

# Dachy zielone rozwiązaniem dla obiektów budowlanych

Dr inż. Wojciech Drozd, Politechnika Krakowska

## 1. Wprowadzenie

Artykuł porusza problematykę związaną z dachami zielonymi. Scharakteryzowano w nim aspekty planowania i tworzenia zieleni dachowej oraz przedstawiono rodzaje dachów zielonych. Prezentowane zagadnienia zostały przedstawione ze względu na znikomą liczbę publikacji, które opisywałyby podjętą tematykę.

## 2. Przesłanki do stosowania zielonych dachów

### 2.1. Powierzchnia biologicznie czynna

Część działki, która według prawa ma pozostać wolna od zabudowy, nazywana jest terenem biologicznie czynnym. Jest to teren z nawierzchnią ziemną urządzoną w sposób zapewniający naturalną vegetację, a także 50% powierzchni tarasów i stropodachów z taką nawierzchnią, nie mniej jednak niż 10 m<sup>2</sup> oraz wodą powierzchniową na tym terenie [3].

Prawnie wymagana powierzchnia terenu biologicznie czynnego zależy od rodzaju planowanej zabudowy oraz od ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Działki, które zostały przeznaczone pod zabudowę wielorodzinną, budynki opieki zdrowotnej oraz oświaty i wychowania, muszą być w co najmniej 25% powierzchni – jeżeli z miejscowego planu zagospodarowania nie wynika inaczej – przeznaczone na tereny biologicznie czynne.

W zespole budynków wielorodzinnych, objętych jednym pozwoleniem na budowę, należy stosownie do zapotrzebowania przewidzieć miejsca rekreacyjne dostępne dla osób niepełnosprawnych i place zabaw dla dzieci, jednakże 30% tej powierzchni powinno się znajdować na terenie biologicznie czynnym, jeżeli odrębne przepisy nie stanowią inaczej. W planie miejscowym nie może być ujęty wskaźnik mniejszy niż 30%.

W miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego ustalony jest minimalny udział procentowy powierzchni biologicznie czynnej w odniesieniu do powierzchni działki budowlanej. Ustalony jest dla każdego terenu, na którym przewidziana jest możliwość budowy czy rozbudowy.

Inwestorzy zmuszeni są do poszukiwania alternatywnych do obecnych rozwiązań, które zapewnią kompromis pomiędzy zapotrzebowaniem na budowlę, a ochroną

środowiska naturalnego. Rozwiązaniem spełniającym zasady tego kompromisu są dachy zielone, które dają możliwość uzyskania cennych powierzchni biologicznie czynnych bez powiązania z gruntem, toteż mogą współistnieć z terenami zabudowanymi. Według polskiego prawa 50% powierzchni zielonych dachów może być uznanych za powierzchnię biologicznie czynną.

### 2.2. Zalety dachów zielonych

Planiści i inwestorzy, oprócz możliwości dodawania powierzchni biologicznie czynnej, wykorzystują również inne zalety dachów zielonych, takie jak:

- izolacja termiczna przed niskimi temperaturami oraz ochrona przed wysokimi, redukująca koszty ogrzewania oraz wydatki na klimatyzację;
- trwałe uszczelnienie dachu poprzez zabezpieczenie przed oddziaływaniem czynników atmosferycznych, co skutkuje zmniejszoną liczbą remontów i napraw warstw konstrukcyjnych dachu;
- poprawa mikroklimatu – w procesie fotosyntezy 155 m<sup>2</sup> powierzchni zielonej wystarcza do produkcji tlenu, która wystarcza dla jednej osoby w ciągu doby;
- absorpcja i filtrowanie zanieczyszczeń powietrza – zanieczyszczenia, np. kurz, sadza czy dym osadzają się na liściach i igłach roślin, po czym wraz z opadami atmosferycznymi są spłukiwane do podłoża. Niemieckie badania wykazały, że 1 m<sup>2</sup> powierzchni traw na dachu zielonym zdolny jest do pochłonięcia w ciągu roku 0,2 kg pyłów z powietrza;
- zwiększona izolacja akustyczna o 40 dB przy 12 cm warstwie substratu glebowego i ok. 46 dB przy 20 cm warstwie;
- przywrócenie równowagi ekologicznej – zastąpienie sztucznie wytworzonych pokryć dachowych naturalnymi składnikami ekosystemu tworzy przestrzeń życiową na zwierząt i roślin;
- zatrzymywanie wody opadowej i opóźnianie fali opadowej – głównym elementem redukującym odpływ jest substrat, z którego nadmiar wody odprowadzany jest do warstw drenażowych i tam magazynowany, a następnie wykorzystując podciąg kapilarny woda zasila warstwę vegetacyjną, rośliny pobierają wodę za pomocą systemu korzeniowego, a jej dodatkowe ilości odparowują z powierzchni liści wprost do atmosfery. Średnia retencja dachu zielonego waha się w granicach 50-60% [4];

- poprawa estetyki otoczenia;
- odciążenie systemu kanalizacji ściekowej, co zmniejsza opłaty za odprowadzanie wody opadowej;
- ochrona przed smogiem – szczególnie ważne w dużych, zatłoczonych miastach, gdzie latem temperatura jest wyższa niż na terenach pozamiejskich, ponieważ dachy nagrzewają się do wysokich temperatur (dachy z pokryciem bitumicznym maksymalnie do 80–100°C) powodując inwersję temperatur. Temperatura nie spada wraz ze wzrostem wysokości. Powoduje to powstanie niekorzystnych zjawisk takich właśnie jak smog (tzw. smog londyński). Natomiast dachy zielone nagrzewają się maksymalnie do 25-40°C [2] [5].

### 2.3. Czynniki społeczny

Wprowadzanie zieleni na terenach silnie zurbanizowanych jest ważne również ze względu na zdrowie psychiczne ludzi. Liczne badania udowadniają znaczący wpływ zieleni na zmniejszenie poziomu stresu i agresji wśród ludzi. Szum drzew i ich liści wycisza, pomaga odreagować zmęczenie, stres i złe emocje. Widok roślin zielonych pomaga zwalczać depresję dodając optymizmu, niweluje ból oczu, powstały na skutek pracy przy monitorze. Zapach drzew, zwłaszcza iglastych, dzięki swemu działaniu bakteriobójczemu pomaga w katarach i przeziębieniach. Zieleń wpływa na zmysły, a emocjonalne zrównoważenie człowieka wpływa pozytywnie na jego wydajność. Warto zatem wykorzystywać zielone dachy w budynkach, w których pracują ludzie. Ważne, by były widoczne z okien i dostępne w czasie przerw [1]. Stosowanie zieleni na dachach centrów handlowych przyciąga klientów, którzy chcą zobaczyć z bliska takie rozwiązanie, jednocześnie tworząc przestrzeń integracyjną.

## 3. Podstawowe aspekty planowania dachu zielonego

Wytyczne przyjęte przez branżę dachów zielonych w większości krajów na świecie pozwalają na zachowanie dachu w dobrym stanie przez długie lata. Najważniejszymi zasadami planowania dachów zielonych są:

### Ochrona przed przerastaniem korzeni:

- uszczelnienie dachu musi być odporne na przerastanie korzeni, a aktualną listę przetestowanych membran i powłok można znaleźć na stronie internetowej FBB (Zrzeszenie dachowców ds. zazielenienia budowli);
- membranę dachową należy wywinąć na obrzeżu, na wysokość 10 cm dla dachu o nachyleniu do 5° i 5 cm dla dachu bardziej płaskiego, powyżej górnej powierzchni substratu, by uniknąć bocznego przerastania korzeni, a wywinętą membranę należy zabezpieczyć przed uszkodzeniem mechanicznym i promieniowaniem UV;
- membrana dachowa musi pokrywać całą powierzchnię dachu, nawet w miejscach, gdzie nie ma bezpośredniego zazielenienia, ponieważ nieodpowiednia pielęgnacja

roślin, może spowodować ich pojawienie się w miejscach, w których nie były planowane,

- prace powinny prowadzić doświadczone i wykwalifikowane firmy;
- ubytki bądź nieszczelności można wykryć za pomocą indukcji elektrycznej.

### Dodatkowe obciążenie powierzchni:

• należy uwzględnić w obliczeniach konstrukcyjnych dodatkowe obciążenie powierzchni dachu roślinnością. W przypadku zieleni ekstensywnej dodatkowo należy doliczyć 80–170 kg/m<sup>2</sup>. Zieleń intensywna to dodatkowe 300 kg/m<sup>2</sup>. Podane wagi dotyczą stanu nasycenia wodą wraz z roślinnością. Dodatkowo należy uwzględnić obciążenie śniegiem i komunikacją, jeśli występuje.

### Nachylenie dachu:

- zielone dachy stosowane są w przypadku nachylenia 0° do 30°, a doświadczone firmy zajmujące się systemowymi rozwiązaniami, tworzą zieleni na dachach skośnych od 45° do 90°;
- jeżeli nachylenie dachu wynosi mniej niż 2%, to szczególną uwagę trzeba zwrócić na hydroizolację, która ma w tym przypadku najważniejsze znaczenie;
- dachy płaskie zalecane są dla zieleni intensywnej, w celu zatrzymywania wody, a dachy skośne dla roślinności ekstensywnej.

### Uwzględnienie siły ssącej wiatru:

- w przypadku dachów wysokich ważne jest zabezpieczenie dachu przed rozwianiem. Na obrzeżach należy stosować płyty lub prefabrykaty pustakowe wypełnione trawą;
- w przypadku nie mocowanych mechanicznie uszczelnień, należy je zabezpieczyć dodatkowym balastem.

### Przepisy przeciwpożarowe:

- zieleni ekstensywna jest wystarczająco odporna na ogień, pod warunkiem wysokości układu warstw równej minimum 3 cm i występowania w substracie maksymalnie 20% masy substancji organicznej;
- należy stosować się do przepisów przeciwpożarowych ważnych dla danego kraju, jednakże polskie przepisy nie uwzględniają jeszcze specyfiki dachów zielonych;
- przed wylotami okiennymi i dachowymi wymagana jest opaska żwirowa lub z płyt.

### Odwodnienie:

- odwodnienie wykonuje się tak samo jak w przypadku standardowych dachów,
- w normalnych warunkach wpust o średnicy DN 100 może obsługiwać około 300 m<sup>2</sup> zielonego dachu;
- podciśnieniowe systemy odwadniania wymagają stosowania określonych wytycznych;
- wpusty muszą mieć pełną dostępność, dlatego stosuje się skrzynki kontrolne;
- odwodnienie zielonego dachu odbywa się w warstwie drenażowej.

### Nawodnienie:

- na dachu ekstensywnym oraz w jego pobliżu należy zaprojektować punkty poboru wody, by zapewnić jej dostęp wzrastającej roślinności;

- dachy intensywne zaleca się nawadniać systemem zautomatyzowanym, by uniknąć wzmożonego nakładu pracy na pielęgnację dachu;
- w układzie warstw dachu zielonego w pierwszej kolejności rolę nawadniania spełnia naturalna woda deszczowa.

#### **Dobór konstrukcji dachu w zależności od docelowej roślinności i formy użytkowania:**

- zieleń intensywna wymaga zdecydowanie dokładniejszego planowania niż zieleń ekstensywna.

#### **Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy:**

- należy wykonać zabezpieczenia przed upadkiem z dachu w czasie jego wykonywania bądź konserwacji;
- dużą popularnością cieszą się systemy zabezpieczające przed upadkiem z dachów, jednakże w Polsce zabezpieczenie dachu zwykle ograniczane jest do stosowania balustrad,
- należy zapewnić bezproblemowy dostęp do powierzchni dachu.

#### **Dobór roślinności:**

- tylko fachowcy mogą poprawnie dobrać roślinność na zielony dach;
- rośliny łatwo adaptujące się do ekstremalnych warunków nadają się do dachów ekstensywnych, mogą być umieszczane w postaci nasion, pędów lub mat wegetacyjnych;
- na dachy skośne nadają się tylko maty wegetacyjne, które są odporne na rozciąganie;
- zieleń intensywna to różnorodny zbiór bylin, roślin okrywowych, krzewów, drzew, stosowanych w standardowych ogrodach naziemnych, jednocześnie pamiętając, że powinny być to gatunki odporne na mróz.

#### **Konserwacja:**

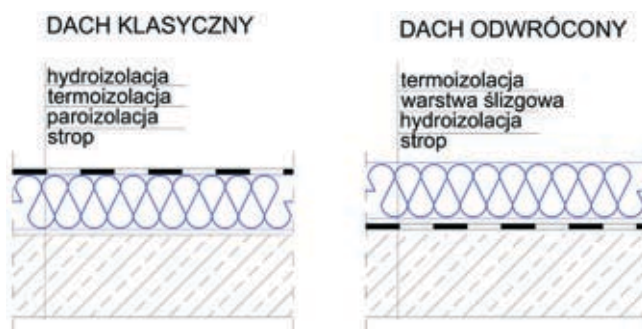
- regularna i fachowa konserwacja pomaga zagwarantować bezproblemowe użytkowanie dachu zielonego;
- kontrola na dachach intensywnych obejmuje głównie kontrolę obrzeży, szczelność membrany hydroizolacyjnej, sprawność systemu nawadniającego i odwadniającego, jak również cięcie roślin, usuwanie chwastów, nawożenie, podlewanie;
- zieleń ekstensywna wymaga rzadkich kontroli, raz na pół roku bądź raz na rok.

Właściwa realizacja i konserwacja dachu zielonego zapewni jego długowieczność oraz bezproblemowe użytkowanie. Dzięki wzrastającemu popytowi na tego typu rozwiązania, przybywa również fachowców i wyspecjalizowanych producentów systemów, które optymalizują cały proces powstawania dachu zielonego. Współpraca różnych branż, w tym murarzy, dekarzy, architektów, ogrodników, daje pewność poprawności wykonania dachu i zabezpiecza przed późniejszymi naprawami [1].

## **4. Podział dachów zielonych**

### **4.1. Podział ze względu na warstwę izolacji termicznej**

Biorąc pod uwagę układ warstw hydroizolacji w stosunku do termoizolacji dachy można podzielić na dachy



**Rys. 1.** Dach klasyczny i odwrócony (źródło: opracowanie własne)

o konstrukcji standardowej oraz dachy o konstrukcji odwróconej (rys. 1.). Właściwy dobór układu izolacji termicznej i hydroizolacji zależy od wielu czynników m.in. oczekiwanej izolacyjności cieplnej, przewidywanego obciążenia dachu, ekspozycji dachu i odporności na warunki atmosferyczne, jak również możliwości użytkowania dachu.

#### **4.1.1. Dach ocieplony klasyczny – rozwiązania systemowe Optigrün [6]**

Warstwa hydroizolacji w dachu klasycznym umieszczona jest powyżej termoizolacji. Takie rozwiązanie zapewnia dobrą i stabilną izolacyjność termiczną, dzięki temu, że termoizolacja pozostaje przez cały czas w niezmiennych warunkach wilgotnościowych. Do wykonania warstw spadkowych wystarczą lekkie warstwy spadkowe np. kliny styropianowe. Dach o klasycznym układzie warstw nie nadaje się do tworzenia zielonych dachów komunikacyjnych, ponieważ elastyczna termoizolacja pod wpływem nacisku spowoduje odkształcenie ułożonej na niej hydroizolacji, co prowadzi do jej zniszczenia.

Przy klasycznym układzie warstw można wykonać dachy zielone lekkie, ekonomiczne, naturalne, retencyjne, skośne, ogrody na dachu, dachy krajobrazowe.

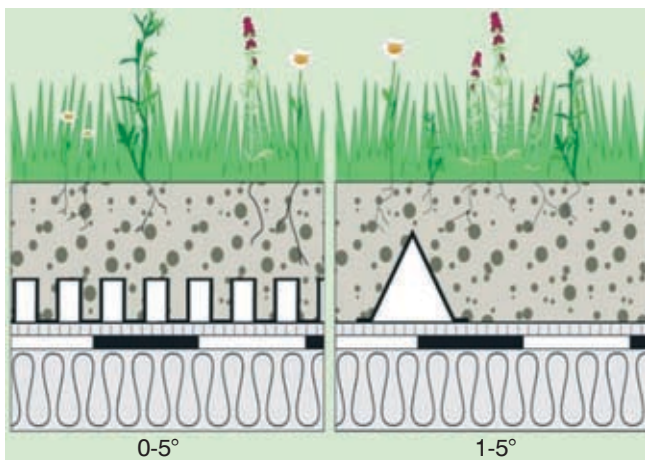
**Dach ekonomiczny** (rys. 2.) – to dach tani, łatwy w utrzymaniu, o stosunkowo niewielkiej różnorodności gatunkowej flory.

Cechy szczególne:

- ciężar: 90–140 kg/m<sup>2</sup> (ciężar dotyczy stanu nasycenia wodą, z czego 60-70% stanowi ciężar substratu w stanie suchym),
- wysokość warstw: 8 cm,
- nachylenie dachu: 0–9%,
- roślinność: rozchodniki, byliny, trawy,
- retencjonowanie: 50–60%,
- współczynnik spływu C: 0,5–0,4 (współczynnik spływu C – wyraża stosunek ilości wody deszczowej, która spływa z danej powierzchni do ilości wody, która spadła na tę powierzchnię),
- magazynowanie wody: ok. 25 l/m<sup>2</sup>.

Na konstrukcji nośnej dachu układana jest geowłókna chłonno-ochronna, która zabezpiecza hydroizolację





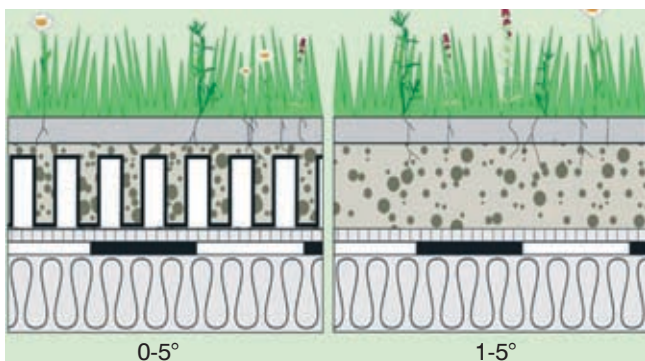
**Rys. 2.** Układ konstrukcyjny dachu ekonomicznego w zależności od nachylenia [7]

dachu przed uszkodzeniem, oraz magazynuje wodę. Na geotekstynie wykonany zostaje drenaż liniowy (rozwiązanie 1 przy spadku połaci dachowej 0-5°) lub ułożona zostaje mata drenażowa (rozwiązanie 2 przy nachyleniu 1-5°). Drenaż liniowy zapewnia szybsze odprowadzenie wody oraz zapewnia większą przestrzeń dla rozwoju korzeni roślin. Mata drenażowa ma za zadanie magazynować wodę oraz usuwać jej nadmiar, zapobiegając stagnacji wody, będąc jednocześnie konstrukcją lekką. Drenaż zostaje zasypany jednowarstwowym substratem ekstensywnym, o dużych parametrach drenażowych i dużej pojemności wodnej. Na substracie wykonuje się siew natryskowy mokry, specjalnym substratem zawierającym pędy różnych gatunków rozchodników oraz mieszanką ziół i traw.

**Dach lekki** (rys. 3.) – dach wyjątkowo lekki i funkcjonalny, odporny na wywiewanie, stosowany wyłącznie na dachach o konstrukcji tradycyjnej, wymagający większego nakładu pracy na pielęgnację i wyższych kosztów wykonania niż dach ekonomiczny.

Cechy szczególne:

- ciężar: 50 kg/m<sup>2</sup>,
- wysokość warstw: 5 cm,
- nachylenie dachu: 0-9%,
- roślinność: mchy, rozchodniki,



**Rys. 3.** Układ konstrukcyjny dachu lekkiego w zależności od nachylenia [7]

- retencjonowanie: 40-50%,
- współczynnik spływu C: 0,6-0,5,
- magazynowanie wody: ok. 18 l/m<sup>2</sup>.

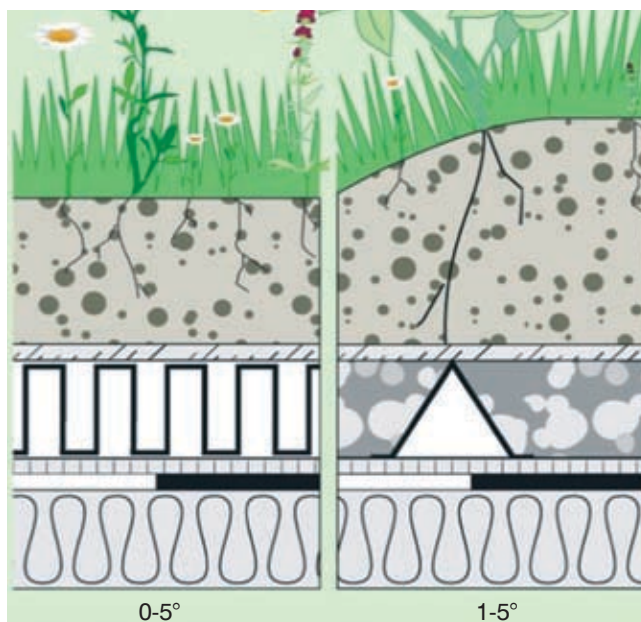
Na geotekstynie chłonna-ochronnej układa się systemową matę drenażową (rozwiązanie 1 przy spadku połaci dachowej 0-5°) bądź matę ochronno-drenażową, która zapewnia szybki odpływ wody drenażowa (rozwiązanie 2 przy nachyleniu 1-5°). Następnie warstwę tę zasypuje się substratem lekkim o małym ciężarze, a wysokiej pojemności, który przykrywa się matą wegetacyjną, by uzyskać efekt natychmiastowego zazielenienia. Konstrukcja maty wzmocniona jest systemem nośnym, który ulega biodegradacji.

**Dach naturalny** (rys. 4) – umożliwia zastosowanie różnych grubości warstwy substratu, dużej różnorodności flory i fauny, ma wysoką wartość ekologiczną i jest odpowiednim ekosystemem dla pszczoł i motyli.

Cechy szczególne:

- ciężar: 100-300 kg/m<sup>2</sup>,
- wysokość warstw: 10-25 cm,
- nachylenie dachu: 0-9%,
- roślinność: byliny, trawy, rozchodniki, rośliny drzewiaste,
- retencjonowanie: 60-70%,
- współczynnik spływu C: 0,4-0,3,
- magazynowanie wody: ok. 30-80 l/m<sup>2</sup>.

Na geotekstynie chłonna-ochronnej układana jest systemowa mata drenażowa (rozwiązanie 1 przy spadku połaci dachowej 0-5°) bądź układa się drenaż liniowy (rozwiązanie 2 przy nachyleniu 1-5°). Na drenaż nakładana jest geotekstyna filtracyjna, która zapobiega osadzeniu się drobnych cząstek w warstwie drenażowej, mając jednocześnie wysokie parametry wodoprzepuszczalności. Następną warstwę stanowi substrat



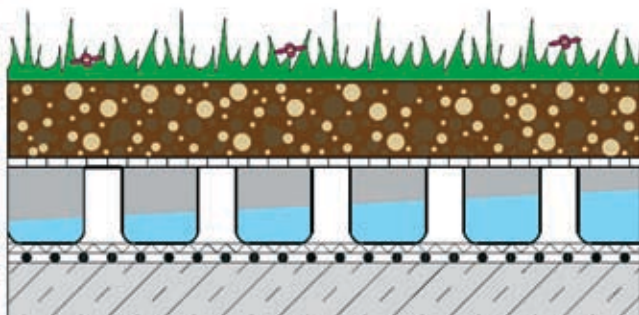
**Rys. 4.** Układ konstrukcyjny dachu naturalnego w zależności od nachylenia [7]

ekstensywny o dużej pojemności wodnej i powietrznej. W razie konieczności zakłada się lokalne wzniesienia. Warstwę wierzchnią stanowią nasadzenia bylin. Można równocześnie bądź zamiennie do bylin zastosować mieszanek siewną i pędy rozchodników.

**Dach retencyjny** (rys. 5) – jest rozwiązaniem systemowym o zdefiniowanym współczynniku retencji i maksymalnym współczynniku spływu 0,17, zapobiega stagnacji wody w przypadku tworzenia się kałuż o wysokości do 4 cm.

Cechy szczególne:

- ciężar: 120 kg/m<sup>2</sup>,
- wysokość warstw: 12 cm,
- nachylenie dachu: 0–9%,
- roślinność: byliny, trawy, rozchodniki,
- retencjonowanie: ≥80%,
- współczynnik spływu C: ≤0,2,
- magazynowanie wody: ok. 32 l/m<sup>2</sup>.



Rys. 5. Układ konstrukcyjny dachu retencyjnego [7]

Na geotekstynie chłonna-ochronnej układa się matę drenażową 6 cm, która znacząco opóźnia odpływ nadmiaru wody, zapobiega stagnacji wody w przypadku dachów płaskich oraz dużych połaci dachowych. Matę przykrywa się geotekstyną filtracyjną, substratem ekstensywnym i mieszanek siewną z pędami rozchodników.

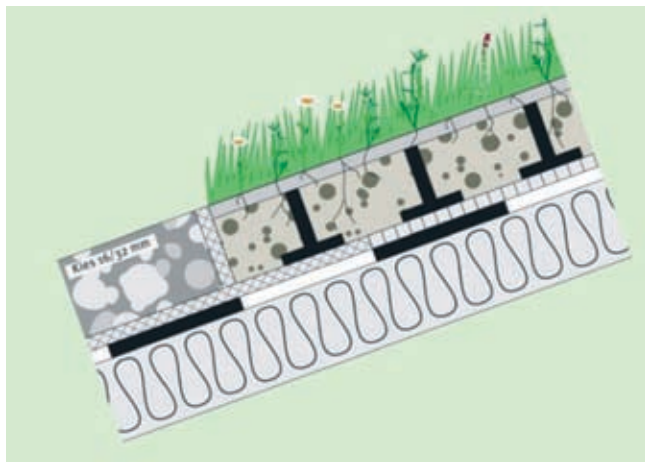
Opatentowany system Optigrün Meander zaprojektowany został tak, by nadmiar wody zbierający się w komórkach maty drenażowej przekazywany był z jednej komórki do drugiej. Przekazywanie wody odbywa się w liniach w kształcie zakoli, co wydłuża drogę przepływu wody dziesięciokrotnie.

**Dach skośny** (rys. 6) – jest trwałym zazielenieniem dachu skośnego, rozwiązania systemowe należy dobrać pod dane warunki konstrukcyjne, musi być dobrze zabezpieczony przed osuwaniem.

Cechy szczególne:

- ciężar: 100–130 kg/m<sup>2</sup> (dach rozchodnikowy), 160–190 kg/m<sup>2</sup> (dach naturalny),
- wysokość warstw: 8 cm (dach rozchodnikowy), 13 cm (dach naturalny),
- nachylenie dachu: 9–84% (dach rozchodnikowy), 9–70% (dach naturalny),

- roślinność: mchy, rozchodniki, byliny (dach rozchodnikowy), rozchodniki, trawa, byliny (dach naturalny),
- retencjonowanie: 40–60% (dach rozchodnikowy), 50–70% (dach naturalny),
- współczynnik spływu C: 0,6–0,4 (dach rozchodnikowy), 0,5–0,3 (dach naturalny),
- magazynowanie wody: ok. 32 l/m<sup>2</sup> (dach rozchodnikowy), ok. 40–50 l/m<sup>2</sup> (dach naturalny).



Rys. 6. Układ konstrukcyjny dachu skośnego [7]

W przypadku dachów o nachyleniu większym niż 15° zamiast geotekstyny chłonna-ochronnej układa się strukturalną włókninę chłonna-drenażową, której pętlikowa struktura umożliwia, poprzez kanałki, magazynowanie i odprowadzanie nadmiaru wody. System zapobiegający osunięciu warstwy wegetacyjnej stosuje się na dachach o nachyleniu przekraczającym 15°. Na tych warstwach układany jest substrat ekstensywny oraz mata wegetacyjna. Dla dachów o nachyleniu poniżej 15° konstrukcja maty wzmocnionej systemem nośnym ulega biodegradacji. Na dachach o nachyleniu powyżej 15° stosuje się maty z systemem nośnym nieulegającym biodegradacji oraz odpornym na rozciąganie. Przy nachyleniu 5–15° można zastosować zasiew zamiast maty.

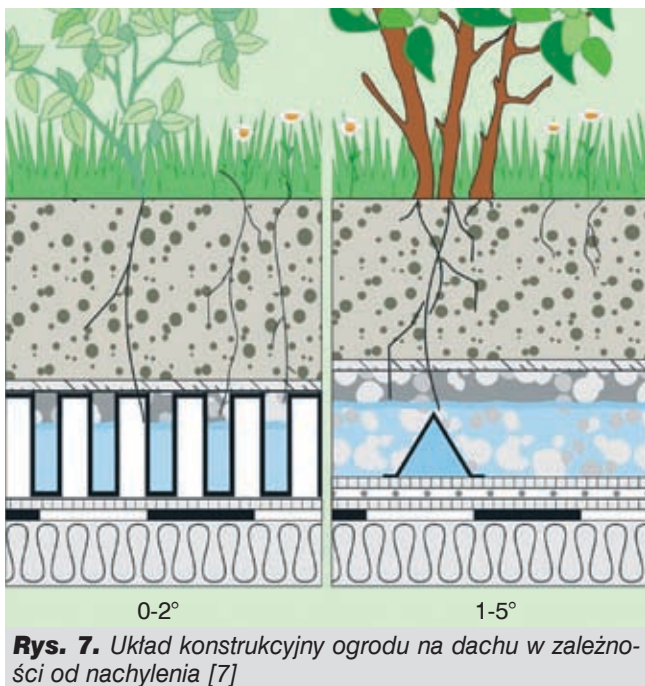
**Ogród na dachu** (rys. 7) – dach zielony o bardzo intensywnej roślinności, pozwalający zagospodarować dach jako przestrzeń użytkową.

Cechy szczególne:

- ciężar: 320–570 kg/m<sup>2</sup>,
- wysokość warstw: 26–45 cm,
- nachylenie dachu: 0–9%,
- roślinność: byliny, rośliny drzewiaste, trawniki,
- retencjonowanie: 70–95%,
- współczynnik spływu C: 0,3–0,05,
- magazynowanie wody: ok. 110–160 l/m<sup>2</sup>.

W przypadku dachu o nachyleniu 0–2° ze spiętrzaniem wody, na geotekstynie chłonna-ochronnej układa się folię przeciwwodną oraz drenaż liniowy. Dla dachu 0–5° bez spiętrzania wody na geotekstynie układana jest systemowa mata drenażowa. W obu przypadkach





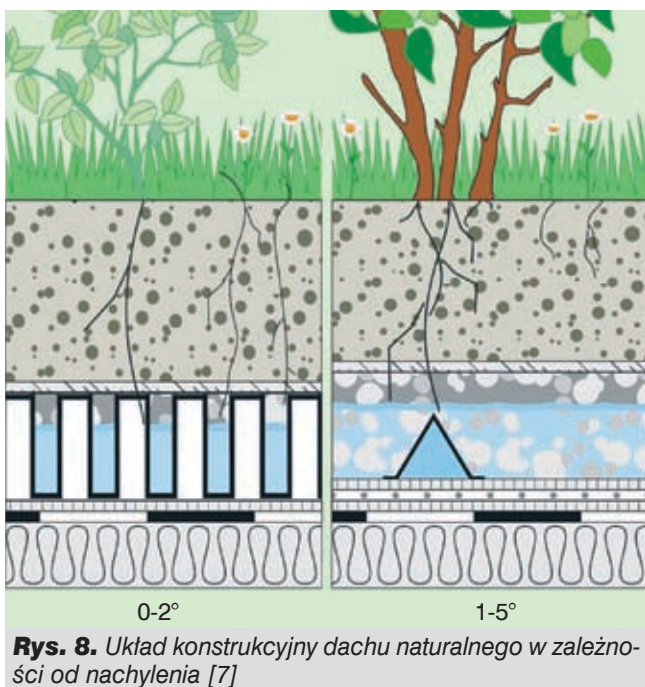
**Rys. 7.** Układ konstrukcyjny ogrodu na dachu w zależności od nachylenia [7]

drenaż zasypywany jest warstwą drenażową, która zapewnia kompensację nierówności dachu, jest penetrowalna przez korzenie i odprowadza nadmiar wody. Następnie pojawia się geowłóknina filtracyjna, i intensywny substrat.

**Dach krajobrazowy** (rys. 8) – zapewnia możliwość dowolnego kształtowania krajobrazu na dachu, umożliwia trwałe i funkcjonalne zazielenienie garaży podziemnych.

Cechy szczególne:

- ciężar: 700–1300 kg/m<sup>2</sup>,
- wysokość warstw: 60–100 cm,



**Rys. 8.** Układ konstrukcyjny dachu naturalnego w zależności od nachylenia [7]

- nachylenie dachu: 0–9%,
- roślinność: byliny, trawy, krzewy, drzewa,
- retencjonowanie: 95–99%,
- współczynnik spływu: 0,05–0,01,
- magazynowanie wody: ok. 180–320 l/m<sup>2</sup>.

Układ warstw jak w ogrodzie na dachu z jednym wyjątkiem. Pomiędzy geowłókniną filtracyjną a intensywnym substratem znajduje się wypełnienie w postaci substratu mineralnego.

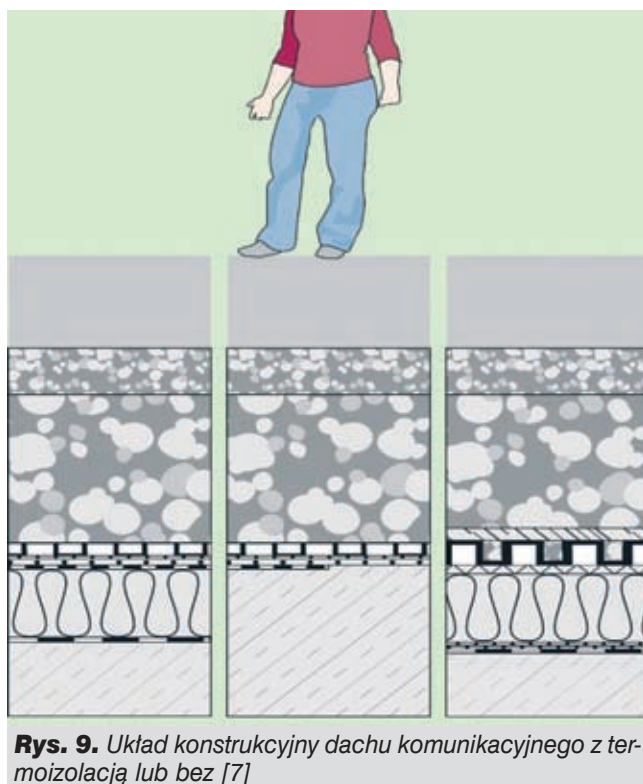
#### 4.1.2. Dach odwrócony

**Dach odwrócony**, w którym termoizolacja ułożona jest na hydroizolacji daje możliwość obciążenia użytkowego komunikacją, ponieważ hydroizolacja wykonana na sztywnym podłożu oraz zabezpieczona od góry termoizolacją nie jest narażona na uszkodzenia. Niekorzystnym zjawiskiem na dachu o odwróconej konstrukcji jest pozostawianie termoizolacji w warunkach wodnych, co sprzyja zmienności współczynnika przewodzenia ciepła. Również wybór materiałów termoizolacyjnych jest mniejszy, ze względu na wymóg odporności na przebywanie w warunkach mokrych. Takie materiały są droższe niż klasyczne.

Przykładem systemowego dachu zielonego na dachu o konstrukcji odwróconej jest dach komunikacyjny (rys. 9) – przystosowany dla pojazdów osobowych i ciężarowych, może stanowić drogi dojazdowe dla straży pożarnej, nadaje się do łączenia z nawierzchniami zielonymi na dachu.

Cechy szczególne:

- ciężar: ok. 700 kg/m<sup>2</sup>,
- wysokość warstw: od 37 cm,



**Rys. 9.** Układ konstrukcyjny dachu komunikacyjnego z termoizolacją lub bez [7]

- nachylenie dachu: 2–9%,
- klasa wg obciążenia: 3 (do 160 kN/m<sup>2</sup>).

Na warstwie ślizgowej z folii HDPE układana jest wytrzymała na ściskanie systemowa mata drenażowa pokryta geowłókniną PE. Kolejną warstwę stanowi warstwa nośna z tłuczniem 0–32 mm, o miąższości 20–30 cm. Na niej ułożona jest podbudowa (3–5 cm) i nawierzchnia utwardzona (12 cm) np. bruk wiązany, płyty, pustaki prefabrykowane wypełnione trawą, beton.

Dach odwrócony stanowi również bazę dla tych samych systemowych rozwiązań co dach o klasycznym układzie warstw.

#### 4.2. Podział ze względu na rodzaj zastosowanej zieleni

Wzrost popularności dachów zielonych spowodował automatycznie wzrost różnorodności roślin, jakie na takich dachach można zastosować w zależności od przeznaczenia dachu. Grubość warstwy substratu determinuje możliwość stosowania konkretnych roślin oraz określa stopień ingerencji w konstrukcję budynku. W związku z tym w Niemczech w latach 70. XX wieku ustanowiono podział na zielone dachy intensywne i ekstensywne, który to podział funkcjonuje do dziś.

##### 4.2.1. Dach ekstensywny

Dachy ekstensywne, czyli dachy z uprawą ekstensywną nie są przeznaczone do użytkowania oraz mają ograniczone walory estetyczne. Ich podstawową funkcją jest funkcja przyrodnicza. Miąższość warstwy substratu przy takim rozwiązaniu zawiera się w przedziale od 2 cm do 20 cm. Całkowita waga dodatkowego obciążenia wynosi:

- powyżej 50 kg dla dachów zielonych jednowarstwowych bądź rozwiązań z cienkim drenażem,
- 70–170 kg/m<sup>2</sup> w pozostałych przypadkach.

Mała masa substratu nie wymaga dużej ingerencji w konstrukcję budynku. Roślinność na takim podłożu musi wykazywać się płytkim systemem korzeniowym oraz małymi wymaganiami pielęgnacyjnymi. Najczęściej stosuje się rośliny z gatunku Sedum.

##### 4.2.2. Dach intensywny

Dach intensywny jest dachem użytkowanym zazwyczaj całorocznie. Jest dużo bardziej efektowny wizualnie niż dach ekstensywny, jednakże ze względu na wysoką roślinność, na efekty trzeba czekać zdecydowanie dłużej. Ich zadaniem jest przypominać tradycyjny ogród, który wyróżnia się lokalizacją na budynku bądź garażu podziemnym.

Konstrukcja dachu intensywnego musi być specjalnie zaprojektowana na dodatkowe obciążenie wynoszące od ok 300 do ok 1000 kg/m<sup>2</sup>. Powodem tak dużej masy jest rodzaj i grubość warstwy podłoża, jak również sama roślinność, którą oprócz traw i bylin mogą stanowić krzewy i drzewa. Na takim dachu można również wykonać oczka wodne, altanki, ławki itp. co podnosi obciążenie

oparte na stropie. Dach intensywny może służyć jako miejsce wypoczynku i rekreacji, możliwości są praktycznie nieograniczone w stosunku do wykorzystania ogrodów bezpośrednio na gruncie.

Przy wyborze rodzaju dachu zielonego trzeba brać pod uwagę wiele czynników, które oprócz wizualnych i obciążeniowych kwestii odróżniają te rozwiązania. Ze względu na zastosowaną roślinność dachy intensywne są zdecydowanie droższe od ekstensywnych, wymagają większej częstotliwości pielęgnacji oraz częstego nawadniania (zazwyczaj automatycznego). Z tych względów na świecie częściej stosowane są dachy ekstensywne, jednakże w Polsce popularniejsze są dachy intensywne, wykonywane jako zastępstwo utraconych pod budowę terenów zielonych.

##### 4.2.3. Dach pół-ekstensywny

Dach pół-ekstensywny jest dachem, którego technologia wykonania jest podobna do dachu ekstensywnego i jest dachem ekologicznym. Ten rodzaj dachu posiada warstwę substratu o miąższości ok. 20 cm, co zwiększa grono roślin możliwych do zastosowania. Dodatkowo taki dach może zostać udostępniony do użytkowania.

#### 4.3. Podział ze względu na stopień nachylenia

W zależności od stopnia nachylenia konstrukcji dachu, na którym będzie wykonywany dach zielony wyróżniamy:

- płaskie dachy zielone – nachylenie do ok. 10°,
- skośne dachy zielone – nachylenie 10–25°,
- strome dachy zielone – nachylenie >25°.

Dachy wykonywane przy nachyleniu konstrukcji powyżej 45° wymagają indywidualnego projektu, ze względu na stopień skomplikowania. Projektant powinien posiadać fachową wiedzę oraz doświadczenie w budowie tego typu dachów, co pozwoli na wyeliminowanie problemów wykonawczych i technologicznych.

Im dach bardziej stromy, tym konieczna jest większa stabilność układu warstw. Warstwy muszą być zabezpieczone przed zsunięciem. Konieczne również jest przeciwdziałanie nadmiernemu spływowi wody, co spowoduje osuszenie substratu i obumarcie roślin. Wymagane jest również zastosowanie rozwiązań zabezpieczających przed erozją wodną i wietrzną.

#### 4.4. Dachy systemowe i niesystemowe

##### 4.4.1. Dachy systemowe

Przy tworzeniu dachów systemowych wykorzystuje się technologię zaprojektowaną przez producentów. Technologie są cały czas doskonalone i różnią się poszczególnymi rozwiązaniami w zależności od firmy. Jeżeli dach jest wykonany w całości z odpowiednich komponentów danego producenta oraz proces budowy jest kontrolowany przez nadzór z ramienia tegoż producenta, to na taki dach producent udziela gwarancji na powstałe wady. Ze względu na kosztu opracowania danej technologii, konieczność nadzoru nad pracami oraz koszty



gwarancyjne dachy systemowe są droższe od niesystemowych. Jednakże zapewniają większe bezpieczeństwo i ochronę użytkownika przed możliwymi wadami. Inwestor decydujący się na taki dach ma, w przypadku zaistnienia wad zielonego dachu, możliwość dochodzenia roszczeń od wykonawcy jak i od producenta udzielającego gwarancji.

#### 4.4.2. Dachy niesystemowe

Dachy niesystemowe to najczęściej dachy zielone projektowane na indywidualne zamówienie. Przy wykonywaniu tego rodzaju dachu wykorzystuje się komponenty różnych producentów. Niestety w przypadku powstania wad, nie ma możliwości ubiegania się o odszkodowania bądź naprawy od producentów, którzy nie dają gwarancji, iż dany komponent będzie dobrze współpracował z elementami innego producenta. Mogą jedynie gwarantować niezawodność swojego produktu. Należy przeprowadzić badania stwierdzające, że dany projekt będzie działał bezproblemowo.

#### 4.5. Dachy zielone specjalne

Dzisiejszy postęp technologiczny w dziedzinie dachów zielonych, pozwala na tworzenie zieleni nie tylko na stropach, płytach parkingowych, czy wiatkach garażowych, ale również na zupełnie niespodziewanych powierzchniach:

- pokłady zielone (promy wycieczkowe),
- dachy autobusów.

### 5. Podsumowanie

Dla ludzi niezwiązanych z branżą budowlaną dachy zielone mogą kojarzyć się z chwytem marketingowym

developeerów, a następnie ze stanem przeciekania i gnicia po kilku latach. Nic bardziej mylnego. Dachy zielone mają długą i bogatą historię.

Wniesienie zieleni na dachy istniejących obiektów w centrach miast, na osiedlach mieszkaniowych, jak i na obrzeżach, zdecydowanie zwiększa atrakcyjność obiektów, pozwalając jednocześnie na odbudowę obszarów zielonych, utraconych na rzecz powstania obiektów budowlanych. Dachy zielone nie są jedynie modą, czy wynikiem starań ekologów, gdyż są ponadto przedsięwzięciem ekonomicznie opłacalnym dla inwestora i użytkownika. Powodują wzrost wartości mieszkań, lokali, redukują potrzeby energetyczne budynku. Poprawiają jakość życia mieszkańców, a kontaktem z przyrodą redukują stres. Rosnąca popularność tego typu rozwiązań, daje nadzieję na zmianę krajobrazu dużych miast z „morza betonu” na rzecz przyjaznej i zielonej okolicy, nie tylko na nowo powstających obiektach, ale też na istniejących od wielu lat szarych blokowiskach.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] Kania A. i.in., Zasady projektowania i wykonywania zielonych dachów i żyjących ścian. Poradnik dla gmin, wyd. Stowarzyszenie Gmin Polska Sieć „Energie Cités”, Kraków 2013
- [2] Sylwester A., Modernizacja dachu płaskiego przy wykorzystaniu zieleni, Doradca Techniczny Optigrün
- [3] Rabiński J., Dachy zielone – zagadnienia formalnoprawne cz. 2, Zielen miejska nr 9/2011
- [4] Polańska I., Piskorek M., Zielone dachy w walce z lokalnymi podtopieniami, Zielen miejska nr 11/2010
- [5] Rozporządzenie ministra transportu, budownictwa i gospodarki morskiej z dnia 5 lipca 2013 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2013 poz. 926)
- [6] Katalog techniczny „Dachy zielone” Optigrün International AG
- [7] [http://karkula.com/media/product\\_images/Bo01\\_01.jpg](http://karkula.com/media/product_images/Bo01_01.jpg)



- autoryzowany dystrybutor materiałów w systemie Optigrüen spełniających wymagania „Wytycznych dla dachów zielonych” FLL
- doświadczony wykonawca dachów i tarasów zielonych
- hydroizolacja dachów i tarasów EPDM antykorzenność potwierdzona zgodnie z FLL
- kompleksowa realizacja dachów płaskich, tarasów użytkowych
- ściany zielone
- płyty tarasowe Kronos
- konsultacja projektów, doradztwo

Jeśli jesteś zainteresowany, zadzwoń lub napisz:

**APK Dachy Zielone**

tel. 607 616 691

[www.dachyzielone.net](http://www.dachyzielone.net)

e-mail: [piotr.wolanski@dachyzielone.net](mailto:piotr.wolanski@dachyzielone.net)