



DOI: 10.21005/pif.2023.55.D-02

IMPLEMENTING BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE IN THE URBAN LANDSCAPE BASED ON SELECTED OF EUROPEAN AND CITIES AND AROUND THE WORLD

WDRAŻANIE DO KRAJOBRAZU MIEJSKIEGO BŁĘKITNO ZIELONEJ INFRASTRUKTURY NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH MIAST EUROPEJSKICH I NA ŚWIECIE

Paweł Nowak

PhD Eng. Landscape architect

Author's Orcid number:0000-0002-3526-1062

West Pomeranian University of Technology in Szczecin
Faculty of Environmental Management and Agriculture
Chair of Landscape Architecture

ABSTRACT

This paper presents and compares the methods of implementing and promoting Blue-Green Infrastructure in the urban landscape of European cities and around the world. Selected areas are located in the centre of cities such as: Kronsberg in Hanover, Germany; Bishan-Ang Mo Kio Park, Singapore; green roofs and green streets in Portland, USA; Copenhagen, Denmark; and Mumbai, India. The paper also cites more modest examples of the implementation of Blue-Green Infrastructure in Polish cities such as Wrocław, Szczecin, Kraków and Gdańsk.

Amidst the diversity of climatic zones in which the public spaces in question are located, in the context of a strong need for sustainability, these areas share a common problem of climate change.

Key words: Blue-Green Infrastructure, urban space, nature conservation, landscape.

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono i porównano sposób wdrażania, promowania błękitno zielonej infrastruktury w krajobrazie miejskim na przykładzie miast europejskich i na świecie. Wybrane obszary zlokalizowane są w centrum miast, takich jak: Hanower-Kronsberg - Niemcy, Bishan-Ang Mo Kio Park - Singapur, ekologiczne dachy i zielone ulice - Portland, Stany Zjednoczone, Kopenhaga - Dania oraz Mumbai - Indie. Artykuł przywołuje również skromniejsze przykłady wdrażania błękitno zielonej infrastruktury w polskich miastach, takich jak: Wrocław, Szczecin i Kraków oraz Gdańsk.

Pośród różnorodności stref klimatycznych w jakich zlokalizowane są omawiane przestrzenie publiczne, w kontekście silnej potrzeby zrównoważonego rozwoju, łączy te obszary wspólny problem związany ze zmianami klimatu.

Słowa kluczowe: błękitno zielona infrastruktura, przestrzeń miejska, ochrona przyrody, krajobraz.

1. INTRODUCTION

Poland is developing economically, and four voivodeships are characterised by high real estate development attractiveness: the Silesian, Masovian, Lower Silesian and Greater Poland voivodeships. They are characterised by a very well-developed economic infrastructure, relatively large and absorbent markets and above-average transport accessibility. Among the sub-regions with the highest industrial development attractiveness are areas located mainly in the southern part of Poland. They are distinguished by a long industrial tradition and thus a well-developed manufacturing sector, a specialised labour market and relatively good transport accessibility. The three sub-regions of Łódź, Poznań and Bydgoszcz-Toruń were outside this area of southern Poland. The highest levels of development attractiveness for services and high-tech ventures are mainly found in metropolitan sub-regions. Their centres are the largest Polish cities (Hildebrandt A. et al. 2008).

In the sub-regions and their centres, i.e., Poland's largest cities, due to their development and thus the development pressure exerted on undeveloped areas, future-oriented solutions based on sustainable development should be created right now. At the same time, local authorities and residents face a number of social and environmental challenges, such as air pollution, the urban heat island effect, water shortages and flooding, the loss of natural assets and a lack of social cohesion. Using nature-based solutions can solve many of these problems simultaneously (Naumann S. et al. 2020).

In 2008, the share of city-dwellers exceeded 50% of the world's population. At present, it is 55% (72% in Europe) and continues to rise and may reach 68% in 2050 for the then 10 billion-strong human population (Wagner I. 2020).

These upcoming changes in cities and their consequences can be mitigated by a synergy that blue and green infrastructure will create. Its implementation will help reduce a number of risks: rising temperatures by mitigating the urban heat island effect, flooding by reducing soil sealing, and water shortages by increasing retention capacity in urban catchments. In addition, there will be many secondary benefits of mitigating climate change through carbon absorption and increasing biodiversity. There are and will be many benefits. For instance, Integrated rainwater management will allow for comprehensive conservation of water resources. It will eliminate the overloading of city sewer infrastructure. Comprehensive planning of underground (sewerage network) and above-ground systems (e.g., retention infrastructure) that considers terrain will allow the achievement of synergies between existing and planned elements of grey infrastructure. It will relieve the pressure on urban wastewater management systems, reducing the risk of local sewer overflows, manhole spillages and urban flooding. Another benefit is the reduction of wastewater utility bills and the prevention of flooding in the long term (Naumann S. et al. 2020).

The process of incorporating Blue-Green Infrastructure into the concrete structure of a city, or the integration of public space with the surrounding nature, is not easy and must be thoughtfully planned. How to implement Blue-Green Infrastructure in urban areas in Polish cities? What should one look out for at the planning stage? How to ensure a more informed and systematic implementation of Blue-Green Infrastructure in the spatial planning process?

Obviously we should do so without introducing some kind of rigid methodology, but with a more flexible technique, based on a discussion among many environmental professionals: landscape architects, regeneration specialists, consultants; students of three different 'qualities': quality of place, quality of the environment and quality of life (Davies C. et al. 2006).

Which cities, in terms of geographical location, should be included in a priority programme for the implementation of Blue-Green Infrastructure?

2. THE STATE OF THE ART – BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE AROUND THE WORLD

The location and the surroundings of a property significantly affect its attractiveness through the proximity of green areas and both natural and artificial bodies of water through aesthetic, recreational, health-related and environmental values (Żółtaszek A. et al. 2021 p. 30). At the same time,

city authorities face the difficult challenge of urban sustainability and its impact on the environment. Urbanisation is progressing, and most people currently live in cities. The global urban population is expected to reach 66% by 2050 (United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division, 2014).

There are many benefits to implementing Blue-Green Infrastructure. A city can gain many new ecological, economic and social functions and the living conditions of the inhabitants generally improve. Most importantly, cohesion between aquatic areas and land is improved, biodiversity is safeguarded, groundwater storage is provided, the stability of water systems is ensured, and water quality and purity are improved (Afata T. N., Derib S., Nemo R. 2022).

The latest studies have demonstrated that Blue-Green Infrastructure can effectively mitigate urban heat, while research focuses primarily on rainwater and stormwater management instead of alleviating the urban heat island effect. It is also worth emphasising that the benefits are many and it is worth promoting them all at the same time. Studies also involve computer modelling and sensor-based monitoring. The results specifically concern large cities, while smaller towns remain unmonitored. Previously, green infrastructure and blue infrastructure were monitored separately, and hybrid monitoring of both blue and green infrastructure is needed (Almaaitah T. et al. 2021).

In Germany, the Biotope Area Factor (BAF), which determines how much of a newly developed area must remain green, has been in use since 1994. The BAF provides developers and designers with clear but flexible guidelines on the area of the site that must be planted with different types of greenery and provide improved microclimates, reduced overheating, enhancing rainwater retention and infiltration, facilitating the regeneration of natural habitats and improving quality of the housing environment. Solutions that allow attaining the required BAF value include, among others: covering the site with vegetation and street furniture or small structures (e.g., refuse bin and bicycle stand canopies), planting trees, shrubs or climbing plants to create green walls, introducing green roofs, paving only the main paths and using only permeable paving in the remaining areas.

The BAF defines the ratio of the biologically vital area to the total area of the site. Its required value varies depending on the form of use of the area in question. Thus, for areas of residential development and public spaces, the BAF limit is 0.6, while for areas of services, commerce, manufacturing, warehousing and storage, it is 0.3. These areas feature different forms of land cover, so a different biologically vital area ratio is used for them (Fig. 1 below).

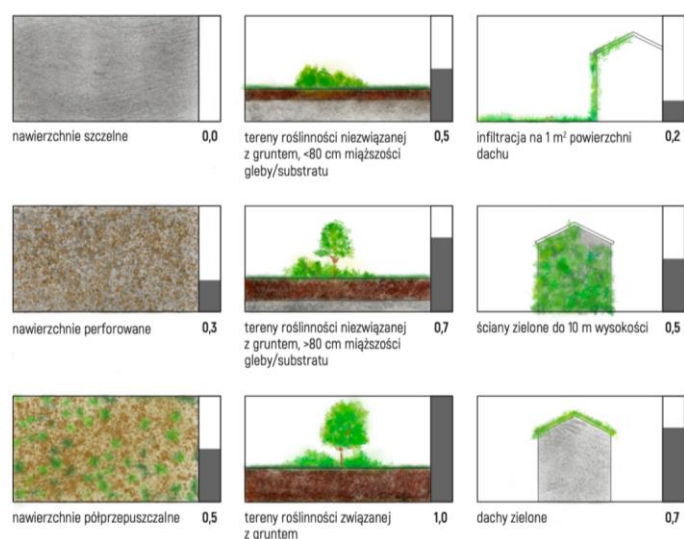


Fig. 1. Factor values for selected land uses, indicating the extent to which an area is biologically (ecologically) vital. Source: Naumann S. Davis M. et al. 2020

Ryc. 1 Wartości współczynnika dla wybranych form zagospodarowania terenu, określającego, w jakim stopniu dana powierzchnia jest czynna biologicznie. Źródło: Naumann S. i in. 2020

The examples of the use of Blue-Green Infrastructure listed in the paper represent several continents, such as: America, Europe and Asia, as well as countries from different climate zones. These include tropical rainforest climate (Singapore), and humid continental climate (Germany, Denmark, etc.) The examples of implementation of Blue-Green Infrastructure in urbanised areas around the world are proof that we are all connected by the same climate change issues and therefore we all have the same problem. The examples include different places in terms of climate zones and terrain.

There are four cities that are active and progressive in implementing Blue-Green Infrastructure: Portland, New York and Melbourne, as well as Copenhagen, which also has significant achievements.

Portland is a pioneer of Blue-Green Infrastructure in the US. The city implements the Green Streets programme by installing bioretention facilities (rain gardens) along pavements, kerb extensions, roundabouts and pedestrian refuges. These gardens are located near storm sewers to intercept, slow down, treat and infiltrate surface runoff to prevent it from entering the general sewer system. The first green street was created in 2003. Portland is also committed to installing green roofs and this has been officially recognised as a tool in rainwater and stormwater management since 1999. Since then, more than 560 green roofs with a total area of 15.4 ha have been installed. Each city-owned building is required to build a green roof on 70% of its total area. Eco-roofs as well as green streets have shown positive results in reducing surface runoff (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

Since 2010, the City of New York has been implementing a green infrastructure plan based on GIS (Geographical Information System), a spatial system that allows data of various types to be created, managed and analysed and placed on a map. In this case, it is a project tracking and resource management system that has been established to monitor the operation and maintenance of green infrastructure assets. A calculator of additional benefits of green infrastructure is also available. The publicly accessible online tool allows designers and planners to specify any type of green infrastructure and its parameters in order to estimate costs and environmental, social and economic benefits. The tool is also available to the public (Kremer P. et al. 2016).

Singapore has been promoting Blue-Green Infrastructure under the ABC Waters programme since 2006. The programme's objective is to transform sewers, canals and reservoirs throughout Singapore into 'beautiful and clean streams, rivers and lakes' (PUB 2014). The ABC Waters programme aims to better integrate these waterways and other water bodies with the rest of the urban landscape to improve water quality and the appearance of water bodies. The programme is set to improve water quality through Blue-Green Infrastructure systems, including vegetated marshes, bioretention swamps, bioretention basins, sedimentation basins, artificial wetlands and treatment biotopes (ABC Waters Design Features, 2018).

3. CURRENT STATE (POLAND)

Blue-Green Infrastructure includes retention ponds, basins, reservoirs, bioretention ditches, infiltration ditches, rain gardens, green stops, roofs, facades and walls, permeable paving, structural substrates, green spaces and wetlands. In Poland, adaptation to climate change in cities is, among other things, an initiative put forward in the Polish Deal document entitled 'Climate change in cities'. The aim is to reduce the amount of concrete surfaces in cities by introducing Blue-Green Infrastructure used as a network of natural, semi-natural and artificial ecosystems. A new act on the amendment of certain acts with the intent of the reinforcement of the climatic dimension of urban policies is to be drafted (Minister Klimatu i Środowiska, Ustawa o zmianie niektórych ustaw w celu wzmocnienia klimatycznego wymiaru polityki miejskiej). The municipal self-government act is to feature a requirement that 30% of a civic budget is to be dedicated to projects that aim to protect urban natural environments. In the years 2016–2018, city audits reportedly showed that municipal management and environmental protection activities accounted for 23% of tasks. According to the amendment to the Environmental Protection Law, cities with more than 20,000 inhabitants will be obligated to develop a municipal climate change adaptation plan (MCCAP) within 24 months of the

regulation coming into force. In addition, there is an obligation to update the MCCAP, every six years, so that the updating process is aligned with the European Commission's assessments, which are done every five years.



Fig. 2. Example of an in-street bioretention system (Faber Hill estate) ABC Waters Design Features. Source: Condensed, 2018a, p. 33 Chapter 7.

Ryc. 2 Przykład systemu biorecencji na ulicy (osiedle Faber Hill) ABC Waters Design Features. Źródło: Condensed, 2018a, s. 33 Chapter 7

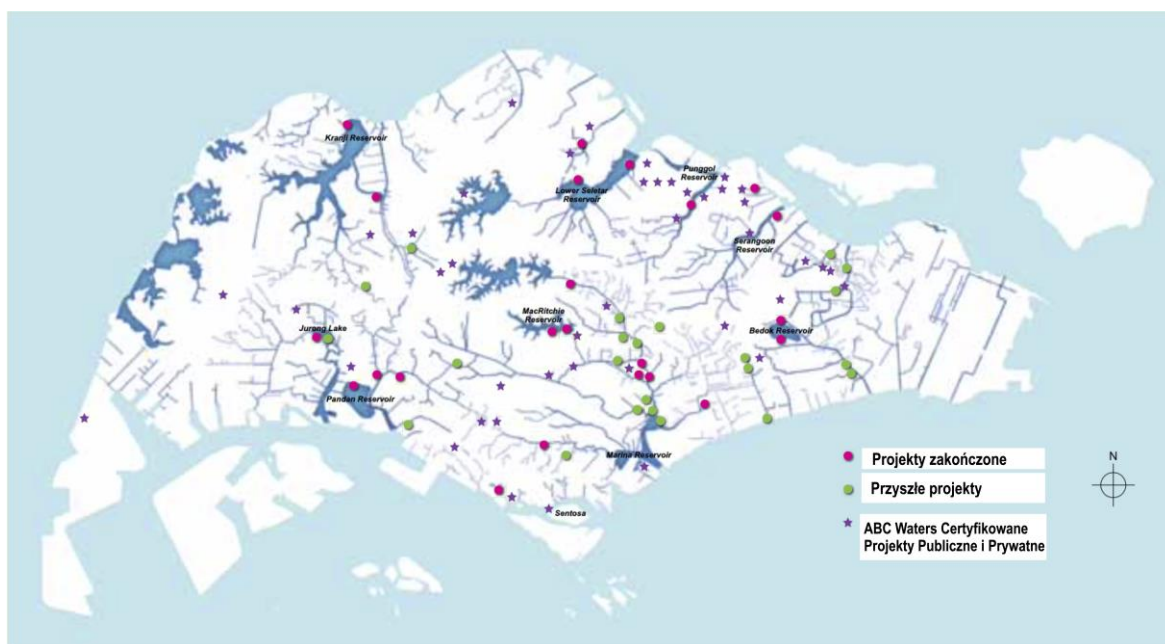


Fig. 3. Blue map of Singapore. Source: Condensed, 2018b

Ryc. 3 Błękitna mapa Singapuru. Źródło: Condensed, 2018b,

The national Strategic Climate Change Adaptation Plan of 2013 specifies that adaptation should include the natural revitalisation of a city, featuring small-scale retention, the replacement of paved parts of the city with permeable surfaces and the increase the amount of green space in the city.

Rain gardens are an example of good rainwater and stormwater management in an urban setting. In Poland, the city of Gdańsk can be considered a national leader in this respect. There are rain gardens with a total area of almost 20 ha in Gdańsk's Stogi district. This makes it the largest facility of its kind in Poland. By working with residents, sites of localised flooding are reported. The sites are then reviewed as to whether a garden can be built there. When such a garden is created, residents are invited to plant it together. These meetings in turn provide an opportunity to talk about climate change. Rain gardens and retention parks in Gdańsk mimic nature and there are already around ten such facilities there. Rain gardens are also being created on private land and it is possible to receive a municipal subsidy or fund the project through the Green Civic Budget. To educate residents, workshops on rain gardens are organised and the Gdańsk Small-scale Retention Guide was created (Naumann S. et al. 2020). In comparison with cities such as New York, Hanover, Copenhagen, Bishan-Ang Mo Kio and Portland, Gdańsk has an oceanic climate. There is frequent rainfall in the city throughout the year. The average annual temperature for Gdańsk is 12 °C and 418 mm of rain falls there annually. It is dry for 125 days of the year with a humidity of 79% and a UV index of 3 (Climate Data. 2015).

4. SUBJECT OF THE STUDY

The subject of this study is the way in which the Blue-Green Infrastructure of spaces located around the world is implemented as urban green sites, covering categories such as parks, estate greenery and street greenery. The examples of sites that were observed and analysed include: Kronsberg in Hanover (Germany), Bishan-Ang Mo Kio Park (Singapore), Portland, Oregon (United States), Copenhagen (Denmark), New York City (United States), Mumbai (India). The cases selected for the study represent several continents (the Americas, Europe and Asia) and a range of climate types, including tropical forest climate (Singapore), humid and dry tropical climate (Mumbai) and humid continental climate (Germany, Denmark).

5. RESEARCH OBJECTIVE AND METHODOLOGY

The presented comparison of existing examples of the operation of Blue-Green Infrastructure in urbanised space from all around the world is intended to provide insight into the currently topical issue of developing urban space towards sustainability. The paper identifies ways in which cities from several continents, with different climate types, are adapting to climate change. The study also analyses the benefits associated with the operation of Blue-Green Infrastructure. The examples reveal the opportunities offered by the implementation of this infrastructure. Local communities can come together, jointly find solutions and educate themselves about the natural world around them. It is essential to answer the question: how is Blue-Green Infrastructure implemented in the urban landscape? This study used field observations in several Polish cities and a case-by-case comparative method for the below-mentioned green sites around the world, and was conducted over a fixed period of time, namely 1992–2022.

The study focused on identifying whether the projects were implemented and adapted to the needs of residents. Determining which climate zone and which geographical location is present in the study area helped in formulating its conclusions. The following questions arose in succession: what defines the success in achieving Blue-Green Infrastructure project goals around the world? Why is its implementation progressing quite slowly in Polish cities and what can be done to change this?

This paper aims to highlight and emphasise the necessity for the public to acquire up-to-date knowledge of the nature that surrounds us. Very narrow knowledge or a lack of knowledge about the benefits of sustainable development sets residents against it, which interferes in project execution. Presenting the need to understand greenery in cities as a pollution filter that absorbs carbon dioxide through photosynthesis or captures particulate matter, as a key aspect is not enough at this

point. Subjugating nature by creating 'concrete barriers' will only lead to many natural disasters. Can Blue-Green Infrastructure educate and socially connect? How to organise budgets for these projects? The examples analysed will provide answers to these questions.

6. MODEL CASE I. KRONSBURG IN HANOVER, GERMANY, HOUSING DISTRICT FROM THE YEARS 1992–2000

Hanover has an oceanic climate. There is frequent rainfall here throughout the year. The average annual temperature for Hanover is 14 °C and 403 mm of rain falls there annually. It is dry for 135 days of the year with a humidity of 79% and a UV index of 3 (Climate Data. 2015).

Hanover-Kronsberg is an innovative project located in Germany in a residential area with 3,000 flats. The concept optimises energy efficiency, landscape and stormwater management, waste management and this is all connected to the environment. Here, hydrological studies have shown that using a standard drainage system would disturb water flow. To make the construction and development of the estate environmentally friendly, a concept of semi-natural drainage was formulated to minimise the impact of the development on the natural water balance and to safeguard groundwater infiltration and recharge. Kronsberg is an important reference project for new rainwater management technologies in Germany, but also in an international context. Rainwater from sealed surfaces had to be diverted into a system of gullies and ditches, from where it was either absorbed into the soil or was fed into the public drainage system at a controlled rate (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

The Hanover Kronsberg Handbook provides a brief overview of the entire project. This handbook describes the ways in which the vision of sustainable development has been realised over ten years of the planning and building process. Why model and communicate the results and conclusions of the Kronsberg project? There are, after all, many similar projects, but only the vision of this specific project implements the main statements of the Action Programme – Agenda 21, the agenda for a sustainable world in the 21st century (Eckert A. et al. 2004). Since the Rio Earth Summit, industrialised countries have taken up this challenge of contributing to sustainable global development in various ways. The Netherlands, for example, has demonstrated the consequences of Agenda 21 in its 'Sustainable Netherlands' programme, and Denmark has significantly reduced its use of fossil fuels through the development of wind energy. Apart from this, other countries have done little for sustainable development in the ten years since Rio (The Local Agenda 21 Planning Guide, 1996).

The Kronsberg estate required around 61 million euro in public service infrastructure for around 3,000 homes in the first phase of construction. Housing construction by the private sector was subsidised by public funds, with around 150 million euro made available in the form of preferential loans and grants (Eckert A. et al. 2004).

7. CASE II. BISHAN-ANG MO KIO PARK IN SINGAPORE

Since 1980, rainfall statistics for Singapore have been showing a rise in the frequency of heavy rainfall. Singapore is in an equatorial climate zone that is exceptionally humid. The air temperature is almost the same throughout the year, averaging 25 °C in January and 27 °C in June. The average monthly rainfall is 2,500 mm, and it can rain continuously day and night (Climate Data. 2015).

Bishan-Ang Mo Kio Park in Singapore is a large regional park that links the two residential areas of Bishan and Ang Mo Kio, which were built in the 1970s. In the early 1980s, a concrete canal was built into both residential areas to mitigate flooding. In 2006, Bishan Park was selected as one of the first of 20 pilot projects under Singapore's national ABC Waters programme. At the time, the park and canal were in need of renovation. The Singapore Public Utilities Board had decided that the existing function of the canal in Bishan Park should be retained, improving water quality by mitigating rainwater runoff with newly designed greenery features. The budget was a collaboration of several bodies. After some time, the canal was removed and in its place a landscape was de-

signed to mimic a small, meandering stream, which naturally treats runoff via bioretention and filtration. During periods of heavy rainfall, the water level of the stream rises and floods the banks of neighbouring green spaces. Today, the park serves not only as a recreational space for residents, but also as a unique opportunity to once again appreciate nature, animal life and water as an ecosystem in Singapore. Was the project supported by government financial support programmes or any tax schemes? It was entirely funded by the government (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

8. CASE III. PORTLAND, OREGON, AND NEW YORK CITY, UNITED STATES

Portland has a Mediterranean climate. Summers there are warm and dry and winter temperatures are low. The average annual temperature for Portland is 16° and 700 mm of rain falls there annually. It is dry for 167 days of the year with 77% humidity and its UV index level is 3.

Portland is known as one of the most forward-thinking cities in the US in terms of promoting and advocating sustainability. Portland is also a recognised leader in 'green' rainwater and stormwater management, including via a number of award-winning Blue-Green Infrastructure projects. These projects include the Portland Ecoroof Program, the Green Streets project and a number of other ventures.

New York has a humid continental climate with transitional influences of a humid subtropical climate. The New York area is in frost zone 6b (average temperatures below zero: -17.8 to -20.6 °C (Climate Data. 2015).

New York City has a twenty-year plan managed by the Department of Environmental Protection (DEP). The plan is significantly influenced by the development of rainwater and stormwater management infrastructure. Project sponsors are motivated by exemptions, tax breaks and subsidies if they use, for example, green roofs (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

9. CASE IV. COPENHAGEN, DENMARK

Copenhagen has an oceanic climate. There is frequent rainfall here throughout the year. The average annual temperature for Copenhagen is 11°C and 295 mm of rain falls there annually. It is dry for 151 days of the year with 81% humidity and its UV index level is 3 (Climate Data. 2015).

Copenhagen is a coastal city that is at increased risk of flooding, due to constantly rising sea levels and increased frequency of rainfall. The Copenhagen Climate Change Adaptation Plan of October 2011 promoted the integration of Blue-Green Infrastructure, especially retention areas, into the urban landscape. In a 2010 report, the European Commission writes: 'precipitation in Copenhagen is projected to increase by 30–40% by 2100, while water levels around the city are likely to rise by 33–61 cm over the next decade'. It was promised that the drainage systems would be significantly improved to be able to cope with heavy downpours. A range of new infrastructure projects were to be built to better manage stormwater. Contaminated wastewater from the city's roads was also to be treated. The European Council proposed 'pocket parks', green roofs and green walls. The projects sounded very enticing. However, in 2011, before these projects came into effect, the city was hit by a catastrophic downpour and extreme flooding. Water inundated a large part of Copenhagen, making the city suffer immense financial losses. Planners realised that new drainage systems and green walls were not enough. They needed to work with nature rather than against it, which is why the creation of new meadows, miniature hills and valleys and parks was added to the plans, so that they could also serve as rainwater reservoirs, combining water and vegetation. The steps they took were very costly, but when officials compared it to a situation in which nothing had been done, it would have been necessary to pay 60–90 million dollars a year, for the rest of the century. They also knew that it would be necessary to create attractive solutions, not just functional ones, and this would make the city more attractive to live in. Denmark is distinguished by its high public awareness of sustainable urban development with climate change adaptation (Mazur K. 2022).

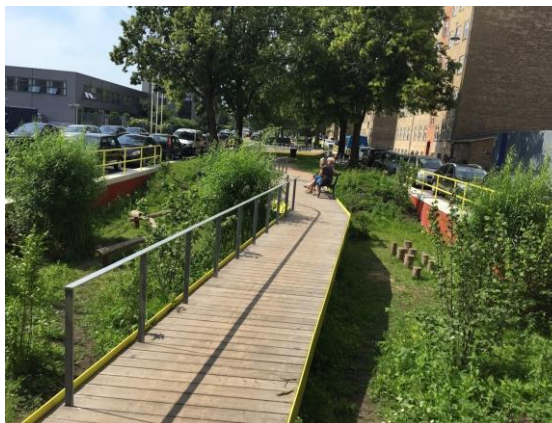


Fig. 4. Raised walkway and rainwater storage system in Scandiagade, Copenhagen, 2021. Source: Braw E., 2021

Ryc. 4 Podniesiony chodnik i system magazynowania wody deszczowej w Scandiagade, Kopenhaga, 2021 r. Źródło: Braw E., 2021



Fig. 5. Enghaveparken stormwater canal in Copenhagen, 2021. Source: Braw E., 2021

Ryc. 5. Kanał wody deszczowej w Enghaveparken w Kopenhage, 2021 r. Źródło: Braw E., 2021

10. EXAMPLE V. MUMBAI, INDIA

Mumbai has a tropical climate. Compared to winter, summer is very rainy. The average annual temperature is 26.4 °C. The average annual rainfall is 2012 mm. Mumbai's location is in a temperate climate zone, making it difficult to categorise the summer season. The highest relative humidity is measured in July (88.99%). The lowest is recorded in December (57.22%).

Mumbai has a national park, stream corridors that spread radially from upstream through the city and various urban coastal areas, some of which are covered in mangroves. These systems face enormous pressure and are not yet integrated into the city's Blue-Green Infrastructure system. Mumbai has a long history of urban environmental planning and coastal land reclamation. It is therefore a model and problematic case of a city where much depends on the protection and integration of Blue-Green Infrastructure. Due to rapid growth, Mumbai has not been able to augment the traditional grey infrastructure fast enough to satisfy demand, which is why there are a variety of decentralised infrastructure facilities whose functioning can be improved by Blue-Green Infrastructure (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

Studies argue that rising sea levels and intensifying storms will affect many of India's coastal cities like Mumbai. The city is losing its existing Blue-Green Infrastructure due to development and growth pressures, and the city lacks adequate regulatory measures and institutional structures to ensure protection and planning (Kirtane G. 2011).

11. NEGATIVE EXAMPLE: FLOODING OF AN URBAN GARDEN SQUARE BY RAINWATER, MISIA WOJTKA GARDEN SQUARE IN SZCZECIN

In June 2019, a newly built garden square was flooded with rainwater following heavy rain. Misia Wojtko Garden Square in Szczecin, surrounded on three sides by housing, featured a correctly designed and built drainage system. However, at one point there was such an immense amount of water that the drainage system was unable to collect it all at once. The situation looked really bad, but fortunately the rainfall did not recur.



Fig. 6. Photo of Misia Wojtka Garden Square in Szczecin, with a flooded main square. Source: original work

Ryc. 6 Zdjęcie skweru Misia Wojtka w Szczecinie z zalanym placem głównym. Źródło: autor



Fig. 7. Photo of Misia Wojtka Garden Square in Szczecin, with a sandy play area. Source: original work

Ryc. 7 Zdjęcie skweru Misia Wojtka w Szczecinie z zalanym placem zabaw o nawierzchni piaszczystej. Źródło: autor

12. POSITIVE EXAMPLE: RAIN GARDEN AT KRUPNICZA STREET IN KRAKÓW

Between March and May 2023, in Kraków, Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A. built over 235 m of heating infrastructure. At the same time, also in the same street, almost 280 m of water mains were built by Wodociągi Miasta Krakowa S.A. as part of the reconstruction. Instead of restoring the pavement to its original state, the two municipal companies, together with the Municipal Greenery Authority, decided to carry out a project called Green Krupnicza. The work was carried out under conservation supervision. The implementation was intended to minimise the negative effects of climate change – as there had been prolonged periods of drought and heat. In the part up to Szujskiego Street, tall greenery is formed by black alder trees, and the rain gardens are co-created by meadow crane's-bill, flowering rushes and Siberian irises in four varieties. Hollyhocks were planted near the facades of the buildings, near the termination of the gutters. The rain gardens cover a total area of more than 116 m². They reduce the amount of surface runoff fed into the sewer system, increasing rainwater retention. Below are photos that show the site as seen this year:

In city centres and along the busiest streets, green walls are being built in areas where people wait for public transport. These are so-called 'green stops', where vegetation, such as climbing plants, is introduced into the structures. One very interesting solution is the greenery planted on the roof from the ventilation of the underground car park in Wrocław. This promotes rainwater retention by the vegetation on the roof (90% of the rainfall). Such plantings form small habitats for insects and birds. Below are some examples:

13. DISCUSSION

Comparing data in the form of existing, very good solutions and taking inspiration from them is an important tool in the subsequent planning and building of Blue-Green Infrastructure. Even if these examples did not quite work, it is now clear what mistakes not to make. In Poland there is an observable dearth of comparisons with other countries from Europe and elsewhere, and of drawing conclusions from observations. The next implementation step is a plan which covers the current state, identifies the problem, and presents a proposal with a programme and design. An informed

and systematic implementation of Blue-Green Infrastructure, should take place through public participation (Creighton J.L. 2005).

Below is a tabular listing of cities together with the characteristics of the climate found there. In addition, below is a world map with the following locations marked: Kronsberg in Hanover (Germany), Bishan-Ang Mo Kio Park (Singapore), Portland, Oregon (United States), Copenhagen (Denmark), New York City (United States), Mumbai (India). Their climates vary, depending on the geographical location of each country. In contrast, rainfall measurements for cities such as: Hanover, Copenhagen and Gdańsk were similar. The second group of cities with a similar amount of rainfall consists of: Bishan-Ang Mo Kio and Mumbai, as well as New York City and Portland. The one constant that all these cities have in common is that they are located in states that are not landlocked. This means that all of the cities mentioned have either direct access to the sea or the ocean and thus have their own coastline. Such cities should be included in a priority programme for the implementation of Blue-Green Infrastructure.

Tab. 1 Tabular summary of weather conditions in selected cities in Europe and in the world. Źródło: oryginalna praca na podstawie Climate Data. 2015

Item no.	City/country	Climate	Rainfall	Average temperature	Air humidity
1.	Hanover, Germany	Oceanic climate	Frequent rainfall throughout the year, with an annual rainfall of 403 mm	The average annual temperature for Hanover is 14 °C	It is dry for 135 days of the year with 79% humidity and its UV index level is 3
2.	Bishan-Ang Mo Kio Park, Singapore	Equatorial climate, extremely humid	The average monthly rainfall is 2,500 mm, which can last for an entire day	The air temperature is almost the same throughout the year, averaging 25 °C in January and 27 °C in June	The lowest relative humidity of the year occurs in February (81.88%). The month with the highest humidity is November (86.16%)
3.	Portland, United States	Mild climate, moderately warm	Annual rainfall of approx. 1267 mm	The average annual temperature in the city of Portland is 11.3 °C	The lowest relative humidity of the year occurs in August (55.75 %). The month with the highest humidity is December (84.99 %)
4.	New York City, United States	Moderately warm climate	Average annual rainfall of 1139 mm	In the city of New York, the average annual temperature is 11.9 °C	The lowest relative humidity value is measured in February (63.56 %). Relative humidity is highest in November (71.02 %)
5.	Copenhagen, Denmark	Oceanic climate	295 mm of rain falls here annually	The average annual temperature for Copenhagen is 11 °C	It is dry for 151 days of the year with 81% humidity and its UV index level is 3
6.	Mumbai, India	Tropical climate	The average annual precipitation is 2012 mm	The average annual temperature is 26.4 °C in the city of Mumbai	The highest relative humidity is measured in July (88.99%). The lowest is recorded in December (57.22%)

7.	Gdańsk, Poland	Oceanic climate	There is frequent rainfall here throughout the year. 418 mm of rain falls here annually	The average annual temperature for Gdansk is 12 °C	It is dry for 125 days of the year with 79% humidity and its UV index level is 3
----	----------------	-----------------	---	--	--



Fig. 8. Photo of the rain garden at Krupnicza Street in Kraków. Source: original work

Ryc. 8 Zdjęcie ogrodu deszczowego przy ul. Krupniczej w Krakowie. Źródło: autor



Fig. 9. Photo of the plantings near a facade in the form of hollyhocks on Krupnicza Street in Kraków. Source: original work

Ryc. 9 Zdjęcie nasadzeń przy fasadzie w postaci różowych malw przy ul. Krupniczej w Krakowie. Źródło: autor

14. CONCLUSIONS

Based on the research and analyses conducted, the following conclusions were formulated, which can aid the processual implementation of Blue-Green Infrastructure in urban space:

1. The analysis of the research material collected indicates that in the largest Polish cities, in connection with the growth of development zones and the resulting development pressure exerted on as of yet undeveloped areas, future-oriented proposals, plans and projects should be drafted. Any solutions should be based on sustainability. New York City has a twenty-year plan managed by the Department of Environmental Protection.
2. It is recommended to carry out more specialised studies, both hydrological and hydrogeological, when designing parks or garden squares. This is merited by the necessity of getting to the essence of a problem's complexity.

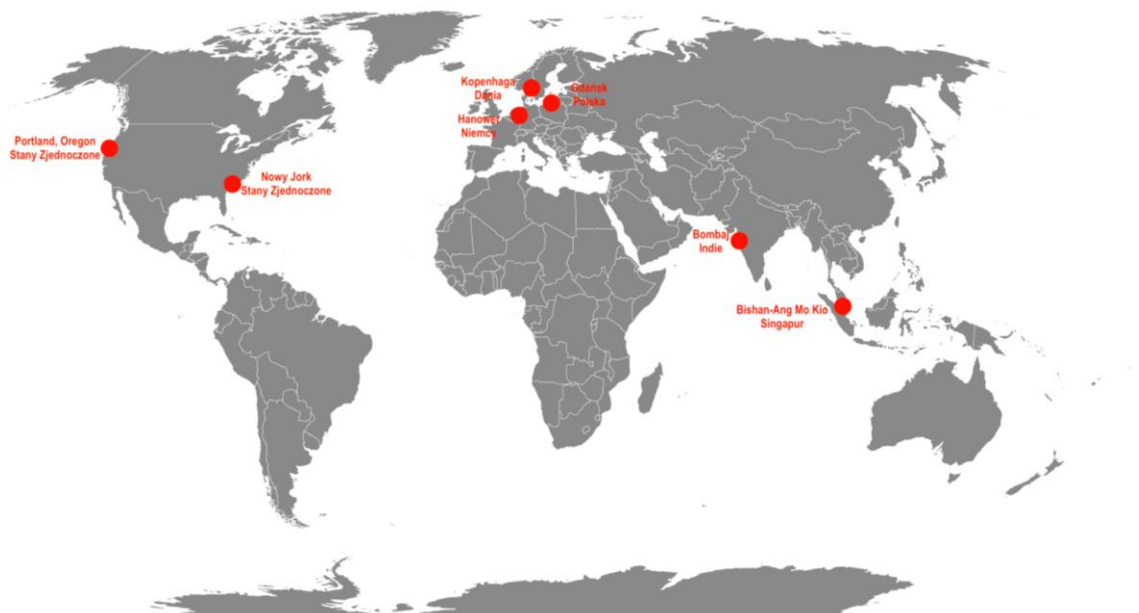
3. It is important to highlight the shortcomings in the creation of interdisciplinary project teams that consist of: architects, planners, landscape architects, hydrologists, hydrogeologists, meteorologists, soil scientists and even mathematicians, if necessary.
4. Public education is significant for proper sustainable urban development. We should act in alignment with the statement: 'The climate is changing, change the way you think'. People want green spaces in cities, but often do not link greenery to climate change mitigation. It would be good to use Blue-Green Infrastructure solutions for recreation. Denmark, as an example, stands out due to its high public awareness of sustainable urban development with climate change adaptation.
5. Most importantly, cooperation between public authorities in cities in Poland and experience sharing should be fostered. Using the example of Kronsberg, which was subsidised by public funds and, in a later phase, by preferential loans and EU subsidies.
6. Taking inspiration from designs or already existing Blue-Green Infrastructure projects in urban spaces. Supporting design through Blue-Green Infrastructure plans based on GIS (New York City).
7. Project sponsors are motivated by exemptions, tax breaks and subsidies when they apply projects in line with the Blue-Green Infrastructure Policy. Starting from large-scale projects to small-scale retention, green streets or walls (New York City).



Fig. 10. Photo of a bus stop in Kraków. Source: original work
Ryc. 10 Zdjęcie przystanku autobusowego w Krakowie.
Źródło: autor



Fig. 11. Photo of greenery planted on the canopy of a ventilation system of an underground car park in Wrocław. Source: original work
Ryc. 11 Zdjęcie nasadzenia zieleni na dachu od wentylacji garażu podziemnego we Wrocławiu. Źródło: autor



Copyright © Free Vector Maps.com

Map 1. World map with the following locations marked: Kronsberg in Hanover (Germany), Bishan-Ang Mo Kio Park (Singapore), Portland, Oregon (United States), Copenhagen (Denmark), New York City (United States), Mumbai (India). Source: original work based on an online map (Mapa-swiata)

Mapa. 1 Mapa świata z naniesionymi lokalizacjami: Hanower-Kronsberg (Niemcy), Bishan-Ang Mo Kio Park (Singapur), Portland, Oregon (Stany Zjednoczone), Kopenhaga (Dania), Nowy Jork (Stany Zjednoczone), Mumbai (Indie). Źródło: autor na bazie mapy z internetu (Mapa-swiata)

WDRAŻANIE DO KRAJOBRAZU MIEJSKIEGO BŁĘKITNO ZIELONEJ INFRASTRUKTURY NA WYBRANYCH PRZYKŁADACH MIAST EUROPEJSKICH I NA ŚWIECIE

1. WSTĘP

Polska rozwija się gospodarczo, a wysoka atrakcyjność inwestycyjna cechuje cztery województwa: śląskie, mazowieckie, dolnośląskie i wielkopolskie. Cechują się bardzo dobrze rozwiniętą infrastrukturą gospodarczą, stosunkowo dużymi i chłonnymi rynkami zbytu oraz ponadprzeciętną dostępnością transportową. Wśród podregionów o najwyższej atrakcyjności inwestycyjnej dla działalności przemysłowej znalazły się obszary położone głównie w południowej części Polski. Wyróżniają się one długimi tradycjami przemysłowymi, a co za tym idzie dobrze rozwiniętym sektorem przedsiębiorstw produkcyjnych, specjalistycznym rynkiem pracy oraz względnie dobrą, dostępnością transportową. Trzy podregiony: łódzki, poznański i bydgosko-toruński znalazły się poza omawianym obszarem południowej części Polski. Najwyższym poziomem atrakcyjności inwesty-

cyjnej dla działalności usługowej i dla działalności zaawansowanej technologicznie cechują się głównie podregiony o charakterze metropolitalnym. Ich ośrodkami są największe polskie miasta (Hildebrandt A. i in. 2008).

W podregionach i ich ośrodkach, czyli największych Polskich miastach w związku z ich rozwojem, a co za tym idzie presją inwestycyjną na obszary jeszcze niezabudowane, należy stworzyć już teraz, z myślą o przyszłości, rozwiązania oparte na zrównoważonym rozwoju. Jednocześnie władze lokalne i mieszkańcy stają przed wieloma wyzwaniami społecznymi i środowiskowymi, takimi jak zanieczyszczenie powietrza, efekt miejskich wysp ciepła, niedobory wody i powodzie, utrata walorów przyrodniczych oraz brak spójności społecznej. Stosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie może wiele tych problemów rozwiązać jednocześnie (Naumann S. i in. 2020).

W roku 2008 liczba mieszkańców miast przekroczyła 50% populacji ludności świata. Obecnie jest to 55% (Europa 72%) i nadal rośnie i być może osiągnie w 2050 roku 68% dla 10-miliardowej wówczas populacji ludzkiej (Wagner I. 2020).

Powyższe nadchodzące zmiany w miastach i ich konsekwencje mogą zostać złagodzone poprzez synergię, jaką tworzyć będą błękitna i zielona infrastruktura. Jej wdrażanie pomoże w ograniczaniu szeregu zagrożeń: wzrostu temperatur (przez łagodzenie efektu miejskiej wyspy ciepła), powodzi – przez ograniczanie uszczelnienia gleby, niedoborów wody – przez zwiększanie retencji w miejskich zlewniach. Oprócz tego wystąpi wiele korzyści pobocznych łagodzenia zmian klimatu poprzez absorpcję dwutlenku węgla oraz zwiększanie różnorodności biologicznej. Korzyści jest i będzie bardzo wiele. Na przykład zintegrowana gospodarka wodami opadowymi pozwoli na kompleksową ochronę zasobów wodnych. Wyeliminuje przeciążenia miejskiej infrastruktury kanalizacyjnej. Kompleksowe planowanie systemów podziemnych (sieci kanalizacyjnej) i nadziemnych (np. Infrastruktury retencyjnej) uwzględniając ukształtowanie terenu pozwoli na uzyskanie synerгии pomiędzy istniejącymi a planowanymi elementami szarej infrastruktury. Pozwoli odciążyć miejskie systemy gospodarki ściekowej, co ograniczy ryzyko lokalnego przepełnienia sieci kanalizacyjnej, wybijania studzienek i powodzi miejskich. Kolejna korzyść to obniżenie opłat za ścieki oraz zapobieganie powodziom w perspektywie długoterminowej (Naumann S. i in. 2020).

Proces wdrażania błękitno zielonej infrastruktury w betonową strukturę miasta lub integracja przestrzeni publicznej z otaczającą ją przyrodą, nie jest łatwa i musi być w przemyślany sposób planowana. Jak wdrożyć błękitno zieloną infrastrukturę w tereny zurbanizowane w polskich miastach? Na co zwrócić uwagę na etapie planowania? Jak zapewnić bardziej świadome i systematyczne wdrażanie błękitno zielonej infrastruktury w proces planowania przestrzennego?

Oczywiście bez wprowadzania jakiejś sztywnej metodologii, ale bardziej elastycznej techniki, opartej na dyskusji wielu specjalistów z sektora ochrony środowiska; architektów krajobrazu, specjalistów od rewitalizacji, konsultantów; studentów o trzech różnych „jakościach”: jakość miejsca, jakość środowiska i jakość życia (Davies C. i in. 2006).

Jakie miasta, pod względem położenia geograficznego, powinny być objęte priorytetowym programem wdrażania błękitno zielonej infrastruktury?

2. STAN BADAŃ - BŁĘKITNO ZIELONA INFRASTRUKTURA NA ŚWIECIE

Lokalizacja, otoczenie nieruchomości znacząco wpływa na jego atrakcyjność poprzez sąsiedztwo terenów zielonych, akwenów naturalnych, sztucznych poprzez walory estetyczne, rekreacyjne, zdrowotne i środowiskowe (Żółtaszek A. i in. 2021 p. 30). Jednocześnie władze miast stają przed trudnym wyzwaniem jakim jest zrównoważony rozwój miejski i jego wpływ na środowisko. Urbanizacja postępuje, większość ludzi mieszka obecnie w miastach. Do roku 2050 wzrost ma sięgać 66% (United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division, 2014).

Wiele korzyści płynie z wdrażania Błękitno Zielonej Infrastruktury. Miasto zyskuje wiele nowych funkcji ekologicznych, ekonomicznych i społecznych, poprawiają się warunki życia mieszkańców. Przede wszystkim poprawiają się: spójność pomiędzy obszarem wodnym i lądowym, zabezpiecza się bioróżnorodność, zapewnia się magazynowanie wód gruntowych, stabilność systemów wodnych, poprawia się ich jakość i czystość (Afata T. N. Derib S. Nemo R. 2022).

Najnowsze badania wykazują, że błękitno zielona infrastruktura skutecznie łagodzi miejskie upały, przy czym badania koncentrują się w przeważającej części na zarządzaniu wodami opadowymi niż na łagodzeniu miejskich wysp ciepła. Warto również podkreślić, że korzyści płynących jest wiele i warto promować je wszystkie jednocześnie. Badania są przeprowadzane na zasadzie modelowania komputerowego i monitorowania czujników. Wyniki dotyczą w szczególności dużych miast, natomiast mniejsze miejscowości pozostają bez monitorowania. Wcześniej monitorowanie dotyczyło osobno infrastruktury zielonej i osobno błękitnej, a potrzebne jest monitorowanie hybrydowe infrastruktury zarówno błękitnej jak i zielonej (Almaaitah T. i in. 2021).

W Niemczech wdraża się od 1994 roku stosowanie wskaźnika powierzchni biotopu (BAF) który określa, jaka część obszaru nowej zabudowy musi pozostać terenem zieleni. BAF dostarcza deweloperom i projektantom jasnych, ale elastycznych wytycznych dotyczących obszaru działki, który musi być obsadzony różnymi rodzajami zieleni i zapewniać poprawę mikroklimatu, redukcję nagrzewania, retencję i infiltrację wód opadowych, regenerację siedlisk przyrodniczych i poprawę jakości środowiska mieszkaniowego. Rozwiązania pozwalające osiągnąć wymagany BAF obejmują m.in.: pokrycie roślinnością terenu i obiektów małej architektury (np. wiat śmietnikowych i rowerowych), sadzenie drzew, krzewów lub roślin pnących w celu stworzenia zielonych ścian, wprowadzenie zielonych dachów, brukowanie tylko głównych ścieżek i stosowanie wyłącznie przepuszczalnych nawierzchni na pozostałych terenach.

Wskaźnik BAF określa stosunek powierzchni obszaru czynnego biologicznie, do całkowitej powierzchni terenu. Jego wymagana wartość jest różna w zależności od funkcji danego obszaru. I tak dla terenów zabudowy mieszkaniowej i przestrzeni publicznych graniczna wartość wskaźnika BAF wynosi 0,6; natomiast dla terenów usług, handlu, produkcji, składów i magazynów – 0,3. Różne formy pokrycia terenu, więc dla każdego z nich stosuje się inny przelicznik do określania powierzchni czynnej biologicznie (Ryc. 1 poniżej).

Wymienione w artykule przykłady zastosowania Błękitno Zielonej Infrastruktury reprezentują kilka kontynentów, takich jak: Ameryka, Europa i Azja oraz kraje z różnych stref klimatycznych. Klimat tropikalnych lasów deszczowych (Singapur), wilgotny klimat kontynentalny (Niemcy, Dania itp.) Przykłady wdrożenia, błękitno zielonej infrastruktury w obszary zurbanizowane na świecie, to dowód na to, że łączą nas wszystkich te same zmiany klimatu i co za tym idzie mamy wszyscy ten sam problem. Przykłady ze świata to różne miejsca pod względem stref klimatycznych i ukształtowania terenu.

Istnieją cztery miasta, które są aktywne i postępowe we wdrażaniu Błękitno Zielonej Infrastruktury: Portland i Nowy Jork oraz Melbourne, Kopenhaga - również ma znaczące osiągnięcia.

Portland jest pionierem Błękitno Zielonej Infrastruktury w USA. Tutaj realizowany jest program Green Streets "zielone ulice" przez instalowanie na chodnikach przedłużeniach krawężników, rondach i wysepkach ulicznych - ogrodów deszczowych. Ogrody te znajdują się w pobliżu kanałów burzowych, aby przechwytywać, spowalniać, oczyszczać i infiltrować spływy, aby nie dopuścić do ich przedostania się do ogólnospławnego systemu kanalizacyjnego. Pierwsza zielona ulica powstała w 2003 roku. Portland angażuje się również w instalowanie zielonych dachów i od 1999 roku oficjalnie jest to uznane za narzędzie w zarządzaniu wodą deszczową. Od tego czasu zainstalowano ponad 560 zielonych dachów o łącznej powierzchni 15,4 ha. Każdy budynek należący do miasta jest zobowiązany do budowy zielonego dachu na 70 % całkowitej powierzchni. Ekodachy, jak i zielone ulice wykazały pozytywne wyniki w redukcji spływu wód opadowych (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

Miasto Nowy Jork od 2010 r. realizuje plan zielonej infrastruktury oparty na *GIS - Systemie Informacji Geograficznej*, systemem przestrzennym, który pozwala tworzyć, zarządzać i analizować i umieszczać na mapie dane najróżniejszych typów. W tym wypadku jest to system śledzenia projektów i zarządzania zasobami, który został ustanowiony w celu monitorowania działania i konserwacji zasobów zielonej infrastruktury. Dostępny jest również kalkulator dodatkowych korzyści związanych z zieloną infrastrukturą. Ogólnodostępne narzędzie online umożliwia projektantowi lub planiście określenie dowolnego typu zielonej infrastruktury i jej parametrów w celu oszacowania koszt-

tów oraz korzyści środowiskowych, społecznych i ekonomicznych. Jest to również ogólnodostępne dla opinii publicznej (Kremer P. i in. 2016).

Singapur promuje Błękitno Zieloną Infrastrukturę w ramach programu ABC Waters od 2006 roku. Celem programu jest przekształcenie kanałów ściekowych, kanałów i zbiorników w całym Singapurze w „piękne i czyste strumienie, rzeki i jeziora” (PUB 2014). Program ABC Waters ma na celu lepszą integrację tych dróg wodnych i innych zbiorników wodnych z resztą krajobrazu miejskiego, aby poprawić jakość wody i wygląd zbiorników wodnych. Program dotyczy poprawy jakości wody za pomocą systemów błękitno zielonej infrastruktury, w tym bagien porośniętych roślinnością, bagien bioretencyjnych, basenów bioretencyjnych, basenów sedymentacyjnych, sztucznych terenów podmokłych i biotopów oczyszczających (ABC Waters Design Features, 2018).

3. STAN AKTUALNY (POLSKA)

Do błękitno-zielonej infrastruktury zaliczyć można: stawy retencyjne, niecki, zbiorniki, rowy bioretencyjne, rowy infiltracyjne, ogrody deszczowe, zielone przystanki, dachy, fasady i ściany, nawierzchnie przepuszczalne, podłoża strukturalne, tereny zielone i mokradłowe. W Polsce adaptacja do zmian klimatu w miastach jest m.in. z inicjatywy przedstawionej w dokumencie Polski Ład pt. „Koniec z betonem w centrach miast”, której wdrażanie koordynuje Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Ma to być ograniczenie betonu w miastach poprzez wprowadzanie błękitno zielonej infrastruktury stosowanej jako sieć naturalnych, półnaturalnych i sztucznych ekosystemów. Ma powstać nowa ustawa o zmianie niektórych ustaw w celu wzmocnienia klimatycznego wymiaru polityki miejskiej (Minister Klimatu i Środowiska, Ustawa o zmianie niektórych ustaw w celu wzmocnienia klimatycznego wymiaru polityki miejskiej). W ustawie o samorządzie gminnym będzie wymóg, gdzie 30% środków z budżetu obywatelskiego ma zostać przeznaczonych na projekty związane z ochroną miejskiego środowiska przyrodniczego. W latach 2016-2018 podobno kontrole w miastach wykazały, że działania z zakresu gospodarki komunalnej i ochrony środowiska stanowiły 23% zadań. Zgodnie z nowelizacją Prawa ochrony środowiska miasta liczące powyżej 20 tys. mieszkańców będą zobowiązane do wprowadzenia obowiązku opracowywania miejskiego planu adaptacji do zmian klimatu w ciągu 24 miesięcy od dnia wejścia w życie przepisów rozporządzenia. Ponadto przewidziany jest obowiązek aktualizacji MPA, co 6 lat tak aby proces aktualizacji dostosować do 5-letnich ocen Komisji Europejskiej.

W krajowym Strategicznym Planie Adaptacji do zmian klimatu z 2013 r. Określono, że adaptacja powinna obejmować rewitalizację przyrodniczą miasta w zespół z małą retencją, wymianę zabetonowanych części miasta na powierzchnię przepuszczalną oraz zwiększenie powierzchni zieleni w mieście.

Jako przykład dobrego zagospodarowania wód deszczowych w mieście, są ogrody deszczowe. W Polsce miasto Gdańsk można uznać za krajowego lidera. Na gdańskich Stogach funkcjonują ogrody o łącznej powierzchni prawie 20 ha. Przez co jest to największy tego typu obiekt w Polsce. Poprzez współpracę z mieszkańcami, zgłaszane są miejsca, gdzie występują lokalne podtopienia. Następnie miejsca te są weryfikowane pod względem, czy dany ogród może powstać w zgłoszonym miejscu. W chwili gdy taki ogród powstaje, mieszkańcy są zapraszani do wspólnego sadzenia. Spotkania te z kolei są okazją do rozmów na temat zmian klimatu. Ogrody deszczowe i parki retencyjne w Gdańsku naśladują naturę i istnieje tam już około 10 takich obiektów. Ogrody deszczowe powstają też na terenach prywatnych i można otrzymać miejską dotację lub sfinansować projekt z Zielonego Budżetu Obywatelskiego. W ramach edukacji mieszkańców organizowane są warsztaty dotyczące ogrodów deszczowych i stworzony został Gdański Poradnik Małej Retencji (Naumann S. i in. 2020). Dla porównania z miastami takimi jak Nowy Jork, Hanower, Kopenhaga, Bishan-Ang Mo Kio, Portland, w Gdańsku panuje klimat oceaniczny. Występują tu częste opady deszczu przez cały rok. Średnia temperatura roczna dla Gdańska wynosi 12° i spada tam rocznie 418 mm deszczu. Przez 125 dni w ciągu roku jest sucho z wilgotnością powietrza wynoszącą 79% i 3 w indeksie UV (Climate Data. 2015).

4. PRZEDMIOT BADAŃ

Przedmiotem badań jest sposób wdrażania błękitno zielonej infrastruktury przestrzeni zlokalizowanych na świecie, jako obiekty zieleni miejskiej, obejmujące kategorie takie jak: parki, zielenie osiedlowa oraz zielenie uliczna. Przykłady obiektów, które poddano obserwacjom i analizom to: Hanower-Kronsberg (Niemcy), Bishan-Ang Mo Kio Park (Singapur), Portlang, Oregon (Stany Zjednoczone), Kopenhaga (Dania), Nowy Jork (Stany Zjednoczone), Mumbaj (Indie). Przypadki wybrane do badania reprezentują kilka kontynentów (Ameryka, Europa i Azja) oraz szereg typów klimatycznych, w tym klimat lasów tropikalnych (Singapur), klimat tropikalny wilgotny i suchy (Mumbaj) oraz wilgotny klimat kontynentalny (Niemcy, Dania).

5. CEL BADAŃ I METODYKA BADAŃ

Porównanie istniejących na świecie przykładów funkcjonowania błękitno zielonej infrastruktury w przestrzeni zurbanizowanej, ma na celu przybliżyć bieżący temat rozwoju przestrzeni miejskiej, w kierunku rozwoju zrównoważonego. Artykuł wskazuje sposoby przystosowywania miast z kilku kontynentów, o różnych typach klimatycznych, do zmian klimatu. Opracowanie analizuje również korzyści związane z funkcjonowaniem błękitno zielonej infrastruktury. Przykłady wybrane i porównane w badaniu odkrywają możliwości, jakie daje wdrażanie błękitno zielonej infrastruktury. Społeczności lokalne mogą spotykać się, wspólnie szukać rozwiązania i edukować na temat otaczającego ich świata przyrody. Podstawą jest odpowiedź na pytanie: w jaki sposób wdrażana jest do krajobrazu miejskiego błękitno zielona infrastruktura? W pracy zastosowano obserwacje terenowe w kilku miastach polskich oraz metodę porównawczą poszczególnych przypadków, dotyczących niżej wymienionych obiektów zieleni na świecie, sporządzone na przestrzeni czasu tj. w latach 1992-2022.

Badania skupiły się nad rozpoznaniem, czy projekty zostały zrealizowane i dostosowane do potrzeb mieszkańców. Określenie jaka strefa klimatyczna i jakie położenie geograficzne występuje w analizowanym obszarze, pomogło podsumować wnioski. Kolejno nasuwały się pytania: co stoi za powodzeniem w realizacji celów projektu błękitno zielonej infrastruktury na świecie? Dlaczego w Polskich miastach realizacja postępuje dosyć wolno i co zrobić, żeby to zmienić?

Artykuł ma na celu podkreślić i uwypuklić konieczność pozyskiwania przez społeczeństwo aktualnej wiedzy dotyczącej otaczającej nas przyrody. Bardzo zawężona wiedza lub jej brak na temat jakie korzyści daje zrównoważony rozwój, nastawia mieszkańców negatywnie, co przeszkadza w realizacji projektów. Przedstawianie jako bardzo ważnego aspektu, konieczności rozumienia zieleni w miastach jako filtra zanieczyszczeń, pochłaniającego dwutlenek węgla w procesie fotosyntezy, pochłaniającego pyły, to już w tym momencie za mało. Podporządkowywanie sobie przyrody poprzez tworzenie "betonowych barier" doprowadza tylko do wielu klęsk żywiołowych. Czy błękitno zielona infrastruktura może edukować i łączyć społecznie? W jaki sposób organizować budżet na te inwestycje? Analizowane przykłady dadzą odpowiedzi na powyższe pytania.

6. TYPOWY WZORCOWY PRZYKŁAD I. HANOWER-KRONBERG, NIEMCY, DZIELNICA MIESZKANIOWA Z LAT 1992-2000

W Hanower panuje klimat oceaniczny. Występują częste opady deszczu przez cały rok. Średnia temperatura roczna dla Hanower wynosi 14° i spada tam rocznie 403 mm deszczu. Przez 135 dni w ciągu roku jest sucho z wilgotnością powietrza wynoszącą 79% i 3 w indeksie UV (Climate Data. 2015).

Hanower-Kronsberg to innowacyjny projekt zlokalizowany w Niemczech w dzielnicy mieszkaniowej z 3000 mieszkań. Koncepcja optymalizuje efektywność energetyczną, gospodarkę krajobrazem i wodami deszczowymi, odpadami i jest to wszystko skomunikowane ze środowiskiem. Tutaj badania hydrologiczne wykazały, że wykonanie standardowego systemu odwadniającego zaburzałby przepływ wód. Aby budowa i zagospodarowanie terenu osiedla były przyjazne dla środowiska, opracowano koncepcję drenażu półnaturalnego, aby zminimalizować wpływ zabudowy na natural-

ny bilans wodny oraz zabezpieczyć infiltrację i uzupełnianie wód gruntowych. Kronsberg jest ważnym projektem referencyjnym dla nowych technologii gospodarowania wodami deszczowymi w Niemczech, ale i w kontekście międzynarodowym. Wody deszczowe z uszczelnionych powierzchni musiały być kierowane do systemu wąwozów i rowów, skąd wsiąkały lub były wprowadzane w kontrolowanym tempie do publicznego systemu odwadniającego (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

W "Podręczniku Hannover Kronsberg" zawarty jest krótki przegląd całego przedsięwzięcia. W niniejszym podręczniku podjęto próbę opisanie sposobów realizacji wizji zrównoważonego rozwoju na przestrzeni dziesięciu lat procesu planistycznego i budowlanego. Dlaczego warto wzorować się i przekazywać wyniki i wnioski z projektu Hannover-Kronsberg? Istnieje przecież wiele podobnych projektów, ale tylko wizja tego projektu realizuje założenia głównych stwierdzeń Globalnego Programu Działań - Agendy 21, programu na rzecz zrównoważonego rozwoju świata w XXI wieku (Eckert A. i in. 2004). Od czasu Konferencji „Szczytu Ziemi” w Rio kraje uprzemysłowione podejmowały to wyzwanie wniesienia wkładu w zrównoważony rozwój globalny na różne sposoby. Na przykład Holandia w programie „Zrównoważona Holandia” pokazała konsekwencje stosowania Agendy 21, a Dania znacznie ograniczyła zużycie paliw kopalnych poprzez rozwój energii wiatrowej. Poza tym inne kraje niewiele zrobiły dla zrównoważonego rozwoju w ciągu dziesięciu lat od Rio (The Local Agenda 21 Planning Guide, 1996).

Osada Kronsberg w pierwszej fazie budowy infrastruktury usług publicznych dla około 3000 domów wymagała około 61 milionów euro. Budownictwo mieszkaniowe przez sektor prywatny było dotowane ze środków publicznych, a około 150 mln EUR udostępniono w postaci preferencyjnych pożyczek i dotacji (Eckert A. i in. 2004).

7. PRZYKŁAD II. BISHAN-ANG MO KIO PARK W SINGAPURZE

W Singapurze statystyki opadów od 1980 r. wykazały rosnącą tendencję w częstotliwości intensywnych opadów deszczu. Singapur leży w strefie klimatu równikowego, wybitnie wilgotnego. Temperatura powietrza jest prawie cały czas taka sama – w styczniu wynosi średnio 25 stopni Celsjusza, a w czerwcu 27. Średnia miesięczna suma opadów wynosi 2500 mm, które mają charakter całodobowy (Climate Data. 2015).

Bishan-Ang Mo Kio Park w Singapurze to duży park regionalny łączący dwie dzielnice mieszkalne Bishan i Ang Mo Kio zbudowanych w latach 70. Na początku lat 80 został zbudowany betonowy kanał na obie dzielnice mieszkalne, w celu łagodzenia skutków powodzi. w 2006 roku Bishan Park został wybrany jako jeden z pierwszych z 20 projektów pilotażowych w ramach krajowego programu ABC Waters w Singapurze. Park i kanał potrzebowały renowacji. Zarząd wód miejskich w Singapurze zdecydował, że Bishan Park powinien zachować istniejącą funkcję kanału, poprawiając jakość wody, łagodząc spływ wód opadowych za pomocą nowo zaprojektowanych elementów zieleni. Budżet to współpraca kilku jednostek. Po czasie kanał zlikwidowano, a w miejscu kanału zaprojektowano krajobraz imitujący niewielki, meandrujący strumyk, który zapewnia naturalne oczyszczanie odpływu poprzez bioretencję i filtrację. W okresach intensywnych opadów wysokość strumienia wzrasta i zalewa brzegi sąsiednich terenów zielonych. Dziś park służy nie tylko jako przestrzeń rekreacyjna dla mieszkańców, ale także jako wyjątkowa okazja do ponownego docenienia przyrody, życia zwierząt i wody jako ekosystemu w Singapurze. Czy projekt był wspierany przez rządowe programy wsparcia finansowego lub jakiegokolwiek systemu podatkowe? Został on w całości sfinansowany przez rząd (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

8. PRZYKŁAD III. PORTLAND, OREGON, I NOWY JORK, STANY ZJEDNOCZONE

W Portland panuje klimat śródziemnomorski. Lata są ciepłe i suche, a temperatura zimą jest niska. Średnia temperatura roczna dla Portland wynosi 16° i spada tam rocznie 700 mm deszczu. Przez 167 dni w ciągu roku jest sucho z wilgotnością powietrza wynoszącą 77% i 3 w indeksie UV. Portland jest znane jako jedno z najbardziej przyszłościowych miast w USA pod względem promowania i propagowania zrównoważonego rozwoju. Portland jest również uznanym liderem w dziedzi-

nie „zielonego” zarządzania wodami opadowymi, w tym wielu nagradzanych projektów Błękitno Zielona Infrastruktura. Projekty te obejmują „Portland Ecoroof Program”, projekt „Green Streets” oraz szereg projektów.

W Nowym Jorku panuje klimat kontynentalny wilgotny z przejściowymi wpływami klimatu subtropikalnego wilgotnego. Obszar Nowego Jorku znajduje się w strefie mrozoodporności 6b (średnie temp. mrozu: od -17,8 do -20,6 °C (Climate Data. 2015).

Miasto Nowy Jork ma dwudziestoletni plan zarządzany przez Departament Ochrony Środowiska – Department of Environmental Protection (DEP). Plan jest znacząco wpływa na rozwój infrastruktury zagospodarowania wodami opadowymi. Motywujące dla inwestorów są zwolnienia, ulgi podatkowe, dotacje w przypadku kiedy zastosują np. zielone dachy (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

9. PRZYKŁAD IV. KOPENHAGA, DANIA

W Kopenhadze panuje klimat oceaniczny. Występują częste opady deszczu przez cały rok. Średnia temperatura roczna dla Kopenhagi wynosi 11° i spada tam rocznie 295 mm deszczu. Przez 151 dni w ciągu roku jest sucho z wilgotnością powietrza wynoszącą 81% i 3 w indeksie UV (Climate Data. 2015).

Kopenhaga jest miastem nadmorskim, które jest narażone na zwiększone ryzyko powodzi, ze względu na stale podnoszący się poziom mórz i zwiększoną częstotliwością opadów. Kopenhaski plan adaptacji do zmian klimatu z października 2011 r. promował włączenie błękitno zielonej infrastruktury, zwłaszcza obszarów retencyjnych, do krajobrazu miejskiego. Komisja Europejska w raporcie z 2010 r. pisze: „przewiduje się, że do 2100 r. opady w Kopenhadze wzrosną o 30–40%, podczas gdy poziom wody wokół miasta prawdopodobnie wzrośnie o 33–61 cm w ciągu następnej dekady”. Obiecywano, że systemy odwadniające zostaną znacznie ulepszone tak, aby były w stanie poradzić sobie z dużymi ulewami. Miał powstać szereg nowej infrastruktury w celu lepszego gospodarowania wodą deszczową. Oczyszczane będą również zanieczyszczone ścieki z miejskich dróg. Rada europejska zaproponowała „kieszonkowe parki”, zielone dachy i zielone ściany. Projekty brzmiały bardzo zachęcająco. Jednak w 2011 roku, zanim te projekty weszły w życie, miasto nawiedziła katastrofalna ulewa i ekstremalna powódź. Woda zatopiła dużą część Kopenhagi, narażając na ogromne straty finansowe. Planiści uświadomili sobie, że nowe systemy odpływowe i zielone ściany nie wystarczą. Muszą współpracować z naturą niż przeciw niej, dlatego do planów dodano tworzenie nowych łąk, miniaturowych wzgórz i dolin oraz parków, które mogłyby również służyć jako zbiorniki deszczowe, łącząc wodę i roślinność. Kroki, które podjęli były bardzo kosztowne, ale urzędnicy porównali to z tym, jakby nie robili nic aby poprawić sytuację wówczas zapłaconiliby 60–90 milionów dolarów rocznie, przez resztę stulecia. Wiedzieli też, że konieczne będzie stworzenie atrakcyjnych rozwiązań, a nie tylko funkcjonalnych i dzięki temu miasto będzie atrakcyjniejsze do zamieszkania. Danię wyróżnia wysoka świadomość społeczeństwa na temat zrównoważonego rozwoju miast z adaptacją do zmian klimatu (Mazur K. 2022).

10. PRZYKŁAD V. MUMBAJ, INDIE

Mumbaj posiada klimat tropikalny. W porównaniu z zimą, lato jest bardzo deszczowe. Średnioroczna temperatura wynosi 26.4 °C. W ciągu roku, średnie opady wynoszą 2012 mm. Lokalizacja Mumbaj znajduje się w strefie klimatu umiarkowanego, co utrudnia skategoryzowanie pory letniej. Najwyższą wilgotność względną mierzy się w lipcu (88.99 %). Najniższa w grudniu (57.22 %).

Mumbaj posiada park narodowy, korytarze strumieni rozchodzące się promieniście od górnego biegu przez miasto oraz różne miejskie obszary przybrzeżne, z których niektóre są porośnięte namorzynami. Systemy te stoją przed ogromną presją i nie są jeszcze zintegrowane z miejskim systemem błękitno zielonej infrastruktury. Mumbaj ma długą historię planowania środowiskowego w miastach i rekultywacji terenów przybrzeżnych. Jest zatem modelowym i problematycznym przykładem miasta, w którym wiele zależy od ochrony i integracji błękitno zielonej infrastruktury. Szybko rozwijające się miasto Mumbaj, nie było w stanie zwiększyć tradycyjnej szarej infrastruktury tak

szybko, jak zapotrzebowanie, istnieje wiele różnych zdecentralizowanych obiektów infrastruktury, których funkcjonowanie można usprawnić dzięki błękitno zielonej infrastrukturze (Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016).

Badania pokazują, że wzrost poziomu morza i nasilające się burze dotkną wiele przybrzeżnych miast Indii jak Mumbai. Miasto traci swoją istniejącą niebiesko-zieloną infrastrukturę z powodu presji rozwoju i wzrostu, a miastu brakuje odpowiednich środków regulacyjnych i struktur instytucjonalnych zapewniających ochronę i planowanie (Kirtane G. 2011).

11. NEGATYWNY PRZYKŁAD: ZALANIE SKWERU PRZEZ WODY OPADOWE W PRZESTRZENI MIEJSKIEJ, SKWER MISIA WOJTKA W SZCZECINIE

W czerwcu 2019 roku nowo wybudowany skwer, był zalany wodą opadową, po ulewnym deszczu. Na skwerze im. Misia Wojtka w Szczecinie, zabudowanego z trzech stron zabudową mieszkaniową, był zaprojektowany i wykonany prawidłowo drenaż. Była jednak w pewnym momencie, tak duża ilość wody, że drenaż nie był w stanie odebrać naraz tyle wody. Wyglądało to naprawdę źle, ale na szczęście opady się nie powtórzyły.

12. POZYTYWNY PRZYKŁAD: OGRÓD DESZCZOWY PRZY UL. KRUPNICZEJ W KRAKOWIE

W Krakowie przy ul. Krupniczej od marca do maja 2023 roku Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej S.A., zbudowało ponad 235 metrów sieci ciepłowniczej. W tym samym czasie również przy tej samej ulicy prawie 280 metrów sieci wodociągowej wykonały w ramach przebudowy Wodociągi Miasta Krakowa S.A. Zamiast odtwarzać nawierzchnię do stanu pierwotnego obie spółki miejskie, wraz z Zarządem Zieleni Miejskiej, zdecydowały zrealizować projekt pod nazwą „Zielona Krupnicza”. Prace realizowane były pod nadzorem konserwatorskim. Realizacja miała za zadanie zminimalizowanie negatywnych skutków zmian klimatycznych - długotrwałych okresów suszy i upałów. W części – do ul. Szujskiego zieleni wysoką tworzą drzewa olsze czarne, a ogrody deszczowe współtworzą: bodziszek łąkowy, łączeń baldaszkowaty oraz kosaciec syberyjski w czterech odmianach. Przy fasadach budynków, w okolicy zakończenia rynien, posadzono malwy. Ogrody deszczowe zajmują łącznie powierzchnię ponad 116 m². Zmniejszają ilość spływającej wody do kanalizacji, zwiększając retencję wód opadowych. Poniżej zdjęcia pokazujące stan z tego roku:

W centrach miast i przy najbardziej ruchliwych ulicach powstają zielone ściany w miejscach oczekiwania na środek transportu publicznego. To tzw. zielone przystanki, na których konstrukcje wprowadzana jest roślinność np. pnąca. Bardzo interesującym rozwiązaniem są również nasadzenia zieleni na dachu od wentylacji garażu podziemnego we Wrocławiu. Sprzyja to retencjonowaniu wody deszczowej przez roślinność na dachu (90% opadu). Takie nasadzenia zieleni to mini siedlisko dla owadów i ptaków. Poniżej przykłady:

13. DYSKUSJA

Porównywanie danych w postaci istniejących, bardzo dobrych rozwiązań i czerpanie z nich inspiracji jest istotnym narzędziem przy późniejszym planowaniu i budowaniu błękitno zielonej infrastruktury. Nawet jeśli owe przykłady nie do końca się sprawdziły, wiadomo już jakich błędów nie popełniać. Zauważa się w Polsce mało porównań z krajami europejskimi i na świecie oraz wyciągania z obserwacji wniosków. Kolejny krok wdrażania to plan, który obejmuje aktualny stan, zidentyfikowanie problemu oraz koncepcja z programem i projektem. Świadome i systematyczne wdrażanie błękitno zielonej infrastruktury, powinno następować przez partycypację społeczną (Creighton J.L. 2005).

Tab. 1 Tabela zestawienie warunków pogodowych w wybranych miastach w Europie i na świecie. Źródło: oryginalna praca na podstawie Climate Data. 2015

Lp.	Miasto/kraj	Klimat	Opady deszczu	Średnia temperatura	Wilgotność powietrza
1.	Hanower, Niemcy	Klimat oceaniczny	Występują częste opady deszczu przez cały rok, spada tam rocznie 403 mm deszczu	Średnia temperatura roczna dla Hanower wynosi 14°	Przez 135 dni w ciągu roku jest sucho z wilgotnością powietrza wynoszącą 79% i 3 w indeksie UV
2.	Bishan-Ang Mo Kio Park, Singapur	Klimat równikowy, wybitnie wilgotny	Średnia miesięczna suma opadów wynosi 2500 mm, które mają charakter całodobowy	Temperatura powietrza jest prawie cały czas taka sama – w styczniu wynosi średnio 25 stopni Celsjusza, a w czerwcu 27.	Najniższa wilgotność względna w ciągu roku występuje w Luty (81.88 %). Miesiąc o największej wilgotności to Listopad (86.16 %).
3.	Portland, Stany Zjednoczone	Klimat łagodny, umiarkowanie ciepły	Ok. 1267 mm opadów występuje rocznie	Średnia roczna temperatura w mieście Portland wynosi 11.3 °C.	Najniższa wilgotność względna w ciągu roku występuje w Sierpień (55.75 %). Miesiąc o największej wilgotności to Grudzień (84.99 %).
4.	Nowy Jork, Stany Zjednoczone	Klimat umiarkowanie ciepły	W tym obszarze średnioroczne opady to 1139 mm.	W mieście New York, średnia roczna temperatura wynosi 11.9 °C.	Najniższą wartość wilgotności względnej mierzy się w Luty (63.56 %). Wilgotność względna jest najwyższa w Listopad (71.02 %).
5.	Kopenhaga, Dania	Klimat oceaniczny	Spada tam rocznie 295 mm deszczu	Średnia temperatura roczna dla Kopenhagi wynosi 11°	Przez 151 dni w ciągu roku jest sucho z wilgotnością powietrza wynoszącą 81% i 3 w indeksie UV
6.	Mumbaj, Indie	Klimat tropikalny	W ciągu roku, średnie opady wynoszą 2012 mm	Średnioroczna temperatura wynosi 26.4 °C. w mieście Mumbai.	Najwyższą wilgotność względną mierzy się w Lipiec (88.99 %). Najniższa w Grudzień (57.22 %)
7.	Gdańsk, Polska	Klimat oceaniczny	Występują częste opady deszczu przez cały rok. Spada tam rocznie 418 mm deszczu	Średnia temperatura roczna dla Gdańska wynosi 12°	Przez 125 dni w ciągu roku jest sucho z wilgotnością powietrza wynoszącą 79% i 3 w indeksie UV

Powyżej tabelaryczne zestawienie miast wraz charakterystyką klimatu jaki tam występuje. Poza tym poniżej mapa świata z naniesionymi lokalizacjami: Hanower-Kronsberg (Niemcy), Bishan-Ang Mo Kio Park (Singapur), Portland, Oregon (Stany Zjednoczone), Kopenhaga (Dania), Nowy Jork (Stany Zjednoczone), Mumbaj (Indie). Klimat jest różny, w zależności od położenia geograficznego kraju. Natomiast opady dla miast takich jak: Hanower, Kopenhaga i Gdańsk są zbliżone. Drugą grupę miast o podobnej ilości opadów tworzą: Bishan-Ang Mo Kio i Mumbaj oraz Nowy Jork i Portland. Jedyną stałą cechą, która łączy te wszystkie miasta, to że są położone w państwach, które nie należą do państw śródlądowych. To znaczy, że wszystkie wymienione miasta posiadają albo bezpośredni dostęp do morza lub oceanu, a tym samym posiadają własną linię brzegową. Takie miasta, powinny być objęte priorytetowym programem wdrażania błękitno zielonej infrastruktury.

14. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz zostały sformułowane następujące wnioski, które będą pomocne przy procesowym wdrażaniu błękitno zielonej infrastruktury w przestrzeń miejską:

1. Analiza zebranego materiału badawczego wskazuje, że w największych Polskich miastach w związku z rozwojem stref inwestycyjnych, a co za tym idzie presją inwestycyjną na obszary jeszcze niezabudowane, należy stworzyć już teraz koncepcję, plan, projekt, z myślą o przyszłości. Rozwiązania powinny być oparte na zrównoważonym rozwoju. Na przykład miasto Nowy Jork ma dwudziestoletni plan zarządzany przez Departament Ochrony Środowiska.
2. Zaleca się wykonywanie więcej badań specjalistycznych: hydrologicznych i hydrogeologicznych przy wykonywaniu projektów parków, skwerów. Wynika to z konieczności wniknięcia w istotę złożoności problemów.
3. Należy podkreślić braki w stwarzaniu interdyscyplinarnych zespołów projektowych, składających się z: architektów, planistów, architektów krajobrazu, hydrologów, hydrogeologów, meteorologów, gleboznawców oraz nawet matematyków, jeśli jest taka potrzeba.
4. Edukacja społeczna jest znacząca dla prawidłowego zrównoważonego rozwoju miast. Działanie zgodnie z hasłem: "Klimat się zmienia, zmień sposób myślenia". Ludzie chcą terenów zieleni w mieście, ale często nie wiążą zieleni z łagodzeniem skutków zmian klimatu. Warto, aby z rozwiązań błękitno zielonej infrastruktury można było korzystać w formie rekreacyjnej. Jako przykład Dania, którą wyróżnia wysoka świadomość społeczeństwa na temat zrównoważonego rozwoju miast z adaptacją do zmian klimatu.
5. Przede wszystkim współpraca między władzami publicznymi w miastach w Polsce i wymiana doświadczeń. Na przykładzie osady Kronsberg, która była dotowana ze środków publicznych oraz w późniejszej fazie z preferencyjnych pożyczek i dotacji unijnych.
6. Wzorowanie się na projektach bądź realizacjach już istniejącej błękitno zielonej infrastruktury w przestrzeni miejskiej. Wspomaganie projektowania poprzez plan błękitno zielonej infrastruktury oparty na *GIS - Systemie Informacji Geograficznej* (Nowy Jork).
7. Motywujące dla inwestorów są zwolnienia, ulgi podatkowe, dotacje w przypadku kiedy zastosują projekty zgodnie z polityką błękitno zielonej infrastruktury. Zaczynając od dużych przedsięwzięć po małą retencję, zielone ściany ulice (Nowy Jork).

BIBLIOGRAPHY

- United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division (2014): World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf (dostęp: 12.08.2022).
- Afata T. N., Derib S, Nemo R. 2022. Review of Blue-Green Infrastructure in Some Selected Countries. *American Journal of Environmental Sciences*.
- Almaaitah T. Appleby M. Rosenblat H., Drake J., Joksimovic D. 2021. The potential of Blue-Green infrastructure as a climate change adaptation strategy: a systematic literature review. *Blue-Green Systems*.
- Braw E. The Blue-Green Dream In Preparing for Floods, Copenhagen Realized the Value of Aesthetics. But Will It Be Enough, thebreakthrough.org/journal/no-15-winter-2022/blue-green-infrastructure-copenhagen, 2021. (dostęp: 16.09.2022).
- Bugała W., 2000. Drzewa i krzewy. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Bugała W., Chylarecki H., Bojarczuk T. 1984. Dobór drzew i krzewów do obsadzania ulic, placów i w miastach z uwzględnieniem kryteriów rejonizacji. *Arboretum Kórnickie*.
- Creighton J.L. 2005, *The Public Participation Handbook, Making Better Decisions Through Citizen Involvement*, San Francisco: Jossey-Bass.

- Condensed (2018a) booklet on engineering procedures for ABC Waters Design Features, PUB Singapore's National Water Agency, 2018.
- Condensed (2018b) booklet on engineering procedures for ABC Waters Design Features, PUB Singapore's National Water Agency, 2018.
- Davies C., MacFarlane R., McGloin C., Roe M. 2006. Green Infrastructure Planning Guide. greeninfrastructurew.co.uk/resources/North_East_Green_Infrastructure_Planning_Guide.pdf (dostęp: 16.08.2021).
- Dreiseitl H., Dreiseitl-Wanschura B. 2016. Strengthening Blue-Green Infrastructure In Our Cities. Enhancing Blue-Green Infrastructure & Social Performance In High Density Urban Environments Ramboll.com.
- Eckert A. University of Hannover Brandt K. Water Treatment Services Kier G. Urban Planning Martinse R. Regional and European Affairs i in. 2004. Hannover Kronsberg Handbook Planning and Realisation. Eesri.com/pl-pl/what-is-gis/overview (dostęp: 06.07.2023).
- Funkcjonowanie budżetów partycypacyjnych (obywatelskich). Lata 2016–2018, NIK, Warszawa 2019.
- Gospodarowanie wodą – wyzwanie dla Polski. Dokument programowy Wodnego Okrągłego Stołu, Wrocław, 8 września 2021 r.
- Green-business.ec.europa.eu/eco-innovation_en (dostęp: 16.08.2023).
- Hildebrandt A. Kalinowski T. Nowicki M. Susmarski P. Tarkowski M. 2008. *Atrakcyjność inwestycyjna województw i podregionów Polski* 2008. Opracowanie wykonane w Instytucie Badań nad Gospodarką Rynkową na zlecenie Ministerstwa Rozwoju Regionalnego, Gdańsk 2008.
- Kirtane G. 2011. "Making the Sewer a River Again." Observer Research Foundation.
- Klimada2.ios.gov.pl/pokaz-zielone-przystanki/ (dostęp: 16.08.2023).
- Krakow.pl/aktualnosci/271491,26,komunikat,ulica_krupnicza_oficjalnie_otwarta_.html (dostęp: 10.08.2023).
- Kremer, P.; Hamstead, Z.A.; McPhearson, T. The value of urban ecosystem services in New York City: A spatially explicit multicriteria analysis of landscape scale valuation scenarios. *Environmental Science & Policy* 2016.
- Kuei-Hsien L. i in. 2017. Blue-Green Infrastructure: New Frontier for Sustainable Urban Stormwater Management. National Taipei University.
- Lejcuś K. i in. 2017. *Katalog dobrych praktyk. Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi pochodzącymi z nawierzchni pasów drogowych*. Praca zbiorowa. Uniwersytet przyrodniczy we Wrocławiu.
- Lejcuś K. i in. 2021. *Katalog dobrych praktyk cz. II - Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi na obszarze zabudowanym*. Praca zbiorowa. Uniwersytet przyrodniczy we Wrocławiu.
- Mapa-swiata.net/mapa/duzy/mapa-swiata-do-pobrania/ (dostęp: 16.08.2023).
- Mazur Katarzyna, 2022, Zarządzanie wodami deszczowymi w Kopenhadze, „Builder” 9 (302). DOI: 10.5604/01.3001.0015.9535.
- Minister Klimatu i Środowiska, Ustawa o zmianie niektórych ustaw w celu wzmocnienia klimatycznego wymiaru polityki miejskiej. Projekt z dnia 19 sierpnia 2021 r., legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12350802 (dostęp: 16.03.2022).
- Ministerstwo Środowiska, Miasto z klimatem – najlepszy zrealizowany projekt. Podręcznik dobrych praktyk, Warszawa 2021.
- Ministerstwo Środowiska, Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030, Warszawa 2013.
- Moldaschl M. 2016. zu.de/lehrstuehle/soziooekonomik/assets/pdf/Ramboll_Woerlen-et-al_BGI_Final-Report_small-1.pdf, (dostęp: 03.03.2023).
- Naumann S. Davis M. Iwaszuk E. Freundt M. Mederake L. 2020. Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu – narzędzia strategiczne. Ecologic Institute & Fundacja Sendzimira Berlin – Kraków 2020.
- Climate Data. 2015. Dane o klimacie dla miast na całym świecie. Pl.climate-data.org (dostęp: 16.08.2023).
- Public Utilities Board ("PUB"), Singapore, 2014. ABC Waters Design Guidelines. Active Beautiful Clean Waters, 2014.
- Seneta. 1991. Drzewa i krzewy liściaste A–B. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Sobczak R., 1999. Szkółkarstwo leśne, ozdobne, i zadrzewieniowe. Collective work. Oficyna Edytorska „Wydawnictwo Świat”, Warszawa.

- Szulczewska B. 2021. Błękitno-zielona infrastruktura w planowaniu rozwoju miast, Instytut Rozwoju Miast i Regionów, Białystok 2021.
- The Local Agenda 21 Planning Guide an introduction to sustainable development planning, 1996.
- Uchwała nr XIV/320/11 RM Szczecin. Strategia Rozwoju Szczecina 2025 z dnia 19 grudnia 2011r.
- Uchwała nr XV/268/15 w sprawie zwolnień od podatku od nieruchomości powierzchni użytkowych lokali mieszkalnych w ramach projektu intensyfikacji powstawania terenów zieleni w obrębie Miasta Wrocławia.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division (2014): World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. <http://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>.
- Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody. (2021) Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, item 142, 30 March 2021.
- Wagner I. 2020. Ekohydrologia miejska, czyli błękitno - zielone aspekty adaptacji miast do zmian klimatu. Katedra UNESCO Ekohydrologii i Ekologii Stosowanej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii, Polska Akademia Nauk w Łodzi.
- Walawender Jakub, Wpływ dachów zielonych na warunki klimatyczne w mieście, zielonainfrastruktura.pl (dostęp: 16.03.2022).
- Walter E. Znaczenie błękitno-zielonej infrastruktury w obliczu zachodzących zmian klimatycznych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu i Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone”. Wrocław 2017.
- Zarządzenie nr 140/21 Prezydenta Miasta Szczecin, z dnia 23 marca 2021 r.
- Żółtaszek A. Stodulska M. 2022. Błękitno-zielona infrastruktura, a rynek nieruchomości, Uniwersytet Łódzki, Wydział EkonomicznoSocjologiczny, Łódź.

AUTHOR'S NOTE

Paweł Nowak works as an Adjunct Professor at the Chair of Landscape Architecture of the Faculty of Environmental Management and Agriculture of the West Pomeranian University of Technology in Szczecin. He is a doctor of the technical sciences specialising in architecture and urban planning (Wrocław University of Science and Technology, Faculty of Architecture, 2012). He teaches students of the Spatial Management and Landscape Architecture programmes. The scope of teaching covers general and detailed spatial planning. He uses digital technologies in his design work to analyse data, draft plans and design the landscape.

O AUTORZE

Paweł Nowak pracuje jako adiunkt w Katedrze Projektowania Krajobrazu na Wydziale Kształtowania Środowiska i Rolnictwa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie. Jest doktorem nauk technicznych w zakresie architektury i urbanistyki (Politechnika Wrocławska, Wydział Architektury w roku 2012). Prowadzi zajęcia na kierunkach: Gospodarka Przestrzenna, Architektura Krajobrazu. Zakres nauczania obejmuje planowanie przestrzenne ogólne i szczegółowe. W pracy projektowej wykorzystuje techniki komputerowe przy analizie danych, planowaniu przestrzennym i projektowaniu krajobrazu.

Contact | Kontakt: Pawel.Nowak@zut.edu.pl