



**DOI: 10.21005/pif.2024.60.C-03**

## **TOWARDS SMART PUBLIC SPACES - ARCHITECTURAL APPROACH: CASE STUDY**

### **W KIERUNKU SMART PRZESTRZENI PUBLICZNEJ - PODEJŚCIE ARCHITEKTONICZNE: STUDIUM PRZYPADKU**

**Ewa Jarecka - Bidzińska**

Dr inż. arch.

ORCID: [orcid.org/0000-0002-1289-9784](https://orcid.org/0000-0002-1289-9784)

Department of Spatial Planning and Environmental Sciences,  
Faculty of Geodesy and Cartography,  
Warsaw University of Technology,  
pl. Politechniki 1, 00-661  
Warsaw, Poland

#### **ABSTRACT**

Smart urban solutions are the future critical factors of a city's resilience, well-being, and sustainable development. They have an essential influence on sustainable development, social awareness, and future eco-friendly trends. Such areas can have an excellent opportunity to become the best exemplary places of innovation that shape the global directions of contemporary public space transformation with dimensions such as social, economic, physical, virtual, and specialized technology. The article aims to compare and show the potential of selected smart public spaces with various functionalities as essential forms of urbanity.

Keywords: Urban Design, Intelligent City, Smart City, Smart Public Space,

#### **STRESZCZENIE**

Smart rozwiązania miejskie są kluczowymi czynnikami przyszłej odporności, dobrostanu i zrównoważonego rozwoju miasta. Mają istotny wpływ na zrównoważony rozwój, świadomość społeczną i przyszłe trendy proekologiczne. Obszary takie mogą mieć ogromną szansę stać się najlepszymi wzorcowymi miejscami innowacji, które kształtują globalne kierunki transformacji współczesnych przestrzeni publicznych o wymiarze społecznym, gospodarczym, fizycznym, wirtualnym i specjalistycznym technologicznym. Głównym celem artykułu jest dokonanie analizy porównawczej i pokazanie potencjału wybranych smart przestrzeni publicznych o różnorodnej funkcjonalności, jako ważnych form urbanistyki.

Słowa kluczowe: Urbanistyka, Intelligent City, Smart City, Smart Public Space,

## 1. INTRODUCTION

Smart public spaces are often systemic, innovative solutions that fit into a holistic approach to spatial management and urban development, including technological aspects and social, economic, environmental, and cultural ones. The contemporary paradigm of "smart public space," as corresponding to sustainable development and in line with the assumptions of the Smart City idea (Cohen, 2012; Di Carlo, 2013), combines theories of many disciplines (Lombardi et al., 2011; Deakin M., 2013; Estevez et al.; 2016Bibri, Krogstie, 2017; Bibri, 2018; Karvonen et al., 2020; Cohen, Karatzimas, 2022) of spatial planning, environmental protection, internet technologies, information and communication technologies, economics, sociology, and urban planning. The essence of such an urban solution is to create good living conditions for residents but with a minimal impact on the natural environment and respect for cultural heritage (Szymańska, 2023). Creating "smart public space" solutions is an innovative approach to shaping modern smart public spaces equipped with modern technologies with an appropriate share of services and greenery (Chatterjee, 2022). Such an assumption takes into account the use of information and communication technologies (ICT) in the area of monitoring, analysis, evaluation, and planning of the city, which enables an intelligent approach to urban operations, functions, services, and projects (Kitchin, 2014; Shanghai Manual A Guide For Sustainable Urban Development In The 21st Century - 2022 Annual Report, Piro et al., 2014; Glasmeier, Christopherson, 2015; 2016).

In the social aspect, places of social integration, mutual support, and the creation of community identity are also important, as well as equal access for all residents regardless of their condition and circumstances or the less affluent. Complementary elements of the assumptions of smart public spaces in the social plane are smart education and diverse and developed social infrastructure. The current understanding of the concept of smart also includes respect for heritage and strengthening the area's identity, adaptation of monuments, and creation of new, unique, and valuable architecture - being a contemporary icon of the place. Characteristics of these assumptions have been known since antiquity: proper spatial planning, high-quality public spaces, clear urban structure, and spatial order (Jacobs, 1961; Lynch, 1981; Campbell, 1996; Chmielewski, 1996; Ostrowski, 1996; Gehl, 1987, 2010; Wheeler, Timothy, 2010). Smart solutions can also be found in urban details, such as smart bins, bus stops, or benches that collect information and adapt city services to the needs of residents at a given time. Implemented solutions include WiFi points, LCD screens that monitor traffic, and a gym that allows you to generate energy to charge your phone. Solutions for energy self-sufficiency and creating green energy through renewable sources, such as photovoltaic panels or heat pumps, are also considered. Energy storage and securing its temporary lack are also significant elements of the assumptions. Another critical aspect of "smart public space" is the construction of technical and digital infrastructure (Arup, 2010; Accenture, 2011; IBM, 2012): Big Data, mobile applications, cloud services, the Internet of Things, and management of urban infrastructure with the help of IoT. Within such a network, sensors are designed that enable monitoring on many levels: intelligent parking lots indicating free spaces, a security and alarm system, water and energy consumption sensors, lighting and air conditioning control, and the level of air pollution, heat, and urban climate. The following issues that constitute a pillar in the assumptions of "smart public space" include these areas: intelligent transport systems (ITS), intelligent mobility, micro-mobility, and bicycle infrastructure. Such transport should be emission-free, efficient, individualized, easily accessible, quiet, reliable, and autonomous. In the environmental aspect, smart public spaces take into account a wide range of pro-ecological solutions known from eco-cities and blue-green infrastructure issues at various scales (; (Hulicka, 2015; Janiszek, 2015; Gorgoń, Gocko-Gomola, 2016; Januchta-Szostak, 2020), including joining the natural system of the district or city, intelligent waste storage system, natural systems - sequences of connections between green areas, rows of trees along the streets, rain gardens, retention reservoirs, community gardens, urban farming, green walls, roofs, terraces or parking lots, and care for biodiversity at every scale. They even include flower meadows, wildlife zones, insect hotels, riparian boxes, and urban beekeepers.

In the people-oriented approach, smart public spaces, like smart cities, aim to change the quality of life of the community in the city and respond to individual needs (Neirotti et al., 2014) and take into account social relations, safety, and appropriate service infrastructure (Lombardi et al., 2011;

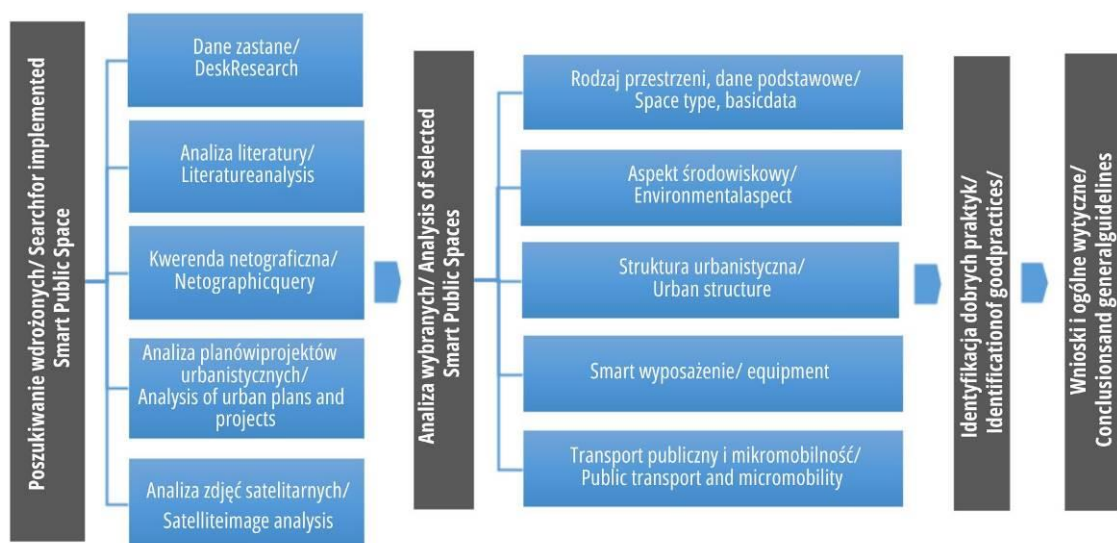
Aguilera et al., 2013; Lee et al., 2014; Belanche et al., 2016;). Within these assumptions, the most crucial element is not modern technology but the person it is to serve and sustainable development (Huckle, 1996; McManus, 1996; Molnar et al., 2001; Bibri, 2015). With the above in mind, this research conducted a comparative analysis. It showed the potential of selected, exemplary European smart public spaces with various functionalities as essential and significant forms of urban planning for the sustainable development of cities.

## 2. METHODS

The research process (Diagram 1/ Fig1.) began, among others, with an analysis of the literature and a netographic query. Numerous research methods were used: analysis of satellite images, city plans or documents, analysis of geospatial data, collection and study of literature, then the comparative method. A diagram was prepared with an analysis of the critical components of the research process and a comparative table of selected examined cases. Smart public spaces were analyzed in terms of the following aspects: location, distance from the city center, access, features and context, area, environmental aspect, elements of the urban structure, smart equipment, public transport, micromobility, and then good practices or existing implementation problems were identified. The author consciously uses the term smart public spaces because it is not identical to the Polish translation of "intelligent public spaces." The conclusions were presented as future general guidelines for the process of development and reconstruction of existing public spaces towards smart in the context of sustainable development, innovative technologies, adaptation to climate change, and socio-economic aspects, including best practices related to inclusiveness and effective spatial planning and management and use of resources.

Fig. 1. Diagram presenting the steps of the research process. Own study.

Ryc. 1. Diagram obrazujący etapy procesu badawczego. Opracowanie własne.



### 3. RESULTS

During the research, several examples from five countries from different parts of the world were deliberately selected, including Australia, the United Arab Emirates, the United Kingdom, Germany, and Hungary. During the selection, an attempt was made to find examples at different implementation stages and with different types of functionality and surfaces. Additionally, cases from at least three continents were selected to allow for a cross-sectional view of shaping the title spaces in a different cultural and geographical context. Unfortunately, the limited volume of the article does not allow for a more comprehensive presentation than the five selected places. However, the initially selected scope allows for crucial recognition of the topic.

Tab. 1. Comparative list of selected smart public spaces / Zestawienie porównawcze wybranych smart public spaces  
Source: own study / Źródło: opracowanie własne

Nazwa/ Name	The Queen Elizabeth Olympic Park	Hafen City, Baaken Park	Masdar City, Masdar Park,	Wellington Square	Danube Riverside Promenade
<b>Lokalizacja/ Location</b>	East Bank, London, Great Britain	Hamburg, Germany	Masdar, Abu Zabi (17 km), UEA	Perth, Australia	Budapest, Hungary
<b>Odległość od centrum/ Distance from the center *</b>	około 13.04 km/ 8,1 mil	2.40 km	2.00 km (pieszo/walk 23 min)	1.10 km (pieszo/walk 15 min)	3.00 km
<b>Autem od centrum/ Travel from the center by car</b>	50 min.	10 min.	5 min.	4 min.	9 min.
<b>transportem/ by public transport *</b>	45 min.	25 min.	brak/ no	5 min.	14 min.
<b>Powierzchnia/ Surface</b>	226 ha	1.6 ha	20 ha	7.7 ha	brak danych/ no data
<b>Cechy przestrzeni i kontekst/ Space Features and Context</b>	Igrzyska Olimpijskie 2012; zielen publiczna i obiekty sportowe/ 2012 Olympic Games; public greenery and sports facilities	Park w zrewitalizowanej wielofunkcyjnej dzielnicy portowej/ Park in the revitalized multifunctional port district/	Zielen publiczna w pobliżu lotniska i pustyni, przy Zatoce Perskiej/ Public greenery near the airport and desert on the Persian Gulf	Park miejski w ścisłym centrum Perth/ City Park in the heart of Perth	Promenada nad rzeką Dunaj/ Promenade on the Danube River/
<b>Aspekt Środowiskowy przykładowe elementy/ Aspect Environmental sample elements</b>	Sprzęt do ćwiczeń generujące energię, monitoring i czujniki mikroklimatu/ Energy-generating exercise equipment, monitoring and microclimate sensors;	Adaptacyjna ochrona przeciwpowodziowa, zwiększenie bioróżnorodności/ Adaptive flood protection, increasing biodiversity;	Zeroemisyjne, bezodpadowe, energia odnawialna; monitorowanie zasobów i odpadów/ Zero emission and waste, renewable energy; resource and waste monitoring;	Stacje pogodowe powiązane z inteligentnym system sterowania nawodnieniem/ Weather stations linked to intelligent irrigation control system/	Ochrona przeciwpowodziowa, powiązanie terenów zieleni/ Flood protection, linking green areas
<b>Przykładowe elementy struktury urbanistycznej/ Sample elements of urban structure</b>	Liczne parki, obiekty sportowe i rekreacyjne, plac zabaw/ Numerous parks, sports and recreational facilities, a playground;	Boiska, siłownia outdoor, taras widokowy, plac zabaw/ Playing fields, outdoor gym, viewing terrace, playground;	Boiska, plac zabaw, ogród, pump truck, strefa gastronomiczno-handlowa/ Playing fields, playground, garden, pump truck, food and shopping zone;	Ogromny wielopokoleniowy plac zabaw, boiska, miejsca eventowe, strefa gastronomiczna/ A huge multi-generational playground, playing fields, event spaces, food court;	Promenada, park, place, przystanie rzeczne, tor BMX/ Promenade, park, squares, river piers, BMX track;
<b>Smart wyposażenie przykładowe elementy/ Smart equipment sample elements/</b>	Mapowanie parków online, Wi-Fi, internetowy przewodnik AR, Hot spoty; inkluzyw-	Inteligentne zarządzanie zależnym od zmierzchu oświetleniem ulicznym, inteligentne kosze	Mała architektura zasilana solarnie, oświetlenie LED, instalacje interaktywne; Internet	Inteligentne meble miejskie, czujniki aktywności pieszych, telewizja przemysłowa	Inteligentne ławki, oświetlenie i kosze, monitoring bezpieczeństwa/ Smart benches,

Nazwa/ Name	The Queen Elizabeth Olympic Park	Hafen City, Baaken Park	Masdar City, Masdar Park,	Wellington Square	Danube Riverside Promenade
	ność dzięki technologii/ Online park mapping, web guide, hot spots; inclusivity through technology;	na śmieci/ Intelligent twilight-dependent street lighting management, intelligent waste bins;	4G/ Solar-powered small architecture, LED lighting, interactive installations; 4G Internet;	(CCTV), słupy wielofunkcyjne/ Smart street furniture, pedestrian activity sensors, CCTV, multi-functional poles;	lighting and bins, security monitoring;
<b>Transport (przykładowe elementy)/ Transport (sample elements)/</b>	Żywe laboratorium inteligentnej mobilności: Londyn (SMML), połączona i autonomiczna mobilność (CAM), drony, parkometry solarne/ Smart Mobility Living Lab: London (SMML), Connected and Autonomous Mobility (CAM), Drones, Solar Parking Meters;	Car sharing, inteligentny port i parkingi, zintegrowanie z transportem/ Car sharing, smart port and parking, integration with transport;	Autonomiczne pojazdy zasilane energią słoneczną PRT (Personal Rapid Transport)/ Solar-powered autonomous vehicles PRT (Personal Rapid Transport);	Inteligentne przystanki autobusowe, smart parking/ Smart bus stops, smart parking;	Zintegrowanie z tradycyjnym transportem publicznym/ Integration with traditional public transport;
<b>Mikromobilność/ Micromobility</b>	Stacje rowerowe IoT/ Charging stations, IoT bike stations;	Prognozy ruchu drogowego dla rowerzystów/ Traffic forecasts for cyclists;	Stacje ładowania pojazdów elektrycznych/ Electric vehicle charging stations;	Stacje ładowania elektrycznych pojazdów/ Electric vehicle charging stations;	Stacje ładowania pojazdów elektrycznych, mobility points, / Electric vehicle charging stations, mobility points;

\* Dane według Googlemaps na dzień powszedni sprawdzone godz. 14:00, dnia 10.09.2024r. oraz godz. 11:00 dnia 11.09.2024r./ Data according to Googlemaps for a weekday, checked at 14:00 on 10/09/2024 and at 11:00 on 11/09/2024.

### 3.1. Queen Elizabeth Olympic Park in East London

One of the most extensive smart solutions is the Queen Elizabeth Olympic Park complex, opened for the 2012 Olympic Games. It has 560 acres and various functions, including sports facilities, public greenery, services, education, and trade. Public green spaces include The Podium, London Blossom Garden, 2012 Gardens, Great British Gardens, Mandeville Place, Agitos, Olympic Rings, Tumbling Bay Playground, and Timber Lodge (The London Legacy Development Corporation, n.d.). Public green areas connect various sports and recreational facilities, including a stadium, a water sports center, pitches, halls, a velodrome, a Velo park, and a hockey and tennis center. The Lea and City Mill rivers and numerous reservoirs cross the entire complex. The area is adjacent to the business district and the university complex. The solutions used in public spaces include energy-generating surfaces and exercise equipment, microclimate and air quality sensors, micromobility - electric vehicle charging stations, autonomous vehicles in public transport, smart benches, lighting and bins, solar-powered parking meters, interactive online park mapping, IoT bike stations, augmented reality, access to open spaces for the blind people via technology and Wi-Fi and other networks. The Queen Elizabeth Olympic Park is also a living laboratory of smart mobility: London (SMML), connected and autonomous mobility (CAM), drones, integration with public transport, including the metro, train, and bus, and instrumented roads with connectivity and monitoring devices (SMML Limited, n.d.).

### 3.2. Hafen City district, Hamburg, Germany

An interesting European-German example is the Hafen City district in Hamburg's revitalized former port area, which is at the top of the Smart City Index 2023 (IMD Smart City Index 2023). Hafen City is currently Europe's most significant ongoing revitalization and city planning program in the spirit of bioclimatic design. The concept includes areas of the newly created downtown district with many functions: residential, service, recreational, and commercial. The Hafen City investment aligns with the Hamburg Climate Action Plan - the city's official climate policy. The areas adjacent to the Elbe River port basins include parks, coastal port promenades, squares such as Dar es Salaam or Amerigo Vespucci, and streets such as Am Lohsepark - a bicycle boulevard or the green Osakaallee boulevard. The investment's central assumption is innovation, one of Europe's leading in sustainable development and increasing biodiversity and residents' quality of life (Sepe, 2017). Flood protection, tidal protection, and flood waves, while making coastal and green areas accessible to residents and opening the city to water, became problematic. The flood protection strategy considers space for water and does not limit it, and two-thirds of the new public spaces are suitable for flooding according to the design. In communication, the smart port is becoming a central element, and micro-mobility with infrastructure and integration with public transport has developed. The district plans to have intelligent traffic management, twilight-dependent street lighting, and intelligent waste bins. The number of fast charging points for private electric cars and available intelligent parking lots is high, and projects aimed at reducing individual transport, such as car sharing, are joint. Intelligent transport solutions are part of the "ITS Strategy" and include the autonomous HEAT minibus in Hamburg's HafenCity, real-time traffic forecasts for cyclists, and medical air transport by drone (Smart City Hamburg, 2022). The district uses solar and geothermal energy solutions and intelligent energy management systems.

### 3.3. Smart public spaces in Masdar City, UEA

In the United Arab Emirates, as part of the overall vision of an innovative city of the future, new smart public spaces have been created (Cugurullo, Ponzini, 2018) such as Central Park, Masdar Park, Al Masdar Park, (Masdar City, 2024), or Masdar City Square in Masdar City, Abu Dhabi. The characteristic features of these places are their inclusion in the ideological and technological assumptions of the city, i.e., ICT technologies to improve the quality of life and efficiency of services, zero emissions, renewable energy supply, including a 10-megawatt photovoltaic power plant, zero waste and complete exclusion from vehicular traffic. Interestingly, the surrounding architecture built by LEED standards does not exceed several stories, which gives a more intimate character, and the lack of vehicular traffic allows for silence in downtown areas. In Masdar City Square, the inner and amphitheatrical squares are shaped on undulating plans in a way that naturally allows for cooling ventilation and protection from sandstorms. In the urban planning tradition for southern countries, urban spaces are shaded here by the proximity of buildings and their appropriate location (Masdar City Square A Gateway to Opportunities - brochure 2022). Central Park symbolizes and reflects Masdar's commitment to renewable energy knowledge and sustainable development. It aligns with the guiding principles in the Low Carbon Design and Regulations (LCDR) (Central Park at Masdar City, n.d.). Among the solutions are rain towers for water collection and solar panels with shading functions. The spaces are surrounded by Net Zero buildings, large photovoltaic surfaces, devices for reducing external water consumption and monitoring resource consumption, solar reflective materials, and locally sourced materials. An interesting new element in Central Park, modeled on traditional Persian solutions, is the wind tower, which allows for cooling the city and recovering water from the air (Baum D., 2013, Inside The World's Most Ambitious Eco-City). Autonomous, solar-powered PRT (Personal Rapid Transport) vehicles appear, which move on magnetic tracks in public transport. Masdar Park, which covers 2,500 m<sup>2</sup>, is equipped, like other public spaces, with catering outlets, a playground, sports facilities, and small solar-powered architecture, e.g., benches, points of sale, 4G Internet, mobile chargers, LED lighting, and interactive installations. Al Masdar Park has water curtains and other devices that improve user comfort about the climate. However, according to Kherdeen, Masdar spaces, in comparison to typical historical Arab cities like Cairo, do not have "semi-private spaces" that appear when streets are led more organically, and some of them are dead-end (Kherdeen M.R., 2016). The further development of ecologi-



cal public transport is also a challenge because, at the current stage, it serves only selected routes (Olejniczak, 2023).

### 3.4. Wellington Square, Perth, Australia

An example located in the city center and only about 1 kilometer from the Perth City Hall in Australia is the Moort-ak Waadiny / Wellington Square park, modernized in 2021, with a huge multi-generational playground, Moort-ak Waadiny, covering 3,000 m<sup>2</sup>. The park has a dual name due to its respect for the cultural heritage of the Aboriginal people. The green area includes event spaces of various scales, a water playground, a skate park, a parkour pump track, a climbing wall, trampolines, and multi-functional sports fields designed in consultation with nearby schools and sports clubs (City of Perth, n.d.). The park features pedestrian activity sensors, intelligent lighting, and waste bins that signal overflow. There are intelligent bus stops in the city center, and energy is obtained from three photovoltaic systems. As described on the City of Perth Portal: "Understanding pedestrian activity supports city planning, public events, business investment decisions and the activation of public spaces" (City of Perth, op. cit.). Free public Wi-Fi is available, and air quality, building energy efficiency, and water management are constantly monitored. Data from the city's weather stations adjust the city's intelligent irrigation control system. Residents can also engage with the app to report issues. The park upgrade has significantly improved safety and has brought the park back to the public's use.

### 3.5. Danube Riverside Promenade, Budapest, Hungary

Another example closer to Poland geographically is the riverside promenade and revitalization of the Danube banks in Budapest, which is being carried out in phases. The main task of smart urban design is to increase green areas through alternative solutions, turn the city towards the river – coexistence with the Danube, and effectively use the potential and facilities (Smart Budapest The Smart City Vision of Budapest, 2017). Therefore, the accessibility of the riverside for pedestrians, recreational opportunities, cultural services, entertainment, gastronomy, and port capacity has been increased. At the same time, the flood risk for residential areas has been considered. The solutions implemented include smart furniture (Fig. 2.), smart devices related to waste management, smart mobility (Fig. 3.), smart maintenance of green areas, lighting control, and security monitoring.

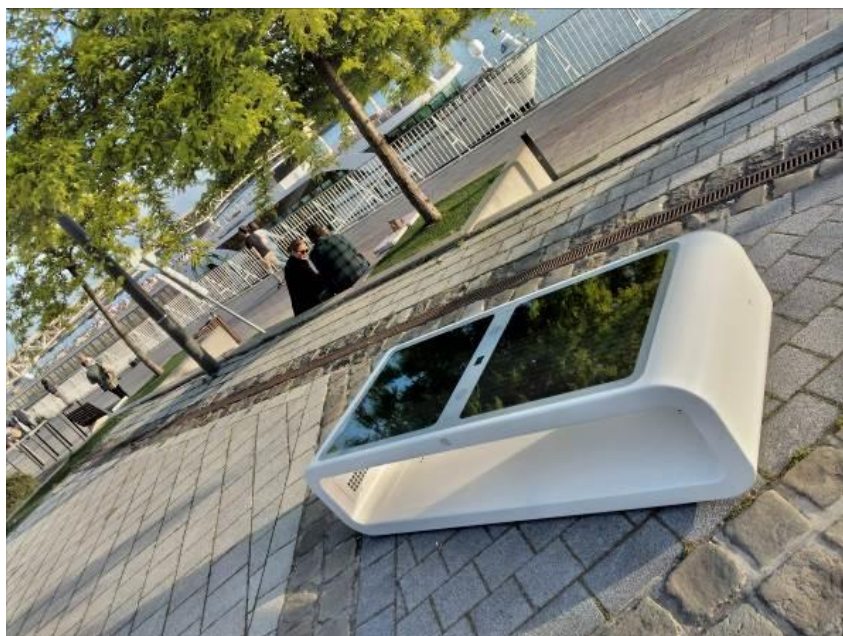


Fig. 2. Solar-powered bench next to Corvinus University of Budapest, Danube Promenade, Hungary, May 2023. Source: by author

Ryc. 2. Ławka solarna przy Uniwersytecie Korwina w Budapeszcie, Promenada Dunajska, Węgry. Maj 2023, Źródło: autor



Fig. 3. Smart mobility point at Csarnok tér Square next to the Great Market Hall, Budapest, Hungary. May 2023. Source: by author

Ryc. 3. Smart mobility point przy skwerze Csarnok tér w sąsiedztwie Wielkiej Hali Targowej, Budapeszt, Węgry. Maj 2023 Źródło: autor

#### 4. DISCUSSION

The issue of smart public spaces, as an innovative approach to holistic design, shows a system of interconnected factors where human-centered design also takes on a new technological meaning. In the discussed cases, modern technical solutions are one of many dimensions of a well-planned urban space, and attention to quality, functionality, and aesthetics are still fundamental in the urban design approach. Many previous scientific studies show a broader context that encompasses the subject of smart cities on a city or district scale. In the world literature, scientific studies devoted to the urban scale related to public space are practically non-existent. If they exist, they are mainly concerned with technical and digital infrastructure. This is a relatively new subject; the most up-to-date information is provided by research and study of, among others, specialist reports, local government, developer, or administrative websites describing new investments or directly implemented mobile tools. No studies have compared different public spaces in the same categories. This study presents the issue of smart public spaces through the prism of the urban and spatial context related to sustainable development as a circular process, where each aspect is interdependent and mutually influences each other.

##### 4.1. Results in the context of other studies

The NSW Smart Public Spaces Guide (2023) states that smart public spaces should positively respond to users' needs, as expressed in the following questions: 1. Can I get to the space easily? 2. Am I able to engage and play in it? 3. Am I able to connect and integrate in it? 4. Am I able to stay in it for longer? The smart public spaces studied overwhelmingly provide positive answers to these questions. This consists of several elements: communication, inclusiveness and accessibility, user engagement, resilience and efficiency, management and maintenance of facilities and infrastructure, health and well-being, and economic activity. The guidelines include: 1. Contemporary humanism, i.e., putting people at the centre by basing the design on engagement, trust, and com-



munication; 2. Communication between stakeholders is critical in all phases of comprehensive investments; 3. Designing with adaptation of new technologies to the comfort of users; 4. Cooperation of various stakeholders. A large part of the above guidelines has its architectural or urban dimension (Table 1.), including different spatial development, multifunctional smart poles, smart furniture, or other infrastructure elements (Bašová, Štefancová, 2017; Lee, 2021), such as smart bus shelters or smart vehicle rental stations, or even urban micromobility.

#### 4.2. Comparison of the studied cases

Due to the limited volume of the publication, only a study of five cases was presented. However, different geographical conditions allow for determining basic similarities, opening a space for further discussion. The general standard features of smart public space outlined in the research results are:

- They are usually located in the centers of large metropolitan cities or the centers of newly established innovation districts or revitalized areas functioning as a whole complex;
- They have smart equipment, smart furniture, smart devices, and technological and digital infrastructure;
- They have systems aimed at efficient use of resources and use of renewable energy, reducing waste and CO<sub>2</sub> emissions;
- They provide a diverse range of functions adapted to different social groups and respond to the needs of passive and active spending of time together with commercial services;
- They enable virtual social participation, engage residents, and consider their safety, comfort, accessibility, and inclusiveness. They are public spaces in the complete sense of accessibility regardless of whether the investor is private or public;
- They are combined with micro-mobility, autonomous transport, or even inclusion in ITS;
- They strengthen local identity and protect heritage;
- They support local entrepreneurship and social initiatives;
- They have solutions related to climate change adaptation and resilience;
- They are more effective when they are included in the entire network, which enables the use and management of data, at least on a district scale;
- Users can engage and use the full functionality more through digital technology. They also provide information on the method and intensity of use;
- The technology is to monitor air pollution and atmospheric factors to protect residents from dangers and exposure to extreme weather conditions;
- The proper functioning of smart public spaces on a broader scale requires an appropriate formal and legal framework and education that will enable residents to use them properly;

The differentiating element is the different degree of implementation (e.g., in Budapest, it is the initial phase), the surface area of the studied space, and the different scales of smart technology applications. The function of the space is also slightly different - the example from London describes places related mainly to sports and recreation with a very large surface area and constituting a complex in a revitalized district on the city's outskirts. The example from Masdar City is an entirely new space in a completely new urban fabric, which distinguishes it from the others. Despite the very modern and autonomous transport solutions expected in the future, there is currently insufficient public transport service (Olejniczak, 2023). However, the reference to traditional solutions and architectural style deserves excellent recognition, which, given the high specialization in technological infrastructure, is essential in building the identity of the place and referring to cultural heritage. The common feature of the Danube Promenade and many public spaces of Hafen City is their direct proximity to numerous residential and multifunctional buildings, essential in everyday pedestrian and bicycle communication between residents and visitors to the city. A noticeable similarity between the example of Hafen City and the Queen Elizabeth Olympic Park complex is the huge emphasis on increasing biodiversity due to the revitalization character. On the other hand,

monitoring atmospheric conditions is visible where there is a threat of violent atmospheric phenomena or cyclical threats from natural factors, slightly different for the examples discussed, e.g., tides, floods, or sandstorms. Then, smart public spaces are equipped with smart technologies for construction, urban development, and monitoring using sensors.

### 4.3. The most essential aspects of designing smart public spaces

City centers or intensively urbanized districts are also highly used and exploited, and usually, in these spaces, social problems or pathologies are most visible. That is where technology should help counteract. These are also areas where the most critical aspects in designing bright public spaces (Diagram 4, Fig.4.), including issues related to sustainable development, resilience, or adaptation to climate change, become a significant challenge. Among others are the limited urban green areas, the size of paved and built-up areas, and threats related to violent atmospheric phenomena, e.g., hurricanes, flash floods, sandstorms, or torrential rains.

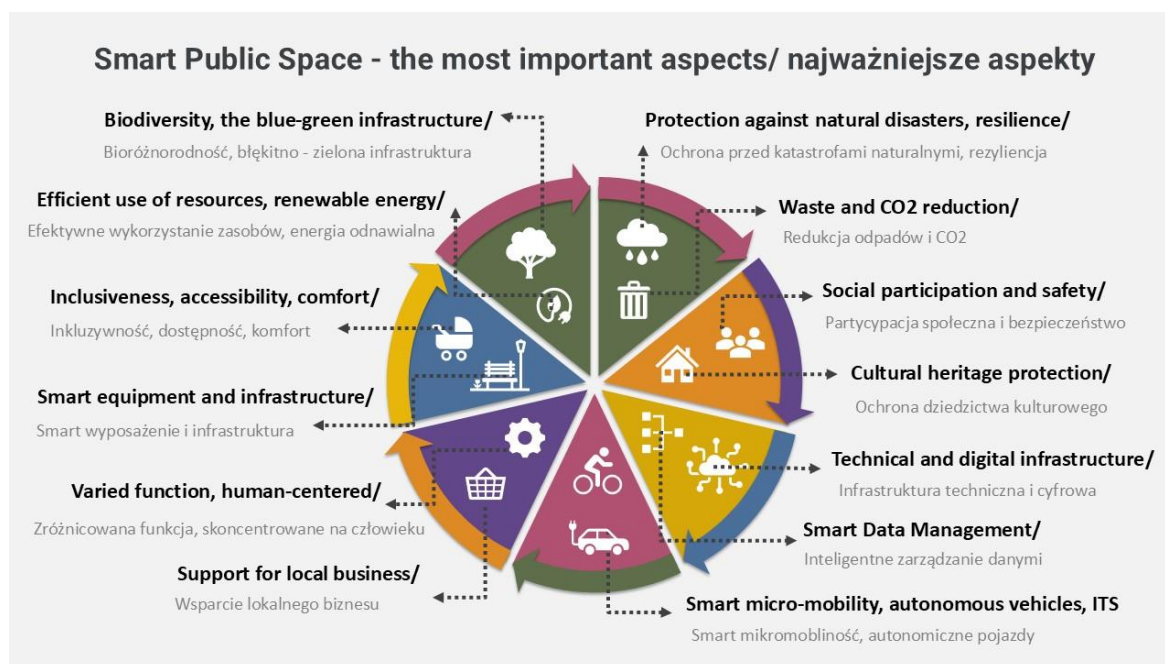


Fig. 4. Smart Public Space - the most critical aspects. Source: by author  
Diagram. 4. Smart Public Space najważniejsze aspekty. Źródło: autor

Smart public spaces are a new dimension of public spaces known to us, which can be improved based on proper monitoring and cooperation of stakeholders. Properly combining reasonable urban solutions and smart technologies is only possible with a humanistic approach to design, i.e., human-centered design, which aims to improve the quality of residents' lives and users.

## 5. SUMMARY

Smart public spaces are an innovative tool for improving the lives of residents, and with the development of digitalization, they are gaining support from users and local communities. Smart public spaces are complex, sustainable, resilient, and versatile solutions that can support the local economy, be quick answers to social problems, management challenges, and local environmental

threats, reduce traffic congestion, improve the efficiency of transport and use of natural resources, and even support climate change interventions. Renewable energy solutions, intelligent and autonomous transport, intelligent information, and communication technologies are essential. Other important issues related to Smart Public Spaces include social aspects, such as participation or placemaking. They allow for greater accessibility and better communication and understanding between the community, authorities, city services, people, and the space. Smart public spaces can support a healthy lifestyle, raise awareness and knowledge, improve the well-being of residents, and give them a contemporary sense of cooperation towards a common goal. This results from contributing to and actively engaging in sustainable development based on available data, e.g., by reducing pollution or the negative environmental impact. The examples examined include several solutions, such as, among others, protection of the natural environment, as well as essential amenities, elements of intelligent transport and mobility systems, energy technologies, and elements of the vision of the development strategy regarding adaptation to climate change. The article analyzes smart solutions that can be applied on a public space scale and compares them in a comparative comparison of various aspects. The research has shown the potential and, at the same time, the complexity and diversity of smart public space and has identified several solutions implemented worldwide. The current perspective opens up the possibility of continuing research in this area by introducing virtual reality, dynamic models, and 3D visualizations, enabling testing solutions in the form of simulations. The research topics align with many Polish cities' future operational goals, including generating innovation in the development strategy.

## **W KIERUNKU SMART PRZESTRZENI PUBLICZNEJ - PODEJŚCIE ARCHITEKTONICZNE: STUDIUM PRZYPADKU**

### **1. WPROWADZENIE**

Smart przestrzenie publiczne to często systemowe, innowacyjne rozwiązania wpisujące się w holistyczne podejście do gospodarki przestrzennej i rozwoju miast, które obejmują nie tylko aspekty technologiczne, ale też społeczne, gospodarcze, środowiskowe, czy kulturowe. Współczesny paradygmat „smart przestrzeni publicznej”, jako odpowiadającej zrównoważonemu rozwojowi i wpisującej się w założenia idei Smart City (Cohen, 2012; Di Carlo, 2013), łączy teorie wielu dyscyplin (Lombardi et al., 2011; Deakin M., 2013; Estevez et al.; 2016; Bibri, Krogstie, 2017; Bibri 2018; Karvonen, et al., 2020; Cohen, Karatzimas, 2022) planowania przestrzennego, ochrony środowiska, technologii internetowych, informacyjnych i komunikacyjnych, ekonomii, socjologii oraz urbanistyki. Istotą takiego rozwiązania urbanistycznego jest stworzenie dobrych warunków życiowych dla mieszkańców, ale przy ograniczonym do minimum wpływie na środowisko naturalne oraz poszanowaniu dziedzictwa kulturowego (Szymańska, 2023). Tworzenie rozwiązań typu „smart public space” to innowacyjne podejście do kształtowania wyposażonych w nowoczesne technologie „smart” współczesnych przestrzeni publicznych z odpowiednim udziałem usług i zieleni (Chatterjee, 2022). Założenie takie uwzględnia wykorzystanie technologii informacyjno – komunikacyjnych (ICT) w obszarze monitorowania, analizy, oceny i planowania miasta, co umożliwi inteligentne podejście do miejskich operacji, funkcji, usług i projektów (Kitchin, 2014; Shanghai Manual A Guide For Sustainable Urban Development In The 21st Century - 2022 Annual Report,; Piro et al, 2014; Glasmeier, Christopherson, 2015; 2016).

W aspekcie społecznym istotne są też miejsca integracji społecznej, wzajemnego wsparcia i tworzenia tożsamości wspólnoty oraz równy dostęp dla wszystkich mieszkańców bez względu na ich kondycję, okoliczności czy stopień zamożności. Komplementarnym elementem założeń smart przestrzeni publicznych w płaszczyźnie społecznej są: smart edukacja oraz różnorodna i rozwinięta infrastruktura społeczna. Obecne rozumienie pojęcia smart uwzględnia też poszanowanie dla dzie-

dzictwa oraz wzmacnianie tożsamości obszaru, adaptację zabytków, tworzenie nowej architektury unikalnej i wartościowej – będącej współczesną ikoną miejsca. Charakterystyczne dla tych założeń są znane od starożytności: właściwe planowanie przestrzenne, wysokiej jakości przestrzenie publiczne, czytelna struktura urbanistyczna i ład przestrzenny (Jacobs, 1961; Lynch, 1981; Campbell, 1996; Chmielewski 1996; Ostrowski, 1996; Gehl, 1987, 2010; Wheeler and Timothy, 2010). Rozwiązania smart znajdują się też w detalu urbanistycznym np.: smart śmietniki, przystanki czy ławki, które zbierają informacje oraz dostosowują usługi miejskie do potrzeb mieszkańców w danym okresie. Wśród wdrożonych rozwiązań pojawiają się też: punkty WiFi i ekrany LCD monitorujące ruch, a nawet siłownia, która pozwala na wytworzenie energii do doładowania telefonu. Uwzględnia się rozwiązania ukierunkowane na samowystarczalność energetyczną oraz tworzenie zielonej energii poprzez odnawialne źródła m.in. panele fotowoltaiczne czy pompy ciepła. Znaczącym elementem założeń są też magazynowanie energii i zabezpieczenie jej czasowego braku. Kolejnym aspektem ważnym w „smart public space” jest budowa infrastruktury technicznej i cyfrowej (Arup, 2010; Accenture, 2011; IBM, 2012): Big Data, aplikacje mobilne, usługi w chmurze, Internet rzeczy, zarządzanie infrastrukturą miejską z pomocą IoT. W ramach takiej sieci projektowane są sensory, które umożliwiają monitoring na wielu płaszczyznach: inteligentnych parkingów wskazujących wolne miejsca, systemu bezpieczeństwa, alarmowego, czujników zużycia wody i energii, sterowania oświetleniem i klimatyzacją oraz poziomu zanieczyszczenia powietrza, ciepła, klimatu miejskiego. Następnymi zagadnieniami stanowiącymi filar w założeniach „smart public space” to włączenie tych obszarów w inteligentne systemy transportowe (ITS), inteligentna mobilność oraz mikromobilność wraz z infrastrukturą rowerową. Taki transport powinien być bezemisyjny, efektywny, zindywidualizowany, łatwo dostępny, cichy, niezawodny i autonomiczny. W aspekcie środowiskowym smart przestrzenie publiczne uwzględniają szeroką gamę znanych z eko-miast i zagadnień błękitno – zielonej infrastruktury rozwiązań proekologicznych w różnej skali (; Hulicka, 2015; Janiszek, 2015; Gorgoń, Gocko-Gomoła, 2016; Januchta-Szostak, 2020), w tym: włączanie się w system przyrodniczy dzielnicy czy miasta, inteligentny system składowania odpadków, systemy przyrodnicze - ciągi powiązań terenów zieleni, szpalery drzew wzdłuż ulic, ogrody deszczowe, zbiorniki retencyjne, ogrody społecznościowe, farming miejski, zielone ściany, dachy, tarasy czy parkingi oraz dbałość o bioróżnorodność w każdej skali. Obejmują one nawet detale takie jak: łąki kwietne, strefy dzikiej przyrody, hotele dla owadów, budki lęgowe czy pszczelarnie miejskie.

W podejściu zorientowanym na ludzi smart przestrzenie publiczne, tak jak smart miasta mają na celu zmienić jakość życia społeczności w mieście oraz być odpowiedzią na indywidualne potrzeby (Neirotti et al., 2014; ) oraz uwzględniać społeczne relacje, bezpieczeństwo i właściwą infrastrukturę usługową (Lombardi et al, 2011; Aguilera et al., 2013; Lee et al., 2014; Belanche et al., 2016;). W ramach tych założeń najistotniejszym elementem jest nie nowoczesna technologia, ale człowiek któremu ona ma służyć oraz zrównoważony rozwój (Huckle, 1996; McManus, 1996; Molnar et al., 2001; Bibri, 2015). Mając powyższe na uwadze, w ramach niniejszych badań dokonano analizy porównawczej i pokazano potencjał wybranych, przykładowych europejskich smart przestrzeni publicznych o różnorodnej funkcjonalności, jako ważnych i znaczących dla zrównoważonego rozwoju miast form urbanistyki.

## 2. PROCES BADAWCZY

Proces badawczy (Diagram 1/ Fig1.) rozpoczęto m.in. od analizy literatury oraz dokonania kwerendy netograficznej. Zastosowano liczne metody badawcze: analizę zdjęć satelitarnych, planów lub dokumentów miejskich, analizę danych geoprzestrzennych, zbieranie i studiowanie literatury, następnie metodę porównawczą. Sporządzono diagram z analizą kluczowych komponentów procesu badawczego i tabelę porównawczą wybranych zbadanych przypadków. Analizowano smart przestrzenie publiczne pod kątem następujących aspektów: lokalizacja, odległość od centrum, dojazd, cechy i kontekst, powierzchnia, aspekt środowiskowy, elementy struktury urbanistycznej, smart wyposażenie, transport publiczny, mikromobilność, a następnie zidentyfikowano dobre praktyki lub zaistniałe problemy wdrożeniowe. Autorka świadomie posługuje się terminem smart przestrzenie publiczne, gdyż nie jest on tożsamy z polskim tłumaczeniem „inteligentne przestrzenie publiczne”. Wnioski przedstawiono jako przyszłe ogólne wytyczne dotyczące procesu rozwoju i przebudowy

istniejących przestrzeni publicznych w kierunku smart w kontekście zrównoważonego rozwoju, innowacyjnych technologii, adaptacji do zmian klimatu, aspektów społeczno – gospodarczych, w tym najlepszych praktyk związanych z inkluzywnością i efektywnym planowaniem przestrzennym oraz zarządzaniem i wykorzystaniem zasobów.

### 3. WYNIKI

W trakcie procedury badawczej celowo wyłoniono kilka odmiennych przykładów z pięciu krajów z różnych stron świata, w tym Australia, Zjednoczone Emiraty Arabskie, Wielka Brytania, Niemcy i Węgry. Podczas doboru starano się znaleźć przykłady na innym stopniu zaawansowania wdrożenia i o różnym rodzaju funkcjonalności, powierzchni. Dodatkowo wybrano przypadki z minimum trzech różnych kontynentów tak, aby umożliwiły one przekrojowe spojrzenie na kształtowanie tytułowych przestrzeni w odmiennym kontekście kulturowym i geograficznym. Niestety ograniczona objętość artykułu nie pozwala na prezentację szerszą niż pięć wybranych miejsc. Jednakże wstępnie wybrany zakres umożliwia kluczowe rozpoznanie tematu.

#### 3.1. Kompleks Queen Elizabeth Olympic Park, wschodni Londyn

Jednym z największych i posiadających najszerzy wachlarz różnych smart rozwiązań jest kompleks Queen Elizabeth Olympic Park otwarty na Igrzyska Olimpijskie 2012. Ma on 560 akrów i dużą różnorodność funkcji, w tym obiekty sportowe, zielen publiczną, ale też usługi, edukację, czy handel. Zielonymi przestrzeniami publicznymi są m.in.: The Podium, London Blossom Garden, 2012 Gardens, Great British Gardens, Mandeville Place, Agitos, Olimpic Rings, Tumbling Bay Playground, czy Timber Lodge (The London Legacy Development Corporation, b.d.). Tereny zieleni publicznej stanowią połączenie pomiędzy różnymi obiektami sportowymi i rekreacyjnymi, w tym: stadion, centrum sportów wodnych, boiska, hale, welodrom, welopark, centrum hokeja i tenisa. Całość kompleksu przecinają rzeki Lea i City Mill oraz liczne zbiorniki wodne. Obszar sąsiaduje z dzielnicą biznesową i kompleksem uniwersyteckim. Wśród zastosowanych w przestrzeniach publicznych rozwiązań znalazły się: nawierzchnie i sprzęty do ćwiczeń generujące energię, czujniki mikroklimatu i jakości powietrza, mikromobilność - stacje ładowania pojazdów elektrycznych, pojazdy autonomiczne w transporcie publicznym, inteligentne ławki, oświetlenie i kosze, parkometry zasilane energią słoneczną, interaktywne mapowanie parków online, stacje rowerowe IoT, rzeczywistość rozszerzona, dostęp do otwartych przestrzeni dla osób niewidomych za pośrednictwem technologii oraz Wi-Fi i inne sieci. Queen Elizabeth Olympic Park to również żywe laboratorium inteligentnej mobilności: Londyn (SMLL), połączona i autonomiczna mobilność (CAM), drony, zintegrowanie z transportem publicznym, w tym metro, pociąg i autobus oraz oprzyrządowane drogi z łącznością i urządzeniami monitorującymi (SMLL Limited, b.d.).

#### 3.2. Dzielnica Hafen City, Hamburg, Niemcy

Ciekawym europejskim, niemieckim przykładem jest dzielnica Hafen City w zrewitalizowanym dawnym obszarze portowym Hamburga, który znajduje się na szczycie indeksu Smart City Index 2023 (IMD Smart City Index 2023). Hafen City jest obecnie największym trwającym w Europie programem rewitalizacji oraz planowania miast w duchu projektowania bioklimatycznego. Założenie obejmuje obszary nowo utworzonej dzielnicy śródmiejskiej o wielu funkcjach: mieszkalnej, usługowej, rekreacyjnej i handlowej. Inwestycja Hafen City wpisuje się w Hamburg Climate Action Plan – oficjalną politykę klimatyczną miasta. Obszary przyległe do basenów portowych rzeki Łaby zawierają: parki, promenady nadbrzeżne portowe, place np. Dar es Salaam czy Amerigo Vespucci i ulice np. Am Lohsepark – bulwar rowerowy czy zielony bulwar Osakaallee. Innowacyjne jest główne założenie inwestycji będącej jedną z wiodących w Europie w zakresie zrównoważonego rozwoju i zwiększania bioróżnorodności oraz jakości życia mieszkańców (Sepe, 2017). Problemowym aspektem okazała się ochrona przed powodzią, przed działaniem pływów, czy fal zalewowych przy jednoczesnym udostępnieniu terenów nadbrzeżnych i zielonych mieszkańcom oraz otwarcie miasta na wodę. Strategia ochrony przeciwpowodziowej uwzględnia przestrzeń dla wody i nie ogranicza jej, a dwie trzecie nowych przestrzeni publicznych zgodnie z projektem nadaje się do zalania. W komunikacji elementem centralnym staje się inteligentny port, a poza tym rozwinięta



mikromobilność wraz z infrastrukturą i zintegrowanie z transportem publicznym. W dzielnicy przewidziane jest inteligentne zarządzanie ruchem oraz zależnym od zmiernych oświetleniem ulicznym i inteligentne kosze na śmieci. Wysoka jest liczba punktów szybkiego ładowania prywatnych samochodów elektrycznych i dostępne inteligentne parkingi, a powszechne są projekty mające na celu ograniczenie transportu indywidualnego jak car sharing. Inteligentne rozwiązania transportowe wpisują się w „Strategię ITS”, a są nimi m.in. autonomiczny minibus HEAT w hamburskim HafenCity, prognozy ruchu drogowego dla rowerzystów w czasie rzeczywistym i medyczny transport lotniczy za pomocą drona (Smart City Hamburg, 2022). W dzielnicy zastosowane zostały rozwiązania w zakresie energii słonecznej i geotermalnej oraz inteligentne systemy zarządzania energią.

### 3.3. Smart przestrzenie publiczne w Masdar City, ZEA

W Zjednoczonych Emiratach Arabskich w ramach całościowej wizji innowacyjnego miasta przyszłości powstały nowe smart przestrzenie publiczne (Cugurullo, Ponzini, 2018) jak Central Park, Masdar Park, Al Masdar Park, (Masdar City, 2024r.), czy Plac Miejski Masdar w mieście Masdar, w Abu Zabi. Cechami charakterystycznymi tych miejsc jest wpisanie w założenia ideowe i technologiczne miasta, czyli technologie ICT dla poprawy jakości życia i wydajności usług, zero emisyjność, zasilanie z energii odnawialnej, w tym 10-megawatowa elektrownia fotowoltaiczna, bezodpadowość i całkowite wyłączenie z ruchu kołowego. Interesujący jest fakt, że architektura otaczająca budowana zgodnie ze standardami LEED nie przekracza kilku kondygnacji, co nadaje bardziej kameralny charakter, a brak ruchu kołowego umożliwia ciszę w obszarach śródmiejskich. W Masdar City Square place wewnętrzne i amfiteatralny kształtowane są na planach falistych, w sposób naturalnie umożliwiający chłodzące przewietrzanie i ochronę przed burzą piaskową. W urbanistyce tradycyjnej dla krajów południowych przestrzenie miejskie są tu zacienione poprzez bliską odległość budynków i ich właściwe usytuowanie (Masdar City Square A Gateway to Opportunities – broszura 2022). Central Park jest symbolem i odzwierciedleniem zaangażowania Masdaru w wiedzę na temat energii odnawialnej i zrównoważonego rozwoju, co za tym idzie jest zgodny z zasadami przewodnimi określonymi w Low Carbon Design and Regulations (LCDR) (Central Park at Masdar City, b.d.). Wśród rozwiązań pojawiają się wieże deszczowe do zbierania wody oraz panele słoneczne z funkcją zacieniania. Przestrzenie otoczone są Net Zero budynkami, dużymi powierzchniami fotowoltaicznymi, urządzeniami do redukcji zużycia wody zewnętrznej oraz monitoringu zużycia zasobów, materiałami solar reflective i lokalnego pochodzenia. Interesującym wzorowanym na tradycyjnych perskich rozwiązaniach, nowym elementem w przestrzeni Central Park jest wieża wiatrowa, która umożliwia schładzanie miasta i odzyskiwanie wody z powietrza (Baum D., 2013, Inside The World's Most Ambitious Eco-City). W transporcie publicznym pojawiają bezobsługowe autonomiczne pojazdy zasilane energią słoneczną PRT (Personal Rapid Transport), które poruszają się po torach magnetycznych. Masdar Park liczący 2 500 m<sup>2</sup> tak, jak inne przestrzenie publiczne wyposażony jest w punkty gastronomiczne, plac zabaw, obiekty sportowe i małą architekturę zasilaną solarnie np. ławki, punkty sprzedaży, w tym Internet 4G, ładowarki mobilne, oświetlenie LED, instalacje interaktywne. W Al Masdar Park znajdują się kurtyny wodne i inne urządzenia poprawiające komfort użytkowników w związku z klimatem. Jednakże według Kherdeen przestrzenie Masdar w porównaniu z typowymi historycznymi arabskimi miastami, jak Kair nie mają „semi-private spaces”, które pojawiają się, kiedy ulice są prowadzone bardziej organicznie, a część z nich jest ślepo zakończona (Kherdeen M.R., 2016). Wyzwaniem też jest dalszy rozwój ekologicznego transportu publicznego, gdyż w obecnej fazie obsługuje on jedynie wybrane trasy (Olejniczak, 2023).

### 3.4. Park Wellington Square, Perth, Australia

Przykładem znajdującym się w ścisłym centrum i jedynie około 1 kilometra do miejskiego ratusza miasta Perth w Australii, jest zmodernizowany w 2021 roku park Moort-ak Waadiny / Wellington Square z wielopokoleniowym ogromnym placem zabaw Moort-ak Waadiny o powierzchni 3000 m<sup>2</sup>. Park ma podwójną nazwę z uwagi na szacunek do dziedzictwa kulturowego aborygenów. W ramach terenu zieleni znalazły się przestrzenie eventowe w różnej skali, wodny plac zabaw, skate park, parkour pumptrack, ścianka wspinaczkowa, tramapoliny oraz wielofunkcyjne boiska sportowe zaprojektowane w porozumieniu z pobliskimi szkołami i klubami sportowymi (City of Perth, b.d.).

W ramach parku rozmieszczono czujniki aktywności pieszych, inteligentne oświetlenie czy kosze na śmieci, które sygnalizują przepełnienie. W centrum miasta znajdują się inteligentne przystanki autobusowe, a energię uzyskuje się z eksploatacji obecnie trzech systemów fotowoltaicznych. Jak zostało to opisane na Portalu City of Perth: „*Zrozumienie aktywności pieszych wspiera planowanie miejskie, wydarzenia publiczne, decyzje dotyczące inwestycji biznesowych i aktywizację przestrzeni publicznych.*” (City of Perth, op.cit.) Dostępne jest bezpłatne publiczne Wifi, a jakość powietrza, efektywność energetyczna budynków i gospodarowania wodą jest stale monitorowana. Dane z miejskich stacji pogodowych są wykorzystywane do dostosowania miejskiego systemu inteligentnego sterowania nawadnianiem. Możliwe jest też zaangażowanie mieszkańców w sygnalizowanie problemów w ramach aplikacji. Modernizacja parku pozwoliła na znaczącą poprawę bezpieczeństwa oraz sprawiła, że park jest na nowo użytkowany przez mieszkańców.

### 3.5. Promenada nadbrzeżna Dunaju, Budapeszt

Innym bliższym geograficznie Polsce przykładem jest promenada nad rzeką i rewitalizacja nadbrzeży Dunaju w Budapeszcie, która jest przeprowadzana w fazach. Głównym zadaniem smart projektowania urbanistycznego jest zwiększenie terenów zieleni poprzez alternatywne rozwiązania, zwrócenie miasta ku rzece – koegzystencja z Dunajem i efektywne wykorzystanie potencjału oraz udogodnień (SMART BUDAPEST The Smart City Vision of Budapest, 2017). Zwiększono zatem dostępność nadbrzeża dla pieszych, możliwości rekreacji, usług kulturalnych, rozrywki i gastronomii oraz pojemność portową. Jednocześnie mając na uwadze zagrożenie powodziowe dla obszarów mieszkalnych. Wśród rozwiązań wdrażane są: smart meble (ryc.2.), smart urządzenia związane z gospodarowaniem odpadkami, smart mobilność (ryc.3.), smart utrzymanie terenów zieleni, sterowanie oświetleniem oraz monitorowanie bezpieczeństwa.

## 4. DYSKUSJA

Problematyka smart public spaces, jako podejścia innowacyjnego do holistycznego projektowania, ukazuje system powiązanych ze sobą czynników, gdzie human – centered design nabiera nowego również technologicznego znaczenia. W omawianych przypadkach nowoczesne rozwiązania techniczne są jednym z wielu wymiarów dobrze zaplanowanej przestrzeni miejskiej, a dbałość o jakość, funkcjonalność i estetykę są nadal fundamentalne w urbanistycznym podejściu projektowym. Wiele dotychczasowych badań naukowych ukazuje kontekst szerszy i obejmujący tematykę smart city w skali miasta lub dzielnicy. W literaturze światowej badania naukowe poświęcone skali urbanistycznej związanej z przestrzenią publiczną właściwie nie istnieją, a jeśli są, to dotyczą głównie aspektów związanych z infrastrukturą techniczną i cyfrową. Z uwagi, że jest to dość nowa tematyka, to najbardziej aktualnych informacji dostarczają m.in. raporty specjalistyczne, portale internetowe samorządowe, deweloperskie czy administracyjne opisujące nowe inwestycje lub bezpośrednio wdrożone narzędzia mobilne. Nie istnieją też opracowania obejmujące zestawienie porównawcze różnych przestrzeni publicznych w tych samych kategoriach. Niniejsze opracowanie ukazuje zagadnienie smart public spaces przez pryzmat kontekstu urbanistycznego i przestrzennego na tle zrównoważonego rozwoju, jako proces curkularny, gdzie poszczególne aspekty są od siebie zależne i wzajemnie na siebie wpływają.

### 4.1. Wyniki w kontekście innych badań

Przewodnik stworzony przez organizację Transport dla Nowej Południowej Walii [tłum autora] (NSW Smart Public Spaces Guide, 2023) zawiera stwierdzenie, że smart przestrzenie publiczne powinny w pozytywny sposób odpowiadać na potrzeby użytkowników zawarte w następujących pytaniach: 1. Czy mogę łatwo dostać się do tej przestrzeni? 2. Czy jestem w stanie zaangażować się i bawić w niej? 3. Czy jestem w stanie się połączyć i integrować w niej? 4. Czy jestem w stanie zostać w niej na dłużej? Badane smart przestrzenie publiczne są w przeważającej większości twierdzącą odpowiedzią na powyższe pytania. Składa się na to wiele elementów skategoryzowanych w następujący sposób: komunikacja, inkluzywność i dostępność, zaangażowanie użytkowników, rezyliencja i efektywność, zarządzanie i konserwacja wyposażeniem i infrastrukturą, zdrowie i wellbeing oraz aktywność gospodarcza. Wytyczne zawarte we wspomnianym przewodniku obejmują

mują: 1. Współczesny humanizm, a zatem postawienie człowieka w centrum poprzez opieranie projektowania na zaangażowaniu, zaufaniu i komunikacji; 2. Komunikacja pomiędzy interesariuszami jako kluczowy element we wszystkich fazach kompleksowych inwestycji; 3. Projektowanie z dostosowaniem nowych technologii do komfortu użytkowników; 4. Współpraca różnych interesariuszy. Spora część z powyższych wytycznych ma swój wymiar architektoniczny lub urbanistyczny (Tab.1.) m.in. w postaci: innego zagospodarowania przestrzeni, wielofunkcyjnych smart słupów, smart mebli czy innych elementów infrastruktury (Bašová, Štefancová, 2017, Lee, 2021), jak smart wiaty przystankowe bądź smart stacje wypożyczania pojazdów aż po mikromobilność miejską.

#### 4.2. Porównanie badanych przypadków

Z uwagi na ograniczoną objętość publikacji przedstawiono jedynie studium pięciu przypadków. Odmienne warunki geograficzne pozwalają jednak na określenie podstawowych cech podobieństwa otwierając przestrzeń do dalszej dyskusji. Ogólne wspólne cechy smart public space nakreślone w wynikach badań to:

- Zlokalizowane są zazwyczaj w centrach dużych miast metropolii bądź centrach nowopowstałych dzielnic innowacji lub zrewitalizowanych obszarach funkcjonujących jako cały kompleks;
- Posiadają smart wyposażenie, smart meble, smart urządzenia oraz infrastrukturę technologiczną i cyfrową;
- Posiadają systemy mające na celu efektywne wykorzystanie zasobów i korzystanie z energii odnawialnej, ograniczenie odpadów i emisji CO<sub>2</sub>;
- Dostarczają różnorodny wachlarz funkcji dostosowanych do różnych grup społecznych oraz potrzeb biernego i czynnego spędzania czasu wraz z komercyjnymi usługami;
- Umożliwiają wirtualną partycypację społeczną, angażują mieszkańców, uwzględniają ich bezpieczeństwo, komfort, dostępność i inkluzywność. Są przestrzeniami publicznymi w pełnym znaczeniu dostępności niezależnie od tego, czy inwestor był prywatny czy publiczny;
- Uwzględniają mikromobilność, transport autonomiczny lub wręcz włączenie w ITS;
- Wzmacniają tożsamość lokalną i chronią dziedzictwo;
- Wspierają lokalną przedsiębiorczość i inicjatywy społeczne;
- Uwzględniają adaptację do zmian klimatu i rezyliencję;
- Są bardziej efektywne w sytuacji, kiedy są włączone w całą sieć, która umożliwi wykorzystywanie danych i zarządzanie nimi minimum w skali dzielnicy;
- Użytkownicy poprzez technologię cyfrową mogą angażować się i większym zakresie korzystać z pełnej funkcjonalności. Dostarczają też informacji na temat sposobu i natężenia w użytkowaniu;
- Technologia ma monitorować zanieczyszczenie powietrza i czynniki atmosferyczne, aby ochronić ludność przed niebezpieczeństwami i narażeniem na ekstremalne warunki pogodowe;
- Właściwe funkcjonowanie smart przestrzeni publicznych w szerszej skali wymaga odpowiednich ram formalno – prawnych oraz edukacji, która umożliwi mieszkańcom właściwe korzystanie;

Elementem różniącym jest inny stopień wdrożenia (np. w Budapeszcie jest to początkowa faza), powierzchnia badanej przestrzeni oraz różna skala zastosowań technologii smart. Nieco inna jest też funkcja przestrzeni - przykład z Londynu opisuje miejsca związane głównie ze sportem i rekreacją o bardzo dużej powierzchni i stanowiące kompleks w zrewitalizowanej dzielnicy na obrzeżach miasta. Przykład z Masdar City jest w pełni nową przestrzenią, w całkowicie nowej tkance urbanistycznej, co wyraźnie różni ją od pozostałych. Pomimo przewidywanych w przyszłości bardzo nowoczesnych i autonomicznych rozwiązań transportowych, występuje tam na ten moment niewystarczająca obsługa komunikacją publiczną (Olejniczak, 2023). Na ogromne uznanie natomiast zasługuje nawiązanie do tradycyjnych rozwiązań oraz stylistyki architektonicznej, co przy wysokim wyspecjalizowaniu w infrastrukturę technologiczną jest ważne w budowaniu tożsamości miejsca i nawiązaniu do dziedzictwa kulturowego. Cechą wspólną Promenady Naddunajskiej i wielu przestrzeni publicznych Hafen City jest ich bezpośrednie sąsiedztwo licznej zabudowy mieszkaniowej

i wielofunkcyjnej, co ma ważne znaczenie w codziennej komunikacji pieszej i rowerowej mieszkańców, ale też odwiedzających miasto. Zauważalne podobieństwo pomiędzy przykładem z Hafen City i kompleksem Queen Elizabeth Olympic Park jest ogromny nacisk na zwiększenie bioróżnorodności z uwagi na rewitalizacyjny charakter. Natomiast monitoring warunków atmosferycznych widoczny jest tam, gdzie występuje, nieco różnie dla omawianych przykładów, zagrożenie gwałtownymi zjawiskami atmosferycznymi bądź cyklicznymi zagrożeniami czynnikami naturalnymi np. pływy, powódź czy burza piaskowa. Wówczas smart przestrzenie publiczne są wyposażone w smart technologie zarówno w zakresie sposobu budowy, zagospodarowania urbanistycznego, jak też monitoringu z wykorzystaniem sensorów.

### 4.3. Najważniejsze aspekty w projektowaniu smart public spaces

Centra miast czy dzielnice intensywnie zurbanizowane są też licznie użytkowane i eksploatowane, ale też zazwyczaj najbardziej w tych przestrzeniach widoczne są problemy czy patologie społeczne, w przeciwdziałaniu którym technologia powinna być pomocna. Są to też obszary, gdzie najważniejsze aspekty w projektowaniu smart public spaces (Fig.4.), w tym zagadnienia związane ze zrównoważonym rozwojem, rezyliencją czy adaptacją do zmian klimatu, stają się dużym wyzwaniem z uwagi m.in. na ograniczenie terenów zieleni miejskiej, wielkość powierzchni utwardzonych i zabudowanych oraz zagrożenia związane z gwałtownymi zjawiskami atmosferycznymi np. huragany, błyskawiczne powodzie, burze piaskowe czy nawalne deszcze.

Smart przestrzenie publiczne to nowy wymiar znanych nam przestrzeni publicznych, które mogą być udoskonalane w oparciu o właściwy monitoring i wzajemną współpracę interesariuszy. Właściwe połączenie dobrych rozwiązań urbanistycznych oraz smart technologii jest możliwe jedynie przy humanistycznym podejściu do projektowania czyli human - centered design, gdzie celem jest poprawa jakości życia mieszkańców i użytkowników.

## 5. PODSUMOWANIE

Koncepcje typu smart public space stanowią innowacyjne narzędzie poprawy życia mieszkańców, a wraz z rozwojem cyfryzacji zyskują na poparciu użytkowników i społeczności lokalnych. Smart public spaces to złożone, zrównoważone, rezylienne i wszechstronne rozwiązania, które mogą wspierać lokalną gospodarkę, być szybkimi odpowiedziami na problemy społeczne, wyzwania związane z zarządzaniem i lokalnymi zagrożeniami dla środowiska, ale też zmniejszać zatępienie dróg, poprawiać efektywność transportu i wykorzystania zasobów naturalnych, a nawet wspierać interwencje w zakresie zmian klimatu. Ważną rolę odgrywają rozwiązania w zakresie energii odnawialnej, inteligentny i autonomiczny transport, inteligentne technologie informacyjno-komunikacyjne. Inne istotne kwestie związane ze Smart Przestrzeniami Publicznymi obejmują również aspekty społeczne, takie jak partycypacja czy placemaking. Pozwalają one na większą dostępność i lepszą komunikację oraz zrozumienie nie tylko między społecznością, władzami i służbami miejskimi, ale także między ludźmi a przestrzenią. Smart public spaces mogą wspomagać zdrowy styl życia, podnosić świadomość i wiedzę oraz poprawiać samopoczucie mieszkańców, a także dawać im współczesne poczucie współpracy na rzecz wspólnego celu. Wynika to z wnoszenia wkładu i aktywnego angażowania się w zrównoważony rozwój na podstawie dostępnych danych np. zmniejszając zanieczyszczenie lub obniżając negatywny wpływ na środowisko. Zbadane przykłady obejmują szereg rozwiązań, takich jak m.in. ochrona środowiska naturalnego, a także podstawowych udogodnień, elementy inteligentnych systemów transportowych i mobilności, technologie energetyczne, a także elementy wizji strategii rozwoju dotyczącej adaptacji do zmian klimatycznych. W artykule zaprezentowano analizę rozwiązań typu smart możliwych do zastosowania w skali przestrzeni publicznej oraz umieszczono je w zestawieniu porównawczym różnych aspektów. Badania wykazały potencjał, a zarazem złożoność i różnorodność smart public space oraz wyłoniły szereg wdrożonych na świecie rozwiązań. Obecna perspektywa otwiera przyszłą możliwość kontynuacji badań w tym obszarze z wprowadzeniem wirtualnej rzeczywistości, dynamicznych modeli oraz wizualizacji 3D, które umożliwiłyby testowanie rozwiązań w formie symulacji.

Tematyka badań wpisuje się w przyszłe cele operacyjne wielu polskich miast m.in. generowania innowacji w strategii rozwoju.

## BIBLIOGRAPHY

- Abusaada, H., & Elshater, A. (2021). Competitiveness, distinctiveness, and singularity in urban design: A systematic review and framework for smart cities. *Sustainable cities and society*, 68, 102782.
- Accenture, (2011), *Smart mobile cities: opportunities for mobile operators to deliver intelligent cities*.
- Aguilera G., Galan J.L., Campos J.C., Rodríguez P., (2013). An accelerated-time simulation for traffic flow in a smart city, *FEMTEC*, p. 26.
- Arup, (2010). *Smart cities: Transforming the 21st-century city via the creative use of technology*. Arup.
- Atzori L., Iera A., Morabito G., (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54, 2787–2805.
- Bašová, S., Štefancová, L. (2017). Creative and smart public spaces. *International Journal of Liberal Arts and Social Science*, 5(1), 17-33.
- Baum D., 2013, *INSIDE THE WORLD'S MOST AMBITIOUS ECO-CITY*, dostęp 12.09.24r., URL: [Inside The World's Most Ambitious Eco-City \(popsoci.com\)](http://InsideTheWorldsMostAmbitiousEco-City(popsoci.com))
- Belanche D., L. Casaló, C. Orús, (2016). City attachment and use of urban services: Benefits for smart cities, *Cities*, 50 (2016), pp. 75-81.
- Bibri S. E., (2015). The shaping of Ambient Intelligence and the Internet of Things: Historico-epistemic, socio-cultural, politico-institutional and eco-environmental dimensions, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Bibri S. E., (2018). *Smart sustainable cities of the future*. Springer Berlin Heidelberg.
- Bibri S. E., Krogstie J., (2017). *Smart sustainable cities of the future: An extensive interdisciplinary literature review*. *Sustainable cities and society*, 31, 183-212.
- Campbell S., (1996). Green cities, growing cities, just cities? Urban planning and the contradictions of sustainable development, *Journal of the American Planning Association*, 62 (3) (1996), pp. 296–312.
- Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P., (2011), *Smart cities in Europe*. *Journal of Urban Technology*, 18, 2: 65–82. doi: 10.1080/10630732.2011.601117.
- Central Park at Masdar City, b.d., Icon, dostęp 12.09.24r., URL: [Central Park at Masdar City - ICON \(iconspaces.com\)](http://CentralParkatMasdarCity-ICON(iconspaces.com))
- Chatterjee, U., Biswas, A., Mukherjee, J., & Majumdar, S. (Eds.). (2022). *Advances in Urbanism, Smart Cities, and Sustainability*. CRC Press.
- Chmielewski J. M., (1996), *Teoria urbanistyki: wybrane zagadnienia*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Cities in Motion Index, (2020), IESE Business School University of Navarra, ST-0542-E.pdf (iese.edu).
- City of Perth, b.d., *Smart Cities*, dostęp 12.09.24r., URL: [Smart Cities | City of Perth](http://SmartCities|CityofPerth)
- Cohen B., (2012). *Fast Company, The Top 10 Smart Cities On The Planet (The Top 10 Smart Cities On The Planet - Fast Company)* dostęp: 13.09.2024).
- Cohen, S., Karatzimas, S. (2022). Analyzing smart cities' reporting: do they report "smart"? *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 34(5), 602-621.
- Cugurullo, F., Ponzini, D., (2018). The transnational smart city as urban eco-modernisation: the case of Masdar City in Abu Dhabi. In *Inside Smart Cities* (pp. 149–162). Routledge
- De Sousa, (2001). Contaminated sites management: the Canadian situation in international context, *Journal of Environmental Management*, 62 (2) pp. 131–154.
- Deakin, M. (red.). (2013), *Smart Cities: Governing, Modelling and Analyzing the Transition* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203076224>
- Di Carlo C., (2013). *Smart City: an assessment model*. Italian Ministry of Economic Development Department of Communications.
- Estevez E., Lopes N., Janowski T., (2016). *Smart sustainable cities: Reconnaissance study*.
- Gehl J., (1987). *Life Between Buildings: Using Public Space*, translated by Jo Koch, Van Nostrand Reinhold, New York.



- Gehl J., (2010). *Cities for People*, Island Press, Washington DC.
- Glasmeier A., Christopherson S., (2015). Thinking about smart cities. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8: 3–12. Oxford University Press. doi: 101093/cjres/rsu034.
- Gorgoń, J., Gocko-Gomoła, K., (2016), Woda w mieście jako czynnik wzmacniający jego odporność na zmiany klimatu, *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach*.
- Huckle, J., (1996). Realizing sustainability in changing Times, J. Huckle, St. Sterling (Eds.), *Education for sustainability*, Earthscan, London.
- Hulicka, A., (2015), Miasto zielone–miasto zrównoważone. Sposoby kształtowania miejskich terenów zieleni w nawiązaniu do idei Green City. *Prace Geograficzne* 141: 73-85.
- IBM, (2012). *Smarter Cities – Creating opportunities through leadership and innovation*.
- IMD Smart City Index Report (2023). IMD World Competitiveness Centre, data dostępu: 13.09.2024, URL: [IMD Smart City Index Report 2023 \(cld.bz\)](https://www.imd.com/Smart-City-Index-Report-2023)
- Jacobs, J., (1961). *The death and life of great American cities*, Random House, New York.
- Janiszek, M., (2015), Zielona Infrastruktura Jako Koncepcja Rozwoju Współczesnego Miasta, *Studia Miejskie* 19: 99-108. Sieć.
- Januchta-Szostak, A., (2020), Błękitno-zielona infrastruktura jako narzędzie adaptacji miast do zmian klimatu i zagospodarowania wód opadowych. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Architektura, Urbanistyka, Architektura Wnętrz*.
- Karvonen, A., Cook, M., Haarstad, H. (2020). Urban planning and the smart city: Projects, practices and politics. *Urban Planning*, 5(1), 65–68. Kherdeen, R. (2016). *Masdar City: Oriental city of the twenty-first century*. New York University.
- Kitchin R., (2014). The Real-Time City? Big Data and Smart Urbanism. *GeoJournal*, 79: pp. 1–14. doi: 10.2139/ssrn.2289141
- Lee, J. (2021). Smart city in urban design. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 12(4), 380–393.
- Lee, J.H., M.G. Hancock, M.-C. Hu, (2014), Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco, *Technological Forecasting and Social Change*, 89, pp. 80–99.
- Lombardi, P., Giordano, S., Caragliu, A., Del Bo, C., Deakin, M., Nijkamp, P., Kourtit, K., (2011). An advanced triple–helix network model for smart cities performance, *Vrije Universiteit Amsterdam, Research Memorandum 2011–2045*.
- Lynch, K., (1981). *A theory of good city form*, MIT Press, Cambridge, MA
- MASDAR CITY, (2024), data dostępu 11/09/2024r., URL: [Masdar City Parks, Attractions & Recreational venues | Masdar City](https://www.masdar.gov.ae/en/attractions-recreation)
- McManus, P., (1996). Contested terrains: Politics, stories and discourses of sustainability, *Environmental Politics*, 5, pp. 48–73.
- Molnar, D., A.J. Morgan, D.V.J. Bell, (2001). Defining sustainability, sustainable development and sustainable communities, Working paper, Sustainable Toronto Project, University of Toronto.
- Neirotti, P., A. De Marco, A.C. Cagliano, G. Mangano, F. Scorrano, (2014). Current trends in smart city initiatives – some stylized facts, *Cities*, 38, pp. 25-36.
- NSW Smart Public Spaces Guide, 2023, Transport for NSW, data dostępu 11/09/2024r., URL: [NSW Smart Public Spaces Guide](https://www.transport.nsw.gov.au/transport-public-spaces)
- Olejniczak K., (2023), Tak wygląda zeroemisyjne miasto. Energię czerpie ze słońca, a wodę robi z powietrza, [PORTAL SAMORZĄDOWY.PL](https://portalsamorzadowy.pl), data dostępu 11/09/2024r., URL: [Tak wygląda zeroemisyjne miasto. Energię czerpie ze słońca, a wodę robi z powietrza \(portalsamorzadowy.pl\)](https://portalsamorzadowy.pl)
- Ostrowski, W., (1996), *Wprowadzenie do historii budowy miast: ludzie i środowisko*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
- Piro, G., I. Cianci, L.A. Grieco, G. Boggia, P. Camarda, (2014). Information centric services in smart cities, *The Journal of Systems and Software*, 88, pp. 169-188.
- Sepe, M. (2017). Placemaking, livability and public spaces. Achieving sustainability through happy places. *The Journal of Public Space*, 2(4), 63–76.
- Shanghai Manual A Guide For Sustainable Urban Development In The 21st Century - 2022 Annual Report, UN-Habitat Bureau International des Expositions Shanghai Municipal People's Government Supported

by Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, data dostępu: 13.09.2024, URL: shanghai\_manual\_compressed.pdf (unhabitat.org)

SMART BUDAPEST The Smart City Vision of Budapest, 2017, data dostępu 11/09/2024r., URL: Smart\_Budapest\_summary\_ENG.pdf

SMART CITY HAMBURG, 2022, data dostępu 11/09/2024r., URL: Smart City Hamburg - Topos Magazine

SMLL Limited, b.d., Smart Mobility Living Lab: London, data dostępu 11/09/2024r., URL: Smart Mobility Living Lab: London

Szymańska, D., (2023), Inteligentne miasta, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa

The London Legacy Development Corporation, b.d. Map of Queen Elizabeth Olympic Park, data dostępu 11/09/2024r. URL: Map of Queen Elizabeth Olympic Park | Queen Elizabeth Olympic Park

Wheeler, S.M., B. Timothy (Eds.), (2010), The sustainable urban development reader, Routledge, London, New York.

## FINANSOWANIE/ RESEARCH GRANT FUNDING

Autorka uzyskała finansowanie na badania w ramach grantu Rady Naukowej Dyscypliny Architektura i Urbanistyka. Politechniki Warszawskiej nr. AiU PSP 504/04832/1060/43.012301

The author obtained funding for the research under a grant from the Scientific Council of the Architecture and Urban Planning Discipline of the Warsaw University of Technology, No. AiU PSP 504/04832/1060/43.012301

## AUTHOR'S NOTE

The assistant professor at the Department of Spatial Planning and Environmental Sciences, Faculty of Geodesy and Cartography, Warsaw University of Technology (Poland). She is an architect, urban designer, and member of SARP and TUP. She specializes in architectural and urban design. Her research interests include resilient and smart cities, urban renewal, and design of public spaces.

## O AUTORZE

Jest adiunktem w Zakładzie Gospodarki Przestrzennej i Nauk o Środowisku Przyrodniczym, Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Jest architektką i urbanistką oraz członkinią SARP i TUP. Specjalizuje się w projektowaniu architektonicznym i urbanistycznym. Jej zainteresowania badawcze obejmują miasta odporne i inteligentne, odnowę miejską i projektowanie przestrzeni publicznych.

Contact | Kontakt: ewa.bidzinska@pw.edu.pl