

Agnieszka Bojanowska<sup>1</sup>

## WSPOMAGANIE DZIAŁAŃ PROGNOSTYCZNYCH W LOGISTYCE

### Streszczenie

W dobie globalnej konkurencji należy zwrócić szczególną uwagę na predykcję przyszłych wydarzeń w celu podjęcia przez przedsiębiorstwo efektywnych działań na rynku. Tendencja ta jest istotna także w odniesieniu do działań logistycznych. Dlatego też autorka artykułu postanowiła podjąć tematykę działań progностycznych w logistyce. Teza niniejszego artykułu brzmi: istnieje możliwość wykorzystania nowoczesnych technologii w predykcji wydarzeń (w tym zachowań klienta), co wpływa na procesy logistyczne w przedsiębiorstwie. W artykule zostaną omówione narzędzia, które umożliwiają analizowanie zbiorów rozmytych i odszukiwanie powiązań między danymi. Ukazane zostanie w jaki sposób narzędzia te mogą wpływać na przedsiębiorstwo, a w szczególności na procesy logistyczne. Zostanie zaprezentowany również przykładowy proces wyboru narzędzia predykcyjnego.

**Słowa kluczowe:** przedsiębiorstwo, procesy logistyczne, logistyka, data mining, predykcja, prognoza.

## THE SUPPORTING OF PROGNOSTIC ACTION IN LOGISTICS

### Abstract

In the era of global competition it is important to notice that prediction of future events is very useful for companies to act effectively on the market. This trend is also significant on logistics area. That's why the author of this article has decided to write about this subject. The thesis of this article is: There is a possibility to use new technology in prediction of events (including customer behavior), this prediction has influence on logistics processes in company. In article there is a consideration of tools which could be use to analyze fuzzy sets. Thanks to these tools it is possible to find connections between data. It will be also shown how these tools could possibly influence on company and logistic processes. It will be also presented example of selection process connected with prediction tool.

**Key words:** company, logistic processes, logistics, data mining, prediction, prognosis.

### WSTĘP

We współczesnych przedsiębiorstwach niezwykle istotne staje się zarządzanie procesami logistycznymi. Tendencja ta wynika z licznej konkurencji na rynku oraz większej dostępności różnych usług i produktów dla klientów poprzez globalizację rynków. Globalizacja ta wynika chociażby z powszechnego dostępu do Internetu w krajach rozwiniętych. Klienci są coraz bardziej wymagający, oczekują precyzji w działaniach logistycznych przedsiębiorstw, które dostarczają im dobra i usługi. Już od kilkunastu lat twierdzi się, że „...związki z nabywcą stanowią kluczowy czynnik determinujący długofalową zyskowność firmy...”<sup>2</sup>, a związki te determinowane są m.in. przez jakość obsługi logistycznej klienta. Działania logistyczne według definicji logistyki stworzonej w 1992 roku przez Council of Logistics Management to „...procesy planowania, realizowania i kontrolowania sprawnego i efektywnego ekonomicznie przepływu surowców, materiałów, wyrobów gotowych oraz odpowiedniej informacji z punktu pochodzenia do punktu konsumpcji w celu zaspokojenia wymagań klienta”<sup>3</sup>. Jak wynika z tej definicji ostatecznym celem działań logistycznych jest zaspokojenie wymagań

<sup>1</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Zarządzania, Katedra Organizacji Przedsiębiorstwa; ul. Nadbystrzycka 38, 20-618 Lublin.

<sup>2</sup> M. Christopher, *Logistyka i zarządzanie łańcuchem podaży*, Wydawnictwo Profesjonalnej Szkoły Biznesu, Kraków 1998, s. 7.

<sup>3</sup> J.J. Coyle, E.J. Bardi, J.C. Jr. Langley, *Zarządzanie logistyczne*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002, s. 51–52.

klienta, ale na osiągnięcie tego celu składają się poszczególne procesy logistyczne, w ramach których występują pojedyncze zdarzenia.

## 1. ZDARZENIA LOGISTYCZNE

Aby prawidłowo scharakteryzować zdarzenia logistyczne, należy na początku zastanowić się nad zdefiniowaniem systemu logistycznego. System logistyczny i jego definicja sięga korzeniami do teorii systemów<sup>4</sup>. System logistyczny może być definiowany jako „zbiór elementów logistycznych, między którymi występują określone zależności<sup>5</sup>”. Zależności te wpływają na działalność całego systemu a są powodowane zdarzeniami, które występują w przedsiębiorstwie.

System logistyczny szczegółowo składa się z ciągu<sup>6</sup>:

$$S = (M, B, L, J, Z, W, R),$$

gdzie:

M – zapasy,

B – logistyczna baza materiałowa,

L – pracownicy realizujący zadania logistyczne,

J – informacje,

Z – zadania logistyczne,

W – realizacja zadań stanowiących cel istnienia i funkcjonowania,

R – zbiór relacji w systemie logistycznym:

$$R = (r_1, r_2, \dots, r_n),$$

gdzie:

r – relacja pomiędzy elementami systemu logistycznego.

Na poszczególne elementy tego ciągu mogą oddziaływać kolejne zdarzenia logistyczne, gdyż działanie systemu logistycznego w przedsiębiorstwie można określić jako sumę zdarzeń przebiegających w czasie:

$$A = \sum_{t=1}^{t=n} (a_1, a_2, \dots, a_n),$$

gdzie:

t = 1 – początek działania systemu logistycznego,

t = n – koniec działania systemu logistycznego,

a<sub>n</sub> – kolejne zdarzenia logistyczne.

Każde zdarzenie logistyczne może mieć określone konsekwencje. W przedsiębiorstwie mamy do czynienia ze zbiorem konsekwencji zdarzeń (w tym także zdarzeń logistycznych), który nie zawsze jest zbiorem skończonym. Zbiór ten można określić następująco:

$$K = (k_1, k_2, \dots, k_n),$$

gdzie:

k – konkretna konsekwencja zdarzenia.

Konsekwencjami zdarzeń logistycznych mogą być:

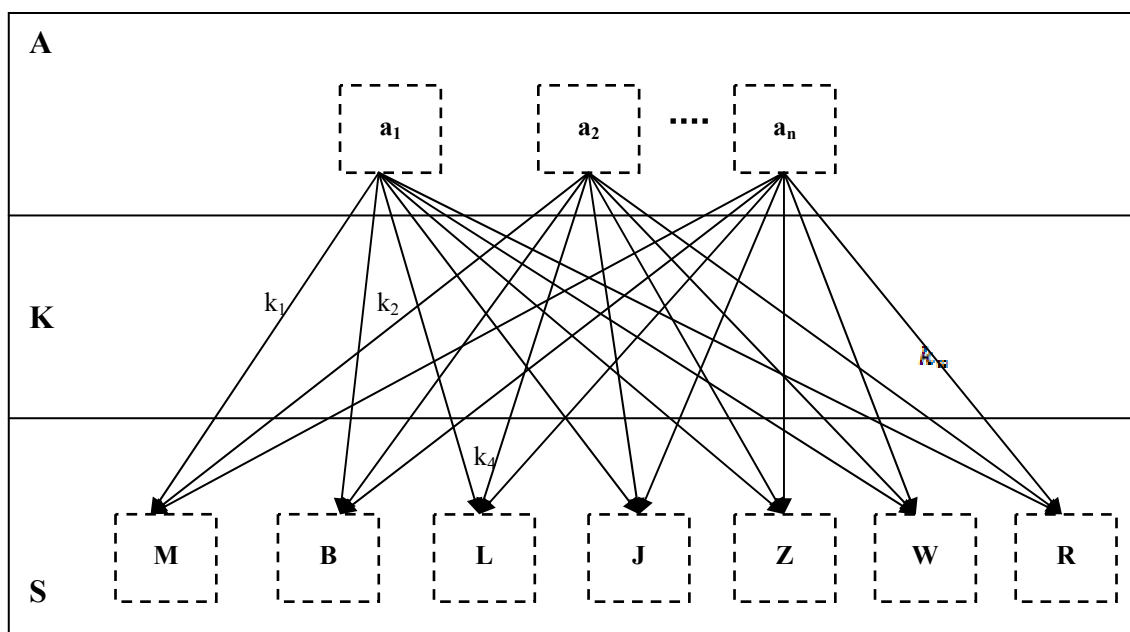
- opóźnienie produkcji,
- opóźnienie dostawy do klienta,
- powstanie braku magazynowego,
- powstanie kosztu,
- powstanie nowej informacji koniecznej do rozdystrybuowania w organizacji itp.

<sup>4</sup> P. Blaik, *Logistyka*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1997, s. 61.

<sup>5</sup> M. Nowicka-Skowron, *Efektywność systemów logistycznych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2000, s. 20.

<sup>6</sup> Ibidem, s. 21–23.

Konsekwencje każdego zdarzenia wpływają na poszczególne elementy ciągu jakim jest system logistyczny (rys. 1).



Rys. 1. Oddziaływanie zbioru zdarzeń na system logistyczny w przedsiębiorstwie poprzez zbiór konsekwencji  
Źródło: opracowanie własne.

Zbiór zdarzeń zachodzących w organizacji wpływa na system logistyczny poprzez zbiór konsekwencji wynikających z tych zdarzeń. Zdarzenia te mogą być bardzo różnorodne, przykładowo może to być:

- zużycie pracy,
- zużycie środków i przedmiotów pracy,
- zużycie usług obcych, związanych z realizacją procesów logistycznych,
- złożenie zamówienia przez klienta,
- zmiana procedur w organizacji,
- złożenie reklamacji przez klienta,
- zgłoszenie braku magazynowego przez pracownika,
- zgłoszenie zapotrzebowania na konkretny zapas przez dział produkcji itp.

Zdarzenia logistyczne mogą mieć różny priorytet i różne konsekwencje mogą wywoływać w zależności od swojego charakteru, ale i stanu systemu logistycznego w jakim się aktualnie znajduje. Zbiór konsekwencji nie jest zbiorem skończonym, gdyż trudno jest przewidzieć wszystkie konsekwencje zachodzących zdarzeń. Są jednak zdarzenia, które generują konsekwencje w pewnym stopniu przewidywalne. Do predykcji konsekwencji tych zdarzeń może być użyta gama nowoczesnych narzędzi predykcyjnych. Przed niniejszym artykułem zostało postawione zadanie sprawdzenia tezy, czy istnieje możliwość wykorzystania nowoczesnych technologii w predykcji wydarzeń (w tym zachowań klienta), co wpływa na procesy logistyczne w przedsiębiorstwie. Aby odpowiedzieć na to pytanie, autorka postanowiła omówić wybrane narzędzia predykcyjne.

## 2. NARZĘDZIA PREDYKCYJNE

W obecnych czasach, kiedy precyzyjna i szybko dostępna informacja jest warunkiem udanego biznesu, nastąpił dynamiczny rozwój narzędzi predykcyjnych, które wspomagają podejmowanie decyzji w organizacji. Narzędzia te mogą być również przydatne przy przewidywaniu zdarzeń logistycznych oraz ich konsekwencji. Mówi się, że „zasadniczym pomysłem metod predykcyjnych jest konstrukcja modelu wejściowego na podstawie do-

starczonej już wcześniej informacji odnośnie charakteru kodowanego zbioru. Oczywiście informacja ta jest odczytana z już przetworzonego strumienia danych<sup>7</sup>. Strumień tych danych dostarczany jest zaś poprzez narzędzia predykcyjne, do których zaliczane są narzędzia oparte o automatyczne sieci neuronowe lub metody z grupy metod data mining.

Autorka niniejszego artykułu postanowiła się skupić na narzędziach predykcyjnych należnych do grupy narzędzi data mining. Data mining jest uważane za „...algorytmiczne wykrywanie zależności pomiędzy wartościami tych cech, które może być realizowane przy użyciu bardzo różnorodnych technik, opartych na statystyce, sztucznej inteligencji, czy też odwołujących się do metod uczenia maszynowego<sup>8</sup>. W skład narzędzi data mining wchodzi: narzędzia do eksploracji i przeglądu danych, w celu wykrycia zmian, wzorców itp. oraz narzędzia do przygotowania danych (np. obsługa wartości odstających, wykrywanie i uzupełnianie wartości odstających itp.<sup>9</sup>).

Dla wspomaganie procesów logistycznych mogą okazać się przydatne narzędzia, m.in. takie jak:

- **Analiza koszykowa** – narzędzie inaczej zwane „algorytmem wykrywania a priori” („poszukiwania”) reguł powiązania typu: „klienci, którzy zamówili produkt A często zamawiają produkt B lub C”<sup>10</sup>. Dobrze oprogramowana analiza koszykowa umożliwia bardzo szybkie przetwarzanie zbiorów danych o znacznych rozmiarach i poszukiwanie współzależności.
- **Estymacja nieliniowa** – polega na obliczaniu zależności między zestawem zmiennych niezależnych a zmienną zależną. Na przykład możemy obliczyć zależność między ceną domu a czasem potrzebnym na jego sprzedanie itd.<sup>11</sup>.
- **Metoda k-najbliższych sąsiadów** – jest to metoda, której podstawą jest intuicyjne przeświadczenie, że podobne obiekty trafiają do tej samej klasy. Przewidywania metody k-najbliższych sąsiadów wyznaczane są na podstawie k obiektów z próby uczącej, które są najbardziej podobne do obiektu<sup>12</sup>. Algorytm k-najbliższych sąsiadów jest użyteczny szczególnie wtedy, kiedy zależność między zmiennymi jest złożona lub nietypowa, czyli trudna do modelowania w klasyczny sposób.

Wszystkie wyżej wymienione narzędzia oraz metody mogą być stosowane po odpowiednim oprogramowaniu do rozwiązywania problemów decyzyjnych pojawiających się podczas procesów logistycznych. Trudno jest jednak jednoznacznie określić, które z narzędzi będzie w tym przypadku najskuteczniejsze, gdyż mają one swoje zalety, wady oraz ograniczenia. W następnej części niniejszego artykułu autorka podjęła próbę wyboru odpowiedniego narzędzia za pomocą algorytmu AHP.

### 3. WYKORZYSTANIE I WYBÓR NARZĘDZI PREDYKCYJNYCH W ZARZĄDZANIU ZDARZENIAMI LOGISTYCZNYMI

W niniejszym artykule nie tylko wskazuje się na możliwość wykorzystania nowoczesnych technologii w predykcji wydarzeń (w tym zachowań klienta), co wpływa na procesy logistyczne w przedsiębiorstwie. Autorka pokazuje również, że można dokonać wyboru narzędzia predykcyjnego, które będzie najskuteczniejsze we wspomaganie systemu logistycznego. Zostanie tu wykorzystany algorytm AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Metoda ta jest zaliczana do amerykańskiej szkoły wielokryterialnego podejmowania decyzji MCDM

<sup>7</sup> A. Przelaskowski, *Kompresja danych*, Wydawnictwo BTC, Warszawa 2005, s. 175.

<sup>8</sup> M. Janicki, D. Ślęzak, *Data mining w praktyce*, <http://www.qed.pl/WstepDM.html>, pobrano 10.12.2009.

<sup>9</sup> Zob. STATISTICA Process Optimization (QC Data Miner), <http://www.statsoft.pl/qcminer.html>, pobrano 15.02.2011.

<sup>10</sup> S. Sarawagi, S. Thomas, R. Agrawal, *Integrating Association Rule Mining with Relational Database Systems: Alternatives and Implications*, Proc. of the ACM SIGMOD Int'l Conference on Management of Data, Seattle, Washington 1998.

<sup>11</sup> Zob. *Estymacja nieliniowa*, [http://www.statsoft.pl/textbook/stathome\\_stat.html](http://www.statsoft.pl/textbook/stathome_stat.html), pobrano 10.02.2011.

<sup>12</sup> Zob. *Metody Data Mining*, <http://www.statsoft.pl/dataminer2.html#ICA>, pobrano 20.02.2011.

(*Multiple Criteria Decision Making*) i umożliwia ona dekompozycję złożonego problemu decyzyjnego oraz utworzenie hierarchicznego rankingu dla skończonego zbioru wariantów<sup>13</sup>.

Postępując według algorytmu AHP należy na wstępie określić kryteria jakie będą istotne przy dokonywanym wyborze. W omawianym przypadku będą to następujące kryteria:

- K1 – uniwersalność stosowania – jeżeli metoda daje szerokie możliwości stosowania, z łatwością może zostać zaimplementowana do wspomagania działań logistycznych poprzez prognozowanie zdarzeń;
- K2 – łatwość zastosowania – jeżeli metoda jest łatwa w zastosowaniu, to może dawać wyniki szybko i przy minimalnych nakładach;
- K3 – dokładność wyników – jeżeli metoda jest dokładna, to wyniki jej działania pozwolą precyzyjnie przewidzieć zdarzenia logistyczne oraz ich konsekwencje;
- K4 – dopasowanie do zagadnień związanych z systemem logistycznym – jeżeli metoda sprawdza się w zagadnieniach prognostycznych dotyczących zdarzeń logistycznych i ich konsekwencji może wspomagać system logistyczny przedsiębiorstwa.

Dla uproszczenia narzędzia, spośród których będzie dokonywany wybór zostały oznaczone następująco:

- N1 – analiza koszykowa,
- N2 – estymacja nieliniowa,
- N3 – metoda k-najbliższych sąsiadów.

W tabeli 1 został ukazany stopień spełniania poszczególnych kryteriów przez poszczególne narzędzia.

Tabela 1. Charakterystyka trzech potencjalnych narzędzi w odniesieniu do wybranych kryteriów

	N1	N2	N3
K1	Analiza koszykowa jest metodą, którą można zastosować do ograniczonej liczby zagadnień. Szczególnie dobrze nadaje się do przetwarzania zmiennych nominalnych i porządkowych.	W przypadku estymacji nieliniowej sami decydujemy o określeniu natury tego związku; na przykład możemy przyjąć, że zmienna zależna ma być funkcją logarytmiczną zmiennej niezależnej.	Uniwersalność metody k-najbliższych sąsiadów jest ograniczona konicznością odnalezienia zbioru zawierającego obserwacje, które mogą posłużyć do dokonania analiz.
K2	Analiza koszykowa jest niezwykle łatwa i logiczna w stosowaniu.	Metoda ta bywa skomplikowana w stosowaniu.	Z uwagi na oparciu metody o już istniejące zależności i cechy „sąsiadów” stosowanie jest stosunkowo łatwe.
K3	Dokładność wyniku tej metody uzależniana jest w dużej mierze od samych wprowadzanych zmiennych.	Dokładność tej metody jest duża.	Prognoza otrzymywana tą metodą wynika z uśrednienia wartości zmiennej objaśnianej dla wybranej obserwacji, więc nie musi być dokładna.
K4	Metoda może wspomagać system logistyczny pod warunkiem odnalezienia odpowiedniego zbioru obserwacji.	Metoda zawiera szereg efektywnych rozwiązań, które wspomagają system logistyczny.	Metoda może wspomagać system logistyczny pod warunkiem odnalezienia odpowiedniego zbioru obserwacji.

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym krokiem w algorytmie AHP jest ustalenie macierzy pierwszeństwa kryteriów (tabela 3), powstaje ona w oparciu o schemat punktowania zamieszczony w tabeli 2.

<sup>13</sup> S.V. Omkarprasad, K. Sushil, *Analytic hierarchy process: An overview of applications*, „European Journal of Operational Research” 2006, Vo. 169, No 1, s. 1.

Tabela 2. Schemat punktowania pierwszeństwa kryteriów  
(noty parzyste odzwierciedlają przedziały pośrednie pomiędzy punktami skali)

Jeżeli wymiar Y ma pierwszeństwo lub jest wyżej w hierarchii pierwszeństwa	Jeżeli wymiar Y nie ma pierwszeństwa lub jest niżej w hierarchii pierwszeństwa
1 = brak pierwszeństwa	1 = brak pierwszeństwa/podporządkowania
2	1/2
3 = nieznaczące pierwszeństwo	1/3 = nieznaczące podporządkowanie
4	1/4
5 = wyraźne pierwszeństwo	1/5 = wyraźne podporządkowanie
6	1/6
7 = bardzo wyraźne pierwszeństwo	1/7 = bardzo wyraźne podporządkowanie
8	1/8
9 = bezdyskusyjne pierwszeństwo	1/9 = bezdyskusyjne podporządkowanie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J.P.F. Leung, K.S. Chin, *An AHP Based Study on Critical Success Factors for the Supply Chain Management in Hong Kong Manufacturing Industry*, „Asian Journal on Quality” 2004, Vol. 5, Iss. 2, s. 134.

Tabela 3. Macierz pierwszeństwa kryteriów

Kryteria	K1	K2	K3	K4
K1	1	1/6	1/2	1/3
K2	1/6	1	1/7	1/7
K3	2	7	1	1/4
K4	3	7	4	1

Źródło: opracowanie własne.

Za bardzo istotne kryterium, z punktu widzenia niniejszego artykułu, uznano K4 (dopasowanie do zagadnień związanych z systemem logistycznym) oraz K3 (dokładność wyników). Kryterium K2 (łatwość zastosowania) nie zostało uznane za ważne, gdyż obecne oprogramowanie pozwala na rozwiązywanie nawet niezwykle skomplikowanych zagadnień. Uniwersalność proponowanego narzędzia (K1) jest istotnym kryterium, ale nie przeważa nad K4 oraz K3.

Analogicznie do macierzy pierwszeństwa kryteriów tworzy się macierz pierwszeństwa narzędzi (tabela 5) Na tym etapie konstruuje się oddzielna macierz dla każdego kryterium, a noty odzwierciedlają *względna przewagę* (preferencję) *narzędzi*, a nie *pierwszeństwo kryteriów*. Schemat punktowania preferencji narzędzi jest analogiczny do schematu punktowania pierwszeństwa kryteriów i został ukazany w tabeli 4.

Tabela 4. Schemat punktowania preferencji narzędzi

Jeżeli dostawca X jest tak samo lub bardziej pożądanym	Jeżeli dostawca X jest tak samo lub mniej pożądanym
1 = jednakowa preferencja	1 = jednakowa preferencja
2	1/2
3 = nieznacząca przewaga	1/3 = nieznacząca niższość
4	1/4
5 = wyraźna przewaga	1/5 = wyraźna niższość
6	1/6
7 = bardzo wyraźna przewaga	1/7 = bardzo wyraźna niższość
8	1/8
9 = bezdyskusyjna przewaga	1/9 = bezdyskusyjna niższość

Źródło: opracowanie własne na podstawie: J.P.F. Leung, K.S. Chin, *An AHP Based Study on Critical Success Factors for the Supply Chain Management in Hong Kong Manufacturing Industry*, „Asian Journal on Quality” 2004, Vol. 5, Iss. 2, s. 134.

Tabela 5. Wypełnione macierze preferencji narzędzi

	K1				K2		
	N1	N2	N3		N1	N2	N3
N1	1	1/8	1/6	N1	1	6	4
N2	8	1	7	N2	1/6	1	3
N3	6	1/7	1	N3	1/4	1/3	1

	K3				K4		
	N1	N2	N3		N1	N2	N3
N1	1	1/7	1/3	N1	1	1/6	1
N2	7	1	7	N2	6	1	6
N3	1/7	3	1	N3	1	1/6	1

Źródło: opracowanie własne.

W stosunku do kryterium odnoszącego się do uniwersalności przewagę posiada zdecydowanie metoda druga – estymacji nieliniowej. W przypadku kryterium łatwości stosowania metody – najłatwiejsza jest metoda analizy koszykowej a następnie metoda k-najbliższych sąsiadów. Kryterium trzecie mówi o dokładności metody. Przeważa tutaj metoda estymacji nieliniowej. W odniesieniu do ostatniego kryterium – najkorzystniej wypada również metoda estymacji nieliniowej, natomiast dwa pozostałe narzędzia są na podobnym poziomie. Kolejnym krokiem algorytmu AHP jest skonstruowanie macierzy wartości znormalizowanych (tabela 6 i 7). Wartości średnie wierszy znormalizowanej macierzy pierwszeństwa kryteriów to wskaźniki względnego pierwszeństwa kryteriów. Sumy oraz wartości średnie zostały zamienione przy obliczaniu na ułamki dziesiętne dla uzyskania większej dokładności obliczeń i lepszej czytelności.

Tabela 6. Macierz wartości znormalizowanych kryteriów

Kryterium	K1	K2	K3	K4	Średnia z wiersza
K1	0,162	0,011	0,089	0,193	0,114
K2	0,027	0,066	0,025	0,083	0,050
K3	0,324	0,462	0,177	0,145	0,277
K4	0,486	0,462	0,709	0,579	0,559
RAZEM:	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7. Macierz wartości znormalizowanych narzędzi

	K1					K2			
	N1	N2	N3	Średnia z wiersza		N1	N2	N3	Średnia z wiersza
N1	0,067	0,099	0,020	0,062	N1	0,706	0,818	0,500	0,675
N2	0,533	0,789	0,857	0,726	N2	0,118	0,136	0,375	0,210
N3	0,400	0,113	0,122	0,212	N3	0,176	0,045	0,125	0,116
Razem:				1,000	Razem:				1,000

	K3					K4			
	N1	N2	N3	Średnia z wiersza		N1	N2	N3	Średnia z wiersza
N1	0,123	0,034	0,040	0,066	N1	0,125	0,125	0,125	0,125
N2	0,860	0,241	0,840	0,647	N2	0,750	0,750	0,750	0,750
N3	0,018	0,724	0,120	0,287	N3	0,125	0,125	0,125	0,125
Razem:				1,000	Razem:				1,000

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników zapisanych w tabeli 6 i 7 można obliczyć wskaźniki preferencji dla wszystkich narzędzi. Są one liczone jako suma iloczynów poszczególnych preferencji kryteriów i pierwszeństw narzędzi. Są one następujące:  $N1 = 0,267$ ;  $N2 = 0,592$ ;  $N3 = 0,140$ , tak więc najbardziej przydatne z wybranych narzędzi okazało się narzędzie drugie, czyli estymacja nieliniowa. Wykazało ono wyraźną przewagę nad pozostałymi dwoma narzędziami.

#### PODSUMOWANIE

Autorka niniejszego artykułu wykazała, że istnieje możliwość wykorzystania narzędzi predykcyjnych w logistyce. W artykule system logistyczny został ukazany z perspektywy zachodzących w nim zdarzeń i ich konsekwencji. Wskazano na narzędzia predykcyjne, które mogą wspomagać szybszą i efektywniejszą reakcję na zdarzenia i ich konsekwencje. Szczególnie skupiono się na narzędziach typu data mining. Jest to spowodowane możliwościami jakie stwarzają te narzędzia, ich uniwersalnością, elastycznością i skutecznością. Za pomocą algorytmu AHP dokonano wyboru spośród trzech narzędzi predykcyjnych, które mogą być wykorzystane w systemie logistycznym. Najlepsza, przy przyjętych kryteriach, okazała się estymacja nieliniowa. Powyższe rozważania wskazują na możliwość dokonywania wyboru spośród narzędzi predykcyjnych. Ukazany został przykład takiego wyboru przy pomocy przykładowego algorytmu wielokryterialnego podejmowania decyzji.