

# Green Roofs as an Element of the Functional and Spatial Structure of a Metropolis

Kinga Zinowiec-Cieplik

DOI: 10.30825/5.ak.175.2019.64.3

Zielone dachy jako element struktury funkcjonalno-przestrzennej metropolii

**Key words:** green roofs, biodiversity, green infrastructure, social function, nature protection

## Introduction

Green roofs have become a standard in modern design practice of intensive urban developments. In Poland, such green installations are most often used in developer housing estates in order to create micro-interiors and courtyards atop car park ceilings. It has been noted that green roofs show potential in marketing and aesthetic terms, and, to a limited extent, recreational dimension, whereas the pro-environmental and pro-social impact of such installations, especially in case of highly urbanized areas is often underestimated. It seems that, despite the substantial amount of literature on the subject, green roofs are still an underestimated element of green infrastructure in Polish cities. Moreover, despite the criticism the installations receive on the ground of the limitations concerning the substrate layers, whose composition is far from natural substrates [Dunnett, Nolan 2004], it should be noted that green roofs can function in the metropolitan structure of the city, thereby becoming a valuable link in the City's Natural System.

## Materials and methods

The article provides a comparative analysis of 3 selected case studies

of green roofs, namely gardens on the roof of Sargfabrik in Vienna (1996), green roof atop the historic building in Ökowerk in Berlin (2005), as well as the "wild" garden on the roof of the Primary School in Sheffield (2007). The choice was made according to such criteria as the surface criterion, the functional criterion and the presence of connections between the selected green roofs and green objects in their surroundings (Table 1). The projects indicated in the following study have been selected as representative examples of the group of the analysed multifunctional solutions that integrate greenery with buildings.

## Garden as an element of social and natural bonds

Sargfabrik in Vienna (1996) is an interesting example of a garden built on the roof, inspired by social conditions and a bottom-up initiative (Fig. 1). Vienna, being a metropolis of social housing estates, can pride itself on an example of a self-governing housing project carried out by the non-profit Association for the Integrative Lifestyle (Verein für Integrative Lebensgestaltung-VIL) under the slogan of "Flat-Culture-Integration". In 1996, a building was completed and settled which, apart from flats, is equipped with places such as seminar rooms, a café, a concert

**Słowa kluczowe:** zielone dachy, bioróżnorodność, zielona infrastruktura, społeczne funkcje, ochrona przyrody

## Wprowadzenie

Zielone dachy stały się standardem we współczesnej praktyce projektowej intensywnej zabudowy. W Polsce najczęściej wykorzystywane są w deweloperskich osiedlach mieszkaniowych do kreacji mikrownętrz i podwórek na stropach parkingowych. Dostrzega się ich potencjał marketingowy, estetyczny oraz w ograniczonym zakresie rekreacyjny, natomiast często bagatelizowane są znaczenia środowiskowe i prospołeczne, zwłaszcza w silnie zurbanizowanych obszarach. Wydaje się, że mimo bogatej

literatury przedmiotu zielone dachy stale są niedocenianym elementem zielonej infrastruktury w polskich miastach. Mimo krytyki ze względu na ograniczenia warstw substratowych, których skład daleki jest od naturalnych podłoży [Dunnett, Nolan 2004], należy zwrócić uwagę, że mogą one funkcjonować w strukturze przestrzennej metropolii, stając się ważnym ogniwem sytemu przyrodniczego miasta.

## Materiał i metody

W artykule zaprezentowano i poddano analizie porównawczej 3 studia przypadków wybranych zielonych dachów: ogrody na dachu Sargfabrik w Wiedniu (1996), zielony dach na zabytkowym obiekcie w Ökowerk w Berlinie (2005) oraz

„dziki” ogród na dachu szkoły podstawowej w Sheffield (2007). Wyboru dokonano, kierując się kryterium powierzchniowym, funkcjonalnym oraz występowaniem powiązań poszczególnych zielonych dachów z otaczającymi obiektami zieleni (tab. 1). Realizacje te wskazano jako reprezentatywne przykłady z grupy analizowanych rozwiązań wielofunkcyjnych integrujących zieleni z budynkami.

## Ogród jako element więzi społecznej i przyrodniczej

Sargfabrik w Wiedniu (1996) jest ciekawym przykładem ogrodu założonego na dachu, u podstaw którego leżą uwarunkowania społeczne

Table 1. Summary of the analyzed green roofs. Marks: +++ dominant function; ++ occurring function; + side function; – no function available

Tabela 1. Zestawienie analizowanych zielonych dachów. Oznaczenia: +++ dominująca funkcja; ++ występująca funkcja; + poboczna funkcja; – brak danej funkcji

Object Obiekt	Year of construction Rok budowy	Surface [m <sup>2</sup> ] Pow. [m <sup>2</sup> ]	Social function Funkcja społeczna	Recreational function Funkcja rekreacyjna	Educational function Funkcja edukacyjna	Function of improving biodiversity Funkcja wzmacniania bioróżnorodność	Proximity of greenery Bliska zieleni
Sargfabrik Vienna Wiedeń	1996	1000	+++	+++	++	++	Matzner-Park
Okowerk Berlin	2005	800	+	-	+++	+++	Grunevald
Sharrow Sheffield	2006	2000	++	+	+++	+++	Mont Pleasant Park

hall, a children integration room, a playground, a swimming pool/baths, backyard-meeting squares planted with vegetation and allowing for rainwater retention, as well as fitted with a roof garden. This garden, due to its form, has been divided into several parts. These include a meeting place (garden terrace), a decorative garden comprising plants of dry environments – enclaves of diversity and plant spontaneity, and a utility garden that is highly popular. The green roof is maintained and grown independently by the inhabitants of the building, who, in return for their work, receive an additional 1000 m<sup>2</sup> of recreational, integration and

garden space in one place, while small vegetable garden beds and micro orchard provide them with the joy of growing their own crops. While working in the garden, families with children are involved, whereas an educational program conducted as part of the activity of an integration room also pays attention to the important role that is played by the contact of the youngest and the nature. The garden undergoes constant changes, beehives are set up and new seedlings are planted every year. Users may settle the garden with spontaneous vegetation, and, finally, the garden is hospitable to birds and insects (including pollinators) which,

in the light of contemporary research, is a very important aspect of creating a resilient living environment. It is up to the residents to decide on the types of plants and forms to be planted in the garden. As it stems from the project, in its assumptions dating back to turn of the 80s and 90s that led to the implementation of Sargfabrik, the Association Verein für Integrative Lebensgestaltung was innovative and went ahead of its time by almost 20 years in terms of the ideas for creating urban farms. Such farms may be understood not only as places to support the production of fruit and vegetables in the city, but, above all, as places marked with the potential to strengthen bonds between neighbours. Combining the biologically active areas of Sargfabrik with green areas of the city enables the development of ecosystem dependencies and improvement of the quality of the living environment.

The garden atop the roof of has become a place that fosters the flow of emotions and empathy among the inhabitants, as well as the circulation of matter and energy of the Vienna Nature System. The connections with the City Natural System were facilitated by the small Matzner-Park located nearby, the neighbouring extensive green roofs, the tree lined Linzer street, and the surrounding green areas in the interiors of the block developments. Apart from its original purpose, the roof garden of Sargfabrik that came into being as a result of the need to build

oraz oddolna inicjatywa (ryc. 1). Wiedeń, metropolia socjalnego budownictwa, może pochwalić się przykładem samorządnej inwestycji mieszkaniowej przeprowadzonej pod hasłem „Mieszkanie – Kultura – Integracja” przez Stowarzyszenie (non profit) na rzecz Integracyjnego Stylu Życia (Verein für Integrative Lebensgestaltung – VIL). W 1996 roku ukończono i zasiedlono budynek wyposażony obok mieszkań w sale seminaryjne, kawiarnię, salę widowiskową, salę integracji dziecięcej, plac zabaw, basen/łaźnię, podwórza – „skwery” spotkań obsadzone roślinnością i pozwalające na retencję wody deszczowej oraz ogród na dachu. Ogród ten podzielono z racji jego formy na kilka części: miejsce spotkań (taras ogrodowy), ogród ozdobny roślin środowisk suchych – enklawy różnorodności i spontaniczności roślinnej oraz ogród użytkowy, który cieszy się bardzo dużym zainteresowaniem. Zielony dach mieszkańcy utrzymują i uprawiają samodzielnie. W zamian otrzymują dodatkowe 1000 m<sup>2</sup> przestrzeni rekreacyjnej, integracyjnej i ogrodowej w jednym, a niewielkie grządki warzywnika oraz mikrosad przynoszą satysfakcję z własnych plonów. W pracę w ogrodzie zaangażowane są rodziny z dziećmi, zaś program edukacyjny prowadzony w sali integracyjnej ma na uwadze istotną rolę kontaktu najmłodszych z naturą. Ogród stale się zmienia, pojawiają się ule i co roku wykonywane są nowe rozsady. Istnieje

przyzwolenie na zasiedlanie ogrodu roślinnością spontaniczną, na goścień ptaków i owadów (m.in. zapylaczy), co w świetle współczesnych badań jest bardzo ważnym aspektem kreowania odpornego środowiska życia. Mieszkańcy decydują o roślinach i formach uprawy ogrodu. Okazuje się, że stowarzyszenie Verein für Integrative Lebensgestaltung w swoich założeniach z przełomu lat 80. i 90., które doprowadziły do realizacji Sargfabrik, było nowatorskie i wyprzedziło o blisko 20 lat idee farm miejskich rozumianych nie tylko jako miejsce wsparcia produkcji warzyw i owoców w mieście, ale przede wszystkim jako potencjał wzmacniania więzi sąsiedzkich. Powiązanie powierzchni biologicznie czynnych Sargfabrik z terenami zieleni w mieście umożliwia rozwój zależności ekosystemowych i poprawę jakości środowiska zamieszkania.

Ogród na dachu Sargfabrik stał się miejscem przepływu emocji i empatii mieszkańców oraz materii i energii Systemu Przyrodniczego Wiednia. Powiązania z SPM ułatwiły pobliski niewielki Matzner-Park, sąsiadujące ekstensywne zielone dachy, zadrzewiona ulica Linzer, okoliczna zieleń wewnątrz zabudowy kwartałowej. Ogród dachowy Sargfabrik powstał z potrzeby budowania więzi społecznej, ale równoległe, niezamierzenie w odniesieniu do pierwotnej idei, osiągnął ważny cel – uzupełnił SMP, stając się enklawą i pomostem dla miejskiej natury.

## Zielony dach jako eksperyment bioróżnorodności

Interesującym przykładem zielonego dachu, którego podstawowym zadaniem jest funkcja badawcza dotycząca ekologicznego potencjału tego rodzaju instalacji, jest enklawa zieleni na zabytkowym budynku stacji wodociągowej z II połowy XIX w. Ökowerk w Berlinie (ryc. 2). Zielony dach powstawał tutaj samoczynnie w ciągu ostatnich 100 lat (budynek wybudowano w latach 1870–1871) na wysypanym piaskiem płaskim bitumicznym stropie, który wymagał gruntownej przebudowy konstrukcyjnej na początku XXI wieku (2005–2006). Pokryty z czasem zielenią dach początkowo był utrzymywany ze względu na jego funkcje przeciwpożarowe. Dopiero po otwarciu w tym miejscu w 1985 r. Centrum Ochrony Przyrody nabrał znaczenia ekologicznego. W trakcie przebudowy dachu (2005–2006) warstwa roślinna została zdjęta i była uprawiana do momentu ponownej implementacji. Po renowacji stropu zielony dach stał się ważnym obiektem badawczym i edukacyjnym Naturschutzzentrum Ökowerk Berlin e.V. (Centrum Ochrony Przyrody), które działa w dawnej stacji wodociągowej Wasserwerk Teufelssee. Na dachu rosną porosty, mchy, rojniki i rozchodniki. Spontanicznie pojawiają się nowe gatunki roślin,



Fig. 1. Urban farm on rooftop of the Sargfabrik, dwarf fruit trees are noticeable in the background (photo by K. Zinowiec-Cieplik)

Ryc. 1. Ogród użytkowy na dachu Sargfabrik, w głębi widać karlowe drzewka owocowe (fot. K. Zinowiec-Cieplik)

Fig. 2. Biodiversity on Ökowerk rooftop (photo by K. Zinowicz-Cieplik)

Ryc. 2. Różnorodność biologiczna na dachu Ökowerk (fot. K. Zinowicz-Cieplik)



a social bond, will, at the same time, achieve a vital goal in relation to the original idea, namely it will actively supplement the City Natural System by becoming an enclave and a bridge for urban nature.

## Green roofs as an experiment in the field of biodiversity

One of the particularly interesting examples of a green roof whose basic task is the research function in regard to the ecological potential of this type of installation is a greenery enclave atop the historic water station building in Ökowerk in Berlin, which dates back to the second half of the 19th century (Fig. 2). The green roof emerged there spontaneously

over the last 100 years (the building was completed in 1870/71) on a flat, sand-covered, bitumen ceiling, which required a thorough structural reconstruction at the beginning of the 21st century (2005/2006). Over time, the roof was covered by greenery, which was initially maintained due to its fire prevention functions.

It was only after The Centre for Nature Conservation had been opened in this place in 1985 that the roof has gained in ecological significance. During the reconstruction of the roof (2005–2006), the plant layer was removed and cultivated until it could finally be re-implemented. After the renovation of the ceiling had been completed, the green roof became an important research and educational object for Naturschutzzentrum Ökowerk Berlin e.V. (Nature Conservation Centre). The Centre

operates in the former Wasserwerk Teufelssee water station. The plants growing on the roof include lichens, mosses, sempervivum, and sedum. New species of plants appear spontaneously, and observations also focus on insects. As the research shows [Książek 2015], more than 100 species exist on the Ökowerk roof, including one species of fern, nine species of grasses, fifty species of herbaceous plants, four species of mosses and lichens, seven species of tree seedlings (too large ones are removed) and multiple species of insects, such as eleven species of spiders, fifteen species of beetles, twenty-five species of bees, five species of wasps, as well as one species of ants [Książek 2015].

Therefore, green roofs prove important in terms of pollinator habitat protection, which, in the context of a sharp decline in their population [Tonietto 2011], seems to play a vital role in the fight for their preservation. Due to the essential research and protective functions, the access to the greenery on the Wasserwerk Teufelssee ceiling is not universally granted to participants of the Nature Conservation Centre workshops. The roof is too small to withstand the pressure of being applied to recreational use, and besides, such application was not its original purpose. In addition to its research and conservation functions, it is a part of the educational program and serves the purpose of clearly identifying the Nature Conservation Centre.

observacje koncentrują się także na owadach. Badania pokazują [Książek 2015], że na dachu Ökowerk bytuje ponad 100 gatunków, w tym m.in. 1 gatunek paproci, 9 gatunków traw, 50 gatunków ziołorośli, 4 gatunki mchów i porostów, 7 gatunków siewek drzew (zbyt duże są usuwane) oraz sporo owadów: 11 gatunków pajęczaków, 15 gatunków chrząszczy, 25 gatunków pszczołowych, 5 gatunków osowatych, a także 1 gatunek mrówki [Książek 2015].

Zielony dach okazuje się być ważny pod względem ochrony siedlisk zapylaczy, co w kontekście gwałtownego obniżania się ich populacji [Tonietto 2011] ma znaczenie w walce o ich zachowanie. Z racji zasadniczych funkcji badawczych i ochronnych zieleni na stropie Wasserwerk Teufelssee nie jest powszechnie dostępna dla uczestników warsztatów Centrum Ochrony Przyrody. Dach jest zbyt mały, aby mógł przetrwać następstwa jego użytkowania rekreacyjnego i nie takie było pierwotne jego założenie. Obok roli badawczej, ochronnej, jest elementem programu edukacyjnego oraz jednoznacznie identyfikuje Centrum Ochrony Przyrody.

Przykład Ökowerku pokazuje, jak natura tworzy, wraz z upływem czasu, element ekosystemu Grunewald i szerzej – berlińskiej metropolii.

## Dach szkolny pod ochroną

Okazuje się, że w stosunkowo krótkim czasie zielony dach może okazać się bogatym ekosystemem wartym objęcia go ochroną prawną. Tak stało się w przypadku ekologicznej kompozycji na stropie szkoły Sharrow w Sheffield w Wielkiej Brytanii. Podczas projektu nowego budynku powstała idea założenia na jego stropie zielonego dachu przyjaznego roślinom tworzącym zróżnicowane siedliska. Według projektanta Nigela Dunnetta celem założenia było: „stworzenie nasadzeń ważnych wizualnie i estetycznie przez większość roku, oraz zapewnienie bioróżnorodności ogrodu o minimalnych wymaganiach dotyczących zasobów i konserwacji” (tłum. aut.) [Sharrow Primary School...]. „Dziki” ogród założono w 2006 r., posadzono blisko 700 roślin, wysiano jednoroczne rośliny łąkowe, które zaczęły się same rozsiewać. Zaplanowano wprowadzenie rodzimych gatunków oraz starano się stworzyć warunki do spontanicznego pojawiania się okolicznych roślin zielnych. Zaprojektowana kompozycja nie zawierała traw ze względu na ich ekspansywny charakter. Nie tylko rośliny były celem powstania tego zielonego dachu. Ogród tak zróżnicowano siedliskowo, aby był przyjazny dla bezkręgowców oraz ptaków [Sharrow School – Green Estate Landscape...]. Ostatecznie

ukszałtowało się kilka siedlisk, w tym m.in. kompozycje łąkowe, wapienne murawy kserotermiczne, środowisko wilgotne stawu, spontaniczne siedlisko ruderalne, oraz pionierskie grupy samosiewów drzew – w ograniczonej formie. Dach objęty został specjalistycznymi zabiegami pielęgnacyjnymi prowadzonymi przez doświadczonych ogrodników i architektów krajobrazu zapewniającymi oczekiwane efekty estetyczne, jak i ochronne. Regularnie usuwane są niepożądane i ekspansywne rośliny, odmładzane są siewki drzew po osiągnięciu wys. 2 m, a w obszarach nieprzeznaczonych pod drzewa i krzewy usuwane są młode rośliny i oczyszczane opaski żwirowe, aby nie dopuścić do zawilgocenia konstrukcji. Prace pielęgnacyjne są raportowane, opisuje się podjęte zadania, jak również zmiany w pokryciu roślinnym oraz ważne gatunki flory i fauny. Całość uzupełnia dokumentacja fotograficzna. Po dwóch latach od założenia zaobserwowano wzrost różnorodności gatunkowej. Na dachu zidentyfikowano spontaniczne pojawienie się m.in. krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium*), jastruna właściwego (*Leucanthemum vulgare*), bylicy pospolitej (*Arenaria vulgaris*), straca jakubka (*Jacobaea vulgaris*), dziewanny drobnokwitowej (*Verbascum thapsus*), ostrogowca czerwonego (*Centranthus ruber*), lnic purpurowej (*Linaria purpurea*) oraz gatunków ostów (*Cirsium* sp. – ostroźni), astrów (*Aster* sp.), podbiału (*Tussilago* sp.), brodawnika

Ökowerk's example shows how, over time, nature creates the element of both the Grunewald and, in the broader sense, the metropolis of Berlin ecosystem.

## School roof under protection

As it has been proved, a green roof may present itself as a rich ecosystem worthy of legal protection within a relatively short time. This was the case with the ecological composition on the roof atop the Sharrow School in Sheffield, UK. While the new building was being designed, the idea arose to establish atop of it a green, plant-friendly roof for the sake of maintaining plants that create diverse habitats. According to Nigel Dunnett, the building designer, the aim was to "create plantings that would be visually and aesthetically important for most of the year, and to ensure garden biodiversity with minimum resource and maintenance requirements" [Sharrow Primary School...]. "The wild garden" was established in 2006. Almost 700 plants were planted there, and annual meadow plants were seeded, which then began to spread. Moreover, the introduction of native species was planned, while the conditions for spontaneous appearance of surrounding herbaceous plants were sought. The designed composition did not incorporate grasses due to their expansive nature

However, plants were not the sole objective of the described green roof. The garden was also diversified so as to be friendly for invertebrates and birds [Sharrow School – Green Estate Landscape...]. Eventually, several habitats were formed, including meadow compositions, calcareous xerothermic grasslands, pond-related moist environment, spontaneous ruderal habitat, and, in a limited form, pioneer groups of self-seeding trees. The roof became subject to specialist care treatments conducted by experienced gardeners and landscape architects in order to ensure the expected aesthetic and conservation effects. Unwanted and expansive plants are regularly removed, tree seedlings are rejuvenated as soon as they reach 2 metres in height, while in areas not designated for trees and shrubs, young plants are removed and gravel bands are cleaned so as to prevent the structure from attracting moisture. The nurturing works are reported, the tasks undertaken are described, and so are the changes in plant cover as well as any alterations with respect to chief species of flora and fauna. The entire project is complemented by photographic documentation. Within two years of establishing the green roof, an increase in species diversity has been observed. On the roof, a spontaneous appearance of several plant species has been identified, among which there were: common yarrow (*Achillea millefolium*), oxeeyedaisy (*Leucanthemum vulgare*), mugwort

(*Arenaria vulgaris*), common ragwort (*Jacobea vulgaris*), common mulein (*Verbascum thapsus*), red valerian (*Centranthus ruber*), purple toadflax (*Linaria purpurea*) and species thistles (*Cirsium* sp.), asters (*Aster* sp.), coltsfoot (*Tussilago* sp.), hawkbit (*Leontodon* sp.) and teasels (*Dipsacus* sp.) [Habitat Action Plan 2010]. As far as birds are concerned, some of the observed species included the black redstart (*Phoenicurus ochruros*), goldfinch (*Carduelis carduelis*), kestrel (*Falco tinnunculus*), sparrow (*Passer domesticus*), house martin (*Delichon urbica*), pied wagtail (*Motacilla alba*), song thrush (*Turdus philomelos*) and starling (*Sturnus vulgaris*) [Habitat Action Plan 2010]. Therefore, the Sheffield city authorities, in cooperation with Natural England, the British organization for nature conservation, decided (2009) to grant the green roof of the Sharrow school the status of the Local Nature Reserve.

The garden has become an element of the context of both the green infrastructure in relations to Sheffield, together with the nearby Mont Pleasant Park and the City Natural System. At the same time, it assumed a place in a more broadly understood system of objects valuable for their natural function and thus protected. Unfortunately, for the purposes of protection, the access to the green roof was limited for pupils. On the lower level, children have a terrace at their disposal, in the form of an open-air hall with a small area covered with vegetation, while the actual garden,

(*Leontodon* sp.) i szczeci (*Dipsacus* sp.) [Habitat Action Plan 2010]. Z ptaków zaobserwowano m.in. kopciuszka europejskiego (*Phoenicurus ochruros*), szczygła (*Carduelis carduelis*), pustułkę zwyczajną (*Falco tinnunculus*), wróbla zwyczajnego (*Passer domesticus*), jaskółkę oknówkę (*Delichon urbica*), pliszkę siwą (*Motacilla alba*), drozda śpiewaka (*Turdus philomelos*) i szpaka zwyczajnego (*Sturnus vulgaris*) [Habitat Action Plan 2010]. W związku z tym władze miasta Sheffield we współpracy z brytyjską organizacją ochrony przyrody – Natural England, zdecydowały w 2009 r. o nadaniu zielonemu dachowi szkoły Sharrow statusu Lokalnego Rezerwatu Przyrody.

Ogród stał się elementem kontekstu zarówno zielonej infrastruktury Sheffield z pobliskim parkiem Mont Pleasant i systemu przyrodniczego miasta, jak i systemu obiektów przyrodniczo cennych i chronionych. Niestety, ze względu na ochronę ograniczono dostęp dla uczniów. Na poziomie dolnym dzieci mają do dyspozycji taras – salę na świeżym powietrzu z niewielkim obszarem pokrytym roślinnością. Natomiast właściwy ogród – na poziomie górnym – oglądają poprzez ochronne szklane balustrady, nie mogą obserwować z bliska stawu, pływających w nim kijanek, nie mają możliwości dotykania i poznawania roślin [Procter i in. 2012]. Jest to poważny problem i duże niedociągnięcie w programie edukacyjnym szkoły. Cała społeczność szkolna jest dumna

i mocno utożsamia się z lokalnym rezerwatem przyrody na dachu, ale jednocześnie nie może z niego aktywnie korzystać [Procter i in. 2012, Award for schools 'green' roof 2009].

## Zielony dach elementem struktury funkcjonalno-przestrzennej i systemu przyrodniczego metropolii

W każdym z przytoczonych przykładów zielone roślinne dachy okazały się ważne dzięki swojemu bogactwu gatunkowemu i zaczęły funkcjonować jako oazy bioróżnorodności miejskiej. Spontanicznie pojawiają się na nich okoliczne rośliny, ale również odnotowywane są ptaki i owady, w tym m.in. zapyłacze. Potwierdza to pozytywny wpływ sąsiedztwa elementów systemu przyrodniczego miasta, jak parki czy kompleksy leśne, na strukturę gatunkową zielonych dachów. Zarówno Sargfabrik, jak i Ökowerk czy Sharrow wpisały się w kontekst systemu przyrodniczego miasta i sieci zielonej infrastruktury, stając się elementem struktury funkcjonalno-przestrzennej Sheffield czy metropolii, jak pokazały to przykłady z Wiednia i Berlina [Lundholm 2015]. Warto także zwrócić uwagę, że w każdym z przypadków rozwiązania zielonego dachu były projektowane z myślą

odzyskania (choćby częściowego) powierzchni biologicznie czynnych na terenach zurbanizowanych. W przypadku Sargfabrik było to poszukiwanie dodatkowego miejsca rekreacji w bardzo intensywnej zabudowie mieszkaniowej. W Ökowerk doceniono i uszanowano ponad 100-letni spontanicznie utworzony przez naturę zielony dach i zadbano, aby on przetrwał nawet wówczas, gdy rozebrano strop. W przypadku Sheffield rozbudowa szkoły zajęła sporą część działki, co spowodowało potrzebę integrowania terenu zieleni, przestrzeni rekreacyjnych i edukacyjnych na świeżym powietrzu z formą architektoniczną.

Wraz ze wzrostem różnorodności przyrodniczej zielonego dachu zwiększa się zainteresowanie potencjalnych użytkowników. Jak pokazują przytoczone przykłady, jedną z ważnych funkcji takich miejsc staje się ich rola integracyjna – zarówno w wymiarze integracji społecznej w Sargfabrik, jak i integracji z miejscem w przypadku Sheffield czy identyfikowania miejsca poprzez formę zielonego dachu w Ökowerk.

## Wnioski

Wyniki obserwacji opisanych przykładów są zbieżne z prowadzonymi badaniami dotyczącymi zdolności wykorzystania zielonych dachów w walce o zachowanie bioróżnorodności [Kadas 2006, Lundholm 2015, Książek 2014, Grant

located on the upper level, may only be watched through protective glass balustrades. The pond or the tadpoles floating in it cannot be closely observed, they cannot be touched and getting to know the plants is virtually impossible [Procter et al. 2012]. This situation causes a serious problem and a deficiency in the educational program of the school. The entire school community takes pride in and strongly identifies itself with the Local Nature Reserve on the roof, but at the same time they are deprived of the possibility to actively use it [Procter et al. 2012, Award for schools 'green' roof 2009].

## Green roof as an element of the functional and spatial structure of the metropolis natural system

In each of the examples cited, the green roofs covered with vegetation proved vital due to their species richness and they began to function as oases of urban biodiversity. Local plants appear on such installations spontaneously. Moreover, the appearance of birds and insects is recorded, including also species that serve as pollinators. This fact confirms the positive impact exerted on green roofs species structure by the neighbourhood of elements of the City Natural System, such as

parks or forests. Sargfabrik, Ökowerk and Sharrow have all joined the wider context of the City Natural System and the green infrastructure network, thereby becoming a part of the functional and spatial structure of Sheffield or of the metropolis, as proved by the examples from Vienna and Berlin [Lundholm 2015].

It is also worth noting that in each of the above cases, the green roof solutions were designed with the aim to recover (even partially) biologically active surfaces in urbanized areas. In the case of Sargfabrik, it was a matter of searching for an additional space to be devoted to recreation within a very intense housing development. In Ökowerk, on the other hand, the green roof was established owing to, above all, the respect and appreciation for the 100-year-old spontaneously created green roof. It was ensured that the roof survived even when the ceiling was demolished. In the case of Sheffield, the expansion of the school took up a large part of the plot on which it was situated, which resulted in the need to integrate the green area, recreational and educational spaces in the open air with the architectural form of the new building.

As the diversity of the green roof increases, the interest shown by its potential users peaks as well. As the examples illustrate, one of the important functions of such places is their integration role, both in the dimension of social integration seen in case of Sargfabrik, as well as integration

with the place in the Sheffield case or identifying the place through the form of a green roof that was the case in Ökowerk.

The observation results obtained for the described examples coincide with the research conducted on the possibility to use green roofs as a measure to fight for the preservation of biodiversity [Kadas 2006, Lundholm 2015, Ksatek 2014, Grant et al. 2003] and for building a sustainable environment [Getter, Rowe 2006] of the urban ecosystem [Oberndorfer et al. 2007]. Results of research conducted mainly in Germany [Książek 2018], Great Britain [Kadas 2006] and Switzerland [Brenneisen 2006] confirm this thesis. Green roofs become places where one may encounter species under protection, and even those endangered with extinction [Brenneisen 2006, Kadas 2006]. Therefore, postulates are undertaken that, despite land shortages [Brenneisen 2006, Książek-Mikenas et al. 2018] it is worth considering the possibility of treating green roofs as a significant element of urban green infrastructure [Lundholm 2015], as well as an element of the City Natural System. The creation of green roofs should thus be considered on an urban and on a landscape scale while planning the city development [Brenneisen 2006].

Depending on the building development parameters, green roofs may perform important integrative, recreational and educational functions [Zinowiec-Cieplik 2018] for

i in. 2003] oraz budowanie zrównoważonego środowiska [Getter, Rowe 2006] ekosystemu miejskiego [Oberndorfer i in. 2007]. Badania prowadzone przede wszystkim w Niemczech, Wielkiej Brytanii [Kadas 2006] i Szwajcarii [Brenneisen 2006] potwierdzają taką tezę. Na zielonych dachach spotykane są gatunki z grup objętych ochroną, a nawet gatunki zagrożone wyginięciem [Brenneisen 2006, Kadas 2006]. W związku z tym podejmowane są postulaty, że mimo niedostatków podłoża [Brenneisen 2006, Książek-Mikenas i wsp. 2018] warto zastanowić się nad możliwością traktowania zielonych dachów w kategorii istotnego elementu zielonej infrastruktury [Lundholm 2015], jak i systemu przyrodniczego miasta oraz w skali urbanistycznej, a także w skali krajobrazu – przy jego planowaniu [Brenneisen 2006].

W zależności od parametrów zabudowy zielone dachy mogą pełnić ważne role integracyjne, rekreacyjne i edukacyjne [Zinowiec-Cieplik 2018] w społeczności lokalnej, gdyż mieszkańcy potrzebują kontaktu z przyrodą [Kellert i in. 2008, Browning i in. 2014]. Analizowane realizacje stanowią przykłady kształtowania struktury przyrodniczej i społecznej na podstawie zagospodarowania funkcjonalnego „piątej elewacji”.

Sposób zagospodarowania dachów przy efektywnym wykorzystaniu zieleni jest istotny w kształtowaniu systemu zieleni miejskiej i systemu przyrodniczego metropolii. Nie

jest to jednak jedyny aspekt realizacji zieleni na dachach. Powierzchnie biologicznie czynne zintegrowane z budynkiem stanowią o bioróżnorodności i odporności ekosystemu oraz wpływają na kształtowanie środowiska miejskiego i mikroklimatu. Funkcje towarzyszące zieleni na dachu stanowią uzupełnienie struktury funkcjonalno-przestrzennej metropolii. Najczęściej wskazywane są funkcje społeczne – integracja użytkowników, edukacyjne, rekreacyjne i produkcyjne (farmy miejskie). Sposób zagospodarowania dachów i realizacja zieleni na dachach powinny stanowić przedmiot opracowania urbanistycznego, architektonicznego, krajobrazowego oraz przyrodniczego i socjologicznego. Niestety, potencjał zagospodarowania dachów nie jest obecnie w pełni wykorzystywany. Realizacja zieleni na dachu nie jest jeszcze standardem. Istotne są zatem rozpowszechnianie i analiza dobrych przykładów realizacji zielonych dachów wielofunkcyjnych, wskazując możliwości projektowe i znaczenie dla społeczności lokalnej systemu przyrodniczego i krajobrazu metropolii. Konieczne jest podejmowanie interdyscyplinarnej współpracy projektantów branżowych oraz analityków i doradców inwestycyjnych w celu opracowania dobrych standardów i wytycznych realizacyjnych opracowywania zielonych dachów. Zasadne jest również określenie nowych parametrów i wskaźników urbanistycznych wdrażanych w opracowaniach planistycznych

gminy oraz miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, w których zielone dachy wskazywane byłyby jako uzupełnienie struktury funkcjonalno-przestrzennej miasta.

**Kinga Zinowiec-Cieplik**

Wydział Architektury  
Politechnika Warszawska

### Literature – Literatura

1. Award for schools 'green' roof, 2009. BBC News: [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/england/south\\_yorkshire/8293257.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/south_yorkshire/8293257.stm) [access date 15.09.2018].
2. Brenneisen S., 2006. Space for urban wildlife: Designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habitats*, 4.
3. Browning et al., 2014. 14 Patterns of Biophilic Design. Terrapin Bright Green, LLC, New York.
4. Colla S.R, Willis E., Packer L., 2009. Can green roofs provide habitat for urban bees (Hymenoptera: Apidae)? *Cities and the Environment*, Volume 2, Issue 1.
5. Dunnett N., Nolan A., 2004. The effect of substrate depth and supplementary watering on the growth of nine herbaceous perennial in a semi-extensive green roof. *Acta Horticulturae*, 643, ISHS, Leuven.
6. Grant G. et al., 2003. Green roofs – existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. *English Nature Research Report*, No. 498.
7. Getter K.L., Rowe D.B., 2006. The role of extensive green roofs in sustainable development. *HortScience*, 41.
8. Habitat Action Plan, 2010. Sheffield Local Biodiversity Action Partnership. The Garden Roof Center, Sheffield.
9. <http://www.thegreenroofcentre.co.uk/Library/Default/Documents/Sheffield%20>

the local community, as inhabitants absolutely need contact with nature [Kellert et al. 2008, Browning et al 2014]. The analyzed projects are examples of shaping the natural and social structure on the basis of the functional development of the “fifth façade”.

## Conclusion

The method of developing roofs with the effective use of greenery is essential for shaping the urban greenery system and the metropolis natural system. However, this is not the only aspect of introducing greenery atop of roofs. Actually, biologically active surfaces integrated with buildings are responsible for securing biodiversity and resilience of the ecosystem. They also influence the shaping of urban environment and its microclimate. The functions accompanying the greenery on the roof complement the functional and spatial structure of the metropolis. Social functions are among the most often indicated ones. These include: user integration, educational, recreational and production (urban farms) functions. The methods of developing roofs and the implementation of greenery on roofs should be considered a subject of urban, architectural, landscape, natural and sociological planning. Unfortunately, the potential for roof management is not yet fully applied. Implementation of greenery on roof has not become a standard as yet.

Therefore, it is important to disseminate and analyse well-functioning examples of multifunctional green roofs, indicating design opportunities, as well as the significance of such projects for the local community, the natural system and the landscape of the metropolis. It is necessary to undertake interdisciplinary cooperation between designers, analysts, and investment advisors in order to develop good standards and implementation guidelines for the development of green roofs. It is also reasonable to define new parameters and urban indicators introduced in the studies concerning commune planning and local spatial development plans, in which the green roofs would be indicated as a supplement to the functional and spatial structure of the city.

**Kinga Zinowiec-Cieplik**

Faculty of Architecture  
Warsaw University of Technology

Green%20Roof%20HAP%20Feb%202010\_634159246532552600.pdf [access date 15.09.2018].

10. Kadas G., 2006. Rare invertebrates colonizing green roofs in London. *Urban Habitats*, 4.

11. Kellert et al., 2008. *Biophilic Design: The Theory, Science & Practice of Bringing Buildings to Life*. Hoboken, John Wiley & Sons, New York.

12. Ksiazek K., 2015. *Roof Top Insect Communities*, Berlin Ökowerk Nature Conservation Center, Berlin Germany, [in:] *Green Roof Ecosystems*, Sutton R.K. (ed.) Springer, Basel.

13. Ksiazek K., 2014. The potential of green roofs to support urban biodiversity, [in:] *Green Cities in the World*. Briz J., Kohler M., de Felipe I. (ed.), Cimapress.

14. Ksiazek-Mikenas K. et al., 2018. If You Build It, Will They Come? Plant and Arthropod Diversity on Urban Green Roofs Over Time. *Green Roofs and Urban Biodiversity*, URBAN NATURALIST, Special Issue, 1.

15. Lundholm J., 2015. Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality, *Journal of Applied Ecology*, 52.

16. Oberndorfer E. et al., 2007. Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services. *BioScience* November, Vol. 57, No. 10.

17. Procter L., James A., Curtis P., 2012. *My Green Roof*, Sharrow School, Sheffield. Centre for the Study of Childhood and Youth, Department of Landscape; Faculty of Social Sciences, Green Roof Centre, University of Sheffield, Lindum Turf Ltd.

18. Sharrow Primary School, <http://www.greenroofs.com/projects/sharrow-primary-school/> [access date 15.09.2018].

19. Sharrow Primary School, Greenroofs.com [http://www.greenroofs.com/projects/](http://www.greenroofs.com/projects/sharrow-primary-school/)

[sharrow-primary-school/](http://www.greenroofs.com/projects/sharrow-primary-school/) [access date 15.09.2018].

20. Sharrow School – Green Estate Landscape, <https://www.greenestatelandscape.com/turf-case-studies/2018/1/11/sharrow-school> [access date 15.09.2018].

21. Tonietto R., 2011. A comparison of bee communities of Chicago green roofs, parks and prairies, *Landscape and Urban Planning* 103 (2011).

22. Zinowiec-Cieplik K., 2018. Potencjał integracji form roślinnych z architekturą – kultura i społeczeństwo metropolii. *Zeszyty Naukowe Uczelni Vistula – Vistula University Working Papers – Architektura*, nr 61(4).