

Tadeusz Cisowski

Rozwój przewozów międzygałęziowych na przykładzie portu lotniczego Gdańsk

JEL: L93 DOI: 10.24136/atest.2019.166

Data zgłoszenia: 05.04.2019 Data akceptacji: 26.06.2019

W pracy przedstawiono rozwój przewozów międzygałęziowych na przykładzie Portu Lotniczego Gdańsk. Scharakteryzowano Pomorską Kolej Metropolitalną jako jednego z przewoźników w systemie dowozowo-odwozowym tego portu. Określono prognozy rozwoju przewozów Pomorską Kolej Metropolitalną pasażerów korzystających z Portu Lotniczego Gdańsk.

Słowa kluczowe: kolej metropolitalna, port lotniczy, prognoza przewozów.

Wstęp

Powiązania międzygałęziowe to główny temat rozwoju polityki dotyczącej transportu Unii Europejskiej, przyjętej przez Komisję Europejską w marcu 2011 roku.

W przypadku transportu lotniczego przemieszczanie pasażerów oraz towarów wymaga korzystania z usług dowozowo-odwozowych. Usługi te są konieczne ze względu na stosunkowo niską dostępność przestrzenną portów lotniczych. Działalność lotnicza w związku z punktowym rozkładem portów w sieci transportu lotniczego wymaga wykorzystania pozostałych rodzajów transportu.

Port lotniczy zazwyczaj łączy ze sobą elementy transportu powietrznego oraz drogowego lub kolejowego. Przewóz pasażerów i/lub ładunków drogą lotniczą wymaga przeladunku i wykorzystania dodatkowo przewozu multimodalnego.

W portach lotniczych następuje efektywne wykorzystanie pracy kilku środków transportu samodzielnie, a także w układzie międzygałęziowym.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie prognozy rozwoju przewozów międzygałęziowych na przykładzie Portu Lotniczego Gdańsk. Za pomocą specjalnie utworzonego algorytmu w programie komputerowym Microsoft Excel pakietu Microsoft Office zostanie określona prognoza na lata 2018-2021 rozwoju systemu dowozowo-odwozowego tego lotniska organizowanego przez Pomorską Kolej Metropolitalną.

1. Pomorska Kolej Metropolitalna w liczbach

Pomorska Kolej Metropolitalna została wybudowana w latach 2013 – 2015, w miejscu już istniejącej linii kolejowej na odcinku Gdańsk Wrzeszcz – Kiełpiniek (Kolej Kaszubska) oraz zbudowana na trasie Kiełpiniek – Gdańsk Rębiechowo.

Jest to jedyna linia w Polsce stworzona w całości przez samorząd wojewódzki. Celem powstania linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej było stworzenie systemu integracji różnych środków transportu wzdłuż 20 km trasy przy pomocy kolei.

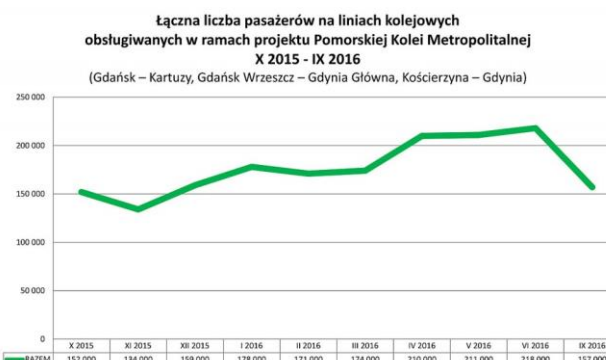
Linia Pomorskiej Kolei Metropolitalnej (PKM) umożliwia skomunikowania lotniska w Rębiechowie z Gdynią i Gdańskiem, oraz peryferyjnych dzielnic Trójmiasta z centrum. Ponadto PKM łączy Gdańsk z Kościerzyną i Kartuzami, pełni znaczną rolę w rozwoju Trójmiasta, południowych i zachodnich obszarów Pomorza oraz Portu Lotniczego.

Pomorska Kolej Metropolitalna w ciągu pierwszego roku funkcjonowania obsłużyła 2 062 000 podróżnych. Na rys.2 zaprezentowano

ilości obsłużonych pasażerów w ciągu poszczególnych miesięcy lat 2015-2016. Można zauważyć tendencję wzrostową liczby pasażerów wybierających ten środek transportu. Należy jednak zwrócić uwagę, że od lipca 2016 roku awarie w znacznym stopniu ograniczyły funkcjonowanie linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej.



Rys. 1. Schemat linii PKM [4]



Rys. 2. Łączna liczba pasażerów na liniach kolejowych PKM X 2015 - IX 2016 [2]

Rok 2018 przynosi Pomorskiej Kolei Metropolitalnej dobre wiadomości. Spółka otrzymała dofinansowanie z Unii Europejskiej na elektryfikację i nowy przystanek Gdańsk Firoga [3]. W marcu 2018 roku padł rekord - na linii Pomorskiej Kolei Metropolitalnej przewieziono 324 tysiące pasażerów. Z kolei cały rok 2017 został zamknięty z ponad trzema milionami przewiezionych pasażerów. Pomorska Kolej Metropolitalna to:

- 19,5 km długości linii,
- 33 km całkowitej długości torów,
- 21 rozjazdów,
- 41 obiektów inżynierskich (17 wiaduktów kolejowych, 5 wiaduktów drogowych, 4 kładki dla pieszych, 15 przepustów i przejść pod torami),
- 11 przystanków,
- od 9 do 12 pociągów na linii w jednym kierunku,
- prędkość do 120 km/h dla pociągów kursujących po linii PKM, Spółka PKM – Pomorska Kolej Metropolitalna S.A. obsługuje połączenia kolejowe na linii kolejowej numer 248 oraz 253, Gdańsk

Wrzeszcz – Gdańsk Osowa oraz Gdańsk Osowa – Gdańsk Rębiechowo. W ciągu dnia odbywają się 43 kursy ze stacji Gdańsk Port Lotniczy do Gdańska Wrzeszcz w godzinach 4:30-21:30 oraz jeden o północy (w weekendy i święta 37 kursów między 5:30 a 21:30). Natomiast w kierunku Gdyni Głównej/Kartuz/Kościerzyny odbywa się 46 kursów w tygodniu (w godzinach od 4:30 do 23:30) oraz 38 kursów w weekendy oraz święta.

Pomorska Kolej Metropolitalna wykonuje kursy z bardzo wysoką częstotliwością, średnio nawet co 30 minut. Trasy są pokonywane bardzo szybko, a dworce zlokalizowane blisko centrów umożliwiają skomunikowanie z pozostałymi środkami transportu, takimi jak autobusy, tramwaje. Spółka PKM stara się dostosować godziny kursów do godzin przylotów i odlotów samolotów z Portu Lotniczego Gdańsk.

2. Prognoza przewozów międzygałęziowych pomiędzy Pomorską Koleją Metropolitalną a Portem Lotniczym Gdańsk

W niniejszym punkcie pracy zostaną przedstawione statystyki liczby pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk z lat 1999-2017 i Pomorskiej Kolei Metropolitalnej z lat 2016-2017 oraz zachodząca między nimi korelacja w postaci pasażerów wsiadających i wysiadających na stacji „Port Lotniczy”. Ponadto zostanie wyliczona prognoza na lata 2018-2021 liczby pasażerów Pomorskiej Kolei Metropolitalnej, liczby pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk oraz korelacji liczby pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk, korzystających z PKM. Przy obliczaniu prognozy został wykorzystany program komputerowy – Microsoft Excel z pakietu Microsoft Office [1]. Prognoza została obliczona na podstawie danych z Portu Lotniczego Gdańsk (PL) z lat 1999-2017 oraz z Pomorskiej Kolei Metropolitalnej z okresu wrzesień 2015- marzec 2018. Zarówno dla PL jak i PKM zostały przygotowane poza główną – najbardziej prawdopodobną prognozą, cztery dodatkowe scenariusze w granicach błędu, kolejno:

- PL - dolna granica ufności; PKM – dolna granica ufności,
- PL - górna granica ufności; PKM – dolna granica ufności,
- PL - dolna granica ufności; PKM – górna granica ufności,
- PL - górna granica ufności; PKM – górna granica ufności.

W tabelach 1 i 2 zostały przedstawione ilości pasażerów PKM od września 2015 r. (chwila uruchomienia PKM) do marca 2018 r.

Tab.1. Ilość pasażerów PKM 09.2015-03.2018 na poszczególnych trasach [2]

Rok	Trasa			Łącznie	Uwagi
	Gdańsk Wrzeszcz - Gdynia	Gdańsk - Kartuzy	Kościerzyna - Gdańsk/Gdynia		
wrz.15	n/a	n/a	n/a	140 000	-
paź.15	100 650	11 800	40 000	152 450	-
lis.15	n/a	n/a	n/a	134 250	-
gru.15	104 300	15 100	40 000	159 400	-
sty.16	119 600	18 500	40 000	178 100	-
lut.16	n/a	n/a	n/a	171 000	-
mar.16	118 000	15 900	40 000	173 900	-
kwi.16	n/a	n/a	n/a	209 500	-
maj.16	n/a	n/a	n/a	210 600	-
cze.16	151 600	26 500	40 000	218 100	-
lip.16	66 700	11 300	40 000	118 000	linia PKM do 14.07.2016 + odcinek Kościerzyna – Gdynia przez cały miesiąc
sie.16	n/a	n/a	40 000	n/a	sam odcinek Kościerzyna – Gdynia, z pozostałych tras brak danych z powodu zamknięcia linii na

					czas napraw
wrz.16	82 500	29 200	45 000	156 700	-
paź.16	n/a	n/a	n/a	178 700	-
lis.16	n/a	n/a	n/a	193 700	-
gru.16	138 000	40 700	41 300	220 000	-
sty.17	n/a	n/a	n/a	199 000	-
lut.17	n/a	n/a	n/a	209 600	-
mar.17	140 100	60 000	54 000	254 100	-
kwi.17	n/a	n/a	n/a	239 600	-
maj.17	n/a	n/a	n/a	268 400	-
cze.17	141 100	65 000	56 500	262 600	-
lip.17	n/a	n/a	n/a	265 200	-
sie.17	n/a	n/a	n/a	269 400	-
wrz.17	n/a	n/a	n/a	258 800	-
paź.17	n/a	n/a	n/a	289 100	-
lis.17	n/a	n/a	n/a	286 300	-
gru.17	152 400	66 000	52 700	271 100	-
sty.18	n/a	n/a	n/a	292 330	-
lut.18	n/a	n/a	n/a	298 520	-
mar.18	190 000	74 000	60 400	324 400	-

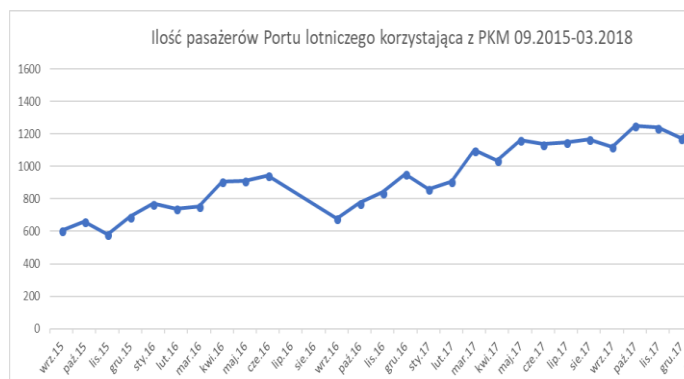
Tab. 2. Ilość pasażerów na stacji "Port lotniczy" w ciągu miesiąca oraz doby [3]

Rok	Ilość pasażerów stacji "Port lotniczy" [30 dni]	Ilość pasażerów stacji "Port lotniczy" [24h]
wrz.15	18200	607
paź.15	19819	661
lis.15	17453	582
gru.15	20722	691
sty.16	23153	772
lut.16	22230	741
mar.16	22607	754
kwi.16	27235	908
maj.16	27378	913
cze.16	28353	945
lip.16	15340	511
sie.16	n/a	n/a
wrz.16	20371	679
paź.16	23231	774
lis.16	25181	839
gru.16	28600	953
sty.17	25870	862
lut.17	27248	908
mar.17	33033	1101
kwi.17	31148	1038
maj.17	34892	1163
cze.17	34138	1138
lip.17	34476	1149
sie.17	35022	1167
wrz.17	33644	1121
paź.17	37583	1253
lis.17	37219	1241
gru.17	35243	1175
sty.18	38003	1267
lut.18	38808	1294
mar.18	42172	1406

Tabele 1 i 2 pokazują rosnący trend pasażerów PKM na każdej z wyznaczonych tras:

- Gdańsk Wrzeszcz – Gdynia – Gdańsk Wrzeszcz,
- Gdańsk – Kartuzy - Gdańsk,
- Kościerzyna – Gdańsk/Gdynia – Kościerzyna.

Na rys. 3 pokazano ilości pasażerów PL korzystających z PKM w okresie 15.09.2015-18.03.2018.



Rys. 3. Ilość pasażerów PL korzystająca z PKM w okresie 09.2015-03.2018 r. [3]

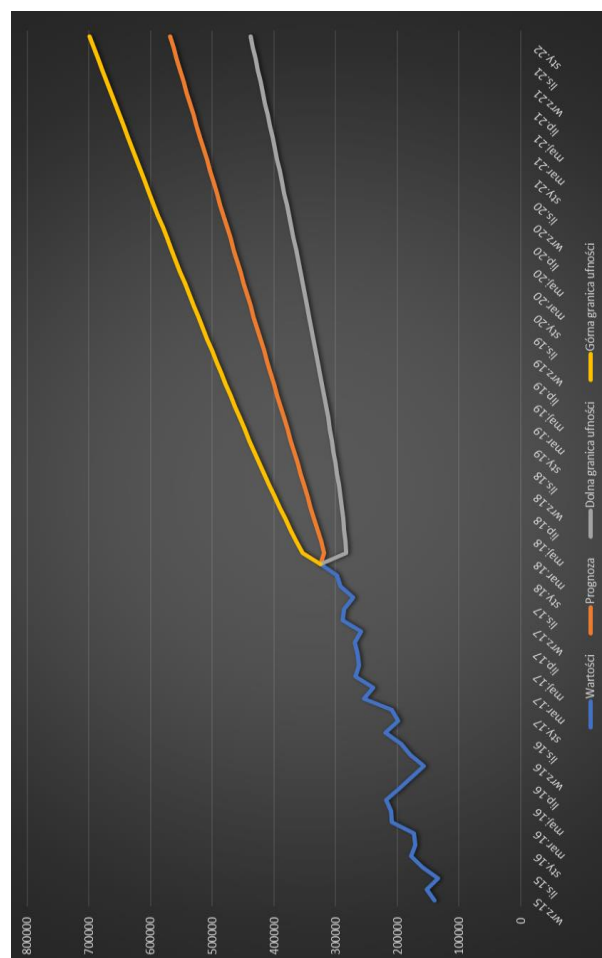
Na rys. 3 widać wyraźny spadek liczby pasażerów we wrześniu 2016 roku spowodowany lipcową ulewą, po której kursowała zaledwie połowa ze wszystkich funkcjonujących składów pociągów.

Przy pomocy specjalnie utworzonego algorytmu w programie komputerowym Microsoft Excel pakietu Microsoft Office zostały opracowane prognozy liczby pasażerów Pomorskiej Kolei Metropolitalnej na lata 2018-2021 z podziałem na miesiące [1]. Wyniki tej prognozy pokazano w tabelach 3 i 4 oraz na rys. 4.

Tab. 3. Prognoza liczby pasażerów PKM do grudnia 2021 [1]

Oś czasu	Wartości	Prognoza	Dolna granica ufności	Górna granica ufności
wrz.15	140000			
paź.15	152450			
lis.15	134250			
gru.15	159400			
sty.16	178100			
lut.16	171000			
mar.16	173900			
kwi.16	209500			
maj.16	210600			
cze.16	218100			
lip.16	197633			
sie.16	177167			
wrz.16	156700			
paź.16	178700			
lis.16	193700			
gru.16	220000			
sty.17	199000			
lut.17	209600			
mar.17	254100			
kwi.17	239600			
maj.17	268400			
cze.17	262600			
lip.17	265200			
sie.17	269400			
wrz.17	258800			
paź.17	289100			
lis.17	286300			
gru.17	271100			
sty.18	292330			
lut.18	298520			
mar.18	324400			
kwi.18		318727	283344	354109
maj.18		324165	284590	363740
cze.18		329603	286225	372981
lip.18		335041	288154	381928
sie.18		340479	290316	390643
wrz.18		345918	292667	399169
paź.18		351356	295176	407536
Oś czasu	Wartości	Prognoza	Dolna granica ufności	Górna granica ufności
lis.18		356794	297819	415769
gru.18		362232	300579	423885
sty.19		367670	303441	431900

lut.19	373109	306392	439825
mar.19	378547	309424	447670
kwi.19	383985	312528	455443
maj.19	389423	315696	463150
cze.19	394861	318925	470798
lip.19	400300	322207	478392
sie.19	405738	325539	485936
wrz.19	411176	328918	493434
paź.19	416614	332339	500889
lis.19	422052	335800	508305
gru.19	427491	339297	515684
sty.20	432929	342829	523028
lut.20	438367	346394	530340
mar.20	443805	349989	537621
kwi.20	449243	353613	544874
maj.20	454682	357264	552100
cze.20	460120	360940	559300
lip.20	465558	364640	566475
sie.20	470996	368364	573628
wrz.20	476434	372109	580759
paź.20	481873	375876	587870
lis.20	487311	379661	594960
gru.20	492749	383466	602032
sty.21	498187	387289	609085
lut.21	503625	391129	616121
mar.21	509064	394986	623141
kwi.21	514502	398859	630145
maj.21	519940	402746	637134
cze.21	525378	406648	644108
lip.21	530816	410565	651068
sie.21	536255	414494	658015
wrz.21	541693	418437	664948
paź.21	547131	422392	671869
lis.21	552569	426360	678779
gru.21	558007	430339	685676



Rys. 4. Prognoza liczby pasażerów PKM do grudnia 2021 [1]

Tab. 4. Prognoza liczby pasażerów na stacji „Port lotniczy”[1]

Msc / rok	Ilość pasażerów na stacji „Port lotniczy” [msc]	Ilość pasażerów na stacji „Port lotniczy” [24h]
wrz.15	18200	607
paź.15	19819	661
lis.15	17453	582
gru.15	20722	691
sty.16	23153	772
lut.16	22230	741
mar.16	22607	754
kwi.16	27235	908
maj.16	27378	913
cze.16	28353	945
lip.16	25692	856
sie.16	23032	768
wrz.16	20371	679
paź.16	23231	774
lis.16	25181	839
gru.16	28600	953
sty.17	25870	862
lut.17	27248	908
mar.17	33033	1101
kwi.17	31148	1038
maj.17	34892	1163
cze.17	34138	1138
lip.17	34476	1149
sie.17	35022	1167
wrz.17	33644	1121
paź.17	37583	1253
lis.17	37219	1241
gru.17	35243	1175
sty.18	38003	1267
lut.18	38808	1294
mar.18	42172	1406
kwi.18	41434	1381
maj.18	42141	1405
cze.18	42848	1428
lip.18	43555	1452
sie.18	44262	1475
wrz.18	44969	1499
paź.18	45676	1523
Msc / rok	Ilość pasażerów na stacji „Port lotniczy” [msc]	Ilość pasażerów na stacji „Port lotniczy” [24h]
lis.18	46383	1546
gru.18	47090	1570
sty.19	47797	1593
lut.19	48504	1617
mar.19	49211	1640
kwi.19	49918	1664
maj.19	50625	1688
cze.19	51332	1711
lip.19	52039	1735
sie.19	52746	1758
wrz.19	53453	1782
paź.19	54160	1805
lis.19	54867	1829
gru.19	55574	1852
sty.20	56281	1876
lut.20	56988	1900
mar.20	57695	1923
kwi.20	58402	1947
maj.20	59109	1970
cze.20	59816	1994
lip.20	60523	2017
sie.20	61230	2041
wrz.20	61936	2065
paź.20	62643	2088
lis.20	63350	2112
gru.20	64057	2135
sty.21	64764	2159
lut.21	65471	2182
mar.21	66178	2206
kwi.21	66885	2230
maj.21	67592	2253

cze.21	68299	2277
lip.21	69006	2300
sie.21	69713	2324
wrz.21	70420	2347
paź.21	71127	2371
lis.21	71834	2394
gru.21	72541	2418

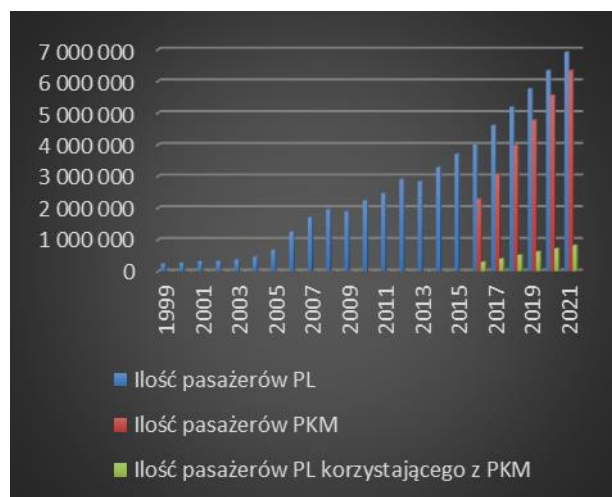
Prognozy (najbardziej prawdopodobna, z dolną oraz górną granicą ufności) zostały utworzone przy pomocy formuły „=REGLINX.ETS.STATYSTYKA” [1]. Jest to funkcja prognozowania szeregu czasowego, która umożliwia przewidywanie przyszłych wartości na podstawie danych historycznych. Dzięki opracowanemu algorytmowi poniższe parametry ustawiono na następujące wartości:

- Alpha
 - Wartość: 0,50
- Beta
 - Wartość: 0,00
- Gamma
 - Wartość: 0,00
- MASE
 - Wartość: 0,49
- SMAPE
 - Wartość: 0,03
- MAE
 - Wartość: 9 111,57
- RMSE
 - Wartość: 12 416,02

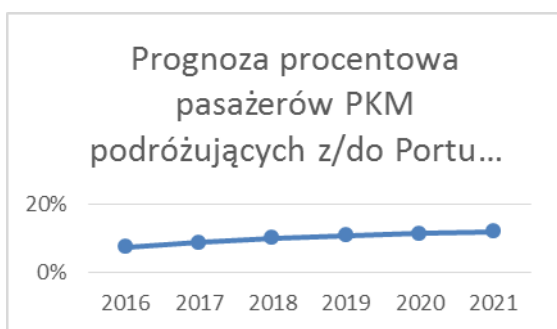
Obejmują one statystykę prognozy, wygenerowaną przy pomocy formuły prognozy.ETS.Stan. dla następujących miar:

- Wygładzenie współczynników: Alpha, Beta, Gamma,
- Wskaźniki błędów: MASE, SMAPE, MAE, RMSE.

Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono korelacje zachodzące pomiędzy pasażerami, przybywającymi do Portu Lotniczego Gdańsk dzięki Pomorskiej Kolei Metropolitalnej oraz ich prognozę.



Rys. 5. Prognoza ilości pasażerów PL oraz PKM na lata 2018-2021 [1]



Rys. 6. Prognoza procentowa pasażerów PKM podróżujących z/do PL [1]

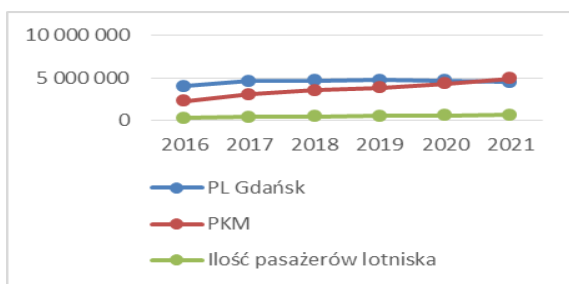
Analiza rysunków 5 i 6 pokazuje wyraźny trend wzrostu, zarówno pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk, jak i Pomorskiej Kolei Metropolitalnej, co również wzmacnia korelację pomiędzy tymi dwoma systemami. Można stwierdzić, że wraz ze wzrostem ogólnej liczby podróżnych, zwiększy się liczba podróżnych do/z Portu Lotniczego Gdańsk, która będzie korzystać z Pomorskiej Kolei Metropolitalnej.

W chwili obecnej z PKM skorzystało około 399 516 pasażerów, co stanowi 9% wszystkich podróżnych Portu Lotniczego Gdańsk. W roku 2021 z PKM może skorzystać już 823 832 podróżnych, co będzie stanowić 12% wszystkich pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk. Jest to podwojenie liczby podróżnych w przeciągu najbliższych czterech lat.

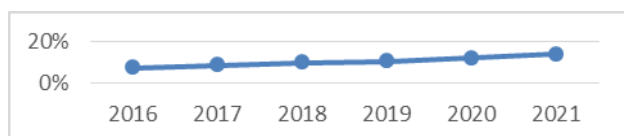
3. Potencjalne scenariusze prognostyczne dla liczby pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk korzystających z Pomorskiej Kolei Metropolitalnej

Poniżej, na rysunkach 7-14 zaprezentowano dodatkowe, cztery potencjalne scenariusze dla liczby pasażerów korzystających z obu gałęzi transportu przy :

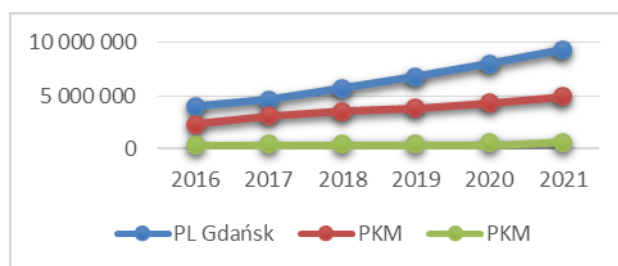
- PL - dolna granica ufności; PKM – dolna granica ufności,
- PL - górna granica ufności; PKM – dolna granica ufności,
- PL - dolna granica ufności; PKM – górna granica ufności,
- PL - górna granica ufności; PKM – górna granica ufności [1].



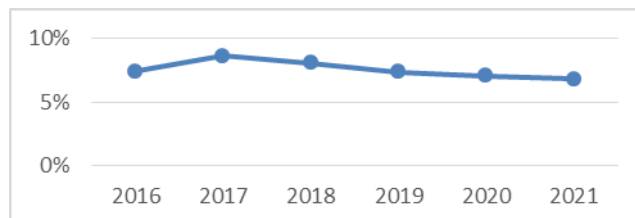
Rys. 7. Prognoza PL - dolna granica ufności, PKM - dolna granica ufności



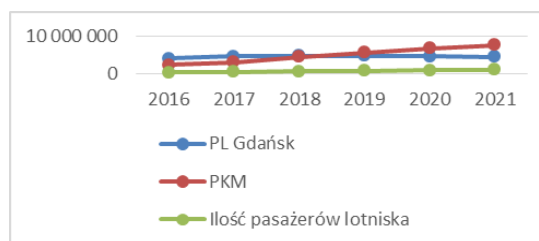
Rys. 8. Prognoza dla liczby pasażerów PL korzystająca z PKM [1]



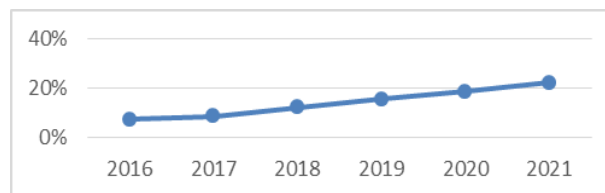
Rys. 9. Prognoza: PL - górna granica ufności; PKM - dolna granica ufności [1]



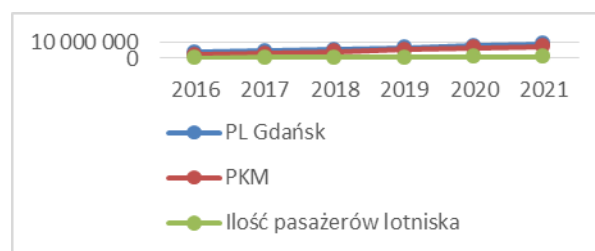
Rys. 10. Prognoza dla liczby pasażerów PL korzystająca z PKM [1]



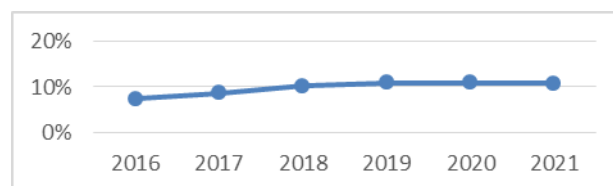
Rys. 11. Prognoza: PL - dolna granica ufności; PKM - górna granica ufności [1]



Rys. 12. Prognoza dla liczby pasażerów PL korzystająca z PKM [1]



Rys. 13. Prognoza: PL - górna granica ufności; PKM - górna granica ufności [1]



Rys. 14. Prognoza dla liczby pasażerów PL korzystająca z PKM [1]

Podsumowanie

Z opracowanych prognoz wynika, że obie gałęzie transportu będą się stale rozwijać. Na rozwój ten znaczny wpływ będzie miała rosnąca popularność Pomorskiej Kolei Metropolitalnej, która nawet przy dolnej granicy ufności wykazuje stale wzrastającą liczbę pasażerów. W przypadku dolnych granic ufności dla obu gałęzi transportu, zachodząca pomiędzy nimi korelacja w roku 2021 wyniesie 14%, nawet przy zmniejszającej się liczbie pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk.

Korelacja ta osiągnie 22% w przypadku górnej granicy ufności dla PKM oraz dolnej granicy ufności dla Portu Lotniczego Gdańsk. Jednak należy zauważyć, że liczba pasażerów przy tym wariacie wyniesie 11% przy górnych granicach ufności dla obu gałęzi transportu. Widoczne jest również, że Pomorska Kolej Metropolitalna, mimo że powstała głównie po to, by docierać do Portu lotniczego w Gdańsku i łączyć go z centrum Gdańska, „doskonale poradzi sobie także w sytuacji”, gdy liczba podróżujących z/do Portu Lotniczego Gdańsk zacznie maleć. Wynika to ze wzrostu jej popularności, dużej dostępności dla innych obszarów, takich jak Kartuzy, Kościerzyna oraz roli w połączeniach Gdyni z Gdańskiem.

Dobrze dobrany rozkład jazdy, jak również wysoka częstotliwość kursowania PKM zaowocuje w przyszłości zwiększoną liczbą pasażerów, w tym pasażerów Portu Lotniczego Gdańsk. Wprowadzone obecnie połączenia nocne, jak również dodatkowe z przesiadkami, powodują, że Pomorska Kolej Metropolitalna odgrywać będzie coraz istotniejszą rolę w systemie dowozowo-odwozowym Portu Lotniczego Gdańsk.

Bibliografia

1. Rapanowicz S., Cisowski T.: Rola transportu kolejowego w obsłudze pasażerów lotniska na przykładzie Pomorskiej Kolei Metropolitalnej i Portu Lotniczego Gdańsk. Materiały niepublikowane.
2. www.pkm-sa.pl/glowna/aktualnosci
3. www.pkm-sa.pl/glowna/aktualnosci/pkm
4. www.pkm-sa.pl/glowna/wp-content/gallery

The development of mobile transport on the example of Gdansk Airport

The paper presents the development of inter-branch transport based on the example of Gdansk Airport. It was characterized as the Pomeranian Metropolitan Railway as one of the carriers in the forwarding-and-discharging system of this port. The forecasts for the development of transport by the Pomeranian Metropolitan Railway Passengers using the Gdańsk Airport were determined.

Keywords: metropolitan railway, airport, transport forecast

Autor:

Prof. ndzw. dr hab. inż. **Tadeusz Cisowski** – Lotnicza Akademia Wojskowa w Dęblinie, Wydział Bezpieczeństwa Narodowego i Logistyki, e; mail t.cisowski@wsosp.pl