

Inż. Patrycja Guzanek  
ORCID: 0000-0001-6650-7187  
e-mail: patrycja.guzanek@student.wat.edu.pl

Mgr inż. Grzegorz Sobiecki  
Wojskowa Akademia Techniczna  
ORCID: 0000-0002-8728-0046  
e-mail: grzegorz.sobiecki@wat.edu.pl

Mgr inż. Piotr Bawoń  
Wojskowa Akademia Techniczna  
ORCID: 0000-0003-3526-3989  
e-mail: piotr.bawol@wat.edu.pl

Dr hab. inż. Anna Borucka, prof. WAT  
Wojskowa Akademia Techniczna  
ORCID: 0000-0002-7892-9640  
e-mail: anna.borucka@wat.edu.pl

# Wiarygodne prognozy kluczem do usprawnienia realizacji zamówień

*Reliable forecasts – the key to improving order fulfillment*

## **Sfreszczenie**

Celem artykułu jest wskazanie różnic między ogólnodostępnym narzędziem prognozującym wykorzystywanym w planowaniu dostaw a dedykowanym, stworzonym specjalnie dla danej firmy. Autorzy na podstawie przeprowadzonych badań ukazują różnice w działalności sieci sklepów, prognozowaniu dostaw i ich wartości z użyciem dwóch różnych systemów wspomagających prognozowanie sprzedaży produktów. Przyjęto hipotezę badawczą, że wiarygodne prognozy są kluczowe w usprawnianiu realizacji zamówień i stanowią istotny czynnik wpływający na satysfakcję klienta oraz zdobywanie przewagi konkurencyjnej.

## **Słowa kluczowe:**

prognozowanie, optymalizacja, łańcuchy dostaw, planowanie, monitorowanie

## **Abstract**

The aim of the article is to indicate the difference between a publicly available forecasting indicator used in supplier planning and one created specifically for a given company. The authors based on the results of comparative research in the operation of chain stores, forecasting deliveries and their value with the use of various systems supporting the forecasting of product supply. A research hypothesis was adopted that reliable forecasts are crucial in improving order fulfillment and are an important factor influencing customer satisfaction and gaining a competitive advantage.

## **Keywords:**

forecasting, optimization, supply chains, planning, development

JEL: O01, O02, O03

## **Wstęp**

Złożoność uwarunkowań prowadzenia przedsiębiorstwa, a także zmienność czynników wpływających na jego funkcjonowanie zarówno w skali mikro, jak i makro powodują, że przedsiębiorstwo potrzebuje narzędzi wspierających realizację jego poszczególnych procesów. Powyższe stwierdzenie jest przedmiotem rozważań wielu autorów, m.in. D. Janczewskiej (2018), T. Ściegiennego (2022), a także naukowców z Worcester Polytechnic Institute w Stanach Zjednoczonych, Q. Zhu i M. Kouhizadeha (2019). Szczególnie ważny jest nacisk na wsparcie odpowiednimi narzędziami procesów w obszarze logistyki, co opisują w swoich książkach

C. Mańkowski (2020) oraz Y. Kayikci (2018). Tradycyjnie prognozowanie było podstawą planowania i realizacji działań związanych z łańcuchem dostaw, o czym bardzo szeroko pisze L. Reszka (2019). Prognozy wpływają na decyzje dotyczące łańcucha dostaw i są szczególnie ważne w związku z rosnącymi oczekiwaniami odbiorców, co omawiają w swoim artykule T. Boone i in. (2019). Dlatego rynek produktów oferowanych przedsiębiorcom, które mają ułatwiać ich codzienną działalność, jest bardzo szeroki i różnorodny oraz rozwija się bardzo dynamicznie. Jest również częstym przedmiotem naukowych dociekań prezentowanych w literaturze, co potwierdza w swoim artykule np. M. Niewiadomska (2019). Dokonywane przez autorów analizy najczęściej skupia-

ją się na ukazaniu kluczowych trendów w zarządzaniu logistycznym, o czym piszą G. Speranza (2018) oraz A. Lagorio i in. (2022). Istotność powyższej tematyki stała się także genezą niniejszego artykułu.

## Wprowadzenie do prezentowanych badań

Jednym z ważnych obszarów wspierających logistykę jest prognozowanie (Hofmann & Rutschmann, 2018). Znajomość (z określonym prawdopodobieństwem) przyszłych zdarzeń w planowaniu działalności jest ważną częścią prawidłowego zarządzania przedsiębiorstwem i dotyczy wszystkich jego poziomów – zarówno strategicznego, taktycznego, jak i operacyjnego. Prognozy istotnie wpływają na decyzje dotyczące łańcucha dostaw i stały się niezwykle ważne ze względu na rosnące oczekiwania klientów, skrócenie czasu realizacji dostaw i potrzebę zarządzania ograniczonymi zasobami (Boone i in., 2019).

Jednak aby takie przewidywania przyniosły zamierzony rezultat, konstruowane prognozy muszą być trafne i oparte na wiarygodnych modelach. Jest wiele narzędzi umożliwiających efektywne konstruowanie, monitorowanie i systematyczne ulepszanie procesów prognozowania. Dostępne na rynku rozwiązania są przeznaczone zarówno dla małych, średnich, jak i dla dużych przedsiębiorstw. Różnią się one między sobą złożonością, funkcjonalnością, możliwościami, a także oczywiście ceną, która niejednokrotnie jest kluczowym czynnikiem doboru wykorzystywanego oprogramowania. Producenci zapewniają, że proponowane przez nich rozwiązania błyskawicznie stworzą wiarygodne prognozy biznesowe, pozwolą ograniczyć koszty dzięki zmniejszeniu zapasów magazynowych i zaplanowaniu produkcji na poziomie dokładnie odzwierciedlającym popyt. Pozwolą także na zwiększenie efektywności przedsiębiorstwa poprzez skuteczniejsze wykorzystanie posiadanych zasobów w odniesieniu do prognozowanych potrzeb rynku. W efekcie procesy biznesowe zostaną usprawnione, poprawi się jakość i terminowość dostaw, zwiększy zysk ze sprzedaży, a przede wszystkim wzrośnie zadowolenie klienta, co pozwoli na budowanie przewagi konkurencyjnej na rynku.

Niejednokrotnie ogólnie dostępne systemy informatyczne bazują na standardowych rozwiązaniach, narzędziach sporządzonych z myślą o „tradycyjnym, typowym” kliencie. Takie standardowe produkty są w miarę możliwości dostosowywane do potrzeb danego przedsiębiorstwa i zapewne takie rozwiązanie w wielu przypadkach jest wystarczające. Są również produkty niejako skrojone na potrzeby konkretnej

firmy, uwzględniające specyfikę jej działania, środowisko, uwarunkowania zewnętrzne. Wymagają one jednak zazwyczaj wyższych nakładów finansowych.

W obszarze konstruowania prognoz dla przedsiębiorstw warto zwrócić uwagę na jeszcze jedną kwestię. Wciąż w wielu przedsiębiorstwach najbardziej popularne jest wykorzystywanie arkuszy kalkulacyjnych (głównie Excela) (Stor & Domaradzka (Red.), 2020; Kwiatkowska-Ciotucha, 2021; Kłaś, 2017), które służą równocześnie jako baza danych i narzędzie do prognozowania. Na tej podstawie są określone zdolności produkcyjne, planowane zlecenia, tworzone strategie biznesowe, a prognozy są uaktualniane w określonych interwałach czasowych. Tymczasem prognozowanie powinno być realizowane najlepiej w trybie ciągłym, systematycznie, z uwzględnieniem zarówno chwilowych zmian, jak i elementów sezonowych czy długofalowego trendu. Dlatego konieczne jest zastosowanie narzędzi, które nie tylko pozwolą na dokładne odwzorowanie specyfiki konkretnego przedsiębiorstwa i uwzględnienie wszystkich jego ograniczeń w odniesieniu do realizowanych procesów czy dostępności zasobów (materiałowych, ludzkich), ale również będą działały z wykorzystaniem najnowszych, starannie selekcjonowanych informacji kluczowych dla danego przedsiębiorstwa.

Obecny rozwój technologiczny umożliwia gromadzenie znacznych zasobów informacyjnych (tzw. *big data*) (Płoszajski, 2013; Nowik, 2018), dając ogromne możliwości ich przetwarzania. Stąd obecnym trendem jest tworzenie technologii, które pozwolą na gromadzenie, przetwarzanie i analizę danych z wykorzystaniem samouczących się algorytmów, działających w trybie online i na bieżąco formułujących prognozy na podstawie najnowszych informacji z wielu źródeł (zewnętrznych i wewnętrznych). Badania jasno pokazują (Hofmann & Rutschmann, 2018; Hassani & Silva, 2015; Seyedan & Mafakheri, 2020), że przy prognozowaniu popytu dzięki dodatkowym dobrej jakości danym i zasobom zwiększa się dokładność prognoz i skuteczność planowania.

Takie narzędzia sprawdzą się w dynamicznie rozwijających się biznesach (Pawlicka & Bal, 2021), gdzie na ich funkcjonowanie wpływa wiele zmiennych. Nie zawsze są więc koniecznością. Dobór właściwego narzędzia prognostycznego jest zatem niezwykle ważny, gdyż może bezpośrednio oddziaływać na wyniki przedsiębiorstwa. W artykule zaprezentowano porównanie funkcjonowania dwóch systemów generujących prognozy. Jeden z nich to uniwersalny algorytm, funkcjonujący w firmie od wielu lat w niezmięnionej postaci, z ograniczoną liczbą zmiennych, które można wziąć pod uwagę, a drugi to narzędzie informatyczne, sparametryzowane pod kątem działalności firmy, dopasowane do jej potrzeb. Celem badania było wykazanie, jak właściwy dobór i wykorzystanie narzędzi wspierają-

cych optymalizację procesów logistyki zaopatrzenia może poprawić jej funkcjonowanie w przedsiębiorstwie. Założono (hipoteza badawcza), że wiarygodne prognozy są kluczowe w usprawnianiu realizacji zamówień i stanowią istotny czynnik wpływający na satysfakcję klienta oraz zdobywanie przewagi konkurencyjnej.

Zaprezentowane rozważania przeprowadzono w kilku etapach, które odzwierciedla struktura artykułu. Były to:

1. Zebranie oraz opracowanie danych dotyczących prognoz generowanych przez dotychczas używany system oraz przez nowo zaimplementowane narzędzie.
2. Porównanie liczby sklepów, dla których systemy stworzyły propozycje zamówień.
3. Porównanie prognozowanej liczby sztuk poszczególnych produktów zaproponowanych przez obydwa systemy.
4. Analiza kosztowa dwóch wariantów proponowanych zamówień.

Każdy etap badania został szczegółowo scharakteryzowany i omówiony. Dokonano porównań w kontekście występujących różnic oraz ich potencjalnych przyczyn oraz sformułowano wnioski dotyczące całego okresu obserwacji i funkcjonowania przedsiębiorstwa. Horyzont czasowy badania wynosił dwa miesiące, a opisane działania odbywały się w trybie dziennym. Otrzymywane wyniki były na bieżąco wykorzystywane w sklepach.

## Charakterystyka podmiotu badania

Podmiotem badania jest średnie przedsiębiorstwo branży handlowej, które prowadzi sprzedaż materiałów budowlanych w 60 sklepach stacjonarnych. Firma podjęła decyzję o dalszej ekspansji i budowie nowych obiektów. Korzysta ona z magazynu centralnego, z którego produkty są rozwożone do poszczególnych filii. Chcąc udoskonalić proces zaopatrzenia, przedsiębiorstwo zdecydowało się na dokonanie zmiany systemów planowania i uzupełniania zapasów, które były wykorzystywane od ponad 15 lat. Postęp technologiczny oraz szeroki wybór dostawców pożądanego oprogramowania, a także świetna sytuacja finansowa firmy pozwoliły jej na wybór systemu „szytego na miarę” jej potrzeb, dopasowanego do profilu działalności.

Dotychczas używany w przedsiębiorstwie system, służący planowaniu zaopatrywania sklepów stacjonarnych, generował prognozy sprzedaży jedynie na 21 dni. System na podstawie parametrów wprowadzanych przez użytkowników generował propozycje zamówień, takie jak np. liczba produktów w jednostce transportowej, przewidywana sprzedaż produk-

tu w zaplanowanej akcji handlowej, liczba produktów znajdujących się w jeszcze niedostarczonych zamówieniach. Każda prognoza sprzedaży oraz propozycja zamówienia wygenerowana przez system wymagała weryfikacji, a ponadto zaakceptowania przez pracownika. Dopiero po zaakceptowaniu prognoz ogólnych, dotyczących całej sieci, dokonywano podziału towaru pomiędzy sklepy, uwzględniając np. minimalną liczbę sztuk towaru, jaka musi się znaleźć na półce. W wyjątkowych sytuacjach było możliwe wprowadzenie ręcznie obliczonej przez odpowiedniego pracownika prognozy popytu oraz dokonanie edycji propozycji zamówienia.

Nowo zaimplementowane narzędzie wykorzystuje do generowania prognoz nowoczesne algorytmy obliczeniowe oparte na metodach uczenia maszynowego (*machine learning*). System generuje propozycje zamówień na kolejne 90 dni i są one dostosowane do potrzeb zarówno na poziomie sklepu, jak i z uwzględnieniem asortymentu. Powstaje zatem indywidualna prognoza sprzedaży nie tylko dla pojedynczego produktu, ale dla danego produktu w wybranym sklepie. Możliwe jest również określenie przewidywanego do osiągnięcia wyniku sprzedażowego w wybranym okresie, a także ręczne sterowanie poprzez edycję prognoz sprzedaży oraz propozycji zamówień, ale nie jest konieczne, aby pracownicy każdorazowo je weryfikowali. System po godzinie 18:00 automatycznie akceptuje propozycje zamówień i przesyła je za pośrednictwem EDI do dostawców.

## Analiza i ocena wdrożenia – case study

Pierwszym etapem implementacji nowego systemu było przeniesienie do niego wszystkich niezbędnych danych: informacji o dostawach, czasach realizacji zamówień, kodów oraz opisów produktów, terminów zaplanowanych akcji handlowych itp. Następnie przystąpiono do pracy z systemem na szeroką skalę. Zapoznano pracowników z oprogramowaniem i rozpoczęto fazę testową. Przedsiębiorstwo nadal korzystało w procesie zaopatrzenia z dotychczasowego systemu i równoległe rozpoczęło serię porównań. Celem przeprowadzenia testów było wprowadzenie optymalnie sparametryzowanego systemu tworzącego prognozy sprzedaży oraz propozycje zamówień. Spodziewano się problemów takich jak zbyt niskie lub zbyt wysokie prognozy sprzedaży oraz propozycje zamówień, a także ich całkowity brak dla poszczególnych sklepów, produktów lub dni. Po wyeksportowaniu odpowiednich danych z każdego z systemów dokonywano analizy zgodnie z kolejnością działań opisaną powyżej.

W pierwszym etapie prognozowano, jakie sklepy w ogóle powinny zostać zaopatrzone (w jakich przewiduje się sprzedaż). W badanym okresie liczba sklepów, dla których systemy wygenerowały przynajmniej jedną propozycję zamówień, zmieniała się. Pojawiały się różnice rzędu maksymalnie czterech sklepów. Liczbę sklepów, dla których wygenerowano propozycje zamówień w okresie dwóch miesięcy (dni handlowe), przedstawiono na rysunku 1. Oznaczeniem „System 1” określono dotychczas używane narzędzie, „System 2” oznacza nowo wprowadzone oprogramowanie.

W początkowej fazie badania maksymalna różnica pomiędzy liczbą sklepów, dla których systemy wygenerowały propozycje, wynosiła cztery. Zdarzały się także dni, w których systemy generowały zamówienia dedykowane takiej samej liczbie sklepów, ale wówczas prognozy te dotyczyły tych samych obiektów, co sugerowało występowanie błędów.

Na rysunku 1 kółkiem oznaczono dni, w których przystąpiono do kolejnych faz rzeczywistej implementacji: 1 – włączenie pierwszego (jednego) sklepu; 2 – włączenie kolejnych sześciu sklepów. W momencie wprowadzenia sklepów do nowego oprogramowania były one całkowicie odcinane od dotychczas używanego systemu. Tydzień przed zakończeniem badania odnotowano największą różnicę w liczbie sklepów, dla których sporządzono prognozy – 10 (siedem funkcjonowało już tylko w nowym systemie).

Różnice w liczbie sklepów z wygenerowanymi prognozami wynikały z nieprawidłowo uzupełnionych danych dla nowo otwartych sklepów oraz ich krótkiej historii sprzedaży produktów. Ponadto wykryto, że nowy system, gdy prognozował zamówienia dla większej liczby sklepów, uwzględniał po-

ziom asortymentu sklepu, który został zamknięty w przeszłości, ale informacje o nim nadal widniały w bazie danych.

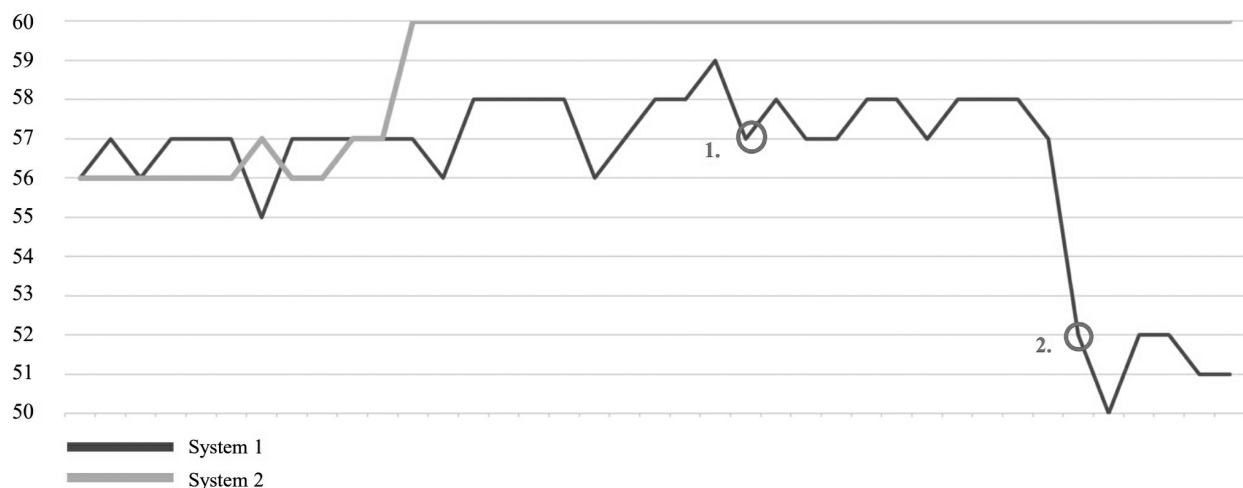
Następnie, porównywano liczbę sztuk produktów w propozycjach zamówień wygenerowanych przez obydwa systemy. Zauważano, że nowy system zazwyczaj generuje zamówienie na większą liczbę produktów. Występowały dni, w których różnice w liczbie propozycji pomiędzy systemami były szczególnie widoczne (rysunek 2).

Ramkami oznaczono dni, w których różnice w wynikach wygenerowanych przez oba systemy były szczególnie niepokojące, i postanowiono zbadać je dokładniej. Kolejno, pierwsza z widocznych różnic powstała na skutek nieprawidłowej zmiany wersji nowego systemu ze środowiska testowego na produkcyjne – oznaczało to równoległe, niezamierzone, częściowe wyłączenie Systemu 1. Zaraz po tym incydencie wprowadzono manualne korekty w propozycjach zamówień generowanych przez System 2. Zaczęto badać różnice w propozycjach zamówień na poziomie pojedynczych produktów. Odkryto, że nowy system generuje propozycje dla produktów, które zostały zablokowane (np. z powodu wycofania ze sprzedaży lub zastąpienia nową wersją). Dokonano korekt w bazie danych i wyeliminowano opisany problem.

Kolejna ramka wskazuje na dzień, w którym liczba produktów w propozycjach zwiększyła się znacząco dla obydwu systemów. Dzień wcześniej na poziomie centralnym wprowadzono zmiany w parametrach, które obydwa systemy uwzględniały w procesie prognozowania. Widoczny wzrost pomiędzy dniami umieszczonymi w trzeciej ramce był spowodowany nieudanym uruchomieniem przeliczenia awaryjnego, wykorzystywanego w przypadku niedo-

Rysunek 1

Liczba sklepów, dla których wygenerowano prognozy



Źródło: opracowanie własne.

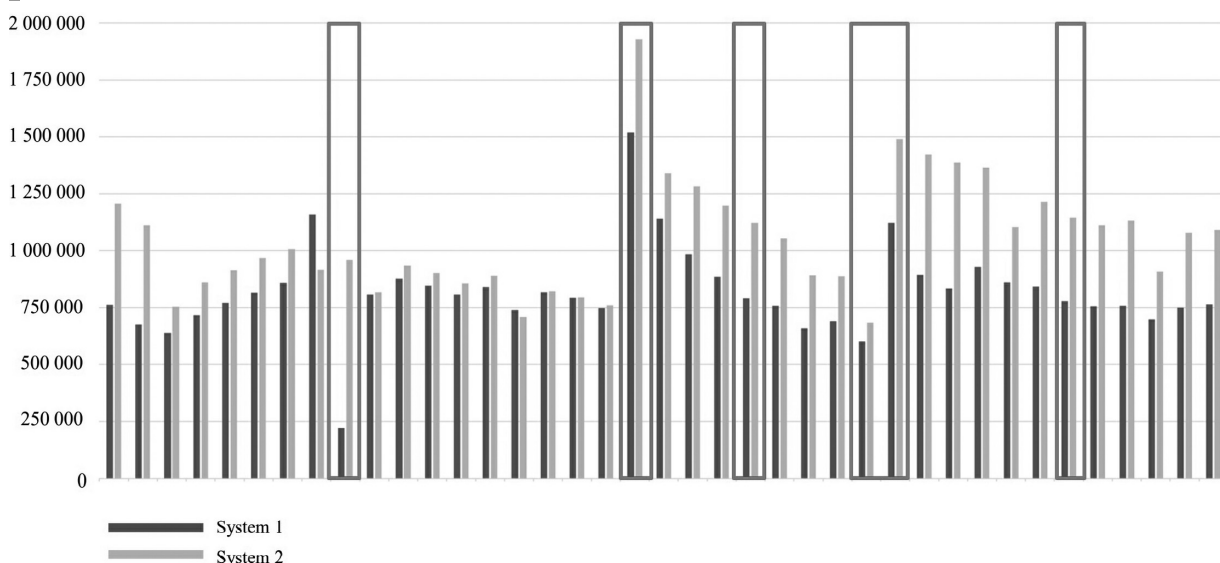
starzenia odpowiednich danych do systemu. Prognozy obydwu systemów bazowały na błędnych danych – systemy zaproponowały do zamówienia zbyt dużą liczbę sztuk produktów.

Kolejnym krokiem była analiza różnic w wartościach wygenerowanych propozycji zamówień (rysunek 3).

Nowo zaimplementowany system generował za-  
wyczaj propozycje zamówień o wartości wyższej niż  
dotychczas używany system. Ma to niewątpliwe  
związek z większymi propozycjami Systemu  
2 w kontekście ilościowym. Wystąpiły jednak rów-  
nież sytuacje wymagające pogłębionej analizy.

Rysunek 2

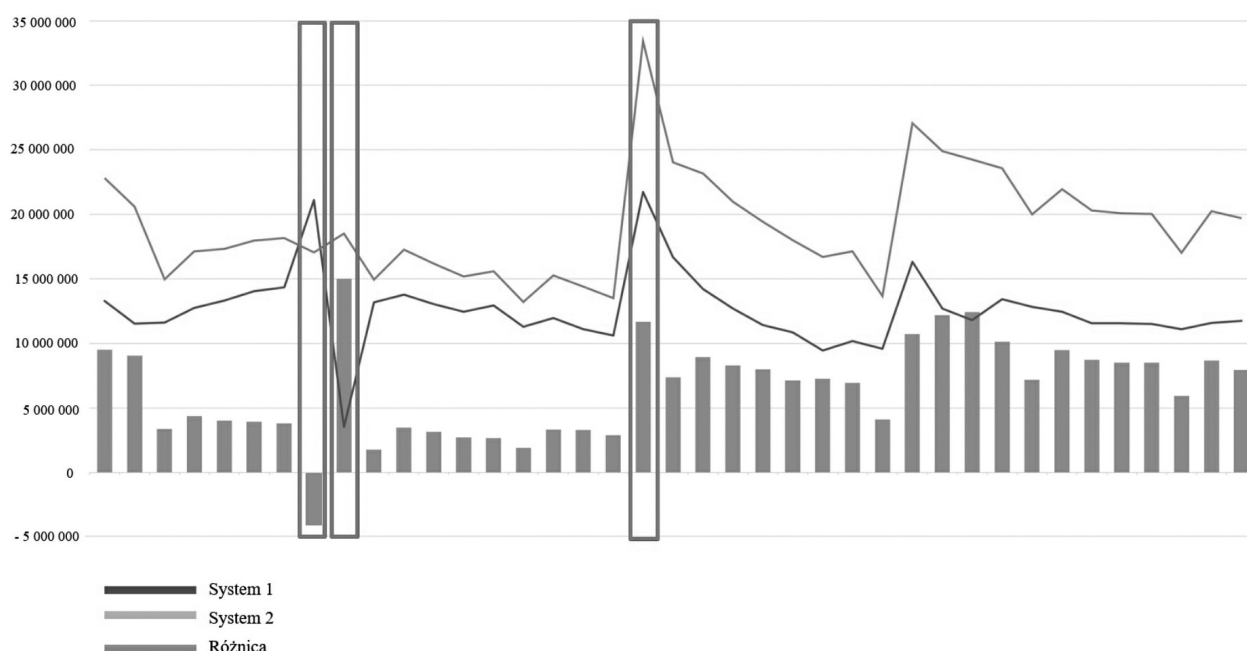
Liczba sztuk produktów w wygenerowanych propozycjach zamówień



Źródło: opracowanie własne

Rysunek 3

Wartość wygenerowanych propozycji zamówień (zł)



Źródło: opracowanie własne.

W pierwszej ramce wskazano dzień, w którym zamówienia wygenerowane przez System 1 miały większą wartość niż te sugerowane przez System 2. Dotychczasowy system wygenerował zamówienia w ujęciu sztukowym większe niż jego następcę. Kolejnego dnia wystąpiła opisana powyżej zmiana środowiska nowego systemu, wskutek czego System 1 wygenerował znacząco mniejsze zamówienia, tym samym ich wartość była niska. Kolejną ramką oznaczono dzień, w którym osiągnięto rekordową wartość zamówień dla nowego systemu wynoszącą prawie 35 mln zł.

Ze względu na znaczną wysokość kwoty, którą należałoby zainwestować w zamówienia towaru, potrzebna była szersza analiza zaproponowanego zamówienia. Wykonano analizę Pareto, w wyniku której ustalono, że za ponad 20% wartości zamówień tego dnia w nowym systemie odpowiada sześć sklepów (tabela 1).

Tabela 1  
Wyniki przeprowadzonej analizy Pareto

Numer sklepu	Udział sklepu w wartości zamówień (%)	Wartość skumulowana (%)
51	4,17	4,17
55	4,05	8,21
47	3,98	12,19
53	3,81	16,00
50	3,57	19,57
49	2,87	22,44

Źródło: opracowanie własne.

Trzy ze wskazanych sklepów (55, 53 oraz 51) zostały otwarte w ciągu sześciu miesięcy przed przeprowadzeniem badania – definiuje się je jako sklepy nowe. Pozostałe ze sklepów umieszczonych w tabeli 1 udostępniono klientom w ciągu 18 miesięcy od rozpoczęcia badania. Biorąc pod uwagę ponad 20-letnią historię przedsiębiorstwa w Polsce, wszystkie wskazane filie można określić jako względnie nowe. Kolejne pozycje w analizie również zajęły sklepy z krótką historią sprzedaży na tle całej sieci. Sklepy najstarsze znalazły się na ostatnich pozycjach analizy.

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdzono, że nowy system przeszacowuje często potencjał sprzedażowy nowo otwartych filii. Po konsultacji z dostawcą oprogramowania przypuszczenia zostały potwierdzone, ponieważ w odniesieniu do sklepów z niedużą ilością danych sprzedażowych system korzysta z modeli szeregów czasowych. Pro-

gnozy z użyciem tych modeli w przypadku badanego systemu charakteryzowały się gorszą trafnością niż prognozy wygenerowane dla sklepów starszych przy użyciu metod uczenia maszynowego. Ta sama zależność jest również widoczna w przypadku produktów nowo wprowadzonych do sprzedaży. Największą trafnością prognoz cechowały się więc te sklepy i produkty, które wspólnie miały najdłuższą historię sprzedaży.

Proces wstępnej implementacji nowego systemu uznano za pomyślny po włączeniu do niego pierwszych siedmiu sklepów. W późniejszej fazie dołączono kolejne 15 sklepów, a trzy tygodnie później już cała sieć została podpięta do nowego oprogramowania. Gdy wszystkie filie były już obsługiwane przez nowy system, nadal jego działanie było poddawane kontroli. Sporządzono specjalny schemat komunikacji na linii sklep–zespół projektowy, aby jak najszybciej reagować na ewentualne problemy. Powstał adres e-mail, na który miały służyć przykłady nieprawidłowego działania systemu. Od momentu rozpoczęcia świadczenia usług dla całej sieci przez pierwszy miesiąc do skrzynki mailowej wpłynęły zaledwie trzy wiadomości z zastrzeżeniami co do działania narzędzia.

Przedsiębiorstwo uznało projekt wprowadzenia nowego narzędzia za ukończony, jednak nadal podejmowano działania optymalizacyjne. Zespół projektowy stale współpracuje z dostawcą oprogramowania w celu rozwijania systemu – dodawania nowych funkcjonalności oraz modułów. Przedstawiony w artykule przykład pokazuje, że nowoczesne systemy są niezbędne w kształtowaniu procesów logistycznych w przedsiębiorstwie, ale nawet jeśli są dedykowane konkretnej firmie, ich wdrożenie wymaga dostosowania, tak aby jak najlepiej pełniły swoją funkcję.

## Zakończenie

Implementacja systemów zaopatrywania opartych na nowoczesnych technologiach, skonfigurowanych dokładnie na potrzeby wybranego przedsiębiorstwa, staje się coraz bardziej popularna, choć nadal nie jest to rozwiązanie powszechnie wykorzystywane przez firmy handlowe. Wprowadzenie tego typu oprogramowania jest bardzo kosztowne. Wymaga użycia dużej liczby zasobów zarówno ludzkich, jak i technicznych. Niezbędne są: wiedza pracowników o prognozowaniu na poziomie zaawansowanym, niemal pozbawiona błędnych zapisów i pomyłek baza danych oraz w pełni sprawne przepływy międzysystemowe. Wypadkową tak radykalnych zmian bywa również sprzeciw pracowników, wynikający m.in. z zaburzenia płynności pracy, np. ze

względu na konieczność wykonania wielu dodatkowych testów, często bez wcześniejszego zaplanowania. Mimo wszystko korzystanie z systemów o tak wysokiej klasie dokładności prognoz jest niewątpli-

wym ułatwieniem pracy logistyków oraz planistów odpowiedzialnych za proces zaopatrzenia. Dostępność produktów dla klienta finalnego jest bowiem kluczowa dla każdej firmy handlowej.

## Bibliografia/References

- Boone, T., Ganeshan, R., Jain, A., & Sanders, N. R. (2019). Forecasting sales in the supply chain: Consumer analytics in the big data era. *International Journal of Forecasting*, 35(1), 170–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.09.003>
- Hassani, H., & Silva, E. S. (2015). Forecasting with big data: A review. *Annals of Data Science*, 2(1), 5–19.
- Hofmann, E., & Rutschmann, E. (2018). Big data analytics and demand forecasting in supply chains: A conceptual analysis. *The International Journal of Logistics Management*, 29(2), 739–766. <https://doi.org/10.1108/IJLM-04-2017-0088>
- Janczewska, D. (2018). Proces zarządzania zasobami wiedzy w działalności logistycznej przedsiębiorstw MŚP. *Przedsiębiorczość-Edukacja*, 14, 177–187. <https://doi.org/10.24917/20833296.14.13>
- Kayikci, Y. (2018). Sustainability impact of digitization in logistics. *Procedia Manufacturing*, 21, 782–789. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.184>
- Klaś, M. (2017). *Wykorzystanie nowoczesnych narzędzi symulacyjnych w innowacyjnym podejmowaniu decyzji-studium przypadku*. I Konferencja Naukowo-Techniczna „Innowacje w przemyśle chemicznym”, Wrocław.
- Kwiatkowska-Ciotucha, D., Załuska, U., Grześkowiak, A., & Jakubiak, M. (2021). *Kompetencje w logistyce w świetle aktualnych wyzwań*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Lagorio, A., Zenezini, G., Mangano, G., & Pinto, R. (2022). A systematic literature review of innovative technologies adopted in logistics management. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(7), 1043–1066. <https://doi.org/10.1080/13675567.2020.1850661>
- Mańkowski, C. (2020). *Modelowanie procesów logistycznych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Niewiadomska, M. (2019). Wykorzystanie systemów informatycznych w logistycznej działalności przedsiębiorstw. *Studia i Prace WNEiZ US*, 56, 105–117. <https://doi.org/10.18276/sip.2019.56-09>
- Nowik, M. (2018). Big Data innowacją w logistyce i zarządzaniu łańcuchem dostaw. W: A. Reńda, D. Wronkowski, & U. Motowidlak (Red.), *Różne oblicza logistyki. Zbiór prac studentów*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. <https://doi.org/10.18778/8142-085-3.10>
- Pawlicka, K., & Bal, M. (2021). Zastosowanie sztucznej inteligencji i zrównoważonych finansów łańcucha dostaw w obsłudze logistycznej omnichannel. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka*, (10), 27–35. <https://doi.org/10.33226/1231-2037.2021.10.3>
- Płoszajski, P. (2013). Big Data: nowe źródło przewag i wzrostu firm. *E-mentor*, (3/50), 5–10.
- Reszka, L. (2019). *Decyzje menedżerskie w logistyce*. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Ściegienny, T. (2022). Rola logistyki zwrotnej w nowoczesnych koncepcjach zarządzania łańcuchem dostaw. W: M. Bogusz, A. Piotrowska-Puchała, M. Wojcieszak, M. Mrozek (Red.), *Poszerzamy horyzonty*. Tom 33. Mateusz Weiland Network Solutions.
- Seyedan, M., & Mafakheri, F. (2020). Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: Methods, applications, and research opportunities. *Journal of Big Data*, 7(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s40537-020-00329-2>
- Speranza, M. G. (2018). Trends in transportation and logistics. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 830–836. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.032>
- Stor, M., & Domaradzka, A. (Red.). (2020). *Zarządzanie kapitałem ludzkim 4.0 – wyzwania organizacyjne i kompetencyjne w perspektywie menedżerskiej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.
- Zhu, Q., & Kouhizadeh, M. (2019). Blockchain technology, supply chain information, and strategic product deletion management. *IEEE Engineering Management Review*, 47(1), 36–44. <https://doi.org/10.1109/emr.2019.2898178>

### Inż. Patrycja Guzanek

Studentka studiów drugiego stopnia na Wydziale Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie. Inżynier na kierunku logistyka, ze specjalnością logistyka przedsiębiorstw. Wyróżniona za pracę dyplomową przez dziekana wydziału. Autorka publikacji naukowych poświęconych głównie zagadnieniom z zakresu analizy systemów transportu oraz zwiększania efektywności procesów logistycznych w przedsiębiorstwach, z uwzględnieniem technologii Przemysłu 4.0. Bierze czynny udział w konferencjach naukowych, ogólnopolskich oraz międzynarodowych. W pracy zawodowej zajmuje się procesem zaopatrywania przedsiębiorstw branży handlowej, zarówno prowadzących sprzedaż stacjonarną, jak i e-commerce. Posiada doświadczenie w implementacji nowoczesnych systemów ERP.

### Inż. Patrycja Guzanek

Second degree student at the Faculty of Security, Logistics and Management of the Military University of Technology in Warsaw. Bachelor of Engineering in logistics, with a specialty in enterprise logistics. Honored for thesis by the Dean of the Faculty. Author of scientific publications mainly devoted to issues in the field of transportation systems analysis and increasing the efficiency of logistics processes in enterprises, taking into account Industry 4.0 technologies. Actively participates in scientific, national and international conferences. In professional work, involved in the procurement process of companies in the retail industry, both conducting stationary sales and e-commerce. With experience in the implementation of modern ERP systems.

**Dr hab. inż. Anna Borucka, prof. WAT**

Absolwentka Wydziału Mechanicznego Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie oraz Wydziału Ekonomicznego Wyższej Szkoły Zarządzania i Administracji w Opolu. W roku 2015 uzyskała stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn, w zakresie: eksploatacja sprzętu technicznego, nadany przez Radę Naukową Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych. Stopień naukowy doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport uzyskała w 2021 r., nadany przez Radę Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Lądowa i Transport” Wojskowej Akademii Technicznej. Od 2009 r. zatrudniona w Wojskowej Akademii Technicznej (w latach 2010–2017 asystent, 2017–2022 adiunkt, od 2022 r. profesor). Autorka ponad 100 publikacji naukowych poświęconych zagadnieniom dotyczącym analizy, oceny i modelowania systemów transportowych, szczególnie w aspekcie ich bezpieczeństwa i poprawnego funkcjonowania oraz procesów logistycznych zarówno w przedsiębiorstwach cywilnych, jak i jednostkach wojskowych. Członek komitetów naukowych i organizacyjnych, jak również aktywny uczestnik wielu krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych. Recenzentka artykułów naukowych publikowanych w międzynarodowych czasopismach. Realizowała staże zarówno naukowe, jak i przemysłowo-naukowe w kraju i za granicą. Ekspert Polskiego Naukowo-Technicznego Towarzystwa Eksploatacyjnego.

**Mgr inż. Grzegorz Sobecki**

Absolwent Wydziału Mechanicznego Wojskowej Akademii Technicznej w Warszawie oraz Warszawskiej Szkoły Zarządzania – Szkoły Wyższej w Warszawie. Studia podyplomowe ukończył na Wydziale Prawa i Administracji Uniwersytetu Warszawskiego. W roku 2011 uzyskał uprawnienia egzaminatora państwowego w zakresie kat. A i B prawa jazdy. W latach 2003–2018 zatrudniony w Żandarmerii Wojskowej. Związany z pionem prewencji, gdzie zajmował się problematyką ruchu drogowego. Od 2018 r. zatrudniony w Wojskowej Akademii Technicznej na stanowisku dowódcy batalionu. Wielokrotnie uczestniczył w konferencjach profilaktyki bezpieczeństwa w ruchu drogowym pojazdów Sił Zbrojnych oraz jako sędzia w finałach o miano najlepszego kierowcy Sił Zbrojnych. Autor publikacji naukowych poświęconych zagadnieniom dotyczącym ruchu drogowego, jego bezpieczeństwa i rozwiązaniom legislacyjnym. Był członkiem doradczym Zespołu Roboczego Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego do spraw opracowania zmian prawnych mających na celu poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego w Polsce oraz członkiem komisji do spraw rozpatrywania roszczeń z tytułu szkód wyrządzonych przez wojska obce powołanej przez Ministra Obrony Narodowej. Członek Polskiego Naukowo-Technicznego Towarzystwa Eksploatacyjnego.

**Dr hab. inż. Anna Borucka, prof. WAT**

A graduate of the Faculty of Mechanical Engineering of the Military University of Technology in Warsaw and the Faculty of Economics of the University of Management and Administration in Opole. In 2015, she obtained the degree of doctor of technical sciences in the discipline of construction and operation of machinery, in the field of operation of technical equipment, awarded by the Scientific Council of the Air Force Institute of Technology. She obtained the degree of doctor habilitated in the field of engineering and technical sciences in the discipline of civil engineering and transport in 2021, awarded by the Scientific Discipline Council "Land Engineering and Transport" of the Military University of Technology. Since 2009, she has been employed at the Military University of Technology (2010–2017 assistant, 2017–2022 assistant professor, from 2022 professor). Author of over 100 scientific publications devoted to the issues of analysis, evaluation and modeling of transport systems, especially in terms of their safety and proper functioning as well as logistic processes in both civilian enterprises and military units. Member of scientific and organizational committees, as well as an active participant in many national and international scientific conferences. Reviewer of scientific articles published in international journals. She carried out both scientific and industrial-scientific internships in the country and abroad. Expert of the Polish Maintenance Society.

**Mgr inż. Grzegorz Sobecki**

A graduate of the Faculty of Mechanical Engineering at the Military University of Technology in Warsaw and the Warsaw School of Management – University of Warsaw. He completed postgraduate studies at the Faculty of Law and Administration of the University of Warsaw. In 2011, he obtained the powers of a state examiner in the field of driving license categories A and B. In the years 2003–2018 he was employed in the Military Police. Associated with the Prevention Division, where he dealt with road traffic issues. From 2018, he was employed at the Military University of Technology as a battalion commander. He participated many times in the conferences of prevention of safety in road traffic of Armed Forces vehicles and as a judge in the finals for the title of the best driver of the Armed Forces. Author of scientific publications devoted to issues related to road traffic, its safety and legislative solutions. He was an advisory member of the Working Team of the National Road Safety Council for the development of legal changes aimed at improving road safety in Poland and a member of the commission for examining claims for damages caused by foreign troops, appointed by the Minister of National Defense. Member of the Polish Maintenance Society.

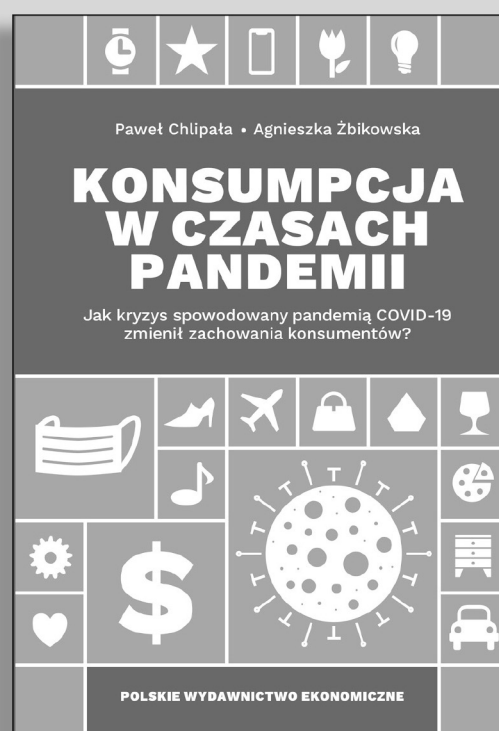


**Mgr inż. Piotr Bawoń**

Absolwent Wyższej Szkoły Oficerskiej Wojsk Rakietowych i Artylerii w Toruniu, którą ukończył w 1999 r. z tytułem inżyniera organizacji i zarządzania. W roku 2006 uzyskał tytuł magistra w specjalności socjologia zarządzania kryzysowego w Wyższej Szkole Społeczno-Gospodarczej w Tyczynie. Od 2007 r. zatrudniony w Wojskowej Akademii Technicznej (lata 2008–2010 instruktor-wykładowca, 2010–2020 specjalista i starszy specjalista gotowości mobilizacyjnej i bojowej oraz organizacji i zarządzania kryzysowego, od 2020 szef pionu wojskowego). Współautor kilku artykułów z zakresu podstaw dowodzenia wojskami i polityki bezpieczeństwa i obrony Unii Europejskiej. Członek komitetów naukowych i organizacyjnych, jak również aktywny uczestnik kilku krajowych konferencji naukowych. Członek Polskiego Naukowo-Technicznego Towarzystwa Eksploatacyjnego.

**Mgr inż. Piotr Bawoń**

A graduate of the Military Academy of Rocket and Artillery in Toruń, which he graduated in 1999 with the title of engineer of organization and management. In 2006, he obtained a master's degree in sociology of crisis management at the University of Social and Economic Sciences in Tyczyn. Since 2007, employed at the Military University of Technology (2008–2010 instructor-lecturer, 2010–2020 specialist and senior specialist in mobilization and combat readiness as well as organization and crisis management, from 2020 head of the military division). Co-author of several articles on the basics of commanding troops and the security and defense policy of the European Union. Member of scientific and organizational committees, as well as an active participant in several national scientific conferences. Member of the Polish Maintenance Society.


**POLSKIE WYDAWNICTWO EKONOMICZNE**
*poleca*

**Książki do nabycia na stronie: [www.pwe.com.pl](http://www.pwe.com.pl)**