

dr Agata Surówka¹ 

Politechnika Rzeszowska

Ocena skuteczności prognozowania rozwoju sieci rozdzielczej na obszarach wpływu portów lotniczych w Polsce

Abstrakt

Jednym z czynników konkurencyjności regionów jest infrastruktura techniczna. Podstawowym jej elementem jest sieć rozdzielcza. Przeprowadzone analizy dotyczyły weryfikacji zróżnicowania infrastrukturalnego powiatów położonych na obszarze wpływu portów lotniczych w Gdańsku, Szczecinie oraz Warszawie. Celem opracowania była analiza prognostyczno-dynamiczna poziomu rozwoju infrastruktury technicznej powiatów znajdujących się w strefach oddziaływania polskich portów lotniczych w Polsce. Narzędziem badawczo-prognostycznym były metody średniookresowego tempa zmian oraz trendu poruszającego wag harmonicznych. Zakres czasowy materiału badawczego objął lata 2012–2022. Prognozy sporządzono dla lat 2022–2023 oraz 2025. Celem artykułu jest podjęcie próby odpowiedzi na pytanie, czy na podstawie ogólnodostępnych danych GUS możemy skutecznie przewidywać kształtowanie się wartości zmiennych charakteryzujących długość sieci rozdzielczej badanych jednostek. Realizacja celu dokonana została dwuetapowo. W pierwszym sporządzono prognozy wybranych zmiennych charakteryzujących zagospodarowanie infrastrukturalne, a w drugim dokonano oceny skuteczności prognozowania. Otrzymane wyniki porównano. W toku badania pozytywnie zweryfikowane zostały dwie postawione hipotezy badawcze. Powiaty znajdujące się na obszarach wpływu badanych portów lotniczych nie charakteryzują się dynamicznymi zmianami, a zatem skuteczność prognozowania rozwoju sieci rozdzielczej dla nich jest wysoka. Dynamiczne zmiany w zróżnicowaniu sieci rozdzielczych (kanalizacyjnej, wodociągowej i gazowej) wpływają na znaczną zmienność pozycji zajmowanych w rankingach, zależnie od analizowanych zmiennych charakteryzujących te sieci. Ponadto powiaty znajdujące się na obszarach wpływu nakładających się izochron zajmują podobne miejsca w sporządzonych rankingach dla każdej ze zmiennych. Otrzymane wyniki pozwoliły ocenić jakość i skuteczność prognoz.

Słowa kluczowe: zarządzanie rozwojem regionalnym, gospodarka przestrzenna, prognozowanie, zrównoważony rozwój, transport lotniczy, izochrony portów lotniczych.

¹ Adres korespondencyjny: Politechnika Rzeszowska, ul. Powstańców Warszawy 12, 35-959 Rzeszów; e-mail: agasur@prz.edu.pl. ORCID: 0000-0002-8089-0634.

Effectiveness of forecasting the development of the distribution network in the areas of impact of airports in Poland

Abstract

One of the factors of regional competitiveness is technical infrastructure. Its basic element is the distribution network. The analyses carried out concerned the verification of the infrastructure diversity of counties located in the area of influence of airports in Gdańsk, Szczecin and Warsaw. The aim of the study was to conduct a prognostic and dynamic analysis of the level of development of technical infrastructure of counties located in the zones of influence of Polish airports in Poland. The time scope of the research material covered the period 2012-2022. Forecasts were prepared for the years 2022-2023 and 2025. The aim of the article is to attempt to answer the question whether, based on publicly available data from the Central Statistical Office, we can effectively predict the development of the values of features characterizing the length of the distribution network of the surveyed units. The aim was achieved in two stages. In the first one, forecasts of selected features characterizing infrastructure development were made, and in the second one, the effectiveness of forecasting was assessed. The obtained results were compared. During the study, two research hypotheses were positively verified: districts located in the areas of influence of the studied airports are not characterized by dynamic changes, so the effectiveness of forecasting the development of the distribution network for them is high. Dynamic changes in the diversity of distribution networks (sewage, water and gas) affect the significant variability of positions occupied in the rankings, depending on the analyzed variables characterizing these networks. Moreover, counties located in the areas of influence of overlapping isochrones occupy similar places in the rankings prepared for each of the features. The obtained results allowed us to assess the quality and effectiveness of the forecasts.

Keywords: regional development management, spatial management, forecasting, sustainable development, air transport, airport isochrones.

JEL: R11, O11.

WPROWADZENIE

Infrastruktura techniczna, stanowiąca jeden z kluczowych elementów wpływających na konkurencyjność regionów, jest szczegółowo analizowana w niniejszym artykule. Obejmuje ona sieci transportowe, energetyczne, telekomunikacyjne oraz wodociągowe, które odgrywają istotną rolę w stymulowaniu rozwoju gospodarczego, przyciąganiu inwestycji oraz podnoszeniu jakości życia mieszkańców. Dobrej jakości infrastruktura sprzyja efektywności transportu, dostępowi do usług oraz integracji z rynkami krajowymi i międzynarodowymi. W związku z tym regiony dysponujące lepszą infrastrukturą techniczną zyskują na konkurencyjności, co umożliwia im szybszy rozwój i większe możliwości w przyciąganiu nowych inwestycji. Pojęcie infrastruktury oraz jej zakres rzeczowy jest szeroko interpretowane we współczesnej literaturze, jednak ekonomiści są zgodni co do ogólnogospodarczego i ogólnospołecznego jej charakteru. Polityka rozwoju infrastruktury pełni szczególną funkcję jako środek pośredniego oddziaływania na różne procesy zachodzące w społeczeństwie i gospodarce rynkowej (Kaja, Piech, 2005, s. 259).

W polskiej literaturze przedmiotu można znaleźć szereg badań dotyczących pomiaru infrastruktury technicznej regionów Unii Europejskiej. Należy jednak zaznaczyć, że pomimo opublikowania wielu prac badawczych w ostatnich latach, które podejmują próbę identyfikacji zróżnicowania infrastruktury technicznej w regionach UE, temat ten wciąż wymaga dalszych badań (Miłek, 2022, s. 1087–1113; Pomianek, 2020; Salamon, Łukasiewicz, 2018; Wawrzyniak, 2015; Chwaśtek, 2021, Polna, 2017). Infrastruktura techniczna nie jest dostatecznie badana ani analizowana na obszarach oddziaływania portów lotniczych w Polsce. Istnieje wyraźny niedobór publikacji, które weryfikowałyby jakość prognoz wybranych zmiennych charakteryzujących zagospodarowanie infrastrukturalne na tych obszarach. Biorąc pod uwagę zmienność otoczenia, przewidywanie tego zjawiska jest niezbędne. Lukę tę postanowiono uzupełnić, przeprowadzając badania, których fragment zamieszczono w poniższym tekście. Badania te stanowią kontynuację wcześniej opublikowanych prac.

Mając to na uwadze, celem badań było sporządzenie prognozy, a następnie ocena jej jakości dla zmiennych charakteryzujących infrastrukturę techniczną w powiatach położonych na obszarach oddziaływania trzech wybranych (dwóch położonych w północnej części Polski) portów. Badaniem objęto izochrony portów lotniczych: Szczecin-Goleniów, Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy oraz Lotnisko Chopina w Warszawie. W badaniach własnych kategorie infrastruktury technicznej określono za pomocą dziewięciu wskaźników. Wybór tych mierników oparty był na wynikach badań innych autorów oraz dostępności danych statystycznych. W pracy zaprezentowano wyniki jedynie dla zmiennych charakteryzujących długość sieci rozdzielczej, która jest zarówno najczęściej wykorzystywanym, jak i najpopularniejszym czynnikiem do pomiaru tego zjawiska. Aby osiągnąć postawiony cel badawczy, w pierwszym etapie dokonano oceny pozyskanych informacji statystycznych dla zmiennych charakteryzujących badane zjawisko. Realizacja celu poprzedzona została analizą pojęcia i sposobu pomiaru sieci rozdzielczej, jako jednego z popularniejszych mierników infrastruktury technicznej. Na podstawie uzyskanych wyników wyciągnięto szczegółowe wnioski. W ramach przyjętego celu badań postawiono dwie hipotezy badawcze:

Hipoteza 1: Powiaty znajdujące się na obszarach wpływu badanych portów lotniczych charakteryzują się trwałym i zrównoważonym rozwojem. W związku z tym prognozowania tego zjawiska można dokonywać w sposób efektywny. Zdecydowanie najgorszej trafności sporządzanych prognoz spodziewać się można dla sieci rozdzielczej kanalizacyjnej.

Hipoteza 2: Powiaty położone w obszarze wpływu badanych portów zajmują różne miejsca w rankingach opartych na prognozowanych długościach sieci rozdzielczych: kanalizacyjnej, wodociągowej i gazowej. Dodatkowo powiaty znajdujące się w obszarach nakładających się izochron wykazują podobne pozycje w opracowanych rankingach dla każdej z analizowanych zmiennych.

W toku badań obie hipotezy zostały zweryfikowane, a cel osiągnięty. Opracowanie kończy podsumowanie przeprowadzonych analiz oraz podstawowe wnioski z nich wypływające.

KONKURENCYJNOŚĆ REGIONU I CZYNNIKI JĄ OKREŚLAJĄCE

W jednej z prac zaprezentowano syntetyczną definicję konkurencyjności regionów, według której rozumiana jest ona jako zdolność regionu do trwałego rozwoju przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wrażliwości rynkowej (Strahl, 2005, s. 23). Z kolei według innych autorów konkurencyjność powinna być analizowana w ujęciu wielopłaszczyznowym i wieloaspektowym. W. Kosiedowski wyjaśnia to, wskazując, że kategoria konkurencyjności regionów nie doczekała się jeszcze pełnej, rozwiniętej teorii (2005, s. 31; Namysław, 2006). W literaturze można również znaleźć stanowisko, że nie istnieje żadna teoria regionalnej konkurencyjności, która w pełni uwzględniałaby jej kompleksowy i wielowymiarowy charakter (Gorynia, Łaźniewska, 2012, s. 31; Migala-Warchoł, Surówka, 2022). W publikacjach podkreśla się, że mimo braku jednolitych poglądów na temat przyjęcia umownej definicji konkurencyjności w odniesieniu do gospodarek krajowych i regionalnych, większość z nich nawiązuje do koncepcji M.E. Portera, podkreślając znaczenie produktywności (Wosiek, 2010). Konkurencyjność regionów najczęściej postrzegana jest jako trwała przewaga jednego regionu nad innymi lub jako dystans dzielący jeden region od drugiego. Istnieje powszechna zgoda co do tego, że konkurencyjność należy oceniać nie na podstawie stanu gospodarki w danym okresie, lecz na podstawie wyników badań czynników rozwojowych i dynamicznych, które często są trudne do pomiaru, a które określają zdolność do osiągnięcia, utrzymania lub ewentualnej poprawy uzyskanej pozycji konkurencyjnej (Myeyer, Milewski, 2009, s. 195).

Przegląd definicji konkurencyjności regionu pozwala na sformułowanie następujących wniosków. Obecnie nie wypracowano jednej, powszechnie akceptowanej definicji konkurencyjności regionów. Pozwala to przypuszczać, że definicje te są ściśle powiązane z aspektami badawczymi. J. Lemańska za podstawowe przyczyny występowania nierówności rozwojowych między regionami uznaje:

- niską mobilność siły roboczej związaną ze słabo rozwiniętą strukturą zatrudnienia, z niskim poziomem zróżnicowania kwalifikacji pracowniczych, co w efekcie powoduje brak możliwości szybkiego przekwalifikowania zawodowego i prowadzenia efektywnych procesów restrukturyzacji gospodarczej,
- niską mobilność kapitału, z której powodu regiony stają się obszarami o podwyższonym ryzyku inwestycyjnym, niskich wskaźnikach rentowności i długim okresie zwrotu zainwestowanego kapitału,
- brak należytej infrastruktury technicznej (w tym komunikacyjnej),

- bariery instytucjonalne (zwłaszcza źle zorganizowaną, nieodpowiednią strukturę władz publicznych w regionie) (Rudnicki, 2000, s. 24).

Zgodnie ze strategią lizbońską, im wyższa jest konkurencyjność danego regionu, tym większa jest jego szansa na przetrwanie. Brak konkurencyjności natomiast prowadzi do jego marginalizacji (Rosłanowska-Plicheńska, Jarosiński, 1996). Wśród czynników rzeczywiście występujących w regionach, które determinują budowę ich potencjału konkurencyjnego, B. Winiarski wyróżnia: zróżnicowaną strukturę gospodarki, inwestycje, infrastrukturę techniczną, infrastrukturę społeczną, działalność badawczo-rozwojową, zasoby środowiska naturalnego oraz instytucje okołobiznesowe (Góralski, Lazarek, 2009).

W opinii innych autorów nie istnieje jeszcze jednolita definicja konkurencyjności regionu. Za czynniki lokalizacyjne decydujące o konkurencyjności uznaje się: kapitał ludzki, uniwersytety i instytuty badawcze, warunki życia, infrastrukturę transportową, polityczny klimat sprzyjający działalności gospodarczej, usługi wspierające biznes, korzyści aglomeracyjne (Gorzelać, Jałowiecki, 2000). Podstawową rolę odgrywają natomiast czynniki socjoekonomiczne, takie jak: jakość i kwalifikacje siły roboczej (kapitał ludzki), relacje społeczne i instytucjonalne (kapitał społeczny i instytucjonalny), jakość i wybór instytucji kultury (kapitał kulturowy), rozwój tzw. klasy kreatywnej tworzącej nową wiedzę, jakość oraz infrastruktury publicznej (Gorynia, Łaźniewska, 2012, s. 31). Uwzględniając definicję, zgodnie z którą infrastruktura techniczna często traktowana jest jako system składający się z podsystemów transportu, zaopatrzenia w wodę i kanalizację, a także z podsystemów energetycznego czy łączności, istotnym składnikiem konkurencyjności regionu jest infrastruktura.

Jednym z głównych czynników konkurencyjności regionów jest infrastruktura techniczna. Obejmuje ona urządzenia świadczące usługi w zakresie transportu, komunikacji, energetyki itd. Dobra infrastruktura umożliwia efektywne przemieszczanie się ludzi i towarów, zapewnia dostęp do niezbędnych usług oraz sprzyja inwestycjom. Regiony z rozwiniętą infrastrukturą techniczną często przyciągają więcej inwestycji, co prowadzi do wzrostu zatrudnienia i innowacyjności. Warto również zauważyć, że infrastruktura techniczna ma wpływ na zrównoważony rozwój, poprawiając dostęp do zasobów i redukując negatywne oddziaływanie na środowisko. Inwestowanie w infrastrukturę jest zatem kluczowe dla budowania konkurencyjności i długoterminowego rozwoju regionów. Szczegółowe zestawienie definicji infrastruktury technicznej znajduje się w niektórych publikacjach (Surówka, 2007a; Surówka, 2007b, s. 37–49). W opracowaniach podkreśla się, że inwestycje w infrastrukturę mają zasadnicze znaczenie dla stymulowania dynamiki gospodarczej, ponieważ stanowią podstawę wspierania różnorodnych działań na rzecz wzrostu gospodarczego (Miłek, 2022). Infrastruktura techniczna jest kluczowym elementem w kontekście wzrostu gospodarczego i redukcji nierówności społecznych, jednak jej rozwój wymaga starannego planowania oraz uwzględnienia potrzeb wszystkich obywateli. Rządy mogą wykorzystać inwestycje w infra-

strukturę jako narzędzie walki z nierównościami społecznymi. Skoncentrowanie się na rozwoju infrastruktury w mniej rozwiniętych obszarach może przynieść korzyści zarówno społecznościom lokalnym, jak i całej gospodarce kraju.

Z pojęciem konkurencyjności ściśle związane jest pojęcie regionu konkurencyjnego. Za konkurencyjny uważany jest taki region, który umożliwia tworzenie wciąż nowych kombinacji strukturalnych, poprzez korzystanie z zasobów ludzkich i rzeczowych, dających przewagę w postaci skomercjalizowania jego zasobów (wytworów regionu). Zdolności tej musi sprzyjać infrastruktura społeczna i techniczna, oraz złożony system relacji funkcjonujących w regionie (Strzelecki, 2008, s. 50). Warto w tym miejscu podkreślić, że główną barierą, która hamuje rozwój obszarów wiejskich, jest dość ubogo rozwinięta infrastruktura techniczna oraz społeczna terenów wiejskich. W publikacjach wielu autorów jednym z mierników infrastruktury jest sieć rozdzielcza, która stała się przedmiotem szczególnego zainteresowania w praktycznej części opracowania.

PROGNOZOWANIE ZRÓŻNICOWANIA INFRASTRUKTURY TECHNICZNEJ NA OBSZARACH WPLYWU PORTÓW LOTNICZYCH W POLSCE

Obszarem ciężenia (oddziaływania, działalności) ogólnie nazywa się „obszar otaczający port lotniczy, z którego przyciągani są pasażerowie” (Kujawiak, 2016). Zdaniem niektórych autorów obszar ciężenia scharakteryzować można jako:

- geograficzny obszar pochodzenia pasażerów wylatujących,
- geograficzny obszar jako cel pasażerów przylatujących,
- przybliżone rozmieszczenie pasażerów należących do kategorii pasażerów zarówno wylatujących jak i przylatujących. W literaturze spotyka się różne kryteria wyodrębniania obszaru wpływu transportu lotniczego. Jednym z nich jest obszar koła o promieniu około 100 km, którego centrum stanowi lotnisko. Metodę tę nazywa się izochronową i to właśnie ją zastosowano w badaniach własnych.

Tabela 1. Powiaty i miasta na prawach powiatów położone na obszarze wpływu portów lotniczych w Warszawie, Szczecinie i Gdańsku

Port Lotniczy Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy (powiaty i miasta na prawach powiatu): Grudziądz (Bydgoszcz), bytowski, chojnicki, gdański, kartuski, kościerski, kwidziński, lęborski, malborski, nowodworski (Warszawa), pucki, starogardzki, tczewski, wejherowski, sztumski, Gdańsk, Gdynia, Sopot, braniewski, elbląski, Elbląg
Port Lotniczy Szczecin-Goleniów (powiaty i miasta na prawach powiatu): gorzowski (Zielona Góra), strzelecko-drezdenecki (Zielona Góra), Gorzów Wielkopolski (Zielona Góra), czarnkowsko-trzcianecki (Poznań), białogardzki, kołobrzeski, koszaliński, choszczeński (Poznań), drawski, myśliborski (Zielona Góra), pyrzycki, szczecinecki, świdwiński, wałecki, łobeski, Szczecin, goleniowski, gryficki, gryfiński, kamieński, policki, stargardzki, Świnoujście

Lotnisko Chopina w Warszawie (powiaty i miasta na prawach powiatu):

Warszawa, pruszkowski, piaseczyński, warszawski zachodni, grodziski (Poznań), legionowski, nowodworski (Gdańsk), otwocki, żyrardowski, wołomiński, miński, sochaczewski, grójecki, pułtuski, skierniewicki, Skierniewice, rawski, wyszkowski, płoński, garwoliński, białobrzegi, węgrowski, kozienicki, łowicki, ciechanowski, makowski, plocki, przysuski, tomaszowski (Rzeszów), brzeziński, Radom, Siedlce, rycki, łukowski, Płock

Źródło: opracowanie własne.

W przeprowadzonym badaniu, w pierwszym etapie, dokonano identyfikacji nazw powiatów położonych w strefach wpływu portów lotniczych Szczecin-Goleniów, Lotniska Chopina w Warszawie oraz Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy. Otrzymane wyniki zaprezentowano w tabeli 1, w której pogrubiono powiaty znajdujące się w strefach wpływu co najmniej dwóch lotnisk, a dodatkowo w nawisie podano miejsce lokalizacji danego portu. Następnie zebrano materiał statystyczny dla zmiennych najczęściej wykorzystywanych do definiowania infrastruktury technicznej. Z uwagi na to, że powinna być ona rozpatrywana w ujęciu wielopłaszczyznowym i wieloaspektowym ostatecznie badaną kategorię zdecydowano się określić za pomocą dziewięciu zmiennych, które choć w przybliżeniu określać mogą badane zjawisko. Poza tym, jak słusznie zauważają niektórzy autorzy, najczęściej infrastrukturę przedstawia się jako zbiór urządzeń i placówek pełniących funkcje służebne w stosunku do innych systemów przestrzennych. Ujmując jeden element infrastruktury, nie można ze względu na znaczne różnice rozkładów przestrzennych wskaźników dokonać oceny infrastruktury (Kołodziejczyk, 2017, s. 115).

Wskaźniki do pomiaru infrastruktury technicznej, analizowane w praktycznej części opracowania, zostały dobrane na podstawie przesłanek teoretycznych, dostępności danych statystycznych oraz wcześniejszych doświadczeń badawczych (Salamon, Łukasiewicz, 2018; Surówka, 2022). Do oceny infrastruktury technicznej uwzględniono następujące zmienne:

- X_1 – długość sieci rozdzielczej wodociągowej (w km na 100 km² powierzchni),
- X_2 – długość sieci rozdzielczej kanalizacyjnej (w km na 100 km² powierzchni),
- X_3 – długość sieci rozdzielczej gazowej (w km na 100 km² powierzchni),
- X_4 – odsetek wszystkich mieszkań podłączonych do sieci wodociągowej,
- X_5 – procent wszystkich mieszkań podłączonych do kanalizacji,
- X_6 – długość publicznych dróg gminnych i powiatowych o twardej nawierzchni (w km na 100 km² powierzchni),
- X_7 – długość publicznych dróg gminnych i powiatowych o nawierzchni nieutwardzonej (w km na 100 km² powierzchni),
- X_8 – długość gminnych i powiatowych dróg publicznych o utwardzonej nawierzchni (w km),
- X_9 – ludność korzystająca z oczyszczalni ścieków jako odsetek ogółu ludności (%).

Ostatecznie zdecydowano się na zastosowanie trzech pierwszych zmiennych. Z przeprowadzonego przeglądu literatury wynika, że są one najczęściej wykorzystywane w badaniach dotyczących infrastruktury. W ramach przeprowadzonej analizy, w celu osiągnięcia postawionych celów badawczych, dokonano oszacowania prognozowanych wartości tych zmiennych, a następnie przeprowadzono ich ocenę. Sposobów prognozowania zjawisk gospodarczych jest wiele, z których, niestety, tylko niewielka część umożliwia odzwierciedlenie zjawisk w rzeczywistości. W praktyce często okazuje się, że analizowane zjawisko zależy od wielu czynników, z których jedynie część jest możliwa do identyfikacji, a ich wpływ na badane zjawisko bywa pośredni i trudny do wykrycia. Prognozowanie jest niezbędne, aby móc dostosować się do przewidywanych zmian lub im przeciwdziałać. Ponieważ nie ma jednej idealnej metody prognozowania, musimy posłużyć się wybranymi technikami, aby móc skutecznie przewidywać przebieg zjawisk.

Głównym celem badań było sporządzenie prognozy, a następnie ocena jej jakości dla zmiennych charakteryzujących długość sieci rozdzielczej w powiatach położonych na obszarach wpływu trzech wybranych portów lotniczych. Do realizacji tego celu można wykorzystać następujące modele: wygładzanie wykładnicze², tendencji rozwojowej (metoda trendu pełzającego i wag harmonicznych)³, regresja liniowa⁴ czy ARIMA (bezsezonowości)⁵. Jako narzędzia badawcze wybrano metody średnio-okresowego tempa zmian (Surówka, Kustrzyk, 2019) oraz trendu pełzającego wraz z metodą wag harmonicznych. Zastosowanie tych dwóch metod wykazało wyższą skuteczność w prognozowaniu długoterminowych trendów, głównie dzięki ich zdolności do uwzględniania dynamiki zmian historycznych. Wybór tych metod do analizy wynikał z faktu, że dostarczyły one zadowalających wyników w kontekście prognoz, które oceniano na podstawie względnych błędów prognozy (PE). Ich skuteczność w tym zakresie stanowiła podstawę ich preferencji w danym badaniu. Ponadto ograniczone ramy opracowania pozwoliły na zaprezentowanie wyników jedynie dla wybranych metod. Za progową wartość PE przyjęto nie więcej niż 10%. W przypadku uzyskania błędu oceny prognozy na poziomie wyższym od tego poziomu, wartości prognoz uznano za nieistotne. Okres prognozy obejmował lata 2022–2023 i 2025.

² Istota wygładzania (wyrównywania) wykładniczego polega na tym, że szereg czasowy zmiennej prognozowanej wygładza się za pomocą ważonej średniej ruchomej, przy czym wagi są określone według prawa wykładniczego. Wygładzanie wykładnicze może być oparte na różnych modelach, odpowiednich do rodzaju składowych danego szeregu czasowego. Spośród wielu znanych w literaturze modeli wyróżniamy m.in. prosty model wygładzania wykładniczego, model liniowy Holta oraz model Wintersa (Cieślak, 2005, s. 71–76).

³ Metoda trendu pełzającego jest numerycznym narzędziem wyodrębniania tendencji rozwojowej zmiennej prognozowanej (Cieślak, 2005, s. 71–76).

⁴ Regresja liniowa to podstawowa technika w modelowaniu ekonometrycznym, która analizuje relacje między zmiennymi numerycznymi (Stanisz, 2007).

⁵ ARIMA to model statystyczny wykorzystywany do analizy i prognozowania szeregów czasowych.

Wnioskowanie stosujące klasyczne modele tendencji rozwojowej wiąże się ze znacznym ryzykiem, iż prognozy będą oparte na modelu „przeciętnie” dobrym, nieaktualnym dla ostatnich znanych obserwacji zmiennej prognozowanej. Następstwem tego są na ogół większe błędy budowanych prognoz. Podjęto próbę budowy tzw. modeli adaptacyjnych, przy których konstrukcji odrzuca się założenie, przyjmowane przy budowie analitycznych modeli tendencji rozwojowej, o niezmienności mechanizmu rozwojowego badanych zjawisk. Duża elastyczność modeli adaptacyjnych, umożliwiającą ujęcie nieregularnych zmian w składowych szeregu, czyni z nich wygodne narzędzie budowy prognoz. Klasa modeli adaptacyjnych jest bardzo szeroka. Jednym z nich jest model trendu pełzającego (Cieślak, 2005, s. 71–76). Jest numerycznym narzędziem wyodrębniania tendencji rozwojowej zmiennej prognozowanej.

W celu ekstrapolacji modelu w przyszłość należy zastosować algorytm zwany metodą wag harmonicznych. Wzory wyznaczające cząstkowe trendy można zapisać:

$$a_1 = \frac{\sum_{t=1}^{l+k-1} (z_t - \bar{z})(t - \bar{t})}{\sum_{t=1}^{l+k-1} (t - \bar{t})^2} \quad (1)$$

$$a_0^l = \bar{z}_l - a_1^l \bar{t}_l \quad (2)$$

gdzie: $l = 1, 2, \dots, n - k + 1$.

Średnie arytmetyczne teoretycznej wartości Z w kolejnych jednostkach czasu wyznacza się według wzoru:

$$\bar{\bar{z}}_l = \frac{1}{u} \sum_{t=1}^{n-k+1} \hat{z}_l, t = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Wagi harmoniczne z przedziału $(0,1)$ wyznacza się według wzorów:

$$c_2^n = \frac{1}{(n-1)^2} \quad (4)$$

$$c_t^n = c_{t-1}^n + \frac{1}{(n-1)(n-t+1)}$$

Prognozę punktową wyznacza się zgodnie ze wzorem:

$$Z_t^* = \bar{z}_n + (T - n)\bar{w} \quad (5)$$

gdzie: średnia przyrostów cząstkowych to $\bar{w} = \sum_{t=1}^{n-1} c_{t+1}^n + w_{t+1}$, T i n są numerami obserwacji.

Opracowana konstrukcja modelowa jest mechanizmem pozwalającym na uzyskanie modelu adaptacyjnego dynamicznie reagującego na zmiany wartości analizowanych zmiennych (Wołkowicz, 2015, s. 73–74). Narzędzie to wykorzystano w badaniach własnych.

Kolejną metodą było średniookresowe tempo zmian (Surówka, Kustrzyk, 2019), w tym wypadku prognozy sporządzane są przy wykorzystaniu następujących wzorów:

$$\overline{T}_n = (\overline{i}_g - 1) \cdot 100\% \quad (6)$$

gdzie:

$$\overline{i}_g = \sqrt[n-1]{i_{n/n-1} \cdot i_{n-1/n-2} \cdot \dots \cdot i_{2/1}} \quad (7)$$

Następnie wartości prognozowane wyznaczane są według wzoru:

$$y_n = y_0 (1 + \overline{i}_g)^n \quad (8)$$

y_n – prognoza wartości zmiennej w okresie n ,

y_0 – wartość zmiennej z ostatniego okresu badawczego,

$\overline{i}_g$ – średnia geometryczna indeksów łańcuchowych,

n – liczba okresów.

Jak wspomniano wcześniej, główną przesłanką podjęcia badań było słabe zainteresowanie badaczy omawianą problematyką. Wyniki prognozowania (wartości prognoz) dla trzech pierwszych wskaźników przedstawiają tabele 2–4. Pogrubiono w nich powiaty znajdujące się w strefach wpływów co najmniej dwóch lotnisk. Zamieszczono również informacje o pozycjach zajmowanych przez badane jednostki w rankingach na podstawie prognozowanych wartości na rok 2025.

Z przedstawionych w tabeli 2 informacji płyną następujące wnioski. Pozycje zajmowane w rankingach względem analizowanych zmiennych są zróżnicowane na obszarze oddziaływania Lotniska Chopina. Zdecydowanym liderem pod względem długości sieci rozdzielczej kanalizacyjnej, wodociągowej oraz gazowej są Siedlce i Warszawa. Kolejne pozycje (trzecie lub czwarte miejsce) zajmują Radom oraz Skierniewice. Szacuje się, że stan zwodociągowania w Skierniewicach wynosi 94%. To wysoki wskaźnik, który może mieć pozytywny wpływ na jakość życia mieszkańców, zdrowie publiczne i rozwój gospodarczy regionu.

Tabela 2. Prognoza długości sieci rozdzielczej w powiatach położonych w strefie oddziaływania Lotniska Chopina w Warszawie (2023, 2025)

Nazwa powiatu	2023	2025	2023	2025	2023	2025	2023	2025	2023	2025	2023	2025	2023	2025	RANGI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	PROGNOZA				RANGI				PROGNOZA				RANGI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
	Zmienna X ₁								Zmienna X ₂								Zmienna X ₃																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	Metoda 1				Metoda 2				Metoda 1				Metoda 2				Metoda 1				Metoda 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Łukowski	93,71	94,53	93,80	32	31,02	34,53	29,76	24	32,02	35,52	32,35	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
otwocki	187,97	193,02	186,22	11	98,92	107,46	95,39	12	113,74	120,49	114,64	12
piaseczyński	279,85	290,01	277,35	8	207,99	224,03	207,70	7	218,05	229,16	218,85	7
płocki	151,36	152,89	150,74	16	30,05	32,73	30,34	23	15,33	18,13	15,76	27
płocki	148,09	148,86	148,56	17	14,64	15,55	15,20	32	16,13	18,16	17,05	26
pruszkowski	381,32	400,23	374,15	6	365,28	399,25	356,75	5	421,35	437,92	422,50	5
przysuski	81,70	82,29	81,50	33	37,50	42,31	37,92	21	0,53	0,59	0,51	34
pułtowski	132,93	134,19	133,14	21	16,77	18,20	16,57	31	12,67	15,93	12,65	29
sochaczewski	169,53	171,81	169,98	13	49,82	56,94	47,45	18	33,52	41,84	32,17	21
warsz. zach.	227,89	240,56	227,46	9	157,64	175,74	155,61	8	184,79	192,84	185,00	10
węgrowski	100,99	102,18	100,57	29	24,69	26,56	24,59	27	8,50	11,51	8,47	32
wołomiński	166,93	185,63	162,23	15	100,77	108,98	99,08	11	144,11	151,38	144,72	11
wyszkowski	113,59	120,68	112,43	26	34,30	37,07	34,08	22	37,02	41,19	37,30	18
żyrdowski	170,39	174,63	168,84	14	70,44	82,22	68,00	14	40,73	46,32	39,71	17
Płock	384,89	399,89	376,76	5	316,23	332,92	305,68	6	224,63	236,96	221,81	6
Radom	493,58	503,69	487,66	4	474,71	491,77	466,72	4	494,15	519,60	494,44	4
Siedlce	683,46	720,42	671,33	1	640,03	662,05	640,82	1	556,24	574,57	558,25	2
Warszawa	688,97	756,95	651,37	2	519,35	549,49	516,71	2	572,21	578,90	572,16	1

Legenda do tabeli: rangi – pozycja w rankingu, metoda 1 – metoda średniokresowego tempa zmian, metoda 2 – metoda trendu pelzającego i wag harmonicznych

Źródło: opracowanie własne.

Analiza wyników pozwala twierdzić, że najwyższe miejsca w rankingu zajmują miasta powiatowe. W obszarze oddziaływania warszawskiego lotniska znajdują się także powiaty: tomaszowski, grodziski oraz nowodworski, które zlokalizowane są także na obszarach oddziaływania portów lotniczych w Rzeszowie, Poznaniu oraz Gdańsku. Pod względem analizowanych zmiennych najbardziej odległe pozycje w rankingach zajmuje powiat tomaszowski. Problem słabego rozwoju tego powiatu zauważają także lokalne władze. Zagrożeniem społecznym i gospodarczym jest tutaj ujemny przyrost naturalny, zaobserwowany na niemal całym obszarze powiatu tomaszowskiego. Jego konsekwencją w przyszłości będzie stałe zmniejszanie się liczby ludności (konsumentów i pracowników) co może doprowadzić do osłabienia gospodarki oraz zmniejszenia tempa rozwoju regionu. Istotne jest także dbanie o atrakcyjność regionu jako miejsca do stałego osiedlenia się, aby tym samym zmniejszyć migracje poza teren powiatu. W tym zakresie warto prowadzić działania zmierzające do rozwoju infrastruktury, np. drogowej czy technicznej, a także poszerzania oferty edukacyjnej, handlowej, przemysłowej i kulturalnej, co pozwoli na podniesienie poziomu jakości życia na omawianym obszarze (*Strategia rozwoju powiatu...*, s. 46).

Zdecydowanie najgorzej (obszar wpływu Lotniska Chopina w Warszawie) jest w powiatach: makowskim oraz przysuskim. W powiecie płońskim jest nieco lepiej. W strategii rozwoju powiatu płońskiego za 2021 r. możemy znaleźć informację, że w ramach działalności inwestycyjnej zostały zrealizowane lub były w trakcie realizacji, lub też zaplanowano do wykonania w przyszłych latach, szeregi inwestycji z zakresu infrastruktury oświatowo-sportowej, ochrony zdrowia, pomocy społecznej oraz obiektów użyteczności publicznej. Analiza tego dokumentu pozwala przypuszczać, że władze największy nacisk kładą na rozwój infrastruktury społecznej, a nie technicznej (*Raport o stanie...*, 2022).

Podobne prognozy wykonano dla obszaru oddziaływania Portu Lotniczego Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy (zob. tab. 3). Analizując informacje umieszczone w tabeli 3, zauważamy, że zarówno wzrost, jak i spadek wartości dotyczy połowy badanych jednostek. Na obszarze ciężenia portu lotniczego w Gdańsku zdecydowanym liderem jest miasto Sopot. Na kolejnych miejscach w rankingu znajdują się miasta Gdańsk i Gdynia. Jak wynika z zaprezentowanych danych, miasta na prawach powiatu charakteryzują się lepszym zagospodarowaniem infrastrukturalnym w porównaniu do mniejszych miejscowości. Badając dane zawarte w tabeli 3, można również zauważyć, że w strefie więcej niż jednego lotniska znajduje się Grudziądz oraz powiat nowodworski. Ponadto powiaty położone w obszarze oddziaływania więcej niż jednego lotniska zajmują podobne pozycje w rankingach. Zdecydowanie najkorzystniej wypada Grudziądz, bardziej odległą (poza połowę) pozycję w rankingu zagospodarowania infrastrukturalnego zajmuje powiat nowodworski (por. tab. 3). Położony również na obszarze ciężenia Lotniska Chopina w Warszawie. W analizowanej strefie wpływu znajduje się jesz-

cze jeden, wspomniany wcześniej, obiekt (Grudziądz) położony w strefie wpływu jeszcze jednego obszaru ciążenia. Grudziądz zajmuje wysokie (trzecią i czwartą) pozycję w sporządzonych rankingach (zob. tab. 3). Zdecydowanie najgorzej wypadają powiaty: bytowski oraz braniewski (zmienna X_1). Powiat braniewski położony jest w województwie warmińsko-mazurskim, które należy do makroregionu Polska Wschodnia. Posiada on zróżnicowaną infrastrukturę techniczną, która odgrywa kluczową rolę w jego rozwoju gospodarczym i społecznym. Województwo warmińsko-mazurskie, podobnie jak i świętokrzyskie, w porównaniu z innymi województwami w Polsce, jak również regionami Unii Europejskiej, posiada dość słabe wyposażenie infrastrukturalne. W regionie w znaczącym stopniu przeważa transport drogowy. Pomimo iż drogi krajowe w województwie świętokrzyskim znacznie ułatwiają łączność z sąsiadującymi województwami, to przy dość wzmożonym ruchu pojazdów znacznie wydłuża się czas podróży. Dość niekorzystny dla województwa jest brak nowoczesnych dróg ekspresowych, jak również brak autostrad (Leśniewski, Dziekański, 2011, s. 178).

Infrastruktura lotnicza Polski Wschodniej ma także duże zaległości w stosunku do pozostałych części kraju. Tylko w województwach podkarpackim, lubelskim i warmińsko-mazurskim są lotniska krajowe przystosowane do międzynarodowego ruchu (Rzeszów-Jasionka im. Rodziny Ulmów, Port Lotniczy Lublin, porty lotnicze w Olsztynie i w Szymanach) oraz lotniska lokalne w Kętrzynie i Elblągu (Czemieli-Grzybowska, 2010). Z danych statystycznych wynika, że w układzie wojewódzkim najbardziej znaczący przyrost długości sieci kanalizacyjnej w porównaniu z 2021 r. odnotowano w województwach: świętokrzyskim – o 3,7%, podkarpackim – o 3,2% oraz lubelskim – o 3,0%, najmniejszy zaś w warmińsko-mazurskim – o 0,7% oraz lubuskim – o 1,2% (*Infrastruktura...*, [http](#)).

Podobne prognozy opracowano dla powiatów położonych na obszarze oddziaływania Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów. Wyniki zestawiono w tabeli 4. Z zaprezentowanych wielkości wynikają następujące wnioski. Po pierwsze, analizując informacje zawarte w tej tabeli, można zauważyć duże zróżnicowanie zajmowanych pozycji w rankingach pod względem badanych zmiennych. Jak wynika z danych, najwyższą pozycję w rankingu prognozy długości sieci rozdzielczej w powiatach położonych w strefie oddziaływania Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów zajmuje Gorzów Wielkopolski, a najniższą powiaty: drawski (zmienna X_1), łobeski (zmienna X_2) oraz czarnkowsko-trzcianecki (zmienna X_3). Najlepszym zagospodarowaniem infrastrukturalnym pod względem badanych zmiennych na objętym analizą obszarze charakteryzują się miasta powiatowe (Szczecin oraz Świnoujście). Jak zauważają inni badacze, są to powiaty o najlepszych warunkach rozwoju społeczno-gospodarczego. Powiat czarnkowsko-trzcianecki to jednostka położona także w strefie oddziaływania Portu Lotniczego Poznań-Ławica. Pod względem badanych zmiennych obydwie analizowane obszary wypadają odmiennie.

Tabela 3. Prognoza długości sieci rozdzielczej w powiatach położonych w strefie oddziaływania Portu Lotniczego Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy (2023, 2025)

Nazwa powiatu	PROGNOZA				PROGNOZA				PROGNOZA			
	2023	2025	2023	2025	2023	2025	2023	2025	2023	2025	2023	2025
	Zmienna X ₁				Zmienna X ₂				Zmienna X ₃			
	Metoda 1		Metoda 2		Metoda 1		Metoda 2		Metoda 1		Metoda 2	
Grudziądz	469,20	500,93	442,45	4	367,31	377,13	367,40	3	396,09	410,46	395,62	4
bytowski	54,14	55,66	54,01	21	31,94	33,25	31,83	18	9,27	10,53	9,34	19
chojnicki	78,75	80,91	78,66	16	47,71	49,38	47,87	16	21,49	24,07	21,88	17
gdański	134,38	139,89	133,52	10	122,08	134,76	121,73	7	109,45	123,84	108,55	7
kartuski	173,72	182,04	172,96	6	95,93	104,77	95,54	8	81,30	97,34	80,55	8
kościerski	79,63	84,73	79,18	15	59,11	65,87	58,31	12	10,41	13,06	10,57	18
kwidziński	121,09	124,34	120,99	11	58,84	57,85	55,87	13	33,07	35,11	33,32	13
łęborski	70,34	75,03	68,17	18	38,11	41,08	38,15	17	26,52	28,45	24,57	15
malborski	100,00	104,55	95,95	14	63,19	65,84	63,31	11	55,46	58,94	56,26	11
nowodworski	142,73	146,66	140,94	9	55,70	60,62	55,47	14	49,60	54,32	50,43	12
pucki	163,31	170,78	160,47	7	151,11	159,03	151,93	6	122,74	130,59	123,03	6
starogardzki	106,81	113,09	106,79	13	50,46	55,53	51,37	15	22,99	26,03	23,67	14
tczewski	113,84	115,75	113,21	12	75,80	79,30	75,47	10	60,27	63,11	60,74	10
wejherowski	141,35	147,87	140,45	8	89,77	99,88	91,10	9	70,90	78,47	71,41	9
sztumski	68,15	71,14	67,50	19	25,41	26,89	24,92	19	21,07	24,36	21,68	16
Gdańsk	494,55	514,21	490,01	2	423,46	440,67	422,68	2	419,85	435,36	421,18	2
Gdynia	485,67	515,96	454,84	3	359,00	369,02	353,30	4	412,85	427,52	410,73	3
Sopot	546,17	558,09	522,25	1	439,86	449,94	439,08	1	560,34	567,68	554,80	1
braniewski	63,59	69,35	56,68	20	16,08	16,45	16,50	21	0,2	0,2	0,2	21
elbląski	78,88	82,78	77,05	17	18,37	20,71	17,93	20	3,33	4,69	3,26	20
Elbląg	392,62	419,13	358,31	5	278,87	280,82	278,40	5	282,25	290,10	282,52	5

Legenda do tabeli: rangi – pozycja w rankingu, metoda 1 – metoda średniokresowego tempa zmian, metoda 2 – metoda trendu pelzającego i wag harmonicznych

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Prognoza długości sieci rozdzielczej w powiatach położonych w strefie oddziaływania Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów (2023, 2025)

Nazwa powiatu	2023	2025	PROGNOZA		2023	2025	RANGI		2023	2025	PROGNOZA		2023	2025	RANGI	
	Metoda 1		Metoda 2		Metoda 1		Metoda 2		Metoda 1		Metoda 2		Metoda 1		Metoda 2	
	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂	Zmiana X ₁	Zmiana X ₂
gorzowski	73,05	75,62	71,51	6	45,34	55,44	43,53	8	40,76	42,97	41,11	7	40,76	42,97	41,11	7
strzel.-drezden.	47,10	48,95	46,34	17	18,68	19,69	17,93	21	11,89	13,16	12,13	19	11,89	13,16	12,13	19
Gorzów Wielk.	491,92	512,15	500,42	1	432,05	477,20	427,66	1	348,34	357,80	351,57	1	348,34	357,80	351,57	1
czarnk.-trzcian.	65,54	67,89	64,87	7	20,09	21,11	19,83	20	7,48	8,08	7,45	23	7,48	8,08	7,45	23
białogardzki	60,54	61,23	60,22	8	51,33	51,78	51,35	6	21,10	22,79	21,96	15	21,10	22,79	21,96	15
choszczęński	31,85	32,78	28,79	22	24,10	24,50	24,03	15	18,87	19,21	19,11	17	18,87	19,21	19,11	17
drawski	28,17	28,50	26,91	23	22,64	23,32	21,61	18	14,88	16,34	15,28	18	14,88	16,34	15,28	18
goleniowski	44,67	45,83	44,82	18	27,65	28,77	27,78	12	30,22	32,37	29,97	11	30,22	32,37	29,97	11
gryficki	58,11	60,61	55,97	11	27,00	28,02	26,25	14	37,16	40,70	37,75	8	37,16	40,70	37,75	8
gryfiński	34,73	35,19	34,62	20	22,90	23,92	22,68	17	10,21	10,85	9,41	22	10,21	10,85	9,41	22
kamieński	52,19	54,88	50,01	14	20,78	21,35	20,76	19	27,20	28,43	26,41	13	27,20	28,43	26,41	13
kołobrzęski	119,96	119,68	122,08	3	106,14	106,63	106,34	3	84,75	89,45	86,30	3	84,75	89,45	86,30	3
koszaliński	55,89	58,14	54,87	12	44,33	46,25	44,90	7	36,28	42,30	36,83	9	36,28	42,30	36,83	9
myśliborski	60,22	62,31	58,29	9	25,54	27,53	25,76	13	23,17	24,78	23,19	14	23,17	24,78	23,19	14
policki	74,07	78,16	72,59	5	84,04	86,37	83,62	4	84,94	90,71	84,15	4	84,94	90,71	84,15	4
pyrzycki	47,61	48,24	47,16	16	23,24	23,32	23,16	16	42,33	45,34	43,87	6	42,33	45,34	43,87	6
stargardzki	58,87	61,91	57,45	10	35,02	37,15	34,50	10	31,44	33,41	31,74	10	31,44	33,41	31,74	10
szczecinecki	54,83	57,81	51,73	13	40,01	40,85	39,85	9	20,65	22,69	21,09	16	20,65	22,69	21,09	16
świdwiński	48,35	48,66	48,32	15	34,30	34,69	34,24	11	25,54	26,88	26,35	12	25,54	26,88	26,35	12
walecki	33,23	36,28	30,69	21	17,22	18,53	16,92	22	9,59	9,98	9,54	21	9,59	9,98	9,54	21
łobeski	35,85	37,19	34,65	19	11,30	11,93	11,14	23	11,71	12,79	12,02	20	11,71	12,79	12,02	20
Szczecin	355,14	378,30	331,05	2	228,81	236,20	228,68	2	339,52	349,15	338,26	2	339,52	349,15	338,26	2
Świnoujście	78,34	83,46	72,29	4	67,28	69,50	65,67	5	49,92	50,35	48,78	5	49,92	50,35	48,78	5

Legenda do tabeli: rangi – pozycja w rankingu, metoda 1 – metoda średniokresowego tempa zmian, metoda 2 – metoda trendu petrajającego i wag harmonicznych

Źródło: opracowanie własne.

Z przeprowadzonych badań wynika, że powiat czarnkowsko-trzcianecki, w ramach analizy taksonomicznej, został zakwalifikowany do czwartej klasy pod względem poziomu zagęszczenia infrastruktury w powiatach województwa wielkopolskiego. W skład tego skupienia weszły jeszcze powiaty: międzychodzki i złotowski. Powiaty tej klasy, w porównaniu do pozostałych, odznaczały się najniższym zagęszczeniem sieci drogowej, wodociągowej, kanalizacyjnej i gazowej, a także ludności w wieku produkcyjnym. Bardzo duże dysproporcje były szczególnie widoczne w przypadku sieci gazowej, której gęstość wyniosła 1,2 km na 100 km² i była prawie piętnastokrotnie niższa niż w klasie III, a ponadto stwierdzono brak rozwoju tej sieci w latach 2004–2013 (Lira, 2016). Badanie zakończono oceną jakości sporządzonych prognoz, a wyniki zamieszczono w kolejnej części opracowania.

ILOŚCIOWA OCENA SKUTECZNOŚCI PROGNOZOWANIA ROZWOJU SIECI
ROZDZIELCZEJ W POWIATACH NA OBSZARACH WPLYWU
PORTÓW LOTNICZYCH W GDAŃSKU, SZCZECINIE ORAZ W WARSZAWIE

Szczególnie istotnym etapem prognozowania jest weryfikacja prognoz i ocena ich jakości, która ma podstawowe znaczenie dla ewentualnego wykorzystania tej prognozy. Oceny jakości prognozy można dokonać opierając się o błędy prognoz (błąd średni, błąd względny, średni błąd bezwzględny, średni błąd kwadratowy, średni błąd procentowy)⁶.

Za odpowiedni miernik oceny jakości prognozy uznaje się względny błąd procentowy, który stanowił ostateczne kryterium oceny trafności prognoz. Podczas weryfikacji prognozy jakość prognoz oceniana jest na podstawie błędów prognozy, przy czym uwzględnia się maksymalny dopuszczalny błąd prognozy ex post, akceptowany przez zlecającego prognozę. Jeżeli prognoza spełnia zadane kryteria, może być wykorzystana w praktyce. Jeżeli nie, to należy prześledzić wszystkie etapy i metody prognozy, znaleźć przyczynę błędu i powtórzyć proces prognozowania. Rozważa się błędy prognozy ex post m.in. w celu oceny skuteczności zastosowanych metod. Należy w tym miejscu zasygnalizować, że w celu

⁶ Błąd średni – jest to średnia arytmetyczna wartość reszt, przy czym znaczenie tej miary jest ograniczone przez fakt, że dodatnie i ujemne wartości błędu znoszą się nawzajem. Średni błąd bezwzględny – obliczany jest jako średnia wartości bezwzględnych reszt. Wartość średniego błędu bezwzględnego równa zero oznacza, że model jest idealnie dopasowany do danych. Średni błąd kwadratowy – charakteryzuje się podobnymi własnościami jak średni błąd bezwzględny, ponadto jest bardziej wrażliwy na wartości odstające. Średni błąd procentowy – dla danego okresu czasowego wyliczany jest jako iloraz reszty (błędu) i wartości obserwowanej wyrażony w procentach. Średni bezwzględny błąd procentowy – najdoskonalszy ze wszystkich wymienionych charakterystyk, jest łatwo interpretowalny i kumuluje w sobie zalety wszystkich wyszczególnionych miar.

oceny jakości sporządzonych prognoz wykorzystano względny błąd prognozy *ex post* w czasie t (PE). Informuje on, jaki procent rzeczywistej realizacji zmiennej stanowi błąd prognozy. Wartość PE pozwala na porównanie dokładności prognoz różnych modeli:

$$PE_t = \frac{y_t - y_t^P}{y_t} \cdot 100 \quad (9)$$

gdzie: y_t – wartość rzeczywista, y_t^P – wartość prognozowana.

Na podstawie informacji zamieszczonych w poprzedniej części dokonano pomiaru wielkości tego miernika dla każdej zmiennej i każdej z objętych badaniem jednostek statystycznych. Wyniki w sposób syntetyczny zamieszczono w tabeli 5 (dla metody średniookresowego tempa zmian) i tabeli 6 (dla metody trendu pełzającego i wag harmoniczných). W tabelach kolorem szarym oznaczono powiaty, dla których otrzymano najniższe wartości względnych błędów prognozy, co jednocześnie oznacza najlepsze z prognoz.

Przestrzenne zróżnicowanie błędów prognoz zmiennych określających długość sieci rozdzielczej (2022 r.) dla trzech poddanych badaniu obszarów wpływu w sposób graficzny za pomocą wykresów prezentują rysunki 1–3 (rysunek 1 – obszar wpływu Lotniska Chopina w Warszawie, rysunek 2 – obszar ciążenia Portu Lotniczego Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy, rysunek 3 – obszar ciążenia Portu Lotniczego w Szczecinie-Goleniowie).

Na obszarze ciążenia Lotniska Chopina w Warszawie, dla wszystkich zmiennych charakteryzujących długość sieci rozdzielczej, metoda średniookresowego tempa zmian wykazała najlepsze wyniki prognoz, osiągając najniższe błędy dla powiatów: ryckiego, płockiego, Skierniewic oraz Radomia. Z kolei, w przypadku zastosowania metody trendu pełzającego i wag harmoniczných, najdokładniejsze prognozy uzyskano dla powiatów: rawskiego, pułtuskiego, sochaczewskiego, węgrowskiego, żyrardowskiego oraz Warszawy. Na obszarze ciążenia Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów metoda średniookresowego tempa zmian pozwoliła uzyskać najlepsze prognozy (dla trzech analizowanych zmiennych) dla powiatów: białogardzkiego, drawskiego, gryfickiego, kamieńskiego, koszalińskiego i Szczecina. Natomiast w przypadku metody trendu pełzającego nie udało się uzyskać dobrych prognoz dla żadnego powiatu. Na obszarze ciążenia Portu Lotniczego Gdańsk-Rębiechowo najlepsze prognozy metodą średniookresowego tempa zmian uzyskano dla powiatów: malborskiego oraz Elbląga. W przypadku metody trendu pełzającego, podobnie jak w przypadku obszaru ciążenia Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów, nie uzyskano żadnych dobrych prognoz. Dla pozostałych obiektów jakość prognoz wykazywała zróżnicowanie w zależności od zastosowanej metody.

Tabela 5. Ocena jakości prognoz sieci rozdzielczej dla metody średniookresowego tempa zmian (2023 r.)

Lotnisko Chopina w Warszawie				Port Lotniczy Szczecin-Goleniów				Port Lotniczy Gdańsk-Rebiechowo			
	X ₁	X ₂	X ₃		X ₁	X ₂	X ₃		X ₁	X ₂	X ₃
łukowski	-0,12	-4,44	4,1	gorzowski	-0,07	-9,78	6,30	Grudziadz	-3,05	-1,08	-0,89
rycki	-0,14	-4,22	-0,7	strzel.-drezd.	-2,61	-1,52	-3,39	bytowski	0,66	-0,76	-4,16
tomaszowski	-0,61	-5,52	0,8	Gorzów Wlk.	-2,61	-4,56	1,49	chojnicki	-0,83	-0,87	-2,82
łowicki	-0,09	-2,73	-8,2	czarn.-trzcian.	-0,83	0,54	-2,47	gdański	10,29	-3,11	-4,64
rawski	-0,91	-2,08	-2,0	białogardzki	-0,07	-0,45	-0,48	kartuski	-0,18	3,00	-6,41
brzeziński	-0,71	-6,17	—	choszczęński	-1,11	-0,42	-0,37	kościerski	-1,05	-0,36	-6,22
Skiernewice	0,05	0,13	-2,1	drawski	0,46	1,99	-2,62	kwidziński	-0,66	-7,37	-7,72
białobrzęski	2,05	—	-0,8	goleniowski	0,29	-2,03	-0,73	łęborski	-2,09	1,52	2,50
ciechanowski	-0,25	-7,02	-3,1	gryficki	-1,06	0,00	-3,22	malborski	-0,70	-0,78	-7,07
garwoliński	-0,30	0,62	-4,0	gryfiński	-0,09	-0,88	-2,10	nowodworski	-0,02	-2,01	-3,3
grodziski	-0,19	-2,29	0,6	kamiński	-1,73	1,05	-1,12	pucki	—	—	—
grójecki	1,60	2,22	-0,6	kolobrzęski	—	-5,30	-1,01	starogardzki	-2,11	-3,19	-3,56
koziemicki	-0,93	-1,66	-2,0	koszaliński	0,73	-4,55	-8,95	teczewski	-0,12	-1,07	-1,12
legionowski	2,96	-1,38	-2,4	myśliborski	-2,94	-1,75	-2,07	wejherowski	-0,53	-3,90	-0,42
makowski	0,05	-3,86	—	policki	-0,78	0,19	-2,34	sztumski	-1,11	-1,64	-3,79
miński	-0,67	-0,80	-1,0	pyrzycki	0,81	—	-4,00	Gdańsk	-1,97	-2,01	-1,83
nowodworski	-0,02	-2,01	-3,3	stargardzki	-0,80	-2,40	-3,76	Gdynia	-3,07	-1,38	-1,76
otwoccki	-0,30	-3,36	0,4	szczeciński	-2,68	-0,78	-4,29	Sopot	-1,09	-1,14	-0,65
piaseczyński	-0,74	-0,33	-1,2	świdwiński	-0,52	-4,57	-2,16	braniewski	-4,08	4,29	0,00
plocki	3,96	0,17	-8,0	walecki	-3,84	-3,11	—	elbląski	-1,91	-2,06	—
plonński	0,34	-3,10	-6,1	łobeski	1,24	6,61	-3,63	Elbląg	-0,18	0,97	-1,27
pruszkowski	0,78	-4,04	0,1	Szczecin	-3,18	3,94	0,11				
przysuski	0,00	-6,23	—	Swinoujście	-2,94	-1,63	0,95				
pułtowski	0,58	-4,16	-10,2								
sochaczewski	0,22	-4,01	—								
warsz. zach.	-1,37	-3,78	-0,5								
węrowski	-0,49	-2,02	-10,4								
wolomiński	-2,73	-1,07	-0,7								
wyszakowski	-2,33	2,56	-2,5								
żyrdowski	-0,82	-7,71	-4,2								
Plock	-0,89	-1,98	0,9								
Radom	0,87	1,14	1,0								
Siedlce	-1,95	-1,45	-1,4								
Warszawa	-3,82	-1,79	-0,0								

Źródło: opracowanie własne.

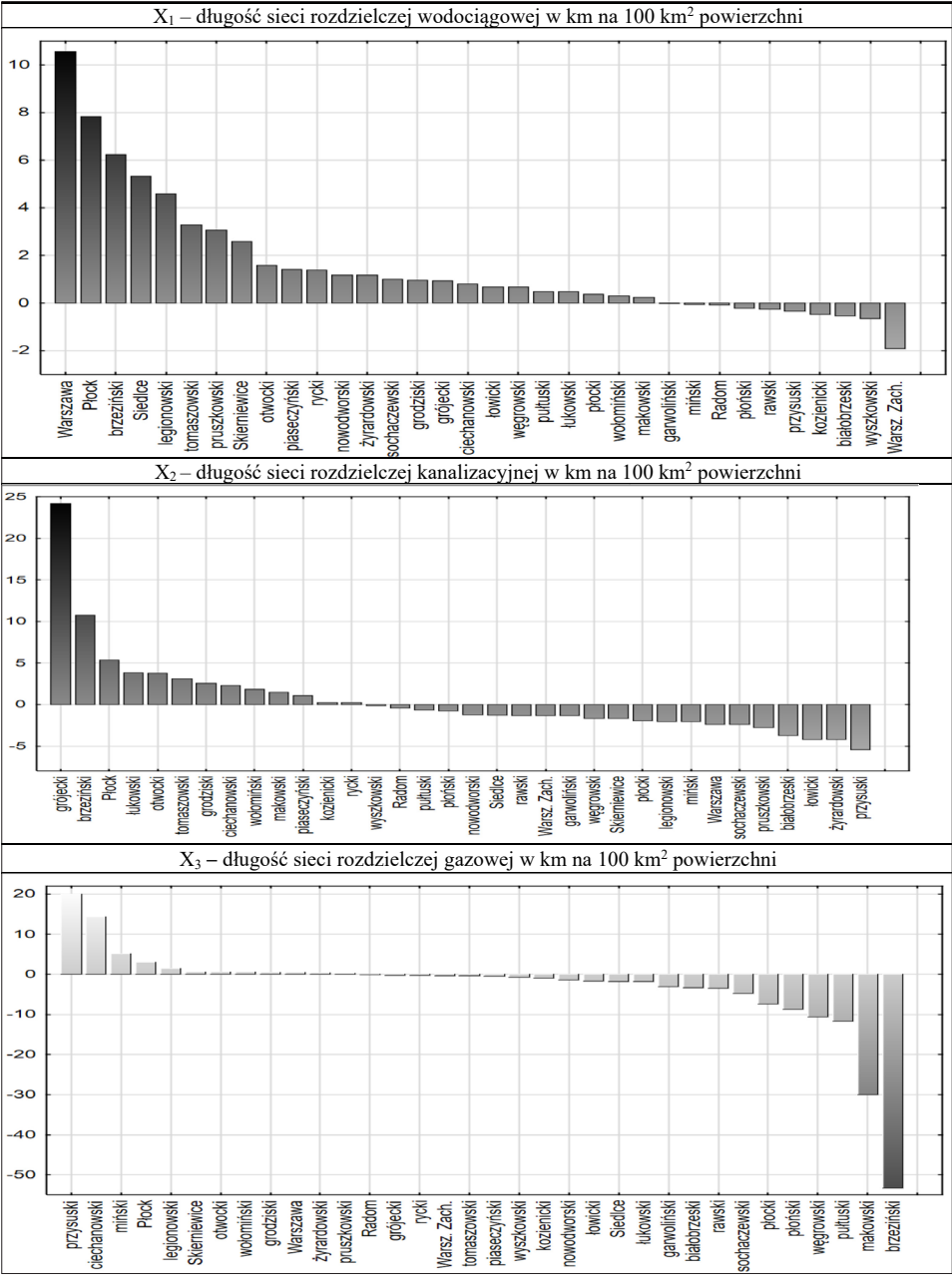
Analiza tabel wykazała, że prognozy uzyskane metodą średniookresowego tempa zmian były nieistotne dla następujących powiatów: kołobrzeskiego i puckiego (zmienna X_1), białobrzeskiego, pyrzyckiego, puckiego (zmienna X_2), brzezińskiego, makowskiego, przysuskiego, wałęckiego, puckiego i elbląskiego (zmienna X_3). Natomiast dla metody trendu pełzającego nie uzyskano skutecznych prognoz dla powiatów: kołobrzeskiego, puckiego (zmienna X_1), grójeckiego, pyrzyckiego, puckiego (zmienna X_2), brzezińskiego, plockiego, płońskiego, przysuskiego, wałęckiego, puckiego i elbląskiego (zmienna X_3). Warto również zauważyć, że prognozy dla powiatu puckiego okazały się nieskuteczne dla wszystkich prognozowanych wartości, niezależnie od zastosowanej metody. Najlepsze wyniki pod względem błędów uzyskano dla powiatów Warszawa oraz braniewskiego w przypadku zmiennej X_3 .

Dodatkowo wyniki prognozowania dla obszaru oddziaływania Lotniska Chopina w Warszawie w 2022 r. dla metody średniookresowego tempa zmian zamieszczono na rysunku 1. Analiza informacji na nim zamieszczonych pozwala także twierdzić, że najwyższy dodatni błąd prognozy dla zmiennej X_2 charakterystyczny jest dla powiatu grójeckiego, natomiast najwyższy ujemny dla przysuskiego. Najbardziej dokładne prognozy sporządzono dla powiatów: ryckiego, kozienickiego, wyszkowskiego i Radomia. Na rysunku 1 zamieszczono także informacje o błędach prognoz zmiennej X_1 (długość sieci rozdzielczej wodociągowej w km na 100 km² powierzchni) na obszarze ciążenia Lotniska Chopina w Warszawie. Analiza danych w niej umieszczonych pozwala przypuszczać, że najwyższy dodatni błąd w przypadku tej zmiennej charakterystyczny był dla Warszawy, zaś najwyższy ujemny dla powiatu warszawski zachodni. Najlepsze dopasowanie w przypadku tej zmiennej wykazały prognozy dla powiatów: garwolińskiego, mińskiego, płońskiego i Radomia. Na rysunku 1 zamieszczono również informacje o błędach prognoz zmiennej X_3 dla powiatów znajdujących się w obszarze oddziaływania Lotniska Chopina. Najwyższe dodatnie błędy w przypadku tej zmiennej odpowiadają powiatom: przysuskiemu oraz ciechanowskiemu. Najwyższe ujemne natomiast powiatom: brzezińskiemu i makowskiemu. Najbardziej wiarygodne prognozy opracowano dla większości badanych jednostek. Można zatem przypuszczać, że w przypadku tej zmiennej otrzymano najwiarygodniejsze predykcje.

Tabela 6. Ocena jakości prognoz sieci rozdzielczej dla metody trendu pelzającego (2023 r.)

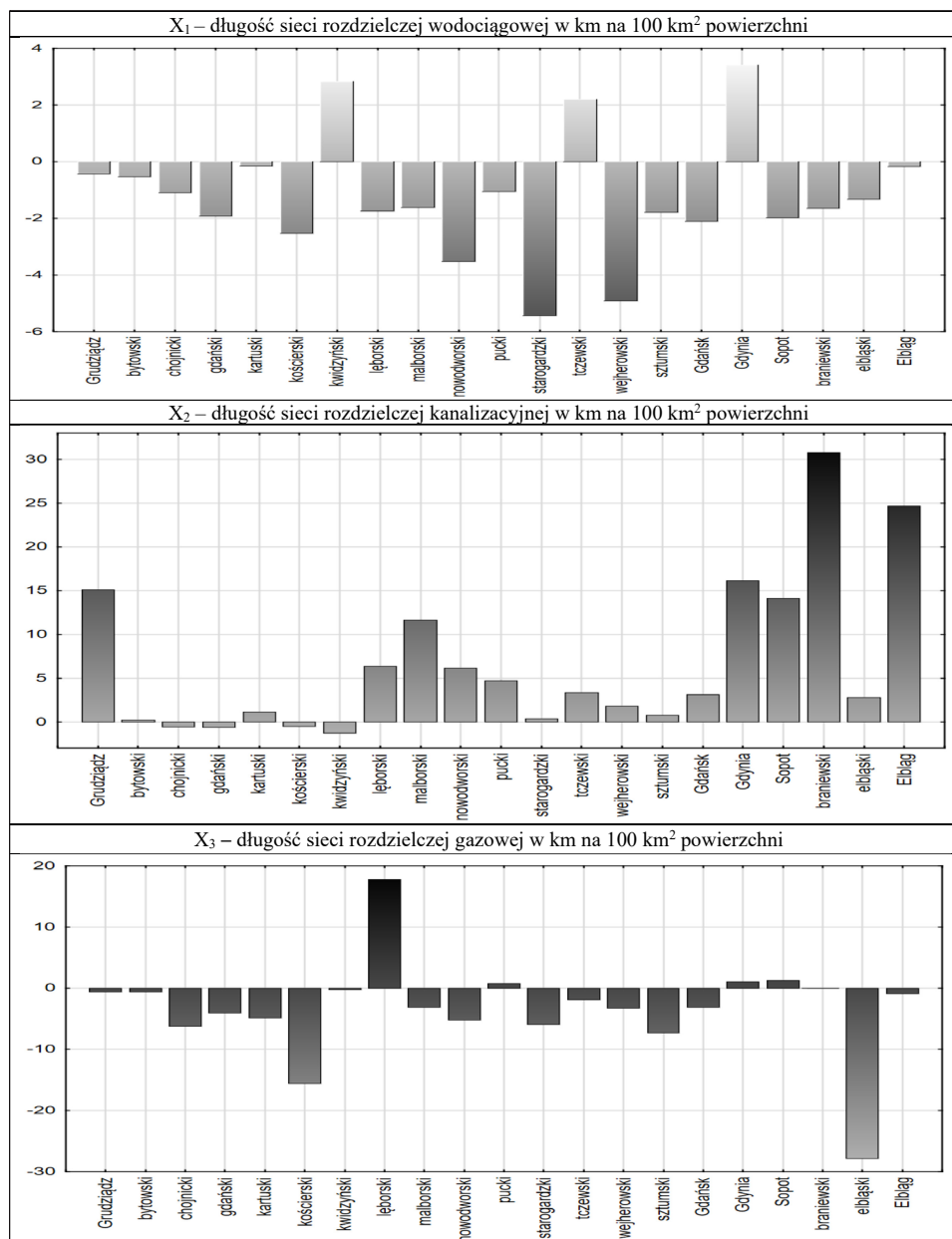
Lotnisko Chopina w Warszawie				Port Lotniczy Szczecin-Goleniów				Port Lotniczy Gdańsk-Rebiechowo			
	X ₁	X ₂	X ₃		X ₁	X ₂	X ₃		X ₁	X ₂	X ₃
łukowski	-0,21	-0,20	3,1	gorzowski	2,04	-5,40	5,49	Grudziądz	2,82	-1,10	-0,77
rycki	0,44	-4,64	-0,4	strzel.-drezd.	-0,96	2,55	-5,48	bytowski	0,90	-0,41	-4,94
tomaszowski	2,59	-3,40	2,4	Gorzów Wlk.	-4,38	-3,50	0,57	chojnicki	-0,72	-1,21	-4,69
łowicki	0,17	-2,16	-8,2	czarn.-trzc.	0,20	1,83	-2,05	gdański	10,87	-2,81	-3,78
rawski	0,10	-2,08	0,2	białogardzki	0,46	-0,49	-4,57	kartuski	0,25	3,40	-5,43
brzeziński	1,44	1,53	–	choszczęński	8,60	-0,13	-1,65	kościerski	-0,48	1,00	-7,86
Skiermiewice	0,15	-1,88	-3,2	drawski	4,91	6,45	-5,38	kwidzyński	-0,57	-1,95	-8,53
białobrzegi	3,25	-2,38	-4,1	goleniowski	-0,04	-2,51	0,10	łęborski	1,06	1,42	9,67
ciechanowski	0,06	-1,06	-1,4	gryficki	2,66	2,78	-4,86	malborski	3,37	-0,97	-8,61
garwoliński	-0,17	1,20	-4,2	grzyfiński	0,23	0,09	5,90	nowodworski	1,23	-1,59	-5,1
grodziski	0,35	-0,71	0,4	kamiński	2,51	1,14	1,82	pucki	–	–	–
grójecki	2,30	–	-0,4	kolobrzegi	–	-5,50	-2,86	starogardzki	-2,09	-5,05	-6,62
kozienicki	-0,63	0,13	-2,7	koszaliński	2,54	-5,90	-10,60	tezewski	0,43	-0,63	-1,91
legionowski	3,76	-1,64	-2,0	myśliborski	0,36	-2,63	-2,16	wejherowski	0,11	-5,44	-1,15
makowski	0,82	-2,27	-5,0	policki	1,24	0,69	0,32	sztumski	-0,15	0,32	-6,80
miński	-0,57	1,11	0,8	pyrzycki	1,75	–	-7,79	Gdańsk	-1,03	-1,83	-2,15
nowodworski	1,23	-1,59	-5,1	stargardzki	1,63	-0,88	-4,75	Gdynia	3,47	0,23	-1,24
otwocki	0,63	0,32	-0,4	szczeciński	3,13	-0,38	-6,52	Sopot	3,34	-0,96	0,34
piaseczyński	0,16	-0,19	-1,6	świdwiński	-0,46	-4,39	-5,40	braniewski	7,23	1,79	0,00
płocki	4,35	-0,80	–	walecki	4,09	-1,32	–	elbląski	0,45	0,39	–
płoński	0,03	-7,04	–	łobeski	4,55	7,93	-6,37	Elbląg	8,57	1,14	-1,37
pruszkowski	2,64	-1,61	-0,2	Szczecin	3,82	4,00	0,48				
przysuski	0,24	-7,42	–	Swinoujście	5,01	0,80	3,21				
pulawski	0,42	-2,92	-10,0								
sochaczewski	-0,05	0,94	-6,5								
warsz. zach.	-1,18	-2,44	-0,6								
węgrowski	-0,07	-1,61	-10,0								
wolomiński	0,17	0,62	-1,1								
wyszakowski	-1,29	3,18	-3,3								
żyrański	0,09	-3,98	-1,6								
Płock	1,24	1,43	2,2								
Radom	2,06	2,81	1,0								
Siedlce	-0,14	-1,57	-1,7								
Warszawa	1,84	-1,28	0,0								

Źródło: opracowanie własne.



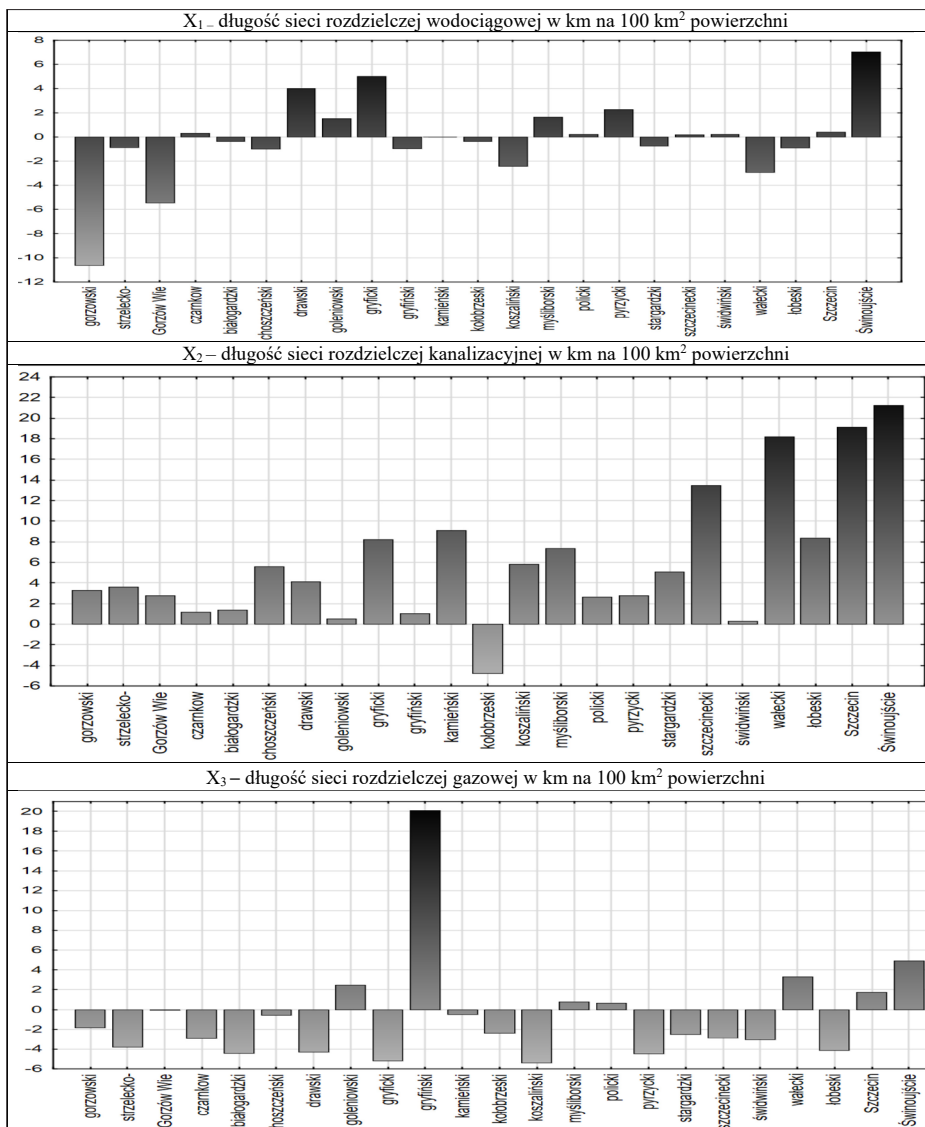
Rysunek 1. Graficzna prezentacja błędów prognozy długości sieci rozdzielczej w strefie ciążenia Lotniska Chopina w Warszawie (2022 r.)

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 2. Graficzna prezentacja błędów prognozy długości sieci rozdzielczej w strefie ciężenia Portu Lotniczego Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy (2022 r.)

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 3. Graficzna prezentacja błędów prognozy długości sieci rozdzielczej w strefie ciężenia Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów (2022 r.)

Źródło: opracowanie własne.

W kolejnym etapie w sposób graficzny zamieszczono dane o błędach prognoz dla badanych zmiennych na obszarze ciężenia drugiego badanego portu (Port Lotniczy Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy). Na podstawie tych informacji można twierdzić, że w przypadku zmiennej X_2 większość sporządzonych prognoz

przyjmowała wartości wyższe od wartości rzeczywistych. Wyjątek stanowiły powiaty: chojnicki, gdański, kościerski oraz kwidzyński. Ujemnymi wartościami błędów w przypadku zmiennej X_1 na tym obszarze charakteryzowała się zdecydowana większość obiektów. Dodatkowo wartości odnotowano dla powiatów: kwidzyńskiego, tczewskiego oraz Gdyni, co świadczy o tym, że dla tych obiektów sporządzona prognoza została zawyżona. W przypadku zmiennej X_3 dodatnie wartości błędów charakterystyczne są dla powiatów: lęborskiego, puckiego, braniewskiego oraz dwóch miast na prawach powiatów – Gdyni i Sopotu. Identyczne analizy przeprowadzono dla obszaru ciężenia Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów. Za najmniej trafną prognozę można uznać tę sporządzoną dla zmiennej X_2 (długość sieci rozdzielczej kanalizacyjnej w km na 100 km² powierzchni). Ponadto jako jedyny obiekt przyjmuje ona ujemną wartość. Wartości błędów w przypadku tej zmiennej charakteryzują się najwyższymi wartościami błędów prognozy. Z danych statystycznych wynika, że na 23 analizowane powiaty w strefie ciężenia Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów, większość z nich znamionują ujemne wartości błędów prognozy zmiennej X_1 . Dodatkowo wartości dotyczą powiatów: drawski, goleniowski, gryficki, myśliborski, pyrzycki oraz Świnoujście. Znacznie mniej obiektów, dla których wartość prognozy była wyższa od wartości rzeczywistej, obserwujemy w przypadku zmiennej X_3 . Są to obiekty: gryfiński, myśliborski, policki, wałecki oraz Świnoujście.

ZAKOŃCZENIE

Wraz z pogłębianiem się procesów integracji oraz globalizacji konkurencyjność nabiera coraz większego znaczenia. W sytuacji nieograniczonych potrzeb oraz ograniczonych zasobów konkurencja stymuluje postęp społeczno-ekonomiczny, innowacyjność i racjonalne gospodarowanie. Można nawet stwierdzić, że oznacza wspólne poszukiwanie najlepszego rozwiązania właściwego problemu, we właściwym miejscu i czasie. Wiele badań wskazuje jednak, że równie ważne, co rywalizowanie, jest współdziałanie. Coraz częściej ekonomiści zaczynają dostrzegać wpływ tzw. miękkich czynników na wymierne parametry rozwoju regionalnego (Herbst, 2006; Cyrek, 2007).

Konkurencja występuje nieustannie pomiędzy wszystkimi uczestnikami rynku, w tym również rynku usług transportowych. Ogólna definicja konkurencji mówi, że jest to walka podmiotów rynku o korzyści ekonomiczne uzyskiwane przy sprzedaży towarów (usług) oraz przy zaopatrywaniu się w środki produkcji i siłę roboczą. Szersza definicja pozwala dostrzec w niej proces, w którym uczestnicy rynku dążąc do realizacji swoich interesów, próbują przedstawić oferty korzystniejsze od innych ze względu na ocenę, jakość, warunki dostawy i inne czynniki mające wpływ na podjęcie decyzji o zawarciu transakcji (*Mała encyklopedia*

PWN, 1962, s. 301–302). Jednym z kluczowych czynników konkurencyjności jest infrastruktura techniczna, a sieć rozdzielcza stanowi jeden z jej fundamentalnych elementów. Sieć rozdzielcza umożliwia dostarczanie energii elektrycznej do gospodarstw domowych i przedsiębiorstw. Stabilne i niezawodne źródła energii są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania sektora gospodarczego. Sieć rozdzielcza umożliwia dostarczanie energii elektrycznej do gospodarstw domowych i przedsiębiorstw. Stabilne i niezawodne źródła energii są niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania sektora gospodarczego. Dobrze rozwinięta sieć rozdzielcza przyciąga inwestycje, ponieważ przedsiębiorstwa potrzebują pewnych i efektywnych dostaw energii. To z kolei sprzyja tworzeniu nowych miejsc pracy i rozwojowi lokalnej gospodarki.

Mając powyższe na uwadze, tematem pracy były zagadnienia związane z rozwojem infrastruktury technicznej w obszarach ciężenia portów lotniczych w Polsce. Celem badań była m.in. identyfikacja nierówności przestrzennych zagospodarowania infrastrukturalnego powiatów położonych w strefach oddziaływania portów lotniczych w Gdańsku, Szczecinie oraz Warszawie. W trakcie badań dokonano prognostycznej diagnozy poziomu rozwoju infrastruktury powiatów zlokalizowanych w izochronach tych trzech portów. W kroku tym sporządzono prognozy m.in. wartości miar charakteryzujących długość sieci rozdzielczej. Zakres czasowy prognoz objął lata 2022, 2023 oraz 2025, na podstawie materiału badawczego dla lat 2012–2022. Przedstawione analizy, jako kontynuacja wcześniejszych badań, mają na celu pogłębienie wiedzy na temat omawianego zjawiska (Surówka, 2023; Surówka, 2022).

W pracy w ramach prowadzonych badań realizowane były zarówno cele teoretyczne, jak i diagnostyczno-empiryczne. Praktyczny aspekt miał na celu przeprowadzenie analizy i oceny stopnia regionalnego zróżnicowania infrastrukturalnego powiatów zlokalizowanych na obszarach ciężenia badanych portów lotniczych. Badaniami empirycznymi objęto także obszary ciężenia pozostałych portów lotniczych. Publikacja tych wyników planowana jest w kolejnych opracowaniach. Główną hipotezą badawczą pracy jest stwierdzenie, iż powiaty znajdujące się na obszarach wpływu badanych portów lotniczych charakteryzują się trwałym i zrównoważonym rozwojem. W związku z tym prognozowania tego zjawiska można dokonywać w sposób efektywny. Zdecydowanie najgorszą trafność sporządzanych prognoz obserwujemy dla sieci rozdzielczej kanalizacyjnej. Obok niej postawiono również drugą hipotezę o brzmieniu: Powiaty położone w obszarze wpływu badanych portów zajmują różne miejsca w rankingach opartych na prognozowanych długościach sieci rozdzielczych: kanalizacyjnej, wodociągowej i gazowej. Zróżnicowanie to może wynikać z wielu czynników, takich jak inwestycje infrastrukturalne, rozwój urbanistyczny czy zmiany w polityce lokalnej. Dodatkowo powiaty znajdujące się w obszarach nakładających się izochron wykazują podobne pozycje w opracowanych rankingach dla każdej z analizowanych

zmiennych. W toku badania obie hipotezy zostały zweryfikowane pozytywnie, co pozwala przypuszczać, że wartości zmiennych charakteryzujących infrastrukturę nie podlegają dynamicznym zmianom, co powoduje, że sporządzanie prognoz kształtowania się tego zjawiska należy uznać za istotne.

Jeśli chodzi o obszary oddziaływania portów lotniczych, w tym przypadku powiaty znajdujące się w promieniu 100 km od portu lotniczego, mogą wykazywać podobne pozycje w rankingach dla każdej z analizowanych zmiennych, ponieważ w takich obszarach oddziaływania portów lotniczych często występuje zbliżony poziom dostępności transportowej, infrastrukturalnej i gospodarczej. Brak publikacji dotyczących analizy infrastruktury technicznej w powiatach położonych w strefach oddziaływania portów lotniczych w Polsce stanowi istotne ograniczenie dla badań w tej dziedzinie. Uniemożliwia porównanie ich z wynikami innych badaczy. Mając powyższe na uwadze, możliwe było odniesienie się jedynie do badań przeprowadzonych lokalnie. Ponadto dotychczasowe badania w zakresie analizowanej problematyki pozwoliły uzyskać m.in. następujące wyniki: w przypadku większości badanych powiatów długość sieci dystrybucyjnej wykazuje tendencję wzrostową, natomiast spadek dotyczy jedynie nielicznych z nich. Charakteryzuje je podobne tempo wzrostu i rozwoju we wszystkich badanych jednostkach. Podobne tendencje w swoich badaniach zauważyli także inni autorzy (Błachut i in., 2018; Kałuża-Jurczyńska i in., 2021). W trakcie analizy obszarów objętych badaniem zaobserwowano, że powiaty zlokalizowane na tych obszarach wykazują istotne zmiany w zajmowanych pozycjach w rankingach. Podobne tendencje zaobserwowali inni autorzy (Bożek, Szewczyk, 2014; Kołodziejczyk, 2017).

Wartości zmiennych (2022 r.) charakteryzujących sieć dystrybucyjną (rozdzielczą kanalizacyjną i wodociągową) są wyższe od średnich w obszarze wpływu Lotniska Chopina w miastach na prawach powiatu oraz powiatach: Skierniewice, grodziski, piaseczyński, pruszkowski, warszawski zachodni, Płock, Radom, Siedlce oraz Warszawa. W przypadku tych zmiennych widoczne są znaczne różnice, które mogą wynikać z różnych czynników. Badano także zmienną X_3 (długość sieci gazowej w km na 100 km² powierzchni). W przypadku sieci rozdzielczej gazowej są to, podobnie jak w przypadku zmiennej X_1 oraz X_2 , te same obiekty, ale również powiaty: legionowski oraz wołomiński. Tylko trzy powiaty w obszarze wpływu tego portu znajdują się w zasięgu działania innego portu (tomaszowski, grodziski oraz nowodworski).

Analizując obszar ciężenia Portu Lotniczego Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy, w przypadku zmiennych X_2 oraz X_3 , wartości wyższe od przeciętnych odnotowały jedynie miasta na prawach powiatu (Grudziądz, Gdańsk, Gdynia, Sopot oraz Elbląg). Do tej grupy zalicza się Grudziądz, miasto, które znajduje się również na obszarze wpływu Portu Lotniczego Bydgoszcz-Szwederowo. Zajmuje ono również najwyższą pozycję w rankingu w zakresie rozwoju infrastruktury

powiatów województwa kujawsko-pomorskiego. W przypadku zmiennej X_1 były to miasta na prawach powiatu oraz powiat pucki.

Na obszarze oddziaływania Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów zaobserwowano wartości zmiennej X_2 wyższe od średnich w przypadku dwóch jednostek oraz stolicy województwa (Gorzów Wielkopolski, Szczecin oraz powiat kołobrzeski). W strefie oddziaływania Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów znajdują się także powiaty czarnkowsko-trzcianecki oraz choszczeński, położone także w strefie wpływu Portu Lotniczego Poznań-Ławica. Zajmują one podobne pozycje w rankingach wartości prognozowanych zmiennych charakteryzujących sieć dystrybucyjną w obu obszarach oddziaływania portów lotniczych. Na obszarze oddziaływania Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów wyższe od średniej wartości zmiennej X_3 występują w powiatach: koszalińskim, Gorzów Wielkopolski, polickim oraz Szczecin. Są to jednostki zajmujące bardzo wysokie pozycje w rankingach.

Podsumowując dotychczas otrzymane rezultaty, można stwierdzić, że każdy z badanych obszarów ciążenia charakteryzuje się odmienną specyfiką oraz że obiekty położone w strefach wpływu co najmniej dwóch izochron w badanych obszarach wypadają podobnie. Dodatkowo z uwagi na różną liczebność jednostek zlokalizowanych w badanych strefach wpływu wyróżnia je zmienność pozycji zajmowanych w konstruowanych rankingach. Analizując badane powiaty, warto zwrócić uwagę, że najwyższym tempem wzrostu poziomu zagospodarowania infrastrukturalnego, według sporządzonych prognoz, charakteryzować powinny się w badanym okresie powiaty: gdański (obszar ciążenia Portu Lotniczego Gdańsk-Rębiechowo im. Lecha Wałęsy), warszawski (obszar ciążenia Lotniska Chopina w Warszawie) oraz szczeciński (obszar ciążenia Portu Lotniczego Szczecin-Goleniów). Te obszary mają potencjał do dynamicznego rozwoju infrastruktury ze względu na bliskość dużych portów lotniczych oraz ich wpływ na lokalną gospodarkę i transport. Powiaty zajmujące najniższe pozycje w rankingach borykać mogą się z różnymi wyzwaniami, takimi jak mniejsze inwestycje czy niższe zapotrzebowanie na infrastrukturę techniczną. Ponadto analiza danych statystycznych w układzie regionalnym uwidacznia znaczne zróżnicowanie zmiennych charakteryzujących długość sieci rozdzielczej. Przy czym najbardziej zróżnicowanym regionalnie czynnikiem jest długość sieci rozdzielczej kanalizacyjnej.

Potrzeba prognozowania wynika najczęściej z chęci poznania przyszłości. Szczególnie istotnym etapem prognozowania jest weryfikacja prognoz i ocena ich jakości, która ma podstawowe znaczenie dla ewentualnego wykorzystania tej prognozy. Oceny jakości prognozy można dokonać, opierając się o błędy prognoz. Analizując to zróżnicowanie dla przyjętych do badania zmiennych, można stwierdzić istotne nierówności w ujęciu terytorialnym. Przyjęta procedura badawcza umożliwiła między innymi identyfikację tych różnic.

BIBLIOGRAFIA

- Błachut, B., Cierpiał-Wolan, M., Czudec, A., Kata, R. (2018). *Wydatki inwestycyjne jednostek samorządu terytorialnego a rozwój przedsiębiorczości w regionie Polski Południowo-Wschodniej*. Rzeszów: Urząd Statystyczny w Rzeszowie.
- Bożek, J., Szewczyk, J. (2014). Zróżnicowanie powiatów województwa małopolskiego pod względem poziomu infrastruktury technicznej i społecznej. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie, Ekonomia i Organizacja Gospodarki Żywnościowej*, 108, 69–78.
- Chwastek, M., Badach, E., Strojny, J. (2021). Management of Technical Infrastructure Development at Communes in the Małopolskie Province in Terms of Sources of Financing. *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Organizacja i Zarządzanie*, 151, 99–113.
- Cieślak, M. (2005). *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Cyrek, M. (2007). Wiedza jako podstawowy czynnik konkurencyjności we współczesnej gospodarce. W: S. Makarski (red.), *Transfer wiedzy i działań innowacyjnych w obszarze agrobiznesu*. Rzeszów: Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego.
- Czemiel-Grzybowska, W. (2010). *Finansowanie rozwoju regionalnego z funduszy strukturalnych 2007–2013. Polska Wschodnia szansa i możliwości rozwoju*. Białystok: Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej.
- Gorzelać, G., Jałowiecki, B. (2000). Konkurencyjność regionów. *Studia Regionalne i Lokalne*, 1, 7–24.
- Gorynia, M., Łaźniewska, E. (2012). *Konkurencyjność regionalna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Góralski, P., Lazarek, M. (2009). Czynniki kształtujące konkurencyjność regionów. *Zeszyty Naukowe SGGW, Polityki Europejskie, Finanse i Marketing*, 1(50), 307–315. DOI: 10.22630/PEFIM.2009.1.50.23.
- Herbst, K. (2006). Czy ekonomia społeczna wspomogła rozwój? *Ekonomia Społeczna. Teksty*, 15.
- Infrastruktura komunalna-wodociągowa i kanalizacyjna w 2022 roku (2022)*. Warszawa: Główny Urząd Statystyczny. Pobrano z: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/infrastruktura-komunalna-nieruchomosci/nieruchomosci-budynki/infrastruktura-komunalna/infrastruktura-komunalna-wodociagowa-i-kanalizacyjna-w-2023-roku,10,7.html> (2024.09.24).
- Kaja, J., Piech, K. (2005). *Rozwój oraz polityka regionalna i lokalna*. Warszawa: Wydawnictwo SGH.
- Kałuża-Jurczyńska, J., Kamiński, S., Rozynek, M., Sobik, P., Szalla, B. (2021). *Mienie gmin i powiatów w latach 2018–2020*. Warszawa – Wrocław: Główny Urząd Statystyczny.
- Kołodziejczyk, D. (2017). Ocena spójności terytorialnej pod względem infrastruktury technicznej gmin w Polsce w latach 2005–2015. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 19(2), 114–120.
- Kosiedowski, W. (2005). *Samorząd terytorialny w procesie rozwoju regionalnego i lokalnego*. Toruń: Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa „Dom Organizatora”.
- Kujawiak, M. (2016). Analiza obszaru oddziaływania Portu Lotniczego – przegląd metod badawczych. *Studia Oeconomica Posnaniensia*, 4(7), 112–120. DOI: 10.18559/SOEP.2016.7.6.

- Leśniewski, M.A., Dziekański, P. (2011). Polityka rozwoju regionalnego w warunkach procesów integracyjnych. *Stowarzyszenie Nauka, Edukacja, Rozwój*.
- Lira, J. (2016). Wpływ infrastruktury gospodarczej na rozwój przedsiębiorczości na obszarach wiejskich woj. wielkopolskiego. *Wiadomości Statystyczne*, 5, 48–62.
- Mała encyklopedia ekonomiczna*. (1962). Warszawa: Wydawnictwo Ekonomiczne.
- Migała-Warchoł A., Surówka A. (2022). Forecasting macroeconomic indicators for selected European Union countries. *European Research Studies Journal*, XXV(2), 420–431. DOI: 10.35808/ersj/2930.
- Milek, D. (2022). Disparities in the level of regional technical infrastructure development in Poland: multicriteria analysis. *Equilibrium*, 17(4), 1087–1113. DOI: 10.24136/eq.2022.036.
- Myeyer, B., Milewski, D. (2009). *Strategie rozwoju turystyki w regionie*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Namyślak, B. (2006). Konkurencyjności regionów w ujęciu teoretycznym. Próba oceny poziomu konkurencyjności regionów w Polsce. W: A. Klasik (red.), *Przedsiębiorcze i konkurencyjne regiony w perspektywie spójności przestrzeni europejskiej*. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej w Katowicach* (s. 57–76). Katowice: Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach.
- Polna, M. (2017). Przestrzenne zróżnicowanie infrastruktury technicznej i społecznej w Polsce w latach 2005–2015. *Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae*, 3(1), 161–174.
- Pomianek, I. (2020). Diversity of Polish Regions in the Level of Technical Infrastructure Development. *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, 19(3), 75–83. DOI: DOI: 10.22630/ASPE.2020.19.3.30.
- Raport o stanie powiatu płońskiego za 2021 rok* (2022). Płońsk: Zarząd Powiatu Płońskiego.
- Rosłanowska-Plichcińska, K., Jarosiński, M. (1996). *Granice konkurencji. Grupa Lizbońska*. Warszawa: Wydawnictwo Poltex.
- Rudnicki, M. (2000). *Polityka regionalna Unii Europejskiej*. Poznań: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej.
- Salamon, J., Łukasiewicz, M. (2018). Rola infrastruktury w rozwoju zrównoważonym województw – analiza porównawcza. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, III/1, 517–531. DOI: 10.14597/INFRAECO.2018.2.1.035.
- Stanisz, A. (2007). *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem Statistica Pl na przykładach z medycyny*. Kraków: StatSoft Polska.
- Strahl, D. (2005). Miara konkurencyjności regionu zorientowana na przyszłość. *Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu*, 1095, 23–33.
- Strategia rozwoju powiatu tomaszowskiego na lata 2021–2030*. Tomaszów Mazowiecki: Centrum Funduszy UE.
- Strzelecki, Z. (2008). *Gospodarka regionalna i lokalna*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Surówka, A., Kustrzyk, J. (2019). Prognozowanie możliwości rozwoju transportu lotniczego w Polsce w świetle badań własnych. *Problemy Nauk Stosowanych*, 10, 97–106.

- Surówka, A. (2023). Statistical and Forecasting Analysis of the Development of Technical Infrastructure in the Vicinity of Airports in Poland. W: *Proceedings of the International Scientific Conference Hradec Economic Days 2023*, vol. 13 (s. 641–653). Hradec Králové: University of Hradec Králové.
- Surówka, A. (2022). Spatial Differentiation of the Situation on Local Labor Markets in the Areas of Impact of Airports in Poland. W: *Proceedings of the International Scientific Conference Hradec Economic Days 2022*, vol. 12 (s. 727–738). Hradec Králové: University of Hradec Králové.
- Surówka, A. (2007a). Taksonomiczna analiza infrastruktury w Polsce Wschodniej w przekroju gmin. W: *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych. Seria VIII* (s. 389–398). Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Surówka, A. (2007b). Taksonomiczna analiza zróżnicowania infrastruktury w województwach Polski Wschodniej. W: B. Plawy (red.), *Uwarunkowania rozwoju regionalnego w Polsce Wschodniej*. Warszawa: Wydawnictwo Podlaska Spółdzielnia PHU.
- Wawrzyniak, D. (2015). Analiza porównawcza poziomu rozwoju infrastruktury technicznej województw Polski z wykorzystaniem metod taksonomicznych. W: *Metody ilościowe w badaniach ekonomicznych. Tom XVI/4*, (s. 181–190). Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Wołkowicz, A. (2015). Modele ekonometryczne jako narzędzie sterowania procesami technologicznymi. *Ekonometria. Prace Naukowe Wydawnictwa Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 2(48), 67–77. DOI: 10.15611/ekt.2015.2.06.
- Wosiek, M. (2010). Strukturalne uwarunkowania konkurencyjności regionów Polski Wschodniej w przestrzeni krajowej i europejskiej. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 16, 388–402.