

SPATIAL PLANNING

PLANOWANIE PRZESTRZENNE

ANNA DUDZIŃSKA

PhD Eng.

University of Life Sciences
Department of Landscape Architecture
e-mail: anna.dudzinska@up.poznan.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0294-1915>

ELŻBIETA RASZEJA

DSc PhD Eng. Arch., Prof. UAP

University of the Arts in Poznań
Department of Architecture and Urban Planning
e-mail: elzbieta.raszeja@uap.edu.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8944-3040>

BARBARA SZPAKOWSKA

Prof. DSc PhD Eng. Arch.

University of Life Sciences
Department of Landscape Architecture
e-mail: barbara.szpakowska@up.poznan.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5761-5717>

POTENTIAL OF THE GREEN SPACE SYSTEM IN THE CONTEXT OF NEW URBAN PLANNING AND MANAGEMENT CONCEPTS: CASE STUDY OF POZNAŃ, POLAND

POTENCJAŁ SYSTEMU PRZESTRZENI ZIELONYCH W KONTEKŚCIE NOWYCH KONCEPCJI PLANOWANIA I ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO MIAST — STUDIUM PRZYPADKU POZNANIA

ABSTRACT

The role of green space is increasingly often emphasized both in the concepts of shaping a sustainable urban structure and in the concepts of city space management. Being a multifunctional element of urban landscape, green areas not only increase the aesthetic value of the city, but also the quality of life of its inhabitants. During the spatial development of cities their green space systems are transformed to a different extent and at different rates. Each planning process involves the need to identify contemporary problems, the most important of which are: climate changes and the shrinking of natural resources. The overriding goals of sustainable urban planning are to manage resources more efficiently, and maintain balance between the ecological, economic, functional, and compositional value of green areas.

Poznań is a city in Poland where dynamic changes in spatial development can be observed. The local urban green space system results from natural landscape characteristics as well as historical and cultural conditions. Poznań has a characteristic wedge green space system (WGSS), which was consolidated in a concept prepared in the 1930s. by Władysław Czarnecki, an architect and urban planner, who collaborated with Adam Wodziec-ko, a naturalist.

The overall aim of the study was to assess the current state of the WGSS in Poznań and its potential in the context of contemporary urban planning and management concept, as well as to indicate the possibilities of strengthening and supplementing this system. We focused our attention on such issues as: the share of green areas in the total city area, the distribution and availability of green areas, the dominant forms and composition of greenery, the continuity of WGSS and the possibilities of further development of green space in Poznań — towards a sustainable city.

Keywords: sustainable city; green space in Poznań; wedge-ring green system; green space planning



STRESZCZENIE

Rola przestrzeni zielonej jest coraz częściej podkreślana zarówno w koncepcjach kształtowania zrównoważonej struktury miejskiej, jak i w koncepcjach zarządzania przestrzenią miejską. Będąc wielofunkcyjnym elementem krajobrazu miejskiego, tereny zielone nie tylko podnoszą walory estetyczne miasta, ale także jakość życia jego mieszkańców. W trakcie rozwoju przestrzennego miast systemy zieleni miejskiej ulegają przekształceniom w różnym stopniu i w różnym tempie. Każdy proces planowania wiąże się z koniecznością identyfikacji współczesnych problemów, z których najważniejszymi są zmiany klimatyczne i kurczenie się zasobów naturalnych. Do nadrzędnych celów zrównoważonego planowania urbanistycznego należą: efektywniejsze gospodarowanie zasobami, utrzymanie równowagi pomiędzy aspektem ekologicznym, ekonomicznym, funkcjonalnym, a wartością kompozycyjną terenów zielonych.

Poznań to miasto w Polsce, w którym można zaobserwować dynamiczne zmiany w rozwoju przestrzennym. Lokalny system zieleni miejskiej wynika z naturalnych cech krajobrazu oraz uwarunkowań historyczno-kulturowych. Poznań charakteryzuje się klinowym układem zieleni (WGSS), który został utrwalony w koncepcji stworzonej w latach 30. XX wieku przez architekta i urbanistę Władysława Czarneckiego, współpracującego z przyrodnikiem Adamem Wodziecką.

Ogólnym celem pracy była ocena aktualnego stanu WGSS w Poznaniu i jego potencjału w kontekście współczesnych koncepcji urbanistyki i zarządzania przestrzenią, a także wskazanie możliwości wzmocnienia i uzupełnienia tego systemu. Autorzy skupili uwagę na takich zagadnieniach, jak: udział terenów zielonych w całkowitej powierzchni miasta, ich rozmieszczenie i dostępność, dominujące formy i kompozycje zieleni, ciągłość WGSS oraz możliwości jego rozwoju.

Słowa kluczowe: zrównoważone miasto, zieleń w Poznaniu, pierścieniowo-klinowy system zieleni, planowanie przestrzeni zielonej

1. INTRODUCTION

Urban planning and management means making spatial decisions in response to social needs as well as changing natural and cultural conditions. Each planning process involves the need to identify contemporary problems (Bowler et al., 2010; Ahern, 2013; Geneletti and Zardo, 2016). The progressive social and cultural changes (demographic structure, lifestyle) as well as the increasing awareness and participation of inhabitants also have considerable influence on urban planning and management (Kolimenakis et al., 2021). The overriding goals of sustainable urban planning and management are to improve the quality of life, manage resources more efficiently, and maintain balance between the ecological, economic, functional, and compositional value of space (Farr, 2007; Ioppolo et al., 2016; Kolimenakis et al., 2021). Making spatial decisions is a continuous and conscious process where it is possible to choose various measures, determined by the management level and time perspective. These could be immediate reactions and solutions aimed at a quick effect, regulatory decisions related to local planning, as well as strategic decisions bringing long-term effects and referring to entire spatial systems (Klijn, 2004; Yigitcanlar et al., 2015).

In recent years there has been dynamic development of new urban concepts such as Eco-city, Green city, Compact city, and Smart city, whose overriding idea is sustainable development (Ahern, 2013; Williams, 2010). Urban green space (UGS) plays an important role in all these concepts. It is both an

important element of the spatial structure of a sustainable city and a necessary factor to meet the basic needs of urban inhabitants (Swanwick et al., 2003; Lehamn, 2010; Mosley et al., 2013; Wang and Banzhaf, 2018). Being a multifunctional element of urban landscape, UGS not only increases the aesthetic value of the city, but also the quality of life of its inhabitants (Szulczewska et al., 2014; Norton et al., 2015). Therefore, the shaping, maintenance, and protection of UGS should always be included in the spatial development plans of cities and their immediate surroundings (Szpakowska et al., 2005; Badach and Raszeja, 2019). The Principles of green urbanism formulated by Steffen Lehmann (2010) cover various aspects of sustainable city planning, related to e.g., with climate regulation, water purification and retention, zero waste city, renewable energy, sustainable transport, passive and energy-efficient construction, or shaping and managing the city's space. Principle 5 assumes increasing the area of green spaces and ensuring their accessibility to residents. A city that preserves and maximizes its open spaces, natural landscapes and recreational opportunities is more healthy and resilient (Lehmann, 2010). One of the strongest and most influential contemporary urban concepts is green infrastructure. In theoretical considerations and practical guides, there are some differences in its interpretation, but the most important, key features of the green infrastructure are emphasized in all publications. They are: spatial connectivity, multifunctionality, integration and a multi-scale approach (Godzina, 2015; Szulczewska et al., 2017; Niedźwiecka-Filipiak et al., 2019; Pezzagno et al.,

2021). There are differences in the quality and quantity of green areas in individual cities and districts because they were formed in various periods in history, at different paces, and according to different spatial development plans (Szpakowska et al., 2005; Badach and Raszeja, 2019).

Poznań is a city where dynamic changes are occurring in urban space (Jakimowicz, 2005; Kodym-Kozaczko, 2017). Its green space system was a characteristic wedge-ring arrangement, which results from natural landscape characteristics (river valleys) as well as historical urban structure (fortifications). The concept was prepared in the 1930s by Władysław Czarnecki (Czarnecki, 1964), an architect and urban planner, who collaborated with Adam Wodziczko, a naturalist. The idea was based on three main assumptions: 1) spatial continuity, 2) internal differentiation — gradation of forms and functions of green areas, 3) connection with the surroundings and its continuation beyond the city limits. The first is internal coherence and spatial continuity. It is about using and maintaining natural ecological connections based on the hydrological system. The aim was to create a permanent and legible natural structure permeating the urban fabric of Poznań. Continuity and coherence are important in balancing human pressure and maintaining ecological balance. The second assumption was internal differentiation — gradation of forms and functions of green areas. The areas making up the system were to be diversified in terms of function and degree of arrangement (the closer to the city center, the higher the degree of development). In addition to their natural function, they were to provide leisure activities. Therefore, the accessibility to these areas was important, as well as the diversity of development and the attractions offered by them. The third assumption is the connection of the greenery system with the surroundings and its continuation beyond the city limits. The authors of the concept wanted to maintain ecological connections on a regional scale — supplying the internal natural structure of the city by suburban forest and meadow complexes. Their importance for limiting the expansion of built-up areas was emphasized. The greenery system was complemented by the suburban agricultural areas associated with it, constituting the supplying zone of the city (Raszeja and Gałęcka-Drozda, 2015; Kodym-Kozaczko, 2017). In recent years, scientists are increasingly paying attention to the problem of protecting Poznań's urban greenery system (Raszeja et al., 2015, Gałęcka-Drozda et al., 2018,). In our manuscript, we use GIS technology to determine even more precise changes, especially when it comes to the continuity of green areas.

In our study we explore and assess the state and the potential of the characteristic wedge green space system in Poznań (WGSS) in the context of contemporary urban planning and management concepts. We focused on the following research questions: Has there been an increase in the share of green areas in the total area of the city, in line with Czarnecki's idea as well as the assumptions of green urbanism and green infrastructure? Have there been any changes in the distribution and availability of green areas and in what direction? What forms of green are currently dominant within the WGSS? To consider and evaluate UGS in Poznań, we focused our attention on such issues as: the share of green areas in the total city area, the share of tall green areas (trees) in urban green areas, the continuity of the wedge system, the resources of the areas for the development of UGS in Poznań. The overall aim of our study was to assess the current state of the WGSS in Poznań, as well as to indicate the possibilities of strengthening and supplementing this system with tall vegetation so that it can be used for recreation.

1.1. Material and methods

The study was conducted in areas located within the city limits of Poznań, allowing for changes in the city area which took place between 1940 and 2020. The territorial scope of the city has changed significantly since the 1930s. Its nature and method of functioning, as well as the management of the city space, have also changed. Therefore, the area designated by administrative boundaries in individual research periods was assumed as the research field. The research process was carried out in four steps: 1 — defining research principles, 2 — theoretical study, 3 — analysis, 4 — assessment (Ill. 1). The analysis was based on cartographic materials and topographic maps of Poznań made in 1940 (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940), 1970 (Mapa topograficzna Poznań, 1967–1971) were digitized. Map from 2020 come from the BDOT10K topographic feature database system. The Geographic Information System (GIS) and the ArcMap program were used for land use analysis and to assess urban green areas (Kong et al., 2013; Brown et al., 2012; Lahoti et al., 2019). GIS technology is used in urban space research to analyse land use, determine various landscape characteristics (Dudzińska et al., 2017, Zheng et al., 2019), create land use maps (Tapiador and Casanova, 2003) and prepare models (Kong et al., 2013). GIS technology also enables the identification of spatial city limits on the basis of various variables (Uchiyama and Mori, 2017) and the determination of changes in the cultural landscape (Van Eatvelde and Antrop, 2009). This

study was based on vector analysis, which is used in research on points or strictly defined areas (Gregory and Ell, 2007).

The crucial step of research was a set of different analysis of the green space system in Poznań. The analysis involves: historical process of formation, types of land use, share of tall vegetation, availability and facilities, composition and forms, and continuity. Changes in the city limits and the enlargement of the city area from 1940 to 2020 were taken into account. In our research we assess how the urban green space system could be developed for the inhabitants' health and recreation and to indicate the guidelines for planning in accordance with sustainable development.

2. HISTORICAL PROCESS OF FORMATION OF THE GREEN SPACE SYSTEM IN POZNAŃ

The UGS system in Poznań stands out from other big cities in Poland as the most comprehensively implemented urban planning concept. The durability and legibility of this spatial structure makes Poznań a characteristic example of the implementation of the idea of a green city not only in Poland but also in Europe (Raszeja and Gałęcka, 2012; Kodym-Kozaczko, 2017). The concept was prepared by Władysław Czarnecki, an architect and urban planner, who collaborated in the 1930s with Adam Wodziczko, a naturalist. They proposed an arrangement based on two systems — the natural system of river valleys and the cultural system of the remains of the former Prussian fortress. The assumptions of the wedge-ring UGS system were included in the city plan in 1934 (Kodym-Kozaczko, 2017). The layout was based on a hydrographic network, which determined the system of green wedges stretching across the city from its limits, where they merged with the suburban forests, to the densely built-up downtown. The main wedges were cross-shaped and ran along the north-south axis, following the course of the Warta River valley, and along the east-west axis, following the course of the valleys of the Warta tributaries. The western wedge runs along the Bogdanka River valley, through the artificial Lake Rusalka, then through Lake Strzeszyńskie and Lake Kierskie. The eastern wedge runs along the Cybina River valley and Lake Maltańskie, which extends eastwards to Lake Swarzędzkie. Six smaller green stretches running along smaller watercourses and terrain depressions were also proposed.

Green rings, based on the plan of fortifications existing in Poznań until the end of the 19th century were the second important element of the system. The Stübben Ring, i.e. a stretch of avenues, parks, and

squares created on the trail of a polygonal fortress (with a citadel) according to the urban concept made in 1903 was also included in the green space system. The other two rings were arranged concentrically in relation to the Stübben Ring. One of them ran about 2 km away from the Stübben Ring and covered wide, tree-lined boulevards accompanying peripheral roads. The third ring, based on the shape of a fortress (18 forts), functioned as the outer buffer zone of the city. Apart from its recreational function, it was also a food-supplying zone for the city (Jakimowicz, 2005). Władysław Czarnecki's plan was not only spatially coherent but also prospective. It ensured the right amount of green space and access to it under long-term demographic assumptions (Ill. 2, 3).

The idea of Poznań development based on the wedge-ring UGS system was further continued. During the Second World War the concept was implemented by extensive afforestation in the eastern and western green wedges. The idea of the UGS system was continued after the war, but its original assumptions were modified. The first document with significant changes was the general city plan made in 1961, when the idea of the outer green ring was abandoned (Kodym-Kozaczko, 2017).

The wedge green space system (WGSS), designed in accordance with the physiographic conditions (the course of the valleys), proved to be a permanent element, although the original concept was modified more or less strongly. The western green wedge running along the Bogdanka River valley is the best preserved. Other green wedges are less legible elements in the spatial structure of the city.

3. CURRENT STATE OF THE URBAN GREEN SPACE IN POZNAŃ

3.1. Type of land use

The next stage of the research involved the analysis of the current land cover, which affects the spatial structure and landscape of the city. Table 1. shows the areas of individual types of land use and their share in the total area of the city. Areas with tall vegetation (trees and shrubs) were particularly important for the evaluation of the current green space system in Poznań.

Data has been calculated from Land Registry Maps (1940) using Arc GIS tools. Currently the total area of the city of Poznań is 26,167 ha. The largest part, i.e., 7,070 ha — 27% of the total city area, is occupied by grassy vegetation. This type of land use includes lawns in arranged green spaces, which favour recreation and relaxation in parks, lawns, squares, and green spaces in housing estates. From

Tab. 1. The areas of different types of land use in Poznań (2020)

No.	Type of land use	Area [ha]	Share in total city area [%]
1	green spaces (grassy vegetation)	7,070.01	27%
2	built-up areas	6,133.58	23%
3	green spaces (trees and shrubs)	5,665.82	22%
4	arable land	3,591.63	14%
5	paved surfaces (roads, squares, railroads and airports)	1,839.57	7%
6	allotment gardens	1,031.37	4%
7	surface waters	835.10	3%
Total		26,167.08	

Source: original work.

the conducted GIS analyses, a large part of these areas is not developed, e.g. river valleys, undeveloped areas, and wastelands. The city inhabitants have access to these areas so they may be partly used for recreation with various forms of activity. There are also zones excluded from recreational use. They are necessary for transport, e.g. green spaces around airports, roads, railroads, the covering of slopes, as well as closed military training areas. The area of green space around transport facilities increased spontaneously due to the modernization and construction of new roads. Built-up areas cover 6,133.58 ha, i.e., 23% of the city area. They have small or no bioactive surfaces. These areas are covered by residential, commercial, industrial, and storage buildings with various functions.

The third largest form of land use in Poznań are green spaces which include forests, areas with trees and shrubs, as well as wastelands overgrown with tall vegetation. They cover 5,665.82 ha, i.e., 22% of the area of Poznań, and they are the natural zone of the city. This category includes the areas which are the most similar to natural ones, i.e., ecological lands, NATURA 2000 areas, river valleys and city forests without industrial activity. There are tall trees, parks, and forests with the forest industry in some of these areas. All city forests are specially protected due to their location within the city limits.

There is arable land within the city limits of Poznań. It covers an area of 3,591.63 ha, i.e., 14% of the total city area. The total share of other areas is 16%. These are: paved surfaces (roads, railroads,

and airports) 1,123.68 ha (4%), allotment gardens — 1,031.37 ha (4%); surface waters — 835.10 ha (3%); paved squares — 715.89 ha (3%).

3.2. Share of the tall vegetation resources

The next stage of the research involved a comparative analysis of the tall vegetation resources in Poznań before the Second World War (at the time when Władysław Czarnecki created his concept) and today. The years selected for the analysis depended on the availability of cartographic materials. During the period under analysis the city administrative borders of Poznań were changed several times and the city area was gradually enlarged. Therefore, the share of green areas within the city limits of Poznań was presented as percentage in two periods of time: historical time (1940) and contemporary time (2020) (Ill. 4).

The analysis of the cartographic materials showed that in 1940 the share of areas with tall vegetation in the total area of Poznań was 22.86%, whereas in 2020 it was 19.9% (Ill. 5). In 1940 green space was mostly found in the areas of wedges and rings, whereas in 2020 it was irregularly distributed throughout the city. Today the size of green wedges decreased noticeably. However, more landscaped green spaces appeared in areas up to 1 ha in the city. In 2020 the average size of green areas was 6.07 ha, where the share of green spaces up to 1 ha was 59.9%. This change was mainly caused by the fact that the area of agricultural land in the city decreased and was mostly replaced with residential buildings.

3.3. Availability and facilities of green space

An indicator showing the area of green space per capita in individual years (1940, 1970, 2020) was calculated. The analysis showed that the value of this indicator decreased significantly since the 1940s, when the wedge-ring green space system was developed. In 2020, the value of this indicator was more greater than in 1970 (Table 2). It is the result to the inclusion of a large area of municipal forests within the city limits in the 1970s and 1980s.

The areas of arranged green space favouring active recreation were identified in the research. The inclusion criteria were: paved or dirt bike paths and footpaths, appropriate development, and facilities (litter bins, benches, lighting). shows the layout of these areas in Poznań. These are mostly parks located in the central zone of the city as well as forests (city forests) outside the centre. Being a university city, Poznań has three didactic gardens (the botanical garden, the dendrological garden, and the pharmacognostic garden), which are open to visitors daily. There are also large green areas in cemeteries, including two vast municipal cemeteries: Junikowo (500 ha) and Miłostowo (820 ha), which play an important role in the urban landscape and structure. They represent different spatial concepts. The Junikowo Cemetery (in the western part of the city) has a regular layout and closed spatial interiors, whereas the Miłostowo Cemetery (the eastern part) is more like a forest with a free landscape layout and pedestrian routes in green belts (Hoffmann et al., 1996).

3.4. Composition and forms of greenery

Poznań's UGS is highly diversified, not only in terms of the degree of naturalness, types of cover and level of development, but also in terms of spatial composition and relations with the landscape and urban structure of the city. Natural conditions are a very important, but not the only modifying factor. The forms and spatial arrangements of individual

elements of the UGS are largely the result of various historical and cultural conditions, changing trends in design and the principles of aesthetics and the sense of beauty that dominate at a given time. The level of awareness of the role of greenery in the city, resulting from the achievements of science and the impact of new development ideas and new urban concepts, is also important.

The analysis of the forms and composition of green areas in Poznań allows for the identification of several basic features that are clearly visible in the structure of the city. The green areas in the center are, above all, carefully arranged and cared for parks, squares, avenues and rows of trees in the Imperial District, which was established at the beginning of the 20th century on the site of the liquidated fortifications of the Poznań Fortress. The design of the entire district was realized by an outstanding German urban planner Josef Stübgen, who proposed creating a ring for Poznań, similar to the one in Vienna or Cologne. Representative public buildings and universities, located among greenery, were to be concentrated here (Ill. 6-c). From the beginning of the 20th century, these areas became places for walks and recreation for the inhabitants of Poznań. The quality of architecture and the composition of the accompanying greenery made Poznań one of the large-scale European cities of that period (Jakimowicz, 2005).

As you move away from the city center, green areas take on more natural forms (Ill. 6-a, 6-b). An example is the Sołacki Park located in the western wedge of greenery in the Sołacz villa district, designed at the beginning of the 20th century in a landscape style (Ill. 6-d). The ponds created by damming the waters of the Bogdanka River are the axis of the free, picturesque park composition. Even further west of the center, there is Lake Rusałka, also created by damming the Bogdanka River (Ill. 6-e). This water reservoir, created in 1941–1942, during the German

Tab. 2. Changes in the area of green space per capita in Poznań (analysis based on Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna Poznań, 1967–1971)

Period time	Area of urban green space (km ²)	Population	Indicator of green space area per capita (m ²)
1940	162,1	287900	563.0
1970	219,6	471400	465.8
2020	261,9	534813	489.7

Source: original work.

occupation of Poland, was to be the heart of the great recreational complex of the Gołecin People's Park (*Ger. Golnauer Volkspark*) (Kodym-Kozaczko, 2017). Due to the worsening war situation, the occupation authorities of Poznań did not fully implement these plans, but Lake Rusałka is still a valuable recreational area of the city. The surrounding natural meadow habitats and forest complexes create here natural landscape forms, conducive to intimate forms of recreation.

A kind of compositional and functional alternative for Rusałka is the Malta Lake — an artificial water reservoir built in the 1950s in the eastern green wedge by damming the waters of the Cybina River (6-f). In the 1990s, a world-class racing track and a complex of sports and recreational facilities were built here. It is an area of a highly anthropogenic character and a rigid landscape composition, subordinated to the functional requirements of sports facilities and intensive mass recreation taking place here.

The forms and composition of greenery on the rivers Warta, Cybina and Bogddanka, constituting the landscape, ecological and urban axis of Poznań, are also diversified. With the development of the city, the role and significance of the river, as well as the way in which its surroundings were developed, changed. The Warta's shores, once bustling with life, unused and neglected for decades after the Second World War, have been revitalized in recent years and re-incorporated into the city. These are areas very important for climate regulation and city ventilation, but also extremely attractive for recreation due to the richness of green forms, variability of the riverside landscape and visual qualities. The GIS analysis was used to assess the spatial continuity of UGS in Poznań in 1970 and in 2020, i.e. respectively 40 and almost 90 years after W. Czarnecki and A. Wodziczko developed their concept of the wedge-ring green space system in Poznań. Areas of public green space were assessed: forests, parks, lawns, squares, and unarranged green space. A buffer with the widest road line was identified around the areas of public green space. It was used for the identification of eight largest areas maintaining spatial continuity (Ill. 7, Ill. 8).

The research showed that the western green wedge was the area of the greatest spatial continuity (polygon 1). It includes sports grounds, parks, lawns, and forests. Its area changed at the turn of the 20th century. In 1970 the western green wedge occupied the smallest area, i.e. 1,206 ha. By 2020 its area had increased by 93 ha.

The analysis of the continuity of green areas in Poznań revealed changes in the UGS system. The

location of two municipal cemeteries resulted in the emergence of two additional green wedges (polygons 3, 4). There are numerous wastelands and grasslands along the Warta River. There are also large amounts of irregular green spaces up to 1 ha.

4. POSSIBILITIES OF FURTHER DEVELOPMENT OF GREEN SPACE IN POZNAŃ — TOWARDS A SUSTAINABLE CITY

The research enabled assessment of the condition of the existing WGSS and showed how it could be strengthened and supplemented with new areas. The areas have been selected (the form of ownership, land use) using the Arc GIS selection tools (Select by attribute, Select by Locations, Dissolve). First, the recreational potential of these areas was indicated, e.g., riverside areas, wastelands with tall vegetation, and grasslands. Their total area is 2,473.93 ha, so it is significant for the development of recreation in the city. The development of these areas will be diversified, according to the proposed forms of recreational use and taking the needs of various groups of users into account. Apart from the required facilities, there are plans to make bike, running, and walking paths to connect the city with the surrounding natural areas. The natural connections of the city with its surroundings, indicated in the concept developed by Czarnecki and Wodziczko, will be strengthened with new functional and recreational connections.

Apart from increasing the area of green spaces, it is necessary to pay attention to their spatial continuity and accessibility. Therefore, it is necessary to search for possible linear and territorial connections between them and to introduce new forms of UGS. The shaping of a sustainable city ensuring high quality of living space for its inhabitants involves the implementation of the concept of green infrastructure. This term is understood as all areas where vegetation predominates. Apart from the traditional elements of UGS, which require regular maintenance (e.g., parks, squares, alleys), new forms are proposed, including pocket parks and rain gardens, which can be introduced in compact urban developments. It is possible to use post-industrial areas, abandoned plots, and urban wastelands (Gałęcka and Raszeja, 2018). The basic principle of shaping the UGS system in a sustainable city is its continuity, durability, and even distribution among the urban investment areas, allowing residents easy access to it. The continuity of green infrastructure is important for ecology, recreation, and organization of the spatial structure of the city (Wang and Banzhaf, 2018; Jim and Chen, 2006).

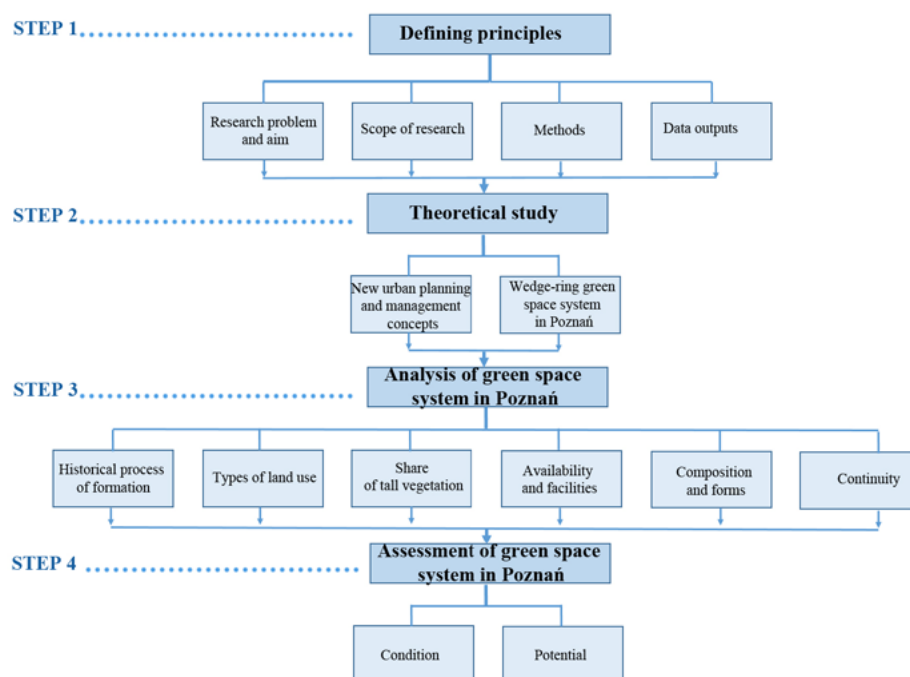
Apart from the natural (climate regulation, water retention, air purification) and utility (recreation, leisure, activity) and social values, urban green space is also of high scenic and compositional value (Badach and Raszeja, 2019). City dwellers can satisfy their important needs, which determine their quality of life.

5. CONCLUSIONS

1. The wedge green space system (WGSS) in Poznań created in the 1930s (originally as a wedge-ring system) was analyzed and evaluated in relation to three main assumptions adopted by its creators. These are: 1) spatial continuity, 2) internal differentiation (gradation of forms and functions of green areas), 3) connection of the greenery system with the surroundings and its continuation beyond the city limits.
2. The GIS analysis was used to identify and assess changes in the continuity of WGSS and the distribution of green areas in the city which took place between 1940 and 2020. In 1940 green space was mostly found in the areas of wedges and rings, whereas in 2020 it is irregularly distributed throughout the city. The western green wedge is the area of the greatest spatial continuity and stability.
3. The conducted research showed changes in the indicator of the area of green terrains in Poznań in the analyzed period. Currently, it is much smaller than before World War II, although larger than in the 1970s. This is related to the change of administrative borders and the enlargement of the city

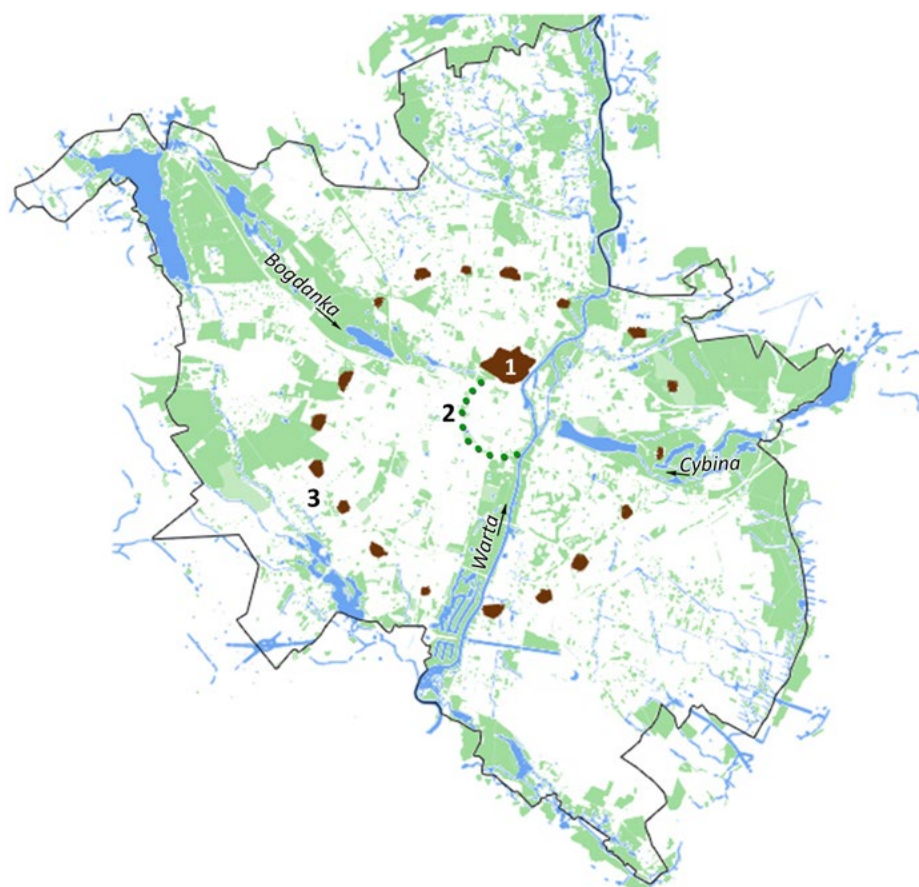
area, as well as the incorporation of the surrounding open areas and forests. However, there was no real increase in the area of green terrains in the densely built-up central zone. The analysis of the urban landscape in Poznań showed that grassy plants were the dominant type of vegetation (27% of the area). These areas have the potential for further development of the city, however, they should be protected against development. They could be used to increase the amount of arranged green space and make the city more attractive to inhabitants and tourists.

4. The basic assumptions of the WGSS remain the current direction of urban development in Poznań and do not differ from contemporary (newest) urban planning ideas. However, a threat to the stability of the WGSS mainly caused by development processes and investment pressure was observed. The contemporary concepts of the sustainable city presented in the paper indicate that there is a need to reinforce the classical concept of the Poznań green space system, and at the same time its adaptation to the current spatial structure of the city.
5. In recent years, there has been a significant development of urbanization, which translates into the urban sprawl and thus an increase in urbanized areas at the expense of green areas. In this context, it is desirable to implement sustainable development and to conduct a balanced spatial policy. Therefore, research on changes taking place in urban areas is desirable, as they allow for the provision of valuable information for the purposes of making the right decisions in the field of space management.



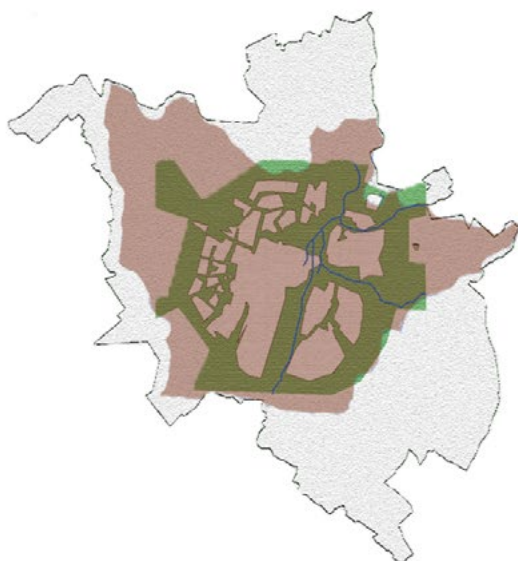
III. 1. Scheme illustrating research process. Source: original work.

II. 1. Schemat ilustrujący proces badań. Źródło: opracowanie własne.



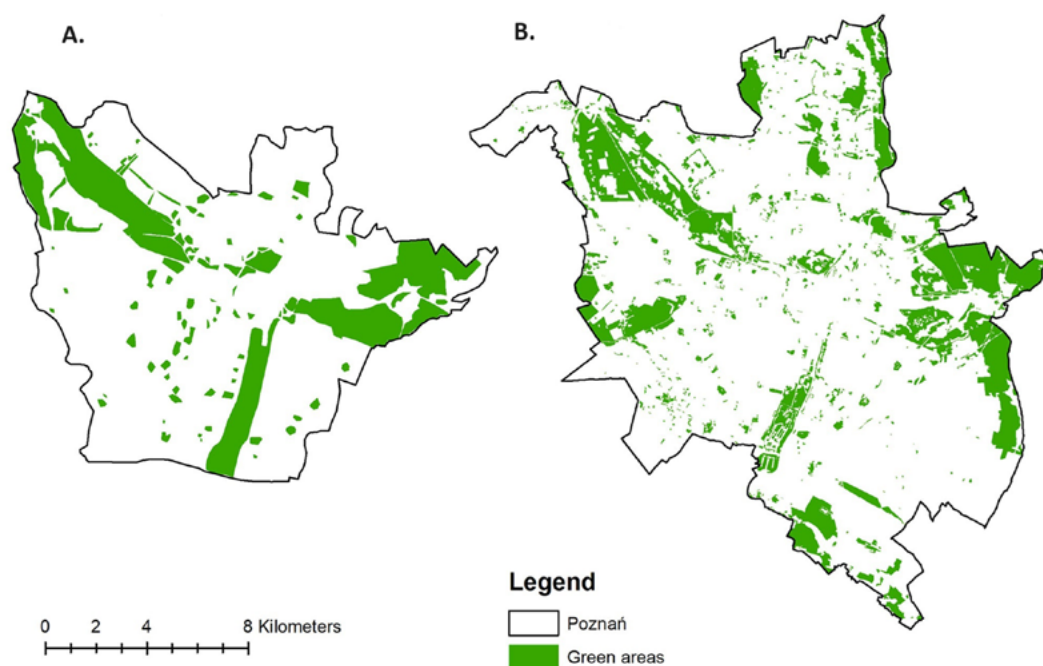
III. 2. The system of fortifications: 1 — citadel, 2 — the Stübben Ring, 3 — forts, against the background of the natural system of Poznań — green areas (green) and water system (blue). Source: original work.

II. 2. System fortyfikacji: 1 — cytadela; 2 — pierścień Stübbena; 3 — forty, na tle układu przyrodniczego Poznania: tereny zielone (kolor zielony) i układ wodny (kolor niebieski). Źródło: opracowanie własne.



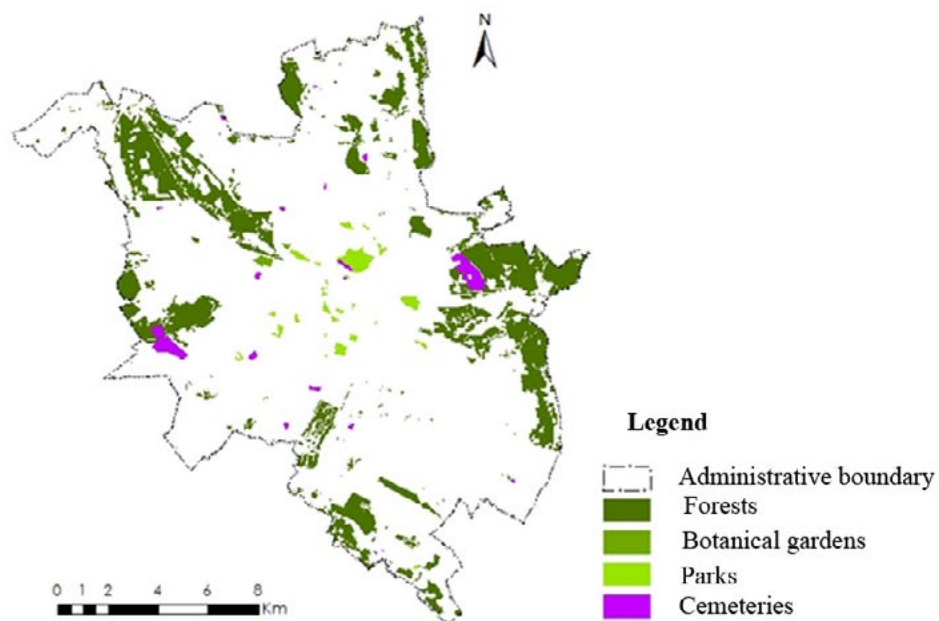
Ill. 3. A scheme of the idea of wedge-ring green space system in Poznań created in 1930s against the city limits in 1940 (brown) and current state of the city limits (grey). Source: original work. based on (Czarnecki, 1964)

Il. 3. Schemat koncepcji pierścieniowo-klinowego układu zieleni Poznania powstałego w latach 30. XX wieku na tle granic miasta z 1940 roku (kolor brązowy) i obecnego stanu granic miasta (kolor szary). Źródło: opracowanie własne na podstawie (Czarnecki, 1964).



Ill. 4. A comparison of the distribution of areas with tall vegetation in Poznań between the period before the Second World War (A) and contemporary time (B). Source: original work. based on (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna Poznań, 1967–1971)

Il. 4. Porównanie udziału terenów zieleni wysokiej w powierzchni Poznania przed II wojną światową (A) oraz w czasach współczesnych (B). Źródło: opracowanie własne na podstawie (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna, Poznań, 1967–1971).



III. 5. Areas of contemporary arranged green space in Poznań. Source: original work based on (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna Poznań, 1967–1971)

II. 5. Tereny zieleni urządzonej na obszarze Poznania. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna, Poznań, 1967–1971).



a



b



c



d



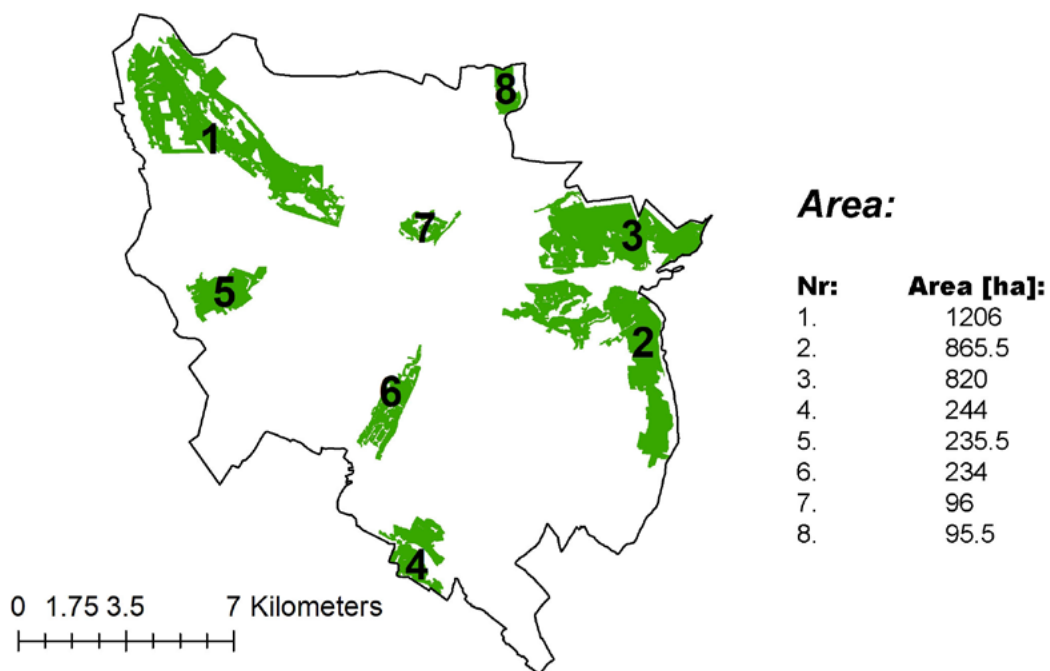
e



f

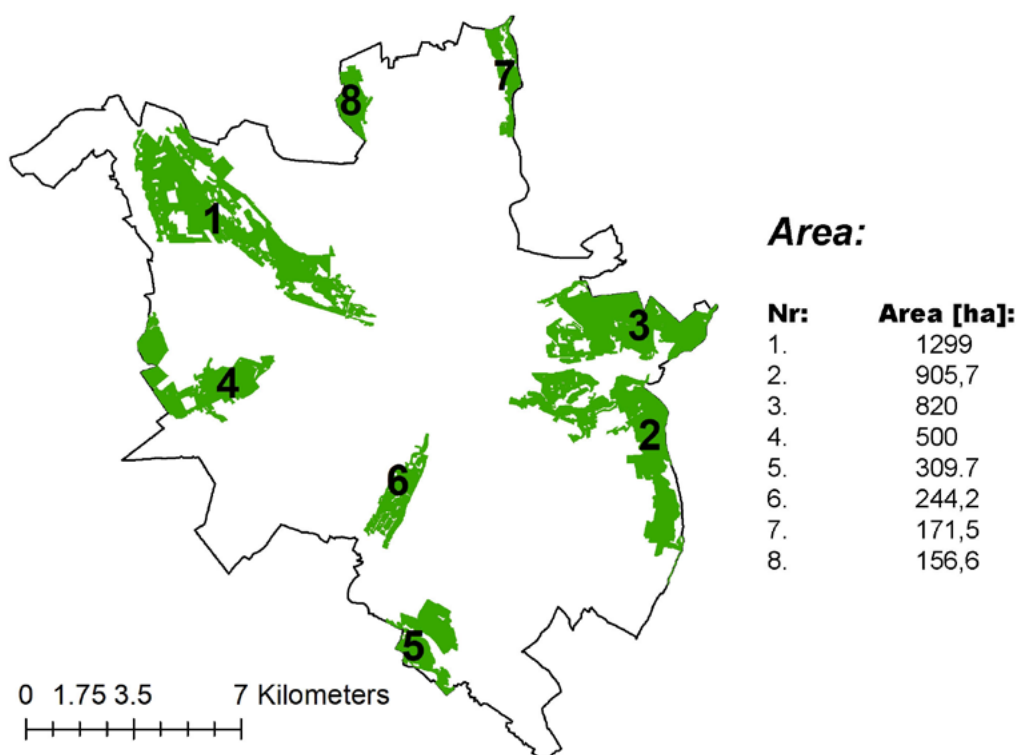
III. 6. Forms of greenery in Poznań: a — natural greenery along the River Cybina; b — landscaped green space along the River Cybina; c — the park in the central area of the city, near the opera house; d — Sołacki Park created in a landscape style; e — Lake Rusalka created by damming the Bogdanka river; f — Malta Lake — an artificial water reservoir and a complex of sports and recreational facilities

II. 6. Formy zieleni Poznania: a — zieleń naturalna nad rzeką Cybiną; b — zagospodarowana przestrzeń zielona nad rzeką Cybiną; c — park w centralnej części miasta, w pobliżu opery; d — park Sołacki utworzony w stylu krajobrazowym; e — jezioro Rusalka utworzone przez spiętrzenie rzeki Bogdanki; f — jezioro Malta — sztuczny zbiornik wodny oraz zespół obiektów sportowo-rekreacyjnych. Fot. Autorzy.



Ill. 7. An analysis of the size of the green wedges in Poznań in the 1970s. Source: original work based on (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna Poznań, 1967–1971)

Il. 7. Analiza wielkości klinów zieleni Poznania w latach 70. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna, Poznań, 1967–1971).



Ill. 8. An analysis of the size of the green wedges in Poznań in 2020 according to their area. Source: original work based on (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna Poznań, 1967–1971)

Il. 8 Analiza wielkości klinów zieleni Poznania w 2020 roku według wielkości powierzchni. Źródło: opracowanie własne na podstawie (Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1940, Mapa topograficzna, Poznań, 1967–1971).

1. WSTĘP

Planowanie i zarządzanie urbanistyczne oznacza podejmowanie decyzji przestrzennych w odpowiedzi na potrzeby społeczne oraz zmieniające się warunki przyrodnicze i kulturowe. Każdy proces planowania wiąże się z koniecznością identyfikacji współczesnych problemów, z których najważniejszymi są między innymi zmiany klimatyczne, których następstwem są susze i ulewne deszcze oraz kurczenie się zasobów naturalnych (woda, surowce, przestrzeń zielona) (Bowler i in., 2010; Ahern, 2013; Geneletti, Zardo, 2016), postępujące zmiany społeczne i kulturowe (struktura demograficzna, styl życia) oraz rosnąca świadomość i partycypacja mieszkańców (Kolimenakis i in., 2021). Nadrzędnymi celami zrównoważonego planowania i zarządzania obszarami miejskimi są poprawa jakości życia, efektywniejsze zarządzanie zasobami oraz utrzymanie równowagi pomiędzy wartością ekologiczną, ekonomiczną, funkcjonalną i kompozycyjną przestrzeni (Farr, 2007; Ioppolo i in., 2016; Kolimenakis i in., 2021). Podejmowanie decyzji przestrzennych jest procesem ciągłym i świadomym, w którym istnieje możliwość wyboru różnych środków, zdeterminowanych poziomem zarządzania i perspektywą czasową. Mogą to być natychmiastowe reakcje i rozwiązania nastawione na szybki efekt, decyzje regulacyjne związane z planowaniem lokalnym, a także decyzje strategiczne przynoszące skutki długoterminowe i odnoszące się do całych układów przestrzennych (Klijn, 2004; Yigitcanlar i in., 2015).

W ostatnich latach następuje dynamiczny rozwój nowych koncepcji urbanistycznych, takich jak Eco-city, Green city, Compact city, Smart city, których nadrzędną ideą jest zrównoważony rozwój (Ahern, 2013; Williams, 2010). We wszystkich tych koncepcjach ważną rolę odgrywa miejska przestrzeń zielona (UGS). Jest zarówno ważnym elementem struktury przestrzennej zrównoważonego miasta, jak i czynnikiem niezbędnym do zaspokojenia podstawowych potrzeb mieszkańców miast (Swanwick i in., 2003; Lehmann, 2010; Mosley i in., 2013; Wang, Banzhaf, 2018). Będąc wielofunkcyjnym elementem krajobrazu miejskiego, UGS nie tylko podnosi walory estetyczne miasta, ale także jakość życia jego mieszkańców (Szulczewska i in., 2014; Norton i in., 2015). Dlatego kształtowanie, utrzymanie i ochrona UGS powinny być zawsze uwzględniane w planach zagospodarowania przestrzennego miast i ich najbliższego otoczenia (Szpakowska i in., 2005; Badach, Raszeja, 2019). Zasady zielonej urbanistyki sformułowane przez Steffena Lehmana (2010) obejmują różne aspekty zrównoważonego planowania miasta,

związane między innymi z regulacją klimatu, oczyszczaniem i retencją wody, Zero Waste city, energią odnawialną, zrównoważonym transportem, budownictwem pasywnym i energooszczędnym czy kształtowaniem i zarządzaniem przestrzenią miasta. Zasada 5 zakłada zwiększenie powierzchni terenów zielonych i zapewnienie ich dostępności dla mieszkańców. Miasto, które zachowuje i maksymalizuje swoje otwarte przestrzenie, naturalne krajobrazy i możliwości rekreacyjne, jest zdrowsze i bardziej odporne (Lehmann, 2010). Jedną z najsilniejszych i najbardziej wpływowych współczesnych koncepcji urbanistycznych jest zielona infrastruktura. W rozważaniach teoretycznych i poradnikach praktycznych istnieją pewne różnice w jej interpretacji, jednak we wszystkich publikacjach podkreślane są najważniejsze, kluczowe cechy zielonej infrastruktury. Są to: łączność przestrzenna, wielofunkcyjność, integracja oraz podejście wieloskalowe (Godzina, 2015; Szulczewska i in., 2017; Niedźwiecka-Filipiak i in., 2019; Pezzagno i in., 2021). Istnieją różnice w jakości i ilości terenów zielonych w poszczególnych miastach i dzielnicach, gdyż kształtowały się one w różnych okresach historycznych, w różnym tempie i według różnych planów zagospodarowania przestrzennego (Szpakowska i in., 2005; Badach, Raszeja, 2019).

Poznań jest miastem, w którym zachodzą dynamiczne zmiany w przestrzeni miejskiej (Jakimowicz, 2005; Kodym-Kozaczko, 2017). Historyczny układ zieleni miał charakter pierścieniowy-klinowy, co wynika z naturalnych cech krajobrazu (doliny rzeczne) i historycznej struktury urbanistycznej (fortyfikacje). Koncepcję przygotował w 1930 roku Władysław Czarnecki (Czarnecki, 1964), architekt i urbanista, współpracujący z przyrodnikiem Adamem Wodziecką. Idea opierała się na trzech głównych założeniach:

- 1) ciągłości przestrzennej;
- 2) wewnętrznej różnorodności — gradacji form funkcji terenów zielonych;
- 3) powiązaniu z otoczeniem i jego kontynuacji poza granicami miasta.

Pierwszą z nich była spójność wewnętrzna i ciągłość przestrzenna. Chodziło o wykorzystanie i utrzymanie naturalnych powiązań ekologicznych bazujących na systemie hydrologicznym. Celem było stworzenie trwałej i czytelnej struktury naturalnej przenikającej tkankę miejską Poznania. Ciągłość i spójność są ważne w równoważeniu presji człowieka i utrzymaniu równowagi ekologicznej.

Drugim założeniem było zróżnicowanie wewnętrzne — gradacja form i funkcji terenów zielonych. Tereny tworzące system miały być zróżnicowane pod względem funkcji i stopnia uporząd-

kowania (im bliżej centrum miasta, tym wyższy stopień zagospodarowania). Oprócz swojej naturalnej funkcji miały służyć rekreacji mieszkańców. Dlatego istotna była dostępność tych terenów, różnorodność zabudowy i oferowanych przez nie atrakcji.

Trzecim założeniem było powiązanie układu zieleni z otoczeniem i jego kontynuacja poza granicami miasta. Autorom koncepcji zależało na utrzymaniu powiązań ekologicznych w skali regionalnej — zasilaniu wewnętrznej struktury przyrodniczej miasta przez podmiejskie kompleksy leśno-łąkowe. Podkreślono ich znaczenie dla ograniczenia ekspansji obszarów zabudowanych. Uzupełnieniem systemu zieleni były związane z nim podmiejskie tereny rolnicze, stanowiące strefę zasilania miasta (Raszeja, Gałęcka-Drozda, 2015; Kodym-Kozaczko, 2017). W ostatnich latach naukowcy coraz częściej zwracają uwagę na problem ochrony systemu zieleni miejskiej Poznania (Raszeja i in. 2015, Gałęcka-Drozda i in. 2018). W niniejszym artykule zaprezentowano wyniki badań przeprowadzonych z wykorzystaniem nowej technologii GIS, aby jeszcze bardziej precyzyjnie określić zmiany, zwłaszcza w ciągłości terenów zieleni.

W pracy badano i oceniano stan i potencjał charakterystycznego klinowego układu zieleni w Poznaniu (WGSS) w kontekście współczesnych koncepcji planowania i zarządzania urbanizacją. Skoncentrowano się na następujących pytaniach badawczych: Czy nastąpił wzrost udziału terenów zielonych w całkowitej powierzchni miasta, zgodnie z koncepcją Czarneckiego oraz założeniami zielonej urbanistyki i zielonej infrastruktury? Czy i w jakim kierunku zaszły zmiany w rozmieszczeniu i dostępności terenów zielonych? Jakie formy zieleni dominują obecnie w WGSS? Rozpatrując i oceniając UGS w Poznaniu, skupiono się na takich zagadnieniach, jak: udział terenów zielonych w powierzchni miasta, udział terenów zieleni wysokiej (drzew) w zieleni miejskiej, ciągłość układu klinowego, zasoby terenów pod rozwój UGS w Poznaniu.

Celem badań była ocena aktualnego stanu WGSS w Poznaniu, a także wskazanie możliwości wzmocnienia i uzupełnienia tego układu roślinnością wysoką, tak aby mógł on służyć do celów rekreacyjnych.

1.1. Materiał i metody

Badania przeprowadzono na terenach położonych w granicach Poznania, z uwzględnieniem zmian na obszarze miasta, jakie zaszły w latach 1940–2020. Zasięg terytorialny miasta zmienił się istotnie od lat 30. Zmienił się również jego charakter i sposób funkcjonowania oraz zarządzanie przestrzenią miasta. W związku z tym w pracy jako obszar badań przyjęto teren wyznaczony granicami administracyjnymi

w poszczególnych okresach badawczych. Proces badawczy przebiegał w czterech etapach:

- 1) Określenie zasad badań;
- 2) Opracowanie teoretyczne;
- 3) Analiza;
- 4) Ocena (il. 1).

Analizę przeprowadzono na podstawie materiałów kartograficznych. Mapy topograficzne Poznania wykonane w latach 1940 (Plan der GAUHAUPT-STAD POSEN, 1940), 1970 (Mapa topograficzna Poznań, 1967–1971) poddano digitalizacji. Mapa z 2020 roku pochodzi z bazy danych obiektów topograficznych BDOT10K. Do analizy użytkowania gruntów i oceny miejskich terenów zielonych wykorzystano System Informacji Geograficznej (GIS) oraz program ArcMap (Kong i in., 2013; Brown i in., 2012; Lahoti i in., 2019). Technologia GIS wykorzystywana jest w badaniach przestrzeni miejskiej do analizy użytkowania gruntów, określania różnych cech krajobrazu (Dudzińska i in., 2017, Zheng i in., 2019), tworzenia map zagospodarowania przestrzennego (Tapiador, Casanova, 2003) oraz przygotowywania modeli (Kong i in., 2013). Technologia GIS umożliwia także identyfikację granic przestrzennych miasta na podstawie różnych zmiennych (Uychiyama, Mori, 2017) oraz określenie zmian w krajobrazie kulturowym (Van Eatvelde, Antrop, 2009). W badaniu posłużono się analizą wektorową, którą wykorzystuje się w badaniach punktów lub ściśle określonych obszarów (Gregory, Ell, 2007).

Kluczowym etapem badań był zestaw różnorodnych analiz układu zieleni Poznania. Analizie poddano: historyczny proces powstawania, rodzaje użytkowania gruntów, udział roślinności wysokiej, dostępność i wyposażenie, kompozycję i formy oraz ciągłość. Uwzględniono zmiany granic i powiększenie obszaru miasta w latach 1940–2020. W badaniach oceniano, w jaki sposób można zagospodarować system zieleni miejskiej z myślą o zdrowiu i rekreacji mieszkańców oraz wskazano wytyczne planowania zgodnego z zasadami zrównoważonego rozwoju.

2. HISTORYCZNY PROCES KSZTAŁTOWANIA SIĘ UKŁADU ZIELENI POZNANIA

System UGS w Poznaniu wyróżnia się na tle innych dużych miast w Polsce jako najpełniej wdrożona koncepcja urbanistyczna. Trwałość i czytelność tej struktury przestrzennej czyni Poznań wyjątkowym przykładem realizacji idei zielonego miasta nie tylko w Polsce, ale i w Europie (Raszeja, Gałęcka, 2012; Kodym-Kozaczko, 2017). Koncepcja została przygotowana przez Władysława Czarneckiego, architekta

i urbanistę, współpracującego w latach 30. XX wieku. z przyrodnikiem Adamem Wodziczką. Zaproponowali oni układ oparty na dwóch systemach — naturalnym systemie dolin rzecznych i systemie kulturowym pozostałości dawnej pruskiej twierdzy. Założenia klinowego układu UGS ujęto w planie miasta w 1934 roku (Kodym-Kozaczko, 2017), opartym na sieci hydrograficznej, która wyznaczała układ zielonych klinów rozciągających się przez miasto od jego granic, gdzie łączyły się z lasami podmiejskimi, aż do gęsto zabudowanego śródmieścia. Główne kliny miały kształt krzyża i przebiegały na osi północ-południe, zgodnie z biegiem doliny Warty, oraz na osi wschód-zachód, zgodnie z biegiem doliny Warty oraz dolin dopływów Warty. Klin zachodni biegnie wzdłuż doliny rzeki Bogdanki, przez sztuczne jezioro Rusałka, następnie przez Jezioro Strzeszyńskie i Jezioro Kierskie. Klin wschodni biegnie wzdłuż doliny rzeki Cybiny i Jeziora Maltańskiego, które sięga na wschód aż do Jeziora Swarzędzkiego. Zaproponowano także sześć mniejszych odcinków zieleni biegnących wzdłuż mniejszych cieków wodnych i zagłębień terenu.

Drugim ważnym elementem systemu były pierścienie zielone, wzorowane na planie fortyfikacji istniejących w Poznaniu do końca XIX wieku. Do układu zieleni włączono także ring Stübgena, czyli ciąg alei, parków i placów, powstały na szlaku wielobocznej twierdzy (z cytadela) według koncepcji urbanistycznej z 1903 roku. Pozostałe dwa pierścienie ułożone były koncentrycznie w stosunku do ringu Stübgena. Jedna z nich przebiegała w odległości około 2 km od ringu i obejmowała szerokie, obsadzone drzewami bulwary towarzyszące drogom peryferyjnym. Trzeci pierścień, oparty na kształcie twierdzy (18 fortów),

pełnił funkcję zewnętrznej otuliny miasta. Oprócz funkcji rekreacyjnej był także strefą zaopatrzenia miasta w żywność (Jakimowicz, 2005). Plan Władysława Czarneckiego był nie tylko spójny przestrzennie, ale i perspektywiczny. Zapewniało to odpowiednią ilość przestrzeni zielonej i dostęp do niej przy długoterminowych założeniach demograficznych (il. 2, il. 3.).

W kolejnych latach kontynuowano ideę rozwoju Poznania w oparciu o klinowy system PMG. W czasie II wojny światowej koncepcję tę realizowano poprzez rozległe zalesianie wschodniego i zachodniego klina zieleni. Idea systemu UGS była kontynuowana po wojnie, lecz zmodyfikowano jej pierwotne założenia. Pierwszym dokumentem, w którym wprowadzono istotne zmiany, był plan generalny miasta sporządzony w 1961 roku, kiedy to porzucono koncepcję zewnętrznego pierścienia zieleni (Kodym-Kozaczko, 2017).

System zieleni klinowej (WGSS), zaprojektowany zgodnie z warunkami fizjograficznymi (bieg dolin), okazał się elementem trwałym, choć pierwotna koncepcja została mniej lub bardziej zmodyfikowana. Najlepiej zachowany jest zachodni klin zieleni biegnący wzdłuż doliny Bogdanki. Pozostałe zielone kliny stanowią mniej czytelne elementy struktury przestrzennej miasta.

3. AKTUALNY STAN ZIELENI MIEJSKIEJ POZNANIA

3.1. Rodzaj użytkowania gruntów

Kolejnym etapem badań była analiza aktualnego pokrycia terenu, które ma wpływ na strukturę przestrzenną i krajobraz miasta. W tabeli 1 przedstawiono

Tabela 1. Powierzchnia różnych typów pokrycia terenu miasta Poznań (2020).

Lp.	Typ pokrycia terenu	Powierzchnia [ha]	Udział powierzchni ogólnej miasta [%]
1.	Zielona przestrzeń (roślinność trawiasta)	7070,01	27%
2.	Tereny zabudowane	6133,58	23%
3.	Zielona przestrzeń (drzewa i krzewy)	5665,82	22%
4.	Grunty orne	3591,63	14%
5.	Drogi (kołowe, szynowe, lotniskowe)	1839,57	7%
6.	Ogrody działkowe	1031,37	4%
7.	Wody powierzchniowe	835,10	3%
Ogółem		26167,08	

Źródło: opracowanie własne.

obszary poszczególnych typów użytkowania terenu oraz ich udział w całkowitej powierzchni miasta. Szczególnie istotne dla oceny aktualnego układu zieleni Poznania były tereny porośnięte roślinnością wysoką (drzewa i krzewy).

Dane obliczono na podstawie map ewidencji gruntów (40) przy użyciu narzędzi Arc GIS. Obecnie całkowita powierzchnia miasta Poznania wynosi 26 167 ha. Największą część, tj. 7070 ha, co stanowi 27% całkowitej powierzchni miasta, zajmuje roślinność trawiasta. Do tego typu zagospodarowania terenu zaliczają się trawniki w zagospodarowanych terenach zielonych, które sprzyjają rekreacji i relaksowi w parkach, skwery oraz tereny zielone na osiedlach mieszkaniowych. Duża część tych terenów jest niezagospodarowana, między innymi doliny rzeczne, tereny niezabudowane i nieużytki. Mieszkańcy miasta mają dostęp do tych terenów, dzięki czemu mogą być częściowo wykorzystywane do rekreacji z różnymi formami aktywności. Istnieją także strefy wyłączone z użytku rekreacyjnego. Są niezbędne do transportu, między innymi tereny zielone wokół lotnisk, dróg, linii kolejowych, zadaszenia skarp, a także zamknięte poligony wojskowe. Powierzchnia terenów zielonych wokół obiektów komunikacyjnych zwiększała się samoistnie w związku z modernizacją i budową nowych dróg. Tereny zabudowane zajmują powierzchnię 6133,58 ha, co stanowi 23% powierzchni miasta. Mają one małą powierzchnię bioaktywną lub nie mają jej wcale. Na terenach tych znajdują się budynki mieszkalne, handlowe, przemysłowe i magazynowe o różnorodnych funkcjach.

Trzecią pod względem wielkości formą użytkowania gruntów w Poznaniu są tereny zielone, do których zaliczają się lasy, tereny zadrzewione i krzewiaste oraz nieużytki porośnięte wysoką roślinnością. Zajmują powierzchnię 5665,82 ha (22% powierzchni Poznania) i stanowią one naturalną strefę miasta. Do tej kategorii zaliczają się obszary najbardziej zbliżone do naturalnych, czyli użytki ekologiczne, obszary NATURA 2000, doliny rzeczne i lasy miejskie nieobjęte działalnością przemysłową. Na niektórych z tych obszarów występują wysokie drzewa, parki i lasy z przemysłem leśnym. Wszystkie lasy miejskie są objęte specjalną ochroną („lasz ochronne”) ze względu na swoje położenie w granicach miasta.

W granicach miasta Poznania znajdują się grunty orne. Zajmują one powierzchnię 3591,63 ha, co stanowi 14% powierzchni miasta. Łączny udział pozostałych obszarów wynosi 16%. Są to: nawierzchnie utwardzone (drogi, linie kolejowe i lotniska) — 1123,68 ha (4%); ogródki działkowe — 1031,37 ha (4%); wody powierzchniowe — 835,10 ha (3%); place utwardzone — 715,89 ha (3%).

3.2. Udział zasobów roślinności wysokiej

Kolejnym etapem badań była analiza porównawcza zasobów roślinności wysokiej Poznania przed II wojną światową (w momencie powstawania koncepcji Władysława Czarneckiego) i współcześnie. Lata wybrane do analizy były uzależnione od dostępności materiałów kartograficznych. W analizowanym okresie granice Poznania ulegały kilkukrotnym zmianom, sukcesywnie powiększano powierzchnię miasta. Dlatego też udział terenów zielonych w granicach Poznania przedstawiono procentowo w dwóch okresach: historycznym (1940 rok) i współczesnym (2020 rok) (il. 4).

Analiza materiałów kartograficznych wykazała, że w 1940 roku udział terenów porośniętych roślinnością wysoką w ogólnej powierzchni Poznania wynosił 22,86%, natomiast w 2020 roku — 19,9% (il. 5). W 1940 roku zieleń występowała głównie na obszarach klinów i pierścieni, natomiast w 2020 roku była nieregularnie rozmieszczona na terenie miasta. Obecnie wielkość zielonych klinów zauważalnie się zmniejszyła. Więcej zagospodarowanych przestrzeni zielonych pojawiło się jednak na terenach do 1 ha. W 2020 roku średnia wielkość terenów zielonych wyniosła 6,07 ha, przy czym udział terenów zielonych do 1 ha wyniósł 59,9%. Zmiana ta spowodowana była głównie zmniejszeniem się powierzchni gruntów rolnych w mieście, zastępowanych w większości przez zabudowę mieszkaniową.

3.3. Dostępność i wyposażenie terenów zielonych

Obliczono wskaźnik obrazujący powierzchnię terenów zielonych na mieszkańca w poszczególnych latach (1940, 1970, 2020). Analiza wykazała, że wartość tego wskaźnika znacznie spadła od lat 40. XX wieku, kiedy to kształtował się pierścieniowo-klinowy system zieleni. W 2020 roku wartość tego wskaźnika była większa niż w 1970. (tab. 2). Jest to efekt włączenia w latach 70. i 80. XX wieku w granice miasta znacznej powierzchni lasów miejskich.

W badaniu zidentyfikowano obszary zagospodarowanej przestrzeni zielonej sprzyjające aktywnemu wypoczynkowi. Kryteriami włączenia były: utwardzone lub gruntowe ścieżki rowerowe i chodniki, odpowiednie zagospodarowanie oraz udogodnienia (kosze na śmieci, ławki, oświetlenie). Terenami sprzyjającymi aktywnemu wypoczynkowi są przede wszystkim parki zlokalizowane w centralnej strefie miasta oraz lasy (lasz miejskie) poza centrum. Poznań, jako miasto uniwersyteckie, posiada trzy ogrody dydaktyczne (ogród botaniczny, ogród dendrologiczny i ogród farmakognostyczny), które są codziennie otwarte dla zwiedzających. Duże tereny zielone znajdują się także na cmentarzach, w tym na dwóch rozległych cmenta-

Tabela 2. Zmiany powierzchni terenów zieleni przypadającej na jednego mieszkańca Poznania.

Rok	Powierzchnia terenów zieleni miejskiej (km ²)	Liczba mieszkańców	Wskaźnik powierzchni terenów zieleni na mieszkańca (m ²)
1940	162,1	287 900	563,0
1970	219,6	471 400	465,8
2020	261,9	534 813	489,7

Źródło: opracowanie własne.

rzach komunalnych: Junikowo (500 ha) i Miłostowo (820 ha), które odgrywają ważną rolę w krajobrazie i strukturze miasta. Reprezentują one różne koncepcje przestrzenne. Cmentarz Junikowo (w zachodniej części miasta) ma regularny układ i zamknięte wnętrza przestrzenne, natomiast cmentarz Miłostowo (część wschodnia) przypomina bardziej las, o swobodnym układzie krajobrazowym i ciągach pieszych w pasach zieleni (Hoffmann i in., 1996).

3.4. Kompozycja i formy zieleni

Poznański UGS charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem nie tylko pod względem stopnia naturalności, rodzaju pokrycia terenu i poziomu zagospodarowania, ale także kompozycji przestrzennej oraz powiązań z krajobrazem i strukturą urbanistyczną miasta. Warunki naturalne są bardzo ważnym, ale nie jedynym czynnikiem modyfikującym. Formy i układy przestrzenne poszczególnych elementów PMG są w dużej mierze efektem różnorodnych uwarunkowań historycznych i kulturowych, zmieniających się trendów w projektowaniu oraz panujących w danym czasie zasad estetyki i poczucia piękna. Nie bez znaczenia jest także poziom świadomości roli zieleni w mieście, wynikający z osiągnięć nauki oraz wpływu nowych pomysłów rozwojowych i nowych koncepcji urbanistycznych.

Analiza form i kompozycji terenów zielonych Poznania pozwala na identyfikację kilku podstawowych cech, które są wyraźnie widoczne w strukturze miasta. Tereny zielone w centrum to przede wszystkim starannie zagospodarowane i zadbane parki, skwery, aleje i szpalery drzew na terenie Dzielnicy Cesarskiej, która powstała na początku XX wieku na miejscu zlikwidowanych fortyfikacji miasta. Projekt całej dzielnicy zrealizował wybitny niemiecki urbanista, Josef Stübgen, który zaproponował stworzenie dla Poznania pierścienia na wzór Wiednia czy Kolonii. Tutaj miały być skupione reprezentatywne budynki użyteczności publicznej i uczelnie, zlokalizowane wśród zieleni (il. 6c). Od początku XX

wieku tereny te stały się miejscami spacerów i rekreacji mieszkańców Poznania. Jakość architektury i kompozycja towarzyszącej zieleni uczyniły Poznań jednym z największych miast europejskich tamtego okresu (Jakimowicz, 2005).

W miarę oddalania się od centrum miasta tereny zielone przyjmują bardziej naturalne formy (il. 6a, 6b). Przykładem jest park Sołacki położony w zachodnim klinie zieleni dzielnicy willowej Sołacz, zaprojektowany na początku XX wieku w stylu krajobrazowym (il. 6d). Stawy powstałe w wyniku spiętrzenia wód rzeki Bogdanki stanowią oś swobodnej, malowniczej kompozycji parkowej. Jeszcze dalej na zachód od centrum znajduje się jezioro Rusałka, które również powstało w wyniku spiętrzenia rzeki Bogdanki (il. 6e). Ten zbiornik wodny, powstały w latach 1941–1942, podczas okupacji niemieckiej, miał stanowić serce wielkiego kompleksu rekreacyjnego Gołęcińskiego Parku Ludowego (niem. Golnauer Volkspark) (Kodym-Kozaczko, 2017). W związku z pogarszającą się sytuacją wojenną władze okupacyjne Poznania nie zrealizowały w pełni tych planów, jednakże jezioro Rusałka w dalszym ciągu stanowi cenny teren rekreacyjny miasta. Otaczające je naturalne siedliska łąkowe i kompleksy leśne tworzą tu naturalne formy krajobrazowe, sprzyjające kameralnym formom wypoczynku.

Swoistą kompozycyjną i funkcjonalną alternatywą dla Rusałki jest Jezioro Maltańskie — sztuczny zbiornik wodny, zbudowany w latach 50. XX wieku we wschodnim klinie zieleni poprzez spiętrzenie wód rzeki Cybiny (il. 6f). W latach 90. wybudowano tu światowej klasy tor regatowy oraz kompleks obiektów sportowo-rekreacyjnych. Jest to obszar o silnie antropogenicznym charakterze i sztywnej kompozycji krajobrazowej, podporządkowany wymogom funkcjonalnym obiektów sportowych i odbywającej się tu intensywnej rekreacji masowej.

Zróżnicowane są także formy i kompozycja zieleni nad Wartą, Cybiną i Bogdanką, stanowiącej oś krajobrazową, ekologiczną i urbanistyczną Poznania.

Wraz z rozwojem miasta zmieniała się rola i znaczenie rzek, a także sposób zagospodarowania ich otoczenia. Brzegi Warty, niegdyś tętniące życiem, nieużytkowane i zaniedbane przez dziesięciolecia po II wojnie światowej, zostały w ostatnich latach zrewitalizowane i ponownie włączone do miasta. Są to obszary bardzo ważne dla regulacji klimatu i wentylacji miasta, ale także niezwykle atrakcyjne pod względem rekreacyjnym, ze względu na bogactwo form zielonych, zmienność krajobrazu nadrzecznego i walory wizualne. Analizę GIS wykorzystano do oceny ciągłości przestrzennej UGS w Poznaniu w latach 1970 i 2020, czyli odpowiednio 40 i prawie 90 lat od opracowania przez W. Czarneckiego i A. Wodziczko koncepcji klinowego układu zieleni w Poznaniu. Ocenie poddano obszary zieleni publicznej: lasy, parki, trawniki, skwery oraz przestrzeń zieloną nieurządzoną. Wokół obszarów zieleni publicznej wyznaczono bufor o najszerszej linii drogowej. Wykorzystano ją do identyfikacji ośmiu największych obszarów zachowujących ciągłość przestrzenną (il. 7, il. 8).

Badania wykazały, że obszarem o największej ciągłości przestrzennej jest zachodni klin zieleni (poligon 1). Obejmuje on tereny sportowe, parki, trawniki i lasy. Na przełomie XIX i XX wieku zmienił się jego obszar. W 1970 roku posiadał on najmniejszą powierzchnię, tj. 1206 ha, która do 2020 roku wzrosła o 93 ha.

Analiza ciągłości terenów zielonych Poznania ujawniła zmiany w systemie UGS. Lokalizacja dwóch cmentarzy komunalnych spowodowała powstanie dwóch dodatkowych klinów zieleni (poligony 3, 4). Wzdłuż Warty usytuowane są liczne nieużytki i łąki. Występuje także duża ilość nieregularnych terenów zielonych do 1 ha.

4. MOŻLIWOŚCI DALSZEGO ROZWOJU PRZESTRZENI ZIELONEJ POZNANIA — W KIERUNKU MIASTA ZRÓWNOWAŻONEGO

Badania umożliwiły ocenę stanu istniejącego WGSS oraz pokazały, w jaki sposób można go wzmocnić i uzupełnić o nowe obszary. Do selekcji obszarów (forma własności, użytkowanie gruntów) wykorzystano narzędzia selekcji Arc GIS (Select by Attribute, Select by Locations, Dissolve). W pierwszej kolejności wskazano potencjał rekreacyjny tych terenów, między innymi obszarów nadrzecznych, nieużytków porośniętych wysoką roślinnością i łąk. Ich łączna powierzchnia wynosi 2473,93 ha, jest więc istotna dla rozwoju rekreacji w mieście. Zagospodarowanie tych terenów będzie zróżnicowane, zgodnie z proponowanymi formami użytkowania rekreacyjnego,

uwzględniającymi potrzeby różnych grup użytkowników. Oprócz wymaganej infrastruktury planowane jest utworzenie ścieżek rowerowych, biegowych i spacerowych, które połączą miasto z okolicznymi obszarami przyrodniczymi. Naturalne powiązania miasta z otoczeniem, wskazane w koncepcji Czarneckiego i Wodziczki, zostaną wzmocnione nowymi powiązaniami funkcjonalno-rekreacyjnymi.

Oprócz zwiększania powierzchni terenów zielonych należy zwrócić uwagę na ich ciągłość przestrzenną i dostępność. Konieczne jest zatem poszukiwanie możliwych powiązań liniowych i terytorialnych pomiędzy nimi oraz wprowadzanie nowych form UGS. Kształtowanie zrównoważonego miasta zapewniającego wysoką jakość przestrzeni życiowej jego mieszkańcom wiąże się z realizacją koncepcji zielonej infrastruktury. Pod tym pojęciem rozumie się wszelkie tereny otwarte, na których dominuje roślinność. Oprócz tradycyjnych elementów UGS, które wymagają regularnej konserwacji (na przykład parki, skwery, aleje), proponowane są nowe formy, w tym parki kieszonkowe i ogrody deszczowe, które można wprowadzić w zwartej zabudowie miejskiej. Możliwe jest wykorzystanie terenów poprzemysłowych, opuszczonych działek i nieużytków miejskich (Galecka, Raszeja, 2018). System UGS w zrównoważonym mieście powinien charakteryzować się ciągłością, trwałością, a także równomiernym rozmieszczeniem pomiędzy miejskimi obszarami inwestycyjnymi, umożliwiającym mieszkańcom łatwy dostęp. Ciągłość zielonej infrastruktury jest istotna dla ekologii, rekreacji i organizacji struktury przestrzennej miasta (Wang, Banzhaf, 2018; Jim, Chen, 2006).

Oprócz walorów przyrodniczych (regulacja klimatu, retencja wody, oczyszczanie powietrza), użytkowych (rekreacja, wypoczynek, aktywność) i społecznych, zieleni miejska ma także duże znaczenie widokowe i kompozycyjne (Badach, Raszeja, 2019). Mieszkańcy miast mogą zaspokajać swoje ważne potrzeby, które decydują o jakości ich życia.

5. WNIOSKI

1. Powstały w latach 30. XX wieku system zieleni klinowej (WGSS) w Poznaniu (pierwotnie jako układ pierścieniowy-klinowy) analizowano i oceniano w odniesieniu do trzech głównych założeń przyjętych przez jego twórców. Są to: 1) ciągłość przestrzenna; 2) wewnętrzne zróżnicowanie (gradacja form i funkcji terenów zielonych); 3) powiązanie systemu zieleni z otoczeniem i jego kontynuacja poza granicami miasta.
2. Do identyfikacji i oceny zmian w ciągłości WGSS i rozmieszczeniu terenów zielonych w mieście, jakie

nastąpiły w latach 1940–2020, wykorzystano analizę GIS. W 1940 roku zieleń występowała głównie w obszarach klinów i pierścieni, natomiast w 2020 roku jest nieregularnie rozmieszczona na terenie całego miasta. Zachodni klin zielony jest obszarem o największej ciągłości i stabilności przestrzennej.

3. Przeprowadzone badania wykazały zmiany wskaźnika powierzchni terenów zielonych w Poznaniu w analizowanym okresie. Obecnie jest znacznie mniejszy niż przed II wojną światową, choć większy niż w latach 70. XX wieku. Wiąże się to ze zmianą granic administracyjnych i powiększeniem obszaru miasta, a także włączeniem otaczających go terenów otwartych i lasów. Nie nastąpił natomiast realny wzrost powierzchni terenów zielonych w gęsto zabudowanej strefie centralnej. Analiza krajobrazu miejskiego Poznania wykazała, że dominującym typem roślinności była roślinność trawiasta (27% powierzchni). Tereny te mają potencjał do dalszego rozwoju miasta, należy je jednak chronić przed zabudową. Można je wykorzystać do zwiększenia ilości zagospodarowanej przestrzeni zielonej i uatrakcyjnienia miasta dla mieszkańców i turystów.
4. Podstawowe założenia WGSS wyznaczają, tak jak dotychczas, główny kierunek rozwoju Poznania i nie odbiegają od współczesnych (najnowszych) idei urbanistycznych. Zaobserwowano jednak zagrożenie dla stabilności WGSS, spowodowane głównie procesami rozwojowymi i presją inwestycyjną. Przedstawione w artykule współczesne koncepcje miasta zrównoważonego wskazują, że istnieje potrzeba wzmocnienia klasycznej koncepcji układu zieleni Poznania, a jednocześnie jej dostosowania do aktualnej struktury przestrzennej miasta.
5. W ostatnich latach nastąpił znaczny rozwój urbanizacji, który przekłada się na rozbudowę miast, a co się z tym wiąże — wzrost obszarów zurbanizowanych kosztem terenów zielonych. W tym kontekście pożądane jest wdrażanie zrównoważonego rozwoju i prowadzenie zrównoważonej polityki przestrzennej. Konieczne są także badania zmian zachodzących na obszarach miejskich, gdyż pozwalają one dostarczyć cennych informacji, które ułatwią podejmowanie właściwych decyzji w zakresie gospodarowania przestrzenią.

REFERENCES

- Ahern, J. (2013), 'Urban landscape sustainability and resilience: The promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design', *Landscape Ecology*, 28, pp. 1203–1212. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z> (accessed: 18.09.2024).
- Badach, J., Raszeja, E. (2019), 'Developing a Framework for the Implementation of Landscape and Greenspace Indicators in Sustainable Urban Planning. Waterfront Landscape Management: Case Studies in Gdańsk, Poznań and Bristol', *Sustainability*, 11(8), 2291. Available: <https://doi.org/10.3390/su11082291> (accessed: 18.09.2024).
- Bowler, D.E. et al. (2010), 'Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence', *Landscape and Urban Planning*, 97(3), pp. 147–155. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006> (accessed: 18.09.2024).
- Brown, G., Brabyn, L. (2012), 'An analysis of the relationships between multiple values and physical landscapes at a regional scale using public participation GIS and landscape character classification', *Landscape and Urban Planning*, 107(2012), pp. 317–331. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.06.007> (accessed: 18.09.2024).
- Czarnecki, W. (1964), *Krajobraz i tereny zielone. Planowanie miast i osiedli*, 3, Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Dudzińska, A., Gałęcka-Drozda, A., Szpakowska, B. (2017), 'Using LiDAR Data to Assess the Character of Landscape in the Suburban Zone of Poznań', *Barometr Regionalny. Analizy i prognozy*, 3(49), pp. 103–108. Available at: <https://doi.org/10.56583/br.429> (accessed: 18.09.2024).
- Farr, D. (2007), *Sustainable Urbanism. Urban Design with Nature*, John Wiley & Sons.
- Gajdek, A., Wójcik, A. (2017), 'Green public spaces in the structure of developing city on the example of Rzeszów, opportunities and threats', *Space and Form*. Available at: <https://doi.org/10.2110005/pif.2017.30.D-01> (accessed: 18.09.2024).
- Gałęcka-Drozda, A., Raszeja, E. (2018), 'Useful wasteland — the potential of undeveloped land in modification of urban green infrastructure based on the city of Poznań', *Miscellanea Geographica — Regional Studies of Development*, 22(4), pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.2478/mgrsd-2018-0016> (accessed: 18.09.2024).
- Geneletti, D., Zardo L. (2016) 'Ecosystem-based adaptation in cities: An analysis of European urban climate adaptation plans', *Land Use Policy*, 50, pp. 38–47. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.003> (accessed: 18.09.2024).
- Godzina, P. (2015), 'Public green open spaces according to city sustainable development', *Prace Geograficzne*, 141, pp. 57–72. Available at: <https://doi.org/10.4467/20833113PG.15.009.4061> (accessed: 18.09.2024).
- Gregory, I., Ell, P. (2007), *Historical GIS: technologies, methodologies and scholarship*, Series: Cambridge studies in historical geography, Cambridge: Cambridge University Press. Available at: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511493645> (accessed: 18.09.2024).
- Hoffmann, B. et al. (1996), *Zieleń. Środowisko naturalne miasta Poznania*, Poznań: Wydział Ochrony Środowiska.
- Ioppolo, G. et al. (2016), 'Sustainable local development and environmental governance: A strategic planning experience' *Sustainability*, 8. Available at: <https://doi.org/10.3390/su8020180> (accessed: 18.09.2024).
- Jakimowicz, T. (2005), *Architektura i urbanistyka Poznania w XX wieku*, Poznań: Wydawnictwo Miejskie.

- Jim, C.Y., Chen, W.Y. (2006), 'Recreation-amenity use and contingent valuation of urban greenspaces in Guangzhou, China', *Landscape and Urban Planning*, 75, pp. 81–96. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.008> (accessed: 18.09.2024).
- Klijn, J.A. (2004). 'Driving forces behind landscape transformation in Europe, from a conceptual approach to policy options' [in:]. R.H.G. Jongman (ed.), *The New Dimensions of the European Landscape*, Dordrecht: Springer., pp. 201–218.
- Kodym-Kozaczko, G. (2017), *Urbanistyka Poznania w XX wieku: przestrzeń, ludzie, idee*, Poznań: Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej.
- Kolimenakis, A. et al. (2021), 'The Socioeconomic Welfare of Urban Green Areas and Parks; A Literature Review of Available Evidence', *Sustainability*, 13, 7863. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13147863> (accessed: 18.09.2024).
- Kong, F. et al. (2013), 'Green networks for people: Application of a functional approach to support the planning and management of greenspace', *Landscape and Urban Planning*, 116, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.04.004> (accessed: 18.09.2024).
- Lahoti, S. et al. (2019), 'Mapping Methodology of Public Urban Green Spaces Using GIS: An Example of Nagpur City, India', *Sustainability*, 11(7), 2166. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11072166> (accessed: 18.09.2024).
- Lehmann, S. (2010), *The Principles of Green Urbanism. Transforming the City for Sustainability*, Routledge Taylor and Francis Group.
- Mapa topograficzna Poznań N-33-130-D, 1:50 000, 1967-71, Wydanie pierwsze, Sztab Generalny WP.
- Moseley, D. et al. (2013), 'Green networks for people: Application of a functional approach to support the planning and management of greenspace', *Landscape and Urban Planning*, 116, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.04.004> (accessed: 18.09.2024).
- Niedźwiecka-Filipiak, I. et al. (2019), 'The Method of Planning Green Infrastructure System with the Use of Landscape-Functional Units (Method LaFU) and its Implementation in the Wrocław Functional Area (Poland)', *Sustainability*, 11, 394. Available at: <https://doi.org/10.3390/su11020394> (accessed: 18.09.2024).
- Norton, B. A. et al. (2015), 'Planning for cooler cities: A framework to prioritise green infrastructure to mitigate high temperatures in urban landscapes', *Landscape and Urban Planning*, 134, pp. 127–138. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.018> (accessed: 18.09.2024).
- Pezzagno, M., Frigione, B.M., Ferreira, C.S.S. (2021), 'Reading Urban Green Morphology to Enhance Urban Resilience: A Case Study of Six Southern European Cities', *Sustainability*, 13, 9163. Available at: <https://doi.org/10.3390/su13169163> (accessed: 18.09.2024).
- Plan der GAUHAUPTSTAD POSEN, 1:20 000, 1940.
- Raszeja, E., Gałęcka-Drozda, A. (2015). 'Współczesna interpretacja idei poznańskiego systemu zieleni miejskiej w kontekście strategii miasta zrównoważonego', *Studia Miejskie*, 19, pp. 75–86. Available at: http://obserwatorium.miasta.pl/wpcontent/uploads/2016/08/S_Miejskie_19_2015-Raszeja.pdf. (accessed: 18.09.2024).
- Swanwick, C., Dunnett, N., Woolley, H. (2003), 'Nature, Role and Value of Green Space in Towns and Cities: An Overview', *Built Environment*, 29, pp. 94–106. Available at: <https://doi.org/10.2148/benv.29.2.94.54467> (accessed: 18.09.2024).
- Szpakowska, B. et al. (2005), 'Rola roślinności wodnej w kształtowaniu jakości ekosystemów wodnych terenów zieleni miejskiej', *Zieleń miejska. Naturalne bogactwo miasta, zasady gospodarowania i ochrona*, pp. 147–154.
- Szulcewska, B. et al. (2014), 'How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence', *Land Use Policy*, 38, pp. 330–345. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.11.006> (accessed: 18.09.2024).
- Szulcewska, B., Giedych, R., Maksymiuk, G. (2017), 'Can we face the challenge: how to implement a theoretical concept of green infrastructure into planning practice? Warsaw case study', *Landscape Research*, 42, pp. 176–194. Available at: <https://doi.org/10.1080/01426397.2016.1240764> (accessed: 18.09.2024).
- Tapiador, F.J., Casanova, J.L. (2003), 'Land use mapping methodology using remote sensing for the regional planning directives in Segovia Spain', *Landscape and Urban Planning*, 62(20), pp. 103–115. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00126-3](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00126-3) (accessed: 18.09.2024).
- Uyichiya, Y., Mori, K. (2017), 'Methods for specifying spatial boundaries of cities in the world: The impacts of delineation methods on city sustainable indices', *Science of the Total Environment*, 592, pp. 345–356. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.014> (accessed: 18.09.2024).
- Wang, J., Banzhaf, E. (2018), 'Towards a better understanding of Green Infrastructure: A critical review', *Ecological Indicators*, 85, pp. 758–772. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.09.018> (accessed: 18.09.2024).
- Williams, K. (2010), 'Sustainable cities: Research and practice challenges', *International Journal of Urban Sustainable Development*, 1(1-2), pp. 128–132. Available at: <https://doi.org/10.1080/19463131003654863> (accessed: 18.09.2024).
- Van Eetvelde, V., Antrop, M. (2009), 'Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium)', *Land Use Policy*, 26, pp. 901–910. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.11.001> (accessed: 18.09.2024).
- Yigitcanlar, T., Teriman, S. (2015), 'Rethinking sustainable urban development: towards an integrated planning and development process', *International Journal of Environmental Science and Technology*, 12, pp. 341–352. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0491-x> (accessed: 18.09.2024).
- Zheng, Y. et al. (2019), 'Visual sensitivity versus ecological sensitivity: An application of GIS in urban forest park planning', *Urban Forestry & Urban Greening*, 41, pp. 139–149. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.03.010> (accessed: 18.09.2024).