

Prognozowanie sprzedaży biletów komunikacji miejskiej w Szczecinie

Tomasz Stoeck, Karol Franciszek Abramek

Słowa kluczowe: ekstrapolacja trendu, prognozowanie popytu, komunikacja miejska.

Streszczenie

W artykule przedstawiono metodę ekstrapolacji trendu do oszacowania sprzedaży biletów komunikacji miejskiej w Szczecinie. Do określenia kierunku i dynamiki rozwoju badanego zjawiska wykorzystano dane źródłowe z lat 2003-2012. Wyniki prognozy ilościowej przedstawiono w formie graficznej i tabelaryzowanej.

Wstęp

Zasadniczym celem procesu prognozowania jest racjonalne przewidywanie przyszłej sytuacji, które przeprowadza się przy użyciu metod jakościowych lub ilościowych. W pierwszym przypadku stan zmiennych określony jest słownie, na podstawie wyrażanych sądów, opinii, doświadczeń oraz intuicji tzw. ekspertów. Zwykle są to osoby, które zostały wybrane ze względu na swoją wiedzę, osobowość, osiągnięcia w danej dziedzinie oraz szerokie horyzonty myślowe. Z kolei metody ilościowe znajdują zastosowanie do zmiennych wyrażonych liczbowo i powinny być prowadzone w oparciu o dane mierzalne (statystyczne), nawet przy równoległej sporządzanej analizie jakościowej [1]. W prognozowaniu gospodarczym pozwalają one na predykcję przyszłych zjawisk ekonomicznych na podstawie ich kształtowania w przeszłości, a informacji dostarczają historyczne szeregi czasowe. Proces zyskuje na znaczeniu w okresach niestabilnych i kryzysowych, gdyż rezultaty pozwalają na ograniczenie ryzyka podejmowanych działań [3].

Wraz z rozwojem maszyn cyfrowych, oferujących dużą moc obliczeniową i zasób pamięci, wzrosły możliwości zastosowania technik prognostycznych. Obok prostych, elementarnych modeli pojawiły się bardziej złożone, wymagające zaawansowanych procedur analitycznych. W wielu przypadkach o ich wyborze decyduje rodzaj posiadanego, często specjalnie dedykowanego oprogramowania. Należy jednak podkreślić, iż na przestrzeni lat nawet standardowe pakiety zostały wyposażone w przydatne i w pełni funkcjonalne dodatki inżynierskie. Ważną rolę pełnią również przesłanki, których sformułowanie ma wpływ na przyjęcie przez badacza określonej postawy: aktywnej lub pasywnej. Pierwsza oznacza przyjęcie założenia, że dotychczas obserwowane prawidłowości mogą się zmieniać w przyszłości, która przez to staje się bardziej niezależna. Druga zakłada natomiast inercję zjawisk, a tym samym konstrukcję prognozy poprzez ekstrapolację w przód. W celach porównawczych do jej budowy wykorzystuje się czasem większą liczbę metod, a rozstrzygającym kryterium wyboru powinna być wartość uzyskanej informacji w procesie decyzyjnym. Istnieje bowiem szereg barier mających wpływ na proces przewidywania, w tym ograniczeń epistemologicznych (złożoność modelu, zakres i horyzont czasowy, problemy poznawcze obserwatora) oraz społecznych (presja zewnętrzna, konformizm) [4]. Cechą metod budowanych na podstawie szeregów czasowych jest wykorzystanie kształtu

i dynamiki rozwoju zjawiska w okresie, z którego pochodzi rozpatrywana obserwacja. Długookresową skłonność do jednokierunkowych zmian (wzrostu lub spadku) wartości prognozowanej nazywa się trendem [1]. W celu określenia tendencji rozwojowej wartości nanoszone są w układzie współrzędnych, wykorzystując oś odciętych dla określenia przedziału czasowego [2, 11]. Pozwala to na zastosowanie techniki ekstrapolacji trendu, należącej do grupy metod statystyczno-matematycznych. Warunkiem jest spełnienie założenia, iż tendencja zaobserwowana w minionym okresie będzie zachowana w przyszłości, a wpływ czynników przypadkowych pozostanie zblizony.

1. Metodyka i zakres

Analizę statystyczną (ilościową) oparto o dane Zarządu Dróg i Transportu Miejskiego (ZDiTM) w Szczecinie, których zestawienie prezentowane było w publikacji [5]. W celach porównawczych zakres czasowy zmiennych historycznych oraz przewidywanych pozostał niezmienny. Pominięto natomiast metody jakościowe, odnosząc się wyłącznie do określenia wpływu wybranych czynników wewnętrznych i zewnętrznych na wielkość sprzedaży biletów komunikacji miejskiej w aspekcie pozytywnym i negatywnym. W ocenie brano pod uwagę wyniki badań ankietowych dotyczących problematyki publicznego transportu zbiorowego z lat ubiegłych [6, 7, 8, 9, 10].

Przed przystąpieniem do ekstrapolacji trendu wybrano dwie funkcje, które w sposób optymalny pasowały do danych z przeszłości. Założono przy tym, iż ich typ powinien być możliwie prosty i posiadać cechy, które charakteryzują daną tendencję rozwojową. Z tego też względu zdecydowano się na postać potęgową i wykładniczą, które zazwyczaj brane są pod uwagę przy porównywaniu wartości zmieniających się w określonym tempie. Do obliczenia dopasowania linii metodą najmniejszych kwadratów posłużono się następującymi równaniami [2, 11]:

$$y = cx^b \quad (1)$$

oraz

$$y = ce^{bx} \quad (2)$$

gdzie:

c, b - stałe,
e - podstawa logarytmu naturalnego.

Na podstawie wzorów (1) i (2) przeprowadzono obliczenia wartości trendu dla przyszłych okresów czasu.

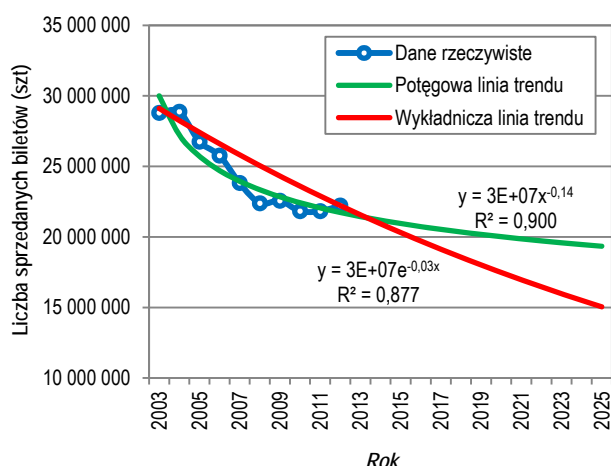
3. Wyniki i dyskusja

Z analizy ilościowej przedstawionej w publikacji [5] wynika, iż popyt na usługi komunikacji miejskiej w Szczecinie będzie

mała. Autorzy wykorzystali metodę trendu liniowego z wahaniami sezonowymi oraz trendu hiperbolicznego, ale wybór ten ma istotny wpływ na uzyskane rezultaty. Przykładowo zgodnie z pierwszym modelem sprzedaż biletów w roku 2025 powinna wynieść 10498922 sztuk, a z drugim 22308587 sztuk [5]. W obliczeniach własnych uzyskano wyniki pośrednie, bardziej porównywalne, które dodatkowo charakteryzują się znacznie mniejszym rozrzutem (tabela 1). Niewątpliwie wpływ na taki stan rzeczy miały wysokie wartości współczynnika determinacji R^2 , świadczące o dobrym dopasowaniu modeli do danych empirycznych (rysunek 1).

Tab. 1. Rzeczywista i prognozowana sprzedaż biletów

Lp.	Rok	Dane historyczne	Trend potęgowy	Trend wykładniczy
1	2003	28 797 779	30000000	29113366
2	2004	28 871 649	27225575	28252936
3	2005	26 749 602	25723158	27417936
4	2006	25 766 726	24707731	26607613
5	2007	23 822 950	23947791	25821239
6	2008	22 387 078	23344258	25058106
7	2009	22 567 626	22845861	24317527
8	2010	21 831 319	22422739	23598836
9	2011	21 832 805	22056028	22901385
10	2012	22 223 936	21733079	22224547
Prognozy wynikające z ekstrapolacji trendu				
11	2013	-	21445011	21567712
12	2014	-	21185362	20930290
13	2015	-	20949284	20311706
14	2016	-	20733056	19711405
15	2017	-	20533760	19128845
16	2018	-	20349065	18563502
17	2019	-	20177084	18014867
18	2020	-	20016268	17482448
19	2021	-	19865328	16965763
20	2022	-	19723185	16464349
21	2023	-	19588923	15977754
22	2024	-	19461759	15505540
23	2025	-	19341019	15047282



Rys. 1. Graficzna interpretacja sprzedaży biletów

Wykorzystanie większej liczby metod jest korzystne, gdyż pozwala na porównanie dokładności uzyskanych prognoz i ich odniesienie do wyników opartych na technice najbardziej prymitywnej, tzw. naiwnej [1]. Ponadto linia najlepszego

dopasowania pomiędzy określonym zbiorem danych obowiązuje jedynie w ich zakresie i nie ma żadnej pewności, że trend zostanie utrzymany. Tym niemniej bez względu na rodzaj wybranej funkcji najlepsze i najbardziej zbliżone wyniki ekstrapolacji uzyskuje się w prognozach krótkoterminowych, co widać na przykładzie prezentowanych obliczeń. Przewidywanie ilościowe w dłuższym okresie może nie uwzględniać szeregu czynników zewnętrznych, mających wpływ na kształtowanie i dynamikę popytu w transporcie zbiorowym.

W tabeli 2 przedstawiono ocenę wybranych czynników wewnętrznych i zewnętrznych, które mają wpływ na popyt usług realizowanych przez komunikację miejską. Pomimo działań podejmowanych w celu usprawnienia jej funkcjonowania, w dalszym ciągu pozostaje ona mniej atrakcyjna i konkurencyjna w porównaniu z innymi środkami transportu. W sferze przestrzennej decydują rolę odgrywa postępujący rozrost obszarów peryferyjnych i strefy podmiejskiej oraz lokalizacja parków przemysłowych poza granicami Szczecina. Ma to bezpośrednie przełożenie na preferencje komunikacyjne, gdyż samochód zapewnia bezpośredni, komfortowy i względnie szybki dojazd do oddalonych celów podróży. Ponadto w ostatnich latach ukończono szereg kluczowych inwestycji, które w znacznym stopniu usprawniły transport drogowy, skracając czas podróży w obrębie miasta (szczególnie między lewo- i prawobrzeżną częścią). Sytuacji tej nie zmieniły ograniczenia ruchu w ścisłym centrum miasta i priorytety nadane wszystkim pojazdom transportu zbiorowego. Uruchomienie Szczecińskiego Szybkiego Tramwaju (SST) wymusiło konieczność reorganizacji połączeń, w tym lubianych i chętnie wybieranych autobusów pośpiesznych. Wzrasta również rola linii bezpłatnych, które zapewniają dojazd do głównych centrów handlowych.

W sferze techniczno-technologicznej na uwagę zasługuje systematyczna wymiana taboru, modernizacja infrastruktury punktowej oraz wprowadzenie rozwiązań elektronicznych i telematycznych. Działania te przełożyły się na podniesienie jakości oferowanych usług oraz zwiększenie dostępności dla osób starszych i niepełnosprawnych. Niestety brak koordynacji z transportem kolejowym nie przełożył się na wzrost pasażerów dojeżdżających do miasta z gmin ościennych. Poza tym przewoźnik Przewozy Regionalne (PR) wdrożył analogiczne rozwiązania, dzięki którym jego oferta przewozowa stanowi interesującą alternatywę dla komunikacji podmiejskiej i transportu prywatnego. Z kolei w dzielnicy Prawobrzeże nastąpiła istotna zmiana parametrów przewozowych, gdyż nowe miejsca postoju tramwajów pozostają w dużej odległości od najczęściej wybieranych źródeł i celów podróży, co wpływa na ich dostępność. Od momentu uruchomienia liczne awarie sieci trakcyjnej skutecznie paraliżowały połączenie z centrum miasta, wymuszając zastosowanie komunikacji zastępczej, np. zrywanie sieci trakcyjnej, zalewanie torowisk, pęknięcie szyn przy niewielkich przymrozkach. Ponadto dwie linie tramwajowe (nr 2 i 8) mają mniejszą częstotliwość kursowania niż likwidowane autobusy pośpieszne.

Zasadniczy wpływ na spadek sprzedaży biletów komunikacji miejskiej ma spadek liczby ludności wynikający z niżu demograficznego, spadku zainteresowania życiem w mieście oraz migracjami społecznymi (poszukiwanie pracy, wybór uczelni wyższej, wyjazd za granicę, itp.). Natomiast z ekonomicznego punktu widzenia decydującym czynnikiem pozostaje nieustannie rosnący wskaźnik motoryzacji. Nasylenie rynku wtórnego sprawia, iż dostęp do tanich samochodów używanych i części zamiennych w nich wykorzystywanych znacznie wzrósł. Ponadto istnieje duży wybór potencjalnego miejsca naprawy, głównie za sprawą niedużych, coraz lepiej wyposażonych warsztatów niezależnych.

Tab. 2. Ocena wybranych czynników wpływających na popyt usług realizowanych przez komunikację miejską [6, 7, 8, 9, 10]

Sfera	Rodzaj czynnika	Wpływ pozytywny	Wpływ negatywny
Przestrzenna	Rozwój sieci połączeń	+	
	Realizacja inwestycji związanych z komunikacją publiczną	+	
	Realizacja inwestycji związanych z innymi środkami transportu		+
	Budowa obiektów użyteczności publicznej i centrów handlowych		+
	Rozrost obszarów peryferyjnych i podmiejskich		+
	Rozwój parków przemysłowych poza granicami miasta		+
	Ograniczenia dla ruchu kołowego w centrum miasta	+	
	Reorganizacja istniejących linii		+
Techniczno-technologiczna	Wymiana taboru autobusowego i tramwajowego	+	
	Wymiana taboru kolejowego i samochodowego w przewozach regionalnych		+
	Dostosowanie infrastruktury do potrzeb osób niepełnosprawnych	+	
	Wdrożenie systemów elektronicznych i telematycznych obsługi przewozów pasażerskich	+	
	Wdrożenie systemów elektronicznych i telematycznych w transporcie kołowym		+
	Wzrost bezpieczeństwa i komfortu podróżowania	+	
	Zmiana parametrów przewozowych (punktualność, dostępność)		+
Społeczna	Zmiana preferencji komunikacyjnych		+
	Mobilność podróżowania		+
	Kongestia transportowa	+	
	Wybór ekologicznego środka transportu	+	
	Spadek liczby ludności (migracje społeczne, niż demograficzny, spadek zainteresowania życiem w mieście)		+
	Wzrost liczby osób starszych	+	
	Poszerzenie oferty prorodzinnej i promocyjnej komunikacji miejskiej	+	
Ekonomiczna	Wzrost udziału sektora prywatnego w usługach przewozowych		+
	Wzrost opłat za korzystanie z komunikacji miejskiej		+
	Wzrost opłat za korzystanie z innych środków transportu	+	
	Wzrost wskaźnika motoryzacji		+
	Wzrost opłat za parkowanie pojazdu	+	
Suma		13	15

Podsumowanie

Metody ekstrapolacji trendu mogą być użyteczne w analizowaniu zjawisk, które charakteryzują się małą dynamiką zmian, funkcjonujących w stabilnym otoczeniu. Ponieważ zakłada się, iż przeszłość jest podstawą do przewidywania przyszłości, prognozy powinny się opierać na wiarygodnych i rzetelnych danych historycznych. Należy mieć również na względzie, iż pokazują one możliwe kierunki rozwoju i nie należy ich utożsamiać z wiążącym procesem decyzyjnym. Tym niemniej mogą być one pomocne na etapie planowania czy budowie strategii działania, w tym również przy sprzedaży biletów komunikacji miejskiej. Zasadniczym celem jest bowiem

zmiana preferencji komunikacyjnych mieszkańców, przy zakładanym wzroście roli publicznego transportu zbiorowego.

Bibliografia

- Dittmann P.: *Metody prognozowania sprzedaży w przedsiębiorstwie*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Łangego we Wrocławiu, Wrocław, 2002.
- Gonet M.: *Excel® w obliczeniach naukowych i technicznych*. Wydawnictwo HELION, Gliwice, 2010.
- Kozłowska-Grzybek A., Kowalski M.: *Prognozowanie wskaźników jakościowych i ilościowych dla gospodarki polskiej z wykorzystaniem wybranych metod statystycznych*. Praca zbiorowa: Przemiany i perspektywy polskiej gospodarki w procesie integracji z gospodarką światową. Instytut Wiedzy, Warszawa, 2002.
- Mesjasz C.: *Przewidywanie we współczesnym zarządzaniu strategicznym*. Organizacja i Kierowanie 3 (133), 2008.
- Praca zbiorowa: *Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Szczecin na lata 2014-2025*. Polskie Towarzystwo Ekonomiczne, Oddział Wojewódzki w Szczecinie, Szczecin, 2014.
- Stoeck T.: *Analiza porównawcza preferencji i zachowań komunikacyjnych studentów oraz pracowników dojeżdżających do Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie*. Przegląd Komunikacyjny 5-6, 2011.
- Stoeck T.: *Ocena wpływu kongestii transportowej na problemy komunikacyjne Szczecina w ujęciu ekologicznym, ekonomicznym i społecznym*. Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 5, 2012.
- Stoeck T.: *Wpływ zatorów ulicznych na problemy komunikacyjne miasta w ocenie środowisk akademickich Wyższej Szkoły Techniczno-Ekonomicznej oraz Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie*. Przegląd Komunikacyjny 5-6, 2012.
- Stoeck T., Gołębiwski W.: *Badanie preferencji komunikacyjnych oraz ocena lokalnego transportu zbiorowego w Szczecinie w aspekcie jego ekologiczności i ekonomiczności*. Autobusy - Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 5, 2011.
- Stoeck T., Gołębiwski W.: *Obszary dysfunkcji systemu transportowego Szczecina w ocenie mieszkańców*. Przegląd Komunikacyjny 5, 2013.
- Winston W L.: *Microsoft® Excel® 2010: Analiza i modelowanie danych biznesowych*. Wydawnictwo APN PROMISE SA, Warszawa, 2011.

Autorzy:

Dr inż. **Tomasz Stoeck** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie,
Dr hab. inż. **Karol Franciszek Abramek** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

Ticket sales forecasts for public transport in Szczecin

The article presents the trend extrapolation method to estimate the sale of public transport tickets in Szczecin. To determine the direction and rate of growth of the phenomenon studied used source data from the years 2003-2012. Forecast results are presented in graphical and tabulated.

Key words: trend estimation, demand forecasting, public transport.