

**Nowoczesne Systemy Zarządzania**  
Zeszyt 15 (2020), nr 4 (październik-grudzień)  
ISSN 1896-9380, s. 51-64  
DOI: 10.37055/nasz/133709

**Modern Management Systems**  
Volume 15 (2020), No. 4 (October-December)  
ISSN 1896-9380, pp. 51-64  
DOI: 10.37055/nasz/133709

Instytut Organizacji i Zarządzania  
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania  
Wojskowa Akademia Techniczna  
w Warszawie

Institute of Organization and Management  
Faculty of Security, Logistics and Management  
Military University of Technology

## **Prognozowanie potrzeb w dziale zaopatrzenia modelem ARIMA w aspekcie bezpieczeństwa ekonomicznego**

### **Forecasting Needs in the Supply Department Using the ARIMA Model in Terms of Economic Security**

**Bartosz Kozicki**

Wojskowa Akademia Techniczna  
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania  
bartosz.kozicki@wat.edu.pl, ORCID: 0000-0001-6089-952x

**Jarosław Tomaszewski**

Sztab Generalny Wojska Polskiego  
jarekt7@wp.pl, ORCID: 0000-0003-2365-0797

**Grzegorz Mizura**

Ministerstwo Obrony Narodowej, Departament Kadr  
grzesiek\_mizura@op.pl, ORCID: 0000-0002-5049-0509

**Andrzej Piotrowski**

Wojskowa Akademia Techniczna  
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania  
andrzej.piotrowski@student.wat.edu.pl

**Abstrakt.** W artykule przedstawiono przegląd literatury związanej z planowaniem, wydatkami, potrzebami, prognozowaniem i bezpieczeństwem ekonomicznym. Przeprowadzono analizę i ocenę szeregu czasowego wydatków poniesionych w dziale zaopatrzenia w podmiocie badań. Ocena pozwoliła na dobór modelu ARIMA do prognozowania wydatków (potrzeb) na przyszłość. Uzyskane prognozy zostały poddane analizie i ocenie. Opracowanie kończy się podsumowaniem i wnioskami.

**Słowa kluczowe:** planowanie, wydatki, potrzeby, prognozowanie, bezpieczeństwo ekonomiczne

**Abstract.** The article reviews the literature related to planning, expenses, needs, forecasting and economic security. An analysis and evaluation of the time series of expenses incurred in the procurement department in the subject of the study was performed. The assessment allowed for the selection of the ARIMA model to forecast expenses (needs) for the future. The obtained forecasts were analyzed and assessed. The study ends with a summary and conclusions

**Keywords:** planning, expenses, needs, forecasting, economic security

## Wstęp

Funkcjonowanie każdej instytucji wiąże się z planowaniem przyszłych potrzeb i pozyskiwaniem odpowiednich środków finansowych na ich zapewnienie. Skuteczne planowanie powinno doprowadzić do pokrycia przewidywanych potrzeb i przeznaczonych na nie wydatków. Zdaniem P. Karwackiego planowanie jest realizowanym przez kierowników i wspierające ich sztaby systematycznym i uporządkowanym ustalaniem celów dotyczących przyjętych przedziałów czasowych oraz sposobów ich osiągnięcia przez całą instytucję lub jej wewnętrzne podmioty organizacyjne (Przybyła, 2003, s. 117). Natomiast Brzeziński uważa, że planowanie jako pierwsza funkcja zarządzania służy określaniu wiązki celów oraz struktury ich realizacji (Brzeziński, 2015, s. 128). Griffin sądzi, że proces planowania jest pierwszą podstawową funkcją kierowniczą, która musi być wykonana w organizacjach (Griffin, 1998, s. 227). Z punktu widzenia podmiotu badań planowanie ma służyć podejmowaniu decyzji pod kątem zapewnienia środków na ich realizację w przyszłości.

Planowanie potrzeb może być realizowane poprzez zastosowanie prognozowania. Zdaniem P. Dittmanna prognozowanie jest racjonalnym, naukowym przewidywaniem przyszłych zdarzeń (Dittmann, 2008, s. 20). Prognozowanie pozwala na uzyskanie prognoz. Czerwiński uważa, że prognoza to sąd o zajściu konkretnego zdarzenia w czasie określonym z dokładnością do momentu lub okresu należącego do przyszłości (Czerwiński, Guzik, 1980, s. 19). Z kolei Nowak przyjął, że prognoza jest przewidywanym sądem o kształtowaniu się zjawisk i procesów w przyszłości opartym na naukach podstawowych (Nowak, 1998, s. 10). Sądem prognozę określają M. Cieślak (2001, s. 18-20) i J.B. Gajda (2001, s. 135). Uzyskana prognoza uwydatnia tendencje przeszłego rozwoju zjawisk. Prognoza wykorzystywana jest w planowaniu i przedstawia zmiany ilościowe zmiennych prognozowanych (Chodakowska i in., 2004, s. 40).

Celem artykułu jest wykonanie prognozowania wydatków (przyszłych potrzeb) na lata 2021-2022 w dziale zaopatrzenia z wykorzystaniem modelu ARIMA.

Podmiotem badań jest instytucja funkcjonująca na obszarze Rzeczypospolitej Polskiej. Przedmiotem badań są natomiast wydatki poniesione w dziale zaopatrzenia w podmiocie badań.

Hipoteza badawcza jest następująca: Czy analiza i ocena wydatków w dziale zaopatrzenia z przeszłości pozwoli wykryć prawidłowości, dobrać model ARIMA i przeprowadzić prognozowanie potrzeb na przyszłość?

W opracowaniu wykonano prognozowanie wydatków na przyszłość (jako przyszłe potrzeby) modelem ARIMA. Modele te opisywane są przy pomocy notacji ARIMA (p, d, q), gdzie p oznacza rząd autoregresji (wielkość opóźnienia), d – krotność różnicowania, q – liczbę parametrów  $\Theta_i$  (wielkość opóźnienia) średniej ruchomej (Kot, Jakubowski, Sokołowski, 2011, s. 391-392).

W podmiocie badań zakupywane środki i usługi związane są z ponoszeniem wydatków. Zdaniem Nowaka wydatek to każdy rozchód środków pieniężnych z kasy lub rachunku bankowego jednostki gospodarczej w związku z zapłatą za określone dobra lub usługi oraz z regulowaniem różnych zobowiązań jednostki (Nowak, 1999, s. 24). Czubakowska określa wydatek jako zmniejszenie stanu środków pieniężnych, które powoduje zwiększenie innych składników majątku (Czubakowska, Gabrusewicz, Nowak, 2008, s. 38). Natomiast Poetschke przyjmuje, że wydatek to każde zmniejszenie stanu środków pieniężnych, bez względu na cel jego poniesienia (Gabrusewicz, Kamela-Sowińska, Poetschke, 2000, s. 46). W podmiocie badań wydatek będzie oznaczał każdy rozchód nakładów finansowych z kasy lub rachunku bankowego.

Wszystkie poniesione wydatki w podmiocie badań są wcześniej planowane jako potrzeby. Potrzeba utożsamiana jest z poczuciem niedoboru lub braku wartości czy dóbr koniecznych do utrzymania co najmniej podstawowego standardu biologicznego, psychicznego, materialnego funkcjonowania człowieka, także w społeczeństwie (<https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/potrzeby;3961122.html>). Natomiast w podmiocie badań potrzebą jest zasób, usługa logistyczna niezbędna do realizacji zadań. W rozpatrywanej instytucji dąży się, aby zaplanowane potrzeby pokrywały się z poniesionymi na ich zabezpieczenie wydatkami, a tym samym gwarantowały utrzymanie bezpieczeństwa ekonomicznego. Szubrycht wskazuje, że bezpieczeństwo ekonomiczne to stan rzeczywistości, który pozwala na rozwój gospodarki i zapewnienie właściwego standardu życia obywateli poprzez ciągły dostęp do surowców, kapitału, technologii czy informacji (Szubrycht, 2006, s.87-98).

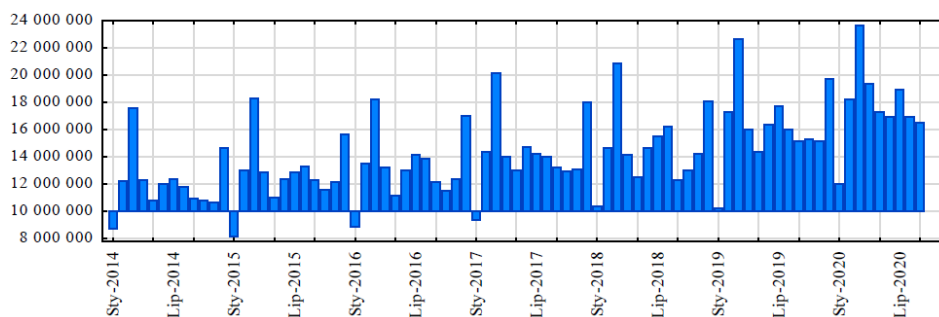
Artykuł składa się ze wstępu, dwóch punktów merytorycznych, podsumowania i wniosków.

## **Analiza szeregu czasowego wydatków**

Badania rozpoczęto od nakreślenia wykresu słupkowego wydatków poniesionych w podmiocie badań w dziale zaopatrzenia od stycznia 2014 do września 2020 roku (rys. 1).

Z danych przedstawionych na rysunku 1 wynika, że wydatki wykazują tendencję rosnącą i sezonowość w ujęciu miesięcznym. Stało się to przesłanką do dalszych badań, których celem będzie potwierdzenie zaobserwowanych prawidłowości.

Do realizacji tego celu zbudowano model zero-jedynkowy regresji wielorakiej złożony z czternastu predyktorów. Istotne 12 predyktorów zestawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Wykres słupkowy wydatków poniesionych w podmiocie badań od stycznia 2014 do września 2020 roku w zł

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

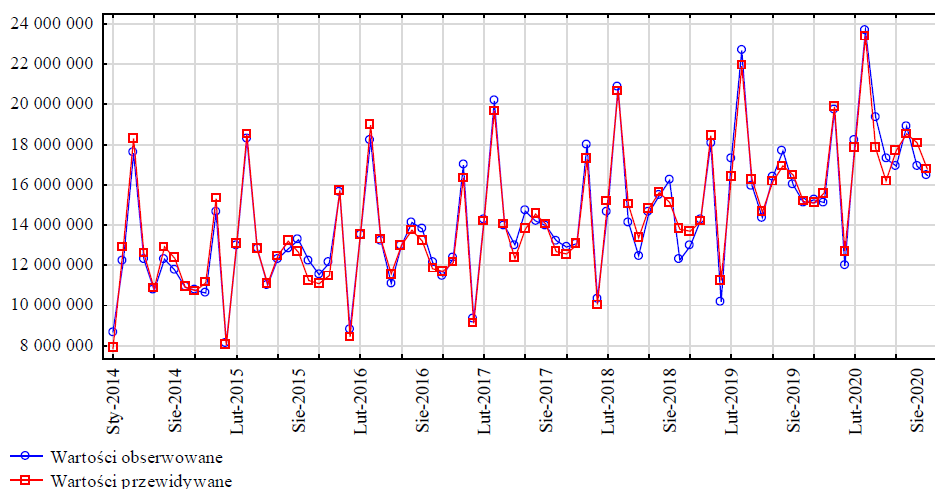
Tabela 1. Model zero-jedynkowy regresji wielorakiej

N = 80	R = 0,98 R <sup>2</sup> = 0,97 Popraw. R <sup>2</sup> = 0,96 Błąd standardowy estymacji: 632400					
	b*	Bł. std.	b	Bł. std.	t (67)	p
Wyraz wolny			7871327	249105,54	31,60	0,00
t <sup>2</sup>	0,57	0,02	907	36,06	25,16	0,00
II	0,45	0,03	5025109	338050,03	14,86	0,00
III	0,94	0,03	10429865	338083,64	30,85	0,00
IV	0,42	0,03	4690994	338141,81	13,87	0,00
V	0,27	0,03	2943001	338226,36	8,70	0,00
VI	0,36	0,03	4311312	352961,77	12,21	0,00
VII	0,45	0,03	4996580	338481,99	14,76	0,00
VIII	0,40	0,03	4414262	338656,88	13,03	0,00
IX	0,27	0,03	2968648	338865,74	8,76	0,00
X	0,23	0,03	2771705	351852,76	7,88	0,00
XI	0,26	0,03	3144336	351887,33	8,94	0,00
XII	0,61	0,03	7306545	351947,89	20,76	0,00

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Zbudowany model zero-jedynkowy pozwala na stwierdzenie istnienia trendu, gdyż  $t^2$  jest istotny, oraz potwierdzenie prawidłowości w postaci sezonowości w ujęciu miesięcznym w rozpatrywanym szeregu czasowym wydatków, ponieważ zmienne zero-jedynkowe od II do XII były poniżej  $p_{\text{value}} 0,05$ . Dodać należy również, że zbudowany model był dobrze dopasowany, gdyż wielokrotny  $R^2$  wyniósł 0,98. Błąd standardowy estymacji zbudowanego modelu był na poziomie 632 400 zł.

Następnie przeprowadzono analizę i ocenę reszt zbudowanego modelu regresji wielorakiej. Pierwszym etapem analizy było nakreślenie na rysunku 2 wykresu liniowego wartości przewidywanych i obserwowanych.

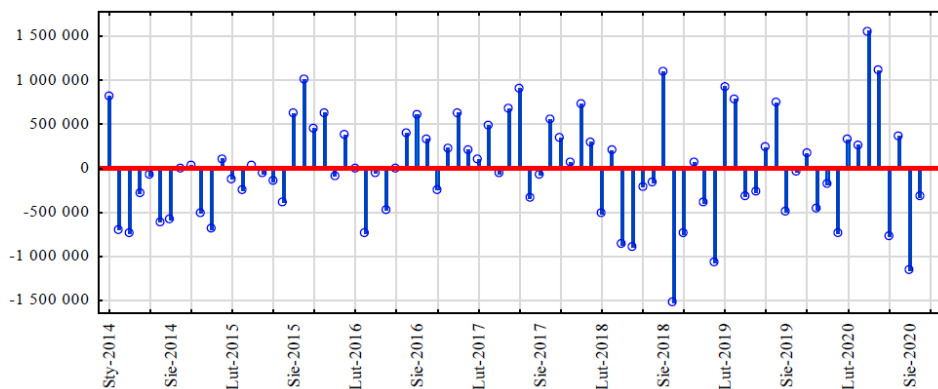


Rys. 2. Wykres liniowy wartości przewidywanych i obserwowanych

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Na rysunku 2 widać dobre dopasowanie wartości przewidywanych i obserwowanych. To z kolei może świadczyć o poprawności doboru predyktorów do budowy modelu.

Następnie nakreślono wykres słupkowy reszt modelu regresji wielorakiej (rys. 3).

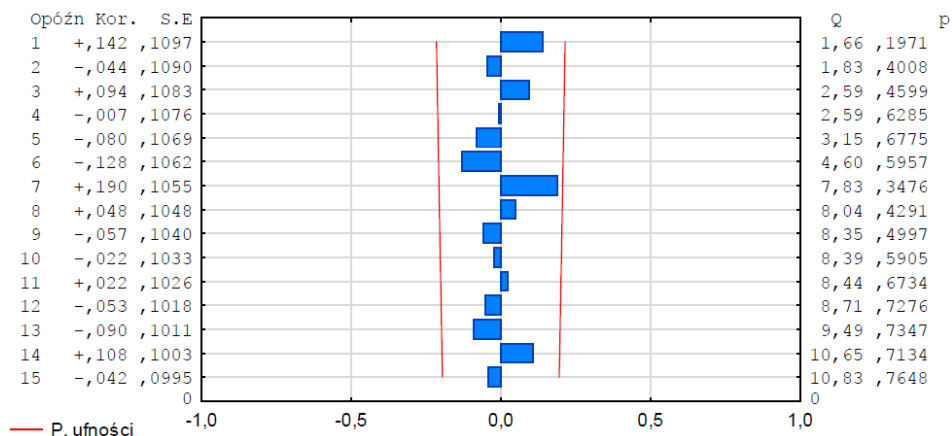


Rys. 3. Wykres słupkowy reszt modelu regresji wielorakiej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

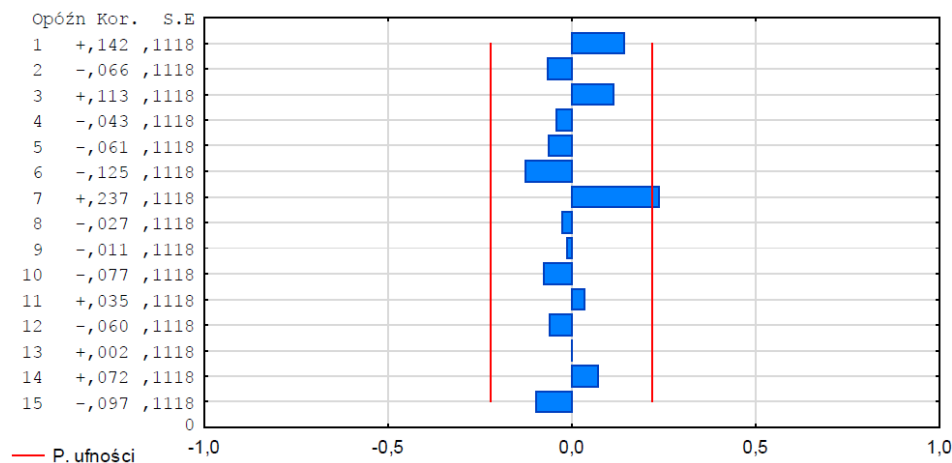
Z reszt zbudowanego modelu (rys. 3) widać, że są one zarówno dodatnie, jak i ujemne o długich i krótkich wążach. Z obserwacji reszt zbudowanego modelu regresji wynika również, że brak w nich zależności w opóźnieniach.

W celu potwierdzenia braku zależności w opóźnieniach reszt zbudowanego modelu nakreślono autokorelację (rys. 4) i autokorelację cząstkową (rys. 5).



Rys. 4. Autokorelacja reszt modelu regresji wielorakiej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

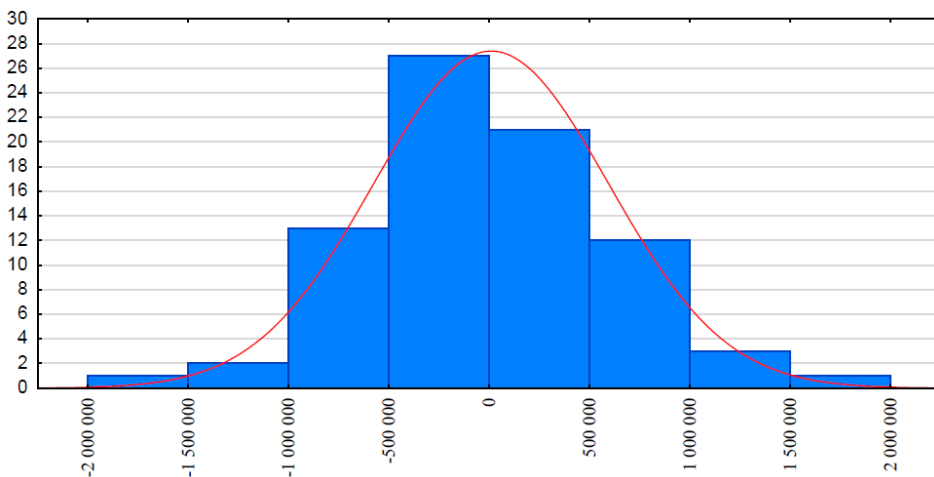


Rys. 5. Autokorelacja cząstkowa reszt modelu regresji wielorakiej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Na podstawie autokorelacji (rys. 4) i autokorelacji cząstkowej (rys. 5) stwierdzono, że w opóźnieniach reszt zbudowanego modelu regresji wielorakiej widoczne jest zjawisko białego szumu. Tym samym można przyjąć, że zbudowany model jest poprawny.

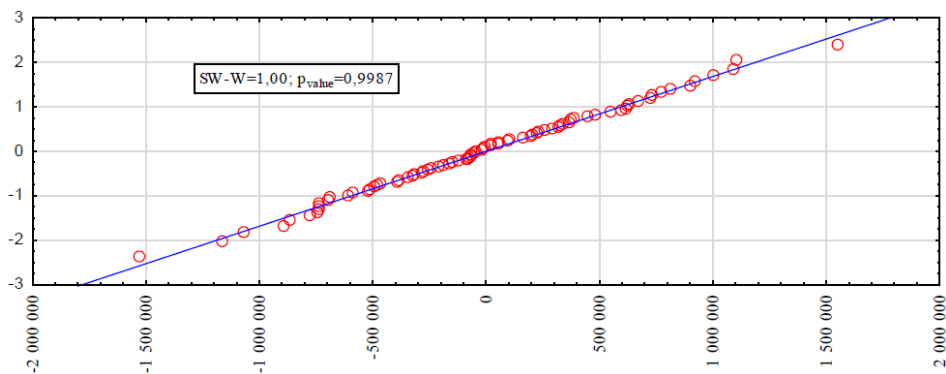
Ostatnim etapem analizy i oceny reszt zbudowanego modelu regresji wielorakiej jest analiza rozkładu poprzez zastosowanie histogramu (rys. 6) i wykresu normalności z testem Shapiro-Wilka (rys. 7).



Rys. 6. Histogram reszt modelu regresji wielorakiej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Obserwacja histogramu (rys. 6) może wskazywać na rozkład reszt zbudowanego modelu o charakterze normalnym.



Rys. 7. Wykres normalności z testem Shapiro-Wilka reszt modelu regresji wielorakiej

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Zastosowanie wykresu normalności z testem Shapiro–Wilka potwierdza, że rozkład reszt jest typowy o charakterze normalnym.

Z przeprowadzonej analizy szeregu czasowego wydatków w dziale zaopatrzenia pozyskanego z podmiotu badań wynika wykrycie dwóch prawidłowości w postaci: trendu i sezonowości w ujęciu miesięcznym. Analiza literatury i doświadczenie własne z prognozowania pozwoliło na wybór modelu ARIMA do prognozowania rozpatrywanych wydatków na przyszłość.

## Prognozowanie potrzeb

Szereg czasowy wydatków w rozpatrywanym dziale zaopatrzenia dla celów budowy modelu ARIMA został zróżnicowany dwukrotnie. Do budowy modelu ARIMA przeprowadzono analizę i ocenę parametrów wybranych predyktorów. Wyniki najlepszych predyktorów zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Analiza parametrów predyktorów

Parametr	Przekształcenia: 2*D(1) Model: (2,2,1) (1,0,0) Opóz. sezon.: 12 Resztowy					
	Parametr	Asympt.	Asympt.	p	Dolna gr.	Górna gr.
p (1)	-0,44	0,16	-2,68	0,01	-0,76	-0,11
p (2)	-0,29	0,14	-2,00	0,05	-0,57	0,00
q (1)	0,53	0,14	3,70	0,00	0,25	0,82
Ps (1)	0,94	0,07	14,22	0,00	0,81	1,07

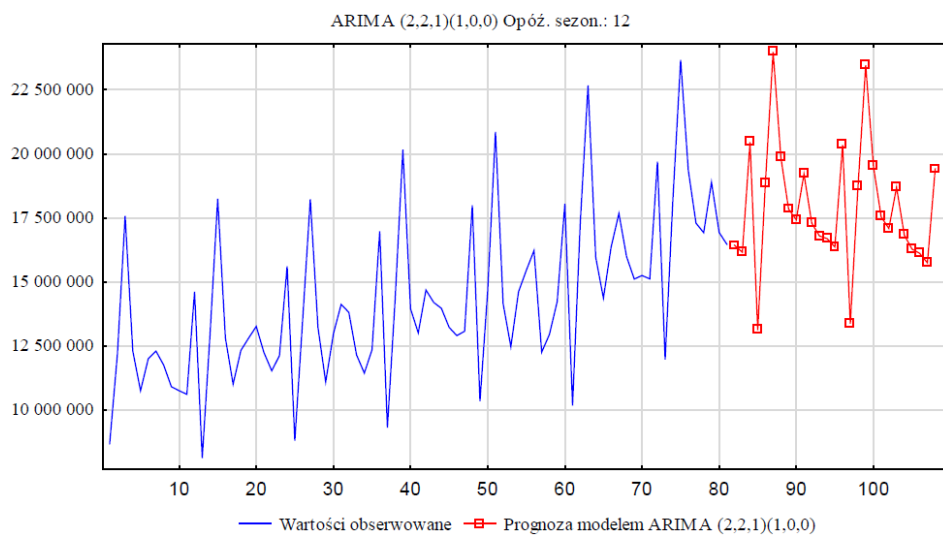
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Z przeprowadzonych badań wynika stwierdzenie o istotności parametrów autoregresyjnych i średniej ruchomej. Zbudowany model ma postać ARIMA (2,2,1) (1,0,0).

Dalszym etapem badań było wykonanie prognozowania potrzeb modelem ARIMA (2,2,1) (1,0,0) na okres od października 2020 do grudnia 2022. Wyniki przedstawiono na rysunku 8, a ilościowe w tabeli 3.

Obserwacja danych zestawionych na rysunku 8 pozwala na sformułowanie wniosku, że w uzyskanej prognozie zachowane zostały zjawiska sezonowości z przeszłości. Następnie w tabeli 3 zestawiono wyniki prognoz otrzymanych modelem ARIMA (2,2,1) (1,0,0).





Rys. 8. Prognozowanie potrzeb modelem ARIMA (2,2,1) (1,0,0)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Tabela 3. Prognoza potrzeb od października 2020 do grudnia 2022 roku

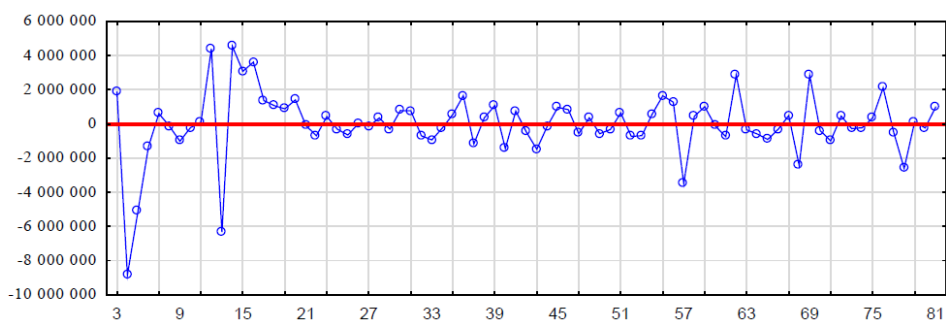
Lp.	Miesiąc – Rok	Prognoza	Lp.	Miesiąc – Rok	Prognoza
1	paź 20	16 432 152	15	gru 21	20 342 932
2	lis 20	16 160 782	16	sty 22	13 370 724
3	gru 20	20 457 269	17	lut 22	18 722 976
4	sty 21	13 118 428	18	mar 22	23 450 328
5	lut 21	18 880 363	19	kwi 22	19 504 089
6	mar 21	23 978 031	20	maj 22	17 544 832
7	kwi 21	19 855 774	21	cze 22	17 087 457
8	maj 21	17 845 658	22	lip 22	18 696 086
9	cze 21	17 432 024	23	sie 22	16 824 479
10	lip 21	19 214 525	24	wrz 22	16 285 659
11	sie 21	17 297 579	25	paź 22	16 119 117
12	wrz 21	16 797 369	26	lis 22	15 746 439
13	paź 21	16 692 887	27	gru 22	19 416 378
14	lis 21	16 369 284			

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Na rok 2021 zaplanowano potrzeby w dziale zaopatrzenia na kwotę 217 824 854 zł, natomiast na 2022 rok na kwotę 212 768 564 zł. Odchylenie standardowe od średniej arytmetycznej wyniosło 247 655 3 zł. Najniższazaplanowanakwotawydatków (w latach 2021-2022) w dziale zaopatrzenia w rozpatrywanym okresie wyniosła w 2021 roku 13 118 428, natomiast najwyższa była również w 2021 i wyniosła 23 978 031. Suma potrzeb od października 2020 roku do grudnia 2022 roku to kwota 483 643 621 zł. Mediana uzyskanych prognoz to kwota 17 432 024, natomiast średnia arytmetyczna jest wyższa i wynosi 17 912 727 zł.

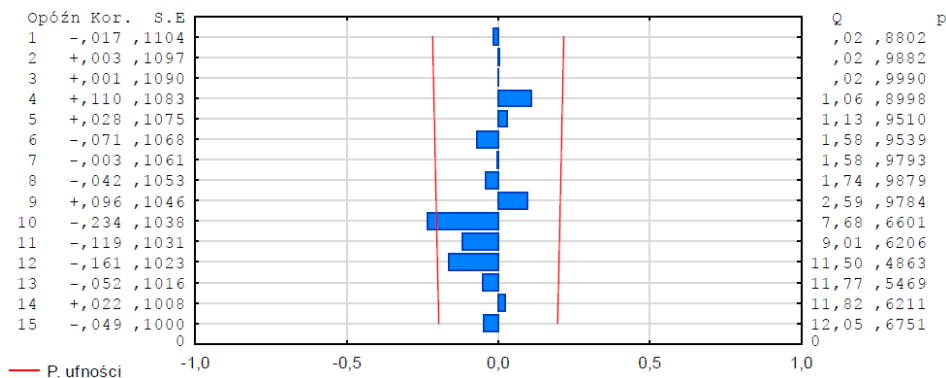
Ostatnim etapem badań jest analiza i ocena reszt prognozy modelem ARIMA (2,2,1)(1,0,0).

Do analizy reszt prognozy jako pierwszy wykorzystano wykres liniowy reszt uzyskanej prognozy (rys. 9).



Rys. 9. Wykres liniowy reszt prognozy modelem ARIMA (2,2,1)(1,0,0)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

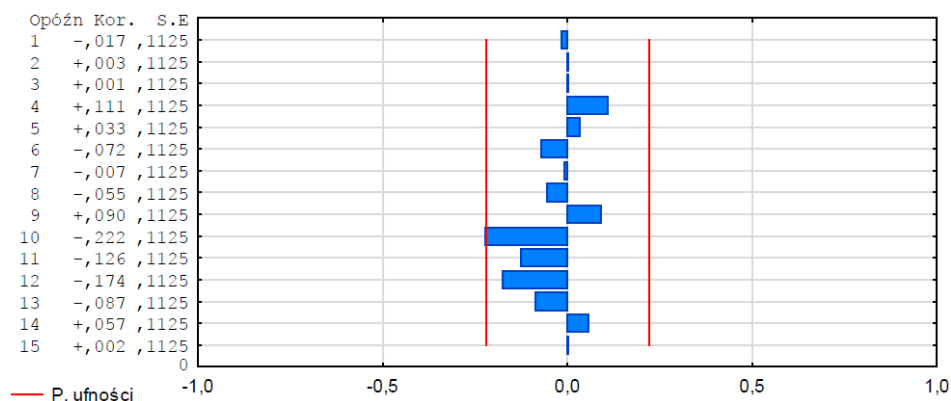


Rys. 10. Autokorelacja reszt prognozy modelem ARIMA (2,2,1)(1,0,0)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Obserwacja rysunku 9 pozwala na stwierdzenie, że w resztach prognozy modelem ARIMA (2,2,1) (1,0,0) istnieje zjawisko białego szumu. Następnie do badań wykorzystano autokorelację (rys. 10) i autokorelację cząstkową (rys. 11).

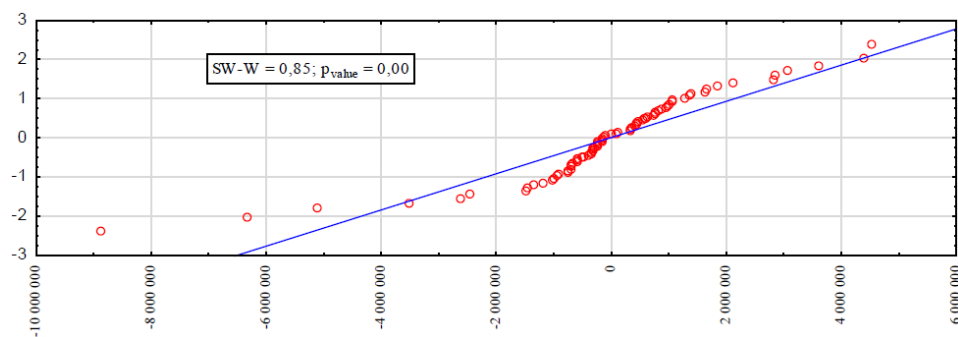
Zastosowanie autokorelacji wskazuje na brak zależności w resztach zbudowanego modelu.



Rys. 11. Autokorelacja cząstkowa reszt prognozy modelem ARIMA (2,2,1) (1,0,0)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Autokorelacja cząstkowa (rys. 11) potwierdza zjawisko białego szumu. Następnie zbadano rozkład reszt zbudowanego modelu ARIMA (2,2,1) (1,0,0). Wyniki zestawiono na rysunku 12.



Rys. 12. Wykres normalności z testem Shapiro-Wilka reszt prognozy modelem ARIMA (2,2,1)(1,0,0)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z podmiotu badań

Rysunek 12 wskazuje na brak rozkładu normalnego w resztach prognozy wykonanej modelem ARIMA (2,2,1) (1,0,0).

## Podsumowanie i wnioski

W artykule wykonano analizę i ocenę szeregu czasowego wydatków poniesionych w dziale zaopatrzenia od stycznia 2014 do września 2020 roku. Wynika z nich zaobserwowanie trendu rosnącego i sezonowości w ujęciu miesięcznym. Zauważone prawidłowości, analiza literatury i doświadczenie własne pozwoliły na dobór modelu ARIMA do prognozowania rozpatrywanych wydatków na przyszłość, jako planowanych potrzeb na okres od października 2020 do grudnia 2022.

Zbudowano model ARIMA (2,2,1) (1,0,0), którym wykonano prognozowanie. Jego wyniki zestawiono na rysunku 8 i w tabeli 3.

Z przeprowadzonego prognozowania wynika zachowanie prawidłowości w uzyskanej prognozie w postaci sezonowości w ujęciu miesięcznym. Na rok 2021 zaplanowano potrzeby w dziale zaopatrzenia na kwotę 217 824 854 zł, natomiast na 2022 rok na kwotę 212 768 564 zł. Odchylenie standardowe od średniej arytmetycznej wyniosło 2 476 553 zł. Suma potrzeb od października 2020 roku do grudnia 2022 to kwota 483 643 621 zł.

Podsumowując, należy przyjąć, że osiągnięto cel pracy, a przyjęta hipoteza badawcza została zweryfikowana.

Zastosowana metoda planowania potrzeb poprzez prognozowanie poniesionych wydatków ma charakter uniwersalny. Można ją wykorzystać do planowania i prognozowania potrzeb w innych działach zaopatrzenia w aspekcie zapewnienia bezpieczeństwa ekonomicznego instytucji.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] BRZEZIŃSKI, M., 2015. *Inżynieria systemów logistycznych*, Warszawa:WAT.
- [2] CHODAKOWSKA, E. I IN., 2004. *Wprowadzenie do metodyki prognozowania*, Białystok: Wydawnictwo Politechniki Białostockiej.
- [3] CIEŚLAK, M. (red.), 2001. *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [4] CZERWIŃSKI, Z., GUZIK, B., 1980. *Prognozowanie ekonometryczne*, Warszawa:PWE.
- [5] CZUBAKOWSKA, K., GABRUSEWICZ, W., NOWAK, E., 2008. *Podstawy rachunkowości zarządczej*, Warszawa:PWN.
- [6] DITTMANN, P., 2008. *Prognozowanie w przedsiębiorstwie*, Kraków: WoltersKluwer.
- [7] GABRUSEWICZ, W., KAMELA-SOWIŃSKA, A., POETSCHKE, H., 2000. *Rachunkowość zarządcza*, Warszawa: PWE.
- [8] GAJDA, J.B., 2001. *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*, Warszawa: C.H.Beck.
- [9] GRIFFIN, R.W., 1998. *Podstawy zarządzania organizacjami*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. <https://encyklopedia.pwn.pl/haslo/potrzeby;3961122.html> (24.11.2020).
- [10] KOT, S.M., JAKUBOWSKI, J., SOKOŁOWSKI, A., 2011. *Statystyka, wydanie drugie poprawione*, Warszawa: Difin.

- 
- [11] KOZICKI, B., 2020. A New Method for Planning Needs in Terms of Security, *International Business Information Management*, <https://u.pcloud.link/publink/show?code=kZYbkBkZdeK0fhT0KNuLUbwN2yDLtYJ5JSl7&lan g=en#folder=6329211399>.
- [12] NOWAK, E. (red.), 1998. *Prognozowanie gospodarcze*, Warszawa:Placet.
- [13] NOWAK, E., 1999. *Rachunek kosztów*, Wrocław: Wrocławska Drukarnia NaukowaPAN.
- [14] PRZYBYŁAM.(red.),2003.*Organizacjaiz zarządzanie.Podstawywiedzymenadżerskiej*,Wrocław: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu.
- [15] SZUBRYCHT, T. 2006. Współczesne aspekty bezpieczeństwa, *Zeszyty Naukowe Marynarki Wojennej*, Vol. XLVII, Nr4(167).

