

Modelowa interpretacja struktury przestrzennej miasta a polityka przestrzenna. Przykład Rzeszowa

Model interpretation of the city's spatial structure and spatial policy. Example of Rzeszów

Streszczenie

W Polsce w instrumentach planistycznych niedoceniane są modelowe interpretacje struktury przestrzennej miast. Jednak wykorzystanie tych modeli mogłoby stać się wartościowym narzędziem w prowadzeniu polityki przestrzennej. Model miasta przedstawiony w formie konstrukcji urbanistycznej jest efektem interpretowania na przystępny język różnego typu informacji i danych przestrzennych. Celem badań jest poszukiwanie graficznej reprezentacji struktury funkcjonalno-przestrzennej miasta i metodologii waloryzowania przestrzeni zurbanizowanej pod kątem jakości środowiska mieszkaniowego. W badaniach wykorzystano klasyczne metody stosowane w urbanistyce i architekturze. Głównym wnioskiem z badań jest stwierdzenie, że czytelny plan miasta może stać się przydatnym narzędziem do kształtowania wysokiej jakości środowiska zurbanizowanego. Model struktury przestrzenno-funkcjonalnej Rzeszowa może służyć jako przykład dla innych miast w Polsce.

Abstrakt

In Poland, model interpretations of the spatial structure of cities are undervalued in planning instruments. However, the use of these models could become a valuable tool in spatial policy making. A city model presented in the form of an urban structure is the result of interpreting various types of spatial information and data into an accessible language. The aim of the research is to find a graphical representation of the functional-spatial structure of the city and a methodology for the valorisation of urbanised space in terms of the quality of the residential environment. The research was carried out using classical methods of urban planning and architecture. The main conclusion of the research is that a legible city plan can become a useful tool to design a high quality urban environment. The spatial-functional structure model of Rzeszów can serve as an example for other cities in Poland.

Słowa kluczowe: konstrukcja urbanistyczna, węzły miejskości, korytarze rozwoju, modelowanie rozwoju przestrzennego, narzędzia planistyczne
Keywords: urban construction, urban nodes, development corridor, spatial development modelling, planning tools

Wstęp i tło teoretyczne

Środowisko fizyczne, zdrowe, bezpieczne, zaspokajające potrzeby mieszkańców czy innych użytkowników miasta, czyli skoordynowane, wpływa pozytywnie na wysoką jakość środowiska mieszkaniowego, a tym samym na sukces całego miasta (Jagiełło-Kowalczyk, 2012). Przedmiotem zaprezentowanych badań jest struktura przestrzenno-funkcjonalna miasta Rzeszowa. Głównym celem artykułu jest rozpoznanie i scharakteryzowanie współczesnych procesów zagospodarowania przestrzennego oraz prezentacja graficznej reprezentacji struktury miasta. Metodologia graficznej reprezentacji struktury miasta wiąże się z problematyką waloryzowania przestrzeni zurbanizowanej. Przewiduje się kilka etapów badań. Początkowym etapem prac badawczych, które zostały zaprezentowane w tym artykule, jest przedstawienie modelowej interpretacji struktury miasta, która na kolejnych etapach prac ułatwi jej parametryzację, a następnie ocenę jej potencjałów rozwojowych. Planowanym końcowym etapem badań będzie ranking

Introduction and Theoretical Background

A physical environment that is healthy, safe and meets the needs of residents or other users of the city, i.e. a coordinated environment, positively influences the high quality of the residential environment and thus the success of the entire city (Jagiełło-Kowalczyk, 2012). The subject of the presented research is the spatial-functional structure of the city of Rzeszów. The main objective of the article is to identify and characterise contemporary spatial development processes and to present a graphical representation of the city structure. The methodology of the graphic representation of the city structure is related to the problem of the valorisation of the urbanised space. Several stages of research are planned. The first stage of the research work presented in this article is the presentation of a model interpretation of the city structure, which in subsequent stages of the research work will facilitate its parameterisation and subsequent assessment of its development potential.

potencjalnych lokalizacji w mieście tworzone w zależności od potrzeb i preferencji użytkownika, w tym przede wszystkim użytkownika i mieszkańca poszukującego optymalnego miejsca do zamieszkania.

Teoretyczne podstawy problematyki transformacji struktur przestrzennych oraz tworzenia ich interpretacji graficznej na potrzeby planowania i projektowania urbanistycznego ujęto w publikacjach Mironowicz (2016), Mironowicz i Majdy (2017), Ossowicza (2010, 2019) i Guallarta (2008). Natomiast teoretyczne podstawy oraz aparat pojęciowy wyjaśniający ideę konstrukcji urbanistycznej i aspekty brane pod uwagę w ocenie ich potencjałów strukturotwórczych zawarte są w publikacjach Zuziaka (Zuziak, 2017a, 2017b, 2018; Zuziak et al., 2019). Poszukiwanie nowych formuł planistycznych oraz rozwój warsztatu urbanistycznego, formułowanie strategii rozwojowych zmierzających do integrowania struktur przestrzennych w ujęciu syntetyzującym prezentują prace również Zuziaka (Zuziak, 2008, 2017b; Zuziak, 1998). Przekonujące argumenty przemawiające za podejściem do projektowania i planowania rozwoju miast, które polega na innowacyjnym kojarzeniu klasycznych technik planowania przestrzennego z projektowaniem urbanistycznym zaprezentowała Solarek (2019).

Jedną z pierwszych modelowych interpretacji struktury przestrzennej miasta z powodzeniem wykorzystaną do wdrażania długofalowej strategii rozwoju miasta był słynny Plan Palczasty Kopenhagi (Fingerplanen) z lat 40. XX wieku. Strategia rozwoju urbanistycznego, której założeniem było koncentrowanie zabudowy i zagospodarowanie terenów wzdłuż pasm wyznaczonych trasami przebiegu kolei podmiejskiej i metra, została przedstawiona w postaci wyrazistych antropomorficznych ideogramów. Dzięki temu kompleksowemu planowi obszar metropolitalny Kopenhagi z powodzeniem uniknął zjawiska niekontrolowanego rozlewania się miast. Biorąc pod uwagę dobrze znane wyzwania związane z planowaniem urbanistycznym, zaskakujące jest, jak skuteczny był ten plan w zarządzaniu procesem ekspansji i rozwoju, zaakceptowany zarówno przez planistów, jak i mieszkańców (Sørensen & Torfing, 2019).

Kolejnym przykładem wykorzystania modeli w procesie planistycznym są modele transportowe tzw. Land-Use Transportation Interactions (LUTI). Bazują one na współzależności pomiędzy rozwojem systemu transportowego a zmianami w sposobie użytkowania terenów. Wykorzystywane są do planowania według zasad urbanizacji zorientowanej na transport publiczny (transit oriented development – TOD) (Wesołowski, 2023). Dzięki wykorzystaniu technologii informatycznych modele te stają się coraz bardziej popularne, na przykład do symulacji czasoprzestrzennej dynamiki zmian użytkowania gruntów i dostępności do nich (Xu et al., 2022). W Polsce powiązanie rozwoju sieci transportowej z zagospodarowaniem przestrzennym zostało wykorzystane przez Zipsera w modelu symulacyjnym pośrednich możliwości ORION, w którym funkcją modelowania mechanizmów strukturotwórczych jest przyciąganie skoncentrowanych różnorodnych aktywności miejskich (Zipser, 2010). Rozwój strukturalnych i obliczeniowych podejść do modelowania przestrzeni miejskich był w dużej mierze możliwy

The final planned stage of the research will be a ranking of potential locations in the city, created according to the needs and preferences of the user, primarily the user and the resident looking for the optimal place to live.

The theoretical underpinnings of the problem of the transformation of spatial structures and the creation of their graphic interpretation for the purposes of urban planning and design can be found in the publications of Mironowicz (2016), Mironowicz and Majdy (2017), Ossowicz (2010, 2019) and Guallart (2008). On the other hand, the theoretical foundations and conceptual apparatus explaining the idea of urban construction and the aspects taken into account when assessing its structuring potential are contained in Zuziak's publications (Zuziak, 2017a, 2017b, 2018; Zuziak et al., 2019). The search for new planning formulas and the development of the urban planning workshop, the formulation of development strategies aimed at integrating spatial structures in a synthesising approach are also presented in Zuziak's works (Zuziak, 2008, 2017b; Zuziak, 1998). Solarek (2019) has presented compelling arguments in favour of an approach to urban development design and planning that includes the innovative combination of classical spatial planning techniques with urban design.

One of the first model interpretations of a city's spatial structure that was successfully used in practise to implement a long-term urban development strategy was the famous Finger Plan of Copenhagen in the 1940s. The urban development strategy, based on the premise of concentrating development and land use along the strips delineated by the suburban railway and metro lines, was presented in the form of expressive anthropomorphic ideograms. With this comprehensive plan, the Copenhagen metropolitan area has successfully avoided the phenomenon of urban sprawl. Given the well-known challenges of urban planning, it is surprising how effective this plan has been in managing the expansion and development process, and how it has been accepted by planners and residents alike (Sørensen, Torfing, 2019).

Another example of the use of models in the planning process is the so-called Land-Use Transportation Interactions (LUTI) transport model. They are based on the interdependence between the development of the transport system and changes in land use. They are used for planning according to the principles of Transit Oriented Development (TOD) (Wesołowski, 2023). Thanks to the use of information technology, these models are becoming increasingly popular, for example for the spatio-temporal simulation of the dynamics of land use change and accessibility (Xu et al., 2022). In Poland, Zipser has used the link between transport network development and land use in the ORION indirect opportunity simulation model, where the function of modelling structure mechanisms is to attract concentrated diverse urban activities (Zipser, 2010). The development of structural and

dzięki opracowaniu na początku lat 80. XX wieku metod analizy sieci opartych na grafach i składni przestrzeni (Space Syntax) (Hillier & Hanson, 1988). Narzędzia i metody składni przestrzeni (Space Syntax) umożliwiają analizowanie cech morfologicznych układów przestrzennych, ocenianie wartości przestrzeni oraz jej społecznej funkcjonalności i przydatności w istniejących lub planowanych strukturach architektonicznych i urbanistycznych. Dodatkowo umożliwiają one definiowanie sposobów przekształcania tych struktur w celu stworzenia nowych wzorców przestrzennych (Lamprecht, 2020). Warto dodać, że obecnie zarówno modele transportowe, jak i metody składni przestrzeni zyskują na znaczeniu dzięki sztucznej inteligencji.

Ciekawym przykładem wartym zaprezentowania ze względu na podjętą problematykę jest teoretyczny model miasta, który jest efektem poszukiwań czysto matematycznych zależności i praw rządzących organizacją miast. Model został sformułowany przez Westa, fizyka zajmującego się problematyką systemów złożonych (West, 2018). Badacz założył, że miasto jako system złożony można ująć w formie zależności różnych wskaźników infrastruktury technicznej. Studia wskaźników, takich jak liczba stacji paliw czy powierzchnia dróg pokazały, że kiedy miasta dwukrotnie powiększają swój rozmiar, ich zasoby rosną jedynie o 85%. West odkrył także, że matematyczne zależności stosują się także do negatywnych zjawisk w mieście, w tym m.in. przestępstwa, choroby i ruch samochodowy. W konkluzji autor stwierdza, że niezależnie od historii miasta i jego położenia geograficznego przy dwukrotnym wzroście liczby mieszkańców stają się oni o 15% bogatsi i o 15% bardziej innowacyjni. Należy zauważyć też, że reguła 15% może mieć zastosowanie także do innych zjawisk miejskich, takich jak średni czas przemieszczania się, liczba instytucji publicznych, ale także zjawisk negatywnych, jak szybkość rozprzestrzeniania się chorób i liczba przestępstw (West, 2018).

Do współczesnych interesujących przykładów wykorzystania modelowych interpretacji struktur przestrzennych do wdrażania projektów strategicznych można zaliczyć te dotyczące obszarów koncertujących funkcje metropolitalne, takie jak nowe centrum biznesowe Zuidas w Amsterdamie, Ørestad w Kopenhadze, CityLife w Mediolanie, HaffenCity w Hamburgu, Morden Wharf w Londynie czy Union Point koło Bostonu. W Polsce znaczący wkład w rozwój teorii i innowacyjnych praktyk planistycznych wniósł Zuziak. Zuziak wraz z transdyscyplinarnym zespołem był inicjatorem wielopłaszczyznowego modelu dla Krakowa oraz Rzeszowa (Gyrkovich et al., 2016; Zuziak et al., 2019; Zuziak, Ogrodnik, 2018).

Zuziak definiuje model przestrzennej struktury miasta „jako konstrukcję intelektualną określającą zasady geometryzacji struktury przestrzennej miasta” (Zuziak, Ogrodnik, 2018). Według badacza, formułowanie zasad geometryzacji wymaga szerokiej wiedzy oraz umiejętności myślenia na wysokim poziomie abstrakcji. Model przestrzennej struktury miasta jest określany też jako konstrukcja urbanistyczna. Wywodzi się to z koncepcji sformułowanej przez Rossiego polegającej na rozumieniu urbanistyki jako architektury miasta, wtedy – podobnie jak w architekturze – możemy zidentyfikować szkielet konstrukcyjny (Rossi,

computational approaches to modelling urban spaces was largely enabled by the development of network analysis methods based on graphs and space syntax in the early 1980s (Hillier, Hanson, 1988). Space syntax tools and methods make it possible to analyse the morphological characteristics of spatial systems, to assess the value of space and its social functionality and suitability in existing or planned architectural and urban structures. Furthermore, they make it possible to define ways of transforming these structures to create new spatial patterns (Lamprecht, 2020). It is worth noting that today both transport models and spatial syntax methods are gaining importance thanks to artificial intelligence.

An interesting example, which is worth presenting because of the issues involved, is the theoretical model of the city, which is the result of a search for purely mathematical relationships and laws governing the organisation of cities. The model was formulated by West, a physicist working on complex systems problems (West, 2018). The researcher assumed that a city as a complex system could be captured in terms of the interdependencies of various technical infrastructure indicators. Studies of indicators such as the number of petrol stations or the surface area of roads showed that when cities double in size, their resources increase by only 85%. West also found that the mathematical relationships also apply to negative phenomena in a city, including crime, disease and traffic. The author concludes that regardless of a city's history or geographical location, doubling its population makes it 15% richer and 15% more innovative. It should also be noted that the 15% rule can be applied to other urban phenomena such as average travel time, the number of public institutions, but also to negative phenomena such as the rate of disease spread and the number of crimes (West, 2018). Interesting contemporary examples of the use of exemplary interpretations of spatial structures for the implementation of strategic projects include areas that coordinate metropolitan functions, such as the new Zuidas business centre in Amsterdam, Ørestad in Copenhagen, CityLife in Milan, HaffenCity in Hamburg, Morden Wharf in London or Union Point near Boston. In Poland, Zuziak has made significant contributions to the development of planning theory and innovative practise. Together with a transdisciplinary team, Zuziak initiated a multifaceted model for Krakow and Rzeszow (Gyrkovich et al., 2016; Zuziak et al., 2019; Zuziak, Ogrodnik, 2018).

Zuziak defines the spatial structure model of a city 'as an intellectual construct that defines the rules for geometrising the spatial structure of a city' (Zuziak, Ogrodnik, 2018). According to the researchers, formulating the principles of geometrisation requires extensive knowledge and the ability to think at a high level of abstraction. A model of the spatial structure of a city is also referred to as an urban construction. This derives from the concept formulated by Rossi of understanding urbanism as the architecture of the

1984). Miasto w jego rozumieniu to całokształt określonych elementów urbanistycznych, które funkcjonują jako „jądra agregacji”. Te elementy urbanistyczne, które mają charakter dominujący nazywa elementami pierwotnymi, ponieważ uczestniczą one w ewolucji miasta w sposób niezwykle trwałe, stając się identyfikowanymi wyrazistymi artefaktami. Połączenie tych podstawowych elementów wraz ze szkieletem konstrukcyjnym składa się na fizyczną kompletną strukturę miasta (Rossi, 1984).

Odwołując się do podejścia, w którym miasto jest metaforą organizmu żywego, konstrukcję urbanistyczną można zdefiniować jako szkielet, który stabilizuje i podtrzymuje złożony metabolizm miasta. W modelowych interpretacjach struktury przestrzennej miasta powinny być wyartykułowane charakterystyczne elementy tej struktury oraz związki między nimi. Do podstawowych elementów konstrukcji urbanistycznej należą miejsca węzłowe i korytarze rozwoju, które mają kluczowe znaczenie w budowie systemu miejskiego, zwłaszcza w integrowaniu poszczególnych jego warstw. Zuziak postuluje, aby kierunki zmian w konstrukcji urbanistycznej miasta były podstawą ustaleń polityki przestrzennej zapisane w dokumentach planistycznych oraz procesów rozwoju i transformacji przestrzeni miasta (Zuziak et al., 2019).

Poniżej przedawniono syntetyczne definicje miejsc węzłowych i korytarzy rozwoju:

- Miejsce węzłowe (*the node*) używa się w definiowaniu elementów konstrukcji urbanistycznej w znaczeniu podobnym do tego, w jakim używał go Kevin Lynch. Miejsce węzłowe jest to obszar wyróżniający się ze struktury przestrzenno-funkcjonalnej koncentracją specyficznych funkcji i form miejskich. Wyróżnikiem miejsc węzłowych jest przestrzeń publiczna, której jakość i atrakcyjność wpływa na współczesne formy życia miejskiego. W węzłach przecinają się ważne ciągi komunikacyjne.
- Korytarz rozwoju (*development corridor*) jest pasmowym układem struktury przestrzennej miasta, w którego osi przebiega ważniejsza ulica, rzeka lub inny ciąg komunikacyjny. Korytarz porządkuje kompozycyjnie koncentrację zabudowy wraz z towarzyszącą jej przestrzenią publiczną. Można wyróżnić różne typy korytarzy, takie jak korytarze miejskie, korytarze błękitno-zielone i korytarze transportowe. Korytarze najczęściej integrują węzły miejskości.

Przykład Rzeszowa

W miastach wkraczających w fazę rozwoju metropolitalnego (w takiej fazie rozwoju znajduje się Rzeszów (Sikora, 2019)) problemem staje się kształtowanie polityki przestrzennej oraz planistycznych aspektów oceny potencjałów rozwojowych śródmieścia w kontekście jego strukturalnych powiązań z innymi węzłami miejskości. Powiązania te tworzą policentryczną sieć różnego typu miejsc węzłowych, wśród których centrum miasta i śródmieście wymagają szczególnego podejścia ze względu na wysokie nasycenie wartościami dziedzictwa materialnego i kulturowego (Zuziak, 2017b). Ekspansja miejska polskich miast wymaga znacznych wysiłków w zakresie planowania i inwestycji infrastrukturalnych w celu ograniczenia rozrostu, przy jednoczesnym zwiększeniu terenów

city, in which case, by analogy with architecture, we can identify a structural skeleton (Rossi, 1984). The city, as he understands it, is the totality of specific urban elements that function as 'nuclei of aggregation'. He calls these urban elements, which have a dominant character, primary elements, because they participate in the evolution of the city in an extremely permanent way, becoming identified expressive artefacts. The combination of these primary elements, together with the structural skeleton, constitutes the complete physical structure of the city (Rossi, 1984). Following the approach that the city is a metaphor for a living organism, the urban structure can be defined as the skeleton that stabilises and supports the complex metabolism of the city. Model interpretations of the spatial structure of a city should articulate the characteristic elements of this structure and the relationships between them. Among the basic elements of the urban structure are nodes and development corridors, which are crucial in the construction of the urban system, especially in the integration of its different layers. Zuziak postulates that the directions of changes in the urban structure of a city should be the basis of the spatial policy established in the planning documents and the processes of development and transformation of the urban space (Zuziak et al., 2019). Synthetic definitions of nodes and development corridors are given below:

- The nodal place (the node) is used to define elements of urban design in a sense similar to that used by Kevin Lynch. A nodal place is an area that is distinguished from the spatial-functional structure by a concentration of specific urban functions and forms. The characteristic feature of nodes is the public realm, the quality and attractiveness of which influences contemporary forms of urban life. The major transport routes intersect at nodes.
- The development corridor is a band-shaped arrangement of a city's spatial structure, with a major road, river, or other transport route running along its axis. The corridor provides a compositional order to the concentration of development and associated public space. Different types of corridors can be distinguished, such as urban corridors, blue-green corridors and transport corridors. Corridors are more often integrated with urban nodes.

Example of Rzeszów

In cities entering a phase of metropolitan development, and Rzeszów is in such a phase (Sikora, 2019), it becomes a problem to formulate the spatial policy and planning aspects of assessing the development potential of the city centre in the context of its structural links with other nodes of urbanity. These links form a polycentric network of different types of nodes, among which the city centre and the inner city require a special approach due to their high saturation with values of material and cultural heritage

zielonych aktywnych ekologicznie (Szopińska-Mularz, Lehmann, 2023). Istotne stają się też rozpoznawanie mechanizmów i czynników rozwoju, których wykorzystanie doprowadzi do pozytywnych zmian na danym obszarze, integracji przestrzennej, a także rozpoznanie i niwelowanie barier rozwojowych (Martyka, 2022).

W Rzeszowie działa kilka klastrów przemysłu lotniczego (Dolina Lotnicza), w ramach których ponad 90 zakładów w sektorze lotniczym ma swoje siedziby w sąsiedztwie portu lotniczego Rzeszów-Jasionka. Przedsiębiorstwa te specjalizują się, między innymi, w wysokich technologiach, takich jak: przemysł precyzyjny i elektroniczny oraz w usługach *high-tech*. Rzeszów jest też jednym z ważniejszych ośrodków akademickich w regionie o ugruntowanej pozycji. Potencjał oraz jakość szkolnictwa wyższego, a także rozwijająca się gospodarka oparta na wiedzy stanowią ważny czynnik podnoszenia konkurencyjności miasta. Ponadto Rzeszów znajduje się w nielicznej grupie miast, które w prognozach demograficznych odnotowują wyraźne tendencje wzrostowe. Jest też jednym z miast wojewódzkich, które poza funkcjami regionalnymi pełni także wiele funkcji o znaczeniu krajowym i międzynarodowym. Warto tu dodać, że najszybszy wzrost gospodarczy, dorównujący tempem obszarom metropolitalnym, odnotowano właśnie w podregionie rzeszowskim. Szybki wzrost gospodarczy jest bowiem, jak wskazują eksperci, cechą obszarów metropolitalnych (Domański, 2018). Procedura delimitacji konstrukcyjnych elementów przestrzennej struktury Rzeszowa była kilkietapowa. Rozpoczęto ją od poznania i analizy stanów aktualnych, przede wszystkim przestrzennych, ale również infrastrukturalnych, kulturowych i społecznych. Zdefiniowano kryteria identyfikacji węzłów i korytarzy (Martyka, 2019). Na wstępnym etapie prac poszukiwane były również optymalne sposoby graficznej prezentacji modelu uwzględniające różnice, jakie występują pomiędzy poszczególnymi typami korytarzy i węzłów oraz w zależności od rozpatrywanej skali: w regionie, w granicach administracyjnych miasta i śródmieściu. Analizy korytarzy transportowych zostały przeprowadzone na podstawie modelu makrosymulacyjnego opracowanego dla miasta w 2016 roku przez firmę Collect Consulting S.A. uaktualnionego o dane pozyskane z Zarządu Dróg Miejskich w Rzeszowie i Zarządu Transportu Miejskiego w Rzeszowie. Stworzono model podstawowy, aktualnej sytuacji przestrzennej w 2019 roku, na podstawie którego dokonano oceny potencjałów rozwojowych miejsc węzłowych i korytarzy rozwoju.

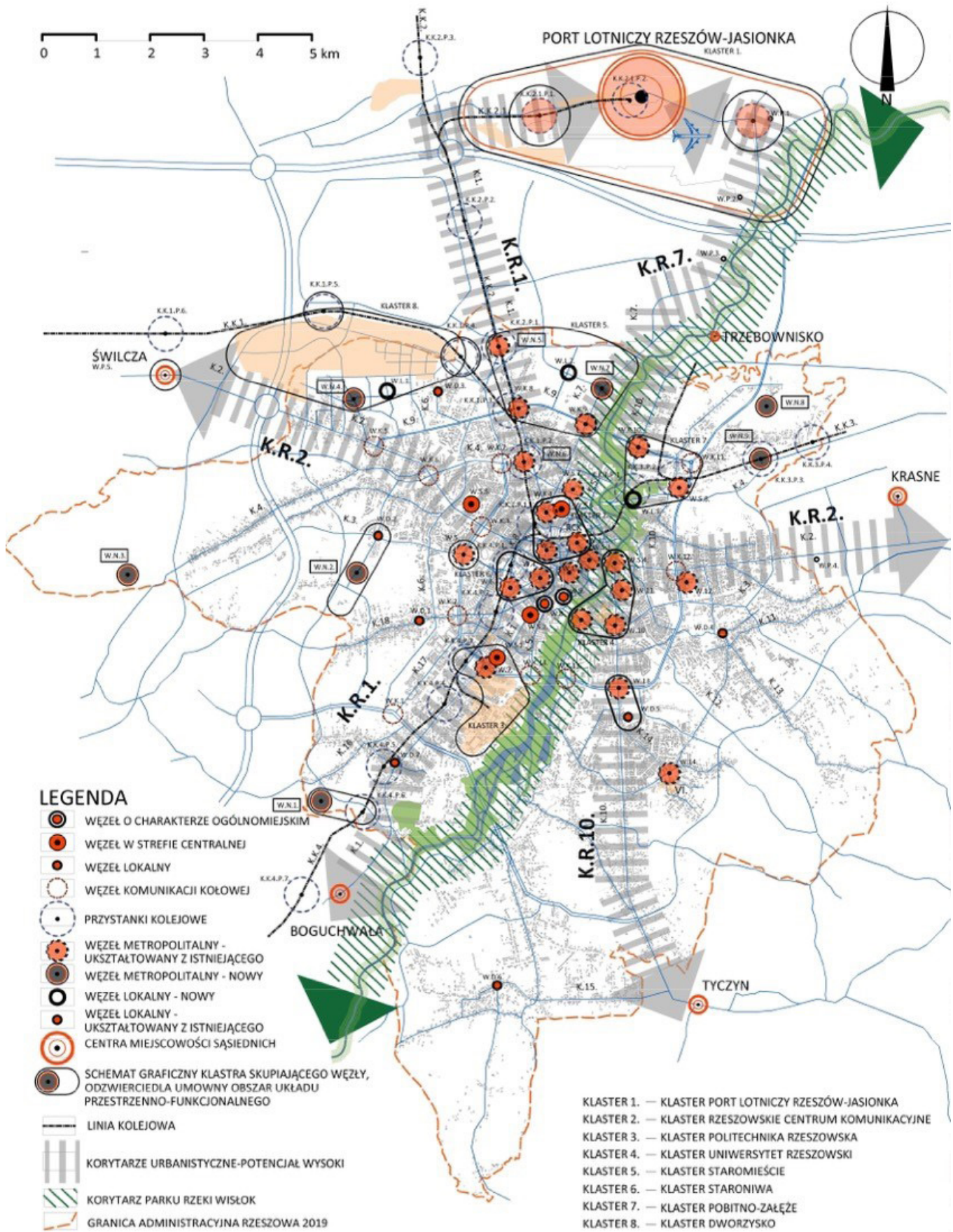
Do oceny potencjałów strukturotwórczych oraz zdolności elementów konstrukcji urbanistycznej Rzeszowa do 'przyjmowania' funkcji metropolitalnych wykorzystano podstawowe metody porządkowania liniowego. Metody porządkowania liniowego są najczęściej wykorzystywane w badaniach ekonomicznych i taksonomicznych w celu klasyfikacji obiektów, takich jak np. kraje ze względu na poziom ich rozwoju gospodarczego, przedsiębiorstw ze względu na ich kondycję finansową czy produktów ze względu na wartość użytkową. Idea wszystkich metod porządkowania liniowego dwóch różnych obiektów, które posiadają wielowymiarowy charakter polega na znalezieniu między nimi zależności i stwierdzeniu, który z nich jest pierwszy (lepszy), który drugi (gorszy), a także

(Zuziak, 2017b). The urban expansion of Polish cities requires significant planning efforts and infrastructure investments in order to limit urban sprawl while increasing ecologically active green areas (Szopińska-Mularz, Lehmann, 2023). It is also important to identify development mechanisms and factors, the use of which will lead to positive changes in a given area, spatial integration, and identification and removal of development barriers (Martyka, 2022).

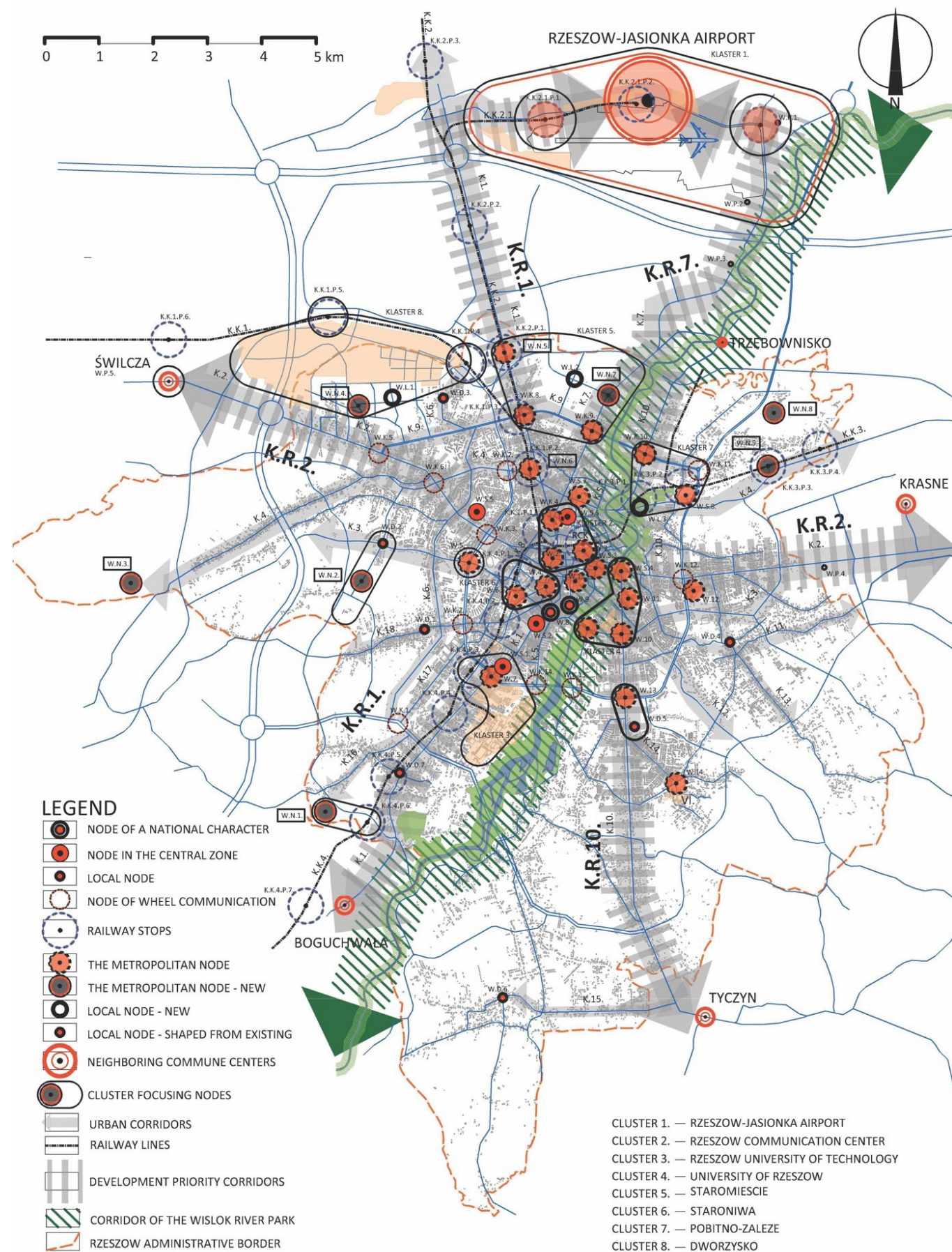
Rzeszów is home to several aviation industry clusters (Aviation Valley), with more than 90 aviation-related companies located in the vicinity of Rzeszów-Jasionka Airport. These companies specialise in high-tech industries such as precision engineering and electronics, as well as high-tech services. Rzeszów is also one of the most important and well-established academic centres in the region. The potential and quality of higher education and the developing knowledge-based economy are important factors in increasing the competitiveness of the city. In addition, Rzeszów belongs to a small group of cities with a clear upward trend in demographic forecasts. It is also one of the voivodeship's cities that, in addition to its regional functions, performs many functions of national and international importance. It should be added that the fastest economic growth, in line with metropolitan areas, has been recorded in the Rzeszów subregion. Indeed, rapid economic growth is, as experts point out, a characteristic of metropolitan areas (Domański, 2018).

The process of defining the structural elements of the spatial structure of Rzeszów was carried out in several stages. It began with the identification and analysis of the current conditions, primarily spatial, but also infrastructural, cultural and social. Criteria for identifying nodes and corridors were defined (Martyka, 2019). At the initial stage of the work, optimal ways of graphical presentation of the model were also sought, taking into account the differences that exist between different types of corridors and nodes, and depending on the scale considered: in the region, within the administrative boundaries of the city, and in the city centre. The analyses of transport corridors were carried out based on the macrosimulation model developed for the city by Collect Consulting S.A. in 2016, updated with data from the Rzeszów City Roads Authority and the Rzeszów City Transport Authority. In 2019, a basic model of the current spatial situation was created on the basis of which the development potential of the nodes and development corridors was evaluated.

In order to assess the structuring potential and the ability of the elements of Rzeszów's urban structure to 'take on' metropolitan functions, basic linear ordering methods were used. Linear ordering methods are most often used in economic and taxonomic research to classify objects such as countries according to their level of economic development, companies according to their financial condition, or products according to their utility value. The idea of all linear ordering methods for two different objects that have a multidimensional



Il. 1. Model rozwoju struktury przestrzenno-funkcjonalnej Rzeszowa do 2030 roku. Opracowanie: autorka



III. 1. Development model of the spatial and functional structure of Rzeszów until 2030. Prepared by the Author

sprawdzenie czy nie są przypadkiem identyczne (Bąk, 2018; Martyka et al., 2022).

Proces oceny potencjałów rozwojowych korytarzy rozpoczęto od oceny potencjałów węzłów miejskości, ponieważ wyniki tej oceny zostały uwzględnione w ocenie potencjałów korytarzy rozwoju. Ocenę potencjałów rozwojowych miejsc węzłowych, według metody Hellwiga, tzw. porządkowania liniowego, rozpoczęto od przyznania punktów każdemu miejscu w pięciu scharakteryzowanych poniżej kategoriach. Następnie dokonano standaryzacji zmiennych (normalizacji) po to, aby każda zmienna posiadała wartość oczekiwaną/średnią równą zero oraz odchylenie standardowe równe jeden. Wyznaczono współrzędne wzorca: węzła wzorcowego, którego ocena z każdej z cech będzie miała wartość największą ze wszystkich przyjmowanych przez węzły w danej kategorii. Wyznaczono odległość geometryczną węzłów od wzorca, a następnie obliczono odległość „możliwie daleką” i wskaźnik Hellwiga. Ostatecznie stworzono ranking miejsc węzłowych oraz ranking korytarzy rozwoju. Wytypowane kategorie oceny brane pod uwagę to:

- specyfika rozwiązań komunikacyjnych, w tym wskaźniki transportowe w komunikacji indywidualnej i zbiorowej, dostępność i udogodnienia transportu zbiorowego, liczba i rozmieszczenie przystanków, rodzaj przewoźników;
- specyfika i charakter zabudowy mieszkaniowej, koncentracja i różnorodność funkcjonalna;
- dostęp, funkcjonalność, forma oraz jakość przestrzeni publicznej, jej powiązania z innymi przestrzeniami miejskimi;
- atrakcyjność inwestycyjna, zasobność terenów budowlanych, ruch inwestycyjny;
- wartości dziedzictwa kulturowego, budynki wpisane do rejestru zabytków, krajobraz kulturowy, *genius loci*, zdolność do budowania tożsamości lokalnej.

Stworzone metodami statystycznymi rankingi miejsc węzłowych i ranking korytarzy rozwoju zostały uwzględnione w opracowaniu modelu graficznej reprezentacji rozwoju struktury przestrzenno-funkcjonalnej miasta Rzeszowa do roku 2030 (il. 1). W ramach podsumowania prac badawczych, oprócz opracowań graficznych, sformułowano również ogólne zasady kształtowania polityki przestrzennej Rzeszowa wynikające z modelowej interpretacji struktury przestrzennej miasta oraz z wizji rozwoju funkcji metropolitalnych określonych w Strategii Rozwoju Miasta Rzeszowa (Noworól et al., 2015). Do tych najważniejszych zaleceń należy wymienić (Martyka, 2019; Zuziak et al., 2019):

- tworzenie atrakcyjnego środowiska mieszkaniowego z przyjaznymi warunkami środowiskowymi i wysokimi wskaźnikami jakości życia mieszkańców;
- kształtowanie komplementarnego systemu przestrzeni publicznych, w tym przestrzeni zielonych z dominującą rolą Parku Rzeki Wisłok;
- rozwijanie struktury przestrzennej miasta w korytarzach i miejscach węzłowych w celu zahamowania chaotycznej ekspansji zabudowy;
- stworzenie strategii rozwoju przestrzennego dla nowego wielofunkcyjnego klastra wokół portu lotniczego Rzeszów–Jasionka;

character is to find a relationship between them and to find out which one is first (better), which one is second (worse), and to check whether they are coincidentally identical (Bąk, 2018; Martyka et al., 2022).

The process of assessing the development potential of the corridors began with an assessment of the potential of the urban nodes, since the results of this assessment were incorporated into the assessment of the development potential of the corridors. The assessment of the development potential of the nodes, according to Hellwig's method of so-called linear ordering, began by assigning points to each site in the five categories characterised below. The variables were then standardised (normalised) so that each variable had an expected/mean value of zero and a standard deviation of one. Determination of the benchmark coordinates: the benchmark node whose score for each of the characteristics has the highest value among all the nodes in the category. The geometric distance of the nodes from the benchmark was determined and then the 'as far as possible' distance and the Hellwig index were calculated. Finally, a ranking of the node locations and a ranking of the development corridors were produced. The selected evaluation categories considered were as follows:

- specificity of transport solutions, including transport indicators for private and public transport, accessibility and facilities for public transport, number and distribution of stops, type of operators;
- specificity and character of residential development, concentration and functional diversity;
- accessibility, functionality, form and quality of public space, its relationship with other urban spaces;
- investment attractiveness, abundance of building land, investment traffic;
- heritage values, listed buildings, cultural landscape, *genius loci*, capacity to build local identity.

The ranking of the nodes and the ranking of the development corridors created using statistical methods were taken into account in the development of a model for the graphic representation of the development of the spatial and functional structure of the city of Rzeszów until 2030 (Ill. 1). As part of the summary of the research work, in addition to the graphical study, general principles for the design of Rzeszów's spatial policy were formulated, resulting from the model interpretation of the city's spatial structure and the vision of the development of metropolitan functions set out in the Development Strategy of the City of Rzeszów (Noworól et al., 2015). These key recommendations include (Martyka, 2019; Zuziak et al., 2019):

- creating an attractive residential environment with friendly environmental conditions and high quality of life indicators for residents;
- creating a complementary system of public spaces, including green spaces, with a dominant role for the Wisłok River Park;
- developing the spatial structure of the city in corridors and nodes in order to stop the chaotic expansion of development;

- kształtowanie układu komunikacyjnego z wyraźną preferencją komunikacji zbiorowej oraz z wysokim standardem obsługi transportem pieszym i rowerowym, odpowiednio do zasad zrównoważonej mobilności.
- creating a spatial development strategy for a new multifunctional cluster around Rzeszów-Jasionka Airport;
- designing the transport system with a clear preference for public transport and a high standard of service for walking and cycling according to the principles of sustainable mobility.

Podsumowanie i plany na przyszłość

Model stworzony według opisanej w artykule metody w ramach projektu badawczego zleconego przez Biuro Rozwoju Miasta Rzeszowa jest obecnie wykorzystywany w prowadzeniu polityki przestrzennej miasta, w tym w opracowaniu nowego Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego. W dotychczas wykorzystywanych w Polsce instrumentach planistycznych modelowe interpretacje struktury przestrzennej miast są niedoceniane, a mogłyby stać się wartościowym narzędziem w sterowaniu rozwojem, czego potwierdzeniem jest Rzeszów. Model konstrukcji urbanistycznej może być instrumentem, dzięki któremu zbiory informacji przekładane są na przystępny język, jasny i przekonujący dla szerokiej publiczności, komunikując główne zasady polityki i strategii wdrażania zapisane w planie koncepcji. Zasady wyrażane w formie odpowiednich schematów i diagramów pomagają urbanistom i planistom zarówno w fazie krystalizowania koncepcji, jak i w dyskusjach z innymi podmiotami procesu gospodarowania przestrzenią (Zuziak, 2017a). Model miasta przedstawiony w formie sieci wzajemnych powiązań miejsc węzłowych i korytarzy rozwoju jest czytelny i dzięki czemu w łatwy sposób tworzony jest obraz miasta w umyśle każdego użytkownika, nie tylko ze specjalistycznym obyciem (Lynch, 1960; Wejchert, 1984).

Obecnie w Polsce i na świecie istnieje bogaty zbiór danych przestrzennych i jest on stale rozszerzany o nowe dane i warstwy charakteryzujące system miejski. Każda gmina powinna posiadać System Informacji Przestrzennej (SIP), ale jedynie duże miasta wprowadzają do SIP odpowiednią ilość danych oraz je w miarę możliwości uaktualniają. Wiele miast posiada swoje geoportale/SIP, ale warstwy z danymi nie są przyjazne dla nieeksperta w dziedzinie gospodarki przestrzennej. Problemem często jest również dostępność danych – są one rozproszone po wielu źródłach, ich znajomość jest elementem wiedzy specjalistycznej, a nie powszechnej. W Polsce jeszcze obecnie wiele danych wymaga czasochłonnego pozyskiwania, ale z czasem wzorem państw Europy Zachodniej oraz USA zapewne będą i one udostępniane dla coraz mniejszych jednostek przestrzennych, co pozwoli na dalsze udoskonalanie badań. Dzięki rosnącemu trendowi nasycania przestrzeni miejskich różnego typu czujnikami i sensorami, w tym też związanych z technologią Internetu Rzeczy (IoT), powstaje coraz więcej baz danych, które można w przyszłości wykorzystać w rozwoju zaprezentowanych badań. Planuje się prace nad narzędziem, które umożliwi nie tylko wskazać atrakcyjną przestrzeń mieszkaniową czy inwestycyjną odpowiadającą na zadane wytyczne, ale również będzie przydatnym narzędziem dla jednostek samorządu terytorialnego umożliwiającym prognozowanie kierunków rozwoju przestrzenno-funkcjonalnego.

Summary and Future Plans

The model created using the method described in the article as part of a research project commissioned by the Rzeszów City Development Office is currently being used in the implementation of the city's spatial policy, including the development of a new study on the conditions and directions of spatial development. The planning tools used so far in Poland underestimate model interpretations of the spatial structure of cities, which could become a valuable tool for guiding development, as confirmed by Rzeszów. A model of the urban structure can be a tool to translate information into an accessible language that is clear and convincing to a wide audience, communicating the main principles of the policy and strategy to implement the concepts set out in the plan. The principles, expressed in the form of appropriate diagrams and schematics, help urban planners and designers both in the crystallisation phase of the concept and in discussions with other actors in the spatial management process (Zuziak, 2017a). A city model presented in the form of a network of interconnected nodes and development corridors is legible and thus easily creates an image of the city in the mind of any user, not only those with specialist knowledge (Lynch, 1960; Wejchert, 1984).

Currently, there is a rich set of spatial data in Poland and worldwide, which is constantly being expanded with new data and layers to characterise the urban system. Every municipality should have a Spatial Information System (SIP), but only large cities enter an adequate amount of data into the SIP and update it where possible. Many cities have their own geoportals/SIPs, but the data layers are not user-friendly for the non-spatial expert. Availability of data is also often a problem - it is scattered across many sources, the knowledge of which is more specialist than general. In Poland, much of the data is still time-consuming to obtain, but in time, following the example of Western European countries and the USA, it is likely to be made available for smaller and smaller spatial units, which will further improve research. Thanks to the growing trend of saturating urban spaces with different types of sensors, including those related to the Internet of Things (IoT) technology, more and more databases are being created that can be used in the future to develop the research presented. It is planned to work on a tool that will not only make it possible to identify attractive residential or investment areas that correspond to given guidelines, but will also be a useful tool for local government units to forecast the directions of spatial and functional development.

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- [1] Bąk, A., 2018. Analiza porównawcza wybranych metod porządkowania liniowego. Prace naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, 19–28.
- [2] Domański, B., 2018. Zróżnicowanie dynamiki wzrostu gospodarczego polskich regionów w latach 1995–2015, in: Churski, P. (Ed.), *Teoretyczne i Aplikacyjne Wyzwania Współczesnej Geografii Społeczno-Ekonomicznej*. Komitet Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Warszawa, 249–262.
- [3] Guallart, V., 2008. *Geologics: Geography, information, architecture*. ACTAR, Barcelona.
- [4] Gyurkovich, M., Szarata, A., Zuziak, Z., 2016. Model przestrzennej struktury Krakowa. Perspektywa planistyczna. Etap I – Założenia modelu strukturalnych zmian w zagospodarowaniu przestrzennym miasta. Biuro Planowania Przestrzennego Urzędu Miasta Krakowa.
- [5] Hillier, B., Hanson, J., 1988. The social logic of space. The social logic of space. <https://doi.org/10.4324/9780429450174-9>
- [6] Jagiełło-Kowalczyk, M., 2012. Koordynacja środowiskowa w kształtowaniu zrównoważonych inwestycji mieszkaniowych. Politechnika Krakowska, Kraków.
- [7] Lamprecht, M., 2020. Rozplanowanie małych miast wschodniej Wielkopolski. Analiza zmian w świetle teorii składni przestrzeni. *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*. <https://doi.org/10.14746/rpr.2020.52.05>
- [8] Lynch, K., 1960. *The image of the city*. MIT Press, Cambridge.
- [9] Martyka, A., 2022. Spatial integration level of housing complex with the city structure. Case of Rzeszów. *Civil and Environmental Engineering Reports* 3, 36–61. <https://doi.org/10.2478/ceer-2022-0028>.
- [10] Martyka, A., 2019. Węzły i korytarze rozwoju w modelu przestrzennej struktury Rzeszowa. *Skala Miasta i Miejskiego Obszaru Funkcjonalnego – perspektywa 2050*, in: Zuziak, Z., Gosztyła, M., Janda, M., Malczewska, J., Martyka, A., Mikrut, A., Szarata, M. (Eds.), *Węzły i Korytarze Rozwoju Funkcji Metropolitalnych Rzeszowa*. Biuro Rozwoju Miasta Rzeszowa, Rzeszów.
- [11] Martyka, A., Jopek, D., Skrzypczak, I., 2022. Analysis of the Sustainable Development Index in the Communes of the Podkarpackie Voivodeship: A Polish Case Study. *Sustainability* 14. <https://doi.org/10.3390/su141610237>
- [12] Mironowicz, I., 2016. Modele transformacji miast. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [13] Mironowicz, I., Majda, T., 2017. Manifesty urbanistyczne. W poszukiwaniu współczesnego modelu miasta. *Towarzystwo Urbanistów Polskich*, Warszawa.
- [14] Noworól, A., Noworól, K., Hałat, P., Kołomycew, A., Lityński, P., Peter-Bombik, K., Woźniak, J., 2015. *Strategia Rozwoju Miasta Rzeszowa do roku 2025*. Rzeszów.
- [15] Ossowicz, T., 2019. Urbanistyka operacyjna. Zarys teorii. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [16] Ossowicz, T., 2010. Forma urbanistyczna a system transportowy we Wrocławiu i we Wrocławskim Obszarze Metropolitalnym. *Czasopismo Techniczne* 107.1-A, 197–211.
- [17] Rossi, A., 1984. *The Architecture of the City*. The MIT Press.
- [18] Sikora, A., 2019. Heritage of the Polish Central Industrial District - New Cities, in: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/362/1/012021>
- [19] Solarek, K., 2019. Urban Design in Town Planning. Current Issues and Dilemmas from the Polish and European Perspective. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [20] Sørensen, E., Torfing, J., 2019. The Copenhagen Metropolitan 'Finger Plan,' in: *Great Policy Successes*. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198843719.003.0012>.
- [21] Szopińska-Mularz, M., Lehmann, S., 2023. Balancing Increased Urban Density with Green Spaces: The Marketing of New Housing Estates in Poland. *Buildings* 13.
- [22] Wejchert, K., 1984. *Elementy kompozycji urbanistycznej*. Wydawnictwo Arkady, Warszawa.
- [23] Wesołowski, J., 2023. Tramwaj w strukturach mieszkaniowych – błąd planistyczny czy konieczność? *Środowisko Mieszkaniowe* 41, 78–92.
- [24] West, B., 2018. *The Universal Laws of Life and Death in Organisms, Cities and Companies*. Weidenfeld & Nicolson, Londyn.
- [25] Xu, X., Zhang, D., Liu, X., Ou, J., Wu, X., 2022. Simulating multiple urban land use changes by integrating transportation accessibility and a vector-based cellular automata: a case study on city of Toronto. *Geo-Spatial Information Science* 25. <https://doi.org/10.1080/10095020.2022.2043730>.
- [26] Zipser, T., 2010. Powiązania transportowe jako generatory struktury przestrzennej systemu osadniczego. *Czasopismo Techniczne* R.107, 21–30.
- [27] Zuziak, Z., 2018. Węzły miejskości a modele przestrzenne struktur miejskich. *Budownictwo i Architektura* 107–129.
- [28] Zuziak, Z., 2017. Konstrukcje urbanistyczne miast przyszłości. Uwagi do dyskusji nad wizją rozwoju Rzeszowa. *Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury* 64, 467–485.
- [29] Zuziak, Z., 2017. O synergii planu w urbanistyce. *Budownictwo i Architektura* 16. https://doi.org/10.24358/bud-arch_17_161_16.
- [30] Zuziak, Z., 2008. O tożsamości urbanistyki. *Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej*, Kraków.
- [31] Zuziak, Z., 2017. Konstrukcje urbanistyczne a planowanie metropolitalne, in: *Węclawowicz-Bilska, E. (Ed.), Nowe Idee w Planowaniu Rozwoju Terytorialnego*. *Problemy Obszarów Metropolitalnych i Wielkich Miast*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 17–44.
- [32] Zuziak, Z., Gosztyła, M., Janda, M., Malczewska, J., Martyka, A., Mikrut, A., Szarata, M., 2019. *Węzły i Korytarze Rozwoju Funkcji Metropolitalnych Rzeszowa*. Biura Rozwoju Miasta Rzeszowa, Rzeszów.
- [33] Zuziak, Z., Ogrodnik, D., 2018. Konstrukcja urbanistyczna Krakowa. Rola śródmieścia a korytarze rozwoju – jako wskazanie do opracowania kierunków rozwoju dla sporządzanego Studium Uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa. *Biuro Planowania Przestrzennego Urzędu Miasta Krakowa*, Kraków.
- [34] Zuziak, Z.K., 1998. *Strategie rewitalizacji przestrzeni śródmiejskiej*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.