



DOI: 10.21005/pif.2023.56.C-09

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF INCREASING THE BIOLOGICALLY ACTIVE SPACE IN THE HIGHLY URBANIZED BUILT-UP AREA: A CASE STUDY OF THE "NIEBUSZEWO-BOLINKO" DISTRICT OF THE CITY OF SZCZECIN

OCENA MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA PRZESTRZENI BIOLOGICZNIE CZYNNEJ W ZABUDOWIE NA TERENACH SILNIE ZURBANIZOWANYCH NA PRZYKŁADZIE DZIELNICY „NIEBUSZEWO-BOLINKO” MIASTA SZCZECINA

Jarosław Piesik

mgr inż. arch.

Author's Orcid number: 0000-0001-7851-8748

Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra, Polska
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska
Instytut Architektury i Urbanistyki

ABSTRACT

The Paris Agreement sets a goal of reducing air pollution emissions by 55% by 2030 compared to the 1990 levels. One way to achieve this is by increasing the biologically active areas in cities, where there is limited space. This article explores the possibility of using the vertical space on the walls of buildings, such as a housing estate in Szczecin, by planting vines. It also tries to determine the size of the area that can be used, which will result in an increase in the biologically active areas of cities.

Key words: Biologically active area, revitalization, vertical greenery.

STRESZCZENIE

Zgodnie z Porozumieniami Paryskimi należy do 2030 r. ograniczyć emisje zanieczyszczeń powietrza o 55% w porównaniu do poziomu z roku 1990. Jedną z możliwych metod oczyszczenia środowiska jest zwiększenie powierzchni biologicznie czynnych w mieście na które jednak brak jest przestrzeni. Autor w artykule na przykładzie osiedla Szczecina odpowiada na pytanie: czy istnieje wertykalna przestrzeń na ścianach budynków możliwa pod adaptację przez pnącza. Podejmuje także próbę określenia jej wielkości, co bezpośrednio przełoży się na zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej miast.

Słowa kluczowe: Powierzchnia biologicznie czynna, rewitalizacja, zieleń wertykalna.

1. INTRODUCTION

Currently, as a result of the Paris Agreement and other environmental regulations of the European Union, efforts are being made to increase the biologically active areas, especially in large sized cities, which has a significant impact on air quality and the reduction of the greenhouse effect (UN-FCCC 2019).

Despite the attempts made by planners to stop the expansion of the urban fabric and increase the biologically active areas, there is still a lack of potential space in city centers that can be used for green space and recreational areas (szpura 2021).

Currently, there are no plans for expanding green areas in the city centers where, due to limited space.

At the cities, apart from areas intended for open green areas (parks, gardens, squares, recreational areas), there is also a vertical space in the form of walls that are often aesthetically unattractive, which can be used for planting climbing plants and intended for a biologically active surface.

The article aims to demonstrate whether it is possible to increase the biologically active area in highly urbanized buildings by using the existing walls, and if so, to calculate the possible biologically active area for the installation of green walls in an example part of the city – the Niebuszewo-Bolinko housing estate in Szczecin.

1.1. Biologically active areas in the city

The living space of people in large sized cities has been degraded and remains misused to this day. City dwellers spend most of their lives in limited spaces devoid of the natural factor and devoid of climate-creating values.

For humans to have proper health conditions in urban areas, they need as much as 50 m² of open green space (Walkowicz 2001). In Poland, several studies demonstrated that green areas in cities are generally insufficient. For example, in 1998, the area of green areas was only 59,179 ha, which is only 2.8% of the area of cities. (Dubel 2000). Currently, in Poland, there is an average of 23 m² of green areas per 1 city resident (an increase of 2 m² in full color by 2010). The largest green area (over 30 m² per person) per city is in the Podkarpackie and Lubuskie voivodeships, and the smallest (approx. 17 m²) – is in the Podlaskie voivodeship. In highly urbanized areas with a high development rate, the green area per inhabitant is limited (GUS, 2022).

Introducing the natural factor into overcrowded cities is necessary to maintain an environment in which citizens can freely exist. According to Baranowski "One hectare of urban greenery absorbs approx. 8 kg of carbon dioxide in one hour, i.e. as much as it is emitted by approx. 200 people at that time. One tree in 10 years produces as much oxygen as a person consumes in 20 years of life" (Baranowski 1998, transl. J.P.). According to the European Environment Agency, as many as 50-80% of cities in Europe with a population of over 50,000 do not meet the set standards relating to air quality, which in turn is related to the number of green areas free from development where the natural factor occurs. In larger agglomerations such as Rotterdam or Madrid, green areas account for only about 5%. The situation is slightly better in Hannover or Barcelona, where this indicator oscillates at 20% of the city area. Walkowicz 2001), (Commission of the European Communities 1997).

1.2. Biologically active surface

To protect green areas in cities, legislators introduced the concept of "biologically active area" into the construction law, which should stop excessive development and increase the amount of green areas. In highly urbanized areas, the provisions presented in local development plans and development conditions limit the possibility of growth of new city patterns at the expense of existing green areas.

According to the construction law, a biologically active surface is: "an area with a ground surface arranged in a way that ensures natural vegetation, as well as 50% of the surface of terraces and

flat roofs with such a surface and other surfaces ensuring natural vegetation of plants, with an area of not less than 10 m², and water in this area" (Regulation of the Minister of Infrastructure of Poland, 2019, transl. J.P.). This means, according to the experts' interpretation, that vertical walls can also be treated as a biologically active surface, if technology is used that provides a systemic solution for watering the walls, and the minimum area of such a solution cannot be less than 10 m² (experts' opinion 2021). In a highly urbanized space, where it is not possible to increase the area of green areas, there is an alternative to introducing greenery by planting vertical space plants on the walls of buildings, which allows for increasing the biologically active areas in the city.

1.3. Vertical space – green walls

In urban environments boundaries of space are usually defined by a vertical barrier, which is a building wall. Due to the lack of free space for biologically active areas in the tightly compressed tissue of regular development, new plantings of vegetation and water are introduced in the vertical space (in the form of vines and cascades) on the walls of buildings as well as flat roofs (low and medium-high vegetation and small water reservoirs). Thanks to these treatments, the vertical barrier, which separates the boundaries of the interior and is the basis for perceiving the elements of the urban fabric, is enriched with elements of natural flora, giving the space a different aesthetic dimension.



Fig. 1. Climbers growing on the church facades.
Source: Jarosław Piesik
Ryc. 1. Pnącza porastające fasadę kościoła. Źródło: Jarosław Piesik



Fig. 2. Climbers growing on the walls of residential buildings. Made by Jarosław Piesik
Ryc. 2. Pnącza porastające ściany budynków mieszkalnych. Źródło: Jarosław Piesik

There are many vertical wall systems (e.g. modular, felt, container systems) that require the supply of nutrients and the use of specially manufactured stabilizing structures. The installation of this type of system is associated with high costs and causes a significant load on the base wall surface with the weight of the entire installation (1 m² of a vertical garden is up to 25 kg - up to 50 kg).

Many solutions currently used are also based on the so-called vines. natural - plants rooted in the ground, whose roots are completely hidden in the ground (the weight of the vine per 1 m² is from 15 kg to 20 kg). Vines (from Latin *Ligula*, French *Lier*) are green or woody vascular plants whose stems are elongated, thin, and flexible. They reach considerable heights by clinging to and wrapping around supports.

To cover the facade, you can use self-clinging vines - without structural elements, which spontaneously cling to the wall from species such as five-leaf vines, three-lobed vines, common ivy or climbing hydrangea (Tilley et al. 2014).

However, it should be remembered that natural vines should have a properly prepared substrate for their adhesion capabilities (the plant's adhesive elements may penetrate the structure of the wall and damage it, and in winter contribute to the increase in wall moisture). Therefore, it is preferable to install vines on properly prepared walls, i.e. plastered or covered with a layer of insulation. In existing unplastered facades or walls with peeling plaster, it is recommended to use wrapping vines installed just in front of the wall on a new, self-supporting structural structure in the form of spread ropes or trusses (Lambertini et al. 2009).

Climbers have many advantages. They create colorful walls, cover a very large area with biologically active leaves, protect the walls against precipitation and the destructive effects of wind and sun, absorb excess water accumulating around the foundations, lower the temperature of the wall and mask unsightly elements of buildings or structures (Borowski et al. 2005).

Climbers growing on the walls are characterized by seasonal color variability, changing the color of the foliage throughout the year, usually bare themselves in winter. They are a shelter for birds, insects and other smaller organisms. Some species of vines have fragrant flowers that spread a pleasant scent, further enhancing the visual experience.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Research area

The city of Szczecin was designated as the research area. The comparison prepared by the world-renowned map and data analyst Alasdair Rae (www.visualcapitalist.com/creators/alsadair-rae/) compared the population density of the very center (number of inhabitants/km²) of thirty-nine European cities. Third place was taken by Szczecin with 32,752 people per square kilometer, behind only Barcelona and Paris. A high population rate is characteristic only of the city center as the average in Szczecin itself is 1,337 people/km² (Statistical Office in Szczecin, 2019) and the amount of green areas in the city area is 18.7% (Łachowski and Inn. 2020) and this proportion is decreasing every year. For example, in 2004 it was 20.35% (Green areas development program, 2004).

An area located close to the center was selected for detailed analysis, which consists of two parts of the Niebuszewo-Bolinko district - Śródmieście 10 and Nad Odrą 26, which constitute a highly urbanized area. The development intensity index here reaches a high value of 2.77 and the population density is 11,155 people/km². There is a deficit of open green space in the analyzed area, as indicated by the percentage of biologically active greenery, which is 0.15%. Dense buildings and hard surface cover of transportation routes make it impossible to increase biologically active areas. In the research, the focus was on the walls of buildings, which were identified as a potential area for climbing plants.

2.1.1. Characteristic data of the analyzed area:

- land area: 170,146 m²;

- biologically active area: 25,340 m²;
- number of inhabitants of the area accepted for research: 19,056;
- area of green areas/inhabitant: 1.33 m²/inhabitant.



Fig. 3. The analyzed part of the "Niebuszewo-Bielinko" district. Author: Jaroslaw Piesik
Ryc. 3. Analizowana część dzielnicy "Niebuszewo-Bielinko". Źródło: Jarosław Piesik

2.2. Methods and assumptions

The analysis of selected walls of buildings in the space of the estate was made on the basis of visual inspection, field measurements and photographic documentation. The walls of buildings with the following properties were adopted for the analysis:

- blind walls or larger fragments of walls without window openings (width > 4 m)
- walls of buildings with a height of > 10 m (at least three storeys)
- walls in good condition
- walls with access to sunlight
- appropriate material for the outer finishing layer of the wall

2.3. Findings

In the research area, there are 131 walls that meet the research criteria.

2.3.1. Exposure of cardinal directions (access to light)

Tab. 1. Wall exposure relative to cardinal directions. Southern elevation. Source: Author's work

Wall exposure relative to the cardinal directions	Southern elevation	South-west elevation	South-east elevation
The number of walls that meet the criteria	13	15	17

Total: 45 walls with a predominance of natural light from the south side.

Tab. 2. Wall exposure relative to cardinal directions. Northern elevation. Source: Author's work

Wall exposure relative to the cardinal directions	Northern elevation	North-east elevation	North - west elevation
The number of walls that meet the criteria	7	5	1

Total: 13 walls with a predominance of natural light on the north side.

Tab. 3. Wall exposure relative to cardinal directions. Western elevation. Source: Author's work

Wall exposure relative to the cardinal directions	Western elevation	West-south elevation	West-north elevation
The number of walls that meet the criteria	21	3	7

Total: 31 walls with a predominance of natural light on the west side.

Tab. 4. Wall exposure relative to cardinal directions. Eastern elevation. Source: Author's work

Wall exposure relative to the cardinal directions	Eastern elevation	East-south elevation	East-north elevation
The number of walls that meet the criteria	17	7	11

Total: 35 walls with a predominance of natural light from the east. 7 walls are in total shade – do not meet the criteria.

2.3.2. The material of the outer finishing layer of the wall

Tab. 5. The structure of the walls. Eastern elevation. Source: Author's work

The structure of the walls	Concrete slab (raw surface)	Brick (raw surface)	Facade finished with plaster
The number of walls that meet the criteria	5	9	117

2.3.3. The surface of the walls

Tab. 6. Facade surface. Eastern elevation. Source: Author's work

Facade surface	< 50 m ²	51 - 100 m ²	100 - 200 m ²	200 - 400 m ²	> 400 m ²
The number of elevations that meet the criteria	6	36	57	29	3

2.3.4. Biologically active surface of the walls

The study area contains 20,070 m² of walls suitable for climbing plants.



Fig. 4. Concrete facade of the building. Source: Jarosław Piesik

Ryc. 4. Betonowa elewacja budynku. Źródło: Jarosław Piesik



Fig. 5. The building's façade is covered with plaster. Source: Jarosław Piesik

Ryc. 5 . Elewacja budynku pokryta tynkiem. Źródło: Jarosław Piesik

3. DISCUSSION

According to the analysis conducted within the scope of this research, there is a substantial vertical area of 20,070 m² that could potentially be utilized for vine installation. Upon converting this area into biologically active land, the value is estimated to be 10,035 m². Planting vines in vertical space will contribute to increasing the biologically active surface of crowded and used parts of the city and

to the visual transformation of boring and uninteresting gray wall spaces, turning them into a multi-colored, lively mosaic that will improve the aesthetics and have a positive impact on the perception of the space.



Fig. 6. Brick facade of the building. Source: Jarosław Piesik

Ryc. 6 . Ceglana elewacja budynku. Źródło: Jarosław Piesik



Fig. 7. Peeling plaster revealing the brick structure of the building. Source: Jarosław Piesik

Ryc. 7 . Łuszczący się tynk odsłaniający ceglana strukturę budowli. Źródło: Jarosław Piesik

This research demonstrates that in highly urbanized buildings in vertical space, the existing biologically active area can be enlarged by introducing vines. The introduction of greenery on building facades will contribute to increasing the presence of green areas for each resident, improving the health and aesthetic conditions of polluted and neglected districts. Currently, green walls are used occasionally to increase the aesthetics and quality of a given place. The solutions proposed in the article aimed at using rooted vegetation on a larger scale (in entire districts and housing estates) may contribute to their use throughout Poland, especially where WHO standards for air quality have been exceeded even several times.

We should also remember about the limitations and unsolved problems that the installation of natural vines on building walls poses today. When undertaking urban revitalization using vines on a larger scale, one should consider ownership relations and the fact that individual buildings belong to separate owners (of which the city often has less than 50% ownership), who do not have to consent to revitalization procedures in relation to for walls. Proper care for the vines is another point

that needs to be emphasized. If not properly attended to, the mass of vine leaves can grow rapidly and become excessively heavy, causing the plaster to peel off and giving an unappealing overgrown look. The walls in the analyzed area are over 20 meters high on average. Maintaining this type of green walls at height would be difficult and expensive. To solve this problem, we should think about, for example, appropriate nutrients that could reduce the growth of vines. Another obstacle may be thermal modernization, which will be performed on many buildings in the future. In this respect, due to the structure of the vines, it is likely that they can be temporarily uninstalled and reattached to the wall. Solving the problems outlined above requires further research in various fields of knowledge.

The area of biologically active areas in urban development is, in many cases, decreasing every year due to the development needs of agglomerations and urbanization of cities. One of the ways to preserve the surface of green areas in cities is to protect biologically active spaces through the provisions of local spatial development plans and the creation of protection zones in the study of conditions and directions of spatial development. For instance, in Warsaw, it was found that the 352 local plans in force cover only 43.44% of the city's area. (Warsaw City Hall, 2023).

The Act of March 27, 2003 on spatial planning and development imposes an obligation to specify the minimum biologically active area in planning documents. However, there are studies that show that, because of incorrectly constructed plans and records in the study, incorrect assumptions significantly reduced the area of biologically active areas compared to the recommendations and standards set by scientists. (Szpura 2021).

There are many studies that discuss the potential of biologically active areas and the possibilities of increasing it (Mądry et al., p. 93), and revitalization programs are also being developed for individual cities (Local Revitalization Program for the city of Szczecin 2016), (Environmental Protection Program city of Szczecin 2017). However, these activities usually determine the directions of future revitalization activities spread over the years, and the revitalization methods refer to degraded areas, usually located on the outskirts of cities, and in highly urbanized developments in agglomeration centers, they are limited to planting rooted vegetation within the quarters or low vegetation on the roofs of buildings. Green walls are only introduced in spots in representative places in order to improve the aesthetics of the place. Currently, there are no studies or implementations that would concern the revitalization of entire districts or larger areas of existing urban buildings using vertical walls.

The conducted research showed that in the researched area there is a potential vertical space for the installation of vines. In the analyzed area, there are 131 walls that can be adapted with vegetation, with a total area of 20,070 m², which, in accordance with legal provisions, may become a biologically active space. Research has shown that walls are characterized by different properties regarding their location in relation to cardinal directions (access to natural light), wall surface (finishing material) and height. Due to these differences, it is necessary to select the appropriate species of vines for individual walls.

Revitalization treatments on walls can contribute to increasing the area of green areas by almost half. The sum of the area of green areas - the existing area of land (25,340 m²) and the area of walls (20,070 m²) in total amounts to 45,410 m² (increase in the existing area of green areas by 44.19%), which per inhabitant will be 2.38 m² (currently in the analyzed area this indicator is 1.33 m²/inhabitant). This is a number that differs significantly from the average for Szczecin, which is 152 m²/inhabitant (Studium Conditions, 2022).

The large surface area of walls shown in the research, which is possible for the installation of vines on a larger scale, may also have a positive impact on the environmental conditions in which humans exist in the context of oxygen production, carbon dioxide absorption or absorption of various types of pollutants. According to Borkowski, using the LAI (Leaf Area Index) coefficient, which is defined as the ratio of the plant's leaf area to the ground surface it occupies, proved that the impact of vines (LAI = 2.9) often equals and in some cases even exceeds the green area of medium-sized leaves. shrubs (LAI = 3.5 for shrubs in the group 0.5 - 1.5 with a high density of leaves). Based on these arguments, it can be concluded that the production of oxygen and the absorption of pollu-

tants in the analyzed area will increase or decrease almost twice. For example, a five-leaf vine covering 531 m² of a wall produces 250 kg of O₂/year and absorbs 500 kg of CO₂/year. Adopting the above-mentioned assumptions, we can conclude that covering 131 walls in the analyzed area of 20,070 m² with grapevine will produce 9,450 kg of oxygen and absorb 18,900 kg of carbon dioxide per year (Borowski 2008).

4. CONCLUSION

This analysis confirmed our research aims and demonstrated that there is a potential vertical area for the installation of vines of 20,070 m² in our research area, which, when converted into biologically active area, gives a value of 10,035 m². Planting vines in vertical space will contribute to increasing the biologically active surface of crowded and used parts of the city and to the visual transformation of boring and uninteresting gray wall spaces, turning them into a multi-colored, lively mosaic that will improve the aesthetics and have a positive impact on the perception of the space.

The presented research shows that in highly urbanized buildings in vertical space, the existing biologically active area can be enlarged by introducing vines. The introduction of greenery on building facades will contribute to increasing the presence of green areas for each resident, improving the health and aesthetic conditions of polluted and neglected districts. Currently, green walls are used occasionally to increase the aesthetics and quality of a given place. The solutions proposed in the article aimed at using rooted vegetation on a larger scale (in entire districts and housing estates) may contribute to their use throughout Poland, especially where WHO standards for air quality have been exceeded even several times.

We should also remember about the limitations and unsolved problems that the installation of natural vines on building walls poses today. When undertaking urban revitalization using vines on a larger scale, one should consider ownership relations and the fact that individual buildings belong to separate owners (of which the city often has less than 50% ownership). These owners may not necessarily consent to revitalization procedures in relation to the walls of their buildings. It should also be underlined to take properly care for the vines. Without proper care, the mass of vine leaves grows very quickly and, if excessively heavy, may cause the plaster to peel off and become too overgrown, which will not look aesthetically pleasing. In the analyzed area, the walls reach an average height exceeding 20 m. Maintaining this type of green walls at height would be difficult and expensive. To solve this problem, we should think about, for example, appropriate nutrients that could reduce the growth of vines. Another obstacle may be thermal modernization, which will be performed on many buildings in the future. In this respect, due to the structure of the vines, it is likely that they can be temporarily uninstalled and reattached to the wall. Solving the problems outlined above requires further research in various fields of knowledge.

OCENA MOŻLIWOŚCI ZWIĘKSZENIA PRZESTRZENI BIOLOGICZNIE CZYNNEJ W ZABUDOWIE NA TERENACH SILNIE ZURBANIZOWANYCH NA PRZYKŁADZIE DZIELNICY „NIEBUSZEWO-BOLINKO” MIASTA SZCZECINA

1. WSTĘP

Obecnie na skutek Porozumień Paryskich i innych rozporządzeń środowiskowych Unii Europejskiej dąży się do zwiększenia powierzchni terenów biologicznie czynnych szczególnie w większych aglomeracjach, co ma znaczny wpływ na jakość powietrza i zmniejszenie efektu cieplarnianego (UNFCCC 2019).

Pomimo wprowadzanych przez planistów prób zahamowania rozbudowy tkanki miejskiej i zwiększenia terenów biologicznie czynnych w centrach miast brakuje wciąż potencjalnej przestrzeni która może być przeznaczona pod zielen i tereny rekreacyjne (Szpura 2021).

Obecnie brak jest działań zmierzających do powiększenia terenów zielonych w samej tkance centrów miast gdzie ze względu na ograniczenie przestrzeni nie ma miejsca na nowe nasadzenia roślinności.

W przestrzeni miast oprócz terenów przeznaczonych na zielen (parki, ogrody, skwery, tereny rekreacyjne) istnieje także przestrzeń wertykalna w postaci ścian często nieatrakcyjnych estetycznie, które można przeznaczyć pod nasadzenia roślinności pnącej i przeznaczyć ją pod powierzchnię biologicznie czynną.

Celem artykułu jest wykazanie czy możliwe jest zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej w zabudowie silnie zurbanizowanej przy wykorzystaniu istniejących ścian a jeżeli tak, wyliczenie możliwej powierzchni biologicznie czynnej pod instalację zielonych ścian na terenie przykładowego fragmentu miasta - osiedla Niebuszewo w Szczecinie.

1.1. Tereny biologicznie czynne w mieście

Przestrzeń życiowa ludzi w większych aglomeracjach została zdegradowana i pozostaje do dnia dzisiejszego w niewłaściwy sposób wykorzystana. Mieszkańcy miast większość swojego życia spędzają w ograniczonych przestrzeniach pozbawionych czynnika przyrodniczego i pozbawionych walorów klimatotwórczych.

Aby człowiek w warunkach miejskich mógł mieć właściwe zdrowotne warunki, potrzeba mu aż 50 m² zieleni (Walkowicz 2001). Na przykładzie Polski możemy wykazać, że tereny zieleni w miastach na ogół są niewystarczające. Przykładowo w 1998 roku powierzchnia terenów zieleni wynosiła jedynie 59179 ha, co stanowi zaledwie 2,8% powierzchni miast (Dubel 2000). Aktualnie w Polsce na 1 mieszkańca miasta przypada średnio 23 m² terenów zieleni (wzrost o 2 m² w porównaniu do roku 2010 r.). Największa powierzchnia zieleni (ponad 30 m² na jedną osobę) przypada na miasta zlokalizowane w województwach podkarpackim i lubuskim, a najmniejsza (ok. 17 m²) – w podlaskim. Na terenach silnie zurbanizowanych o wysokim wskaźniku zabudowy powierzchnia zieleni przypadająca na mieszkańca jest znacznie mniejsza (GUS, 2022).

Wprowadzanie czynnika przyrodniczego w przeludnione miasta jest konieczne, dla utrzymania środowiska, w którym człowiek może swobodnie egzystować. Według prof. Baranowskiego „Jeden hektar zieleni miejskiej wchłania w ciągu jednej godziny ok. 8 kg dwutlenku węgla, czyli tyle ile wydziela go w tym czasie ok. 200 osób. Jedno drzewo w ciągu 10 lat produkuje tyle tlenu, ile zużywa człowiek w ciągu 20 lat życia” (Baranowski 1998). Według Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska aż 50-80% miast w Europie, w których liczba mieszkańców przekracza 50 000 nie spełnia wyznaczonych standardów odnoszących się do jakości powietrza, co z kolei jest powiązane z ilością terenów zielonych wolnych od zabudowy gdzie występuje czynnik przyrodniczy. W większych aglomeracjach takich jak Rotterdam czy Madryt, tereny zielone stanowią jedynie ok. 5%. Trochę lepsza sytuacja przedstawia się w Hannoverze czy Barcelonie gdzie wskaźnik ten oscyluje przy 20% powierzchni miasta.. "Program Działań na rzecz Ochrony Środowiska" wykazuje że tylko niewielka liczba miast spełnia wykazane wyżej standardy, czego przykładem mogą być miasta takie jak Oslo i Goeteborg (Walkowicz 2001), (Commission of the European Communities 1997).

1.2. Powierzchnia biologicznie czynna

Aby chronić obszary zielone w miastach ustawodawca wprowadzili do prawa budowlanego pojęcie "powierzchni biologicznie czynnej", czego skutkiem powinno być powstrzymanie nadmiernej rozbudowy oraz zwiększenie ilości terenów zielonych. Na terenach silnie zurbanizowanych zapisy przedstawione w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego i warunkach zabudowy ograniczają możliwość rozrostu nowej tkanki miejskiej kosztem istniejących terenów zielonych.

Zgodnie z prawem budowlanym powierzchnia biologicznie czynna to: "teren z nawierzchnią ziemną urządzoną w sposób zapewniający naturalną vegetację, a także 50 % powierzchni tarasów i stro-

podachów z taką nawierzchnią oraz innych powierzchni zapewniających naturalną vegetację roślin, o powierzchni nie mniejszej niż 10 m², oraz wodę powierzchniową na tym terenie" (Rozporządzenie Ministra Infrastruktury 2019). Oznacza to zgodnie z interpretacją rzeczoznawców, że pionowe ściany mogą być także traktowane jako powierzchnia biologicznie czynna pod warunkiem zastosowania technologii zapewniającej systemowe rozwiązanie nawadniania ścian a minimalna powierzchnia takiego rozwiązania nie może być mniejsza niż 10 m² (opinia rzeczoznawców 2021).

W przestrzeni silnie zurbanizowanej gdzie nie ma możliwości zwiększenia powierzchni terenów zielonych istnieje alternatywa wprowadzenia zieleni za pomocą nasadzeń roślinnością przestrzeni wertykalnych na ścian budynków, co daje możliwość zwiększenia powierzchni biologicznie czynnych w mieście.

1.3. Przestrzeń wertykalna - zielone ściany

W warunkach miejskich granice przestrzeni wyznacza zazwyczaj bariera wertykalna, którą stanowi ściana budynku. Ze względu na brak wolnego miejsca na tereny biologicznie czynne w mocno ściśniętej tkance regularnej zabudowy, nowe zasadzenia roślinności i wodę wprowadza się w przestrzeni wertykalnej (pod postacią pnączy i kaskad) na ścianach budynków a także stropodachach (roślinność niska i średniowysoka oraz niewielkie akwenty). Dzięki tym zabiegom, bariera wertykalna która czytelnie wydziela granice wnętrza i stanowi podstawę postrzegania elementów tkanki miejskiej, zostaje wzbogacona o elementy naturalnej flory, nadając przestrzeni inny wymiar estetyczny.

Istnieje wiele systemów ścian wertykalnych (np.: system modułowy, filcowy, kontenerowy) które wymagają dostarczania substancji odżywczych i użycia specjalnie wytworzonych konstrukcji stabilizujących. Instalacja tego typu systemów wiąże się ze dużymi kosztami i powoduje znaczne obciążenie powierzchni bazowej ściany ciężarem całej instalacji (1 m² ogrodu wertykalnego to do 25 kg – do 50 kg).

Wiele rozwiązań obecnie stosowanych opiera się także na pnączach tzw. naturalnych - roślinach zakorzenionych w podłożu gruntowym, których korzenie ukryte są całkowicie w ziemi (waga pnączy na 1 m² to od 15 kg do 20 kg). Pnącza (od łac. *Liga re*, franc. *Lier*) to rośliny naczyniowe zielone lub zdrzewiałe, których łodygi są wydłużone, cienkie i elastyczne. Osiągają znaczne wysokości, czepiając się i owijając wokół podpór.

Do pokrycia elewacji można użyć pnączy samoczepnych - bez elementów konstrukcyjnych, które samoistnie przylutują się do muru z gatunków takich jak winobluszcz pięciolistny, trójklapowy, bluszcz pospolity lub hortensję pnącą (Tilley i inn. 2014).

Należy jednak pamiętać, że pnącza naturalne winny mieć odpowiednio przygotowane podłoże pod ich możliwości czepne (elementy czepne rośliny mogą wniknąć w strukturę ściany i ją uszkodzić, a w okresie zimowym przyczynić się do wzrostu wilgoci ściany). Dlatego preferuje się instalację pnączy na ścianach odpowiednio przygotowanych, tj. otynkowanych bądź pokrytych warstwą ocieplenia. W istniejących nieotynkowanych elewacjach bądź ścianach z łuszczącym się tynkiem zaleca się użycie pnączy owijających instalowanych tuż przed ścianą na nowej, samonośnej strukturze konstrukcyjnej w postaci rozpostartych lin bądź kratownic. (Lambertini i inn. 2009).

Pnącza posiadają wiele walorów. Tworzą kolorowe ściany, pokrywają bardzo dużą powierzchnię aktywnymi biologicznie liśćmi, chronią mury przed opadami atmosferycznymi oraz przed niszczącym działaniem wiatru i słońca, pobierają nadmiar wody gromadzący się w okolicach fundamentów, obniżają temperaturę ściany i maskują nieestetyczne elementy budynków lub konstrukcji (Borowski i inn. 2005).

Pnącza porastające ściany charakteryzują się sezonową zmiennością barwną zmieniając koloryt listowia przez cały rok, ogałając się najczęściej zimą. Stanowią schronienie dla ptaków, insektów oraz innych mniejszych organizmów. Niektóre gatunki pnączy mają pachnące kwiaty, które roztańczają przyjemną woń dodatkowo wzmacniając doznania wizualne.

2. MATERIAŁY I METODY

2.1. Obszar badań

Do obszaru badań wyznaczono miasto Szczecin. W zestawieniu przygotowanym przez uznanego na świecie analityka map i danych - Alasdaira Rae (www.visualcapitalist.com/creators/alsadair-rae/) porównano gęstość zaludnienia ścisłego centrum (liczba mieszkańców/km²) trzydziestu dzie więciu europejskich miast. Trzecie miejsce zajął Szczecin z liczbą 32 752 osób/km², ustępując jedynie Barcelonie (53 119 osób/km²) oraz Paryżowi (52 218 osób/km²). Wysoki wskaźnik zaludnienia charakteryzuje jedynie centrum miasta gdyż średnio w samym Szczecinie przypada 1337 osób/km² (Urząd Statystyczny w Szczecinie, 2019) a udział terenów zieleni w powierzchni miasta wynosi 18,7% (Łachowski i Inn. 2020) i z każdym rokiem maleje. Przykładowo w 2004 roku wynosił on 20,35% (Program rozwoju terenów zieleni, 2004).

Do szczegółowej analizy przyjęto obszar zlokalizowany w niedalekiej odległości od centrum na który składają się dwa fragmenty dzielnicy Niebuszewo-Bolinko – Śródmieście 10 i Nad Odrą 26 które stanowią obszar silnie zurbanizowany. Wskaźnik intensywności zabudowy osiąga wartość tu wysoką wartość 2,77 a gęstość zaludnienia wynosi 11 155 osób/km². Na analizowanym obszarze istnieje deficyt zieleni na co wskazuje wskaźnik procentowy terenów zieleni biologicznie czynnej który wynosi 0,15%. Gęsta zabudowa oraz utwardzone tereny w postaci ciągów komunikacyjnych uniemożliwiają zwiększenie terenów biologicznie czynnych. Dlatego też na analizowanym obszarze skupiono się na ścianach budynków gdzie dostrzeżono potencjalną powierzchnię którą można przeznaczyć pod nasadzenia roślinnością pnącą.

2.1.1. Charakterystyczne dane analizowanego terenu:

- powierzchnia terenu: 170 146 m²
- powierzchnia biologicznie czynna: 25 340 m²
- liczba mieszkańców przyjętego do badań terenu: 19 056
- powierzchnia terenów zieleni / mieszkańca: 1,33 m²/mieszkańca.

2.2. Metody i przyjęte założenia

Analizy wybranych ścian budynków w przestrzeni osiedla dokonano na podstawie oględzin, pomiarów terenowych oraz wykonanej dokumentacji fotograficznej. Do analizy przyjęto ściany budynków o następujących właściwościach:

- ślepe ściany lub większe fragmenty ścian bez otworów okiennych (szer. > 4 m);
- ściany budynków o wysokości > 10 m (co najmniej trzykondygnacyjnych);
- mury w dobrym stanie technicznym;
- ściany z dostępem do światła słonecznego;
- odpowiedni materiał zewnętrznej warstwy wykończeniowej ściany.

2.3. Wyniki badań

Na wyznaczonym obszarze badań znajduje się 131 ścian spełniających przyjęte kryteria.

2.3.1. Ekspozycja stron świata (dostęp do światła)

Tab. 1. Ekspozycja ściany względem stron świata. Elewacja południowa. Źródło: Opracowanie autorskie.

Ekspozycja ściany względem stron świata	Elewacja południowa	Elewacja południowo - zachodnia	Elewacja południowo – wschodnia
Liczba ścian spełniająca kryteria	13	15	17

Suma: 45 ścian z przewagą światła naturalnego od strony południowej.

Tab. 2. Ekspozycja ściany względem stron świata. Elewacja północna. Źródło: Opracowanie autorskie

Ekspozycja ściany Względem stron świata	Elewacja północna	Elewacja północno - wschodnia	Elewacja północna - zachodnia
Liczba ścian spełniająca kryteria	7	5	1

Suma: 13 ścian z przewagą światła naturalnego od strony północnej.

Tab. 3. Ekspozycja ściany względem stron świata. Elewacja zachodnia. Źródło: Opracowanie autorskie

Ekspozycja ściany Względem stron świata	Elewacja zachodnia	Elewacja zachodnio - południowa	Elewacja zachodnio - północna
Liczba ścian spełniająca kryteria	21	3	7

Suma: 31 ścian z przewagą światła naturalnego od strony zachodniej.

Tab. 4. Ekspozycja ściany względem stron świata. Elewacja wschodnia. Źródło: Opracowanie autorskie

Ekspozycja ściany Względem stron świata	Elewacja wschodnia	Elewacja wschodnio - południowa	Elewacja wschodnio - północna
Liczba ścian spełniająca kryteria	17	7	11

Suma: 35 ścian z przewagą światła naturalnego od strony wschodniej. 7 ścian jest w całkowitym cieniu - nie spełnia kryteriów.

2.3.2. Materiał zewnętrznej warstwy wykończeniowej ściany

Tab. 5. Struktura ścian. Źródło: Opracowanie autorskie

Struktura Elewacji	Płyta betonowa (powierzchnia surowa)	Cegła (powierzchnia surowa)	Elewacja wykończona tynkiem
Liczba ścian spełniająca kryteria	5	9	117

2.3.3. Powierzchnia ścian

Tab. 6. Powierzchnia ścian. Źródło: Opracowanie autorskie

Powierzchnia elewacji	< 50 m ²	51 - 100 m ²	100 - 200 m ²	200 - 400 m ²	> 400 m ²
Liczba elewacji spełniająca kryteria	6	36	57	29	3

2.3.4. Powierzchnia ścian możliwa pod adaptację zieleni

Powierzchnia wszystkich ścian w poddanej analizie jest możliwa pod adaptację zieleni na badanym terenie poprzez instalację pnączy wynosi łącznie 20 070 m².

3. DYSKUSJA

Powierzchnia terenów biologicznie czynnych w zabudowie miejskiej w wielu przypadkach z każdym rokiem maleje w związku z potrzebami rozwojowymi aglomeracji i urbanizacji miast. Jednym ze sposobów zachowania powierzchni terenów zielonych w miastach jest ochrona przestrzeni biologicznie czynnych poprzez zapisy miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego i tworzenie stref ochronnych w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego. Jednakże, na przykładzie miasta Warszawy stwierdzono, że 352 obowiązujących planów miejscowych pokrywa zaledwie 43,44 % powierzchni miasta. (Urząd Miejski w Warszawie, 2023).

Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o *planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym* nakłada obowiązek określania w dokumentach planistycznych minimalnej powierzchni biologicznie czynnej. Jednakże istnieją opracowania które wykazują, że w wyniku niepoprawnie skonstruowanych planów i zapisów w studium, błędne założenia znacząco wpłynęły na zmniejszenie powierzchni terenów biologicznie czynnych w porównaniu z zaleceniami i standardami określonymi przez naukowców. (Szpura 2021).

Istnieje wiele opracowań, w których omawia się potencjał powierzchni biologicznie czynnych oraz możliwości jej zwiększenia (Mądry i inn., s. 93), powstają także programy rewitalizacyjne dla poszczególnych miast (Lokalny program Rewitalizacji dla miasta Szczecin 2016), (Program ochrony środowiska miasta Szczecin 2017). Działania te jednak przeważnie wyznaczają kierunki przyszłych działań rewitalizacyjnych rozłożonych na lata, a metody rewitalizacyjne odnoszą się do terów zdegradowanych, zazwyczaj zlokalizowanych na obrzeżach miast a w zabudowie silnie zurbanizowanej centrów aglomeracji ograniczają się do nasadzeń roślinności zakorzenionej wewnątrz kwartałów bądź na roślinności niskiej na dachach budynków. Zielone ściany wprowadza się jedynie punktowo w miejscach reprezentacyjnych w celu podniesienia estetyki miejsca. Obecnie brak jest opracowań i realizacji które dotyczyły by się rewitalizacji całych dzielnic czy większych obszarów istniejącej zabudowy miejskiej przy pomocy ścian wertykalnych.

Przeprowadzone badania wykazały, że na terenie poddanym badaniom istnieje potencjalna powierzchnia w przestrzeni wertykalnej możliwa pod instalację pnączy. Na terenie analizowanego terenu znajdują się 131 ścian możliwych pod adaptację roślinnością o łącznej powierzchni 20 070 m², która zgodnie z zapisami prawnymi może stać się przestrzenią biologicznie czynną. Badania wykazały, że ściany charakteryzują się odmiennymi właściwościami dotyczącymi położenia względem kierunków świata (dostęp do naturalnego światła), powierzchni ściany (materiału wykończeniowego) oraz wysokością. Ze względu na te różnice konieczny jest odpowiedni dobór gatunkowy pnączy dla poszczególnych ścian.

Zabiegi rewitalizacyjne na ścianach mogą przyczynić się do zwiększenia powierzchni terenów zielonych niemal o połowę. Suma powierzchni terenów zielonych - istniejąca powierzchnia terenu (25 340 m²) i powierzchnia ścian (20 070 m²) łącznie wynosi 45 410 m² (wzrost istniejącej powierzchni terenów zielonych o 44,19 %) co w przeliczeniu na mieszkańca stanowić będzie 2,38 m² (obecnie na analizowanym terenie wskaźnik ten wynosi 1,33 m²/mieszkańca). I tak jest to liczba znacznie odbiegająca od średniej dla Szczecina która wynosi 152 m²/mieszkańca (Studium Uwarunkowań, 2022).

Ponadto przy założeniu, że zgodnie z definicją 50% ścian zaliczymy do powierzchni biologicznie czynnej, istniejąca powierzchnia biologicznie czynna zostanie zwiększona z poziomu 25 340 m² do poziomu 35 375 m² (wzrost o 28,37%).

Należy także stwierdzić, że nie wszystkie ściany od razu nadają się do nasadzeń. Część ścian wykonanych z pełnej surowej cegły (9 ścian) wymaga najpierw uzupełnienia istniejących szczelin i wypełnienia istniejących ubytków.

Wykazana w badaniach znaczna powierzchnia ścian możliwa pod instalację pnączami na szerszą skalę może wpłynąć także pozytywnie na warunki środowiskowe w których egzystuje człowiek w kontekście produkcji tlenu, absorpcji dwutlenku węgla czy pochłanianiu różnego rodzaju zanieczyszczeń. Profesor Borkowski za pomocą współczynnika LAI (Leaf Area Index) który definiowany jest jako stosunek powierzchni liści rośliny do powierzchni gruntu jaką ona zajmuje, udowodnił, że

oddziaływanie pnączy (LAI = 2,9) często dorównuje a w niektórych przypadkach nawet przewyższa ilość powierzchni zielonej liści średnich krzewów (LAI = 3,5 dla krzewów w grupie 0,5 – 1,5 o silnym zagęszczeniu liści). Bazując na tych argumentach można stwierdzić, że produkcja tlenu i absorpcja zanieczyszczeń na analizowanym terenie zwiększy się bądź zmniejszy niemal dwukrotnie. I tak np.: winobluszcz pięciolistny pokrywający 531 m² ściany produkuje 250 kg O₂/rok a pochłania 500 kg CO₂/rok. Przyjmując w/w założenia możemy stwierdzić, że pokrycie 131 ścian na analizowanym obszarze o powierzchni 20 070 m² winobluszczem pięciolistnym przyniesie produkcję 9 450 kg tlenu i pochłanianie 18 900 kg dwutlenku węgla rocznie (Borowski 2008).

4. KONKLUZJA

Cel artykułu został zrealizowany. Przeprowadzone badania wykazały, że na terenie poddanym zakresowi badań istnieje potencjalna powierzchnia w przestrzeni wertykalnej możliwa pod instalację pnączy o powierzchni 20 070 m², co w przeliczeniu na powierzchnię biologicznie czynnej daje wartość 10 035 m². Nasadzenia pnączy w przestrzeni wertykalnej przyczynią się do zwiększenia powierzchni biologicznie czynnej załoczonych i użytkowanych części miasta oraz do wizualnej przemiany nudnych i nieciekawych szarych przestrzeni ścian czyniąc z nich wielokolorową żywioną mozaikę, która podniesie estetykę i pozytywnie wpłynie na odbiór przestrzeni.

Przedstawione badania wykazują, że w zabudowie silnie zurbanizowanej w przestrzeni wertykalnej dzięki wprowadzeniu pnączy można powiększyć istniejącą powierzchnię biologicznie czynną. Wprowadzenie zieleni na elewacje budynków przyczyni się do zwiększenia występowania terenów zielonych w odniesieniu do każdego mieszkańca poprawiając warunki zdrowotne i estetyczne zanieczyszczonych i zaniedbanych dzielnic. Obecnie zielone ściany stosuje sporadycznie w celu zwiększenia estetyki i podniesienia jakości danego miejsca. Zaproponowane w artykule rozwiązania zmierzające do zastosowania roślinności zakorzenionej na szerszą skalę (na terenie całych dzielnic i osiedli) przyczynić się mogą do ich stosowania na terenie całej Polski, szczególnie tam gdzie normy WHO odnośnie jakości powietrza zostały przekroczone nawet kilkunastokrotnie.

Należy pamiętać także o ograniczeniach i nierozwiązanych problemach jakie na dzień dzisiejszy niesie za sobą instalacja naturalnych pnączy na ścianach budynków. Podejmując rewitalizację miast za pomocą pnączy na szerszą skalę należy wziąć pod uwagę stosunki własnościowe, oraz fakt, że poszczególne budynki należą do odrębnych właścicieli (w których miasto ma często poniżej 50% własności), którzy nie muszą wyrażać zgody za zabiegi rewitalizacyjne w odniesieniu do ścian. Należy także pamiętać o odpowiedniej pielęgnacji pnączy. Masa listowia pnączy bez odpowiedniej pielęgnacji bardzo szybko się rozrasta i w nadmiernym ciężarze może powodować zrywanie się tynku i zbytni przerost który nie będzie wyglądał estetycznie. Na poddanym analizie obszarze ściany osiągają średnio wysokość przekraczającą 20 m. Pielęgnacja tego rodzaju zielonych ścian na wysokości była by utrudniona i kosztowna. Aby rozwiązać ten problem należało by pomyśleć np. o odpowiednich substancjach odżywczych które mogły by redukować rozrost pnączy. Kolejną przeszkodą może stać się modernizacja termiczna która w przyszłości będzie wykonana na wielu budynkach. W tym aspekcie ze względu na strukturę pnączy, prawdopodobna jest możliwa czasowa ich deinstalacja i ponowne przytwierdzenie do ściany. Rozwiązanie wyżej nakreślonych problemów wymaga dalszych badań w różnych dziedzinach wiedzy.

BIBLIOGRAPHY

- Alasdair Rae. www.visualcapitalist.com/creators/alsadair-rae/. (Accessed: 18.11.2023).
- Baranowski A. (1998). Projektowanie zrównoważone w architekturze. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej. Gdańsk, s.138
- Borowski J., Lachota P. (2005). Zastosowanie roślin pnących i okrywowych. Wydawnictwo SGGW. Warszawa
- Borowski J. (2009). Wzrost rodzimych gatunków drzew przy ulicach Warszawy. Warszawa
- Convertino F. i inn. 2022, Effect of Leaf Area Index on Green Facade Thermal Performance in Buildings. Sustainability, 14(5).
- Dubel K. (2000). Uwarunkowania przyrodnicze w planowaniu przestrzennym. Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko. Białystok. s.140-141
- GUS. Polska na drodze zrównoważonego rozwoju. Raport 2022.
- Lambertini A., Leenhardt J. 2009. Vertical Gardens. Thames & Hudson. London.
- Lokalny Program Rewitalizacji dla Miasta Szczecin. (2016). Uchwała nr XXV/605/16 Rady Miasta Szczecin z dnia 20 grudnia 2016 r. Grudzień 2016 r.
- Łachowski W., Łączek A. 2020, Tereny zielone w dużych miastach Polski. Analiza z wykorzystaniem Sentimel 2. Urban Development Issues, vol. 68 (1), 77-90.
- Maciejewska A., Krygielska B. 2011, Rola i znaczenie przestrzeni biologicznie czynnych (przykład miasta Warszawy), Studia KPZK, No 142.
- Mądry T., Słysz K. 2011, Powierzchnie biologicznie czynne w planowaniu przestrzennym miast, „Problemy rozwoju miast”, nr 3-4, s. 93-104.
- Opinia nr Zr 106. Zespół Rzeczoznawców przy Radzie Małopolskiej Okręgowej Izby Architektów RP, Kraków, 21 stycznia 2019r. <https://www.mpoia.pl/index.php/dzialalnosc/zespol-rzeczoznawcow/39-p-zespol-rzeczoznawcow-mpoia-rp/1477-opinia-nr-106-co-mozna-uznac-za-teren-biologicznie-czynny> (Accessed: 07-02-2023)
- Program rozwoju terenów zieleni. Program rewitalizacyjny polityki utrzymania i rozwoju terenów zielonych przyjętej uchwałą Nr XXVI/525/04 z dnia 20 września 2004 r. Szczecin.
- Program ochrony środowiska miasta Szczecin na lata 2017-2021 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2021 – 2024. Uchwała nr xxxvii/1067/17 Rady Miasta Szczecin z dnia 19 grudnia 2017 r. Grudzień 2017 r. <https://bip.um.szczecin.pl/files/BB00D20EDC7044459554EC330156FBA9/RAPORT%20O%20STANIE%20GMS%20ZA%202018%20R..pdf>
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. 2019.1065 tj. z dnia 07.06.2019 r.: § 3, ust. 22
- Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Miasta Szczecin 2022. Tom III – karty osiedli i jednostki planistyczne. Szczecin.
- Szpura A., 2021, Kształtowanie wskaźnika minimalnej powierzchni biologicznie czynnej w dokumentach planistycznych na przykładzie gminy Chrzanów, Urban Development Issues, 72, 136–148
- Tilley D, Alexander A. (2014). „Green Facades: Ecologically Designed Vertical Vegetation Helps Create a Cleaner Environment”. Department of Environmental Science and Technology. FactSheet, FS-98
- Towards and urban agenda in the European Union. European Commission. Brussels 06.05.1997.COM(97)197 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:51997DC0197&from=it>
- UNFCCC: Adoption of the Paris Agreement. unfccc.[on-line] https://unfccc.int/topics/land-use/workstreams/redd/what-is-redd?gclid=EAlaIqobChMlxtv-j-GQgQMVSU-hBAh24pQS9EAAAYASAAEgJQsvD_BwE (Accessed: 06.08.2023).
- Urząd Miasta Warszawa. <https://architektura.um.warszawa.pl/informacje-o-planach> (Accessed: 22.11.2023).
- Walkowicz T. 2001. Społeczne i ekologiczne aspekty tworzenia i utrzymania terenów zieleni miejskiej. Wydawnictwo Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych. Kraków.

AUTOR'S NOTE

A graduate of the following fields: Architecture and Urban Planning at the Szczecin University of Technology and Fisheries and Water Protection at the Agricultural University of Szczecin.

In his scientific research, the author deals with topics related to the role and importance of natural factors: water and greenery in a highly urbanized environment.

O AUTORZE

Absolwent kierunków: Architektura i Urbanistyka Politechniki Szczecińskiej oraz Rybactwo i Ochrona Wód Akademii Rolniczej w Szczecinie.

Autor w badaniach naukowych podejmuje tematykę związaną z rolą i znaczeniem czynników przyrodniczych: wody i zieleni w środowisku silnie zurbanizowanym.

Contact | Kontakt: j.piesik@aiu.uz.zgora.pl