

MARZENA BANACH*

PROŚRODOWISKOWE ROZWIĄZANIA W ARCHITEKTURZE- WYBRANE ASPEKTY

Streszczenie

Środowisko miejskie w ostatnich latach jest mocno narażone na szereg czynników destrukcyjnych (emisja zanieczyszczeń, „zagarnianie” struktur zielonych pod inwestycje). Zwrot ku zrównoważonemu rozwojowi, skłania do sięgania po nowsze rozwiązania, także w architekturze, które mogłyby przyczynić się do poprawienia mikroklimatu miejskiego. Należą do nich m.in. zielone ściany (w tym „living walls”) czy też zielone dachy.

Słowa kluczowe: ekologia, zielone dachy, zielone ściany

WPROWADZENIE

Postępująca urbanizacja odznacza się intensywną zabudową, a wraz z nią rozrastającą się infrastrukturą, które systematycznie przyczyniają się do zmniejszania się obszarów zielonych. Według WHO na 1-ego mieszkańca w aglomeracji miejskiej powinno przypadać minimum 50m² powierzchni terenów zielonych. Większość z aglomeracji tego warunku nie spełnia, co potwierdzają wyniki badań m.in. w ramach projektu Greenkeys [2008], przeprowadzonych w różnych miastach europejskich: Budapeszt 40m²/1mieszk., Nova Gorica 21,5 m²/1 mieszk. czy Sofia 25,7 m²/1mieszk. W polskich miastach przypada średnio 21m² na osobę.

Na kanwie idei zrównoważonego rozwoju, odradza się jednak dbałość o środowisko przyrodnicze. Czy to w formie naturalnej, półnaturalnej, czy przetworzonej, zieleń pełni funkcje ekologiczne, stanowiąc zasoby dla poprawy zdrowia użytkowników miast. Wraz coraz mocniej postępującą urbanizacją, przestrzenie miejskie stały się mało przyjazne ludziom. Obecnie, jak podaje Zyśk [2013] szacuje się, że blisko 25% mieszkańców miast (ponad 900 milionów ludzi) żyje na

* Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego

obszarach zdegradowanych. Światowa Organizacja Zdrowia ostrzega, przytaczając wyniki badań, że do roku 2020 liczba ta może wzrosnąć do 2 bilionów ludzi. [Campbell-Lendrum, 2007] Statystyki są alarmujące, stąd potrzeba zapewnienia miastom czystego powietrza, czystej wody, a jego mieszkańcom również możliwości obcowania z przyrodą.

Dzięki właściwościom ekologicznym zieleni przyczynia się do osłaniania przed nadmiernym przegrzaniem, redukcji promieniowania i poziomu hałasu, a także do lepszej jonizacji powietrza. Według H. Zimnego [2005] „powiększenie powierzchni terenów zieleni w strukturach przestrzennych miasta jest prawie niemożliwe...”, jednak nowe technologie stosowane we współczesnej architekturze stwarzają możliwości zazielenienia powierzchni dotąd niewykorzystywanych.

PROŚRODOWISKOWE ROZWIĄZANIA W ARCHITEKTURZE

Przestrzenie typu parkingi, dachy budynków i ich ściany, to miejsca niesprzyjające wzrostowi roślin (ograniczony dostęp światła słonecznego). Jednak poprzez odpowiednią selekcję (np. odmiany cieniulubne), można je wprowadzić i poprawić mikroklimat aglomeracji. Zagospodarowując zielenią dachy czy ściany można by niemalże dwukrotnie zwiększyć powierzchnię zieleni w mieście. Jest to wskazane szczególnie tam, gdzie udział zieleni jest poniżej 10 % (np. Sewilla-5%), ale również w innych aglomeracjach miejskich, gdzie obszary zieleni są systematycznie zabudowywane. Ten stan rzeczy niestety odbija się na jakości środowiska, w jakim żyją mieszkańcy miast.

ZIELONE DACHY

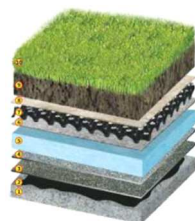
Zielone dachy pojawiające się dotąd raczej na prywatnych budynkach obecnie chętnie też stosowane są w ramach założeń deweloperskich. Możliwe jest przez to zmaksymalizowanie zysku przy jednoczesnym spełnieniu warunku powierzchni biologicznie czynnej. Istotny jest również ich aspekt estetyczny i ekologiczny (zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi).

Zielony dach to: roślinność uprawiana na stropach, tarasach oraz dachach płaskich i skośnych, która jest w trwały sposób związana z konstrukcją budowli, dzięki czemu może zostać zakwalifikowana jako powierzchnia biolog. czynna (50% powierzchni). [Kožuchowski 2012] Rozróżnia się zielone dachy:

- ekstensywne – tworzone głównie dla walorów przyrodniczych (tzw. „eco-roofes”), a mała masa podłoża glebowego zapewnia nienaruszalność konstrukcji budynku;

- intensywne – (tzw.ogrody na dachu) charakteryzują się intensywną uprawą roślin oraz ich lokalizacją- ponad ziemią.

Ekstensywny 1-podłoże betonowe, 2-impregnat asfaltowy, 3-papa zgrzewalna podkładowa, 4-papa zgrzewalna odporna na przeraśnięcie przez korzenie roślin, 5-termoizolacja, 6-mata separacyjno-dyfuzyjna, 7-mata ochronno-drenażowa, 8-włóknina filtracyjna, 9-warstwa vegetacyjna -substrat o grubości odpowiedniej dla danego rodzaju roślin, 10-rosła roślin



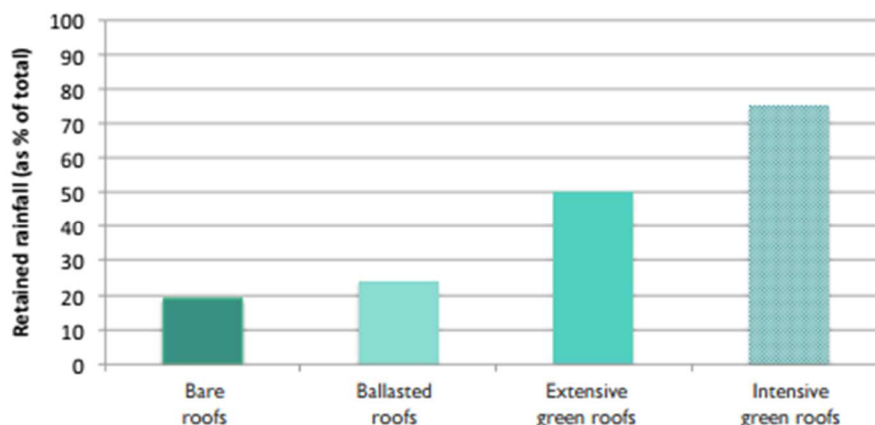
Intensywny 1-podłoże betonowe, 2-impregnat asfaltowy, 3-papa zgrzewalna podkładowa, 4-papa zgrzewalna odporna na przeraśnięcie przez korzenie roślin, 5-mata izolacyjno-ochronna, 6-mata drenażowa, 7-włóknina filtracyjna, 8-warstwa vegetacyjna-substrat o grubości odpowiedniej dla danego rodzaju roślin, 9-strefa roślin:trawy, byliny oraz krzewy i małe drzewa (wymagany większy nasyp substratu)



Rys. 1. Dach zielony (od lewej) ekstensywny i intensywny [dachyb2b.pl]

Fig. 1. Green roof (from the left) extensive and intensive [dachyb2b.pl]

Zielone obszary stanowią jedno z narzędzi zapobiegania poburzowym podtopieniom i tworzenia przyjemnego miejskiego środowiska. Zielone dachy wchłaniają od 50 do 80% rocznego opadu deszczu, jaki spada na dach. Takiej retencji wód opadowych sprzyja odpowiednia (im większa tym lepiej) warstwa substratu. (Rys.2) Proces ten może dokonywać się także przy zastosowaniu specjalnego systemu drenażu (SUDS²), dzięki któremu opóźnia się spływ deszczówki, zapobiegając przeciążeniu miejskiego systemu kanalizacyjnego.



Rys. 2. Przykładowa retencja wód opadowych w zależności od typu zielonego dachu [http://www.growinggreenguide.org/]

Fig. 2. Example of the rainfall retained by different types of green roofes [http://www.growinggreenguide.org/]

² SUDS - Sustainable Urban Drainage System

Dachy zielone intensywne (także pół-ekstensywne) są dostępne do użytku dla ludzi. Polecane są w przypadku dachów użytkowych zazwyczaj w atrium budynków komercyjnych i mieszkalnych, jak np. obiekt w Londynie czy Osace. (Rys.3) Pierwszy z nich to New Providence Wharf (2004r.) o powierzchni ok.3000m² zielonych dachów, z trawnikiem i małym basenem na każdym poziomym tarasie. Drugi to Namba Park (2003r.), centrum handlowe z ośmiopiętrowym ogrodem na dachu oraz wodospadami.



Rys. 3. Zielony dach: a) New Providence Wharf, Londyn, GB [<http://www.zinco-green-roof.com>], b) Namba Park, Osaka, Japonia [inhabitat.com]

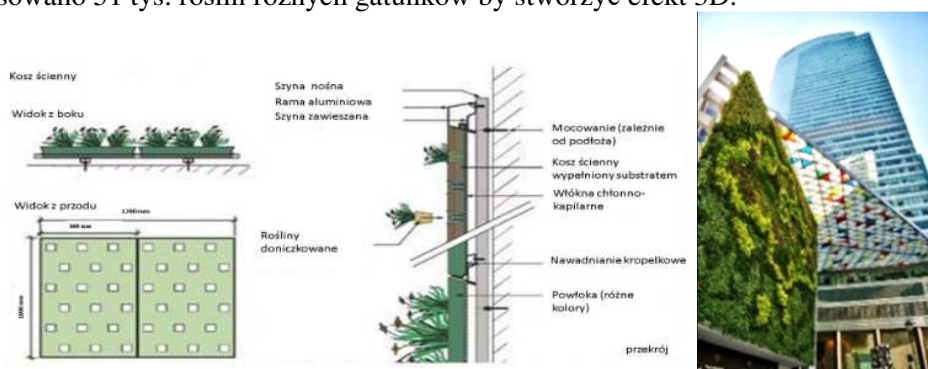
Fig. 3. Green roof: a) New Providence Wharf, London, GB [<http://www.zinco-green-roof.com>], b) Namba Park, Osaka, Japan [inhabitat.com]

ZIELONE ŚCIANY

Zielone ściany (ogród wertykalny) to – system, który tworzą moduły z materiałem roślinnym, przytwierdzony do konstrukcji nośnej. Mają one nieco słabszy udział w zagospodarowaniu wód deszczowych, z uwagi na pionowy układ, ale doskonale pełnią funkcję filtra powietrza, tak niezbędną w miejskim ekosystemie. Chętnie zakładane są na ścianach biur i budynków użyteczności publicznej, ze względu na ich niepowtarzalne walory ozdobne. Wśród ścian zielonych różnić można:

- wolno stojące ściany zielone – niezależne od struktury architektonicznej, najczęściej jako „zielone ekrany” izolują przestrzeń w ogrodzie,
- ekstensywne ściany zielone – np. z winorośli, które samoczynnie wspinają się na budynek (zapewniają cień latem, niski koszt instalacji i utrzymania)
- pół-intensywne ściany zielone – wymagają użycia systemu wspierającego roślinność np. drucianego, (polecane do budynków o delikatnej fasadzie),
- intensywne ściany zielone – składające się ze „struktury modułowej” (niczym kieszeni z ziemią na rośliny) oraz specjalistycznego systemu utrzymującego (m.in. nawadniającego) nasadzenia-nowa kategoria „sztuki zielonej”.

Jedną z ciekawszych realizacji „living wall” jest w Singapurze, gdzie zastosowano 51 tys. roślin różnych gatunków by stworzyć efekt 3D.



Rys. 4. Zielona ściana-schemat [http://www.dachyplaskie.info.pl/], zielona ściana Ocean Financial Centre, Singapur [https://www.skyrisegreenery.com]

Fig. 4. Green wall-schema [http://www.dachyplaskie.info.pl/], Green wall of the Ocean Financial Centre, Singapore [https://www.skyrisegreenery.com]

Są one najbardziej pożądane, bo dają ogromne możliwości kreatorskie. Pod względem właściwości ekologicznych wszystkie w/w rozwiązania sprzyjają przede wszystkim redukcji poziomu zanieczyszczenia powietrza, obniżeniu poziomu hałasu oraz naturalnemu chłodzeniu (fotosynteza, ewapotranspiracja) redukując zjawisko miejskiej wyspy cieplnej. Takie właściwości zielonych powierzchni potwierdzają badania (Tab.1), w ramach których porównano temperaturę przed i za fasadą zieloną budynku z temperaturą powierzchni ściany ceglanej. Jak ustalono, temperatura zielonej fasady na jej powierzchni wyniosła między 37 a 38°C podczas, gdy temperatura ceglanej ściany wynosiła 45,8°C.

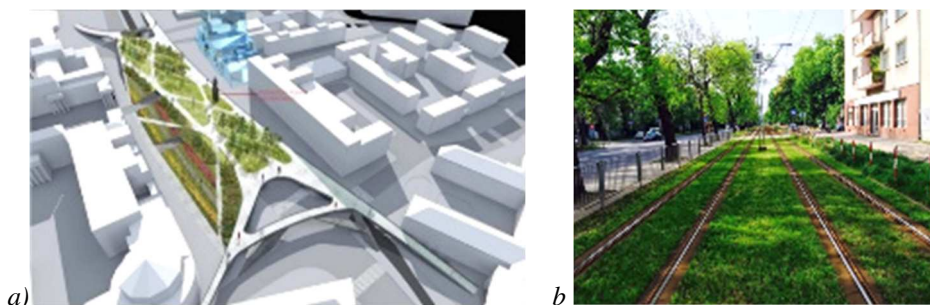
Tab. 1. Efekt zielonej ściany budynku-właściwości termiczne [http://www.growinggreenguide.org]

Tab. 1. Effect of a green facade on building-thermal performance [http://www.growinggreenguide.org]

Parameter measured Parametr mierzony	Outcome Wynik	Effect of the green facade Efekt zielonej fasady
Difference in temperature in front of and behind the facade. Różnice w temp. przed i za fasadą.	1.4°C cooler in summer 1.4 °C chłodniej niż latem	Absorption of light and heat energy by foliage keeps the cavity temperature lower. Absorbacja energii światła i ciepła przez liście utrzymuje temperaturę wnęki niższa.
	3.8°C warmer in winter 3.8°C cieplej niż zimą	Facade support system creates a microclimate/unstirred air layer next to the wall even when stems are bare. System wsparcia fasady tworzy warstwę

		mikroklimatu/ nienaruszonego powietrza przy ścianie, nawet wtedy, gdy pędy są nagie.
Difference in surface temperature between bare wall and vegetated wall (summer) Różnica w temp. Powierzchni pomiędzy ścianą gołą i zazielnioną (latem)	Average bare wall temperature is 5.5°C higher śr. temperatura gołej ściany jest o 5.5°C wyższa Maximum temperature is 15.2°C max.temp. wynosi 15.2°C	Full leaf cover provides effective shading and prevents heat gain by the building Pełno-listna pokrywa zapewnia skuteczne zacielenie i zapobiega przyrostowi ciepła przy budynku
Difference in relative humidity in front of and behind the facade Różnica w wilgotności wzgl. Przed i za fasadą.	7% higher in summer 7% wyższa niż latem 8% lower in winter 8% niższa niż zimą	Evapotranspiration from leaves causes a local increase in humidity (and cooling) in summer which is not apparent when stems are bare Ewapotranspiracja z liści powoduje lokalny wzrost wilgotności (i chłodzenia) w okresie letnim, co nie jest oczywiste, gdy pędy są gołe

INNE ELEMENTY ZIELONE



Fot. 5. Zielony dach a) nad Placem Bankowym w Warszawie [<http://nowawarszawa.pl>], b) Zielone torowisko na Żoliborzu, [www.sztukaarchitektury.pl]

Phot. 5. Green roof a) over the Bankowy Square in Warsaw [<http://nowawarszawa.pl>], b) Green rail line in Żoliborz [www.sztukaarchitektury.pl]

Na obszarach zurbanizowanych występuje wiele różnych struktur zieleni w tym antropogenicznych. Coraz bardziej zielone stają się place, ulice, a także obiekty inżynierskie. Zieleń pojawia się w miastach nieraz w bardzo subtelnych postaciach, jak np. w formie zielonej ławki, czy zielonego trawnika między torami tramwajowymi.

Zieleń wykorzystywana jest również jako materiał służący rewitalizacji oraz narzędzie łagodzące skutki urbanizacji. Przykładem takiego zastosowania zieleni jest Vertical Forest, zrealizowany w ramach rewitalizacji historycznej części Mediolanu (najbardziej zanieczyszczonego miasta świata). Ten 1-y na świecie pionowy las stał się wzorem dla zrównoważonego budownictwa mieszkaniowego. Na ok. 9.000 m² tarasów posadzono drzewa i inne rośliny, redukujące smog.

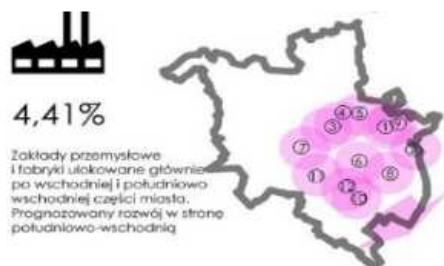


Fot. 6. Wertykalny las w Mediolanie [<http://www.homesquare.pl>]

Phot. 6. Vertical Forest in Mediolan [<http://www.homesquare.pl>]

PODSUMOWANIE

W niektórych krajach rozpoczęto kampanię na rzecz prośrodowiskowych rozwiązań w architekturze, a szczególnie zielonych dachów i ścian. W Tokyo wprowadzenie zieleni jest obligatoryjne na każdym dachu o pow. większej niż 100m². W Szwajcarii zieleń musi być na każdym płaskim dachu.[Getter 2006] W polskich miastach taki zapis także byłby dobrym krokiem. Przykładowo jesliby w Poznaniu zazieleniono wszystkie większe powierzchnie dachów płaskich obiektów przemysłowych w cz.pd-wsch., uzyskanoby ok. 4% dodatkowych terenów zieleni. Zabieg ten przyczyniłby się też do redukcji negatywnych skutków związanych z produkcją.



Fot. 7. Rozmieszczenie obiektów przemysłowych, Poznań [WAPP 2015]

Phot. 7. Location of industrial objects, Poznan [FAPUT 2015]

W USA także przywiązuje się dużą wagę do zielonych dachów. W koncepcji zrównoważonego rozwoju przestrzennego dla kilku miast (m.in. Nowy Jork), jako antidotum przegrzewania się miast oraz szybkiego odpływu wód opadowych, wywołujących powódź wskazuje się właśnie zazielenianie dachów. (Tab.2) [Rosenzweig, Gaffin, Parshal 2006]

Każda powierzchnia zieleni przyczynia się do niwelowania negatywnych skutków urbanizacji takich, jak: zjawisko miejskiej wyspy ciepła i związanych z nim niekorzystnych wartości temperatury i wilgotności, występowanie zanieczyszczeń (CO₂), przeciążenie sieci kanalizacji deszczówką, czy redukcja przestrzeni wypoczynku itp. Roślinność obszarów zurbanizowanych stwarza swego rodzaju oazę mikroklimatyczną sprzyjającą ptactwu i owadom, a także oddziałuje na ograniczenie hałasu i przyczynia się oczyszczaniu powietrza atmosferycznego z pyłów, gazów i metali ciężkich, które emitowane są przez samochody, czy fabryki.

Tab. 2. Prywatne i publiczne korzyści zielonych dachów w regionie Nowy Jork
[<http://pubs.giss.nasa.gov/abs/ro05800e.html>]

Tab. 2. Private and public benefits of green roofs in NY Region
[<http://pubs.giss.nasa.gov/abs/ro05800e.html>]

Prywatne korzyści na poziomie budynku Private (building-level) benefits	Publiczne korzyści na poziomie miasta Public (city-level) benefits
Zwiększenie przydatności membrany dachu (zwykły dach ok.20 lat, zielony dach ok.40 lat) ³ Increased service life for roof membrane (regular roof ~20, green roof ~40years)	Redukcja wydatków zw. z odpływem wód opadowych Reduced stormwater runoff expenditures

³ za: Hortscience vol. 41(5) August 2006 [4]

Redukcja energii użytej do chłodzenia Reduced Energy use for cooling	Redukcja zjawiska miejskiej wyspy ciepła Reduced urban heat island
Izolacja dźwiękowa Sound insulation	Poprawa jakości powietrza Improved air quality
Produkcja żywności Food production	Redukcja emisji gazu wywołującego efekt cieplarniany Reduced greenhouse gas emissions
Walory estetyczne Aesthetic value	Poprawa zdrowia publicznego Improved public health
	Walory estetyczne Aesthetic value

Zatem stosowanie zielonych dachów, zielonych ścian, czy też zagospodarowywanie nawet najmniejszej powierzchni zielenią wydaje się być jak najbardziej celowe. Co więcej rozwiązania te doskonale wpisują się w przyjętą „politykę Ekologiczną Państwa Polskiego”, podkreślającą priorytet jakości środowiska.

LITERATURA

1. BURSZTA-ADAMIAK, E.; 2014, Zarządzanie wodą opadową w miastach w: Zielone dachy i żyjące ściany – systemowe rozwiązania i przegląd inwestycji w polskich gminach, Kraków, 33-34.
2. CAMPBELL-LENDRUM D., CORVALAN C.; 2007, Climate Change and Developing-Country Cities: Implications for Environmental Health and Equity w: J. Urban Health, 109-117.
3. GETTER K.L., ROWE D. B.; 2006, The Role of Extensive Green Roofs in Sustainable Development, Hortscience vol. 41(5) August, 1282
4. GREENKEYS@Your City. A guide for urban green quality, 2008, Dresden, 32-64
5. KANIA, A., MIODUSZEWSKA, M., et al. 2013, Zasady projektowania i wykonywania zielonych dachów i zielonych ścian. Poradnik dla gmin, Kraków, 39-42
6. KOŻUCHOWSKI P.; 2012, Zielony dach odwrócony, www.inzynierbudownictwa.pl
7. ROSENZWEIG, GAFFIN, PARSHAL; 2006, **Green Roofs in the New York Metropolitan Region: Research Report.** Nowy Jork, <http://pubs.giss.nasa.gov/abs/ro05800e.html>, 59
8. STEFANOWICZ, T.; 1996, Wstęp do ekologii i podstaw ochrony środowiska, Poznań, 231.

9. Health Indicators of sustainable cities in the Context of the Rio+20 UN Conference on Sustainable Development, http://www.who.int/hia/green_economy/indicators_cities.pdf
10. WOLAŃSKA, K., WOLAŃSKI, P.; 2013, Dach w wielkim mieście, czyli do czego są nam potrzebne dachy zielone. Postulaty dla samorządów, 2-6.
11. WORLOWSKA, M., MARKO-WORLOWSKA, M.; 2011, Problemy ekologiczne w zielonej architekturze miasta, Proceedings of ECOpole, 344 – 347.
12. ZIMNY, H.; 2005, Ekologia miasta, Warszawa, Wyd.A.Grzegorzcyk, ss.181.
13. ZYŚK, J.; 2013, Recykling przestrzeni, Środowisko nr 6(486), Środowisko Recykling Przestrzeni nr6 czerwiec2013, www.ietu.katowice.pl, 16-17.

PROENVIRONMENTAL SOLUTIONS IN ARCHITECTURE – SELECTED ISSUES

S u m m a r y

The urban environment in recent years, is heavily exposed to a number of destructive factors (pollutant emissions, "appropriation" of green structures for investments). Return towards sustainable development, to access the newer solutions also in the architecture, which could contribute to improving urban microclimates. These include among others the green walls (and also the "living walls") or green roofs.

Key words: ecology, green roofs, green walls