

Agnieszka BARCZAK

POMIAR WAHAŃ SEZONOWYCH RUCHU PASAŻERSKIEGO NA PRZYKŁADZIE PORTU LOTNICZEGO GDAŃSK

MEASUREMENT OF SEASONAL FLUCTUATIONS IN PASSENGER TRAFFIC USING THE CASE STUDY OF GDAŃSK AIRPORT

Katedra Analizy Systemowej i Finansów, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Klemensa Janickiego 31, 71-270 Szczecin, e-mail: agnieszka.barczak@zut.edu.pl

Summary. Time-dependent fluctuations in demand are particularly conspicuous in case of passenger air traffic. These fluctuations imply for airlines the necessity to maintain additional carrying capacity and for airports the necessity to maintain extra throughput capacity, to be used in the event of sudden or forecasted increase in passenger transport demand. Therefore, the primary objective of this paper is to measure seasonal fluctuations in passenger traffic at Gdańsk Lech Wałęsa Airport, whereas its secondary objective is to prepare forecasts that take into account multiplicative seasonal fluctuations.

Słowa kluczowe: prognoza przewozów pasażerskich, transport lotniczy, wahania sezonowe, wskaźnik sezonowości.

Key words: air transport, forecast of passenger operations, seasonal fluctuations, seasonality index.

WSTĘP

Wahaniom sezonowym podlega wiele zjawisk gospodarczych i społecznych. Są one rezultatem stale działających czynników, które mają charakter przyrodniczy, ekonomiczny bądź społeczny. Przyczyny mające charakter ekonomiczny najczęściej związane są z czynnikami przyrodniczymi, czyli z porami roku. Analiza wahań sezonowych umożliwia ograniczanie lub eliminowanie ich ujemnych skutków (Krzysztofik i Urbanek 1981).

Do charakterystycznych cech wahań sezonowych zalicza się (Sobczyk 2006):

- roczny cykl wahań, w ramach którego wyróżnia się zazwyczaj podokresy miesięczne, kwartalne i półroczne;
- systematyczne powtarzanie się w każdym roku;
- wskazanie określonej regularności.

Wahania czasowe popytu są szczególnie widoczne w przypadku pasażerskiego ruchu lotniczego. Wiąże się z nimi konieczność utrzymywania rezerw zdolności przewozowych przez linie lotnicze oraz zdolności przepustowej portów lotniczych, które wykorzystuje się w przypadku ewentualnego bądź zakładanego wzrostu popytu na przewozy pasażerskie (Marketing na rynku... 2000, Polski rynek usług... 2012).

Analizę wahań sezonowych liczby pasażerów w portach lotniczych w Krakowie, Katowicach i Gdańsku zawierają opracowania Żurowskiej (2008), Stanek i Żurowskiej (2008a, b). Przedstawiono w nich metodykę wyodrębniania wahań sezonowych z wykorzystaniem

metody wskaźników, metody iteracyjnej, metody średniej ruchomej scentrowanej oraz analizy harmonicznej. Badaniem objęto lata 1996–2007, co wskazuje na potrzebę przeprowadzenia badań w następnych latach.

Celem niniejszych badań był pomiar wahań sezonowych ruchu pasażerskiego w Porcie Lotniczym Gdańsk im. Lecha Wałęsy oraz sporządzenie prognoz uwzględniających multiplikatywne wahania sezonowe. W badaniu wzięto pod uwagę ruch pasażerski ogółem oraz regularny ruch krajowy i zagraniczny w latach 2004–2014, w ujęciu miesięcznym i kwartalnym. Przedstawiono także prognozowane wartości ruchu pasażerskiego w roku 2015.

METODY POMIARU WAHAŃ SEZONOWYCH

Wykrywanie prawidłowości w kształtowaniu się wahań sezonowych z wykorzystaniem metod statystycznych jest możliwe pod warunkiem regularności zmian ilościowych występujących w ramach cyklu wahań sezonowych. W tym celu wykorzystuje się m.in. wskaźniki sezonowości.

Wyróżnia się wahania sezonowe multiplikatywne i addytywne. Wahania multiplikatywne występują wtedy, gdy w poszczególnych podokresach cyklu analizowane zjawisko odchyła się od średniego poziomu bądź trendu o pewną stałą wielkość względną. Wahania addytywne dotyczą sytuacji, w której w poszczególnych podokresach cyklu sezonowości występują stałe pod względem wartości bezwzględnej odchylenia poziomu analizowanego zjawiska od średniego poziomu lub trendu (Sobczyk 2006).

Stosowana metoda wyznaczania wskaźników sezonowości opiera się na ilorazie wartości empirycznych i wartości trendu. Kolejno wyznacza się średni wskaźnik dla okresów jednoimiennych bądź stosuje się iloraz średnich okresów jednoimiennych przez średnią wartość trendu okresów jednoimiennych (Krzysztofiak i Urbanek 1981):

$$S_i = \frac{\sum \frac{y_i}{\hat{y}_i}}{n} \cdot 100 \quad (1)$$

lub

$$S_i = \frac{\sum \bar{y}_i}{\sum \hat{\bar{y}}_i} \cdot 100 = \frac{\sum \bar{y}_i}{\sum \hat{\bar{y}}_i} \cdot 100 \quad (2)$$

gdzie:

- S_i – wskaźnik sezonowości dla i -tego podokresu cyklu sezonowości,
- y_i – wartość empiryczna zmiennej okresu i ,
- \bar{y}_i – średnia wartość empiryczna zmiennej okresów jednoimiennych,
- \hat{y}_i – wartość trendu okresu i ,
- $\hat{\bar{y}}_i$ – średnia wartość trendu okresów jednoimiennych,
- n – liczba okresów jednoimiennych.

W przypadku, gdy suma wskaźników sezonowości nie spełnia warunku $\sum_{i=1}^d S_i = d$, konieczne jest wyznaczenie współczynnika korygującego:

$$k = \frac{d}{\sum_{i=1}^d S_i} \quad (3)$$

gdzie:

d – liczba podokresów w cyklu.

Współczynnik ten pozwala na przekształcenie surowych (nieoczyszczonych) wskaźników sezonowości na wskaźniki oczyszczone za pomocą formuły:

$${}_k S_i = k \cdot S_i \quad (4)$$

Znajomość miar wahań sezonowych i funkcji trendu badanego zjawiska pozwala na uzyskiwanie prognoz. W przypadku multiplikatywnych wahań sezonowych, w celu uzyskania prognozy dla okresu $t = T$, stosuje się następującą formułę:

$$y_T^P = \hat{y}_T \cdot {}_k S_i \quad (5)$$

gdzie:

\hat{y}_T – wartość oszacowanej funkcji trendu.

Dla addytywnych wahań sezonowych prognoza wyznaczana jest ze wzoru:

$$y_T^P = \hat{y}_T + S_i \quad (6)$$

Należy jednak zaznaczyć, że ze względu na to, iż sposób prognozowania nie jest oparty na formalnym modelu, nie ma możliwości wyznaczenia błędu prognozy (Jóźwiak i Podgórski 2009).

ANALIZA SEZONOWOŚCI

Analiza sezonowości dotyczyła trzech zmiennych: ruchu pasażerskiego ogółem oraz regularnego pasażerskiego ruchu krajowego i zagranicznego. Dla każdej ze zmiennych wyznaczono wykresy danych empirycznych w przekrojach kwartalnym i miesięcznym, na podstawie których można było wnioskować o przebiegu wahań sezonowych. Analiza wykazała, że we wszystkich przedstawionych przypadkach są to szeregi, w których występują wahania okresowe, przy czym ich amplituda ma charakter rosnący w czasie, co wskazuje na multiplikatywne właściwości.

Zarówno dla danych kwartalnych, jak i miesięcznych konieczne było wyznaczenie współczynnika korygującego zmieniającego surowe wskaźniki sezonowości na wskaźniki oczyszczone.

Kwartalne dane rzeczywiste, dotyczące ruchu pasażerskiego ogółem, wykazują tendencję rozwojową z sezonowością (rys. 1). W związku z tym wyznaczono funkcję trendu wykładniczego w postaci: $\hat{y}_t = 160717,2433 e^{0,0431t}$

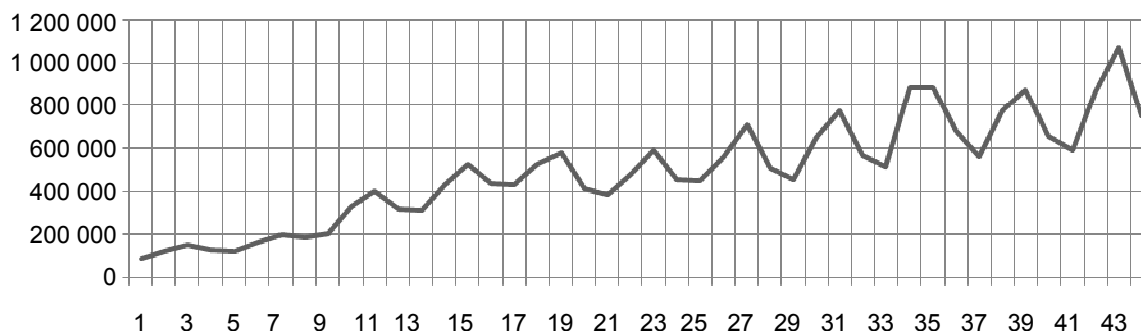
dopasowanie modelu	R^2	Vs
	0,7858	27,42%

gdzie:

R^2 – współczynnik determinacji,

Vs – współczynnik zmienności losowej.

Po wyodrębnieniu funkcji trendu wyznaczono wskaźniki sezonowości, na podstawie których można wnioskować, że w badanym okresie tylko w wyniku sezonowości liczba pasażerów ogółem w pierwszym kwartale była mniejsza, w porównaniu z trendem, przeciętnie o 19,29%, w drugim kwartale zaś – większa o 7,49%, w trzecim kwartale – większa o 21,62%, a w czwartym kwartale – mniejsza o 9,83%.



Rys. 1. Ruch pasażerski ogółem w Porcie Lotniczym Gdańsk, w ujęciu kwartalnym, w osobach
Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Następnie na podstawie wskaźników sezonowości wyznaczono prognozy na kolejne kwartały i miesiące. Przedstawiono je w tab. 1, 2.

Tabela 1. Prognoza ruchu pasażerskiego ogółem w Porcie Lotniczym Gdańsk, w ujęciu kwartalnym

Kwartał	Prognoza
I	678 756
II	880 228
III	995 371
IV	743 794

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Tabela 2. Prognoza ruchu pasażerskiego ogółem w Porcie Lotniczym Gdańsk na rok 2015, w ujęciu miesięcznym

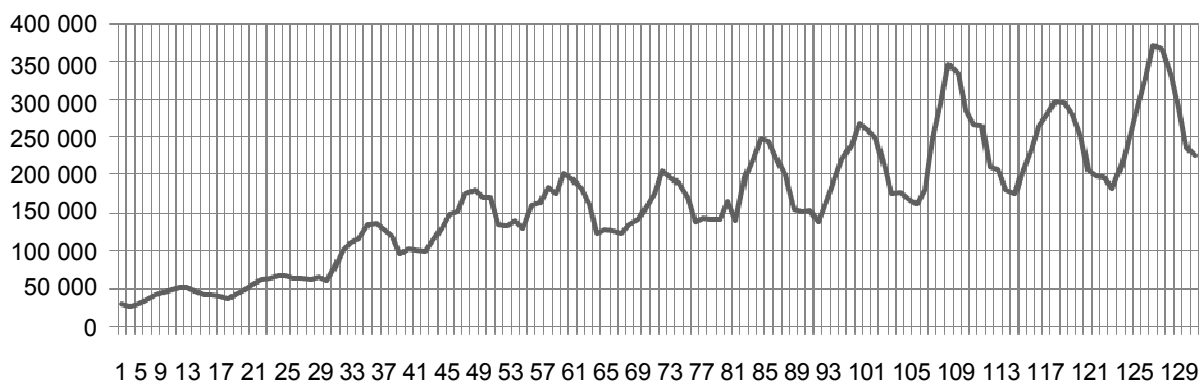
Miesiąc	Prognoza
Styczeń	237 327
Luty	202 853
Marzec	228 399
Kwiecień	251 052
Maj	286 357
Czerwiec	304 989
Lipiec	330 429
Sierpień	321 478
Wrzesień	300 873
Październik	272 521
Listopad	220 700
Grudzień	218 858

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Również dane w ujęciu miesięcznym wykazują tendencję rozwojową z sezonowością (rys. 2). Wyznaczono wykładniczą funkcję trendu w postaci: $\hat{y}_t = 54221,8805 e^{0,0144t}$

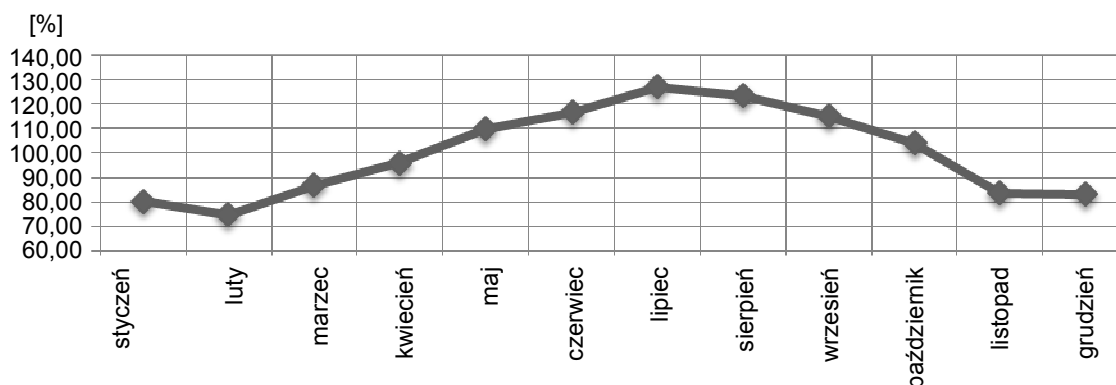
dopasowanie modelu	R^2	Vs
	0,7710	28,89%

Następnie wyznaczono wskaźniki sezonowości, które zostały przedstawione na rys. 3.



Rys. 2. Ruch pasażerski ogółem w Porcie Lotniczym Gdańsk, w ujęciu miesięcznym, w osobach
Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Analiza wskaźników sezonowości wykazuje, że w badanym okresie w wyniku sezonowości największy spadek liczby pasażerów ogółem, w stosunku do ich liczby wyznaczonej na podstawie trendu, odnotowano w lutym (25,14%). Wzrost liczby pasażerów, w stosunku do linii trendu, odnotowano w okresie od maja do października, przy czym największy odnotowano w lipcu (26,82%).

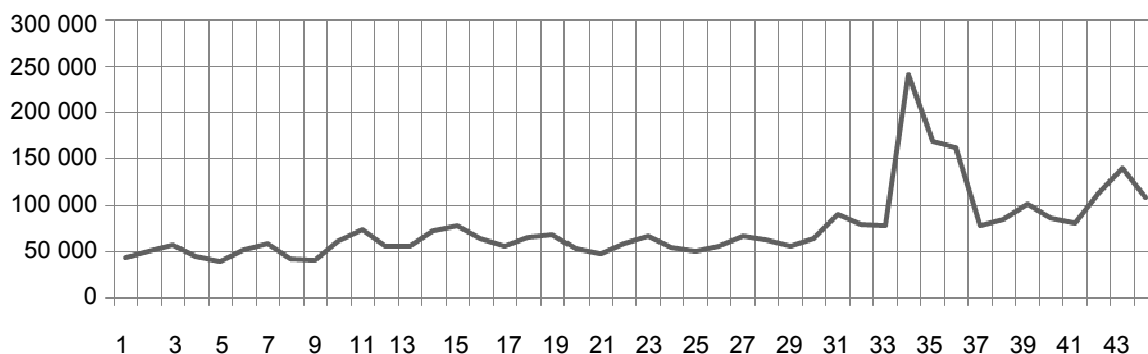


Rys. 3. Ruch pasażerski ogółem w Porcie Lotniczym Gdańsk – wskaźniki sezonowości w ujęciu miesięcznym
Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Kwartalne dane rzeczywiste, dotyczące regularnego krajowego ruchu pasażerskiego, wykazują tendencję rozwojową z sezonowością (rys. 4). Wyodrębniono wykładniczą funkcję trendu w postaci: $\hat{y}_t = 41828,4365 e^{0,0223t}$

dopasowanie modelu	R^2	Vs
	0,6235	21,20%

Pozwoliło to na wyznaczenie wskaźników sezonowości, na podstawie których można wnioskować, że w badanym okresie tylko w wyniku sezonowości liczba pasażerów w krajowym regularnym ruchu pasażerskim w pierwszym kwartale była mniejsza przeciętnie o 21,06% od liczby pasażerów wyznaczonej na podstawie trendu wykładniczego, w drugim kwartale była ona większa o 11,07%, w trzecim kwartale – większa o 16,34%, a w czwartym kwartale – mniejsza o 6,36%.



Rys. 4. Regularny krajowy ruch pasażerski w Porcie Lotniczym Gdańsk, w ujęciu kwartalnym, w osobach
 Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Wykorzystując uzyskane wskaźniki sezonowości, wyznaczono prognozy na kolejne kwartały i miesiące. Przedstawiono je w tab. 3, 4.

Tabela 3. Prognoza regularnego krajowego ruchu pasażerskiego w Porcie Lotniczym Gdańsk na rok 2015, w ujęciu kwartalnym

Kwartał	Prognoza
I	90 071
II	129 589
III	138 798
IV	114 236

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Tabela 4. Prognoza regularnego krajowego ruchu pasażerskiego w Porcie Lotniczym Gdańsk na rok 2015, w ujęciu miesięcznym

Miesiąc	Prognoza
Styczeń	29 462
Luty	27 895
Marzec	32 805
Kwiecień	37 339
Maj	44 216
Czerwiec	48 173
Lipiec	50 945
Sierpień	44 524
Wrzesień	43 479
Październik	43 870
Listopad	36 137
Grudzień	34 359

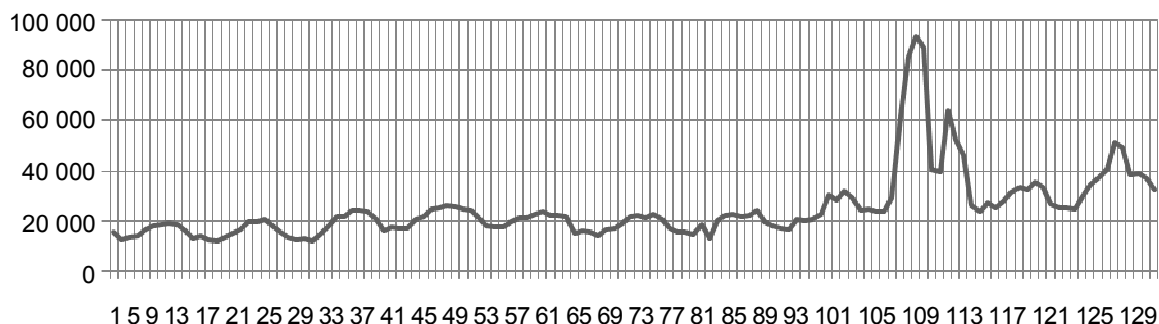
Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Dane, dotyczące krajowego ruchu pasażerskiego, w ujęciu miesięcznym wykazują tendencję rozwojową z sezonowością (rys. 5). W związku z tym wyznaczono funkcję trendu w postaci: $\hat{y}_t = 14023,3344e^{0,0074t}$

dopasowanie modelu

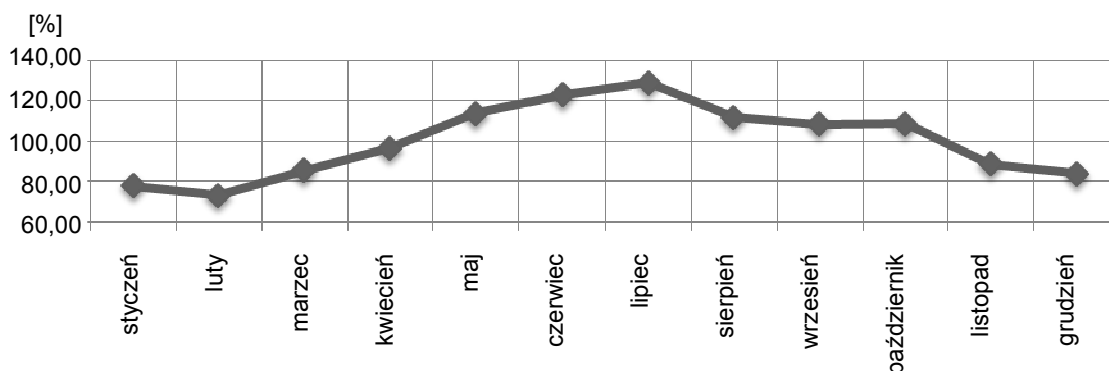
R^2
0,5872

Vs
24,95%



Rys. 5. Regularny krajowy ruch pasażerski w Porcie Lotniczym Gdańsk, w ujęciu miesięcznym, w osobach
Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Na podstawie oszacowanej wykładniczej funkcji trendu wyznaczono wskaźniki sezonowości, które zostały przedstawione na rys. 6.



Rys. 6. Regularny krajowy ruch pasażerski w Porcie Lotniczym Gdańsk – wskaźniki sezonowości w ujęciu miesięcznym
Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

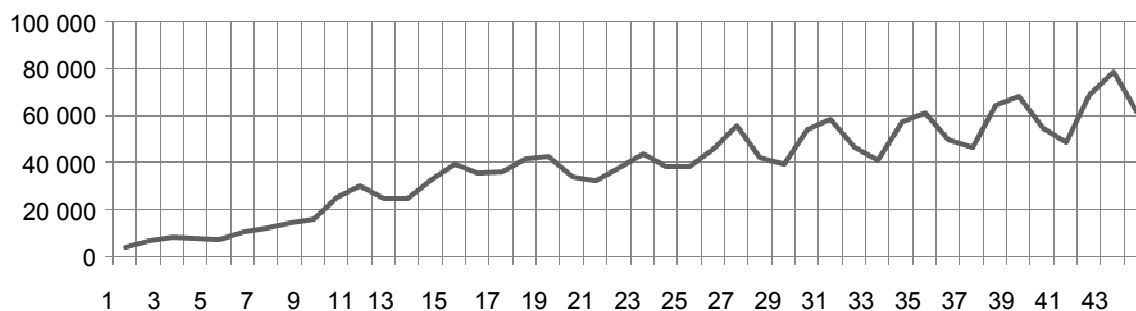
Analiza wskaźników sezonowości wykazuje, że w badanym okresie w wyniku sezonowości największy spadek liczby pasażerów w regularnym krajowym ruchu pasażerskim, w stosunku do ich liczby wyznaczonej na podstawie trendu wykładniczego, odnotowano w lutym (26,75%). Wzrost liczby pasażerów, w stosunku do linii trendu, odnotowano w okresie od maja do października, przy czym największy odnotowano w lipcu (28,92%).

Kwartalne dane rzeczywiste, dotyczące regularnego zagranicznego ruchu pasażerskiego, wykazują tendencję rozwojową z sezonowością (rys. 7). Na podstawie szeregu wyznaczono funkcję trendu wykładniczego w postaci: $\hat{y}_t = 104251,6173 e^{0,0493t}$

dopasowanie modelu	R^2	Vs
	0,7648	29,82%

Po wyodrębnieniu funkcji trendu wyznaczono wskaźniki sezonowości. Wynika z nich, że w badanym okresie tylko w wyniku sezonowości liczba pasażerów w regularnym zagranicznym ruchu pasażerskim w pierwszym kwartale była mniejsza przeciętnie o 15,77% od liczby pasażerów wyznaczonej na podstawie trendu, w drugim kwartale była ona większa o 6,90%, w trzecim kwartale – większa o 15,67%, a w czwartym kwartale – mniejsza o 6,79%.

Następnie, na podstawie wskaźników sezonowości wyznaczono prognozy na kolejne kwartały i miesiące. Przedstawiono je w tab. 5, 6.



Rys. 7. Regularny zagraniczny ruch pasażerski w Porcie Lotniczym Gdańsk, w ujęciu kwartalnym, w osobach

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Tabela 5. Prognoza regularnego zagranicznego ruchu pasażerskiego w Porcie Lotniczym Gdańsk na rok 2015, w ujęciu kwartalnym

Kwartał	Prognoza
I	590 232
II	739 668
III	800 598
IV	651 478

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Tabela 6. Prognoza regularnego zagranicznego ruchu pasażerskiego w Porcie Lotniczym Gdańsk na rok 2015, w ujęciu miesięcznym

Miesiąc	Prognoza
Styczeń	204 942
Luty	174 888
Marzec	201 231
Kwiecień	220 984
Maj	242 839
Czerwiec	243 697
Lipiec	262 278
Sierpień	260 900
Wrzesień	241 845
Październik	231 250
Listopad	194 802
Grudzień	196 468

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

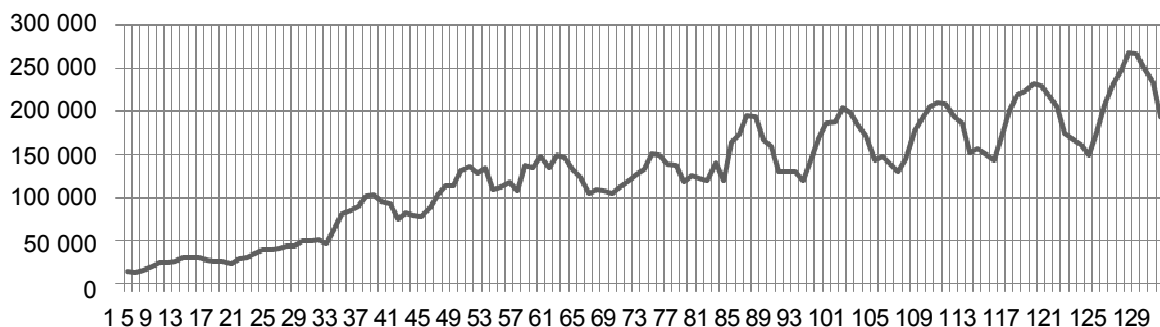
Analiza danych w ujęciu miesięcznym wykazuje, że charakteryzują się one tendencją rozwojową z sezonowością (rys. 8). Wyodrębniono wykładniczą funkcję trendu w postaci

$$\hat{y}_t = 35220,4803 e^{0,0164t}$$

dopasowanie modelu

R^2
0,7566

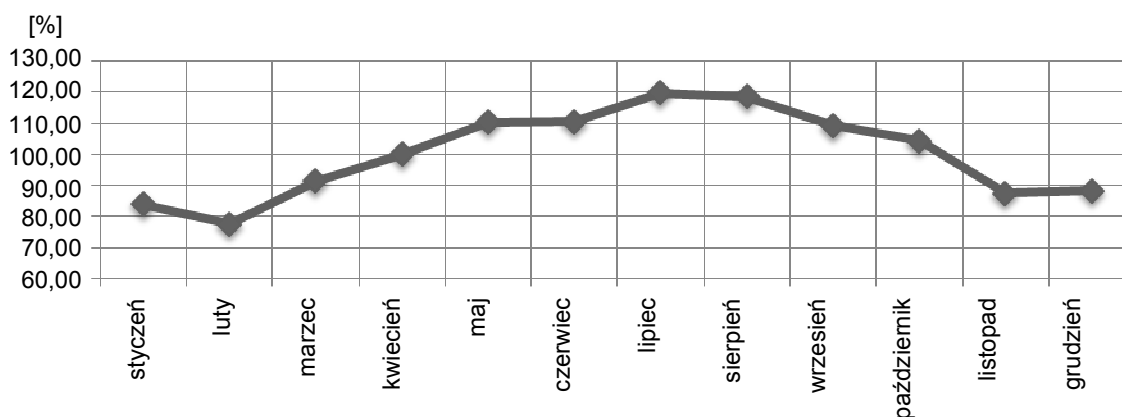
Vs
30,34%



Rys. 8. Regularny zagraniczny ruch pasażerski w Porcie Lotniczym Gdańsk, w ujęciu miesięcznym, w osobach

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Następnie wyznaczono wskaźniki sezonowości, które zostały przedstawione na rys. 9.



Rys. 9. Regularny zagraniczny ruch pasażerski w Porcie Lotniczym Gdańsk – wskaźniki sezonowości w ujęciu miesięcznym

Źródło: opracowano na podstawie danych PL Gdańsk z lat 2004–2014.

Analiza wskaźników sezonowości wykazuje, że w badanym okresie w wyniku sezonowości największy spadek liczby pasażerów w regularnym zagranicznym ruchu pasażerskim, w stosunku do ich liczby wyznaczonej na podstawie trendu, odnotowano w lutym (22,53%). Wzrost liczby pasażerów, w stosunku do linii trendu, odnotowano w okresie od maja do października, przy czym największy odnotowano w lipcu (19,69%).

Wykorzystana metoda wskaźników pozwoliła poznać charakter sezonowości, natomiast w celu bardziej precyzyjnego wyznaczenia prognoz należałoby zastosować inne metody. Jeśli chodzi o wyznaczone wahania sezonowe, wydaje się, że właściwą metodą mogą być trendy jednoimiennych okresów.

PODSUMOWANIE

W grupie prawidłowości ograniczających swobodne funkcjonowanie transportu znajduje się m.in. sezonowość popytu na usługi. Wyraża się ona wahaniami popytu w czasie i przestrzeni oraz decyduje o konieczności dostosowania podaży usług do charakterystycznych spiętrzeń i szczytów przewozowych (Polski rynek usług... 2012).

Mimo że analizowany port lotniczy, zdaniem prezesa Zarządu Portu Lotniczego Gdańsk im. Lecha Wałęsy, cieszy się stosunkowo najmniejszą podatnością na wahania sezonowe, wraz z nadejściem sezonu wakacyjnego liczba obsłużonych pasażerów wzrasta. Stała tendencja wzrostowa jest możliwa w związku ze stabilnym rozwojem zarówno przewoźników tradycyjnych, jak i niskokosztowych. W szczególności istotne są nowe połączenia bezustannie rozbudowujących gdańską bazę linii Wizz Air, jak również połączenie do Helsinek obsługiwane przez Finnair oraz dodatkowy trzeci lot dziennie Air Berlin z Gdańska do Berlina. Oprócz tego coraz większym zainteresowaniem cieszą się krajowe loty do Modlina liniami Ryanair (W maju obsłużyliśmy niemal 320 tysięcy... <http://www.airport.gdansk.pl>).

Przeprowadzona analiza wskazuje, że w Porcie Lotniczym Gdańsk zarówno ruch pasażerów ogółem, jak i regularny ruch krajowy i zagraniczny charakteryzują się multiplikatywnymi wahaniami sezonowymi. We wszystkich przypadkach wzrost liczby pasażerów przypada na trzeci kwartał roku oraz na okres od maja do października. Wzrost liczby pasażerów w tym czasie w dużym stopniu związany jest z okresem wakacyjno-urlopowym, a więc i ze wzmożonym ruchem turystycznym.

Zaobserwowane wahania sezonowe powodują odchylenia od rytmicznego przebiegu działalności Portu Lotniczego Gdańsk, generując nadmierne koszty oraz powodując niepełne wykorzystanie zdolności przewozowych i obsługi w jednych okresach, a jednocześnie przeciążenie w innych. Wyznaczone wskaźniki sezonowości mogą być wskazówką pozwalającą na znalezienie rozwiązania systemowego w planowaniu działalności Portu poprzez wskazywanie wskaźników okresów wzmożonego ruchu turystycznego.

PIŚMIENNICTWO

- Jóźwiak J., Podgórski J. 2009. Statystyka od podstaw. Warszawa, PWE, 441–442.
- Krzysztofiak M., Urbanek D. 1981. Metody statystyczne. Warszawa, PWN, 387, 393–394.
- Marketing na rynku usług lotniczych. 2000. Red. D. Rucińska, A. Ruciński. Gdańsk, Wydaw. UGdań., 108.
- Polski rynek usług transportowych. Funkcjonowanie-przemiany-rozwoj. 2012. Red. D. Rucińska. Warszawa, PWE, 23, 201.
- Stanek M., Żurowska J. 2008a. Analiza wahań sezonowych liczby pasażerów odprawianych przez MPL Katowice. Trans. Miejski Reg. 2008/10, 32–37.
- Stanek M., Żurowska J. 2008b. Analiza wahań sezonowych liczby pasażerów odprawianych przez Port Lotniczy w Gdańsku. Trans. Miejski Reg. 12, 17–21.
- Sobczyk M. 2006. Statystyka, aspekty praktyczne i teoretyczne. Lublin, Wydaw. UMCS, 231–232.
- W maju obsłużyliśmy niemal 320 tysięcy pasażerów..., http://www.airport.gdansk.pl/airport/news/news_1810_w-maju-obsluzyliśmy-niemal-320-tysięcy-pasazerow.html, dostęp: 30.09.2015.
- Żurowska J. 2008. Analiza wahań sezonowych liczby pasażerów odprawianych przez Airport Kraków. Trans. Miejski Reg. 3, 14–21.