

TADEUSZ STRYKIEWICZ

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Polska
Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland

ROBERT KUDŁAK

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Polska
Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland

JĘDRZEJ GADZIŃSKI

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Polska
Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland

BARTŁOMIEJ KOŁSUT

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Polska
Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland

WOJCIECH DYBA

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Polska
Adam Mickiewicz University in Poznań, Poland

WOJCIECH KISIAŁA

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Polska
Poznań University of Economics and Business, Poland

Czasoprzestrzenna analiza rynku nowych samochodów osobowych w Polsce

Spatio-temporal Analysis of the Market for New Personal Cars in Poland

Streszczenie: Celem artykułu jest próba czasowej i przestrzennej analizy rynku nowych samochodów osobowych w Polsce (zakupionych przez indywidualnych użytkowników), wykorzystującej różnorodny aparat metodologiczny. Analiza ta obejmuje trzy główne grupy problemów:

- ogólną charakterystykę rynku samochodów osobowych w Polsce w wymiarze czasowym i przestrzennym,
- identyfikację czynników wpływających na sprzedaż nowych samochodów osobowych klientom indywidualnym oraz ich przestrzenne zróżnicowanie,
- wyróżnienie różnych typów zmienności popytu na nowe samochody osobowe w wymiarze przestrzennym i prognozowanie przyszłego popytu.

Na podstawie przeglądu literatury zidentyfikowano czynniki, które mogą wpływać na wielkość popytu na samochody, a następnie określono ich rolę za pomocą modeli ekonometrycznych. Regresja wielokrotna wykazała, że na wielkość efektywnego popytu na nowe samochody w Polsce w latach 2008–2015 największy wpływ miały: poziom dochodów konsumentów, uwarunkowania demograficzne, poziom rozwoju lokalnego oraz poziom nasycenia rynku. Dalsze analizy dokonane za pomocą lokalnych modeli geograficznie ważonej regresji ujawniły ogólne trendy przestrzenne oddziaływania zidentyfikowanych czynników. W ostatnim etapie badań za pomocą analizy harmonicznej dokonano próby typologii powiatów z punktu widzenia zmienności popytu na nowe samochody osobowe oraz estymacji przyszłego popytu.

Abstract: The purpose of the article is to offer a spatial and temporal analysis of the market for new cars in Poland using different methodological approaches and tools. It covers:

- general characteristics of the car market in Poland in its spatial and temporal dimensions;
- identification of the socio-economic conditions that affect the demand of individual consumers for new cars and their spatial differences; and

– distinguishing different types of the car demand variability in its spatial and temporal dimensions, as well as forecasting the future demand.

Based on a literature review, the potential socio-economic conditions that might affect the car demand have been identified, and subsequently their role in the Polish circumstances has been defined with the use of econometric modelling. The model of multiple regression showed that the demand for new cars was stimulated by incomes of potential consumers and by a net in-migration, and depressed by the level of unemployment together with prices of complementary goods (especially petrol prices). Further analysis with geographically weighted regression (GWR) models revealed general spatial trends in the way that the identified conditions affected the demand for cars. Finally, the use of harmonic analysis allowed for the forecasting of the future car demand at the level of individual territorial units (poviats). The latter were categorised into four types according to their car demand variability.

Słowa kluczowe: analiza czasoprzestrzenna; Polska; poziom motoryzacji; rynek samochodowy; sprzedaż samochodów osobowych

Keywords: car market; car selling; motorisation level; Poland; spatio-temporal analysis

Otrzymano: 31 grudnia 2016

Received: 31 December 2016

Zaakceptowano: 11 lipca 2017

Accepted: 11 July 2017

Sugerowana cytacja / Suggested citation:

Strykiewicz, T., Kudlak, R., Gadziński, J., Kołsut, B., Dyba, W., Kisiała, W. (2017). Czasoprzestrzenna analiza rynku nowych samochodów osobowych w Polsce. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 31(3), 64–79. <https://doi.org/10.24917/20801653.313.5>

WSTĘP

Rynek samochodowy (w szerokim ujęciu) może być przedmiotem zainteresowania co najmniej trzech subdyscyplin geograficznych: geografii przemysłu (produkcja samochodów i podzespołów), geografii usług (dystrybucja samochodów), a także geografii rozwoju regionalnego (poziom motoryzacji jako jeden ze wskaźników rozwoju społeczno-gospodarczego regionów). O ile przestrzenna struktura i organizacja przemysłu samochodowego (czyli sfera produkcji) cieszy się sporym zainteresowaniem polskich geografów (Domański, Guzik, Gwosdz, 2005; Gwosdz, Micek, 2010; Domański, Guzik, Gwosdz, Dej, 2013; Wójtowicz, Rachwał, 2014), to nie można tego powiedzieć o sprzedaży samochodów. Jest to tym bardziej zaskakujące, że rynek samochodowy cechuje się znacznym przestrzennym zróżnicowaniem i dużą dynamiką.

W kontekście podstawowych funkcji geografii ekonomicznej (informacyjno-diaognostyczna, teoretyczno-wyjaśniająca, prognostyczna, planistyczno-decyzyjna; Chojnicki, 1973; 1999) szczególnego znaczenia nabiera nie tylko opis i wyjaśnianie zjawisk i procesów gospodarczych, ale także formułowanie i doskonalenie metodologicznych podstaw ich analizy w wymiarze czasowym i przestrzennym, umożliwiających prognozowanie ich zmian. Niestety, jak dotąd, wkład polskich geografów w tworzenie metodologicznych podstaw badań rynku samochodowego jest również stosunkowo niewielki. Niniejszy artykuł próbuje choć w części lukę tę wypełnić. Jego celem jest próba czasowej i przestrzennej analizy jednego z segmentów rynku samochodów osobowych w Polsce, wykorzystująca różnorodny aparat metodologiczny. Analiza ta obejmuje trzy główne grupy problemów i prezentuje trzy grupy podejść badawczych:

1. Ogólna charakterystyka rynku samochodów osobowych w Polsce w wymiarze czasowym i przestrzennym z wykorzystaniem tradycyjnych metod statystyki opisowej oraz metod kartograficznych.

2. Identyfikacja czynników wpływających na sprzedaż nowych samochodów osobowych klientom indywidualnym oraz ich przestrzenne zróżnicowanie za pomocą modeli regresji wielokrotnej (w tym regresji geograficznie ważonej).
3. Wyróżnienie różnych typów zmienności popytu na nowe samochody osobowe w wymiarze przestrzennym wśród klientów indywidualnych i prognozowanie przyszłego popytu na te samochody za pomocą analizy harmonicznej.

Ze względu na ograniczoną objętość artykułu oraz częściową poufność uzyskanych danych zaprezentowane zostaną jedynie najważniejsze, częściowe wyniki badań, ze szczególnym zwróceniem uwagi na ich aspekt metodologiczny.

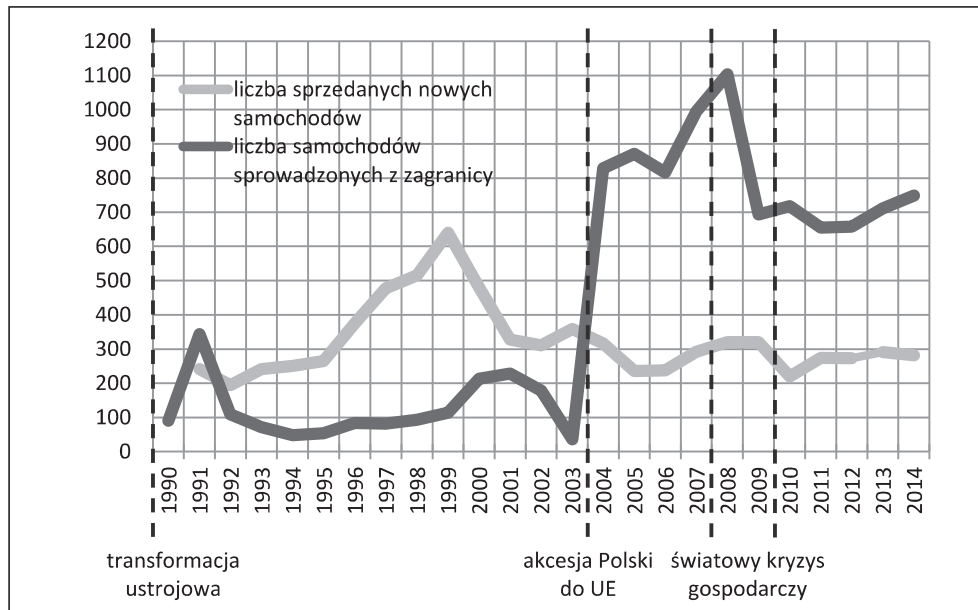
CHARAKTERYSTYKA RYNKU SAMOCHODÓW OSOBOWYCH W POLSCE W WYMIARZE CZASOWYM I PRZESTRZENNYM

Specyfika rynku samochodów osobowych w Polsce, podobnie jak w innych krajach Europy Środkowo-Wschodniej, wynika m.in. z faktu, że do 1990 roku rozwijał się on w warunkach gospodarki centralnie planowanej, odmiennej od gospodarki rynkowej. W zasadzie aż do lat siedemdziesiątych XX wieku podaż aut była mocno ograniczona. Jak zauważa J. Pucher (1995), samochód postrzegany był w tym czasie przez władze jako towar luksusowy – symbol kapitalizmu, materializmu i konsumpcjonizmu. W efekcie według danych Ministerstwa Komunikacji w roku 1970 na 1000 mieszkańców przypadało jedynie 15 samochodów osobowych. Co prawda w kolejnych latach (lata siedemdziesiąte i osiemdziesiąte XX wieku), ze względu na częściowe otwarcie gospodarcze Polski, samochodów osobowych zaczęło systematycznie przybywać (symbolem tego przełomu stało się rozpoczęcie masowej produkcji Fiata 126p w 1973 roku przez Fabrykę Samochodów Małolitrażowych w Bielsku Białej-Tychach), jednakże w dalszym ciągu poziom indywidualnej motoryzacji pozostawał niższy niż w krajach Europy Zachodniej. W efekcie po upadku „żelaznej kurtyny” w roku 1990 na 1000 mieszkańców przypadało 138 samochodów, podczas gdy w krajach Europy Zachodniej (UE15) wskaźnik ten wynosił 406 aut na 1000 mieszkańców (dane Banku Światowego).

Prawdziwy boom motoryzacyjny nastąpił w Polsce w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Transformacja ustrojowa umożliwiła włączenie gospodarki kraju w procesy globalizacyjne i integracyjne, co znacząco wpłynęło na kształtowanie się rynku. Rynek samochodowy w stosunkowo krótkim czasie przeszedł trzy momenty krytyczne (transformacja ustrojowa, akcesja do UE, kryzys światowy w latach 2008–2010). Za każdym razem zasadniczo zmieniały one sytuację na tym rynku (ryc. 1).

Otwarcie granic, będące efektem transformacji ustrojowej, pozwoliło na oferowanie przez rynek znacznie większej liczby marek i modeli samochodów, a także na import używanych aut z zagranicy. Na systematyczny wzrost liczby aut w tym czasie wpłynęła poprawa sytuacji gospodarczej kraju (w latach 1990–1999 poziom PKB wzrósł o 88%), co przyczyniło się do wzrostu zarobków oraz stopniowej poprawy jakości życia mieszkańców. Nie bez znaczenia był szybki przyrost liczby małych i średnich przedsiębiorstw. T. Komornicki (2003) zwraca również uwagę, że posiadanie samochodu stało się dla wielu osób wyznacznikiem prestiżu i pozycji społecznej. W efekcie w ciągu dziesięciu lat (1990–1999) liczba samochodów osobowych w Polsce wzrosła o 76%. Co ciekawe, w tym okresie Polacy stosunkowo chętnie kupowali nowe auta (w 1999 roku ich sprzedaż przekroczyła 640 tys. sztuk), natomiast liczba samochodów

Ryc. 1. Sprzedaż samochodów osobowych (nowych i używanych) w Polsce po 1990 roku



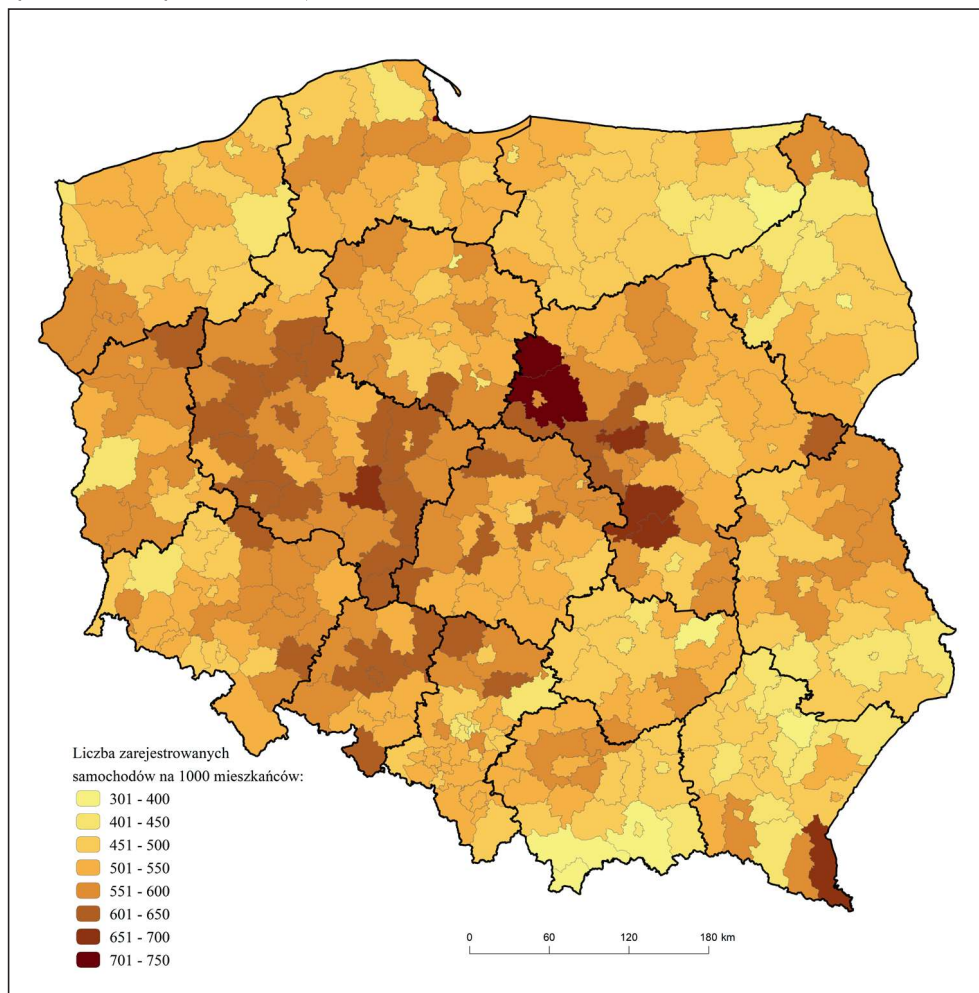
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Samar (2016) oraz bazy CEPIK (2016)

importowanych z zagranicy była ściśle powiązana z wysokością obowiązujących w tym czasie opłat celnych (Klimowska, Klose, 2007). Spowodowało to duże wahania roczne w liczbie sprowadzanych do Polski aut (ryc. 1).

Sytuacja uległa znaczącej zmianie po akcesji Polski do Unii Europejskiej (Mutrynowski, 2015). W pierwszym roku członkostwa sprowadzono ponad 800 tys. samochodów używanych (głównie z innych krajów wspólnoty), a w rekordowym 2008 roku – ponad 1,1 mln. Jednym ze skutków dużej skali importu używanych pojazdów z zagranicy był wzrost przeciętnego wieku samochodu w Polsce – według danych Samar w 2014 roku wyniósł on aż 14,2 roku. W efekcie masowego sprowadzania samochodów używanych spadła liczba sprzedanych nowych pojazdów. Automatycznie przełożyło się to na problemy producentów oraz dealerów. Dodatkowo złą sytuację branży pogłębiła pogarszająca się koniunktura gospodarcza związana ze światowym kryzysem finansowym (Merkisz, 2009). W rezultacie w 2010 roku odnotowano najmniejszą od początku lat dziewięćdziesiątych liczbę sprzedanych nowych aut.

Mimo załamania na rynku po roku 2008 liczba zarejestrowanych w Polsce samochodów osobowych systematycznie rosła, osiągając w 2014 roku poziom 520 pojazdów na 1000 mieszkańców. Warto zauważyć, że w ciągu ostatniego ćwierćwiecza (lata 1990–2014) bezwzględna liczba zarejestrowanych pojazdów zwiększyła się niemal czterokrotnie. Samochód przestał być dobrem luksusowym, a stał się podstawowym wyposażeniem gospodarstw domowych. Według przygotowanego przez GUS raportu (*Sytuacja gospodarstw domowych...*, 2016) w 2014 roku aż 62% gospodarstw domowych dysponowało własnym autem (dla porównania w 2000 roku było to 47%, a w 1990 roku – 35%). Odsetek ten na obszarach wiejskich był wyższy niż w miastach (odpowiednio 71,6% i 57,3%). Stosunkowo najwięcej gospodarstw domowych wyposażonych w samochód znajdowało się w województwach podkarpackim (71%),

Ryc. 2. Samochody osobowe zarejestrowane w Polsce w 2015 roku



Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy CEPiK (2016)

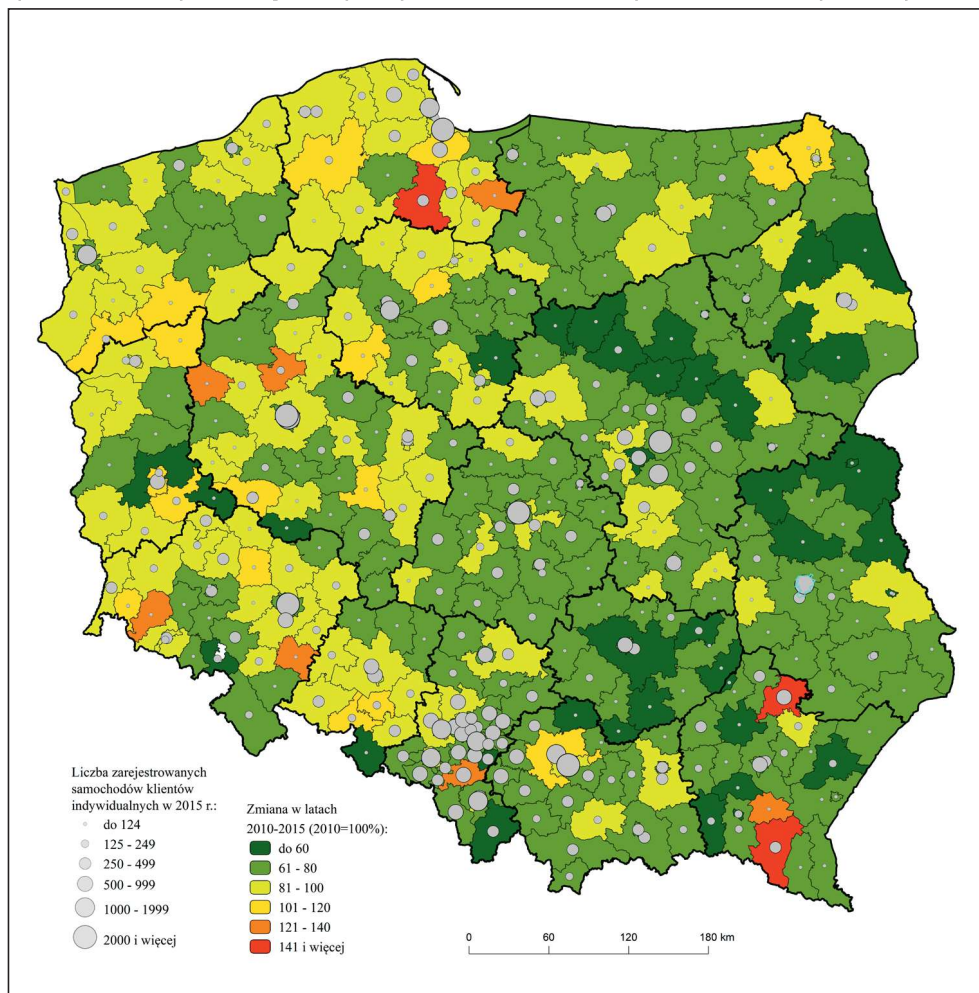
wielkopolskim (68%) oraz lubelskim (67%)¹. Z kolei najniższe wartości procentowe zanotowano w województwach: zachodniopomorskim (52%), warmińsko-mazurskim (55%) i dolnośląskim (55%).

Zróżnicowany poziom motoryzacji w różnych częściach Polski potwierdzają również dane o rejestracjach samochodów z Centralnej Ewidencji Pojazdów i Kierowców (ryc. 2). Należy przy tym zaznaczyć, że statystyki te nie w pełni oddają stan faktyczny². Poza nielicznymi wyjątkami, najmniej samochodów osobowych (w przeliczeniu na

¹ Duża liczba zarejestrowanych samochodów na 1 gospodarstwo domowe w województwach podkarpackim i lubelskim może wynikać z ich położenia w polsko-ukraińskiej strefie przygranicznej. Ze względów proceduralnych wielu Ukraińców kupuje i rejestruje samochody w Polsce, a eksploatuje za granicą.

² T. Komornicki (2011) zwraca uwagę, że wiele pojazdów, które znajdują się w ewidencji, od dawna nie jest już eksploatowanych. Trudno jednak oszacować skalę tego zjawiska w różnych częściach Polski. Dodatkowe trudności w interpretacji zróżnicowań międzyregionalnych wynikają ze specyfiki rynku, np. znacznej skali reeksportu w niektórych regionach kraju.

Ryc. 3. Wielkość i dynamika sprzedaży nowych samochodów osobowych dla klientów indywidualnych



Źródło: opracowanie własne na podstawie bazy CEPiK (2016)

liczbę mieszkańców) zarejestrowano w powiatach Polski Wschodniej. Z kolei największa liczba rejestracji charakterystyczna była dla powiatów położonych w centralnej i zachodniej części kraju. Warto zauważyć, że wartość wskaźnika nie była powiązana z wielkością jednostki terytorialnej. Najwięcej samochodów osobowych zarejestrowano w powiatach sierpeckim, plockim oraz w Sopocie (powyżej 700 na 1000 mieszkańców w 2015 roku). Z kolei najniższe wartości – poniżej 380 – odnotowano dla powiatów ełckiego, nowotarskiego oraz dla Białegostoku.

Podobnie przedstawiał się przestrzenny rozkład dynamiki sprzedaży nowych pojazdów na rynku klientów indywidualnych (ryc. 3). Dane z lat 2010–2015 potwierdzają znaczne różnice występujące pomiędzy wschodnią a zachodnią częścią kraju. W większości powiatów położonych w województwach lubelskim, małopolskim, mazowieckim, podlaskim, świętokrzyskim i podkarpackim doszło do dużych spadków liczby sprzedanych nowych samochodów. Dotyczyło to zarówno powiatów z niewielką

liczbą ludności, jak i dużych miast (np. Lublina i Białegostoku). W tym samym czasie w większości powiatów Polski Zachodniej zaobserwować można było jedynie niewielkie wahania sprzedaży nowych aut wśród klientów indywidualnych.

Warto też zauważyć, że w 2015 roku najwięcej nowych pojazdów sprzedano na obszarach znacznej koncentracji ludności, czyli przede wszystkim w dużych miastach i powiatach położonych w ich bezpośredniej bliskości. W dalszym ciągu jednak rynek nowych samochodów w Polsce jest stosunkowo niewielki (nawet po uwzględnieniu zakupów klientów flotowych). W 2015 roku całkowita sprzedaż nowych aut (w przeliczeniu na liczbę mieszkańców) była trzykrotnie mniejsza niż średnia dla wszystkich krajów Unii Europejskiej (według danych European Automobile Manufacturers' Association).

IDENTYFIKACJA CZYNNIKÓW WPŁYWAJĄCYCH NA SPRZEDAŻ SAMOCHODÓW OSOBOWYCH

Wielkość sprzedaży nowych samochodów jest uzależniona od dwóch grup czynników. Pierwsza grupa to atrybuty związane z samym produktem, takie jak cena, marka, poziom bezpieczeństwa, poziom zaawansowania technologicznego. Natomiast drugą grupę stanowią uwarunkowania społeczno-ekonomiczne, wśród których wymienić można m.in. czynniki demograficzne, dochody konsumentów, poziom rozwoju lokalnego i urbanizacji, stopień zaspokojenia potrzeb motoryzacyjnych oraz ceny dóbr komplementarnych. Czynniki te (o uniwersalnym charakterze, oddziałujące w każdych warunkach społeczno-gospodarczych) zidentyfikowane zostały na podstawie przeglądu literatury, a następnie były przedmiotem analiz ekonometrycznych. Poniżej prezentujemy syntetyczny przegląd literatury przedstawiający dotychczasowe wyniki badań w tym zakresie.

Wśród czynników, które mają wpływ na wielkość popytu na samochody, wyróżnić można:

1. **Czynniki demograficzne.** Wyniki dotychczasowych badań pokazują, że wielkość popytu na samochody jest pozytywnie zależna od przyrostu rzeczywistego ludności (Yagi, Managi, 2016) oraz migracji (Motte-Baumvol, Massot, Byrd, 2010; Bul, 2014). Ponadto A. Prskawetz, J. Leiwen, B.C. O'Neill (2004) wykazali także znaczenie struktury wieku członków gospodarstw domowych, a A. Carlsson-Kanyama i A.L. Linden (1999) – struktury według płci, pokazując, że starsze kobiety wykorzystują samochody znacznie rzadziej niż mężczyźni w średnim wieku.
2. **Dochody konsumentów.** Dochód jest jednym z podstawowych czynników popytu analizowanym przez ekonomistów (Samuelson, Nordhaus, 1991) i ma najczęściej pozytywny wpływ na wielkość sprzedaży. Badania, które dość jednoznacznie wykazały istnienie relacji między poziomem dochodów a wielkością sprzedaży samochodów, były prowadzone m.in. przez C.A. Dahla i T. Sternera (1991), J. Dargay (2001), J. Dargay i D. Gatelyego (1999), A. Matas i J.L. Raymond (2008) oraz A. Nolan (2010). Brak danych pierwotnych na temat dochodów mieszkańców wiąże się z tym, że w analizach znaczenia tego zjawiska korzysta się często (w tym także w niniejszym artykule) z danych pochodnych, pokazujących np. wielkość wpływów z podatku dochodowego dla danej jednostki lokalnej.
3. **Poziom rozwoju lokalnego.** Wysoki poziom rozwoju pozytywnie wpływa na wielkość sprzedaży aut. Istnieje wiele prac empirycznych potwierdzających ten

związek (Medlock, Soligo, 2001; 2002; Lescaroux, 2010). Związek ten jest jednak uzależniony od elastyczności cenowej popytu oraz poziomu nasycenia rynku (jest zatem zróżnicowany w różnych krajach i regionach).

4. **Poziom urbanizacji.** Wysoka koncentracja ludności w pewnych miejscach wpływa na wielkość rynku, co prowadzi do zwiększenia sprzedaży samochodów (Daganzo, 2014). Z drugiej strony postępujący proces suburbanizacji prowadzi do zmian stylu życia ludzi, co przejawia się m.in. wzrostem mobilności i potrzeb motoryzacyjnych, a tym samym zmianami popytu na samochody (Gordon, Richardson, 1995; Sheller, Urry, 2000; Glaeser, Kahn, 2004).
5. **Poziom zaspokojenia potrzeb motoryzacyjnych.** Charakter wpływu tego czynnika nie jest jednoznaczny. Z jednej strony, wysoki poziom nasycenia może obniżać poziom zapotrzebowania konsumentów na samochody. Jednak z drugiej strony, ten wysoki poziom może prowadzić do sytuacji, w której konsumenci będą zgłaszać większy popyt, wynikający z chęci zastąpienia posiadanych aut nowymi (popyt odtworzeniowy). Jak pokazują wcześniejsze badania, współczesny rynek motoryzacyjny jest stymulowany przede wszystkim właśnie tym rodzajem popytu (Volpato, Stochetti, 2008).
6. **Cena dóbr komplementarnych.** Najbardziej oczywisty związek o charakterze komplementarnym zachodzi pomiędzy użytkowaniem samochodu a ceną benzyny. W świetle prawa popytu niższe ceny benzyny zwiększają popyt na auta i odwrotnie (Train, Winston, 2007).

W celu określenia, które z przywołanych czynników wpływają na wielkość popytu na nowe samochody, wykorzystano modele regresji wielokrotnej (wielorakiej), których parametry estymowano metodą najmniejszych kwadratów (MNK), natomiast przestrzenne zróżnicowanie zidentyfikowanych czynników szacowano za pomocą lokalnych modeli geograficznie ważonej regresji (GWR)³.

Specyfikację modelu globalnego (dla całej populacji) rozpoczęto od doboru zmiennych charakteryzujących polskie powiaty w odniesieniu do uwarunkowań społeczno-gospodarczych przedstawionych powyżej. W celu eliminacji problemu wahań przypadkowych oraz zróżnicowania wynikającego z przebiegu cykli koniunkturalnych badania przeprowadzono na bazie danych obejmujących uśrednione pięcioletnie wartości wytypowanych do modelowania cech diagnostycznych.

Za zmienną objaśnianą (endogeniczną) przyjęto liczbę nowo zarejestrowanych samochodów osobowych w poszczególnych powiatach na 1000 mieszkańców. Dane opisujące rynek samochodowy, obejmujące lata 2011–2015, pochodzą z powiatowych wydziałów komunikacji. Z kolei do zbioru zmiennych objaśniających (egzogenicznych) włączono szeroki zakres wskaźników społeczno-ekonomicznych opisujących polskie powiaty w kategoriach związanych z uprzednio zidentyfikowanymi czynnikami (łącznie 15 wskaźników). Wskaźniki egzogeniczne (czyli zmienne objaśniające) za lata 2010–2014 zaczerpnięto z oficjalnych publikacji GUS. O ostatecznej akceptacji bądź odrzuceniu potencjalnych zmiennych objaśniających decydowały kryteria statystyczne i formalne (Grabiński, Wydymus, Zeliaś, 1982). Po wyeliminowaniu czynników o niskim

³ Szczegółowe wyniki analiz ekonometrycznych opublikowano w artykule: Kudłak, R., Kisiała, W., Gdziński, J., Dyba, W., Kołsut, B., Strykiewicz, T. (2017). Społeczno-ekonomiczne i przestrzenne uwarunkowania popytu na nowe samochody w Polsce. *Studia Regionalne i Lokalne*, 2(68), 119–139. W niniejszym artykule uwaga zostanie poświęcona przede wszystkim wyróżnieniu różnych typów zmienności popytu na samochody osobowe.

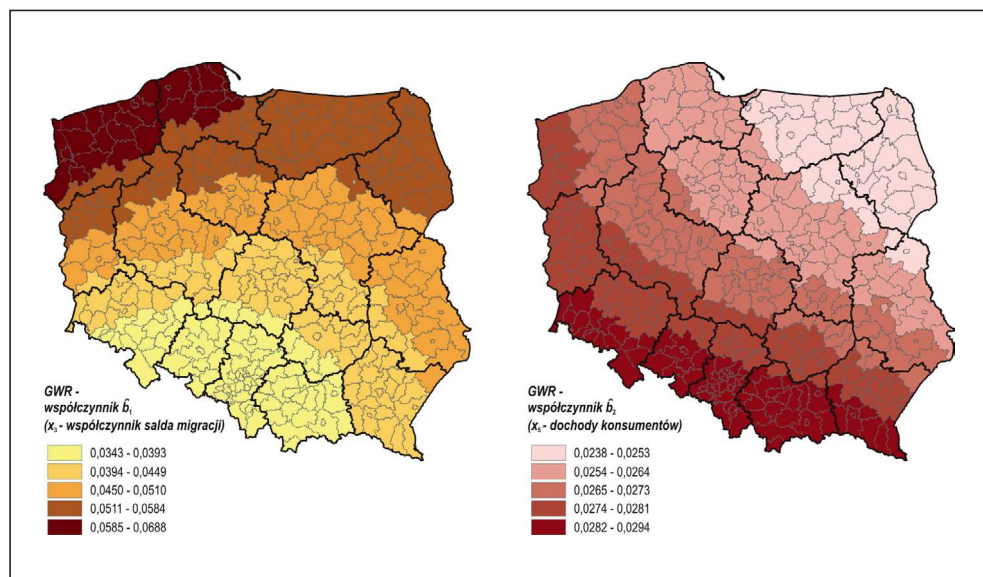
współczynnika zmienności oraz problemu współliniowości do estymacji modelu ekonometrycznego wykorzystano następujące zmienne: (1) współczynnik salda migracji (x_3) – jako zmienna reprezentująca sytuację demograficzną; (2) dochody podatkowe budżetów gmin i miast na prawach powiatu (podatek rolny i udziały w PIT) per capita (x_5) – jako zmienna określająca dochody konsumentów; (3) stopa bezrobocia rejestrowanego (x_9) – jako zmienna odnosząca się do stanu gospodarki lokalnej; oraz (4) zarejestrowane samochody osobowe na 1000 mieszkańców (x_{14}) – jako zmienna obrazująca poziom zaspokojenia potrzeb na rynku samochodowym. Oszacowano równanie regresji wielokrotnej metodą najmniejszych kwadratów, które przyjęło następującą postać:

$$\hat{y} = 10,759 + 0,048 \times x_3 + 0,027 \times x_5 - 0,240 \times x_9 - 0,012 \times x_{14}$$

Wszystkie wymienione wyżej czynniki w istotnym statystycznie stopniu wpływały na poziom popytu na samochody ($p < 0,01$). Ujęte w modelu zmienne objaśniały ponad 70% zmienności y ($R^2 = 0,71$).

W celu identyfikacji zróżnicowania przestrzennego roli poszczególnych pozacenowych czynników kształtujących popyt na nowe samochody w Polsce oszacowano model GWR. W wyniku zastosowanej procedury estymacyjnej uzyskano zbiór 379 zlokalizowanych równań regresji oraz lokalnych miar stopnia dopasowania. Globalny współczynnik determinacji modelu GWR wyniósł 0,85, przekraczając wartość R^2 obliczoną dla modelu MNK (0,71). Z kolei lokalnie ważone R^2 wahały się od 0,68 do 0,89. Model GWR dostarczył informacji na temat pewnych globalnych (na poziomie kraju) trendów przestrzennych odnoszących się do zidentyfikowanych zmiennych objaśniających. Mapy obrazujące zróżnicowanie przestrzenne wartości lokalnych współczynników GWR (ryc. 4) pokazują, że badane czynniki w różny sposób wpływają na kształtowanie

Ryc. 4. Zmienność przestrzenna siły wpływu wybranych czynników na sprzedaż samochodów osobowych w Polsce



Źródło: opracowanie własne

się zmienności natężenia nowo rejestrowanych samochodów osobowych. Przykładowo: w przypadku współczynnika salda migracji (x_3) zmienność przestrzenna przebiegała z północy (relatywnie wyższy wpływ) na południe (mniejsza rola czynnika). Z kolei rola przeciętnego dochodu konsumentów (x_5) najbardziej zaznaczała się w powiatach zlokalizowanych wzdłuż południowej granicy Polski i malała w kierunku północno-wschodnim. Trendy te, choć interesujące z poznawczego punktu widzenia, są jednak dość trudne do interpretacji. W związku z tym kolejny krok postępowania badawczego przeprowadzony był na poziomie pojedynczych powiatów i służył wyróżnieniu różnych typów zmienności popytu na samochody osobowe.

CZASOPRZESTRZENNA TYPOLOGIA ZMIENNOŚCI POPYTU NA NOWE SAMOCHODY OSOBOWE W OPARCIU O MODELE ANALIZY HARMONICZNEJ

Analiza harmoniczna opiera się na teorii i zastosowaniach szeregu Fouriera, dzięki któremu możliwe jest rozłożenie funkcji okresowej na sumę funkcji trygonometrycznych. W prognozowaniu możliwość ta wykorzystywana jest do szacowania i ekstrapolacji modeli ekonometrycznych uwzględniających trend, stały (przeciętny) poziom zjawiska oraz wahania periodyczne. Analiza harmoniczna wykorzystuje metody analityczne dekompozycji szeregu czasowego, w których poszczególne składowe wyraża się za pomocą funkcji matematycznej, na podstawie merytorycznego jej dopasowania do wartości obserwowanych (Stein, Weiss, 1971; Fumi, Pepe, Scarabotti, Schiraldi, 2013).

Prognozowanie z wykorzystaniem analizy harmonicznej polega na oszacowaniu modelu składającego się z sumy tzw. harmonik, czyli funkcji sinusoidalnych lub cosinusoidalnych o danych okresach. W przypadku n -elementowego szeregu czasowego liczba harmonik równa jest $n/2$. Pierwsza harmonika ma okres równy długości badanego okresu (n), druga – połowie tego okresu ($n/2$), trzecia – jednej trzeciej okresu ($n/3$) itd.

Ogólną postać szacowanego w analizie harmonicznej modelu można zapisać w postaci (Zeliaś, Pawełek, Wanat, 2003: 89):

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} A_i \cos\left(\frac{2\pi}{n}t - \delta_i\right)$$

gdzie:

i – numer harmoniki,

α_0 – poziom średni,

A_i – amplituda i -tej harmoniki (moduł z największej różnicy między wartością i -tej harmoniki a poziomem średnim α_0),

δ_i – faza i -tej harmoniki (przesunięcie najwyższego lub najniższego punktu i -tej harmoniki względem początku układu współrzędnych w lewo lub w prawo),

t – wartości zmiennej czasowej ($t = 1, 2, 3, \dots$).

Korzystając z własności funkcji trygonometrycznych, zapis modelu składowej periodycznej szeregu można przedstawić w formie równania:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{\frac{n}{2}} \left[\alpha_i \sin\left(\frac{2\pi}{n}it\right) + \beta_i \cos\left(\frac{2\pi}{n}it\right) \right]$$

gdzie:

i – numer harmoniki,

$\alpha_0, \alpha_i, \beta_i$ – parametry strukturalne modelu,

t – wartości zmiennej czasowej ($t = 1, 2, 3, \dots$).

Powyższy model odnosi się do sytuacji, w której wahania okresowe oscylowały wokół stałego (przeciętnego) poziomu zjawiska, reprezentowanego przez parametr α_0 . W rzeczywistości szereg czasowy może dodatkowo cechować tendencja rozwojowa. W celu uwzględnienia trendu w analizie harmoniczej należy wykorzystać model postaci:

$$y_t = f(t) + \sum_{i=1}^n \left[\alpha_i \sin\left(\frac{2\pi}{n} it\right) + \beta_i \cos\left(\frac{2\pi}{n} it\right) \right]$$

gdzie:

$f(t)$ – funkcja trendu,

α_i, β_i – parametry strukturalne modelu,

i – numer harmoniki

t – wartości zmiennej czasowej ($t = 1, 2, 3, \dots$).

Parametry modeli szacuje się metodą najmniejszych kwadratów oraz poddaje weryfikacji w postaci testowania istotności statystycznej ich oszacowań. W ostatecznej wersji uwzględnia się tylko te harmoniki (plus ewentualnie trend, jeśli był obecny w szeregu czasowym), których udział w wyjaśnieniu wariancji prognozowanej zmiennej jest największy (Zeliaś, Pawełek, Wanat, 2003).

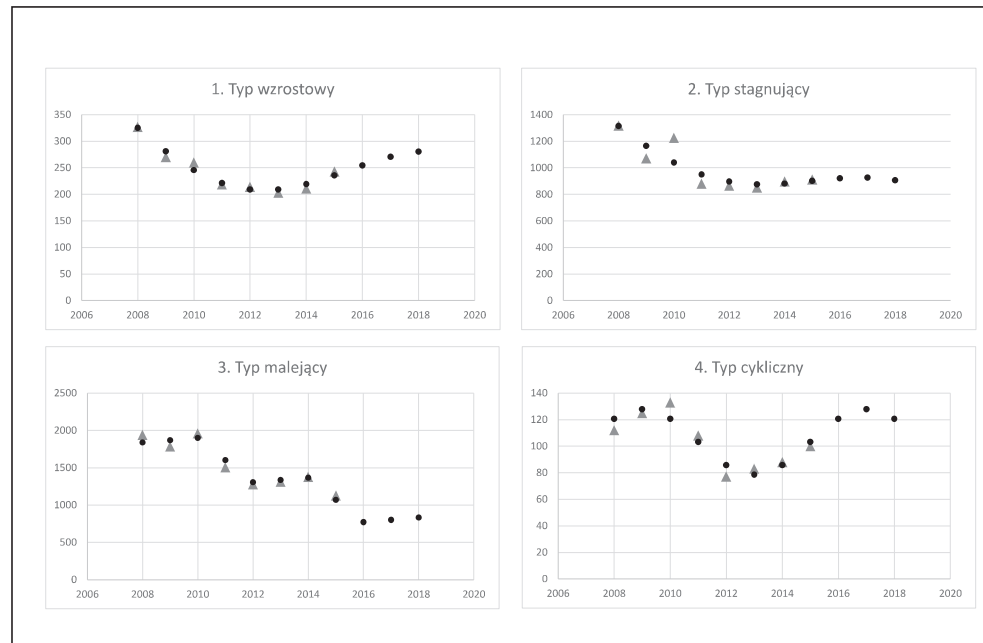
W prezentowanym badaniu wykorzystano analizę harmoniczną w celu znalezienia dla każdego badanego powiatu funkcji najlepiej dopasowanej do zmienności popytu na samochody w okresie 2008–2015. Oszacowane funkcje harmoniczne wykorzystane zostały następnie do predykcji wielkości popytu w kolejnych latach (2016–2018).

Objętość oraz metodologiczny charakter artykułu uniemożliwiają prezentację szczegółowych wyników badań. Jednak wśród analizowanych powiatów wyróżnić można cztery typy, które są do siebie podobne pod względem zmienności popytu na nowe samochody (ryc. 5): (1) typ wzrostowy, (2) typ stagnujący, (3) typ malejący oraz (4) typ cykliczny⁴.

Do typu wzrostowego zaliczyć można te powiaty, w których zarówno wielkość zrealizowanego popytu w ciągu kilku ostatnich lat, jak i prognoza oparta o analizę harmoniczną, wykazywały nieprzerwaną tendencję rosnącą. Przykładem typu 1 jest miasto Ostrołęka (na prawach powiatu, w województwie mazowieckim). Model zbudowany na podstawie funkcji harmoniczej cechował współczynnik determinacji na poziomie 90%, co sugeruje wysoki stopień dopasowania estymowanej funkcji oraz, jak można przypuszczać, akceptowalny poziom skuteczności prognozowania. Z kolei typ 2 obejmuje powiaty, które od kilku lat cechuje stała wielkość popytu na samochody, a oszacowane prognozy wskazują, że poziom ten będzie utrzymywał się w kolejnych latach. Do tego typu powiatów zaliczał się m.in. powiat krasnostawski w województwie lubelskim. Typ 3 powiatów to te jednostki, w których obserwowany jest postępujący spadek

⁴ Na prezentowanych wykresach (ryc. 5) trójkątami przedstawiona została rzeczywista wielkość popytu na nowe samochody w okresie 2008–2015, natomiast kropkami – wielkość popytu estymowana na lata 2016–2018 za pomocą modelu analizy harmoniczej.

Ryc. 5. Wybrane przykłady typów zmienności popytu na samochody osobowe



Źródło: opracowanie własne

popytu na nowe samochody, a oszacowane prognozy sugerują dalsze spadki. Powiatem należącym do tej kategorii jest na przykład powiat makowski w województwie mazowieckim. Wreszcie typ 4 obejmuje powiaty, w których wielkość popytu na nowe samochody waha się cyklicznie. Do tego typu zaliczyć można m.in. powiat piski położony w województwie warmińsko-mazurskim.

WNIOSKI I KIERUNKI PRZYSZŁYCH BADAŃ

Przeprowadzone postępowanie badawcze pozwoliło zidentyfikować czynniki, które mają wpływ na wielkość popytu na nowe samochody na rynku pierwotnym w Polsce. Były to: poziom dochodów konsumentów, uwarunkowania demograficzne, poziom rozwoju lokalnego oraz poziom nasycenia rynku. Wykorzystanie metod analizy przestrzennej pokazało jednak, że wyżej wymienione czynniki oddziałują w różny sposób w różnych układach przestrzennych.

Niewątpliwym ograniczeniem prezentowanego badania jest fakt, że analizowany był wyłącznie rynek pierwotny, podczas gdy stanowi on jedynie część całego rynku samochodowego. Również zastosowana metoda analizy harmonicznej wiąże się z pewnymi ograniczeniami. Jednym z nich jest stosunkowo krótki okres ujęty w badaniu, co może mieć wpływ na poziom dopasowania funkcji oraz skuteczność prognozowania na kolejne lata. Innym ograniczeniem jest fakt, że metoda ta znajduje zastosowanie wówczas, gdy badane zjawisko wykazuje pewną cykliczność. W przypadku niektórych badanych powiatów cykliczność ta i wynikający z niej stopień dopasowania funkcji były stosunkowo niewielkie.

Prezentowane wyniki badań są efektem projektu, który jest aktualnie w trakcie realizacji. W kolejnych etapach analizowany będzie cały rynek samochodów osobowych, w tym rynek wtórny oraz tzw. rynek flotowy. Rozszerzony zostanie również zakres czasowy, który obejmie cały okres od początku transformacji gospodarczej w Polsce, czyli lata 1990–2015. Uwzględnione zostaną ponadto dodatkowe czynniki, które mogą wpływać na wielkość popytu, takie jak migracje wahadłowe i dostępność komunikacyjna. Określenie charakteru wpływu wybranych uwarunkowań na rynek samochodowy w jego wymiarze czasowym i przestrzennym (zwłaszcza specyfiki uwarunkowań regionalnych i lokalnych) wymagać też będzie dalszego doskonalenia aparatu metodologicznego.

Literatura

References

- Bul, R. (2014). *Migracje wahadłowe mieszkańców aglomeracji poznańskiej*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Carlsson-Kanyama, A., Linden, A.L. (1999). Travel patterns and environmental effects now and in the future: Implications of differences in energy consumption among socio-economic groups. *Ecological Economics*, 30, 405–417.
- CEPIK (2016, 31 grudnia). Centralna Ewidencja Pojazdów i Kierowców. Pozyskano z <http://www.cepik.gov.pl/statystyki>
- Chojnicki, Z. (1973). Założenia i perspektywy rozwoju geografii ekonomicznej. *Przegląd Geograficzny*, 45(1), 3–27.
- Chojnicki, Z. (1999). *Podstawy metodologiczne i teoretyczne geografii*. Poznań: Bogucki Wydawnictwo Naukowe.
- Daganzo, C. (2014). *Multinomial probit: the theory and its application to demand forecasting*. Holandia: Elsevier.
- Dahl, C.A., Sterner, T. (1991). Analysing gasoline demand elasticities: A survey. *Energy Economics*, 13(3), 203–210.
- Dargay, J.M. (2001). The effect of income on car ownership: evidence of asymmetry. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(9), 807–821.
- Dargay, J., Gately, D. (1999). Income's effect on car and vehicle ownership, worldwide: 1960–2015. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(2), 101–138.
- Domański, B., Guzik, R., Gwosdz, K. (2005). The new spatial organization of automotive industry in Poland in the context of its changing role in Europe. *Studia Regionalia*, 15, 153–171.
- Domański, B., Guzik, R., Gwosdz, K., Dej, M. (2013). The crisis and beyond: the dynamics and restructuring of automotive industry in Poland. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 13(2), 151–166.
- European Automobile Manufacturers' Association (2016, 31 grudnia). Pozyskano z <http://www.acea.be/>
- Fumi, A., Pepe, A., Scarabotti, L., Schiraldi, M.M. (2013). Fourier Analysis for Demand Forecasting in a Fashion Company. *International Journal of Engineering Business Management*, 5(30), 1–10. DOI: 10.5772/56839
- Glaeser, E.L., Kahn, M.E. (2004). Sprawl and urban growth. W: *Handbook of Regional and Urban Economics*, 4, 2481–2527.
- Gordon, P., Richardson, H.W. (1995). *Sustainable congestion*. *School of Urban and Regional Planning*. University of Southern California.
- Grabiński, T., Wydymus, S., Zeliaś, A. (1982). *Metody doboru zmiennych w modelach ekonometrycznych*. Warszawa: PWN.
- Gwosdz, K., Micek, G. (2010). Spatial agglomerations in the Polish automotive industry. *Przegląd Geograficzny*, 82(2), 159–190.
- Klimowska, R., Klose, L.J. (2007). Polityka fiskalna i pieniężna jako czynniki determinujące popyt na rynku samochodów osobowych w Polsce w latach 1993–2003. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, 742, 99–109.

- Komornicki, T. (2003). Factors of development of car ownership in Poland. *Transport Reviews*, 23(4), 413–431.
- Komornicki, T. (2011). *Przemiany mobilności codziennej Polaków na tle rozwoju motoryzacji*. Warszawa: Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk.
- Kudlak, R., Kisiała, W., Gadziński, J., Dyba W., Kołsut, B., Strykiewicz, T. (2017). Społeczno-ekonomiczne i przestrzenne uwarunkowania popytu na nowe samochody w Polsce. *Studia Regionalne i Lokalne*, 2(68), 119–139.
- Lescaroux, F. (2010). Car ownership in relation to income distribution and consumers' spending decisions. *Journal of Transport Economics and Policy*, 44(2), 207–230.
- Matas, A., Raymond, J. L. (2008). Changes in the structure of car ownership in Spain. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 42(1), 187–202.
- Medlock, K.B., Soligo, R. (2001). Economic development and end-use energy demand. *Energy Journal*, 22(2), 77–105.
- Medlock, K.B., Soligo, R. (2002). Car ownership and economic development with forecasts to the year 2015. *Journal of Transport Economics and Policy*, 36(2), 163–188.
- Merkisz, J. (2009). The automotive market in the time of global economic crisis. *Combustion Engines*, 3, 3–13.
- Motte-Baumvol, B., Massot, M.H., Byrd, A.M. (2010). Escaping car dependence in the outer suburbs of Paris. *Urban Studies*, 47(3), 604–619.
- Mutrynowski, T. (2015). Rynek samochodów osobowych w Polsce. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie*, 1, 91–101.
- Nolan, A. (2010). A dynamic analysis of household car ownership. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 44(6), 446–455.
- Prskawetz, A., Leiwen, J., O'Neill, B.C. (2004). Demographic composition and projections of car use in Austria. W: *Vienna Yearbook of Population Research*, 175–201.
- Pucher, J. (1995). The road to ruin? Impacts of economic shock therapy on urban transport in Poland. *Transport Policy*, 2(1), 5–13.
- Samar (2016, 31 grudnia). Instytut Badań Rynku Motoryzacyjnego. Pozyskano z <https://www.samar.pl/>
- Samuelson, P.A., Nordhaus, W.D. (1991). *Ekonomia*. Poznań: Rebis.
- Sheller, M., Urry, J. (2000). The city and the car. *International Journal of Urban and Regional Research*, 24(4), 737–757.
- Stein, E., Weiss, G. (1971). *Introduction to Fourier Analysis on Euclidean Spaces*. Princeton: Princeton University Press.
- Sytuacja gospodarstw domowych w 2015 roku w świetle wyników badania budżetów gospodarstw domowych* (2016). Warszawa: Główny Urząd Statystyczny.
- Train, K.E., Winston, C. (2007). Vehicle Choice Behavior and the Declining Market Share of U.S. Automakers. *International Economic Review*, 48(4), 1469–1496.
- Volpato, G., Stochetti, A. (2008). Managing product life cycle in the auto industry: evaluating carmakers effectiveness. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 8(1), 22–41.
- Wójtowicz, M., Rachwał, T. (2014). Globalization and new centers of automotive manufacturing – the case of Brazil, Mexico, and Central Europe. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 25, 81–107.
- Yagi, M., Managi, S. (2016). Demographic determinants of car ownership in Japan. *Transport Policy*, 50, 37–53.
- Zeliaś, A., Pawełek, B., Wanat, S. (2003). *Prognozowanie ekonomiczne. Teoria. Przykłady. Zadania*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.

Artykuł powstał w ramach realizacji grantu badawczego: Wymiar przestrzenny (r)ewolucji na rynku samochodowym w Polsce, finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki (nr projektu 2016/23/B/HS4/00710).

Tadeusz Strykiewicz, prof. dr hab., Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, profesor nauk o Ziemi w zakresie geografii, kierownik Zakładu Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej. Zainteresowania badawcze: geografia ekonomiczna, gospodarka przestrzenna, lokalizacja i przestrzenna

organizacja działalności gospodarczej, rozwój regionalny i lokalny, innowacyjność gospodarki i rozwój sektora kreatywnego.

Tadeusz Stryjakiewicz, full professor at Adam Mickiewicz University in Poznań, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Institute of Socio-Economic Geography and Spatial Management; professor in Earth sciences (geography), head of the Department of Regional Policy and European Integration. Research interests: economic geography, spatial management, location and spatial organisation of economic activities, regional and local development, innovativeness of the economy and development of the creative sector.

Robert Kudłak, dr, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej. Zainteresowania badawcze: zachowania organizacji, społeczna odpowiedzialność biznesu, teorie instytucjonalne. W latach 2010–2014 *post doc* na Vienna University of Economics and Business (Wiedeń, Austria). Stypendysta Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców w 2016 roku.

Robert Kudłak, Ph.D., Adam Mickiewicz University in Poznań, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Institute of Socio-Economic Geography and Spatial Management, Department of Regional Policy and European Integration. Research interests: organizational behaviour, Corporate Social Responsibility, institutional theories. From 2010 to 2014 a postdoc at the Vienna University of Economics and Business (Vienna, Austria). In 2016 he was awarded a scholarship of the Ministry of Science and Higher Education for the outstanding young scholars.

Jędrzej Gadziński, dr, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej. Jego zainteresowania badawcze obejmują szeroko rozumianą problematykę transportową, kwestie związane z procesami urbanizacyjnymi, a także możliwości wykorzystania nowych technologii geoinformacyjnych w analizach społeczno-ekonomicznych. W 2016 roku laureat stypendium START Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.

Jędrzej Gadziński, Ph.D., Adam Mickiewicz University in Poznań, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Institute of Socio-Economic Geography and Spatial Management, Department of Regional Policy and European Integration. His research interests focus on a wide variety of topics relating to transportation issues, as well as on urbanisation processes, and using GIS in socio-economic analyses. In 2016 he was awarded with the START scholarship funded by the Foundation for Polish Science.

Bartłomiej Kołsut, dr, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej. Jego zainteresowania badawcze koncentrują się wokół teorii instytucjonalnej, teorii sieci, metodologii badań społecznych, współpracy międzygminnej, planowania strategicznego na poziomie lokalnym oraz rewitalizacji miast.

Bartłomiej Kołsut, Ph.D., Adam Mickiewicz University in Poznań, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Institute of Socio-Economic Geography and Spatial Management, Department of Regional Policy and European Integration. His research interests focus on the institutional theory, network theory, social research methodology, inter-municipal cooperation, local strategic planning and urban revitalisation.

Wojciech Dyba, dr inż., Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej, Zakład Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej. W pracy badawczej zajmuje się tematyką klastrów w gospodarce, polityką regionalną oraz strategiami rozwoju regionalnego i lokalnego. W 2015 roku stypendysta Fundacji UAM.

Wojciech Dyba, Ph.D., Eng., Adam Mickiewicz University in Poznań, Faculty of Geographical and Geological Sciences, Institute of Socio-Economic Geography and Spatial Management, Department of Regional Policy and European Integration. In his research he deals with clusters, regional policy and strategies for local and regional development. In 2015 he was awarded a scholarship of the Adam Mickiewicz University Foundation.

Adres/address:

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej
Zakład Polityki Regionalnej i Integracji Europejskiej
ul. Bogumiła Krygowskiego 10, 61-680 Poznań, Polska
e-mail: tadek@amu.edu.pl (T. Stryjakiewicz)
e-mail: rkudlak@amu.edu.pl (R. Kudlak)
e-mail: jedgad@amu.edu.pl (J. Gadziński)
e-mail: bartkol@amu.edu.pl (B. Kołsut)
e-mail: wojtek@amu.edu.pl (W. Dyba)

Wojciech Kisiało, dr, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Zarządzania, Katedra Ekonomiki Przestrzennej i Środowiskowej. Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół wykorzystania metod analizy przestrzennej, geograficznych systemów informacji oraz modeli ekonometrii przestrzennej w badaniach zróżnicowania terytorialnego oraz dynamiki wzrostu i rozwoju gospodarczego, nierówności regionalnych, dostępności przestrzennej, a także polityki regionalnej UE. Ukończył studia podyplomowe z zakresu statystycznej analizy danych oraz zarządzania funduszami UE.

Wojciech Kisiało, Ph.D., Poznań University of Economics and Business, Faculty of Management, Department of Spatial and Environmental Economics. His current research focuses on the application of methods of spatial analysis, geographical information systems, and spatial econometrics in the study of spatial aspects of the economic growth and development, regional inequalities, spatial accessibility, and the EU regional policy. He has completed postgraduate studies in statistics and management of the EU funds.

Adres/address:

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Zarządzania
Katedra Ekonomiki Przestrzennej i Środowiskowej
Al. Niepodległości 10, 61-875 Poznań, Polska
e-mail: wojciech.kisialo@ue.poznan.pl