

Efektywność eksploatacji i odnowa składników majątku trwałego

Stanisław Młynarski*

Streszczenie: *Cele pracy* – Analiza istotności wpływu czynników technicznych, ekonomicznych, finansowych, organizacyjnych i społecznych na racjonalność gospodarowania majątkiem trwałym. Określenie wzajemnych powiązań wyodrębnionych czynników i wspólne oddziaływanie ich ze sobą prezentowane jako silny determinant zmiany warunków gospodarowania majątkiem trwałym. Szerokie ujęcie gospodarki składnikami majątku, które obejmuje całość zagadnień techniczno-organizacyjno-ewidencyjnych. Integracja zagadnień związanych z pozyskaniem, eksploatacją, wykorzystaniem oraz likwidacją i reprodukcją składników majątku.

Metodologia badania – Wykorzystano empiryczny model gospodarki majątkiem trwałym w dwóch aspektach: fizycznym i ekonomicznym, który przy najmniejszym zużyciu zasobu pozwala osiągnąć określony efekt ekonomiczny w postaci zwiększenia produkcji i obniżenia kosztów własnych. Modelowano efektywność systemu wytwarzania i ściśle jej połączenie z eksploatacją, a w efekcie z niezawodnością, jakością i trwałością w nowym ujęciu użytkowania obiektów technicznych.

Wynik – Wykazanie bezpośredniej zależności niezawodności, trwałości i reprodukcji składników majątku z kosztami użytkowania i kosztami działalności przedsiębiorstwa.

Oryginalność/wartość – Wartość opracowania polega na badaniu związków rosnącej zależności między fizycznymi i ekonomicznymi cechami majątku w sytuacji silnej progresji postępu technicznego i technologicznego. Analiza jest prowadzona w nowym, nierozważanym do tej pory ujęciu gwałtownych zmian techniki i technologii oraz związaną z tym zmianą modelu użytkowania technicznych składników majątku.

Słowa kluczowe: majątek trwały, efektywność, niezawodność, eksploatacja, postęp techniczny

Wprowadzenie

Jednym z najważniejszych procesów w gospodarce są procesy produkcyjne oparte na technice i inżynierii środków produkcji. Stanowią one produktywny majątek trwały przedsiębiorstw tworzących obszar realnej gospodarki. Wiodącymi składnikami tego majątku są maszyny i urządzenia składające się na ciągi technologiczne realizujące proces produkcyjny przedsiębiorstwa. Środki techniczne realizują cel działania przedsiębiorstwa, jakim jest produkcja i w konsekwencji pomnażanie majątku przedsiębiorstwa. Pierwsze maszyny powstawały jako prototypy, następnie na skutek wzrastającego doświadczenia powstawały lepsze, sprawniejsze i bardziej efektywne. Szybko postępujący proces produkcji ilościowej miał duże znaczenie w rozwoju inżynierii produkcji i pozyskiwaniu kapitału na dalszy

* dr inż. Stanisław Młynarski, Politechnika Krakowska, Wydział Mechaniczny, Instytut Pojazdów Szynowych, al. Jana Pawła II 37, 31–864 Kraków, e-mail: mlynarski@mech.pk.edu.pl.

rozwój gospodarczy. Wraz z ewolucją maszyn i metod ich wytwarzania ewoluują również otoczenie i zasady ich użytkowania, czyli systemy eksploatacji. W związku z efektywnym eksploataowaniem maszyn, obok bezpieczeństwa ich pracy i zasad użytkowania, czołowe miejsce zajmuje ekonomika ich eksploatacji. Problem narasta tym bardziej, im mocniej zaawansowane technicznie są systemy produkcyjne. Znalezienie sposobu na dalszą poprawę efektywności wiąże się z zastosowaniem nowych wysublimowanych metod działania w tym kierunku. Przestał być również aktualny pogląd, że wzrost ilościowy jest wystarczający do spełnienia potrzeb użytkowników.

1. Kryterium efektywności i trwałości w optymalizacji składników majątku trwałego przedsiębiorstwa

Proces eksploatacji majątku trwałego to całokształt organizacyjnie uporządkowanych, wzajemnie powiązanych działań, zmierzających do zgodnego z przeznaczeniem użytkowania środków trwałych. Celem eksploatacji składników majątku trwałego jest wytworzenie dóbr lub usług zdolnych do zaspokojenia określonych potrzeb, a także ich przemieszczanie i składowanie odbywające się przy jednoczesnym częściowym zużyciu i utracie zasobu do wykonywania pracy. Elementem procesu użytkowania majątku trwałego są także przerwy w pracy, które przeznaczone są na kontrolę stanu technicznego obiektów technicznych (Okraǳicki, Łopuszański, 1980, s. 31–32). Proces użytkowania kapitału trwałego jest elementem procesu gospodarowania nim, który rozpoczyna się z chwilą przekazania użytkownikowi składników majątku trwałego, zdalnych produkcyjnie, w celu korzystania z ich wartości użytkowej zgodnie z przeznaczeniem, i trwa do momentu przekazania tych składników do obsługi technicznej, mającej na celu przywrócenie utraconej w wyniku użytkowania sprawności produkcyjnej lub ich likwidacji (Bea, Dichtl, Schweizer, 1988).

W strategii użytkowania środków trwałych chodzi o wyznaczenie proporcji między użytkowaniem i eksploatacją środków trwałych, czyli o wyznaczenie proporcji między czasem pracy a czasem przerw w użytkowaniu majątku trwałego. W określaniu tych proporcji nie chodzi o wyznaczenie maksymalnie dużego udziału czasu pracy. Środki trwałe przy zbyt intensywnej eksploatacji nadmiernie szybko zużywają się, tracąc swe walory użyteczności i bezpiecznego działania. Nie oznacza to też chęci wydłużenia czasu przerw w okresie przeznaczonym na użytkowanie (Wodniak-Sobczak, 1994, s. 99).

Warunkiem skuteczności strategii użytkowania kapitału trwałego jest jej pozytywne sprzężenie z ogólną strategią rozwoju przedsiębiorstwa. Z ekonomicznego punktu widzenia skuteczność strategii użytkowania oceniana jest na podstawie stopnia jej racjonalności ekonomicznej. Ma ona miejsce wówczas, gdy w wyniku użytkowania uzyskuje się maksimum korzyści netto (wyznaczonych po odjęciu nakładów i strat) lub gdy w wyniku określonego sposobu użytkowania osiąga się wyznaczony cel przy minimum oczekiwanych jednostkowych kosztów netto po odjęciu wartości korzyści pośrednich (Okraǳicki, Łopuszański, 1980, s. 34–35). Osiągnięcie racjonalności ekonomicznej charakteryzowane jest przez

adekwatność elementów strategii i wzajemne ich dopasowanie. Wybór elementów strategii i ich dopasowanie, stanowiąc determinanty skuteczności użytkowania, powinny więc być podporządkowane jej efektywności. Wybór elementów za pomocą kryterium kosztu nazywany jest decyzją optymalną, sposób użytkowania – sposobem optymalnym, a wybrane składniki majątku trwałego urządzeniami optymalnymi. Rozwiązanie optymalne odpowiada określonej decyzji optymalnej i wraz z nią ulega dezaktualizacji w miarę dokonującej się zmiany sytuacji i warunków (Borowiecki, Czaja, Jaki, 1997, s. 74–75).

Przedsiębiorstwa powinny szukać takich rozwiązań w sferze gospodarki majątkiem trwałym, które pozwalałyby na uzyskanie zmniejszenia kosztów własnych, z drugiej natomiast strony nie dopuszczały do nadmiernego zużycia i dekapitalizacji majątku trwałego. Tak rozumiane gospodarowanie majątkiem trwałym uwidacznia się w określeniu strategii gospodarowania tym zasobem przez przedsiębiorstwo. Strategia ta zawiera w sobie dwa istotne obszary działań: modernizację i odtwarzanie majątku trwałego oraz racjonalną gospodarkę konserwacyjno-remontową (obsługiwanie) (Iwin, Niedzielski, 2002, s. 110).

Ekonomika eksploatacji jest ważnym elementem, od którego zależy przetrwanie i poprawne funkcjonowanie całego przedsiębiorstwa. Efektywność jest ściśle połączona z eksploatacją, a w efekcie z niezawodnością i jakością, ponieważ niezawodność majątku trwałego łączona jest z kosztami użytkowania. Można przyjąć, że ekonomika eksploatacji majątku trwałego jest wypadkową wpływu wskaźników niezawodności na kształtowanie się kosztów ponoszonych na obsługę i naprawę składników majątku, w celu utrzymania wymaganego stanu technicznego (Zarzecki, 1997). Przykładem dla przedstawienia takiej sytuacji mogą być wyniki badań z eksploatacji technicznych środków transportu w postaci pojazdów eksploatowanych w systemie gospodarowania majątkiem trwałym przedsiębiorstwa transportowego.

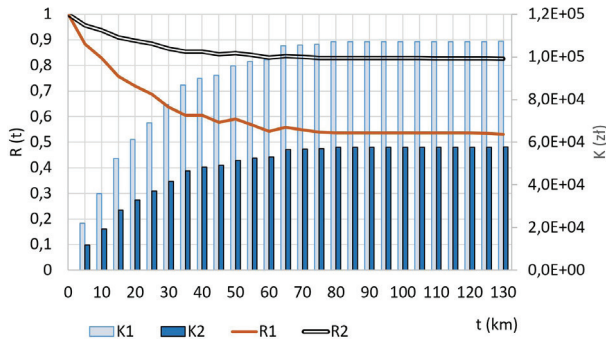
W trakcie prowadzonych badań eksploatacyjnych wybranych zbiorów pojazdów przeprowadzono analizę charakterystyk funkcji niezawodności oraz nakładów ponoszonych na ich eksploatację. Prowadzone badania miały na celu określenie związków między niezawodnością i kosztami eksploatacji. Przebiegi funkcji niezawodności R_1 i R_2 oraz kosztów eksploatacji K_1 i K_2 w funkcji przebytej drogi dla wyznaczonych dwóch zbiorów pojazdów przedstawiono na rysunku 1.

Jak wskazano dotychczas, określony poziom niezawodności R uzyskać można przez alternatywne kombinacje nakładów opisujących zużywanie posiadanych zasobów. Wybór kombinacji uzależniony jest od:

- względnego wpływu efektywności na niezawodność,
- kosztów użytkowania zasobów (poniesionych nakładów).

Problem ten rozpatrywać można w dwóch aspektach wyrażonych:

- modelem fizycznym,
- modelem ekonomicznym.



Rysunek 1. Charakterystyki funkcji niezawodności R_1 i R_2 oraz nakładów na eksploatację pojazdów w funkcji przebytej drogi K_1 i K_2

Źródło: opracowanie własne.

Określenie optymalnego wariantu ponoszenia nakładów na zasoby dla określonego poziomu niezawodności R_x przedstawić można:

$$G = F(R_x) - f_2(z) \rightarrow \max \quad (1)$$

$$K = f_2(z_1, z_2, \dots, z_n) \rightarrow \min \quad (2)$$

$$R_x = f_1(z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (3)$$

Powyższe zapisać można w postaci:

$$f_2(z_1, z_2, \dots, z_n) - \lambda [f_1(z_1, z_2, \dots, z_n) - R_x] \rightarrow \min \quad (4)$$

$$\frac{\frac{\delta f_2}{\delta z_i}}{\frac{\delta f_1}{\delta z_i}} = \frac{\delta f_2}{\delta f_1} = \frac{K_{kr}}{R_{kr}} = \lambda \quad (5)$$

gdzie:

$f_1(x)$ – funkcja niezawodności,

$f_2(x)$ – wartość nakładów na zasoby wydatkowanych na zapewnienie niezawodności,

$F(R)$ – wartość niezawodności,

K – koszt zużywanych zasobów,

K_{kr} – koszt krańcowy i -tego zasobu,

G – wartość transformacji zasobów „ z ” w niezawodność R_x .

Odwołując się do koncepcji ekonomicznego okresu eksploatacji składników majątku trwałego, możliwe są do zastosowania dwa podejścia w zakresie wyznaczania okresu aktualności zasobu majątku trwałego – normatywne i optymalizacyjne. Pojęcia te określają okres użytkowania składnika majątku trwałego, po zakończeniu którego składnik majątku

trwałego powinien być wymieniony na nowy lub poddany odnowie, mimo iż z technicznego punktu widzenia nadawałby się jeszcze do użytkowania. Potrzeba jego wymiany wynika stąd, że po przekroczeniu ekonomicznego okresu eksploatacji, koszty eksploatacji szybko wzrastają, powodując zmniejszenie uzyskiwanej nadwyżki finansowej (Kaczmarek, Młynarski, 2015, s. 119–132).

Jedną z metod określenia ekonomicznego okresu eksploatacji jest metoda oceny kształtowania się przeciętnej wielkości rocznych kosztów zakupu i obsługiwanego zasobu majątku trwałego (danego jego składnika), w ramach wskazanego podejścia optymalizacyjnego. Wielkość wynikową oblicza się sumując koszty zakupu pomniejszone o wartość rezydualną z likwidacji, odniesione względem lat eksploatacji, oraz koszty obsługiwanego z poszczególnych lat użytkowania składnika majątku trwałego jako średnie z całego okresu.

W miarę upływu lat użytkowania składnika majątku trwałego (obiektu), koszty obsługiwanego rosną na skutek zużywania się elementów, jak też w wyniku nieodwracalnych zmian właściwości, określanych ogólnie jako starzenie. Z tego powodu, w miarę upływu czasu, średnie roczne koszty zakupu i obsługiwanego, które początkowo wykazywały niskie poziomy, zaczynają rosnąć. Moment, w którym koszty te osiągają minimum, wyznacza ekonomiczny okres eksploatacji obiektu. Średnie roczne koszty zakupu i obsługiwanego obiektu osiągają minimum, gdy licząc od początku aż do końca danego okresu, stają się one wyłącznie równe bieżącemu kosztowi obsługiwanego (Borowiecki, Kaczmarek, Magiera, Młynarski, 2004, s. 144–145).

Takie rozwiązanie należy traktować jako ujęcie modelowe (zasadniczo statyczne), natomiast odrębną kwestią jest uwzględnienie porównywalności i zmienności analizowanych wielkości w czasie (ujęcie dynamiczne), zatem zastosowanie techniki dyskontowania, średniej rocznej dyskontowej, wymiaru rocznego wielkości zasobowych oraz okresu eksploatacji uwzględniającego oprocentowanie nakładu kapitałowego (kalkulacyjny okres eksploatacji).

W zakresie gospodarki majątkiem trwałym istotne znaczenie ma rentowność tego zasobu, jego wyróżnionych części produkcyjnych (zespołów), a także pojedynczych składników (obiektów), a zatem odpowiednia relacja między wszystkimi poniesionymi szeroko rozumianymi nakładami a efektami uzyskiwanymi dzięki eksploatacji tego zasobu. Analiza czynników mających wpływ na rentowność powinna stworzyć przesłanki dla podejmowania optymalnych decyzji przez kierujących procesem eksploatacji majątku trwałego. Chodzi tu przede wszystkim o umożliwienie bieżącego śledzenia i oceny efektów ekonomicznych eksploatacji określonych składników majątku trwałego (jako obiektów i zespołów). Brak takich przesłanek sprawia, że problem efektywności majątku trwałego ogranicza się jedynie do wyznaczania tzw. ekonomicznego i optymalnego okresu eksploatacji. Tymczasem istnieją realne przesłanki do przedstawienia związków między konstrukcją, technologią i eksploatacją składników majątku trwałego a jego efektywnością w postaci odpowiednich charakterystyk, gdzie zmienną niezależną każdej z wymienionych charakterystyk jest czas wyrażony w latach (Borowiecki, 1988).

Charakterystyki nakładów potrzebnych na zakup składników majątku trwałego – a zwłaszcza kosztów eksploatacji składników majątku trwałego oraz powiązanych z wykorzystaniem majątku trwałego przychodów – są złożonymi funkcjami wielu zmiennych, trudnych do analitycznego zapisu. Można, w pewnym stopniu uproszczenia, aproksymować je odpowiednio przygotowanymi modelami teoretycznymi.

2. Cykl reprodukcji majątku trwałego i okres jego efektywnej eksploatacji

Realizacja głównych celów funkcjonowania przedsiębiorstwa jest procesem podejmowania decyzji, które powinny zapewnić mu maksymalne możliwe w danych warunkach korzyści, przy zachowaniu odpowiedniej wielkości, struktury i jakości wykorzystywanego kapitału trwałego. Oznacza to konieczność przyjęcia odpowiedniej polityki reprodukcji tego kapitału (Janasz, 1991, s. 238–241). Cykl reprodukcji majątku trwałego jest pojęciem węższym od ruchu okrężnego tego majątku. Jako kategoria ekonomiczna charakteryzuje on czas, w ciągu którego realizuje się odtworzenie wartości użytkowej majątku trwałego (Janasz, Urbańczyk, Waśniewski, 1998, s. 114–115). Wyraża zatem szybkość i periodyczność zamiany zużytych środków pracy, czyli periodyczność pełnego odnowienia środków w nowej naturalnej formie. Rozróżnia się średni cykl reprodukcji całego zbioru majątku trwałego oraz indywidualny cykl reprodukcji oddzielnych składników. Średni cykl reprodukcji majątku trwałego nie prowadzi do wahań wielkości jego wartości użytkowej, w odróżnieniu od indywidualnego cyklu reprodukcji (Wodniak-Sobczak, 1994, s. 118–120). Między kategorią cyklu reprodukcji a kategorią okresu eksploatacji majątku trwałego istnieje jakościowa różnica. W odniesieniu do oddzielnych obiektów majątku trwałego pojęcia cyklu reprodukcji i okresu eksploatacji w ilościowym wyrażeniu w zasadzie pokrywają się w procesie reprodukcji rozszerzonej. Cykl reprodukcji wyraża dynamiczny proces rozwoju majątku trwałego, przejście z jednej jakości w drugą, charakteryzuje ciągłość reprodukcji. Jest to wskaźnik szybkości reprodukcji majątku trwałego. Natomiast okres eksploatacji jest kategorią statyczną, nie wskazuje na ciągłość reprodukcji, charakteryzuje tylko czas użytkowania środków danej naturalnej ich formy. Zatem indywidualny cykl reprodukcji obiektu trwałego powinien być porównywany z indywidualnym okresem eksploatacji. W odniesieniu do całego zbioru majątku trwałego w skali przedsiębiorstwa występują znaczne odchylenia pomiędzy średnimi rzeczywistymi okresami eksploatacji a cyklami reprodukcji. Cykl reprodukcji można traktować nie tylko jako proces zamiany, odtworzenia, ale i jako proces likwidacji środków trwałych wskutek zużycia fizycznego i moralnego. Dlatego czas trwania cyklu można wyliczyć jako odcinek czasu, w ciągu którego cała masa majątku trwałego będzie wycofana z eksploatacji wskutek zużycia. Czas ten odzwierciedla przeciętne trwanie eksploatacji zbioru majątku trwałego do momentu jego likwidacji. W tym względzie wykrzystać można formułę (Domar, 1962, s. 237–249):

$$\bar{n} = \frac{\log\left(\frac{z}{l} + 1\right)}{\log(1+z)} \quad (6)$$

gdzie:

- n – przeciętny okres eksploatacji majątku trwałego,
- z – roczny przyrost majątku trwałego,
- l – wskaźnik likwidacji majątku trwałego.

Jednakże wykorzystanie powyższej formuły, zwłaszcza przy dużych wartościach tempa przyrostu majątku trwałego, może budzić pewne wątpliwości. W zakresie reprodukcji majątku trwałego przy obliczaniu cyklu reprodukcji wskazanym jest posługiwanie się wskaźnikiem reprodukcji rozszerzonej majątku trwałego (W_R) zamiast wskaźnikiem przyrostu (Wodniak-Sobczak, 1994, s. 138–139):

$$W_R = \frac{M_{tn}}{M_{t0}} - \frac{M_{tl}}{M_{t0}} = W_N - W_L \quad (7)$$

gdzie:

- W_R – wskaźnik reprodukcji majątku trwałego,
- W_N – wskaźnik odnowienia majątku trwałego,
- W_L – wskaźnik likwidacji majątku trwałego,
- M_{t0} – wielkość majątku trwałego na początek okresu,
- M_{tn} – wielkość majątku trwałego nowo wprowadzonego,
- M_{tl} – wielkość majątku trwałego zlikwidowanego.

Zatem długość okresu reprodukcji majątku trwałego (n_{CR}) można ustalić na podstawie formuły:

$$\bar{n}_{CR} = \frac{\log\left(\frac{\overline{W_R}}{\overline{W_L}} + 1\right)}{\log(\overline{W_R} + 1)} \quad (8)$$

Ekonomiczna treść powyższej wielkości oznacza, przy jakiej długości okresu, w ramach określonego tempa likwidacji i reprodukcji rozszerzonej, zwróci się pierwotna wartość kapitałowa majątku trwałego. Praktyczne zastosowanie tej miary pozwala więc na ocenę długości okresu reprodukcji majątku trwałego przy danych wielkościach przyrostu netto i likwidacji. Długość cyklu reprodukcyjnego majątku trwałego jest ogólnym miernikiem intensyfikacji produkcji. Przyspieszanie procesu reprodukcji pozostającego do dyspozycji majątku trwałego, a więc skracanie cyklu reprodukcji, wpływa na zwiększenie efektywności produkcji, a podstawą skracania cyklu reprodukcji jest stopniowe przyspieszanie postępu technicznego. Jednakże nieuzasadniony, krótki cykl reprodukcyjny, może powodować

względne straty wskutek niewykorzystania wysokiej jeszcze wydajności majątku trwałego (Wodniak-Sobczak, 1994, s. 124). Zatem przyjęć należy, że zasadniczo pożądane jest minimalizowanie długości cyklu reprodukcji majątku trwałego, ale równocześnie niezbędnym jest przyjęcie, że funkcjonują określone mechanizmy przeciwdziałające wystąpieniu tak krótkiego cyklu, który byłby ekonomicznie nieuzasadniony. Jest nim kształtowanie się na odpowiednim poziomie wskaźnika reprodukcji rozszerzonej i wskaźnika likwidacji majątku trwałego, bowiem ten ostatni może być wyznaczony w taki sposób, że długość cyklu reprodukcji majątku trwałego nie ulegnie zmianie zarówno przy zwiększaniu, jak i zmniejszaniu wskaźnika reprodukcji rozszerzonej.

Jeżeli długość cyklu reprodukcji przyjmie się za kryterium optymalizacji reprodukcji majątku trwałego, znajomość powyższych podniesionych zależności może być ważną podstawą regulowania poziomu likwidacji (Janasz, Urbańczyk, Waśniewski, 1988, s. 78–80, 124–126). Szczególnie odnosi się to do tzw. aktywnej grupy produkcyjnego majątku trwałego. Można w tym względzie sformułować pytanie co do granic skracania cyklu produkcyjnego. Za granicę tę można uznać średnie normatywne okresy eksploatacji majątku trwałego pod warunkiem, że te ostatnie są prawidłowo ustalone i uwzględniają złożoność oddziaływania postępu technicznego (Buk, 1989).

Normatywne okresy eksploatacji spełniają rolę planowego normatywu reprodukcji majątku trwałego według wartości, a równocześnie należy pamiętać, że okresu eksploatacji nie można utożsamiać z trwałością środków pracy. Przy określaniu normatywnych okresów eksploatacji należy się opierać na tempach technicznego i moralnego (wynikającego z postępu technicznego) zużycia w ich wzajemnym związku – jeżeli okres technicznej zdolności urządzenia jest większy od okresu wystąpienia zużycia moralnego, to za ogólny okres eksploatacji należy przyjąć okres wystąpienia moralnego zużycia.

Normatywne okresy eksploatacji nie mogą być ponadto ustalone jednorazowo dla danego rodzaju majątku trwałego – zmieniają się bowiem warunki eksploatacji urządzeń, doskonałe są metody remontowania, wdrażane nowe rodzaje materiałów, zmieniają się warunki rozwojowe.

Rozważając problem ekonomicznej efektywności reprodukcji majątku trwałego wydaje się uzasadnione przyjęcie kompleksowego ujęcia efektywności reprodukcji majątku. Również jako rozwojowe należy przyjąć w tym względzie podejście do kompleksowego badania procesów reprodukcji majątku trwałego. Tylko w taki sposób można zapewnić rozpatrzenie współzależności procesów reprodukcji na wszystkich poziomach gospodarowania. W tym przypadku wskazywane są też potencjalne możliwości doskonalenia współzależnych form i stadiów reprodukcji majątku trwałego (Janasz, Urbańczyk, Waśniewski, 1988, s. 86–88).

Nie oznacza to jednak porzucenia badań efektywności odrębnych form reprodukcji środków trwałych czy indywidualnych przedsięwzięć reprodukcyjnych. Analizy tego rodzaju są prowadzone w przedsiębiorstwach głównie w odniesieniu do przedsięwzięć z zakresu reprodukcji całkowitej, nieco gorzej jest natomiast z badaniem efektywności reprodukcji częściowej. Ponieważ efektywność ekonomiczna jest miarą racjonalności działania

w obszarze reprodukcji majątku trwałego, dlatego za podstawowe kryterium racjonalności procesów reprodukcji, będące podstawą wyboru najlepszego wariantu w określonych warunkach działania przedsiębiorstwa, można przyjąć syntetyczny wskaźnik efektywności ekonomicznej reprodukcji. Optymalnym wariantem reprodukcji będzie więc ten, który zapewni uzyskanie najwyższego poziomu tego wskaźnika. Podstawowe elementy wskaźnika efektywności – efekty i nakłady – związane z reprodukcją majątku trwałego są heterogeniczne, o zróżnicowanej strukturze. W ujęciu ogólnym za miarę efektów reprodukcji uznaje się wielkość produkcji uzyskanej z tytułu wzrostu wydajności w analizowanym okresie, jako następstwa wprowadzenia nowego majątku trwałego. Natomiast za miarę nakładów na reprodukcję uznaje się wartość początkową brutto środków trwałych nowo wprowadzonych, które są głównym elementem ponoszonych nakładów inwestycyjnych, a odzwierciedlają zarówno reprodukcję rozszerzoną, jak i reprodukcję prostą (Wodniak-Sobczak, 1994, s. 134–134). Sformułowane ekonomicznie kryterium efektywności reprodukcji majątku trwałego może jednocześnie pełnić funkcję wskaźnika efektywności, ale w ujęciu statycznym. Pozwala ono na zapisanie syntetycznego wskaźnika efektywności reprodukcji w ujęciu dynamicznym, w postaci ilorazu przyrostowej produktywności wprowadzonego majątku trwałego i produktywności ogółu tego majątku (Jarecki, Tott, 1986, s. 83):

$$E_R = \frac{Pn_t}{Mn_t} \div \frac{Pn_{t-1}}{Mn_{t-1}} \geq 1 \quad (9)$$

gdzie:

- E_R – wskaźnik efektywności reprodukcji majątku trwałego,
- Pn_t – produkcja dodatkowa w wyniku wprowadzenia nowego majątku trwałego,
- Pn_{t-1} – bazowa produkcja,
- Mn_t – majątek trwały nowo wprowadzony,
- Mn_{t-1} – bazowy majątek trwały.

Z takiego dynamicznego ujęcia wskaźnika efektywności reprodukcji wynika warunek uznania procesów reprodukcji za ekonomicznie efektywne: przyrostowa produktywność nowo wprowadzonego majątku trwałego powinna być nie mniejsza od produktywności majątku trwałego w okresie bazowym. Reprodukacja majątku trwałego w omawianym przypadku bezpośrednio związana jest z cechami ekonomicznymi, takimi jak efektywność składników majątku. Natomiast środki techniczne składające się na majątek trwały wykazują właściwości techniczne, takie jak niezawodność i trwałość, które determinują efektywność majątku trwałego. Proces reprodukcji środków trwałych bezpośrednio zależy od ich trwałości, która zdeterminowana jest oczywiście niezawodnością, ale też bardzo progresywnie determinowana jest postępowaniem w technologii. Zmiany trwałości mierzonej parametrami ekonomicznymi są odwrotnie proporcjonalne do postępu technologicznego. Oszacowanie trwałości dla potrzeb planowania reprodukcji składników majątku trwałego musi być poprzedzone oceną dynamiki postępu techniki i technologii.

3. Technologiczne determinanty trwałości i reprodukcji składników majątku trwałego

Dotychczasowe rozważania prowadzone były przy założeniu możliwości przywrócenia zdolności produkcyjnych wypracowanym zużytym składnikom majątku (maszynom i pojazdom) podczas planowanych remontów i zabiegów naprawczych. Rozważania te zdeterminowane były wówczas postulatem możliwie największej trwałości użytkowanych maszyn. Założenie takie wskazywało jednocześnie, że istotnym zagadnieniem w eksploatacji maszyn jest możliwość ich odnowy. Wówczas jednym z ważniejszych wskaźników eksploatacyjnych był średni czas do wystąpienia uszkodzenia MTTF, który może być utożsamiany ze średnim czasem pomiędzy uszkodzeniami. Należy zaznaczyć, że uszkodzenie w przypadku obiektów naprawialnych jest rozumiane jako wyczerpanie zasobu do pracy, po czym następuje skierowanie maszyny do odnowy. W związku z tym MTTF jest średnim czasem do odnowy i ma podstawowe znaczenie dla realizacji zadania produkcyjnego (transportowego w przypadku pojazdów) oraz duży wpływ na koszty eksploatacji. Czas pracy, jakim jest MTTF, bezpośrednio wpływa na zysk wynikający z pracy maszyny, który można wyliczyć przez wyznaczenie zysku na jednostkę czasu. Rzeczywisty całkowity zysk jako suma zysku Z obliczany jest z zależności:

$$Z_{op} = \int_0^T D_t - E | T | e^{rt} dt + S | T | e^{rt} - C_0 \quad (10)$$

gdzie:

- Z_{op} – zmienna zależna jako suma zysków,
- $|T|$ – zmienna niezależna jako wielkość okresu eksploatacji,
- D_t – dochód na jednostkę czasu,
- C_0 – koszt początkowy,
- E – koszty eksploatacji,
- S – wartość pozostałości,
- rt – stopa procentowa ubytku wartości zmienna w czasie.

Analiza kosztów związanych z eksploatacją maszyn ujawnia cechy oddziaływania postępu technicznego na wysokość ponoszonych w trakcie eksploatacji nakładów środków.

$E(T)$ – koszty eksploatacji maleją ze wzrostem postępu technologicznego, $C_0(T)$ – koszty początkowe (nabycia maszyny) rosną ze wzrostem postępu technologicznego.

Poszukiwania czasu pracy maszyny, w którym zostanie osiągnięty maksymalny zysk, dokonać można przez wyznaczenie pochodnej zysku względem czasu. Pochodną zysku wyznacza się na podstawie wartości wyliczonych z zależności (11) w odniesieniu do czasu użytkowania maszyny i zapisać ją można w postaci zależności (12).

$$MTBF = MTTF + MTTR = E\tau + E\tau, \quad (11)$$

gdzie:

- $MTTF$ – średni czas do wyczerpania zasobu pracy (do uszkodzenia),
 $MTTR$ – średni czas odnowy,
 $E\tau$ – oczekiwany czas trwałości,
 $E\tau_r$ – oczekiwany czas naprawy.

$$\frac{dZ}{dt} = D_T - E|T|e^{rt} - rS|T|e^{rt} + S'|T|e^{rt} \quad (12)$$

gdzie:

- D_T – wielkość przychodu w całym czasie pracy składnika majątku,
 $E|T|$ – koszt eksploatacji w tym samym czasie,
 $rS|T|$ – ubytek wartości wynikający z eksploatacji maszyny,
 $S'|T|$ – wielkość dodatkowej deprecjacji do $S(T) + \Delta S(T)$.

W tym przypadku warunkiem wyznaczenia czasu eksploatacji środka trwałego dla uzyskania maksymalnego zysku jest badanie czasu pracy, po którym pochodna zysku przyjmie wartość równą zero.

$$\frac{dZ}{dt} = 0 \quad (13)$$

$$D_T - E(T) - rS(T) + S'(T) = 0 \quad (14)$$

Warunek ten jest spełniony, gdy całkowite przychody równe są kosztom całkowitym. Czyniąc założenia na podstawie eksploatacji środków trwałych, cech i rodzaju konstrukcji oraz wnioskowania o rozwoju techniki i technologii, można wyliczyć uzasadnioną ekonomicznie i zdeterminowaną postępowaniem technicznym trwałość maszyn (Gawlik, Rewilak, Tokaj, 1913, s. 2–10). Stosownego wyliczenia dokonać można z zależności przyrównania klasycznego podejścia do eksploatacji tzw. naprawialnych składników majątku oraz nowego podejścia dla obiektów technicznych nienaprawialnych. Zależność (15) umożliwia uproszczone wyliczenie minimalnej trwałości nowego składnika majątku nie podlegającego odnowie, który może zastąpić trwałością składnik majątku podlegający cyklicznym odnową (Młynarski, 2016, s. 76–85).

$$\sum_{i=1}^n [(D_A - O_A - E_A) \times T_P] - K_{AZ} + W_{PA} = (D_B - E_B) \times T_B - K_{BZ} + W_{PZ} \quad (15)$$

$$T_B = \frac{\sum_{i=1}^n [(D_A - O_A - E_A) \times T_P] - K_{AZ} + W_{PA} + K_{BZ} - W_{PB}}{D_B - E_B} \quad (16)$$

gdzie:

- D – przychód jednostkowy w czasie pracy do każdej odnowy maszyny,
- T_P – ilość jednostek czasu pracy wyrażająca trwałość cząstkową maszyny,
- T_B – ilość jednostek czasu pracy wyrażająca trwałość całkowitą maszyny,
- n – ilość przewidzianych procesów odnowy maszyny,
- O – koszty zabiegów odnowy obiektu na jednostkę czasu pracy,
- $E_{A, B}$ – koszty bezpośrednie eksploatacji (materiały eksploatacyjne i koszty stałe) na jednostkę czasu pracy obiektu,
- K_Z – koszty zakupu nowego obiektu,
- W_P – wartość pozostałości (likwidacyjna) obiektu,
- A – obiekt podlegający odnowie,
- B – obiekt nieodnawialny.

Wpływ postępu technicznego w postaci nowych, mocno zaawansowanych technologii objawia się wdrożeniem nowej generacji składników majątku w postaci technicznych środków realizacji zadań gospodarczych mogących sprostać obecnym wymaganiom produkcyjnym (Kokoszka, Tabor, 2000, s. 91–98).

Wprowadzenie do przemysłu nowych modeli maszyn i pojazdów wpływa znacząco na wielkość optymalnego okresu ich eksploatacji, który wynika z racjonalizacji ich użytkowania dla osiągniętych efektów pracy i odpowiada ich trwałości w ujęciu gospodarczego wykorzystania (Zarzecki, 2016, s. 349–370). Rozważając możliwości optymalizacji właściwości maszyn, kluczową cechą jest właśnie trwałość. Determinuje ona parametry ekonomiczne i związana jest bezpośrednio z amortyzacją środków produkcji. Rozważając czynniki determinujące optymalizację trwałości bezwzględnie i progresywnie, z upływem czasu dominującego znaczenia nabiera wskaźnik postępu technicznego. Pożądane było do tej pory, aby maszyny wykazywały jak największą trwałość z uwzględnieniem sukcesywnej ich odnowy. Duży postęp technologiczny i coraz wyższe wymagania stawiane maszynom powodują, że po krótkim okresie eksploatacji maszyny stają się nieefektywne. Sytuacja taka istotnie zmienia dotychczasowe podejście i wymusza konstruowanie maszyn o znanej ograniczonej trwałości i wysokiej niezawodności. Podejście takie wpływa bezpośrednio na koszty wytwarzanych maszyn, które wraz z zaawansowaniem technologicznym rosną. Zmniejszają się natomiast koszty obsługi technicznej oraz w znacząco zmniejszonym zakresie występują koszty przestojów i naprawy związanych z losowymi uszkodzeniami eksploatowanych składników majątku.

Uwagi końcowe

Działalność gospodarza przedsiębiorstwa jest procesem podejmowania decyzji, które powinny zapewnić przedsiębiorstwu największe w danych warunkach korzyści, przy zachowaniu wielkości, struktury i jakości wykorzystywanego kapitału trwałego w postaci

technicznych środków realizacji produkcji. Powoduje to przyjęcie odpowiedniej polityki reprodukcji tego kapitału zgromadzonego w postaci składników majątku przedsiębiorstwa (Janasz, 1991). Cykl reprodukcji, jako kategoria ekonomiczna, charakteryzuje czas, w ciągu którego realizuje się odtworzenie wartości użytkowej majątku trwałego (Janasz, Urbańczyk, Waśniewski, 1988, s. 114–115). Wyraża zatem szybkość i periodyczność zamiany zużytych środków produkcji. Skuteczność pełnego odnowienia środków produkcji w nowej naturalnej formie stanowi gwarancję zapewnienia efektywności procesu produkcyjnego i rozwoju w gospodarowaniu majątkiem trwałym przedsiębiorstwa. Między kategorią cyklu reprodukcji a kategorią okresu eksploatacji majątku trwałego istnieje jakościowa różnica. Cykl reprodukcji wyraża dynamiczny proces rozwoju majątku trwałego, przejście z jednej jakości w drugą. Charakteryzuje ciągłość utrzymania stanu technicznego umożliwiającego realizację procesu produkcyjnego o żądanej jakości. Postulat zapewnienia ciągłości produkcji realizowany jest przez cykliczność odnowy składników majątku trwałego. Natomiast okres eksploatacji jest kategorią statyczną, nie wskazuje na ciągłość reprodukcji, charakteryzuje tylko czas użytkowania środków w danej naturalnej formie. Zatem indywidualny cykl reprodukcji środka trwałego powinien być porównywany z indywidualnym okresem eksploatacji.

Dotychczasowe rozważania prowadzone były przy założeniu naprawialności składników majątku. Przy takim założeniu istotnym zagadnieniem w eksploatacji jest możliwość odnowy po uszkodzeniu składnika majątku. Uszkodzenie w przypadku obiektów naprawialnych jest rozumiane jako wyczerpanie zasobu do wykonywania zadań produkcyjnych, po czym następuje skierowanie środka produkcji do naprawy lub podlega on wymianie na nowy.

Racjonalne oddziaływanie na proces wykorzystania składników majątku odbywa się przez założenia dotyczące planowanych przyszłych wartości wskaźników ekonomicznych. W przypadku technicznych środków produkcji występuje bardzo mocne zdeterminowanie czynnikami technicznymi, takimi jak niezawodność i trwałość, które wynikają między innymi z postępu technicznego i zastosowania nowych technologii. Cechy te stymulują czynniki ekonomiczne, które są podstawą funkcjonowania środków technicznych w gospodarce. Przedstawiona w pracy analiza efektywności i trwałości zdeterminowanej postępu technicznym ma na celu opracowanie sposobów postępowania w gospodarowaniu środkami trwałymi z nowym podejściem charakteryzującym się zależnością trwałości i reprodukcji składników majątku rozwojem techniki i technologii.

Pomyślne rozwiązywanie problemów trwałości i niezawodności maszyn w aspekcie efektywności i postępu technicznego sprowadza się do:

- opracowania sformalizowanych modeli szacowania trwałości i niezawodności w warunkach szybkiego postępu technicznego,
- ustalenia optymalnych technologii i rozwiązań konstrukcyjnych pojazdów,
- prognozowania trwałości i niezawodności w trakcie ich eksploatacji dla potrzeb projektowania nowych maszyn i pojazdów,

- opracowanie standardów trwałości i niezawodności maszyn.
- opracowania systemów eksploatacji i wymiany środków technicznych uwzględniających ewolucję standardów trwałości i niezawodności maszyn.

Obecnie prace koncentrują się na zwiększeniu niezawodności maszyn i pojazdów, standaryzacji trwałości wszystkich ich elementów oraz obniżeniu kosztów wytwarzania.

Literatura

- Bea, F.X., Dichtl, E., Schweizer, M. (1988). *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Borowiecki, R. (1988). *Efektywność gospodarowania środkami trwałymi w przedsiębiorstwie*. Warszawa–Kraków: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Borowiecki, R., Czaja, J., Jaki, A. (1997). *Strategia gospodarowania kapitałem w przedsiębiorstwie. Zagadnienia wybrane*. Warszawa–Kraków: TNOiK.
- Borowiecki, R., Kaczmarek, J., Magiera, J., Młynarski, S. (2004). *Eksploatacja taboru szynowego komunikacji miejskiej. Niezawodność, jakość, ekonomika*. Kraków: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie.
- Buk, H. (1989). *Efektywność ekonomiczna procesów reprodukcji środków trwałych w przemyśle*. Katowice: Akademia Ekonomiczna w Katowicach.
- Domar, E. (1962). *Szkice z teorii wzrostu gospodarczego*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Gawlik, J., Rewilak, J., Tokaj, T. (2013). Nowe wskaźniki efektywności procesu wdrażania nowatorskich wyrobów, realizowanego na podstawie wytycznych branży motoryzacyjnej. *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, 1, 2–10.
- Iwin, J., Niedzielski, Z. (2002). *Rzeczowy majątek trwały. Amortyzacja i inwestycje rzeczowe w finansach przedsiębiorstw*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Janasz, W. (1991). *Gospodarowanie majątkiem trwałym w przedsiębiorstwie*. Szczecin: Uniwersytet Szczeciński.
- Janasz, W., Urbańczyk E., Waśniewski, T. (1988). *Gospodarka środkami trwałymi w przedsiębiorstwie*. Warszawa: PWE.
- Jarecki, J., Tott, K. (1986). *Organizacja eksploatacji pojazdów samochodowych*. Warszawa: WKiŁ.
- Kaczmarek, J., Młynarski, S. (2015). *The impact of reliability on the costs of the use of vehicles. Development, innovation and business potential in view of economic changes*. Cracow: Foundation of the Cracow University of Economics.
- Kokoszka, S., Tabor, S. (2000). Postęp technologiczny a struktura czasu pracy i efektywność nakładów w transporcie ziarna. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 4 (30), 91–98.
- Młynarski, S. (2016). Evolution of machine reliability and life and economics of operational use. *Management and Production Engineering Review*, 4 (7), 76–85.
- Okraglicki, W., Łopuszański, B. (1980). *Użytkowanie urządzeń mechanicznych*. Warszawa: WNT.
- Wodniak–Sobczak B. (red.) (1994). *Gospodarowanie kapitałem w firmie*. Katowice: Akademia Ekonomiczna w Katowicach.
- Zarzecki, D. (2016). Dylematy szacowania kosztu kapitału. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1 (79), 349–370.
- Zarzecki, D. (1997). *Metody oceny efektywności inwestycji. Wybrane zagadnienia*. Szczecin: Interbook.

EFFICIENCY OF OPERATION AND RENEWAL OF FIXED ASSETS

Abstract: *Purpose* – Significance of the impact of technical, economic, financial, organizational and social factors on the soundness of fixed assets management is analyzed. Interrelationships between individual factors are determined and their interactions are presented as an important determinant of changes in fixed assets management conditions. Management of assets is approached comprehensively covering all technical, organizational and records issues. The problems of assets acquisition, operation, use as well as disposal and reproduction are presented in an integral way.

Methodology – An empirical model of fixed assets management in two aspects: physical and economic is made use of, which enables, with the lowest consumption of resources, a specified economic effect in the form of production increase and reduction of company's self-costs to be achieved. The model covers the pro-

duction system effectiveness and its close connection with operation, and as a result reliability, quality and lifetime, in a new approach to the use of technical objects.

Findings – A direct relationship between fixed assets reliability, lifetime and reproduction and company's running costs and operation costs is demonstrated.

Originality/value – Original approach was adopted to the interconnections between growing interdependence between physical and economic aspects of fixed assets in the conditions of fast technical and technological progress. The originality also lies in the format of analysis, not applied to date, of the rapid changes in technique and technology and the resulting modification of the model of technical assets.

Keywords: fixed assets, effectiveness, reliability, operation, technical progress

Cytowanie

Młynarski, S. (2018). Efektywność eksploatacji i odnowa składników majątku trwałego. *Finanse, Rynki Finansowe, Ubezpieczenia*, 1 (91), 71–85. DOI: 10.18276/frfu.2018.91-06.