



Ireneusz JĘDRA

# WYKORZYSTANIE SYMULACJI STATYSTYCZNEJ W JĘZYKU MATLAB DO OBLICZANIA PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW PROCESÓW LOGISTYCZNYCH W CENTRACH LOGISTYCZNYCH

### *Streszczenie*

*Artykuł przedstawia możliwość wykorzystania symulacji statystycznej programowanej w języku Matlab do obliczania podstawowych parametrów procesów logistycznych w centrach logistycznych*

## WSTĘP

Najtańszymi sposobami obliczeń i optymalizacji są obliczenia analityczne lub dostępne gotowe programy komputerowe, które pozwalają w krótkim czasie uzyskać optymalne rozwiązanie.

Umiejętność budowy modeli matematycznych ma istotne znaczenie w inżynierii, podobnie jak znajomość metod ich rozwiązywania. Najczęściej w praktyce zadanie sprowadza się do budowy odpowiedniego modelu danego problemu i rozwiązanie go za pomocą znanych metod analitycznych. Często jednak znane modele nie wystarczają do wyznaczenia wyniku ostatecznego. Problem ten występuje w złożonych systemach jakimi są centra logistyczne. Znane modele z teorii obsługi masowej, narzucają ścisłe wymagania co rozkładów wejściowego strumienia zgłoszeń i czasu obsługi. Komplikuje to wyliczenia dla tego typu systemów. Nadal jest mało rozwiązań i wyników końcowych. Dlatego do obliczeń i rozwiązania optymalnego, wykorzystuje się komputery z odpowiednio opracowanymi programami.

Jednym z nich jest program Matlab, w środowisku którego jest około 2500 funkcji [5].

## 1. POJĘCIE I ŚRODOWISKO PAKIETU MATLAB

### 1.1. Pojęcie

Matlab jest produktem firmy The Mathworks Inc z USA.

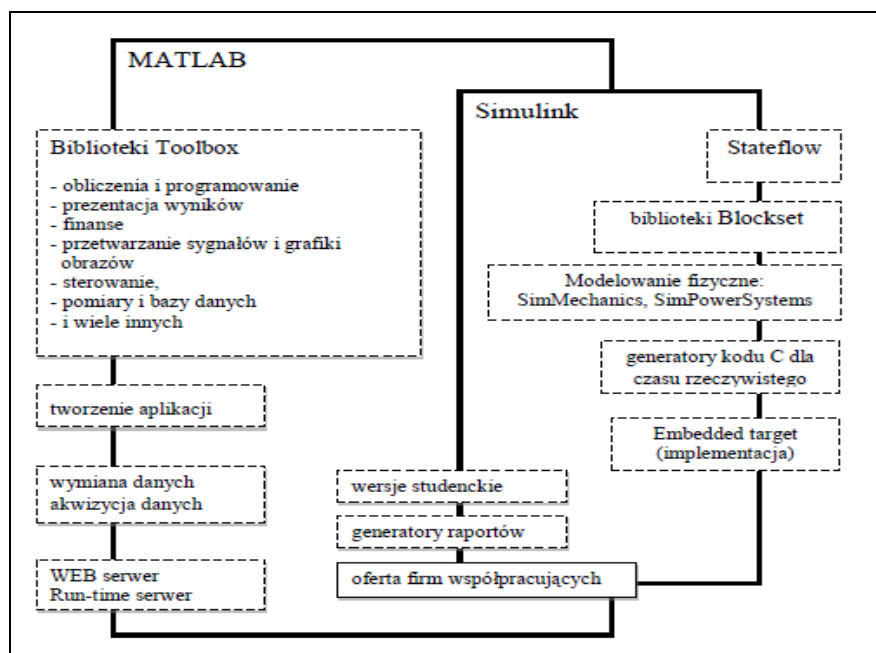
Jest on językiem programowania wysokiego poziomu, opartym na wykorzystaniu operacji na macierzach i tablicach [2]. Jego polecenia, operatory i funkcje stosuje się do obliczeń numerycznych (w tym na macierzach i na liczbach zespolonych) oraz wizualizacji

wyników w grafice dwu i trójwymiarowej[3]. Matlab stanowi proste w użyciu środowisko łączące obliczenia, wizualizację i programowanie. Typowe zastosowania pakietu to[4]:

- obliczenia matematyczne,
- algorytmy numeryczne,
- modelowanie i symulacja,
- analiza danych i wizualizacja,
- grafika inżynierska,
- aplikacje z wykorzystaniem graficznych interfejsów użytkownika.

## 1.2. Środowisko pakietu Matlab

Środowisko pracy Matlab-a zawiera narzędzia (programy do modyfikacji, zarządzania, wykrywania błędów i optymalizacji m-plików oraz aplikacji Matlab-a [2]. Na rysunku 1 przedstawiono graficzną ilustrację środowiska Matlab'a.

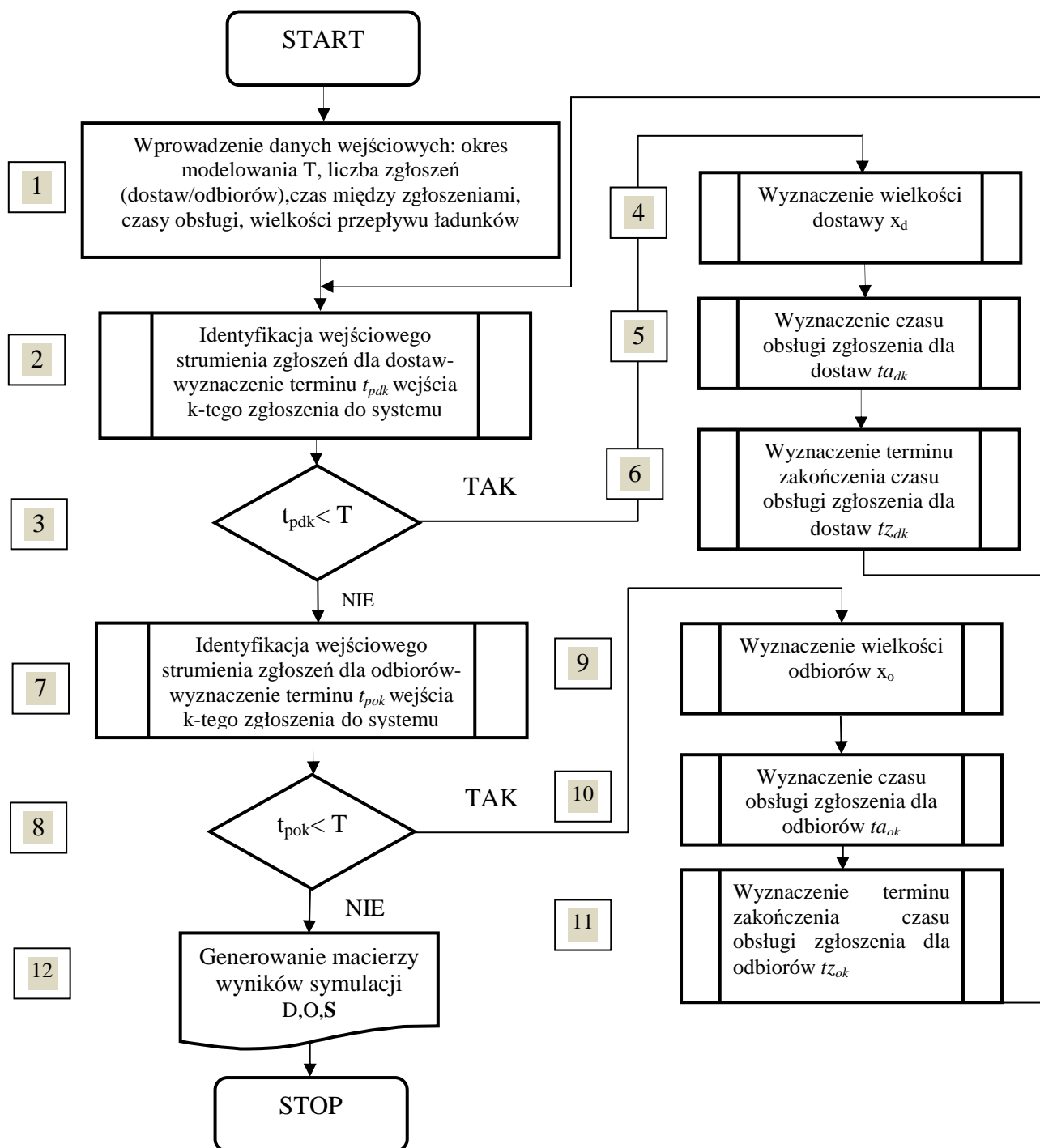


Rys. 1. Środowisko pakietu Matlab [5]

Program Simulink – interaktywny system [4], napisany został w języku Matlab i umożliwia graficzne modelowanie i symulację układów dynamicznych. Matlab i Simulink są niezbędnymi narzędziami do modelowania i symulacji z wykorzystaniem schematów blokowych i do modelowania fizycznego.

## 2. SCHEMAT OBLICZANIA PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW PROCESÓW LOGISTYCZNYCH W CENTRACH LOGISTYCZNYCH

Na rysunku 2 przedstawiono schemat do obliczania podstawowych parametrów procesów logistycznych w centrach logistycznych za pomocą programu Matlab.



**Rys.2.** Schemat do obliczania podstawowych parametrów procesów logistycznych w centrach logistycznych.

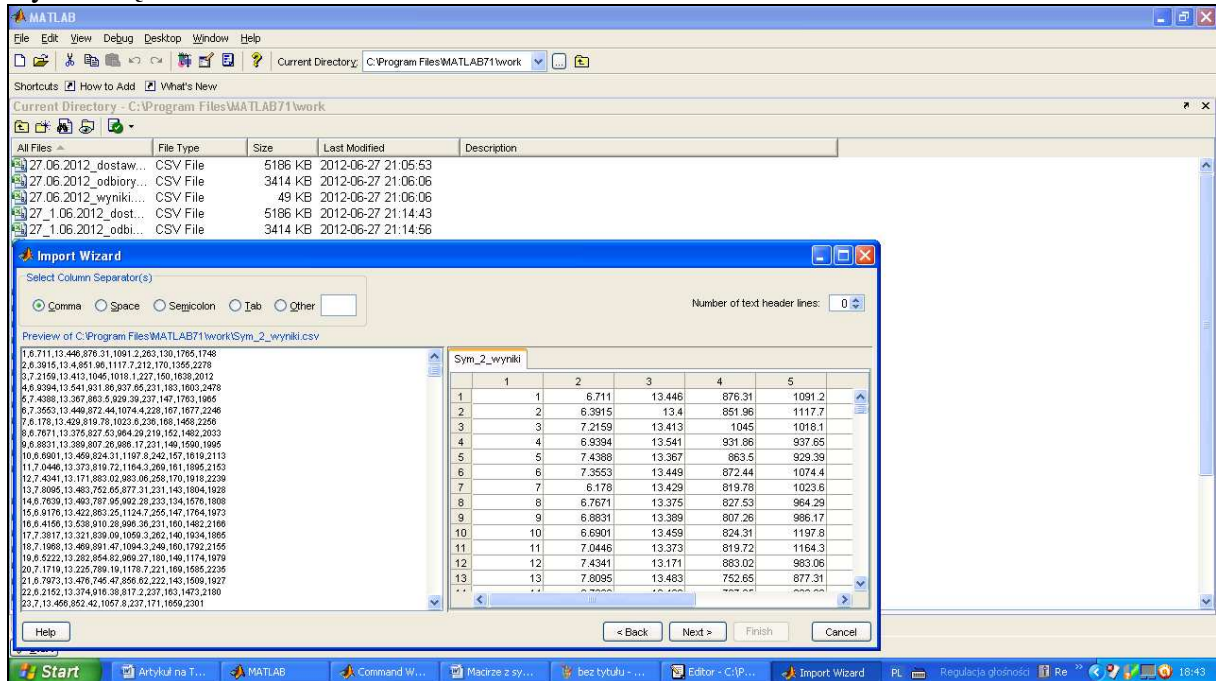
**Źródło:** opracowanie własne

Za pomocą tego algorytm można wyliczyć wielkości przepływu towarów, czasy obsługi zgłoszeń, jak również wartości średnie arytmetyczne ze wszystkich symulacji przeprowadzonych dla określonej liczby powtórzeń (metoda Monte Carlo).

### 3. PRZYKŁADOWE WYNIKI SYMULACJI

Na podstawie symulacji wykorzystującej kod napisany w programie Matlab, można uzyskać wyniki w formie tabelarycznej, graficznej i opisowej w zależności od sposobu napisania tego kodu oraz oczekiwań w stosunku do wyniku i dalszej jego obróbki.

Na rysunku 1 przedstawione jest aktywne okno obliczeniowe Matlab-a z widoczną tabelą wynikową.



Rys.3. Aktywne okno wynikowe Matlab-a

Źródło: opracowanie własne

Wyniki można zapisać bezpośrednio w Matlab-ie lub eksportować do arkusza obliczeniowego Excela i poddać dalszemu edytowaniu.

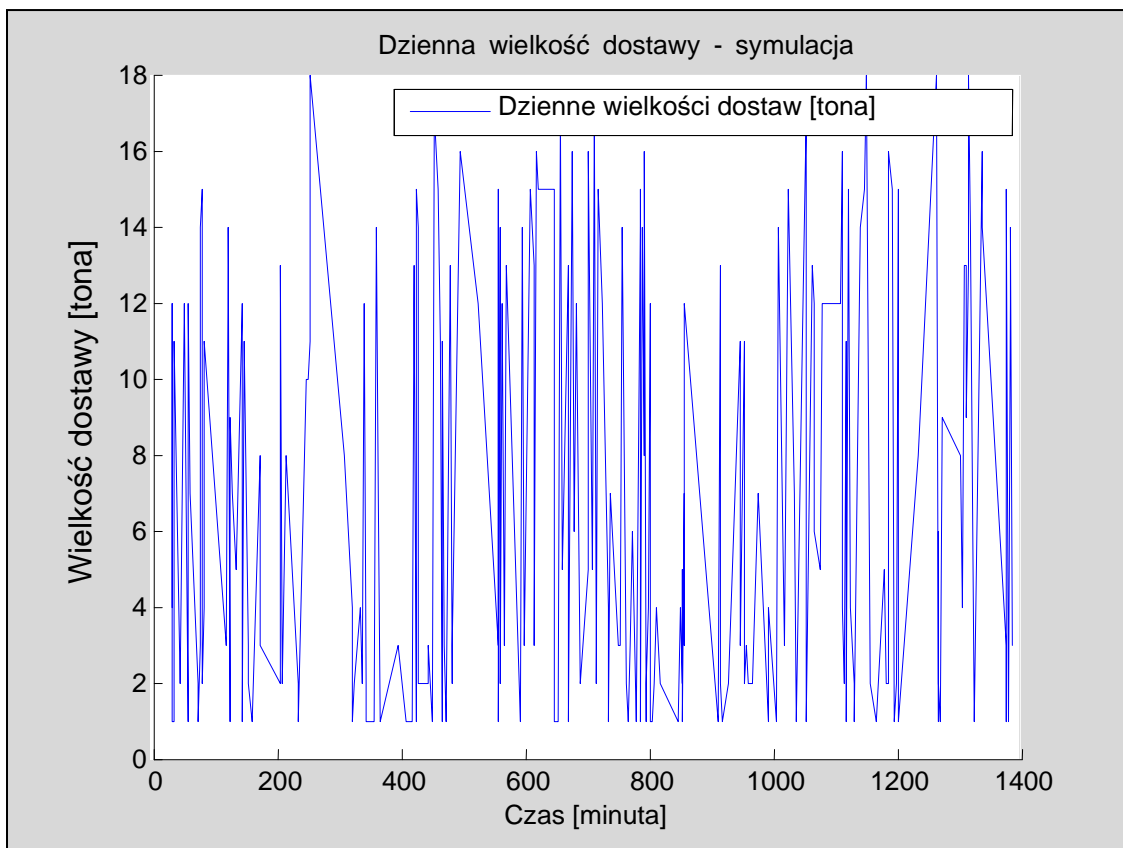
W tabeli 1 przedstawiono przykładową macierz wyników, uzyskaną podczas pierwszej symulacji i poddanej obróbkom edytorskim.

Tab.1. Macierz S wyników uzyskana podczas pierwszej symulacji dla dostaw z wykorzystaniem programu Matlab

Nr symulacji	Nr złożenia	Czas zgł. dostawy [min.]	Czas obsługi dostawy [min]	Czas zakończenia obsługi dost. [min]	Wielkość dostawy [tona]
1.0	1.0	324.0	28.0	352.0	2.0
1.0	2.0	2300.0	29.0	2329.0	15.0
1.0	3.0	1214.0	33.0	1247.0	13.0
.	.	.	.	.	.
1.0	252.0	545.0	1409.0	1954.0	5.0
1.0	253.0	1750.0	1411.0	3161.0	14.0
1.0	254.0	304.0	1417.0	1721.0	2.0
1.0	255.0	839.0	1425.0	2264.0	12.0

Źródło: opracowanie własne

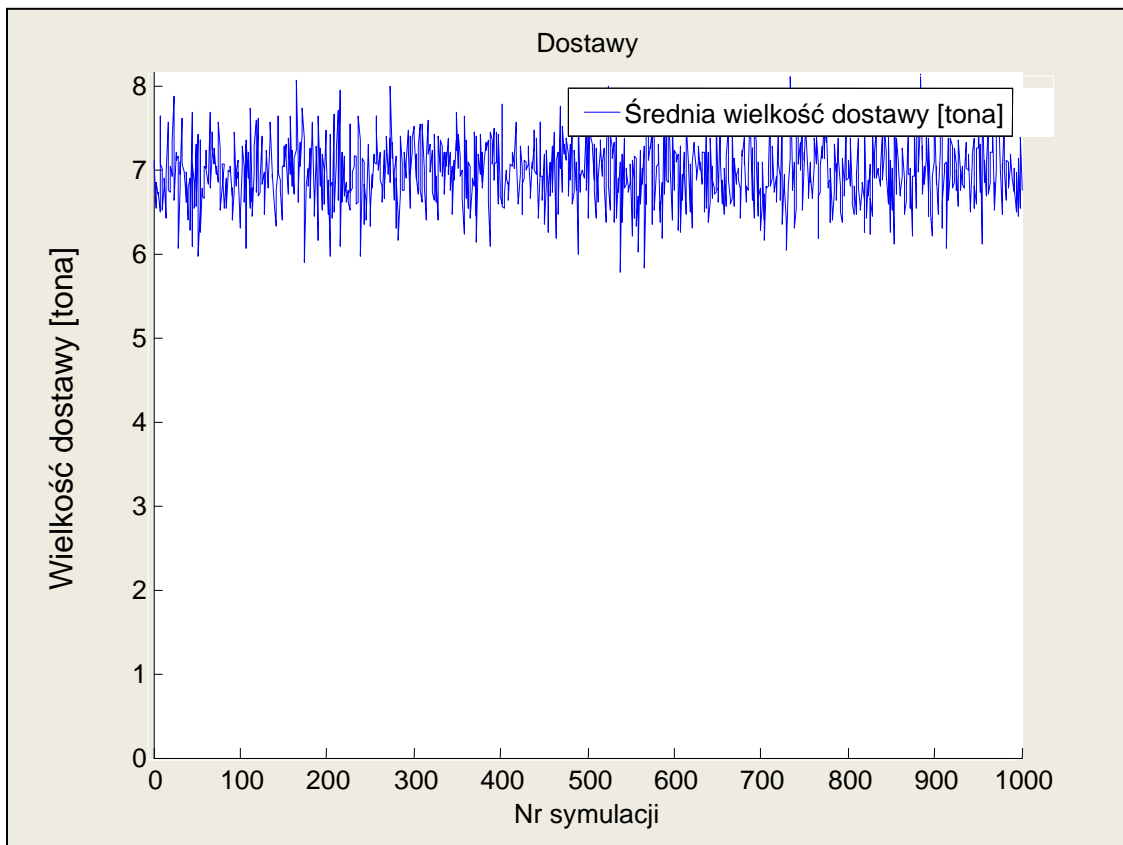
Oprócz wyników w postaci tabelarycznej można uzyskać wyniki interesujących nas parametrów obliczeniowych w postaci graficznej. Przykład graficznej ilustracji dziennej wielkości dostawy dla symulacji nr 4, przedstawiony jest na rysunku 4.



**Rys.4.** Graficzna ilustracja wyników dziennej wielkości dostawy

**Źródło:** opracowanie własne

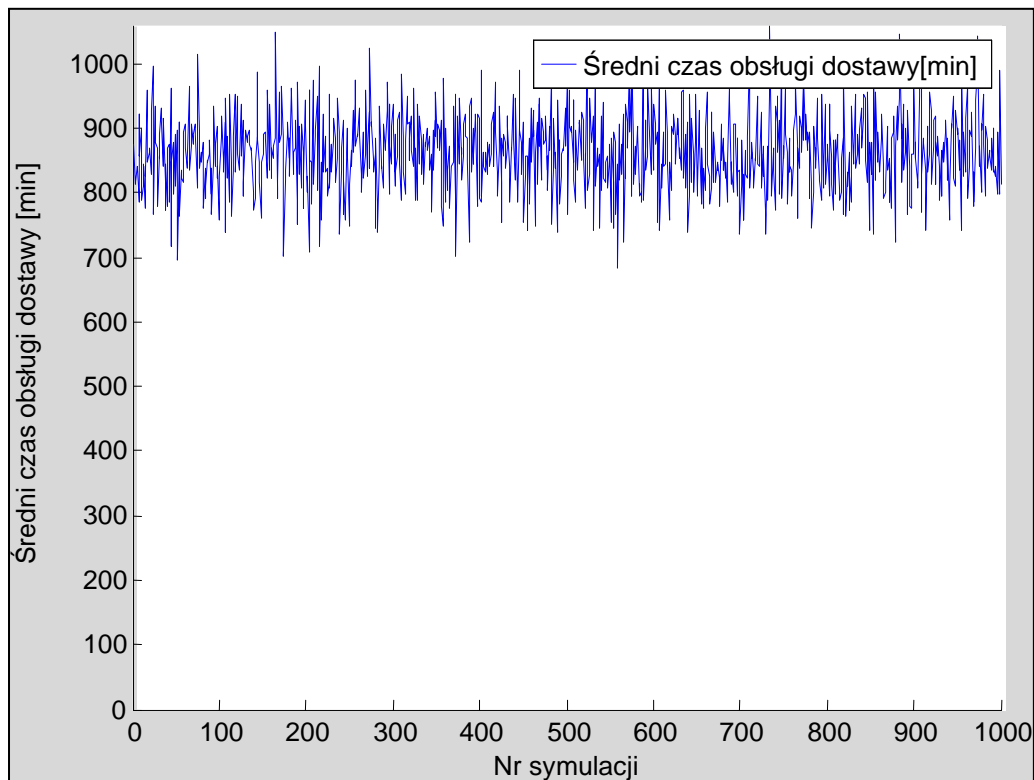
Na rysunku 5 przedstawiono wartość średnią dziennej wielkości dostaw, uzyskaną na podstawie 1000 symulacji przy zastosowaniu metody modelowania statystycznego.



**Rys.5.** Średnia wielkość dostawy z 1000 symulacji

**Źródło:** opracowanie własne

Na rysunku 6 przedstawiono średnią wartość arytmetyczną czasu obsługi zgłoszeń dla dostaw z przeprowadzony 1000 symulacji.



**Rys. 6.** Średni czas obsługi dostawy z 1000 symulacji

**Źródło:** opracowanie własne

Do wyliczenia czasu obsługi zgłoszeń oraz wielkości zgłoszeń wykorzystano dane statystyczne oraz metodę Monte Carlo – programowania statystycznego.

Metoda Monte Carlo pozwala w sposób bardziej efektywny badać zachowanie systemów i zjawisk o charakterze losowym na podstawie skonstruowanego wirtualnego modelu. Polega ona na wielokrotnym rozwiązaniu równań, opisujących działanie systemu przy różnych realizacjach zmiennych losowych. Dla każdego kolejnego rozwiązania wyznacza się niezbędne parametry, a ich końcowe średnie wartości zazwyczaj przyjmuje się za średnie arytmetyczne charakterystyk badanego systemu.

Aby móc symulować realizacje zmiennych losowych, wymagane jest analityczne bądź eksperymentalne wyznaczenie rozkładów tych zmiennych.

Podobny sposób obliczania można zastosować również do wyliczenia wielkości zgłoszeń w postaci dostaw towaru lub jego odbioru z centrum logistycznego. Parametrami obliczeniowymi można sterować w zależności od potrzeb bez konieczności konstruowania pracochłonnych i żmudnych modeli analitycznych.

## PODSUMOWANIE

Przedstawiony przykład wykorzystania metody symulacji statystycznej w programie Matlab, pokazuje jak w prosty i szybki sposób można przeprowadzić obliczenia dla systemów bardziej złożonych, dla których wciąż mało jest analitycznych modeli obliczeniowych.

W związku z tym, że metoda Monte Carlo cechuje się wielokrotnym powtarzaniem obliczeń, w praktyce realizacji badań statystycznych, należy dążyć do stworzenia takiego modelu systemu, którego symulację działania łatwo byłoby przeprowadzić z wykorzystaniem elektronicznych maszyn cyfrowych.

Prawidłowo napisany kod symulacji dla interesujących nas parametrów, skraca skomplikowane obliczenia do kilkadziesiąt sekund, pozwalając na uzyskanie wyników zbliżonych do rzeczywistych zachowań systemu.

## **THE USE OF STATISTICAL SIMULATION IN MATLAB TO CALCULATE THE BASIC PARAMETERS OF THE LOGISTIC PROCESSES IN LOGISTICS CENTERS**

### *Astract*

*The paper presents the possibility to use statistical simulation programmed in MATLAB to calculate the basic parameters of the logistic processes in logistics centers*

### **BIBLIOGRAFIA**

1. Borowiak J.: *Metoda wyznaczania liczby środków transportu w stanach zagrożenia na przykładzie pojazdów straży pożarnej*. Rozprawa doktorska. Politechnika Radomska, Radom 2005.
2. Brzózka J., Dobroczyński L: *Programowanie w Matlab*. Wydawnictwo MIKOM, Warszawa 1998.
3. Fechner I.: *Centra logistyczne. Cel-realizacja- przyszłość*. Biblioteka Logistyka, Poznań 2004.
4. Kamińska A., Pańczyk B.: *Ćwiczenia z Matlab Przykłady i zadania*. Wydawnictwo MIKOM, Warszawa 2002.
5. Mrozek B., Mrozek Z.: *Matlab i simulinki Poradnik użytkownika*. Wydawnictwo HELION, wyd II. zmienione i poprawione, Gliwice 2004.

### *Autor:*

**mgr inż. Ireneusz JĘDRA**– Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu