

Modelowanie i planowanie rozwoju miast: studium przypadku Lublina w kontekście wyzwań urbanistyki XXI wieku

Modelling and Planning Urban Development: A Case Study of Lublin in the Context of the Challenges of 21st Century Urbanism

Streszczenie

Artykuł prezentuje urbanistyczne podejście do modelowania i planowania rozwoju miast, ze szczególnym uwzględnieniem Lublina jako studium przypadku. Badania nad modelami przestrzennej struktury miasta mają kluczowe znaczenie dla skuteczności i efektywności decyzji urbanistycznych i polityki przestrzennej. W ramach badań przeprowadzono analizę urbanistyczną Lublina, aby określić kluczowe elementy i relacje tworzące jego miejski układ. Celem naukowym pracy jest modelowa interpretacja struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina, nazwanej za Zuziakem konstrukcją urbanistyczną, jako propozycja potencjalnego narzędzia ułatwiającego sterowanie rozwojem miasta. W badaniach wykorzystano klasyczne metody stosowane w urbanistyce i architekturze, ale inspirowano się na poziomie idei logiką algorytmów upraszczających sieć drogową, zachowujących jej właściwości typologiczne. Zinterpretowano zatem na przystępny język różnego typu warstwy, informacje i dane przestrzenne, które ostatecznie przedstawiono w postaci konstrukcji urbanistycznej składającej się z węzłów miejskości i korytarzy rozwoju. Głównym wnioskiem z badań jest stwierdzenie, że czytelny model (plan/schemat/graf) miasta może stać się przydatnym narzędziem do kształtowania wysokiej jakości środowiska zurbanizowanego szybko reagującego na nowe wyzwania.

Abstract

This paper presents an urban approach to modelling and planning the development of cities, with particular focus on Lublin as a case study. Research into models of the spatial structure of a city is crucial to the effectiveness and efficiency of urban planning decisions and policies. The study analysed Lublin to identify the key elements and relationships that make up its urban layout. The scientific objective of the study is a model interpretation of the spatial and functional structure of Lublin. Following Zuziak's example, it was called the urban structure, and it will be analysed as a proposal for a potential tool to facilitate the control of city development. The research used classical methods applied in urban planning and architecture but was inspired at the by the logic of algorithms simplifying road networks and preserving their typological properties. Thus, different types of layers, information and spatial data were translated into an accessible language and were finally presented in the form of an urban design, consisting of urbanity nodes and development corridors. The main conclusion of the research is that an intelligible model (plan/scheme/graph) of the city can become a useful tool for shaping a high-quality urbanised environment that responds quickly to new challenges.

Słowa kluczowe: konstrukcja urbanistyczna, rozwój przestrzenny Lublina, narzędzia planistyczne, architektura struktury przestrzennej

Keywords: urban design, spatial development of Lublin, planning tools, spatial structure architecture

WSTĘP

Miasto jest złożonym i dynamicznym systemem, nieustannie rozwijającym się i zmieniającym pod wpływem wewnętrznych i zewnętrznych sił. Jako arena urbanistycznych manifestacji podlega przemianom kształtowanym przez różnorodne czynniki w czasie i przestrzeni. To dynamiczne postrzeganie miasta kontrastuje z ideą

INTRODUCTION

The city is a complex and dynamic system, constantly developing and changing under the influence of both internal and external forces. As an arena of urban manifestations, it is subject to transformation, shaped by a variety of factors in time and space. This dynamic perception of the city contrasts with

* Anna MARTYKA, dr inż. arch. prof. PRz, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, Politechnika Rzeszowska / Anna MARTYKA, Ph.D. Eng. Arch. Professor of RzUT, Faculty of Civil and Environmental Engineering and Architecture, Rzeszów University of Technology, <https://orcid.org/0000-0001-7582-7828>, e-mail: amartyka@prz.edu.pl

** Natalia PRZESMYCKA, dr hab. inż. arch. prof. PL, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska / Natalia PRZESMYCKA, D.Sc. Ph.D. Eng. Arch., Professor of LUT, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Lublin University of Technology, <https://orcid.org/0000-0002-1755-2448>, e-mail: n.przesmycka@pollub.pl

Copyright: © 2024 Martyka, Przesmycka. This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>).

statyczności i trwałości, akcentując jego ciągłą ewolucję (Kostof, 1991). Miasto składa się z wielu wzajemnie powiązanych i współzależnych systemów (Prokopska and Martyka, 2017). Systemy miejskie koncentrują ludzi i infrastrukturę w hybrydowych przenikających się wzajemnie warstwach tworzących adaptacyjną całość (Amir and Kant, 2018). Systemy te obejmują przyrodę, infrastrukturę techniczną, zabudowę, społeczność i wiążące je sieci przepływów (Castells, 1996). Efektywne kierowanie rozwojem miast wymaga pełnego zrozumienia funkcjonowania tego systemu na poziomie elementarnym i ogólnym (Mirzaee and Wang, 2020).

Zmiany klimatu, takie jak wzrost temperatury, susze, huragany, obniżanie się poziomu wód gruntowych, podwyższanie się poziomu mórz i oceanów, zanieczyszczenie powietrza, kurczenie się gruntów rolnych, wylesianie, a także zmiany demograficzne i migracje, wsparte nadmierną konsumpcją oraz marnotrawstwem zasobów naturalnych, przyspieszają osiągnięcie Dnia Długu Ekologicznego według Global Footprint Network. Wszystko to stanowi realne zagrożenie dla obszarów zurbanizowanych. Poszukiwanie nowych narzędzi sterowania rozwojem miasta, dostosowanych do współczesnych wyzwań, jest kluczowe dla przyszłości miast.

Tworzenie nowych generacji modeli planistycznych stanowi potencjał mogący znacząco zwiększyć skuteczność podejmowanych decyzji urbanistycznych, które następnie są włączane do dokumentów polityki przestrzennej i marketingu urbanistycznego. Planowanie urbanistyczne obejmuje zarówno proces, jak i efekt kształtowania cech fizycznych środowiska zbudowanego, łącząc ludzi, miejsca, przyrodę i zabudowę (Beretić et al., 2022). Kluczowe jest zapewnienie zrozumiałości i dostępności planów miejskich dla wszystkich zainteresowanych stron. Przejrzyste i dostosowane do potrzeb planowanie umożliwi efektywną komunikację, współpracę i partycypację, co jest niezbędne do skutecznego zarządzania dynamicznymi zmianami i promowania zrównoważonego rozwoju miast w obliczu skomplikowanych wyzwań społecznych, ekonomicznych i środowiskowych. Taki postęp w planowaniu miejskim może przyczynić się do optymalizacji zarządzania przestrzennego i rozwoju miast, stawiając czoła teraźniejszym i przyszłym wyzwaniom. Modelowanie przyszłego rozrostu miast w ramach różnych scenariuszy jest zatem istotne, aby decydenci i naukowcy mogli analizować oraz zarządzać dynamiką miast w złożonych środowiskach o ograniczonych zasobach. Warto więc rozwijać badania nad modelami przestrzennej struktury miasta, które mogą zwiększyć efektywność podejmowania decyzji urbanistycznych i wpłynąć na praktykę urbanistyczną.

Badania zaprezentowane w artykule skupiają się właśnie na poszukiwaniu modelu miasta na przykładzie Lublina, poprzez typologiczne studia i analizy jego struktury morfologicznej. Koncentrują się one głównie na obecnym stanie miasta, ale równocześnie kreślone są koncepcyjnie potencjalne scenariusze rozwoju Lublina. Lublin, dzięki swojej różnorodności i niejednorodności zarówno w kontekście urbanistycznym, jak i społecznym, stanowi dobry przypadek do badania struktury funkcjonalno-przestrzennej miasta. W oparciu o metodologię studium przypadku dokonaliśmy analizy Lublina,

the idea of staticity and permanence, emphasising its constant evolution (Kostof, 1991). The city is composed of many interrelated and interdependent systems (Prokopska and Martyka, 2017). Urban systems concentrate people and infrastructure in hybrid intertwining layers that form an adaptive whole (Amir and Kant, 2018). These systems include nature, technical infrastructure, built environment, communities and the networks of flows that bind them together (Castells, 1996). Effectively guiding urban development requires a full understanding of how this system functions at the elemental and general level (Mirzaee and Wang, 2020).

Climate change, such as rising temperatures, droughts, hurricanes, falling groundwater levels, rising sea and ocean levels, air pollution, shrinking agricultural land, deforestation, as well as demographic shifts and migration, supported by over-consumption and wasting of natural resources, are accelerating the achievement of Environmental Debt Day according to the Global Footprint Network. All this poses a real threat to urbanised areas. The search for new tools to steer urban development, adapted to contemporary challenges, is crucial for the future of cities.

The creation of new generations of planning models has the potential to significantly increase the effectiveness of urban planning decisions, which are then incorporated into spatial policy documents and urban marketing. Urban planning encompasses both the process and the effect of shaping the physical characteristics of the built environment, linking people, places, nature and buildings (Beretić et al., 2022). It is crucial to ensure that urban plans are comprehensible and accessible to all stakeholders. Transparent and tailored planning enables effective communication, collaboration and participation, which is essential to effectively manage dynamic change and promote urban sustainability in the face of complex social, economic and environmental challenges. Such advances in urban planning can contribute to optimising spatial management and urban growth, addressing present and future challenges. Modelling future urban sprawl under different scenarios is therefore important so that policy makers and researchers can analyse and manage urban dynamics in complex environments with limited resources. It is also worthwhile to research models of the spatial structure of the city, which can increase the efficiency of urban decision-making and influence urban planning practice.

The research presented in this paper focuses precisely on the search for a model of the city on the example of Lublin, through typological studies and analyses of its morphological structure. This research is mainly focused on the current state of the city, but at the same time potential scenarios for Lublin's development are conceptually drawn. Lublin, with its diversity and heterogeneity in both urban and social contexts, provides a good case for studying the functional and spatial structure of the city. Based on a case study methodology, we analysed Lublin to identify the key elements and relationships that make up its urban model. It was assumed that the key objective of the

aby określić kluczowe elementy i relacje tworzące jego miejski model. Przyjęto założenie, że kluczowym celem polityki przestrzennej jest nie tylko umacnianie pozycji śródmieścia Lublina, ale także realizacja strategii adaptacyjnych i łagodzących zmiany klimatyczne, w zgodności z wytycznymi European Green Deal. Ma to przyczynić się do zwiększenia konkurencyjności miasta i regionu. Poszukujemy innowacyjnego podejścia do interpretacji fizycznej i symbolicznej strony miasta – inkluzywnego sposobu, który odpowiada potrzebom stworzenia nowych metod zrozumienia, wyobrażenia oraz zarządzania miastem. W artykule tym nie formułujemy kategorycznych wniosków, lecz dążymy do poszukiwania nowej perspektywy na złożoność sztuki budowania miasta.

Fundamentalne założenia teoretyczne do tego badania zostały sformułowane w projekcie badawczym dotyczącym Rzeszowa pod tytułem „Węzły i korytarze rozwoju funkcji metropolitalnych Rzeszowa” (Zuziak et al., 2019). W ramach tego projektu Martyka opublikowała rozdział zatytułowany *Węzły i korytarze rozwoju w modelu przestrzennej struktury Rzeszowa. Skala miasta i miejskiego obszaru funkcjonalnego – perspektywa 2050* (Martyka, 2019), a także artykuł *Modelowa interpretacja struktury przestrzennej miasta a polityka przestrzenna. Przykład Rzeszowa* (Martyka, 2023). Z kolei Przesmycka prowadziła wszechstronne badania dotyczące rozwoju urbanistycznego Lublina, opublikowane w serii prac (Boguszewska and Przesmycka, 2019; Przesmycka, 2012a; 2012b; 2015; 2020; Przesmycka and Boguszewska, 2020; Przesmycka and Strojny, 2018).

Celem naukowym artykułu jest poszukiwanie modelowej interpretacji struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina oraz stworzenie konstrukcji urbanistycznej miasta, z wyartykułowaniem elementów, takich jak węzły miejskości i korytarze rozwoju. Celem aplikacyjnym jest natomiast poszukiwanie narzędzia wspierającego gospodarowanie przestrzenią Lublina. Narzędzie to może stać się przydatne w opracowaniu nowego planu ogólnego, który zastąpi dotychczasowe studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, lub w tworzeniu nowej strategii rozwoju miasta. Dodatkowo, ten swego rodzaju interfejs może wspierać uprawianie polityki przestrzennej przez władze samorządowe, podmioty publiczne, a także przez podmioty prywatne, obywateli i inicjatywy obywatelskie.

METODA

Metoda zastosowana w tym badaniu jest w zakresie ogólnych założeń inspirowana logiką algorytmów upraszczającymi sieć drogową. Złożoność rzeczywistych sieci drogowych i kosztowność algorytmów obliczeniowych sprawiają, że rozszerzenie tych metod na wielkoskalową sieć drogową jest jeszcze dużym obciążeniem. Rozwiązaniem jest upraszczanie sieci na podstawie teorii grafów, przy jednoczesnym zachowaniu kluczowych cech topologicznych oryginalnej sieci. Sieć drogową jest w nich reprezentowana za pomocą grafu, gdzie węzły reprezentują skrzyżowania, krawędzie – odcinki drogowe, a wagi – atrybuty odcinka drogowego. Takie podejście umożliwia analizę sieci drogowych w sposób spójny i zautomatyzowany (Pung et al., 2022). Stanowi to interesującą perspektywę do dalszych

spatial policy is not only to strengthen the position of Lublin's city centre, but also to implement adaptation and climate change mitigation strategies, in line with the guidelines of the European Green Deal. This is to contribute to the competitiveness of the city and the region. We seek an innovative approach to interpreting the physical and symbolic side of the city – an inclusive way that responds to the need to create new ways of understanding, imagining and managing the city. In this paper, we do not formulate categorical conclusions, but aim to seek a new perspective on the complexity of the art of city-building.

The fundamental theoretical assumptions for this study were formulated in a research project entitled 'Nodes and corridors of development of metropolitan functions of Rzeszów' (Zuziak et al., 2019). As part of this project, Martyka published a chapter entitled 'Nodes and corridors of development in the spatial structure model of Rzeszów. The scale of the city and the urban functional area – a 2050 perspective' (Martyka, 2019), as well as the paper 'Model interpretation of the spatial structure of the city and spatial policy. The example of Rzeszów' (Martyka, 2023). Przesmycka conducted comprehensive research on the urban development of Lublin, published in a series of papers (Boguszewska and Przesmycka, 2019; Przesmycka, 2012; Przesmycka, 2012; Przesmycka, 2020, 2015; Przesmycka and Boguszewska, 2020; Przesmycka and Strojny, 1970).

The scientific aim of this paper is to seek a model interpretation of the spatial-functional structure of Lublin and to create an urban structure of the city, articulating elements such as nodes of urbanity and corridors of development. The application objective, on the other hand, is to look for a tool to support the spatial management of Lublin. This tool may become useful in the preparation of a new general plan, which will replace the existing studies of spatial development conditions and directions, or in the creation of a new city development strategy. In addition, this kind of interface can also support the making of spatial policy by local authorities, public and private entities, citizens, or civic initiatives.

METHODOLOGY

The method used in this study is, in terms of general assumptions, inspired by the logic of algorithms that simplify the road network. The complexity of real road networks and the costliness of the computational algorithms make the extension of these methods to a large-scale road network a great encumbrance. The solution is to simplify the network based on graph theory, while retaining the key topological features of the original network. In these, the road network is represented using a graph, where nodes represent intersections, edges represent road sections and weights represent road section attributes. This approach allows road networks to be analysed in a consistent and automated manner (Pung et al., 2022). This provides an interesting perspective for further research combining urban planning and mathematics. Controlling the development

badań łączących urbanistykę z matematyką. Sterowanie rozwojem miasta przedstawionego za pomocą grafu i sieci byłoby niezwykle przydatnym narzędziem do analizy struktury miasta, w której stosuje się uproszczony jego model zamiast dużej i szczegółowej reprezentacji. Uproszczony schemat struktury miasta Zuziak nazywa konstrukcją urbanistyczną, co jest analogią do konstrukcji budynku – szkieletu podtrzymującego architekturę (Zuziak, 2018a, 2018b, 2017).

W tworzeniu koncepcyjnego modelu miasta zastosowano strategię jakościowego badania przestrzeni, identyfikując kluczowe warstwy, elementy i relacje między nimi. Zinterpretowano i wydobyto charakter miasta w kilku kategoriach, takich jak funkcje mieszkaniowe, generatory aktywności, komunikacja, przestrzenie publiczne i tereny zielone, kompozycja urbanistyczna i dziedzictwo historyczne. Ostatecznie w zagospodarowaniu przestrzennym Lublina zidentyfikowano kluczowe miejsca węzłowe i korytarze rozwoju oraz ich powiązania w skali miejskiej. Badanie to skupia się na analizie rozmieszczenia elementów miejskich, takich jak zabudowa, transport publiczny, funkcje czy zieleń, prezentując je na schematach, które ukazują obecny stan i pozwalają zidentyfikować dysfunkcje oraz kierunki ewentualnych zmian.

MODELE MIAST – WYBRANE TEORIE MODELOWANIA PRZESTRZENI ZURBANIZOWANEJ

W poszukiwaniu graficznych reprezentacji miasta warto przyrzeć się fundamentalnym koncepcjom dotyczącym fizycznych form miasta i ich interpretacjach sformułowanych przez wybitnych architektów i urbanistów: Rossiego, Lyncha i Zuziaka.

Rossi uważał miasto za wielką, złożoną strukturę, która jest „dziełem sztuki”. Podkreślał wartość historyczną i estetyczną miast, traktując je jako produkty ewolucji i ludzkich interakcji. Założenie Rossiego o mieście jako całości określonych elementów urbanistycznych odnosi się do postrzegania miasta jako skomplikowanej, lecz spójnej struktury, tworzonej przez artefakty miejskie. Obiekty o szczególnym znaczeniu historycznym i kulturowym nazywa „elementami pierwotnymi” mającymi znaczący wpływ na strukturę i tożsamość miasta. Mogą to być ważne budynki (np. instytucje publiczne, zabytki), place, ulice, czy nawet całe dzielnice. Elementy te są nazwane „pierwotnymi” nie tylko ze względu na ich historyczne lub funkcjonalne znaczenie, ale także dlatego, że odgrywają one ważną rolę w ewolucji miasta. Wokół elementów pierwotnych ogniskuje się życie miejskie w wymiarze społecznym, kulturowym i gospodarczym. Rossi podkreślał, że mają one charakter stały i są niezmiennym punktem odniesienia w ciągłym procesie zmian i rozwoju miasta. Mimo zmian funkcjonalnych, technologicznych czy społecznych, te elementy zachowują swoją tożsamość i wpływ. Połączenie elementów pierwotnych z infrastrukturą miasta tworzy jego fizyczną i symboliczną strukturę. Miasto nie jest więc tylko zbiorem budynków i dróg, ale złożoną siecią miejsc o szczególnym znaczeniu, które razem tworzą unikatowy charakter i tożsamość miasta (Rossi, 1984).

Lynch autor książki *The Image of the City* badał, jak mieszkańcy postrzegają i orientują się w przestrzeni miejskiej (1960). Wyselekcjonował pięć komponentów

of a city depicted by a graph and a network would be an extremely useful tool. for analysing the structure of a city using a simplified model of it instead of a large and detailed representation. Zuziak calls the simplified diagram of the city's structure the urban structure, which is an analogy to the structure of a building – the skeleton that supports the architecture (Zuziak, 2018a, 2018a, 2017).

In creating the conceptual model of the city, a strategy of qualitative spatial investigation was applied, identifying the key layers, elements and relationships between them. The character of the city was interpreted and extracted in several categories such as residential functions, activity generators, communication, public spaces and green areas, urban composition and historical heritage. Finally, key nodal points and development corridors were identified in the spatial development of Lublin and their linkages at the urban scale. This study focuses on analysing the distribution of urban elements such as buildings, public transport, functions or greenery, presenting them in diagrams that show the current state and allow us to identify dysfunctions and directions for possible changes.

CITY MODELS – SELECTED THEORIES OF URBAN SPACE MODELLING

In the search for graphic representations of the city, it is worth looking at the fundamental concepts concerning the physical forms of the city and their interpretations formulated by the eminent architects and urban planners Rossi, Lynch and Zuziak.

Rossi considered the city as a large, complex structure that is a 'work of art'. He emphasised the historical and aesthetic value of cities, treating them as products of evolution and human interaction. Rossi's assumption of the city as a totality of specific urban elements, refers to seeing the city as a complex but coherent structure, formed by urban artefacts. He calls buildings of historical and cultural significance 'primary elements' that have a significant impact on the structure and identity of the city. These can be important buildings (e.g., public institutions, monuments), squares, streets or even entire neighbourhoods. These elements are called 'primary' not only because of their historical or functional significance, but also because they play an important role in the evolution of the city. It is around the primordial elements that urban life is centred in social, cultural and economic terms. Rossi emphasised that primary elements are permanent and are an unchanging point of reference in the continuous process of change and development of the city. Despite functional, technological or social changes, these elements retain their identity and influence. The combination of these primary elements with the infrastructure of the city creates its physical and symbolic structure. A city is therefore not just a collection of buildings and roads, but a complex network of places of special interest that together create the unique character and identity of a city (Rossi, 1984).

Lynch, known for his book *The Image of the City*, explored how residents perceive and orient themselves

miasta, które pomagają ludziom orientować się w nim i tworzyć jego czytelny obraz w umyśle. Drogi (*paths*), czyli ulice, chodniki, szlaki, ścieżki, kanały i inne ciągi komunikacyjne ludzie zapamiętują przemieszczając się wzdłuż nich. Krawędzie (*edges*) to fizyczne granice, takie jak mury, pierzeje budynków, oddzielenia fizyczne jednej części miasta od drugiej. Dzielnice (*districts*) – większe obszary miasta, które cechuje unikatowa charakterystyka są rozróżniane przez mieszkańców. Węzły (*nodes*) to strategiczne centra, jak np. place i węzły komunikacyjne funkcjonujące jako miejsca koncentracji aktywności miejskich. Punkty orientacyjne (*landmarks*) są to zauważalne obiekty służące jako punkty odniesienia, na przykład charakterystyczne budynki, pomniki czy inne znane elementy.

Synteza krajobrazowa opracowana przez Lyncha ugruntowała się jako jeden z najważniejszych modeli, ułatwiających analizę i projektowanie przestrzeni miejskich. Model ten, dzięki swojej logicznej formalizacji, zapewnia uzasadnienie dla konkretnych stanów prowadzących do wyjątkowych konfiguracji geometrycznych, które można opisywać przy użyciu języka urbanistyki. Składający się z różnych modułów, umożliwia on interpretację i kreowanie krajobrazu miejskiego. Podejście Lyncha do syntezy graficznej pozwala na głębsze zrozumienie struktury przestrzennej miast, co przekłada się na efektywność w kształtowaniu ich przyszłości. Tym samym staje się ono narzędziem umożliwiającym tworzenie bardziej spójnych, funkcjonalnych i estetycznie satysfakcjonujących środowisk miejskich.

Zuziak koncentruje się na zintegrowanym i holistycznym podejściu do sterowania rozwojem przestrzennym, z uwzględnieniem aspektów społecznych, ekonomicznych i środowiskowych, podkreślając dodatkowo znaczenie etycznego podejścia do planowania przestrzennego. Zuziak definiuje model przestrzennej struktury miasta „jako konstrukcję intelektualną określającą zasady geometryzacji struktury przestrzennej miasta” (Zuziak and Ogrodnik, 2018). Według badacza i praktyka, formułowanie zasad geometryzacji wymaga szerokiej wiedzy oraz umiejętności myślenia na wysokim poziomie abstrakcji. Model przestrzennej struktury miasta jest definiowany przez niego jako konstrukcja urbanistyczna, czyli „szkielet, który stabilizuje i podtrzymuje złożony metabolizm miasta”. 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, 2018a, 2017, 2008).

Podsumowując zarysowane powyżej klasyczne teorie urbanistyczne, można zauważyć ich wspólną tendencję do upraszczania złożonej struktury miejskiej. Te trzy różne perspektywy traktują miasto, kierując się podobną logiką, jako artykułowanie specyficznych komponentów, które, choć zróżnicowane w swoim charakterze i funkcji, składają się na reprezentację całego miasta.

Wartą odnotowania jest teoria stworzona przez Mitchell (1996), który traktuje miasto jako autonomiczne

in urban space (1960). He selected five components of the city that help people orient themselves and form a clear image of the city in their mind. Roads (paths) are streets, pavements, trails, paths, canals and other thoroughfares that people remember by moving along them. Edges are physical boundaries, such as walls, building frontages, physical separations of one part of a city from another. Districts are larger areas of a city that have their own unique characteristics and are distinguished by their inhabitants. Nodes are strategic centres, such as squares and traffic nodes that function as concentrations of urban activity. Landmarks are noticeable buildings that serve as points of reference, such as characteristic buildings, monuments or other familiar features. The landscape synthesis developed by Lynch has established itself as one of the most important models to facilitate the analysis and design of urban spaces. With its logical formalisation, this model provides a rationale for specific states leading to unique geometric configurations that can be described using the language of urbanism. Consisting of different modules, it enables the interpretation and creation of the urban landscape. Lynch's approach to graphic synthesis allows for a deeper understanding of the spatial structure of cities, which translates into efficiency in shaping their future. Thus, it becomes a tool for creating more coherent, functional and aesthetically satisfying urban environments.

Zuziak focuses on an integrated and holistic approach to spatial development control, considering social, economic and environmental aspects, further emphasising the importance of an ethical approach to spatial planning. Zuziak defines the spatial structure model of a city 'as an intellectual construct that defines the principles of geometrising the spatial structure of a city' (Zuziak & Ogrodnik, 2018). According to the researcher and practitioner, the formulation of geometrisation principles requires extensive knowledge and the ability to think at a high level of abstraction. He defines the model of a city's spatial structure as an urban construction, i.e., 'a skeleton that stabilises and sustains the complex metabolism of a city'. The basic elements of the urban construction include nodal points and development corridors, which are crucial in the construction of the urban system especially in integrating its different layers. Zuziak postulates that the directions of change in the urban construction of the city should be the basis of the spatial policy determinations recorded in the planning documents and the processes of development and transformation of the city space (Zuziak, 2018a, 2017, 2008).

Summarising the classical urban theories outlined above, one can see their common tendency to simplify the complex urban structure. However, these three different perspectives treat the city following a similar logic as an articulation of specific components which, although diverse in their nature and function, comprise a representation of the city.

Worth noting is the theory developed by Mitchell (1996), which considers the city to be an autonomous

środowisko przestrzenne, nasycone technologiami informacyjnymi i metadanymi. Mitchell już w latach 90. XX wieku zaobserwował, że miasta coraz bardziej przepełnione są technologią, dlatego zrozumienie i wykorzystanie danych cyfrowych jest kluczowe dla ich rozwoju. Miasto jest widziane, podobnie jak u Rossiego, jako złożona sieć, w której każdy element przestrzeni miejskiej jest zasilany i kształtowany przez dane i metadane. To podejście jest stale aktualne zwłaszcza w kontekście teraźniejszych i przyszłych realiów, gdzie cyfrowa i fizyczna przestrzeń coraz bardziej się przenikają. Jego sposób myślenia o urbanistyce kładzie nacisk na cyfrowe aspekty miast, uznając je za niezbędne w doświadczeniu współczesnych przestrzeni miejskich. Model ten zakłada, że organizmy miejskie są kształtowane i zależne od określonych reguł, które działają jak powtarzające się wzorce rozwiązań. Pozwala to na tworzenie wielorakich, ale spójnych konfiguracji przestrzennych, dzięki czemu przestrzeń miejska może być bardziej dynamiczna i adaptacyjna. Wizja Mitchella uzmysłowiła, że technologia informacyjna może rewolucjonizować projektowanie i funkcjonowanie miast, czyniąc je bardziej interaktywnymi, elastycznymi i dostosowanymi do potrzeb ich mieszkańców (Mitchell, 1996). W ciągu ostatnich kilku lat dokonano znaczącego rozwoju badań nad wykorzystaniem danych satelitarnych i systemów informacji geograficznej (GIS) do pomiaru rozwoju miast i ich wzorców wzrostów. Przykładem może być badanie dynamiki pokrycia terenu w miastach, wykorzystując dane teledetekcyjne do opracowania wskaźników przestrzennych i krajobrazowych, które analizowano i interpretowano w powiązaniu z wynikami przestrzennego modelowania rozwoju miast. Teledetekcja zapewnia spójne przestrzennie zestawy danych obejmujące duże obszary, charakteryzujące się zarówno dużą szczegółowością przestrzenną, jak i wysoką częstotliwością czasową (Boori et al., 2015). Teledetekcja może również dostarczyć spójne dane historyczne wykorzystane do prześledzenia trendów rozwojowych.

W Polsce warto zwrócić uwagę na próby tworzenia innowacyjnych narzędzi zarządzania rozwojem obszarów metropolitalnych, szczególnie na przykładzie Górnośląskiego Związku Metropolitalnego (GZM). Te koncepcje, rozwijane na Wydziale Architektury Politechniki Śląskiej, są koordynowane przez zespół pod kierownictwem Bradeckiego. Zespół ten skupia się na katalogowaniu i unifikacji danych przestrzennych GIS dla obszaru metropolitalnego, który umownie podzielono na siatkę kwadratów o boku 1 km. Ostatecznie informacje o obszarze metropolii zostały przedstawione za pomocą graficznych modeli 3D. Modele te, zbudowane z prostopadłościaków, których wysokość odpowiada wartościom w danych kategoriach przestrzennych, obejmują cały obszar metropolii. Pozwalają one na systematyczne organizowanie wiedzy o danych i demonstrują różnorodność struktury metropolii w sposób wyjątkowo przejrzysty, co ułatwia zrozumienie całościowej struktury metropolii. Dodatkowo w projekcie wykorzystano technologię AR (rozszerzonej rzeczywistości), aby udostępnić wyniki badań szerszej publiczności (Bradecki et al., 2023).

Ciekawym przykładem teorii rozwoju miast jest zastosowanie matematycznych praw skalowania do analizy wzorców rozwoju miast. West (2018) bada, według

spatial environment, saturated with information technologies and metadata. Mitchell observed as early as the 1990s that cities are becoming increasingly saturated with technology, so understanding and using digital data is crucial to their development. The city is also seen, similarly to Rossi, as a complex network in which every element of urban space is fed and shaped by data and metadata. This approach is ever-present especially in the context of present and future realities, where digital and physical space are increasingly intertwined. His way of thinking about urbanism emphasises the digital aspects of cities, recognising them as essential to the experience of contemporary urban spaces. This model assumes that urban organisms are shaped and dependent on specific rules that act as recurring patterns of solutions. This allows for the creation of multiple but coherent spatial configurations, allowing urban space to be more dynamic and adaptive. Mitchell's vision realised that information technology could revolutionise the design and operation of cities, making them more interactive, flexible and adaptable to the needs of their inhabitants (Mitchell, 1996).

Over the past few years, there have been significant developments in research into the use of satellite data and geographic information systems (GIS) to measure urban development and growth patterns. For example, the study of land cover dynamics in cities using remote sensing data to develop spatial and landscape indicators, which were then analysed and interpreted in conjunction with the results of spatial modelling of urban growth. Remote sensing provides spatially coherent datasets covering large areas, with both high spatial detail and high temporal frequency (Boori et al., 2015). Remote sensing can also provide consistent historical data used to track development trends.

In Poland, it is worth noting attempts to create innovative tools for managing the development of metropolitan areas, particularly on the example of the Upper Silesian Metropolitan Union (GZM). These concepts, developed at the Faculty of Architecture of the Silesian University of Technology, are coordinated by a team led by Bradecki. This team is focusing on the cataloguing and unification of GIS spatial data for the metropolitan area, which is conventionally divided into a grid of 1 km squares. Finally, information about the metropolitan area was represented by 3D graphical models. These models, made up of cuboids whose heights correspond to values in the given spatial categories, cover the entire metropolitan area. They allow the systematic organisation of data knowledge and demonstrate the diversity of the metropolitan structure in an extremely transparent way, which facilitates the understanding of the overall metropolitan structure. In addition, the project uses AR (Augmented Reality) technology to make the findings available to a wider audience (Bradecki et al., 2023).

One interesting example of urban growth theory is the application of mathematical scaling laws to the analysis of urban growth patterns. West (2018) explores the mathematical principles by which cities grow and evolve. His analysis focuses on how

jakich zasad matematycznych rosną i ewoluują miasta. Jego analiza koncentruje się na tym, jak miasta, w analogii do żywych organizmów, stają się bardziej wydajne w miarę wzrostu ich rozmiarów. W miastach, podobnie jak w przypadku organizmów, istnieją pewne uniwersalne wzorce skalowania dotyczące takich aspektów, jak infrastruktura, konsumpcja energii czy tempo życia. West bada również, w jaki sposób te prawa skalowania mogą pomóc w przewidywaniu przyszłego rozwoju miast oraz w rozwiązywaniu urbanistycznych problemów związanych z zasobami, środowiskiem, transportem czy zdrowiem. Jego podejście łączy interdyscyplinarne badania z fizyki, biologii, ekonomii i urbanistyki, oferując nowe spojrzenie na złożoność i dynamikę rozwoju miejskiego (West, 2018). Innym przykładem reprezentowania struktury miasta to modele oparte na automatach komórkowych (CA). Są stosowane w zwłaszcza w modelowaniu niekontrolowanego rozwoju miast (Li et al., 2020).

WĘZŁY MIEJSKOŚCI I KORYTARZE ROZWOJU JAKO ELEMENTY MODELU MIASTA

Model jest pojęciem odnoszącym się do uproszczonego przedstawienia skomplikowanego zjawiska. W kontekście urbanistyki modele pełnią zarówno funkcję opisową, jak i poznawczą, umożliwiając zrozumienie i analizę badanego obiektu, co przyczynia się do zdobywania wiedzy użytecznej w interwencjach miejskich. Modelowanie miasta, ze względu na jego złożoność, wymaga abstrakcji i redukcji analizowanych zmiennych do skończonej, obliczalnej liczby. Analiza tak rozległego zjawiska jak miasto obciąża do podziału całości na mniejsze fragmenty, co pozwala na uproszczenie złożonego problemu w celu jego zrozumienia (Bradecki et al., 2023).

Model struktury miasta jest traktowany jako geometryczna interpretacja za pomocą uporządkowanego zbioru pewnych specyficznych obiektów fizycznej przestrzeni środowiska miejskiego, takich jak węzły miejskości i korytarze rozwoju. Tego typu model został przez Zuziaka nazwany **konstrukcją urbanistyczną**, czyli szkieletem podtrzymującym tkankę miejską. Konstrukcja urbanistyczna to inaczej układ elementów infrastrukturalnych kulturowych i przyrodniczych integrujący tkankę miejską pod względem rozwiązań funkcjonalnych, kompozycyjnych i technicznych. Konstrukcję urbanistyczną tworzą korytarze komunikacyjne i przyrodnicze oraz różnego rodzaju węzły miejskości (Gyurkovich et al., 2016; Zuziak and Ogrodnik, 2018).

Węzeł miejskości można zdefiniować jako miejsce koncentrujące różnorodne aktywności miejskie, wyrazisty punkt w sieci urbanistycznej i znaczący w skali całego miasta. Są to obszary miejskie, które zawierają mieszankę funkcji, takich jak mieszkania, handel, biura, rozrywka i usługi publiczne. Węzły wyróżniają się od innych miejsc tym, że powstają wokół istotnych punktów transportowych, jak stacje metra, przystanki autobusowe czy stacje przesiadkowe. Parametry determinujące wykształcenie się węzłów miejskości obejmują funkcje przyciągające ludzi i zapewniające ich obecność, takie jak dostępność, atrakcyjność i intensywność zabudowy. Kluczowe dla tych węzłów są przestrzenie publiczne, a także miejsca i obiekty o wyjątkowych wartościach kulturowych lub funkcjonalnych, szczególnie obiekty publiczne. Pod

cities, like living organisms, become more efficient as they expand. In cities, as with organisms, there are certain universal scaling patterns which concern aspects such as infrastructure, energy consumption and pace of life. West also explores how these scaling laws can help predict future urban growth and address urban resource, environmental, transport or health issues. His approach combines interdisciplinary research from physics, biology, economics and urban planning to offer new insights into the complexity and dynamics of urban development (West, 2018). Another example of representing the structure of a city is models based on cellular automata (CA). They are used in modelling urban sprawl (Li et al., 2020).

NODES OF URBANITY AND DEVELOPMENT CORRIDORS AS ELEMENTS OF THE CITY MODEL

A model is a concept that refers to a simplified representation of a complex phenomenon. In the context of urban planning, models have both a descriptive and a cognitive function, enabling the understanding and analysis of the building, which contributes to the acquisition of knowledge useful for urban interventions. Modelling the city, due to its complexity, requires abstraction and the reduction of the analysed variables to a finite, computable numbers. Analysing a phenomenon as vast as a city requires breaking down the whole into smaller fragments, which allows a complex problem to be simplified to make it more understandable (Bradecki et al., 2023).

A city structure model is a geometric interpretation through an ordered set of certain specific objects of the physical space of the urban environment. These are the nodes of urbanity and corridors of development. This type of model has been referred to by Zuziak as the *urban structure*, i.e., the skeleton that supports the urban fabric. An urban construction is in other words a system of cultural and natural infrastructural elements integrating the urban tissue in terms of functional, compositional and technical solutions. The urban structure is made up of transport and nature corridors and various nodes of urbanity (Gyurkovich et al., 2016; Zuziak and Ogrodnik, 2018). An *urban node* can be defined as a place that concentrates a variety of urban activities, a distinctive point in the urban network and a significant point on a city-wide scale. These are urban areas that contain a mix of functions such as housing, retail, offices, entertainment and public services. Nodes are distinguished from other places by the fact that they are developed around significant transport points, such as metro stations, bus stops or interchanges. Parameters that determine the formation of urban nodes include functions that attract people and ensure their presence, such as accessibility, attractiveness and intensity of development. Key to these nodes are public spaces, as well as places and buildings of outstanding cultural or functional value, especially public facilities. In terms of typology, different types of nodes can be distinguished, such as interchanges and mobility, concentrating services and commerce.

kątem typologii, można wyróżnić różne rodzaje węzłów, takie jak węzły przesiadkowe i mobilności, koncentrujące usługi i handel. Największa koncentracja węzłów miejskości znajduje się w centralnej części miasta, która obejmuje zarówno historyczne serce miasta, jak i inne ważne węzły, które ewolucyjnie krystalizują się wokół niego.

Korytarze rozwoju są rozumiane jako pasma najczęściej wytworzone wzdłuż głównych linii transportowych, jak linie metra, tramwajowe czy główne ulice w mieście, łączące węzły miejskości. Rozwój miasta wzdłuż korytarzy polega na zapewnieniu dostępności transportu publicznego, zwiększeniu gęstości zabudowy i stworzenie bardziej dynamicznego środowiska miejskiego. Obecnie miasta, które są świadome zagrożeń klimatycznych, opierają swój rozwój na koncepcji Nature-Based Development (NBD). W tym modelu elementy naturalne, takie jak rzeki i parki linearne pełnią funkcje korytarzy rozwoju. Przekraczają one swoje dotychczasowe funkcje estetyczne i rekreacyjne, stając się integralnymi częściami zarządzania zasobami naturalnymi oraz infrastruktury miejskiej.

Parki linearne i korytarze wzdłuż rzek tworzą ciągłe pasma zieleni, które nie tylko łączą różne ekosystemy, ale także przyczyniają się do zwiększenia bioróżnorodności. Funkcjonują także jako naturalne systemy zarządzania wodą, wspomagając infiltrację i oczyszczanie wód opadowych, redukując tym samym ryzyko powodzi i zanieczyszczenia wód. Co więcej, przestrzenie zielone łagodzą efekt miejskiej wyspy ciepła, przyczyniając się do odporności miasta na zmiany klimatyczne. Pozostając miejscami rekreacji i odpoczynku, poprawiają zdrowie fizyczne i psychiczne mieszkańców, a zwiększając wartości nieruchomości – przyciągają nowe inwestycje. Parki i rzeki w mieście mają także znaczenie edukacyjne, podwyższają świadomość ekologiczną, a także działają jako przestrzenie integrujące społeczności, stanowiąc miejsce dla wydarzeń kulturowych i interakcji społecznych (Wantuch-Matla et al., 2021).

W Belgradzie zastosowano ciekawą strategię na transformację przestrzeni publicznej wzdłuż rzeki Sawy. Rozpoczęto od zorganizowania wielkiego wydarzenia Belgrade Boat Carnival w najbardziej reprezentatywnej przestrzeni publicznej. Wiodącym przesłaniem inicjatywy było zwiększenie intensywności korzystania z tego miejsca przez mieszkańców poprzez organizację różnego rodzaju działań nad rzeką, a także zwrócenie uwagi na jej walory przyrodnicze. Dodatkowo liczone na uatrakcyjnienie innych przestrzeni publicznych o marginalnym znaczeniu, które przyciągną uwagę mieszkańców. Projekt ten został zrealizowany przy pełnym udziale wszystkich zainteresowanych stron i zmienił całkowicie znaczenie przestrzeni nadrzecznych w Belgradzie (Đukanović i Živković 2015). Podejście do sterowania rozwojem miast wykorzystujące jego model składający się z węzłów miejskości i korytarzy rozwoju zostało zastosowane w kilku znaczących miastach na świecie. Kopenhaga jest znana ze swojego podejścia do planowania miejskiego obejmującego rozwój wzdłuż „zielonych korytarzy” integrujących transport, rekreację i funkcje mieszkaniowe. Słynny „Finger Plan” jest przykładem modelu, w którym założono rozwój miasta wzdłuż pięciu „palców”, oddzielonych obszarami zielonymi. Model rozwoju Melbourne znany jako „Melbourne 2030” ma na celu ograniczenie rozlewania się zabudowy

The greatest concentration of urban nodes is in the central part of the city, where both the historic heart of the city and other important nodes have evolved to crystallise around it.

Development corridors are understood to be bands most often created along major transport lines, such as metro or tram lines and main streets which connect nodes of urbanity. Urban development along corridors is about ensuring public transport accessibility, increasing density and creating a more dynamic urban environment. Today, climate-conscious cities base their development on the concept of Nature-Based Development (NBD). In this model, natural elements such as rivers and linear parks act as development corridors. They transcend their previous aesthetic and recreational functions to become integral parts of natural resource management and urban infrastructure.

Linear parks and corridors along rivers create continuous bands of greenery that not only connect different ecosystems but also contribute to biodiversity. They also function as natural water management systems, helping to infiltrate and treat rainwater, thus reducing the risk of flooding and water pollution. Furthermore, green spaces mitigate the urban heat island effect, contributing to the city’s resilience to climate change. By remaining places of recreation and leisure, they improve the physical and mental health of residents, as well as increasing property values and attracting new investment. The city’s parks and rivers also have an educational value, raising environmental awareness, and act as community integration spaces, providing a venue for cultural events and social interaction (Wantuch-Matla et al., 2021).

Belgrade applied an interesting strategy to the transformation of public space along the Sava River. It started with organising a large-scale Belgrade Boat Carnival event in the most representative public space. The leading message of the initiative was to increase the intensity of use of this space by residents by organising various activities along the river, as well as drawing attention to its natural values. In addition, it was organised to draw the attention of residents and make other marginal public spaces more attractive. The project was implemented with the full participation of all stakeholders and has completely changed the meaning of riverside spaces in Belgrade (Đukanović and Živković 2015).

An approach to steering urban development using its model of urbanity nodes and development corridors has been applied in several prominent cities around the world. Copenhagen is known for its approach to urban planning, which includes development along ‘green corridors’ that integrate transport, recreation and housing functions. The famous ‘Finger Plan’ is an example of a model that assumes development of the city along five ‘fingers’, separated by green areas. Melbourne’s development model known as ‘Melbourne 2030’ aims to reduce sprawl and promote development around existing transport nodes. The city has been divided into different zones, with defined ‘activity centres’ that act as nodes of urbanity.

oraz promowanie rozwoju wokół istniejących węzłów transportowych. Miasto zostało podzielone na różne strefy, z określonymi „centrami aktywności”, które pełnią rolę węzłów miejskości. Portland jest również często przywoływane jako przykład miasta, które skutecznie zastosowało model rozwoju oparty na węzłach miejskości i korytarzach. Miasto to skupia się na rozwoju wzdłuż istniejących linii transportu publicznego i stworzeniu mieszanych stref użytkowania, co sprzyja zrównoważonemu rozwojowi. Curitiba w Brazylii jest uznawana za jedno z najbardziej zaawansowanych miast pod względem planowania urbanistycznego. Stosuje model oparty na korytarzach rozwoju, szczególnie w zakresie transportu publicznego, gdzie autobusy szybkiego ruchu (BRT) działają wzdłuż głównych korytarzy, a rozwój miejski jest skupiony wokół nich. Natomiast Vancouver jest miastem, które przyjęło podejście oparte na węzłach miejskości wokół stacji transportu publicznego, ze szczególnym naciskiem na tworzenie nasyconych zabudową i funkcjami obszarów. Te przykłady miast pokazują, jak różne podejścia do modelu opartego na węzłach miejskości i korytarzach rozwoju mogą być dostosowywane do lokalnych kontekstów i potrzeb, dążąc do zrównoważonego i efektywnego rozwoju miejskiego.

Model Lublina

W niniejszym badaniu za empiryczny przypadek pozwalający osiągnąć cele badawcze wybrano miasto Lublin, ze względu na jego różnorodność i niejednorodność w morfologii miejskiej. Lublin, będąc kluczowym ośrodkiem wschodniej Polski, odgrywa znaczącą rolę na arenie krajowej. Jako ósme pod względem liczby ludności miasto Polski (331 243 mieszkańców w 2023 (GUS)) Lublin stanowi centrum administracyjne, kulturalne, edukacyjne i gospodarcze województwa lubelskiego. Ludność Lublina, stanowiąca istotny odsetek populacji regionu, charakteryzuje się wysoką gęstością zaludnienia w porównaniu z innymi obszarami województwa. Lublin wyróżnia się jako ważny ośrodek akademicki, z licznymi wyższymi uczelniami przyciągającymi studentów z całego kraju oraz z zagranicy. Ponadto miasto jest znaczącym węzłem transportowym, łącząc wschodnią Polskę z resztą kraju, a także z sąsiednimi państwami. Jego rozwinięta infrastruktura kulturalna, w tym teatry, muzea i festiwale, przyciąga turystów i podkreśla bogate dziedzictwo historyczne i kulturowe regionu. Lublin, ze swoim dynamicznym rozwojem gospodarczym, odgrywa kluczową rolę w gospodarce regionalnej i krajowej, będąc także ważnym ośrodkiem przemysłowym i handlowym.

W celu syntezy i stworzeniu modelu miasta w postaci konstrukcji urbanistycznej rozpoczęto od szczegółowych studiów struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina w kilku kategoriach wśród których najważniejsze to: błękitno-zielona infrastruktura, generatory aktywności, środowisko mieszkaniowe, kompozycja urbanistyczna i komunikacja (II. 2).

Błękitno-zielona infrastruktura Lublina. Na obecny „system” błękitno-zielonej infrastruktury w Lublinie składają się różne formy zagospodarowania terenu, jednak obecnie jej charakter nie jest ciągły. Lublin przecinają trzy doliny rzeczne: Bystrzyca, Czerniejówka i Czechówka (częściowo skanalizowana). Brakuje połączeń pomiędzy terenami zieleni publicznej, a niezabudowane

Portland jest również często przywoływane jako przykład miasta, które skutecznie zastosowało model rozwoju oparty na węzłach miejskości i korytarzach. Miasto to skupia się na rozwoju wzdłuż istniejących linii transportu publicznego i stworzeniu mieszanych stref użytkowania, co sprzyja zrównoważonemu rozwojowi. Curitiba w Brazylii jest uznawana za jedno z najbardziej zaawansowanych miast pod względem planowania urbanistycznego. Stosuje model oparty na korytarzach rozwoju, szczególnie w zakresie transportu publicznego, gdzie autobusy szybkiego ruchu (BRT) działają wzdłuż głównych korytarzy, a rozwój miejski jest skupiony wokół nich. Natomiast Vancouver jest miastem, które przyjęło podejście oparte na węzłach miejskości wokół stacji transportu publicznego, ze szczególnym naciskiem na tworzenie nasyconych zabudową i funkcjami obszarów. Te przykłady miast pokazują, jak różne podejścia do modelu opartego na węzłach miejskości i korytarzach rozwoju mogą być dostosowywane do lokalnych kontekstów i potrzeb, dążąc do zrównoważonego i efektywnego rozwoju miejskiego.

Model of Lublin

In this study, the city of Lublin was chosen as an empirical case to achieve the research objectives, due to its diversity and heterogeneity in urban morphology. As a key centre of eastern Poland, Lublin plays a significant role on the national stage. As the eighth most populous city in Poland (331,243 inhabitants in 2023 (CSO)). Lublin is the administrative, cultural, educational and economic centre of the Lublin Voivodeship. The population of Lublin, which constitutes a significant percentage of the region's population, is characterised by a high population density compared to other areas of the voivodeship. Lublin stands out as an important academic centre, with numerous higher education institutions attracting students from all over the country and abroad. In addition, the city is a significant transport hub, connecting eastern Poland with the rest of the country as well as with neighbouring countries. Its developed cultural infrastructure, including theatres, museums and festivals, attracts tourists and highlights the region's rich historical and cultural heritage. With its dynamic economic development, Lublin plays a key role in the regional and national economy and is also an important industrial and commercial centre.

In order to synthesise and create a model of the city in the form of an urban design, a detailed study of the spatial and functional structure of Lublin began with several categories among which the most important are: blue-green infrastructure, activity generators, residential environment, urban composition and communication (Fig. 2).

Lublin's blue-green infrastructure. The current 'system' of blue-green infrastructure in Lublin is made up of various forms of land use, but at present its character is not continuous. Lublin is criss-crossed by three river valleys: the Bystrzyca, the Czerniejówka and the Czechówka (partially channelled). There is a lack of connections between public green spaces and undeveloped spaces are subjected to continuous urbanisation pressure. Along the Bystrzyca River,

przestrzenie poddawane są ciągłej presji urbanizacyjnej. Wzdłuż rzeki Bystrzycy, która przecina miasto, dzieląc je na różnicowane pod względem morfologii części: północno-zachodnią i południowo-wschodnią, koncentrują się kluczowe elementy tej infrastruktury. W lewobrzeżnej części miasta istniejąca zieleń wiąże się z charakterystycznymi dla Lublina suchymi dolinami lessowymi, występując przede wszystkim jako towarzysząca osiedlom mieszkaniowym. Szczególnie cenne są znajdujące się w granicach administracyjnych miasta zwarte zespoły leśne: Satry Gaj i okolice Zalewu Zemborzyckiego. Obszary ogólnodostępnej zieleni mają wartość rekreacyjną (ścieżki spacerowe, infrastruktura rekreacyjna nad zalewem) i przyrodniczą – zarówno jako rezerwat przyrody, jak i zieleń towarzysząca osiedlom mieszkaniowym (Trzaskowska and Adamiec, 2015). Obecność licznych zespołów ogrodów działkowych, w szczególności w centralnej części miasta nad Bystrzycą, jest nie tylko korzystna z punktu widzenia tworzenia powiązań terenów zielonych, ale również jako wolne od zabudowy zielone przedpole widokowe panoramy starego miasta od strony południowej i wschodniej. W północnej części miasta wyróżniającym się obszarem są Górki Czechowskie oraz peryferia dzielnicy Ponikwoda, charakteryzujące się bogatą rzeźbą terenu. Pomimo wielu pomników przyrody na terenie miasta (23), problemem jest niedostateczna ilość zieleni w gęsto zabudowanych obszarach, zwłaszcza w centrum, oraz zabudowywanie terenów zielonych w osiedlach mieszkaniowych. Ciągłość otwartych terenów zielonych w Lublinie została dostrzeżona poprzez stworzenie lubelskiego Ekologicznego Systemu Obszarów Chronionych (ESOCh), którego ochrona jest problematyczna w procesach inwestycyjnych (Chmielewski et al., 2013). Podstawowym zaleceniem jest stworzenie ciągłości systemu poprzez promowanie rozwiązań technicznych (wprowadzanie zielonych dachów, ogrodów wertykalnych) i przyrodniczych, tworzenie ogrodów deszczowych, rozwój parków publicznych i terenów rekreacyjnych, zwłaszcza wzdłuż dolin rzecznych, a także ochronę przed zabudową terenów cennych przyrodniczo. Rozkład *generatorów aktywności* w Lublinie jest zróżnicowany. Centrum miasta pełni głównie funkcje kulturowe i administracyjne z obiektami historycznymi. Funkcje handlowe są rozłożone dość równomiernie. We wschodniej części miasta dominują obszary przemysłowo-składowe, zaś obszary rekreacyjne skupione są w południowej części miasta. Zaobserwowane w ostatnich latach przenoszenie placówek dydaktycznych uczelni wyższych z historycznej zabudowy centrum miasta sprawia, że „uniwersyteckość” skupia się w obrębie licznych kampusów. Zaleca się rozwój różnorodności generatorów aktywności, szczególnie w obszarach oddalonych od centrum, zwiększenie inwestycji w infrastrukturę kulturalną i rekreacyjną, a także współpracę między instytucjami kulturalnymi, uczelniami, samorządem i przedsiębiorstwami.

Zróżnicowanie form zespołów zabudowy mieszkaniowej w Lublinie wiąże się z wyraźnie wyodrębnionymi rejonami urbanistycznymi. W centrum miasta dominuje historyczna zabudowa kwartałowa, która wyróżnia się wartościami historycznymi. Zabudowa wielorodzinna powstała w II połowie XX wieku stanowi większość

which cuts through the city, dividing it into morphologically differentiated parts: north-western and south-eastern, key elements of this infrastructure are concentrated. In the left-bank part of the city, the occurrence of greenery is associated with the dry loess valleys characteristic of Lublin, occurring mainly as an accompaniment to housing estates. Particularly valuable is the occurrence of dense forest complexes within the administrative borders of the city: Satry Gaj and the area around Zemborzycki Lagoon. Areas of publicly accessible greenery have recreational value (walking paths, recreational infrastructure at the lagoon) and natural value (a nature reserve and as greenery accompanying housing estates) (Trzaskowska and Adamiec, 2015). The presence of numerous complexes of allotment gardens, particularly in the central part of the city on the Bystrzyca River, is not only beneficial from the point of view of creating green space links, but also as a green viewing foreground free of development of the panorama of the old city from the south and east. In the northern part of the city, a prominent area is Górki Czechowskie and the periphery of the Ponikwoda district, characterised by a rich topographical relief. Despite the many natural monuments in the city (23), the insufficient amount of greenery in densely built-up areas, especially in the centre, and the development of green areas in housing estates is still a problem. The continuity of open green areas in Lublin, has been recognised by the creation of the Lublin Ecological System of Protected Areas (ESOCh), the protection of which is problematic in investment processes (Chmielewski et al., 2013). The basic recommendation is to create continuity of the system by promoting technical solutions (introduction of green roofs, vertical gardens) and natural solutions, creation of rain gardens, development of public parks and recreational areas, especially along river valleys, and protection of naturally valuable areas from development.

The distribution of *activity generators* in Lublin varies. The city centre has mainly cultural and administrative functions with historical buildings. Commercial functions are evenly distributed. The eastern part of the city is dominated by industrial and warehousing areas, while recreational areas are concentrated in the southern part of the city. The relocation of university teaching facilities away from the historic buildings in the city centre, observed in recent years, means that 'academic character' is concentrated within the numerous campuses. It is recommended that a diversity of activity generators be developed, especially in areas away from the centre, that investment in cultural and recreational infrastructure be increased, and that cooperation between cultural institutions, universities, local government and businesses be developed.

The diversity of the forms of residential development complexes in Lublin is associated with clearly defined urban areas. The city centre is dominated by historic quarter buildings, which are distinguished by their historical values. Multi-family buildings developed in the second half of the 20th century constitute most of

zasobu mieszkaniowego. Osiedla mieszkaniowe Lublina, stanowiące odrębne jednostki urbanistyczne, powstały od lat 30. XX wieku, prezentując różnorodne formy architektoniczne i urbanistyczne (Il. 1). Gęstość zabudowy maleje promieniście, przechodząc w kierunku rozlewających się suburbiów w zabudowę jednorodziną, często usytuowaną wzdłuż głównych dróg. W obrębie tej zabudowy wyróżnić można zarówno budynki jednorodzinne wolnostojące, jak i te w zabudowie bliźniaczej lub szeregowej. Rekomenduje się dogęszczenie i rozwój obszarów zachodniej i południowej części miasta, obecnie zdominowanych przez zabudowę jednorodziną, ale dysponujących również licznymi niezagospodarowanymi terenami. Stanowi to szansę na rozwój nowych osiedli o zrównoważonym charakterze, łączących funkcje mieszkalne z towarzyszącymi im funkcjami.

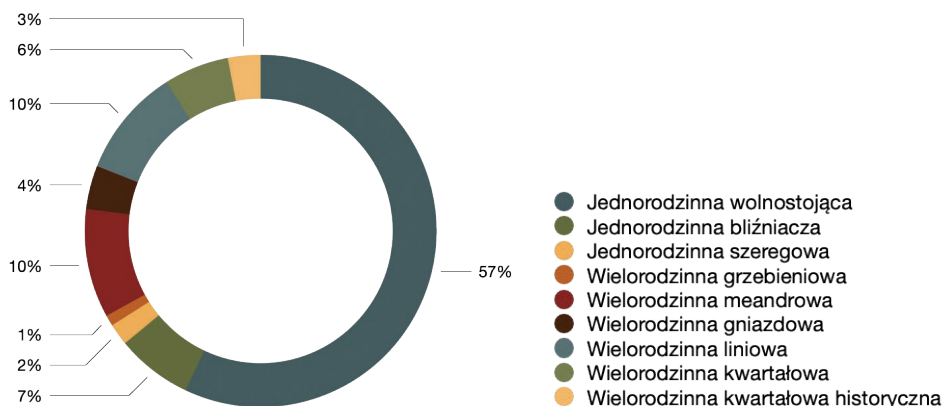
Kompozycja urbanistyczna Lublina jest podzielona na różne strefy zabudowy, przy czym korytarz rzeki Bystrzycy stanowi wyrazisty linearny element układu dzielący miasto na dwie części. Kolejnym silnym akcentem kompozycyjnym jest historyczne centrum miasta, będąc obszarem bogatym w zabytki architektury, z wąskimi uliczkami. Stare Miasto w Lublinie jest jednym z największych i najlepiej zachowanych średniowiecznych zespołów miejskich w Polsce. Ze względu na bogatą rzeźbę terenu dominantą kompozycyjną jest Wzgórze Staromiejskie eksponowane z kierunków: wschodniego, południowego i północnego. Nowe dominanty wysokościowe w skali miasta powstają w XXI wieku w rejonie ulic: Aleje Racławickie i aleja Kraśnicka oraz w ekspozycji ze śródmieścia: zespół zabudowy na terenie dawnego lotniska i Centrum Onkologii Ziemi Lubelskiej. Mimo zapisów w dokumencie *Studium wartości widokowych miasta Lublin* (Czyńska et al. 2011), mających na celu ochronę wartościowych powiązań widokowych, w ostatnich latach powstało wiele inwestycji negatywnie oddziałujących na sylwetkę miasta. Do najbardziej kontrowersyjnych można zaliczyć Centrum Onkologii Ziemi Lubelskiej. W śródmieściu oraz niektórych dzielnicach poza nim znajdują się bloki mieszkalne, charakterystyczne dla okresu powojennego. Przykładem jest dzielnica LSM (Lubelska Spółdzielnia Mieszkaniowa) z dominującą zabudową wielorodzinną z lat 60. i 70. XX

the housing stock. Lublin's housing estates, which are separate urban units, have been built since the 1930s, presenting a variety of architectural and urban forms (Fig. 1). The density of development decreases radially, moving towards sprawling suburbs into single-family developments, often situated along main roads. Within this development, single-family detached, semi-detached or terraced buildings can be distinguished. It is recommended that the areas in the western and southern parts of the city, which are currently dominated by single-family dwellings but also have numerous undeveloped areas, be densified and developed. This presents an opportunity for the development of new settlements with a sustainable character, combining residential and associated functions.

Lublin's urban composition is divided into different development zones, with the Bystrzyca River corridor being a distinct linear layout element dividing the city into two parts. Another strong compositional accent is the historic city centre, being an area rich in architectural monuments, with narrow streets. The Old Town in Lublin is one of the largest and best-preserved medieval urban complexes in Poland. Due to the rich relief of the area, the compositional dominant is the Old Town Hill, exposed from the east, south and north directions. New high-rise dominants on the city scale are being created in the 21st century in the area of Racławickie Avenue and Kraśnicka Avenue and in the exposure from the city centre: the complex of buildings on the site of the former airport and the Lublin Oncology Centre. Despite the provisions of the *Study of the Scenic Value of the City of Lublin* (Czyńska et al. 2011) aiming to protect valuable view links, several investments negatively affecting the silhouette of the city have been developed in recent years. Among the most controversial is the Lublin Oncology Centre. In the city centre and some districts outside it there are blocks of flats, characteristic of the post-war period. An example is the LSM (Lubelska Spółdzielnia Mieszkaniowa) district with predominantly multi-family buildings from the 1960s and 1970s. Large-scale industrial and service areas are mainly located on the outskirts of the city

Il. 1. Udział powierzchni zabudowy poszczególnych typów zabudowy mieszkaniowej w Lublinie

Ill. 1. Share of the built-up area of the different types of residential development in Lublin



wieku. Wielkopowierzchniowe obszary przemysłowe i usługowe mieszczą się głównie na peryferiach miasta po zachodniej stronie Bystrzycy. Warto zwrócić uwagę na obszar wokół ulicy Mełgiewskiej, który skupia różnorodne przedsiębiorstwa, oraz na tereny przemysłowe w rejonie ulicy Metalurgicznej. Na obrzeżach centrum oraz w dalszych dzielnicach, takich jak Czechów, Węglin czy Abramowice, przeważa nowocześniejsza zabudowa jednorodzinna, często połączona z niewielkimi obszarami zieleni. Lublin charakteryzuje się też obecnością znaczących zwartych obszarów zieleni, które wraz z Zalewem Zembrzyckim, stanowią silną powierzchnię dominantę przestrzenną. Wyróżniającymi się krawędziami są drogi krajowe, obwodnica oraz linie kolejowe.

Układ komunikacji, ze względu na ograniczenia ruchu tranzytowego w centrum miasta, jest obecnie na dobrym poziomie. Z wyjątkiem południowej części miasta, tranzyt przejmuje obwodnica w postaci drogi krajowej S17, S19. Miasto przecinają cztery drogi wojewódzkie oraz liczne drogi powiatowe i gminne. W Lublinie zlokalizowano również cztery węzły komunikacyjne o rozbudowanej geometrii. Lublin dysponuje siecią dróg rowerowych o łącznej długości około 200 km oraz ciągów pieszo-rowerowych o długości około 150 km. Infrastrukturę rowerową uzupełniają stacje roweru miejskiego oraz dostępne do wypożyczenia elektryczne hulajnogi. Problemem jest jednak brak ciągłości dróg rowerowych w centralnej części miasta. Większość miasta obsługiwana jest przez linie autobusowe i trolejbusowe. Przez Lublin przebiega linia kolejowa z centralnie położonym dworcem metropolitalnym oraz sześcioma przystankami kolejowymi. Dostępne są również szynobusy na trasach regionalnych. Na obrzeżach miasta zlokalizowano cztery parkingi typu Park&Ride i chociaż obecnie nie cieszą się one zbyt dużym zainteresowaniem, stanowią ważny element infrastruktury drogowej w perspektywie znacznego ograniczenia dostępności dla samochodów osobowych śródmieścia. Lublin oferuje liczne urządzone tereny zielone, atrakcyjne dla ruchu pieszego (wzdłuż Bystrzycy, w wąwozach w dzielnicy Rury i Kalinowszczyzna), a także w obrębie śródmieścia – trakt Krakowskie Przedmieście–Aleje Racławickie. W osiedlach mieszkaniowych infrastruktura dla pieszych jest wysokiej jakości, jednak brakuje dostosowania ulic do potrzeb osób o ograniczonej mobilności. Przejścia dla pieszych przez drogi wyższych klas są problematyczne.

Komunikację pieszą należy traktować jako fundament systemu mobilności miasta. Jego rozwój powinien odbywać się w ścisłej koordynacji z pozostałymi formami transportu, zwłaszcza z transportem publicznym i rowerowym. Zaleca się stworzenie warunków, aby jak najwięcej miejsc i celów było dostępnych pieszo, ograniczając przy tym konieczność korzystania z samochodów. Wskazane jest zwiększenie liczby przejść dla pieszych oraz rozwijanie sieci dróg pieszych, w tym nowych połączeń nad rzeką i wzdłuż torów kolejowych. Wskazane jest też wybudowanie przystanków rowerowych dla zapewnienia rowerzystom miejsc do odpoczynku. Trasa spacerowo-rowerowa nad Bystrzycą w kierunku Zalewu Zembrzyckiego często bywa zatłoczona i niebezpieczna. Zaleca się również rozwój sieci tras rowerowych, zarówno poprzez dodawanie nowych ścieżek, jak i wydłużanie

on the western side of the Bystrzyca River. Of note is the area around Mełgiewska Street, which concentrates a variety of businesses, and the industrial areas around Metalurgiczna Street. On the outskirts of the centre and in further districts such as Czechów, Węglin and Abramowice, more modern single-family housing prevails, often combined with small areas of greenery. Lublin is also characterised by the presence of significant dense green areas which, together with the Zembrzycki Reservoir, constitute a strong surface spatial dominant. Prominent edges are national roads, the ring road and railway lines.

The transport system, in terms of reducing transit traffic in the city centre, is currently working properly. Apart from the southern part of the city, transit is taken over by the ring road in the form of the national road S17, S19. The city is crossed by four voivodeship roads and numerous district and communal roads. There are also four junctions with extensive geometry in Lublin. Lublin has an extensive network of bicycle roads with a total length of about 200 km and pedestrian and bicycle paths with a length of about 150 km. The cycling infrastructure is complemented by city bike stations and electric scooters available for hire. However, the lack of continuity of cycle routes in the central part of the city is a problem. Most of the city is has access to bus and trolleybus lines. A railway line runs through Lublin with a centrally located metropolitan station and six train stops. There are also rail buses on regional routes. Four Park & Ride car parks have been located on the outskirts of the city; although they are not very popular at present, they are an important element of the road infrastructure in view of the significant reduction in car accessibility of the city centre. Lublin offers numerous organised green areas attractive for pedestrian traffic (along the Bystrzyca River, in the ravines in the Rury and Kalinowszczyzna districts), as well as within the inner city – Krakowskie Przedmieście–Racławickie Avenue route. In residential areas, pedestrian infrastructure is of high quality, but there is a lack of adaptation of streets to the needs of persons with reduced mobility. Pedestrian crossings of higher class roads are problematic.

Pedestrian transport should be considered as the foundation of the mobility system of the city. Its development should take place in close co-ordination with other forms of transport, such as public transport and cycling. It is recommended that conditions be created so that as many places and destinations as possible are accessible on foot, reducing the need to use cars. It is advisable to increase the number of pedestrian crossings and to develop the network of footpaths, including new connections over the river and along the railway tracks. It is also advisable to build cycle stops to provide rest areas for cyclists. The walking and cycling route along the Bystrzyca River towards the Zembrzycki Reservoir is often crowded and dangerous. It is also recommended to develop the cycling route network, both by adding new paths and extending existing ones, to make it easier for residents to access the centre from the suburbs and to

istniejących, aby ułatwić mieszkańcom dostęp do centrum z przedmieść i wzbogacić możliwości spędzania czasu wolnego. Rekomenduje się wyznaczenie dodatkowych węzłów transportu zbiorowego i budowę większej liczby parkingów typu Park&Ride, by promować korzystanie z komunikacji publicznej. Ponadto zaleca się rozbudowę kolei aglomeracyjnej jako alternatywnego środka transportu zbiorowego.

PODSUMOWANIE

Zarządzanie skomplikowanymi organizmami, jakimi są współczesne miasta, zwłaszcza w obliczu poważnych zmian, wymaga dogłębnych badań. Te badania powinny umożliwić identyfikację istniejących mechanizmów rozwoju miast i określić przyszłe uwarunkowania, szczególnie te wynikające z przyspieszenia zmian klimatycznych (Ziobrowski, 2023). Przyszły rozwój miast będzie musiał uwzględniać szereg wyzwań i problemów XXI wieku. Do najważniejszych należą zmiany klimatyczne i związane z nimi rosnące uzależnienie od samochodów spalinywych, wyzwania demograficzne w szybko rozwijających się i kurczących się miastach, różnorodność kulturowa, niepewność ekonomiczna, suburbanizacja, re-urbanizacja i rozrost przestrzenny miast. Kluczowe będą również instytucjonalne wyzwania związane z zarządzaniem zmianami i ryzykiem w kontekście zmieniającej się roli władz lokalnych, a także rozwój technologii informacyjnych i sztucznej inteligencji.

Model konstrukcji urbanistycznej może służyć jako narzędzie prowadzenia mądrej polityki przestrzennej, działając jako interfejs przekładający informacje zebrane w fazie studiów nad zagospodarowaniem przestrzennym miasta na język graficzny definiujący zasady rozwoju struktury przestrzennej (Il. 3). Te zasady są następnie wyrażane za pomocą odpowiednich schematów lub wizualizacji, które wspomagają projektantów zarówno na etapie kształtowania pomysłu, jak i w równoległych dyskusjach z innymi uczestnikami procesu planowania (Zuziak and Ogrodnik, 2018).

Opracowanie zawiera model przedstawiający Lublin w sposób syntetyczny, który jest graficzną prezentacją wyników z przeprowadzonych analiz urbanistycznych. Załączone opracowania graficzne można by uznać za abstrakcyjne, jednak systematyzują one wiedzę na temat danych i demonstrowują zróżnicowanie struktury miasta w sposób graficzny. Daje to możliwość doświadczenia i rozumienia struktury przestrzenno-funkcjonalnej miasta jako całości. Modele, które zostały wykonane w ramach opracowania danych, należy uznać za eksperymentalne. Dysproporcje w zagęszczeniu sieci węzłów i korytarzy występują przede wszystkim między centrum miasta a jego obszarami zewnętrznymi. Analizy wykazały jednak także wysoki stopień zróżnicowania pomiędzy poszczególnymi dzielnicami, a nawet mniejszymi obszarami w obrębie dzielnic.

Koordinacja infrastruktury przestrzennej, społecznej, komunikacji publicznej oraz innych w skali miasta i obszarów funkcjonalnych może przelożyć się na lepszy poziom jakości życia mieszkańców i wzrost atrakcyjności Lublina, co wpisuje się w strategię rozwoju miasta. Warto podkreślić metodologiczną wartość tych badań. Zastosowanie tej samej procedury badawczej do innych

enrich their leisure activities. The designation of additional public transport nodes and the construction of more Park & Ride car parks are recommended to promote the use of public transport. In addition, it is recommended to expand the agglomeration railway as an alternative means of public transport.

CONCLUSIONS

The management of complex organisms such as modern cities, especially in the face of major change, requires in-depth research. This research should make it possible to identify existing mechanisms of urban development and to identify future conditions, especially those resulting from the acceleration of climate change (Ziobrowski, 2023). Future urban development will need to consider a number of 21st-century challenges and issues. Among the most important are climate change and the associated increasing reliance on internal combustion vehicles, demographic challenges in rapidly growing and shrinking cities, cultural diversity, economic uncertainty, suburbanisation, re-urbanisation and urban sprawl. The institutional challenges of managing change and risk in the context of the changing role of local authorities, as well as developments in information technology and Artificial Intelligence, will also be key.

The urban design model can serve as a tool for wise spatial policy, acting as an interface to translate the information gathered in the urban development study phase into a graphical language that defines the principles for the development of the spatial structure (Fig. 3). These principles are then expressed by means of appropriate diagrams or visualisations that support designers both in the idea formation stage and in parallel discussions with other participants in the planning process (Zuziak and Ogrodnik, 2018).

The study contains a model representing Lublin in a synthetic way, which is a graphical presentation of the results from the urban analyses carried out. The accompanying graphic studies could be considered abstract, but they systematise the knowledge of the data and demonstrate the diversity of the city's structure graphically. This provides an opportunity to experience and understand the spatial and functional structure of the city. The models that were made as part of the data development should be considered experimental. Disparities in the density of the network of nodes and corridors are mainly found between the city centre and its outer areas. However, the analyses also showed a high degree of variation between individual neighbourhoods or even smaller areas within neighbourhoods.

The coordination of spatial, social, public transport and other infrastructures at the scale of the city and functional areas can translate into a better quality of life for the inhabitants and an increase in the attractiveness of Lublin, which is part of the city's development strategy. The methodological value of this research is worth emphasising. Applying the same research procedure to other cities in the city will make it possible to compare different urban organisms. Moreover, what is important in this case is not so much a specific

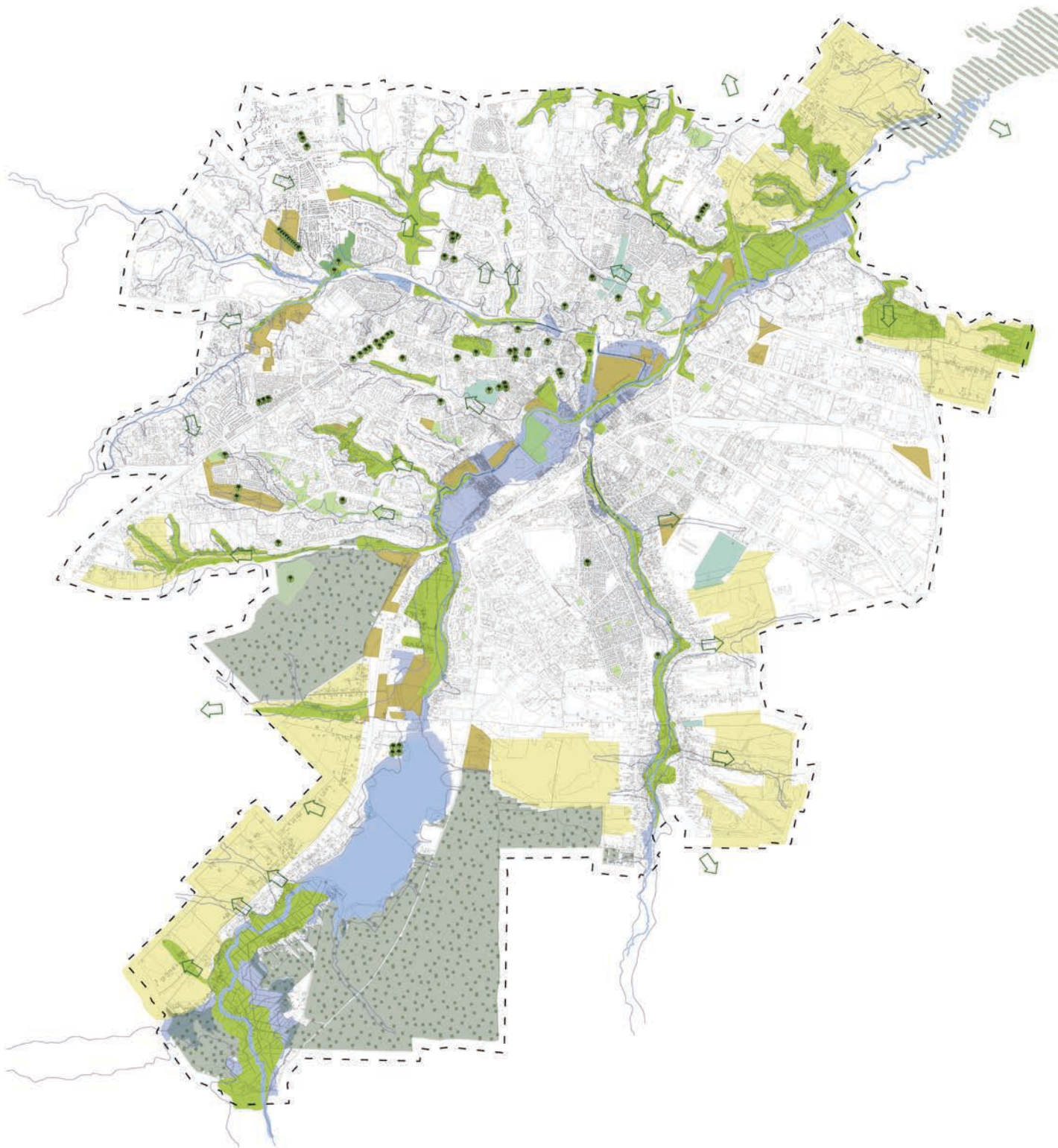
miast umożliwi porównanie różnych organizmów miejskich. Co więcej, znaczenie ma też w tym przypadku nie tyle konkretne porównanie miast, ile możliwość opracowania metody, która pozwoli identyfikować, w ramach złożoności zjawiska miejskiego, cele rozwojowe dla każdego miasta z osobna.

Finasowanie

Badania zostały przeprowadzone w ramach „Politechnicznej Sieci VIA CARPATIA im. Prezydenta RP Lecha Kaczyńskiego” finansowanej z dotacji celowej Ministra Edukacji i Nauki, działanie „Po sąsiedzku - międzyuczelniane staże badawcze”, nr umowy NN-1450-60/23.

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

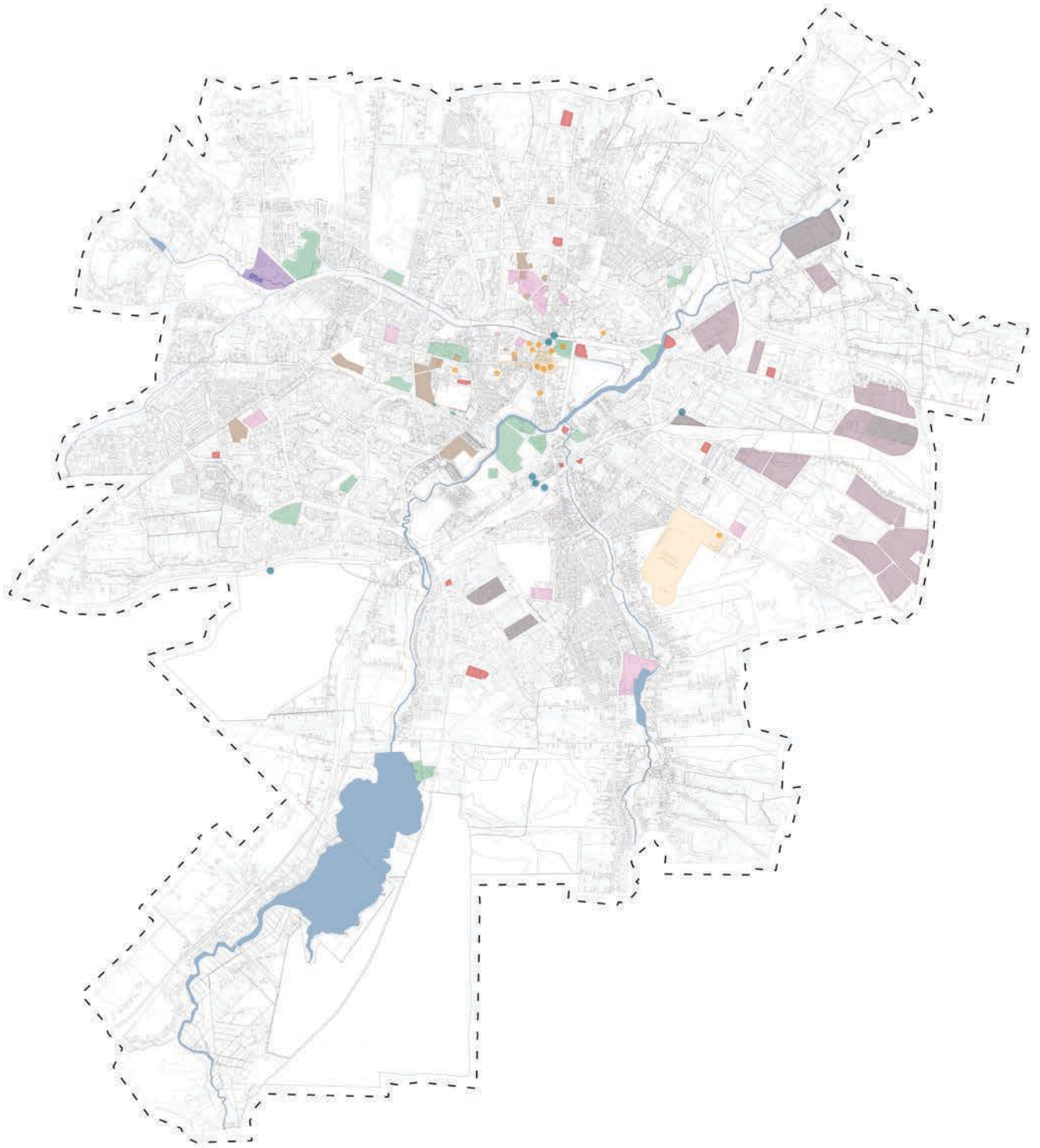
- [1] Amir, S., Kant, V., 2018. *Sociotechnical Resilience: A Preliminary Concept*. Risk Analysis 38. <https://doi.org/10.1111/risa.12816>.
- [2] Beretić, N., Đukanović, Z., Campus, G., 2022. *Plural city: layered singularities and urban design: case of Belgrade City (RS)*. City, Territory and Architecture 9. <https://doi.org/10.1186/s40410-022-00154-5>.
- [3] Boguszewska, K., Przesmycka, N., 2019. *Spatial Planning in Environmentally Valuable Areas in the Context of Public Participation on the Example of Czechów Hills in Lublin*. Barometr Regionalny. Analizy i Prognozy 16. <https://doi.org/10.56583/br.55>.
- [4] Boori, M.S., Netzband, M., Choudhary, K., Voženilek, V., 2015. *Monitoring and modeling of urban sprawl through remote sensing and GIS in Kuala Lumpur, Malaysia*. Ecol Process 4. <https://doi.org/10.1186/s13717-015-0040-2>.
- [5] Bradecki, T., Kafka, K., Ludwig, J., Mól, B., 2023. *Modele struktury Metropolii GZM*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- [6] Castells, M., 1996. *The Rise of the Network Society: Volume I, The Information Age: Economy, Society and Culture*. Wiley-Blackwell.
- [7] Chmielewski, S., Łukasik, A., Owczarek, P., *Ekologiczny System Obszarów Chronionych Miasta Lublin a miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego*. Teledetekcja Środowiska, nr 49, Warszawa 2013, s. 7-14, http://geoinformatics.uw.edu.pl/wp-content/uploads/sites/26/2014/03/TS_v49_007_Chmielewski.pdf.
- [8] Czyńska, K., Marzęcki, W., Rubinowicz, P., *Studium wartości widokowych miasta Lublin*. Lublin 2011, https://bip.lublin.eu/gfx/bip/userfiles/_public/import/strategia-i-planowanie/planowanie-przestrzenne/inne-opracowania-planistyczne/studium-wartosci-widokowych-m/studium-wartosci-widokowych-mi/58878_opis_studium_2011.pdf (dostęp: 15.01.2024).
- [9] 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.
- [10] Kostof, S., 1991. *The City Shaped: Urban Patterns and Meanings Through History*. Thames & Hudson, Nowy Jork, Boston.
- [11] Li, X., Zhou, Y., Chen, W., 2020. *An improved urban cellular automata model by using the trend-adjusted neighborhood*. Ecol Process 9. <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00234-9>.
- [12] Lynch, K., 1960. *The image of the city*. MIT Press, Cambridge.
- [13] 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.
- [14] Martyka, A., 2023. *Modelowa interpretacja struktury przestrzennej miasta a polityka przestrzenna. Przekład Rzeszowa*. Środowisko Mieszkańciewe-Housing Environment 43.
- [15] Mirzaee, S., Wang, Q., 2020. *Urban mobility and resilience: exploring Boston's urban mobility network through twitter data*. Appl Netw Sci 5. <https://doi.org/10.1007/s41109-020-00316-9>.
- [16] Mitchell, W., 1996. *City of Bits: Space, Place, and the Infobahn*. The MIT Press, Cambridge, London.
- [17] Prokopska, A., Martyka, A., 2017. *Miasto jako organizm przyjazny człowiekowi*. Budownictwo i Architektura 16. https://doi.org/10.24358/bud-arch_17-161_14.
- [18] Przesmycka, N., 2012a. *Lublin: przeobrażenia urbanistyczne 1815-1939*. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Polska Akademia Nauk o w Lublinie, Lublin.
- [19] Przesmycka, N., 2012b. *Krajobraz kulturowy nowych suburbi Lublina*. Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych 8. <https://doi.org/10.35784/teka.2496>
- [20] Przesmycka, N., 2015. *Lublin u progu XX wieku - uwarunkowania i kierunki rozwoju urbanistycznego*. Rocznik Humanist 63. <https://doi.org/10.18290/rh.2015.63.4-6>
- [21] Przesmycka, N., 2020. *Transformations of the transport system of the city of Lublin as a city-forming factor*. Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych 15. <https://doi.org/10.35784/teka.1497>
- [22] Przesmycka, N., Boguszewska, K., 2020. *Landscaping of green areas in the urban layout of midtown Lublin*. Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych 16. <https://doi.org/10.35784/teka.2426>
- [23] Przesmycka, N., Strojny, R., 2018. *Allotment gardens in the Lublin downtown in the spatial and urban planning context – origins and issues concerning their preservation*. Teka Komisji Architektury, Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych 14. <https://doi.org/10.35784/teka.1777>
- [24] Pung, J., D'Souza, R.M., Ghosal, D., Zhang, M., 2022. *A road network simplification algorithm that preserves topological properties*. Appl Netw Sci 7. <https://doi.org/10.1007/s41109-022-00521-8>.
- [25] *Rocznik Statystyczny za rok 2023 GUS*, s. 2023, dostępne: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-demograficzny-2023,3,17.html>.
- [26] Rossi, A., 1984. *The Architecture of the City*. The MIT Press.
- [27] Trzaskowska, E., Adamiec, P., 2015. *Zieleń osiedli mieszkaniowych i zabudowy wielorodzinnych w strukturze ekologicznej Lublina*, in: Trzaskowska, P. Adamiec (Ed.), *Krajobrazy Lublina – osiedla mieszkaniowe*, Wydawnictwo Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, pp. 41-56.
- [28] Wantuch-Matla, D., Martyka, A., Ruchlewicz-Dzianach, A., 2021. *Powszechna edukacja architektoniczna. Doświadczenia polskie i kształcenie incydentalne*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, Kraków. <https://doi.org/http://www.wydawnictwoup.pl/860/Powszechna-edukacja-architektoniczna-Doswiadczenia-polskie-i-ksztalcenie-incydentalne.html>.
- [29] West, B., 2018. *The Universal Laws of Life and Death in Organisms, Cities and Companies*. Weidenfeld & Nicolson, Londyn.
- [30] Ziobrowski, Z., 2023. *Od lokacji do megamiast*, in: Noworól, A., Salamon, J. (Ed.), *Polityka Miejska – Wybrane Aspekty Zarządzania Rozwojem. Małopolska Szkoła Administracji Publicznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie*, Kraków, pp. 10–33.
- [31] Zuziak, Z., 2008. *O tożsamości urbanistyki*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- [32] Zuziak, Z., 2017. *Konstrukcje urbanistyczne miast przyszłości. Uwagi do dyskusji nad wizją rozwoju Rzeszowa*. Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury 64, 467–485.
- [33] Zuziak, Z., 2018a. *Węzły miejskości a modele przestrzenne struktur miejskich*. Budownictwo i Architektura 107–129.
- [34] Zuziak, Z., 2018b. *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, pp. 17–44.
- [35] Zuziak, Z., Gosztyła, M., Janda, M., Malczewska, J., Martyka, A., Mikrut, A., Szarata, M., 2019. *Węzły i Korytarze Rozwoju Funkcji Metropolitalnych Rzeszowa*. Biuro Rozwoju Miasta Rzeszowa, Rzeszów.
- [36] 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.



A – błękitno-zielona infrastruktura
 A – blue-green infrastructure

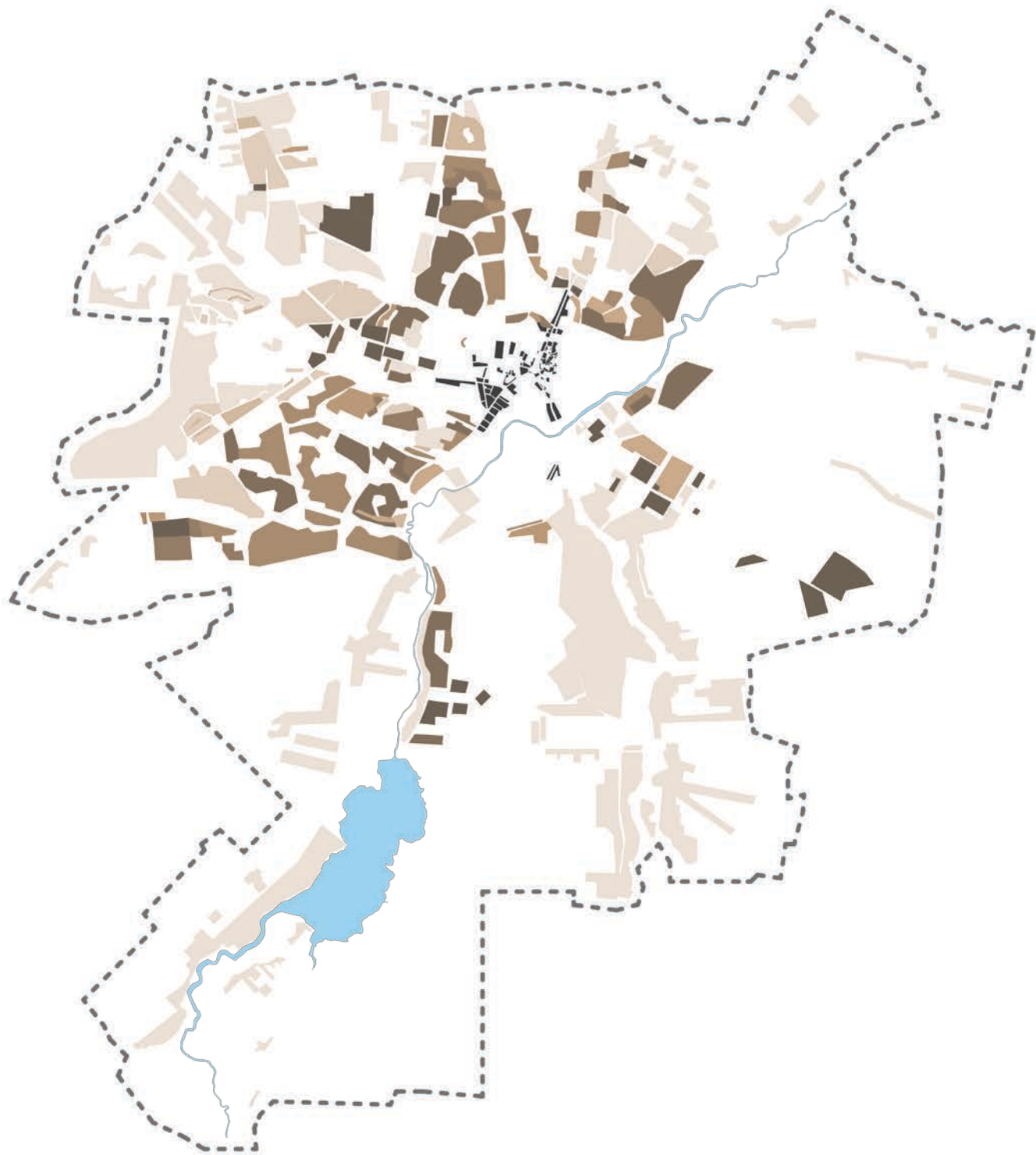
II. 2. Zestawienie analizowanych warstw struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina poddane analizom pod kątem stworzenia modelu konstrukcji urbanistycznej miasta. Opracowały: Karolina Kościółek, Musiał Małgorzata, Zabiega Karolina

III. 2. Summary of the layers of Lublin's spatial and functional structure analysed with the intent to creating a model of the city's urban structure. Design by Karolina Kościółek, Musiał Małgorzata, Zabiega Karolina



B – generatory aktywności
 B – activity generators

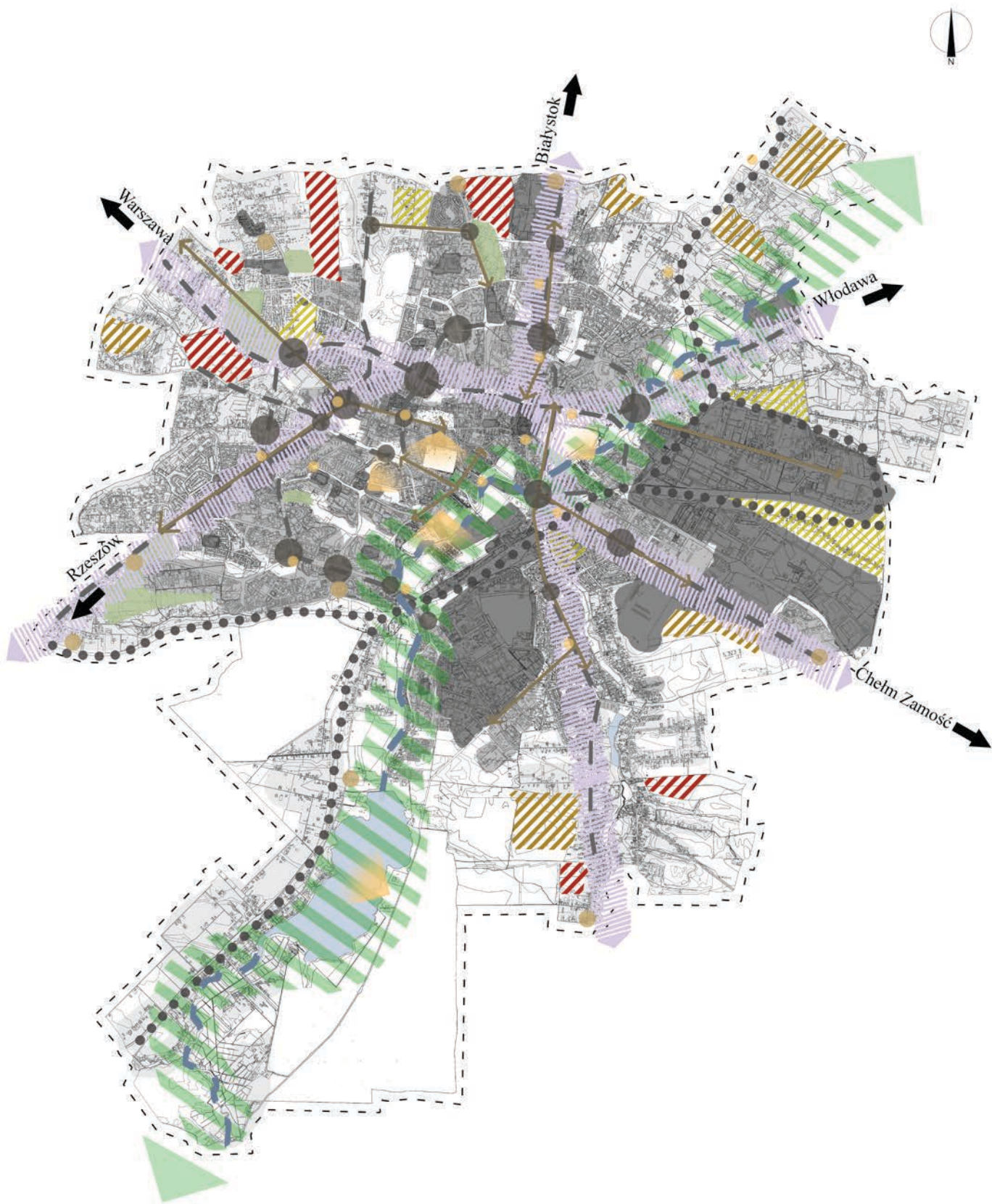
II. 2. Zestawienie analizowanych warstw struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina poddane analizom pod kątem stworzenia modelu konstrukcji urbanistycznej miasta. Opracowały: Fydryk Wiktoria, Janiec Iwona
 III. 2. Summary of the layers of Lublin's spatial and functional structure analysed with the intent to creating a model of the city's urban structure. Design by Fydryk Wiktoria, Janiec Iwona



C – środowisko mieszkaniowe
 C – housing environment

II. 2. Zestawienie analizowanych warstw struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina poddane analizom pod kątem stworzenia modelu konstrukcji urbanistycznej miasta. Opracowali: Zelek Wiktor, Śliwka Przemysław

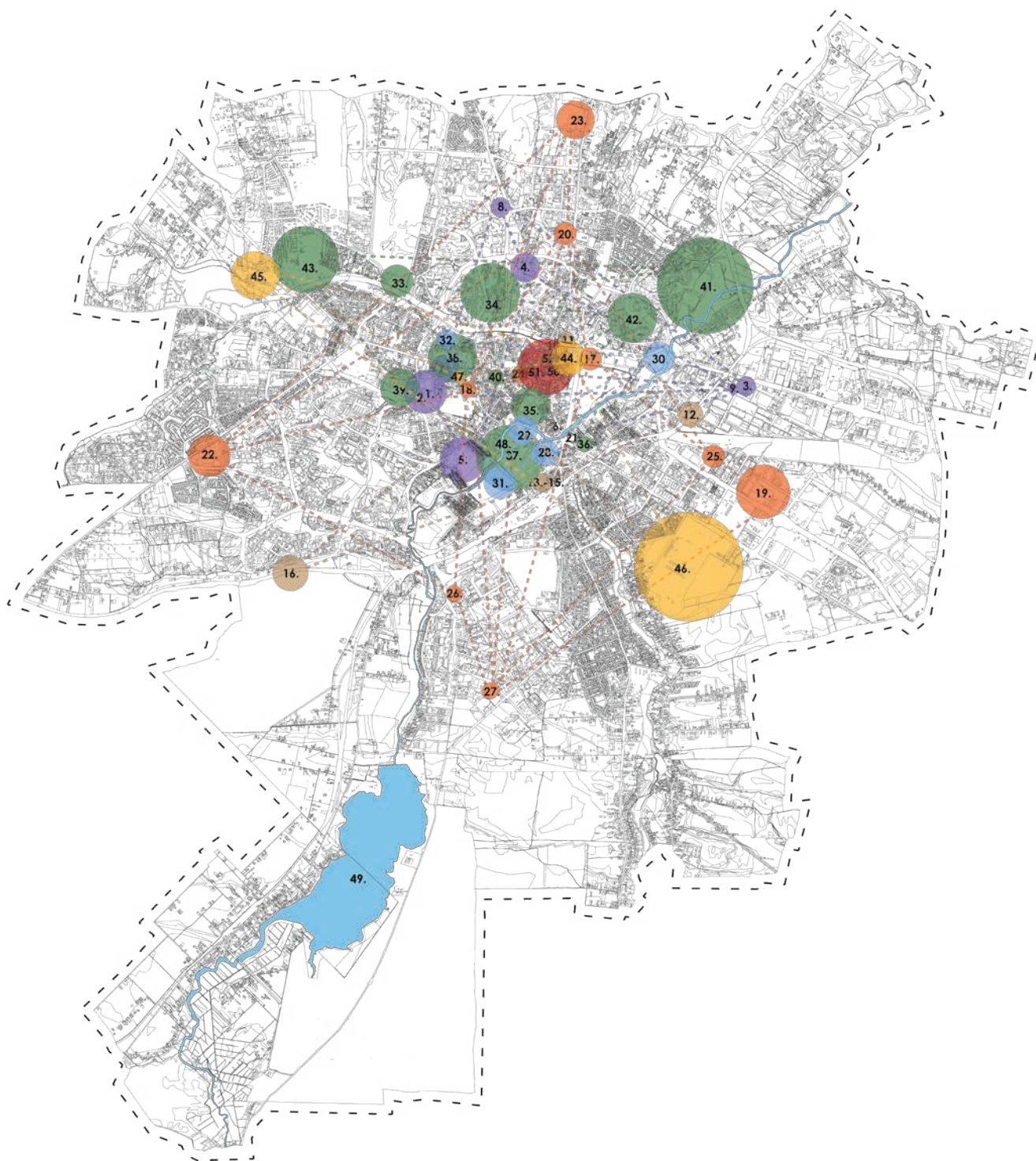
III. 2. Summary of the layers of Lublin's spatial and functional structure analysed with the intent to creating a model of the city's urban structure. Design by Zelek Wiktor, Śliwka Przemysław



D – kompozycja urbanistyczna
D – urban composition

II. 2. Zestawienie analizowanych warstw struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina poddane analizom pod kątem stworzenia modelu konstrukcji urbanistycznej miasta. Opracowali: Dryka Patrycja, Pasternak Wiktor

III. 2. Summary of the layers of Lublin's spatial and functional structure analysed with the intent to creating a model of the city's urban structure. Design by Dryka Patrycja, Pasternak Wiktor



E – przestrzeń publiczna
E – public space

II. 2. Zestawienie analizowanych warstw struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina poddane analizom pod kątem stworzenia modelu konstrukcji urbanistycznej miasta. Opracowały: Anna Sekulska, Krasowska Paulina

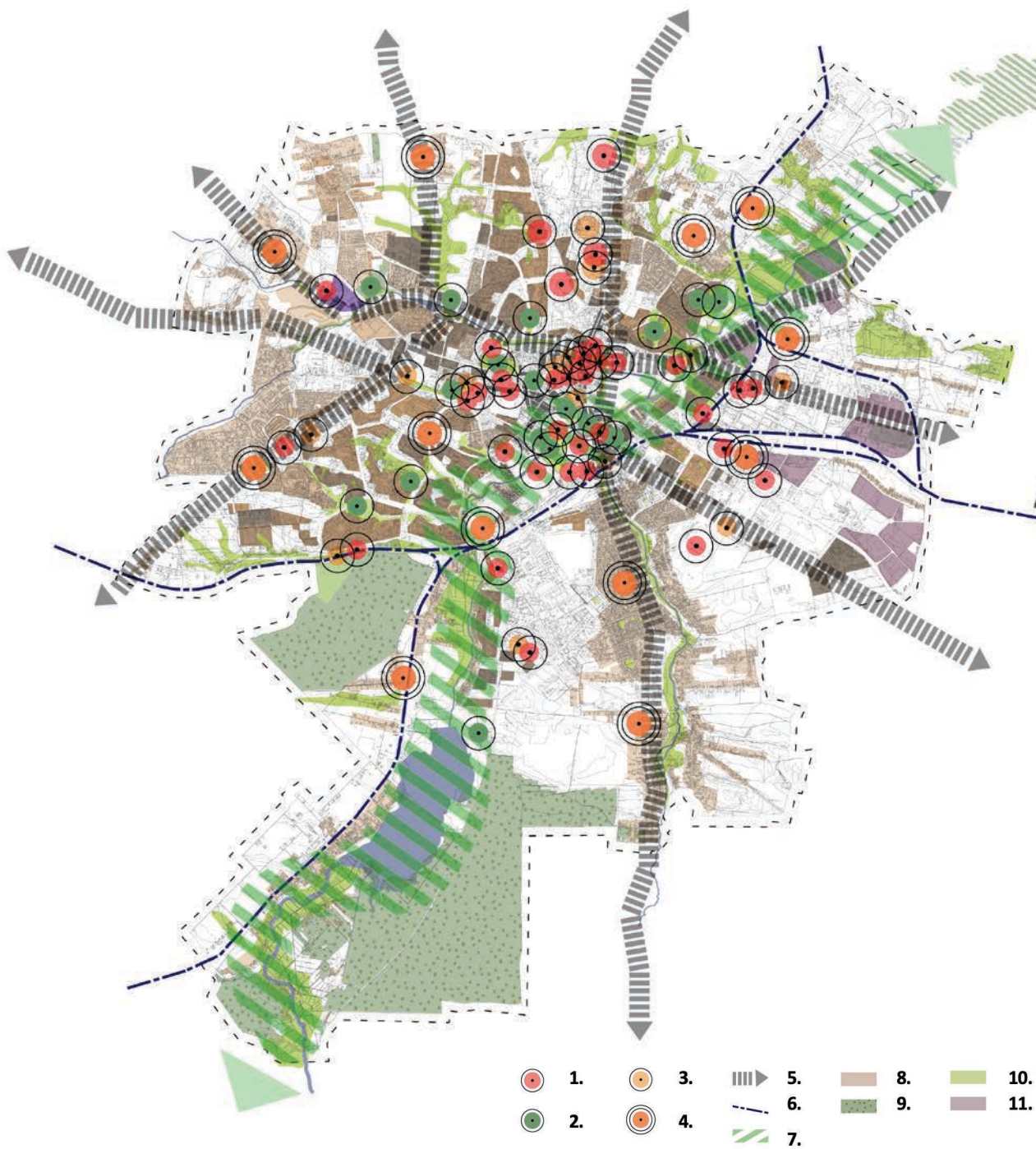
III. 2. Summary of the layers of Lublin's spatial and functional structure analysed with the intent to creating a model of the city's urban structure. Design by Anna Sekulska, Krasowska Paulina



F – Komunikacja
 F – circulation

II. 2. Zestawienie analizowanych warstw struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina poddane analizom pod kątem stworzenia modelu konstrukcji urbanistycznej miasta. Opracowały: Bator Katarzyna, Karwasz Karolina, Homik Karolina

III. 2. Summary of the layers of Lublin's spatial and functional structure analysed with the intent to creating a model of the city's urban structure. Design by Bator Katarzyna, Karwasz Karolina, Homik Karolina



Legenda: 1. Węzeł miejskości o znaczeniu ogólnomiejskim; 2. Węzeł miejskości o dominującej funkcji rekreacyjnej; 3. Węzeł miejskości o znacznym potencjale do rozwoju; 4. Nowy węzeł miejskości; 5. Korytarz urbanistyczny o wysokim potencjale rozwoju; 6. Linia kolejowa; 7. Korytarz Parku rzeki Bystrzyca; 8. Obszar zabudowy mieszkaniowej; 9. Las; 10. Teren zieleni miejskiej; 11. Obszar o funkcjach przemysłowych.

Legend: 1. Node of urbanity of city-wide importance; 2. Node of urbanity with dominant recreational use; 3. Node of urbanity with significant development potential; 4. New node of urbanity; 5. Urban corridor with high development potential; 6. Railway line; 7. Bystrzyca River Park corridor; 8. Residential development area; 9. Forest; 10. Urban green area; 11. Area with industrial uses.

G – model struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina
 G – model of the spatial and functional structure of Lublin

II. 2. Zestawienie analizowanych warstw struktury przestrzenno-funkcjonalnej Lublina poddane analizom pod kątem stworzenia modelu konstrukcji urbanistycznej miasta. Opracowały: Martyka Anna, Sekulska Anna., Krasowska Paulina
 III. 2. Summary of the layers of Lublin's spatial and functional structure analysed with the intent to creating a model of the city's urban structure. Design by Martyka Anna, Sekulska Anna., Krasowska Paulina