

Małgorzata Kozłowska, Grzegorz Cygan

Prognoza popytu na rynku kolejowych przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację badań zaprezentowanych w TTS nr 4/2018. Zawarto w nim analizę wielkości popytu efektywnego na rynku przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej, ze szczególnym uwzględnieniem przewozów realizowanych kolejami dużych prędkości. W badanym okresie tj. w latach 2000–2015 w Unii Europejskiej praca przewozowa pociągami dużych prędkości wzrosła ponad dwukrotnie. W 2015 r. praca ta wyniosła 113,67 mld paskm. Stanowiło to 25,72% pracy przewozowej realizowanej transportem kolejowym na obszarze UE-28. Prawidłowa ocena poziomu popytu na rynku transportu pasażerskiego w UE stanowi istotne zagadnienie z punktu widzenia dostarczenia społeczeństwu różnorodnych usług komunikacyjnych. Dobra znajomość specyfiki tego rynku, wykorzystanie odpowiednich danych statystycznych, które go objaśniają oraz opracowanie autorskich modeli ekonometrycznych, zweryfikowanych poprzez odpowiednie testy statystyczne, pozwoliły na ukazanie zależności determinujących jego rozwój w przedziale czasowym 2000–2015 r. Przedstawione w opracowaniu modele, w celu ich optymalizacji, zostały poddane weryfikacji za pomocą testów statystycznych m.in. testu na koincydencję Engle'a-Grengera, testu współliniowości, testu na normalność rozkładu reszt (Doornika-Hansena), testu na autokorelację (statystyka Durbina-Watsona), a także testu dotyczącego heteroskedastyczności (Test White'a).

Słowa kluczowe: popyt, transport pasażerski, koleje dużych prędkości, model regresji liniowej.

Modelowanie ekonometryczne popytu na przewozy kolejowe

Pierwszym modelem zastosowanym w niniejszym artykule jest model regresji liniowej ukazujący popyt na przewozy pasażerskie na rynku kolejowym w UE za okres badawczy 2000–2015. Model ten został poddany estymacji przy pomocy Klasycznej Me-

Tab. 1. Model regresji liniowej dla: estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2000–2015 (N = 16). Zmienna zależna (Y): I_Y1

Zmienna	Współczynnik	Błąd standardowy	T-Studenta	Wartość p
Const	10,2222	1,97127	5,186	0,0002***
I_X1	-0,0911239	0,196008	-0,4649	0,6503
I_X3	6,06600	0,987860	6,141	5,02e-05***
I_X6	-0,0823205	0,0446603	-1,843	0,0901*

Średnia arytmetyczna zmiennej zależnej 5,984338	Odchylenie standardowe zm. zależnej 0,065096
Suma kwadratów reszt 0,004019	Błąd standardowy reszt 0,018300
Współczynnik determinacji R-kwadrat 0,936774	Skorygowany R-kwadrat 0,920968
F(3, 12) 59,26516	Wartość p dla testu F 1,82e-07
Logarytm wiarygodności 43,61178	Kryterium informacyjne Akaike'a -79,22356
Kryterium Bayesa-Schwarza -76,13321	Kryterium Hannana-Quinna -79,06531
Autokorelacja reszt - rho1 0,357962	Statystyka Durbina-Watsona 1,091231

Źródło: oprac. własne.

tody Najmniejszych Kwadratów (KMNK), a jego wyniki zostały ukazane w tabeli 1.

Na podstawie danych przedstawionych w tabeli 1 stwierdza się, iż zmienna zależna jest najlepiej objaśniana przez zmienną X3, czyli liczbę ludności. Jest to uwarunkowane przede wszystkim tym, iż populacja stanowi potencjalną liczbę klientów dla przewozów kolejowych. Ponadto warto zaznaczyć, że na poszczególnych obszarach UE istnieją różne wielkości zaludnienia i tam, gdzie gęstość zaludnienia jest wysoka obserwuje się wzrost popytu na usługi transportowe. Ważną zmienną jest również wielkość wydatków przeznaczanych na transport pasażerski dla przewozów kolejowych, ukazujący wpływ jakie osiągają przewoźnicy. Do modelu weszła również zmienna obrazująca długość linii kolejowych. Wartość ta, kształtując popyt, pozwala na jego zwiększenie, ponieważ to lokalizacja linii kolejowych wpływa bezpośrednio na kształtowanie się trasy podróży pasażerów oraz ogranicza ją do konkretnie ulokowanych miejsc.

Postać modelu dla popytu na rynku pasażerskich przewozów kolejowych dla UE wyraża się w równaniu modelowym:

$$I_Y1 = 10,2222 - 0,0911239 I_X1 + 6,06600 I_X3 - 0,0823205 I_X6 + U_t$$

gdzie:

I_Y1 – logarytm (względny przyrost) popytu na pasażerskie przewozy kolejowe,

I_X1 – logarytm (względny przyrost) długości linii kolejowych,

I_X3 – logarytm (przyrost względny) liczby ludności,

I_X6 – logarytm (przyrost względny) wydatków na transport kolejowy.

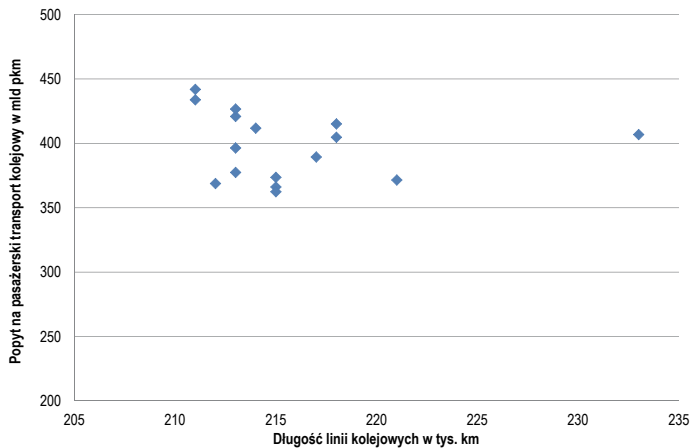
Do modelu weszły zmienne poddane we wstępnej fazie doboru zmiennych analizie korelacji w celu identyfikacji zależności pomiędzy każdą ze zmiennych ze zmienną zależną. Wyniki tego pomiaru przedstawiono w tabeli 2.

Na podstawie danych zawartych w tabeli 2 należy stwierdzić, iż zmienne X3, X5 oraz X6 wykazywały prawie pełną korelację, co oznacza bardzo wysoki poziom zależności zmiennych ze zmienną zależną. Wartości wskaźników mieściły się w przedziale dla kategorii korelacyjnej <0,9;1). Zmienne X2 i X4 wykazywały wartości mieszczące się w przedziale <0,7;0,9) i stanowiły również wysoki poziom relacji zachodzącej pomiędzy zmiennymi. Dość

Tab. 2. Kształtowanie się współczynnika korelacji pomiędzy zmienną objaśnianą a zmiennymi objaśniającymi

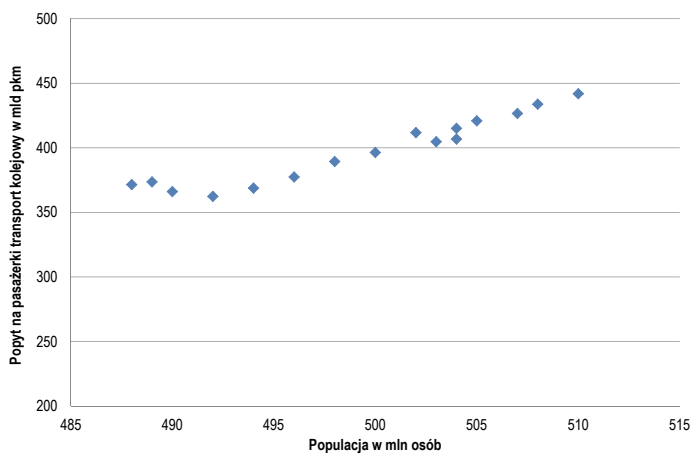
Nazwa zmiennej	Symbol	Wartość współczynnika korelacji
Długość linii kolejowych	X1	-0,12
Realne PKB	X2	0,8
Populacja	X3	0,96
Deflator	X4	0,8
Kolejowy transport pasażerski/PKB	X5	0,99
Wydatki na transport kolejowy	X6	0,89

Źródło: oprac. własne.



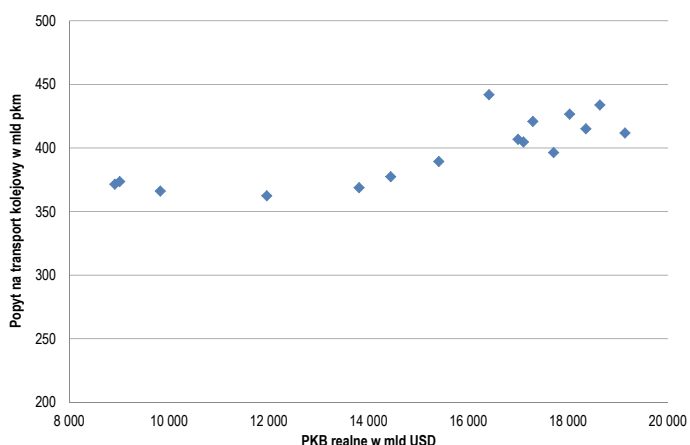
Rys. 1. Wykres rozrzutu dla popytu na usługi transportu kolejowego oraz długości sieci kolejowej

Źródło: oprac. własne na podst. [22].



Rys. 2. Wykres rozrzutu dla popytu na usługi transportu kolejowego oraz wielkości populacji

Źródło: oprac. własne na podst. [22].



Rys. 3. Wykres rozrzutu dla popytu na usługi transportu kolejowego oraz PKB realnego

Źródło: oprac. własne na podst. [22, 23].

istotnym przypadkiem jest zmienna X1 dotycząca długości linii kolejowych, która przyjęła wartość współczynnika korelacji typowej dla korelacji słabej mieszczącej się w przedziale $<0,1;0,3$.

Pomimo niskiej wartości parametru jest ona jednak w dużym stopniu przydatna do analizy zjawiska, zaś jej niska wartość spowodowana jest przede wszystkim stałością badanego parametru i niedostosowaniem tempa zmian tego miernika do popytu na przewozy kolejowe, z których korzystają pasażerowie.

W celu ukazania lepszej zależności zmiennych zakwalifikowanych do modelu w drodze estymacji ze zmienną zależną, warto również posłużyć się wykresami rozrzutu (rys. 1, 2 i 3).

Na podstawie rysunku 1 stwierdza się, iż relacja zmiennych nie posiada cechy liniowości. Występuje w niej duża chwiejność oraz brak wskazań do zakwalifikowania modelu, o czym świadczy niska wartość współczynnika korelacji, jednakże sama wartość wykorzystanego miernika ekonomertycznego nie zawsze powinna stanowić zachętę do eliminacji zmiennej objaśniającej z modelu. Długość linii kolejowej uzależnia bowiem trasę oraz kierunek poruszania się pociągów. Stanowi ona także zachętę do rozwijania nowych połączeń oraz ukierunkowuje popyt, a także przyczynia się do efektywności w połączeniach kolejowych, ponieważ wraz ze zwiększaniem się jej rozmiarów, następuje powiększenie się oferty przewozowej.

Na rysunku 2 zauważyć można liniowość omawianej zależności. Popyt na środki transportu w tej grupie zależy ewidentnie od liczby pasażerów, natomiast najwięcej pasażerów jest na obszarach o wysokim zaludnieniu, gdzie kolej staje się alternatywnym środkiem transportu pasażerskiego, wykonując szybkie przewozy zarówno na długich, jak i lokalnych (krótkich) połączeniach.

Przedstawiony na rysunku 3 wykres jest zbliżony do postaci liniowej. Omawiana relacja koncentruje się przede wszystkim na ukazaniu finansowania zmiennej zależnej oraz wpływa na zmienną zależną, ponieważ to tak naprawdę cena biletu przekłada się na liczbę potencjalnych pasażerów oraz pozwala na optymistyczne prognozy tej zmiennej wyjaśnianej za pomocą omawianego modelu regresji liniowej.

Prezentowany model ekonometryczny został poddany wnikliwym badaniom przy pomocy określonych testów statystycznych, do których należą zwłaszcza testy dotyczące: koincydencji (test Engle'a-Grengera), autokorelacji, współliniowości oraz heteroskedastyczności. Wartości poszczególnych testów zostały ukazane w tabeli 3.

Na podstawie wyników testów zaprezentowanych w tabeli 3 można stwierdzić, iż test autorstwa Engle'a-Grengera ze stałą i z trendem przy stopniu istotności 5% i liczebności próby $T < 25$ ($T=16$) wykazywał niższą wartość statystyki testu niż jego wartość krytyczna. Świadczy to o tym, że szeregi zmiennych są ze sobą skointegrowane. Z kolei niższa wartość testu na heteroskedastyczność reszt (test White'a) od jej wartości krytycznej powoduje, iż

Tab. 3. Porównanie wyników poszczególnych testów dla analizowanego modelu ekonometrycznego

Nazwa testu	Wartość testu	Wartość krytyczna
Engle'a-Grengera	-3,22852	$\tau = -3,60$
Heteroskedastyczność	10,748770	$\chi^2 = 16,919$
Współliniowość	$I_{X1} = 1,010$ $I_{X3} = 8,933$ $I_{X6} = 8,946$	brak, musi być spełniony warunek $VIF < 10$, lecz minimum 1
Autokorelacja (Durbin-Watson)	1,09123	$dL = 0,857$ $dU = 1,728$
Test na normalność reszt składnika losowego	0,175 $p = 0,91630$	$\chi^2 = 5,99146$ $\alpha = 0,05$

Źródło: oprac. własne.

mamy do czynienia z homoskedantycznością. Test współliniowości wskazuje, iż we wszystkich analizowanych parametrach nie zachodzi zjawisko współliniowości $VIF < 10$, co oznacza brak rozděcia wariacji w poszczególnych zmiennych i stanowi korzystny dobór zmiennych objaśniających. Test na autokorelację w postaci statystyki testu Durбина-Wotsona dowiódł brak występowania autokorelacji, ponieważ wartość testowa mieściła się w przedziale (0,857; 1,728). Natomiast test na rozkładność reszt składnika losowego (test Doornika-Hansena) wykazał, iż $p > \alpha$, co oznacza, że hipoteza zerowa mówiąca o tym, iż dystrybuanta empiryczna posiada rozkład normalny jest jak najbardziej poprawna. Z powyższego wynika również to, że statystyka testowa jest mniejsza od wartości krytycznej. Normalność rozkładu reszt omawianego modelu najlepiej uwydatnia rys. 4.

Na podstawie powyższego modelu dokonano również predykcji zmiennej zależnej obrazującej rozbieżności pomiędzy wartościami kolejowego popytu pasażerskiego w UE w latach 2000–2015, a jego prognozami dla tego samego okresu analitycznego. Zależność tą ukazuje prezentowany wykres (rys. 4).

Na podstawie rysunku 5 zauważyć można, iż prognoza ma bardziej liniowy charakter niż wartości faktyczne analizowanego parametru. Wynika z tego również to, że prognoza o 95% poziomie istotności nie jest w stanie przewidzieć wszystkich czynników mogących przyczynić się do gwałtownych zmian zmiennej zależnej. Większość krzywej L_Y1 przebiega poniżej prognozy stąd można przypuszczać, iż uśrednia ona pomiary oraz eliminuje rozstęp pomiędzy danymi wielkościami.

Modelowanie popytu na usługi realizowane pociągami dużych prędkości

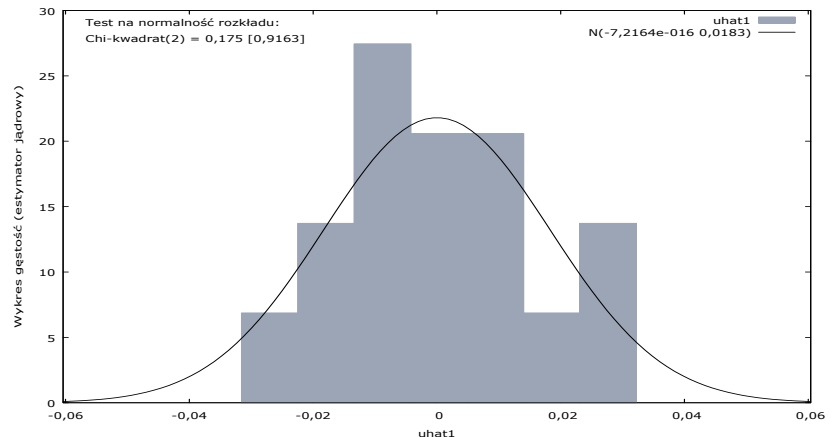
Kolejnym modelem zaprezentowanym w tymże artykule jest model regresji liniowej dla popytu na kolej dużych prędkości (tab. 4).

Na podstawie danych zawartych w tabeli 4 stwierdza się, iż najsilniej na popyt na koleje dużych prędkości oddziałuje, tak jak w przypadku popytu na pasażerskie przewozy kolejowe, zmienna $X3$ prezentująca liczbę ludności. Pozostałymi zmiennymi, które weszły do modelu są również: realny produkt krajowy brutto oraz udział kolei dużych prędkości w rynku pasażerskich przewozów kolejowych. Zwiększanie się poziomu PKB w gospodarce UE powoduje bowiem wprowadzenie ulepszeń oraz nowych technologii w tym segmencie rynku. Ponadto koleje dużych prędkości dominują głównie w krajach wysoko rozwiniętych (kraje należące do Europy Zachodniej). Udział w rynku pozwala stwierdzić, jakie będą przyszłe tendencje do kształtowania się rynku oraz czy następuje jego rozwój w porównaniu do przewozów kolejowych jako całości.

Postać modelu dla popytu na kolej dużych prędkości dla UE wyraża się w równaniu modelowym:

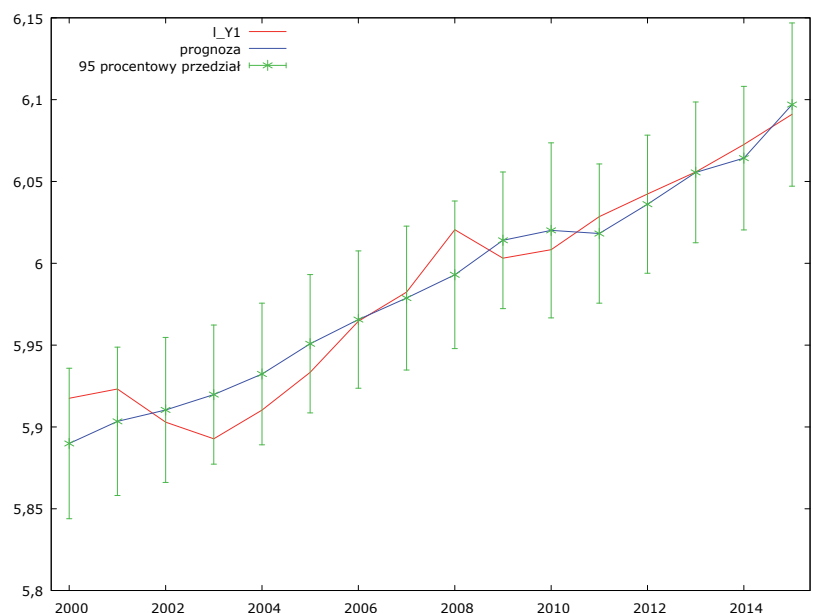
$$L_Y2 = 13,1010 + 13,7355 I_X3 + 0,268528 d_I_X7 + 0,0958605 I_X2 + U_i$$

gdzie:
 L_Y2 – logarytm (przyrost względny) popytu na korzystanie z kolei dużych prędkości,



Rys. 4. Kształtowanie się poziomu normalności rozkładu reszt dla pierwszego modelu

Źródło: oprac. własne.



Rys. 5. Kształtowanie się poziomu prognozowanego popytu na kolejowe przewozy pasażerskie w UE a wartości rzeczywiste

Źródło: oprac. własne.

Tab. 4. Model regresji liniowej dla popytu na koleje dużych prędkości: estymacja KMNK, wykorzystane obserwacje 2000–2015 (N=16). Zmienna zależna (Y): L_Y2

	Współczynnik	Błąd standardowy	T-Studenta	Wartość p
Const	13,1010	1,85068	7,079	2,05e-05 ***
L_X3	13,7355	1,65830	8,283	4,69e-06 ***
d_I_X7	0,268528	0,406942	0,6599	0,5229
L_X2	0,0958605	0,0843488	1,136	0,2799
Średnia arytmetyczna zm. zależnej 4,514765		Odchylenie standardowe zm. zależnej 0,199623		
Suma kwadratów reszt 0,013990		Błąd standardowy reszt 0,035663		
Wsp. determinacji R-kwadrat 0,974923		Skorygowany R-kwadrat 0,968084		
F(3, 11) 142,5507		Wartość p dla testu F 4,38e-09		
Logarytm wiarygodności 31,04681		Kryterium informacyjne Akaike'a -54,09363		
Kryterium Bayesa-Schwarza -51,26143		Kryterium Hannana-Quinna -54,12380		
Autokorelacja reszt - rho1 0,747983				

Źródło: oprac. własne.

I_{X3} – logarytm (przyrost względny) liczby ludności,
 $d_{I_{X7}}$ – pierwsze różnice (przyrost względny) udziału popytu na koleje dużych prędkości do ogólnego popytu na pasażerski transport kolejowy,
 I_{X2} – logarytm (przyrost względny) realnego PKB.

Podobnie jak w przypadku poprzedniego modelu, niniejszy model został również poddany analizie korelacji, przy czym warto zaznaczyć, iż jest ona jedynie kryterium wstępnej weryfikacji do opracowania doboru danych. Wartości współczynnika korelacji znajdują się w tabeli 5.

Na podstawie tabeli 5 stwierdza się, że wszystkie zmienne analityczne użyte do modelu oraz przedstawione w tej tabeli znajdowały się w przedziale $<0,9;1$, co oznaczało prawie pełną korelację. Analiza ta dowodzi, że zmienne zostały wybrane o wiele lepiej niż te dla poprzedniego modelu oraz że model ten może być bardziej optymalny niż poprzedni. Dla lepszego ukazania relacji najefektywniej posłużyć się wykresami rozrzutu zmiennych (ukazanych na rys. 6, 7 i 8).

PKB w zasadniczy sposób wpływa na popyt, ponieważ to właśnie w krajach o wysokim wzroście gospodarczym oraz krajach wysoko rozwiniętych obserwuje się dynamiczny rozwój połączeń kolejowych. Ponadto koleje dużych prędkości charakteryzują się wprowadzaniem nowych technologii prowadzących do skracania czasu połączeń oraz stałego podnoszenia poziomu komfortu oraz dostosowywania oferty przewozowej do różnego typu grup potencjalnych klientów.

Na podstawie wykresu (rys. 7) zauważa się rosnącą oraz liniową zależność, zdecydowanie większą niż w poprzednim modelu, jednak relacja ta jest podobnie ukierunkowana z myślą o pozytywnym potencjalnej grupy klientów.

Udział w rynku zdecydowanie przesądza o popycie na tymże rynku, ponieważ im bardziej zauważalny jest wzrost tej wielkości (rys. 8), tym bardziej efektywna może być konkurencyjność

Tab. 5. Kształtowanie się współczynnika korelacji pomiędzy zmienną objaśnianą a zmiennymi objaśniającymi

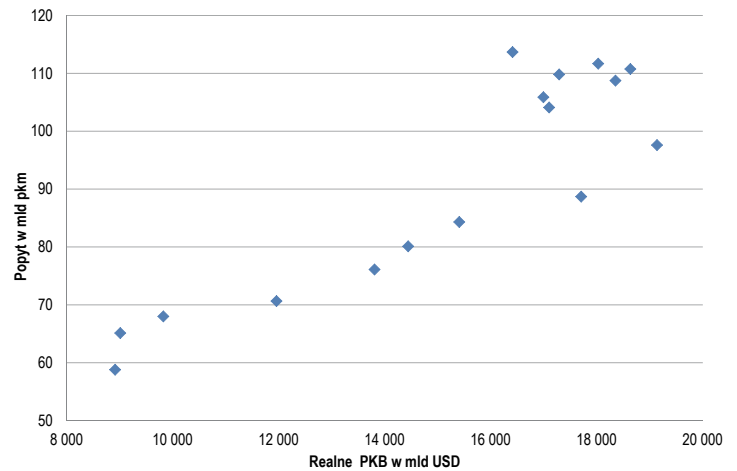
Nazwa zmiennej	Symbol	Wartość współczynnika korelacji
Realne PKB	X2	0,9
Populacja	X3	0,99
Deflator	X4	0,9
Udział kolei dużych prędkości w rynku pasażerskiego transportu kolejowego	X7	0,99

Źródło: oprac. własne.

Tab. 6. Porównanie wyników poszczególnych testów dla analizowanego modelu ekonometrycznego

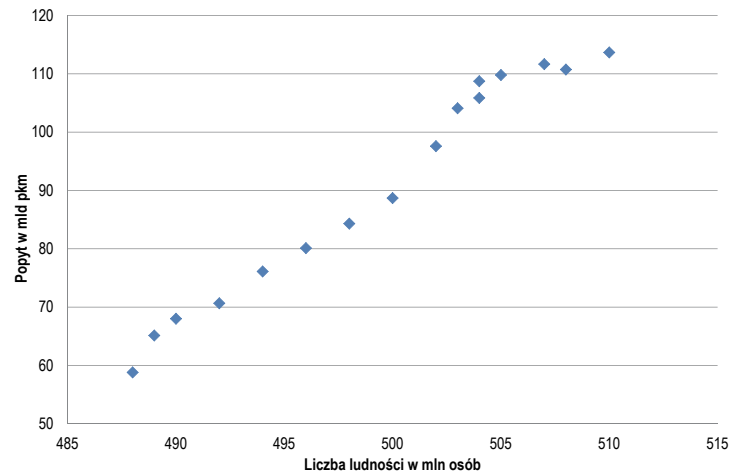
Nazwa testu	Wartość testu	Wartość krytyczna
Engle'a-Grengera	-2,57348	$\tau = -3,60$
Heteroskedastyczność	7,656380	$\chi^2 = 16,919$
Współliniowość	$I_{X3}=5,363$ $d_{I_{X7}}=2,093$ $I_{X2}=4,238$	brak, musi być spełniony warunek $VIF < 10$, lecz minimum 1
Autokorelacja (Ljung-Box Q)	3,79822	3,84146
Test na normalność reszt składnika losowego	0,294 $p=0,86343$	$\chi^2 = 5,99146$ $\alpha = 0,05$

Źródło: oprac. własne.



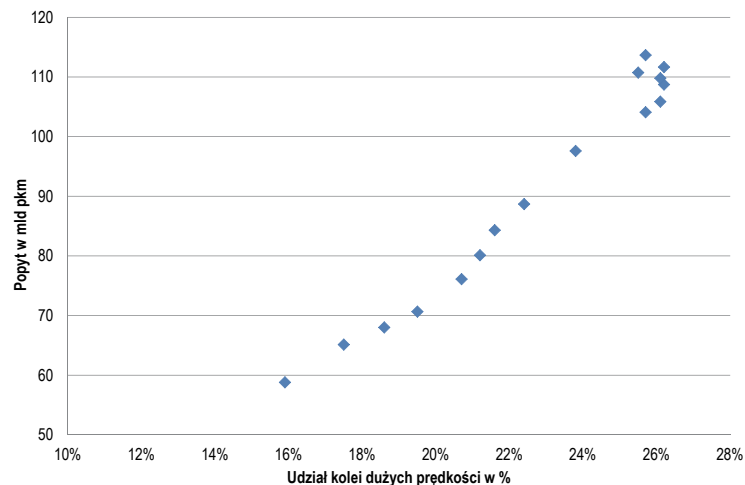
Rys. 6. Wykres rozrzutu dla popytu na usługi realizowane pociągami dużych prędkości oraz PKB realnego

Źródło: oprac. własne na podst. [22, 23].



Rys. 7. Wykres rozrzutu dla popytu na usługi realizowane pociągami dużych prędkości oraz liczby ludności

Źródło: oprac. własne na podst. [22].



Rys. 8. Wykres rozrzutu dla popytu na usługi realizowane pociągami dużych prędkości oraz ich udziału w rynku pasażerskich przewozów kolejowych

Źródło: oprac. własne na podst. [22].

podgrupy w gałęzi transportu oraz lepsze stają się perspektywy dla rozwoju oraz zwiększania się popytu na koleje dużych prędkości.

Testy statystyczne użyte do oceny prawidłowości diagnozowanego modelu ekonometrycznego przedstawiają się tak jak w tabeli 6.

Interpretacja wyników przedstawionych w tabeli 6 jest identyczna jak w przypadku wyników wykazanych w tabeli 3, z tym że prezentowane w tym miejscu wyniki są o wiele bardziej korzystne, co pozwala przypuszczać, iż model ten może lepiej przedstawiać analizowany problem. Rozkład reszt modelu ukazuje rysunek 9.

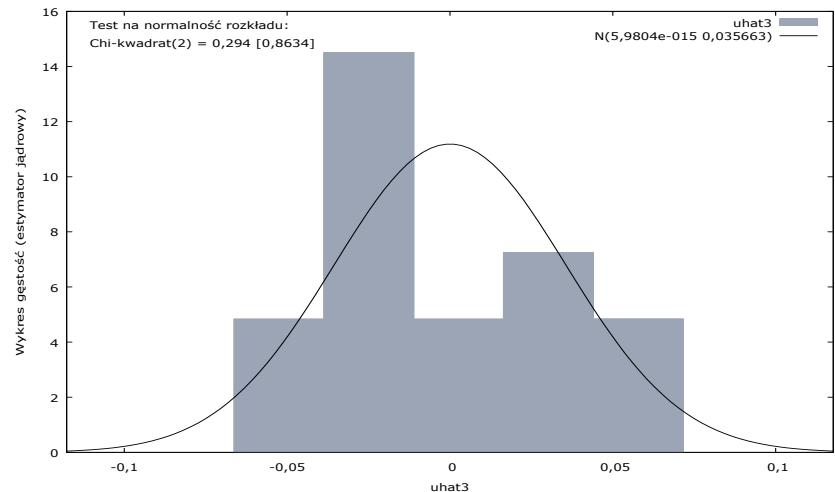
Model drugi dotyczący popytu na korzystanie z kolei dużych prędkości również został poddany statycznej predykcji, a jej wyniki ilustruje rysunek 10.

Na podstawie wykresu zaprezentowanego na rysunku 10 można wywnioskować, iż w okresach badawczych, w których występował gwałtowny wzrost popytu na diagnozowane zjawisko, wartość prognozy przekraczała wartość faktyczną omawianego miernika analitycznego. W okresach stabilizowania się wartości owej zmiennej zależnej następował spadek prognozy poniżej wielkości rzeczywistych. Jest to sytuacja odmienna w stosunku do poprzedniego modelu i wynika przede wszystkim z innej specyfiki części kolei oraz z ich ciągłego i dynamicznego rozwoju w ostatnich latach.

Zakończenie

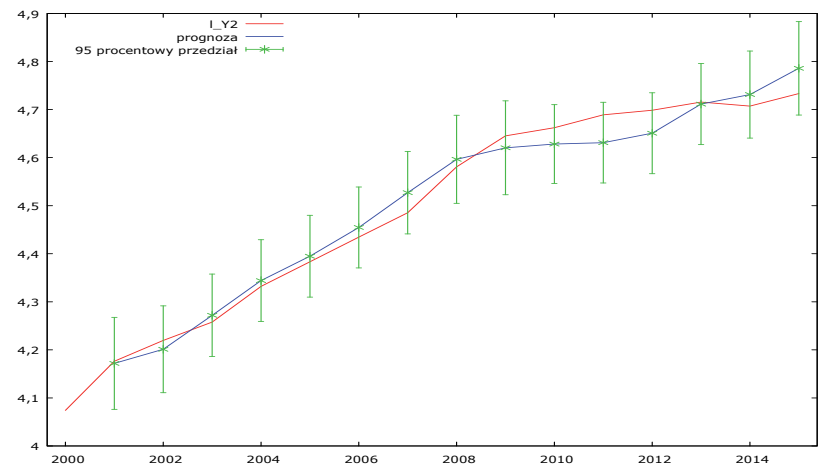
Poziom popytu na usługi transportowe determinowany jest m.in. postrzeganiem oferty przewozowej przez użytkowników transportu. Istotnym czynnikiem rozwoju rynku przewozów pasażerskich jest zdolność przedsiębiorstw transportowych do zaspokojenia potrzeb użytkowników transportu w sposób bardziej efektywny niż czynią to rywale rynkowi. Przedsiębiorstwa transportowe powinny zatem dążyć do kreowania wysokiej jakości usług dla ich użytkowników. Wzrost popytu, będący jedną z miar rozwoju rynku, zależy zatem od konkurencyjności przedsiębiorstw transportowych, a w szerszym ujęciu od konkurencyjności transportu zbiorowego określonej gałęzi transportu względem motoryzacji indywidualnej oraz innych gałęzi transportu [7].

Jakość, dostępność i niezawodność usług transportowych będą w nadchodzących latach coraz ważniejsze, między innymi ze względu na starzenie się społeczeństwa i potrzebę promowania transportu publicznego. Głównymi cechami usług wysokiej jakości są: atrakcyjny rozkład jazdy, komfort, łatwy dostęp, niezawodność usług i integracja z innymi środkami transportu. Dostępność informacji na temat czasu podróży oraz informacje na temat tras alternatywnych są równie ważne dla zapewnienia niezakłóconej podróży „od drzwi do drzwi” [2]. W poszukiwaniu źródeł przewagi konkurencyjnej należy koncertować się jednak na najistotniejszych czynnikach mających wpływ na decyzje konsumentów. Na rynku przewozów pasażerskich zaliczyć do nich można czas i koszty podróży. Dotyczy to w szczególności przewozów na duże odległości. Potwierdzają to sukcesy rynkowe kolei dużych prędkości w wielu państwach świata. Rosnący



Rys. 9. Kształtowanie się rozkładu reszt dla modelu drugiego

Źródło: oprac. własne.



Rys. 10. Prognoza popytu na koleje dużych prędkości

Źródło: oprac. własne.

udział w rynku, będący wynikiem przejęcia części pasażerów z transportu lotniczego i samochodowego, a także z pociągów konwencjonalnych wskazuje, że kolej dużych prędkości jest innowacyjnym środkiem transportu zdolnym do zaspokajania potrzeb komunikacyjnych rozwiniętych gospodarczo społeczeństw XXI w. W takim ujęciu koleje dużych prędkości są istotnym czynnikiem rewitalizacji kolei i poprawy jej konkurencyjności na europejskim rynku przewozów pasażerskich [7].

Istotnym czynnikiem poprawy konkurencyjności kolei na rynku transportowym, a w konsekwencji wzrostu popytu na usługi tej proekologicznej gałęzi transportowej są inwestycje związane z tworzeniem transeuropejskiej sieci transportowej TEN-T [8]. Istotnym jej elementem są linie dużych prędkości. Kreując program inwestycyjny w Polsce, celowe jest więc skoncentrowanie uwagi na opracowaniu i wdrożeniu programu budowy kolei dużych prędkości. Stanowi on szansę na przezwyciężenie negatywnych trendów na rynku przewozów pasażerskich.

Na podstawie przeprowadzonej analizy ekonometrycznej, na którą składały się dwa modele regresji liniowej oraz analizy korelacji stwierdza się, iż model dotyczący popytu na pasa-

żerskie przewozy kolejowe w UE zawierał w sobie zmienne X1, X3, X6 (długość linii kolejowych, liczba ludności oraz wydatki na pasażerski transport kolejowy). Najsilniej na zmienną zależną oddziaływała w nim zmienna X3. Analiza poziomu korelacji wykazała, że pomimo niskiej wartości tego wskaźnika zmienna weszła w skład modelu, ponieważ analiza regresyjna jest koncepcyjnie odmienna od analizy korelacyjnej, często stosowanej w statystyce w celu opisanego związku między dwiema zmiennymi. Na jej podstawie szacujemy wartość oczekiwaną bądź prognozę dla konkretnej zmiennej objaśnianej przy pomocy konkretnych regresorów. Nie stanowi ona zatem relacji symetrycznej, jak w przypadku analizy współczynnika korelacji [10].

Model przedstawiający popyt na koleje dużych prędkości zawierał zmienne X2, X3, a także X7 (realne PKB, liczba ludności oraz udział kolei dużych prędkości w rynku pasażerskich przewozów kolejowych). Najsilniej, tak jak w przypadku pierwszego modelu, na wyjaśnienie analizowanego problemu badawczego oddziaływała zmienna X3. Analiza poziomu korelacji wykazała, iż wszystkie zmienne w wysokim stopniu wyjaśniają zależność pomiędzy wszystkimi zmiennymi zakwalifikowanymi do umieszczenia w modelu.

Testy statystyczne zastosowane do sprawdzenia poprawności konstrukcji prezentowanych modeli ekonometrycznych wypadły pozytywnie, co pozwala stwierdzić poprawność analizowanych modeli.

Bibliografia:

1. Abramowicz A., Abramowicz M., *Konkurencja na rynku pasażerskich przewozów międzyaglomeracyjnych w Polsce*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 5.
2. Biała Księga *Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu*, KOM (2011) 144.
3. Dyr T., Ożóg M., *Uwarunkowania rozwoju transportu w Unii Europejskiej*, „Technika Transportu Szynowego” 2010, nr 3.
4. Dyr T., Welnic P., *Popyt na rynku kolejowych przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej*, „Technika Transportu Szynowego” 2007, nr 1-2.
5. Dyr T., *Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI wieku*, „Technika Transportu Szynowego” 2011, nr 5-6.
6. Dyr T., *Europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, „Technika Transportu Szynowego” 2013, nr 10.
7. Dyr T., *Koleje dużych prędkości jako czynnik poprawy konkurencyjności kolei na rynku transportowym*, „Technika Transportu Szynowego” 2010, nr 11-12.
8. Dyr T., *Strategia rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej*, „Technika Transportu Szynowego” 2012, nr 1-2.
9. Gorlewski B., *Czynniki kształtowania popytu na przewozy pasażerskie kolejami dużych prędkości – aspekt teoretyczny*, „Technika Transportu Szynowego” 2010, nr 9.
10. Górecki B. R., *Ekonometria podstawy teorii i praktyki*, Wydawnictwo Key Text, Warszawa 2010.
11. Kozłowska M., *Popyt na rynku autobusowych przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2017, nr 1-2.
12. Kozłowska M., *Popyt na rynku kolejowych przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej*, „Technika Transportu Szynowego” 2017, nr 1-2.
13. *Master plan dla transportu kolejowego w Polsce do 2030 roku*.
14. Płachecka M., *Efekty działań na rzecz poprawy bezpieczeństwa w transporcie publicznym w Polsce*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 10.
15. *Przyszłość należy do kolei dużych prędkości*, Wywiad z Michel Leboeuf Honorowym Przewodniczącym Komitetu UIC Intercity and High Speed, „Technika Transportu Szynowego” 2015, nr 9.
16. Raczyńska-Buława E., *Bezpieczeństwo w ruchu drogowym w Europie: założenia polityki UE i ocena podejmowanych działań z perspektywy danych statystycznych*, „Autobusy – Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe” 2016, nr 10.
17. Raczyński J., *Efekty społeczno-gospodarcze budowy linii dużych prędkości w Polsce (1). Wpływ inwestycji na rozwój przemysłu, sektora budowlanego i zaplecza naukowo-badawczego*, „Technika Transportu Szynowego” 2017, nr 9.
18. *Statistical Pocketbook 2014: EU Transport in Figures*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.
19. *Statistical Pocketbook 2015: EU Transport in Figures*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015.
20. *Statistical Pocketbook 2016: EU Transport in Figures*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016.
21. *Statistical Pocketbook 2017: EU Transport in Figures*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.
22. www.eurostat.pl (dostęp 03.01.2018).
23. www.worldbank.pl (dostęp 03.01.2018).

Autorzy:

mgr **Małgorzata Kozłowska** – doktorantka na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Prawnych Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu

mgr **Grzegorz Cygan** – doktorant na Wydziale Nauk Ekonomicznych i Prawnych Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego w Radomiu

Forecast of demand on the passenger transport market in the European Union

This article analyzes the size of effective demand on the passenger transport market in the European Union, with particular emphasis on high-speed rail transport on the basis of annual statistics published by Eurostat. In the analyzed period, i.e. in the years 2000–2015 in the European Union, the work of high-speed trains more than doubled. In 2015, this work amounted to 113.67 billion passes. It constituted 25.72% of transport work carried out by rail transport in the EU-28 area. The correct assessment of the level of demand on the passenger transport market in the EU is a very important issue from the point of view of providing the public with certain communication services, enabling at the same time diversity in its selection. Good knowledge of the specificity of this market, the use of relevant statistical data explaining it and the development of proprietary econometric models verified by appropriate statistical tests allowed to show the relationships determining its development in the time range 2000–2015.

Keywords: demand, passenger transport, high speed rail transport, linear regression model.