

Bartosz Kozicki

bartosz.kozicki@wat.edu.pl; nr ORCID:0000-0001-6089-952X

Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Logistyki, Instytut Logistyki

Analiza przewozu ludzi transportem lotniczym w pięciu wybranych państwach Europy i prognozowanie na lata 2018-2020 przyszłych pasażerów linii lotniczych w Wielkiej Brytanii

The analysis of transportation of people by air for five selected European countries and the forecasting of future airline passengers for 2018-2020 in Great Britain

W artykule poruszony został problem z zakresu analizy i oceny danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych pięciu państwach Europy, oraz próba przeprowadzenia prognozowania przewozu pasażerów liniami lotniczymi w Wielkiej Brytanii na lata 2018-2020. Badania rozpoczęto od analizy i oceny danych dotyczących przewozu ludzi w wybranych państwach Europy w ujęciu dynamicznym. Następnie zbudowano model regresji wielorakiej dla szeregu czasowego przewozu pasażerów transportem lotniczym w Wielkiej Brytanii. Stało się to przesłanką do wyboru metody wygładzania wykładniczego Holta do prognozy szeregu czasowego przewozu pasażerów transportem lotniczym w Wielkiej Brytanii na lata 2018-2020. Ostatnim etapem badań była analiza i ocena reszty wykonanej prognozy.

Słowa kluczowe: prognozowanie, transport lotniczy.

In the article the author raises an issue related to the analysis and evaluation of data concerning the transportation of people by air for five selected European countries and an attempt to conduct the forecasting of the transport of airline passengers in Great Britain for 2018-2020.

The research was initiated with the analysis and evaluation of data concerning the transportation of people in five selected European countries dynamically. Then, the multiple regression model was constructed for the time series of transport of airline passengers in Great Britain. This became a premise for selecting a method of Holt's exponential smoothing for the forecast of time series of transport of airline passengers in Great Britain for 2018-2020. The last stage of the research was the analysis and evaluation of the remainder of the conducted forecast.

Keywords: forecasting, air transport.

WSTĘP

Celem artykułu jest wykonanie analizy i oceny danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych pięciu państwach Europy, oraz próba przeprowadzenia prognozowania przewozu pasażerów liniami lotniczymi w Wielkiej Brytanii na lata 2018-2020.

Przedmiotem badań będzie przewóz ludzi w transporcie lotniczym w ujęciu dynamicznym.

W artykule zastosowano **metody badawcze** w postaci analizy literatury, która dotyczy zagadnień związanych z transportem lotniczym w Europie i jego prognozowaniem, analizy dokumentów źródłowych, metody symulacji komputerowej, oraz porównania. Dodatkowo

użyto **techniki badawczej** w postaci programu komputerowego Statistica. Co więcej zastosowano następujące **narzędzia badawcze**: wykres kwartyłowy, autokorelacja, autokorelacja cząstkowa, regresja wieloraka, histogram.

Artykuł ujęty zastał z wstępu, trzech punktów merytorycznych, podsumowania i wniosków.

1. ANALIZA LITERATURY

Przeprowadzona analiza literatury pozwoliła na stwierdzenie, że transport uznawany jest za fundament światowej gospodarki i społeczeństwa [Gołemska 1998, *Transport lotniczy w rozwoju Wielkopolski XXI wieku*, s. 7]. Jest to proces w którym ludzie mogą dokonywać przemieszczania osób, rzeczy i energii w przestrzeni po to, aby zaspokoić swoje potrzeby. Jednym z najszybszych rodzajów transportu ludzi jest lotniczy.

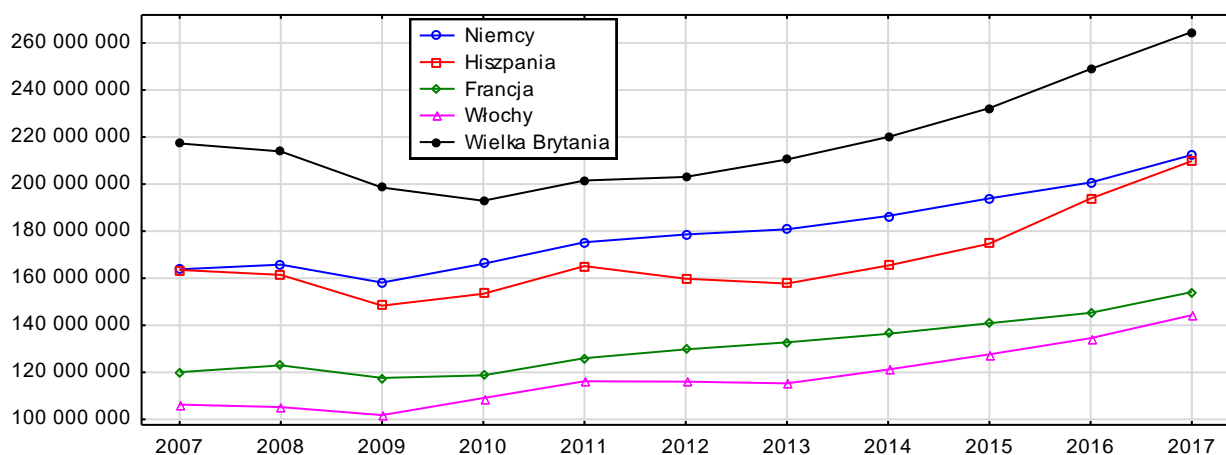
Transport lotniczy jest przedmiotem zainteresowania wielu dyscyplin naukowych, takich jak: nauki techniczne, prawne, ekonomiczne, w tym ekonomiki transportu i logistyki. Tematyka niniejszego artykułu koncentruje się wokół zagadnień związanych z ilością przewożonych pasażerów transportem lotniczym w wybranych państwach Europy.

Na świecie w ostatnich kilkunastu latach obserwuje się trend rosnący przewozu ludzi transportem lotniczym. Zaistniałe zjawisko nie jest tylko wynikiem wzrostu mobilności obywateli, ale również wynika z wzrostu liczby turystów zagranicznych. Szczególnie ważne z punktu widzenia całego procesu zabezpieczenia przewozu ludzi z wykorzystaniem transportu lotniczego jest przewidywanie wielkości popytu ze strony pasażerów w ujęciu dynamicznym.

Zdaniem P. Dittmanna prognozowanie jest racjonalnym, naukowym przewidywaniem przyszłych zdarzeń [Dittmann P. i in., 2016, *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, s. 15]. Konstrukcja prognozy, jej zastosowanie przebiega w sposób sekwencyjny. Niezwykle istotna jest poprawna analiza i ocena posiadanych danych pod kątem wykrycia prawidłowości w nich występujących. Na ich podstawie wybiera się modele prognostyczne i przeprowadza prognozowanie. Z punktu widzenia pracy zostanie zastosowana metoda ilościowa w postaci wygładzania wykładniczego Holta.

2. ANALIZA DANYCH

Pierwszą częścią badań było zestawienie na rysunku 1 danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy: Niemcy, Hiszpania, Francja, Włochy i Wielka Brytania w latach 2007-2017.

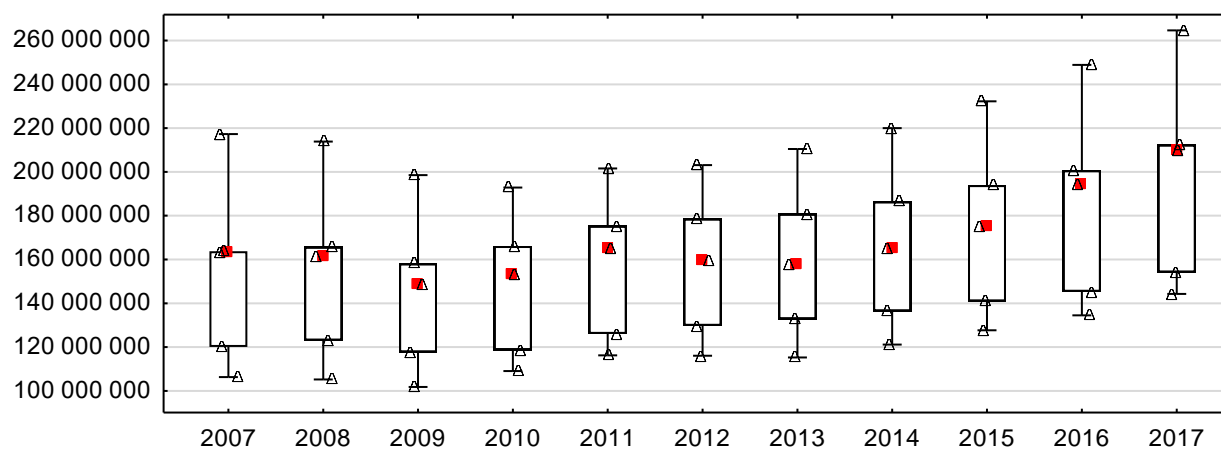


Rysunek 1. Wykres liniowy (szeregów pierwotnych) przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy: Niemcy, Hiszpania, Francja, Włoch, Wielka Brytania w latach 2007-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Obserwacja wzrokowa rysunku 1 pozwala na stwierdzenie, że wszystkie analizowane szeregi czasowe danych pierwotnych wykazują tendencję trendu o charakterze rosnącym.

Dalszym etapem analizy, było zestawienie danych pierwotnych przewozu ludzi transportem lotniczym z podziałem na lata (rysunek 2).



Rysunek 2. Wykres ramka-wąsy przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy: Niemcy, Hiszpania, Francja, Włoch, Wielka Brytania z podziałem na lata 2007-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Oceną przeprowadzonej obserwacji rysunku 2 jest wykrycie zmienności mody, która w latach 2007-2009 miała charakter malejący, w latach 2009-2011 rosnący, 2011-2013 malejący i 2013-2017 rosnący.

Zmienność mody wynikała najprawdopodobniej z globalnego kryzysu finansowego, który miał miejsce w latach 2007-2009. Kryzys finansowy doprowadził do spadku liczby przewożonych pasażerów. Lata 2009-2011 wykazują typowo okres wyjścia z światowego kryzysu, który podyktowany był dużymi wzrostami liczby przewożonych pasażerów. Tego typu sytuację dokładnie odwzorowuje przeprowadzona w tabeli 1 analiza wariancji.

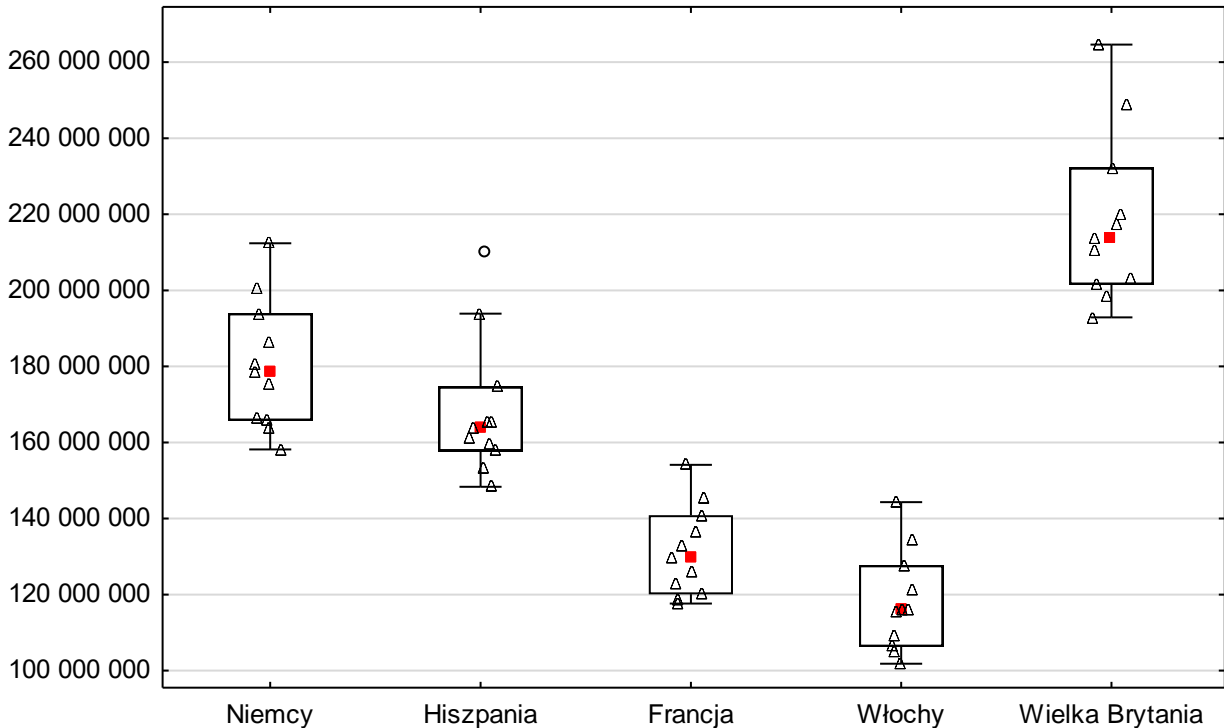
Tabela 1. Analiza wariancji szeregów pierwotnych danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy: Niemcy, Hiszpania, Francja, Włoch, Wielka Brytania w latach 2007-2017

Lata	Analiza wariancji Zaznaczone efekty są istotne z $p < ,05000$		
	SS	df	MS
2007	7 621 362 953 872 590,00	4	1 905 340 738 468 150,00
2008	7 123 046 188 813 510,00	4	1 780 761 547 203 380,00
2009	5 662 684 572 327 740,00	4	1 415 671 143 081 930,00
2010	4 747 241 623 849 280,00	4	1 186 810 405 962 320,00
2011	5 008 005 384 603 360,00	4	1 252 001 346 150 840,00
2012	5 015 402 515 663 650,00	4	1 253 850 628 915 910,00
2013	5 724 887 032 811 700,00	4	1 431 221 758 202 920,00
2014	6 225 456 749 143 060,00	4	1 556 364 187 285 760,00
2015	7 037 926 664 536 360,00	4	1 759 481 666 134 090,00
2016	8 533 504 636 586 630,00	4	2 133 376 159 146 660,00
2017	9 592 355 096 045 650,00	4	2 398 088 774 011 410,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&code=ttr00012>

Przeprowadzona w tabeli 1 analiza wariancji potwierdza duże spadki przewozu ludzi w latach 2008-2010 poprzez zastosowanie sumy kwadratów reszt i średniego kwadratu reszt.

Dalszym etapem analizy, było zestawienie danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy: Niemcy, Hiszpania, Francja, Włochy i Wielka Brytania w latach 2007-2017 z wykorzystaniem narzędzia badawczego wykresu ramka-wąsy i nakreślonych na nim danych surowych (rysunek 3).

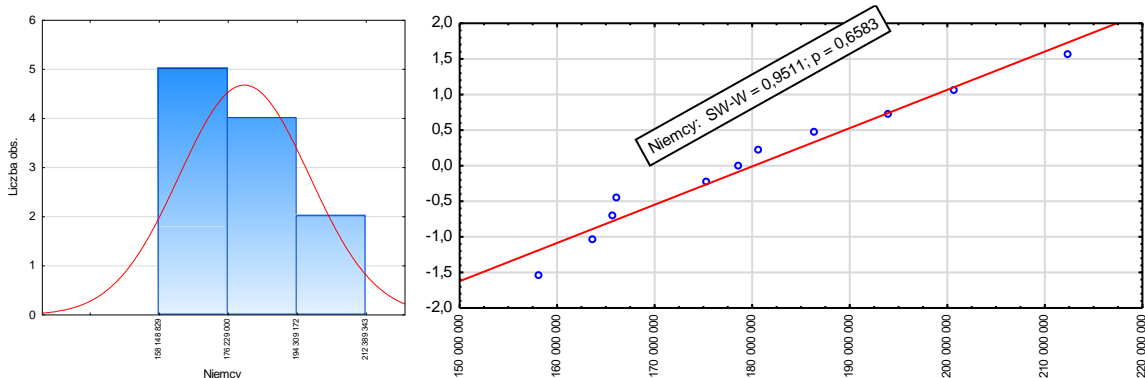


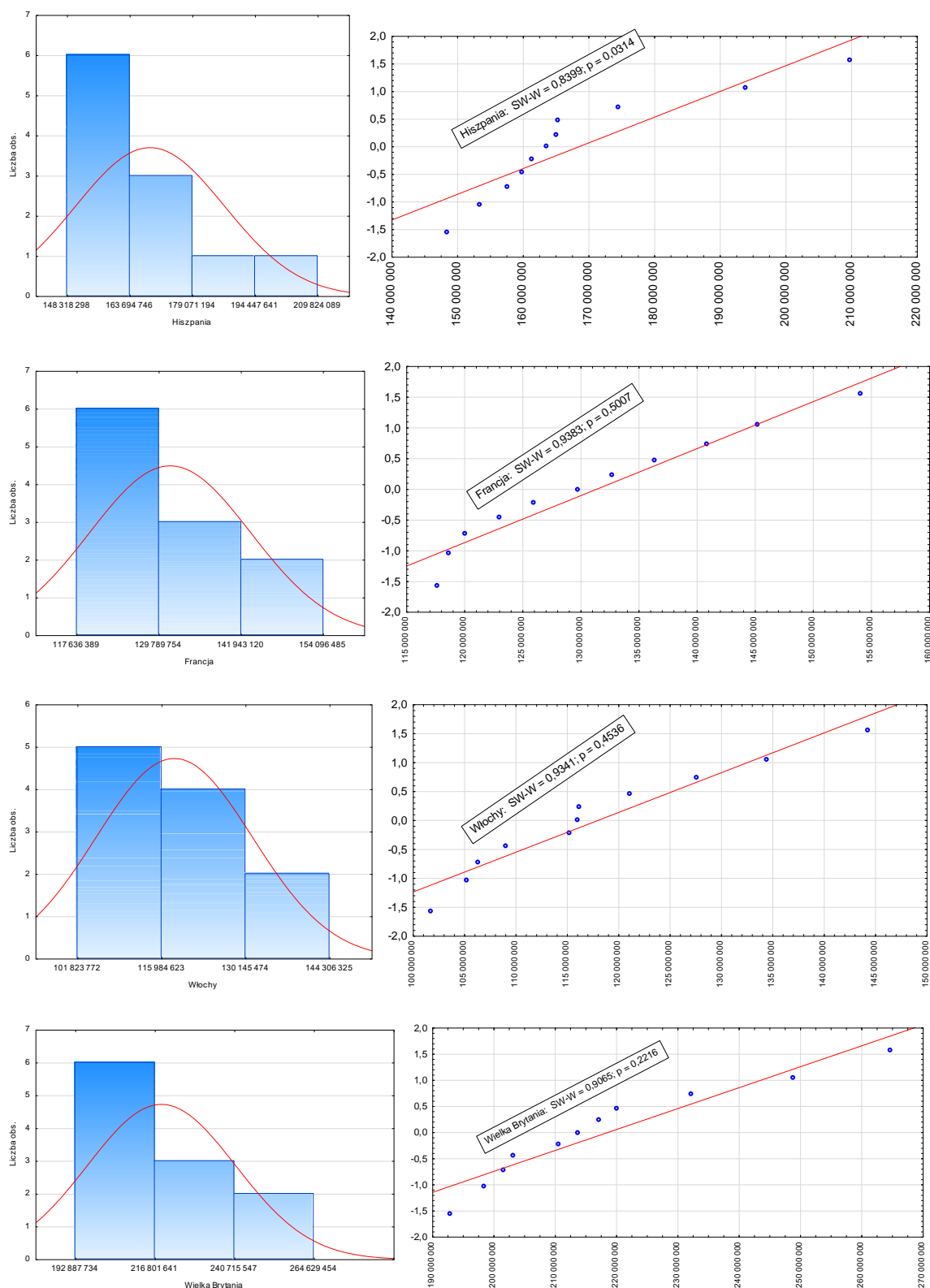
Rysunek 3. Wykres ramka-wąsy przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy: Niemcy, Hiszpania, Francja, Włoch, Wielka Brytania z podziałem na państwa w latach 2007-2017

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&code=ttr00012>

Oceną wykonanego zestawienia danych pierwotnych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy (rysunek 3) w ujęciu dynamicznym jest zaobserwowanie tylko w Hiszpanii wartości odstającej. Wyraźnie najwyższa liczba przewożonych pasażerów była w Wielkiej Brytanii, a najmniejsza w Włoszech. Najmniejszy rozrzut analizowanych danych pierwotnych było w Francji, a największy w Wielkiej Brytanii.

Dalszym etapem analizy było zbadanie rozkładu przewożonych ludzi transportem lotniczym w poszczególnych analizowanych państwach Europy w ujęciu dynamicznym (rysunek 4 i tabela 2).





Rysunek 4. Analiza rozkładu szeregów pierwotnych danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym w wybranych państwach Europy: Niemcy, Hiszpania, Francja, Włoch, Wielka Brytania z podziałem na państwa w latach 2007-2017 z wykorzystaniem narzędzi badawczych histogramu, wykresu normalności i testu Shapiro-Wilka

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=tr00012>

Tabela 2. Statystyka opisowa – skośność i kurtoza

	Skośność	Kurtoza
Niemcy	0,600074	-0,431431
Hiszpania	1,488693	1,822308
Francja	0,645230	-0,474039
Włochy	0,818787	0,057788
Wielka Brytania	1,066030	0,509706

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Oceną przeprowadzonej analizy rozkładu danych pierwotnych przewozu ludzi transportem lotniczym w poszczególnych państwach Europy jest to, że we wszystkich analizowanych państwach oprócz Hiszpanii rozkład jest normalny. Co więcej w Niemczech i Francji jest bardziej wysmukły niż normalny, a w pozostałych państwach przyjmuje charakter bardziej spłaszczonego. Wszystkie państwa wykazują tendencję prawo skośności. Najwyższa skośność jest w Hiszpanii (1,49), a najmniejsza w Niemczech (0,6).

Drugą częścią badania była analiza szeregu czasowego przewozu ludzi transportem lotniczym w Wielkiej Brytanii.

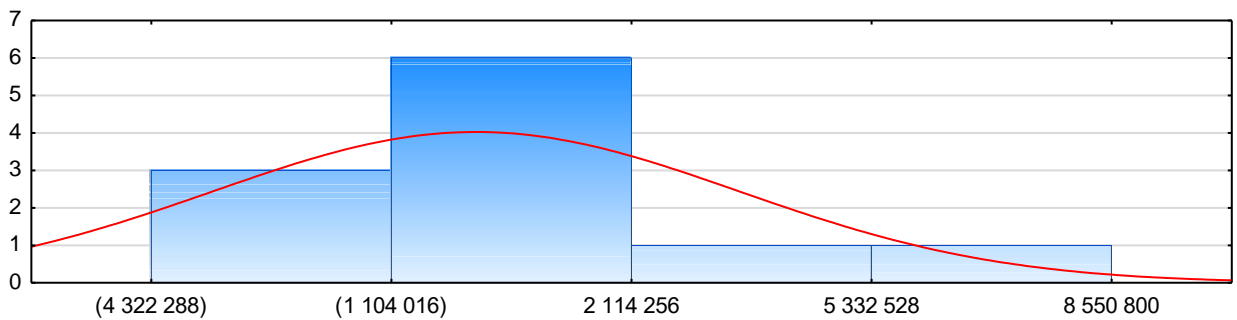
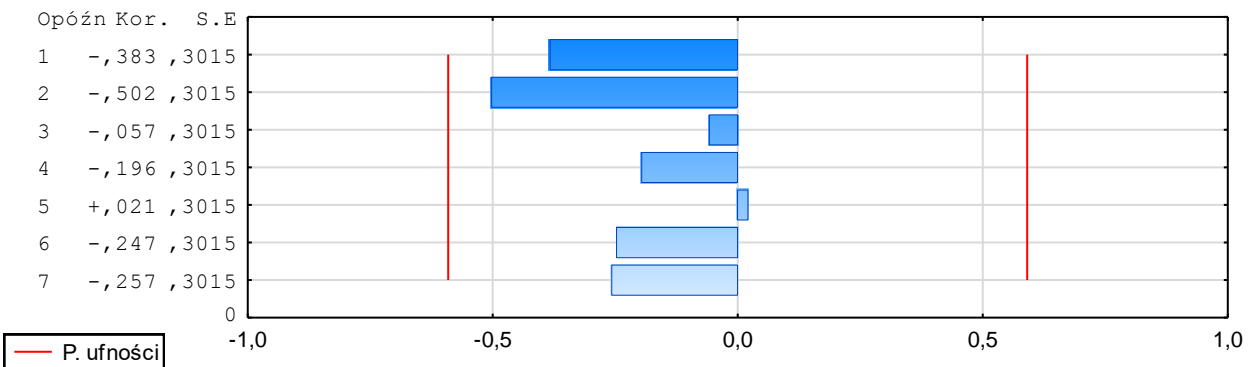
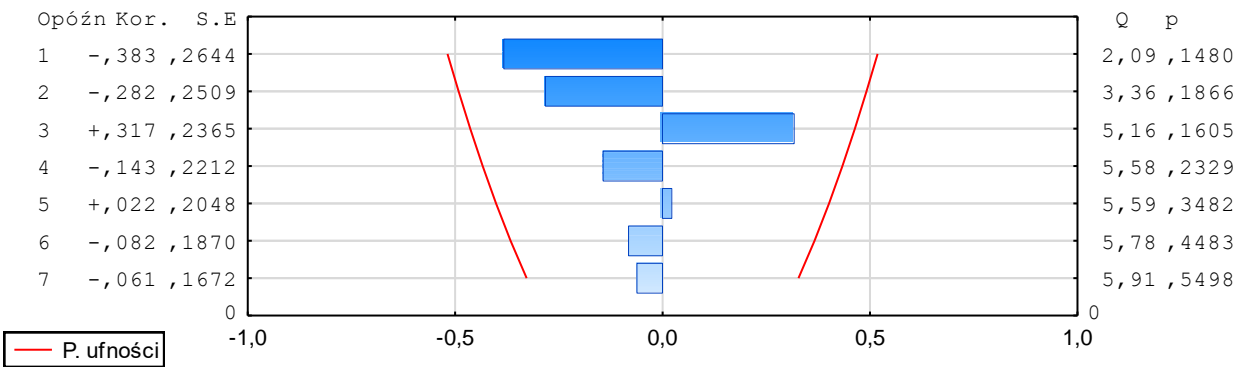
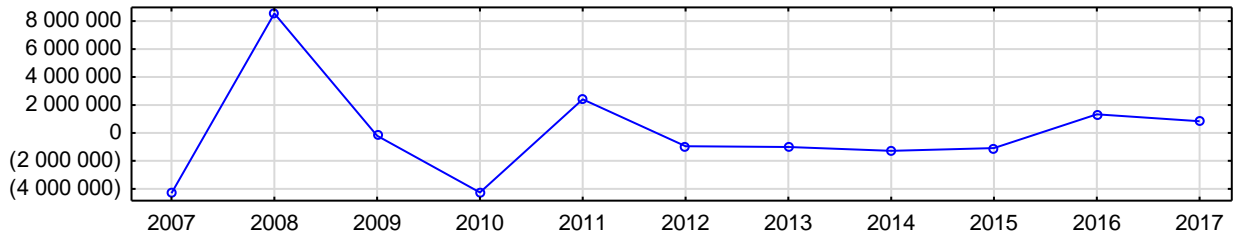
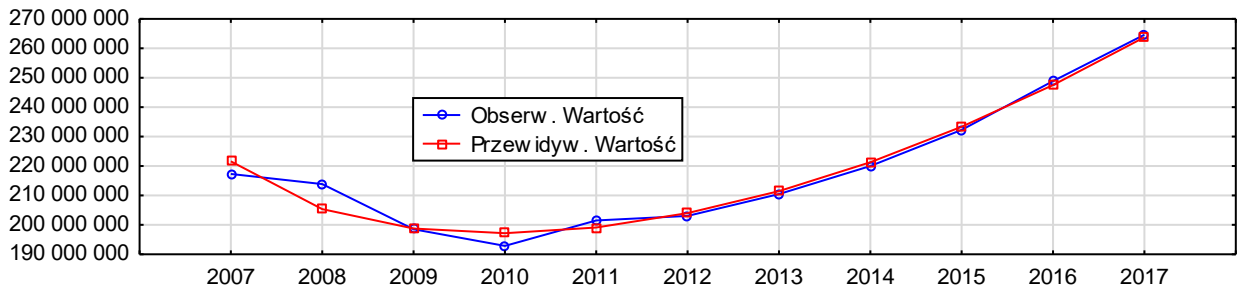
Dla celów badawczych zbudowano model regresji wielorakiej złożony z trzech predyktorów (zmienna t , t^2 i $\ln t$) do oceny istnienia trendu w analizowanym szeregu czasowym pierwotnym przewozu ludzi transportem lotniczym w Wielkiej Brytanii. Istotne predyktory zestawiono w tabeli 3.

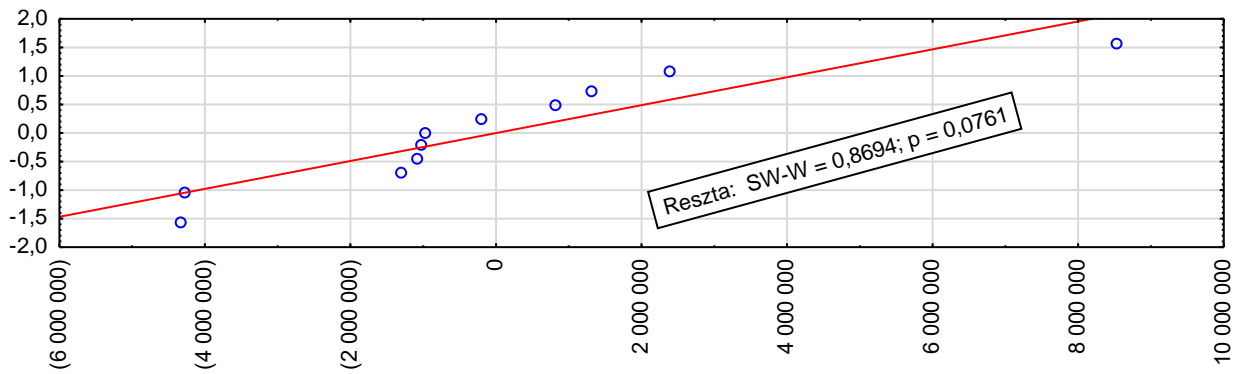
Tabela 3. Model regresji wielorakiej

N=11	R= ,98739205 R ² = ,97494307 Popraw. R2= ,96867884 Błąd std. estymacji: 3922E3					
	b*	Bł. std.	b	Bł. std.	t(8)	p
W. wolny			220 715 275	3 365 317	65,58528	0,000000
t²	1,656741	0,109010	898 377	59 112	15,19800	0,000000
ln t	-0,920250	0,109010	-27 366 668	3 241 784	-8,44185	0,000030

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Obserwacja wzrokowa wyników badań przedstawionych w tabeli 3 pozwala na stwierdzenie, że zbudowany model jest dobrze dopasowany ($R=0,99$). Co więcej istotne predyktory w postaci zmiennych t^2 i $\ln t$ wskazują na istnienie trendu. Następnie przeprowadzono analizę i ocenę reszt zbudowanego modelu (rysunek 5).





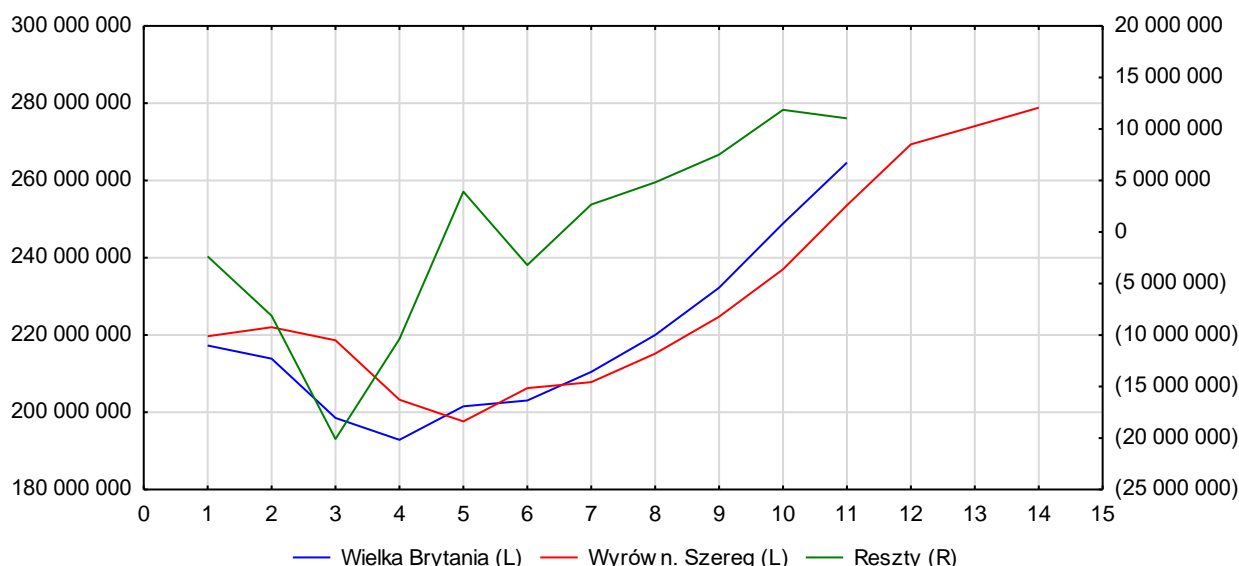
Rysunek 5. Analiza reszt modelu regresji wielorakiej szeregu pierwotnego danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym Wielkiej Brytanii w latach 2007-2017 z wykorzystaniem narzędzi badawczych: wykresu liniowego wartości przewidywanych i obserwowanych, wykresu reszt modelu, autokorelacji, autokorelacji cząstkowej, histogramu, wykresu normalności i testu Shapiro-Wilka

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Z analizy reszt zbudowanego modelu regresji wielorakiej (rysunek 5) wynika, że jest dobre dopasowanie wartości przewidywanych i obserwowanych. Reszty modelu wykazują zmienne zarówno dodatnie jak i ujemne bez występowania długich wąsów, co może bezpośrednio świadczyć o zjawisku białego szumu w analizowanych resztach. Stało się to przesłanką do użycia narzędzi badawczych w postaci autokorelacji i autokorelacji cząstkowej. Użyte narzędzia potwierdziły istnienie zjawiska białego szumu. Rozkład reszt jest normalny. Można tym samym przyjąć, że jest to gaussowski biały szum. Zbudowany model jest zatem poprawny.

3. PROGNOZOWANIE

Oceną zbudowanego modelu jest wykrycie trendu, co stało się bezpośrednią przesłanką do zastosowania do prognozy szeregu czasowego przewozu ludzi transportem lotniczym w Wielkiej Brytanii metody Holta. Wyniki prognozy metodą wygładzania wykładniczego Holta na lata 2018-2020 przedstawiono na rysunku 6.



Rysunek 6. Prognoza metodą Holta szeregu pierwotnego danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym Wielkiej Brytanii na lata 2018-2020

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Wykonana prognoza na rysunku 6 wskazuje na istnienie trendu rosnącego. W tabeli 5 zestawiono szczegółowe wyniki prognozy na lata 2018-2020.

Tabela 4. Prognoza metodą Holta szeregu pierwotnego danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym Wielkiej Brytanii na lata 2018-2020

Lata	Przewóz ludzi w Wielkiej Brytanii transportem lotniczym	Prognoza przewozu ludzi transportem lotniczym metodą Holta
2007	217 291 360	219 658 265
2008	213 890 470	222 025 169
2009	198 533 970	218 624 279
2010	192 887 734	203 267 779
2011	201 536 753	197 621 543
2012	203 067 015	206 270 562
2013	210 468 980	207 800 824
2014	220 022 122	215 202 789
2015	232 270 437	224 755 931
2016	248 868 873	237 004 246
2017	264 629 454	253 602 682
2018		269 363 263
2019		274 097 073
2020		278 830 882

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Z tabeli 5 wynika, że w 2018 roku zostanie przewiezionych transportem lotniczym w Wielkiej Brytanii 269 363 263 pasażerów, w 2019 274 097 073, natomiast w 2020 nastąpi wzrost do 278 830 882.

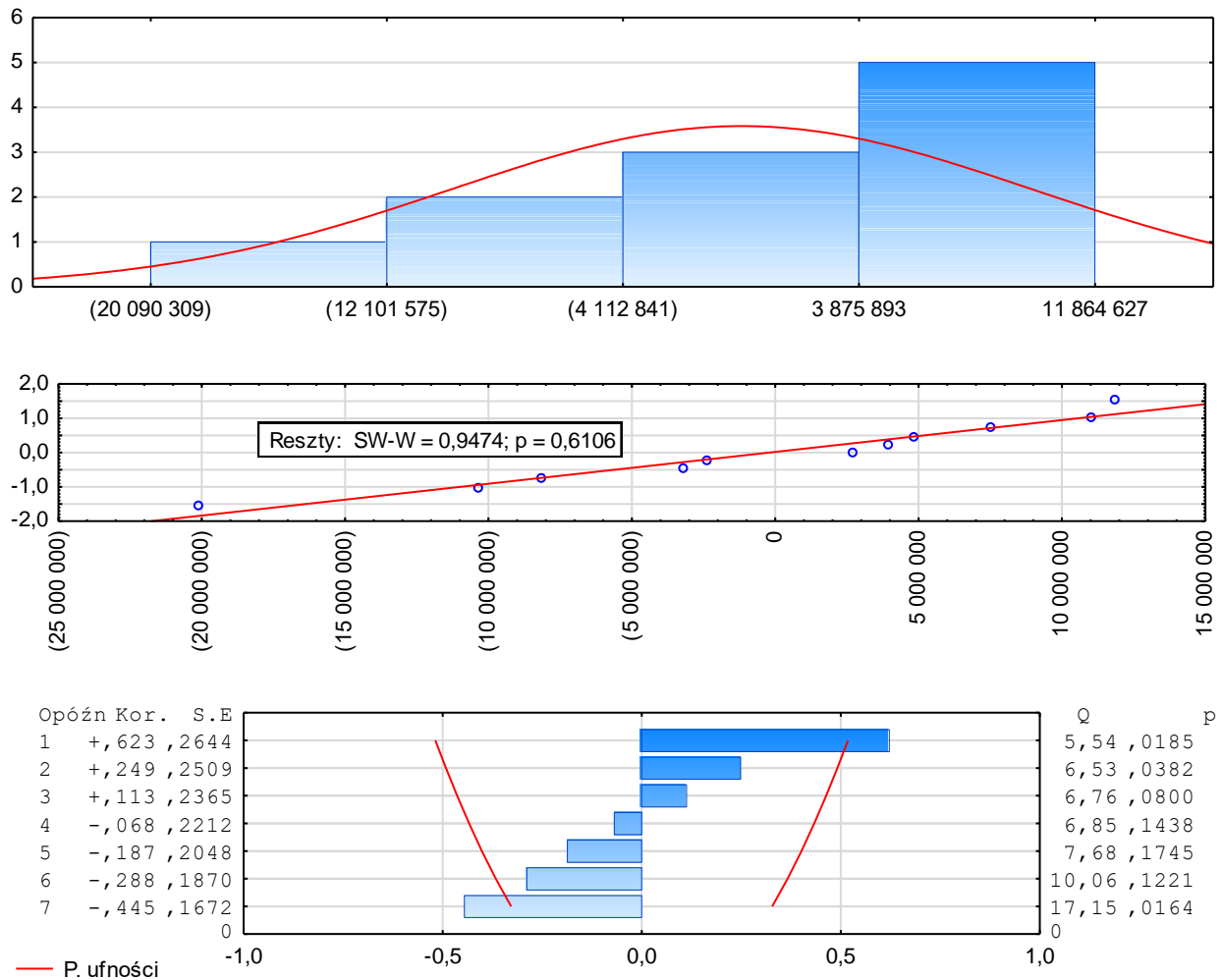
Dalszym etapem analizy było zbadanie błędów wykonanej prognozy. Szczegółowe wyniki dotyczące błędów wykonanej prognozy zestawiono w tabeli 4.

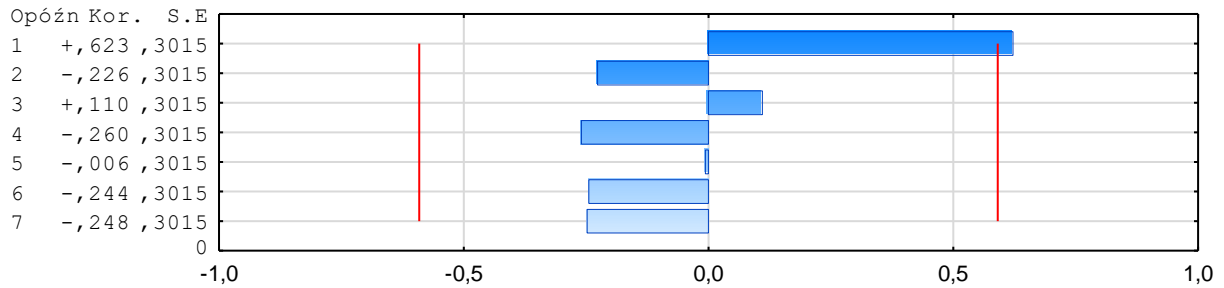
Tabela 5. Analiza błędów prognozy zastosowanej metody Holta

	Błąd
Błąd średni	(215 173,15)
Średni błąd bezwzględny	7 816 737,08
Suma kwadratów	957 904 900 340 670,00
Średni kwadratowy	87 082 263 667 333,70
Średni błąd procentowy	(0,40)
Średni bezwzględny błąd procentowy	3,59

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=tr00012>

Z tabeli 4 wynika, że średni bezwzględny błąd prognozy był niski i wyniósł 3,59. Tym samym przyjęto, że przeprowadzona prognoza jest poprawna. Poprawność zbadano również poprzez zastosowanie analizy reszt prognozy, którą zestawiono na rysunku 7.





Rysunek 7. Analiza prognozy szeregu pierwotnego danych dotyczących przewozu ludzi transportem lotniczym Wielkiej Brytanii w latach 2007-2017 wykonanej metodą Holta na lata 2018-2020

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych uzyskanych z strony internetowej: <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>

Obserwacja wzrokowa rysunku 7 pozwala na stwierdzenie, że rozkład reszt prognozy metodą Holta jest normalny. Natomiast w resztach modelu zaobserwowano istnienie zależności. Oceną końcową wykonanej prognozy jest przyjęcie założenia, że wykonana prognoza jest poprawna.

PODSUMOWANIE, WNIOSKI

Przeprowadzona analiza i ocena szeregów czasowych pierwotnych dotyczących przewozu pasażerów transportem lotniczym w wybranych państwach Europy wyraźnie wskazuje na istnienie trendu o charakterze rosnącym. Wynika to z coraz to większej potrzeby mobilności, rozwoju turystyki, a tym samym z wzrostu gospodarczego wielu państw na świecie.

Cel główny pracy został osiągnięty. Przeprowadzono analizę i ocenę danych pierwotnych dotyczących przewozu pasażerów transportem lotniczym w pięciu wybranych państwach Europy, oraz prognozowanie na lata 2018-2020 przyszłych pasażerów linii lotniczych w Wielkiej Brytanii. Wykonane prognozowanie wyraźnie wskazuje na wzrost liczby pasażerów przewożonych liniami lotniczymi w ujęciu dynamicznym w Wielkiej Brytanii. Na rok 2020 wykonana prognoza pasażerów linii lotniczych oscyluje wokół 280 tys. ludzi.

Zastosowanie metody Holta, przy zaobserwowanych zależnościach w rozpatrywanym szeregu czasowym przewozu ludzi transportem lotniczym w Wielkiej Brytanii, może usprawnić planowanie pod kątem poprawy zarządzania całym łańcuchem transportu ludzi, a tym samym odpowiednio przewidzieć siły i środki na zabezpieczenie planowanych przedsięwzięć.

BIBLIOGRAFIA

- Dittmann P., 2016, *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*, Wolters Kluwer Polska Sp. z o.o., Kraków.
- Dittmann P. i in., 2016, *Prognozowanie w zarządzaniu przedsiębiorstwem*, Wydawnictwo Nieoczywiste, Imprint GAB Media.
- Dittmann P. i in., 2016, *Prognozowanie w zarządzaniu sprzedażą i finansami przedsiębiorstwa*, Wydawnictwo Nieoczywiste, imprint GAB Media.
- Makridakis S.G., Wheelwright S.C., Hyndman R.J., 1998, *Forecasting methods and applications*, John Wiley and Sons, New York.
- Gołemska E., 2008, *Transport lotniczy w rozwoju Wielkopolski XXI wieku*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 491, Ekonomiczne Problemy Usług, nr 15, s. 304–312.
- Kozicki B., Waściński T., Brzeziński M., Tomaszewski J., 2018, *Zastosowanie prognozy do planowania przychodów przedsiębiorstwa*, GMiL 1231-2037, 5/2018, 332-34.
- Kozicki B., Waściński T., Brzeziński M., Lisowska A., 2018, *Cost forecast in a shipping company*, *Transport means 2018*, Litwa 2018ISSN 1822-296 X (print), ISSN 2351-7034 (online), 1235-1241.
- Kozicki B., 2018, *Metodyka prognozowania zysku*, Systemy logistyczne wojsk, Warszawa 2018, SLW 2018; 2 (49), DOI: 10.5604/01.3001.0012.7142, 138-157.
- Kozicki B., Waściński T., Lisowska A., 2018, *Selection of optimal forecasting method for a CPI inflation measure in Poland*, wyd. Katedra Zarządzania Jakością i Wiedzą WE UMCS Lublin 2018, ISBN 978-83-62785-31-5, 565-574.
- Tomaszewski J., 2018, *Prognozowanie przyjęć do pracy jako element budowy strategii personalnej*. SLW 2018; 2 (49), DOI: 10.5604/01.3001.0012.714, 219-235.
- <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/download.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=ttr00012>, (stan na dzień 25.03.2019r.).