),

Stacja demontażu otrzymuje z funduszu opłatę recyklingową w momencie wyrejestrowania i wystawienia certyfikatu zniszczenia pojazdu w kwocie:

- 700 SK – gdy pojazd ma do 7 lat,
- 1200 SK – gdy pojazd ma 7-16 lat,
- 1700 SK – gdy pojazd ma powyżej 16 lat.

System niemiecki funkcjonuje od 2002 roku. Natomiast za utylizację pojazdów zarejestrowanych w Niemczech po I.V.2002 r. koszty ponoszą ich producenci oraz importerzy.

- od 2007 r. posiadacze pojazdów zarejestrowanych przed 1.VII.2002 r. sami muszą ponosić koszty utylizacji w kwocie od 75-125 euro.

Na terenie Niemiec jest:

- ok. 15 000 certyfikowanych punktów odbioru złomowanych maszyn i pojazdów,
- 1178 certyfikowanych stacji demontażu maszyn i pojazdów,
- 41 strzemiarek pojazdów.

System amerykański (USA) różni się od systemów europejskich tym, że [Johansson 1997, Patton 1983, Smith 1985]:

- dealerzy przyjmują większość starych pojazdów i maszyn, pomniejszając cenę nowego o wartość starego,
- można również sprzedać za kilkadziesiąt dolarów złomowany wrak lub też oddać go darmo,
- dealerzy we własnych warsztatach złomowane pojazdy i maszyny w zależności od ich stanu technicznego – naprawiają i dalej sprzedają lub poddają utylizacji.

System Polski – Działania w zakresie recyklingu pojazdów i maszyn w Polsce są uregulowane przepisami ustawy z dnia 20 stycznia 2005 r. o recyklingu pojazdów wycofanych z eksploatacji. Ustawa ta określiła zasady działania zakładów zajmujących się recyklingiem pojazdów:

1. Stacja demontażu określana jako zakład prowadzący przetwarzanie, w tym demontaż obejmujący następujące czynności:

- a) usunięcie z pojazdów wycofanych z eksploatacji elementów i substancji niebezpiecznych, w tym płynów,

- b) wymontowanie z pojazdów wycofanych z eksploatacji przedmiotów wyposażenia i części nadających się do ponownego użycia,
 - c) wymontowanie z pojazdów wycofanych z eksploatacji elementów nadających się do odzysku lub recyklingu;
2. Strzępiarki rozumianej jako instalację służącą do rozdrabniania odpadów powstałych w trakcie demontażu pojazdów wycofanych z eksploatacji;
 3. Punkty zbierania złomowanych pojazdów, maszyn i urządzeń, w którym nie można prowadzić ich demontażu.

W Polsce jest dopiero tworzona infrastruktura utylizacji wyeksploatowanych pojazdów i maszyn. Obecnie działają zaledwie trzy młyny przemysłowe, w których profesjonalnie przetwarza się zużyte maszyny i pojazdy (w Oławie, Herbach i Swarzędzu), a docelowo powinno być ich ok. 30 sztuk. Przykładem tak profesjonalnie działającej w Polsce, małej firmy może być Stacja Recyklingu Samochodów i Maszyn ELMOT w Rybniku o miesięcznym przerobie 200 szt. pojazdów i rocznym zysku netto wynoszącym 144 000 zł, przy jednostkowej kalkulacji wynoszącej:

- 360 zł – cena za surowce wtórne z 1 tony pojazdu,
- 120 zł – robocizna,
- 180 zł – koszty ogólnozakładowe,
- 60 zł – zysk netto z 1 tony złomowanego pojazdu.

Oprócz młynów, integralnym elementem takiej infrastruktury powinny być:

- stacje przyjmowania i demontażu (obecnie jest ich ok. 300 szt. – w Niemczech ok. 16 tys. sztuk),
- przedsiębiorstwa regeneracji części i odnowy zespołów,
- zakłady przetwarzające pozyskane surowce.

Zdolność przerobową stacji recyklingu średniej wielkości ocenia się na 3000 sztuk rocznie, a większej do 7000 sztuk. W związku z powyższym w kraju powinno powstać w najbliższym czasie ok. 100 stacji recyklingu. Ich zasięg działania objąłby teren o promieniu ok. 50 km.

Aktualnie w Polsce właściciel chcąc zgodnie z prawem pozbyć się użytkowanego przez siebie pojazdu, sprzedaje go lub oddaje darmo na złomowisko (szrot) uzyskując stosowny certyfikat. W Polsce nie było dotychczas w sposób jednoznaczny prawnego usankcjonowania zagadnień związanych ze złomowaniem i utylizacją wyeksploatowanych obiektów technicznych, w związku, z czym 26.XI.2004 r. Sejm RP. uchwalił, a 20.I.2005 r. Prezydent RP. podpisał Ustawę o recyklingu pojazdów i maszyn wycofywanych z eksploatacji. Ustawa ta określa zasady postępowania z maszynami i pojazdami wycofywanymi z eksploatacji w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z przepisami o odpadach i zasadą zrównoważonego rozwoju. Przepisy niniejszej ustawy wdrażają postanowienia dyrektywy 2000/53/WE z 18.IX.2000 r. w sprawie pojazdów, maszyn i urządzeń wycofywanych z eksploatacji (Dz. Urz. WE L 269 z 21.X.2000 r.). W ustawie tej zdecydowano, iż zbiórką „wraków” będą zaj-

mować się wyłącznie przedsiębiorcy prowadzący punkty zbierania wyeksploatowanych pojazdów i maszyn oraz prowadzący stacje ich demontażu.

Zgodnie z Ustawą, producenci zobowiązani są:

- ograniczyć stosowanie w swoich produktach substancji niebezpiecznych,
- uwzględnić wymogi demontażu i ponownego użycia wybranych części i podzespołów oraz odzysku i recyklingu pozostałych surowców,
- stosować materiały pochodzące z recyklingu do produkcji pojazdów i maszyn,
- opracować informację dotyczącą sposobu demontażu oraz określenia rodzajów przedmiotów wyposażenia i części składowych złomowanych maszyn i pojazdów, które mogą być przeznaczone do ponownego użycia.

Ustawa stanowi również, że:

- producenci i dealerzy pojazdów i maszyn muszą zorganizować i nadzorować sieć zbiórki tychże wyeksploatowanych obiektów (w przypadku jej braku, będzie nakładana kara w wysokości 500zł za sztukę wprowadzanego na rynek „obektu technicznego”),
- osoby prywatne, sprowadzające do Polski używane pojazdy i maszyny (z obszaru UE) w ilości do 1000 sztuk rocznie, a nietworzące sieci ich późniejszej zbiórki, muszą wpłacać 500zł/szt. na konto Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej z przeznaczeniem na rozwój recyklingu,
- właściciele złomowanych pojazdów i maszyn nie ponoszą żadnych opłat oddając je do stacji demontażu lub punktu zbiórki pod warunkiem, iż są one kompletne - w przeciwnym wypadku opłata wynosi 10 zł za kg przyjmowanego „obektu”, uzyskując stosowny dokument umożliwiający wyrejestrowanie pojazdu,
- punkty zbiórki i stacje demontażu nie mogą odmówić przyjęcia złomowanych urządzeń.

4.2. System odnowy maszyn w aspekcie poszanowania środowiska

Postępująca migracja ludności wiejskiej, restrukturyzacja i modernizacja rolnictwa, ciągły postęp naukowo-techniczny i technologiczny w produkcji coraz to nowszych konstrukcji pojazdów, maszyn i urządzeń, przemiany gospodarczo-ustrojowe, powszechne wprowadzanie zasad gospodarki rynkowej, itp. – wymusiły zanik funkcjonowania nieefektywnego systemu naprawczego działającego jeszcze w minionym wieku. Obecnie daje się zauważyć brak poprawnie funkcjonującego systemu odnowy (naprawy) maszyn, spełniającego główne dyrektywy Unii Europejskiej oraz normy krajowe w zakresie wymagań proekologicznych.

Na efektywność działalności w produkcji rolniczej ma wpływ nie tylko przemysł dostarczający nowoczesne pojazdy, maszyny i urządzenia, ale również dobra organizacja i przygotowanie zaplecza techniczno-obługowego oraz stan techniczny posiadanego przez niego parku maszynowego z dobrze przeszkoloną o wysokich kwalifikacjach kadrą pracowników.

Maszyny, począwszy od procesu ich wytwarzania przez eksploatację, aż do likwidacji połączonej z odzyskaniem części i zespołów wymiennych, podlegają różnorodnym i złożonym procesom obsługi technicznych. Metody stosowane w naprawie (odnowie), rozumiane jako celowe, uporządkowane i zrjonalizowane działania, powodujące określone zmiany jakościowe w naprawianych obiektach, wykorzystują prawie wszystkie techniki wytwarzania oraz dodatkowo rozwijają: diagnozowanie stanu technicznego zespołów, demontaż maszyn i zespołów, mycie i czyszczenie, metrologię zużyć i uszkodzeń części, nakładanie powłok regeneracyjnych i wzmacniających, lokalne przemieszczania materiału części w obszary zużycia metodami obróbki plastycznej, stosowanie modernizacji postaci konstrukcyjnej części w postaci części dodatkowych i wstawek z fragmentami części, renowację powłok ochronnych i dekoracyjnych, docieranie podzespołów i zespołów (szczególnie ważne przy systemie napraw przez wymianę zespołów), itp. Większość interwencji naprawczych w maszynach wynika z uszkodzeń i zużyć węzłów trybologicznych (uszczelnienia, łożyskowania ślizgowe i toczne oraz inne węzły współpracujące tarciowo). Naprawa polegająca na odtworzeniu pasowań początkowych wymaga wymiany części na nowe, zastosowania metod kompensujących ubytki materiału itp.

Na naszym krajowym rynku daje się często zauważyć swoisty ewenement tzw. „paradoks wiecznych maszyn”, tzn. maszyn odnawianych poprzez sukcesywnie przeprowadzanie naprawy, aż do momentu pojawiania się na rynku jakościowo nowego typu maszyny. Paradoks ten wyraża się w utrzymywaniu w eksploatacji nawet maszyn z serii informacyjnej przez okres przekraczający ich trwałość fizyczną lub ekonomiczną (np. kombajny Vistula, ciągniki rolnicze URSUS C-28 mające 35 lat i więcej, itp.).

Przyczyną niskiej efektywności pracy maszyn i urządzeń powodującą przedwczesne zniszczenie wielu ich części i zespołów są: niewłaściwa eksploatacja, niedbała obsługa oraz nieodpowiednia konserwacja i nieterminowe wykonanie przeglądów technicznych. Popełnianie tego typu błędy w użytkowaniu, w wielu przypadkach są przyczynami rozległych uszkodzeń wyłączających na dłuższy okres z eksploatacji maszyny niezbędne do prac w okresach najpilniejszych prac polowych (orki, siewy, żniwa) oraz powodują znaczne koszty ich naprawy (odnowy) [Bocheński 1995; Dreszczyk 1984; Dreszczyk, Malicki 1999; Klaus, Michalski, Tilipałow 2002; Michalski, Niziński 1997; Rzeźnik 2002; Tomczyk 2005c, 2006b, 2009, 2010]. Ma to istotne znaczenie szczególnie w rolnictwie ze względu na występującą tu specyfikę produkcji rolniczej, której w przeciwieństwie do

przemysłu nie da się zatrzymać na czas usunięcia awarii maszyn [Dreszczyk, Malicki 1999; Michalski 1997b; Muzalewski 2000; Pawlak i zesp. 1997; Tomczyk 2005c; Wójcicki 2000. Straty te zminimalizować, niezbędne jest zapewnienie sprawnego przebiegu odnowy uszkodzonych maszyn i urządzeń. Można to osiągnąć poprzez należyte i planowe zaopatrzenie warsztatów naprawczych w pełny asortyment części wymiennych, niezbędnych materiałów technicznych oraz dostępu do profesjonalnego oprogramowania komputerów pokładowych, będących już standardem wyposażenia w nowoczesnych konstrukcjach maszyn i urządzeń.

Koszty obsługi technicznej użytkowanych maszyn i urządzeń (przeglądy techniczne, konserwacje, naprawy) stanowią znaczącą część kosztów całkowitych produkcji rolniczej. Jednak koszty odnowy (naprawy) uszkodzonych maszyn stanowią największą ich część – jest to spowodowane wysokimi cenami zakupu fabrycznie nowych oryginalnych części wymiennych. W związku z tym szczególnego znaczenia nabiera możliwość wykorzystania w trakcie odnowy maszyn części tańszych, uprzednio zregenerowanych o podobnych parametrach techniczno-użytkowych. Użytkownik (rolnik) zyskuje tym sposobem obniżkę kosztów naprawy uszkodzonej maszyny (obniżka kosztów materiałowych naprawy), przy zachowaniu wysokiej jakości otrzymanej usługi (naprawionej maszyny). Powtórne wykorzystanie w trakcie odnowy uszkodzonych maszyn części zregenerowanych wpływa na obniżkę kosztów eksploatacji oraz spełnia rygorystyczne wymogi Unii Europejskiej w zakresie ekologicznych metod naprawy poprzez recykling wykorzystujący różne technologie do regeneracji uszkodzonych (częściowo zużytych) części w celu przywrócenia im pełnych parametrów użytkowo-eksploatacyjnych [Tomczyk 2006a].

W codziennej praktyce użytkowników maszyn i urządzeń dają się zauważyć dwa zasadnicze podsystemy funkcjonujące w systemie eksploatacji. Jednym z nich jest podsystem użytkowania maszyn i urządzeń rolniczych – opierający się głównie o racjonalne sposoby wykorzystywania przez użytkowników (rolników) zgodnie z zaleceniami producenta. W tym przypadku to rolnik (użytkownik) decyduje o sposobach ich wykorzystania (np. rodzaj gleby, rodzaj prac polowych, warunki atmosferyczne, w których są wykorzystywane, itp.).

Natomiast drugim podsystemem działającym w systemie eksploatacji maszyn i urządzeń jest podsystem odnowy (naprawy) – ma on za zadanie utrzymywać użytkowane obiekty techniczne w pełnej sprawności technicznej w określonym przedziale czasowym. Podsystem ten opiera się głównie o specjalistyczne usługi techniczne, do których zaliczamy: planowe przeglądy techniczne, obsługi sezonowe i kampanijne; naprawy: bieżące, losowe, profilaktyczne i konserwacyjne; przechowywanie w okresach dłuższych przerw w ich użytkowaniu, itp. Profesjonalność i terminowość wykonywania określonych zabiegów obsługi technicznej w istotny sposób przyczyniają się do obniżenia kosztów eksploatacji użytkowanych maszyn i urządzeń, zwiększenia bezpieczeństwa i niezawodności ich pracy,

poprawy parametrów eksploatacyjnych oraz zmniejszeniu uciążliwości dla środowiska przyrodniczego.

Aktualnie funkcjonujące zaplecze naprawcze w rolnictwie spełnia stawiane przed nim wymagania w ograniczonym zakresie. Daje się zauważyć brak rozwiązań systemowych obejmujących swym zakresem całokształt zagadnień dotyczących procesu eksploatacji maszyn i urządzeń (użytkowanie, naprawa, regeneracja, złomowanie, recykling) zgodnie z poszanowaniem środowiska przyrodniczego oraz przestrzeganiem rygorystycznych norm krajowych oraz dyrektyw Unii Europejskiej. Dyrektywy te nakładają równorzędny obowiązek zarówno na użytkowników, jak i producentów maszyn – zwracając szczególną uwagę na stosowanie proekologicznych zasad i sposobów w ich użytkowaniu oraz doborze racjonalnych metod ich odnowy (wykorzystywanie części i materiałów pozyskanych z procesów recyklingu podobnych konstrukcji maszyn).

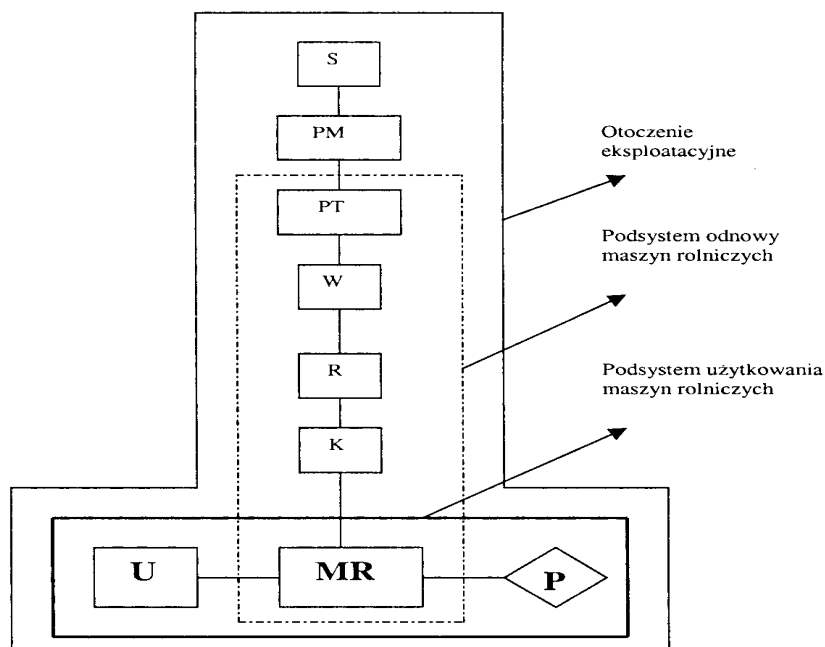
W skład systemu eksploatacji maszyn (w tym również maszyn i urządzeń rolniczych) wchodzi także podsystem zaopatrywania w nowe maszyny i ich części wymienne. Podsystem ten winien być integralną częścią systemu odnowy (napraw) maszyn i działać np. w sieci punktów dilerskich danej firmy rozprowadzającej swoje wyroby. Ważnymi elementami w takim systemie jest:

- sieć punktów rozprowadzania nowych maszyn i urządzeń oraz tych pochodzących z drugiego obiegu (odkupionych od dotychczasowych użytkowników nabywających nowsze konstrukcje maszyn, odnowionych uszkodzonych maszyn),
- sieć punktów dystrybucji części wymiennych (fabrycznie oryginalnych nowych oraz odnowionych – zregenerowanych),
- sieć punktów złomowania i utylizacji wyeksploatowanych maszyn i urządzeń,
- sieć zakładów zajmujących się skupem części nadających się do regeneracji oraz ich regeneracją,
- logistyczna sieć łącząca poszczególne elementy systemu, stanowiąca tzw. otoczenie eksploatacyjne systemu (sieć i środki transportowe, środki łączności, działalność marketingowa).

Koncepcję takiego systemu oraz relacje mogące mieć istotny wpływ na sposób jego funkcjonowania przedstawia rys. 5 [Tomczyk 2006c].

System eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych, w ujęciu kompleksowym winien obejmować zagadnienia dotyczące użytkowania, odnowy (naprawy), trwałości i niezawodności maszyn, gospodarkę paliwowo-smarowniczą i energetyczną, zaopatrzenie w maszyny i części wymienne (w tym części zregenerowane) oraz być zgodny z zasadami ekologii i poszanowania środowiska. Ponadto system taki powinien obejmować również zagadnienia związane z przygotowaniem i doskonaleniem kadr na potrzeby eksploatacji, zbierania i przetwarzania informacji o przebiegu eksploatacji maszyn do celów zarządzania i kierowania eksploatacją.

sposobami proekologicznej eksploatacji maszyn z końcowym poeksploatacyjnym zagospodarowaniem złomowanych maszyn i urządzeń.



U – użytkownik maszyny, MR – maszyna rolnicza pośrednicząca w podsystemie użytkowania i będąca przedmiotem działania w podsystemie odnowy, P – miejsce użytkowania (pole, obora, itp.), R – specjalistyczne zakłady zajmujące się pozyskiwaniem do regeneracji oraz regeneracją części wymiennych, W – warsztaty prowadzące obsługę techniczną i odnowę uszkodzonych maszyn, S – punkty dilerские (handel), zajmujące się dystrybucją fabrycznie nowych oraz pochodzących z drugiego obiegu (używanych, odnowionych i zregenerowanych) maszyn, urządzeń, części wymiennych, PT – pogotowia techniczne (ruchome warsztaty prowadzące drobne odnowy), K – punkty kasacji (likwidacji) i utylizacji złomowanych maszyn, PM – punkty zaopatrzenia materiałowego (paliwa, oleje, smary, itp.)

Źródło: opracowanie własne

Rys. 5. Koncepcja systemu eksploatacji maszyn rolniczych

Nadrzędnym zadaniem każdego systemu eksploatacji maszyn i urządzeń, a w szczególności – maszyn rolniczych (ze względu na specyfikę produkcji rolniczej – brak możliwości jej zatrzymania w momencie awarii maszyny), jest zapewnienie niezawodnej i trwałej pracy maszynom i urządzeniom rolniczym wykorzystywanym bezpośrednio w procesach produkcyjnych (ciągniki, kombajny, itp.). Niezbędnym w tym przypadku jest także zorganizowanie właściwej obsługi technicz-

nej, gdyż tylko profesjonalna i terminowo wykonana obsługa techniczna może zapobiec nadmiernym procesom zużywania się części, wydłużając między innymi okresy bezawaryjnej eksploatacji, obniżyć koszty eksploatacji oraz w istotny sposób zmniejszając uciążliwość użytkowania maszyn dla środowiska przyrodniczego. System ten również poprzez wtórne wykorzystanie części lub podzespołów złomowanych maszyn i urządzeń może stanowić impuls w rozwoju drobnej przedsiębiorczości zmniejszającej stopień bezrobocia na terenach wiejskich (otwieranie zakładów rzemieślniczych zajmujących się kasacją złomowanych maszyn i urządzeń, regeneracją wybranych części, itp.). Racjonalnie zorganizowany system eksploatacji maszyn i urządzeń może przynieść szereg wymiernych korzyści ekonomicznych podmiotom w nim uczestniczącym (użytkownicy maszyn, warsztaty naprawcze, sieć handlowa, rozbudowa lokalnej infrastruktury technicznej, itp.).

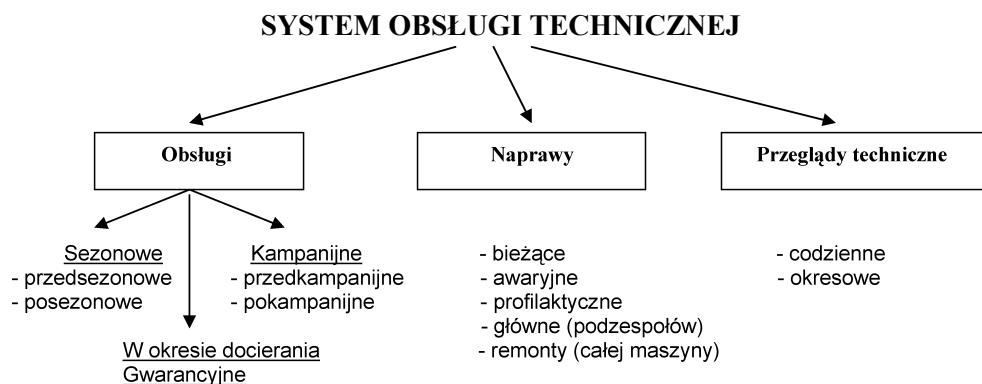
4.3. Uwarunkowania odnowy maszyn i urządzeń w proekologicznym procesie ich eksploatacji

Postęp naukowo-techniczny w dziedzinie odnowy (naprawy) maszyn i urządzeń jest wypadkową wielu czynników, a szczególnie dostępności zakupu nowych maszyn, ich trwałości i niezawodności, stosowanej polityki cen i kosztów, operatywności organizacyjnej i poziomu technicznego zaplecza eksploatacji oraz przepływu informacji eksploatacyjnej do konstruktorów i producentów maszyn. Rozwój systemu obsługi technicznej maszyn i urządzeń jest wymuszony przede wszystkim ich zawodnością, wzrostem ich liczby i asortymentu oraz specyfiką warunków ich użytkowania. Przed każdym systemem eksploatacji maszyn i urządzeń stawiane są konkretne wymagania determinujące rozwiązania projektowe systemu ich obsługi technicznej. Do najważniejszych z tych wymagań można zaliczyć:

- zapewnienie wysokiej trwałości i niezawodności użytkowania maszyn i urządzeń,
- zapewnienie najwyższego bezpieczeństwa i minimalnych kosztów eksploatacji,
- sprowadzenie organizacji pracy i nakładów na wyposażenie techniczno-usługowe do technicznie i ekonomicznie uzasadnionego minimum,
- zminimalizowanie uciążliwości eksploatacji maszyn dla środowiska w trakcie ich użytkowania oraz proekologicznego zagospodarowania wyeksploatowanych.

Podstawowym kryterium budowania systemu obsługi technicznych maszyn i urządzeń rolniczych jest zapewnienie im niezawodności działania w trudnych warunkach środowiska rolniczego (zakamieniona gleba, agresywne związki organiczne, zmienne warunki atmosferyczne, itp.).

W Polsce zaplecze naprawcze w rolnictwie opiera się o system obsługi technicznych obejmujących szereg elementów służących odnowie (naprawie) maszyn i urządzeń (rys. 6) [Tomczyk 2009a].



Źródło: opracowanie własne

Rys. 6. Schemat systemu obsługi technicznej maszyn i urządzeń

Dla zapewnienia stałej i wysokiej gotowości technicznej maszyn wypracowano trzy elementy systemu obsługi technicznych. Są to [Tomczyk 2009]:

1. Obsługi

- sezonowe: mają za zadanie przygotowanie maszyn ze względu na kalendarzową porę roku (zima, lato) poprzez np. zmianę płynu w układach chłodzenia silników spalinowych, dobór właściwego paliwa (zimowy olej napędowy),
- kampanijne: sprowadzają się do przygotowania maszyn do użytkowania przed rozpoczynającą się np. „kampanią siewu nasion” (rozkonserwowanie maszyn po zimowym przestoju, regulacje, itp.), jak również po zakończeniu „kampanii prac sezonowych” – oceny stanu technicznego maszyn, przygotowanie do przechowania i następnej „kampanii”, itp.,
- w okresie docierania oraz gwarancyjne polegają głównie na bezwzględnym wypełnianiu zaleceń producenta, by nie utracić przywilejów wynikających z zakupu nowych maszyn.

2. Naprawy – będące ciągiem zamierzonych zabiegów technologicznych odnowy maszyn, mającej na celu usunięcie zaistniałej niesprawności (naprawę) i doprowadzenie maszyny do stanu pełnej gotowości technicznej. Rodzaj i zakres wykonywanej naprawy jest uzależniony od rodzaju czynnika wymuszającego (uszkodzenia losowe, postępujące) oraz stopnia uszkodzenia struktury wewnętrznej poszczególnych zespołów maszyny.

3. Przeglądy techniczne (okresowe): zaprojektowane jako usługi techniczne ograniczone określonym czasem pracy maszyny (np. rok kalendarzowy) lub jej zakresem (km, mth).

Dobór okresów czasu pomiędzy przedstawionymi obsługami technicznymi uwarunkowany jest z jednej strony kryteriami niezawodności i gotowością techniczną maszyn i urządzeń, a z drugiej rodzajem (typem) maszyny oraz warunkami i czasem, w którym jest ona użytkowana (pora roku). Warunkiem efektywnego funkcjonowania systemu obsługi technicznych jest dostępność odpowiednich (wiarygodnych) informacji o procesie eksploatowanych maszyn i urządzeń.

Ważnym zagadnieniem w procesie odnowy maszyn i urządzeń jest efektywność prowadzonych obsługi technicznych. Efektywność tą można ocenić między innymi tzw. wskaźnikiem efektywności organizacji, wyznaczonym z następującej zależności:

$$K_{org} = \frac{t_n}{t_n + \sum_{i=1}^m t_{oczi}}$$

gdzie:

- K_{org} – wskaźnik efektywności organizacji obsługi,
- t_n – technologicznie niezbędny czas na przeprowadzenie obsługi,
- $\sum t_{oczi}$ – łączny czas oczekiwania na obsługę.

Użytkownicy maszyn i urządzeń mogą wpływać na efektywność obsługi technicznych, głównie poprzez kształtowanie wielkości czasu oczekiwania na naprawę (obsługę), gdyż w zasadzie zależy on od efektywności organizacji i sterowania procesami obsługi i naprawy maszyn w danym, konkretnym zakładzie usługowym. Natomiast w bardzo ograniczonym zakresie można wpływać na czas faktycznej naprawy.

W rolnictwie, wg badań autora [Pawlak i in. 1997; Tomczyk 2005a, 2006b; Wójcicki i in. 1996, 1997], struktura przestojów ciągników i maszyn rolniczych z przyczyn technicznych, jest następująca:

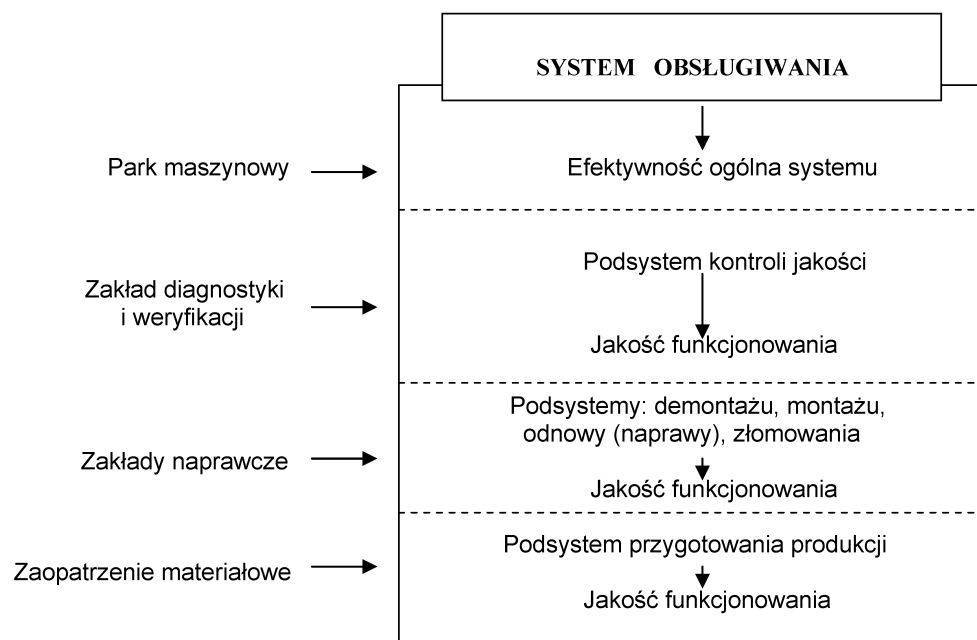
- ok. 20% stanowią błędy konstrukcji i technologii produkcji,
- ok. 25% nieodpowiednia konserwacja i przechowywanie sprzętu,
- ok. 15% niedostateczna jakość wykonanych napraw.

Przeprowadzona analiza powyższego problemu wykazuje wiele istotnych sprzeczności pomiędzy programem obsługi i szeregiem cech w konstrukcji maszyn, zwiększających nadmiernie pracochłonność ich obsługi, a obiektywnymi wymaganiami, co do sposobu wykorzystania sprzętu pracującego w trudnych warunkach agrotechnicznych występujących w produkcji rolniczej. Przyczyny te zmuszają często użytkowników sprzętu do poważnych ograniczeń zakresu obsługi technicznej lub wręcz zaniechania jej wykonania, co przy niezbyt wysokich wskaźnikach trwałości (dotyczy głównie maszyn starszej konstrukcji – powyżej 10-cio letnich), nadawanej maszynom w procesie ich wytwarzania, pociąga za sobą

konieczność wykonywania częstych, bardziej kosztownych i pracochłonnych napraw.

Zwiększenie efektywności organizacji i sterowania procesami obsługi i naprawy maszyn i urządzeń wpływa na wzrost wskaźnika efektywności „ K_{org} ”, a tym samym na jakość funkcjonowania systemu obsługi.

Uproszczony model funkcjonalny systemu obsługiwanego przedstawia rys. 7 [Tomczyk 2009a].

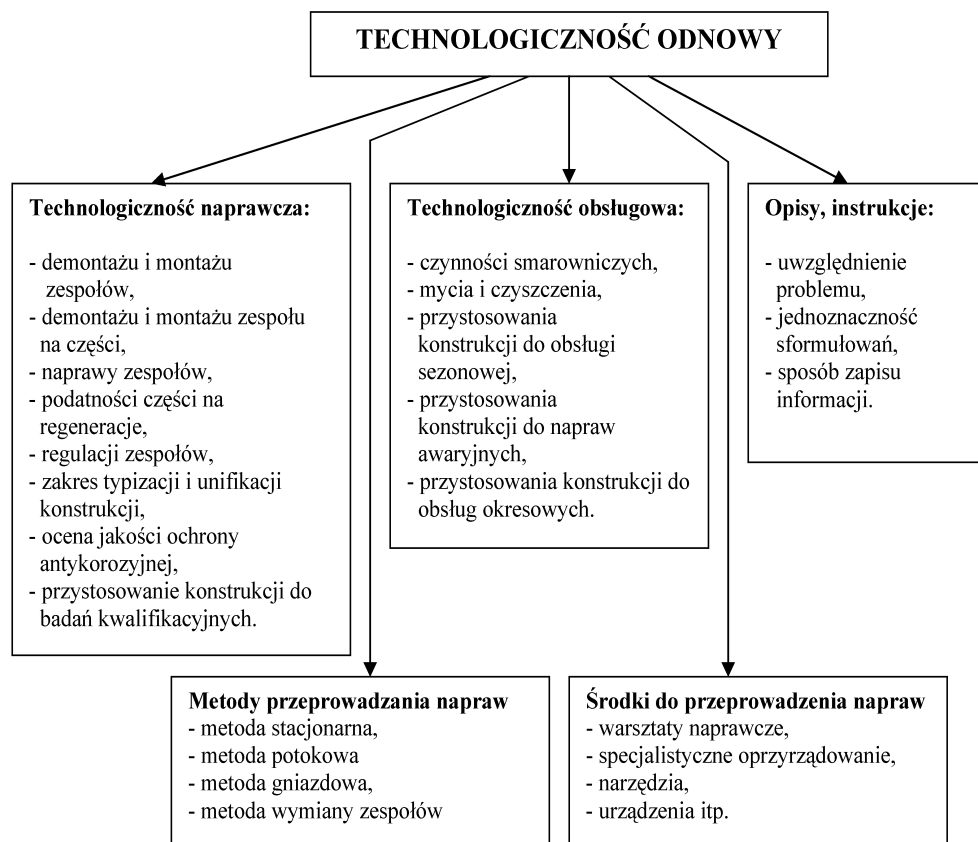


Źródło: opracowanie własne

Rys. 7. Model funkcjonalny systemu odnowy maszyn i urządzeń

Na jakość wykonania obsługi technicznej i naprawy w decydującym stopniu wpływają rozwiązania konstrukcyjne poszczególnych elementów maszyn, wyposażenie warsztatów zaplecza technicznego w nowoczesne narzędzia i przyrządy oraz poziom techniczny i kwalifikacje personelu naprawczego. Istotnym zagadnieniem efektywności prowadzenia obsług technicznych maszyn i urządzeń jest ich technologiczność naprawcza (przystosowanie konstrukcyjne do szybkiego przeprowadzenia naprawy). Technologiczność odnowy (naprawy) zależy przede wszystkim od zaprojektowania jej jako jednej z cech właściwości maszyn i urządzeń. Cecha ta winna być „wkonstruowana” w strukturę maszyny.

Podatność technologiczna odnowy jest jedną z głównych cech konstrukcyjnych maszyn i urządzeń (rys. 8.) [Tomczyk 2010c].



Źródło: opracowanie własne

Rys. 8. Elementy technologiczności odnowy maszyn i urządzeń

Najczęstszym kryterium efektywności funkcjonowania systemu obsługi maszyn i urządzeń jest minimalizacja kosztów powstałych wskutek przebywania maszyn w systemie, kosztów (strat) poniesionych wskutek niewykonania w ściśle określonym terminie prac np. w rolnictwie (siewy, zbiór zbóż, itp.) oraz „jakość” wykonanej obsługi. Kryterium jakościowym funkcjonowania systemu obsług są parametry niezawodnościowe w odniesieniu do poszczególnych jego podsystemów oraz wskaźniki niezawodnościowe eksploatowanego parku maszynowego.

Podstawowym problemem w działalności naprawczej maszyn i urządzeń jest osiągnięcie możliwie niskich kosztów napraw z podniesieniem ich jakości. Związane jest to bezpośrednio z technologicznością naprawczą maszyn i urządzeń, gdyż ma ona istotny wpływ na zagadnienia: trwałości, niezawodności, normalizacji (unifikacji, typizacji) i technologiczności produkcyjnej.

Oszczędności z tytułu większej technologiczności odnowy obejmują zarówno robociznę w okresie naprawy i eksploatacji, koszty materiałowe obsługi napraw oraz oszczędności wynikłe z bezawaryjnej pracy maszyny.

Kształtowanie cech technologiczności odnowy maszyn i urządzeń powinno być prowadzone w poszczególnych etapach procesu realizacji konstrukcji. Zakres badań technologiczności w zależności od etapów realizacji procesu produkcyjnego konstrukcji maszyny przedstawia tabela 6 [Tomczyk 2010c].

Zasadniczym celem badań technologiczności odnowy jest przekazanie użytkownikom sprzętu o łatwej i mało pracochłonnej obsłudze oraz wysokiej podatności naprawczej we wszystkich rodzajach napraw, przy jednocześnie dużej ich niezawodności i trwałości.

Tabela 6. Kryteria oceny technologiczności odnowy maszyn i urządzeń

ETAPY REALIZACJI	Zalecenia dotyczące technologii obsługi i napraw	Badania technologiczności odnowy	Projektowanie systemu odnowy: warsztat, użytkownik	Kontrola realizacji zaleceń
		<i>Wnioski i zalecenia</i>		
E t a p – I Prace: koncepcyjne, konstrukcyjne, doświadczalne	Projekt techniczno-roboczy	P R O T O T Y P		
E t a p – II Techniczne przygotowanie do uruchomienia produkcji	Dokumentacja techniczna serii próbnej	S E R I A P R Ó B N A		
		Produkcja początkowa, modernizacja	Produkcja specjalistycznych narzędzi (np. ściągaczy)	
E t a p – III Produkcja masowa, modernizacja bieżąca	Dokumentacja techniczna produkcji masowej, zmiany konstrukcyjno-technologiczne	P R O D U K T F I N A L N Y		
		Produkcja seryjna, modernizacja	Organizacja sieci warsztatów naprawczych i obsługowych	

Źródło: opracowanie własne

Otrzymane w trakcie badań wskaźniki i dane dotyczące pracochłonności oraz przewidywanych technologiach obsługi i napraw nowych konstrukcji sprzętu, stanowią materiał wyjściowy do projektowania technologii oraz organizacji zaplecza specjalistycznych, autoryzowanych warsztatów diagnostyczno-obsługowych oraz warsztatów użytkownika (np. rolnika), wykorzystywanych przy drobnych pracach obsługowo-naprawczych.

4.4. Strategie racjonalnej eksploatacji maszyn i urządzeń

Znajomość oraz przewidywalność technicznych aspektów procesów starzenia i postępującego zużycia eksploatacyjnego maszyn i urządzeń jest niezbędna w rozwiązywaniu wielu zagadnień na etapie konstruowania, wytwarzania i racjonalnego procesu ich użytkowania. Wiedza ta pozwala na wybór adekwatnych kryteriów w doborze struktury konstrukcyjnej maszyny, wyborze właściwej technologii wytwarzania, optymalizacji złożonych parametrów eksploatacyjnych oraz doboru optymalnej strategii użytkowania i odnowy maszyn w dalszym procesie ich eksploatacji.

Zagregatowane zestawy maszyn rolniczych (ciągniki z maszynami rolniczymi), stanowiące złożone systemy techniczne o dużym stopniu złożoności konstrukcyjnej i funkcjonalnej, wymagają szczególnego podejścia do wyznaczenia i zidentyfikowania ich stanu technicznego w czasie eksploatacji. Zadania te sprowadzają się do [Tomczyk 2005c]:

- oceny kompletności agregatu maszynowego w aspekcie jakości i poprawności realizowanych zamierzonych zadań (np. agrotechnicznych),
- oceny przebiegu eksploatacji jako funkcji realizacji zadań,
- wyznaczenia stopnia zużycia technicznego i ekonomicznego,
- wyznaczenia zasobu użytkowego i prognozowania zmiany stanu technicznego,
- oceny efektywności eksploatacji,
- oceny stanu przydatności maszyn i urządzeń do realizacji określonych zadań w aspekcie ustalonych normatywów i standardów eksploatacyjnych, ekonomicznych,
- bezpieczeństwa i ochrony środowiska naturalnego.

W systemach eksploatacji maszyn i urządzeń wykorzystywanych w rolnictwie, istnieje szereg strategii realizacji powyższych zadań poprzez wykonywanie usług technicznych opartych o założenia [Piasecki 1995; Żółtowski 1996; Tomczyk 2005c]:

- kryteriów niezawodnościowych,
- kryteriów efektywności ekonomicznej,
- kryteriów ilości wykonanej pracy,
- kryteriów stanu technicznego,
- autoryzowanej strategii eksploatacji maszyn,
- planowej obsługi technicznej.

Eksploatacja według strategii kryteriów niezawodności polega na podejmowaniu decyzji eksploatacyjnych w oparciu o wyniki okresowej kontroli poziomu niezawodności głównych podzespołów eksploatowanych maszyn i urządzeń oraz prowadzeniu analizy porównawczej z parametrami eksploatacyjno-użytkowymi nowych urządzeń. Strategia ta polega na eksploatacji maszyn i urządzeń do chwili wystąpienia uszkodzenia. Badania niezawodnościowe w tej strategii sprowadzają

się do wyodrębnienia tzw. „słabych ogniw” maszyn i urządzeń i może być ona stosowana tylko wówczas, gdy następstwa uszkodzeń nie naruszają zasad bezpieczeństwa pracy i nie zwiększają kosztów eksploatacji.

Eksploatacja według strategii efektywności ekonomicznej, oparta jest o kryterium minimalnych kosztów eksploatacji maszyn, a decyzje eksploatacyjne podejmowane są w oparciu o wskaźnik zysku. Podstawą podejmowania decyzji są dane o niezawodności, kosztach użytkowania i napraw eksploatowanych maszyn.

Ważnym czynnikiem w tej strategii jest postęp techniczny, którego dynamika określa stopień starzenia moralnego maszyn, co ma szczególne znaczenie w rolnictwie przy długookresowej eksploatacji maszyn (nawet do 30 lat). W strategii tej kryterium opłacalności eksploatacji maszyn staje się podstawą decyzji o wycofaniu jej z użycia lub poddawaniu dalszej odnowie. Zasadność stosowania tej strategii wymaga gromadzenia dużej ilości informacji statystycznych z zakresu gospodarki finansowej działu eksploatacji, znajomości modeli decyzyjnych, mierników wartości i wskaźników efektywności ekonomicznej oraz rachunku optymalizacyjnego.

W strategii eksploatacji według ilości wykonanej pracy, eksploatacja maszyn jest limitowana ilością wykonanej pracy, ilością zużytego paliwa, liczbą przejechanych kilometrów lub [mth], liczbą cykli pracy, itp. Generalną zasadą w tej strategii jest zapobieganie uszkodzeniom poprzez konieczność wykonywania zabiegów obsługowych w ściśle oznaczonych limitach wykonanej pracy, przed osiągnięciem granicznego poziomu zużycia (np. przez szerokie stosowanie systemu okresowo wykonywanych przeglądów technicznych oraz napraw profilaktycznych).

Eksploatacja według strategii stanu technicznego, opiera się na podejmowaniu decyzji eksploatacyjnych na podstawie bieżącej oceny stanu technicznego maszyn, ich zespołów lub elementów. Poprawna realizacja tej strategii wymaga stosowania skutecznych metod i środków diagnostyki technicznej oraz przygotowanego personelu technicznego, natomiast efekty ekonomiczne z takiego sposobu eksploatacji są niewspółmiernie wyższe niż w innych strategiach. Podstawowym warunkiem funkcjonowania przedstawionej strategii jest dostępność skutecznych urządzeń diagnostycznych oraz precyzyjnych metod wnioskowania diagnostycznego (odczytu i interpretacji sygnału diagnostycznego).

Autoryzowana strategia eksploatacji maszyn jest rozwinięciem powyższej (wg stanu technicznego) o elementy teorii eksploatacji (fazy istnienia maszyny, serwis) oraz diagnostyki technicznej. Strategia ta imiennie wskazuje na twórcę i odpowiedzialnego za daną maszynę. Producent zainteresowany wysoką jakością i późniejszym zbytem jest odpowiedzialny za swój „wyrób” od zamysłu, poprzez konstrukcję, wytwarzanie i eksploatację, aż po jego użycie po likwidacji (złomowaniu). Tym samym producent konstruuje i wytwarza swoje maszyny w oparciu o najnowsze osiągnięcia myśli technicznej, zabezpieczając je własnym serwisem obsługi-

wym w czasie eksploatacji, bądź szkoląc i nadzorując pracę wybranego mechanika w warsztacie własnym dużego gospodarstwa rolniczego. Skomplikowana konstrukcja maszyn, duża złożoność ich budowy, znaczna wartość (cena zakupu) oraz nasycenie ich elektroniką i komputerami pokładowymi, terminowość wykonania prac w rolnictwie, sprawiają, iż najczęściej jest realizowana ta właśnie strategia eksploatacji maszyn.

Ponadto w eksploatacji maszyn wykorzystywanych w rolnictwie szeroko stosowana jest również strategia planowej obsługi technicznej, bazującej na wykonywaniu kolejnych, cyklicznych o zróżnicowanym zakresie dla każdej z maszyn, przeglądów technicznych [Rzeźnik 2002].

Obecnie w krajach UE zalecany jest autoryzowany system obsługowy maszyn. Opiera się on na planowaniu obsługi i zapewnieniu środków obsługi zgodnie z PN-IEC 706- (1-4). System ten w organizacji obsługi maszyn uwzględnia analizę rodzajów i skutków uszkodzeń (FMEA), koszty cyklu życia maszyny (LCC), analizę zapewnienia środków obsługi (MSA), analizę zakresu napraw (RLA) itp. [Michalski 1997b; Michalski, Niziński 1997; Niziński, Michalski 2002; Żółtowski 1996].

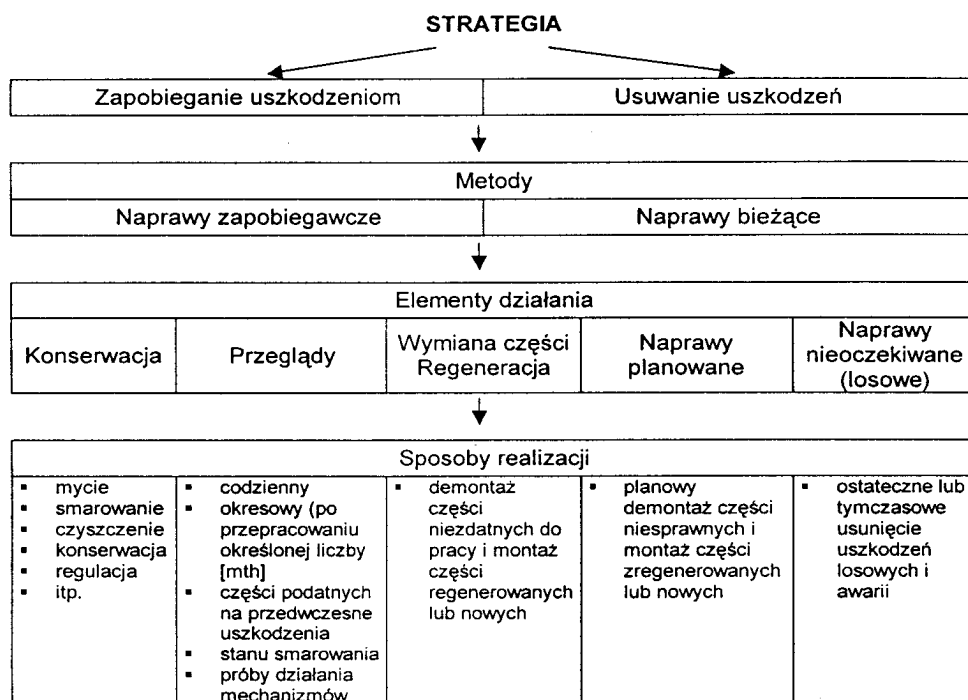
Aktualnie w rolnictwie ze względu na specyficzny charakter produkcji rolnej (braku możliwości jej zatrzymania, sezonowość prac, uzależnienie od zmiennych warunków atmosferycznych itp.) zalecana jest autoryzowana strategia eksploatacji, będąca rozszerzeniem strategii stanu technicznego maszyn. Sposób ten zapewnia utrzymanie i użytkowanie maszyn i urządzeń na wysokim poziomie ich niezawodności eksploatacyjnej.

W oparciu o powyższe strategie eksploatacyjne maszyn i urządzeń należy zbudować odpowiednie systemy obsługi technicznej, do których można zaliczyć:

- *system wymian profilaktycznych*, gdzie przeprowadzane są wymiany profilaktyczne w celu uniknięcia przyszłej awarii,
- *planowo-zapobiegawczy system obsług technicznych*, (z góry zaplanowany zakres i częstotliwość obsług technicznych, niezależnie od aktualnego stanu),
- *planowo-zapobiegawczy system obsług technicznych z diagnozowaniem*, (jw. lecz wspomagany przeprowadzonymi szczegółowymi badaniami diagnostycznymi określającymi aktualny stan badanej maszyny oraz wyznaczającej zakres niezbędnej naprawy),
- *system obsług technicznych według aktualnego stanu maszyny* (wymaga ciągłej diagnostyki – dozoru najważniejszych zespołów maszyny).

Skuteczność wykonywanych prac polowych w zasadniczym stopniu zależy od właściwego funkcjonowania użytkowanych maszyn. Zadanie to jest realizowane poprzez planowy system obsługi technicznej, przyjmującej odpowiednie strategie

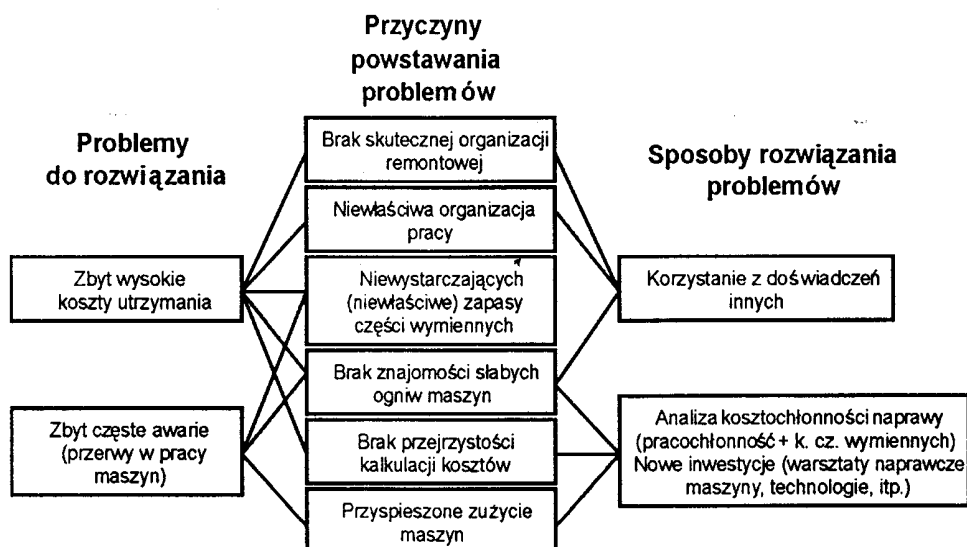
realizacji odnowy maszyn i urządzeń, co przedstawia rys. 9 [Tomczyk 2005c]. System obsługi technicznej maszyn rolniczych sprowadza się w tym przypadku do wyboru: strategii, zespołu metod, elementów oraz sposobów realizacji odnowy skierowanych na utrzymanie w stanie zdatności maszyn przez okres ekonomicznie uzasadniony lub wynikający z potrzeb i możliwości finansowych użytkownika.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 9. Strategie w procesie użytkowania maszyn i urządzeń

Racjonalna eksploatacja użytkowanych maszyn i urządzeń wykorzystywanych w rolnictwie jest bardzo złożonym zagadnieniem, rodzącym szereg pytań, problemów oraz często trudnych do realizacji decyzji, co przedstawiono na rys. 10 [Tomczyk 2005c]. Znając już strategię eksploatacji maszyn i urządzeń, specyfikę ich użytkowania w rolnictwie oraz strategię ich odnowy, użytkownicy posiadanego parku maszynowego w gospodarstwie rolniczym przed podjęciem optymalnej decyzji muszą poddać szczegółowej analizie występujące problemy w kontekście ich przyczyn, by podjęta decyzja była właściwa.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 10. Problemy w użytkowaniu maszyn i urządzeń

W procesie eksploatacji maszyn i urządzeń w krajach wysoko uprzemysłowionych obserwuje się tendencje maksymalnego ograniczania napraw (obsług) na rzecz zwiększenia wysiłków w sferze projektowania i produkcji, co procentuje wysoką niezawodnością sprzętu w eksploatacji, ale i wysokimi cenami jego zakupu (np. konstrukcje amerykańskie, japońskie, niemieckie, itp.).

Na każdym etapie analizy zasad i jakości funkcjonowania „systemu obsługiwa- nia” należy zwrócić szczególną uwagę na kryteria, wymogi oraz obowiązujące normy z zakresu ekologii w procesie użytkowania maszyn i urządzeń jak również na problemy związane z ich proekologicznym zagospodarowaniem po zakończonym procesie eksploatacji.

4.5. Aspekty jakości w odnowie maszyn i urządzeń

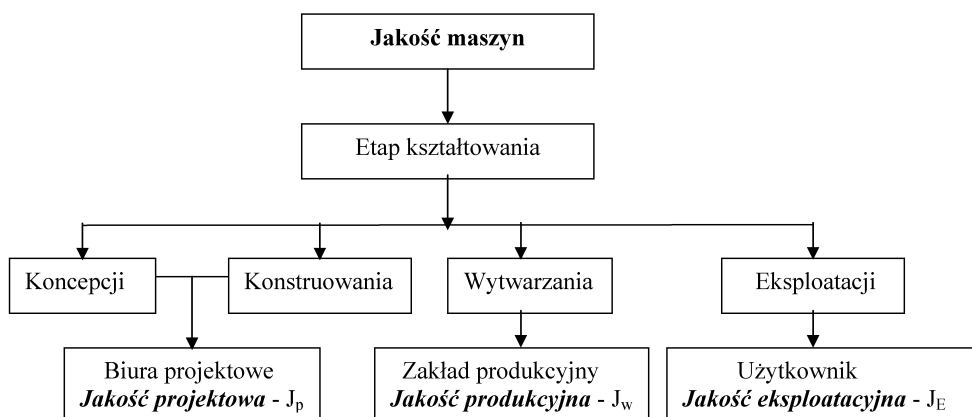
Inżynieria jakości jest dyscypliną naukową wykorzystywaną do czynnego kształtowania w systemach eksploatacyjnych najkorzystniejszej jakości użytkowej maszyn i urządzeń w ekonomicznie uzasadnionej czasoprzestrzeni (rzeczywistości).

Zasadnicze działania w obrębie inżynierii jakości sprowadzają się do:

- planowania jakości procesu produkcji wyrobu lub usługi we wszystkich etapach realizacji przedsięwzięcia,

- ekonomicznej analizy i oceny realizowanego przedsięwzięcia,
- oceny parametrycznej realizowanego przedsięwzięcia,
- działań organizacyjnych w trakcie realizowanego procesu poprzez przedsięwzięcia systemowe, ich integrację oraz dalsze doskonalenie i rozwój,
- niezbędnych działań towarzyszących realizacji danego przedsięwzięcia (marketing, serwis, logistyka itp.).

Obszar działania inżynierii jakości jest niezwykle szeroki, a także aktualny, ponieważ mieszczą się w nim zagadnienia zarządzania pracą, technologią i wiedzą. Obejmuje swym zasięgiem także: metody badania i oceny jakości procesów i wyrobów, analizy ekonomicznej realizowanych przedsięwzięć, logistyki oraz problemy poszanowania środowiska przyrodniczego w aspekcie eksploatacji i użytkowania maszyn i urządzeń. Jakość jest tworzona i kształtowana poprzez wszystkie fazy istnienia maszyn i urządzeń, począwszy o myślowej koncepcji, poprzez fazę konstruowania i wytwarzania, a kończąc u użytkownika, gdzie jest weryfikowana w trakcie realizacji zadań w rzeczywistych warunkach eksploatacji, co przedstawia rys. 11 [Tomczyk 2006d].



Źródło: opracowanie własne

Rys. 11. Etapy kształtowania jakości maszyn i urządzeń

Ciągły postęp naukowo-techniczny, oczekiwania użytkowników oraz wymagania w zakresie ochrony środowiska zmuszają producentów pojazdów, maszyn i urządzeń do korzystania z osiągnięć inżynierii materiałowej w ich produkcji. Szczególnie interesujące jest stosowanie tworzyw sztucznych i kompozytów. Wiele zalet tego rodzaju materiałów, zwłaszcza duża wytrzymałość właściwa umożliwia budowę pojazdów, maszyn i urządzeń o mniejszej masie, co bezpośrednio przyczynia się do zmniejszenia zużycia paliwa i ilości toksycznych spalin wydzielanych do atmosfery. Z tego względu zastosowanie tworzyw w budowie

np. samochodów wciąż się rozszerza. Tendencje użycia materiałów konstrukcyjnych w budowie samochodów przedstawiono w tablicy 7.

W rozważaniach (tabela 7) przyjęto 15 lat, jako średni okres eksploatacji pojazdu i w dolnym wierszu podano przewidywany czas jej zakończenia i oddania pojazdu do demontażu. Widoczny jest wzrost stosowania tworzyw sztucznych kosztem stali. Do demontażu będą trafiać samochody ze znacznie większym udziałem tworzyw sztucznych. Recykling tego rodzaju materiałów stanie się, więc swego rodzaju wyzwaniem najbliższych lat, zwiększając zadania stojące przed stacjami demontażu. Rozwiązaniu tych problemów będzie sprzyjać wprowadzanie nowych tworzyw o większej podatności na recykling.

Tabela 7. Tendencje w stosowaniu materiałów konstrukcyjnych w budowie samochodów

Materiały [%]	Lata produkcji		
	1980 – 1990	1991 – 2004	2005 – 2015
Stal, żelazo	72	62	40
Metale kolorowe	4,5	5	5,5
Tworzywa sztuczne	7,5	17	38
Guma	5,5	6	6,5
Szkło	3,5	3	2,5
Płyny	5	5,5	6
Inne	2	1,5	1,5
Lata złomowania samochodów	1995 - 2005	2006 - 2019	2020 - 2039

Źródło: Osiński, Zach 2006.

Należy się również spodziewać, że wzrost niezawodności obecnie produkowanych pojazdów (maszyn, urządzeń) doprowadzi do znacznego zmniejszenia zapotrzebowania na zespoły i części zamienne do ponownego użycia. Obniżenie poziomu ponownego użycia będzie, więc musiało być zrekomensowane wzrostem recyklingu materiałowego.

Projektowania każdego wyrobu, zgodnie z obecnie przyjmowanymi zasadami, trzeba uwzględnić wszystkie etapy, tj.: wytwarzanie, użytkowanie (eksploatację) oraz wtórne wykorzystanie pozostałości po tym wyrobie (rys. 11). Obecnie projektowane pojazdy, maszyny i urządzenia są projektowane z założeniem przystosowania do recyklingu. Nie jest możliwe podanie szczegółowych wskazówek do projektowania. Można jedynie sformułować kilka ogólnych zasad przy projektowaniu z ukierunkowaniem na ekologiczny sposób ich recyklingu:

- przystosowanie do demontażu – przez unikanie elementów łączonych z różnych materiałów, np. ozdób ze stali i tworzywa, wprowadzenie łatwiejszych do demontażu połączeń (zatrzaski zamiast połączeń śrubowych) oraz opracowanie dla każdego pojazdu szczegółowej i przejrzystej graficznie instrukcji demontażu,

- przystosowanie do selekcji materiałów – przez wyróżnienie rodzajów tworzyw sztucznych kolorami, możliwość identyfikacji materiałów. Przyjmuje się zasadę, że części z tworzywa sztucznego o masie powyżej 100 g powinny mieć oznaczenie typu materiału, z jakiego zostały wykonane,,
- stosowanie materiałów podatnych na recykling – np. zastępowanie tworzyw utwardzalnych termoplastycznymi, wprowadzenie na większą skalę materiałów biodegradowalnych,
- zmniejszenie liczby rodzajów materiałów.

Pośrednio recyklingowi sprzyjają wszystkie działania, podczas produkcji i eksploatacji pojazdów, maszyn i urządzeń prowadzące do zmniejszenia zużycia materiałów, a w szczególności zwiększenia trwałości i wydłużenia okresów wymiany, np. oleju w silniku.

Istotne wyzwanie w tym zakresie stoi również przed konstruktorami maszyn i urządzeń wykorzystywanych bezpośrednio w produkcji rolniczej. Kształtowanie parametrów jakości w odnowie uszkodzonych maszyn i urządzeń wykorzystywanych w rolnictwie ma istotne znaczenie w dalszym procesie ich eksploatacji i użytkowania przez rolników w swoich gospodarstwach. Zużycie poszczególnych części maszyn w zdecydowanej przewadze są procesami zużycia trybologicznego, postępującego stopniowo w miarę nasilającego oddziaływania niszczących zjawisk wywołanych tarciem współpracujących elementów lub kontaktów z ciałami obcymi (błoto, piasek itp.). Głównym objawem tego rodzaju zjawisk są powierzchniowe ubytki materiału oraz utrata własności fizycznych tychże warstw. Prawidłowe przygotowanie powierzchni uszkodzonych części w ramach prowadzonej regeneracji oraz optymalny dobór sposobu, metody, materiałów i reżimów technologicznych jej przeprowadzenia, mają decydujący wpływ na parametry jakościowe poddawanych tym sposobem odnowie maszyn i urządzeń rolniczych. Tak odnowione maszyny posiadając w pełni przywróconą jakość eksploatacyjną mogą zgodnie z przeznaczeniem uczestniczyć w realizacji zadań produkcyjnych w gospodarstwach.

Spełnienie oczekiwań rolników, konkurencyjność polskiego rolnictwa w strukturach Unii Europejskiej wymaga zdecydowanej obniżki kosztów produkcji przez samych rolników oraz modernizacji posiadanego przez nich sprzętu rolniczego. Rolnicy w miarę poprawy kondycji ekonomicznej swoich gospodarstw będą dążyć do poprawy stanu liczbowego i asortymentowego posiadanych maszyn i urządzeń, ponieważ postęp techniczny i obniżka kosztów eksploatacji są jednymi z podstawowych czynników mogących wpłynąć na poprawę wskaźników ekonomicznych gospodarstw na trudnym unijnym rynku. Jednym z głównych elementów efektywnej produkcji rolnej jest utrzymanie ciągników i maszyn rolniczych w pełnej gotowości technicznej przy zachowaniu odpowiednich parametrów jakościowych w realizacji wykonywanych przez nie zadań. Cel ten można osiągnąć, utrzymując

park maszynowy gospodarstw na wysokim poziomie „jakości eksploatacyjnej”, poprzez [Tomczyk 2006d]:

- odbudowanie niewłaściwego stopnia technicznego uzbrojenia (mechanizacji) gospodarstw poprzez wymianę fizycznie i ekonomicznie wyeksploatowanych maszyn i urządzeń na fabrycznie nowe,
- przywracanie zużytego potencjału eksploatacyjnego maszyn, poprzez naprawę uszkodzonych (zużytych) części i zespołów z zastosowaniem w procesie odnowy zarówno części fabrycznie nowych jak i regenerowanych (aspekt ekologiczny),
- odnowienie przebiegu eksploatacyjnego poprzez wykonywanie obsługi technicznej o odpowiednim zakresie czynności (przeglądy techniczne, usługi okresowe, itp.).

Normy jakościowe systemu ISO powinny być przestrzegane (nie ma obowiązku, gdyż są dobrowolne) na każdym etapie prowadzonej odnowy (naprawy) maszyn i urządzeń (zgodnie z zaleceniami UE) [ISO 9000, 9002, PN-EN ISO 9001:2000, 9001:2001]. Normy te dają wytyczne dla warunków, w jakich może być przeprowadzony proces odnowy maszyn, by on nie stwarzał niebezpieczeństwa dla wykonawców usługi oraz zagrożeń dla otoczenia i środowiska naturalnego, przy zachowaniu wszystkich parametrów eksploatacyjno-użytkowych założonych przez konstruktora maszyn. Normy te mówią również o procentowych udziałach części i podzespołów złomowanych maszyn i urządzeń, które bezwzględnie należy odzyskać i poddać procesom regeneracji z możliwością ich ponownego użycia w naprawach innych podobnego typu maszynach i urządzeniach – w ten sposób czynnie wpływając na ochronę środowiska przyrodniczego [Tomczyk 2006b].

Odnowianie maszyn poprzez naprawę i obsługę daje nowe spojrzenie na wiele zagadnień związanych z aspektem ekologii w organizacji zaplecza technicznego w rolnictwie, np. regeneracją części maszyn, która czynnie wpływa na ochronę środowiska przyrodniczego. Jednym z nadrzędnych kryteriów celowości prowadzenia regeneracji są jej koszty oraz porównanie trwałości i jakości części nowej i regenerowanej. Do tej oceny można wykorzystać wskaźnik opłacalności regeneracji W [Adamiec, Dziubiński 1997]:

$$W = \frac{K_N T_R}{K_R T_N}$$

gdzie:

- K_N, K_R – koszt części nowej i regenerowanej,
- T_N, T_R – trwałość części nowej i regenerowanej

Dla wartości wskaźnika $W > 1$ regeneracja części oraz odnowa maszyn jest opłacalna.

4.6. Ograniczania w stosowaniu materiałów o znacznej szkodliwości

Ustawodawstwo krajowe oraz Unii Europejskiej narzuca konstruktorom pojazdów, maszyn i urządzeń pewne kryteria oraz rygory w stosowaniu niektórych materiałów konstrukcyjnych do ich produkcji [Osiński, Żach 2006].

Wyjątki od zakazu stosowania materiałów o znacznej szkodliwości są zapisane w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 4 października 2005 r. w sprawie listy materiałów, przedmiotów wyposażenia i części pojazdów, które mogą zawierać ołów, rtęć, kadm oraz sześciowartościowy chrom (Dz. U. Nr 200, poz. 1653). W rozporządzeniu tym stwierdzono, że w materiałach, przedmiotach wyposażenia i częściach pojazdów, maszyn i urządzeń dopuszcza się stosowanie:

- 1) ołowiu jako składnika stopów w:
 - a) stali przeznaczonej do obróbki skrawaniem i stali galwanizowanej zawierającej w masie do 0,35% ołowiu,
 - b) aluminium przeznaczonym do obróbki skrawaniem zawierającym w masie do 1,5% ołowiu – do 01.07.2008 r.,
 - c) aluminium przeznaczonym do obróbki skrawaniem zawierającym w masie do 0,4% ołowiu – do 01.07.2006 r.,
 - d) stopach miedzi zawierających w masie do 4% ołowiu,
 - e) tulejach łożysk i panewkach – do 01.07.2008 r.
- 2) ołowiu i związków ołowiu w:
 - a) akumulatorach,
 - b) amortyzatorach,
 - c) czynnikach wulkanizacyjnych i stabilizatorach elastomerów stosowanych w układach hydraulicznych i układach przeniesienia napędu,
 - d) środkach wiążących elastomery zawierających w masie do 0,5% ołowiu stosowanych w układach przeniesienia napędu,
 - e) stopach lutowniczych stosowanych w obwodach elektronicznych i innych zastosowaniach elektrycznych,
 - f) miedzi zawierającej powyżej 0,4% ołowiu stosowanej w okładzinach hamulcowych – do 01.07.2007 r.,
 - g) zaworów silników zaprojektowanych przed dniem 1 lipca 2003 r. do 01.07.2007 r.,
 - h) częściach elektrycznych zawierających ołów w szklanych lub ceramicznych składnikach matryc, z wyjątkiem szkła z żarówek i porcelany z korpusów świec zapłonowych,
 - i) pirotechnicznych materiałach inicjujących użytych w pojazdach homologowanych przed dniem 1 lipca 2006 r. lub po tej dacie w pirotechnicznych materiałach inicjujących stanowiących przedmiot wymiany w pojazdach homologowanych przed dniem 1 lipca 2006 r.,
 - j) masie jednorodnego materiału do 0,1%.

- 3) rtęci w:
 - a) lampach samowyladowczych,
 - b) wyświetlaczach deski rozdzielczej,
 - c) masie jednorodnego materiału do 0,1%.
- 4) kadmu w:
 - a) powłokach ochronnych elementów elektroniki samochodowej – do 01.07.2006 r.,
 - b) akumulatorach pojazdów z napędem elektrycznym – do 01.07.2008 r.,
 - c) częściach optycznych matryc szklanych stosowanych w układach wspomagania kierowcy – do 01.07.2007 r.,
 - d) masie jednorodnego materiału do 0,01%.
- 5) sześciowartościowego chromu w:
 - a) powłokach antykorozyjnych – do 01.07.2007 r.,
 - b) powłokach antykorozyjnych śrub i nakrętek stosowanych w podwoziach pojazdów – do 01.07.2008 r.,
 - c) samochodowych chłodziarkach absorpcyjnych,
 - d) masie jednorodnego materiału do 0,1%.

Szkodliwe metale ciężkie są stosowane w szerokim zakresie w budowie pojazdów, maszyn i urządzeń i tylko mała część z nich ma zostać wyeliminowana w ciągu kilku najbliższych lat. W wielu ważnych zespołach, np. akumulatorach, amortyzatorach, będą one nadal stosowane. Jest to istotny problem recyklingu, ponieważ wydzielenie np. ołowiu z uszczelnień wykonanych ze stopów lutowniczych oraz ze środków wiążących elastomery jest praktycznie niemożliwe podczas demontażu pojazdów.

Dyrektywa Unii Europejskiej 2000/53/UE z dn. 18 września 2000r. w sprawie pojazdów wycofywanych z eksploatacji, zwraca również uwagę na konieczność zaprzestania stosowania tworzyw PVC ze względu na wydzielanie się szkodliwych związków chloru. Nie określono jednak terminu, do którego wolno je stosować. Pozostawiono to do decyzji Komisji Europejskiej. Obecnie tworzywa PCV są często stosowane, zwłaszcza na różnego rodzaju powłoki ochronne.

5. PODSUMOWANIE

W opracowaniu przedstawiono w ujęciu syntetycznym złożoność zagadnień i problemów związanych z eksploatacją pojazdów, maszyn i urządzeń w aspekcie proekologicznych sposobów ich użytkowania, w zgodzie z krajowym ustawodawstwem oraz unijnymi dyrektywami.

Wysoka jakość oferowanych na rynku wyrobów i usług (regenerowane części i odnowione zespoły maszyn) może być w złożonych realiach gospodarki rynkowej i powszechnej konkurencji, jednym z elementów pozwalających godnie funkcjonować zarówno producentom maszyn i urządzeń (warsztaty rzemieślnicze), jak i potencjalnym ich klientom (np. rolnicy korzystający z tego typu regenerowanych części w naprawach swoich maszyn) w zgodzie z normami (dyrektywami UE) i zasadami poszanowania środowiska przyrodniczego.

Recykling użytkowy złomowanych maszyn poprzez regenerację części jest ważnym elementem gospodarki materiałowej mającej istotne znaczenie dla bilansu części wymiennych i obniżki kosztów materiałowych odnowy maszyn i urządzeń oraz może korzystnie wpływać poprzez obniżkę kosztów eksploatacji maszyn, podnosząc efektywność ekonomiczną gospodarstwa rolniczego w zgodzie z normami ochrony środowiska. Obecnie recykling staje się nową dziedziną gospodarki, chroniącą środowisko naturalne, jak również mogącą przynosić zyski i tworzyć nowe miejsca pracy. Rozwój recyklingu prowadzi do powstania szeregu problemów natury technicznej, ekonomicznej, społecznej i prawnej, wymagających nowych uregulowań. Problemy te szczególnie objawiają się w zakresie recyklingu pojazdów samochodowych jako produktu najbardziej masowo wytwarzanego i eksploatowanego, jak również w przypadku modernizacji i wprowadzania nowoczesnych maszyn i urządzeń do gospodarki, przemysłu i rolnictwa – z czym mamy obecnie do czynienia.

Organizacja systemu odnowy maszyn i urządzeń uwzględniająca aspekty proekologicznych metod naprawy uszkodzonych obiektów technicznych jest problemem wysoce złożonym, wymagającym działań już na etapie koncepcji i konstrukcji wyrobu (maszyny), a na etapie złomowania i recyklingu kończąc, co omówiono w rozdziale czwartym (pkt. 4.2. – rys. 5). Warunkiem sprawnego funkcjonowania takiego systemu jest stały dopływ zużytych (spełniających kryteria regeneracji) części wymiennych do przedsiębiorstw (zakładów, warsztatów) prowadzących regenerację. Stąd, wdrożenie sprawniej organizacji skupu części zużytych nadających się do regeneracji oraz obrotu częściami i zespołami zregenerowanymi jest

głównym elementem systemu regeneracji. Niezbędne warunki, jakie powinny być spełnione w zakresie organizacji skupu i obrotu częściami zregenerowanymi, to:

- optymalne i ekonomicznie uzasadnione rozmieszczenie (zbliżenie) punktów skupu zużytych części i podzespołów do użytkowników maszyn i urządzeń,
- zapewnienie pełnej opłacalności dla wszystkich uczestników obrotu,
- szeroka akcja informacyjna o możliwościach sprzedaży zużytych części i podzespołów oraz nabycia zregenerowanych.

Współpraca między punktami pozyskiwania części do regeneracji, a zakładami wykonującymi regenerację winna się opierać o szczegółową umowę – zlecenie.

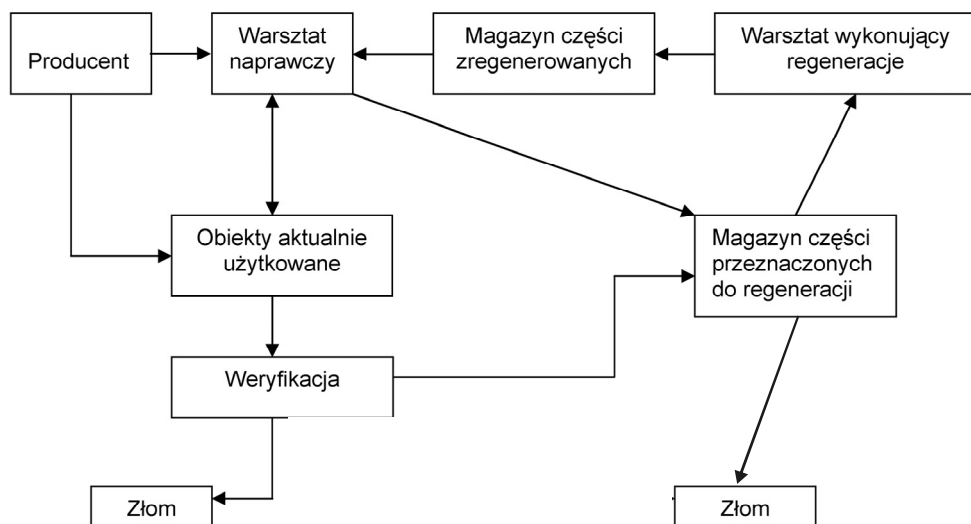
Regeneracja części i odnowa zespołów do sprzętu rolniczego związana jest ściśle z organizacją napraw wykonywanych w zapleczu naprawczym technicznej obsługi rolnictwa. W związku z tym regeneracja i odnowa powinna być wykonywana w:

- zakładach napraw głównych sprzętu, gdzie ze względu na duży asortyment części i stosunkowo niewielkie serie roczne regenerowanych części w poszczególnych asortymentach, stosowane są uniwersalne i proste metody regeneracji, a stopień oprzyrządowania procesów i zakres mechanizacji prac są niewielkie,
- zakładach napraw głównych zespołów wymiennych, gdzie szeroki zakres regeneracji stanowi podstawowy warunek uzasadniający koncentrację napraw zespołów. Zakłady te regenerują podstawowe części wchodzące w skład naprawianego zespołu zarówno dla potrzeb własnej działalności naprawczej, jak i na potrzeby innych warsztatów. Znaczna seryjność jednorodnych części i zawężony ich asortyment umożliwiają zastosowanie specjalistycznych regeneracji, urządzeń, obrabiarek i przyrządów. W zakładach tych istnieją w wielu przypadkach odpowiednie warunki do wprowadzania mechanizacji i automatyzacji procesów regeneracyjnych.
- wydziałach specjalizujących się w regeneracji technologicznie podobnych grup części, gdzie koncentrowana jest regeneracja części wymagających złożonych procesów technologicznych i specjalistycznego wysokowydajnego wyposażenia. Procesy regeneracji w tym przypadku obejmują różne grupy maszyn i urządzeń, co gwarantuje wysoki procent odzysku uszkodzonych, przydatnych do regeneracji części.
- oprócz wyżej wymienionych, istnieje możliwość i wręcz potrzeba organizowania sieci drobnych, prywatnych, rzemieślniczych zakładów, które mogą świadczyć usługi z zakresu regeneracji bezpośrednio na rzecz użytkowników maszyn i urządzeń rolniczych oraz uczestniczyć szeroko w kooperacji z dużymi jednostkami naprawczymi (po uzyskaniu od producentów wyrobów gotowych odpowiednich zezwoleń, certyfikatów jakości i autoryzacji).

Warunkiem sprawnego funkcjonowania systemu organizacji regeneracji części jest ścisła współpraca zakładów regenerujących z producentami wyrobów gotowych.

Przedstawia koncepcja systemu organizacji odnowy maszyn (rys. 1 – rozdz. 2, pkt. 2.2.) ujmuje zależności pomiędzy elementami systemu (producent, użytkownik, zaplecze naprawcze, handel) w postaci wzajemnych relacji i uwarunkowań zmieniających się w funkcji czasu oraz czynników zewnętrznych (sytuacja finansowa użytkowników, dostępność oraz ceny nowych i odnowionych maszyn, itp.), natomiast zasady jego funkcjonowania przedstawia rys. 12 [Bala, Tomczyk 1994].

Zrozumienie problemów zakresu ochrony środowiska, kalkulacje kosztowe oraz racjonalna polityka zarządzających może w istotny sposób wpływać na problemy związane z proekologicznymi sposobami użytkowania i późniejszym zagospodarowaniu złomowanych pojazdów, maszyn i urządzeń. Działalność ta może być również aktywnym elementem w walce z bezrobociem przez tworzenie różnego rodzaju zakładów recyklingu w postaci punktów skupu złomu i surowców wtórnych oraz zakładów demontażu, regeneracji i odnowy podzespołów i części nadających się jeszcze do ponownego wykorzystania.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 12. Schemat funkcjonowania systemu organizacji odnowy maszyn

6. BIBLIOGRAFIA

- Adamiec., Dziubiński J.** 1997. Problemy przy napawaniu i eksploatacji regenerowanych elementów maszyn transportowych. Wyd. Zumacher. Kielce.
- Arczyński S.** 1993. Mechanik ruchu samochodowego. WNT Warszawa. ISBN 83-204-1488-1.
- Bala Wl., Tomczyk W.** 1994. Koncepcja nowego systemu organizacji regeneracji części wymiennych w zapleczu naprawczym rolnictwa na bazie istniejącej infrastruktury. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Z. 415. s. 129-135.
- Balla J.** 1991. Skusky unavovej pevnosti renovovanych kulkowych hriadelov. Zemed. Techn. Nr 33. Praha.
- Barzilowic E.** 1994. Niekatoryje slučaj profilaktičeskogo oslužiwania sistem s rezerwirowaniem. Moskwa.
- Bebak K.** 2003. Problem zagospodarowania odpadów w kontekście ochrony środowiska. Logistyka, nr 5.
- Bocheński C.** 1994. Problematyka regeneracji części maszyn rolniczych. Przegląd Techniki Rolniczej. Nr 2.
- Bocheński C.** 1995. Naprawa maszyn i urządzeń rolniczych. Warszawa. ISBN 83-02-06004-6.
- Bocheński C. i zesp.** 2000. Badania kontrolne samochodów. Warszawa. ISBN 83-206-1349-3.
- Bleckstein R.** 1991. Lohnt die Beschichtung vor Verschleissteilen. Landtechnik Nr 6. RFN.
- Brown R.L.** 1992. Lanching the Environmental Revolution In State of the Word, New York.
- Cieślakowski B.** 2007. Procesy drganiowe w diagnostyce maszyn rolniczych. Kraków. ISBN 83-917053-5-8.
- Cypko J., Łopuszyński B., Małek A.** 1986. Możliwość regeneracji części do importowanych urządzeń tłoczni gazu. Eksploatacja maszyn. Nr 4.
- Donarowicz O.** 1993. Teoretyczne podstawy eksploatacji obiektów technicznych. ZN Pol. Gdańskiej. Nr 503. Gdańsk.
- Faravelon J.** 1996. Prezes Europe Auto Industrie – List intencyjny firmy Europe Auto Industrie do EXPOM – Kwidzyn Sp. z o.o.. Paryż.
- Fryczke R.** 1988. Regeneracja prądnic, rozruszników i alternatorów w POM Kwidzyń. Mat. Konf. OBR TOR Żdzary. Łódź.
- Dhillon B.S.** 1986. Human Reliability wiht Human Factors. Pergamon Pres: New York.
- Dreszczyk E.** 1984. Naprawialność maszyn, analiza i podstawy realizacji. P.P. Poznań.
- Dreszczyk E., Foltynowicz L, Maternik R.** 1985. Wybrane aspekty regeneracji części. Eksploatacja maszyn. Nr 2-3.
- Dreszczyk E., Malicki M.** 1999. Modele elastycznego inwestowania w maszyny rolnicze. Inżynieria rolnicza. Nr 5. ISSN 1429-7264.
- Dyrektywa Rady 96/61/EWG z 24 września 1996r.** w sprawie zintegrowanego zapobiegania zanieczyszczeniom środowiska.

- Dyrektywy Unii Europejskiej:** 2000/53/WE, 2002/151/WE, 2002/525/WE porządkujące sposób postępowania ze złomowanymi i wycofywanymi z eksploatacji obiektami technicznymi (maszyny, urządzenia, pojazdy).
- Goć E., Muzalewski A., Olszewski T.** 1996. Eksploatacyjno-ekonomiczne wskaźniki rotacyjnego użytkowania maszyn rolniczych. Wyd. IBMER. Warszawa.
- Goć E., Muzalewski A.** 1997. Koszty eksploatacji maszyn. Wskaźniki eksploatacyjno – ekonomiczne maszyn i ciągników stosowanych w gospodarstwach indywidualnych. Wydawnictwo IBMER. Warszawa, październik 1997 r.
- Goląbek St.** 1989. Nowoczesna gospodarka a regeneracja samochodowych części zamiennych. Eksploatacja maszyn. Nr 7.
- Grontkowska A.** 1997. Organizacja gospodarstw rolniczych. Warszawa. ISBN 83-02-06623-0.
- Grzybowski H., Majchrzak B.** 1989. Regeneracja elementów skrzyni biegów ciągnika Ursus. Eksploatacja Maszyn. Nr 7.
- GUS.** 2011. Powszechny Spis Rolny – 2010r.
- Harms H.-H., Meyer H.J.** 1991. Konstruieren recyclinggerechter technischer Produkte, VDI – Gesellschaft Entwicklung Konstruktion Vertrieb 1993. Recykling von Landmaschinen. Interner Bericht für Detsche Bundesstiftung Umwelt.
- Hebda M., Niziński S., Pelc.** 1980. Podstawy diagnostyki pojazdów mechanicznych. Warszawa. ISBN 83-206-0007-3.
- Henstock M.E.** 1988. Desing for Recykling. London, Institute of Metals, Carl-ton Hause Terrace.
- Holc W.** 1995. Gelobt se, was hart macht. Top Agrat. Nr 8. RFN.
- Johansson A.** 1997. Czysta technologia – środowisko, technika, przyszłość. WNT. Warszawa. ISBN 83-204-2119-5.
- Jucherski A., Król K., Walczewski A.** 2004. Opracowanie rozwiązań technicznych i organizacyjno-ekonomicznych dla rolnictwa ekologicznego. Zadanie 6. Maszynopis IBMER Warszawa, Dok. XLN/43.
- Kasperczyk R.** 2009. Transport i spedycja. Warszawa. ISBN 978- 83-7461-101-9.
- Karpiński T.** 2004. Inżynieria produkcji. WNT Warszawa. ISBN 83-204-2990-0.
- Karwowski T.** 1998. Polska w drodze do Unii Europejskiej. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej. Nr 1. ISSN 1732-1719.
- Klaus O., Michalski R., Tilipalow Wl.** 2002. Procesy naprawy maszyn – teoria i praktyka. Olsztyn-Kaliningrad. ISBN 83-914011-5-4.
- Kowalski J. i zesp.** 2002. Postęp naukowo-techniczny a racjonalna gospodarka energią w produkcji rolniczej. PTIR Kraków. ISBN 83-905219-9-7.
- Leszek W., Mazurkiewicz A., Trzos M.** 1999. Projektowanie eksperymentalnych systemów bio-agrotechnicznych w budowie i eksploatacji maszyn. Radom. ISBN 83-7204-093-1.
- Legutko S.** 2004. Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. Warszawa. ISBN 83-02-08998-2.
- Lipiński A.** 2001. Elementy prawa ochrony środowiska. Kantor Wydawniczy Zakamycze. Oddział Polskich Wydawnictw Profesjonalnych. Kraków.
- Łuczak A., Mazur T.** 1981. Fizyczne starzenie elementów maszyn. WNT. Warszawa.
- Machowski J.** 2000. Problemy prawne ochrony środowiska. Wydawnictwo Akademickie Żak. Warszawa.
- Majek S., Cichecki J.** 2006. Drugie życie części. Świat Motoryzacji. Nr 6.
- Marshall L.** 1994. Renovate to reap rewards. Pwr Fmg. Nr 9. London. Anglia.
- Meyer H.J., Harms H.H.** 1994. Konstruieren recyclinggerechter Landmaschinen. Landtechnik. Nr 1.
- Merkisz J., Piekarski W., Słowik T.** 2005. Motoryzacyjne zanieczyszczenie środowiska. Wyd. WAR. Lublin. ISBN 83-7259-136-9.
- Michalski R., Niziński S.** 1997. Podstawy eksploatacji obiektów technicznych. ART-Olsztyn.
- Michalski R.** 1997a. Pokładowe systemy nadzoru maszyn ze sztuczną inteligencją. ART. Olsztyn.

- Michalski R.** 1997b. Modelowanie gotowości maszyn rolniczych w rocznym cyklu eksploatacji. ZN ART. Olsztyn.
- Michalek R. i in.** 1998. Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa. PTIR. Kraków. ISBN 83-905219-1-1.
- Michalek R., Tomczyk W.** 2001. Problemy odnowy maszyn i urządzeń rolniczych w zapleczu naprawczym technicznej infrastruktury wsi. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 7. s.51-59.
- Michalek R., Tomczyk W.** 2002. Problemy eksploatacji maszyn i urządzeń w aspekcie ochrony środowiska. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4. s. 5-10.
- Muzalewski A.** 2000. Koszty eksploatacji maszyn. IBMER. Warszawa.
- Niziński S., Michalski R.** 2002. Diagnostyka obiektów technicznych. Warszawa. ISBN 83-7204-290-X.
- Niziński S.** 2000. Elementy eksploatacji obiektów technicznych. ART. Olsztyn. ISBN 83-88343-50-5.
- Niziński S., Kupicz W., Mikołajczak P., Rychlik A., Szczygła P., Wierzbicki S.** 2011. Systemy diagnostyczne wojskowych pojazdów mechanicznych. Wyd. Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB. Sulejówek-Radom. ISDN 978-83-7204-971-1.
- Niziński S., Żurek J.** 2011. Logistyka ogólna. Warszawa. ISBN 978-83-206-1794-8.
- Normy ISO.** ISO 9002, PN-EN ISO 9001:2000, 9001:2001.
- Oprządkiewicz J., Stolarski B.** 2003. Technologia i systemy recyklingu samochodów. WNT. Warszawa.
- Osiński J., Żach P.** 2005. Rozwój systemu recyklingu pojazdów wycofywanych z eksploatacji. X Jubileuszowy Kongres Eksploatacji Urządzeń Technicznych. Stare Jabłonki. s. 411-418.
- Osiński J., Żach P.** 2006. Wybrane zagadnienia recyklingu samochodów. Poznań. WKiŁ. ISBN 978-83-206-1621-7.
- Orzelowski S.** 2007. Naprawa i obsługa pojazdów samochodowych. WSiP S.A. Warszawa.
- Osiewicz E.** 2006. Przemiany we współczesnej gospodarce światowej. Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa.
- Patton J.D.** 1983. Preventive Maintenance. Wiley: New York.
- Pawlak J., Wójcicki Z.** 1996. Stan i kierunki rozwoju techniki rolniczej w Polsce. ZEE – IBMER. Warszawa.
- Pawlak J. i zespół** 1997. Dobór maszyn i ich racjonalne użytkowanie. Wydawnictwo IBMER. Warszawa 1997 r.
- Pawlak J.** 1997. Ekonomia mechanizacji i energetyzacji rolnictwa. Monografia. Wydawnictwo IBMER. Warszawa 1997 r.
- Piasecki S.** 1995. Elementy teorii niezawodności i eksploatacji obiektów o elementach wielostanowiskowych. IBS PAN. Warszawa.
- Powierża L.** 1997. Zarys inżynierii systemów bioagrotechnicznych. Płock. ISBN 83-87039-32-2.
- Powierża L., Tomczyk W.** 2007. Zarys Inżynierii Systemów Bioagro-Technicznych Cz. 3b. Modelowanie wybranych procesów. Płock. s. 261-280.
- Prentki S.** 1985. Wyznaczanie ekonomicznej efektywności napraw regeneracyjnych i zapobiegawczych. Eksploatacja maszyn. Nr 2-3.
- Pyłka-Gutowska E.** 2001. Ekologia z ochroną środowiska. Wydawnictwo Oświata. Warszawa. ISBN 83-85393-80-X.
- Rosiak-Dulewska Cz.** 2005. Podstawy gospodarki odpadami. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- Rzeźnik Cz.** 2002. Podstawy obsługi technicznej maszyn rolniczych. Poznań. ISBN 83-7160-265-0.
- Rychter T.** 2006. Mechanik pojazdów samochodowych. WSiP S.A. Warszawa.
- Stawiarski D., Badowski A.** 2002. Wymagania ekologiczne dla stacji recyklingu (demontażu) samochodów wycofywanych z eksploatacji. Wyd. PIAiP. Warszawa.

- Szajba E.** 2000. Podaż maszyn rolniczych w świetle badań jakościowych. Prace PIMR. Nr 3. ISSN 1642-686X.
- Szeptycki A. i in** 1996. Stan i kierunki rozwoju techniki oraz infrastruktury technicznej w Polsce. Wydawnictwo IBMER. Warszawa.
- Szeptycki A., Wójcicki Z.** 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Wyd. IBMER Warszawa. ISBN 83-86264-96-9.
- Smith D.J.** 1985. Realiability and Maintainability In Perspective. Macmillan: New York.
- Szoltyszek J.** 2009. Logistyka zwrotna. Poznań. ISBN 978-83-87344-14-6.
- Tomczyk W.** 1994a. Sposób określenia wielkości puli podzespołów przeznaczonych do regeneracji. Zeszyty Naukowe AR Kraków. Nr 13.
- Tomczyk W.** 1994b. Metodyka ustalania efektów ekonomicznych regeneracji. Zeszyty Naukowe AR Kraków. Nr 13.
- Tomczyk W.** 1994c. Kierunki działania niezbędne w rozwoju regeneracji. III Ogólnopolska i II Międzynarodowa Konferencja Naukowa. AR-Olsztyn.
- Tomczyk W.** 1994d. Koncepcja systemu organizacji regeneracji części wymiennych w zapleczu naprawczym Technicznej Obsługi Rolnictwa. III Ogólnopolska i II Międzynarodowa Konferencja Naukowa. AR-Olsztyn.
- Tomczyk W., Kubera J.** 1996. Analiza opłacalności regeneracji części oraz sposoby poprawy efektywności ekonomicznej przedsiębiorstw preferujących w naprawach części zregenerowane. Wiś i Doradztwo. Nr 3. s.23-25. ISSN 1234-5725.
- Tomczyk W., Kubera J.** 1997. Stan aktualny i perspektywy rozwoju regeneracji części i zespołów w technicznej obsłudze rolnictwa. Wiś i Doradztwo. Nr 3. s. 28-30.
- Tomczyk W.** 1988. Problemy regeneracji części wymiennych w zapleczu naprawczym technicznej obsługi rolnictwa. Prace PIMR – Poznań. Nr 4. s. 32-35.
- Tomczyk W.** 2004a. Problemy decyzyjne w procesie eksploatacji maszyn i urządzeń rolniczych, Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering 1.s. 50-52.
- Tomczyk W.** 2004b. System regeneracji – tak, ale jak go zorganizować? Technika Rolnicza – Ogrodnicza – Leśna. Nr 2. ISSN 1732-1719.
- Tomczyk W.** 2005a. Aspekty ekologii w konstruowaniu i odnowie maszyn i urządzeń. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering. Nr 4. s. 45-47.
- Tomczyk W.** 2005b. Problemy organizacyjno-prawne recyklingu maszyn i pojazdów w aspekcie przystąpienia Polski do Unii Europejskiej. Inżynieria Rolnicza. Nr 7. s. 349–359.
- Tomczyk W.** 2005c. Uwarunkowania racjonalnego procesu użytkowania maszyn i urządzeń rolniczych. Inżynieria Rolnicza. Nr 7. s. 359-365.
- Tomczyk W.** 2006a. Stan wiedzy w zakresie organizacji systemów odnowy maszyn i urządzeń rolniczych. Journal of Reserach and Applications In Agricultural Engineering. Nr 1. ISSN 1642-686X.
- Tomczyk W.** 2006b. Problemy badawcze w organizacji zaplecza naprawczego w aspekcie proekologicznych metod odnowy maszyn rolniczych. Inżynieria Rolnicza. Nr 3. s. 91-100.
- Tomczyk W.** 2006c. System odnowy maszyn rolniczych w aspekcie poszanowania środowiska. Inżynieria Rolnicza. Nr 12. s. 511-517.
- Tomczyk W.** 2006d. Problem jakości w procesie eksploatacji i odnowy maszyn i urządzeń. Problemy jakości. Nr 10. s. 50-52.
- Tomczyk W.** 2007. Efektywność regeneracji części maszyn w aspekcie ochrony środowiska. Journal of research and applications in agricultural engineering – PIMR w Poznaniu. Nr 2. s. 57-60. ISSN 1642-686X.
- Tomczyk W.** 2009a. Obsługi techniczne w procesie odnowy i utrzymania maszyn i urządzeń. Inżynieria Rolnicza. Nr 6. s. 3001-307.
- Tomczyk W.** 2009b. Wycofywanie pojazdów i maszyn rolniczych w aspekcie ochrony środowiska. Inżynieria Rolnicza. Nr 8(117). s. 243-249.

- Tomczyk W.** 2010a. Ekologiczno-eksploatacyjne aspekty w procesie użytkowania i odnowy maszyn i urządzeń. Regeneracja części w ekologicznej eksploatacji maszyn (cz. I.). Inżynieria Rolnicza. Nr 3(121). s.217-223.
- Tomczyk W.** 2010b. Ekologiczno-eksploatacyjne aspekty w procesie użytkowania i odnowy maszyn i urządzeń. Koncepcja modelu systemu regeneracji części i odnowy zespołów wymiennych maszyn rolniczych w aspekcie ochrony środowiska (cz. II.). Inżynieria Rolnicza. Nr 3(121). s. 225-230.
- Tomczyk W.** 2010c. Metoda technologiczności odnowy maszyn rolniczych. Inżynieria Rolnicza. Nr 4. s. 261-267.
- Truś T., Januła E.** 2010. *Ekonomika logistyki*. Warszawa. ISBN 978-83-7641-283-2.
- Wojdak J.** 1986. Zasadność regeneracji części maszyn w aspekcie gospodarczym i praktycznej realizacji. *Konf. Ogólnopolska. SIMP*. Warszawa.
- Wojdak J.** 1988. Wybrane zagadnienia metodyczne regeneracji części. *Eksploatacja maszyn*. Nr 4.
- Wojdak J., Sędlak P.** 1999. Oszczędność energii w procesie regeneracji części maszyn. Inżynieria Rolnicza. Nr 5. ISSN 1429-7264.
- Woś A.** 1995. Alternatywne scenariusze rozwoju polskiego rolnictwa w okresie długim. Wydawnictwo IERGŻ. Warszawa 1995 r.
- Wójcicki Z. i in.** 1996. Wskaźniki wyposażenia i wykorzystania środków technicznych w gospodarstwach rolniczych. Wydawnictwo IBM ER. Warszawa 1996 r.
- Wójcicki Z. i in.** 1997. Dobór i wykorzystanie środków technicznych oraz koszty produkcji w rozwojowych gospodarstwach rodzinnych. Wydawnictwo IBMER. Warszawa 1997 r.
- Wójcicki Z.** 1998. Wyposażenie rolnictwa w środki techniczne – stan i kierunki przemian w układzie sektorowym i regionalnym. Wyd. IBMER Warszawa.
- Wójcicki Z.** 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Warszawa. ISBN 83-86264-62-4.
- Wójcicki Z.** 2008. *Metodyka badań postępu technologicznego w gospodarstwach rodzinnych*. Wyd. IBMER Warszawa.
- Zalewski A. i inni** 1997. Rynek środków produkcji i usług dla rolnictwa – stan i perspektywy. Wydawnictwo IERGZ. Warszawa, październik 1997 r.
- Zblichowski i in.** 1993. *Podstawy organizacji remontów*. PWN. Warszawa.
- Żóltowski B., Józefik W.** 1996. *Diagnostyka techniczna elektrycznych urządzeń przemysłowych*. Bydgoszcz. ISBN 83-900853-8-0.
- Żóltowski B.** 1996. *Podstawy diagnostyki maszyn*. Bydgoszcz. ISBN 83-900853-9-9.
- Ustawa z dn. 6.VII.2001r.** o zachowaniu narodowego charakteru strategicznych zasobów naturalnych kraju.
- Ustawa z dn. 6.VII.2001r.** o zachowaniu narodowego charakteru strategicznych zasobów naturalnych kraju.
- Ustawa z dn. 27.IV.2001.** Prawo ochrony środowiska.
- Ustawa 2005.** Ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach z dn. 1 lipca 20011, Dz. U. z 2005, nr 236, poz. 208 z późniejszymi zmianami.
- Ustawa 2011.** Prawo o ruchu drogowym. Dz. U. 2011.nr 92 poz. 503.

ECOLOGICAL AND OPERATIONAL ASPECTS IN THE PROCESS OF AGRICULTURAL MACHINERY USE AND RENOVATION

The complexity of issues and problems connected with the operation of vehicles, machinery and equipment in the pro-ecological aspect of their use according to the national legislation and EU directives was presented in the monograph in the synthetic approach. High quality of products and services offered on the market (regenerated parts and renovated units of machinery) in the complex realities of the market economy and a common competition, may be one of the elements allowing for due functioning of machinery producers and equipment producers (workshops) as well as potential clients (e.g. farmers using regenerated parts of this kind for repair of their machinery) according to the standards (EU directives) and rules of respect for the environment. Organizing the system of the machinery and equipment renovation which considers the aspects of pro-ecological methods of repair of defective technical facilities is a highly complex issue, which requires taking actions already in the stage of a concept and a (machine) product structure till the stage of scrapping and recycle. Ongoing supply of worn out spare parts (which meet the regeneration criteria) for plants (factories, workshops) which carry out regeneration services is the condition for an efficiently working system. That is why, implementing efficient organization of purchasing worn out parts which can be regenerated and trade of parts and regenerated units is a main element of the regeneration system. The cooperation between collection points of worn out parts and plants which carry out regeneration services should be based on a detailed contract for specific work. Parts and units regeneration for agricultural equipment is strictly related to the organization of repair performed in the repair base of agricultural technical service. On account of the above, regeneration should be performed in equipment overhaul plants, spare parts overhaul plants and departments specializing in regeneration of technologically similar groups of parts, where regeneration of parts requiring complex technological processes and specialist highly productive equipment is concentrated. Apart from the above mentioned, there is a possibility and even need for organization of a net of small, private, craftsmen's workshops which can provide regeneration services directly for agricultural machinery and equipment users and widely take part in the cooperation with large repair units (after receiving proper permits, quality certificates and permissions from producers). Close cooperation of regeneration plants with producers of finished products is a condition for efficient operation of the system of organization of parts regeneration. The concept of the system of organization of machinery renovation presents the relation between the elements of the system (a producer, a user, repair base, trade) in the form of mutual relations and determinants changing in the time function as well as outer factors (users' financial situation, availability and prices of new and renovated machines, etc.) while the rules of its operation were presented in the studies by Bali and Tomczyk [1994]. Understanding the problems of environmental protection, costs calculations and managers' rational policy may significantly influence the problems connected with the pro-ecological methods of use and later recycle of scrap vehicles, machines and equipment. This activity may also be an active element in the fight against unemployment by creating various types of recycle plants in the form of scrap materials and recyclable materials collection points and plants providing services of dismantling, regeneration and renovation of components and parts which can be reused.

