



fot. ACME



fot. Agnieszka Kowalewska

Rysunek 13. Zielony dach w Berlinie, Niemcy (po lewej);
 ogród na dachu Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, Polska (po prawej)

1.7. Zielone dachy

Zielony dach (ang. *green roof*; rysunek 13) to przestrzeń na dachu budynku, pokryta roślinnością posadzoną w substracie wegetacyjnym. Zielone dachy cieszą się rosnącą popularnością jako rozwiązanie służące zwiększeniu ilości zieleni w intensywnie zabudowanych przestrzeniach miejskich bez konieczności przeznaczania na nią dodatkowego terenu. Przynoszą liczne korzyści zarówno osobom prywatnym jak i społecznościom, a wiele z nich przyczynia się do mitygacji i adaptacji do zmian klimatu. Zielone dachy chłodzą i nawilżają powietrze, redukując efekt miejskiej wyspy ciepła i tym samym poprawiając lokalny mikroklimat. Podnoszą jakość powietrza poprzez wiązanie pyłów i toksycznych związków chemicznych. Roślinność na zielonych dachach wychwytuje i wiąże także dwutlenek węgla. Zielone dachy podnoszą efektywność energetyczną budynków, zapewniając izolację termiczną w czasie występowania zarówno

niskich, jak i wysokich temperatur. Rozwiązania te zwiększają również poziom retencji: mogą zmniejszać spływ powierzchniowy z dachu aż o 90%, co pozwala obniżyć koszty instalacji w budynku. Przy szerokim zastosowaniu zielonych dachów w skali miasta można zredukować także koszty budowy i utrzymania systemu kanalizacji deszczowej. Dodatkowe korzyści obejmują: stworzenie w pełni funkcjonalnej, dodatkowej przestrzeni otwartej, która może służyć różnym celom (np. jako miejsce rekreacji, produkcji żywności lub siedlisko dla dzikich gatunków roślin i zwierząt), izolację od hałasu oraz wzrost trwałości pokrycia dachu.

Wyróżniamy dachy intensywne i ekstensywne. Pierwsze mają grubszą warstwę substratu, w której może rosnąć bardziej różnorodna roślinność. Są one częściej zakładane na dachach dostępnych publicznie lub dla mieszkańców danego budynku.

Zielone dachy mogą służyć aktywnościom społecznym, ogrodnictwu i rekreacji. Intensywne dachy zielone wymagają jednak większych nakładów na pielęgnację niż dachy ekstensywne. Dachy ekstensywne składają się z cienkiej warstwy substratu,

porośniętej mało wymagającą roślinnością, taką jak mech, rozchodniki, byliny łąkowe i trawy. Są one tańsze w realizacji i wymagają minimum nakładów na pielęgnację po ustabilizowaniu się układu (Groenblauw, 2019).

Podstawowe informacje

Wymagania przestrzenne

Kąt nachylenia dachu: 0–5°; zielone dachy o większym spadku (do 45° lub więcej) mogą być instalowane przy użyciu mat antypoślizgowych i innych systemów zabezpieczeń; grubość: od 7 cm (dachy ekstensywne) do 125 cm (dachy intensywne); ciężar: od 80 kg/m² (dachy ekstensywne) do 570 kg/m² (dachy intensywne); retencja wody: od 25 l/m² (dachy ekstensywne) do 160 l/m² (dachy intensywne) (Groenblauw, 2019)

Miejsca zastosowania

Zielone dachy mogą być zakładane na każdej konstrukcji zdolnej unieść powyższe obciążenia. Mogą to być budynki mieszkalne i komercyjne, prywatne i publiczne, zadaszona nad stacjami benzynowymi itp.

Usługi ekosystemów kluczowe dla miłygacji i adaptacji do zmian klimatu

Chłodzenie i izolacja	✓
Pochłanianie CO ₂	✓
Produkcja energii odnawialnej	✓
Wykorzystanie materiałów niskoemisyjnych	✓
Promowanie rozwiązań zrównoważonych	✓

Możliwe rozwiązania towarzyszące

Zielone ściany i fasady

Koszty

Dachy intensywne – koszt realizacji: od 150 EUR/m² (Info-dachy, 2015); koszt utrzymania: zróżnicowany, od 3,5–5 EUR/m² (Groenblauw, 2019) do 10–15 EUR/m² (Info-dachy, 2015). Dachy ekstensywne – koszt realizacji: 50–225 EUR/m² (Info-dachy, 2015); koszt utrzymania: 0,5–3 EUR/m² (Groenblauw, 2019)

Rozwiązywane problemy miejskie

Zanieczyszczenie powietrza	✓
Efekt miejskiej wyspy ciepła	✓
Susza	
Nadmierny spływ powierzchniowy	✓
Zagrożenie podtopieniami	✓
Zachowanie ciągłości ekologicznej	✓
Poprawa jakości środowiska miejskiego	✓
Wysokie zużycie energii	✓

Studia przypadków

- 2.5. Zielony dach, autostrada A7 w Hamburgu
- 2.6. Ekodzielnica Jenfelder Au w Hamburgu
- 2.9. Potsdamer Platz w Berlinie

Szczegóły techniczne

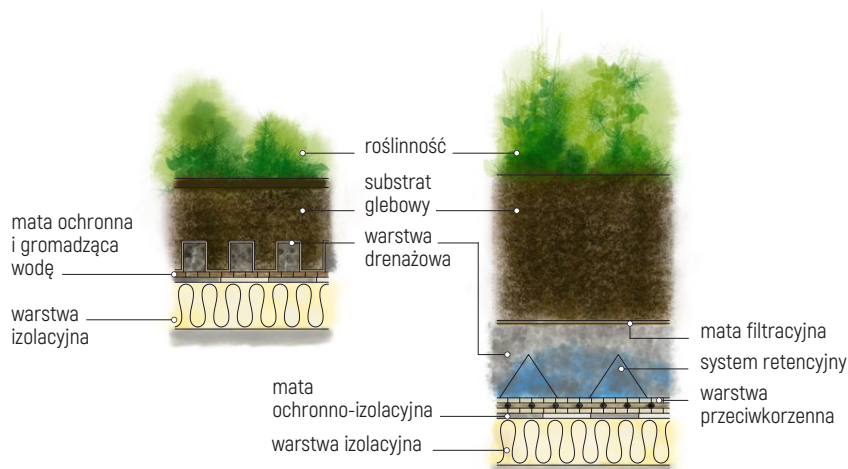
Ekstensywny zielony dach składa się z następujących elementów (rysunek 14):

- warstwa wegetacyjna złożona z roślin o niewielkich wymaganiach pielęgnacyjnych: mchu, sukulentów, w tym rozchodników i innych bylin dwu- i jednoliściennych, w tym traw;
- cienka warstwa substratu (8–15 cm) (Bauder, 2019);
- warstwa drenażowa;
- warstwa ochronna, która zwykle ma postać wodoodpornej maty, zabezpieczającej konstrukcję dachu przed wodą i korzeniami;

Intensywny zielony dach składa się z następujących elementów (rysunek 14):

- warstwa wegetacyjna złożona z różnorodnych typów roślin (małe drzewa, krzewy, byliny, rośliny jadalne);
- warstwa substratu (20–60 cm) (Groenblauw, 2019);

- warstwa filtracyjna, która zabezpiecza przed wymywaniem substratu i zamulaniem położonej niżej warstwy retencyjno-drenażowej;
- warstwa retencyjno-drenażowa, która pomaga zapewnić poziom wody niezbędny dla wegetacji roślin, a jednocześnie odprowadzić jej nadmiar;
- mata o właściwościach przeciwwkorzennych;
- warstwa ochronno-izolacyjna, zabezpieczająca przed uszkodzeniami mechanicznymi (Bauder, 2019).



Rysunek 14. Schemat budowy zielonych dachów: dach ekstensywny (po lewej); dach intensywny (po prawej) (na podst. Groenblauw, 2019)

Utrzymanie i pielęgnacja

Wszystkie zielone dachy wymagają kontroli co pół roku celem sprawdzenia, czy ujścia wody są wolne od resztek roślin i nie zarastają. Dachy ekstensywne wymagają minimalnej pielęgnacji (co pół roku lub co kwartał), której celem jest zabezpieczenie przed rozwojem chwastów oraz chorób, a także

usunięcie śmieci, resztek, opadłych liści i innych zbędnych elementów. Dach intensywny wymaga regularnej pielęgnacji właściwej dla danego doboru gatunkowego i projektu, podobnie jak w przypadku zwykłego ogrodu.

Potencjalne problemy	Rozwiązania
Ograniczenia konstrukcyjne: niektóre budynki lub ściany nośne mogą nie mieć wystarczającej wytrzymałości, aby znieść dodatkowe obciążenie dachem zielonym	Dachy ekstensywne są lżejsze niż intensywne; dachy intensywne mogą wymagać wzmocnienia konstrukcji W nowych budynkach dodatkowe obciążenia należy uwzględnić już na etapie projektowym, biorąc pod uwagę także inne możliwe czynniki naturalne, jak np. opady śniegu, deszcze nawalne, wstrząsy sejsmiczne
Penetracja przez korzenie: rośliny o silnym systemie korzeniowym mogą niszczyć izolację dachu	Maty izolacyjne i wodoodporne używane na zielonych dachach powinny być dobierane pod kątem odporności na przerastanie korzeni

Literatura

Bauder, 2019. *Green roof. Design considerations*. Bauder Limited, Ipswich.

<https://www.bauder.co.uk/technical-centre/downloads/design-guides/green-roof-design-guide.pdf>

Groenblauw, 2019. *Green roofs*. Atelier Groenblauw, Urban Green-Blue Grids for sustainable and resilient city, Delft.

<https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-roofs>

Info-dachy, 2016. *Zielony dach czyli ogród nad głową. Ile kosztuje zielony dach?* Ekspert Budowlany.

<https://zbudujmydom.pl/arttykul/ile-kosztuje-zielony-dach>