

Katarzyna Cheba

ANALIZA PORÓWNAWCZA PROGNOZ ZBIOROWYCH PRZEPLYWÓW OSOBOWYCH W OBRĘBIE MIASTA

COMPARATIVE ANALYSIS OF FORECASTS OF COLLECTIVE FLOW OF PASSENGERS WITHIN THE CITY

Katedra Zastosowań Matematyki w Ekonomii, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Klemensa Janickiego 31, 71-270 Szczecin

Abstract. The effective management of passenger traffic in the city is becoming a frequent subject of discussion for theoreticians and practitioners dealing with urban logistics. At the work an effectiveness analysis of applying various methods of forecasting described on the example of data concerning collective passenger flows in one of cities of Poland was effected. An attempt to appoint forecasts was also taken extrapolating based on rows with gaps in data, in which the missing information was supplemented using the method Lagrange method, Chebyshev polynomials, Brown and Holt models and trigonometric polynomial model.

Słowa kluczowe: brakujące dane, efektywność, logistyka miejska, prognozowanie.

Key words: city logistics, effectiveness, forecasting, missing value.

WSTĘP

Mimo coraz większego zainteresowania zagadnieniem logistyki miejskiej, pojęcie to jest nadal różnie definiowane. Według przytoczonej w pracy Szołtysek (2005) definicji logistykę miejską powinno się rozpatrywać jako ogół procesów zarządzania przepływem osób, ładunków i informacji wewnątrz systemu logistycznego miasta, zgodnie z jego potrzebami i celami rozwojowymi oraz z uwzględnieniem ochrony środowiska naturalnego. Miasto w tak przyjętej definicji rozumiane jest m.in. jako organizacja społeczna, której nadrzędnym celem jest zaspokajanie potrzeb swoich użytkowników, z uwzględnieniem kosztów i korzyści dla sektora publicznego i prywatnego. W ramach tak rozumianego systemu spedytorzy i przewoźnicy dążą do zmniejszenia kosztów transportu, natomiast sektor publiczny – do ograniczenia kongestii oraz negatywnego oddziaływania transportu na ludzi i środowisko.

Racjonalizacja przepływów osobowo-towarowych w obrębie miasta wymaga uwzględnienia obserwowanych od końca lat dziewięćdziesiątych ub. wieku istotnych zmian w tendencjach transportowych obejmujących m.in. (Krystek 2005):

- wzrost ruchliwości osób i stabilizację przewozów towarowych, przy równoczesnej zmianie ich struktury, czyli przy spadku przewozów towarów masowych i zwiększeniu liczby przewozów ładunków wartościowych;
- kontynuację tendencji do znacznego wzrostu motoryzacji i udziału transportu drogowego w przewozach jako konsekwencję zmiany struktury tych przewozów;
- spadek, na rzecz transportu drogowego, udziału kolei w przewozach towarowych i pasażerskich;
- spadek udziału transportu publicznego w transporcie lokalnym w większości miast w Polsce;
- rosnące wymagania użytkowników pod adresem poszczególnych podsystemów transportowych (komfort, niezawodność, bezpieczeństwo, czas dojazdu, pewność podróży, niskie koszty).

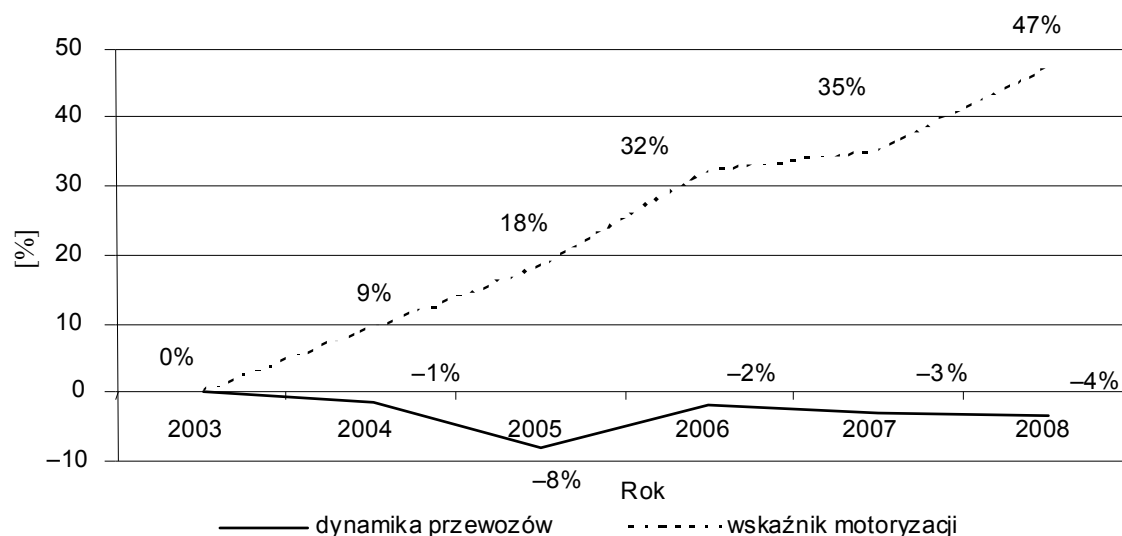
Sprawne zarządzanie miastem, utożsamiane m.in. z zaplanowaną działalnością władz lokalnych, prowadzoną we współpracy z innymi podmiotami realizującymi swoje cele i zaspokajającymi swoje potrzeby na terenie miasta, wymaga stałego monitorowania zmian zachodzących w przepływach osobowo-towarowych w obrębie miasta. Jednym z zadań samorządu lokalnego jest, oprócz dążenia do rozwoju bazy ekonomicznej miasta, wzrostu jego znaczenia jako ośrodka kultury czy zapewnienia sprawnego funkcjonowania infrastruktury i rozwoju gospodarki miejskiej, dążenie do stworzenia jak najlepszych warunków życia poszczególnym użytkownikom miasta (Regulski 2002).

W przypadku tak znacznego przestrzennego skoncentrowania przemysłu, handlu i ludzi na stosunkowo niewielkim obszarze konieczne staje się takie zarządzanie miastem, które będzie uwzględniać interdyscyplinarność w rozwiązywaniu pojawiających się problemów. Sprawne i kompleksowe sterowanie przepływami w obrębie miasta może również, bezpośrednio bądź pośrednio, wiązać się z postrzeganą przez mieszkańców jakością życia. Należy przy tym pamiętać, że nie zawsze poziom rozwoju gospodarczego bezpośrednio determinuje poziom życia mieszkańców, a przede wszystkim subiektywne jego postrzeganie.

W związku z tym, że coraz częściej podkreśla się zależność pomiędzy sprawnym i efektywnym (przede wszystkim szybkim i stosunkowo tanim) zarządzaniem ruchem osobowym w obrębie miasta a jakością życia jego mieszkańców w pracy podjęto próbę ekonometrycznego modelowania i prognozowania liczby zbiorowych przepływów pasażerskich na terenie jednego z miast północno-zachodniej Polski oraz określenia czynników determinujących efektywność zastosowanych metod.

MATERIAŁ I METODY

Tendencje dotyczące zmian zachodzących na rynku przewozów osobowych w obrębie miasta można opisać, analizując wzajemne relacje dwóch podstawowych mierników (przedstawionych na rys. 1) dynamiki przewozów komunikacją miejską oraz wskaźnika motoryzacji.



Rys. 1. Dynamika przewozów osobowych w ramach komunikacji miejskiej oraz wskaźnik motoryzacji w latach 2003–2008

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych MZK w jednym z miast północno-zachodniej Polski.

Z przedstawionych informacji wynika, że wzrostowi wskaźnika motoryzacji towarzyszy spadek liczby przewozów osobowych zrealizowanych za pomocą środków zbiorowej komunikacji miejskiej.

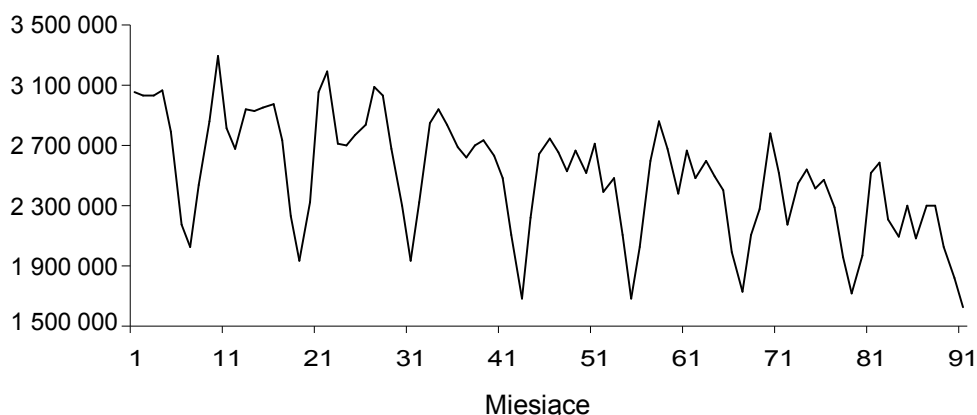
Przedstawione informacje stały się podstawą badań przedstawionych w dalszej części pracy. Analizie poddano miesięczne informacje o kształtowaniu się liczby przewozów pasażerskich wykonanych w ramach komunikacji miejskiej w jednym z miast północno-zachodniej Polski.

Ocenę podstawowych charakterystyk opisowych badanych zmiennych przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki opisowe dla zmiennej Y_1 (84 miesiące)

Charakterystyki opisowe					
średnia	odchylenie standardowe	współczynnik zmienności [%]	minimum	maksimum	iloraz maks./min.
2 529 782,86	373 046,24	14,75	1 680 050	3 292 030	1,96

Kształtowanie się badanej zmiennej w latach 2002–2009 (dane obejmują okres od stycznia 2002 do lipca 2009 roku) przedstawiono na rys. 2.

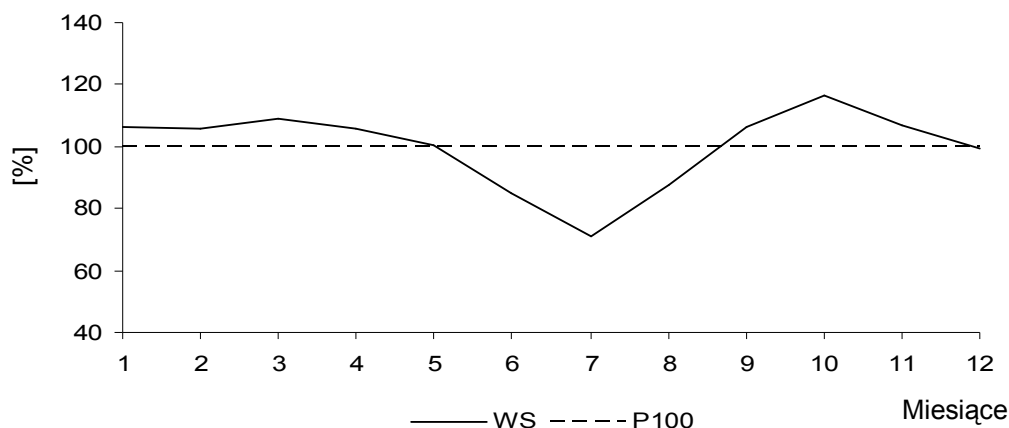


Rys. 2. Kształtowanie się miesięcznej liczby przewozów pasażerskich środkami komunikacji miejskiej w latach 2002–2009

Analiza przedstawionych informacji wskazuje na istnienie wyraźnych wahań sezonowych. Oceny wskaźników sezonowości, wyznaczone dla badanej zmiennej oraz różnicę pomiędzy maksymalnym oraz minimalnym odchyleniem, przedstawiono w tab. 2 oraz na rys. 3.

Tabela 2. Wskaźniki sezonowości dla 12 miesięcy

Wskaźniki sezonowości w poszczególnych miesiącach							
I	II	III	IV	V	VI	wartość maksymalna – wartość minimalna	45,30
106,25	105,79	109,12	105,99	100,37	84,88		
VII	VIII	IX	X	XI	XII		
71,18	87,49	106,21	116,48	106,61	99,62		



Rys. 3. Wskaźniki sezonowości dla 12 miesięcy. WS – wskaźniki sezonowości, P100 – poziom 100

W pracy Cheby (2005) potwierdzono wysoką efektywność modelowania i prognozowania zmiennych wykazujących wahania sezonowe za pomocą metod, które takich wahań nie uwzględniają. Wykorzystanie metod właściwych dla danych bez wahań sezonowych jest w tym wypadku możliwe dzięki zastosowaniu opisanej w literaturze (Prognozowanie ekonomiczne... 2003) metodzie wskaźników sezonowości polegającej na bezpośrednim prognozowaniu zmiennych, z których wyeliminowano wahania sezonowe. W pracy zastosowano multiplikatywny wariant opisywanej procedury.

Dla poszczególnych faz cyklu wyznaczono tzw. surowe wskaźniki sezonowości:

$$w_j = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N u_{tj} \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

gdzie:

$$\sum_{t=1}^N u_{tj} \text{ – suma ilorazów wartości szeregu empirycznego i teoretycznego (trendu) w okresie } j.$$

Następnie wykonano obliczenia oczyszczonych wskaźników w ten sposób, aby spełniony został następujący warunek:

$$\prod_{j=1}^m \hat{w}_j = m \quad (2)$$

Natomiast w celu otrzymania danych oczyszczonych wartości szeregu zostały podzielone przez wskaźniki sezonowości \hat{w}_j . Prognozy dla modelu multiplikatywnego obliczono na podstawie wzoru:

$$\hat{y}_{tp} = \hat{Y}_{tp}^* \cdot \hat{w}_j \quad (3)$$

W prognozowaniu ekstrapolacyjnym badanej zmiennej wykorzystano metodę najmniejszych kwadratów, model Holta-Wintersa, modele wyrównania wykładniczego Browna, liniowy model Holta oraz metodę wielomianową Lagrange'a z węzłami rozłożonymi proporcjonalnie oraz węzłami rozłożonymi zgodnie z funkcją optymalizacyjną Czebyszewa.

Do oczyszczania szeregów czasowych z wahań sezonowych wykorzystano wskaźniki sezonowości o cyklu miesięcznym, wyznaczone na podstawie danych z lat 2001–2002 (24 obserwacje).

Z przedstawionych informacji wynika, że wysokiej dynamice w przypadku analizowanej zmiennej towarzyszą stosunkowo duże wahania okresowe. W związku z tym zbudowano modele szeregu czasowego z trendami wielomianowymi ze stałą oraz zmienną sezonowością:

$$Y_t = \sum_{j=0}^r \alpha_j t^j + \sum_{j=0}^1 \sum_{k=1}^m d_{jk} t^j Q_{kt} + U_t \quad (4)$$

przy warunku:

$$\sum_{k=1}^m d_{jk} = 0 \quad \{j = 0, 1, \quad t = 1, 2, \dots, n\}$$

Jeżeli we wzorze (4) przyjmiemy, że $j = 0$, to otrzymamy modele o okresowych składnikach sezonowych. Umieszczając po lewej stronie logarytmy zmiennej Y_t , otrzymamy równania z sezonowością relatywnie stałą (dla $j = 0$) bądź zmienną.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki prognozowania ekstrapolacyjnego, uzyskane na podstawie przedstawionych metod prognozowania, zestawiono w tab. 4.

W odniesieniu do wykorzystanych metod numerycznych przyjęto, że L-3WP to metoda Lagrange'a z 3 węzłami rozłożonymi proporcjonalnie, L-4WP – metoda Lagrange'a z 4 węzłami rozłożonymi proporcjonalnie, L-3WC – metoda Lagrange'a z 3 węzłami rozłożonymi zgodnie z funkcją optymalizacyjną Czebyszewa, L-4WC – metoda Lagrange'a z 4 węzłami rozłożonymi zgodnie z funkcją optymalizacyjną Czebyszewa.

Dla predyktorów szacowanych MNK przyjęto oznaczenia: TL – trend liniowy, T2 – trend kwadratowy, T3 – wielomian trzeciego stopnia, TW – trend wykładniczy o stałej stopie wzrostu, TW2 – trend wykładniczy o zmiennej stopie wzrostu, TW3 – trend wykładniczy z wielomianem trzeciego stopnia, s – modele trendu, w których uwzględnione zostały stałe wahania sezonowe, z – modele, w których sezonowość opisywana jest za pomocą zmiennych wahań sezonowych.

Natomiast dla predyktorów wykładniczych przyjęto: P – prosty model Browna, L – liniowy model Browna, K – kwadratowy model Browna, H – dwuparametrowy liniowy model Holta oraz HW – model Holta-Wintersa. W przypadku tej klasy modeli po oznaczeniach modeli podano optymalne oceny stałej (stałych) wygładzania.

Wszystkie zastosowane metody pozwoliły na uzyskanie ocen średnich błędów prognoz ekstrapolacyjnych kształtujących się w zakresie 3,73–12,17%. Zastosowanie procedury oczyszczania szeregów czasowych z wahań sezonowych poprawiło wyniki prognozowania ekstrapolacyjnego przede wszystkim w przypadku najkrótszego horyzontu prognozowania. Zdecydowanie najniższe oceny błędów prognoz uzyskano w przypadku wariantów metody wielomianowej Lagrange'a. Oceny błędów prognoz uzyskane tą metodą kształtowały się

w zakresie 3,73–3,85%. Zależność ocen błędów prognoz od długości horyzontu prognozowania była również szczególnie silna w przypadku metod nieuwzględniających wahań sezonowych. Oceny błędów prognoz *ex post* uzyskane tymi metodami rosły wraz z wydłużaniem się horyzontu prognozowania.

Tabela 4. Porównanie ocen średnich błędów prognoz ekstrapolacyjnych dla szeregów nieoczyszczonych i oczyszczonych z wahań sezonowych

Szereg	Model / metoda	Błędy prognoz ekstrapolacyjnych [%]		
		$h = 3$	$h = 6$	$h = 7$
A	TLS	7,39	6,08	6,73
	T2S	7,05	5,86	6,63
	T3S	8,23	6,62	6,92
	TWS	6,95	5,60	5,29
	TW2S	6,06	4,63	4,61
	TW3S	7,23	5,96	5,52
	TLZ	6,29	6,20	5,70
	T2Z	5,87	5,90	5,52
	T3Z	7,23	7,07	6,08
	TWZ	7,14	6,56	5,88
	TW2Z	6,17	5,89	5,44
	TW3Z	7,41	6,89	6,02
HW	3,83	4,07	4,62	
B(12)	TL	4,72	7,77	11,47
	T2	4,85	7,70	11,29
	T3	4,37	8,07	12,17
	TW	4,58	7,85	11,68
	TW2	4,82	7,72	11,36
	TW3	4,46	8,01	12,02
	L3WP	3,59	3,57	4,11
	L3WC	3,82	3,85	3,73
	L4WP	4,92	4,87	4,39
	L4WC	3,65	3,69	4,33
	P3	4,72	8,11	12,10
	L1	4,87	7,69	11,28
	K1	5,10	7,47	10,78
H21	4,90	7,61	11,11	

A – dla szeregów nieoczyszczonych z wahań sezonowych, B(12) – dla szeregów oczyszczonych za pomocą 12-miesięcznych wskaźników sezonowości.

W praktyce gospodarczej bardzo często mamy do czynienia z brakiem danych. Modelowanie i prognozowanie ekonometryczne wymaga natomiast zebrania kompletnego, rzetelnego i wiarygodnego materiału statystycznego. W sytuacji braku informacji o niektórych obserwacjach analizowanej zmiennej możliwe jest ich oszacowanie, a następnie prognozowanie na podstawie uzupełnionego w ten sposób szeregu.

W dalszej części pracy dokonano próby wyznaczenia „dobrych” prognoz ekstrapolacyjnych przy braku danych w przypadku analizowanej zmiennej

Analizie poddano wariant zakładający występowanie luk rozkładających się niesystematycznie, obejmujących na przemian kwartał pierwszy lub kwartały drugi i trzeci, począwszy od trzeciego z siedmiu analizowanych okresów rocznych. Informacje z dwóch pierwszych lat wykorzystane zostały bowiem do wyznaczenia ocen wskaźników sezonowości. W sumie brakujące informacje dotyczyły $\frac{1}{4}$ długości badanej zmiennej (obejmowały 21 obserwacji).

Ze względu na potwierdzoną wcześniej wysoką efektywność opisywanej procedury pośredniego prognozowania zmiennych z których wyeliminowano wahania sezonowe, do prognozowania inter- i ekstrapolacyjnego zastosowano metody nieuwzględniające wahań sezonowych. Oceny błędów prognoz uzyskane tymi metodami były w wielu wypadkach niższe od ocen błędów prognoz szacowanych za pomocą metod uwzględniających tego typu wahania.

W pierwszej kolejności porównano oceny błędów prognoz interpolacyjnych. Zestawienie ocen tych błędów przedstawiono w tab. 5. W prognozowaniu, oprócz przedstawionych już wcześniej metod, wykorzystano również metodę odcinkową (O), łuków I (Ł1) oraz łuków II (Ł2).

Tabela 5. Porównanie średnich względnych błędów prognoz interpolacyjnych

Błędy prognoz interpolacyjnych							
O	3,78	L-3WP	3,38	T1	3,06	P9	3,77
Ł1	10,17	L-3WC	5,58	T2	3,14	L6	3,23
Ł2	5,82	L-4WP	5,90	T3	3,17	K4	3,23
		L-4WC	3,82	TW	3,00	H93	3,51
				TW2	3,11		
				TW3	3,14		

Prawie wszystkie zastosowane metody pozwoliły na uzyskanie średnich ocen błędów prognoz interpolacyjnych kształtujących się poniżej 6%. Jedynie w przypadku metody łuków I ocena średniego względnego błędu prognoz interpolacyjnych kształtowała się na poziomie powyżej 10%. Najniższe oceny błędów prognoz dotyczące wszystkich modeli danej klasy uzyskano w przypadku metody funkcji trendu, modeli wyrównania wykładniczego Browna oraz liniowego modelu Holta.

W kolejnym kroku szereg czasowy badanej zmiennej, uzupełniony ocenami prognoz interpolacyjnych, wykorzystano do prognozowania ekstrapolacyjnego.

Szczegółowej analizie porównawczej poddano wyniki prognozowania ekstrapolacyjnego uzyskane za pomocą metody najmniejszych kwadratów, metody wyrównania wykładniczego oraz metody wielomianowej Lagrange'a, dla których równania trendów były szacowane za pomocą metody odcinkowej, metody łuków I oraz łuków II. W przypadku tych trzech metod konieczne było zastosowanie procedury łączenia różnych metod prognozowania, ponieważ pozwalają one jedynie na interpolację szeregów czasowych. Prognozy uzyskane w wyniku łączenia różnych metod prognozowania zestawiono z wynikami uzyskanymi na podstawie metod pozwalających jednocześnie na inter- i ekstrapolację szeregów czasowych.

Wyniki prognozowania ekstrapolacyjnego na podstawie szeregów uzupełnionych o oceny interpolowane za pomocą wszystkich analizowanych metod przedstawionych w tab. 6.

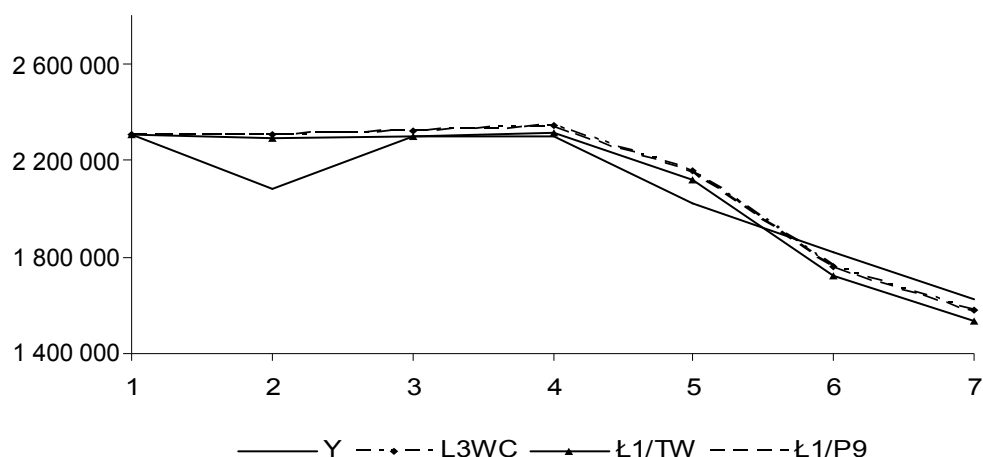
Tabela 6. Porównanie ocen średnich względnych prognoz inter- i ekstrapolacyjnych

Błędy prognoz ekstrapolacyjnych ($h = 7$) [%]					
Inter- i ekstrapolacja za pomocą tej samej metody					
L-3WP	4,11	T1	5,58	P3	5,20
L-3WC	3,73	T2	5,06	L1	5,09
L-4WP	4,39	T3	5,55	K1	4,73
L-4WC	4,33	TW	5,74	H21	4,75
		TW2	5,10		
		TW3	5,48		
Różne metody inter- i ekstrapolacji					
O/L-3WP	4,11	O/T1	5,06	O/P6	4,05
O/L-3WC	3,73	O/T2	5,06	O/L2	4,35
O/L-4WP	4,39	O/T3	6,80	O/K1	4,77
O/L-4WC	4,33	O/TW	5,29	O/H19	6,33
		O/TW2	5,10		
		O/TW3	6,28		
Ł1/L-3WP	4,11	Ł1/T1	3,88	Ł1/P9	3,75
Ł1/L-3WC	3,73	Ł1/T2	5,29	Ł1/L2	4,58
Ł1/L-4WP	4,39	Ł1/T3	12,43	Ł1/K1	5,22
Ł1/L-4WC	4,33	Ł1/TW	3,74	Ł1/H91	4,19
		Ł1/TW2	5,38		
		Ł1/TW3	12,05		
Ł2/L-3WP	4,11	Ł2/T1	5,31	Ł2/P6	4,05
Ł2/L-3WC	3,73	Ł2/T2	4,63	Ł2/L2	4,30
Ł2/L-4WP	4,39	Ł2/T3	5,28	Ł2/K1	4,43
Ł2/L-4WC	4,33	Ł2/TW	5,47	Ł2/H91	4,37
		Ł2/TW2	4,66		
		Ł2/TW3	5,12		

Z analizy informacji przedstawionych w tab. 6 wynika, że najniższą ocenę średniego względnego błędu prognoz ekstrapolacyjnych (na poziomie poniżej 4%), uzyskano w wyniku zastosowania metody wielomianowej Lagrange'a z 3 węzłami rozłożonymi zgodnie z funkcją optymalizacyjną Czebyszewa. Wyniki prognozowania ekstrapolacyjnego, uzyskane w wyniku zastosowania metody wielomianowej Lagrange'a, były takie same zarówno przy wykorzystaniu tej metody do prognozowania inter-, jak i ekstrapolacyjnego, a także przy łączeniu różnych metod prognozowania. Jak się okazuje, efektywność prognozowania ekstrapolacyjnego w przypadku tej metody zależy przede wszystkim od ilości i rozmieszczenia węzłów interpolacji.

Wyniki na podobnym poziomie (poniżej 4%), jak w przypadku stosowania metody wielomianowej Lagrange'a, uzyskano przy łączeniu różnych metod: łuków I w przypadku interpolacji oraz funkcji trendu oraz modeli wyrównania wykładniczego Browna w przypadku ekstrapolacji.

Szczegółowe wyniki modelowania predyktywnego oraz prognozowania ekstrapolacyjnego, uzyskane dla 3 najlepszych modeli, przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Najlepsze prognozy ekstrapolacyjne

WNIOSKI

Dynamiczny rozwój miast i aglomeracji miejskiej oznacza przede wszystkim wzrost liczby ludności, liczby zakładów produkcyjnych oraz usługowych, instytucji publicznych i w związku z tym również zagęszczanie się sieci drogowo-komunalnych.

Prognozuje się, że liczba samochodów na świecie z obecnych 800 mln może wzrosnąć nawet do 1,6–2,0 mld, przy czym wzrost ten dotyczyć będzie przede wszystkim samochodów osobowych, które – jak się przewiduje – mogą stanowić nawet 80% pojazdów prywatnych (Bachiriev 2008).

Gwałtowny wzrost motoryzacji niesie ze sobą konsekwencje w postaci: nasilania się zatorów, mniejszej prędkości jazdy, wydłużania się czasu przejazdów czy pogarszania się naturalnych warunków środowiskowych. Coraz częściej podkreśla się także wzajemne oddziaływanie pomiędzy sprawnym systemem logistyki miejskiej a jakością życia mieszkańców miasta. Znaczny wzrost liczby samochodów osobowych w obrębie miast sprawia, że coraz większego znaczenia nabiera konieczność opracowywania „dobrych” prognoz dotyczących wskaźników motoryzacji, od których zależą wszystkie decyzje transportowe związane np. z liczbą parkingów czy rozwojem sieci drogowo-ulicznej.

Wzrost liczby prywatnych samochodów osobowych to również konsekwencje dla zbiorowych przepływów pasażerskich w obrębie miasta. Spadek przychodów ze sprzedaży biletów to pierwsza najszybciej zauważalna konsekwencja wzrostu poziomu motoryzacji. Mniejsze wpływy oznaczają w konsekwencji mniej środków na wymianę floty samochodowej, wzrost cen biletów, a w dalszej kolejności pogorszenie przede wszystkim subiektywnie postrzeganej jakości życia.

Przedstawiona w pracy analiza zastosowania wybranych metod prognozowania liczby zbiorowych przewozów pasażerskich ma przede wszystkim stanowić podstawę do przewidywania przyszłych tendencji rozwojowych w tym zakresie. Otrzymane wyniki prognozowania ekstrapolacyjnego na podstawie szeregów, w których wyeliminowano wahania sezonowe za pomocą metody wskaźników sezonowości, potwierdzają wysoką efektywność tego sposobu prognozowania szeregów czasowych. W przypadku oczyszczonych z wahań se-

zonowych szeregów uzyskano nieco niższe oceny średnich względnych błędów prognoz ekstrapolacyjnych. Łączenie różnych metod prognozowania pozwoliło dodatkowo na uzyskanie jeszcze nieco niższych ocen błędów prognoz. Zaproponowana procedura prognozowania na podstawie szeregów, w których luki uzupełniano metodami pozwalającymi jedynie na interpolację i wykorzystanie tak przygotowanych szeregów w prognozowaniu ekstrapolacyjnym, okazała się skuteczna w prognozowaniu krótkoterminowym.

Długoterminowe prognozy powinny być opracowywane dla różnych wariantów możliwych zdarzeń, pozwalających na uwzględnienie, oprócz przedstawionych tendencji dotyczących liczby przewozów wykonanych środkami zbiorowej komunikacji miejskiej czy liczby samochodów zarejestrowanych w mieście, także czynników hamujących rozwój komunikacji, takich jak: deficyt sieci drogowo-ulicznej, ograniczona liczba miejsc parkingowych czy utrudnienia podatkowe i administracyjne związane z transportem indywidualnym na obszarze miasta (Bachirev 2008).

PIŚMIENNICTWO

- Bachirev I.** 2008. Avtomobilizacija i potrebnosti razvitija dorozno-ulicnoj seti. *Transportnoje Stroitelstvo* 10, 2–5.
- Cheba K.** 2006. Zastosowanie metody wskaźników sezonowości w prognozowaniu dla danych dekadowych. *Zesz. Nauk. AE Wroc.* 1112, 125–131.
- Prognozowanie ekonomiczne. Teoria, przykłady, zadania.** 2003. Red. A. Zeliaś. Warszawa, PWN.
- Regulski J.** 2002. Polski samorząd po dziesięciu latach, w: *Samorząd terytorialny III Rzeczypospolitej. Dziesięć lat doświadczeń.* Red. S. Michałowski. Lublin, Wyd. Uniw. Marii Curie-Skłodowskiej.
- Szołtysek J.** 2007. *Podstawy logistyki miejskiej.* Katowice, AE.
- Zeliaś A.** 1979. Z badań nad metodami predykcji brakujących informacji. *Zesz. Nauk. AE Krak.* 114, 31–60.