

Małgorzata Kozłowska, Grzegorz Cygan

Prognoza popytu na rynku przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej

JEL: O18, R41, DOI: 10.24136/atest.2017.014.

Data zgłoszenia: 22.02.2018, Data akceptacji: 25.04.2018

Popyt na rynku transportu pasażerskiego w UE stanowi bardzo istotne zagadnienie z punktu widzenia dostarczenia społeczeństwu określonych usług komunikacyjnych, które mogą być różnorodne oraz dostosowane do preferencji konsumentów. Dobra znajomość specyfiki badanego rynku, wykorzystanie odpowiednich danych statystycznych go objaśniających oraz opracowanie autorskiego modelu ekonometrycznego zweryfikowanego poprzez odpowiednie testy statystyczne pozwalają na ukazanie zależności determinujących jego rozwój w przedziale czasowym 2000–2015.

Słowa kluczowe: popyt, transport pasażerski, model regresji liniowej.

Wprowadzenie

Transport stanowi fundament rozwoju gospodarczego i społecznego. Mobilność jest niezwykle istotna dla funkcjonowania rynku wewnętrznego oraz dla jakości życia obywateli. Zaspokojenie potrzeb na rynku przewozów pasażerskich może odbyć się zarówno indywidualnymi środkami transportu, jak i transportem zbiorowym. Z teoretycznego punktu widzenia poziom PKB może przyczyniać się m.in. do rozbudowy infrastruktury transportowej, a co za tym idzie – do polepszania oferty przewozowej oraz ograniczania kosztów przejazdów poprzez stosowanie przez przewoźników coraz to lepszych i nowocześniejszych środków transportu, co prowadzi do wzrostu zapotrzebowania na tego typu usługi.

Istotnym czynnikiem wzrostu gospodarczego jest z całą pewnością swoboda przemieszczania się; przyczynia się ona do ograniczania negatywnych trendów demograficznych w Unii Europejskiej. Z kolei wzrost gospodarczy sprzyja zwiększaniu się mobilności w celach turystycznych i rekreacyjnych.

Uwzględniając przedstawione przesłanki, jako zasadniczy cel niniejszego artykułu przyjęto analizę wielkości popytu efektywnego na rynku przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej – ze szczególnym uwzględnieniem przewozów realizowanych autobusami i autokarami – oraz identyfikację czynników determinujących popyt. Dla osiągnięcia tego celu sformułowano następującą hipotezę badawczą: **głównymi czynnikami determinującymi wielkość popytu na rynku usług przewozów pasażerskich są wielkość populacji, liczba samochodów, wzrost PKB i wydatków na transport.**

Dokonano analizy ekonometrycznej, aby potwierdzić, które czynniki przyczyniają się do kształtowania popytu na usługi transportu pasażerskiego w krajach należących do Unii Europejskiej oraz jakie zmienne objaśniające są w stanie ukazać tę zależność.

W celu wyjaśnienia diagnozowanego problemu dokonane zostały: krytyczna analiza literatury,

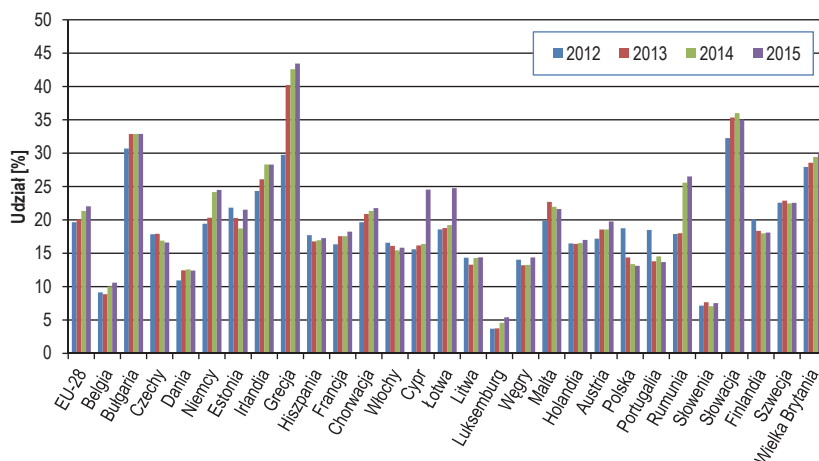
analiza danych statystycznych typowych dla określenia specyfiki rynkowej oraz ujęcie modelowe i analiza korelacji.

Przedstawiony w tym oto artykule model ekonometryczny, wykorzystany do określenia popytu na usługi transportu pasażerskiego w Unii Europejskiej, estymowany przy pomocy klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK), w celu optymalizacji musiał zostać zweryfikowany za pomocą testów statystycznych, wśród których należy wymienić m.in.: test na koincydencję Engle'a-Grengera, test na autokorelację, test współliniowości na normalność rozkładu składnika resztowego, a także test dotyczący heteroskedastyczności.

Transport pasażerski w Unii Europejskiej

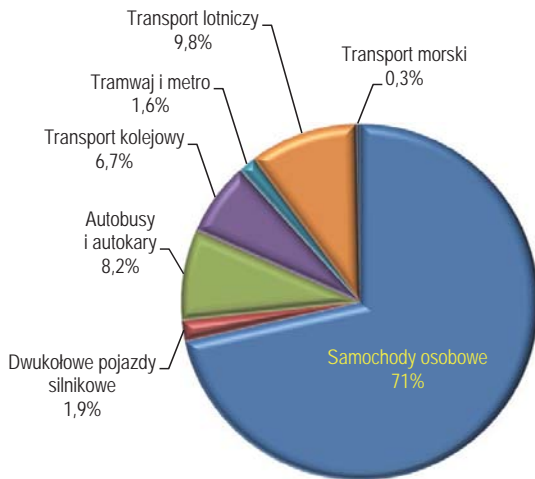
Według statystyk europejskich [20] wydatki gospodarstw domowych na transport wyniosły w 2015 r. 1 044,478 mld euro (ok. 2 tys. euro na mieszkańca UE-28), co stanowi 13% całkowitych wydatków konsumpcyjnych. Blisko 28% tej kwoty (około 291 mld euro) zostało wykorzystane na zakup pojazdów, około połowa (522 mld euro) została wydana na eksploatację osobistego sprzętu transportowego (np. na zakup paliwa do samochodu), a resztę (około 230 mld euro) przeznaczono na usługi transportowe (np. na przejazdy autobusami, pociągami, na bilety lotnicze).

Jak już wspomniano powyżej, na usługi transportowe w 2015 r. wydano 230,2 mld euro (średnio 453 euro na 1 mieszkańca), co stanowiło 22% wydatków związanych z transportem. Wydatki na transport publiczny wzrosły o 0,7% w porównaniu z 2014 r., o 2% w stosunku do 2013 r. i o 2,4% w stosunku do 2012 r. Największą dynamikę wzrostu wydatków na usługi transportowe zaobserwować można w Grecji (zwiększenie z 5 134 mln euro w 2012 r. do 7 828 mln euro w 2015 r., czyli o 13,7 p.p.). Znaczny wzrost tego wskaźnika zanotowano także na Cyprze (o 9 p.p.), w Rumunii (o 8,6 p.p.), na Łotwie



Rys. 1. Udział wydatków na usługi transportowe w wydatkach ogółem na transport w latach 2012–2015

Źródło: oprac. własne na podst. [17–20].



Rys. 2. Podział pracy przewozowej w transporcie pasażerskim UE-28 w 2015 r.

Źródło: oprac. własne na podst. [20].

(o 6,2 p.p.), w Niemczech (o 5,1 p.p.) oraz w Irlandii (o 4 p.p.). Największy spadek wydatków na transport publiczny w tym okresie odnotowano w Polsce (o 5,6 p.p.) i Portugalii (o 4,8 p.p.). Zmiany udziału wydatków na usługi transportowe w wydatkach ogółem na transport przedstawiono na rys. 1.

Podział pracy przewozowej w transporcie pasażerskim w UE

W 2015 r. łącznie praca przewozowa w UE-28 wyniosła 6 602 mld paskm lub średnio 12 962 km na osobę. Liczba ta obejmuje transport lądowy, lotniczy i morski wewnątrz UE, nie obejmuje natomiast transportu między UE a resztą świata. Największy udział w rynku transportu pasażerskiego miał transport samochodowy – 71,5%. Transport lotniczy, transport realizowany autobusami i autokarami oraz transport kolejowy stanowiły odpowiednio 9,8%, 8,2% i 6,7%. Pozostałe, uwzględnione w niniejszym opracowaniu, środki transportu stanowiły znikomy udział w rynku przewozów pasażerskich; mowa o transporcie realizowanym dwukołowymi pojazdami silnikowymi (1,9%), tramwajami i metrem (1,6%) oraz o transporcie morskim (0,3%) – por. rys. 2.

Praca przewozowa realizowana samochodami osobowymi wyniosła w 2015 r. 4 719 mld paskm. W stosunku do 2000 r. wzrosła ona o 9,7%. Wzrosła także praca przewozowa realizowana dwukołowymi pojazdami silnikowymi, tj. o 19,6% przy porównaniu 2015 r. i 2000 r. Największa dynamika pracy przewozowej wystąpiła w transporcie lotniczym – wzrost z 460 mld paskm w 2000 r. do 649 mld paskm w 2015 r., tj. o 41,2% (średnio o 2,3% rocznie). W transporcie kolejowym, w analizowanym okresie, praca przewozowa wzrosła z 372 mld paskm do 442 mld paskm, tj. o 18,9%, zaś w transporcie realizowanym tramwajami i metrem wzrosła z 80 mld paskm do 102 mld paskm, czyli o 27,8%. Spadek pracy przewozowej można zaobserwować w przewozach realizowanych autobusami i autokarami, praca przewozowa zmalała z 551 mld paskm w 2000 r. do 553 mld paskm, tj. o 1,4%. Znaczący spadek zaobserwowano w transporcie morskim, mającym marginalne znaczenie w przewozach pasażerskich; w analizowanym okresie praca ta spadła z 29 mld paskm

do 22 mld paskm, tj. o 25,1%. Zmiany wielkości pracy przewozowej w UE-28 przedstawiono na rys. 3.

Przewozy pasażerskie realizowane autobusami i autokarami

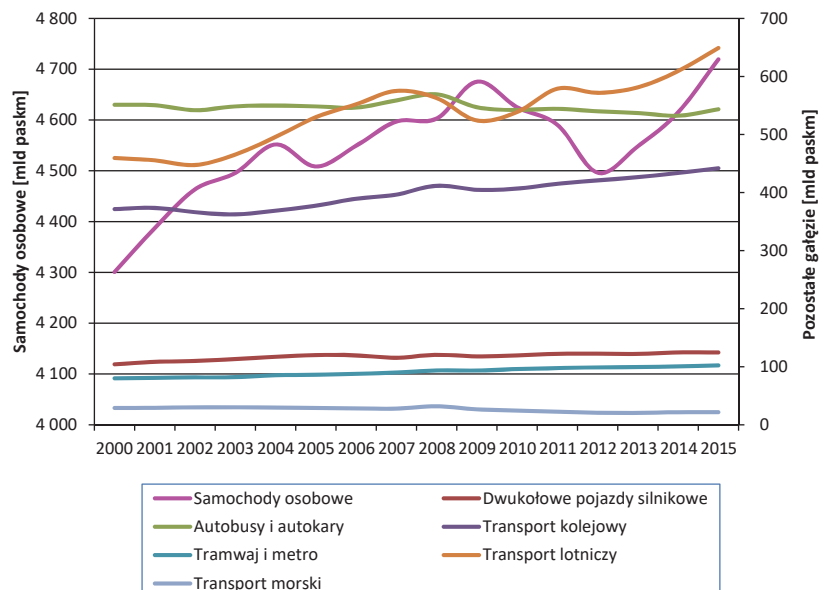
W 2015 r., jak już wspomniano, łączna praca przewozowa w transporcie autobusowym i autokarowym w UE-28 wyniosła 543 mld paskm. Krajami o największych przewozach pasażerskich realizowanych autobusami i autokarami są Włochy (103,1 mld paskm; 19% pracy przewozowej UE-28), Niemcy (65,1 mld paskm) i Francja (70,3 mld paskm) – por. rys. 4. W Polsce praca przewozowa wyniosła 37,6 mld paskm i spadła w porównaniu z rokiem poprzednim o 4%. Lokuje to polski transport autobusowy i autokarowy na 6. pozycji w UE-28.

Porównując dane dotyczące pracy przewozowej z wielkością populacji w poszczególnych krajach Unii Europejskiej, można stwierdzić, że przeciętny mieszkaniec przejechał autobusem 1 065,11 km. Największą mobilność zaobserwować można w Estonii (2 391 km) i Irlandii (2 279,8 km). W Polsce wartość ta wynosi 998,8 km (rys. 6); jest to poziom nieco niższy niż średnia w UE-28, ale prawie dwukrotnie niższy niż w kraju o największym wykorzystaniu autobusów i autokarów w przewozach pasażerskich.

Porównując z kolei pracę przewozową realizowaną autobusami i autokarami do długości dróg i autostrad, dochodzimy do wniosku, że krajem o najwyższej wartości tego wskaźnika jest Bułgaria. Na sieci drogowej o łącznej długości 19 853 km zrealizowana została w 2015 r. praca przewozowa równa 12,5 mld paskm, co oznacza, że średnio na 100 km drogi przypada praca 63 mln paskm. Dla porównania: średnia tego wskaźnika dla wszystkich krajów UE wynosi 11,1 mln paskm. W Polsce było to zaledwie 8,96 mln paskm/100 km drogi (rys. 7), o 0,76 mld paskm/100 km mniej w porównaniu z rokiem poprzednim.

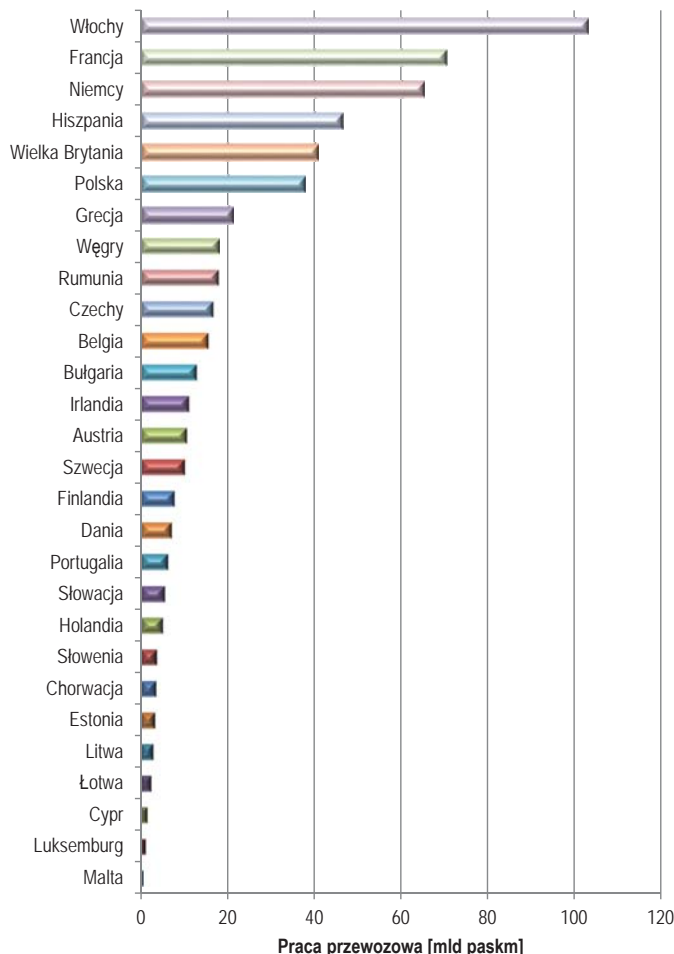
Przewozy pasażerskie realizowane autobusami i autokarami a wzrost gospodarczy

Wzrost gospodarczy generuje nowe potrzeby przewozowe i zwiększoną mobilność ludności państw Unii Europejskiej [8]. Dynamika wzrostu przewozów ogółem jest na podobnym poziomie jak



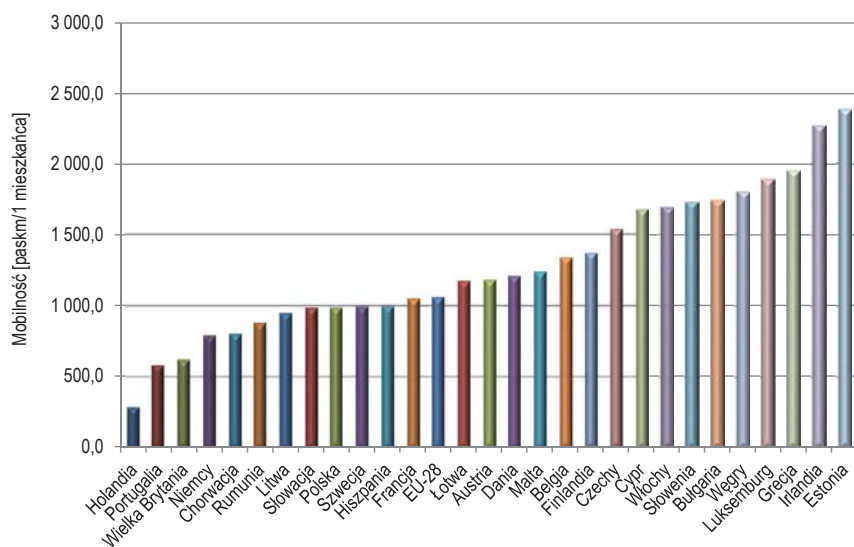
Rys. 3. Przewozy pasażerskie w UE-28 w latach 2000–2015

Źródło: oprac. własne na podst. [20].



Uwaga: Francja: obejmuje transport tramwajowy na poziomie prowincji oraz transport tramwajowy w Ile de France do 2000 r. Obejmuje również okazjonalne przewozy autobusowe na terytorium Francji wykonywane przez zagraniczne autobusy; Austria: szereg czasowy zawiera oszacowanie dla trolejbusów; Wielka Brytania: dane GB + 1,5 mld pkm w całej Irlandii Północnej; Polska: obejmuje transport dalekobieżny i szacunkowe dane dotyczące transportu miejskiego

Rys. 4. Praca przewozowa w krajach UE w 2015 r.
Źródło: oprac. własne na podst. [20].



Rys. 5. Wykorzystanie autobusów w krajach EU w 2015 r.
Źródło: oprac. własne na podst. [20].

Tab. 1. Wartości współczynników korelacji dla poszczególnych zmiennych objaśniających

Nazwa zmiennej	Symbol	Wartość współczynnika korelacji (mierzona jako zależność zmiennej objaśnianej do zmiennej objaśniającej)
PKB realne	X1	0,86
Populacja	X2	0,93
Liczba samochodów	X3	0,93
Transport pasażerski/PKB	X4	-0,84
Wydatki na transport	X5	-0,85
Deflator	X6	0,89

Źródło: oprac. własne.

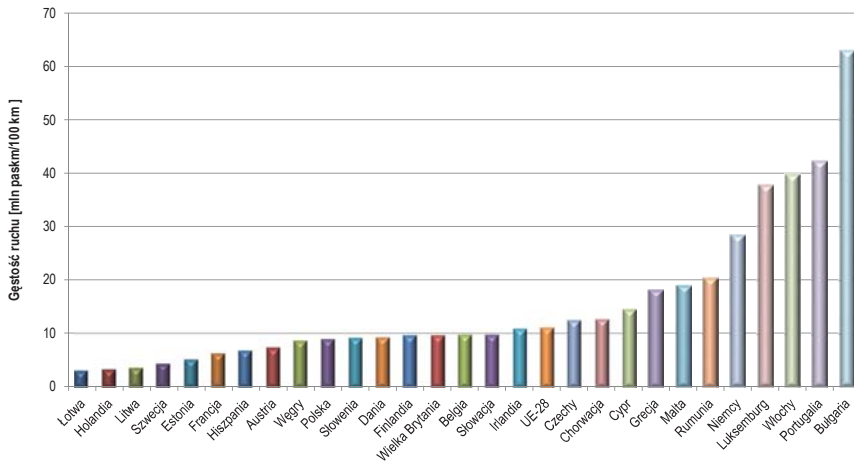
tempo wzrostu PKB per capita, będącego podstawowym miernikiem wzrostu gospodarczego. W Unii Europejskiej istnieje wyraźna korelacja pomiędzy wzrostem zapotrzebowania na transport a wzrostem gospodarczym (tab. 1).

Istotnym kierunkiem polityki transportowej, sprzyjającym zmniejszeniu negatywnego oddziaływania na transport, powinny być działania zmierzające do rozdzielania wzrostu transportu od wzrostu gospodarczego. Będzie to jednak niezwykle trudne. Swoboda przemieszczania się, stanowiąca ważne osiągnięcie Unii Europejskiej, jest bowiem istotnym czynnikiem wzrostu gospodarczego. Mobilność pracowników przyczynia się do ograniczania negatywnych trendów demograficznych w Unii Europejskiej. Jest ona także postrzegana jako kluczowy element realizacji strategii lizbońskiej na rzecz wzrostu i zatrudnienia. Istnieje także zależność odwrotna – wzrost gospodarczy sprzyja zwiększeniu się mobilności w celach niezwiązanych z pracą. Rosnące dochody gospodarstw domowych generują potrzeby przemieszczania się w celach turystycznych i rekreacyjnych [6].

Dane statystyczne do modelu – analiza korelacji

We wstępnej fazie opracowania zastosowano 6 parametrów mogących przyczynić się do objaśnienia modelu. Wszystkie zmienne analityczne charakteryzują się bardzo wysokimi współczynnikami korelacji (tab. 1). Nie należy jednak z całą stanowczością sądzić, iż wysokie wartości prezentowanego miernika przyczyniają się do istotności zmiennych w równaniu modelowym, bowiem analiza regresyjna jest koncepcyjnie odmienna od analizy korelacyjnej, często stosowanej w statystyce w celu opisanie związku między dwiema zmiennymi. Na jej podstawie szacujemy wartość oczekiwaną bądź prognozę dla konkretnej zmiennej objaśnianej przy pomocy określonych regresorów. Nie stanowi ona zatem relacji symetrycznej, jak to jest w przypadku analizy współczynnika korelacji [10].

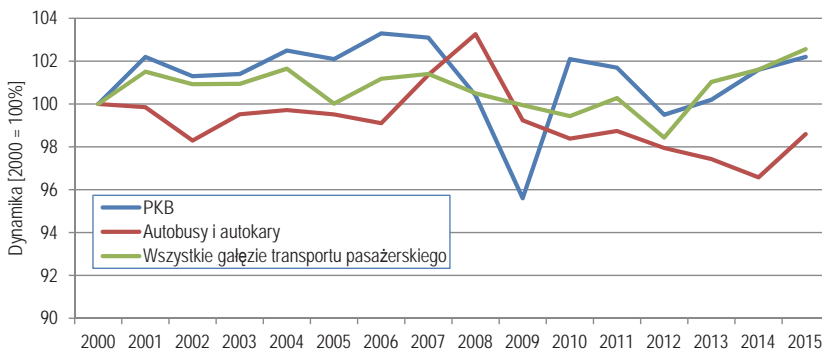
Z tab. 1 wynika, iż wszystkie zmienne posiadają bardzo wysoką korelację. Ich wartość zawarta jest w przedziale (0,8–0,9>), są to parametry X1, X4, X5, X6, natomiast mierniki oscylujące w przedziale (0,9–1>) stanowią zależność praktycznie pełną i należą do nich X2 oraz X3. W celu lepszego zaobserwowania zależności, jakie zachodzą pomiędzy popytem na usługi transportowe a poszczególnymi czynnikami go determinującymi, posłużono się tzw. wykresami rozrzutu dla wszystkich zmiennych.



Rys. 6. Gęstość ruchu w krajach UE w 2015 r.

Uwaga. Długość wszystkich dróg, tj. autostrad, głównych dróg krajowych, drugorzędnych lub regionalnych i innych.

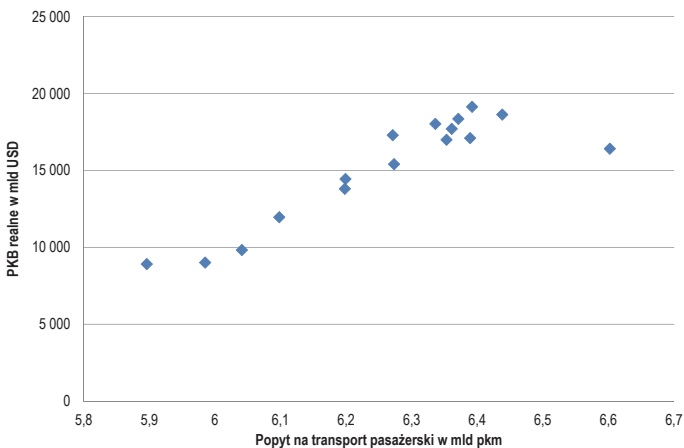
Źródło: oprac. własne na podst. [20].



Rys. 7. Dynamika przewozów i zmian PKB w UE w latach 2000–2015

Źródło: oprac. własne na podst. [20].

Zależność wynikająca z rys. 8 dowodzi, że parametry analityczne wykazują zależność liniową. Z tego powodu można by przypuszczać, iż istnieje silna zależność między diagnozowanymi danymi. Z teoretycznego punktu widzenia poziom PKB może przyczynić się m.in. do rozbudowy infrastruktury transportowej, a co za tym idzie – do polepszania oferty przewozowej oraz



Rys. 8. Kształtowanie się relacji zachodzącej pomiędzy popytem na transport a PKB realnym w latach 2000–2015 dla UE-28

Źródło: oprac. własne na podst. [21, 22].

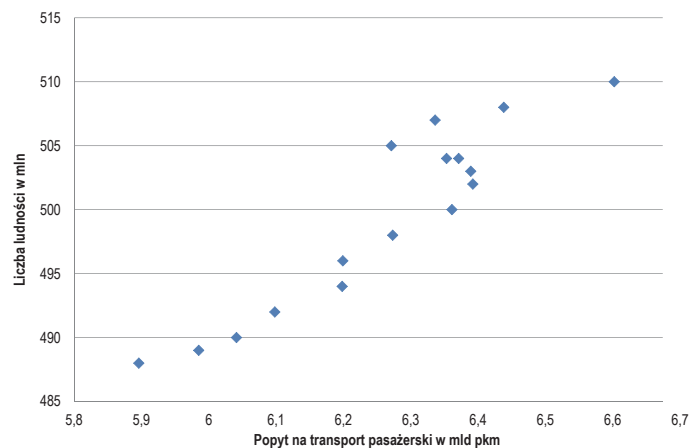
ograniczania kosztów przejazdów poprzez stosowanie przez przewoźników coraz to lepszych i nowocześniejszych środków transportu, co prowadzi do wzrostu zapotrzebowania na tego typu usługi.

Na podstawie rys. 9 wywnioskować można, iż zależność pomiędzy popytem na transport i populacją Europejczyków wykazuje tendencję wzrostową do 2008 r. W kolejnych okresach analitycznych wystąpiła pewnego rodzaju niestabilność fluktuacyjna, wynikająca ze spadku przyrostu naturalnego ludności, by w latach 2013–2015 ponownie wykazywać tendencję wzrostową. Dodatkowo wysoka korelacja świadczy o istotnym oddziaływaniu na siebie tychże parametrów, co również zostało udowodnione na gruncie budowy modelu. Zależność ta jest niezwykle istotna, bowiem wzrastająca liczba ludności może przyczynić się do poszerzania rozmiarów rynku usług transportu pasażerskiego w wyniku wzrostu liczby potencjalnych klientów.

Wykres 10 – pomimo praktycznie liniowego przebiegu punktów oraz niezwykle wysokiej korelacji – nie posiada istotnych informacji z punktu widzenia modelu. Nie można na przykład przypuszczać, że w rodzinie posiadającej samochód nie da się wykluczyć możliwości korzystania poszczególnych członków rodziny z tego właśnie rodzaju transportu oraz że nie będzie istniał popyt na owe usługi. Jednakże zmienna objaśniająca może być przydatna w określaniu alokacji usług transportowych w poszczególnych

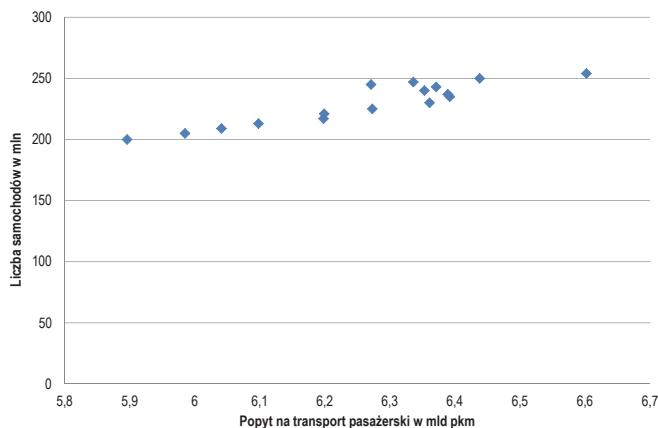
obszarach i regionach.

Analiza zależności pomiędzy zmienną X4 a zmienną objaśnianą wykazuje w większości okresów zależność spadkową. Wzrost popytu powoduje spadek wskaźnika przedstawiającego iloraz transportu pasażerskiego i PKB do 2008 r., mający swoje źródło w wysokich wydatkach na transport w okresie wyższego, postępującego wzrostu gospodarczego; natomiast w 2008 r., w wyniku obniżania się poziomu wzrostu gospodarczego i utrzymywania się go na niskim poziomie, po okresie kryzysu gospodarczego

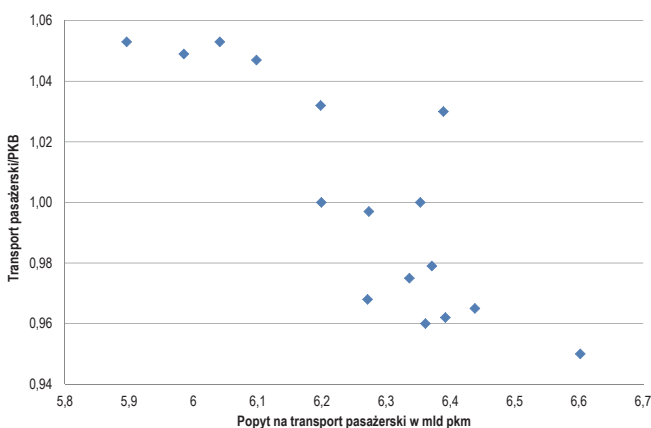


Rys. 9. Kształtowanie się relacji zachodzącej pomiędzy popytem na transport a liczbą ludności w latach 2000–2015 dla UE-28

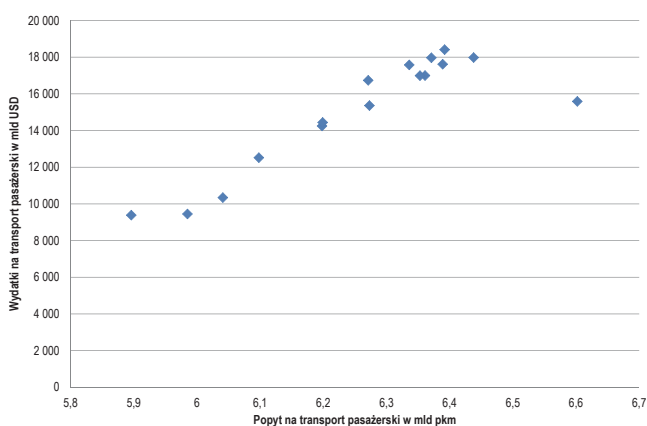
Źródło: oprac. własne na podst. [21].



Rys. 10. Kształtowanie się relacji zachodzącej pomiędzy popytem na transport a liczbą samochodów w latach 2000–2015 dla UE-28
Źródło: oprac. własne na podst. [21].



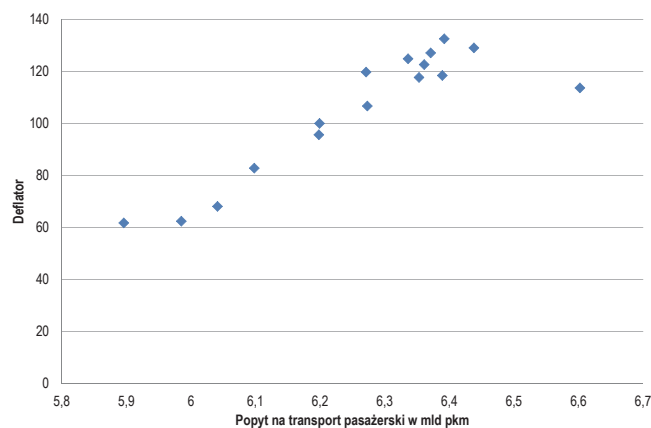
Rys. 11. Kształtowanie się relacji zachodzącej pomiędzy popytem na transport a relacją transport pasażerski/PKB w latach 2000–2015 dla UE-28
Źródło: oprac. własne na podst. [21].



Rys. 12. Kształtowanie się relacji zachodzącej pomiędzy popytem na transport a wydatkami na transport w latach 2000–2015 dla UE-28
Źródło: oprac. własne na podst. [21].

w UE, zaczęto zmniejszać wydatki na transport. Parametr ten jest niezwykle istotny, ponieważ pozwala dowiedzieć się, jakie są relacje pomiędzy transportem pasażerskim i PKB, co pozwala ocenić, czy PKB implikuje wydatki na transport.

Wydatki na transport są bardzo istotnym wskaźnikiem analitycznym, który może oddziaływać na poziom popytu na rynku. Ich wartość uzależniona jest przede wszystkim od koniunktury go-



Rys. 13. Kształtowanie się relacji zachodzącej pomiędzy popytem na transport a deflatorem w latach 2000–2015 dla UE-28
Źródło: oprac. własne na podst. [21].

spodarczej oraz od zamożności społeczeństwa. Z rys. 12 wynika, iż zależność ta jest ujemna, co ma również swoje odzwierciedlenie w wartości wskaźnika korelacji. Wobec powyższego spadek wydatków na transport pasażerski oznacza przede wszystkim obniżenie cen na usługi transportowe bądź utrzymywanie ich na stałym poziomie.

Deflator jest bardzo dobrym miernikiem poziomu inflacji w gospodarce i oddziałuje na analizowany popyt, informuje on bowiem, jak rynek przewozów pasażerskich będzie reagował pod wpływem kształtowania się poziomu cen. W ujęciu modelowym

Tab. 2. Wartości współczynników korelacji dla poszczególnych zmiennych objaśniających

Zmienna	Współczynnik	błąd standardowy	T-Studenta	wartość p
Constans	2,52664	0,428106	5,902	7,23e-05 ***
I_X2	1,25001	0,485124	2,577	0,0242 **
I_X4	-0,0821289	0,147285	-0,5576	0,5874
I_X5	0,0351905	0,0254219	1,384	0,1915

Średnia arytmetyczna zmiennej zależnej 1,834200	Odchylenie standardowe zmiennej zależnej 0,029620 Błąd standardowy reszt 0,010711 Skorygowany R-kwadrat 0,869240 Wartość p dla testu F 3,67e-06 Kryterium informacyjne Akaike'a - 96,36504 Kryterium Hannana-Quinna - 96,20679
Suma kwadratów reszt 0,001377	
Współczynnik determinacji R-kwadrat 0,895392	
F(3, 12) 34,23789	
Logarytm wiarygodności 52,18252	
Kryterium Bayesa-Schwarza - 93,27469	

Źródło: oprac. własne.

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

Nazwa testu	Wartość testu	Wartość krytyczna
Engle'a-Grengera	-3,32488	$\tau = -3,60$
Autokorelacja	2,49126	$F = 4,84434$
Heteroskedastyczność	11,485647	$\chi^2 = 16,919$
Współliniowość	I_X2 = 6,289 I_X4 = 3,937 I_X5 = 4,545	brak, musi być spełniony warunek VIF < 10, lecz minimum 1
Normalność rozkładu składnika resztowego	3,368 p = 0,18566	$\chi^2 = 5,99146$ $\alpha = 0,05$

Źródło: oprac. własne.

jednak zależność ta nie wywiera istotnego wpływu na zmienną zależną.

Model ekonometryczny

Po wstępnym przeanalizowaniu zmiennych użytych do budowy modelu ekonometrycznego można przejść do przedstawienia jego praktycznego ujęcia, które pozwoli odpowiedzieć na pytania, jakie czynniki przyczyniają się do kształtowania popytu na usługi transportu pasażerskiego w krajach należących do Unii Europejskiej oraz jakie zmienne objaśniające są w stanie ukazać tę zależność.

Na podstawie powyższego zestawienia zaobserwować można, iż – z punktu widzenia niniejszego modelu estymowanego za pomocą klasycznej metody najmniejszych kwadratów (KMNK) – istotną zmienną objaśniającą zmienną Y_1 jest X_2 dotycząca populacji w Unii Europejskiej. Pozostałymi zmiennymi wchodzącymi w skład modelu zostały również wydatki na transport oraz wskaźnik transport pasażerski/PKB.

Zmienne te zostały użyte do objaśnienia modelu z uwagi na wysokie wartości współczynnika determinacji, skorygowanego współczynnika determinacji, a także pozytywne wyniki testów autokorelacji oraz heteroskedastyczności. Brak autokorelacji składnika losowego oraz homoskedastyczność pozwalają stwierdzić, iż estymatory KMNK są nieobciążone, a zatem uzasadnione staje się zastosowanie tejże metody w estymacji modelowej, biorąc jednocześnie pod uwagę, że ma ona zastosowanie w analizie statycznej szeregów czasowych.

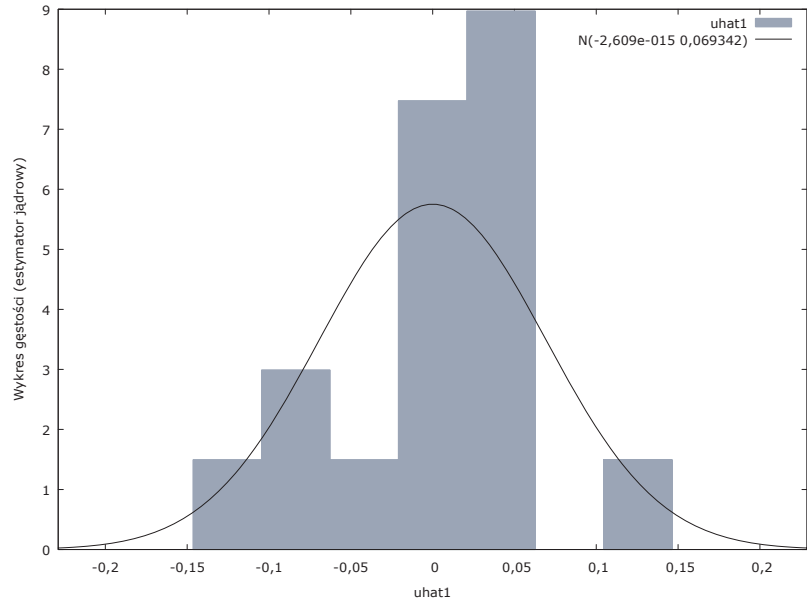
Równanie modelowe sprowadza się do następującego wzoru:

$$Y_1 = 2,52664 + 1,2001 \cdot X_2 + 0,0351905 \cdot X_5 + U_t$$

Wyniki estymacji modelowej

Przedstawiony model ekonometryczny został poddany badaniom za pomocą wielu testów, wśród których należy wymienić przede wszystkim testy na: koincydencję (test Engle'a-Grengera), autokorelację, współliniowość, test na normalność rozkładu składnika losowego oraz heteroskedastyczność [10]. Wartości poszczególnych testów zostały przedstawione w tab. 3

Na podstawie danych zawartych w tab. 3 można wywnioskować, iż test autorstwa Engle'a-Grengera ze stałą i z trendem, przy stopniu istotności 5% i liczbie próby $T < 25$, wykazywał niższą wartość statystyki testu niż jego wartość krytyczna. Świadczy to o tym, że szeregi zmiennych są ze sobą skointegrowane, a zatem odrzucona została hipoteza o istnieniu pierwiastka jednostkowego. Test autokorelacji (LMF) ma natomiast wartość testową niższą od wartości krytycznej, jednakże w teście tym hipoteza zerowa, zakładająca brak autokorelacji, zawarta jest w formule $F(1,11) > 2,49126$. Wynika z tego, iż jest ona poprawna, zaś autokorelacja nie zachodzi. Z kolei niższa wartość testu na heteroskedastyczność reszt (test White'a) od jej wartości krytycznej powoduje, iż mamy do czynienia z homoskedastycznością. Test współliniowości wskazuje, iż we wszystkich analizowanych parametrach nie zachodzi zjawisko współliniowości, co oznacza brak rozděcia wariancji w poszczególnych zmiennych i stanowi korzystny dobór zmiennych objaśniających.



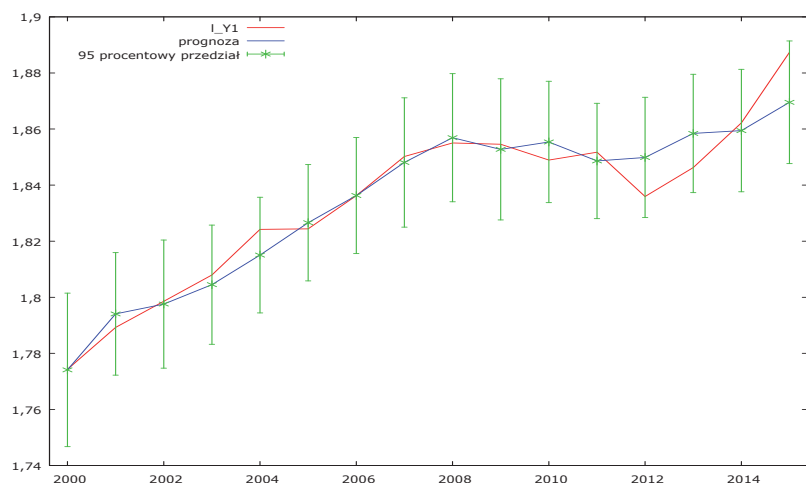
Rys. 14. Kształtowanie się poziomu normalności rozkładu reszt dla omawianego modelu
Źródło: oprac. własne.

Natomiast test na normalność reszt składnika losowego (test Doornika-Hansena) wykazał, iż $p > \alpha$, co oznacza, że hipoteza zerowa – mówiąca o tym, iż dystrybucja empiryczna posiada rozkład normalny – jest jak najbardziej poprawna. Z powyższego wynika również to, iż statystyka testowa jest mniejsza od wartości krytycznej. Normalność rozkładu reszt niniejszego modelu najlepiej uwydatnia wykres (rys. 14).

Na podstawie wykresu należy stwierdzić, iż model posiada rozkład normalny z widoczną łapkokurtozą.

Po przetestowaniu opisywanego modelu dokonano prognozy zmiennej objaśnianej oraz jej weryfikację w postaci danych rzeczywistych, które ukazuje rys. 15.

Na rys. 15 widać, iż względny popyt na transport w krajach należących do Unii Europejskiej, zawarty w szeregu czasowym za lata 2000–2015, jest bardziej różnorodny niż prognozowane wartości tego parametru badawczego. Świadczy to o pewnym uproszczeniu stosowanym dla ich określenia oraz o tym, iż prognoza wyrównuje niestabilność popytową pomiędzy okresami



Rys. 15. Porównanie wartości względnego popytu na transport do 95-procentowej prognozy względnego popytu na transport w UE za lata 2000–2015

Źródło: oprac. własne.

charakteryzującymi się nagłymi, dynamicznymi zmianami analizowanego parametru w krótkim okresie. Warto przy tym zaznaczyć, iż trend uwypukla zmienną objaśnianą, co związane jest z faktem istnienia zdarzeń nieuwzględnianych w parametrach analitycznych.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej analizy ekonometrycznej, zweryfikowanej w formie modelu regresji liniowej, oraz w drodze jego estymacji przy pomocy KMNK, a także na podstawie testów statystycznych za okres badawczy 2000–2015 dochodzi się do wniosku, że głównym czynnikiem kształtującym popyt na usługi transportowe w Unii Europejskiej jest wielkość populacji. Parametr ten determinuje wielkość usług transportowych, świadczonych z myślą o swobodzie przemieszczania się. Dodatkowo istotnymi zmiennymi objaśniającymi są wydatki na transport oraz zmienna transport pasażerski/PKB.

Model zaprezentowany w niniejszym artykule spełnia kryteria, jakie są stawiane przed klasycznym modelem regresji liniowej oraz wykazuje pozytywne wyniki wszystkich testów statystycznych użytych do jego weryfikacji.

Przedstawiony model pozwala na dalsze weryfikowanie zjawiska w postaci prognoz. Zestawienie prognoz oraz wartości popytu na transport za okres badawczy 2000–2015 przy stopniu istotności 95% pozwala zaobserwować, iż potencjalne prognozy wygładzają wykres popytu na transport, niwelując w ten sposób wysokie rozbieżności i perturbacje parametru w krótkich odstępach czasu.

Na podstawie oceny poziomu korelacji analizowanej pomiędzy popytem na transport a poszczególnymi zmiennymi objaśniającymi, tj. liczbą samochodów, transportem pasażerskim/PKB, wydatkami na transport i deflatorem, zauważa się wysokie wartości tego miernika ekonometrycznego, co wpływa na silne oddziaływanie pomiędzy poszczególnymi parami zmiennych. Wartości parametru stały się podstawowym wskaźnikiem doboru zmiennych do niniejszego modelu, natomiast przedstawione wykresy rozrzutu ukazujące liniowość oraz nachylenie krzywej badanego zjawiska (relacji) stały się ostatecznym potwierdzeniem wyboru parametrów modelowych.

Reasumując, przeprowadzona analiza korelacji potwierdza w całości postawioną hipotezę badawczą, natomiast model ekonometryczny tylko jej część ze względu na to, iż nie wszystkie przyjęte zmienne zostały użyte do jego skonstruowania, co wynikało z odrzucenia części z nich w drodze estymacji.

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., *Europejska polityka transportowa na pierwszą połowę XXI wieku*, „Technika Transportu Szynowego” 2011, nr 5–6.
4. Dyr T., *Europejska strategia w zakresie paliw alternatywnych*, „Technika Transportu Szynowego” 2013, nr 10.
5. Dyr T., *Koleje dużych prędkości jako czynnik poprawy konkurencyjności kolei na rynku transportowym*, „Technika Transportu Szynowego” 2010, nr 11–12.
6. Dyr T., Ożóg M., *Uwarunkowania rozwoju transportu w Unii Europejskiej*, „Technika Transportu Szynowego” 2010, nr 3.
7. Dyr T., *Strategia rozwoju transeuropejskiej sieci transportowej*, „Technika Transportu Szynowego” 2012, nr 1–2.
8. Dyr T., Wełniec P., *Popyt na rynku kolejowych przewozów pasażerskich w Unii Europejskiej*, „Technika Transportu Szynowego” 2007, 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. Plachecka 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. *Statistical Pocketbook 2014: EU Transport in Figures*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2014.
18. *Statistical Pocketbook 2015: EU Transport in Figures*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2015.
19. *Statistical Pocketbook 2016: EU Transport in Figures*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2016.
20. *Statistical Pocketbook 2017: EU Transport in Figures*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2017.
21. www.eurostat.pl (dostęp: 03.01.2018).
22. www.worldbank.pl (dostęp: 03.01.2018).

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

Demand on the passenger transport market in the EU is a very important issue from the point of view of providing the public with specific 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 an original econometric model verified by appropriate statistical tests allows to show the relationships determining its development in the time range 2000–2015.

Keywords: demand, passenger transport, linear regression model.

Autorzy:

mgr **Grzegorz Cygan** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych
mgr **Małgorzata Kozłowska** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych