

Tomasz AMBROZIAK¹, Dariusz PYZA²

WYBRANE ASPEKTY MODELOWANIA SYSTEMU OBSŁUGI TECHNICZNEJ POJAZDÓW

Streszczenie. Przedmiotem referatu jest przedstawienie ogólnego modelowania systemów obsługi technicznej pojazdów. Koszty ponoszone w związku z utrzymywaniem systemu obsługi technicznej pojazdów są kosztami składowymi ogólnych kosztów logistycznych przedsiębiorstwa. Obniżenie tych kosztów prowadzi do obniżenia ogólnych kosztów logistycznych przedsiębiorstwa, co w konsekwencji wpływa na konkurencyjność danego przedsiębiorstwa na rynku usług logistycznych. Istotny wpływ na obniżenie kosztów w przedsiębiorstwie transportowym ma zmniejszanie ogólnej liczby eksploatowanych pojazdów przy jednoczesnym zachowaniu możliwości obsługi transportowej obszaru. Spełnienie takiego warunku wiąże się bezpośrednio z posiadaniem przez przedsiębiorstwo optymalnej struktury organizacyjno – technologicznej systemu obsługi technicznej.

ON SOME ASPECTS OF VEHICLE TECHNICAL SERVICE SYSTEM MODELLING

Summary. In this paper, a general approach for vehicle technical service system modelling has presented. First, a technical service system structural description has formulated. Next, criteria function and constraints have determined. Then a computer implementation and results have presented.

1. WPROWADZENIE

Zakres działalności przedsiębiorstwa transportowego oprócz działalności podstawowej, jaką jest realizacja zadań transportowych, obejmuje także inne procesy, bezpośrednio wpływające na sprawność realizacji ustalonych zadań transportowych.

Jeżeli założymy, że przedsiębiorstwo transportowe jest systemem, to elementami tego systemu będą między innymi: system transportowy (tabor), system obsługi technicznej (warsztaty) oraz system zaopatrzenia (magazyny).

Formalny opis systemu możemy przedstawić w postaci:

$$S \langle A, R \rangle$$

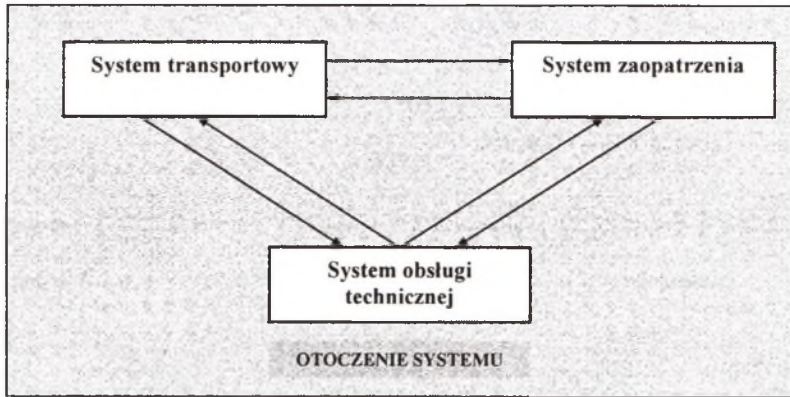
gdzie:

A - jest zbiorem elementów (składników) systemu, natomiast R - zbiorem relacji wiążących elementy tego systemu, $R \subseteq A \times A$.

¹ Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel. (+48 22) 660 77 92, fax. (+48 22) 621 56 87, tam@it.pw.edu.pl

² Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel. (+48 22) 660 73 11, fax. (+48 22) 621 56 87, dpz@it.pw.edu.pl

Przykład wzajemnego oddziaływania (relacji) elementów systemu na siebie podczas realizacji ustalonych zadań transportowych ilustruje rys. 1.



Rys. 1. Wzajemne oddziaływanie elementów tworzących przedsiębiorstwo podczas realizacji ustalonych zadań transportowych

Fig. 1. The interaction of elements creator the enterprise during realization of settled transportation tasks

Przyjmujemy, że *systemem obsługi technicznej pojazdów* nazywamy układ wyróżnionych elementów powiązanych między sobą i z otoczeniem.

W interpretacji przyjmujemy, że system obsługi technicznej pojazdów jest zlokalizowany w przedsiębiorstwie transportowym. System ten składa się z wielu zakładów (warsztatów, stacji) obsługi technicznej rozmieszczonych w pewnych punktach (miejscowościach) rozważanego terytorium.

Oczywiste są powiązania (relacje) między poszczególnymi elementami systemu oraz z otoczeniem.

Celem systemu obsługi technicznej jest realizacja różnych rodzajów usług na określonym zbiorze pojazdów.

Każdy pojazd samochodowy w wyniku użytkowania traci zdolności do pracy. Przyczyny utraty zdolności do pracy mogą być różne. Na przykład, mogą nimi być: powstanie niedopuszczalnych luzów wywołanych tarciem ruchomych części, ubytki materiałowe spowodowane korozją itp.

Pojazd może ponownie odzyskać zdolność do pracy dopiero po wykonaniu na nim czynności, które mają na celu usunięcie przyczyn(y) utraty tych zdolności. Czynnościami, które powodują, że pojazd odzyskuje zdolności do pracy, są różnego rodzaju usługi techniczne lub naprawy w przypadku wystąpienia awarii. Zakładamy, że zapobieganie jest tańsze od usuwania skutków awarii, zatem usługi techniczne mają charakter profilaktyczny. Im częściej są one wykonywane, tym rzadziej zachodzi potrzeba stosowania czynności o charakterze naprawczym, a tym samym zmniejsza się pracochłonność tych ostatnich. Jednak usługi techniczne nie są celem samym w sobie, a ich współdziałanie z naprawami powinno zapewnić maksymalną gotowość techniczną pojazdu do jego użytkowania przy możliwie niskich kosztach.

Składnikami tych kosztów są nakłady ponoszone na obsługę oraz nakłady ponoszone na naprawy. W miarę wzrostu pierwszego składnika kosztów drugi będzie się zmniejszał i odwrotnie. Optymalny efekt ekonomiczny eksploatacji pojazdu uzyskujemy wówczas, gdy suma kosztów przybierze wartość minimalną. Wyznaczenie wartości optymalnej kosztów

wiąże się bezpośrednio z określeniem racjonalnego sposobu i zakresu obsługi technicznej o charakterze profilaktycznym. Taki zakres obsług technicznych określają dla swoich typów i marek producenci pojazdów.

2. PRZEDMIOT BADAŃ

• Rodzaje obsług technicznych

Przez pojęcie *obsługi technicznej* będziemy rozumieli wszelkiego rodzaju czynności technologiczne niezbędne do zachowania mechanizmów pojazdu samochodowego w stanie zdolności do użycia.

Zdatnością nazywać będziemy wartość cechy charakteryzującą zdolność pojazdu, użytkowanego w nominalnych warunkach eksploatacyjnych do wykonania przypisanych temu pojazdowi funkcji roboczych.

Wśród obsług technicznych, którym poddawany jest pojazd w czasie eksploatacji, wyróżnia się obsługi:

- A. *Ze względu na częstotliwość ich wykonywania* (np. obsługi codzienne, okresowe, sezonowe oraz obsługi w okresie docierania);
- B. *Związane ze sprzedażą pojazdów* (np. obsługi przedsprzedażne, gwarancyjne oraz naprawy reklamacyjne);
- C. *W zależności od przebiegu międzyobsługowego* (np. pierwszą obsługę techniczną (OT-1), drugą (OT - 2); trzecią (OT - 3) oraz sezonową obsługę techniczną);
- D. *Ze względu na charakterystyki technologiczne (grupy czynności wykonywane podczas obsługi* – np. kosmetyczne; konserwacyjne; przeglądowo–regulacyjne i diagnostyczne).

• Rodzaje napraw

Przez pojęcie *naprawy* będziemy rozumieli proces oddziaływania na pojazd w celu przywrócenia pojazdowi własności użytkowych. Naprawy pojazdów samochodowych mogą być planowe (naprawa średnia; główna; konserwacyjna) oraz nieplanowe (np. bieżąca; powypadkowa; poawaryjna).

• Systemy obsługowo–naprawcze pojazdów

System obsługowo–naprawczy jest jednym z elementów systemu eksploatacji pojazdów.

Ze względu na funkcje realizowane przez system obsługowo – naprawczy można wyróżnić dwa ich rodzaje:

- 1) *systemy planowo–zapobiegawcze,*
- 2) *systemy obsługiwanie według stanu technicznego.*

Wybór rodzaju systemu obsługowo–naprawczego wymaga uwzględnienia różnych kryteriów: jak np. ustalenie dopuszczalnych wartości parametrów stanu technicznego pojazdu, po przekroczeniu których pojazd skierowany będzie do obsługi (naprawy), dopuszczalny poziom niezawodności pojazdu, minimalne jednostkowe koszty obsługiwanie i napraw itp.

Decydującą rolę w ocenie i wyborze rodzaju systemu obsługowo–naprawczego odgrywają również czynniki ekonomiczne, które istotnie wpływają na konkurencyjność przedsiębiorstwa na rynku.

W systemie planowo–zapobiegawczym wyróżniamy następujące systemy obsługi technicznej:

- *ze specjalizacją wg typów pojazdów;*
- *ze specjalizacją wg rodzajów obsług;*
- *„o pełnej” uniwersalności.*

Przez pojęcie systemu planowo – zapobiegawczego należy rozumieć zbiór przedsięwzięć polegających na wykonywaniu w czasie eksploatacji pojazdów, czynności, które zapobiegają powstawaniu przyspieszonego zużycia elementów i zespołów w pojazdach. System ten umożliwia ustalenie przebiegów międzynaprawczych, co z kolei ma decydujący wpływ na planowanie obsług technicznych, regenerację części wymiennych oraz przewidywanie obciążenia i rytmiczności pracy przedsiębiorstw naprawczych.

System obsługi według stanu technicznego charakteryzuje się tym, że naprawa jest wykonywana dopiero wtedy, kiedy stan techniczny pojazdu tego wymaga, to znaczy kiedy dalsza eksploatacja jest ekonomicznie nieuzasadniona lub wręcz niemożliwa. System taki wymaga ciągłego monitoringu stanu technicznego pojazdów oraz nie ma możliwości określenia zakresu czynności naprawczych (obsługowych).

Analizując tendencje rozwojowe systemów obsługowo–naprawczych oraz dokonując przeglądu literaturowego, można dostrzec główne kierunki usprawnienia i doskonalenia systemu. Zaliczmy do nich:

- wydłużenie przebiegów międzynaprawczych i międzyobsługowych;
- zmniejszenie zakresu czynności obsługi i przesunięcie czynności z niższych do wyższych rodzajów obsług, co może sprzyjać zmniejszeniu pracochłonności czynności obsługowych w niższych rodzajach obsług;
- zwiększenie zakresu diagnostyki, koncentracji obsługi i stosowanie napraw metodą wymiany zespołów w zapleczu obsługowym własnym;
- intensyfikację rozwoju diagnostyki, wprowadzenie wysoko wydajnych metod obsługowo–naprawczych;
- specjalizację markową i technologiczną stacji obsługi w zapleczu usługowym motoryzacji;
- ukierunkowanie gospodarki naprawczej na naprawy bieżące, prowadzone metodą wymiany zespołów.

3. OPIS STRUKTURY SYSTEMU OBSŁUGI TECHNICZNEJ

Dla określonego zbioru typów pojazdów $Q = \{1, 2, \dots, q, \dots, Q\}$ system obsługi technicznej wykonuje określone rodzaje obsług, które tworzą zbiór

$$P = \{1, 2, \dots, p, \dots, P\}$$

Dla każdego typu pojazdów będą wykonywane usługi techniczne, których rodzaje określa zbiór $P_q = \{1, 2, \dots, p, \dots, P_q\}$, $q \in Q$.

System obsługi składa się z poszczególnych elementów (warsztatów, stacji) obsługi, które są ponumerowane zmienną i , a zbiorowi możliwych numerów elementów systemu obsługi technicznej odpowiada zbiór $I = \{1, 2, \dots, i, \dots, I\}$.

Poszczególne technologie stosowane do wykonywania P rodzajów obsługi mogą się różnić oprzyrządowaniem i wyposażeniem stanowisk roboczych, ponadto stopniem automatyzacji transportu wewnątrzzakładowego itp.

Technologie stosowane do wykonywania P rodzajów obsługi ponumerujemy zmienną r , co w konsekwencji daje zbiór możliwych technologii, a właściwie zbiór R numerów technologii, tj.:

$$R = \{1, 2, \dots, r, \dots, R\}$$

Każdą r -tą technologię obsługi charakteryzują trzy parametry:

$$\langle \tau_{p,q}(r), \mu_{p,q}(r), \chi_{p,q}(r) \rangle$$

gdzie:

- $\tau_{p,q}(r)$ - czas wykonania (realizacji) p -tego rodzaju obsługi z wykorzystaniem r -tej technologii dla pojazdu typu q ; $r \in R, q \in Q, p \in P$;
- $\mu_{p,q}(r)$ - wydajność linii realizującej p -tego rodzaju obsługę z wykorzystaniem r -tej technologii dla pojazdu typu q ; $r \in R, q \in Q, p \in P$;
- $\chi_{p,q}(r)$ - koszt utrzymania linii realizującej p -tego rodzaju obsługę z wykorzystaniem r -tej technologii dla pojazdu typu q ; $r \in R, q \in Q, p \in P$.

Z poszczególnymi reśursami związane są określone rodzaje obsługi. Reśursy, po których dokonujemy obsługi rodzaju p , $p = 1, 2, \dots, P$, będziemy nazywać **reśursami międzyobsługowymi** Z_p ($p = 1, 2, \dots, P-1$), a największy z nich **reśursem całkowitym** pojazdu Z_0 ($p = P$).

4. SFORMUŁOWANIE PROBLEMU WYZNACZANIA OPTYMALNEJ STRUKTURY ORGANIZACYJNO – TECHNOLOGICZNEJ SYSTEMU OBSŁUGI TECHNICZNEJ POJAZDÓW

Zadaniem systemu obsługi technicznej jest utrzymanie w stałej gotowości technicznej N pojazdów, które umożliwią przedsiębiorstwu transportowemu realizację zleconych zadań transportowych. W związku z tym, że każdy pojazd po pewnym czasie musi być kierowany do systemu obsługi technicznej w celu wykonania na nim określonej obsługi technicznej, przedsiębiorstwo transportowe musi posiadać dodatkową liczbę pojazdów n , która zazwyczaj jest równa liczbie pojazdów przeciętnie przebywających w obsłudze. Liczbę eksploatowanych pojazdów N , obliczymy z wyrażenia algebraicznego:

$$N = N + n \tag{1}$$

Wielkość n jest niekiedy nazywana *funduszem remontowym*. Utrzymywanie dodatkowej liczby pojazdów spowodowane jest tym, że wielkość N jest niezbędną liczbą pojazdów, jakie musi posiadać przedsiębiorstwo transportowe dla zapewnienia realizacji ustalonych zadań transportowych.

Za pojazdy znajdujące się w stałej gotowości technicznej (sprawne) będziemy uważali takie, które nie znajdują się w obsłudze technicznej. Przyjęcie założenia stałej liczby N pojazdów znajdujących się w założonej gotowości technicznej (założonego poziomu gotowości) implikuje **kryterium optymalizacji**, które w takim przypadku sprowadza się do wyznaczenia strat wynikających z konieczności utrzymania w ruchu danej liczby pojazdów.

Zadanie optymalizacyjne jest formułowane dla systemu obsługi technicznej, w którym eksploatowany jest zbiór pojazdów jednorodnych oraz występuje specjalizacja stanowisk obsługi wg rodzaju czynności.

Problem optymalizacji systemu obsługi technicznej sprowadza się do minimalizacji funkcji kryterium s na dopuszczalnym zbiorze zmiennych decyzyjnych m_p i r_p .

Rozwiązanie problemu optymalizacji prowadzi do wyznaczenia optymalnego systemu obsługi technicznej i optymalnej wartości poszukiwanego współczynnika gotowości technicznej η^* dla ustalonych parametrów techniczno-eksploatacyjnych pojazdów.

Optymalnym współczynnikiem gotowości technicznej nazywamy minimalny stosunek liczby pojazdów, które należy utrzymać w stanie gotowości technicznej do liczby pojazdów parku samochodowego.

$$\eta^* = \frac{N}{N^*} \quad (2)$$

Reasumując, wielkości poszukiwane zadania optymalizacyjnego to:

- współczynnik gotowości technicznej η^* ;
- numer optymalnej technologii stosowanej w stacji obsługi r_p^* ;
- wartość współczynnika zmienności poszczególnych stacji obsługi m_p^* ;
- wartość funkcji kryterium s .

5. FUNKCJA KRYTERIUM

Generalnym kryterium oceny optymalności systemu obsługi technicznej jest koszt utrzymania w gotowości technicznej zadanej liczby pojazdów.

Założymy więc, że funkcja strat s , w przyjętej jednostce czasu, jest sumą trzech składników:

$$s = s_w + s_z + s_s \quad (3)$$

gdzie:

s_w - koszty, na jednostkę czasu, wynikające z konieczności wymiany zużytych pojazdów na nowe;

s_z - koszty, na jednostkę czasu, wynikające z „zamrożenia” środków finansowych niezbędnych na zakup eksploatowanych pojazdów;

s_s - koszty, na jednostkę czasu, wynikające z eksploatacji systemu obsługi technicznej (który zapewnia utrzymanie w ruchu eksploatowanych pojazdów).

Funkcja kryterium s w postaci analitycznej ma postać

$$s = C \cdot \frac{N}{T_0} + \rho \cdot C \cdot N + \sum_{p=1}^P m_p \cdot \chi_p(r_p) + \chi_0 \quad (4)$$

Zakładając, że $I = P$, to funkcję kryterium możemy zapisać:

$$s = C \cdot \frac{N}{T_0} \cdot \left[\rho \cdot \left(\theta_0 + \sum_{p=1}^P \tau_p(r_p) \sum_{l=p}^P K_l \right) + 1 \right] + \sum_{p=1}^P m_p \cdot \chi_p(r_p) + \chi_0 \quad (5)$$

Po odpowiednim przekształceniu przyjmuje ona postać:

$$s = C \cdot N \cdot \rho + C \cdot \frac{N \cdot \rho}{T_0} \cdot \sum_{p=1}^P \tau_p(r_p) \sum_{l=p}^P K_l + C \cdot \frac{N}{T_0} + \sum_{p=1}^P m_p \cdot \chi_p(r_p) + \chi_0 \quad (6)$$

Grupując ją na wyrażenia stałe i zmienne, funkcję kryterium można zapisać w postaci skróconej:

$$s = s^{(0)} + \sum_{p=1}^P s^{(p,r)} \quad (7)$$

gdzie:

$$s^{(0)} = C \cdot N \cdot \rho + C \cdot \frac{N}{\theta_0} + \chi_0 \quad \text{- wielkość stała,}$$

$s_{(p,r)} = C \cdot \frac{N \cdot \rho}{T_0} \cdot \tau_p(r_p) \cdot \sum_{i=p}^p K_i + m_p \cdot \chi_p(r_p)$ - wielkość zależna od zmiennych decyzyjnych r_p i m_p .

6. OGRANICZENIA

- Zakładamy, że rozpatrywany przez nas proces eksploatacji pojazdów jest procesem dwustanowym, w którym wyróżniamy dwa stany: pracy i obsługi. Przedsiębiorstwo transportowe posiada w stałej gotowości technicznej stałą liczbę pojazdów, wynikającą ze stałej liczby zadań transportowych.
- Wszystkie występujące wielkości w zadaniu optymalizacyjnym mają charakter zdeterminowany.

- Przyjmujemy, że proces eksploatacji pojazdów jest procesem stacjonarnym

$$s(t) = s = const$$

- Intensywność zapotrzebowań na obsługę jest stała w czasie.
- Intensywność zapotrzebowań na obsługę rodzaju p jest mniejsza lub równa wydajności systemu obsługi technicznej.

- Odrzucamy warunek, aby wartości m_p była liczbą całkowitą, oraz zmienimy warunek bilansowania zapotrzebowań na obsługę i możliwości obsługowe stacji obsługi na równość:

$$\alpha_p = \mu_p$$

- Liczby m_p niecałkowite będziemy interpretować jako współczynnik zmienności warsztatów.

7. IMPLEMENTACJA KOMPUTEROWA METODY ROZWIĄZANIA

Na potrzeby rozwiązania powyższego zadania optymalizacyjnego stworzono program komputerowy. Program ten oblicza najmniejszy koszt utrzymywania w stałej gotowości technicznej zadanej liczby pojazdów, współczynnik gotowości technicznej, numery optymalnych technologii dla poszczególnych rodzajów usług oraz wartość współczynnika zmienności poszczególnych stacji obsługi. Aplikacja komputerowa umożliwia wprowadzenie danych wejściowych poprzez interfejs wejścia prezentowane na rys. 2 i 3.

The screenshot shows a software window with the following content:

| Dane wejściowe | | Przebiegi | |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|-----------|-----------------|
| <input type="text" value="3"/> | Liczba rodzajów obsługi | 30000 | 20 km |
| <input type="text" value="21"/> | Liczba pojazdów w stałej gotowości technicznej | 30000 | 21 km |
| <input type="text" value="1000000"/> | Koszt zakupu jednego pojazdu [zł] | 60000 | 22 km |
| <input type="text" value="340000"/> | Koszt utrzymania wozu stalowy [zł/rok] | 100000 | 23 km |
| <input type="text" value="0.08"/> | Oprocentowanie środków stałych [1/rok] | 80000 | 1 km/60 Bus/rok |
| <input type="text" value="3"/> | Liczba typów technologii | | |

Buttons: Wczytaj Dane, Przetnij

Rys. 2. Interfejs wejścia
Fig. 2. Interface of entry

Po wprowadzeniu danych wejściowych lub wczytaniu ich z pliku dane te należy potwierdzić przyciskiem „Potwierdź”. W wyniku tej operacji przechodzimy do interfejsu wejścia parametrów technologii, rys. 3.

OSUP5 - specjalizacja wg rodzaju czynności
Dane wejściowe | Parametry technologii | Wyniki

Całkowity czas użytkownika: $\Theta_0 = 10.53$

| | | Technologia pierwsza r=1 | | | Technologia druga r=2 | | | Technologia trzecia r=3 | | |
|----------------|----|--------------------------|------|---------|-----------------------|-------|---------|-------------------------|-------|---------|
| Liczba obrotów | | T(m) | m(t) | kapp(t) | T(m) | m(t) | kapp(t) | T(m) | m(t) | kapp(t) |
| P=1 | 70 | 700 | 5000 | | 670 | 48000 | | 705 | 53000 | |
| P=2 | 15 | 6.82 | 260 | 99000 | 6 | 300 | 56000 | 6.5 | 270 | 54000 |
| P=3 | 5 | 1.67 | 800 | 60000 | 2 | 700 | 58000 | 1.5 | 810 | 60000 |

Rys. 3. Interfejs wejścia parametrów technologii
Fig. 3. Interface of entry parameters technology

Ostatnim krokiem aplikacji komputerowej jest naciśnięcie przycisku „Policz”, w którym to momencie rozpoczyna się proces obliczeniowy oraz następuje przełączenie aplikacji do interfejsu wyników obliczeń, rys. 4.

OSUP5 - specjalizacja wg rodzaju czynności
Dane wejściowe | Parametry technologii | Wyniki

Sumy kosztów

| | |
|-----------------------|-------------------|
| a1 | a2 |
| a1(1) - N° 1 307 zł | a2(1) - N° 741 zł |
| a1(2) - N° 1 372 zł | a2(2) - N° 684 zł |
| a1(3) - N° 1 313 zł | a2(3) - N° 733 zł |
| a3 | |
| a3(1) - N° 65 zł | |
| a3(2) - N° 58 zł | |
| a3(3) - N° 52 zł | |
| a0 = 3 657 536 zł/rok | |
| a = 3 686 283 zł/rok | |

Wartości optymalne

T0 = 10.66 lat
N = 22
 $\eta = 0.95$
a = <1, 2, 3>
 $\bar{m} = <0.15, 0.14, 0.01>$

Zapisz

Rys. 4. Interfejs wyników obliczeń
Fig. 4. Interface of results calculations

8. PODSUMOWANIE

Powyżej przedstawione podejście umożliwia wyznaczenie optymalnej struktury organizacyjno-technologicznej systemu obsługi technicznej pojazdów w sensie kosztów. Metoda ta może posłużyć kierownictwu przedsiębiorstwa transportowego do oceny efektywności zarządzania systemem obsługi technicznej oraz może być wykorzystana jako

element wspomagający proces podejmowania decyzji dotyczących rozbudowy (modernizacji) zaplecza technicznego przedsiębiorstwa.

Literatura

1. Chaciński J., Jędrzejewski Z.: Zaplecze techniczne transportu samochodowego. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1982.
2. Churchman C. W., Ackoff R. L., Arnoff E. L.: Introduction to operations research. New York, Wiley 1957.
3. Cypko J., Cypko E.: Podstawy technologii i organizacji napraw pojazdów mechanicznych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1989.
4. Niziński S., Żółtowski B.: Modelowanie procesów eksploatacji maszyn. ATR, WITPiS. Bydgoszcz-Sulejówek 2002.
5. Piasecki S.: Optymalizacja systemów przewozowych. Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1973.
6. Piasecki S.: Optymalizacja systemów obsługi technicznej. Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1972.
7. Piasecki S.: Ekonometria. Optymalizacja systemów obsługi technicznej. Wydział Wydawniczy WAT, Warszawa 1971.

Abstract

The above introduced approach makes possible the delimitation the optimum structure the organizational - technological the system of technical service of vehicles in sense of costs. The method can this to be of service to opinion of efficiency the management of transporters the management the system of technical service as well as to possibly put-upon as element the helping process of treat of relating extensions decisions (the modernization) the technical subsidiaries enterprise