

DOI: 10.21005/pif.2023.54.C-02

URBAN ENVIRONMENT IMPROVEMENT SOLUTIONS ON THE EXAMPLE OF KRAKOW'S OLD TOWN

ROZWIĄZANIA DLA POPRAWY WARUNKÓW ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO, NA PRZYKŁADZIE STAREGO MIASTA W KRAKOWIE

Agnieszka Greniuk

mgr inż. architekt krajobrazu

Author's Orcid number: 0000-0002-8090-1081

Cracow University of Technology, Faculty of Architecture | Poland

ABSTRACT

The conditions of the urban environment in the aspect of progressive climate change mean that city spatial planning is becoming an increasingly greater challenge. The specificity of Krakow's centre stems from its historical urban grid and the placement of an exceptionally large fragment of the city under heritage conservation. This paper is the result of analyses in terms of urban environmental conditions in the Old Town area, and the objective of the study was to determine possible solutions to improve the living conditions of residents and enhance biodiversity. The measures are based on the idea of a human-friendly city that also limits the negative consequences of urbanisation.

Keywords: climate changes, Krakow, city centre, Nature-based Solutions.

STRESZCZENIE

Warunki środowiska miejskiego w aspekcie postępujących zmian klimatycznych sprawiają, że kształtowanie przestrzenne miast staje się coraz większym wyzwaniem. Specyfika centrum Krakowa wynika z historycznej siatki urbanistycznej i ochrony konserwatorskiej wyjątkowo dużego obszaru miasta. Niniejszy artykuł jest wynikiem przeprowadzonych analiz pod kątem warunków środowiska miejskiego na terenie Starego Miasta, a celem badań jest wyznaczenie możliwych rozwiązań dla poprawy warunków życia mieszkańców i zwiększenia bioróżnorodności. Działania opierają się na idei miasta przyjaznego dla człowieka, tym samym ograniczając negatywne skutki wynikające z procesu urbanizacji.

słowa kluczowe: centrum miasta, Kraków, Nature based Solutions, zmiany klimatyczne.

1. INTRODUCTION

Processes resulting from human activity often lead to irreversible changes in the landscape, which is particularly evident in highly urbanised areas. The main objective of this research was to formulate a proposal of a network of solutions that will, first and foremost, alleviate the negative effects of the urban environment on the lives of residents. The idea behind the proposal is based on multiplied point solutions that, when distributed over a given area, can form an interconnected network of impacts, positively influencing environmental conditions. This paper aims to demonstrate how relatively small interventions in urban spaces can lead to improvements in environmental quality coefficients.¹

1.1. Methodology

The different stages of this study consisted of assessing the condition of the wider environment in the Krakow city centre, characterising the problems of the urban environment and adapting solutions to local conditions as encountered. The study was based on numerous determinant analyses – from natural and geographical conditions to the historical and architectural background. From the category of natural conditions, geological and water conditions, changes in water relations, the shape of the terrain, climate and the relationship between the aspects in question were analysed. Numerous studies on geographical and climatic conditions, as well as planning documents (SUiKZP from 2003, MPZP from 2011 and 2012) were used in the analysis. The historical determinants analysis was based on the literature on the formation of Krakow's urban grid (Borowiejska-Birkenmajerowa 1975; Mitkowski 1955) and changes in the city's greenery (J. Bogdanowski, A. Zachariasz). The analyses present determinants in the context of the specificity of the urban environment and each of the aspects that define the city's climate.

To present the results of the research, the method was used as a 'toolbox'. This method is applicable in many fields and involves the juxtaposition of different solutions to a given problem. In the case of landscape architecture, adopting this method enables demonstrating the range of solutions possible for a given space under specific conditions. At the same time, it assumes that they are transferable to a different place with similar conditions which results in a set of basic solutions to the problem at hand. It is worth noting that, despite the universality of the solutions collected in the sample 'toolbox', the uniqueness of each site should be taken into account and general solutions should be clarified so that site-specific solutions can be considered. Referring to blue-green infrastructure [BGI], this research adopts nature-based solutions² [NbS], which are universal and can be applied to similar conditions within and beyond the scope of the study.

1.2. Discussion

There are many studies that prove just how great is the role greenery plays in dense urban development. Research into the identification of factors that create favourable urban living conditions explicitly refers to the important role of biologically active surfaces (Schneider-Skalska 2004; Mądry, Słysz 2011). In studies on creating a resident-friendly environment, this indicator is also relevant as it is measurable and directly relates to environmental quality (Dąbrowska-Milewska 2010). In addition, the share of greenery in urban space is indicated as important not only from the perspective of the physical perception of urban interiors, but also as significant on a psychological level (Krawczyk, Cybulski 2010). *In addition to its compositional qualities, urban greenery also provides an impulse for identification with one's own place of residence, as it gives a specific and unique character to a city or neighbourhood* (ibidem). In the case of dense development, when urban space does not allow for the introduction of greenery on a large scale, green roofs can par-

¹ The paper is based on a part of a study used in the Master's thesis entitled "Concept of a network of solutions for the improvement of the urban environment in the Old Town in Krakow", prepared under the supervision of PhD Katarzyna Hodor, defended at the Faculty of Architecture of the Cracow University of Technology in September 2021

² Nature-based Solutions address societal challenges through the protection, sustainable management and restoration of both natural and modified ecosystems, benefiting both biodiversity and human well-being; Nature-based Solutions are underpinned by benefits that flow from healthy ecosystems. They target major challenges like climate change, disaster risk reduction, food and water security, biodiversity loss and human health, and are critical to sustainable economic development" – definition and overall objectives of NbS as defined by the International Union for Conservation of Nature

tially fulfil this function. Even an extensive roof has a beneficial effect on the microclimate by improving environmental conditions (Rasul, Arutla 2020), as well as alleviating noise levels (Van Renterghem 2018).

Due to observable problems in urban conditions, widely available publications by, among others, the Sendzimir Foundation, present a range of solutions and tangible benefits of the application of solutions that reference blue-green infrastructure and NbS. The resulting studies (*Spotkanie z klimatem* 2014; *Czas na wodę*, 2021) aim to promote good practices for creating resident-friendly living conditions. The examples shown in brochures from Germany (Leipzig, Berlin) and the transformation of cities there demonstrate actual potential for change and the benefits in applying solutions that also aim to adapt cities to progressive climate change (*Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach*, Katalog techniczny, Narzędzia strategiczne, Fundacja Sendzimir 2019).

2. OVERVIEW OF THE AREA UNDER STUDY

The main study area was a part of the I Śródmieście – Stare Miasto district. In order to obtain a broader context, some of the analyses carried out as part of the study were extended to include adjacent areas (Wawel Hill, Stradom and Kazimierz), which, together with the Old Town, belong to the UNESCO World Heritage Site. The study area included the oldest part of Krakow dating back to the beginnings of the Wawel gord and the simultaneously developing settlement at its foot in the so-called Okół. Until the early 19th century, the entire city of Krakow was contained within the boundaries of the current urban unit, the Old Town. At that time, the surrounding defensive walls were demolished and replaced by Planty Park, one of the city's more recognisable public green spaces. The study area is characterised by dense development, typical of the layout of towns that developed in the Middle Ages. The urban layout is based on compact blocks of townhouses on a grid of relatively narrow streets.

The population within the Old Town is estimated to be approximately 3,200 (based on MSIP, Ewidencja Ludności, as listed for 2022). The demographic chart for the population of Krakow shows that people aged 30–40 were the most numerous group within its population. With a view to the future, the age ranges of those most vulnerable to the negative effects of the urban heat island effect, i.e., children and seniors over 60 years of age, should be considered (Singh N., Singh S., Mall 2020, pp. 317–334). Given the current demographic trend, the rate of climate change and the intensifying effects of urbanisation, within between a few years to several decades the largest share of the demographic will consist of 55–70-year-olds. Even now, the second largest group are those aged 55–70, followed by children aged 0–10 (based on Krakow Statistics Office, Section V, Population, as listed for 2020).

Another aspect that has become increasingly apparent in recent years and is related to resident quality of life is the hypertrophy of urban tourism (Joanna Kowalczyk-Anioł 2019 p. 13). The phenomenon, known also as 'overtourism', manifests itself by tourist capacity becoming exceeded, and is a phenomenon that results from and affects the complex relationship between the city and tourism (Joanna Kowalczyk-Anioł 2019 p. 13). In the case of the Old Town, the transformation of tourism may be reflected in the distribution of uses as presented (Fig. 1). This process is a complex phenomenon that strongly affects the quality of life in a city or part of a city, and at the same time the experience of residents, visitors or various stakeholders (McKinsey & Company 2017). The Old Town is the tourist centre of Krakow and the uses concentrated in this area also indicate a focus primarily on serving visitors to the city, i.e., gastronomy (42.2%) and hospitality (7.7%)³. After these two uses, it is an area associated with administrative and service functions, both for visitors to the city and for residents. Of the 27.7% of services (excluding stores), almost 5% are buildings related to education and culture. Although religious (5.6%) and educational (4.2%) uses, including the presence of universities, do not reach high values in relation to other uses featured in the area, they are extremely important. The role of religious buildings and areas managed by universities lies

³ Approximate values based on an original analysis, data from 2021

primarily in historical significance. In addition, these uses currently have an important place in the creation of the genius loci of the Old Town.

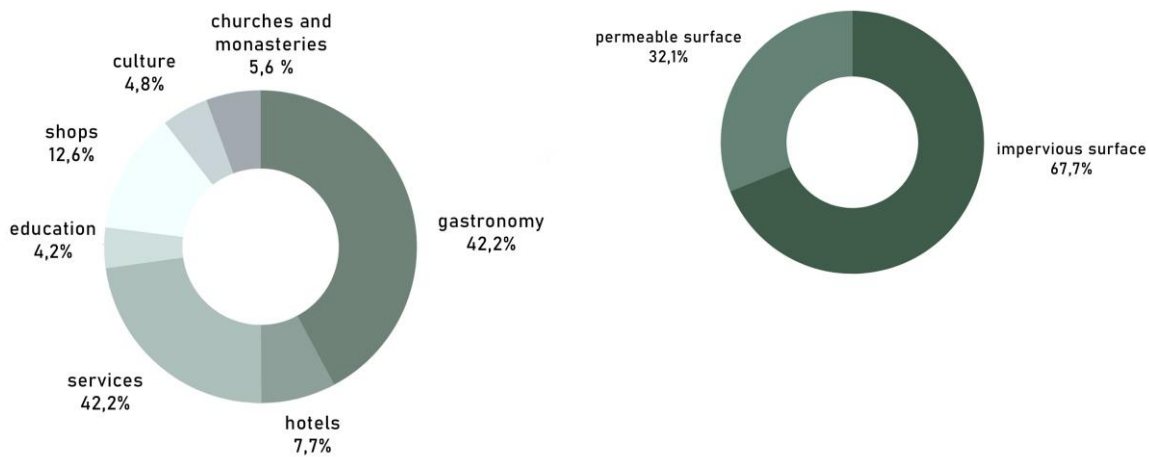


Fig. 1. Distribution of uses in the Old Town area in Krakow. Source: by author, based on data from MSIP Krakow

Fig. 2. Percentage ratio of impervious area to permeable area. Source: by author

3. STUDY AREA ENVIRONMENTAL CONDITION ASSESSMENT

The Environmental Protection Law, in Art. 3 section 39, defines the environment as ‘the totality of natural elements, including those transformed as a result of human activity, and in particular the surface of the earth, minerals, waters, air, landscape, climate and other elements of biodiversity, as well as the interactions between these elements’. For the purposes of this paper, elements of the natural environment were defined as green areas – natural and landscaped, air with an assessment of its quality, water relations and climate, with the specific characteristics of urban climate.

An investigation of green spaces of different categories within the Old Town showed low greenery as predominant in relation to tall greenery, with the largest concentration of tree canopies being Planty Park, which surrounds the area. Amongst the landscaped greenery in the Old Town, monastery gardens play an important role, usually with a bed-based arrangement, sometimes also with specimens of old trees, which are examples of historic greenery. These gardens are found scattered throughout the Old Town and together cover an area of approximately 2.5 ha, of which five gardens are listed in the register of historical monuments along with the monastery complex. Other green spaces include the courtyards and backyards of tenement developments, and here too, low and medium greenery predominates, with trees occurring as single specimens. Areas of predominantly tall greenery are found in the west of the Old Town, where the northern side is predominantly monastic greenery – enclosed green areas, and the southern part is greenery adjacent to the Jagiellonian University. Backyards with predominantly low growing greenery extend along the eastern part of the entire Old Town area and to the south, in a part of historical Okół. Here, too, monastic gardens form a large share. In contrast, in the central part of the Old Town, from the west to the north, the area is characterised by only vestigial amounts of greenery. It is not without significance that the greatest accumulation of air pollutants overlaps with the above-mentioned areas (Fig. 4). Approximately 75% of the area under analysis has a biologically active surface area ratio of 0–10%, a small part in the north has a ratio of 11–20%, while areas with a biologically active surface area ratio of more than 60% make up approximately 15% of the analysis area (based on Atlas, MonitAir, Krakow 2016), which is mainly formed by Planty Park along with the greenery on Wawel Hill. On a 2016 map of Krakow's environmental valorisation drafted as a part of MonitAir

analyses, 90% of the area outside the green areas was identified as heavily decayed. Landscaped greenery such as parks, gardens, roadside greenery or greenery that accompanies buildings provides a balance to areas that are heavily built-up and transformed and thus decayed in environmental terms. Green areas in the city centre are not solely an element that affects the city's microclimate and thus the quality of life in a given location. They are also components of the urban grid, functionally and aesthetically. In the current approach to spatial planning, it is becoming a priority to ensure that the city's residents have direct access to green spaces, while paying attention to the protection of biodiversity, which is fulfilled by, among other things, ensuring the continuity of ecological corridors.

3.1. Problems of contemporary cities on the example of Krakow

A number of climate features typical of large cities can be named. These include higher air temperatures, lower wind speeds, shorter periods of snow cover or increased air pollution (e.g., Kratzer 1956, Landsberg 1981; Lewińska 2000). One well-known phenomenon that affects most large cities is the urban heat island effect [UHI], which is characterised by higher temperatures in city centres than in the outskirts. UHI is caused by condensation in a given area caused by high surface temperatures. Considering the strict city centre, the disproportion in impervious areas to permeable areas is their distinct feature. This is also the case in the area under study, where unpaved surfaces, including greenery, account for 32.1% of the total area, with the rest being impervious surfaces – buildings, artificial surfaces such as concrete, asphalt etc. (Fig. 2). This situation primarily contributes to the significantly reduced infiltration of water into the ground. Dense development and successive construction projects have a more or less direct impact on changes in groundwater levels, altering underground water relations. The lack of water in the ground obviously translates into worse conditions for the greenery accompanying development. In addition, the retention of water in the soil is a factor in maintaining adequate air humidity, which in turn translates into the regulation of the ambient temperature, which is directly linked to the reduction of the urban heat island effect. Therefore, as many studies have showed, the temperature on the outskirts of cities, where buildings are more dispersed and the amount of greenery is considerably higher – the air temperature is lower by as much as approx. 5–6°C compared to the city centre. In the case of the centre of Krakow (Fig. 3), the highest air temperature was recorded within the city centre at 35.7°C, whereas on the outskirts of the city 30.5°C was recorded during the same period. With regard to surface temperature, these differences are all the more pronounced already within the Old Town area, where 42°C was recorded in the area corresponding to the Main Market Square's surface on the same day, while 39°C was recorded already in the Planty Park strip and on the Vistula Boulevards (Walawender 2015).

The significant imperviousness of land surface combined with a lack of blue-green infrastructure solutions puts a strain on the sewerage system during heavy rains. The last few years, which have seen an increase in the occurrence of heavy rain and thunderstorms, when around 20–25 mm of precipitation falls in a short period of time, evidently illustrate the nature of the problem. The combined sewerage system in the city is overloaded and there are many times, for example, when surges or inundations occur. Failures are first and foremost a threat to the safety of residents, while also placing a financial burden on the city. The summer of 2021 clearly proved the trend of increasingly frequent heavy and torrential rain. According to the Voivodeship Fire Department Command, in just two days in July 2021, the number of failures and emergency service responses reached around 1,000. In the context of environmental conservation, the proper functioning of rainwater management is essential. When rainwater becomes polluted it becomes wastewater, which generates further costs due to the treatment process, but most importantly rainwater is 'lost' from circulation in the local environment (Królikowska 2010).

Another problematic aspect faced by Krakow and other large European cities is air pollution, including frequent instances of smog, which have a direct negative impact on human health (*Zdrowie publiczne Wymiar społeczny i ekologiczny*. ed. S. Golinowska 2022). Pollution in Krakow mainly originates from so-called low emissions. Harmful substances, in the form of particulate matter, are mainly generated by the abrasion of vehicle tyres, brakes, road surfaces and the rising of pollutants from their surfaces. In contrast, nitrogen oxides are emitted into the air as a result of fuel combus-

tion (Małochleb 2017). In addition, occasional exceedances of acceptable levels have been recorded for ozone (O_3), which is formed by chemical processes under the influence of sunlight with nitrogen oxides and carbon oxides and methane and is toxic to living organisms. The persistence of concentrations above permissible levels that are harmful to human health in the area under study can be attributed both to traffic and, to a lesser extent, to pollution from heating homes with solid fuels. In the I Śródmieście District, 99% of solid-fuel combustion sources had been removed by 2021 and, of the initial 9900, 93 still remain (based on: Ewidencja palenisk 2021, MSIP, Krakow, as listed for 31.01.2021). In addition to the aforementioned phenomena that affect changes in air pollution concentrations, the density of development and the relatively small number of deciduous trees in the area are not insignificant, and impact the condensation and persistence of harmful substances in the air. A significant role in the overall air quality problem in Krakow is played by the terrain and the city's location in the Vistula river valley, which determines the influx of air from the surrounding suburban municipalities, where the share of heating furnaces and boilers is considerably higher than in the city itself. With unfavourable ventilation conditions in the city, polluted air settles over it, creating smog that is harmful to residents.



Fig. 3. Temperature distribution in the area under study. Source: by author

Ryc. 3. Rozkład temperatur na obszarze objętym badaniami. Źródło: autor

The specificity of the city's development and zoning has consequences not only in shaping the local climate, but also exerts a tangible impact on the lives of its residents. The temperature distribution (Fig. 3) clearly shows the already existing urban heat island effect. Given the dynamics of climate change, the accumulation of the amount of impervious surfaces, together with the increas-

ingly frequent periods of drought, only leads to an exacerbation of the problem. In this situation, more and more energy is consumed in the summer season, for example, to cool buildings, with far-reaching adverse consequences. A 'vicious circle' is created, where one aspect results from another, while becoming a cause that exacerbates the next.

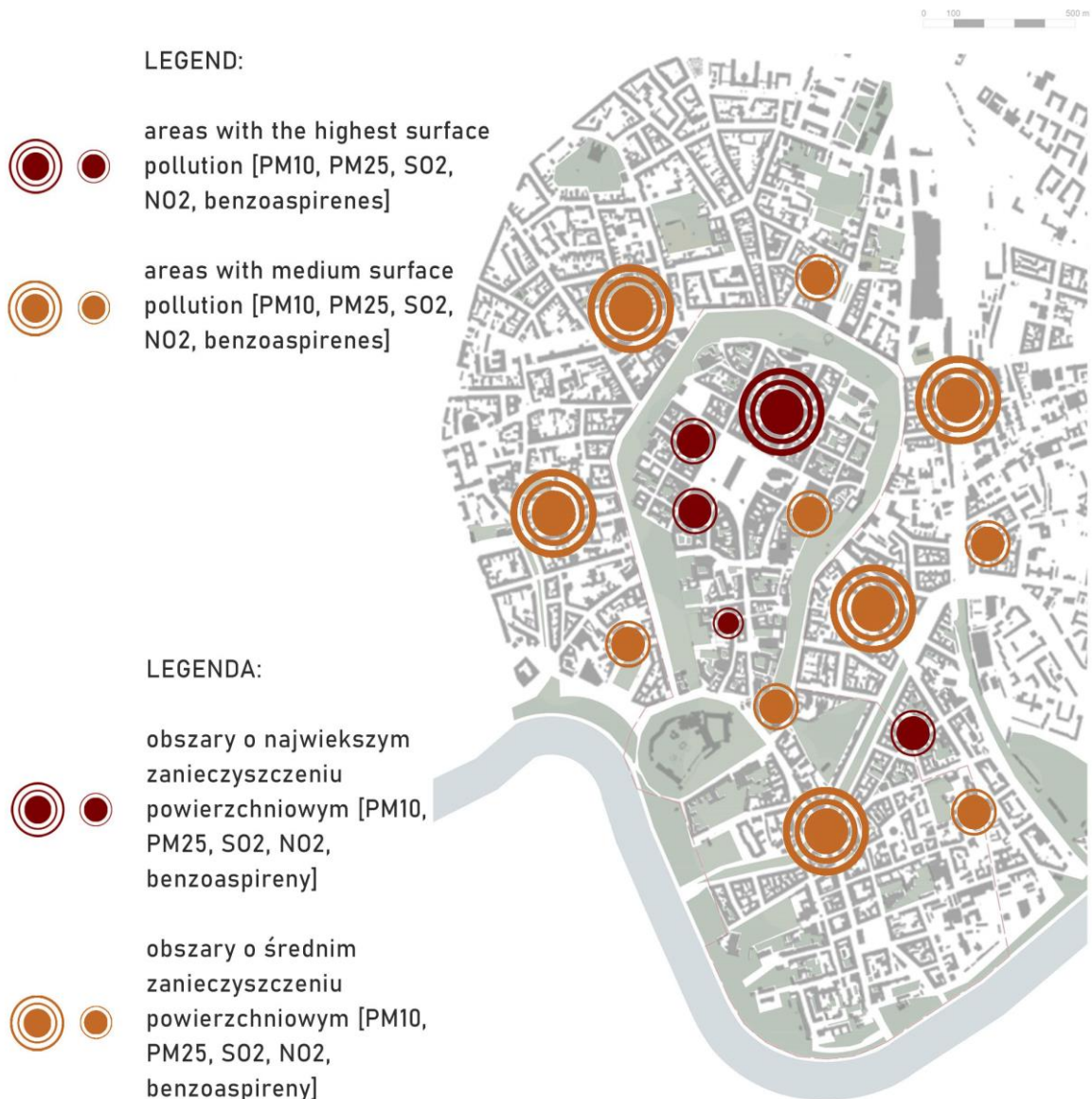


Fig. 4. Location of air pollution accumulation. Source: by author

Ryc. 4. Lokalizacja kumulacji zanieczyszczeń powietrza. Źródło: autor

4. CHARACTERISTICS OF SELECTED LOCATIONS FOR SOLUTIONS

The selected locations represent a cross-section of the types of interior characters we can encounter within the Old Town. Among the addresses selected are examples of spaces such as a town square, a public space with a park-like character and a semi-private space in the form of a tenement courtyard. The locations were supplemented by two selected buildings on which a green roof

is allowed (based on MSIP Krakow, 2016). The solutions were located in particular in the western part of the Old Town due to analysis results, which indicate unfavourable environmental conditions such as significant air pollution and less green space in this area.



- | | |
|--|---|
| 1. Maria Magdalena Square | 1. Plac Marii Magdaleny |
| 2. Św. Anny 11 - courtyard near the Church of St. Anne | 2. Św. Anny 11 - dziedziniec przy kościele św. Anny |
| 3. Planty Park area near Na Gródku Street | 3. teren Plant przy ul. Na gródku |
| 4. 41 Rynek Główny - 2-4 Św. Jana Street | 4. Rynek Główny 41 - Św. Jana 2-4 |
| 5. 6 Gołębia Street - inner courtyard | 5. Gołębia 6 - dziedziniec wewnętrzny |
| 6. 6 Stolarska Street - court-yard | 6. Stolarska 2 - podwórze |
| 7. 11 Grodzka Street | 7. Grodzka 11 |
| 8. 2 Szczepańska Street - court-yard | 8. Szczepańska 2 - dziedziniec |
| 9. 1 Szczepańska Street | 9. Szczepańska 1 |
| 10. 4 Św. Anny Street | 10. św. Anny 4 |

Fig. 5. Location of selected sites for the adaptation of solutions in the Old Town of Krakow. Source: by author
 Ryc.5. Lokalizacja wybranych miejsc do adaptacji rozwiązań na terenie Starego Miasta w Krakowie. Źródło: autor

Tab. 1. Valorisation of selected sites with guidelines and directions for adaptation. Source: by author

Item no.	Location	Use	Conservation	Historical and architectural values			Environmental values				
				State of preservation	Legibility of the architectural and landscape layout	Value	Condition	Environmental value	Water retention	Biologically active area [m ²]	Surface runoff coefficient
1	Marii Magdaleny Square	public square, circulation	partial	good	legible with transformations	high	poor	low	significantly reduced	5.00	0.6/0.9
2	11 Św. Anny Street – courtyard	private area, car park, circulation	full	good	legible	high	average	average	partially reduced	4	0.6

		near the Church of St. Anne										
3	Planty Park area near Na Gródku Street	historical park greenery area	full	good	legible	high	good	high	unimpeded	380	0.05	
4	41 Rynek Główny – 2–4 Św. Jana Street	mixed-use housing and residential	full	good	legible	high	poor	low	significantly reduced	0	0.8	
5	6 Gołębia Street – inner courtyard	café garden, club courtyard	full	poor	transformed / illegible	average	poor	low	significantly reduced	0	0.9	
6	6 Stolarska Street – courtyard	private area, backrooms of gastronomic premises, courtyard	partial	good	legible with transformations	average/high	poor	average	partially reduced	4	0.5	
7	11 Grodzka Street	apartment building	none	good	legible with transformations	average	poor	low	significantly reduced	0	0.8	
8	2 Szczepańska Street – courtyard	cultural, courtyard – circulation	partial	good	legible with transformations	high	poor	low	significantly reduced	0	0.9/0.6	
9	1 Szczepańska Street	mixed-use housing and residential	full	average	legible with transformations	average/high	poor	low	partially reduced	25	0.15/0.6	
10	4 Św. Anny Street	services, private area	partial	good	illegible/with transformations	average	poor	low	significantly reduced	0	0.6	

In identifying the stock, consideration was also given to the uses assigned to the site, which reflect the character and use of the site, and the form of conservation, if the site is subject to such. Heritage conservation listed as partial means that there are unprotected structures with additional development (garages, sheds, contemporary extensions) within the site, or the site is listed in the municipal monuments records and is not listed in the register. At the valorisation stage in the architectural and historical context, the legibility of the historical and architectural layout and the state of preservation of the building were assessed. In determining these values, the decisive factors are the authenticity of the interior and the walls that formed it, contemporary modifications and their quality, which together translate into the overall value of the state of preservation. In assessing the environmental values of a site, the different categories are: environmental value, water retention potential, biologically active surface area ratio and surface runoff coefficient. These factors are

determined by the ratio of impervious to permeable surfaces, surface incline, and the presence of a given type of greenery (low or tall). The identification of individual values makes it possible to characterise the overall condition in terms of environmental quality.

Tab. 2. Guidelines and directions for adaptation in selected locations. Source: original work

Item no.	Location	Proposed solution	Post-application			Types of problems alleviated by the solution
			Biologically active area [m ²]	Increase in water retention [%]	Increase in biologically active area relative to original state [%]	
1	Marii Magdaleny Square	surface permeation, greenery planting, climbing plant	299.35	23.85	28.15	alleviation of surface heat build-up, reduction of surface runoff, temperature control
2	11 Św. Anny Street – courtyard near the Church of St. Anne	climbing plant, retention tank, greenery planting	25	5.05	3.42	Reduced surface runoff, increased water retention
3	Planty Park area near Na Gródku Street	rain garden	380	16.31	0	Reduced surface runoff, increased water retention
4	41 Rynek Główny – 2–4 Św. Jana Street	extensive green roof	557.5	55.5	50	reduced surface runoff, air filtration increase
5	6 Gołębia Street – inner courtyard	climbing plant	6.54	5.78	5.2	increased air filtration, improved temperature regulation
6	6 Stolarska Street – courtyard	underground retention tank, climbing plant, rain garden in a container	400	8	0	increased soil absorption, reduced surface runoff
7	11 Grodzka Street	extensive green roof	133.5	24	50	reduced surface runoff, air filtration increase
8	2 Szczepańska Street – courtyard	climbing plant	6	3.16	3.15	improved filtration and air temperature control
9	1 Szczepańska Street	greenery planting, climbing plant	29.5	11	1.55	reduction of surface runoff, alleviation of soil erosion, increased air filtration
10	4 Św. Anny Street	surface permeation, climbing plant	3.48	6.87	6.88	increased air filtration

5. CONCLUSIONS AND SUMMARY

For the selected sites, proposed solutions were identified primarily from the NbS category, but also from the scope of action for so-called small-scale retention, such as retention tanks. The solutions, depending on location, are primarily tailored to the interior's surface potential, character and function. The primary objective of the proposed solutions was to increase the biologically active area and water retention capacity. Most of the selected sites are characterised by a high surface runoff coefficient and a low ratio of biologically active area. For more than half of the sites, the values in these two aspects were significantly increased. Of the 10 sites, planting in the soil is possible at 5

locations, of which a rain garden was proposed at 2 sites. The remaining locations do not allow for the introduction of greenery in the form of planting due to limited space or clashes with forms of use and it is proposed to increase the permeability of the pavement only in a small part which would allow for the planting of climbing plants in the soil to cover a given interior's specific walls. Introducing additional greenery planted in the soil or in the form of climbing plants has the additional aesthetic benefit of visually 'enlivening' an interior, which is particularly important for buildings with social functions such as courtyards at institutions or service establishments.

In 8 out of 10 locations the amount of biologically active area was increased compared to the original state. In 5 locations the increase can be described as insignificant (1–20%) and in 1 location a significant difference of approximately 28% more biologically active area was observed relative to the original state. In the case of 2 locations where an increase in the biologically active area of 50% was recorded, the sites were buildings that aligned with the course of the boundaries of the indicated plots, which were assigned for the application of a green roof, and the indicator is dictated by the Regulation of the Minister of Infrastructure of 12 April 2002 on the technical conditions to be met by buildings and their placement. In the other two locations, the solution chosen concerned an already existing biologically active area therefore no changes were observed. The soil water retention capacity factor increased at all the sites identified, of which 7 saw a slight increase (1–20%), 2 sites saw a significant increase (21–49%) and 1 site saw an increase by approximately 55%. Of the proposed solutions, the most impactful, as seen in the indicators, is the extensive green roof. At the same time, it is worth pointing out that this is a solution that, when used on the roof of buildings, is not noticeable from street level, which does not fit in with the ideals of shaping urban space, but definitely has a positive effect on the balance of the microclimate, so it should be treated as an ad hoc solution.

Considering the area as a whole, the water retention capacity of the area selected could increase by more than 100% compared to the current situation. In contrast, the ratio of biologically active area could increase by approximately 126% compared to the original state. Following on from previous analyses, which concerned the characteristics of the city's climate and the consequences of specific conditions, it can be concluded from this study that the changes involving the application of NbS in land use can be translated into figures on a financial level. The use of permeable instead of impermeable paving, an increase in green areas and other blue-green infrastructure solutions has a tangible impact on the microclimate of an area, offsetting the need for energy consumption, which translates into financial aspects at both the small scale of an enterprise and the larger scale of energy cost and production. The urban microscale solutions are a good element on a citywide scale, which does not mean they cannot contribute to limiting the current and observable problems of the urban environment.

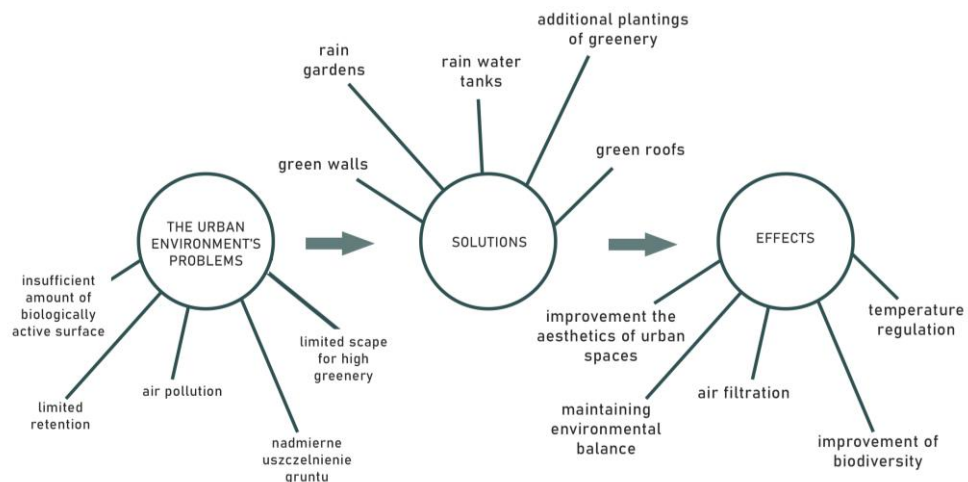


Fig. 6. A diagram that summarises the operation of the layouts outlined in the paper. Source: by author

There are various definitions of the term 'environment', but all refer to the idea of a combination of many factors – elements that make up a whole and are in constant interaction with each other. In the case of the environment, these include both animate and inanimate elements. The urban environment, on the other hand, is marked by yet another characteristic due to the type and degree of anthropogenic transformation. In the specificity of the urban environment, the 'well-being' of the city's inhabitants comes to the fore, and the task of the landscape architect or planner is to prevent this from occurring at the expense of nature to a destructive degree. At the same time, as confirmed by numerous studies, the presence of greenery in a place of residence brings numerous benefits to residents on both the physical and psychological planes (Krawczyk E., Cybulski M. 2010). Current trends in urban planning focus on the most efficient use of space, which is so limited in urban and urbanised areas. When planning new parts of cities, this is somewhat facilitated compared to strict city centres, especially with a historical urban fabric, such as the one in Krakow. It is clear that the medieval town did not manifest the same principals in the shaping of buildings as today. Therefore, it is an additional challenge to apply new trends in spatial planning to improve the quality of life for residents of cramped developments, in addition to those under heritage conservation. When in a given urban context, it is important to note that the solutions chosen contribute to offsetting the contemporary problems of strict city centres while preserving the historic structure and associated architectural and landscape qualities. In the Old Town area, there is no possibility of introducing sequences of environmental spaces or combining greenery into larger complexes. However, the introduction and successive densification of point solutions, e.g., in courtyard spaces or courtyards of tenements, can become a microclimate support system.

ROZWIĄZANIA DLA POPRAWY WARUNKÓW ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO, NA PRZYKŁADZIE STAREGO MIASTA W KRAKOWIE

1. WPROWADZENIE

Procesy wynikające z ludzkiej działalności, często doprowadzają do zmian nieodwracalnych w krajobrazie, co szczególnie widoczne jest na terenach silnie zurbanizowanych. Główny cel badań stanowi stworzenie koncepcji sieci rozwiązań, które pozwolą przede wszystkim na niwelacji negatywnych skutków działania środowiska miejskiego na życie mieszkańców. Idea koncepcji opiera się na zmultiplikowanych rozwiązaniach punktowych, które rozproszone na danym obszarze tworzą powiązaną ze sobą sieć oddziaływań, wpływając pozytywnie na warunki środowiskowe. Niniejszy artykuł ma na celu wskazanie jak stosunkowo niewielkie zabiegi w przestrzeni miejskiej mogą prowadzić do poprawy współczynników jakościowych środowiska.⁴

1.1. Metodyka badań

Na poszczególne etapy badań składa się ocena stanu szeroko pojętego środowiska w centrum miasta Krakowa, scharakteryzowanie problemów środowiska miejskiego i dostosowanie rozwiązań do zastanych warunków. Badania oparte są na licznych analizach uwarunkowań – od przyrodniczo-geograficznych po tło historyczno-architektoniczne. Z kategorii uwarunkowań naturalnych przeanalizowano warunki geologiczno-wodne, przemiany stosunków wodnych, ukształtowanie terenu, klimat i zależności pomiędzy danymi aspektami. W procesie analiz wykorzystano liczne opracowania dotyczące uwarunkowań geograficzno-klimatycznych, a także dokumenty planistyczne (SUiKZP z 2003 r., MPZP z 2011 i 2012 r.). Analizy uwarunkowań historycznych opierają się na literaturze dotyczącej kształtowania się siatki urbanistycznej Krakowa (Borowiejska- Birkenmajerowa 1975; Mitkowski 1955) oraz przemian w zieleni miasta (J. Bogdanowski, A. Zachariasz). Prze-

⁴ Artykuł oparty jest na części badań wykorzystanych w pracy magisterskiej pt. „Koncepcja sieci rozwiązań dla poprawy warunków środowiska miejskiego w Starym Mieście w Krakowie”, opracowanej pod kierunkiem dr hab. inż. arch. Katarzyny Hodor, prof. PK, obronionej na Wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej we wrześniu 2021 roku

prorowadzone analizy przedstawiają uwarunkowania w kontekście specyfiki środowiska miejskiego i poszczególnych aspektów jakimi charakteryzuje się klimat miasta.

Do przedstawienia rezultatów badań wykorzystano metodę w charakterze "toolbox", co w dosłownym tłumaczeniu stanowi „zestaw narzędzi”. Metoda ta ma zastosowanie w wielu dziedzinach i polega na zestawieniu różnych rozwiązań w wybranej problematyce. W przypadku architektury krajobrazu przyjęcie tej metody pozwala na pokazanie wachlarza rozwiązań możliwych do zastosowania w danej przestrzeni przy konkretnych warunkach. Jednocześnie zakłada możliwość przeniesienia ich na inny grunt, ale o podobnych uwarunkowaniach co daje w efekcie bazę z podstawowymi rozwiązaniami dotyczącymi danego problemu. Warto zaznaczyć, że pomimo uniwersalności rozwiązań zgromadzonych w przykładowym "toolboxie", należy brać pod uwagę unikatowość każdego miejsca i ogólne rozwiązania uszczegóławiać z uwzględnieniem specyficznych warunków. Odwołując się do idei błękitno-zielonej infrastruktury [BZI], w badaniach przyjęto rozwiązania oparte na przyrodzie tzw. Nature-based Solutions⁵ [NbS], które mają wymiar uniwersalny i mogą być zastosowane w podobnych uwarunkowaniach w zakresie opracowania jak i poza nim.

1.2. Dyskusja

Istnieje wiele opracowań, które udowadniają jak dużą rolę w ścisłej zabudowie miejskiej odgrywa zieleń. Badania nad określeniem czynników tworzących dogodne warunki życia w mieście jednoznacznie odnoszą się do istotnej roli powierzchni biologicznie czynnej (Schneider-Skalska 2004; Mądry, Słysz 2011). W badaniach nad kreowaniem przyjaznej dla mieszkańca, wskaźnik ten ma również znaczenie jako wskaźnik mierzalny, bezpośrednio odnoszący się do jakości środowiska (Dąbrowska-Milewska 2010). Dodatkowo udział zieleni w przestrzeni miejskiej wskazywany jest jako istotny nie tylko z perspektywy fizycznego odczuwania wewnątrz miejskich, ale także mający znaczenie na płaszczyźnie psychicznej (Krawczyk, Cybulski 2010). *Zieleń miejska, prócz walorów kompozycyjnych, daje również impuls do identyfikacji z własnym miejscem zamieszkania, gdyż nadaje specyficzny i indywidualny charakter miastu, czy też osiedlu* (ibidem). W przypadku gęstej zabudowy, kiedy przestrzeń miejska nie pozwala na wprowadzanie zieleni w szerokim zakresie, funkcję tą częściowo mogą spełniać zielone dachy. Nawet dach o charakterze ekstensywnym oddziałuje na mikroklimat w korzystny sposób poprawiając uwarunkowania środowiskowe (Rasul, Arutla 2020), jak i niweluje obciążenie hasałem (Van Renterghem 2018).

W związku z dostrzegalnymi problemami w warunkach miejskich, powszechnie dostępne publikacje m.in. Fundacji Sendzimira, pokazują szereg rozwiązań oraz wymiernych korzyści płynących ze stosowania rozwiązań nawiązujących do idei błękitno-zielonej infrastruktury, a także rozwiązań NbS. Powstałe opracowania (*Spotkanie z klimatem* 2014; *Czas na wodę*, 2021) mają na celu propagowanie dobrych praktyk dla tworzenia przyjaznych dla mieszkańców warunków życia. Pokazane w broszurach przykłady z Niemiec (Lipsk, Berlin) i przemiany tamtejszych miast pokazują realne możliwości zmian oraz benefity w stosowaniu rozwiązań, które również mają na celu adaptację miast do postępujących zmian klimatycznych (*Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach*, Katalog techniczny, Narzędzia strategiczne, Fundacja Sendzimira 2019).

2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADANIA

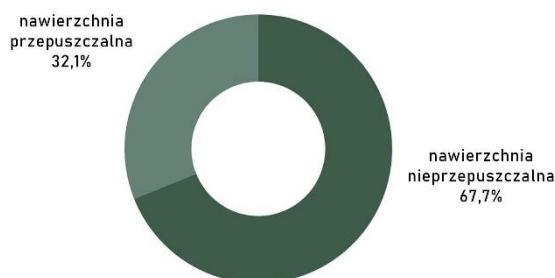
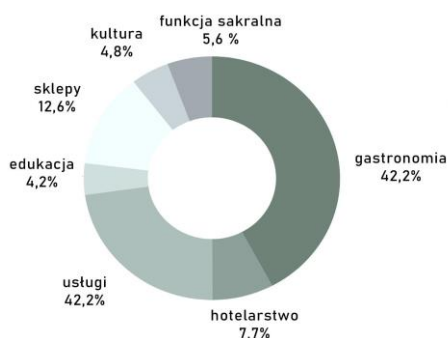
Główny obszar opracowania stanowi część dzielnicy I Śródmieście - Stare Miasto. W celu uzyskania szerszego kontekstu, niektóre analizy przeprowadzone w ramach badań, zostały poszerzone o tereny przyległe (Wzgórze Wawelskie, Stradom oraz Kazimierz), należące wraz ze Starym Miastem do obszaru wpisanego na listę światowego dziedzictwa UNESCO. Teren opracowania obej-

⁵„Działania mające na celu ochronę, zrównoważone zarządzanie i przywracanie naturalnych lub zmodyfikowanych ekosystemów, które skutecznie i adaptacyjnie radzą sobie z wyzwaniem społecznymi, zapewniając jednocześnie dobrostan człowieka i korzyści związane z różnorodnością biologiczną; NbS mają wspierać osiągnięcie celów rozwoju społeczeństwa i chronić dobrostan człowieka w sposób, który odzwierciedla wartości kulturowe i społeczne oraz zwiększa odporność ekosystemów, ich zdolność do odnowy i świadczenia usług. NbS mają na celu sprostanie głównym wyzwaniom społecznym, takim jak bezpieczeństwo żywności, zmiana klimatu, bezpieczeństwo wody, zdrowie ludzkie, ryzyko katastrof, rozwój społeczny i gospodarczy.”, definicja oraz ogólne cele NbS wg. Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody

muje najstarszą część Krakowa sięgająca początków grodu na Wawelu i rozwijającą się jednocześnie osadą u jego stóp na tzw. Okole. Jeszcze do początków XIX w. całe miasto Kraków zawierało się w granicach aktualnej jednostki urbanistycznej jaką jest Stare Miasto. Wtedy to zlikwidowano otaczające je mury obronne, na miejscu których następnie powstały Planty – jeden z bardziej rozpoznawalnych terenów zieleni publicznych miasta. Teren opracowania charakteryzuje się gęstą zabudową, typową dla układu miast rozwijających się w średniowieczu. Układ urbanistyczny opiera się na zwartych kwartałach kamienic poprzecinanych względnie wąskimi ulicami.

Liczbę ludności w obrębie Starego Miasta określa się na około 3200 (na podst. MSIP, Ewidencja Ludności, stan na 2022 r.). Wykres demograficzny dotyczący ludności miasta Krakowa wskazuje największy udział osób w wieku 30-40 lat. Z myślą o przyszłości, należy wziąć pod uwagę przedziały wiekowe osób najbardziej narażonych na negatywne skutki działania miejskiej wyspy ciepła tj. dzieci i osoby starsze w wieku ponad 60 lat (Singh N., Singh S., Mall 2020, s. 317-334). Biorąc pod uwagę obecny trend demograficzny, tempo zmian klimatycznych wraz z nasilaniem się skutków urbanizacji w ciągu kilku do kilkudziesięciu lat największy udział w demografii będą stanowiły osoby w wieku 55-70 lat. Również obecnie, drugą co do liczebności grupą są osoby w wieku 55- 70 lat, a następnie dzieci w wieku 0-10 lat (na podst. Urząd Statystyczny w Krakowie, Dział V, Ludność, stan na 2020 r.).

Dodatkowym aspektem coraz bardziej widocznym w ostatnich latach, a związanym z jakością życia mieszkańców jest proces określany mianem hipertrofii turystyki miejskiej (Joanna Kowalczyk-Anioł 2019 s.13). Zjawisko, znane z języka angielskiego jako "overtourism" objawia się poprzez przekraczanie progów pojemności turystycznej, jednocześnie jest to zjawisko zarówno wynikające jak i wpływające na skomplikowane relacje miasta i turystyki (Joanna Kowalczyk-Anioł 2019 s.13). W przypadku Starego Miasta transformacja turystyki może mieć odzwierciedlenie w ukazanym rozkładzie funkcji (ryc. 1). Proces ten jest złożonym zjawiskiem, które silnie oddziałuje na jakość życia w mieście lub jego części, a jednocześnie na doświadczenia mieszkańców, odwiedzających czy różnych interesariuszy (McKinsey & Company 2017). Stare Miasto stanowi centrum turystyczne Krakowa, a funkcje zgromadzone na tym terenie również wskazują na ukierunkowanie przede wszystkim w obsługę odwiedzających miasto, tj. gastronomia (42,2%) oraz hotelarstwo (7,7%)⁶. Następnie jako teren związany z funkcjami administracyjnymi i usługowymi, zarówno dla osób odwiedzających miasto jak i dla mieszkańców. Z 27,7% usług (wyluczając sklepy) prawie 5% stanowią budynki związane z oświatą i kulturą. Pomimo, że funkcje sakralna (5,6%) i edukacyjna (4,2%), w tym obecność uczelni wyższych, nie osiągają wysokich liczb w stosunku do innych funkcji zgromadzonych na tym terenie są niezwykle istotne. Rola obiektów sakralnych oraz terenów podlegającym uniwersytetom polega przede wszystkim na znaczeniu historycznym. Jednocześnie funkcje te zajmują współcześnie ważne miejsce w tworzeniu genius loci Starego Miasta.



Ryc.1. Rozkład funkcji na obszarze Starego Miasta w Krakowie. Źródło: autor, na podst. danych z MSIP Kraków

Ryc. 2. Stosunek procentowy nawierzchni nieprzepuszczalnej do nawierzchni przepuszczalnej. Źródło: autor

⁶ Wartości przybliżone na podstawie analizy autora, dane z 2021 roku

3. OCENA STANU ŚRODOWISKA NATURALNEGO BADANEGO OBSZARU

Prawo ochrony środowiska, w art. 3 pkt. 39, definiuje środowisko jako „ogół elementów przyrodniczych, w tym także przekształconych w wyniku działalności człowieka, a w szczególności powierzchnię ziemi, kopaliny, wody, powietrze, krajobraz, klimat oraz pozostałe elementy różnorodności biologicznej, a także wzajemne oddziaływania pomiędzy tymi elementami”. Na potrzeby artykułu, jako elementy środowiska naturalnego określono tereny zieleni – naturalnej jak i projektowanej, powietrze wraz z oceną jego jakości, stosunki wodne oraz klimat, o specyficznych cechach jakimi odznacza się klimat miasta.

Przeprowadzone badania dotyczące terenów zieleni różnej kategorii w obrębie Starego Miasta, przedstawiają zielen niską jako przeważającą w stosunku do zieleni wysokiej, a największe skupienie zadrzewień stanowią Planty, otaczające ten obszar. Wśród zieleni urządzonej występującej na terenie Starego Miasta, istotną rolę odgrywają ogrody przyklasztorne, najczęściej o układzie kwaterowym, czasami także z egzemplarzami starodrzewu, będące przykładami zieleni zabytkowej. Ogrody te występują rozproszone na całym obszarze Starego Miasta, a łącznie obejmują obszar ok. 2,5 ha, w tym 5 ogrodów wpisanych jest do rejestru zabytków wraz założeniem klasztornym. Kolejnymi przestrzeniami zieleni są dziedzińce i podwórza wewnątrz zabudowań kamienic, a i w tym przypadku również przeważa zielen niską i średnią, a drzewa występują jako pojedyncze egzemplarze. Tereny z przewagą zieleni wysokiej występują na zachodzie Starego Miasta, gdzie po stronie północnej w większości to tereny zieleni przyklasztornej - tereny zieleni o charakterze zamkniętym, a w południowej części - tereny zieleni przylegające do Uniwersytetu Jagiellońskiego. Podwórka z przeważającą zielenią niską rozciągają się wzdłuż wschodniej części całego terenu Starego Miasta oraz na południu, w części dawnego Okołu. W tym przypadku również dużą część stanowią ogrody przyklasztorne. Natomiast w centralnej części Starego Miasta, od zachodu po stronę północną, tereny odznaczają się szczątkową ilością zieleni. Nie bez znaczenia jest fakt, że największa kumulacja zanieczyszczeń powietrza pokrywa się z wyżej wymienionymi terenami (ryc. 4). Około 75% obszaru analiz posiada wskaźnik powierzchni biologicznie czynnej na poziomie 0-10%, niewielka część na północy posiada wskaźnik w granicach 11-20%, natomiast tereny o udziale powierzchni biologicznie czynnej na poziomie ponad 60% to około 15% terenu analiz (na podst: Atlas, MonitAir, Kraków 2016), co w głównej mierze tworzą Planty wraz z zielenią na wzgórzach Wawelu. Na mapie waloryzacji przyrodniczej Krakowa z 2016 roku wykonaną w ramach analiz projektu MonitAir, 90% terenów poza terenami zieleni określono na tereny silnie zdewastowane. Zielen urządzonej jak parki, ogrody, zielen przydrożna, czy zielen towarzysząca zabudowie stanowi balans dla terenów silnie zabudowanych i przekształconych, a tym samym zdewastowanych pod względem przyrodniczym. Tereny zieleni w centrum miasta są nie tylko elementem oddziaływującym na mikroklimat miasta, a przez to na jakość życia w danym miejscu. Są także elementem składowym tworzącym siatkę urbanistyczną, w ujęciu funkcjonalno-estetycznym. W dzisiejszym podejściu do planowania przestrzennego, priorytetem staje się zapewnienie mieszkańcom miasta bezpośredniego dostępu do terenów zieleni, a przy tym zwraca się uwagę na ochronę bioróżnorodności, co spełnia m.in. zapewnienie ciągłości korytarzy ekologicznych.

3.1. Problemy współczesnych miast na przykładzie Krakowa

Można wymienić kilka cech klimatu, typowych dla dużych miast. Są to m.in.: wyższa temperatura powietrza, mniejsze prędkości wiatru, krótsze zaleganie pokrywy śnieżnej czy większe zanieczyszczenie powietrza (m.in. Kratzer 1956, Landsberg 1981; Lewińska 2000). Zjawiskiem powszechnie znanym, które dotyka większość dużych miast jest efekt miejskiej wyspy ciepła [MWC], co charakteryzuje się wyższymi temperaturami w centrach miast, niż na jego obrzeżach. MWC powstaje na skutek kondensacji pary wodnej w danym miejscu przez nagrzanie powierzchni. Biorąc pod uwagę ściśle centrum miast, charakterystyczną cechą jest dysproporcja w powierzchni uszczelnionej do nawierzchni przepuszczającej wodę. Tak też jest w przypadku analizowanego obszaru, gdzie powierzchnie nieutwardzone, w tym zielen, stanowią 32,1% całego analizowanego obszaru, a reszta to powierzchnie nieprzepuszczalne - zabudowa, nawierzchnie sztuczne jak beton asfalt etc. (ryc. 2). Sytuacja ta wpływa przede wszystkim na znacznie ograniczoną infiltrację wody w grunt. Zwarta zabudowa i kolejne inwestycje budowlane mają mniej lub bardziej bezpośredni wpływ na zmiany poziomów wód gruntowych, zmieniając przy tym podziemne stosunki wodne. Brak wody w

gruncie ma oczywiste przełożenie na gorsze warunki dla zieleni towarzyszącej zabudowie. Dodatkowo utrzymanie wody w gruncie jest jednym z czynników utrzymania odpowiedniej wilgotności powietrza, co z kolei przekłada się na regulację temperatury otoczenia, a to bezpośrednio wiąże się z ograniczeniem efektu miejskiej wyspy ciepła. Dlatego też, jak pokazuje wiele badań, temperatura na obrzeżach miast, gdzie zabudowa jest bardziej rozproszona, a ilość zieleni jest zdecydowanie większa- temperatura powietrza jest niższa nawet ok. 5-6°C w porównaniu do centrum miasta. W przypadku centrum Krakowa (ryc. 3) zarejestrowano najwyższą temperaturę powietrza w obrębie śródmieścia 35,7°C, gdzie na obrzeżach miasta w tym samym czasie odnotowano 30,5°C. W odniesieniu do temperatury powierzchni różnice te są tym bardziej widoczne już na obszarze terenu Starego Miasta, gdzie w miejscu odpowiadającym płycie Rynku Głównego tego samego dnia odnotowano 42°C, natomiast już w pasie Plant i na Bulwarach Wiślanych 39°C (Wala-wender 2015).

Znaczne uszczelnienie gruntu w połączeniu z brakiem rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury powoduje obciążenie kanalizacji podczas ulewnych deszczy. Ostatnie kilka lat, w których nasiliło się występowanie ulewnych deszczy i burz, kiedy w krótkim czasie spada ok. 20 - 25 mm opadu, naocznie ukazują istotę problemu. Kanalizacja ogólnospławna w mieście jest przeciążona i niejednokrotnie dochodzi np. do wybicia studzienek czy podtopień. Sytuacje awarii są przede wszystkim zagrożeniem bezpieczeństwa mieszkańców, a przy tym obciążają finansowo miasto. Lato 2021 wyraźnie udowodniło tendencję do coraz częstszego pojawiania się ulewnych deszczy i nawałnic. Jak podaje Komenda Wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej w zaledwie 2 dni w lipcu 2021 r. liczba awarii i konieczności reakcji ze strony służb ratunkowych sięgała ok. 1000. W kontekście ochrony środowiska istotne jest prawidłowe funkcjonowanie gospodarki ściekami opadowymi. W momencie gdy wody opadowe ulegają zanieczyszczeniom stają się ściekami, co generuje kolejne koszty w przypadku procesu oczyszczenia, ale przede wszystkim woda opadowa jest "tracona" z obiegu w środowisku lokalnym (Królikowska 2010).

Kolejnym problematycznym aspektem, z którym zmagają się zarówno Kraków jak i inne duże miasta Europy jest zanieczyszczenie powietrza, w tym częste zjawiska smogu, które mają bezpośrednie negatywne przełożenie na zdrowie człowieka (*Zdrowie publiczne Wymiar społeczny i ekologiczny*. red. S. Golinowska 2022). Zanieczyszczenia w Krakowie mają swoje źródło głównie w tzw. niskiej emisji. Szkodliwe substancje w postaci pyłów, powstają głównie w związku ze ścieraniem się opon pojazdów, hamulców, nawierzchni dróg i unosu zanieczyszczeń z ich powierzchni. Natomiast tlenki azotu emitowane są do powietrza w wyniku spalania paliwa (Małochleb 2017). Dodatkowo sporadyczne przekroczenia poziomów dopuszczalnych odnotowano w przypadku ozonu (O₃), który powstaje w wyniku procesów chemicznych pod wpływem światła słonecznego z tlenkami azotu oraz tlenkami węgla i metanem i jest toksyczny dla organizmów żywych. W utrzymywaniu się stężeń szkodliwych na zdrowia powyżej dopuszczalnych poziomów na terenie opracowania może wynikać zarówno z ruchu samochodowego, jak i w mniejszym stopniu z zanieczyszczeń pochodzących z ogrzewania domostw paliwami stałymi. Na terenie dzielnicy I Śródmieście do 2021 r. zlikwidowano 99% źródeł palenisk na paliwa stałe i z 9900 pozostaje na ten moment 93 wciąż istniejących źródeł (na podst.: Ewidencja palenisk 2021, MSIP, Kraków, stan na 31.01.2021 r.). Oprócz wcześniej wymienionych zjawisk wpływających na zmiany stężeń zanieczyszczenia powietrza, na analizowanym terenie nie bez znaczenia jest gęstość zabudowy oraz stosunkowo nieduża ilość drzew liściastych, co oddziałuje na kondensację i zaleganie szkodliwych substancji w powietrzu. W ogólnym problemie jakości powietrza w Krakowie znaczącą rolę odgrywa ukształtowanie terenu i położenie w dolinie rzeki Wisły, co warunkuje napływy powietrza z okolicznych miejscowości podmiejskich, gdzie udział pieców i kotłów grzewczych jest zdecydowanie większa niż w samym mieście. Przy niekorzystnych warunkach przewietrzania miasta zanieczyszczone powietrze zalega nad miastem tworząc w efekcie szkodliwy dla mieszkańców smog.

Specyfika zabudowy i zagospodarowania przestrzennego miasta ma konsekwencje nie tylko w kształtowaniu lokalnego klimatu, ale także rzeczywisty wpływ na życie mieszkańców. Rozkład temperatur (ryc.3.) pokazuje wyraźnie istniejący już efekt miejskiej wyspy ciepła. Biorąc pod uwagę dynamikę zmian klimatycznych, nagromadzenie ilości nawierzchni nieprzepuszczalnej wraz z występującymi coraz częściej okresami suszy, prowadzi tylko do nasilania się problemu. W takiej sytuacji w sezonie letnim coraz więcej energii jest konsumowana np. w celu schładzania budyn-

ków, co stanowi daleko idące niekorzystne konsekwencje. Tworzy się "błędne koło", gdzie jeden aspekt wynika z drugiego, jednocześnie stając się przyczyną nasilającą następnę.

4. CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH LOKALIZACJI ROZWIĄZAŃ

Wybrane lokalizacje przedstawiają przekrój charakterów wnętrz jakie możemy spotkać w obrębie Starego Miasta. Pośród wybranych adresów znajdują się przykłady takich przestrzeni jak: plac miejski, przestrzeń publiczna o charakterze parkowym oraz przestrzeń pół-prywatna w postaci podwórza kamienic. Lokalizacje uzupełniono o 2 wybrane budynki, na których dopuszcza się utworzenie zielonego dachu (na podstawie danych MSIP Kraków, 2016). Rozwiązania zlokalizowano w szczególności w zachodniej części Starego Miasta ze względu na wyniki analiz, które wskazują na niekorzystne warunki środowiskowe takie jak znaczne zanieczyszczenie powietrza oraz mniejszą powierzchniowo ilość zieleni na tym terenie.

W określeniu zasobu wzięto pod uwagę także funkcje przypisane do danego miejsca, które odzwierciedlają dany charakter i sposób użytkowania obiektu oraz formę ochrony, jeżeli obiekt takiej podlega. Ochrona konserwatorska scharakteryzowana jako częściowa oznacza, że w obrębie lokalizacji znajdują się obiekty nie objęte ochroną wraz z zabudowaniami (garaże, wiaty, współczesne dobudowania) lub obiekt wpisany jest do gminnej ewidencji zabytków, a nie widnieje w rejestrze. Na etapie waloryzacji w kontekście architektoniczno- historycznym, wzięto pod uwagę czytelność układu historyczno-architektonicznego oraz stan zachowania obiektu. W określeniu tych wartości decydującymi czynnikami są autentyczność wnętrza i budujących go ścian, współczesne naleciałości oraz ich jakość, co razem przekłada się na wartość ogólną stanu zachowania. W ocenie wartości środowiskowych obiektu, poszczególnymi kategoriami są: wartość przyrodnicza, możliwości retencji wody, wskaźnik powierzchni biologicznie czynnej oraz współczynnik spływu powierzchniowego. Czynniki te określane są na podstawie stosunku nawierzchni utwardzonej do przepuszczalnej, nachyleniu powierzchni, a także występowania rodzaju zieleni (niskiej czy wysokiej). Określenie poszczególnych wartości pozwala na scharakteryzowanie ogólnego stanu w kontekście jakości środowiska.

Tab. 1. Waloryzacja wybranych lokalizacji wraz z wytycznymi i kierunkami adaptacji. Źródło: autor

Lp.	Lokalizacja	Funkcja	Ochrona konserwatorska	Wartości historyczno - architektoniczne			Wartości środowiskowe				
				Stan zachowania	Czytelność układu architektoniczno-krajobrazowego	Wartość	Stan	Wartość przyrodnicza	Retencja wody	Powierzchnia biologicznie czynna [m2]	Współczynnik spływu powierzchniowego
1.	Plac Marii Magdaleny	plac publiczny, funkcja komunikacyjna	częściowa	dobry	czytelny z przekształceniami	wysoka	zły	niska	znacznie ograniczona	5,00	0,6/0,9
2.	Św. Anny 11-dziedziniec przy kościele Św. Anny	teren prywatny, parking, funkcja komunikacyjna	pełna	dobry	czytelny	wysoka	średni	średnia	częściowo ograniczona	4	0,6
3.	Teren Plant przy ul. Na Gródku	teren zieleni parkowej historycznej	pełna	dobry	czytelny	wysoka	dobry	wysoka	swobodna	380	0,05
4.	Rynek Główny 41 – Św. Jana 2-4	Mieszkalno-usługowa	pełna	dobry	czytelny	wysoka	zły	niska	znacznie ograniczona	0	0,8
5.	Gołębia 6 –	ogródek	pełna	zły	z prze-	średnia	zły	niska	znacznie	0	0,9

	dziedziniec wewnętrzny	kawiarniany, podwórze klubu			kształceniami / nieczytelny				ograniczona		
6.	Stolarska 6 – podwórze	teren prywatny, zaplecze usług gastronomicznych, podwórze	częściowa	dobry	czytelny, z przekształceniami	średnia/wysoka	zły	średnia	częściowo ograniczona	4	0,5
7.	Grodzka 11	budynek mieszkalny	brak	dobry	czytelny, z przekształceniami	średnia	zły	niska	znacznie ograniczona	0	0,8
8.	Szczepańska 2 - dziedziniec	kulturowa, dziedziniec – funkcja komunikacyjna	częściowa	dobry	czytelny, z przekształceniami	wysoka	zły	niska	znacznie ograniczona	0	0,9/0,6
9.	Szczepańska 1	mieszkalno-usługowa	pełna	średni	czytelny, z przekształceniami	średnia/wysoka	zły	niska	częściowo ograniczona	25	0,15/0,6
10.	Św. Anny 4	usługowa, teren prywatny	częściowa	dobry	nieczytelny/ z przekształceniami	średnia	zły	niska	znacznie ograniczona	0	0,6

Tab. 2. Wytyczne i kierunkami adaptacji w wybranych lokalizacjach. Źródło: autor

Lp.	Lokalizacja	Proponowane rozwiązanie	Po zastosowaniu rozwiązań					
			Powierzchnia biologicznie czynna ogółem [m ²]	Zwiększenie retencji wody [%]	Wzrost powierzchni biologicznie czynnej względem stanu pierwotnego [%]	Rodzaje problemów zniwelowanych dzięki zastosowaniu rozwiązania		
1.	Plac Marii Magdaleny	Rozszczelnienie nawierzchni, nasadzenia zieleni, pnącze	299,35	23,85	28,15	niwelacja nagrzewania się powierzchni, ograniczenie spływu powierzchniowego, regulacja temperatury		
2.	Św. Anny 11- dziedziniec przy kościele Św. Anny	pnące, zbiornik retencyjny, nasadzenia zieleni	25	5,05	3,42	ograniczenie spływu powierzchniowego, zwiększenie retencji wody		
3.	Teren Plant przy ul. Na Gródku	ogród deszczowy	380	16,31	0	ograniczenie spływu powierzchniowego, zwiększenie retencji wody		
4.	Rynek Główny 41 – Św. Jana 2-4	zielony dach ekstensywny	557,5	55,5	50	ograniczenie spływu powierzchniowego, zwiększenie filtracji powietrza		
5.	Gołębia 6 – dziedziniec wewnętrzny	Pnącze	6,54	5,78	5,2	zwiększenie filtracji powietrza, poprawa regulacji temperatury		
6.	Stolarska 6 – podwórze	podziemny zbiornik retencyjny, pnącze, ogród deszczowy w pojemniku	400	8	0	zwiększenie chłonności gruntu, ograniczenie spływu powierzchniowego		
7.	Grodzka 11	zielony dach ekstensywny	133,5	24	50	ograniczenie spływu powierzchniowego, zwiększenie filtracji powietrza		

8.	Szczepańska 2 - dziedziniec	Pnącze	6	3,16	3,15	poprawa filtracji oraz regulacji temperatury powietrza
9.	Szczepańska 1	nasadzenia roślin, pnącze	29,5	11	1,55	ograniczenie spływu powierzchniowego, niwelacja erozji gleby zwiększenie filtracji powietrza
10.	Św. Anny 4	Rozszczelnienie nawierzchni, pnącze	3,48	6,87	6,88	zwiększenie filtracji powietrza

5. WNIOSKI I PODSUMOWANIE

Dla wybranych lokalizacji określono proponowane rozwiązania przede wszystkim z kategorii NbS, ale także z zakresu działania na rzecz tzw. małej retencji, jak np. zbiorniki retencyjne. Rozwiązania, w zależności od lokalizacji, dostosowane są przede wszystkim do możliwości powierzchniowych wnętrza, charakteru oraz jego funkcji. Podstawowym celem proponowanych rozwiązań jest zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej oraz możliwości retencji wody. Większość wybranych lokalizacji odznacza się wysokim współczynnikiem spływu powierzchniowego oraz niskim wskaźnikiem powierzchni biologicznie czynnej. W przypadku ponad połowy obiektów, wartości w tych dwóch aspektach zostały zdecydowanie powiększone. Z 10 terenów nasadzenia w gruncie są możliwe w 5 lokalizacjach, z czego w dwóch obiektach proponuje się ogród deszczowy. Pozostałe lokalizacje nie pozwalają na wprowadzanie zieleni w postaci nasadzeń ze względu na ograniczoną powierzchnię lub kolizję z funkcją i proponuje się rozszczelnienie nawierzchni tylko w niewielkiej części co umożliwi posadzenie pnączy w gruncie do wypełnienia nimi określonych ścian wnętrza. Wprowadzanie dodatkowej zieleni w gruncie lub w postaci pnączy niesie ze sobą dodatkowe korzyści estetyczne wizualnego "ożywiania" wnętrza, co jest szczególnie istotne w przypadku obiektów z funkcjami społecznymi jak podwórza przy instytucjach czy lokalach usługowych.



Ryc. 6. Schemat podsumowujący działanie założeń przedstawionych w artykule. Źródło: autor

W 8 na 10 lokalizacji ilość powierzchni biologicznie czynnej wzrosła w stosunku do stanu pierwotnego. W 5 lokalizacjach wzrost ten można określić na nieznaczny (1-20%), a w 1 lokalizacji zaobserwowano znaczącą różnicę ok. 28% więcej powierzchni biologicznie czynnej niż w stanie pierwotnym. W przypadku 2 lokalizacji, gdzie odnotowano wzrost powierzchni biologicznie czynnej o 50% to budynki, pokrywające się z przebiegiem granic wskazanych działek, które zostały wskazane do zastosowania zielonego dachu, a wskaźnik podyktowany jest zasadą określania powierzchni biologicznie czynnej zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwiet-

nia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. W dwóch pozostałych lokalizacjach wybrane rozwiązanie dotyczyło już istniejącego terenu biologicznie czynnego dlatego też nie zaobserwowano zmian. Współczynnik dotyczący możliwości retencyjnych gruntu wzrósł we wszystkich wskazanych lokalizacjach, z czego w przypadku 7 z nich w sposób nieznaczny (1-20%), w dwóch lokalizacjach w sposób znaczący (21-49%), a w przypadku 1 lokalizacji możliwości retencji wody wzrosły ok. 55%. Spośród zaproponowanych rozwiązań, najbardziej wpływające na zmiany, co widać we wskaźnikach, są zielony dach o charakterze ekstensywnym. Jednocześnie warto zaznaczyć, że jest to rozwiązanie, które przy zastosowaniu na zadaszeniu budynków nie jest zauważalne z poziomu przechodnia w mieście, co nie wpisuje się w ideały kształtowania przestrzeni miejskiej, natomiast zdecydowanie pozytywnie wpływa na zachowanie równowagi mikroklimatu więc powinno być traktowane jako rozwiązanie doraźne.

Biorąc pod uwagę ogół obszaru, dzięki zastosowanym rozwiązaniom, możliwości retencji wody na wybranym obszarze działań może zwiększyć się ponad 100% w porównaniu z sytuacją obecną. Natomiast wskaźnik powierzchni biologicznie czynnej powiększy się o ok. 126 % w stosunku do stanu pierwotnego. Nawiązując do wcześniejszych analiz, które dotyczyły charakterystyki klimatu miasta i konsekwencji wynikających ze specyfiki uwarunkowań, z podanych badań można wysnuć wnioski, że zmiany polegające na zastosowywaniu NbS w zagospodarowywaniu przestrzennym, można przełożyć na liczby na płaszczyźnie finansowej. Zastosowanie nawierzchni przepuszczalnych zamiast nieprzepuszczalnych, zwiększenie ilości terenów zieleni i inne rozwiązania z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury ma rzeczywisty wpływ na mikroklimat na danym terenie, niwelując potrzebę zużycia energii, co przekłada się na aspekty finansowe zarówno w małej skali przedsiębiorstwa jak i większej skali nakładu i produkcji energii. Przedstawione rozwiązania w mikroskali miasta są drobnym elementem w skali miasta, co nie oznacza, że nie mogą przyczynić się do ograniczenia obecnych zauważalnych problemów środowiska miejskiego.

Istnieją różne definicje pojęcia "środowisko", jednak wszystkie odnoszą się do idei łączenia wielu czynników - elementów składających się na całość i pozostające w ciągłym oddziaływaniu na siebie. W przypadku środowiska są to zarówno elementy ożywione jak i nieożywione. Z kolei środowisko miejskie odznacza się jeszcze inną charakterystyką ze względu na rodzaj i stopień przekształcenia o charakterze antropogenicznym. W specyfice środowiska miejskiego "dobro" mieszkańców miasta wysuwa się na pierwszy plan, a zadaniem architekta krajobrazu czy planisty jest niedopuszczenie do sytuacji kiedy zachodzi to kosztem przyrody w stopniu destrukcyjnym. Jednocześnie, co potwierdzają liczne badania, obecność zieleni w miejscu zamieszkania niesie ze sobą liczne korzyści na płaszczyźnie fizycznej jak i psychicznej rezydentów (Krawczyk E., Cybulski M. 2010). Obecne trendy w planowaniu przestrzennym skupiają się na jak najefektywniejszym zagospodarowaniu przestrzeni, tak bardzo ograniczonej na terenach miejskich i zurbanizowanych. Przy planowaniu nowo powstających części miast, jest to nieco ułatwione w porównaniu do ścisłych centrów, szczególnie o historycznej tkance zabudowy, jaka istnieje w Krakowie. Oczywistym jest, że miasto średniowieczne nie przejawia takich samych pryncypiów w kształtowaniu zabudowy jak współcześnie. Dlatego dodatkowym wyzwaniem jest zastosowanie nowych trendów w planowaniu przestrzennym w celu poprawy jakości życia mieszkańców ciasnej zabudowy, w dodatku pod ochroną konserwatorską. Znajdując się w danym kontekście urbanistycznym, należy zauważyć, że rozwiązania, które wybrano przyczyniają się do zniwelowania współczesnych problemów ścisłego centrum miasta z jednoczesnym zachowaniem historycznej struktury i związanych z nią walorów architektoniczno- krajobrazowych. Na terenie Starego Miasta nie występuje możliwość wprowadzenia ciągów przyrodniczych lub łączenia zieleni w większe zespoły. Jednakże wprowadzanie i sukcesywne zagęszczanie punktowych rozwiązań np. w przestrzenie dziedzińców czy podwórzy kamienic, może stać się systemem wspomagającym mikroklimat.

BIBLIOGRAPHY

Atlas Historyczny Miast Polskich red. Roman Czaja, Tom V Małopolska, Kraków, zeszyt 1 red. Zdzisław Noga, TMHiZK, Kraków 2007

Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach, Katalog techniczny, Narzędzia strategiczne (2019) Warszawa: Fundacja Sendzimira

- Borowiejska-Birkenmajerowa M. (1975). *Kształt średniowiecznego Krakowa*. Kraków: Wydawnictwo Literackie
- Czerniakowski Z.W., Gargala-Polar M. (2020) *Ogrody deszczowe jako sposób retardacji strat wody opadowej w terenach zieleni miejskiej*, Polish Journal for Sustainable Development, Tom 24 (1)
- Czas na wodę (2021) Warszawa: Fundacja Sendzimira
- Dąbrowska-Milewska G. (2010) *Standardy urbanistyczne dla terenów mieszkaniowych- wybrane zagadnienia*, Białystok: Architecturae et Artibus 1/2010
- 'Dane o klimacie dla miast na całym świecie' [online]. <https://pl.climate-data.org/> (accessed 06-07-2021)
- Decyzja 2 COM VIII.38, UNESCO, 1978
- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, Gmina Miejska Kraków (2016) *Atlas pokrycia terenu i przewietrzania Krakowa*, *Zintegrowany system monitorowania danych przestrzennych dla poprawy jakości powietrza w Krakowie, projekt MONIT-AIR* [online]. <https://msip.krakow.pl/> (accessed 28-02-2022)
- International Union for Conservation of Nature (2020) 'IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: a user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS: first edition' [online]. <https://portals.iucn.org/> (accessed 28-02-2022)
- Izba Gospodarcza Ciepłownictwo Polskie (2017) 'Skąd bierze się smog' [online]. <https://www.cieplo-systemowe.pl/cieplo-systemowe/miasta-bez-smogu/skad-bierze-sie-smog/> (accessed 15-07-2021)
- Kabisch N., Van den Bosch M., Laforteza R (2017) 'The health benefits of nature-based solutions to urbanization challenges for children and the elderly – a systematic review' *Environmental Research Elsevier*
- Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie (2021) 'Interwencje małopolskich strażaków w związku z frontem burzowym, 15-16 lipca 2021 r.' [online]. <https://www.gov.pl/> (accessed 28-02-2022)
- Komisja Europejska, Agencja Wykonawcza ds. Małych i Średnich Przedsiębiorstw, (2021) *Nature-based solutions : Horizon 2020 NBS research projects tackle the climate and biodiversity crisis*, Urząd Publikacji Unii Europejskiej
- Kowalczyk-Anioł J. (2019) 'Hipertrofia turystyki miejskiej – geneza i istota zjawiska', *Konserwatorium Wiedzy o Mieście* 32(4), s. 7-18
- Kratzer A. (1956). *Das Stadtklima*, Friedr. Vieweg and Sohn, Braunschweig
- Krawczyk E. Cybulski M. (2010) *Zdrowie człowieka a roślinność w mieście*. Polski Przegląd Nauk o Zdrowiu nr 4 (25), s. 515-520
- Królikowska J. (2010) *Niezawodność funkcjonowania i bezpieczeństwa sieci kanalizacyjnej*, Kraków: Politechnika Krakowska, seria Inżynieria środowiska, monografia 382
- Landsberg H.E. (1981) 'The urban climate', *International Geophysics Series, Vol.28*, New York: Academic Press, pp 275
- Lewińska J. (2000). *Klimat miasta – zasoby, zagrożenia, kształtowanie*, Kraków Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, ISBN 83-86847-95-6
- Małochleb M. (2017). *Niska emisja – przewodnik*. red. Urszula Bijoś, Warszawa: Fundacja Centrum Edukacji Obywatelskiej
- Matuszko D., Piotrowicz K. (2015) 'Cechy klimatu miasta a klimat Krakowa', *Miasto w badaniach geografów, Tom I*, Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, pp. 221-241, ISBN 978-83-640089-12-1
- Mądry T., Słysz K. (2011) 'Powierzchnia biologicznie czynna w planowaniu przestrzennym miast.' *Problemy Rozwoju Miast Tom 8 Numer 3-4*
- Miejski System Informacji Przestrzennej [online]. <https://msip.um.krakow.pl/> (accessed 28-07-2021)
- Mihalič, T., Kuščer, K. (2019) 'Impacts of overtourism on satisfaction with life in a tourism destination' *Travel and Tourism Research Association's (TTRA) annual research conference, Bournemouth*, pp. 92-93
- Mitkowski J. (1955) 'Lokacja Krakowa i powstanie układu urbanistycznego miasta', *Ochrona Zabytków* 8/3 (30), s. 151-160
- norma prawna PN 92 B 01707 Kanalizacja Wymagania
- Parki i ogrody Krakowa w obrębie Plant z Plantami i Wawelem', Katalog Parków i ogrodów w Polsce, red. Bogdanowski J. (1997) Warszawa: Ośrodek Ochrony Zabytkowego Krajobrazu Narodowa Instytucja Kultury, ISBN 83-85548-51-3
- Pięcioletnia ocena jakości powietrza w województwie małopolskim, raport wojewódzki za lata 2014-2018', Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Krakowie, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Kraków 2019

- Rasul M.G., Arutla L.K.R. (2020) 'Environmental impact assessment of green roofs using life cycle assessment' *Energy Reports, Volume 6, Supplement 1*, s. 503-508
- 'Roczna ocena jakości powietrza w województwie małopolskim, raport wojewódzki na rok 2020', Regionalny Wydział Monitoringu Środowiska w Krakowie, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Kraków 2021
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- Sailor D.J. (2014) 'A holistic view of the effects of urban heat island mitigation', in S. Lehmann (Ed), *Low Carbon Cities: Transforming Urban Systems*, New York: Routledge, pp. 270-281
- Sajecki T. (2016) 'Próba odtworzenia rozplanowania przestrzennego wczesnośredniowiecznego Wawelu i Okoła w Krakowie', Kraków: Studium archeologiczne, Radzyński Rocznik Humanistyczny, tom 14
- Schneider-Skalska G. (2004) *Kształtowanie zdrowego środowiska mieszkaniowego. Wybrane zagadnienia*, Kraków: Politechnika Krakowska
- Singh N., Singh S., Mall R.K. (2020) *Urban Ecology Emerging Patterns and Social-Ecological Systems*, Elsevier Inc.
- Spotkanie z klimatem* (2021) Warszawa: Fundacja Sendzimira
- Studium rozwoju systemu transportu Miasta Krakowa w tym budowy metra, analiza środowiskowa, Biuro Inżynierii Transportu, Poznań 2015
- Uchwała Nr XII/131/11 Rady Miasta Krakowa z dnia 13 kwietnia 2011 r. w sprawie uchwalenia Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego Obszaru "Stare Miasto" – Ogłoszona w Dzienniku Urzędowym Województwa Małopolskiego Nr 255, poz. 2059 z dnia 17 maja 2011 r.
- Uchwała Nr LXXXVIII/2145/17 Rady Miasta Krakowa z dnia 8 listopada 2017 r. w sprawie uchwalenia Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego obszaru "Kazimierz" - ogłoszona w Ogłoszona w Dzienniku Urzędowym Województwa Małopolskiego z dnia 23 listopada 2017 r., poz. 7618
- Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. 2001 nr 62 poz. 627
- Van Renterghem T. (2018) 'Green Roofs for Acoustic Insulation and Noise Reduction', *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*, Oxford: Butterworth-Heinemann
- Walawender J.P. (2015) 'Miejska wyspa ciepła – negatywne skutki urbanizacji oraz możliwości przeciwdziałania (na przykładzie Krakowa)' *serwis internetowy Zielona Infrastruktura* [online] <http://zielonainfrastruktura.pl> (accessed 16-07-2021)
- WTTC & McKinsey & Company (2017) 'Coping with success. Managing overcrowding in tourism destinations' [online] <https://www.wttc.org> (accessed 25-04-2023)
- Zachariasz A. (2019) 'Development of The System of the Green Areas of Krakow from The Nineteenth Century to The Present, In The Context of Model Solutions', IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 471
- Zachariasz A. (2014) 'Parki, tereny zieleni i krajobraz w świetle nowych koncepcji kształtowania struktury i formy miasta', *Czasopismo Techniczne, Architektura 2-A*, pp. 327-359
- Zachariasz A. (2006) 'Zieleń jako współczesny czynnik miastotwórczy ze szczególnym uwzględnieniem roli parków publicznych' Kraków: Politechnika Krakowska
- Zdrowie publiczne Wymiar społeczny i ekologiczny. (2022). Polska: Wydawnictwo Naukowe Scholar
- Zmiana Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Krakowa uchwalonego Uchwałą Nr XII/87/03 Rady Miasta Krakowa z dnia 16 kwietnia 2003 r. TOM II, Zasady i kierunki polityki przestrzennej

AUTHOR'S NOTE

The author is a graduate of the second-cycle Landscape Architecture programme of the Faculty of Architecture of the Cracow University of Technology. She is currently a research and teaching assistant at the CUT Chair of Landscape Architecture.

O AUTORZE

Autorka jest absolwentką studiów II stopnia na kierunku architektura krajobrazu na Wydziale Architektury Politechniki Krakowskiej. Obecnie sprawuje rolę asystenta jako pracownik naukowo – dydaktyczny w Katedrze Architektury Krajobrazu PK.

Contact | Kontakt: agnieszka.greniuk@pk.edu.pl