

Zielone miasto w kontekście zrównoważonego rozwoju



dr inż. arch.

KRYSZYNA STRUMIŁŁO

Politechnika Łódzka

Institut Architektury i Urbanistyki

ORCID: 0000-0003-4885-725X

Tematem pracy jest przedstawienie zagadnienia związanego z możliwością wzbogacania zasobów zieleni w mieście poprzez powiązanie ich z elementami architektury oraz określenie wpływu na środowisko.

W e współczesnym świecie coraz częściej odczuwamy deficyt zieleni w mieście. Przyczyna tego zjawiska jest dość złożona. Obecna polityka przestrzenna wielu miast nie skupia się wystarczająco na tworzeniu nowych terenów zielonych, a istniejące formy ochrony w małym stopniu wpływają na zabezpieczenie tych obszarów. Możemy także zaobserwować, że niektóre przestrzenie publiczne, głównie place, w wyniku przeprowadzonych rewitalizacji zostały wręcz pozbawione zieleni. Nie bez znaczenia jest to, że postępująca urbanizacja ma niekorzystny wpływ na środowisko. Zatem przewyższenie istniejących problemów środowiskowych staje się kluczowe w dążeniu do zrównoważonego miasta. Architekci i urbaniści zaczynają wprowadzać nowe koncepcje w projektach,

które są bardziej przyjazne dla otoczenia i które mogą poprawić jakość życia mieszkańców. Definicja zrównoważonego rozwoju zakłada, że potrzeby mieszkańców miasta zrównoważonego muszą być zaspokajane bez umniejszania szans przyszłych mieszkańców [1]. W związku z tym istnieje wiele wyzwań, którym należy sprostać, by miasta wciąż zapewniały właściwe warunki do życia i pracy. Zielone miasto jest odpowiedzią na te wyzwania i potrzeby związane z problemami środowiskowymi i kryzysem klimatycznym. Warto wspomnieć, że już w Nowej Karcie Ateńskiej z 2003 roku – „Wizja miast XXI wieku”, postulowano nowy model miasta europejskiego, o silnych powiązaniach funkcjonalnych, przy założeniu, że kompleksy przyrodnicze kontynentu europejskiego będą skutecznie chronione przed ekspansją

sieci obszarów zurbanizowanych [2]. Z kolei w 2006 roku Komisja Europejska przyjęła „Strategię tematyczną dla środowiska miejskiego” [3]. Jej celem jest poprawa jakości życia w dużych miastach przy zastosowaniu zintegrowanego podejścia do zarządzania środowiskiem, w tym promowanie zrównoważonego rozwoju obszarów miejskich.

Obecnie w miastach oprócz zieleni ogólnodostępnej, takiej jak parki, skwery czy zieleń towarzysząca zabudowie, coraz ważniejsze staje się wykorzystanie budynków i innych elementów architektury na powiązanie z zielenią. Zieleń bowiem w środowisku zabudowanym odgrywa ważną rolę jako element zrównoważonego rozwoju, a zielona infrastruktura jest instrumentem, który wykorzystuje przyrodę w celu uzyskania korzyści ekologicznych, gospodarczych i społecznych [4]. W ostatnich latach projektowanie i tworzenie zielonych dachów i ścian budynków stało się coraz bardziej popularne. Obecnie w wielu miastach realizowana jest innowacyjna koncepcja zakładania tzw. zielonych przystanków, a zieleń wykorzystywana jest przy elementach małej architektury.

Metoda badawcza obejmuje charakterystykę zagadnienia, badania literatury, przegląd wybranych realizacji z ostatnich lat na świecie i w Polsce oraz analizę korzyści środowiskowych zielonych rozwiązań.

Początki, terminologia i możliwości zastosowania zielonych dachów i ścian

Zastosowanie zieleni przy budynkach nie jest nowym pomysłem. Tradycja pochodzi z odległych czasów starożytności. Istniała już bowiem przed pięcioma tysiącami lat w Egipcie, gdzie ludność obsadzała roślinami dachy swoich domostw. Budowie prywatnych ogrodów na dachach sprzyjała gęsta zabudowa miast, które nie mogły rozrastać się poza mury miejskie [5]. Pierwszym znanym



Fot. 1. Zielona ściana w sąsiedztwie wieżowca Walkie Talkie ze słynnym Sky Garden w Londynie (2023); źródło: fot. autor

powszechnie przykładem stosowania zieleni w architekturze z obszaru Mezopotamii są tzw. wiszące ogrody Babilonu. Był to efekt znakomitych umiejętności Babilończyków w kwestiach nawadniania terenów i konstruowania obiektów inżynierskich. Wiadomo, że od III w. p.n.e. Rzymianie uprawiali winorośl, która pięła się po ścianach i specjalnych kratkach. Wykorzystywali podpory, które umożliwiały formowanie rośliny na kształt ściany, czyli system o nazwie „palmeta” [6].

Znacznie później, w XX wieku, do popularyzacji idei dachów ptaskich w szczególności przyczyniło się zastosowanie żelazobetonu. W latach 20. XX wieku architekt Le Corbusier uznał ogród na dachu za ważny punkt programowy nowej architektury. Zastosowanie zielonych dachów rozpoczęło się w krajach niemieckojęzycznych w latach siedemdziesiątych XX wieku [7], a także w tych samych latach we Francji i Szwajcarii. Realizowano zielone dachy intensywne, tzn. użytkowane. W celu dalszego rozpowszechnienia dachów zielonych rozwinięto bardziej opłacalne ekonomicznie systemy ich budowy. W ten sposób na początku lat osiemdziesiątych powstały pierwsze ekstensywne (lekkie, niedrogie, ekologiczne) zazielenienia dachów, w przypadku których w centrum uwagi była nie tyle ich użyteczność, ile ekologia i ekonomia.

Z kolei trend na pierwsze pionowe zielone ściany rozpowszechniony został przez Patricka Blanca, francuskiego botanika już w latach 90. XX wieku. Współcześnie w XXI wieku na całym świecie duże miasta, takie jak Nowy Jork, Melbourne, Londyn i Paryż, wprowadzają coraz więcej zieleni do swoich miejskich krajobrazów. Są to zarówno zielone dachy, jak i zielone ściany budynków. W mieście zazwyczaj brakuje miejsca na parki, a ten rodzaj zieleni związany z budynkiem może powstać w ścisłej zabudowie śródmiejskiej i może dotyczyć zarówno budynków nowych, jak i już istniejących. Istnieje kilka terminów dotyczących zielonych dachów. Zielone dachy nazywane są również „dachami ekologicznymi”, „dachami żywymi” lub „ogrodami na dachach” i zasadniczo są to dachy z roślinami w ostatniej warstwie [8, 9]. Jak wspomniano, dachy pokryte roślinami mogą występować w postaci intensywnej i ekstensywnej. Różnią się one głównie rodzajem roślinności i sposobem użytkowania. Dachy ekstensywne są obsadzone roślinnością o niższych wymaganiach vegetacyjnych, czyli takimi roślinami, które poradzą sobie bez nadmiernej pielęgnacji ze strony człowieka i o mniejszym zapotrzebowaniu na wodę (tzw. bezobsługowe zazielenienie). Są to rośliny o dużej zdolności regeneracji, dostosowane do ekstremalnych warunków klimatycznych. np. mchy, rozchodniki itp. W przypadku takich dachów bardzo ważnym elementem jest odpowiedni dobór warstwy vegetacyjnej i drenażowej, która pozwala poprzez swoje



Fot. 2. Oryginalna aranżacja zieleni przy jednym z narożnych budynków w dzielnicy Notting Hill w Londynie (2023); źródło: fot. autor

zdolności akumulacyjne zapewnić roślinom odpowiedni zasób wody. Ekstensywne zielone dachy ważą mniej i nadają się do dachów o dużych gabarytach, a proces ich budowy jest technicznie prosty i pozwala na realizację na dachach skośnych [10].

Z kolei intensywne systemy dachów zielonych pozwalają na sadzenie niektórych krzewów, a nawet drzew. Oczywiście wymagają sporo pielęgnacji, nawadniania i odpowiednio wytrzymałej konstrukcji nośnej. Zapewniają jednak miejsca rekreacji i odpoczynku porównywalne z parkami w miastach. W dachach zielonych intensywnych istotnym czynnikiem poza skutecznym odprowadzeniem nadwyżek wody jest także zgromadzenie jej w odpowiednio dobranej części. Ten zasób wody służy do optymalnej wegetacji roślin w trakcie okresowych braków opadów deszczu. Pomimo sporych kosztów realizacji korzyści środowiskowe przewyższają poniesione nakłady.

Warto nadmienić, że termin „zielone ściany” obejmuje wszelkie formy roślinności powierzchni ścian. Znanie jest także określenie ogrodów wertykalnych, które dotyczą elewacji budynków, pionowo pokrytych roślinnością. Takie ogrody dzielą się zasadniczo na dwie grupy: zielone fasady (green facades) i żywe ściany (living walls). Pierwsze z nich to elementy budowli porośnięte roślinnością pnącą się, której korzenie znajdują się w ziemi. Ogród wertykalny można stworzyć przy użyciu wszelkiego rodzaju siatek, płotów oraz konstrukcji z rur metalowych służących za podporę do pionowego wzrostu roślin. Będzie to jednak rodzaj ogrodu, w którym rośliny są sadzone bezpośrednio do gruntu, a nie w wiszących panelach.

Żywe ściany z kolei są zdecydowanie bardziej skomplikowane technologicznie. Mają zazwyczaj panele modułowe i specjalne konstrukcje irygacyjne. Chociaż systemów, w których są utrzymywane, jest wiele, wszystkie

z nich wymagają sporego nakładu środków. Dużą popularnością cieszą się gotowe panele i sadzarki kieszonkowe. Zaletą jest różnorodność produktów o różnych wymiarach. Są one łatwe w montażu. Panele wystarczy przymocować do ściany, postępując się wkrętami. Aby zabezpieczyć ścianę przed wilgocią, powinno się pomiędzy nią a panelem założyć np. płytę z PCV. Gotowe panele wyposażone są w systemy nawadniania roślin, a sadzonki powinny umieszczać bezpośrednio w „kieszonkach” lub tulejach.

Znany twórcą ogrodów wertykalnych jest wspomniany Patrick Blanc. Wykorzystuje on w swoich koncepcjach rośliny o różnych formach i kolorach liści oraz kwiatów, idealnie dostosowane do warunków klimatycznych danego miejsca. Zaczął używać do budowy fasad lin ze stali nierdzewnej, a na początku lat 90. wprowadził innowacyjne systemy siatek i krat modułowych. Blanc zaprojektował niezwykłą alternatywę dla tradycyjnej uprawy ziemnej – system włókninowy, praktycznie bezglebowy, który na bieżąco dostarcza roślinom optymalną ilość wody. Konstrukcję jego ogrodów wertykalnych stanowi metalowa rama, do której przytwierdzone są płyty PCV. Na nich umocowana jest podwójna warstwa filcowej maty. Filc zrobiony jest z recyklingowych ubrań z tworzyw sztucznych i stanowi trwałe podłoże dla roślin (imitujące glebę). W jego zewnętrznej warstwie nacinane są otwory, do których wkłada się sadzonki. Z czasem ich korzenie wrastają w matę, tworząc zwartą całość. Zielona ściana ma system nawadniający, doprowadzający do roślin wodę z minimalną dawką nawozu. Nie wielka ilość substancji odżywczych pozwala roślinom na rozwój, ale zapobiega ich nadmiernemu rozrostowi. Do podlewania ogrodu może być wykorzystywana woda deszczowa. Metoda ta wykorzystywana jest często przez architektów w projektach zrównoważonej architektury.





Fot. 3. Budynek Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego – zielony dach i ściany (2021); źródło: fot. autor



Fot. 4. Oryginalna zielona ściana elewacji wraz z roślinnością przy budynku Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego (2021); źródło: fot. autor

Przykłady zastosowania i różnorodność rozwiązań w miastach

Zielone miasto to wyzwanie dla adaptacji miasta wynikającej między innymi ze zmian klimatycznych. Wśród wielu procesów zmian jednym z ważniejszych jest uznanie zieleni za kluczowy element miejskiej infrastruktury, który poprawia komfort termiczny, jakość powietrza i bilans wodny. Nowe technologie uprawiania roślin na dachach i ścianach domów spopularyzowały to zjawisko. Na świecie powstało wiele obiektów sprzyjających kształtowaniu zrównoważonego środowiska. Istotne znaczenie mają programy promujące zieleni w mieście i formy ochrony. Warto wspomnieć, że w 2021 roku w trzynastu krajach UE rozpoczęła się trzyletnia kampania More Green Cities for Europe. Jej celem jest zwiększenie wykorzystania roślin w przestrzeniach zurbanizowanych [11]. W Europie technologie budowy zielonych dachów i ścian uzyskały duże uznanie. Bezpośrednim skutkiem są ustawodawstwa rządowe i wsparcia finansowe dla tego typu projektów. Znalazło to odzwierciedlenie w krajach takich jak: Niemcy, Francja, Austria i Szwajcaria [12].

Paryż często określany jest jako jedno z najpiękniejszych miast na świecie, wyróżnia się również szczególnym podejściem do aranżowania terenów zielonych. „Paryskie Kultury Ogrodowe” (Les Paris-culteurs) to zaprojektowana na kilka lat akcja zazieleniania miasta. Ciekawe rozwiązanie zielonej ściany przedstawia budynek Muzeum Sztuki kultur pozaeuropejskich Quai Branly w Paryżu, które zaprojektował architekt Jean Nouvel, a autorem zielonej ściany jest wspomniany Patric Blanc. Elewację od strony Sekwany stanowi jedna wielka zielona ściana długości 200 m i wysokości 12 m. Rośliny są posadzone w specjalnych skrzyniach, które z kolei są przytwierdzone do elewacji [13]. Warto wspomnieć, że władze miasta Paryża zaplanowały „zazielenić” 100 hektarów budynków, a z kolei Londyn do 2050 r. ma stać się pierwszym na świecie parkiem narodowym, w którym ponad połowa powierzchni miasta będzie zielona [14]. Londyn jako zielone miasto ma wiele interesujących realizacji z imponującymi żywymi ścianami budynków. Jednym z przykładów jest Athenaeum Hotel, pięciogwiazdkowy hotel z widokiem na Green Park. W 2009 roku na części fasady budynku

zainstalowano pionowy ogród, który zbudowano na północno-wschodnim narożniku hotelu. Bardzo szybko stał się on symbolem obiektu. Ten wertykalny ogród osiąga wysokość 30 m, obejmuje 260 gatunków i 12 000 roślin. Powłoka aluminiowa, odpowiednio przymocowana do ściany budynku, pokryta jest tworzywem sztucznym, czyli syntetycznym filcem, w którym mogą rozwijać się korzenie. Biorąc pod uwagę, że zielona ściana ma aż dziesięć kondygnacji, roślinność różni się na kolejnych poziomach.

Na innym budynku hotelowym w centrum Londynu, niedaleko jednej z największych atrakcji miasta – Tower of London, na fasadzie hotelu Mint powstał także ogród wertykalny, który rozciąga się od drugiego aż do jedenastego piętra. To żywy, piękny, zielony mur, który obecnie jest jedną z największych zielonych ścian w Europie. Został on zbudowany na bazie metalowych ram oraz systemu nawadniania, który dostarcza wodę i substancje mineralne do zimozielonych roślin. Impionujący wertykalny ogród znajduje się także na ścianie budynku przy słynnym wieżowcu Walkie Talkie (z tarasem widokowym Sky Garden), zajmując powierzchnię ok. 700 metrów kwadratowych (fot. 1.). Warto wspomnieć, że mieszkańcy Londynu sami w dość oryginalny sposób urozmaicają i wzbogacają fasady zielonią (fot. 2.).

Interesującym przykładem zielonej ściany jest także ogród wertykalny na północnej ścianie pasażu handlowego Halles d'Avignon w Awinionie. Został zaprojektowany również przez Patricka Blanca. Zielona ściana tworzy powierzchnię około 600 m², przynosząc znaczne korzyści środowiskowe.

Idea zazieleniania miast ma duże znaczenie również w Niemczech. Wśród wzorcowych miast, w których prowadzona jest strategia wspierania budowy dachów zielonych, znajdują się: Hamburg, Brema, Stuttgart i Monachium, a w zakresie zielonych ścian – Hanower i Monachium. Podobne działania wspierające rozwój dachów zielonych prowadzone są od dłuższego czasu w Londynie, Bazylei, Chicago czy Portland. W Kopenhadze kilka lat temu powstał Adaptacyjny Plan Klimatyczny [15], zakładający wiele zielonych inicjatyw i projektów przeciwdziałających negatywnym skutkom zmian klimatu. Utworzono program zielonych dachów i w 2010 roku podjęto decyzję, aby wszystkie nowo budowane i modernizowane budynki z dachem płaskim były obsadzone roślinami, ponadto obowiązek tworzenia zielonych dachów istnieje w większości planów lokalnych. Przykładem takiej inicjatywy jest także Berlin, gdzie na placu Poczdamskim powstały obok siebie budynki z dachami zielonymi o łącznej powierzchni 40 000 metrów kwadratowych [16]. Z kolei w Hamburgu budynek BIQ zaprojektowany przez Splitterwerk Architects oraz grupę Arup ma system zielonych fasad

wypełnionych glonami, które mają produkować część energii potrzebnej dla budynku.

Z kolei Singapur państwo miasto od lat przywiązuje uwagę do kreowania zieleni, nie tylko miejskiej w postaci parków i ogrodów botanicznych, ale również do tworzenia konstrukcji żywych ścian wertykalnych i zielonych dachów. Singapur ma być z założenia „miastem ogrodem” wykorzystującym tereny zielone do łączenia spoteczności, wzbogacania różnorodności biologicznej i poprawy klimatu [17]. Ciekawostką może być to, że zielone dachy zostały zainstalowane nawet na autobusach komunikacji miejskiej (jako alternatywa dla klimatyzacji). Rośliny mogą bowiem pomóc obniżyć temperaturę wewnątrz autobusów. Dodatkowo powstają zielone dachy na przystankach, coraz bardziej rozpowszechniane w ostatnich latach na świecie. Zielone elementy wokół przystanków, takie jak rośliny czy drzewa, nie tylko poprawiają estetykę miejsca, ale również przyczyniają się do poprawy jakości powietrza poprzez absorpcję dwutlenku węgla i produkcję tlenu.

W Kanadzie również powstała idea „zielonych miast”. W Vancouver przyjęto obszerny, długofalowy program. Opracowana koncepcja rewitalizacji miasta Vancouver według zasad zrównoważonego rozwoju jest dowodem na osiągnięcie pełnego sukcesu w tym aspekcie. Nowością jest przeznaczenie zielonych dachów pod uprawy i ogródki działkowe, w których pracują i z których korzystają mieszkańcy. Coraz większą popularnością cieszą się także wspólnotowe ogrody (warzywne oraz kwietne) uprawiane na wyznaczonych terenach wśród zabudowy mieszkaniowej i usługowej. Warto wspomnieć, że za pomocą Husquarna Urban Green Space Index (narzędzie pozwalające ocenić ilość zieleni na podstawie obrazów satelitarnych w miastach na całym świecie) oszacowano procentowy udział zieleni w miastach (2021 rok). Najlepsze wyniki w Europie uzyskały miasta w Niemczech, natomiast w Polsce najwyższe pozycje zajęły miasta: Kraków, Warszawa i Wrocław [18].

W Warszawie ciekawy przykład wykorzystania zieleni przy budynkach może stanowić budynek Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego (1998), który ma zarówno zielony dach, jak i fragmenty zielonych ścian (fot. 3.). Ściany wykonano ze spatynowanej miedzi, a jej kolor zielony harmonizuje z zielenią (fot. 4.). Elewację pokryto miedzianymi siatkami będącymi oparciem dla pnączy. Ogród na dachu Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego uważa się za jeden z najładniejszych ogrodów Europy. Był pierwszym polskim przedsięwzięciem wykorzystania na dachu zieleni w formie intensywnej. Miejsce to pełni funkcje wypoczynkowe, kulturalne i społeczne. Ważna jest też funkcja ekologiczna i ekonomiczna. Dach zielony rekompensuje ubytki w potocjach biologicznie czynnych wykorzystanych pod budowę biblioteki. Duże znaczenie ma też



Fot. 5. Nowo powstałe tzw. zielone przystanki w Łodzi, ściana z pnączami (2023); źródło: fot. autor

fakt, że zmniejsza on wydatki na ogrzewanie i klimatyzację (aż do 30%) oraz gromadzi wodę opadową i tłumi hałas [19]. Następnym przykładem w Warszawie jest zielony dach centrum handlowego Arkadia, który został wykonany w systemie ekstensywnym. Wykonanie imponującego dachu zielonego, który jest dostępny dla zwiedzających możemy podziwiać również na budynku Centrum Nauki Kopernik. W mieście powstały też tzw. zielone przystanki z zielonym dachami i ścianami, zielenią obsadzone są stopy trakcyjne i tworzone są zielone torowiska.

Z kolei w Łodzi niedawno rozpoczęto etap zazieleniania miasta. W centrum miasta przy ulicy Tuwima zrealizowano budynek

mieszkalny wielorodzinny pod nazwą Wiszące Ogrody, w której mają znajdować się zielone dachy. Powstają zielone wooneyfy, parki kieszonkowe, ale także zielone przystanki (fot. 5.), zielone ekrany akustyczne (fot. 6.), pnączami obsadzone są inne elementy, takie jak np. paczkomaty (fot. 7.).

Korzyści i znaczenie dla zrównoważonego rozwoju

Najważniejsze korzyści środowiskowe z zastosowania zieleni przy różnych obiektach to: poprawa mikroklimatu, redukcja efektu miejskiej wyspy ciepła, właściwości termizolacyjne, redukcja potrzeb energetycznych budynku, zmniejszenie temperatury, poprawa bilansu wody, zmniejszenie ilości



Fot. 6., 7. Przykłady obsadzenia pnączami: ekran akustyczny przy al. Włókniarzy w Łodzi oraz paczkomat One-box Allegro w dzielnicy Polesie w Łodzi (2023); źródło: fot. autor

Tab. 1. Analiza korzyści w odniesieniu do typów zastosowanej zieleni; źródło: opracowanie własne

Rodzaj zieleni	Przeznaczenie	Wymagania	Najważniejsze korzyści
Parki, w tym parki kieszonekowe, ogrody, skwery, zieleni towarzysząca zabudowie itp.	Ogólnodostępne przestrzenie publiczne Rekreacja	Konieczność pielęgnacji	Środowiskowe, poprawa jakości powietrza, przewietrzanie, korzyści społeczne, estetyczne
Zielone dachy	Dach intensywny Miejsca rekreacji głównie na ostatnich kondygnacjach i tarasach budynków	Pielęgnacja, nawadnianie	Zapewniają lokalne miejsca rekreacji i odpoczynku porównywane z parkami, korzyści środowiskowe, estetyczne, poprawiają jakość powietrza, obniżają temperaturę
	Dach ekstensywny Pokrycie zielone dachu nawet przy sporych spadkach	Niższe wymagania wegetacyjne, sporadyczna pielęgnacja	Nadają się do dachów o dużych powierzchniach, korzyści środowiskowe, estetyczne, poprawiają jakość powietrza, obniżają temperaturę
Zielona ściana	System modułowy (panelowy), system filcowy (kieszeniowy), system kontenerowy- głównie przy budynkach Rośliny sadzone do gruntu- przy budynkach, przystankach, elementach małej architektury, słupach trakcyjnych itp.	Konieczność sporadycznej pielęgnacji (odpowiednie dobrane gatunki roślin)	Środowiskowe, poprawa jakości powietrza, izolacja akustyczna, termiczna, wizualna
Zieleń niska	Zielone torowiska, trawniki	Sporadyczna pielęgnacja, koszenie	Środowiskowe, estetyczne

wody opadowej odprowadzanej przez kanalizację deszczową, poprawa jakości powietrza (pochłanianie CO₂, wydzielanie tlenu, redukcja zawartych w powietrzu pyłów i zanieczyszczeń). Dodatkową zaletą ogrodów wertykalnych (i roślinności w ogóle) jest ich wpływ na klimat poprzez regulację wilgotności powietrza i obniżanie temperatury [20]. W miastach jest to nieoceniona właściwość. Obszary silnie zurbanizowane cierpią bowiem na efekty zjawiska zwanego miejską wyspą ciepła. W przypadku powierzchni budynków montaż zielonych dachów lub zielonych fasad można zastosować w celu obniżenia temperatury otoczenia i budynku [21]. Badania prowadzone w Nowym Jorku [22] wykazały, że w upalne letnie popołudnie temperatura powierzchni dachu standardowego może być nawet o 40°C wyższa od temperatury powierzchni dachu zielonego. Średnio (pomiar prowadzony w lipcu 2003 r.) temperatura powierzchni dachu standardowego była wyższa o 19°C w ciągu dnia i niższa o 8°C nocą od powierzchni dachu zielonego. Z kolei temperatura wewnątrz budynku pokrytego dachem zielonym była w dzień średnio o 2°C niższa, a w nocy średnio o 0,3°C wyższa. W ciepłym klimacie zielone dachy potencjalnie obniżają temperaturę w pomieszczeniach poprzez zacienienie warstwy dachowej i zapobieganie bezpośredniemu wpływowi promieniowania słonecznego [23].

Zielone dachy są szansą na wsparcie procesu otrzymywania etykiet zrównoważonego rozwoju, takich jak LEED lub BREEAM. Ta pośrodkowa polityka, wywodząca się z ruchu na rzecz oceny zrównoważonych budynków, wydaje się mieć fundamentalne

znaczenie dla rozpowszechniania zielonych dachów. Omówione realizacje pokazują znaczenie i zalety żywej ściany czy dachu jako części zrównoważonej strategii dla środowiska miejskiego. Niewątpliwą zaletą jest także poprawa estetyki przestrzeni, możliwość ukrycia urządzeń instalacyjnych znajdujących się na dachu, tworzenie charakterystycznych elementów roślinnych wyróżniających poszczególne budynki. W przypadku zielonych ścian możliwość zastąpienia mniej ciekawych fragmentów elewacji bądź ukrycie jej mankamentów. Ściany z roślinami są dodatkową, skuteczną izolacją akustyczną. Zielone dachy oprócz funkcji zatrzymywania wody i zwiększania różnorodności biologicznej stanowią brakujące ogniwo między środowiskiem zabudowanym a środowiskiem naturalnym, które jest niezbędne do zrównoważonego życia ludzi w miastach. Zielone dachy często wskazywane są jako wartościowe rozwiązanie problemu braku terenów zielonych na terenach zurbanizowanych. Ponadto zielone dachy wpływają na zwiększenie odporności ogniowej pokrycia dachowego, tłumienie hałasu (od ok. 20 dB do nawet 50 dB), uzyskanie nowej funkcji, np. rekreacyjnej.

Każde rozwiązanie ma także wady i w przypadku zielonych dachów są to koszty projektu oraz wykonania, możliwość skraplania się pary wodnej w termoizolacji i tworzenie się zastoju wódnych, możliwość przebicia izolacji przez korzenie roślin. Zielone dachy intensywne wymagają większej pielęgnacji i kosztownych remontów. Chociaż zielone dachy mają wyższe koszty początkowe niż tradycyjne pokrycia dachowe, mają duży i różnorodny wachlarz potencjalnych korzyści. Ogrody wertykalnie

natomiast nie tylko poprawiają jakość życia mieszkańców miast, ale także niwelują szkodliwe dla środowiska skutki ich działalności i wspierają bioróżnorodność. Zaspokajają ludzką potrzebę obcowania z przyrodą. Relacja miasto – środowisko odgrywa dużą rolę we współczesnym mieście.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i analizy przedstawionych przykładów zielonych realizacji można zauważyć, że proces zazieleniania współczesnych miast jest istotnym etapem w procesie rozwoju i poprawy jakości środowiska. Występuje tendencja zwiększania możliwości oraz sposobów wykorzystania i aranżacji zieleni, a zielona infrastruktura może pełnić wiele funkcji i zapewniać liczne korzyści. Technologię zielonych dachów i ścian należy uznać za szczególnie cenną część procesu projektowania w zakresie przeciwdziałania zmianom klimatycznym i kryzysowi energetycznemu oraz w budowaniu miast zrównoważonych. Stanowi ona uzupełnienie i wzbogacenie zieleni w miastach, gdzie brakuje obszarów na nowe tereny zielone.

Żyjemy w czasach ciągłych zmian i poszukiwań. Na całym świecie powstaje ogromna liczba budynków, wyzwaniem jest nie tylko zbudowanie ich inteligentnie przy minimalnym zużyciu energii nieodnawialnej, minimalnej produkcji zanieczyszczeń i minimalnym koszcie energii, ale przyjaznych środowiskowo, potężnych z naturą. Te same aspekty dotyczą także elementów małej architektury. Zielone rozwiązania są szansą na odzyskanie równowagi w środowisku.

Bibliografia

- [1] Czym są zrównoważone miasta, <https://ecity.solarisbus.com/baza-wiedzy/czym-sa-zrównoważone-miasta> [dostęp: 15.08.2023].
- [2] Nowa Karta Ateńska 2003, Wizja miast XXI wieku, Lizbona, 20 listopada 2003, <http://www.frw.fc.pl/pliki/krtatenska2003.pdf>, [dostęp: 16.08.2023].
- [3] Zrównoważone miasta w Polsce, <https://www.planergia.pl/post/zrównoważone-miasta-w-polsce-577> [dostęp: 15.08.2023].
- [4] Strumitto K.: Sustainable City- Green Walls and Roofs as Ecological Solution, 2021, IOP Conference Series: "Materials Science and Engineering", Volume 1203, Papers 022210, Published under licence by IOP Publishing Ltd, s. 1–8, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1203/2/022210> [dostęp: 15.08.2023].
- [5] Gaczek M., Fiszler S., Dachy zielone od przeszłości do przyszłości, 2015, „Builder”, R. 19, nr 7, s. 58–62.
- [6] Historia zielonych ścian – kto wpadł na pomysł ogrodów wertykalnych?, <https://4naturesystem.com/pl/blog/bid-106-historia-zielonych-ścian-pomysl-ogrodow-wertykalnych> [dostęp: 15.08.2023].
- [7] Dunnett N., Kingsbury N., Planting green roofs and living walls, Portland (OR): Timber Press, 2008.
- [8] Cox B.K., The influence of ambient temperature on green roof R-values, Master Thesis, Portland State University, 2010.
- [9] S. Parizotto, R. Lamberts, Investigations of green roof thermal performance in temperature climate: a case study of an experimental building in Florianopolis city, Southern Brazil, 2011, „Energy and Building”, vol. 43, s. 1712–1722.
- [10] U. Berardi, A. Hosein G., Hoseini, A., G. Hoseini, State-of-art analysis of the environmental benefits of green roof, 2015, „Applied Energy” 115, s. 411–428.
- [11] Zielone miasto Europy, <https://pl.thegreencities.eu/> [dostęp: 15.08.2023].
- [12] About Green Roofs, <https://greenroofs.org/about-green-roofs> [dostęp: 14.08.2023].
- [13] Musee du quai Branly Greenwall, <https://www.greenroofs.com/projects/musee-du-quai-branly-greenwall/> [dostęp: 15.08.2023].
- [14] Green roofs are sprouting up on buses By Stephanie Bailey, CNN, <https://edition.cnn.com/2019/06/03/health/green-roofs-singapore-buses-intl/index.html> [dostęp: 14.08.2023].
- [15] Dachy zielone jako adaptacja do zmian klimatu, <https://www.muratorplus.pl/technika/dachy/dachy-zielone-jako-adaptacja-do-zmian-klimatu-aa-ct2n-D1C6-CV2w.html> [dostęp: 15.08.2023].
- [16] P. Wolański, Zielone dachy jako przykład innowacyjnego sposobu tworzenia zielonej infrastruktury w mieście, 2019, „Budujemy Hale Poradnik Inwestora”, s. 34–41.
- [17] Behm M., Hock P.C., Safe design of skyrise greenery in Singapore, Smart and Sustainable Built Environment, 2012, Vol. 1 No. 2, s. 186–205. <https://doi.org/10.1108/20466091211260677> [dostęp: 12.08.2023].
- [18] Najbardziej zielone miasta świata, <https://inzynieria.com/budownictwo/rankingi/60537,najbardziej-zielone-miasta-swiate> [dostęp: 15.08.2023].

- [19] Ogród na dachu Biblioteki Uniwersytetu Warszawskiego, (Garden on the roof of the University of Warsaw Library), <http://zielonainfrastruktura.pl/ogrod-na-dachu-biblioteki-universytetu-warszawskiego/> [dostęp: 15.08.2023].
- [20] Morille B., Musy M., Malys L., Preliminary study of the impact of urban greenery types on energy consumption of building at a district scale: Academic study on a canyon street in Nantes (France) weather conditions, 2016, „Energy and Buildings” Volume 114, s. 275–282.
- [21] Zluwa I., Pitha U., The Combination of Building Greenery and Photovoltaic Energy Production- A Discussion of Challenges and Opportunities in Design, 2021, „Sustainability”, 13(3), 1537, s. 1–29.
- [22] Rosenzweig C., Gaffin S., Parshall L., Green Roofs in the New York Metropolitan Region: Research Report, Columbia University Center for Climate Systems Research and NASA Goddard Institute for Space Studies, 2006.
- [23] Niu H., Clark C., Zhou J., Adriaens P., Scaling of economic benefits from green roof implementation in Washington, DC., 2010, „Environmental Science & Technology”, vol. 44(11), s. 4302–4308.

DOI: 10.5604/01.3001.0053.9942

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Strumitto Krystyna, 2023, Zielone miasto w kontekście zrównoważonego rozwoju, „Builder” 12 (317).
DOI: 10.5604/01.3001.0053.9942

Streszczenie: Artykuł koncentruje się na ocenie zielonego środowiska utworzonego i powiązanego z architekturą. Zagadnienie to jest jednym z istotnych czynników prośrodowiskowych. Składają się na to nie tylko zielone dachy lub wertykalne ściany budynków, ale też inne elementy powiązane z zielenią takie jak na przykład wiaty przystanków, ekrany akustyczne itp. Należy zaznaczyć, że tworzenie środowiska zielonego w mieście jest ciągle rozszerzaną i wzbogacaną koncepcją mającą duży potencjał w łagodzeniu efektów zmian klimatycznych. Celem pracy jest przedstawienie i analiza przykładów zielonych rozwiązań budynków oraz innych elementów małej architektury w mieście, a także korzyści środowiskowych w aspekcie zrównoważonego rozwoju. Tworząc zrównoważone, zielone mia-

sta, myślimy o przyszłości. Jednocześnie społeczeństwo coraz bardziej zwraca uwagę na problemy naszej planety. Zielone rozwiązania stają się istotnym elementem i ratunkiem dla odzyskania równowagi w środowisku.

Słowa kluczowe: zielone miasto, zielone dachy, zielone ściany, zrównoważony rozwój

Abstract: A GREEN CITY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT. The article focuses on the assessment of the green environment created and associated with architecture. This issue is one of the important pro-environmental factors. Not only does it include green roofs or vertical walls of buildings, but also other elements related to greenery, such as bus or tram shelters, acoustic screens, etc. It should be noted that creating a green environment in the city is a constantly expanded and enriched concept that has great potential in mitigating the effects of changes. climate. The aim of the article is to present and analyze examples of green solutions in buildings and other elements of small architecture in the city, as well as environmental benefits in the aspect of sustainable development. When we create sustainable, green cities, we think about the future. At the same time, society is paying more and more attention to the problems of our planet. Green solutions are becoming an important element and rescue for regaining balance in the environment.

Keywords: green city, green roofs, green walls, sustainable development