

Nowoczesne Systemy Zarządzania
Zeszyt 15 (2020), nr 4 (październik-grudzień)
ISSN 1896-9380, s. 65-78
DOI: 10.37055/nasz/133784

Modern Management Systems
Volume 15 (2020), No. 4 (October-December)
ISSN 1896-9380, pp. 65-78
DOI: 10.37055/nasz/133784



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

Wielowymiarowa analiza i prognozowanie liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w Europie w aspekcie bezpieczeństwa ekonomicznego

Multidimensional Analysis and Forecasting Number of Passengers Transported by Rail in Europe in Terms of Economic Security

Bartosz Kozicki

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

Grzegorz Mizura

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

Abstrakt. W artykule przeprowadzono wielowymiarową analizę liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy w latach 2015-2019 w aspekcie oceny dynamiki zmian i zaobserwowania prawidłowości rządzących rozpatrywanym zjawiskiem. Wykonano prognozowanie liczby przewożonych pasażerów na lata 2020-2021. Uzyskane wyniki mogą posłużyć w przyszłości (z chwilą kiedy pojawią się dane dotyczące rzeczywistej liczby osób przewiezionych w trakcie pandemii COVID-19, w rozpatrywanych państwach w latach 2020-2021) do analizy porównawczej poniesionych strat związanych ze zmniejszeniem liczby przewiezionych pasażerów w stosunku do prognoz, które uwzględniają prawidłowości rządzące w przeszłości rozpatrywanym zjawiskiem, a także powinny umożliwić dokładniejsze oszacowanie utraconych nakładów finansowych w ujęciu dynamicznym.

Słowa kluczowe: pasażerski transport kolejowy, analizy wielowymiarowe, prognozowanie, bezpieczeństwo ekonomiczne

Abstract. The article presents a multidimensional analysis of the number of passengers transported by rail in 25 European countries in 2015-2019 in terms of assessing the dynamics of changes and observing the regularities governing the phenomenon under consideration. The forecast of the number of passengers transported by rail for 2020-2021 was also made. The obtained results may be used in the future (when

data on actually transported people during the COVID-19 pandemic in the countries in 2020-2021 are available) for a comparative analysis of the losses incurred related to the reduction of the number of transported passengers in relation to the forecasts that take into account the regularities ruling the considered phenomenon in the past and should more accurately estimate the lost financial outlays in dynamic terms.

Keywords: passenger rail transport, multidimensional analysis, forecasting, economic security

Wstęp

Transport w literaturze utożsamiany jest z procesem, którego cel to przemieszczanie, przewóz ludzi i ładunków z wykorzystaniem środków transportu (Kurieta, Kordel, 2020, s. 10). Odgrywa istotną rolę, ponieważ umożliwia poprawne funkcjonowanie różnych działów gospodarki narodowej i jest jednym z głównych czynników intensyfikujących rozwój (Jacyna, Lewczuk, 2016, s. 88).

Jednym z rodzajów transportu jest transport kolejowy. W artykule do badań wykorzystano kolejowy transport pasażerski.

Celem artykułu jest próba przeprowadzenia wielowymiarowej analizy i prognozowania przewozów pasażerskich w wybranych państwach Europy na lata 2020-2021. Uzyskane prognozy mogą zostać w przyszłości wykorzystane do analizy porównawczej zmian liczby pasażerów – dużych spadków liczby osób przewożonych transportem kolejowym, wywołanych pandemią COVID-19 (<https://businessinsider.com.pl/finanse/makroekonomia/transportkolejowy-w-polsce-wplyw-pandemii-covid-19-na-przewozy-pasazerskie-i-cargo/mxl549c>).

Podmiot badań to 25 państw Europy, natomiast przedmiotem są pasażerowie przewożeni transportem kolejowym w latach 2015-2019.

W artykule zastosowano wielowymiarowe analizy porównawcze. Zdaniem K. Nermend wielowymiarowa analiza porównawcza znajduje zastosowanie głównie w podejmowaniu decyzji społeczno-gospodarczych, w tym dotyczących takich zbiorowości jak ludzie (Nermend, 2017, s. 39). W artykule wyodrębniono różne grupy zmiennych objaśnianych i objaśniających, które zostały poddane grupowaniu i rozplataniu (Łuniewska, Tarczyński, 2006, s. 20-21). Zastosowano rangowanie rozpatrywanych zmiennych objaśnianych i objaśniających, tak aby zobrazować liczbę pasażerów przewiezionych transportem kolejowym od największej do najmniejszej i ich dynamikę zmian.

Przeprowadzono prognozowanie, które uznawane jest za racjonalne, a zarazem naukoweprzewidywanieprzyszłychzdarzeń(Cieślak,2001,s.18;Zeliaś,1997,s.16;Dittmann, 2008, s. 20). Utworzono szereg czasowy (Zagdański, Suchwałko, 2016, s. 20) poprzez ułożenie zarejestrowanych w kolejnych odstępach czasu obserwacji w postaci liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w poszczególnych 25 państwach Europy – od największej do najmniejszej liczby pasażerów (rangowanie wykonano na podstawie 2019 roku i zostało ono przyjęte za bazowe do budowy szeregu czasowego dla poszczególnych lat 2015-2019). Rozpatrywany szereg czasowy

poddano analizie i ocenie. Zastosowano autokorelację i autokorelację cząstkową, zbadano rozkład rozpatrywanych danych (Luszniewicz, 2003, s. 143-160; Kozicki, Waściński, Brzeziński, Lisowska, 2018, s. 1235-1241; Kozicki, Tomaszewski, 2019, s. 20-44; Rabiej, 2018, s. 43-278). Wykryto prawidłowości, które pozwoliły zastosować do prognozowania na przyszłość metodę wygładzania wykładniczego Holta- Wintersa. W metodzie tej można użyć do prognozowania dwóch modeli. W przypadku gdy amplituda wahań sezonowych jest stała i niezależna od przeciętnego poziomu zjawiska, przyjmuje się model addytywny (Kot, Jakubowski, Sokołowski, 2011, s. 352). W artykule zastosowano natomiast model multiplikatywny. Wykorzystuje się go wtedy, gdy amplituda wahań będzie wyższa w przypadku wyższej wartości szeregu, a niższa, gdy zmienna przyjmuje niższe wartości (Dittmann i in., 2016, s. 111).

W artykule uzyskano prognozy, które zostały poddane analizie i ocenie poprzez zastosowanie mierników błędów prognozy (Czyżyński, Klóska, 2019, s. 16).

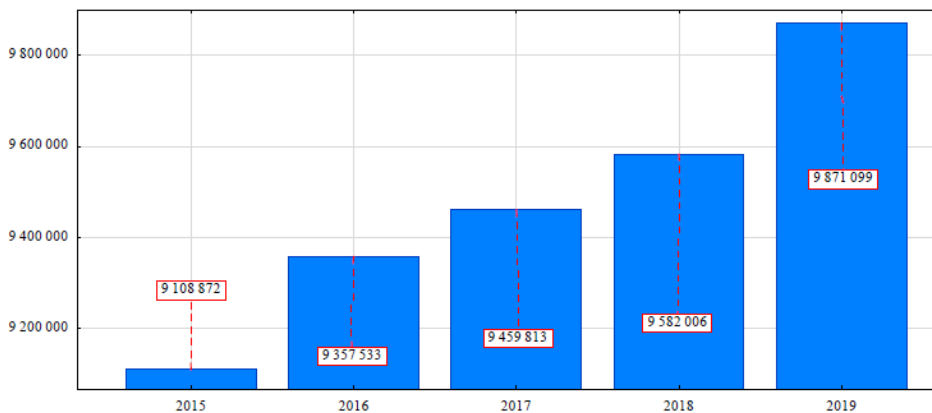
Uzyskane prognozy są ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa ekonomicznego rozpatrywanych państw. Bezpieczeństwo ekonomiczne uznawane jest za pewność przetrwania i rozwoju systemu gospodarczego państwa (Nurzyńska, 2016, s. 22). Utrzymanie na odpowiednim stałym poziomie liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym wpływa na zachowanie tego zjawiska.

Wielowymiarowa analiza liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym

Badania rozpoczęto od pogrupowania danych dotyczących liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy na jednoimienne zmienne zależne lata (od 2015 do 2019 r.). Sumy liczby pasażerów w 25 rozpatrywanych państwach Europy w jednoimiennych okresach - latach 2015-2019 - zestawiono na rysunku 1.

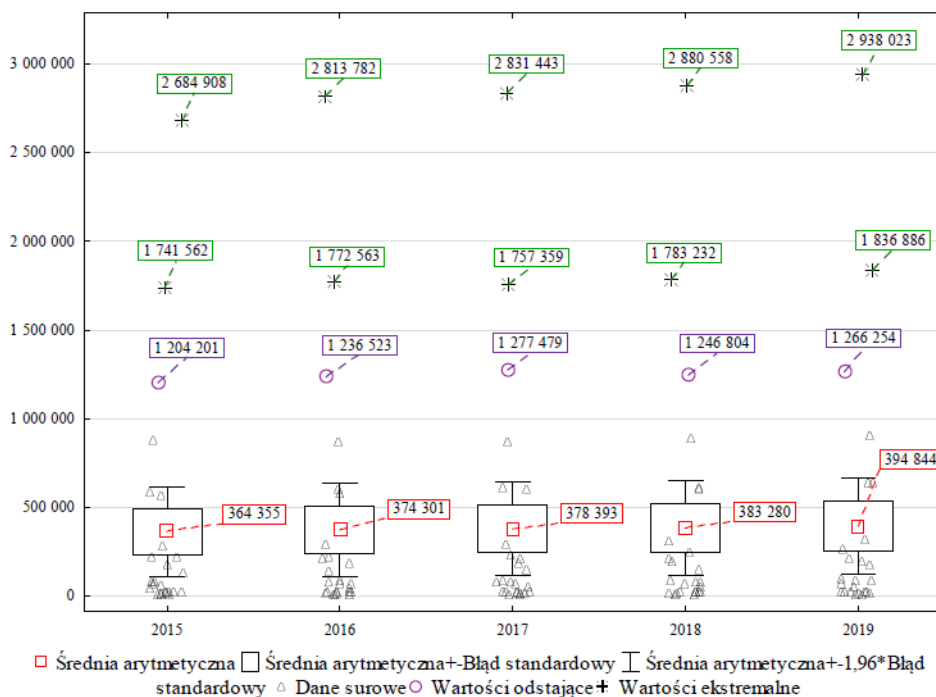
Z danych zestawionych na rysunku 1 wynika, że od 2015 do 2019 roku widoczny jest trend rosnący liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy łącznie. W 2015 roku przewieziono transportem kolejowym w 25 państwach Europy łącznie 9 108 872 pasażerów, a w 2019 nastąpił wzrost do poziomu 9 871 099 pasażerów, czyli o 8,37 punktu procentowego. Największą dynamikę, rozpatrując lata, zaobserwowano w 2019 roku, gdzie w stosunku do 2018 nastąpił wzrost o 3,17 punktu procentowego, czyli o 289 093 pasażerów.

Następnie dla celów badawczych narysowano wykres ramka-wąsy liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy łącznie w latach 2015-2019 wraz z wartościami odstającymi, ekstremalnymi i danymi surowymi (rys. 2).



Rys. 1. Wykres słupkowy liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy łącznie w latach 2015-2019

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

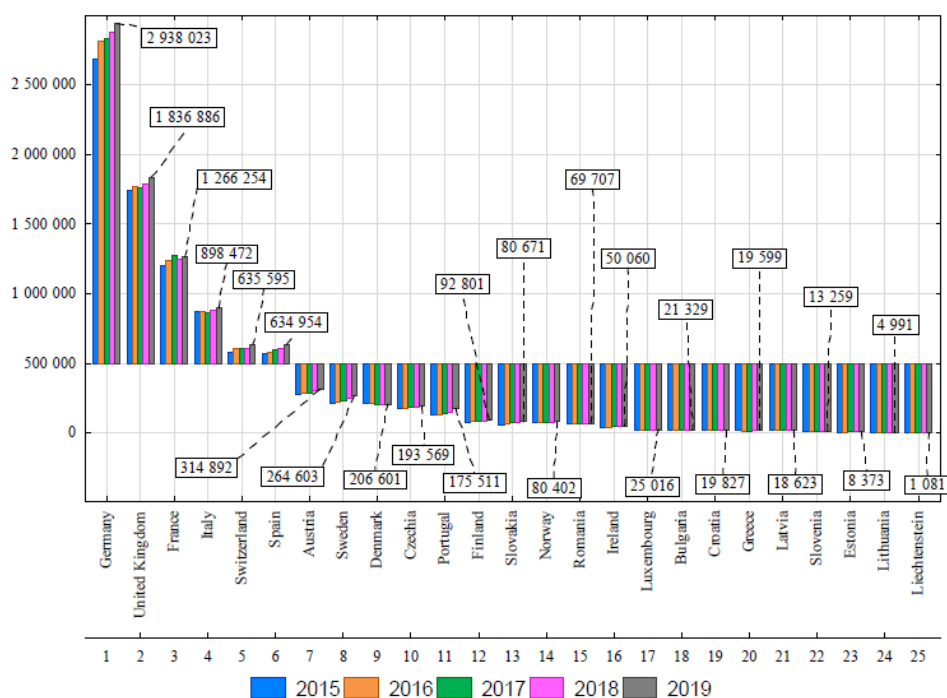


Rys. 2. Wykres ramka-wąsy liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy łącznie w latach 2015-2019 wraz z nakreślonymi wartościami odstającymi, ekstremalnymi i danymi surowymi

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Rysunek 2 wskazuje istnienie powtarzalności w liczbach pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 rozpatrywanych państwach Europy w latach 2015-2019 z widoczną tendencją rosnącą. Tendencję tę można odczytać poprzez widoczny wzrost średniej arytmetycznej liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym od 2015 (364 355 pasażerów) do 2019 roku (394 844 pasażerów). Trzy państwa z 25 rozpatrywanych, przyjmując za zmienną zależną lata, a jako zmienne objaśniane liczbę pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w analizowanych państwach Europy, można uznać za odstające od pozostałych, w tym dwa ekstremalnie odstające. Do ekstremalnie odstających należą Niemcy (w 2019 przewieziono transportem kolejowym 2 938 023 pasażerów) i Wielka Brytania (w 2019 przewieziono transportem kolejowym 1 836 886 pasażerów). Natomiast państwem typowo odstającym od pozostałych jest Francja (w 2019 przewieziono transportem kolejowym 1 266 254 pasażerów).

Dalszy etap badań to analiza i przeprowadzenie rangowania (za podstawę przyjęto rok 2019) liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 rozpatrywanych państwach Europy w latach 2015-2019. Wyniki przedstawiono na wykresie słupkowym (rys. 3).

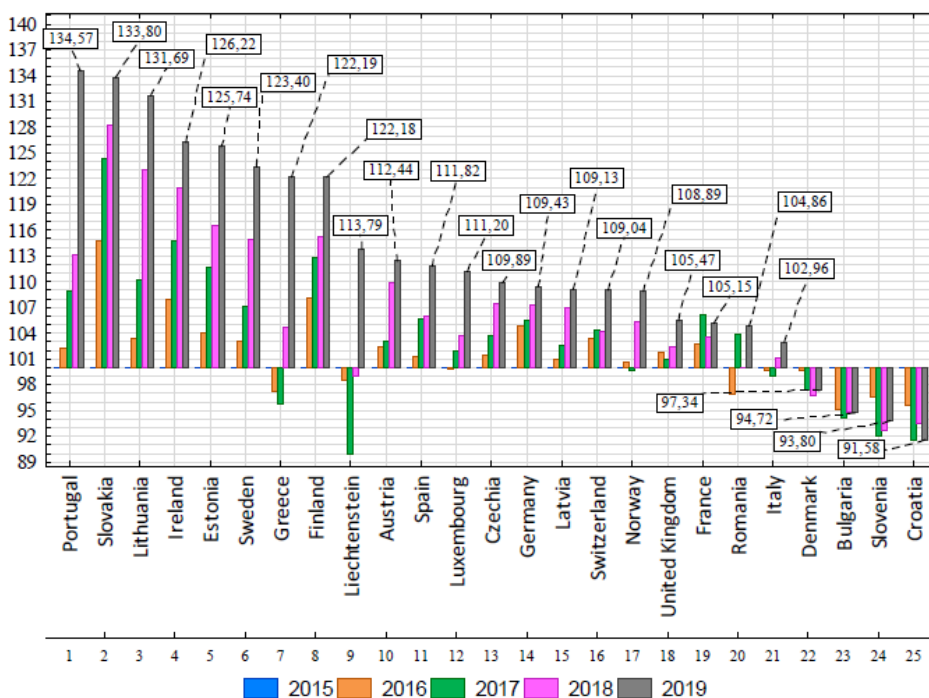


Rys. 3. Wykres słupkowy liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy w latach 2015-2019

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Z analizy rysunku 3 wynika, że w 2019 roku liderem w zakresie liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w rozpatrywanych 25 państwach Europy były Niemcy z wynikiem 2 938 023. Kolejne miejsca w rankingu od największej do najmniejszej liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 2019 zajmują: Wielka Brytania (2019 – przewiezionych 1 836 886 pasażerów), Francja (2019 – przewiezionych 1 266 254 pasażerów), Włochy (2019 – przewiezionych 898 472 pasażerów), Szwajcaria (2019 – przewiezionych 635 595 pasażerów) i Hiszpania (2019 – przewiezionych 634 954 pasażerów). W każdym z pozostałych 19 państw Europy w 2019 roku przewieziono transportem kolejowym poniżej 320 000 pasażerów.

Dalszym etapem badań jest analiza dynamiki zmian liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 rozpatrywanych państwach Europy od 2015 do 2019 roku. Do realizacji tego celu wyliczono wskaźniki dynamiki o podstawie stałej, gdzie za stałą przyjęto liczbę pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w każdym z 25 rozpatrywanych państw Europy w 2015 roku. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 4.

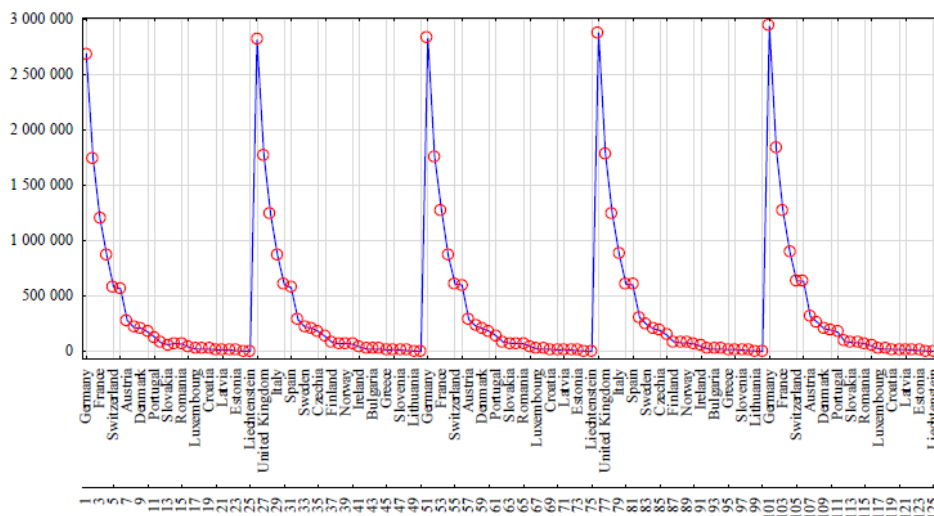


Rys. 4. Wykres słupkowy wskaźników dynamiki o podstawie stałej liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy w latach 2015-2019 (stała - liczba pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w poszczególnych 25 państwach Europy w 2015 roku)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Obserwacja nakreślonych na rysunku 4 wskaźników dynamiki o podstawie stałej w 25 rozpatrywanych państwach Europy od 2015 do 2019 roku pozwala na sformułowanie wniosku, że w Portugalii miał miejsce największy wzrost dynamiki liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym: o 34,57 pkt %. Na kolejnych miejscach w rozpatrywanym rankingu znajdują się następujące państwa: Słowacja (wzrost o 33,8 pkt %), Litwa (wzrost o 31,69 pkt %), Irlandia (wzrost o 26,22 pkt %), Estonia (wzrost o 25,74 pkt %), Szwecja (wzrost o 23,4 pkt %), Grecja (wzrost o 22,19 pkt %), Finlandia (wzrost o 22,18 pkt %), Liechtenstein (wzrost o 13,79 pkt %), Austria (wzrost o 12,44 pkt %), Hiszpania (wzrost o 11,82 pkt %), Luksemburg (wzrost o 11,2 pkt %), Czechy (wzrost o 9,89 pkt %), Niemcy (wzrost o 9,43 pkt %), Łotwa (wzrost o 9,13 pkt %), Szwajcaria (wzrost o 9,04 pkt %), Norwegia (wzrost o 8,89 pkt %), Wielka Brytania (wzrost o 5,47 pkt %), Francja (wzrost o 5,15 pkt %), Rumunia (wzrost o 4,86 pkt %) i Włochy (wzrost o 2,86 pkt %). W pozostałych czterech rozpatrywanych państwach Europy zaobserwowano spadki dynamiki liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym od 2015 do 2019 roku (Dania – spadek o 2,66 pkt %; Bułgaria – spadek o 5,28 pkt %; Słowenia – spadek o 6,2 pkt %; Chorwacja – spadek o 8,42 pkt %).

Dalszym etapem badań jest próba przeprowadzenia prognozowania liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w poszczególnych 25 rozpatrywanych państwach Europy na lata 2020-2021. W tym celu dane dotyczące liczby tych pasażerów zestawiono na wykresie liniowym (rys. 5).

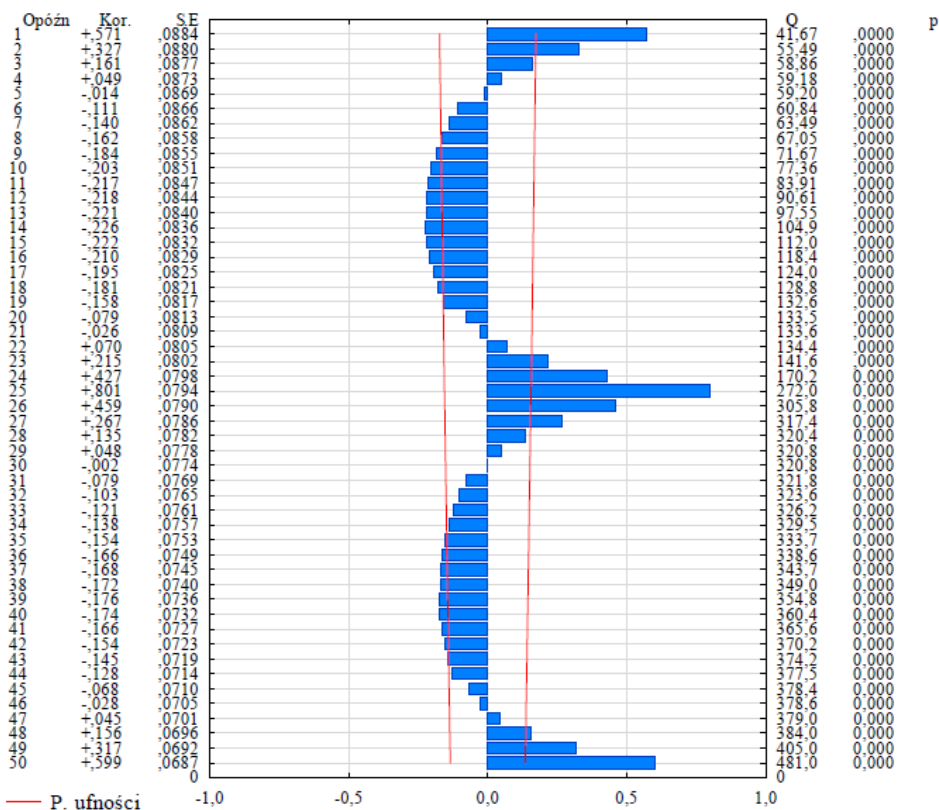


Rys. 5. Wykres liniowy liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy w latach 2015-2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Z rysunku 5 wynika, że w danych dotyczących liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w każdym z rozpatrywanych państw Europy występuje powtarzalność zmiennych co 25. obserwacja. Można przyjąć, że jest to tzw. sezonowość w ujęciu przestrzennym i czasowym.

Dalszym etapem badań jest analiza istotności opóźnień rozpatrywanego szeregu czasowego liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w 25 rozpatrywanych państwach Europy w latach 2015-2019. W tym celu na rysunku 6 nakreślono autokorelację.



Rys. 6. Autokorelacja liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy w latach 2015-2019

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Z autokorelacji (rys. 6) wynika stwierdzenie istnienia zależności w opóźnieniach rozpatrywanego szeregu czasowego. Jego kształt świadczy o widocznym zjawisku sezonowości i trendzie.

Z autokorelacji cząstkowej wynika, że rozpatrywany szereg czasowy jest niestacjonarny, a w jego opóźnieniach widoczne są zależności.

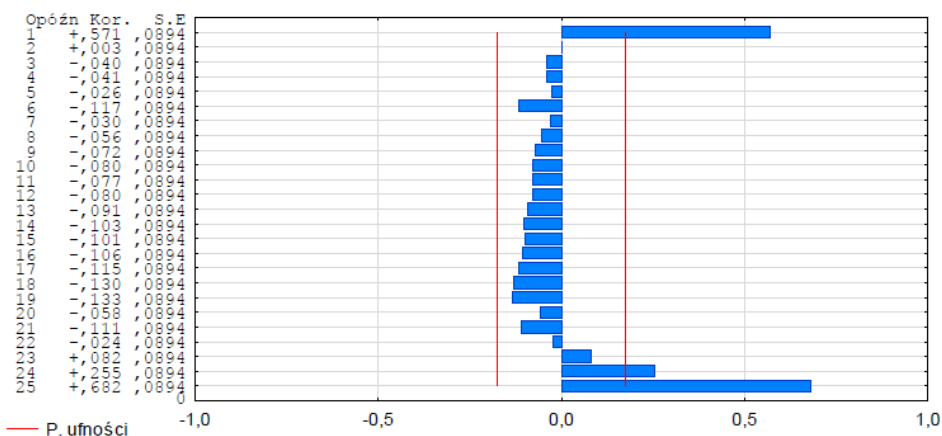
W celu potwierdzenia zjawiska trendu i sezonowości zbudowano model zero-jedynkowy regresji wielorakiej złożony z 28 predyktorów. Istotne predyktory zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Model zero-jedynkowy regresji wielorakiej

N = 124	R = 0,99978 R ² = 0,99956 Popraw. R ² = 0,99949 Błąd standardowy estymacji: 14256					
	b*	Bł. std.	b	Bł. std.	t (106)	p
W. wolny			26035,47	6571,07	3,96	0,00
Niemcy	0,80	0,00	2852592,95	7438,85	383,47	0,00
Wielka Brytania	0,55	0,00	1771330,44	6807,61	260,20	0,00
Francja	0,39	0,00	1238317,82	6785,75	182,49	0,00
Włochy	0,27	0,00	868776,34	6771,36	128,30	0,00
Szwajcaria	0,19	0,00	598104,01	6760,90	88,47	0,00
Hiszpania	0,18	0,00	586393,30	6752,89	86,84	0,00
Austria	0,09	0,00	285454,14	6746,54	42,31	0,00
Szwecja	0,07	0,00	224696,82	6741,41	33,33	0,00
Dania	0,06	0,00	197501,09	6737,20	29,31	0,00
Czechy	0,05	0,00	172838,31	6733,73	25,67	0,00
Portugalia	0,04	0,00	134248,14	6730,85	19,95	0,00
Finlandia	0,02	0,00	72944,82	6728,46	10,84	0,00
Słowacja	0,02	0,00	60309,87	6726,49	8,97	0,00
Norwegia	0,02	0,00	63551,96	6724,87	9,45	0,00
Rumunia	0,02	0,00	54571,59	6723,57	8,12	0,00
Irlandia	0,01	0,00	32290,60	6722,53	4,80	0,00
Log (t)	0,01	0,00	9765,64	1517,64	6,43	0,00

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Zbudowany model zero-jedynkowy regresji wielorakiej (tabela 1) jest dobrze dopasowany, gdyż wielokrotny R² wyniósł 0,99956. Istotne predyktory zestawione w tabeli 1 potwierdzają istnienie zjawisk sezonowości i trendu.



Rys. 7. Autokorelacja cząstkowa liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy w latach 2015-2019

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Prognozowanie liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym

Z przeprowadzonej analizy literatury i doświadczenia własnego wynika, że do prognozy rozpatrywanego szeregu czasowego liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w 25 rozpatrywanych państwach Europy w latach 2015-2019, wskutek zaobserwowanych prawidłowości w postaci trendu i sezonowości, można użyć metody wygładzania wykładniczego Holta-Wintersa.

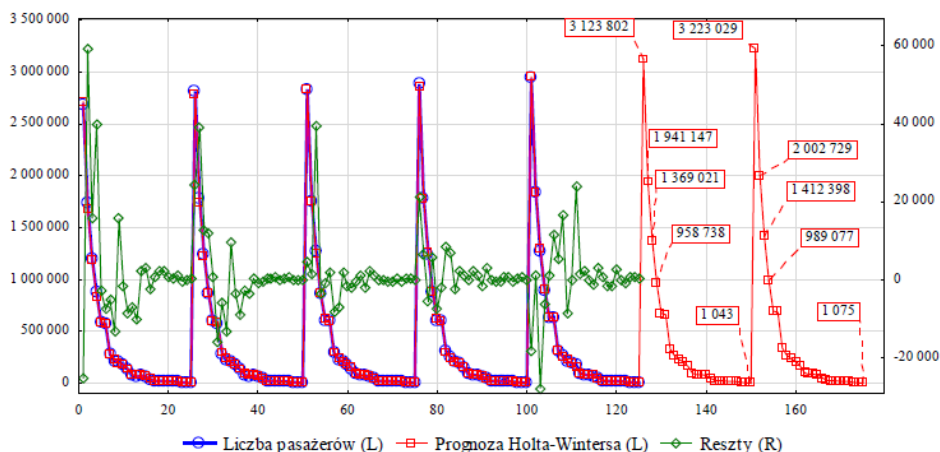
Wyniki prognozy rozpatrywanego szeregu czasowego na lata 2020-2021 (50 przyszłych obserwacji) metodą Holta-Wintersa zestawiono na rysunku 8 i w tabeli 2.

Z wykonanego na rysunku 8 prognozowania wynika, że w otrzymanych prognozach została zachowana powtarzalność z przeszłości. Dodatkowo można przyjąć, że wartości przewidywane są dobrze dopasowane do obserwowanych. Tym samym można wstępnie przyjąć, że otrzymane prognozy powinny być dobre. Prognozy w ujęciu liczbowym zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Prognoza liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w 25 państwach Europy na lata 2020-2021

Lp.	Państwo	Rok	Prognoza	Lp.	Państwo	Rok	Prognoza
1	Niemcy	2020	3123802	26	Niemcy	2021	3223029
2	Wielka Brytania	2020	1941147	27	Wielka Brytania	2021	2002729
3	Francja	2020	1369021	28	Francja	2021	1412398
4	Włochy	2020	958738	29	Włochy	2021	989077
5	Szwajcaria	2020	672984	30	Szwajcaria	2021	694253
6	Hiszpania	2020	661511	31	Hiszpania	2021	682391
7	Austria	2020	328218	32	Austria	2021	338565
8	Szwecja	2020	262682	33	Szwecja	2021	270953
9	Dania	2020	227476	34	Dania	2021	234629
10	Czechy	2020	204937	35	Czechy	2021	211373
11	Portugalia	2020	160382	36	Portugalia	2021	165413
12	Finlandia	2020	96008	37	Finlandia	2021	99016
13	Słowacja	2020	82338	38	Słowacja	2021	84914
14	Norwegia	2020	84216	39	Norwegia	2021	86847
15	Rumunia	2020	74475	40	Rumunia	2021	76799
16	Irlandia	2020	49555	41	Irlandia	2021	51099
17	Luksemburg	2020	25525	42	Luksemburg	2021	26319
18	Bułgaria	2020	23954	43	Bułgaria	2021	24699
19	Chorwacja	2020	22767	44	Chorwacja	2021	23474
20	Grecja	2020	17948	45	Grecja	2021	18505
21	Łotwa	2020	19521	46	Łotwa	2021	20125
22	Słowenia	2020	15003	47	Słowenia	2021	15467
23	Estonia	2020	8085	48	Estonia	2021	8335
24	Litwa	2020	4559	49	Litwa	2021	4700
25	Liechtenstein	2020	1043	50	Liechtenstein	2021	1075

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>



Rys. 8. Prognozowanie liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w 25 państwach Europy na lata 2020-2021 metodą wykładniczego Holta-Wintersa

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Przewidywana suma przewiezionych pasażerów w 25 rozpatrywanych państwach Europy w 2020 roku to 10 435 895 osób. Średnia arytmetyczna w 2020 roku w 25 rozpatrywanych państwach Europy wynosi 417 436 pasażerów, natomiast mediana 84 216 pasażerów. W 2021 roku przewidywana suma liczby przewiezionych pasażerów to 10 766 182 osoby. Prognozowana średnia arytmetyczna wzrośnie do poziomu 430 647, natomiast mediana wyniesie 86 847 pasażerów.

Ostatnim etapem badań jest analiza błędów prognozy. Do realizacji tego celu wyliczono i zestawiono w tabeli 3 wybrane mierniki błędów prognozy.

Tabela 3. Analiza błędów prognozy wykonanej metodą Holta-Wintersa

Błąd prognozy	Wynik
Błąd średni	1 317 pasażerów
Średni błąd bezwzględny	5 486 pasażerów
Średni błąd procentowy	0,29%
Średni bezwzględny błąd procentowy	3,26%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych pozyskanych ze strony internetowej: <https://ec.europa.eu/>

Z zestawionych w tabeli 3 mierników błędów prognozy wynika, że otrzymane prognozy są dobre. Średni bezwzględny błąd prognozy wyniósł 3,26%, natomiast średni błąd procentowy 0,29%.

Podsumowanie i wnioski

W artykule wykonano wielowymiarową analizę porównawczą liczby pasażerów przewożonych transportem kolejowym w 25 rozpatrywanych państwach Europy w aspekcie bezpieczeństwa ekonomicznego. Z uzyskanych ocen wynika, że od 2015 do 2019 roku rosła liczba pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 państwach Europy łącznie. W 2015 roku przewieziono łącznie 9 108 872 pasażerów, a w 2019 nastąpił wzrost do 9 871 099 pasażerów.

Liderem przeprowadzonego rangowania w zakresie największej liczby przewożonych pasażerów transportem kolejowym w rozpatrywanych 25 państwach Europy w 2019 roku są Niemcy z wynikiem 2 938 023. Kolejne miejsca w rankingu od największej od najmniejszej liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 2019 roku zajmują: Wielka Brytania (2019 – przewiezionych 1 836 886 pasażerów), Francja (2019 – przewiezionych 1 266 254 pasażerów), Włochy (2019 – przewiezionych 898 472 pasażerów). Najniżej w rankingu jest Lichtenstein z wynikiem 1081 pasażerów w 2019 roku.

W artykule utworzono szereg czasowy liczby pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 25 rozpatrywanych państwach Europy w latach 2015-2019.

Z przeprowadzonej analizy rozpatrywanego szeregu czasowego wynika wykrycie dwóch prawidłowości w postaci trendu i sezonowości.

Stało się to przesłanką do zastosowania do prognozowania rozpatrywanego szeregu czasowego na przyszłość metody wygładzania wykładniczego Holta-Wintersa. W artykule wykonano prognozowanie rozpatrywanego szeregu czasowego metodą Holta-Wintersa na lata 2020-2021 (50 przyszłych obserwacji).

Uzyskana prognoza zachowuje zaobserwowane prawidłowości z przeszłości. W 2020 roku transportem kolejowym łącznie w 25 rozpatrywanych państwach Europy powinno być przewiezionych około 10 435 89 pasażerów, a w 2021 powinien nastąpić wzrost do poziomu około 10 766 182 pasażerów.

W 2020 roku na świecie została ogłoszona pandemia COVID-19, która spowodowała funkcjonowanie gospodarek światowych, w tym transport kolejowy. Uzyskane w artykule prognozy z pewnością nie pokrywają się z danymi rzeczywistymi dotyczącymi pasażerów przewiezionych transportem kolejowym w 2020 i 2021 roku. Powinny być jednak przedmiotem dalszych badań związanych z wykonaniem analizy porównawczej uzyskanych w artykule prognoz z danymi rzeczywistymi dotyczącymi pasażerów przewiezionych w 25 rozpatrywanych państwach Europy w latach 2020-2021 – pod kątem oceny spadków liczby pasażerów i oszacowania strat z tym związanych w aspekcie zachowania bezpieczeństwa ekonomicznego.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CIEŚLAK, M. (red.), 2001. *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [2] CZYŻYŃSKI, R., KLÓSKA, R., 2019. *Wybrane zagadnienia z prognozowania*, Szczecin: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego.
- [3] DITTMANN, P., SZABELA-PASIERBIŃSKA, E., DITTMANN, I., SZPULAK, A., 2016. *Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa*, Piaseczno: Wydawnictwo Nieoczywiste – Imprint GABMedia.
- [4] DITTMANN, P., 2008. *Prognozowanie w przedsiębiorstwie*, Kraków: Wolters KluwerPolska.
- [5] <https://businessinsider.com.pl/finanse/makroekonomia/transport-kolejowy-w-polsce-wplywpandemii-covid-19-na-przewozy-pasazerskie-i-cargo/mx1549c>.
- [6] JACYNA, M., LEWCZUK, K., 2016. *Projektowanie systemów logistycznych*, Warszawa: PWN.
- [7] KOT, S.M., JAKUBOWSKI, J., SOKOŁOWSKI, A., 2011. *Statystyka*, Difin SA, Warszawa.
- [8] KOZICKI, B., TOMASZEWSKI, J., 2019. Metodyka wyboru metody prognozowania wizyt na stronie internetowej w przedsiębiorstwie turystycznym, *Gospodarka Materiałowa & Logistyka*, Nr 7: 20-44.
- [9] KOZICKI, B., WAŚCIŃSKI, T., BRZEZIŃSKI, M., LISOWSKA, A., 2018. Cost forecast in a shipping company, *Transport Means*, 1235-1241.
- [10] KURIETA, A., KORDEL, Z., 2020. *Transport. Ujęcie systemowe*, Warszawa: CeDeWu.
- [11] LUSZNIWICZ, A., 2003. *Statystyka w zarządzaniu*, Białystok: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Finansów i Zarządzania w Białymstoku.
- [12] ŁUNIEWSKA, M., TARCZYŃSKI, W., 2006. *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej na rynku kapitałowym*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [13] NERMEND, K., 2017. *Metody analizy wielokryterialnej i wielowymiarowej we wspomaganie decyzji*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [14] NURZYŃSKA, A., 2016. *Bezpieczeństwo usług w międzynarodowym transporcie lotniczym przewozów pasażerskich*, Katowice: Wydawnictwo Naukowe SOPHIA.
- [15] RABIEJ, M., 2018. *Analizy statystyczne z programami Statistica i Exel*, Gliwice: Helion.
- [16] ZAGDAŃSKI, A., SUCHWAŁKO, A., 2016. *Analiza i prognozowanie szeregów czasowych. Praktyczne wprowadzenie na podstawie środowiska R*, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- [17] ZELIĄS A., 1997. *Teoria prognozy*, Warszawa: PWE.