

Marian Brzeziński

marian.brzezinski@wat.edu.pl; nr ORCID: 0000-0002-7123-7748

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki, Instytut Logistyki

Ocena procesu przeładunków w regionalnej bazie logistycznej

Assessment of transshipment process in the regional logistic base

Elementem systemu zaopatrywania wojsk są procesy przeładunków. Wpływają one w dużym stopniu na skuteczność realizacji procesów logistycznych. Zagadnienie oceny systemu przeładunków jest istotnym problemem teoretycznym i praktycznym. W artykule przeanalizowano procesy przeładunków, przedstawiono model oceny, przedstawiono wyniki i wnioski z badań na modelu oraz zaproponowano doskonalenie procesu przeładunków.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo, przeładunki, modelowanie, ocena.

The part of the army supply system is reloading processes. They have a major impact on the effectiveness of logistics processes. The issue of assessment of the transshipment system is a significant theoretical and practical problem. The article analyzes the transshipment processes, presents the assessment model, presents the results and conclusions from the tests on the model, and proposes the improvement of the transshipment process.

Keywords: security, reloading, modeling, evaluation.

WSTĘP

Jednym z istotnych zadań wojskowego systemu transportowego powiązanego z systemem materiałowym wojsk są procesy ładunkowe. Problem ten jest szczególnie ważny nie tylko z praktycznego ale także teoretycznego punktu widzenia. Stąd zagadnienie oceny systemu przeładunków należy uznać za ważne, aktualne i w pełni uzasadnione. Prawidłowo zorganizowany przeładunek umożliwi zaoszczędzenie czasu oraz przyspieszenie dotarcia towarów na miejsce przeznaczenia, obniżenie kosztów całego transportu oraz daje gwarancję bezpieczeństwa towarów.

Głównym celem artykułu jest analiza i ocena przeładunków w procesach transportu. Natomiast celem praktycznym zbadanie funkcjonowania procesów przeładunkowych w hipotetycznej rejonowej bazie logistycznej.

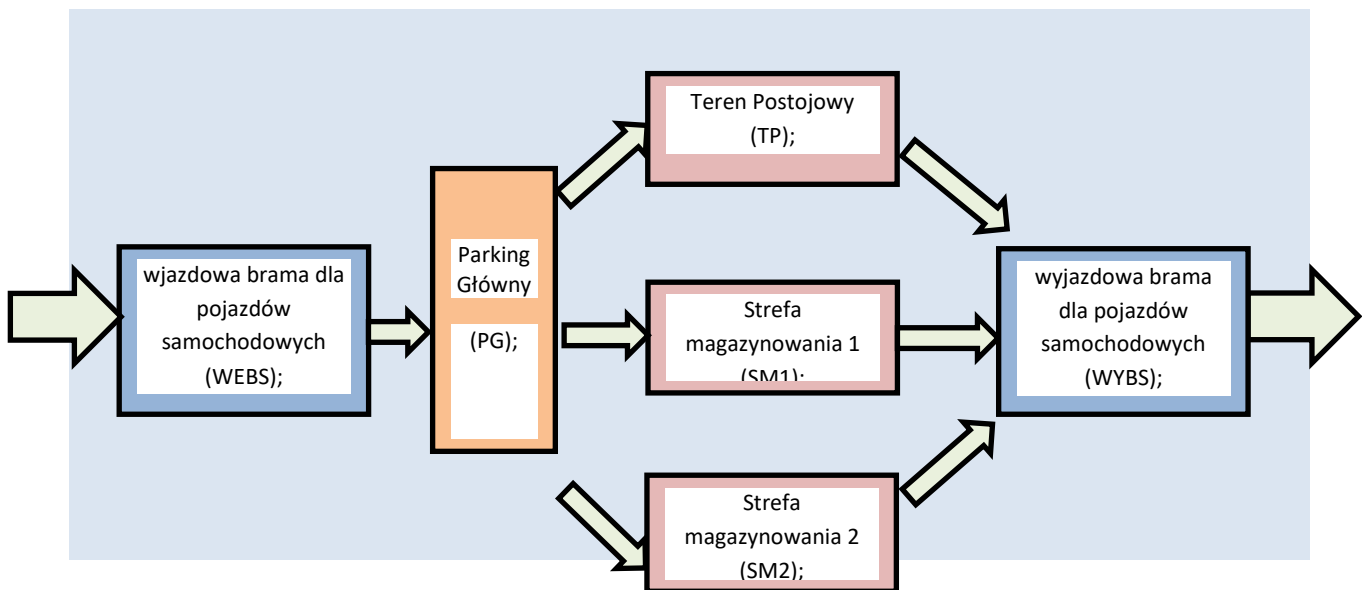
W artykule zastosowano takie metody badawcze jak: analiza literatury, analiza dokumentów, metody matematyczne oraz wnioskowanie.

1. ANALIZA PROCESU PRZEŁADUNKÓW

Analiza dostępnych źródeł literaturowych wskazuje, że problem przeładunków w regionalnych bazach logistycznych praktycznie nie jest prezentowany. Nie ma także opracowań z zakresu metod jego oceny. Ponieważ problem przeładunków należy do zagadnień masowej obsługi, stąd w teorii procesów stochastycznych należało poszukiwać podstaw modelowania oceny procesu przeładunków [2,3,4].

Proces ładunkowy, to zespół operacji, zabiegów oraz czynności i ruchów roboczych, realizowanych w ściśle ustalonym porządku przez pracowników posługujących się odpowiednimi środkami pracy, w celu przemieszczania ładunku z miejsca składowania na środek przewozowy lub odwrotnie. Proces ładunkowy może być wykonywany ręcznie albo w sposób zmechanizowany a może być także w pełni lub zautomatyzowany.

Założono, że prace ładunkowe realizowane są w hipotetycznej regionalnej bazie logistycznej. Schemat przepływu ładunków przedstawiono na rysunku 1 oraz średnią dobową wielkość strumienia ładunków w tabeli 1. Natomiast Przyjęto, że przez punkt przeładunkowy przepływają dwa rodzaje strumieni: pojazdów samochodowych będących w tranzycie i pojazdów samochodowych z paletowymi jednostkami ładunkowymi.



Rys.1. Schemat przepływu ładunków w regionalnej bazie logistycznej:

(WEBS) – wjazdowa brama dla pojazdów samochodowych, (WEBS) - wjazdowa brama dla pojazdów samochodowych, (PG) – parking główny, (TP) - teren postojowy, (SM1) - strefa magazynowania 1, (SM2)- strefa magazynowania 2.

Tabela 1. Średnie dobowe wielkość strumieni ładunków

| Wykaz | Pojazdy samochodowe (ilość w szt.) | Pojazdy samochodowe z paletowymi jednostkami ładunkowymi (ilość w szt.) |
|--|---------------------------------------|--|
| Otrzymywanie towaru - transport samochodowy | 9 | 72 |
| Wysyłka towaru transport samochodowy | 12 | 108 |
| Różnica wielkości strumieni: otrzymywanie – wysyłka | -3 | -36 |
| Samochody w tranzycie | 4 | 9 |

Czas przepływu strumieni ładunków pomiędzy stanowiskami obsługi przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Czas przepływu strumienia ładunków pomiędzy stanowiskami obsługi

| Przepływ pomiędzy stanowiskami | Czasy | |
|--|-------|-------|
| | min. | godz. |
| Wjazdowa brama pojazdów samochodowych (WEBS); | 1 | 0,016 |
| Teren Postojowy (TP); | 2 | 0,033 |
| Strefa magazynowania 1 (SM1); | 2 | 0,033 |
| Strefa magazynowania.2 (SM2); | 3 | 0,05 |
| Wyjazdowa brama pojazdów samochodowych (WYBS). | 1 | 0,016 |

2. MODELOWANIE SYSTEMU PRZEŁADUNKÓW

Podstawą, która umożliwi opracowanie modelu systemów logistycznych może być teoria masowej obsługi, która określana jest jako teoria lub zagadnienia kolejek. Zagadnienie kolejek wywodzi się z teorii procesów stochastycznych, będącej jedną z działów teorii prawdopodobieństwa. Procesy stochastyczne są procesami losowymi zależnymi od czasu. Określa się je jako funkcję $X(t)$ zależną od parametru czasowego, której wartości w każdej

chwili są zmiennymi losowymi. Do zbudowania modelu analizy i oceny systemu przeładunków można wykorzystać zależności, za pomocą których opisywane są systemy wielostanowiskowe [2,3,4], typu M/M/FIFO/- . Jest to system przeładunków z oczekiwaniem, strumieniem wykładniczym na wejściu i wykładniczym czasem realizacji prac ładunkowych, naturalną dyscypliną kolejki oraz nieograniczonym źródłem zgłoszeń.

W systemie przeładunków następuje przekształcenie strumieni ładunków wejściowych w strumienie wyjściowe. Najważniejsza charakterystyka stanowisk obsługi to średni czas, który potrzebny jest na obsługę danego ładunku, przy czym jak założone wcześniej czas obsługi ładunków T_0 na każdym stanowisku można opisać za pomocą rozkładu wykładniczego. Czas obsługi T_0 (czasów obsługi) jest zmienną losową o następującym rozkładzie:

$$F(t) = P(T_0 < t) \quad (1)$$

W przypadku rozkładu wykładniczego, który odnosi się do analizowanej sytuacji dystrybuanta posiada następującą postać:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad t \geq 0 \quad (2)$$

w takim przypadku $\lambda = \frac{1}{T_0}$ to średni czas obsługi jednego zgłoszenia. Natomiast średni czas pomiędzy kolejnymi zgłoszeniami o rozkładzie wykładniczym równy jest:

$$E(t) = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \lambda \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} dt = \frac{1}{\lambda} \quad (3)$$

Czasy obsługi poszczególnych stanowisk oraz ich rozkłady prawdopodobieństwa i czynności, które na nich są wykonywane zostały w tabeli 3 [1].

Tabela 3. Czas obsługi w poszczególnych stanowiskach badanej rejonowej bazy logistycznej

| Stanowisko | Czas obsługi | Rozkład prawdopodobieństwa obsługi (h) | Czynności | Liczba oczekujących |
|--|--------------|--|---|---------------------|
| Wjazdowa brama pojazdów samochodowych (WEBS) | 7 (min) | 0,1166 | <ul style="list-style-type: none"> rejestracja ładunku; ogląd stanu technicznego jednostki ładunkowej; przegląd oraz kontrola dokumentów; wskazanie miejsca obsługi; | 1 |
| | 4 (min) | 0,0667 | | |
| Teren Postojowy (TP); | 1 (godz.) | 1 | <ul style="list-style-type: none"> zaparkowanie; przebywanie na terenie postojowym TP; wyjazd z TP terenu postojowego; | 4 |
| Strefa magazynowa 1 (SM1); | 29 (min) | 0,45 | <ul style="list-style-type: none"> wjazd samochodu pod rampę przeładunkową; działania przeładunkowe; wstępna kontrola ilościowa; odjazd samochodu od rampy; sprawdzenie rejestracji ładunku; | 5 |
| | 12 (min) | 0,1833 | | |
| | 10 (min.) | 0,15 | | |
| Strefa magazynowa 2 (SM2); | 33 (min) | 0,55 | <ul style="list-style-type: none"> wjazd samochodu pod rampę przeładunkową; działania przeładunkowe; kontrola ilościowa; wyrejestrowanie ładunku; odjazd samochodu od rampy; | 3 |
| | 13 (min) | 0,2166 | | |
| | 8 (min) | 0,1333 | | |
| Wjazdowa brama pojazdów samochodowych (WYBS) | 7 (min) | 0,1166 | <ul style="list-style-type: none"> ogląd stanu technicznego ładunku przegląd oraz kontrola dokumentów; wyjazd załadowanego samochodu na drogę zewnętrzną. | 1 |

3. OCENA FUNKCJONOWANIA PRZEŁADUNKÓW W REJONOWEJ BAZIE LOGISTYCZNEJ

Dane przedstawione w tabeli 3 umożliwiły przeprowadzenie oceny funkcjonowania przeładunków w rejonowej bazie logistycznej za pomocą programu MS Excel [1]. Wyniki analizy funkcjonowania stanowiska obsługi ładunków w regionalnej zostały przedstawione w tabeli 4 [1].

Tabela 4. Analiza funkcjonowania stanowisk obsługi

| Stanowisko | Wykorzystanie stanowiska dla realizacji zleceń [%] | Czas przetwarzania zgłoszenia w systemie[h] | Średni czas przetwarzania zgłoszenia w systemie [h] | Max. czas przetwarzania zgłoszenia w systemie [h] | Prawdopodobieństwo odmowy [%] | Liczba zgłoszeń na stanowiskach |
|------------|--|---|---|---|-------------------------------|---------------------------------|
| (WEBS) | 8,005 | 0,0449 | 0,0821 | 0,0576 | 0,03 | 63,6 |
| (TP) | 17,08 | 0,0470 | 0,0959 | 0,3394 | 0,00 | 42,2 |
| (SM1) | 31,07 | 1,8746 | 1,9103 | 1,9886 | 5,27 | 27,45 |
| (SM2) | 35,74 | 1,6523 | 1,6922 | 1,7562 | 4,04 | 36,15 |
| (WYBS) | 8,005 | 0,0460 | 0,0742 | 0,1270 | 0,00 | 63,6 |

Analiza przeprowadzonych badań pozwala stwierdzić, że proces przeładunków w rejonowej bazie logistycznej odbywa się bez zakłóceń. Obiekty magazynowe SM1 i SM2 są najczęściej wykorzystywane do realizacji zleceń, jednak prawdopodobieństwo odmowy wykonania zlecenia jest zbyt duże i wynosi odpowiednio 5,27 i 4,04%. W celu zmniejszenia prawdopodobieństwa odmowy wykonania zlecenia przeprowadzono zbadanie możliwości zwiększenia efektywności funkcjonowania obiektu magazynowego SM1 z uwzględnieniem czasów przepływu strumienia ładunków pomiędzy stanowiskami obsługi - tabela 2. W tym celu zbudowano model kolejkowy wielostanowiskowy i przeprowadzono symulację. W obiekcie magazynowym SM1 funkcjonują cztery stanowiska przeładunku ($c=4$) i parking, w którym może oczekiwać na przeładunek pięć samochodów ($m=5$). Intensywność napływu samochodów do przeładunku $\lambda=2$, a możliwość obsługi zgłoszenia $\mu=2,78$. Średni czas oczekiwania w kolejce na przeładunek wynosi 61,48min oraz realizacji prac ładunkowych przeładunku 51min. Stąd pobyt zgłoszenia w systemie wynosi 112 min.

Możliwości funkcjonowania obiektu magazynowego SM1 można zwiększyć poprzez zorganizowanie dodatkowego stanowiska przeładunku. Wykorzystując model kolejkowy i przeprowadzając symulację określono parametry systemu przeładunku przy $c=4$ i $c=5$ oraz dokonano porównania rozwiązań, przy założeniu, że czas na przeładunek będzie nie mniejszy

niż 47 min i czas oczekiwania w kolejce 45min. Porównanie parametrów modeli systemów przeładunków dla obydwu rozwiązań przedstawiono w tabeli 5 [1].

Tabela 5. Porównanie parametrów modeli systemów przeładunków dla obydwu rozwiązań

| Oznaczenie parametru | Nazwa parametru | Wartość parametru | |
|----------------------|---|-------------------|-----------|
| | | model c=4 | model c=5 |
| p_{bl} [%] | prawdopodobieństwo odmowy realizacji zlecenia przeładunku | 5,27 | 2,75 |
| p_{obs} [%] | prawdopodobieństwo obsługi zlecenia | 94,73 | 97,25 |
| l_{sr} [szt.] | średnia liczba zgłoszeń na stanowiskach przeładunku | 2,53 | 2,85 |
| w_{sr} | średnia liczba zgłoszeń oczekujących w kolejce na przeładunek | 1,76 | 0,73 |
| n_{sr} | średnia liczba zgłoszeń znajdujących się w systemie przeładunku | 2.0257 | 1,86 |
| ω_{sr} | średni czas oczekiwania w kolejce na przeładunek | 61,48 | 43,5 |
| q_{sr} | średni czas pobytu zgłoszenia w systemie przeładunku | 112,48 | 94,72 |
| S_{sr} | czas średni przeładunku | 51 | 44,40 |

ZAKOŃCZENIE

W wyniku przeprowadzonej weryfikacji stwierdzono, że model oceny procesów przeładunków regionalnej bazy logistycznej został prawidłowo dobrany. Odchylenie parametrów związanych z czasem realizacji procesów załadunku określonych dla systemu rzeczywistego i badań modelowych wzrosło od 13 do 30%. Zmniejszyło się także prawdopodobieństwo odmowy realizacji zlecenia do 2,75% oraz czas oczekiwania obsługi w kolejce z 61,5 min do 43,5 min i wynosi mniej niż 45 min, co spełnia zakładany cel. Zmniejszył się także czas pobytu zgłoszenia w systemie oraz średni czas przeładunku na stanowisku obsługi, a prawdopodobieństwo obsługi zlecenia wzrosło do 97%.

BIBLIOGRAFIA:

Bondar Yaroslav (2019), System przeładunków, Praca dyplomowa napisana pod kierunkiem M. Brzezińskiego, WAT, 2019.

Brzeziński M (2015), Inżynieria systemów logistycznych, WAT, Warszawa.

Brzeziński M. (ed.), Modelowanie systemów i procesów logistycznych w aspekcie technologii podwójnego zastosowania, WAT, Warsaw 2018.

Brzeziński M. Systemy w logistyce, WAT, Warsaw 2007.

Brzeziński M.(2010), Modelowanie systemu remontu techniki wojsk lądowych, WAT, Warszawa.

Brzeziński M., Inżynieria systemów logistycznych, WAT, Warsaw 2015.

Jacyna M., Wasiak M., Lewczuk K., Kłodawski M., Simulation model of transport system of Poland as a tool for developing sustainable transport. Archives of Transport 31, 2014.

Jacyna M., Wasiak M., Lewczuk K., Kłodawski M., Simulation model of transport system of Poland as a tool for developing sustainable transport. Archives of Transport 31 (3), Polish Academy of Sciences, Warszawa 2014.

Jacyna M., Wasiak M., Lewczuk K., Kłodawski M., Simulation model of transport system of Poland as a tool for developing sustainable transport, Archives of Transport, Polish Academy of Sciences, vol. 31, iss. 3, str. 23-35, Warszawa 2014

Kłodawski M., Modelowanie procesów magazynowych w zastosowaniu do oceny wydajności i bezpieczeństwa pracy w magazynach, , Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2018.

Lewczuk K., Modelowanie procesów w systemach magazynowych w zastosowaniu do oceny niezawodności i efektywności ich funkcjonowania, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2016 r.

Oniszczyk W. (1995), Metody modelowania, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej.

Świdorski A., Józwiak A, Jachimowski R. (2018). Operational quality measures of vehicles applied for the transport services evaluation using artificial neural networks. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability 2018; 20 (2):2920299

Wasiak M., Jacyna M., Lewczuk K., Szczepański E., The method for evaluation of efficiency of the concept of centrally managed distribution in cities. *Transport*, 2017, 32(4): 348–357

Waśniewski T., Monitorowanie zasobów logistycznych z wykorzystaniem inteligentnych metek RFID w oparciu o sieć bezprzewodową. *Zarządzanie w przedsiębiorstwie*, XIV Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Wyd. WIPMiFS Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 2006.

Waśniewski T., Śledzenie zasobów logistycznych w oparciu o technologię RFID z wykorzystaniem sieci bezprzewodowej. 1st INTERNATIONAL CONFERENCE OF LOGISTICS INTLOG 2006, *Czasopismo Logistyka* nr 5/2006, 1CD .

Waśniewski T.R., Ślaski P., Modelowanie procesu automatycznego rozpoznawania i identyfikowania pojazdów w oparciu o technologię RFID. *Gospodarka Materiałowa & Logistyka* nr 5 CD, Warszawa 2018.

Żak J., Jacyna-Gołda I, Wasiak M., Effectiveness evaluation criteria of the functioning of the national transport system and its impact on the environment. Simulation model to support designing a sustainable national transport system. 2014.

Żak J., Modelowanie procesów transportowych metodą sieci faz. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*, *Transport* 99, Warszawa 2013.

Żak J., Parametryzacja elementów procesu transportowego. *Logistyka* 4/2011.

Żak J., Wybrane aspekty dynamiki procesu transportowego. *Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej*, *Transport* z 97, Warszawa 2013.