

PURCZYŃSKI Jan¹
SAMITOWSKA Wioleta²

Prognozowanie wartości wskaźników poziomu motoryzacji dla wybranych miast w Polsce

Streszczenie

W pracy rozpatrzono przydatność klasycznej metody tendencji rozwojowej do prognozowania wartości wskaźników motoryzacji. Zastosowano metodę bazującą na minimalizacji błędów prognozy *ex ante*. Zmieniając liczbę ostatnich L lat uwzględnionych w procesie predykcji, poszukuje się minimum wartości błędów *ex ante*. Dla optymalnej liczby lat wyznacza się wartość prognozy. Metoda została omówiona na przykładzie predykcji wartości wybranych wskaźników poziomu motoryzacji: liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych oraz samochodów osobowych dla wybranych miast w Polsce: Gdańsk, Gliwice, Kraków oraz Szczecin. Obliczenia wykonano dla danych za lata 2000-2009, natomiast dane dotyczące 2010r. posłużyły do wyznaczenia błędów prognozy *ex post*.

FORECASTING THE VALUES OF MOTORIZATION LEVEL INDICATORS FOR SELECTED POLISH CITIES

Abstract

In this paper the usefulness of classical method of developmental tendency in forecasting the values of motorization level indicators was examined. The method drawing on minimization of *ex ante* forecast error was applied. By changing the number of L recent years used in prediction process the minimum value of *ex ante* error is sought. For the optimum number of years the forecast value is determined. The method was elaborated with the example of predicting the value of selected motorization level indicators: the number of motor vehicles and cars registered in the following cities in Poland: Gdańsk, Gliwice, Kraków and Szczecin. Calculations were made for the data from years 2000-2009, whereas the data from the year 2010 were used to determine *ex post* forecast error.

1. WSTĘP

W pracy rozpatrzono przydatność klasycznych modeli trendu do prognozowania wartości wybranych wskaźników motoryzacji. W procesie predykcji uwzględniono następujące modele trendu: liniowy, paraboliczny, potęgowy, wykładniczy, logarytmiczny i hiperboliczny. Zastosowano metodę bazującą na minimalizacji błędów prognozy *ex ante*. Zmieniając liczbę ostatnich L lat uwzględnionych w procesie predykcji, poszukuje się minimum wartości błędów *ex ante*. Dla optymalnej liczby lat wyznacza się wartość prognozy. Metoda została omówiona na przykładzie predykcji wartości wybranych wskaźników poziomu motoryzacji: liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych i samochodów osobowych dla wybranych miast w Polsce: Gdańsk, Gliwice, Kraków i Szczecin. Obliczenia wykonano dla danych za lata 2000-2009, natomiast dane dotyczące 2010r. posłużyły do wyznaczenia błędów prognozy *ex post*.

2. PROGNOZA WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW MOTORYZACJI

2.1 Prognoza dla miasta Gliwice

Na rysunku 1 zamieszczono liczbę zarejestrowanych pojazdów mechanicznych P (w tys.) i samochodów osobowych S (w tys.) w Gliwicach. Prognozę wykonano dla danych dotyczących lat 2000-2009, natomiast wartości dotyczące 2010r. ($PR=111,6$ tys.; $SR=85,3$ tys.) posłużyły do wyznaczenia błędów prognozy *ex post*. Dane zaczerpnięto z Miejskiego Serwisu Internetowego-Gliwice [1].

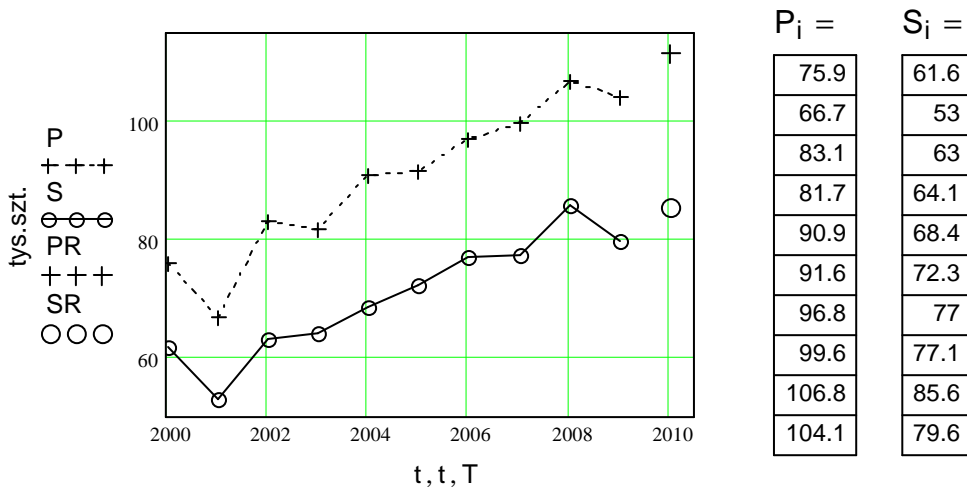
Ogólnie akceptowany jest fakt, że zwiększenie liczby obserwacji uwzględnionych w modelu ekonometrycznym powoduje zmniejszenie błędów prognozy. W celu zweryfikowania tej hipotezy, wyznaczono błąd prognozy *ex ante* dla zmieniającej się liczby ostatnich L lat uwzględnionych w modelu w odniesieniu do liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych.

Na rysunku 2 zamieszczono wyniki dla trendu liniowego, który powadził do najmniejszego błędów *ex ante*. Linia kropkowana z plusami VA odpowiada wartościom błędów względnego *ex ante* (w %). Linia ciągłą z kółkami VP oznaczono wartości błędów względnego *ex post* (w %). Z rysunku 2 wynika, że najmniejszy błąd *ex ante* uzyskuje się dla liczby uwzględnionych lat $L=8$: $VA = 2,94$ %. Osiąganie najmniejszej wartości błędów *ex ante* nie gwarantuje

¹ Uniwersytet Szczeciński, WZiEU, ul. Cukrowa 8, 71-004 Szczecin, e-mail: jan.purczynski@onet.eu

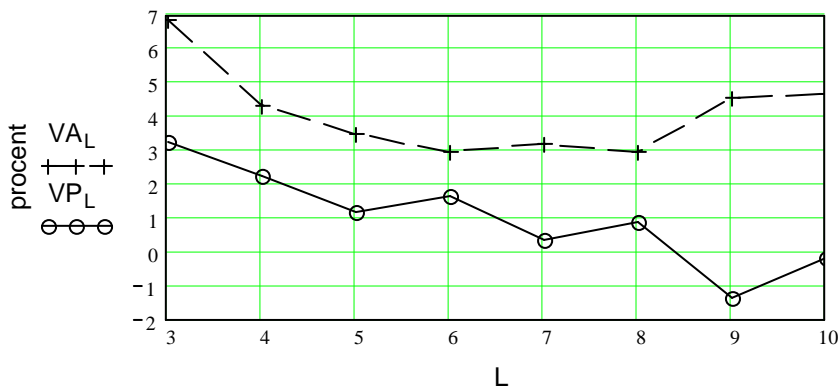
² Uniwersytet Szczeciński, WZiEU, Katedra Ekonomii, ul. Cukrowa 8, 71-004 Szczecin, e-mail: wioleta.samitowska@gmail.com

najmniejszej wartości błędu *ex post*. Potwierdza to rysunek 2 z którego wynika, że najmniejszą wartość błędu względnego *ex post*



Rys.1. Liczba zarejestrowanych pojazdów mechanicznych P (linia kropkowana z plusami) oraz samochodów osobowych S (linia ciągła z kółkami) w Gliwicach w latach 2000-2009. Dane dla roku 2010 (PR i SR) posłużyły do wyznaczenia błędu prognozy *ex post*. Źródło: [1]

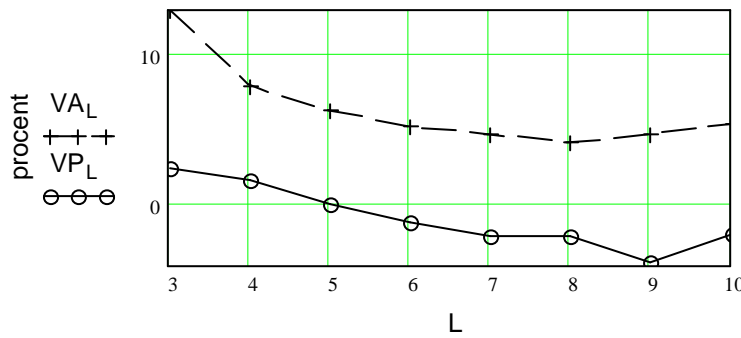
uzyskuje się dla modelu uwzględniającego $L=10$ ostatnich lat: $VP = -0,20\%$. Natomiast, dla $L=8$ wartość błędu względnego *ex po*



Rys.2. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA (linia przerywana z plusami) oraz *ex post* VP (linia ciągła z kółkami) liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych w Gliwicach w funkcji liczby uwzględnionych lat L. Źródło: opracowanie własne.

Mając wartości prognozy wyznaczone dla ośmiu wartości L można wyznaczyć wartość średnią prognozy, która jest obarczona błędem $VPS=1,00\%$.

Na rysunku 3 zamieszczono wyniki błędów względnych prognozy liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w Gliwicach. Linia przerywana z plusami VA oznacza błąd względny *ex ante* (w %). Linia ciągłą z kółkami VP zaznaczono wartości błędu względnego *ex post* (w %).

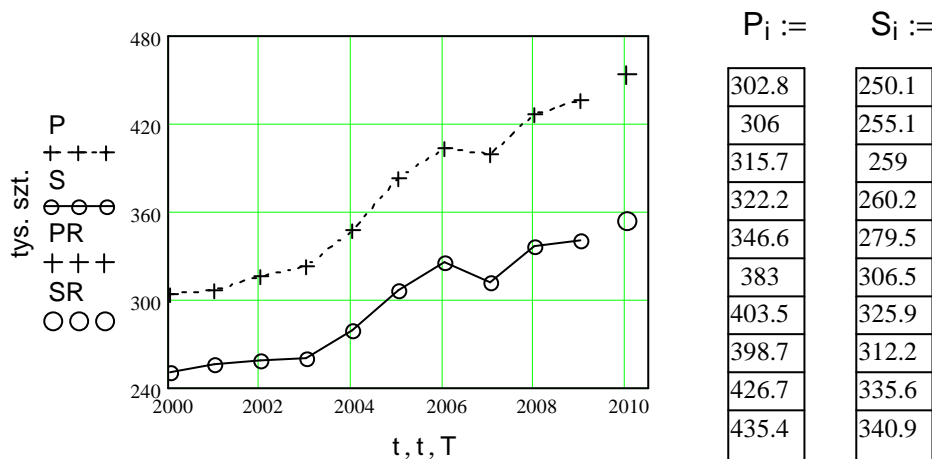


Rys.3. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA (linia przerywana z plusami) oraz *ex post* VP (linia ciągła z kółkami) liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w Gliwicach w funkcji liczby uwzględnionych lat *L*.
Źródło: opracowanie własne

Najmniejszą wartość błędu względnego *ex ante* $VA=4,17\%$ odnotowano dla $L=8$ lat. Dla tego modelu błąd względny prognozy *ex post* wynosi $VP= -2,02\%$. Najmniejsza wartość błędu względnego *ex post* $VP=0,02\%$ przypada na $L=5$ i nie ma żadnych rozsądnych przesłanek, aby można wybrać ten model. Drugą metodę zalecaną w niniejszej pracy jest wyznaczenie wartości średniej prognozy uzyskanej dla ośmiu wartości L ($L=3,4,\dots,10$). Metoda ta prowadzi do prognozy obciążonej błędem względnym *ex post* wynoszącym $VSS= -0,88\%$.

2.2 Prognoza dla miasta Kraków

Rysunek 4 wykonano na podstawie danych zaczerpniętych z Biuletynu Informacji Publicznej Miasta Krakowa dotyczących wskaźników poziomu motoryzacji [2].

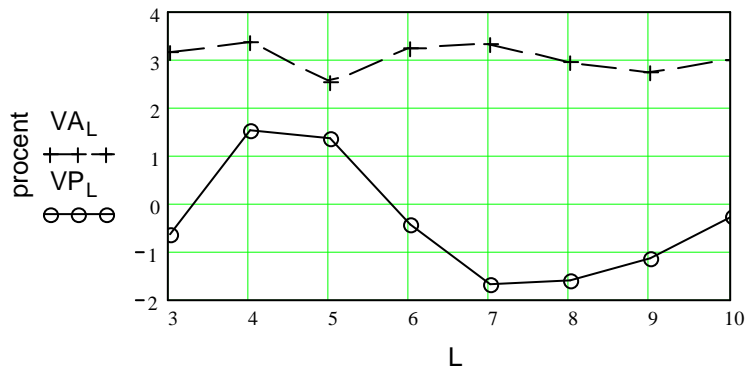


Rys.4. Liczba zarejestrowanych pojazdów mechanicznych *P* (w tys.) oraz samochodów *S* (w tys.) w mieście Krakowie. Użyto identycznych oznaczeń, jak na rysunku 1.
Źródło: Opracowanie własne na podstawie [2].

Rysunek 4 wykonano dla danych za lata 2000-2009, natomiast dane dla 2010 roku ($PR= 454,0$ tys.; $SR=353,5$ tys.) zostały wykorzystane do oceny dokładności prognozy.

Rysunek 5 stanowi ilustrację wartości błędów względných prognozy liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych w Krakowie – prognoza uzyskana dla trendu liniowego.. Zastosowano identyczne oznaczenia, jak na rysunku 2.

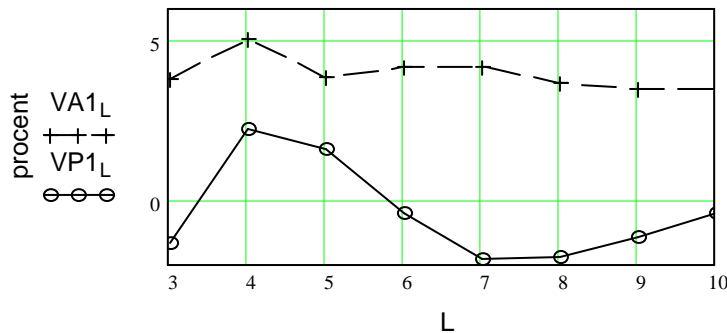
Najmniejsza wartość błędu względnego *ex ante* $VA=2,53\%$ występuje dla $L=5$ lat. Dla tego modelu błąd względny prognozy *ex post* wynosi $VP=1,35\%$. Najmniejsza wartość błędu względnego *ex post* $VP=-0,26\%$ przypada na $L=10$ i nie ma żadnych rozsądnych przesłanek, aby można wybrać ten model. Wartości średnia prognozy uzyskana dla ośmiu wartości L ($L=3,4,\dots,10$) jest obciążona błędem względnym *ex post* wynoszącym $VPS= -0,36\%$.



Rys.5. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA oraz *ex post* VP liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych w Krakowie w funkcji liczby uwzględnionych lat L.

Źródło: opracowanie własne.

W przypadku prognozy liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w Krakowie uzyskano najmniejszy błąd *ex ante* dla dwóch modeli. W pierwszym modelu wykorzystano trend liniowy – wyniki zaprezentowano na rysunku 6.

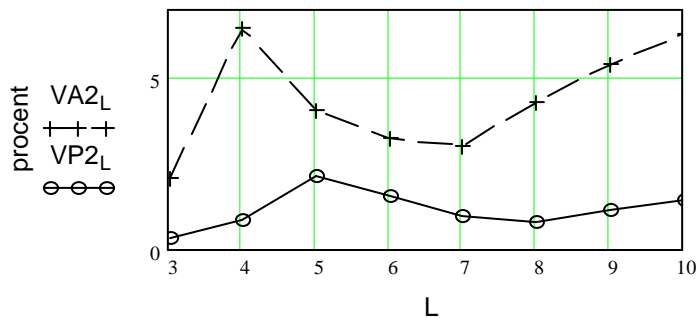


Rys.6. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA1 oraz *ex post* VP1 liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w Krakowie w funkcji liczby uwzględnionych lat L. Wyniki uzyskane dla trendu liniowego

Źródło: opracowanie własne.

Dla $L=10$ lat występuje najmniejsza wartość błędu *ex ante* $VA=3,47\%$, co odpowiada błędowi *ex post* wynoszącemu $VP=-0,38\%$. Jest to pierwszy przypadek, kiedy minimum błędu *ex ante* pokrywa się z najmniejszą wartością błędu *ex post*. Należy odnotować, że średnia wartości prognoz dla wszystkich L zawiera błąd *ex post* $VSS=-0,38\%$.

Drugi równorzędny model prognozy liczby zarejestrowanych samochodów uzyskano dla trendu potęgowego – wyniki przedstawiono na rysunku 7.



Rys.7. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA2 oraz *ex post* VP2 liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w Krakowie w funkcji liczby uwzględnionych lat L. Wyniki uzyskane dla trendu potęgowego

Źródło: opracowanie własne.

Podobnie jak dla trendu liniowego, minimum błędu *ex ante* pokrywa się z minimum błędu *ex post* - dla $L=3$ $VA=2,06\%$ oraz $VP=0,34\%$. Błąd wartości średniej prognozy (dla ośmiu wartości L) wynosi $VSS=1,15\%$

2.3 Prognoza dla miasta Szczecin

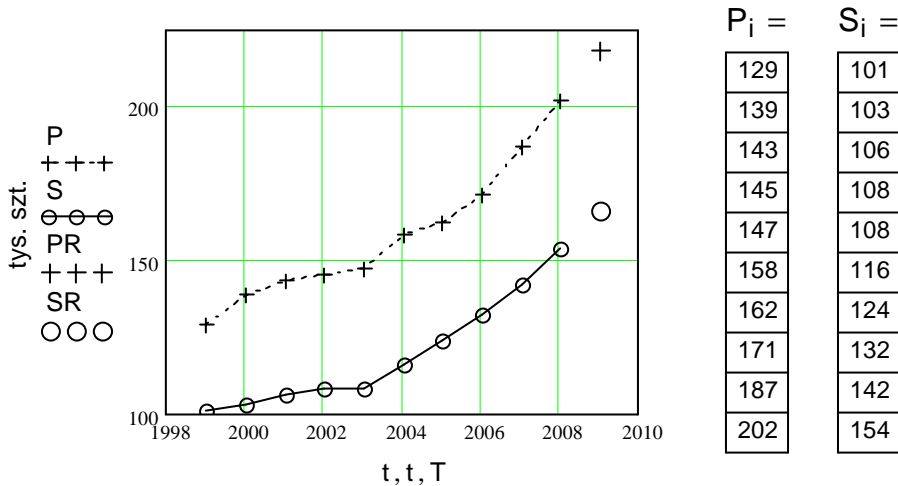
Rysunek 8 wykonano na podstawie danych zaczerpniętych z Biuletynu Informacji Publicznej Miasta Szczecin [3] dotyczących wskaźników poziomu motoryzacji.

Rysunek 8 stanowi ilustrację danych za lata 1999-2008, na podstawie których wykonano prognozę. Natomiast dane dla 2009 roku ($PR=218,1$ tys.; $SR=165,8$ tys.) zostały wykorzystane do weryfikacji dokładności prognozy – błąd względny *ex post*.

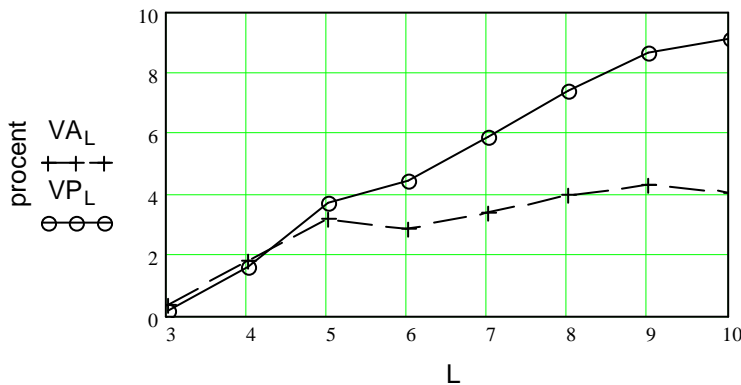
W wyniku sprawdzenia trendów wymienionych we wstępie stwierdzono, że najmniejszy błąd *ex ante*, zarówno dla liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych jak i samochodów osobowych, uzyskuje się dla trendu liniowego.

Na rysunku 9 zamieszczono wartości błędu względnego prognozy *ex ante* oraz błędu względnego *ex post* liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych w mieście Szczecin. Najmniejsza wartość błędu *ex ante* $VA=0,34\%$ występująca dla $L=3$ lat pokrywa się z najmniejszą wartością błędu względnego *ex post* $VP=0,15\%$.

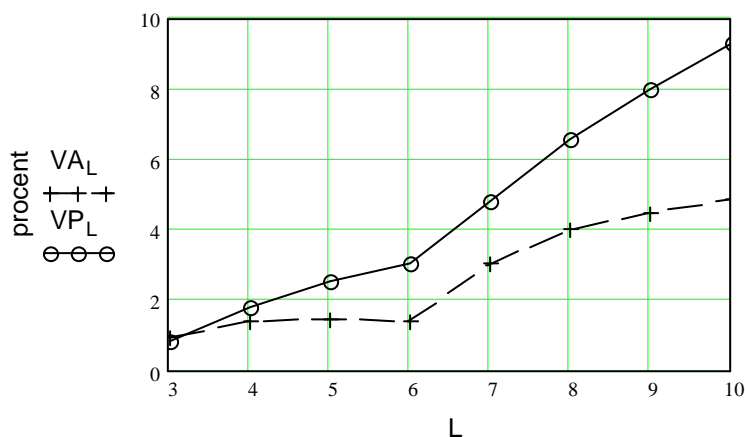
Błąd wartości średniej prognozy, wyznaczonej jako średnia arytmetyczna dla ośmiu wartości L , wynosi $VSS=5,13\%$.



Rys.8. Liczba zarejestrowanych pojazdów mechanicznych P (w tys.) oraz samochodów S (w tys.) w mieście Szczecin. Użyto identycznych oznaczeń, jak na rysunku 1. Źródło: Opracowanie własne na podstawie [3].



Rys.9. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA oraz *ex post* VP liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych w Szczecinie w funkcji liczby uwzględnionych lat L . Źródło: opracowanie własne.



Rys.10. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA oraz *ex post* VP liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w Szczecinie w funkcji liczby uwzględnionych lat L.

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 10 zamieszczono wartości błędu względnego prognozy *ex ante* oraz błędu względnego *ex post* liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w mieście Szczecin. Najmniejsza wartość błędu *ex ante* $VA = 0,91\%$ występująca dla $L=3$ lat pokrywa się z najmniejszą wartością błędu względnego *ex post* $VP = 0,80\%$. Błąd wartości średniej prognozy, wyznaczonej jako średnia arytmetyczna dla ośmiu wartości L, wynosi $VSS = 4,60\%$.

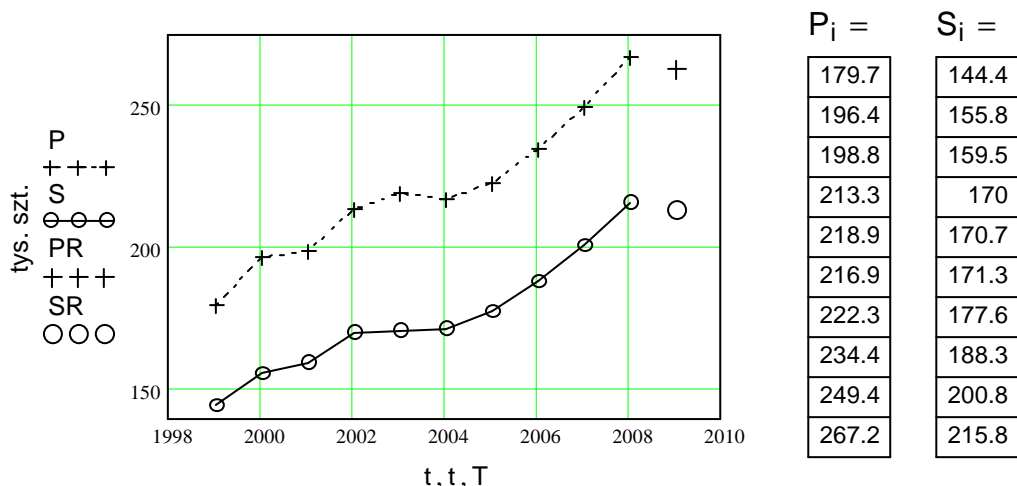
2.4 Prognoza dla miasta Gdańsk

Na rysunku 11 zamieszczono liczbę zarejestrowanych pojazdów mechanicznych P (w tys.) i samochodów osobowych S (w tys.) w mieście Gdańsk. Prognozę wykonano dla danych dotyczących lat 1999-2008, natomiast wartości dotyczące 2009r. ($PR=262,9$ tys.; $SR=212,6$ tys.) posłużyły do wyznaczenia błędu prognozy *ex post*.

Dane pochodzą ze strony internetowej miasta Gdańsk [4].

W wyniku sprawdzenia trendów wymienionych we wstępie stwierdzono, że najmniejszy błąd *ex ante*, zarówno dla liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych jak i samochodów osobowych, uzyskuje się dla trendu liniowego.

Na rysunku 11 zamieszczono wartości błędu względnego prognozy *ex ante* oraz błędu względnego *ex post*. Najmniejsza wartość błędu *ex ante* $VA = 0,74\%$ występująca dla $L=3$ lat odpowiada największemu błędowi względnemu *ex post* $VP = -7,70\%$. Przyczyną takiego zachowania jest nietypowa wartość liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych PR w 2009 roku. Zgodnie z rysunkiem 11, wartość realizacji (PR) leży poniżej linii trendu wyznaczonego przez wcześniejsze wartości P (linia kropkowana z plusami).

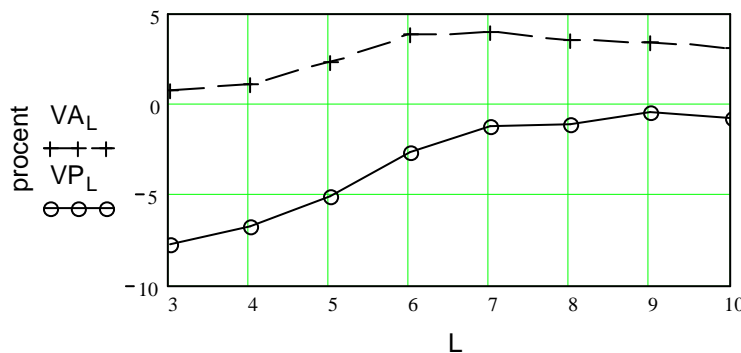


Rys.11. Liczba zarejestrowanych pojazdów mechanicznych P (w tys.) oraz samochodów S (w tys.) w mieście Gdańsk. Użyto identycznych oznaczeń, jak na rysunku 1.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [4].

Stosując metody predykcji przyjmuje się założenie, że zmienna prognozowana wykazuje jednoimienne zmiany. Wyklucza się zatem zjawisko obserwowane na rysunku 11, gdzie wartość PR, w miejsce tendencji rosnącej, wykazuje tendencję malejącą.

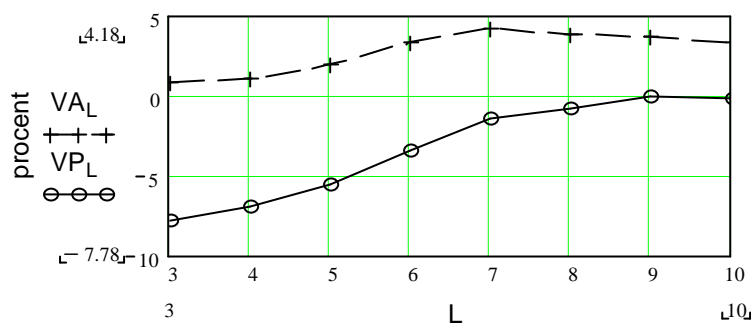
Błąd wartości średniej prognozy, wyznaczonej jako średnia arytmetyczna dla ośmiu wartości L, wynosi $VSS = -3,24\%$.



Rys.12. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA oraz *ex post* VP liczby zarejestrowanych pojazdów mechanicznych w Gdańsku w funkcji liczby uwzględnionych lat L

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z rysunkiem 11, stwierdza się, że zmienna prognozowana S (SR) zachowuje się podobnie jak zmienna P (PR). Znajduje to potwierdzenie na rysunku 13 zawierającym błędy prognozy liczby zarejestrowanych samochodów osobowych, który wykazuje duże podobieństwo do rysunku 12.



Rys.13. Wartości błędu względnego prognozy *ex ante* VA oraz *ex post* VP liczby zarejestrowanych samochodów osobowych w Gdańsku w funkcji liczby uwzględnionych lat L

Źródło: opracowanie własne

Najmniejszej wartości błędu *ex ante* $VA=0,81\%$ ($L=3$) odpowiada największy błąd *ex post* $VP=-7,78\%$. Przyjmując jako wynik prognozy wartość średnią wyznaczoną dla ośmiu wartości L, uzyskuje się błąd względny *ex post* wynoszący $VSS=-3,27\%$.

Przykład ten pozostawiono jako ostatni, ponieważ wyłamuje się on z wcześniejszych schematów, gdzie wartość prognozowana PR (SR) leżała, w przybliżeniu, na linii trendu wyznaczonej przez wcześniejsze obserwacje P (S).

3. WNIOSKI

W pracy rozpatrzono przydatność klasycznej metody tendencji rozwojowej do prognozowania wartości wskaźników motoryzacji. Zastosowano metodę bazującą na minimalizacji błędu prognozy *ex ante*. Zmieniając liczbę ostatnich L lat uwzględnionych w procesie predykcji, poszukuje się minimum wartości błędu *ex ante*. Dla optymalnej liczby lat wyznacza się wartość prognozy. Proponowana metoda dała pozytywne wyniki dla trzech miast: Gliwice, Kraków i Szczecin. Spośród sześciu rozpatrzonych przypadków w trzech zachodziła zgodność: minimum wartości błędu *ex ante* pokrywało się z minimum błędu *ex post*. Metoda zawiodła w przypadku prognozy wskaźników poziomu motoryzacji w mieście Gdańsk. Wynikło to z rozbieżności pomiędzy tendencją rozwojową zmiennej prognozowanej a zaobserwowaną wartością realizacji (PR, SR). Należy zauważyć, że w zaistniałym przypadku zawodzą wszelkie metody prognozowania.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Gliwice-Miejski Serwis Internetowy, *Raport o stanie miasta*
- [2] Biuletyn Informacji Publicznej Miasta Krakowa: *Raport o stanie Miasta*
- [3] Biuletyn Informacji Publicznej, Urząd Miasta Szczecin: *Raport o stanie Miasta*
- [4] www.gdansk, Strona główna, Gospodarka, Raporty i publikacje – Gdańsk. *Raport o stanie miasta Gdańska*