

# Classification of Green Walls in Consideration to Polish Traditions

Marta Weber-Siwirska, Daniel Skarżyński, Ewa Walter,  
Katarzyna Wróblewska

Klasyfikacja roślinnych ścian z uwzględnieniem polskich tradycji językowych

**Key words:** vertical garden, climbing plants, construction, irrigation, green buildings

## Introduction

Every year all over Poland, both in public and private spaces, more and more living walls are created. With the growing demand for such installations, the number of publications dealing with this subject matter is on the increase. The word “publications” applies not only to academic theses but also to scientific and popular articles, descriptions and specifications of construction projects and opinions of various experts. Unfortunately, in many of the above mentioned paper types, identical terms happen to define different elements. For example, we may come across the term of “vertical garden”, which in one study only refers to climbing plants, in another one to some panel installations, and still in another to all the ways of covering walls with plants. In extreme cases, such inconsistency occurs even within one single study. Also in English-language literature, the same term used to define various types of green walls can often be found. This lack of consistency in the use of both Polish and English terminology makes it difficult to prepare study materials that are substantially correct, while readers of such written materials often become confused. To tackle the problem, Polish Green Roof Association

has established a team of experts to set standards in the terminology of green walls.

## Material collected and method applied

The first attempts to classify living walls for the purpose of this study began in October 2016, as materials were being collected for the First National Congress of Lecturers on Green Roofs and Living Walls, organised by the Polish Green Roof Association. The congress took place in Wrocław, Poland on the 18th and 19th November 2016. The preparatory work consisted mainly of a review of available literature. Manso and Castro-Gomes’s [2015] article proved to be the most useful one, as it served as the model for a provisional classification of all living walls. At the congressional meeting, it was stated that the divisions proposed by Manso and Castro-Gomes [2015] were insufficient because there were several criteria worth considering when describing any living wall. Finally, four aspects were identified as requiring consideration: the way of specific plant cultivation, irrigation system, planting time and the location of the wall in relation to the building. Elaboration of detailed definitions was made by a team of four people, appointed during the congress. Each member of the team worked on the definitions within one part of the material assigned to them, and then,

**Słowa kluczowe:** ogrody wertykalne, pnącza, konstrukcja, nawadnianie, budynek

## Wprowadzenie

Każdego roku w Polsce zarówno w przestrzeniach publicznych, jak i prywatnych powstaje coraz więcej żyjących ścian. Wraz z rosnącym popytem na takie instalacje zwiększa się liczba materiałów pisanych traktujących o wspomnianej tematyce. Dotyczy to nie tylko prac dyplomowych, ale również artykułów naukowych i popularnonaukowych, opisów projektów budowlanych oraz opinii rzeczoznawców. Wiele z tych opracowań zawiera identyczne pojęcia określające różne elementy. Można się spotkać z hasłem „ogród wertykalny”, które w jednym opracowaniu dotyczy wyłącznie pnączy, w kolejnym samych instalacji panelowych, a w następnym – wszystkich sposobów pokrywania ścian roślinami. W skrajnych przypadkach dochodzi do takich sytuacji nawet w obrębie jednego opracowania. Również w literaturze anglojęzycznej bardzo często można znaleźć to samo określenie wykorzystane do zdefiniowania różnych rodzajów roślinnych ścian. Brak konsekwencji w stosowaniu nazewnictwa zarówno w języku polskim, jak i angielskim utrudnia przygotowanie materiałów poprawnych merytorycznie, a u czytających te prace powoduje niejednokrotnie dezorientację. W związku

z powyższym Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” powołało zespół ekspertów, w celu ustalenia standardów w nazewnictwie roślinnych ścian.

## Materiał i metoda

Próby klasyfikacji żyjących ścian na potrzeby niniejszego opracowania rozpoczęły się w październiku 2016 r., podczas gromadzenia materiałów na organizowany przez Polskie Stowarzyszenie „Dachy Zielone” I Ogólnopolski Zjazd Wykładowców Dachów Zielonych i Żyjących Ścian. Zjazd odbył się w terminie 18–19 listopada 2016 r. we Wrocławiu. Prace przygotowawcze polegały w głównej mierze na przeglądzie dostępnej literatury. Najbardziej przydatny okazał się artykuł Manso i Castro-Gomesa pt. „Green wall systems: A review of their characteristics”, który stanowił wzór do pierwszego, wstępnego podziału żyjących ścian. Podczas zjazdu wykładowców stwierdzono, że podział zaproponowany przez Manso i Castro-Gomesa [2015] jest niewystarczający, ponieważ istnieje kilka kryteriów, które należy brać pod uwagę, opisując żyjącą ścianę. Ostatecznie wyodrębnione zostały cztery aspekty konieczne do każdorazowego uwzględniania: system uprawy, sposób nawadniania, termin sadzenia roślin oraz lokalizacja ściany w stosunku do budynku. Opracowania szczegółowych definicji

dokonał zespół złożony z czterech osób, wyłoniony podczas zjazdu wykładowców. Każdy członek zespołu pracował nad definicjami z przydzielonej mu części materiału, a następnie podczas spotkań zaproponowane teksty były dyskutowane i czasem modyfikowane. Podstawową wytyczną formułowania poszczególnych definicji był możliwie najkrótszy, syntetyczny, a jednocześnie pełny opis pojęcia. Ostatnie spotkanie grupy roboczej, podczas którego zespół zaakceptował ostateczne wersje definicji, odbyło się na początku maja 2017 roku. Zaproponowane definicje dotyczą wyłącznie instalacji utworzonych ludzką ręką i nie odnoszą się do naturalnych kompozycji powstających bez udziału człowieka. W przypadku takich obiektów można przyjąć pojęcie „roślinna ściana naturalna”.

## Podział żyjących ścian ze względu na system uprawy

Zastosowany w projekcie żyjącej ściany system jest (poza doborem gatunkowym) najbardziej widoczną cechą umożliwiającą nawet osobom spoza branży dostrzec pewne różnice pomiędzy poszczególnymi rozwiązaniami. O wyborze danego systemu decyduje przede wszystkim dostępność sprawdzonych rozwiązań, zwłaszcza przy realizacjach zewnętrznych, gdzie ważnym

during joint meetings, the proposed texts were discussed and sometimes modified. The basic guideline for formulating every definition was that it should be as short as possible, synthetic, yet complete in its description of the concept. The last meeting of the working group, during which the team accepted the final definitions, was held in early May 2017. The proposed definitions apply only to man-made installations and never to compositions created by nature without any human intervention. For such objects, the term “natural green wall” can be used.

## Divisions among green walls with respect to the system of plant cultivation

The system of growing plants used in a green wall project (apart from species selection) is the most visible feature which allows even laymen to discern certain differences between particular solutions. The choice of a particular system is determined primarily by the availability of proven solutions, especially in the case of outdoor installations where the choice of technology suitable to prevailing climatic conditions becomes important. Economic factors, the estimated time in which the target area is supposed to be covered with vegetation, as well as the aesthetic

aspect of the designed object, are also important.

In English literature, there are many different names of such walls: *green walls* [Manso and Castro-Gomes 2015], *vertical greenery systems* [Wong et al. 2010], *green vertical systems* [Perez et al. 2014]. The word *green* translated literally into Polish raises quite a lot of controversy, especially among gardeners and other professionals involved in growing plants. It is difficult to resist the impression that it may refer to the colour of plaster or paint. However, in English this term refers to vegetation, so the expression “plant wall” (PL: roślinne ściany) or “living wall” (PL: żyjące ściany) can be used instead. This is a very broad concept, referring to all types of vertical objects covered with vegetation. Its range includes very diverse plant systems from spontaneously climbing vines to complex engineering structures. Consequently, a significant percentage of living walls will be equipped with additional structural elements that frequently allow vegetation to grow at high altitudes throughout the year, or allow it to start growing again after winter dormancy. Taking into account the above assumptions, living walls (żyjące ściany / roślinne ściany) are defined as vertical structures, freely standing or attached to a building, covered with living vegetation in a way that makes vegetation possible. Such walls can be divided into two principal groups, within which there will be further

divisions, and a third additional one, not subdivided (Fig. 1). The first group includes all climbing plants carried growing on various types of construction. In English literature it is called the *green façade* [Koheler 2008, Perini et al. 2011], but in our Polish language the word “fasada” means “the front part of a building, usually an ornamental one” [Danube 1999]. Considering the above, this kind of living wall may be called a “green elevation” (PL: zielona elewacja) or, accepting a more pictorial version, “climber systems” (PL: układy pnączy) that can be installed on all walls, not just on the front ones. Both names can be used alternatively since one of them refers directly to the English equivalent, while the other one is simply explained by the design. Most climbers need additional supports around which they can wrap. There are also species that have developed specialised elements (air roots, tendrils) allowing them to climb independently. This feature was the basis for distinguishing two types of green façades: direct, without some additional support (PL: bez dodatkowych podpór) and indirect, with some additional support (PL: z dodatkowymi podporami). The indirect green façade (PL: zielona elewacja / układ pnączy z podporami) is an installation based on the use of climbers which require additional supports to allow them to wrap. Direct green façade (PL: zielona elewacja / układ pnączy bez dodatkowych podpór) is a system of climbers which have developed

aspektem jest dobór technologii pod względem panujących warunków klimatycznych. Nie bez znaczenia są także czynniki ekonomiczne, przewidywany czas, w jakim docelowa powierzchnia ma zostać pokryta roślinnością oraz aspekt estetyczny projektowanego obiektu.

W literaturze anglojęzycznej spotyka się wiele różnych określeń roślinnych ścian: *green wall* [Manso i Castro-Gomes 2015], *vertical greenery systems* [Wong i in. 2010], *green vertical systems* [Perez i in. 2014]. Wyraz *green* przetłumaczony na język polski dosłownie jako „zielony” budzi sporo kontrowersji, zwłaszcza wśród ogrodników i innych specjalistów związanych z uprawą roślin. Trudno oprzeć się wrażeniu, że

dotyczy on barwy tynku lub farby. Jednak w terminologii anglojęzycznej pojęcie to odnosi się w tym przypadku do roślinności, zatem można przyjąć termin „roślinna ściana” lub „żyjąca ściana”. Hasło to jest pojęciem bardzo szerokim dotyczącym wszelkiego rodzaju obiektów pionowych pokrytych roślinnością. W jego zakres wchodzi zróżnicowane układy roślinne od spontanicznie wspinających się pnączy po skomplikowane konstrukcje inżynieryjne. W związku z tym znaczna część żyjących ścian będzie wyposażona w dodatkowe elementy konstrukcyjne umożliwiające roślinom wegetację często na dużych wysokościach przez cały rok, lub jej wznowienie po zimowym spoczynku. Uwzględniając powyższe

założenia, żyjące ściany (roślinne ściany) to pionowe konstrukcje wolno stojące lub przymocowane do konstrukcji budynku, pokryte żywą roślinnością w sposób umożliwiający jej wegetację. Ściany takie można dalej podzielić na dwie zasadnicze grupy, wewnątrz których zachodzą dalsze podziały oraz trzecią niezawierającą kolejnych (ryc. 1). Pierwsza grupa obejmuje wszystkie rośliny pnące prowadzone po różnego rodzaju konstrukcjach budowlanych. W literaturze angielskiej jest ona nazywana *green facade* [Koheler 2008, Perini i in. 2011], jednak w naszym języku fasada oznacza „frontową część budynku, zwykle ozdobną” [Dunaj 1999]. Biorąc to pod uwagę, ten rodzaj żyjących ścian powinien nosić nazwę „zielonych elewacji”. Można też przyjąć bardziej obrazową wersję, jaką są „układy pnączy”, które mogą być instalowane na wszystkich ścianach, nie tylko frontowych. Obie nazwy można stosować wymiennie, gdyż pierwsza nawiązuje bezpośrednio do angielskiego odpowiednika, natomiast druga w prosty sposób wyjaśnia jej konstrukcję, ponieważ zielona elewacja (układy pnączy) to rodzaj żyjącej ściany, której wykonanie oparte jest na zastosowaniu roślin pnących. Jak powszechnie wiadomo, rośliny pnące wykształciły specjalne organy umożliwiające im wspinanie się. Większość pnączy potrzebuje dodatkowych podpór, wokół których będą mogły się owijać ich pędy, ogonki liściowe lub wąsy. Istnieją także gatunki, które wykształciły

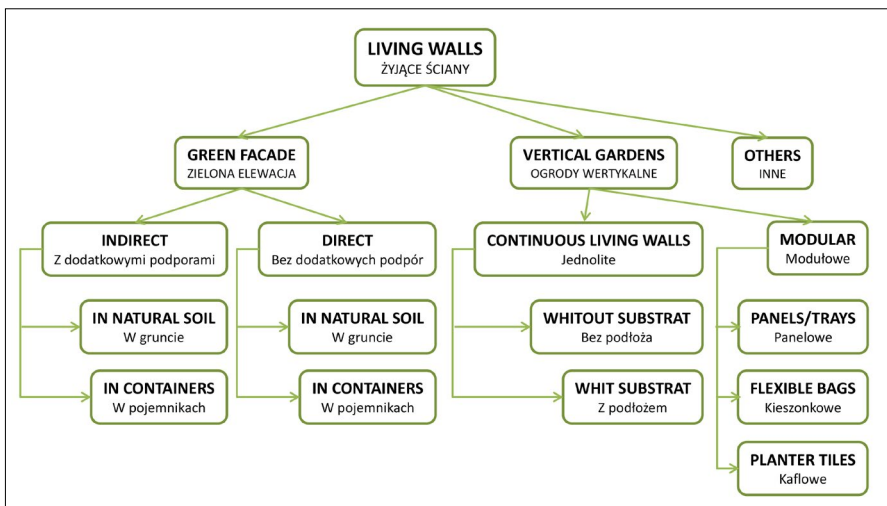


Fig. 1. Living walls classification according to the way of growing (elaborated by M. Weber-Siwińska)

Ryc. 1. Podział żyjących ścian ze względu na system uprawy (oprac. M. Weber-Siwińska)

special climbing mechanisms, allowing them to attach to the structure of the building. In both cases, the plants can be planted directly in the soil (PL: w gruncie) or in containers (PL: w pojemnikach) located at different heights of the wall. Every definition should include this differentiation.

The second large group of living walls includes definitely more complicated constructions which require specialised design expertise. Here, apart from the suitability to grow in specific climactic conditions, the species selection is completely unrestricted; although the climbers are used far less often, their presence is not excluded. Depending on the design, the plants can be placed in a very orderly manner or in a completely irregular one. In international terminology, this type is called the *living walls* [Manso and Castro-Gomes 2015, Perini et al. 2011], however, since climbing plants are living organisms too, it is more appropriate to use the term “living walls” (PL: żyjąca ściana) as a synonym for all green walls. In the case discussed here, plants can be planted anywhere, just as in traditional gardens. The difference lies in changing the way the plants are arranged from a horizontal to a vertical arrangement, the latter being characterised by a much larger number of plants per square metre. It is therefore justified to adopt the term “vertical garden” (PL: ogród wertykalny/ogród pionowy). Unlike traditional gardens, where automated irrigation is optional, in

vertical gardens irrigation is essential for proper plant growth. To sum up, vertical gardens are such green walls in which plants are planted regularly or irregularly over the entire vertical surface of the designed wall in constructions specially prepared for vegetation and equipped with an irrigation system. Just as in the case of green façades, vertical gardens are subdivided into two main groups within which further divisions are possible. The first group consists of vertical gardens built on uniform systems (PL: jednolite) and the other – of the ones built of modular systems (PL: modułowe). In English language, uniform vertical gardens are called continuous living walls [Manso and Castro-Gomes 2015]. These are the systems in which plants are planted

between two layers of textile material, the inner layer (located closer to the wall of a building or the supporting frame for a freely standing wall) being uniform, covering the entire target surface of the plant wall while the outer layer is installed only at the planting sites (Fig. 2). In the case of these installations, the entire construction can be placed or dismantled as an indivisible single piece. The textile material we use must exhibit high durability even in permanent moisture. This parameter excludes the use of natural materials as they tend to get easily degraded. Consequently, the frequently used term in the Polish language “system filcowy” (EN: felt system) is incorrect. Uniform vertical gardens may be set up as single-root systems without substrates



Fig. 2. Continuous living wall (photo by M. Weber-Siwirska)

Ryc. 2. Ogród wertykalny jednolity (fot. M. Weber-Siwirska)

specjalne organy czepne (korzenie powietrzne, przylgi) pozwalające im na samodzielne wspinanie się. Cecha ta stanowiła podstawę do wyodrębnienia dwóch rodzajów zielonych elewacji: z dodatkowymi podpórmi oraz bez dodatkowych podpór. Zielona elewacja (układ pnączy) z podpórmi to elewacja, której wykonanie oparte jest na wykorzystaniu pnączy wymagających dodatkowych podpór umożliwiających im wspinanie się. Natomiast zielona elewacja bez podpór to układ pnączy (zielona elewacja), którego wykonanie oparte jest na wykorzystaniu pnączy posiadających wykształcone specjalne organy czepne umożliwiające im samodzielne wspinanie się na konstrukcję budynku. W obu przypadkach rośliny mogą być sadzone bezpośrednio w gruncie rodzimym lub w pojemnikach rozmieszczonych na różnych wysokościach ściany. Podając definicję, należy każdorazowo uwzględnić tę możliwość.

Druga, duża grupa wyodrębniona w obrębie żyjących ścian ze względu na system uprawy roślin to bardziej skomplikowane struktury, do projektowania których konieczna jest specjalistyczna wiedza konstruktorska. W tym przypadku dobór gatunkowy jest całkowicie nieograniczony, aczkolwiek pnącza są stosowane zdecydowanie rzadziej, jednak ich obecność nie jest wykluczona. W zależności od projektu rośliny mogą być sadzone w sposób bardzo uporządkowany lub całkowicie nieregularnie. W nomenklaturze światowej

ten rodzaj żyjących ścian nazywany jest przez część autorów *living walls* [Manso i Castro-Gomes 2015, Perini i in. 2011], jednak z uwagi na fakt, iż pnącza to również organizmy żyjące, wydaje się bardziej zasadne zastosowanie terminu „żyjące ściany” jako synonim wszystkich roślinnych ścian. W omawianym tu przypadku rośliny są sadzone w dowolnych miejscach podobnie jak w tradycyjnych ogrodach. Różnica polega na zmianie sposobu sadzenia roślin z horyzontalnego na wertykalny, w przypadku tych drugich liczba roślin przypadająca na 1 m<sup>2</sup> jest znacznie większa. Zasadne wydaje się zatem przyjęcie pojęcia „ogród wertykalny” lub „pionowy ogród”. W odróżnieniu od ogrodów tradycyjnych, gdzie zautomatyzowane nawadnianie jest traktowane opcjonalnie, w przypadku ogrodów wertykalnych jest ono niezbędne do prawidłowego wzrostu roślin. Podsumowując, ogrody wertykalne (pionowe ogrody) to rodzaj żyjącej ściany, w przypadku której rośliny sadzone są regularnie lub nieregularnie na całej pionowej powierzchni projektowanej ściany w specjalnie przygotowanej do vegetacji konstrukcji, wyposażonej w system nawadniania. Podobnie jak w przypadku zielonych elewacji pionowe ogrody dzielą się na dwie grupy, w obrębie których zachodzą dalsze podziały. Pierwszą grupę stanowią ogrody pionowe zakładane w układach (systemach) jednolitych, a drugą w układach modułowych. Ogrody wertykalne jednolite

najczęściej nazywane są *continuous living walls* [Manso i Castro-Gomes 2015]. Są to układy, w których rośliny sadzone są pomiędzy dwoma warstwami tekstylnego materiału, przy czym warstwa wewnętrzna (zlokalizowana bliżej ściany budynku lub stelażu utrzymującego konstrukcję w przypadku ścian wolno stojących) ma postać jednolitą, pokrywając całą docelową powierzchnię roślinnej ściany, natomiast warstwa zewnętrzna może być instalowana fragmentami w miejscach sadzenia roślin (ryc. 2). W przypadku tych instalacji cała konstrukcja stanowi niepodzielną całość i tylko jako jeden element może być instalowana i rozbierana. Tekstylny materiał wykorzystywany do ich budowy musi wykazywać wysoką trwałość w stanie permanentnego nawilgocenia. Parametr ten wyklucza stosowanie materiałów pochodzenia naturalnego łatwo ulegających procesom degradacji. W związku z tym błędne jest stosowanie pojęcie „system filcowy”. Pionowe ogrody jednolite mogą być zakładane jako systemy jednolite bez podłoża, w których do uprawy roślin nie wykorzystuje się substratu ani innego medium wzrostowego, lecz stosuje się uprawy hydroponiczne, a system korzeniowy roślin rozwija się w swoistych kieszeniach, przerażając materiał, z którego są wykonane. Są to pierwsze ogrody wertykalne, które w latach 80. XX wieku zaczął instalować Patrick Blanc [2010]. Drugi rodzaj to systemy jednolite z podłożem, w przypadku których

(PL: bez podłoża) where, instead of the substrate or other growth medium, hydroponics is used for growing plants, and the root system develops in special pockets and overgrows the material from which they are made. These were chronologically the first vertical gardens ever to be installed by Patrick Blanc, back in the 1980s [Blanc 2010]. The second type is a uniform system with substrate (PL: z podłożem), where some plant substrate in which the plants are rooted is put between the two layers of textile material. Constant moisture of the material makes it impossible for succulents to be grown, especially in the case of systems without substrate. Another solution for vertical gardens are modular systems built from repetitive structural elements that contain the substrate. A wide variety of these elements has allowed us to distinguish several types of modules. Manso and Castro-Gomes [2015] distinguish as many as four categories of them: trays, vessels, planter tiles and flexible bags. This article does not treat vessels as a separate category, since they can simply be called a kind of panel construction. Pots as individual elements that form an integral part of the building, just as in the case of the Flower Tower in Paris, can be classified as "Living walls of another kind" (PL: Żyjące ściany inne). For Polish terminology, it was proposed to adopt the category names introduced by Manso and Castro-Gomes, with the exclusion of vessels. Panel systems are vertical

Fig. 3. Modular, panel vertical garden (photo by M. Weber-Siwirska)

Ryc. 3. Ogród wertykalny modułowy, panelowy (fot. M. Weber-Siwirska)



gardens built from panels, where the thickness of the substrate is adapted to the type of vegetation (Fig. 3). With any changes in thickness and type of the substrate, the weight of individual panels may vary considerably. This should be taken into account while calculating the weight of the entire installation. It is crucial if we consider the constraints imposed by the building on which vertical gardens are installed. The second category, which includes modular pockets (PL: kieszeniowe), is a combination of modular and continuous living walls systems. In this case, pockets of textile material filled with substrate are also used, but it is rather a system of several or dozen or more bags assembled on the walls, striped above one another. Thus, it can be said

that the pocket systems are vertical gardens built of linear pockets made of textile material. The last category of vertical modular gardens are tile systems, very often consisting of individual tiles. This solution usually proves to be the most expensive one when quoting the price per unit of surface, due to the price of the tiles themselves (depending on the material from which they are made). There are special tiles, usually ceramic or plastic ones, which provide space for growing plants and for their irrigation (Fig. 4). In simple words, tile systems are vertical gardens built from special wall tiles containing spaces for plants. All modular vertical gardens, in contrast to continuous living walls, can be assembled by stages or enlarged (expanded) in time. The use of

w miejscu sadzenia roślin pomiędzy dwie warstwy materiału tekstylnego wprowadzany jest specjalistyczny substrat, gdzie również korzenia się rośliny. Stałe wilgotny materiał uniemożliwia jednak uprawę sukulentów, zwłaszcza w przypadku systemów bez podłoża. Innym rozwiązaniem dla ogrodów wertykalnych są systemy modułowe budowane z powtarzających się elementów konstrukcyjnych zawierających podłoże. Różnorodność tych elementów pozwoliła na wyodrębnienie kilku rodzajów modułów. Manso i Castro-Gomes [2015] wyróżniają aż cztery kategorie podziału: *trays*, *vessels*, *planter tiles* i *flexible bags*. W niniejszym opracowaniu zrezygnowano z wydzielenia donic (*vessels*) jako osobnej kategorii, gdyż mogą być one traktowane jako rodzaj konstrukcji panelowej. Natomiast donice jako pojedyncze elementy stanowiące integralną część budynku, jak w przypadku Flower Tower w Paryżu, można zaliczyć do kategorii „żyjące ściany inne”. W polskiej nomenklaturze zaproponowano przyjęcie nazw kategorii za Manso i Castro-Gomesem z pominięciem donic. Układy panelowe to ogrody wertykalne zbudowane z paneli, gdzie miąższość substratu dostosowana jest do rodzaju roślinności (ryc. 3). Wraz ze zmianą miąższości i rodzaju substratu ciężar poszczególnych paneli może ulegać znacznym zmianom, co należy uwzględnić przy obliczeniach ciężaru instalacji. Jest to szczególnie ważny aspekt w przypadku ograniczeń stawianych

przez konstrukcje budynków, na których instalowane są ogrody wertykalne. Druga kategoria, do której należą układy modułowe – kieszeniowe, stanowi pewien rodzaj połączenia systemów modułowych oraz jednolitych z podłożem. W tym przypadku również stosuje się kieszenie z materiału tekstylnego wypełnionego substratem, lecz jest to raczej układ łączonych po kilka lub kilkanaście pasowo jedno nad drugim. Można zatem powiedzieć, że układy kieszeniowe to ogrody wertykalne zbudowane z liniowych układów kieszeni wykonanych z materiału tekstylnego. Ostatnią kategorię pionowych ogrodów modułowych stanowią układy kafłowe, bardzo często stosowane jako pojedyncze

płytki. Są to rozwiązania zwykle najbardziej kosztowne przy podawaniu ceny za 1 m<sup>2</sup>, ze względu na cenę samej płytki (zależnie od materiału, z którego są wykonane). Wykorzystuje się tu specjalne kafle, najczęściej ceramiczne lub plastikowe, które zawierają w swojej budowie miejsca do uprawy roślin oraz ich nawadniania (ryc. 4). Upraszczając, układy kafłowe to ogrody wertykalne zbudowane ze specjalistycznych płytek ściennych mających miejsca do sadzenia roślin. Wszystkie pionowe ogrody modułowe, w przeciwieństwie do jednolitych, mogą być montowane etapami lub powiększane (rozbudowywane) po pewnym czasie. Zastosowanie powtarzalnych, niezależnych elementów pozwala w razie potrzeby na wymianę pojedynczych



Fig. 4. Modular, tile vertical garden (photo by M. Weber-Siwińska)

Ryc. 4. Ogród wertykalny modułowy, kafłowy (fot. M. Weber-Siwińska)



repetitive independent components allows, if necessary, for replacing individual modules, without dismantling the entire installation. The difference between any two categories of modular vertical gardens can only be noticed for a limited period after the installation when they have not yet been covered by vegetation. Properly maintained vertical modular gardens representing different systems, viewed from a distance are in fact no different, with the possible exception of tile systems, usually made into living images occupying small parts of the surface of the wall.

The last kind of living walls are other vegetative walls. These will include green walls which may combine several types of them, or are based on typical solutions used occasionally (sporadically).

## Divisions among green walls as regards the way of irrigation

Water is a vital element determining the life of all organisms, so it must also be provided to plants that cover any walls, although an irrigation system remains an invisible part of a living wall. There are several methods of watering wall plants (Fig. 5), and the choice of technology depends mainly on the growing system used. One of the simplest solutions is creating an installation without any irrigation. Such green walls should

incorporate structural solutions that allow the vegetation to use available rainwater; otherwise manual replenishment of water in the root system will be required. This solution is mostly used for small surface vertical gardens or in the systems based on climbing plants – green elevations. Due to the lack of automatic irrigation, in the initial phase of plant growth it is important to ensure constant moisture control of the substrate to prevent drying of the root system. Green elevations with vines growing from the ground allow to limit manual irrigation in later years. However, it is important to provide adequate space for proper development of the plant root system at the design stage. This will allow climbers to use available ground water. In the case of vertical modular tiled gardens used

as individual living-image elements (Fig. 4), irrigation can be carried out in the same way as in the case of potted plants.

As far as solutions for living walls are concerned, especially the ones covering large surfaces, it is possible to create a structure equipped with an irrigation system to ensure optimum water and air conditions in the substrate. Depending on the choice of technology, open and closed systems can be distinguished. In either case, watering is done by using either hydraulic pressure or appropriately selected pumps. The most common solution is an open system in which water is not reused. The effluent is sent to the sewers or to nearby green areas, at least in the case of outdoor projects. Closed systems are based on the use of water storage

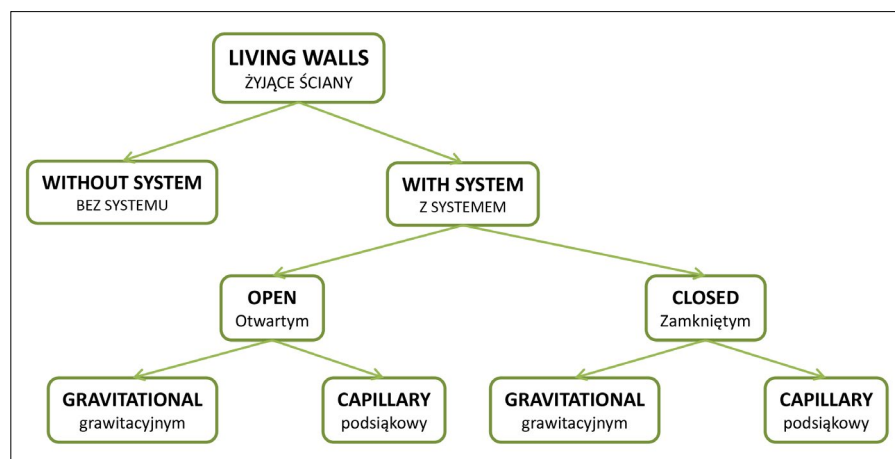


Fig. 5. Living walls classification according to kind of irrigation (elaborated by M. Weber-Siwirska)

Ryc. 5. Podział żyjących ścian ze względu na rodzaj nawadniania (oprac. M. Weber-Siwirska)

modułów bez konieczności demontażu całej instalacji. Różnice pomiędzy poszczególnymi kategoriami modułowych ogrodów wertykalnych zauważalne są jedynie przez pewien czas po montażu instalacji, kiedy nie została ona jeszcze przysłonięta roślinnością. Właściwie pielęgnowane pionowe ogrody modułowe różnych systemów oglądane z pewnej odległości niczym się nie różnią, wyjątek mogą stanowić układy kafłowe, które najczęściej wykonywane są jako żywe obrazy zajmujące niewielkie fragmenty powierzchni ściany.

Ostatnim rodzajem żyjących ścian są roślinne ściany inne. Należąc do nich będą roślinne ściany, których konstrukcja może polegać na łączeniu kilku rodzajów roślinnych ścian lub na nietypowych rozwiązaniach stosowanych okazjonalnie (sporydycznie, jednostkowo).

## Podział żyjących ścian ze względu na sposób nawadniania

System nawadniania jest niewidocznym elementem żyjącej ściany, ale jak powszechnie wiadomo, woda jest podstawowym elementem warunkującym życie wszystkich organizmów, zatem konieczne jest również dostarczenie jej roślinom pokrywającym ściany. Istnieje kilka możliwości nawadniania roślinnych ścian (ryc. 5), a wybór technologii zależy głównie od zastosowanego

systemu uprawy. Jednym z najprostszymi rozwiązań jest wykonanie instalacji bez systemu nawadniania. Tego typu roślinne ściany powinny uwzględniać rozwiązania konstrukcyjne umożliwiające wegetację roślin wykorzystujących dostępną wodę opadową lub wymagające manualnego uzupełniania niedoboru wody w przestrzeni bryły korzeniowej. Rozwiązanie tego typu stosowane jest najczęściej przy małych powierzchniach ogrodów wertykalnych lub w systemach opartych na roślinności pnącej – zielonych elewacjach. Ze względu na brak automatycznego systemu nawadniania w początkowej fazie wzrostu roślin ważne jest zapewnienie stałej kontroli wilgotności podłoża, aby nie dopuścić do przesuszenia bryły korzeniowej. Zielone elewacje z pnączami rosnącymi w gruncie pozwalają na ograniczenie manualnego nawadniania w późniejszych latach użytkowania. Jednakże ważne jest zapewnienie już na etapie projektu odpowiedniej przestrzeni na prawidłowy rozwój systemu korzeniowego roślin. Dzięki temu pnącza mogą wykorzystywać dostępną wodę gruntową. W przypadku wertykalnych ogrodów modułowych, kafłowych stosowanych jako pojedyncze elementy w formie „żyjących obrazów” (ryc. 4) nawadnianie może odbywać się identycznie jak przy pokojowych roślinach doniczkowych.

Przy rozwiązaniach żyjących ścian, zwłaszcza o znacznej powierzchni, możliwe jest wykonanie konstrukcji z systemem nawadniania

pozwalającym na zapewnienie optymalnych warunków wodno-powietrznych w substracie. W zależności od wyboru technologii można wyróżnić system otwarty oraz zamknięty. W obydwu przypadkach podlewanie odbywa się poprzez wykorzystanie ciśnienia hydraulicznego lub poprzez odpowiednio dobrane pompy. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest system otwarty, w którym woda nie jest ponownie wykorzystywana. W przypadku realizacji zewnętrznych odciek trafia do sieci kanalizacji lub na pobliskie tereny zieleni. Systemy zamknięte oparte są na wykorzystaniu zbiorników magazynujących wodę do podlewania. W zależności od wielkości konstrukcji stosowane są zbiorniki retencyjne lub mniejsze pojemniki znajdujące się w przestrzeni roślinnej ściany. W tym rozwiązaniu możliwe jest wykorzystanie wody opadowej lub wody z sieci wodociągowej do uzupełniania poziomu wody w zbiornikach. Uzupełnianie może odbywać się automatycznie z wykorzystaniem czujnika poziomu wody lub manualnie. Ze względu na stosowanie dodatkowego nawożenia niezbędne jest badanie stężenia zasolenia magazynowanej wody.

W omawianych systemach można także wyróżnić podkategorie w zależności od sposobu dostarczenia wody podczas podlewania. Najpopularniejszym rozwiązaniem jest grawitacyjny system nawadniania oparty na wykorzystaniu odpowiednio dobranych linii kroplujących

containers for watering. Depending on the size of the structure, retention tanks or smaller containers in the plant space inside the green wall are used. In this solution it is possible to use rainwater or water from the water supply system in order to replenish its level in the tanks. Refilling can be done automatically, with the use of a water level sensor, or manually. Due to the application of additional fertilisation, it is necessary to test the salt content of the stored water.

In the systems discussed, sub-categories can also be distinguished according to the way in which water is supplied during watering. The most common solution is a gravity irrigation system based on the use of properly selected drop lines located in the upper structural part of the green walls. This solution distributes water gravitationally, supplementing its deficiencies in the root body space. Another solution is an aqua system based on refilling the water containers located modularly at the bottom of the structure. The materials used allow for capillary overflows from the tanks to the upper layers of the green wall or direct water uptake by the plant root system.

Vertical gardening technologies based on hydroponic farming typically consist of pvc layers and synthetic fibre fabrics. In this type of solutions, water is distributed between the layers of the fabric, delivering water alongside with fertilisers directly to the root system of the plant. Due to the high probability

of frost damage of the roots in these systems, the solution can be used in indoor installations or in cities with positive temperatures in the winter. We should always keep in mind that the plants need considerable amounts of water to support life processes – on average about 500 grams per 1 gram of dry crop [Douglas 1976]. Vertical-type gardens require water supply in the range of 7–10 litres/1 m<sup>2</sup> in summertime and 1 litre/1 m<sup>2</sup> in wintertime [Blanc 2010, Hopkins and Goodwin 2011]. The use of modular systems with substrate allows for reduction in water consumption in the summer period to 4–8 litres/m<sup>2</sup> per day. In individual plant panels, it is also possible to mount sensors in the root area, monitoring the moisture of the substrate and using a hydration system only when required. These irrigation systems can be fully automated by means of using time or manual programming.

## Other divisions

The next two proposed categories of living walls are not as complex as the previously discussed ones, which does not diminish their meaning for the description of the living walls being designed or already existing ones. The initial criterion here is the planting period. Planting can take place in the structural elements of wall at its location or in a nursery before delivering them to the place of installation. In this case,

the panels (less often textile material) which are to be put on the wall of a building are already covered with selected plant species and provide the immediate decoration. If plants were planted in panels well in advance, they are already well rooted, which will reduce the stress associated with a new location. Before transportation, the plants grow in panels that are set up in a vertical or horizontal position. In the latter case, after planting the panels at the target location in the upright position, the plants will begin to show a geotropy-like movement that will consist in bending the shoots upward. Initially, in addition to leafless shoots (or the ones with a reduced number of leaves), some structural parts of the panels may be exposed. In time, however, depending on the age and species of the plant, the vertical garden will be tightly covered with a green mass of plants. However, the manufacturer is not always able to store the panels. Then there is another possibility, i.e. placing plants in the structural elements of the wall at the target location. This involves delivering plants to the site during or after the installation of panels or fabric and planting them in the final location where they will continue to grow.

The second criterion that concerns the location of the object in relation to the building, ought to be essential for virtually every description of a living wall. It is extremely important to clarify at the outset whether the installation will be located inside

zlokalizowanych w górnych partiach konstrukcyjnych roślinnych ścian. Zastosowane rozwiązanie rozprowadza wodę grawitacyjnie, uzupełniając jej niedobory w przestrzeni bryły korzeniowej. Innym rozwiązaniem jest system podsiąkowy oparty na uzupełnianiu wody w pojemnikach zlokalizowanych modułowo w dolnej części konstrukcji. Zastosowane materiały pozwalają na podsiąk kapilarny wody ze zbiorników do górnych warstw roślinnej ściany lub bezpośrednio pobieranie wody przez system korzeniowy roślin.

Technologie ogrodów wertykalnych opartych na uprawie hydroponicznej składają się zazwyczaj z warstw pcv oraz tkanin z włókien syntetycznych. W tego typu rozwiązaniach system nawadniania rozprowadzany jest pomiędzy warstwami tkanin, dostarczając wodę oraz nawozy bezpośrednio do systemu korzeniowego roślin. Ze względu na łatwość przemarzania bryły korzeniowej w tych systemach stosowanie tego rozwiązania możliwe jest w instalacjach wewnętrznych lub miastach o temperaturach dodatnich w okresie zimowym. Należy pamiętać, że do przeprowadzania procesów życiowych rośliny wykorzystują spore ilości wody – przeciętnie około 500 g na 1 g wyprodukowanej suchej masy roślinnej [Douglas 1976]. Ogrody wertykalne typu jednolitego wymagają zasilania w wodę w okresie lata w przedziale 7–10 l/m<sup>2</sup> oraz 1 l/m<sup>2</sup> zimą na dzień [Blanc 2010, Hopkins i Goodwin

2011]. Wykorzystanie systemów modułowych z substratem pozwala na ograniczenie zużycia ilości wody przy zasilaniu paneli roślinnych w okresie lata w granicach 4–8 l/m<sup>2</sup> na dobę. W poszczególnych panelach roślinnych możliwe jest także zamontowanie czujników w obszarze systemu korzeniowego monitorujących rozkład wilgotności podłoża, włączając system nawodnienia tylko wtedy, gdy jest to wymagane. Omawiane systemy nawadniania mogą być w pełni zautomatyzowane, wykorzystujące programatory czasowe lub manualne.

## Pozostałe podziały

Kolejne dwie zaproponowane kategorie podziału żyjących ścian nie są tak skomplikowane jak poprzednie, co jednak nie zmniejsza ich znaczenia w opisie projektowanej bądź istniejącej żyjącej ściany. Pierwszym kryterium jest termin sadzenia roślin. Nasadzeń można dokonać w elementach konstrukcyjnych roślinnej ściany w miejscu uprawy roślin lub wykonania paneli przed ich transportem na miejsce docelowe. W takim przypadku na miejsce instalacji konstrukcji na ścianie budynku dostarczane są panele (rzadziej materiał tekstylny) porośnięte wybranymi gatunkami. Jeżeli rośliny zostały posadzone w panelach z dużym wyprzedzeniem, są już dobrze zakorzenione, co wpływa na zmniejszenie stresu związanego z nową lokalizacją. Zanim rośliny

zostaną przetransportowane, ich rozwój odbywa się w panelach, które ustawione były w pozycji wertykalnej lub horyzontalnej. W drugim przypadku przez pewien czas po instalacji paneli w docelowej lokalizacji w pozycji pionowej rośliny zaczną wykazywać ruch związany z geotropizmem, polegający na wyginaniu się pędów ku górze. Początkowo oprócz pędów pozbawionych liści (lub ze zmniejszoną ich liczbą) mogą zostać odsłonięte niektóre elementy konstrukcyjne paneli. Po pewnym czasie, zależnym od wieku roślin i gatunku, ogród wertykalny zostanie szczelnie pokryty zieloną masą roślin. Nie zawsze jednak producent ma możliwość przechowywania obsadzonych paneli. Wówczas pojawia się druga możliwość, bazująca na sadzeniu roślin w elementach konstrukcyjnych roślinnej ściany w docelowej lokalizacji. Polega to na dostarczeniu roślin na miejsce budowy podczas lub po zainstalowaniu paneli lub materiału tekstylnego i sadzeniu ich w lokalizacji, w której będą stale rosły.

Drugie kryterium powinno rozpoczynać każdy opis żyjącej ściany, a dotyczy ono lokalizacji obiektu w stosunku do budynku. Niezwykle ważne jest, aby już na samym początku jasno sprecyzować, czy instalacja zlokalizowana jest wewnątrz budynku czy na zewnątrz. Od jej umiejscowienia zależy cały szereg czynników, począwszy od doboru gatunkowego, przez system nawadniania, zaś kończąc na oświetleniu. W obu przypadkach roślinna ściana

or outside the building. The location depends on a number of factors ranging from species selection through irrigation to lighting. In any case, the green wall can be an integral part of the building, i.e. a fixed or a mobile element (that can be freely moved) (Fig. 6).

## Summary

Due to the wide range of methods of placing plants either on building walls or on walls standing alone, using merely the terms “living wall” or “green wall” appears to be insufficient. Detailed descriptions of the

specific kind of wall to be covered with plants will definitely spare many additional questions while deciding on a type of installation and project realization. Each description should begin with information whether the designed living wall is to be inside or outside the building, then the proposed system of cultivation should be clearly identified. These two elements provide basic information which defines a whole range of factors involved in the design and implementation. Another very important issue is the way of watering the plants, whereas the date of planting inside the panels can be considered as optional information. Such a complete description will help avoid potential mistakes during realization of the project or even before it is started, when the documentation is being prepared. The divisions proposed in the article are followed by a suggestion that descriptions of “plant walls” should be prepared, but further consultations are still needed to create and introduce a uniform nomenclature and new terminology for this ever-expanding landscape architecture field.

**Marta Weber-Siwirska<sup>1</sup>, Daniel Skarżyński<sup>2</sup>,  
Ewa Walter<sup>1</sup>, Katarzyna Wróblewska<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Landscape Architecture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences

<sup>2</sup>Greenarte Living Walls – private company

<sup>3</sup>Department of Horticulture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences



Fig. 6. Internal, mobile vertical garden  
(photo by D. Skarżyński)

Ryc. 6. Wewnętrzny, mobilny ogród wertykalny  
(fot. D. Skarżyński)

może być integralną częścią budynku, czyli stanowić element stały lub mobilny, który można dowolnie przemieszczać (ryc. 6).

## Podsumowanie

Z powodu szerokiego wachlarza możliwości pokrywania roślinami ścian budynków lub ścian wolno stojących stosowanie wyłącznie określenia „żyjąca” lub „roślinna ściana” jest niewystarczające. Wykorzystanie szczegółowych opisów uwzględniających dokładnie rodzaj proponowanej roślinnej ściany pomoże uniknąć wielu dodatkowych pytań podczas podejmowania decyzji o rodzaju instalacji, a następnie realizacji inwestycji. Każdy opis powinien informować na wstępie, czy projektowana żyjąca ściana znajduje się wewnątrz budynku, czy na zewnątrz, po czym należy jasno określić proponowany system uprawy. Te dwa elementy dostarczają podstawowych informacji, od których zależy szereg czynników uwzględnianych w trakcie projektu i budowy. Kolejną istotną kwestią jest sposób nawadniania instalacji, natomiast termin sadzenia roślin w panelach może być traktowany jako informacja opcjonalna. Taki kompletny opis pomoże uniknąć potencjalnych błędów w toku realizacji inwestycji lub nawet przed jej rozpoczęciem w przypadku sporządzanej opinii dokumentacji projektowej. Zaproponowany w artykule podział stanowi jednocześnie sugestią co

do sporządzania opisów projektów roślinnych ścian, jednak potrzebne są dalsze konsultacje, które pomogą wdrożyć ujednoczoną nomenklaturę oraz wprowadzanie nowych haseł przy stale rozwijającej się tej gałęzi architektury krajobrazu.

**Marta Weber-Siwińska<sup>1</sup>, Daniel Skarżyński<sup>2</sup>,  
Ewa Walter<sup>1</sup>, Katarzyna Wróblewska<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instytut Architektury Krajobrazu, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

<sup>2</sup>Greenarte Living Walls – firma prywatna wykonująca instalacje roślinnych ścian

<sup>3</sup>Katedra Ogrodnictwa, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

## Literature – Literatura

1. Blanc P., 2010. The vertical garden: From nature to the city. Wyd. W W NORTON & CO.
2. Douglas J.S., 1976. Advanced guide to hydroponics. Pelham Books, London.
3. Dunaj B. (red), 1999. Słownik współczesnego języka polskiego, tom 1 a-ów-dzie. Wydawnictwo Wilga, Warszawa.
4. Hopkins G., Goodwin C., 2011. Living architecture. Green roof and Walls.
5. Kohler M., 2008. Green facades – a view back and some visions. Urb Ecosyst 11, 423–6.
6. Manso M., Castro-Gomes J., 2015. Green wall systems: A review of their characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews 41, 863–871.
7. Perez G., Coma J., Martorell I., Cabeza L.F., 2014. Vertical greenery systems (VGS) for energy saving in buildings: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 39, 139–165.
8. Perini K., Otteló M., Fraaij A., Haas E., Raiteri R., 2011. Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. Building and Environment, 46: 2287–2294.

9. Wong N., Tan A., Chen Y., Chiang K., Sekar K., Tan P., 2010. Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. Building and Environment 45, 663–72.