

# Prognozowanie wskaźnika motoryzacji na poziomie województw<sup>1</sup>

## KAZIMIERZ JAMROZ

dr hab. inż., prof. PG, Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej; ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel. 58 347 11 47, e-mail: kjamroz@pg.edu.pl

## KRYSTIAN BIRR

mgr inż., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej; ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel. 58 347 11 47, e-mail: krystian.birr@pg.edu.pl

## ROMANIKA OKRASZEWSKA

dr inż. arch., Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej i Transportowej; ul. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, tel. 58 347 11 47, e-mail: romanika.okraszewska@pg.edu.pl

**Streszczenie:** Wskaźnik motoryzacji jest jedną z najczęściej używanych, unormowanych miar rozwoju motoryzacji. W wielu krajach opracowano i wykorzystuje się krajowe i regionalne modele rozwoju motoryzacji. W Polsce szczegółowe badania nad czynnikami rozwoju motoryzacji dotychczas nie były prowadzone. Autorzy artykułu podjęli wyzwanie uzupełnienia tej luki i opracowali metodę prognozowania liczby pojazdów jako miary ogólnej i wskaźnika motoryzacji jako miary unormowanej, zarówno na poziomie kraju, województwa, jak i powiatu. W artykule ogólnie przedstawiono założenia koncepcji trójstopniowego modelu uwzględniającego hierarchiczną strukturę podziału terytorialnego kraju. Szczegółowo opisano metodę modelowania i prognozowania wskaźnika motoryzacji na poziomie województw, wraz z opisem etapów związanych z określeniem poziomu nasycenia motoryzacją analizowanego obszaru, doboru funkcji zmian poziomu motoryzacji oraz identyfikacji i doboru zbioru czynników wpływających na zmianę poziomu motoryzacji.

**Słowa kluczowe:** wskaźnik motoryzacji, modelowanie, prognozowanie.

## Wprowadzenie

Znajomość dynamiki zmian wielkości floty pojazdów poruszających się po sieci drogowej kraju, regionu czy powiatu ma istotne znaczenie przy podejmowaniu decyzji dotyczących rozwoju systemu transportu drogowego czy też w planowaniu działań na rzecz równoważonego rozwoju kraju, regionów czy miast. Liczba pojazdów jest czynnikiem wpływającym na: zużycie paliwa, emisję zanieczyszczeń, zajętość przestrzeni, liczbę wypadków itp. Dlatego zmiany w liczbie pojazdów mogą mieć istotne konsekwencje gospodarcze, ekologiczne i społeczne.

Wzrost poziomu motoryzacji na obszarze kraju lub regionu mierzony jest za pomocą wskaźników motoryzacji będących miarą stopnia dostępności pojazdów dla mieszkańców zamieszkujących analizowany obszar. Wskaźnik motoryzacji jest jedną z najczęściej używanych, unormowanych miar rozwoju motoryzacji. Liczony jest jako stosunek liczby pojazdów ogółem lub liczby samochodów osobowych do liczby mieszkańców na analizowanym obszarze (najczę-

ściej liczba pojazdów na 1000 mieszkańców). Poziom motoryzacji zależy od wielu czynników: ekonomicznych, społecznych, przestrzennych, transportowych.

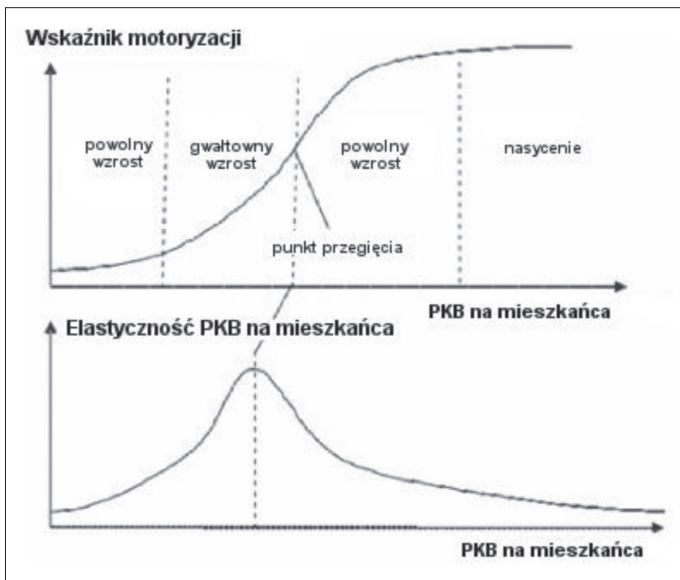
Zauważyć można duże zróżnicowanie w poziomie wskaźnika motoryzacji pomiędzy krajami, regionami, podregionami. W wielu krajach opracowano i wykorzystuje się krajowe i regionalne modele rozwoju motoryzacji. Natomiast w Polsce brakuje jednolitej metody prognozowania liczby pojazdów jako miary ogólnej i wskaźnika motoryzacji jako miary unormowanej w średnio- i długoterminowym horyzoncie czasowym, zarówno na poziomie kraju, regionu czy podregionu.

Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji metody modelowania i prognozowania wskaźnika motoryzacji na poziomie województwa, będącej elementem opracowania dotyczącego metod prognozowania wskaźników motoryzacji w Polsce na poziomach: krajowym, wojewódzkim, powiatowym, zrealizowanego w ramach projektu Rozwój Innowacji Drogowych 2A finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

## Stan badań w zakresie modelowania wskaźnika motoryzacji

Wskaźnik motoryzacji WM wykorzystywany może być jako składowa modelu prognozowania liczby pojazdów lub miara reprezentująca motoryzacyjne źródło zagrożenia. Zróżnicowanie tego wskaźnika pomiędzy krajami, regionami i miastami jest bardzo duże. Nieco inny kształt może mieć także przebieg zmian w poszczególnych krajach. Biorąc za przykład wykresy zmian wskaźnika motoryzacji i PKB na mieszkańca, przedstawione na rysunku 1, można zauważyć, że początek wzrostu wymienionych wskaźników wydaje się mieć charakter wykładniczy, ale wzrost wykładniczy nie może trwać wiecznie z uwagi na fakt, że czas jazdy samochodem oraz prędkość, czy też liczba mieszkańców, są pojęciami ograniczonymi. Również, co do zasady, ograniczona jest dostawa energii oraz przepustowość dróg. Zatem po pewnym czasie następuje obciążenie systemu drogowego, skutkujące ograniczeniem możliwości lub atrakcyjności podróży samochodem i coraz wolniejszy wzrost aż do

<sup>1</sup> ©Transport Miejski i Regionalny, 2018. Wkład autorów w publikację: K. Jamroz 40%, K. Birr 30%, R. Okraszewska 30%



Rys. 1. Wykresy teoretycznych zmian wielkości wskaźnika motoryzacji od wielkości jednostkowego krajowego produktu brutto  
Źródło: [2]

osiągnięcia poziomu nasycenia. Można zatem przyjąć, że przebieg zmian tych wskaźników w wybranym kraju następuje zgodnie z teorią rozwoju systemów nasycających się lub z teorią ewolucji adaptacyjnej tj. systemu samoregulującego się [1].

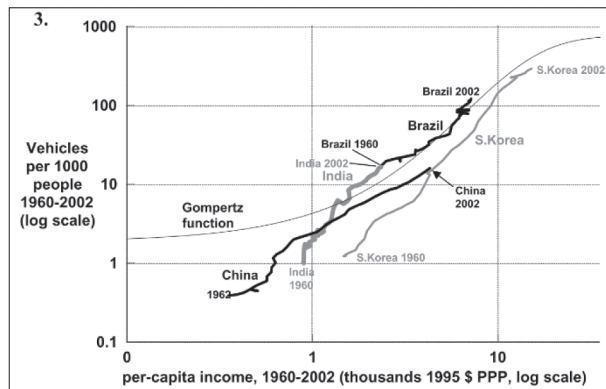
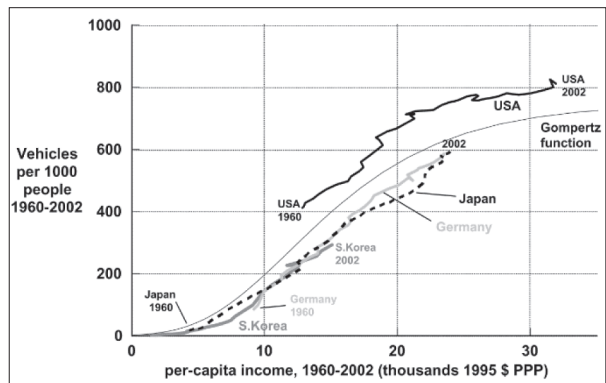
Przyjmując przedstawione podejście teoretyczne, w procesie modelowania wskaźnika motoryzacji występują następujące problemy wymagające wsparcia naukowego, dotyczące:

- doboru parametru skali,
- doboru poziomu nasycenia pojazdami,
- doboru kształtu funkcji aproksymującej.

**Dobór parametru skali.** Zgodnie z analizą przeprowadzoną w pracy [3] jako parametr skali w modelach wskaźnika motoryzacji przyjęto jednostkowy produkt krajowy brutto, wyrażony jednostkowym GDPPC.

**Dobór poziomu nasycenia pojazdami.** Przedstawione na rysunku 2 rzeczywiste przebiegi zmian wskaźnika motoryzacji WM oraz teoretyczny przebieg przedstawiony na rysunku 1 wskazują wyraźnie, że wartości liczbowe tego wskaźnika zmierzają stycznie do prostej (asymptoty lub stycznej) równoległej do osi skali (wskaźnika GDPPC), co wskazuje, że model wskaźnika motoryzacji należy do rodziny systemów z nasyceniem charakterystyk. Jednakże jak widać z prezentowanych zależności utworzonych na podstawie danych rzeczywistych, poszczególne kraje osiągną różne poziomy nasycenia pojazdami. Bardzo istotnym problemem badawczym do rozwiązania jest zatem określenie elkości maksymalnej wskaźnika motoryzacji  $WM_{max}$ .

W dotychczasowej praktyce najczęściej przyjmowano maksymalny poziom nasycenia pojazdami ogółem MPOm w wysokości 1000 poj./1 tys. mk/rok [5], a samochodami osobowymi WMSOm na poziomie 500 do 0 so/1 tys. mk/rok [6], [7]. Natomiast Dragay [4] poziom nasycenia pojazdami w danym kraju uzależnił od poziomu nasycenia pojazdami w USA ( $WMP_{max, USA} =$



Rys. 2. Poziom motoryzacji w stosunku do dochodu na mieszkańca w wybranych krajach – dane historyczne  
Źródło: [4]

850 poj./ 1 tys. mk/rok oraz  $WMSO_{max, USA} = 620$  poj./1 tys. mk/rok), który to poziom modyfikował współczynnikami zależnymi od gęstości ludności oraz stopnia urbanizacji, uzyskując maksymalne wielkości WMP max: 850 w USA, ok. 800 we Francji, Indonezji i w Chinach oraz prawie 700 poj./1 tys. mk/rok w Indiach [4]. Na podstawie danych z kilkudziesięciu krajów Jamroz [3] opracował wykładniczy model maksymalnej wartości nasycenia pojazdami (maksymalny wskaźnik motoryzacji) opisany wzorem (1):

$$WM_{max, rp} = \frac{WMB_{rp} \cdot WRM_{rp}}{\exp(\beta_1 \cdot \ln(GLM_{max}) + \beta_2 + \beta_3 \cdot \ln(PO) + \beta_4 \cdot \ln(ULM_{max}))}, \quad (1)$$

Oznaczenia:

- $WM_{max, rp}$  – prognozowany wskaźnik nasycenia motoryzacji  $rp$ -ego rodzaju pojazdów w analizowanym kraju, [poj./1000 mk],
- $WMB_{baz, rp}$  – maksymalny, bazowy wskaźnik nasycenia motoryzacji pojazdów  $rp$ -ego rodzaju, [poj./1000 mk],
- $WRM_{rp}$  – wskaźnik warunków rozwoju motoryzacji pojazdów  $rp$ -ego rodzaju, w analizowanym kraju,
- $GLM_{max}$  – maksymalna gęstość zaludnienia w analizowanym kraju (do roku 2050), [mk/100 km<sup>2</sup>],
- $ULM_{max}$  – maksymalny stopień urbanizacji, wyrażony liczbą mieszkańców mieszkających w miastach w analizowanym kraju (do roku 2050), [%],
- $PO_j$  – powierzchnia kraju j, [km<sup>2</sup>],
- $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$  - współczynniki równania.

Najbardziej istotnymi zmiennymi niezależnymi wpływającymi na poziom nasycenia motoryzacją w danym kraju i jego zmiany są głównie maksymalna gęstość zaludnienia  $GLM_{max}$ , a w mniejszym stopniu powierzchnia kraju PO i maksymalny stopień urbanizacji kraju  $ULM_{max}$  oraz stopień realizacji polityki transportowej w danym kraju, wyrażonym jakościowo za pomocą tzw. wskaźnika rozwoju motoryzacji WRM.

**Dobór kształtu funkcji aproksymującej wskaźnik motoryzacji WM.** Przebiegi rzeczywistych zmienności wskaźnika motoryzacji WM wskazują na esowy przebieg funkcji aproksymującej dane rzeczywiste, tzn. po początkowym okresie wzrostu krzywej zależności następuje jej przegięcie, a potem następuje proces stopniowego wygaszania przyrostu wielkości. Z analizy literatury Oppe [8], Koornstra [1], [9], Ogut [6] wynika, że dobrze tę zależność modelują: funkcja potęgowa, funkcja logistyczna i funkcja Gompertza. Funkcje te istotnie różnią się kształtem (np. wypukłość, punkty przegięcia, krzywizna), dlatego można te charakterystyki wykorzystać do doboru funkcji.

### Dostępność danych

Modelowanie wskaźnika motoryzacji wymaga przetwarzania ogromnej liczby danych wynikającej z rozpiętości dziedzinowej i czasowej oraz przynależności terytorialnej zmiennych. Spójność źródeł danych i wiarygodność danych mają kluczowe znaczenie dla poprawności przebiegu procesu badawczego.

Na poziomie Unii Europejskiej pewnym źródłem danych statystycznych jest Eurostat oraz OECD. Statystyczne dane dziedzinowe znaleźć można również w bazach danych międzynarodowych, takich jak: IRF, ECMT, ITRAD oraz Penn World Table wersja 9.0 [10].

OECD – zbiór publikacji OECD zawiera tematyczne serie wydawnicze, raporty i tabele o krajach, dziedzinowe prognozy, roczniki i ogólnodostępne bazy danych z zakresu najważniejszych zagadnień społecznych oraz gospodarczych. Istotną wartością baz statystycznych jest ich interaktywność, co pozwala na wykorzystanie danych do prac badawczych. Wiele danych OECD pozyskiwanych jest w drodze współpracy z krajowymi urzędami statystycznymi.

Penn World Table – podaje dane liczone według parytetu siły nabywczej konwertowane na międzynarodowe ceny w 189 krajach z lat 1950–2007.

Na poziomie Polski pozyskanie spójnych pod względem metodologicznym oraz pod względem zakresu czasowego danych z uwzględnieniem hierarchicznej struktury podziału terytorialnego kraju umożliwia Główny Urząd Statystyczny (GUS) oraz Bank Danych Lokalnych (BDL). Jednak nie wszystkie dane dostępne są w pełnym zakresie i w sposób równy i przestrzenny. Jest to m.in. efektem reformy (nowe zasady podziałów) lub zmian administracyjnych (np. wstanie nowych powiatów), jak również zmian w klasyfikacji jednostek terytorialnej (zmiana liczby jednostek NTS 3 z 45 na 66 od 2008 r. i z 66 na 72 od 2015 r.). Od stycznia 1999 obowiązuje trójstopniowy podział administracyjny kraju na województwa (16), powiaty (380 – tym 66 miast na prawach powiatu oraz 314 powiatów

potocznie zwanych „powiatami ziemskimi”), gminy (2479 gmin, w tym 306 miejski, 602 oraz 1571 wiejskich).

W zakresie liczby pojazdów pozyskiwanie przez GUS dane niekiedy obarczone są błędami metodologicznymi. Źródłem zniekształceń danych było np. zastosowanie w niektórych powiatach wadliwego systemu komputerowego przez Wydziały Komunikacji [11]. Po weryfikacji danych z Centralną Ewidencją Pojazdów i Kierowców (CEPIK) GUS dokonał korekty materiału na poziomie wojewódzkim, a danych bardziej szczegółowych ponownie nie udostępnił [11].

Istotnym ograniczeniem bazy GUS jest jej ograniczony zakres czasowy. W klasyfikacji NTS dane prezentowane są od 2000 roku. Na poziomie NTS 4 (powiatowym) dane o pojazdach zaprezentowano dopiero w 2002 roku. Dlatego pośrednim etapem procesu badawczego była weryfikacja dostępności danych na poszczególnych poziomach podziału terytorialnego.

Prezentowane w GUS dane pogrupowane są w 31 kategorii, w których wyodrębniono dodatkowo grupy i podgrupy. Hierarchiczny układ danych w GUS przeszukiwany był pod kątem dostępności danych, których znaczenie dla modelowania wskaźnika motoryzacji założono na podstawie analizy literatury i własnych doświadczeń. W tabeli 1 zestawiono niektóre dane i ich dostępność.

**Bazy danych wykorzystane w procesie badawczym** – na poziomie kraju wielkość wskaźnika motoryzacji uzależniona jest od poziomu PKB. Jako źródło danych ekonomicznych dla Polski z lat 1980–2015 wykorzystano bazę danych OECD. Natomiast na poziomie regionalnym i lokalnym dane z lat 2000–2016 pozyskano z bazy danych BDL, GUS. Do kartograficznej prezentacji wyników informacji statystycznych pozyskanych z BDL wykorzystano Portal Geostatystyczny. Do obliczenia parytetu siły nabywczej PKB w roku 2011, na wszystkich szczeblach podziału terytorialnego, wykorzystano dane z Penn World Table wersja 9.0 [10].

Tabela 1

Dostępność danych wg klasyfikacji NTS w BDL, GUS					
Kategoria • grupa (podgrupa)	NTS1	NTS2	NTS3	NTS4	NTS5
ceny					
• przeciętne ceny detaliczne towarów i usług konsumpcyjnych	+	+	-	-	-
finanse publiczne					
• dochody budżetów jednostek	+	+	+	+	+
fundusze unijne	+	+	+	+	+
gospodarka mieszkaniowa i komunalna	+	+	+	+	+
inwestycje i środki trwałe	+	+	+	+	+
ludność	+	+	+	+	+
• stan ludności	+	+	+	+	+
• prognoza	+	+	-	-	-
rachunki regionalne					
• PKB	+	+	-	-	-
transport i łączność					
• komunikacja miejska (wozo-kilometry)	+	+	-	-	-
• komunikacja miejska (długość pasów autobusowych)	+	+	+	+	+

Źródło: opracowanie własne

**Dobór zmiennych niezależnych.** Wykorzystując zbudowaną bazę danych, wykonano badania zależności pomiędzy zmiennymi zależnymi i zmienną niezależną. Na poziomie wojewódzkim do analizowanych zmiennych z uwagi na dostępność danych zaliczono:

- Produkt Krajowy Brutto na mieszkańca (GDPPC) [tys. ID],
- gęstość zaludnienia (DP) [100 mieszk./km<sup>2</sup>],
- poziom urbanizacji (UL) – udział mieszkańców mieszkających w miastach [-],
- udział gruntów rolnych (SAA) [-],
- wskaźnik bezrobocia (UE) [-].

Powyższe zmienne poddano analizie korelacji w skali liniowej, wykładniczej i logarytmicznej, która nie wykazała wysokiego stopnia korelacji pomiędzy zmiennymi niezależnymi. Ponadto uzyskane wyniki potwierdziły badania przedstawione w źródłach literatury, wskazujące na dużą zależność poziomu motoryzacji od Produktu Krajowego Brutto na mieszkańca. Zmienne te wykorzystano w dalszych analizach doboru funkcji.

**Dobór funkcji aproksymującej dane rzeczywiste.** Celem osiągnięcia możliwie najdokładniejszego oszacowania poziomu motoryzacji z wykorzystaniem powyższych zmiennych oraz funkcji opisanych w poprzednim rozdziale wykonano badania doboru parametrów tych funkcji. Do tego celu wykorzystano uogólnioną regresję liniową i nieliniową oraz pakiet oprogramowania STATISTICA. Łącznie przeanalizowano około 50 wariantów funkcji i zmiennych. Poniżej przedstawiono wyniki funkcji (5), dla której uzyskano największą zgodność wyników funkcji z wartościami rzeczywistymi. Na podstawie wyników wykonanych analiz stwierdza się, że najistotniejszą zmienną opisującą zmiany poziomu wskaźnika motoryzacji jest Produkt Krajowy Brutto na mieszkańca GDPPC, określający poziom i dynamikę zmian wskaźnika motoryzacji. Druga z uwzględnionych zmiennych – poziom urbanizacji UL – różnicuje poziom motoryzacji, odwzorowując zjawisko malejącego poziomu motoryzacji w obszarach o wyższym udziale ludności zamieszkałej w miastach. Wyniki aproksymacji dla analizowanej funkcji (5) z wartościami i oceną parametrów przedstawiono w tabeli 3.

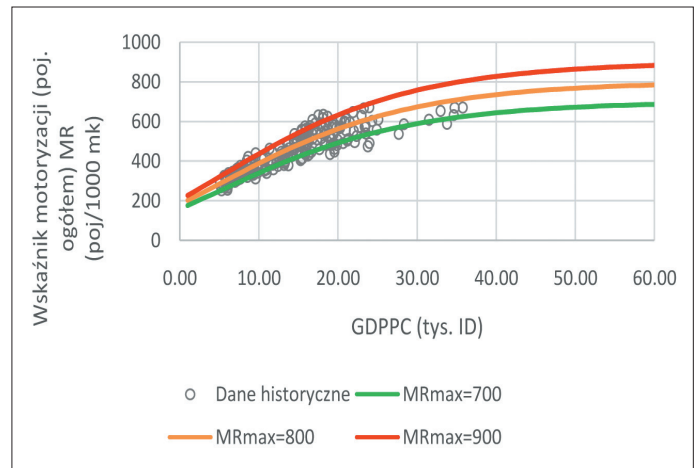
Zarówno dla modeli opisujących poziom motoryzacji w pojazdach ogółem, jak i pojazdach osobowych najlepsze dopasowanie osiągnięto poprzez funkcję Gomperta. Jednocześnie analiza statystyczna wykazała, niską istotność

$$MR = MR_{max} \cdot e^{\beta_0} \cdot e^{\beta_1 \cdot GDPPC} + \beta_3 \cdot UL \quad (3)$$

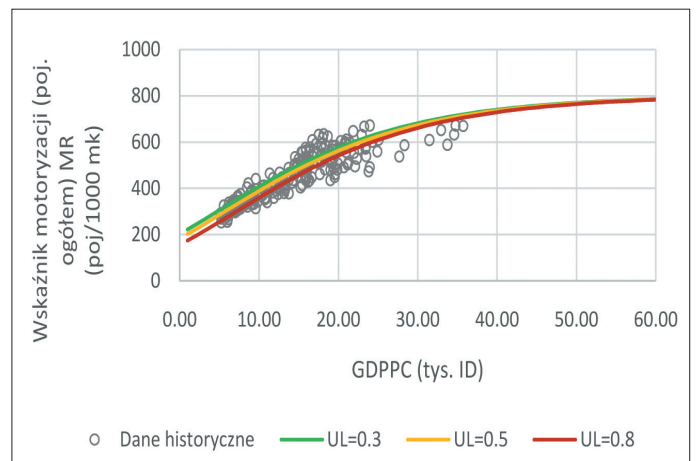
Tabela 3

Wyniki regresji nieliniowej dla funkcji (8)						
$R^2=0.86$	Ocena	Błąd std.	t	p	Dolna granica ufności	Górna granica ufności
b0	-1.24446	0.080505	-15.4582	0.000000	-1.40311	-1.08581
b1	-0.07161	0.002109	-33.9578	0.000000	-0.07576	-0.00675
b3	0.34561	0.109277	3.1627	0.001782	0.13025	0.56096

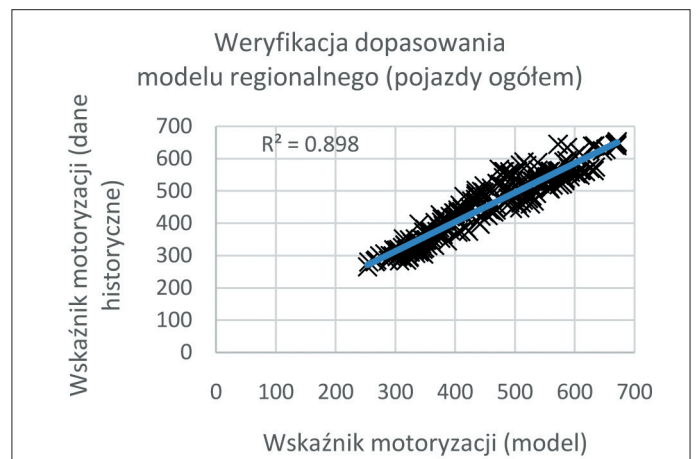
statystyczną dla zmiennych gęstość zaludnienia DP oraz stopień bezrobocia UE, jednak wysoką istotność poziomu zurbanizowania UL. Z uwagi na wysoki stopień dopasowania modelu bazującego na dwóch zmiennych (GDPPC i UL) uznano go za wystarczający.



Rys. 4. Wojewódzki model poziomu motoryzacji dla pojazdów ogółem – zróżnicowanie względem poziomu nasycenia



Rys. 5. Wojewódzki model poziomu motoryzacji dla pojazdów ogółem – zróżnicowanie względem poziomu nasycenia



Rys. 6. Weryfikacja zgodności wyników modelu z danymi historycznymi

## Wnioski i rekomendacje

Uzyskane wyniki przeprowadzonych studiów i analizy upoważniają do sformułowania następujących wniosków:

1. Liczba pojazdów rośnie wraz ze wzrostem potencjału ekonomicznego kraju. Wraz ze wzrostem liczby pojazdów zmienia się struktura floty pojazdów. Wzrost poziomu motoryzacji na obszarze kraju lub regionu mierzony jest za pomocą liczby pojazdów lub wskaźników motoryzacji będących miarą stopnia dostępności pojazdów dla mieszkańców zamieszkujących analizowany obszar. Poziom motoryzacji zależy od wielu czynników: ekonomicznych, społecznych, przestrzennych, transportowych.
2. Zauważyć można duże zróżnicowanie w poziomie wskaźnika motoryzacji pomiędzy krajami, regionami, podregionami. Przebieg zmian tych wskaźników w wybranym obszarze (kraju, regionie, podregionie) następuje zgodnie z teorią rozwoju systemów nasycających się lub z teorią ewolucji adaptacyjnej tj. systemu samoregulującego się. Początkowy wzrost wykładniczy, potem przejście przez punkt przegięcia i zmierzanie do asymptoty wyznaczonej przez poziom nasycenia motoryzacyjnego analizowanego obszaru.
3. Dla potrzeb szacowania i prognozowania poziomu motoryzacji prowadzi się modelowanie liczby pojazdów dla potrzeb organizacji międzynarodowych, rządów poszczególnych krajów, firm produkujących samochody, firm paliwowych, firm ubezpieczeniowych itp. W wielu krajach opracowano narodowe modele prognozowania liczby pojazdów, wykorzystując modele zmian wskaźnika motoryzacji. Niestety w Polsce brakowało tego typu modelu, który mógłby być stosowany powszechnie do prognozowania liczby pojazdów, zarówno w krótkich, jak i długich przedziałach czasu na poziomie kraju i województwa.
4. Opracowanie modelu szacowania wskaźnika motoryzacji MR wymaga rozwiązania następujących problemów: określenia poziomu nasycenia motoryzacją analizowanego obszaru, doboru funkcji zmian poziomu motoryzacji, identyfikacji i doboru zbioru czynników wpływających na zmianę poziomu motoryzacji.
5. Poziom nasycenia motoryzacją analizowanego obszaru dla warunków polskich najlepiej opisuje model potęgowej uwzględniający wpływ gęstości zaludnienia DP, poziomu urbanizacji UL i wskaźnik warunków rozwoju motoryzacji CMD.
6. Przebiegi rzeczywistych zmienności wskaźnika motoryzacji MR wskazują na esowy przebieg funkcji aproksymującej dane rzeczywiste, tzn. po początkowym okresie wzrostu krzywej zależności następuje jej przegięcie, a potem proces stopniowego wygaszania przyrostu. Z przeprowadzonych analiz wynika, że najlepiej tę zależność opisuje funkcja Gompertza, uwzględniająca jednostkowy produkt krajowy brutto GDPPC jako miarę rozwoju społeczno-gospodarczego analizowanego obszaru, oraz udział ludności zamieszkałej w miastach UL.

7. Im większa gęstość mieszkańców i im większy poziom urbanizacji obszaru, tym mniejszy wskaźnik motoryzacji, co wynika między innymi z krótszych podróży w obszarach zurbanizowanych i związanym z tym częstszym wyborem alternatywnego środka transportu.
8. Występuje duże zróżnicowanie poziomu wskaźnika motoryzacji na różnych analizowanych obszarach (kraj, województwo, podregion, powiat). Niezbędne zatem jest stosowanie różnych modeli, pozwalających na szacowanie wskaźnika motoryzacji na każdym z tych obszarów.
9. Przeprowadzone studia i analizy uwiarygodniły braki w dostępnych bazach i sposobach gromadzenia danych: (a) czym niższy podział terytorialny tym mniejsza dostępność danych w ramach GUS; (b) zmiany administracyjne oraz metodologiczne wpływają na zachwianie ciągłości dostępu do danych; (c) zmiany administracyjne oraz metodologiczne mogą wpływać na wartości danych i przyczynić się do niewłaściwego wyciągania wniosków (przypadek Berlina).
10. W badaniach bazowano na danych dotyczących liczby zarejestrowanych pojazdów udostępnianych przez GUS. Z uwagi na podważanie w ostatnich latach w mediach, publikacjach i konferencjach wiarygodności występujących w bazach GUS i CEPiK wartości liczby zarejestrowanych pojazdów, w celu zwiększenia wiarygodności modeli zalecana jest weryfikacja danych źródłowych oraz weryfikacja i w przypadku zaistnienia takiej konieczności ponowna kalibracja parametrów zbudowanych modeli.

## Literatura

1. Koornstra M., *Changing Choices. Psychological Relativity Theory*, Leiden Univ. Press, 2007.
2. Wang J., Sun X., He Y., Hou S., *Modeling Motorization Development in China*, J. Transp. Technol., vol. 2, no. 3.
3. Jamroz K., *Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2011.
4. Dargay J., Gately D., Sommer M., *Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960–2030*, Energy J., vol. 28.
5. Radkowski S., *Podstawy bezpiecznej techniki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003.
6. Ogut K., *S-Curve Models to Determine the Car Ownership in Turkey*, ARI Bull. Istanbul Tech. Univ., vol. 54, 2004.
7. Fosgerau M., *Dynamic time series models for Danish car ownership and use*, Danish Transp. Res. Inst., 2008.
8. Oppe S., *Traffic safety developments in Poland*, SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherland, 2001.
9. Koornstra M., *Prediction of traffic fatalities and prospects for mobility becoming sustainable-safe*, Sadhana – Acad. Proc. Eng. Sci., vol. 32, no. 4, 2007.
10. Feenstra R.C., Inklaar R., Timmer M.P., *The Next Generation of the Penn World Table*, Am. Econ. Rev., vol. 105, no. 10, 2015.
11. Komornicki T., *Przemiany mobilności codziennej Polaków na tle rozwoju motoryzacji*, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyńskiego, 2011.
12. Jamroz K., *Modelowanie wskaźnika motoryzacji na poziomie krajowym*, Materiały III Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej „Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu – Modelling”, 2012.