

A Concept of Building Walls Developing in the Centrum Housing Estate in Wrocław

Magdalena Biernacik, Karol Wolski

Koncepcja
zagospodarowania
ścian budynku
na osiedlu
mieszkaniowym
Centrum
we Wrocławiu

Keywords: vertical garden, green wall, biologically active surface, housing estate

Introduction

Green areas are an integral part of modern cities and housing estates. Through the concept of urban greenery we understand all the vegetation constituting an integral part of the city landscape structure. In urban planning green spaces are seen as recreational areas – designed for leisure and relaxation of the citizens. The presence of these spaces in the city, improves the comfort of its inhabitants and creates its image [Bartosiewicz 1986, Czarnecki 1968].

The 21th century intensive urban development is associated with an increase in building density and expansion of vertical structures. This development often results in a lower quality of life in the urban environment and significantly affects its inhabitants. Urban areas are characterized by a special microclimate associated among others with increased temperatures and pollution. Limited space more often makes the infrastructure push the urban green areas into the background. The introduction of plants on buildings in big city centers is justified from the point of view of ecology, aesthetics and economics.

Greenery forms an integral part of the city architecture being an important element in shaping

its appearance. A particularly great role in shaping the urban greenery system is attributed to the vegetation within housing estates. The greenery in housing estates may take different forms, but its common feature is that it is located in the immediate human surroundings, shaping the living environment and exerting a significant influence on its quality. Developers, guided merely by economic calculation, inside newly created housing estates, do not care enough to comply with the obtaining standards for urban planning concerning the percentage of building plots and the green areas share inside and around them [Kowalczyk 2011, Mania, Kozacki 2008]. About 15 years ago they began investing in the so-called closed housing estates seen as prestigious, but at the same time not fulfilling the basic standards in terms of the participation and availability of green areas. Limited and relatively small plots designated for investments result in a decreasing area of permeable surface, often performing a biological function, for the advantage of built-up areas and car parks with an impervious surface. Researches from 60's and 70's found that in the first 8 years of functioning of a housing estate the area of greenery within increased from 24 to 39% [Węclawowicz-Bilska, Blazy 2008]. However new estates do not have sufficient area of land for this process to take place on an appropriate scale. In addition biologically active areas surrounded by buildings are characterized by high fragmentation and low

Słowa kluczowe: ogród wertykalny, zielona ściana, powierzchnia biologicznie czynna, osiedle mieszkaniowe

Wprowadzenie

Tereny zieleni stanowią integralną część współczesnych miast i osiedli. Poprzez pojęcie zieleni miejskiej rozumie się całą szatę roślinną stanowiącą nieodłączny element struktury krajobrazu miasta. W planowaniu urbanistycznym tereny zieleni postrzegane są jako tereny rekreacyjne – służące wypoczynkowi ludności. Obecność tych przestrzeni w mieście wpływa na poprawę komfortu życia jego mieszkańców oraz kreuje jego wizerunek [Bartosiewicz 1986, Czarnecki 1968]. Intensywny rozwój miast XXI wieku wiąże się ze wzrostem zagęszczenia zabudowy i rozbudową struktury pionowej. Często rozwój ten skutkuje obniżeniem jakości życia w środowisku miejskim, znacząco wpływając na jego mieszkańców. Tereny zurbanizowane charakteryzuje specyficzny mikroklimat związany m.in. z podwyższeniem temperatury i wzrostem zanieczyszczenia atmosfery. Ograniczona przestrzeń sprawia, że infrastruktura coraz częściej spycha tereny zieleni miejskiej na drugi plan. Wprowadzenie roślin na budynki w centrum wielkich miast znajduje uzasadnienie z punktu widzenia ekologii, estetyki i ekonomiki.

Zieleń tworzy integralną część architektury miasta, stanowiąc istotny element kształtowania jego przestrzeni. Szczególnie dużą rolę w kształtowaniu systemu zieleni miejskiej przypisuje się roślinności osiedlowej. Tereny zieleni na osiedlach mieszkaniowych mogą przyjmować różne formy, ale zawsze mają jedną cechę wspólną, stanowią zieleni znajdującą się w najbliższym otoczeniu człowieka, kształtując jego środowisko życia i wywierając znaczący wpływ na jego jakość. Deweloperzy kierujący się wyłącznie rachunkiem ekonomicznym na nowo powstałych osiedlach często nie dbają dostatecznie o zachowanie odpowiednich standardów urbanistycznych, dotyczących m.in. procentu zabudowy działki i udziału terenów zieleni [Kowalczyk 2011, Mania, Kozacki 2008]. Od około 15 lat zaczęto inwestować w tak zwane osiedla grodzone, które uchodząc za prestiżowe, nie spełniają jednocześnie podstawowych standardów w zakresie udziału i dostępności terenów zieleni. Ograniczony, stosunkowo niewielki obszar przeznaczony pod inwestycje skutkuje zmniejszaniem areálu powierzchni przepuszczalnych, często pełniących funkcję biologiczną, na rzecz terenów zabudowanych i parkingów o nawierzchni nieprzepuszczalnej. Badania z lat 60. i 70. wykazały, że w ciągu pierwszych 8 lat użytkowania powierzchnia zieleni na osiedlach wzrasta z 24 do 39% [Węclawowicz-Bilska, Błazy 2008]. Nowe osiedla nie dysponują jednak dostatecznym

zapasem terenu, aby proces ten mógł nastąpić w odpowiedniej skali. Ponadto, powierzchnie biologicznie czynne w otoczeniu budynków deweloperskich charakteryzują duże rozdrobnienie i niski stopień bioróżnorodności. Tereny zieleni na osiedlach grodzonych nie spełniają także jednego z podstawowych warunków stawianych zieleni miejskiej, czyli ogólnej dostępności [Mania, Kozacki 2008]. W związku z coraz bardziej ograniczoną przestrzenią dla zieleni w miastach popularne stają się nowoczesne rozwiązania. Jednym z nich jest wykorzystanie pionowych powierzchni murów i ścian budynków do tworzenia zielonych powierzchni. Roślinność zagospodarowana w ten sposób pełni wszystkie powierzone jej funkcje, nadając przy tym przestrzeni miejskiej niepowtarzalny wygląd. Zastosowanie tego typu rozwiązań na budynkach mieszkalnych pozwala wprowadzić pewne elementy natury w najbliższe otoczenie człowieka, zwiększając jednocześnie powierzchnię biologicznie czynną miasta [Bauman 1991, Johnston, Newton 2004]. Pojęcie ogrodów wertykalnych znane również pod nazwą ogrodów pionowych, żywych ścian czy zielonych elewacji określa całkowite lub częściowe pokrycie murów, ścian budynków, a także różnego rodzaju konstrukcji pionowych żywymi roślinami zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz [Johnston, Newton 2004, Knowles i in. 2002]. Od czasów średniowiecza w bryle architektonicznej dominuje kierunek pionowy.

level of biodiversity. Green areas in closed estates also do not meet one of the cardinal conditions that urban greenery needs be freely available [Mania, Kozacki 2008].

In view of the increasingly limited space for greenery in cities certain modern solutions are coming along. One of them is the idea of vertical surfaces and walls of buildings being used for the creation of green gardens. Greenery arranged in this way, performs all the functions assigned to it, giving the city a unique look at the same time. The use of such solutions for residential buildings can introduce some elements of nature in the immediate surroundings of urban dwellers while increasing at the same time the city's biologically active area [Johnston, Newton 2004].

The concept of vertical gardens also known as living walls or green elevation involves total or partial coverage of walls, buildings, as well as various vertical structures in live plants, both inside and outside [Johnston, Newton 2004, Knowles et al. 2002]. Since the Middle Ages architecture has been dominated by vertical direction, and this trend is continuing today, when a residential space concept moves toward high vertical designs which increases the distance between the resident and the natural environment. Perennials, shrubs and low trees are not within the visual range of the city inhabitants, making vertical gardens rising on the facades of buildings a desirable element in a densely built up

city center [Bartnicka, Ullman 2009]. The green walls bring many benefits to a living space. Large areas covered with vegetation result in noise reduction, contributing positively to human well-being. The city as an area mostly covered with water impermeable material (hard surface of concrete and glass) prevents its retention, and the significant amount of rainwater is transported outside the area where precipitation has occurred. Green walls allow to keep some of rainwater, partially eliminating the problem of low humidity. In addition to the beneficial effects on the condition of air and health of the residents, vertical gardens provide buildings facades with protection from winds and reduce humidity and temperature fluctuations in the boundary layer of the building wall [Baumann 1991, Celadyn 1992, Johnston, Newton 2004].

Among the vertical gardens, we can distinguish two types. The traditional one is based on climbing plants planted in the ground or pots attached to the facade of the building, equipped with a synchronized irrigation system. The other more technologically advanced type consists in the creation of fully faceted green walls with in-built panels or pockets filled with a substrate that allows for the plants' roots development [Binabid 2010, Kosiński 2011]. Green walls created in interiors are primarily a form of art. The shape and color of these art forms allow for discerning the resemblance to classic images,

enhancing in this was the aesthetic design [Binabid 2010].

Technological solutions used in the construction of vertical gardens

There are many solutions aimed at obtaining the effect of a green wall. Basically it can be divided into installations where the substrate soil as well as soilless technologies can be used as root development environment. The most basic technological solutions used for vertical gardens are pots, boxes or containers that are placed on a vertical surface and allow for the introduction of the plants on the wall. Containers with the substrate can be attached to a wall directly or through a special metal or plastic structure, they can also rest on shelves attached to the wall. Selection of appropriate plants ensuring proper coverage of the building surface depends on the density and arrangement of the containers on the wall surface. Solutions of this type are best suited for small areas and inside buildings. A similar concept is based on pockets made from felt attached to the wall. The pockets like containers are filled with light ground where roots can develop. To protect the walls, in the area between them and the pockets isolation of a suitable water-proof mat or tightly interconnected PVC is used [Özgür, Karaca 2013]. What is widely used

Tendencja ta utrzymuje się do dziś, gdzie koncepcja zagospodarowania przestrzeni mieszkaniowej zmierza w kierunku wysokich pionowych konstrukcji zwiększających dystans między mieszkańcem a środowiskiem naturalnym. Byliny, krzewy oraz niskie drzewa nie wchodzą w zasięg wizualny mieszkańców, czyniąc pionowe ogrody wznoszące się na elewacjach budynków pożądanym elementem w gęstej i wysokiej zabudowie miejskiej [Bartnicka, Ullman 2009]. Zielone ściany wnoszą wiele korzyści w przestrzeń mieszkalną. Duże powierzchnie pokryte roślinnością zmniejszają natężenie hałasu, wpływając pozytywnie na samopoczucie człowieka. Miasto jako obszar w większości pokryty materiałami nieprzepuszczalnymi dla wody (twarda nawierzchnia ścian z betonu i szkła) uniemożliwia jej retencję, znacząca ilość wód opadowych dzięki kanalizacji jest transportowana poza pierwotny obszar, w którym wystąpił opad. Zielone ściany pozwalają zatrzymać część wody opadowej, zmniejszając problem niskiej wilgotności powietrza. Oprócz korzystnego wpływu na stan powietrza atmosferycznego i zdrowie mieszkańców pionowe ogrody zapewniają ochronę elewacji budynków przed wiatrami oraz zmniejszają różnice wilgotności i temperatur w przyściennej warstwie budynku [Baumann 1991, Celadyn 1992, Johnston, Newton 2004].

Wśród ogrodów wertykalnych możemy wyróżnić dwa typy założeń. Tradycyjny – z zastosowaniem

pnączy sadzonych w gruncie lub roślinności balkonowej w donicach mocowanych do elewacji budynku, wyposażone w synchronizowane systemy nawadniania. Drugi, bardziej zaawansowany technologicznie typ założeń polega na utworzeniu pełnopłaszczyznowej ściany zieleni zbudowanej z paneli lub kieszeni wypełnionych substratem umożliwiającym rozwój korzeni roślin [Binabid 2010, Kosiński 2011]. Zielone ściany znajdujące się we wnętrzach są przede wszystkim formą sztuki. Artystyczne formy kształtu i koloru pozwalają dostrzec podobieństwo do klasycznych obrazów, zwiększając walory estetyczne wnętrz [Binabid 2010].

Rozwiązania technologiczne stosowane przy zakładaniu pionowych ogrodów

Istnieje wiele rozwiązań prowadzących do uzyskania efektu zielonej ściany. Zasadniczo można dokonać podziału na instalacje, w których jako środowisko rozwoju korzeni wykorzystywane są substrat glebowy oraz technologie bezglebowe.

Do najprostszych rozwiązań technologicznych wykorzystywanych przy zakładaniu pionowych (ryc. 1) ogrodów należą doniczki, skrzynki lub pojemniki, które umiesz-

czone na pionowej powierzchni umożliwiają wprowadzenie roślin na ścianę. Pojemniki z podłożem mocuje się do ściany bezpośrednio albo za pomocą odpowiednich konstrukcji metalowych bądź z tworzywa sztucznego. Mogą one również spoczywać na półkach przytwierdzonych bezpośrednio do ściany. Od gęstości rozmieszczenia pojemników na powierzchni ściany uzależniony jest dobór odpowiednich roślin, które mają zapewnić właściwe pokrycie projektowanej przestrzeni. Rozwiązania tego typu najlepiej sprawdzają się na niewielkich powierzchniach oraz we wnętrzach budynków. Podobna koncepcja opiera się na wykorzystaniu kieszeni utworzonych z filcu przymocowanego do ściany. Kieszenie podobnie jak pojemniki wypełnia się lekkim podłożem, w którym mogą rozwijać się korzenie roślin. Do zabezpieczenia ściany pomiędzy murem a kieszeniami stosuje się izolację w postaci odpowiedniej wodoodpornej maty lub szczelnie połączonych ze sobą płyt PCW [Özgür, Karaca 2013]. Szerokie zastosowanie znajdują gotowe panele wykonane z aluminiowej siatki bądź tworzywa sztucznego, wypełnione lekkim podłożem organicznym. Znajdują się w nich otwory, w których sadi się rośliny. Panele montowane są na metalowych szynach mocowanych bezpośrednio do ściany, a jednostki można swobodnie łączyć ze sobą. Gotowe panele naścienne wypełnia się również podłożami inertywnymi z zastosowaniem fertygacji.

are ready-made panels made from aluminum or plastic mesh, filled with a light organic substrate. There are holes in which the plants are planted. The panels are mounted on metal rails fastened directly to the wall, and the units may be freely combined. Ready-made wall panels can also be filled with inert media intended for fertigation. The medium mostly consists of rockwool or synthetic foam that allows for root growth and nutrients are supplied with water in the form of a nutritive solution [Kosiński 2011]. What is gaining popularity in the recent years is a method similar to the technique of pockets filled with ground, but functioning as a soilless system. The base in this technology is a synthetic felt obtained from recycling, which absorbs and retains water. In contrast to the classical felt, the material is not woven but compacted, which enables root penetration. Pockets are made between felt layers, between which plants are inserted and attached to the PVC foundation. After planting, the roots grow in all directions, forming a dense mat. The panels are mounted at a certain distance from the wall allowing for the so-called expansion gap. It is essential to avoid fungi development, decay, stains and other irregularities that would pose a threat to the building [Kosiński 2011].

Vegetation in vertical gardens

Specific environmental conditions which characterize the city are the source of the so-called urban stress, which greatly limits the selection of plant species. Plants for city planting should have first and foremost high tolerance to dust and air pollution [Borowski, Lachota 2006].

When designing a vertical garden, plant species have to be carefully selected according to the urban climate and specific plant growth conditions. Vegetation used for vertical garden projects in addition to its resistance to urban climate should have a shallow root system, due to the limited space for the plant rooting. The plant life span and its growth rate should also be taken into account. Plants desirable for larger design projects are long-lived and relatively fast growing ones, which allows for a quicker desired effect. An important criterion is also plants' resistance to disease and pests. Species used in green areas or public housing estates should not require special care and treatments [Johnston, Newton 2004, Yu-Peng Yeh 2009]. The use of native plants increases the chance that the composition will remain in good condition for a long time. Depending on the façade exposition to the north, south, east or west, it is necessary to use appropriate plant species and varieties [Johnson, Newton 2004, Trzaskowska 2010]. The most common

decorative element of plants used for this type of projects are the leaves. In cold climates vegetation that keeps its foliage throughout the year is commonly used. Projects designed for temperate climate zones should take into account the changing seasons. Suitable flora adapted to this cycle may have a significant influence on the aesthetic perception of a green wall [GRHC 2008]. In our climate zone the most highly valued plants used for greening a facade are vines, perennials and low trees and shrubs, annuals and biennials are rarely planted [Trzaskowska 2010].

The concept of green walls development – conceptual design and the substantiation of the proposed solutions

Characteristic of the object under study

Centrum housing estate is located on the border of the Old Town and the South district of the very centre of Wrocław. The coordinates of the building location are 17°02'27" east longitude and 51°06'04" north latitude. The investment involves the construction of a five-storey residential building, located at General Tadeusz Kościuszko street No. 83 to 91. The location of the investment

Podłoże najczęściej stanowi wełna mineralna lub syntetyczna pianka umożliwiająca przerastanie korzeni, a składniki pokarmowe dostarczane są wraz z wodą w postaci pożywki [Kosiński 2011]. Dużą popularnością w ostatnich latach cieszy się metoda zbliżona do techniki kieszeni wypełnionych podłożem, lecz funkcjonująca w systemie bezglebowym. W technologii tej podłoże stanowi syntetyczny filc uzyskiwany z recyklingu odpadów, który wchłania i retencjonuje wodę. W przeciwieństwie do klasycznego filcu materiał ten nie jest tkany a ubijany, co umożliwia przerastanie korzeni. Do płyt PCW przytwierdza się 2 warstwy pokrywy filcowej, gdzie warstwa zewnętrzna tworzy kieszenie, pomiędzy które wsuwa się rośliny. Po posadzeniu korzenie rozrastają się we wszystkie strony, tworząc zwartą matę. Między filcem stanowiącym podłoże a podkładem konstrukcyjnym z płyt PCW znajduje się powłoka z tkaniny polipropylenowej utrzymująca trwałość warstwowej konstrukcji. Płyty montuje się w pewnej odległości od ściany, pozostawiając tak zwaną przestrzeń dylatacyjną lub oddechową. Jest ona niezbędna do uniknięcia procesów gnilnych, zacieków i innych nieprawidłowości groźnych dla budynku [Kosiński 2011].

Roślinność w założeniach

wertykalnych

Specyficzne warunki środowiskowe, jakimi cechuje się miasto, są źródłem tak zwanego stresu miejskiego, który w znacznym stopniu ogranicza możliwości doboru roślinności. Rośliny przeznaczone do nasadzeń miejskich powinny wykazywać przede wszystkim dużą tolerancję na zapylenie i zanieczyszczenie powietrza [Borowski, Lachota 2006].

Podczas projektowania ogrodów wertykalnych należy starannie dobrać gatunki roślin do panujących warunków klimatycznych oraz specyficznych warunków wzrostu. Roślinność wykorzystywana w założeniach pionowych oprócz odporności na klimat miejski powinna charakteryzować się płytkim systemem korzeniowym, ze względu na niewielką grubość podłoża do ukorzenienia się. Należy uwzględnić

długość życia oraz tempo wzrostu roślin. Przy większych założeniach pożądane są rośliny długo żyjące o stosunkowo szybkim rozwoju, co pozwala na uzyskanie zamierzonego efektu. Ważnym kryterium jest również odporność roślin na choroby i szkodniki. Gatunki stosowane na terenach zieleni publicznej czy osiedlach mieszkaniowych nie powinny wymagać także szczególnych zabiegów pielęgnacyjnych [Johnston, Newton 2004, Yu-Peng Yeh 2009].

Stosowanie rodzimych roślin daje większe prawdopodobieństwo, że przez długi czas kompozycja utrzyma się w dobrej kondycji. Zależnie od wysunięcia projektowanej fasady w kierunku północnym, południowym, wschodnim czy zachodnim konieczne jest wykorzystanie odpowiednich gatunków roślin i ich odmian [Johnston, Newton 2004, Trzaskowska 2010]. Najczęstszym elementem ozdobnym roślin sto-

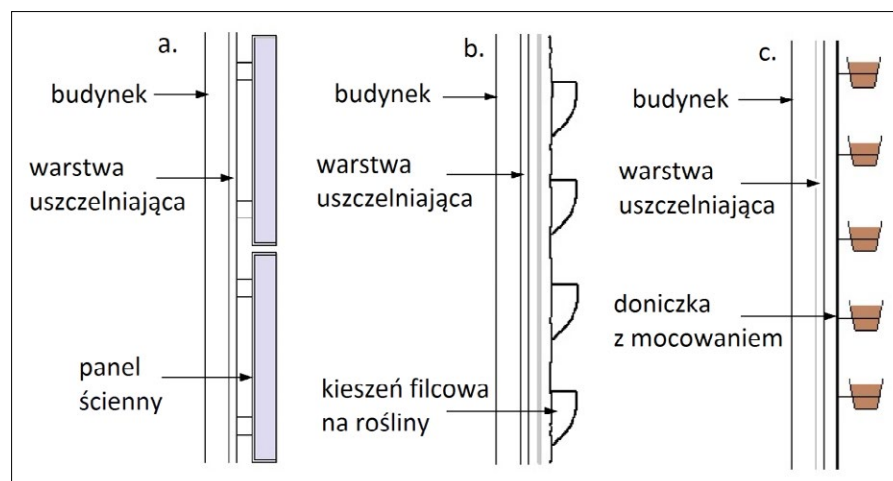


Fig. 1. a – panel system, b – system of felts, c – flowerpots system

Ryc. 1. a – system panelowy, b – system filcowy, c – system doniczkowy

Tabela 1. The list of plants used in the project

No.	English name	Latin name	Variety	Number of items	Color of flowering
The eastern elevation					
1.	Flaky Juniper	<i>Juniperus squamata</i>	'Blue Star'	96	–
2.	Flaky Juniper	<i>Juniperus squamata</i>	'Dream Joy'	41	–
3.	Creeping Juniper	<i>Juniperus horizontalis</i>	'Andorra Compact'	9	–
4.	Spindle tree	<i>Euonymus fortunei</i>	'Sunspot'	48	–
5.	Evergreen candytuft	<i>Iberis sempervirens</i>		266	white
6.	Sea pink	<i>Armeria maritima</i>	'Splendens Perfecta'	400	carmine
The western elevation					
7.	Hart's-tongue fern	<i>Phyllitis scolopendrium</i>		33	–
8.	European wild ginger	<i>Asarum europaeum</i>		278	–
9.	Black mondo grass	<i>Ophiopogon planiscapus</i>	'Nigrescens'	74	purple and white
10.	Lilyturf	<i>Liriope muscari</i>	'Variegata'	155	purple
11.	Male fern	<i>Dryopteris filix-mas</i>	'Crispa Cristata'	60	–
12.	Japanese spurge	<i>Pachysandra terminalis</i>	'Variegata'	460	white

in the very center of the city will be a factor limiting direct access to green areas by its residents. The use of vegetation in a vertical gardens system can provide a solution to this problem. The original architecture of the *Centrum* estate creates great possibilities to exploit vertical surfaces for the introduction of greenery in the immediate surroundings of the building inhabitants.

Installation

This project will apply soilless technology relying on the use of a felt mat as plants maintenance medium. The construction of a layer structure, formed by plates of PVC, polypropylene fabric, acrylic mesh layer and two layers of felt mat. What is very important is that the panels should

match well and the connections between them should be sealed. Polypropylene fabric will be mounted at the PVC panels on pin-plugs, which will ensure the stability of the layered structure. An acrylic net will hold the first layer of felt mats attached to the PVC with stainless steel spikes. The felt proposed for the project is a synthetic, inorganic, material obtained by compacting. Then another felt layer will be attached to the first one. The plants will be placed between these two felt layers by incising the outer layer horizontally and creating a gap. The whole structure will be fixed to the facade of the building by a steel frame. An expansion gap will be ensured between the growing structure and the wall of the building.

Excluding the labor costs and assuming the average wholesale prices of materials, the cost of this type of installation amounts to 3123.5 zł per 10 m².

Selection of the species

Because of various stress factors faced by the greenery in urban areas, the highest quality of plants ought to be ensured in order to increase their chances of survival in a hostile environment. Plants should not exhibit any disease symptoms and be free of viruses and pests. They should have the characteristics typical of the species and varieties and be highly vital and vigorous. What is very important is a properly developed, strong root system. The vegetation selected for the investment must be able to

sowanych do tego typu założeń są liście. W klimacie chłodnym wykorzystuje się roślinność, która utrzymuje liście przez cały rok. Projekty dla stref klimatu umiarkowanego powinny uwzględniać zmiany pór roku. Odpowiednia flora dostosowana do tego cyklu może znacząco wpływać na estetyczny odbiór zielonej ściany [GRHC 2008]. W naszej strefie klimatycznej do zazieleniania elewacji wykorzystuje się pnącza, byliny oraz niskie krzewy i krzewinki, rzadziej stosuje się rośliny jednoroczne i dwuletnie [Trzaskowska 2010].

Koncepcja zagospodarowania zielonych ścian – założenia projektowe i uzasadnienie proponowanych rozwiązań

Charakterystyka obiektu objętego opracowaniem

Osiedle Centrum położone jest na granicy Starego Miasta i południa w ścisłym centrum Wrocławia. Współrzędne lokalizacji obiektu to 17°02'27" długości geograficznej wschodniej i 51°06'04" szerokości geograficznej północnej. Inwestycja obejmuje budowę pięciokondygnacyjnego budynku mieszkalnego, usy-

tuowanego przy ulicy Generała Tadeusza Kościuszki 83–91. Lokalizacja osiedla w ścisłym centrum miasta będzie czynnikiem ograniczającym bezpośredni dostęp jego mieszkańców do zieleni. Zastosowanie roślinności w systemie pionowych ogrodów może stanowić częściowe rozwiązanie tego problemu. Oryginalna architektura Osiedla Centrum daje duże możliwości wykorzystania pionowych powierzchni do wprowadzenia zieleni w bezpośrednie otoczenie mieszkańców.

Instalacja

W projekcie do instalacji pionowego ogrodu użyta będzie technologia bezglebowa, polegająca na wykorzystaniu filcowej maty jako podłoża utrzymującego rośliny. Konstrukcja o budowie warstwowej jest utworzona z płyty PCW, tkaniny polipropylenowej, warstwy akrylowej siatki oraz dwóch warstw maty filcowej. Istotne jest odpowiednie dopasowanie płyt do siebie i uszczelnienie powierzchni łączenia. Do płyt PCW zostanie przymocowana za pomocą bolców-dybli tkanina polipropylenowa, która będzie utrzymywać trwałość warstwowej struktury. Akrylowa siatka przytwierdzona nierdzewnymi kołkami do płyt PCW będzie przytrzymywać pierwszą warstwę filcowej maty. Użyta mata jest syntetyczna, nieorganiczna, otrzymana w wyniku ubijania materiału filcowego. Do niej przymocowana zostanie kolejna mata filcowa, tej

samej grubości. Poziome nacięcia w wierzchniej macie utworzą szczeliny, a rośliny będą umieszczane między warstwami filcu. Całość konstrukcji zostanie przymocowana do elewacji budynku poprzez stalowy stelaż. Pomiędzy warstwą podłoża a ścianą budynku będzie zachowana przerwa dylatacyjna.

Nie wliczając kosztów pracy ludzkiej przy zakładaniu pionowych ogrodów oraz przyjmując średnie ceny hurtowe materiałów, koszty założenia tego typu instalacji to 3123,5 zł za 10 m².

Dobór roślinności

Ze względu na szereg czynników stresowych, na jakie narażona jest zieleń na terenie miast, należy zadbać o odpowiednią jakość sadzonych roślin, aby zwiększyć ich szansę na przetrwanie w niesprzyjającym środowisku. Nie powinny wykazywać żadnych objawów chorobowych oraz muszą być wolne od wirusów i szkodników. Powinny posiadać cechy typowe dla gatunku i odmiany oraz wykazywać się dużą witalnością i wigorem. Do przyjęcia się roślin na nowym stanowisku niezwykle istotny jest prawidłowo rozwinięty, silny system korzeniowy. Roślinność należy dobrać w taki sposób, aby znosiła surowe warunki miejskie, pełniąc powierzoną jej rolę. Wykorzystanie gatunków zimozielonych (tab. 1) podnosi wartość kompozycji, zapewniając atrakcyjny wygląd ogrodów w okresie zimowym. Zastosowanie

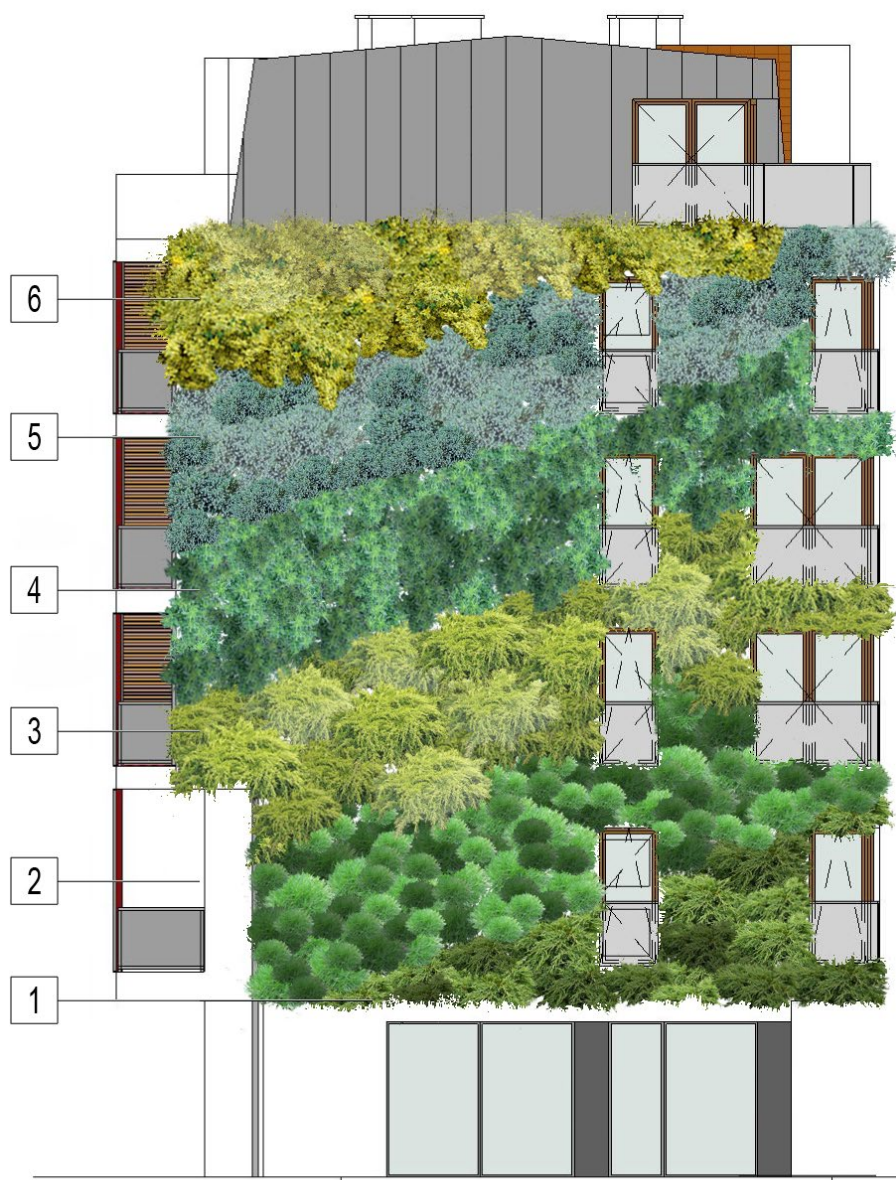


Fig. 2. The eastern wall design

Ryc. 2. Projekt ściany wschodniej

Legend – Legenda:

1. *Juniperus horizontalis* 'Andorra Compact'
2. *Armeria maritima* 'Splendens Perfecta'
3. *Juniperus squamata* 'Dream Joy'
4. *Iberis sempervirens*
5. *Juniperus squamata* 'Blue Star'
6. *Euonymus fortunei* 'Sunspot'

withstand harsh urban conditions and fulfill its role. The use of evergreen species (Tab. 1) increases the value of the composition providing an attractive appearance of gardens in winter time. The use of flowering plants *Iberis sempervirens* L., *Armeria maritima* Willd., *Liriope muscari* L. H. Bailey breaks the monotony diversifying the composition in summer. *Pachysandra terminalis* 'Variegata' with its ornamental green leaves with white margins, *Euonymus fortunei* 'Sunspot' with a yellow stripe along the axis of its dark green leaves, harmonize with the green leaves of *Asarum europaeum* L. and the coniferous plants *Juniperus horizontalis* 'Andorra Compact', *Juniperus squamata* 'Dream Joy', *Juniperus squamata* 'Blue Star'. The selection of vegetation on the eastern wall (Fig. 1) and the western wall (Fig. 2) corresponds to the light exposure conditions prevailing on both sides of the building.

Conclusions

Increasingly densified centers in crowded cities throw new challenges for gardeners and landscape architects. Introducing plants to towns in their traditional form is becoming increasingly difficult, and rising land prices often leave developers disregarding the importance of the greenery and the necessity of preserving or creating a biologically active area around buildings. In this situation, the best solution is to use

Tabela 1. Wykaz roślinności wykorzystanej w projekcie

Lp.	Nazwa polska	Nazwa łacińska	Odmiana	Liczba szt.	Kolorystyka kwitnienia
Elewacja wschodnia					
1.	Jałowiec łuskowy	<i>Juniperus squamata</i>	'Blue Star'	96	–
2.	Jałowiec łuskowy	<i>Juniperus squamata</i>	'Dream Joy'	41	–
3.	Jałowiec płozący	<i>Juniperus horizontalis</i>	'Andorra Compact'	9	–
4.	Trzmielina Fortune'a	<i>Euonymus fortunei</i>	'Sunspot'	48	–
5.	Ubiorek wiecznie zielony	<i>Iberis sempervirens</i>		266	biały
6.	Zawciąg nadmorski	<i>Armeria maritima</i>	'Splendens Perfecta'	400	karminowy
Elewacja zachodnia					
7.	Jęczycznik zwyczajny	<i>Phyllitis scolopendrium</i>		33	–
8.	Kopytnik europejski	<i>Asarum europaeum</i>		278	–
9.	Konwalnik płaskopędowy	<i>Ophiopogon planiscapus</i>	'Nigrescens'	74	fioletowo-biały
10.	Liriope szafirkowata	<i>Liriope muscari</i>	'Variegata'	155	fioletowy
11.	Narecznica samcza	<i>Dryopteris filix-mas</i>	'Crispa Cristata'	60	–
12.	Runianka japońska	<i>Pachysandra terminalis</i>	'Variegata'	460	biały

roślin kwitnących takich jak *Iberis sempervirens* L., *Armeria maritima* Willd., *Liriope muscari* L.H. Bailey przełamuje monotonię kompozycji, urozmaicając latem zielone barwy. *Pachysandra terminalis* 'Variegata' o ozdobnych zielonych liściach z białym obrzeżeniem, *Euonymus Fortunei* 'Sunspot' z żółtożółtym paskiem wzdłuż osi ciemnozielonych liści współgra z zielenią liści *Asarum europaeum* L. oraz roślinami iglastymi *Juniperus horizontalis* 'Andorra Compact', *Juniperus squamata* 'Dream Joy', *Juniperus squamata* 'Blue Star'. Dobór roślinności na ścianie wschodniej (ryc. 2) oraz ścianie zachodniej (ryc. 3) odpowiada wa-

runkom świetlnym panującym po obydwóch stronach budynku.

Podsumowanie

Gęstniejąca zabudowa coraz bardziej zatłoczonych miast stawia przed ogrodnikami i architektami krajobrazu nowe wyzwania. Wprowadzanie roślinności do miast w tradycyjnej formie staje się coraz trudniejsze, a rosnące ceny gruntów sprawiają, że deweloperzy budując nowe osiedla mieszkaniowe, często zaniedbują aspekt zieleni i powierzchni biologicznie czynnej wokół budynków. W tej sytuacji najlepszym rozwiązaniem jest sto-

sowanie nowoczesnych technologii takich jak ogrody wertykalne, które adaptują niewykorzystane, pionowe powierzchnie do nowych celów.

Na nowo powstałym osiedlu mieszkaniowym Centrum we Wrocławiu zaproponowano koncepcję zagospodarowania dwóch ścian z wykorzystaniem technologii wprowadzenia roślin. Realizacja powyższego projektu pozwoli na wkomponowanie dodatkowej powierzchni biologicznie czynnej w ścisłe centrum miasta, wpływając na poprawę komfortu życia mieszkańców osiedla i spełniając odpowiednie funkcje. Zielona ściana z pewnością pomoże poprawić wizerunek osiedla zarówno

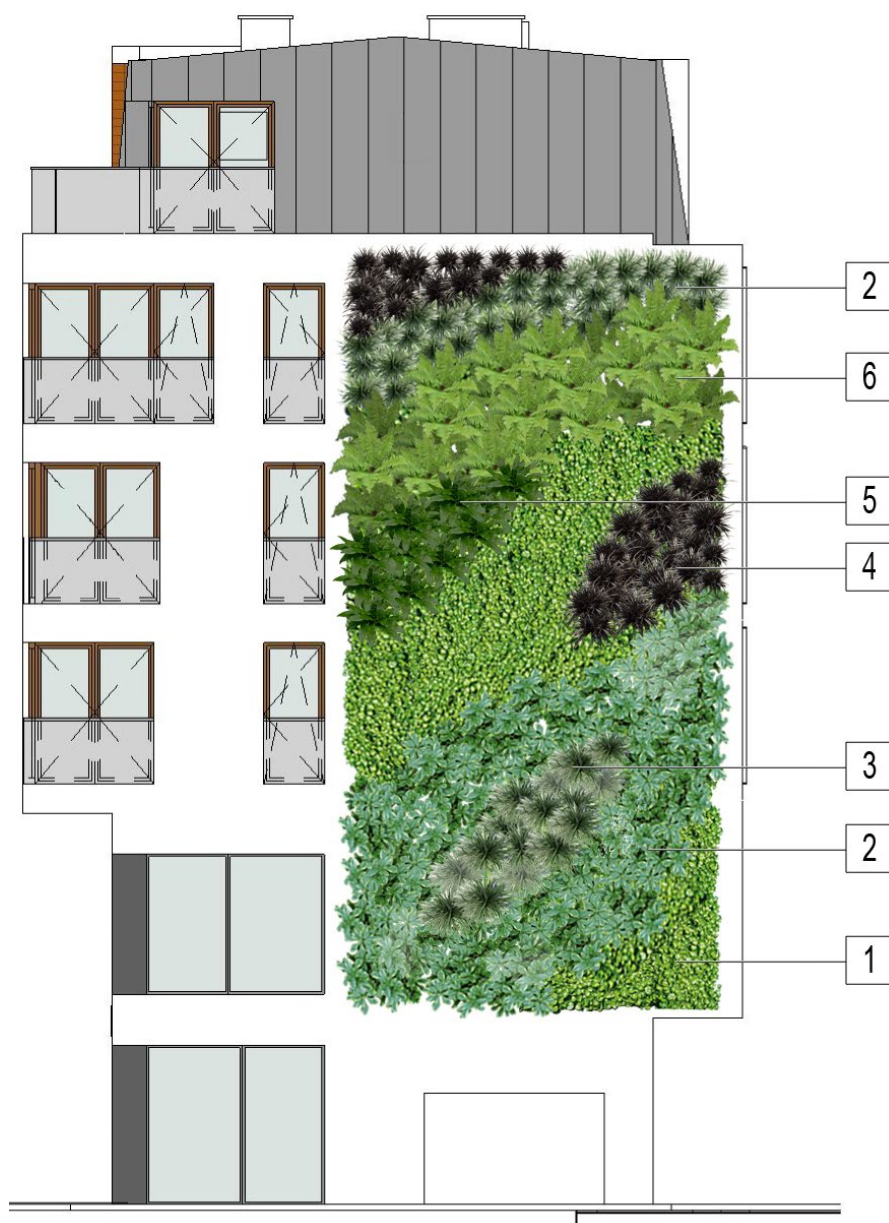


Fig. 3. The western wall design

Ryc. 3. Projekt ściany zachodniej

Legend – Legenda

1. *Asarum europaeum*
2. *Pachysandra terminalis* 'Variegata'
3. *Liriope muscari* 'Variegata'
4. *Ophiopogon planiscapus* 'Nigrescens'
5. *Phyllitis scolopendrium*
6. *Dryopteris filix-mas* 'Crispa Cristata'

modern technology such as vertical gardens, which adapt the unused vertical space for new purposes. The newly constructed housing estate *Centrum* in Wrocław proposes the concept of the green wall technology for two walls of the building. The implementation of this project will allow for the introduction of an additional biologically active surface into the city center. At the same time it will improve the quality of life of the residents of the estate performing its appropriate functions. The green wall will certainly improve the image of the estate, both in the eyes of locals and visitors, giving it a unique character and becoming its flagship. Considering the advantages of vertical gardens and the presence of greenery in the immediate human surroundings, the benefits deriving from introducing vertical gardens to the society in a new housing estate in the center of Wrocław are very likely to be much higher than the financial costs incurred by their implementation.

Magdalena Biernacik
Karol Wolski

Department of Agroecosystems and Green
Areas Management
Grassland and Landscape Development
Division
Wrocław University of Environmental and Life
Sciences

w oczach mieszkańców, jak i gości, nadając mu niepowtarzalny charakter i stając się jego wizytówką. Rozpatrując zalety pionowych ogrodów oraz obecności zieleni w najbliższym otoczeniu człowieka, można z dużym prawdopodobieństwem spodziewać się, że korzyści społeczne płynące z realizacji pionowych ogrodów na nowym osiedlu w centrum Wrocławia będą znacznie wyższe niż koszty finansowe poniesione na ich realizację.

**Magdalena Biernacik
Karol Wolski**

Katedra Kształtowania Agroekosystemów
i Terenów Zieleni
Zakład Łąkarstwa i Kształtowania Terenów
Zieleni
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Literature – Literatura

1. Bartnicka M., Ullman I., 2009. Wykorzystać wszystkie atuty zieleni. *Architecturae et Atribus*, vol. 1, no. 2. Politechnika Białostocka, 17–22.
2. Bartosiewicz A., 1986. Urządzanie terenów zieleni. Wydawnictwo Szkole i Pedagogiczne. Podręcznik dla technikum zawodowego, wydanie czwarte. Warszawa.
3. Bauman R., 1991. *Domy w zieleni*. Arkady, Warszawa.
4. Binabid J., 2010. Vertical Garden the study of Vertical Gardens and their benefits for low-rise buildings in moderate and hot climates. A Thesis Presented to the Faculty of the USC School of Architecture University of Southern California.
5. Borowski J., Lachota P., 2006. Dobór drzew i krzewów do warunków przyulicznych Warszawy i miast centralnej Polski. *Rocznik dendrologiczny*, vol. 54, 83–93.
6. Celadyn W., 1992. Architektura a systemy roślinne. Studium relacji między elementami architektonicznymi a roślinami. Politechnika Krakowska, Kraków.
7. Czarnecki W., 1968. Planowanie miast i osiedli. Tom 3. *Krajobraz i tereny zielone*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
8. Johnston J., Newton J., 2004. *Building Green – A guide to using plants on roofs, walls and pavements*. Greater London Authority.
9. Knowles L., MacLean P., Rosato M., Stanley C., Volpe S., Yousif D., Wismer S., 2002. *Living Wall – A Feasibility Study for the SLC*.
10. Kosiński W., 2011. Pionowe ogrody – idea technologia i estetyka. *Czasopismo Techniczne, Zeszyt 11*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej.
11. Kowalczyk A., 2011. Zielone dachy szansa na zrównoważony rozwój terenów zurbanizowanych. *Zróżnicowany Rozwój – Zastosowania 2*, 66–81. Fundacja Sendzimira, Kraków.
12. Mania W., Kozacki L., 2008. Wpływ nowych form osiedli mieszkaniowych na system przyrodniczy miasta (na przykładzie osiedli Pitkowskich w Poznaniu). *Problemy Ekologii Krajobrazu*, tom. XXII, Polska Asocjacja Ekologii Krajobrazu, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 243–258.
13. Özgür B.T., Karaca E., 2013. Vertical Gardens. *Advances in Landscape Architecture*. InTech.
14. Trzaskowska E., 2010. Wykorzystanie roślin w projektowaniu architektonicznym (pnącza, ogrody wertykalne). *Teka Komisji Architektury Urbanistyki i Studiów Krajobrazowych – O.L. PAN, Lublin*, 110–121.
15. Węclawowicz-Bilska E., Blazy R., 2008. Tereny zieleni w miastach – ustalenia dotyczące standardów w miastach XX i XXI wieku [w:] II Ogólnopolska Konferencja Szkoleniowa, Zieleni Miejska „Między Tradycją a Nowoczesnością”, Baranowo k. Poznania 29–30 maja 2008 r. Abrys Sp. z o.o., Poznań, 17–31.
16. Yu-Peng Yeh, 2010. *Green Wall. The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect*. National. Chung-Hsing University.
17. *Green Roofs for Health Cities (GRHC) – North America Inc.* 2008. *Introduction to Green Walls – Technology, Benefits and Design*. http://www.greenscreen.com/Resources/download_it/IntroductionGreenWalls.pdf 20.01.2013